© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

MITTEILUNGEN
DER
GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
IN WIEN.

XV. Jahrgang 1922.

Über bituminöse und kohlige Gesteine.

Von Bruno Sander.

(Mit 4 Tafeln [I—IV].) *)

Der folgende Beitrag zur Kenntnis kohliger und bituminöser Gesteine schließt an die Arbeit über bituminöse Mergel im Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt 1921 an und an einige weitere Ergebnisse, welche als Beitrag zu Ampferers Beschreibung des Häringer Gebietes im Jahrbuch 1922 erschienen sind.

Als erste Aufgabe wurde betrachtet, den Wert des Kleingefügestudiums für die Kenntnis derartiger Gesteine an Beispielen zu zeigen und Beiträge zur Sedimentpetrographie zu geben, welche durch Einengung und Präzisierung manche Frage für die Mitarbeit des Chemikers reif machen sollten. Ferner ließ sich von den Ergebnissen aus auf manche Fragestellung teils eingehen, teils hinweisen, welche nur durch die Arbeit mehrerer ihrer Lösung näher kommen, damit aber auch gewisse Vorspringe, welche mir die ausländische Literatur zu besitzen scheint, einholen und überholen könnten. Derartige Fragen betreffen u. a. die Korrelation zwischen Bitumen und Kohle einerseits und dem diese beiden bergenden Gestein anderseits hinsichtlich der Metamorphose; ferner Ausgangsmaterial, Mobilisation und Wanderung des Bitumens im Mechanismus küstennaher Gebirgsbildung, rhythmische Sedimentation der Kaustobiolithe, primäres und tektonisches Porenvolumen sekundärer Bitumenlagerstätten, wobei mir tektonische Auflockerung des Kleingefüges als Bildnerin des nötigen Porenvolumens eine größere Rolle zu spielen scheint, als ihr die mir bisher bekannt gewordene Literatur zumutet. — Insbesonders aber mögen die Methode und die Ergebnisse der Angewandten Geologie zugute kommen, von deren Aufgaben (vgl. Jahrbuch 1921) diese Studien ausgegangen sind.

*) Die Hinweise auf Textfiguren beziehen sich auf Tafel IV.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Das alpine Gesteinsmaterial war das anläßlich einer systematischen Begutachtung alpiner Bitumengesteine mit Ampferer und Hammer entnommene. Da für die damaligen praktischen Zwecke nur die hochwertigen Proben von Interesse waren und diese (vgl. l. c.) tonigen Primärdepots angehören, hat sich die erste Arbeit nur mit diesen befaßt. Im Fortschritt der Untersuchungen und des Materials war aber festzustellen, daß minderhältige, industriell uninteressante, aber fachlich besonders interessierende imprägnierte Gesteine die Primärdepots bisweilen begleiten.

Den Anstaltskollegen Kerner-Marilaun und Vetters bin ich dafür verpflichtet, daß sie mir von ihnen aufgesammeltes Material aus Dalmatien und Syrien zur Verfügung stellten, worunter ich bezeichnende und lehrreiche Kleingefügebilder sekundärer Bitumenlagerstätten fand.

Eine unerläßliche Bedingung für die Fühlungnahme über meinen Gegenstand mit anderen damit Beschäftigten, nämlich die Beigabe nicht zu knapp bemessener Abbildungen, gelang es durch die Redaktion der Mitteilungen zu erfüllen, wobei ich es wegen der Konzentration mehrerer Charakteristika auf ein Schliffbild und der verschwommenen Bilder halber, welche Pelite geben, vorzog, zu zeichnen, statt zu photographieren.

Man wird bei Aufrollung mancher Fragen gewahr werden, daß trotz der vielen Röhrchenanalysen, welche Herr Dr. Strohschneider seinerzeit ja nicht für diese Fragen, sondern für unsere Begutachtung der Lagerstätten herstellte, die entscheidende Mitarbeit des Chemikers an meinen derzeitigen Fragestellungen noch aussteht. Es schien mir aber besser, dieselbe durch diese Studie mit anzuregen, als zu warten, und mittlerweile so viele Analysen beizugeben, als zur vorläufigen Charakterisierung der Gesteine nötig schien.

Eine der wesentlichsten Ergänzungen dieser Arbeit, die eingehendste brennstofftechnische und -chemische Untersuchung der vom Mikroskop aus von mir vorläufig so genannten Sekundärkohle der Seefelder Schichten kann erst vorgenommen werden, wenn die Beschaffung hiefür nötiger, etwas größerer Mengen erfolgt ist.

Ohne Zweifel werden durch die in Aussicht genommene weitere Befassung mit dem Gegenstande an Stelle der hier verwendeten, der Beschreibung der Kleingefügebilder und der

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Präzisierung und Aufrollung der Fragen dienenden Sammelbegriffe Bitumen und Kohle mehrere schärfer faßbare Begriffe treten und weitere Einsichten in Details an Stelle der Einsicht, daß bei gleicher Schliffdicke die Schwärze und Undurchsichtigkeit organischer Reste und Derivate mit der Kohlenstoffanreicherung meist auf Kosten der Kohlenwasserstoffe, also mit der Karbonisation im weitesten in dieser Arbeit gebrauchten Sinne, zunimmt.

Allgemeines über Bitumen und Kohle im Kleingefüge.

1. Bitumen.

Die Untersuchungen unter dem Mikroskop haben so weit geführt, daß sich optisch verschiedene Bitumina unterscheiden lassen. Es ist mir jedoch bisher nicht gelungen, auch nur eine verschiedene Löslichkeit derselben im Schliffe nachzuweisen, welche auf Verschiedenheiten im Chemismus wenigstens hingewiesen hätte. Und so beziehen sich also die festgestellten Verschiedenheiten im Bitumen nur darauf, daß die Beziehungen zu den mannigfaltigen einzelnen Bestandteilen des bituminisierten Sapropels bisweilen wahrnehmbar sind. In diesem Sinne ließen sich zum Beispiel in den Häringer Mergeln die dort erwähnten zwei Bitumina unterscheiden. Es ist anzunehmen, daß man auf diesem Wege, die „Bitumina" auf verschiedene Ausgangssubstanzen des Sapropels (krümmelige Grundmasse, Pollen, Algen; vielleicht auch Zellulose, Chitin und Harz) zu beziehen, auch durch sorgfältiges Studium der Schliffbilder noch weiter gelangen kann. Jedoch scheint mir der wesentliche Fortschritt in der Unterscheidung der Bitumina davon abzuhängen, ob es dem Chemiker gelingt, unterscheidende, im Schliff anwendbare Mikroreaktionen zu finden.

Viel weiter hat dagegen bisher das bloße geduldige Studium der Dünnschliffe in der Unterscheidung authigenen und allothigenen Bitumens geführt. Diese Unterscheidung erfolgte hier nicht vom Chemismus aus, dessen Studium die Prüfung meiner Ergebnisse, beziehungsweise die Anpassung an dieselben vorbehalten bleibt, sondern von zwei anderen Gesichtspunkten aus.

Der eine Gesichtspunkt berücksichtigt die Verteilung des Bitumens im Kleingefüge, zum Beispiel seine Anordnung in

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

den Rupturen und Intergranularen tektonisch gelockerten Kleingefüges, seine Transporte korrelat zu Kleindeformationen im Gefüge, sein Vorkommen im primären Porenvolumen, welches zum Beispiel miarolithische Dolomite oder wenig zementierte Sedimente („Petrolsande" usw.) aufweisen. Man kann von hier aus sehr oft leicht im Schliff feststellen, daß das Bitumen im Gestein gewandert ist, also eine mobile Phase erlebt hat. Zur Feststellung aber, ob das gewanderte Bitumen, welches nachweislichermaßen (vgl. Hornsteine von Häring) auch innerhalb einer primären Lagerstätte wandern und inizieren kann, eine sekundäre Lagerstätte bildend eingewandert ist, bedarf es der Hinsicht auf die geologischen Umstände und des zweiten Gesichtspunktes.

Dieser wird durch unsere bisherige Erfahrung über das Zusammengehen des primären Bitumens mit tonigem Sediment, mit dem Detritus von Kleinfaunen, typischem Sapropel und Schwefeleisen ermöglicht und betrifft demgemäß das Vorkommen von toniger Substanz, Pyrit und organischen Resten im Gestein. Es ist mir bisher keine primäre Bitumenlagerstätte begegnet, welche nicht tonige Substanz oder organische Reste im Schliff enthielt. Dagegen zeigten reine Kalke, Dolomite, Quarzite stets auch sonstige Zeichen für Wanderung des Bitumens, so daß ich es nach meinen Erfahrungen für sicher halte, daß bituminöse Kalke, Dolomite, Sandsteine ohne Ton und ohne organische Reste in der Regel sekundäre Lagerstätten sind. Eine Annahme, welche der fallweisen Untersuchung nicht entheben soll.

Auf Grund der hier vorgelegten bisherigen Studien unter dem Mikroskop lassen sich unterscheiden:

I. Gesteine mit authigenem Bitumen, ohne oder mit Zeichen einer Mobilisation des Bitumens.

II. Gesteine mit allothigenem Bitumen.

Es ist in vielen Fällen (zum Beispiel Seefelder Serie) als sicher anzunehmen, daß das allothigene Bitumen nicht in seinem heutigen sehr festen und chemisch widerstandsfähigen Zustande eingewandert ist, sondern das asphaltische Produkt eingewanderter und karbonisierter beweglicherer Kohlenwasserstoffe darstellt. Wir können dann in den betreffenden Gesteinen sozusagen die höher metamorphen Äquivalente sekundärer Petrollagerstätten erblicken. In der Frage, ob es primäre Petroleum-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

(nicht Bitumen-)lagerstätten überhaupt gibt, ist von hier aus nichts zu entscheiden.

Feste Bitumina können aus Petrolen nachweislich sekundär entstehen, wie beispielsweise Höfer erörterte.

Oder sie können als Ausgangsmaterial der Petrolea, als ein Stadium vor der Petrolbildung, zu welcher es nicht kam, verstanden werden, als fossile Sapropelite. Hieher gehört unsere obige Gruppe I und es liegt diese Stellung für bituminöse Mergel am nächsten. Aber es ist vorläufig fallweise auch für bituminöse Tonsedimente die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, daß fossile Stadien von Petroleumlagerstätten vorliegen, wie dies von den asphaltisch imprägnierten Kalken und Sandsteinen anzunehmen ist.

Jedenfalls muß man sich vom aktualistischen Standpunkt aus stets fragen, ob und wo die faziellen Äquivalente der so zahlreichen tertiären Petroleumlagerstätten in anderen Formationen und im metamorphen Zustande zu finden sind. Diese Frage wird um so dringlicher, als man, den Stand der neueren Petrolgeologie resumierend, sagen kann: Die Bildung von Petrollagerstätten ist eine an den Mechanismus küstennaher Gebirgsbildung normalerweise geknüpfte Begleiterscheinung. Küstennahes Ton- und Kleinlebewesensediment ergibt die sehr oft rhythmisch sedimentierten Primärdepots des Bitumens. Der Mechanismus der Gebirgsbildung bringt die Durchbewegung und Überlastung, die Mobilisation des Bitumens, und schreibt die ersten Bahnen seiner Wanderung vor nach der Verteilung tektonischer Drucke.

Diese Wanderung findet ihr gewöhnliches Ende in Gesteinen mit größerem Porenvolumen, welche selbst, als Sediment oder tektonische Fazies, das Ergebnis küstennaher Gebirgsbildung und Abtragung sind. Diese Petrollager, in der Verteilung ihres Inhalts jüngster Tektonik angepaßt, werden erosiv oder durch Menschenhand angezapft, aber auf beide Arten wohl niemals restlos entleert. Im ganzen Zyklus, für welchen reiche Kleinlebewelt und Küstengebirgsbildung die Bedingungen sind, findet sich kaum Gelegenheit zu gänzlicher Entleerung, wohl aber Gelegenheit zur Karbonisation der Petrolea. Und so glaube ich, daß es an der Zeit ist, kohlig schwarzen und bituminösen Gesteinen als Begleitern normaler Küstengebirgs-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

bildung die hier angeregte Beachtung zu schenken und auch hochmetamorphe Äquivalente mit in Betracht zu ziehen, worauf bei Betrachtung der kohligen Substanz noch hingewiesen wird.

2. Kohlige Substanz.

In der Arbeit über bituminöse Mergel (Jahrb. d. Bundesanstalt 1921) habe ich erörtert, daß ich unter kohliger Substanz, kurz Kohle, im Schliffbild den vom braunen Bitumen im Bilde leicht trennbaren schwarzen Bestandteil verstehe. Ferner habe ich in einem Vortrag an der Bundesanstalt („Über bituminöse Gesteine", Anfang 1922) die Kohlenstoffquarzite und Phyllite von Afers bei Brixen in Südtirol als ein Beispiel aus jener zahlreichen Familie schwarzer Gesteine, ursprünglich kalkiger, toniger oder kieseliger Sedimente, angeführt, deren kohliges Pigment mir in seiner Verteilung nur verständlich ist, wenn ich diese Gesteine als ursprünglich bituminöse mit nachträglicher Karbonisation und Devolatilisation, das wäre Kohlenstoffanreicherung aus Kohlenwasserstoffen, betrachte. Angesichts der zahlreichen bituminösen Gesteine, welche wir vor Augen haben, liegt es, wie früher erwähnt, nahe genug, nach den metamorphen Sekundärfazies dieser Gesteine zu fragen und diese metamorphen Sekundärfazies bituminöser Gesteine in der großen Gruppe durch kohliges Pigment schwarzgefärbter Gesteine zu suchen. Wir haben ferner durch die Erfahrungen über die Kohlenstoffanreicherung und Devolatilisation in den Lagerstätten der Kohlen und Petrolea, wie sie mir neuerdings besonders klar in der amerikanischen Literatur zum Ausdruck zu kommen scheinen, Anlaß, das Zusammengehen von regionaler Metamorphose und Karbonisation ganz allgemein anzunehmen, so sehr es bei uns noch an einschlägigen Studien fehlen mag.

Da es unter den Peliten Gesteine mit primärer gleichmäßiger Verteilung von Kohle im Kleingefüge gibt, so würde man sicher zu weit gehen, wenn man alle mehr oder weniger regional metamorphen kohlegeschwärzten Gesteine als Sekundärfazies bituminöser Gesteine nehmen wollte. Es ist zur Klärung dieser Frage zunächst ein ziemlich eingehendes beschreibendes Studium kohlegeschwärzter Gesteine erforderlich.

Von Erz ist die kohlige Substanz durch Beobachtung in scharfem, durch eine Stativlinse leicht verstärkbarem Sonnenlicht

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

unterscheidbar von dem namentlich bei bituminösen Gesteinen haftenden schwarzen Detritus des Schleifprozesses dadurch, daß man bei starker Vergrößerung derartigen Detritus als auf dem Schliff liegend bestimmen kann. Übrigens hat sich in den alpinen von uns untersuchten bituminösen Gesteinen mit festem Bitumen das Bitumen als vollkommen unangreifbar durch minutenlange Behandlung (ohne Erwärmung!) des Schliffes mit Ätheralkohol, Chloroform und Tetrachlorkohlenstoff erwiesen, so daß eine gründliche Reinigung der Schlifflächen vor der Einbettung ohne schädliche Folge leicht möglich und also wünschenswert ist.

Da man jederzeit und vollends in Schliffen bisher kaum untersuchter Gesteine nur soviel zu beobachten vermag, als sich in eine Fragestellung einordnen läßt, ist es notwendig, zunächst eine solche aufzustellen. Das eingangs Erwähnte legt die Frage nach den möglichen Entstehungsarten der Kohle im Gestein nahe. Die Kohle kann hinsichtlich ihres Auftretens im Gestein authigen oder allothigen sein, hinsichtlich ihrer Entstehung primär oder sekundär (aus Kohlenwasserstoffen durch C — Anreicherung). Daraus ergeben sich die in der Tabelle nebeneinandergestellten vier Möglichkeiten mit Übergängen zwischen 1 und 3 sowie zwischen 3 und 4.

Die Kohle ist:		hinsichtlich ihres Auftretens im Gestein	
		authigen	allothigen
hinsichtlich ihrer Entstehungsart	primär	1. mitsedimenierte und im Sediment inkohlte organische Reste	2. mitsedimentierte fertige Kohle echter »Kohledetritus«
	sekundär	3. nach Karbonisation und Devolatilisation von Bituminis (Sapropelite, primäre Petrolea, bituminöse Kohlen) verbleibender Rest	4. C-Ausscheidung und Filtration aus wandernden Kohlenwasserstoffen

Die kennzeichnenden Eigenschaften für diese vier Fälle sind:

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Für 1. Mehr oder weniger wohlerhaltene Formen (äußere Gestalt und Zellgewebe) des inkohlten Materials. Es finden sich zum Beispiel auf den Feinschichtflächen des Häringer Bitumenmergels wohlerhaltene, gänzlich inkohlte Blätter von zartem Bau, deren Transport im inkohlten Zustande ausgeschlossen ist. Ebenso wie dies von den Dolomiten wohl bekannt ist, umschließen bisweilen Hornsteine dieselben Reste pflanzlichen Gewebes in wohl erhaltenem Zustande, welche außerhalb des Hornsteins viel schlechter erhalten, aber eben durch den Vergleich mit den verkieselten Resten als authigen inkohlte Reste richtig deutbar sind. Sehr oft treten kohlige Fragmente auf, welche zwar nicht mehr als pflanzliches Gewebe bestimmbar sind, deren linsige bis hautige oder langsplitterige Formen aber ihre Entnahme aus fertiger Kohle als deren Detritus unwahrscheinlich machen. Fig. 1 zeigt Verteilung und Form der primären authigenen Kohle im Kleingefüge eines tonigen Sapropelits (Karwendelwerk).

Grad und Art der Veränderungen im bergenden Gestein und in der Kohle entsprechen sich, zum Beispiel kohlig-graphitische Substanz dem Grad der Metamorphose eines Grauwackenschiefers, Graphit dem hochmetamorphem Cipollin, Lignit dem Tegel usw. So geläufig uns übrigens in Umrissen diese Korrelation zwischen dem Zustand des authigene Kohle führenden Gesteins und der Kohle ist, so sehr mangeln uns eingehendere Studien. Solche wären, was das Begriffsinventar anlangt, mit etwas schärferen Fassungen, an die reiche nordamerikanische Literatur anzuschließen, was den Stoff anlangt, an eine möglichst graphische Darstellung des Chemismus unserer annoch österreichischen Kohlen nach Grout. Eingehendere sedimentpetrographische Betrachtung jener Veränderungen der Begleitgesteine, welche sozusagen noch nicht in das Gebiet der bei uns so genannten und studierten Regionalmetamorphose fallen, sowie die engste Fühlung mit dem Stande der Alpentektonik wegen der Belastungs- und Durchbewegungsumstände sind weitere Grundbedingungen kohlengeologischer Weiterarbeit in Österreich in dem hiemit angeregten Sinne, wonach so manche unserer Kohlevorkommen wenigstens noch einen gewissen wissenschaftlichen Heizwert aufweisen dürften.

Solange es sich, wie in der vorliegenden Studie, um das Studium kleiner kohliger Fragmente im Gesteinsgefüge han-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

delt und Untersuchungsmethoden für solche fehlen, muß und kann wohl auch die obige vage Fassung der Korrelation zwischen Gestein und Kohle genügen.

Für 2. Gerollte und als Kohledetritus verständliche Formen der Kohle. Hiatus zwischen der Veränderung des kohleführenden Gesteins und dem Karbonisationsgrad der Kohle, zum Beispiel Anthrazit in Ton oder Sand.

Für 3. Die Anordnung der kohligen Substanz im Kleingefüge und die primäre Fazies des Gesteins entsprechen einem Ursprung der kohligen Substanz aus C-ärmerer Kohle oder primärem, authigenem Bitumen.

Zwischen der Metamorphose der Kohle und des Gesteins besteht die Korrelation wie bei Fall 1. Deutlich besonders bei höheren Graden der Karbonisation und Metamorphose.

Zum Beispiel: Viele C-geschwärzte und dunkle Sedimente mit kristalliner Metamorphose, namentlich die ursprünglich tonig-mergeligen, dunklen Blastopelite (graphitische Tonschiefer und Kalkphyllite usw.).

Für 4. Wie 3, aber die primäre Fazies des Gesteins entspricht nicht primärer Kohleführung oder einem Sapropelit. Der Transport der C-führenden Substanz auf Haarrissen, Rupturennetzen, im intergranularen Porenvolumen ist nach dem Material deutlich.

Zum Beispiel schwarze Quarzite (entsprechend metamorphen Petrolsanden) mit gleichmäßig verteilter kohliger Substanz Afers bei Brixen), denen sonst kein bekanntes Sediment entspricht. Kohlig imprägnierte Kalke der Seefelder Serie und viele andere. Scheinbare Kohlen (Kerite Hackfords zum Beispiel) in Kalken größerer Bildungstiefe.

Zur Veranschaulichung durch Kohlenstoffanreicherung entstandener Sekundärkohlen mit verschiedenem Grad der Metamorphose mögen Fig. 2 und Fig. 3 dienen.

Fig. 2 zeigt kohligen Kalk aus dem Salvesental bei Imst, dessen schwarze Farbe von karbonisiertem, ehemals mobilem Bitumen in Haarrissen (0.02 mm) und Intergranularen herrührt. Fig. 3 zeigt die Verteilung des Kohlenstoffes im Kleingefüge des Kohlenstoffquarzites von Afers bei Brixen, zum Vergleich mit Fig. 2.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Beispiele für authigenes Bitumen.

1. Häringer Tertiär.

Das Häringer Tertiär mit seiner Kohle und seinen Bitumenmergeln ist im Jahrbuch der Bundesanstalt 1922 von Ampferer feldgeologisch ausführlich beschrieben. Außerdem enthält diese Arbeit zahlreiche Analysen nach den teils von Ampferer, teils von uns beiden entnommenen Proben und einen kurzen sedimentpetrographischen Beitrag von mir, die Bitumenmergel selbst betreffend, sowie Ampferers Karte des ganzen in Betracht kommenden Gebietes. An diese Arbeit ist also das Folgende anzuschließen. Manches schöne, hier im Schliff untersuchte Material verdanke ich den Aufsammlungen Ampferers.

Zunächst stellen die Häringer Bitumenmergel einen Fall des so vielfach bekannten Auftretens bituminöser Hangendschichten über Tertiärkohle dar. Ein bitumenbergendes Liegendes ist nicht vorhanden; weder die mesozoische Sohle des Beckens, noch die spärlichen Transgressionsgebilde, noch die Kohle selbst, welche fehlen kann, wo die Bitumenmergel vorhanden sind, kommt hiefür in Frage. Tektonische Teilbewegungen haben die Mergel lokal betroffen und auch solchen Stellen wurden Proben für das Mikroskop entnommen. Im ganzen haben wir ein undurchbewegtes Sediment mit ungestörter Feinschichtung vor uns. Mit bedeutenden Belastungen durch überschobenes Mesozoikum ist nach Ampferers Auffassung der Tektonik bei Betrachtung der Bitumenmergel, übrigens auch bei dem noch fehlenden Studium der Kohle selbst zu rechnen.

Die Wechsellagerung von Bitumenmergel und Kohle geht von Dezimetermächtigkeiten bis zu mikroskopischen Ausmaßen. Auch mehrfache Wiederkehr stärker bituminöser und kohliger Lagen, wahrscheinlich letzten Endes klimatischen Periodizitäten entsprechend, aber ohne scharfe Rhythmik ist eine bereits mit freiem Auge wahrnehmbare Erscheinung. Ebenso der Reichtum des Gesteins an Schalendetritus, welchen das Mikroskop noch viel bedeutender und verbreiteter zeigt, als das freie Auge.

Die kalkig-tonige, feinstschlämmige Grundsubstanz des Mergels (selten mit etwas Quarzsand), der Schalendetritus, primäres und mobiles Bitumen in Haarrissen, aus dem Gestein ent-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

mischter, die Haarrisse verheilender Kalzit, Kohlepartikel und Schwefeleisen, setzen ganz im allgemeinen das Kleingefüge des Bitumenmergels zusammen.

Die „politomorphe" Grundsubstanz zeigt feinste unter dem Mikroskop nicht mehr auflösbare, aber nach Salzsäurebehandlung des Schliffes zurückbleibende tonige Substanz und Kalkkörnchen (Durchmesser 0.08 bis 0.16 mm, an einem Schliff von Hinterstein). Letztere sind bitumenfrei, bisweilen gruppiert, so daß ein verschwommen-maschiges, bitumen- und tonreicheres Netz im Gefüge angedeutet erscheint. Diese knollig weiche Anordnung ist in einem sehr frühen Bildungsstadium des Gesteins schon vorhanden, da sie von den Hornsteinen (Rettenbach zum Beispiel) bereits vorgefunden und umschlossen wurde zu einer Zeit, als noch gut figuriertes Sapropel vorhanden war. In manchen Fällen (zum Beispiel Hinterstein) ist die Grundmasse von einem Rupturennetz mit angereichertem Bitumen durchzogen.

Der Detritus kalkiger Schalen ist fast immer vorhanden und hinreichend, ein reiches Tierleben zu beweisen. Überaus kleine Zweischaler und Gastropoden, ferner Ostrakoden — Kalkschälchen erfüllen das Kleingefüge. Die Kleinheit der Schälchen und massenhafte Häufung gleicher Größen im Schlamme läßt an Bruten denken. So ist eine Probe von Hinterstein von kalziterfüllten, bauchigen Schälchen von 0.3 bis 0.4 mm Durchmesser durchsät. Auch Fragmente von Kalkschwämmen scheinen mir erkennbar.

Die Kalkschälchen sind nicht von Bitumen imprägniert.

Ein genaues Zusammenfallen dieser Mikrolumachelle und der Bitumanreicherung in der Feinschichtung existiert nur bisweilen (zum Beispiel: Westlicher Berggrübelstollen Häring), ja es ließ sich in einem Falle das Fehlen des Schälchendetritus in einem stark bituminösen Mergel feststellen. Daß die schälchentragende Fauna nicht schon der alleinige Bitumenbringer war, läßt sich auch aus der Zusammensetzung des später zu beschreibenden Sapropels entnehmen.

Bei Betrachtung des Bitumens lassen sich die heute vorhandenen Bitumina und das Sapropel, wie es innerhalb der Horsnteine enthalten ist, unterscheiden.

Meistens erscheint das Bitumen verschwommen-flockig verteilt und macht den Eindruck, daß es, beziehungsweise sein

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Ausgangsmaterial, zugleich mit den Tonschlamm niedergeschlagen wurde, zugleich aber erscheint es bisweilen im selben Gestein auf sekundären Kleinfugen und Rupturen meist subparallel der Feinschichtung angereichert, zeigt also bereits eine gewisse Mobilisation (zum Beispiel Hinterstein).

Außer dem diffus flockigen Bitumen von gelber bis bräunlicher Farbe, welche u. d. M. nicht weiter auflösbar ist, erscheint eine zweite Form: feste, hart umrissene, krümelige bis leistenförmige, rotbraune Partikel mit einspringenden Winkeln, ohne jede Regel in der Größe (Häring, IX. Strecke und Berggrübelstollen). Diese Substanz bildet auch bei Knetung im Gestein nicht Schlieren und Strähne, ist also in ziemlich fester Form vorhanden (vgl. Tafel III, Fig. 5),

Da Übergänge zwischen den beiden genannten Formen des Bitumens fehlen, glaube ich, daß sie auf verschiedenes, wenngleich nicht mehr bestimmbares Ausgangsmaterial zu beziehen sind.

Wo sich kalkigere und tonigere Partien des Geisteins im maschigen Bau oder in der Feinschichtung scheiden, geht das Bitumen mit der Tonsubstanz.

Wie verhält sich das Bitumen bei Durchbewegung des Mergels?

Die stark gefältelten Mergel von der Südseite des Winterkopfes bei Kufstein zeigen eine durchgreifende Regelung des doppelt brechenden Bitumens zu einheitlich auslöschenden Partien korrelat zur Faltung. Entsprechend den Faltenbögen ist die Auslöschung eine wandernde. Wir begegnen also hier korrelat zur Faltung ganz dieselbe Erscheinung wie in den Seefelder Schichten, anläßlich der Bewegung in der Feinschichtung und es ist hier die Abhängigkeit der Regelung von der Deformation, also ihr Charakter als erzwungene Gefügeregelung noch deutlicher.

Ferner kann man in diesem wie in anderen Fällen ein Haarrißnetz und größere Rupturen feststellen, deren verheilendes Kalzitgefüge gar kein Bitumen enthält. Zur Bildungszeit dieses Netzes von Rupturen war das Bitumen stabil, ja vielfach, wie an kleinen Fragmenten nachweisbar, in seinem heutigen Zustande, und es wurde dementsprechend aus dem Gesteine nur Kalzit tektonisch entmischt. Ebenfalls einer Deformationsphase ohne Bitumentransport im Kleingefüge ent-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

sprechen die früher erwähnten intensiven Fältelungen und Durchbewegungen. Diese sind es, nach deren Studium ich (Jahrbuch 1921) feststellte, daß der oft intensiven Durchbewegung kein Zeichen von Bitumentransport im Kleingefüge entspricht; wie wir etwa einen zur Deformation (zum Beispiel Faltung) korrelanten Transport mobilisierter Minerale (Quarz, Kalzit und so weiter) so oft unter dem Mikroskope beobachten.

Es hat sich nun gezeigt, daß von diesen jüngeren Deformationsphasen und nach dem Sapropelstadium mehrfach Mobilisation und Transport des Bitumens im Kleingefüge vorkam und wir begegnen sicheren Zeichen hiefür, wenn wir nun die kleinen, weitverbreiteten, braunen Hornsteine betrachten, deren Einstellung im Mergelprofil Ampferer in seiner Arbeit angibt.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich zunächst allgemein hervorheben, daß einem genaueren Studium der Hornsteine wenigstens in zahlreichen Fällen eine entscheidende Bedeutung für das lithogenetische Verständnis des betreffenden Gesteins zukommt. Das An-Ort-und-Stelle-treten der kolloiden Kieselsäure, deren Anreicherung zu konkretionären, bisweilen zonar gebauten künftigen Hornsteinen, ist als Metasomatose vielfach ein äußerst radikal verdrängender[1]) Vorgang, vom Standpunkt mechanischer Verdrängung aber der sachteste, für vorhandene Strukturen schonendste Fossilisationsprozeß, den ich kenne, wie als bekanntestes Beispiel verkieselte Hölzer lehren. Als ein für beide Umstände sehr lehrreiches Beispiel möchte ich bei dieser Gelegenheit die bis 1 m^3 großen, schwarzen Hornsteine des etwas bituminösen Maulser Diploporendolomits bekannt machen, welche ich der Maulser Trias (am Wannser Joch) entnommen und in zahlreichen Schliffen untersucht habe. Es lag hier ein fast gänzlich aus Kalkalgen (mit seltenen Foraminiferen) zusammengesetztes Gestein, beziehungsweise ein frühes Stadium dieses Gesteins vor. An Stelle des Karbonats trat restlos Kieselsäure. Dieser Prozeß ging so schonend vor sich, daß man nirgends außerhalb des Hornsteins also im Dolomit, auch nur annähernd so ausgezeichnet in allen Details erhaltene Diploporen trifft, wie sie im Hornstein bei

[1]) In dieser Hinsicht nach wechselnden Bedingungen wechselnd, wie zonengebaute Hornsteine mit zonenweise verschieden starker Verdrängung des Kalkes zeigen.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

völliger Verdrängung des Karbonats durch kohlige (graphitische?) Substanz gezeichnet sind. Es ist also in diesem Falle einwandfrei die radikale Verdrängung des Karbonats durch Kieselsäure im großen Maßstab, die äußerste mechanische Schonung vorgefundener Strukturen und die Inkohlung organischer Substanz der Kalkalgen veranschaulicht. Und man wird in vielen Fällen erwarten dürfen, daß Hornsteine strukturelle Züge eines Gesteins aus der Zeit der Hornsteinbildung sozusagen als Dauerpräparat aus jener Zeit der Gesteinsbildung umschließen, aufbewahrt und so mit strukturellen Zügen des umgebenden Gesteins vergleichbar gemacht haben; in ähnlicher Weise lehrreich wie sich das Gefüge innerhalb und außerhalb der Kristalloblasten manches kristallinen Schiefers lehrreich erweisen kann. Aus diesen Gründen würden die kleinen (1—2 cm Durchmesser) braunen, rundlichen Hornsteine (unbekannter Provenienz, was die Kieselsäure anlangt) geschliffen, deren genaue Analoga ich übrigens auch unter dem Nummulitenkalk des Tertiärs von Ismid in Kleinasien im Bitumenmergel kenne.

In der Tat ermöglichen die Häringer Hornsteine den Vergleich eines frühen Zustandes der Häringer Bitumenmergel mit ihrem jetzigen. Und da dieser Zustand des Gesteins zur Zeit der Hornsteinbildung der eines vielfach ausgezeichnet „figurierten" (Potnié) Sapropels ist, sind die Hornsteine zugleich der direkte Beweis für den primären Charakter des Häringer Bitumens.

Zunächst möge Figur 4 das Übersichtsbild und den Grad der Erhaltung des Sapropels innerhalb der Hornsteine zeigen, wie man letzteren auch in rezenten Sapropelproben nicht höher findet.

In diesem figurierten Sapropel aus Häringer Hornsteinen (Rettenbach b. Häring) bedeutet: 1. Segmentierter animalischer Rest (rotbraun), 2. und 5 Pflanzliches Zellgewebe, 3. Pollen, 4. Algen.

Wie schon erwähnt, ist innerhalb des Hornsteins bisweilen (Rettenbach bei Häring) die knollig-weiche Struktur des Kalktonpelits noch erkennbar. Als organisches Material stehen quantitativ bei weitem an erster Stelle feinstkrümelige Massen (Exkremente?), ferner winzige, deutlich figurierte, aber für mich nicht bestimmbare Stäbchen und Röhrchen in regelloser Lagerung. Sehr wohlerhalten und nicht selten ist

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Pollen, von Pinuspollen nicht unterscheidbar. Exine, Intine und Leistennetz der Pollenhaut lassen sich deutlich wahrnehmen; die Höhe eines Einzelkorns beträgt 0.018 mm. Die Pollenkörner in den Hornsteinen treten vereinzelt innerhalb der zahlreichen anderen, mehr oder weniger figurierten Bestandteile des Sapropels auf. Sie entsprechen quantitativ keinesfalls etwa dem färbenden Bitumen außerhalb der Hornsteine und spielen also in den Häringer Bitumenmergeln nicht die wichtige Rolle als Bitumenbringer, wie anscheinend in den von Reinhard Thiessen untersuchten Ölschiefern (Economical Geology 1922) oder etwa im Tasmanit. Pollen in Braunkohle hat Wiesner schon 1892 (Sitzb. Ak., 1. Kl., S. 393) nachgewiesen.

Ferner sind die Zellschläuche von Fadenalgen, Zellgewebefetzen höherer Pflanzen (Holz; lockeres Zellgewebe höherer Wasserpflanzen?) und ein segmentierter unbestimmbarer animalischer Rest (Larve?) unterscheidbar. Eine Anordnung der Gewebefetzen in der Feinschichtung ist ersichtlich.

Von der Mikrolumachelle sind einzelne winzige Schälchen, anscheinend Ostrakodenschälchen, deren Kalkanteil verschwunden ist, vorhanden.

Alles gutfigurierte Sapropel innerhalb der Hornsteine, auch das höhere pflanzliche Gewebe, ist nur gebräunt, nicht geschwärzt wie die mikroskopischen Kohleschmitzen unmittelbar außerhalb der Hornsteine. Die Inkohlung ist also wenigstens sehr oft später als die Hornsteinbildung erfolgt. Dasselbe gilt von der Schwefeleisenausscheidung, die im Sapropel der Hornsteine fast gänzlich fehlt, auch wo sie unmittelbar außerhalb der Hornsteine reichlich vorhanden ist.

Die innerhalb der Hornsteine so wohlerhaltenen figurierten Bestandteile des Sapropels sind außerhalb der Hornsteine in der Weiterentwicklung des Gesteins zu dem bereits früher beschriebenen Bitumen geworden, fein verteilt im Kalktonschlamm, aber auch intergranular zwischen den Knöllchen des Kalktonsediments angereichert. Es hat die Bituminisierung ebenso wie die Inkohlung nach der Hornsteinbildung unter gleichen Bedingungen im Gestein, also lediglich vom Ausgangsmaterial abhängig und entschieden, stattgefunden.

Bei genauerer Betrachtung des auf Tafel V, 19, abgebildeten Schliffes durch einen in den Bitumenmergel (M) einge-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

betteten zerrissenen und durch die Füllmasse (Z) verbundenen Hornstein (H) läßt sich außerdem Folgendes feststellen:

Der Hornstein ist von Gängen mobilisierten Bitumens teils ohne, teils mit sehr schöner seitlicher Imprägnation des Hornsteins durchzogen. Derartige Bitumengänge durchsetzen auch die kalkreichere und im Vergleich zu M großkörnigere (0.15 gegen 0.05 bis 0.004 mm in M) Füllmasse Z und deren Kalzitgänge. Das Bild zeigt also eine anhaltende Mobilisation des Karbonats (Bildung der sehr kalkreichen Füllmasse Z und ihres kalzitischen Gangnetzes) und eine im Vergleich dazu noch spätere Mobilisation des Bitumens. Es liegt also hier besonders klar einer jener häufigen Fälle vor, in welchen das authigene Bitumen einer unzweifelhaft primären Lagerstätte mobilisiert und in Haarrissen derselben transportiert wird. Woraus sich ergibt, daß man aus letzterem Umstande allein keineswegs schon auf den sekundären Charakter einer Lagerstätte schließen darf.

Auch mobile Kieselsäuere ist noch nach der Hornsteinbildung als Gang mit und ohne Bitumen in die Hornsteine eingedrungen.

Die Hornsteine werden vom Bitumenmergel so umflossen wie Feldspataugen in einem Augengneis; das Mergelgewebe schmiegt sich rings um die Hornsteine. Das ist nur durch fließende Teilbewegung in der Feinschichtungsfläche nach der Hornsteinbildung erklärbar und es ist damit Teilbewegung im Kleingefüge nach der Hornsteinbildung erwiesen. Da wir auch eine Mobilisation von Bitumen, Kalzit und Kieselsäure nach der Hornsteinbildung nachweislich fanden, so ergibt sich ein Einblick in die Teilbewegung dieser Gesteine, auch wo sie für den ersten Blick ungestört feinsedimentiert erscheinen. Ihre tektonische Überlagerung durch beträchtliche Triasmassen ist übrigens nach Ampferer anzunehmen.

Es bleiben nur noch Kohle und Schwefeleisen im Kleingefüge, diese beiden für primäre Bitumenlagerstätten so bezeichnenden Bestandteile, welche in den asphaltischen Imprägnationslagerstätten Dalmatiens und Syriens fehlen, anzuführen.

Die Kohle im Kleingefüge der Häringer Bitumenmergel gehört in die erste Gruppe des genetischen Schemas auf S. 7 Sie ist authigen und nicht nach, sondern neben Kohlenwasserstoffen entstanden. Ihre Gestalt ist die winziger Linsen, Flöze,

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Fetzen. Als Beispiel der Wiederkehr kleiner Kohleflözchen zwischen Bitumenmergel (je 5—10 mm mächtig), und zwar einer Wiederkehr der Kohle mit hochbituminösen Feinschichten bald am Anfang, bald am Ende der bituminösen Feinschicht sei folgende Anordnung in einem Stück aus dem Hintersteiner Stollen erwähnt:

Schwach bituminös; bituminös; Kohle; schw. bit.; Kohle; bit.; schw. bit.; bit.; schw. bit.; bit.; Kohle.

Für die Schichtgrenzen zwischen Bitumen und Kohle ist Alternieren in feinsten, voneinander scharf getrennten Partien bezeichnend.

Schwefeleisen in winzigen Kügelchen und Pyritkriställchen sind spärlich — viel spärlicher als etwa in den Bächentaler Bitumenmergel — aber ziemlich allgemein verbreitet. Ausnahmsweise tritt dieser so bezeichnende Begleiter primärer Bitumendepots stärker angereichert auf, entweder wie in der Abbildung wiedergegeben oder in mit starker Vergrößerung auflösbaren Linsen.

Dieses sind die allgemeinen Ergebnisse der Untersuchung zahlreicher Schliffe, von deren Einzelbeschreibung ich absehe, obwohl sie eine größere Variabilität dieser Gesteine, als sie etwa die Bächentaler Mergel zeigen, und eine geringere Variabilität, als sie in den Seefelder Serien besteht, erweisen könnten. Vielleicht ist es gelungen, den Typus Häring, in den ich bei späterer Gelegenheit auch ausgedehnte Vorkommen bituminöser Gesteine bei Ismid am Marmarameer einreihen möchte, anschaulich zu machen, ohne den Leser selbst vor die ermüdende Aufgabe zu stellen, die zahlreichen Schliffbilder zu resümieren.

Das untersuchte Material entstammt folgenden Lokalitäten: Häringer Bergbau (Westl. Berggrübelstollen; V., VII., und IX. Strecke); Rettenbach bei Häring; Winterkopf Südseite bei Kufstein; Hinterstein an der Eibergstraße; Aloisstollen der Suchywerke an der Eibergstraße. Hiezu ist Ampferers eingangs erwähnte Arbeit zu vergleichen.

Die Häringer Bitumenmergel legen gleich vielen ähnlichen Gesteinen die Bemerkung nahe, daß die chemische Analyse, was die Werte für Öl, Gas und feste Kohle anlangt, mehr einen technisch und kaufmännisch als für lithogenetische Studien brauchbaren Einblick geben. Das Mikroskop zeigt, daß

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

bei der feinen Verteilung von Bitumen und Kohle im Kleingefüge sich die drei oben genannten Werte immer sowohl aus Bitumen als aus der Kohle summieren und also weder für Schlüsse auf das Bitumen noch auf die Kohle verwendbar sind. Bei diesen Gesteinen sowohl als bei manchen Kohlen ist die Analyse nur dann richtig zu verstehen, wenn sie durch das Studium des Schliffes ergänzt wird, welches auch manche Kohlen als Gemische optisch trennbarer bituminöser und kohliger Substanz erkennen läßt und manche Schlüsse aus einer derartig pauschalen Analyse auf den Inkohlungszustand der Pflanzenkohle hindert.

2. Tertiär von Molaro.

Im Anschlusse an die Häringer Bitumenmergel mögen auch die des Tertiärs von Mollaro im Nonstal erwähnt werden, welche bei A. Coppadoro (Gli scisti bituminosi della Valle di Non. Giornale di chimica industriale, Milano Gennaio 1921) nach Blaas mit Unrecht als Seefelder Schichten bezeichnet sind und wahrscheinlich wie die Häringer dem Priabonien angehören.

Ihre Situation gibt das Profil Figur 5 (bituminöser Tertiärmergel schwarz, m tauber Mergel, k Kalkbänke).

Die Analyse der von mir genommenen Proben ergab (Strohschneider):

Gas	Öl	Wasser
7·3	7·7	1·9
7·1	7·7	2·0
6·1	9·3	1·2

Zahlreiche Analysen findet man in der Arbeit Coppadoros.

Das Kleingefüge zeigt einen Mergel mit Quarzsand. Bitumen, authigene primäre Kohle und etwas Pyrit finden sich ganz wie in den anderen alpinen Bitumenmergeln. Sie vervollständigen das Bild eines feinstgeschichteten, in der Schichtungsebene etwas geflossenen primären Bitumenmergels. Bemerkenswert aber ist das Gestein als Fazies dadurch, daß dichtgesäte Foraminiferengehäuse an seinem Aufbau einen wesentlichen Anteil nehmen. Es liegt hier unter den beschriebenen Gesteinen der einzige Fall eines unzweifelhaft primär-bituminösen, ausgesprochenen Foraminiferenmergels vor, ein reich-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

lich nichtimprägnierte, meist von reinem Kalzit erfüllte Foraminiferengehäuse führender Sapropelmergel. In den seltenen kalkigen Feinschichten fehlt das primäre Bitumen nach der von mir bereits in der ersten Arbeit aufgestellten Regel. Bitumenerfüllte, pollen- oder sporenähnliche Umrisse (0.02 bis 0.03 mm) sind da und dort erkennbar. Figuriertes, aber gänzlich unbestimmbares Sapropel, beziehungsweise Bitumen ist neben dem aus dem Material nicht mehr auflösbaren, reichlich vorhanden. Hienach scheint es mir fraglich, ob demgegenüber der Anteil der Foraminiferen als Bitumenbringer in Frage kommt oder nicht vielleicht die Sedimentation leerer Gehäuse erfolgte.

Anhang: Menilitschiefer.

Im Anhange an die tertiären, primär bituminösen Typen möchte ich als einen eigenen, aber hier anschließenden Typus den Menilitschiefer vorläufig erwähnen, wie ich ihn aus dem Material der Bundesanstalt, Meletta-Tonschiefer (Zarzesze) und Kieselschiefer (Olszanica), im Schliff untersuchen konnte. Soweit es sich um bituminöse kalkfreie Tone handelt, schließt sich der Menilitschiefer sehr gut an die hier beschriebenen tonigen, primär bituminösen Gesteine mit diffusem u. d. M. in keinerlei figurierte Bestandteile auflösbarem Bitumen an und ich halte ihn nach dem Vergleich mit meinem alpinen Material für ein primäres Bitumen-Tonsediment, dessen mir vorliegenden Stücken übrigens trotz der ausgezeichneten Blättrigkeit des Materials und der erfahrungsgemäß hieraus geknüpften Neigung zu Teilbewegungen in der Feinschichtung jede solche Differentialbewegung fehlt, wie am besten die zarten, ganz unverzerrten Fossilreste auf den Feinschichtflächen dartun. Das im Vergleich mit den alpinen Bitumentonen (abgesehen von einigen etwas kieseligen Bächentaler Gesteinen) ganz Eigenartige des Menilitschiefers liegt aber in seiner ebenfalls feinstgeschichteten Kieselschieferfazies mit Bitumen. Die einzige Probe des mir zugänglichen, zur Entscheidung vieler interessanter Fragen noch unzulänglichen Materials läßt die Provenienz der Kieselsäure mangels jedes Kieselsäure liefernden Fossilrestes nicht erkennen, ebensowenig irgendwelche Umschließung älteren Gefüges durch die Kieselsäure. Diese ist eben trotz ihres einem Hornstein gleichen Gepräges und des

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Materials keine Kontraktion, sondern ein Sediment mit Feinschichtung, das Sediment eines in den vorliegenden Proben nicht mehr direkt bestimmbaren Kieselsäurebringers, welches zwischen den kieseligen Feinschichten dasselbe primäre, von Pyrit begleitete Bitumen enthält wie die tonige Fazies. Eine Mobilisationsphase dieses Bitumens ist durch imprägnierte Haarrisse der Kieselfazies erwiesen. Die bituminöse Kieselfazies zeigt eine deutliche Gefügeregel im Gipsfeld.

Die mir vorliegenden Menilitschiefer weisen massenhafte, in der Feinschichtung die bituminösen Feinschichten begleitende Ausscheidungen winziger Pyritkörnchen auf und vereinzelte kohlige Schmitzen. Das ist ein in den alpinen Bitumengesteinen für authigenes Bitumen bezeichnendes Verhalten, wonach ich die Menilitschiefer vom Mikroskop aus für primäre bituminöse Gesteine und ihre bitumenerfüllten Haarrisse lediglich für Hinweise auf die Mobilisation und vielleicht auf Abtransport von Bitumen, nicht aber für die Wege sekundären Bitumens in die Menilitschiefer halten kann.

3. Lias von Bächental.

Die Bitumenmergel von Bächental (6 km Luftlinie vom Nordende des Achensees gegen Westen) liegen im Jura der Ampererschen Karte (Blatt Achenkirchen, 1:75.000) unweit dem auf dieser Karte ausgeschiedenen „bunten Lias". Sie wurden von Martin Albrecht in dem sehr schlecht aufgeschlossenen Terrain aufgefunden und waren ebenso wie Mollaro zuerst als Seefelder Schichten verkannt.

Das Vorkommen bildet ein NNW streichendes, in seinem (südlichen) Hauptflügel als Ganzes mit 27° gegen Osten einfallendes Flöz mit den deutlichen Zeichen ostwestlicher Beanspruchung: Scharniere im NNW-Streichen mit Einfallen der Faltenaxen gegen Süden und ein vielfach mehr als 27° betragendes Einfallen der Schichten weisen darauf hin. Daß die meridionale Beanspruchung die jüngere, dem NS-Bau aufgeprägte ist, läßt sich schon der Tektonik des Flözes entnehmen und fügt sich gut in die von Ampferer kürzlich (Jahrbuch 1921, S. 198 ff.) erörterte Tektonik dieses am Knick der Karwendelmulde gelegenen Gebietes. Das Flöz liegt zwischen roten Liasknollenkalken und Hornsteinkalken. In derselben Position findet man in der Umgebung des Vorkommens auch taube

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Mergel oder Fehlen der Mergel, so am Fohnsjoch. Auch über dem Flöz erscheint am Südende noch der Liegend-Knollenkalk und tauber Sandstein. Die Bitumenmergel selbst enthalten (Rösche in halber Höhe des Ausbisses) Krinoidenkalk und von Herrn Ingenieur Young aufgefundene Harpocerasabdrücke, welche Herr Hofrat Geyer als solche bestimmte. Damit erscheint trotz der komplizierten Tektonik die stratigraphische Stellung des Bitumenmergels einigermaßen bestimmt.

Das Flöz ist von schwankender Mächtigkeit, in der Mitte vielleicht durch Anschoppung nach Zehnern von Metern, im Süden nach Metern messend, gegen Norden vertaubend und auskeilend.

Eine gewisse Charakteristik für die Verteilung des Bitumengehaltes gibt das Profil Figur 6 eines Aufschlusses (alter Stollen bis 1560 m) mit den Analysen Dr. Strohschneiders.

Bezeichnung im Profil	Gas	Öl	Kohle	Wasser
1 schieferig . . .	3·5	11	7·4	2
2 » . . .	8.5	10	6·8	2
2' » . . .	3·7	12	7·6	2·1
3 bankig	3·2	2·2	4	2

In einer Analyse des entölten Bächentaler Mergels durch Dr. Hiller entspricht der hohe SiO_2-Gehalt (44·10%) der starken Verkieselung, der Eisen- und Schwefelgehalt (Fe_2O_3 = 5%, SO_3 = 6.35%) dem reichlichen Schwefeleisen des Schliffbildes, ein gewisser Mangangehalt (MnO_2 = 1.52) da und dort auftretender Färbungen, und es erinnert der Phosphorgehalt (P_2O_5 = 0.58%) an die Phosphorgehalte des schwäbischen Ölschiefers, MgO (2.18%) tritt gegen CaO (25.15%) ganz zurück, eine in bituminösen Mergeln gewöhnliche Erscheinung.

Im Kleingefüge erweisen sich die schokoladebraunen, blauweiß anwitternden Bächentaler Ölmergel als sehr tonreiche (bis zum Verschwinden des Kalkgehaltes) bisweilen ähnlich den Menilitschiefern, aber viel seltener als diese verkieselte Pelite mit dem für primär bituminöse Tongesteine bezeichnenden, gleichmäßig flockig-maschig angereicherten Bitumen in der überaus feinen, aber in viel höherem Grade als bei den Seefelder Mergeln rein strukturellen (nicht substanziellen) Feinschichtung. Nicht nur in der Formation, sondern auch in der Fazies und im Kleingefüge stehen diese Gesteine den zum Beispiel von

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Sauer (Verwertung des Ölschiefers, Stuttgart, Wittwer, 1920) beschriebenen schwäbischen Ölschiefern recht nahe. So läßt sich, was Sauer über die Häufigkeit des Pyrits und Doppelschwefeleisens im Kleingefüge sagt, auch von den Bächentaler Mergeln sagen. Sie enthalten mehr Schwefeleisen als irgend ein anderes der hier beschriebenen Gesteine, deren Gehalt an Schwefeleisen wir übrigens als eine Regel bei den Tongesteinen mit authigenem Bitumen zu betrachten haben. Auch der zweite häufige Begleiter derartigen Bitumens im Kleingefüge, nämlich ihrer Form nach authigene primäre Kohle, ist recht selten in spärlichen Fragmenten vorhanden, wie stets genau in der Feinschichtung und vom Bitumen scharf geschieden.

Figuriertes Bitumen wurde bisher nicht gefunden. Die Mikrolumachelle des Häringer und Seefelder Mergels fehlt. Eine gleichmäßige, im Vergleich mit dem Foraminiferenmergel von Mollaro sehr dünne Saat umkristallisierter, von reinem Kalzit erfüllter Gehäuse (0.12 mm) sowie die überaus seltenen Harpocerasabdrücke sind außer Bitumen und Kohle die einzigen Zeugen organischen Lebens im Mergel selbst. In den Fazies mit zunehmender Verkieselung treten reichliche feinste Kieselnädelchen hinzu. Manche kugelförmige Gehäuse zeigen außer Kalzit Kieselsäure in der Hohlraumfüllung und rings um dieselbe deutliche Reste des vollständig in Pyrit umgewandelten Gitters eines Radiolariengehäuses. Demnach beginnen Radiolarien bereits in den Flachwassermergeln unter den Radiolariten aufzutreten.

Beispiele für allothigenes Bitumen.

1. Dalmatinische Beispiele.

Kerner hat in einer Arbeit über „Ursprung, Vorkommen und Beschaffenheit der dalmatinischen Asphaltlagerstätten" (Berg- und Hüttenmännisches Jahrb. 1919) ausführlich nachgewiesen, daß diese Asphalte auf sekundärer Lagerstätte, großenteils in der Oberkreide auftreten. Wir besitzen dadurch eine gründliche geologische Arbeit über eine Gruppe bituminöser Gesteine, deren Charakter als sekundäre Lagerstätte Kerner mit allen Hinweisen, welche feldgeologisch zu erlangen waren,

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

meines Erachtens begründet hat. Es schien daher besonders lehrreich, diese Gesteine als Vertreter der dritten Gruppe meiner Übersicht zu mikroskopieren, und ich verdanke dem Autor die Materialien hiezu. Die Untersuchung und das Material hat die Kernersche Auffassung dieser Lagerstätten als sekundäre ganz und gar bestätigt und Bilder von so lehrreicher Klarheit ergeben, daß meist ein einziger Schliff auch ohne Kenntnis der Geologie des Vorkommens genügen würde, die Imprägnation dieser Typen durch mobiles Bitumen sicherzustellen, wenn dem Beobachter das mikroskopische Bild sapropelitischer Gesteine mit primärem Bitumen bereits vertraut ist. Durch die an letzteren Gesteinen der Alpen gewonnene Einsicht in die überwiegende Bedeutung kleiner Organismen als Bitumenbringer sowie durch die an den Kernerschen Gesteinen zu gewinnende Einsicht, daß die „in mäßig stark gefaltetem Kalkgebirge allgemein auftretenden Gefügelockerungen" allerdings vollauf genügen, um Wanderung des Bitumens im tektonischen Porenvolumen gelockerten Kleingefüges zu erlauben, möchte ich Kerners Überlegungen ergänzen. Zur Frage der Primärdepots des Bitumens wäre nach dem heutigen Stande der Einsicht in die Bedeutung tonigen Sediments mit Kleinfaunen eine Suche nach derartigen Primärdepots mit Hilfe des Mikroskops vielleicht erfolgreich und käme hiefür auch das Tertiär in Frage.

Kerner unterscheidet Infiltration von verschiedener Maschenweite des Spaltennetzes und Imprägnation. Es besteht nun, wie das Mikroskop zeigt, zwischen beiden lediglich ein Unterschied in der Größe der von Bitumen umflossenen Gesteinsteile, welche im Falle der Imprägnation bisweilen schon einzelne Kalzit- oder Dolomitindividuen sind. Die größere Häufigkeit der Imprägnation in den Dolomiten erklärt sich meines Erachtens durch deren größere Sprödigkeit, zufolge derer mechanische Beanspruchung leichter zu Zerbrechungen im Kleingefüge führt. Da ferner vielfach nachweislich keine das tektonische Porenvolumen wieder verringernde Mobilisation des Karbonats stattfand, wurde dieses Porenvolum in statu nascendi oder später vom mobilen Bitumen besetzt. Wir begegnen dem bekannten Bilde kataklastischer Dolomite, aber mit Bitumen in den Intergranularen und Haarrissen. Das Mikroskop macht also Kerners Vermutung sogleich zur Gewißheit, wenn er zum Beispiel bezüglich des Boreliskalkes von Zupa (S. 297)

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

vermutet: „es könnte immerhin auch sein, daß das feine Gefüge des Gesteins eine Veränderung erfahren hat, die es zur Aufnahme von Bitumen tauglich machte".

Das Nebeneinander von Kohle und Asphalt in den tertiären Mergeln (des Mt. Promina zum Beispiel, S. 298) weist für mich zunächst darauf hin, daß hier keine asphaltische Imprägnation, sondern primärer Bitumenmergel vorliegt, was sich ebenfalls durch das Mikroskop entscheiden läßt, wofür mir aber derzeit noch das Gesteinsmaterial fehlt.

Hier sollen nur einige ausgewählte Typen des Kernerschen Materials als Musterbeispiele für die Kennzeichnung von Gesteinen mit transportierten Bitumen im Kleingefüge beschrieben werden.

Bezüglich der Herstellung der Präparate ist zu bemerken, daß die Schliffe wegen des sonst verfließenden Bitumens weder übertragen, noch bedeckt werden konnten.

Kozica. Dolomit im süddalmatischen Rudistenkalke (siehe Kerner l. c., S. 305). Im Gegensatze zu den Seefelder Serien, in welchen primäres Bitumen den tonig kalkigen Fazies eines dolomitischen Niveaus folgt, ist hier das sekundäre Bitumen an dolomitische Einschaltungen im Kalk gebunden, was meines Erachtens auf die bessere Wegsamkeit des Dolomits für wanderndes Bitumen zurückgeht. Diese bessere Wegsamkeit wieder hängt damit zusammen, daß das dolomitische Kleingefüge unter gleichen Bedingungen tektonischer Deformation erstens zerbrechlicher, zweitens schwerer ausheilbar ist als der Kalk. Diese beiden Umstände erhöhen die Wegsamkeit durch Vergrößerung des tektonischen Porenvolumens. Ein Beispiel eines tektonischen Porenvolumens, wie es nach Weglösung des Karbonats (HCl) als Intergranularen füllendes Netzwerk zurückbleibt, gibt Abbildung Fig. 7 eines Schliffes von Kozica-Dolomit. Weiß entspricht der Körnung des tektonisch aufgelockerten Dolomits (0.4 bis 0.8 mm).

Außerdem wird sowohl die zerbrechende Wirkung der Teilbewegung im Kleingefüge verstärkt, als schon abgesehen vom tektonischen Porenvolumen, eine gute Wegsamkeit des dolomitischen Kalkes durch ein mikroskopisches drusiges Hohlraumgefüge bedingt.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Der Asphaltgehalt (= Porenvolumen) dieser Gesteine ist im Schliff nach Rosivals Methode bestimmbar. Am Kleingefüge lassen sich folgende Beobachtungen machen, wozu die Tafelbilder heranzuziehen sind:

1. Ein dolomitischer kristalliner Kalk ohne jede Spur organischer Reste. Das Gefüge besteht aus größeren, meist drucklamellierten Körnern mit ruptureller Umgrenzung und Mörtelfüllmasse zwischen den größeren Körnern. Jede Spur von Neufüllung der Rupturen durch mobilen Kalzit fehlt, wie überhaupt jedes Anzeichen einer Mobilisation des Karbonats nach der Kataklase.

Den durch die Kataklase geschaffenen Rupturen, also den Konturen der größeren Körner und der Mörtelmasse, folgt das streng und ausschließlich intergranulare Bitumen. Das Bitumen, heute als zähflüssiger Asphalt vorliegend, hat also ein wesentlich tektonisch entstandenes oder entstehendes Porenvolumen imprägnierend besetzt. Aus einer nur 1 mm dicken, das schokoladebraune Gestein verbergenden, schneeweißen Entfärbungsrinde ist das Bitumen restlos entfernt.

2. Auch eine zweite Probe bestätigt die Annahme, daß einer Gefügeauflockerung vor der Verheilung vielleicht schon in statu nascendi die Imprägnation mit Kohlenwasserstoffen von großer Beweglichkeit folgte. Letztere mögen Petrolea gewesen sein, heute entspricht ihnen der zähe Asphalt. Stellen wir uns eine kristalline Metamorphose dieses Gesteines vor, so erhalten wir an Stelle des braunen Kalkes einen kohlegeschwärzten Marmor und letzten Endes einen Graphitmarmor, wie ich ihn in Loosdorf zum Beispiel mit intragranulären Graphitblättchen fand.

3. Schon in der zweiten Probe dringt da und dort Asphalt längs der Spaltbarkeit in die Kristalle. Diese Erscheinung verstärkt sich in einer dritten Probe, welche das hier sehr dolomitische Karbonat in Rhomboeder zerbrechend und zerbrochen zeigt, welche in Asphalt schwimmen. Es ist aus der sogleich zu beschreibenden Probe zu schließen, daß die Rhomboeder größtenteils den Wandungen zerdrückter, miarolithischer Hohlräume entstammen. Dieser Dolomit zeigt sich dem freien Auge und unter dem Mikroskop von einem weißen Haarspaltennetz mit vollkommen asphaltfreier Dolomitfüllung durchzogen.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

4. Eine weitere Probe lehrt, daß diese Füllung der Spalten nicht einer jüngeren Mobilisation des Karbonats entspricht, sondern daß ein von Dolomitzerreibsel erfülltes Repturennetz vorliegt, aus welchem das Bitumen verdrängt wurde.

5. Eine fünfte Probe wird hier als Beispiel eines gleichmäßig feinkörnigen Dolomits angeführt, ohne Kataklase und tektonisches Porenvolumen. In diesem Gestein entfällt das ganze asphalterfüllte Porenvolumen auf überaus zahlreiche miarolithische Hohlräume verschiedenster Größe (von einigen μ bis zu einigen mm) und Form, ausgekleidet von besonders gut entwickelten, häufig in Asphalt schwimmenden Rhomboedern und bisweilen, wohl Löslichkeitsunterschieden entsprechend, in Zügen angeordnet.

Die Abbildungen sind vor allem als Beispiele für tektonisches und miarolithisches Porenvolumen in imprägnierten Asphaltdolomiten gedacht.

Drežnica am Südwestüfer des Svilajagebirges. (Tithon Kerner, l. c., S. 304.) Das Kleingefügebild zeigt einen fossilfreien, bis zu dem sehr feinen Korn tektonisch aufgelockerten Kalk mit sehr beträchtlichem tektonischen Porenvolumen, von Asphalt imprägniert. Die Körner zeigen unregelmäßig eckige Formen und sehr rasch wechselnde Größe. Die rupturelle Trennung des Gefüges ist, mit größeren Körnergruppen beginnend, bis zu Intergranularen in allen Stadien verfolgbar.

Nach Salzsäurebehandlung ergab die Messung des asphalterfüllten tektonischen Porenvolumens nach Rosival an einer Stelle mit durchschnittlichem Korndurchmesser von 0.04 bis 0.08 mm 37 % Porenvolumen.

Dieser starken Auflockerung entspricht das Bild, daß die Körner im Asphalt schwimmen, ohne sich zu berühren, was nur auf eine Imprägnation des Porenvolumens in statu nascendi zu weisen scheint, da ein Offenstehen desselben schwer vorstellbar ist. An einer Stelle mit Körnergröße 0.08 bis 0.16 mm war das Porenvolumen 25%, an einer Stelle mit noch geringerer Auflockerung (Körnergröße 0.25 bis 0.36 mm) 23 %. Die geringe Abnahme des Porenvolumens im letzten Falle entspricht dem Umstande, daß bei gröberer Körnung auch die Asphaltgänge im Kleingefüge mächtiger werden.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Zupa, an der Biokovo planina. Alttertiärer Boreliskalk (vgl. Kerner, l. c., S. 297—299, 304). Von dort liegen zwei in ganz verschiedener Weise lehrreiche Beispiele vor:

1. Ein feinstkörniger Kalk, wie schon Kerner beschreibt, von einem asphalterfüllten, makroskopischen Spaltennetz durchzogen. Unter dem Mikroskop erweisen sich diese Spalten als einfache, den Kalk druchsetzende Risse, als Drucksuturen und als größere, von grobem Kalzit verheilte Spalten. In alle drei ist Asphalt eingedrungen, in die Kalzitgänge nach dem Kalzit.

Das Gestein weist also im Gegensatz zu den bisher beschriebenen keine Durchbewegung und Auflockerung bis ins Korngefüge auf, dagegen Mobilisation des Karbonates vor Ankunft des Asphalts. Beide Umstände sind dem Zustandekommen eines größeren tektonischen Porenvolumens ungünstig und es bleibt weit unter 10 %, dem ungefähren Grenzwert nutzbarer Petrolgesteine in der amerikanischen Literatur. Das vorliegende Stück stellt also keinen nutzbaren Typus dar, aber einen lehrreichen insoferne, als es Anlaß gibt, die zwei erwähnten ungünstigen Umstände, Karbonatmobilisation vor Ankunft des Bitumens und das Fehlen der Teilbewegung im Kleingefüge als unter dem Mikroskop leicht feststellbare Kriterien für die Beurteilung der Öl-, beziehungsweise Asphaltaussichten in einem bestimmten Gesteine vor Augen zu führen.

2. Einen gänzlich anderen Typus stellen die von Foraminiferen und organischem Detritus erfüllten, ja geradezu zusammengesetztem Gesteine von Zupa dar. Wenngleich es dem unbewaffneten Auge wegen der stärkeren Imprägnierung der Grundmasse scheint (vgl. Kerner), daß die Gehäuse von Bitumen frei blieben, ergibt sich unter dem Mikroskop folgendes: Es sind bei diesen Gesteinen außer den Intergranularen ganz besonders die Gehäusewände selbst, welche mit Bitumen imprägniert sind, so daß sie nach Behandlung mit Salzsäure ebenso gut wie die Intergranularen abgebildet zurückbleiben (vgl. Tafel-Abbildung 10), in jenen Fällen, in welchen das Bitumen nicht so flüssig ist, daß es mit der Salzsäure und dem gelösten Kalk vom Schliffe fließt. Diese Imprägnation des Kalkschälchendetritus steht im Gegensatz zu den Erfahrungen an den alpinen Typen, in welchen (auch im Foraminiferenmergel von Mollaro), die Gehäuse stets gänzlich bitumenfrei blieben.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Nicht nur durch die Imprägnation der Schälchen, sondern auch durch bitumenerfüllte Haarrisse ist eine Mobilisation des Bitumens, dessen Asphaltcharakter im strengen Sinne ich übrigens nicht für erwiesen halte, nachgewiesen. Kalzitisch verheilte Haarrisse lassen eine Mobilisation des Karbonats erkennen, welche das Bitumen bereits im Gestein vorfand.

Ein Belegstück besteht gänzlich aus dem Detritus von Foraminiferen und einzelnen wohlerhaltenen Schalen. Das ganze Gefüge ist von Bitumen durchtränkt, die Schälchen schwächer aber deutlich imprägniert, nur der die Kammern füllende Kalzit ganz rein.

Angesichts der Anzeichen, daß ein sehr leicht eindringendes schälchenimprägnierendes Bitumen vorlag, und des Umstandes, daß tonige Substanz, die gewohnte Begleiterin primärer Bitumenlagerstätten, fast und Schwefeleisen gänzlich fehlt, möchte ich trotz der reichlichen Foraminiferenreste (welche wir so vielfach als Aufbauer organischer Sedimente ohne Bitumen kenne; Nummulitenkalk über den alttertiären Bitumenmergeln von Häring in Tirol und Ismid in Kleinasien), diese Gesteine eher als einen von Petrolen sekundär imprägnierten Foraminiferendetritus bezeichnen, ohne aber eine endgültige Entscheidung über den primären oder sekundären Charakter dieser Lagerstätte zu fällen.

2. Syrische Beispiele.

Das Oberkreidematerial, das von Vetters und König in Syrien 1907 aufgesammelt wurde (vgl. Notiz in Engler-Höfer: „Erdöl", Bd. II, S. 448) und wovon mir Proben durch das Entgegenkommen des ersteren zur Verfügung stehen, gibt Gelegenheit, einige weitere petrographische Typen bituminöser Gesteine aufzustellen und einige Fragen anschaulich zu behandeln. Über seine Auffassung der Vorkommen von Kfarieh als sekundärer Lagerstätten vom feldgeologischen Gesichtspunkte aus, hat sich Vetters, l. c., schon geäußert.

Kfarieh.

1. Das Kleingefüge zeigt den makroskopisch dunkelbraunen, hell anwitternden Foraminiferenmergel von asphalterfüllten Haarrissen durchzogen, welche das Gestein in ein Mörtelwerk

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

von klarem, nichtbituminösem Kalzit und von Kalkmergel auflösen. Wie beim dalmatinischen Material von Zupa ist die Imprägnation der Foraminiferenschalen durch Salzsäure leicht anschaulich zu machen, wobei auch hier die Imprägnierbarkeit oder Färbbarkeit bei verschiedenen Formen verschieden, bei den dünnschaligen am stärksten ist. Bei genauer Betrachtung findet man außer den bitumen- und mörtelerfüllten Rupturen im Gestein Mikrokonglomerat, dessen zementierender Mörtel ebenfalls von Bitumen getränkt ist. Die Geröllchen dieses Konglomerates bestehen aus Kalkmergel, der vollständig von mikrofossilen, verschwommenen und unbestimmbaren Resten erfüllt ist. Die bläulichweißen Hornsteine des Gesteins — echte, mit der Umgebung flockig verwachsene und zonar gebaute Konkretionen, nicht etwa Gerölle — enthalten keine fossilen Reste, welche als Bitumenbringer in Frage kämen, wie die Häringer Hornsteine, ja überhaupt nichts von der Kleinfauna ihrer Umgebung.

Kohle und Pyrit, der bezeichnende Begleiter primären Bitumens, fehlen.

Das von den Mergelfragmenten bestensfalls lieferbare Bitumen verschwindet der Menge nach gegenüber dem Bitumen der Mörtelfüllmasse in Rupturen und zwischen den klastischen Körnern. Beide genannten Bitumina, das die Foraminiferengehäuse erfüllende und das der Zwischenmasse sind stofflich ein und derselbe Asphalt.

Aus diesen Gründen ist das Gestein vom Mikroskope aus als ein von Asphalt imprägniertes Stück einer sekundären Lagerstätte zu bezeichnen, ebenso wie die folgende Ausbildung.

2. Ein vollständig von kalkigem, rhomboedrisch zerfallendem (Echinodermen?) Detritus erfülltes Gestein. Der leisten- und scheiterförmige Detritus bildet gewissermaßen eine Intersertalstruktur, vergleichbar etwa dem Plagioklasgebälk in einem Augitporphyr. Die Fragmente haben durch ihre Form und sperrige Lagerung sehr zu einem großen primären Porenvolumen beigetragen. Wie denn überhaupt Gesteine aus organischem Kalkdetritus mit sperriger Lagerung, diese häufigen Typen an Ufern mit reicher Fauna, zu den Gesteinen mit besonders großem, primärem Porenvolumen gehören und also zu den für bituminöse Durchtränkung besonders aufnahmsfähigen.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Die Fragmente selbst sind besonders ihrer bekannten rhombischen Spaltbarkeit folgend, mit Bitumen imprägniert, heben sich aber heller aus der Grundmasse, welche aus fein verteilten Karbonatrhomboedern und reichlichem Bitumen besteht. Diese Karbonatrhomboeder sind nichts anderes als Detritus der weiter zerbrechenden größeren Leisten und Stacheln.

Es fehlt sowohl an irgendwelchen organischen Resten außer dem Echinodermendetritus, als an pelitischem Material. Ein großes, primäres Porenvolumen ist durch die Intersertalstruktur gegeben, die Imprägnation feinster Spalten ersichtlich.

Die asphaltführende Kreide von Kfarieh stellt also nach den mir vorliegenden fünf Proben ein ufernahes Sediment mit großem, primärem Porenvolumen dar. Das primäre Porenvolumen erfährt noch eine Vergrößerung durch Haarrisse. Das ganze Porenvolumen ist durch Asphalt sekundär imprägniert vor jeder Verringerung des Porenvolumens durch Kalzit, für dessen Mobilisation überhaupt keine Anzeichen vorhanden sind.

Djebel Akrak.

Der Foraminiferenmergel von Djebel Akrak besteht aus Kalktonpelit und massenhaften Foraminiferen, deren Bau durch keine Präparationsmethode schöner anschaulich zu machen wäre, als durch die Füllung der Kammern und feinsten Perforationen mit Asphalt, während die Schälchen selbst nicht imprägniert sind. Nach Salzsäurebehandlung verbleibt der Ton des Pelits und der Bau der Foraminiferen bis ins feinste Detail durch Asphalt abgebildet. Auch etwas Echinodermendetritus ist vorhanden.

Die Foraminiferengehäuse bergen in diesem Gestein die weitaus größte Menge des Bitumens. Noch anschaulicher als beim Gestein von Kfarieh ist die Tränkung des großen primären Porenvolumens eines durch massenhafte Foraminiferengehäuse in einzelnen Lagen kalksandigen Foraminiferenmergels ohne sekundäre Mobilisation des Karbonats. Der Schichtwechsel zwischen bitumenfreiem Pelit und Foraminiferensand wird von größeren Asphaltgängen gequert.

Auch im Kleingefüge unter dem Mikroskop sind es nicht die tonigen Feinschichten, welche den Asphalt führen, sondern die porösen kalkigen Feinschichten aus Foraminiferensand. Das Bi-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

tumen der Feinschichtung geht also nicht mit dem Tonsediment, wie in primär-bituminösen Gesteinen, sondern mit dem größeren primären Porenvolumen. Dies und der Mangel von Schwefeleisen (und Kohle) sind entscheidende Hinweise auf sekundäre Imprägnation, trotz des fürs erste überraschenden Umstandes, daß das Bitumen mit den an Kleinfauna reichsten Feinschichten geht. Wir haben einen Typus vor uns, in welchem das Bitumen nur deshalb mit den mikrofossilreichsten Feinschichten geht, weil deren Wegsamkeit für das wandernde Bitumen, welches heute als Asphalt vorliegt, die beste war. Eben diese Wegsamkeit ist durch das große primäre Porenvolumen und dieses durch die sperrig liegenden und hohlen Foraminiferengehäuse gegeben. Das Gestein besitzt ein solches Porenvolumen, daß es selbst mit den tonigen Partien an der Zunge haftet. Der Foraminiferensandstein aber hat geradezu als Schwamm gewirkt, sich gänzlich angesogen und läßt gar nichts von der bituminösen Füllung seines Porenvolumens vermissen, wie es doch sein müßte, wenn er etwa lateral Asphalt an die Asphaltquergänge abgegeben hätte.

Bei den syrischen Gesteinen wie bei den dalmatinischen drängt sich die Bemerkung auf, daß die Offenheit, beziehungsweise Verlegung primären Porenvolumens durch Kalzit einer der drei Umstände ist, welcher die Wege wandernden Bitumens im Kleingefüge entscheidet. Diese sind: primäres und tektonisches Porenvolumen und (in Kalken und Dolomiten) die das Porenvolumen verringernde oder verlegende Kalzitmobilisation.

Und noch ein Umstand verdient Erwähnung: In den Gesteinen von Djebel Akrak ist das Bitumen, gleichviel, ob im nassen oder trockenen Gestein, was wir leider nicht wissen, den Feinschichten mit geräumigeren Poren (also nicht nur mit größerem Porenvolumen) gefolgt. Auch dieser Umstand weist auf Wanderung des Bitumens. War das Gestein trocken, so hätte hier die geringere Reibung unter Druck fließendem Bitumen im Gestein den Weg vorgezeichnet. War das Gestein naß, so ist nach Marcel Daly (1916) zu erwarten, daß das Wasser zufolge seiner höheren Kapillarspannung gegenüber dem eindringenden Bitumen den feinporigen Ton besetzt hält und so dem Bitumen ebenfalls die großporigen Lagen als Wege vorzeichnet.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Bituminöse und kohlige Gesteine des Hauptdolomits.

Die Seefelder Schichten sind im Jahrbuch 1921 ausführlicher behandelt als die übrigen Bitumenmergel. Ich verweise also, um Wiederholungen zu vermeiden, darauf, daß das Folgende an die dort gegebenen geologischen Daten und Ergebnisse der Untersuchung unter dem Mikroskop anschließt, erweiternd ganz besonders insoferne, als ich neben die primäres Bitumen führenden Tone und Mergel der Seefelder Serie nunmehr auch kalkige und dolomitische Glieder mit eingewandertem und dem freien Auge nurmehr als kohlige Schwärzung dieser Gesteine erscheinendem Bitumen stellen kann. Ich bringe den wesentlichsten Fortschritt über die Arbeit von 1921 hinaus gleich dadurch zum Ausdruck, daß ich die zwei schon damals unterschiedenen Gruppen von Seefelder Gesteine, welche miteinander wechsellagern, nunmehr nicht nur nach dem viel höheren Bitumen- und Tongehalt der einen Gruppe unterscheide, sondern auch durch manche andere beschreibliche Eigenschaften und endlich genetisch, indem ich in der einen, bitumenreichen Gruppe bituminöse Primärdepots, wenn man will, die hochbituminösen Kohlen des Hauptdolomits, in der bitumenarmen bis -freien Gruppe vielfach Lagerstätten mit ehedem mobilen, jetzt karbonisiertem Bitumen sehe, also fossile Petrollagerstätten der alpinen Trias. Dabei ist im Seefelder Typus (l. c.) der Lagerstätten nicht etwa eine scharfe Trennung von primärer und sekundärer Lagerstätte möglich, schon wegen der mannigfaltigen Wechsellagerung beider Gesteinstypen. Der Achensee-Typus ohne die kohlig-schwarzen, bitumenarmen Begleitgesteine wäre als primäre Bitumenlagerstätte aufzufassen.

1. Bitumenreiche Tongesteine.

Diese Typen gleichen im Handstück sehr oft einer mehr oder weniger verruschelten Mattkohle. Die Schliffe sind schwer genügend durchsichtig zu bekommen und zeigen entsprechend ihrer Zusammensetzung aus feinstem Tonpelit und Bitumen wenig Detail. Immerhin gelingt es, bei geduldiger Suche soviel Detail festzustellen, daß sich, auch abgesehen von der reichlichen Tonsubstanz, diese Gesteine als Tone mit authigenem Bitumen kennzeichnen lassen. Glüht man im kleinen Versuch die Feinschichten mit fast reinem Bitumen, so bleibt nach

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Verbrennung alles Flüchtigen ziemlich viel Koks. Da ein Teil des festen Kohlenstoffes der Röhrchenanalysen aber auch der schon im Schliff sichtbaren Kohle des Kleingefüges entstammt, so sind die Analysen mit dem auf Seite 17 erwähnten Vorbehalte aufzufassen.

Ölschieferwerk Karwendl, Krünn, Bayern.

Der kleine Bergbau erschloß bei meinem Besuche 1920 ungefähr 1000 m² eines bis 2 m Mächtigkeit erreichenden, in den besten Partien mattkohleähnlichen Flözes von Ölschiefer, stark zerdrückt, gegen Westen vertaubend, gegen Osten noch mit 1.5 und 2 m vor Ort anstehend. Dieses Material mit taubem Dolomit wechselnd und begleitet von denselben bitumenarmen Typen wie in Seefeld, ergab nach Analysen von F. Schilcher die folgenden, ein hochwertiges Flöz vom Seefelder Typus kennzeichnenden Werte für die an verschiedenen Stellen des Flözes entnommenen Proben.

Probestelle:	% Gas	% Öl	% C.	Wasser
1. Hauptstollen vor Ort	12·8	20·5	18·35	4·6
2. » 2. Gesenke links . . .	14·1	9·8	8·23	2·5
3. » kleiner Schacht links .	13·5	4·3	6·14	1·4
4. » » » » .	16·7	8·6	7·40	1·0
5. Hauptstrecke Flözende	12·3	26·1	18·89	1·3
6. » Überhau	16·8	8·3	5·58	0·8
7. Glinzschacht	10·8	19·0	6·30	1·1

Im Kleingefüge (Probe 7) sieht man zunächst feinsten, rein tonigen Pelit, gleichmäßig gebräunt von Bitumen, und wahrnembare Regelung. Äußerst fein verteilter Pyrit ist vorhanden in geringer Menge. Streng in der Feinschichtung ist reichlich Kohle eingebettet. Die Kohle liegt im Kleingefüge in Gestalt scharf umgrenzter Partikel mit angedeuteten, aber nicht bestimmbaren Eigenformen: Schmitzen, Häute, Detritusformen, (Mikrohäcksel). Die Umrisse schließen die Deutung als Detritus allothigener Kohle aus, ebenso die Deutung als Sekundärkohle; keine Formen weisen auf sekundäre Ausscheidung aus dem Bitumen, auch ist die Anordnung eine zu ungleichartige.

Die Kohle des Kleingefüges ist also als authigene aus häutigen bis häckseligen sedimentierten Pflanzenresten zu deuten, welche im Gestein inkohlt wurden.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Einen sehr beträchtlichen Anteil nehmen an diesem Gestein mehr oder weniger figurierte pollen- oder sporenartige, ovaloide Körperchen einzeln oder in Gruppen, deren oft deutliche hellere Haut von klarem, nicht mit Ton vermischtem, isotropem Bitumen erfüllt ist. Die Größe des Durchmessers liegt zwischen 0.01 und 0.02 mm, was der Größe von Pollen gut entspricht. Diese Körner zeigen auch an den bisweilen deutlichen Häuten keine Spuren von Inkohlung. Sie sind — im Gegensatz zu den sporadischen, aber unverkennbaren „Pinuspollen" der Häringer Mergel — so zahlreich, daß auch die deutlichen Formen schon einen beträchtlichen Anteil am Bitumengehalt haben, außerdem aber kann man viel anderes Bitumen noch wegen der gradweise verschwimmenden Umrisse der Körner sehr wohl ebenfalls als deren Derivat betrachten. Wenn also die Deutung als Pollen stimmt, so haben wir hier einen manchen Mattkohlen und den von Reinhard Thiessen (l. c.) beschriebenen Ölschiefern nahestehenden Typus einer primär bituminösen Lagerstätte. In einer anderen Probe (1) tritt der figurierte „Pollen" sehr zurück. Ein gewisser Gehalt an Quarzsand mit etwas Glimmer ist vorhanden, die Form des Bitumens derber krümelig. Noch nicht deutbar sind mir von faltigen, anisotropen Häuten umschlossene, nierige bis globulöse und dann an Pollenhäufungen erinnernde Massen sehr reiner bituminöser Substanz. Sie kommen in den Seefelder Gesteinen allenthalben wieder vor. Der Verlauf der anisotropen, gefalteten Häute schließt eine Regelung durch Druck aus.

Gaisalpe am Achensee.

Durch aufgelassene Stollen 120 m über dem Achenseespiegel zwischen Pertisau und Gaisalm, nächst einer verfallenden Ölsiederei, sind unmittelbar zwischen Dolomitbänken Reste zerdrückten, kohlenartigen, hochwertigen Schiefers aufgeschlossen, dessen entölter Koks vielfach auf der Halde liegt. Ihre Analyse durch Dr. Strohschneider ergab:

% Gas	% Öl	% Kohle	Wasser
10·30	26·70	56·00	2·10

Das Kleingefüge, dem jede kalkige Komponente fehlt, besteht zum guten Teil aus ausgezeichnet geregelten anisotropen, ohne Nikol leuchtend braun durchsichtigen Bitumensträhnen mit wandernder Auslöschung, wo sie gebogen fließen.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Wie im vorher besprochenen Beispiele sind im Bitumen dunkelrotbraune, isotrope Kernpartien mit hell durchsichtigen, gelben, vielfach anisotropen Randpartien zu unterscheiden. In letzteren lassen sich kohlige Partikel von mir derzeit nicht deutbarer Gestalt unterscheiden. Der Menge nach stehen diese beiden Bitumina in allen möglichen Verhältnissen bis zum Verschwinden des einen oder des anderen. Es scheint sich hienach um Umwandlungen zu handeln, welche sich erst studieren lassen, wenn wir Mikroreaktionen besitzen. Etwas Pyrit ist vorhanden.

Seitenstein bei Münster im Unterinntal.

Ebenfalls eine Lagerstätte vom Achenseetypus (siehe l. c.) mit ganz ähnlichem Bau und Material wie die vorige. Analyse (Strohschneider):

% Gas	% Öl	% Kohle	Wasser
7·50	12·70	10·00	2·80

Das Kleingefüge zeigt einen gleichmäßig mit Bitumen durchsetzten, tiefbraun durchsichtigen, etwas Sand und Kalzitkörnchen führenden Ton ohne figuriertes Bitumen, mit spurenweise wahrnehmbarer Regelung, etwas grobem Pyrit und authigenen Kohlefetzen wie in den Proben vom Karwendelwerk.

Seefeld.

Die Verteilung der hochwertigen Typen in der Seefelder Serie wurde in der ersten Arbeit beschrieben. Die bitumenreichen Gesteine gleichen zum Teil so unverkennbar den bisher beschriebenen, daß man die Gründe für den primär-bituminösen Charakter der Schiefer aus dem Karwendelwerk zum Beispiel wohl auf diese Gesteine übertragen kann, auch wo es nicht gelang, figuriertes Bitumen nachzuweisen.

Dem l. c. beschriebenen Profil bei der Nördlinger Hütte entstammt ein schwarzer Schiefer mit folgender Analyse (Strohschneider):

Gas	Öl	Kohle	Wasser
12·00	9·50	9·00	8·00

Im Schliff ein sehr dunkles Bitumentongewebe mit etwas Quarzsand und kleinen (0.04 mm), scharfeckigen Kalzitkörnchen. Der Kohlegehalt ist nicht abschätzbar, Pyrit in sehr geringer Menge vorhanden.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Schon unter den bitumenreichsten Gesteinen von Seefeld finden sich solche mit Feinschichtung, welche in den ärmeren Typen dann so ausgezeichnet hervortritt. Ein Beispiel aus dem Emma-Stollen unweit der Straße Seefeld—Scharnitz zeigt folgende Analyse (Strohschneider):

Gas	Öl	Kohle	Wasser
10·00	18·00	5·50	1·50

Die bitumenreichsten Lagen erscheinen bei Anwitterung schwarz, im frischen Bruch dunkelbraun, ärmere Lagen in der Anwitterung weiß, im frischen Bruch hellbraun. Schon dadurch wird feinste Schichtung bis zur Grenze der Sichtbarkeit deutlich.

Im Kleingefüge findet man das Bitumen:

1. In feinkörnigen Kalklagen als intergranulares Netzwerk bisweilen mit der Tendenz, sich im Sinne der Feinschichtung mehr minder zusammenzuschließen, und in Verbindung mit den geschlossenen Bitumenlagen. Nach Salzsäurebehandlung bleibt das bituminöse Netzwerk unversehrt erhalten.

2. In pelitischen Lagen von hellerer und weniger brauner Färbung als die folgenden (3) Bitumenlagen. Eine solche Lage enthält vereinzelte Kalzitkörner und zeigt zwischen + Nikols eine unvollkommene gerade Auslöschung, eine weit schwächere Verdunkelung als die zur Feinschichtung schiefe Auslöschung der Lagen 3. Sie ist deutlich spröder als diese, wie künstliche Haarrisse durch Pressung lehren.

Manche derartige Lagen ohne Spur einer Umfließung der größeren Körner durch das lückenhaft zusammenhängende Bitumen gehen allmählich in Gefüge mit intergranularem Bitumen über. Sie laufen auch bisweilen schon im ganzen diagonal zur Feinschichtung, was wohl einer Füllung von Rupturen durch mobiles Bitumen entspricht, wie wir solche auch in unzweifelhaft primären Lagerstätten (vgl. Häring) treffen. Regelung tritt erst auf, wo sie bereits in die Lagen 3 übergehen.

3. Klare, braun durchsichtige, fluidale Strähne und Streifen reinen Bitumens in jeder Mächtigkeit von wenigen 0.001 bis zu 1 mm, mit Regelung des ultramikroskopischen Baues zu einheitlicher Auslöschung in den einzelnen Bitumenbändern. Diese Auslöschung ist eine schiefe zur Schichtfläche, ihr Winkel zu derselben in unmittelbar benachbarten Bändern oft verschieden. Es wurde gemessen: 25°, 60°, 72°, 75°. In einem

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

aus zwei Gruppen je zugleich auslöschender Streifen bestehenden Wechsel löschte die eine Gruppe mit 23°, die andere mit 68° aus. In einem Falle, in welchem die Umorientierung bereits geregelten Bitumens an künstlichen, durch den Schraubstock erzeugten Scherflächen erfolgte, betrug der Winkel der Auslöschung zur Scherfläche 25°. Die Lage von α war wegen der starken Eigenfarbe in meinen Präparaten nicht bestimmbar. Unter der Annahme, daß die Regelung durch mechanische Gleichschlichtung heterometrischer Elemente im ultramikroskopischen Gefüge erfolgt (etwa nadelförmiger wie im Ozokerit oder blättchenförmiger), könnte man die schiefe Auslöschung als Hinweis auf optisch zweiachsige Elemente nehmen.

In den tonigen Feinschichten enthält auch dieses Gestein primäre authigene Kohle, ferner Pyrit.

Andere organische Relikte fehlen.

2. Bitumenarme Kalktongesteine.

In diese Gruppe stelle ich unmittelbare Begleiter der Vorbesprochenen. Sie zeigen im Handstück nicht mehr das mattkohlenähnliche Aussehen, aber die ausgezeichnete, l. c. bereits beschriebene Feinschichtung, in welcher Ton und Bitumen miteinander gehen, begleitet von Pyrit und primärer authigener Kohle. Den in der ersten Arbeit hiefür verwendeten Ausdruck „kohliger Detritus" meide ich hier, nachdem ich die Arten der Kohle im Kleingefüge einleitend schärfer gefaßt habe. Der reichliche Detritus von kalkigen Schälchen (Mikrolumachelle) spielt in diesen Gesteinen eine viel größere Rolle als in den bitumenreichen Sapropeliten, welche ich bereits besprochen habe, und in den kohligen Kalken und Dolomiten, welche ich als dritte Gruppe zusammennehme.

Allenthalben tritt in den bitumenarmen Typen eine Auflockerung des Gesteins durch Haarrisse und eine Mobilisation des Kalzites, welcher die Risse ohne jede Einwanderung von Bitumen verheilte, hervor. Beide Prozesse haben das bituminöse Kleingefüge bereits in seiner heutigen Ausprägung und das Bitumen im nichtmobilen Zustand vorgefunden.

Zunächst mögen einige der zahlreichen Analysen von Dr. Strohschneider jene Proben kennzeichnen, von deren Kleingefüge dann die Rede ist.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

	% Gas	% Öl	% Kohle	Wasser
1. Seefeld Emmastollen . . .	6·00	7·00	unter 4	1·60
2. » » . . .	2 50	2·70	»	0·50
3. » » . . .	5 00	5·00	»	1·00
4. » » . . .	3·50	1·50	»	0·50
5. » Carolastollen . . .	4·00	0·50	0·00	0.00
6. » Helenenstollen . .	12·50	1·20	3·50	0·80
7. Lienz Gamsgraben . . .	5 20	2·90	1·47	0·4
8. » » . . .	4·20	3·00	2·42	0·6
9. » » . . .	6 40	1·20	6·39	2·3

Entsprechend dem Umstande, daß die drei hier zusammengefaßten Gruppen ineinander übergehen, finden wir auch unter den bitumenarmen in deren Feinschichten manche Merkmale der ersten Gruppe (so geregeltes Bitumen, Pyrit, kugeliges Schwefeleisen, primäre authigene Kohle), ja manche tonige Feinschichten sind durch stäbchen- und röhrenförmige Reste, „Pollen" und krümelige Aggregate (zum Beispiel in 1 der Analysentabelle) noch deutlicher als Sapropel gekennzeichnet, als man es in der ersten Gruppe leicht findet. Sie geben dann das vollkommene Bild fossilen Faulschlamms nicht weniger als etwa die tertiären Häringer Bitumenmergel und tragen wesentlich zur Feststellung der Faulschlammfazies im alpinen Hauptdolomit bei.

Mikrolumachelle verschiedener Kalkschälchen tritt in den tonigen Feinschichten mit auf, sogar mit Vorliebe. Das krümelige (2 bis 6 Mikra), häutchenförmige oder dilute Bitumen tritt in der Regel intergranular auf, auch dort, wo es, wie in einer Probe aus dem Carolastollen, mit feinstem Kalkpelit geht. Nur selten ließ es sich als Einschluß in Gestalt meist unscharf umrissener, brauner Körnchen in Kalzitkristallen und einmal, bei Abwesenheit toniger Substanz, als feine Trübung von Dolomitkristallen durch derartige Einschlüsse feststellen. Vielleicht hängen derartige Fälle mit der Mobilisation zusammen, welche das Karbonat nachweislich nach der Bitumenbildung erfuhr.

Die Schälchen der Mikrolumachelle, in welchen ich Ostrokoden, Zweischalenbruten usw. und einmal Foraminiferen zu erkennen glaubte, sind selbst nie von Bitumen imprägniert.

Für das Hauptergebnis der Untersuchung dieser Gruppe halte ich das durch zahlreiche neue Präparate bestätigte Miteinandergehen von Ton- und Bitumenbringer in der Sedimen-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

tation der Feinschichten. Es will bisweilen scheinen, als ob das tonige Kolloid bitumenbringende Substanzen, wohl ebenfalls Kolloide, mit Filterwirkung an sich gebunden und mitgenommen hätte.

3. Kohlige Kalke und Dolomite.

Jene durch ihren ganz geringen bis verschwindenden Bitumengehalt bergbaulich sehr enttäuschende Gruppe dunkler bis schwarzer Kalke und Dolomite, welche wenigstens von unserer zweiten Gruppe (bisweilen auch von der ersten) begleitet aufzutreten pflegen, haben in der ersten Arbeit noch keine Besprechung erfahren. Sie scheinen mir besonders lehrreich für die Aufstellung einer genetisch ganz anders als die zwei vorhergehenden aufzufassenden Gruppe karbonisierter bituminöser Gesteine oder, im Sinne meiner Einteilung gesagt, sekundärkohliger Gesteine mit ehemals mobilem, wahrscheinlich eingewandertem Bitumen. Letztere Annahme wird dadurch wahrscheinlich, daß den Gesteinen nicht nur jeder Rest eines figurierten Bitumenbringers fehlt, sondern auch die bezeichnenden Begleiter der primären Bitumina: Schwefeleisen, Ton und solche Kohle, deren Gestalt primäre und authigene Kohle feststellen läßt.

Diese Gesteine geben einen Beitrag zur Frage, wie kohlig-schwarze Kalke und Dolomite geringer Regionalmetamorphose — auch in ihrer Deutung als Fazies — aufzufassen seien. Und diese ist wieder nur ein Teil jener bereits aufgeworfenen Frage, in wie vielen schwarzen Gesteinen mit intergranularer Kohle im Kleingefüge dieselbe karbonisiertes, unter Umständen bis zum Graphit karbonisiertes Bitumen ist.

Im besonderen Falle der Seefelder Serie läßt sich ein Beispiel kohliger Schwärzung durch karbonisiertes Bitumen im Kleingefüge von Kalken mit sehr geringer, vielleicht eben durch die Karbonisation des Bitumens einigermaßen charakterisierbarer Metamorphose geben. Man wird künftig schwarze Kalke und Dolomite faziell nur verstehen, wenn man sie mikroskopiert hat, denn es ist für die Auffassung der Fazies wichtig, ob die kohlige Schwärzung von authigener Kohle oder von allothigenem Bitumen stammt. Man kann sich mit dem Mikroskop der Behandlung der Frage nähern, wie viele Kalke und

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Dolomite mit Schwärzung durch authigene Kohle es überhaupt gibt und ob eine solche nur bei tonigen Gesteinen oder Peliten aus Kalkdetritus möglich sei, ein Fall, den ich zum Beispiel in einer abnorm aschenreichen Gratweiner „Kohle" realisiert fand.

Die hier zu beschreibenden Gesteine entstammen den Gebieten von Imst, Fernpaß, Reutte und Gamsgraben bei Lienz. Einige hergehörige Analysen (Strohschneider und Schilcher) sind:

	Gas	Öl	Kohle unter	Wasser
Breitenwang am Plansee	6·9	1·00	4·00	1·27
Salvesenbach bei Imst	2·50	0·00	1·00	1·00
» » »	5·00	0·20	2·00	1·00
Loreckjoch	4·00	0·00	1·30	1·00
Tegestal	7·00	0·00	2·50	1·00
Gamsgraben bei Lienz	8·00	1·20	4·76	0·70

Die von Hammer den Stollen am Plansee bei Reutte entnommenen kohligschwarzen, geschichteten Dolomite erweisen sich im Kleingefüge als gute Beispiele für mobiles, wahrscheinlich eingewandertes, jetzt karbonisiertes Bitumen. Die färbende Substanz, Kohle mit schwacher Braunfärbung da und dort, tritt nur zwischen den Körnern und rupturell umgrenzten Inseln aus solchen Körnern, ferner in Feinschichtflächen und in diese querenden Haarrissen ganz in ein und derselben Form auf. Das Bild ist nur verständlich unter der Annahme, daß auf den eben genannten Wegen allothigenes Material eindrang, als bereits die heutige Korngröße im Dolomit bestand. Es leiten überdies von diesem Gefügebilde alle Übergänge zur tektonischen Dolomitbreccie, welche gleiche kohlige Dolomite des Zuges Aschland—Obsteig—Stettelreißen an der letzteren Lokalität begleitet und deren Zement harter, vermutlich stark karbonisierter „Asphaltit" ist. Das vom mobilen Bitumen besetzte Porenvolumen wurde wesentlich durch tektonische Auflockerung des Kleingefüges geschaffen. Unter anderen Bedingungen erfolgte später Haarrißbildung und Verheilung durch bitumenfreien Kalzit, als das Bitumen infolge fortgeschrittener Devolatilisation nicht mehr beweglich war.

Aus dem Gebiete von Imst (Treffpunkt von Salvesen- und Gebratsbach) steht mir durch Ampferer folgender Wech-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

sel schwarzer, teilweise bituminös riechender Kalke und Dolomite zur Verfügung, welcher ein gutes Bild derartiger Schichtfolgen gibt: schwarzer Kalk 1.2 m; bituminöse Lage 3.5 m; schwarzer Kalk 1.5 m; bituminöse Lage 1.1 m; schwarzer Dolomit 3.3 m; bituminöse Lage 4.7 m; schwarzer Dolomit 3 m; bituminöse Lage 2.5 m; schwarzer Kalk usf.

Die Gesteine dieser Folge zeigen im Kleingefüge Folgendes: Eine Lage sandigen, tonreichen Kalkmergels ohne Fossilspuren außer vereinzelten Foraminiferenresten zeigt das Bitumen intergranular in der Tonsubstanz zwischen Kalkkörnern verschiedenster Größe. Wieviel tektonische Auflockerung beteiligt ist, läßt sich angesichts der verschwommenen Körnerkonturen nicht mehr feststellen. So sehr die Substanz, welche ich eben noch Bitumen nannte, durch ihre Verteilung in die feinsten Intergranularen und Bildung zusammenhängender Netze noch an Bitumen erinnert, ist sie doch so sehr durchsetzt von undurchsichtiger kohliger Substanz, daß man sie vom Mikroskop aus ebensowenig neben die braundurchsichtigen Bitumina stellen kann, welche höheres Ölausbringen bedingen als von der Analyse aus, welche bei solchen Gesteinen nur verschwindende Ölgehalte ergibt, die in gar keinem Verhältnis zur bedeutenden Menge der organischen Substanz im Dünnschliff stehen. Ohne vorerst in solchen Fällen die Frage, ob authigen oder allothigen, zu entscheiden, kann man feststellen, daß die organische Substanz ihrer Form (im Gefüge) nach keine primäre Kohle, ihrer Substanz nach kein Bitumen ist und also am besten als karbonisiertes Bitumen, als Sekundärkohle zu bezeichnen ist.

Manche derartige Typen führen noch vereinzelte pelitische Feinschichten mit organischen Resten, Röhrchen und winzigen Zweischalern oder Ostrakoden (0.2:0.3 mm). Bisweilen tritt tektonisches Porenvolumen durch Haarrisse deutlich hervor.

In einer der „bituminösen Lagen" (2.5 m) ist festzustellen, daß die Sekundärkohle, unzweifelhaft dieselbe Substanz, welche das Handstück schwarz färbt, geradezu flußnetzartig verzweigte Haarrisse füllt. Es ist also auch hier sichergestellt, daß die viele Gesteinsbänke von weitester Ausdehnung schwarz färbende Substanz ehedem mobiles, jetzt kar-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

bonisiertes Bitumen und keine primäre Kohle ist. Stets fehlt der Pyrit in diesen Gesteinen.

In einem Dolomit mit sehr ausgesprochen tektonischem Charakter des Porenvolumens und ohne Fossile bis auf spärliche Röhrchenquerschnitte — es ist geradezu das Bild eines dalmatinischen Dolomits mit asphalterfülltem Porenvolumen — ist die schwärzende Substanz so weit angereichert, daß einige Vorversuche damit möglich waren. Die Substanz („Sekundärkohle") gibt, im Kölbchen geglüht, einen kaum wahrnehmbaren Geruch und verändert ihre Splitterform nicht. Sie zeigt pulverisiert dunkelbraunen Strich, keinerlei Sinter-, Blähungs- und Backerscheinungen und ist nach Abgabe von wenig Flüchtigem bei Rotglut unverbrennbar. Es handelt sich um eine sehr spröde, äußerlich vollkommen anthrazitähnliche, schwarzglänzende Kohle (oder Kerit?) mit hohem C-Gehalt. Diese in dünnsten Partien noch rotbraun durchscheinende „Kohle" ist die Färberin dieser Gesteine und ehemals mobiles, wahrscheinlich allothigenes Bitumen gewesen, wofern man bei der Bezeichnung als allothigen schon die begleitenden tonigen Bänke mit Primärbitumen ins Auge faßt. Ohne dadurch noch genaueren Studien vorgreifen zu wollen, halte ich letztere Begleitgesteine auch in feinschichtigen Wechseln für die Lieferanten der Sekundärkohle und sehe eben in dieser Herkunft des allothigenen Bitumens aus unmittelbaren Begleitern der imprägnierten Kalke und Dolomite die Erklärung für die bei solchen Gesteinen (vgl. Dalmatien nach Kerner) zunächst nicht zu erwartende Ausdauer im Streichen.

In ihrer Metamorphose stehen diese Gesteine zwischen den bituminösen, bzw. asphaltimprägnierten (vgl. Dalmatien) und dem Kohlenstoffquarzit von Afers bei Brixen, der schon ein Blastopsammit mit neugebildeten Muskowitschüppchen ist. Es ist in der Tat unschwierig, aus beiden Gesteinsgefügen ganz ähnliche Bilder auszuschneiden, so verschieden auch die Metamorphose beider ist.

Ganz dieselben schwarzen Dolomite begleiten die Seefelder Schichtfolge in den Lienzer Dolomiten und einem dieser Gesteine ist das Gefügebild Tafel IV, 13, entnommen.

Es ist kaum nötig, auf die praktische Bedeutung der Unterscheidbarkeit solcher „Sekundärkohle" von Bitumen im Dünnschliff hinzuweisen: Die Gesteine, deren Bitumen Se-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

kundärkohle geworden ist, sind praktisch wertlos, weil das Ölausbringen fast Null ist und das Gestein als Kohle zu aschenreich.

Noch einer ganz besonders bemerkenswerten Tatsache begegnen wir in den Salvesengesteinen. Es treten nämlich, wie in der Abbildung wiedergegeben ist, schon in ein und demselben Dünnschliff die zwei verschiedenen Bitumina der Seefelder Serie nebeneinander auf. Von diesen beiden steht fest:

Das erste ist hellbraun diffus in der Feinschichtung, und zwar deren tonigeren Partien ohne Anzeichen einer Mobilisation, vorhanden und gleicht einem schwachen primären Bitumengehalt.

Das zweite ist die bereits mehrfach besprochene schwarze Sekundärkohle, und zwar in so schönen Imprägnationsformen, daß bessere Bilder von Bitumen besetzter Haarrißnetze und Intergranularen auch aus den dalmatinischen Asphaltimprägnationslagerstätten nicht zu erhalten sind.

Das zweite Bitumen hat das erste bereits vollkommen in seiner heutigen Form vorgefunden und kleine Splitter und Fragmente dieses Gefüges abgerissen.

Es ist damit festgestellt, daß sich in ein und demselben Handstücke zwei verschiedene Bitumina ganz verschieden verhalten, was Kohlenstoffanreicherung anlangt. Dies kann nur von der Art des Bitumens abhängen: Es hätte in unserem Falle das schwarze Bitumen die höhere Karbonisierbarkeit besessen als das braune und scheint mir dieser Begriff in diesem Sinne einzuführen. Diese Aussage läßt sich machen, gleichviel, ob beide Bitumina allothigen (aber etwa verschiedenen Mobilisationsphasen oder Fraktionen zugehörig sind) oder ob man im ersten Bitumen authigenes, im zweiten allothigenes sieht, wofür ich mich auf Grund meiner bisherigen Erfahrung an Schliffbildern entscheide.

Einige Beziehungen zur Petrolgeologie.

Die Festhaltung der an den beschriebenen Beispielen erörterten Gesichtspunkte und die Feststellbarkeit des primären oder sekundären Charakters bituminöser Gesteine mit dem Mikroskop hat natürlich für die Begutachtung bituminöser Gesteine selbst und für die Regionalgeologie von Petroleumgebieten eine fallweise praktische Bedeutung.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Außer dieser bestehen einige Beziehungen zur neueren Petrolgeologie, wie sie etwa in den Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, bol. LXV, New York 1921, besonders durch David White zu Worte kommt, und auf solche sei hier kurz hingewiesen.

Eine Richtung in der Petrolgeologie (Mrasek, White, Beyschlag u. a.) sucht die Primärdepots der Petrolea in tonigen Schichten. Nach den Ergebnissen meiner mikroskopischen Untersuchungen an so zahlreichen und verschiedenartigen Vorkommen bituminöser Gesteine nehme ich an, daß hier nicht nur eine regionalgeologische Erfahrung vorliegt, welche ich erweitert habe, sondern daß hinter dieser Erfahrung eine sedimentpetrographische Gesetzmäßigkeit sichtbar ist, deren physikalisch-chemische und biologische Bedingungen in Zukunft zu erörtern bleiben, ausgehend von rhythmischen Schichtungen.

Es scheint, daß die bitumenbringende Kleinlebewelt teils im Tonschlamm lebt, teils zugleich mit dem Ton (periodische Salzungsunterschiede mit Planktonsterben und Tonfällung) gefällt wird.

1. Jedenfalls — das ist eine auch durch meine neuen Studien bestätigte, rein deskriptiv gemeinte Regel — geht das primäre Bitumen sowohl im großen als in der Feinschichtung mit dem tonigen Sediment.

2. Mit primärem Bitumen geht in der Feinschichtung mehr oder weniger, aber fast immer Schwefeleisen oder Pyrit, mit eingewandertem nie.

3. Authigene Kohle („1" meines Schemas) im Kleingefüge ist, wo nicht für alle, so doch für viele primäre Bitumenlagerstätten bezeichnend. Dagegen erscheint im Kleingefüge mancher Gesteine mit eingewandertem Bitumen eine unter dem Mikroskop vorläufig als „Kohle" bezeichnete, chemisch noch wenig definierbare Substanz, meines Erachtens als Ergebnis fortgeschrittener C-Anreicherung in den eingewanderten Kohlenwasserstoffen.

Diese drei durch das Mikroskop feststellbaren Kennzeichen für authigenes Bitumen und primäre Bitumenlagerstätten genügen, um auf die Unentbehrlichkeit des Mikroskops in der modernen Petrolgeologie hinzuweisen.

Sind echte konkretionäre Hornsteine vorhanden, so kann deren Untersuchung unter dem Mikroskop durch einen Schliff

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

schon gestatten, den Gehalt des Gesteins an Bitumenbringern zur Zeit der Hornsteinbildung festzustellen und so für den primären Charakter des Bitumens zu entscheiden (Häring) oder gegen denselben zu sprechen (Kfarieh).

Man kann also mit Hilfe des Mikroskops primäre und sekundäre bituminöse Gesteine unterscheiden. Und man kann ferner die Urdepots der Petrolea in einer bestimmten Schichtfolge mit Zuversicht unter denjenigen tonigen Gliedern suchen, welche die oben genannten Kennzeichen an sich haben. —

Ebenfalls Beziehung zur Petrolgeologie haben die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung sekundärer Bitumenlagerstätten. Da wir diese gewissermaßen als fossile Petrollagerstätten in verschiedenen Stadien der Regionalmetamorphose auffassen dürfen, können wir die Einsichten in das Kleingefüge wenig metamorpher asphaltischer Imprägnationslagerstätten geradezu für Einsichten in das Kleingefüge von Petroleumlagerstätten nehmen, deren noch fließender Inhalt keine so gute Präparation und Untersuchung unter dem Mikroskop gestattet wie ihre fossilen Analoga. In dieser Hinsicht ist an dem hier beschriebenen Material namentlich die Bedeutung der Gefügerupturen für das Porenvolumen, welches ich tektonisches nenne, sehr hervorgetreten, neben großem und großporigem primärem Porenvolumen, das ebenfalls die Wegsamkeit für mobiles Bitumen bedingt.

Ebenso die Bedeutung des Umstandes, ob vor der Ankunft des wandernden Bitumens die Mobilisation eines Minerals (in unseren Fällen Kalzit, in anderen Quarz?) erfolgt, welche das Porenvolumen verlegt oder verringert. Da gewisse Bedingungen der Tiefe und Durchfeuchtung das Porenvolumen verringern, können wir angesichts eines Kleingefüges mit bedeutendem imprägnierten Porenvolumen den Schluß mit allen seinen jeweiligen geologischen Konsequenzen machen, daß das betreffende Gestein vor Ankunft des Bitumens den genannten Bedingungen zum Beispiel bedeutender Belastung, beginnender Regionalmetamorphose nicht ausgesetzt war. Die asphaltische Imprägnation gibt eben ein Injektionspräparat des Gesteinsgefüges aus einer Zeit, für welche uns in vielen Fällen kein richtiges Bild überliefert wäre, wenn das Lösungsmittel Wasser statt des Bitumens das Porenvolumen erfüllt hätte.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Von David White wird (l. c.) die Korrelation betont, welche zwischen der Regionalmetamorphose der Begleitgesteine und der Kohlen (in weitem Sinne) besteht, wobei letztere durch die fuel ratio Grouts

$$= \frac{\text{Gesamtkohlenstoff}}{\text{Fester (Fixer) Kohlenstoff}}$$

(in der Kohle ohne Asche und Wasser) der feinere Maßstab für den Grad der Regionalmetamorphose sind als die Begleitgesteine. Es sollen beginnender und zunehmender C-Anreicherung mit natürlicher Destillation und Ölmigration einerseits, in den Begleitgesteinen Dehydratisation, Versteinung und etwas Serizitisierung entsprechen. Hiezu kann man namentlich von der Betrachtung der Seefelder Serie aus, in welcher die unmittelbaren Begleitgesteine der tonigen Primärdepots zugleich die imprägnierten Sekundärdepots sind, bemerken, daß deren Metamorphose korrelat zur Ölmigration jedenfalls eine so geringe war, daß sie dem wandernden Bitumen nicht das Porenvolumen verlegte. Und eine analoge Kennzeichnung der zur Migrationsphase korrelaten geringen Regionalmetamorphose des Begleitgesteins dürfte in vielen anderen Fällen möglich sein.

Noch in einer zweiten Hinsicht ergeben die Seefelder Gesteine einen kleinen Beitrag zur Beurteilung der Karbonisationsvorgänge. Wir haben in der Seefelder Serie zwar leider keine Kohlen der gewöhnlichen Reihe, aber Gesteine, welche man ebenso wie manche Cannelkohle, Tasmanit und andere Mattkohlen aus Sapropel, in die Reihe stellen kann, welche Grout von den hochbituminösen bis zu den Anthraziten mit allen Übergängen aufstellt. Als unmittelbarer Begleiter dieser primär bituminösen Sapropelgesteine mit ihrem geringen Prozentanteil an festem C gegenüber dem bekannten hohen Gas- und Ölausbringen tritt anscheinend bis zum Anthrazitcharakter karbonisiertes Bitumen im Kleingefüge (also in viel feinerer Verteilung) auf, vielleicht als Abkömmling des erstgenannten Bitumens. Wir haben also in derselben Serie mit gemeinsamer Vergangenheit, was die allgemeinen Bedingungen der Gesteinsmetamorphose anlangt, zweierlei Gesteine. Die einen dieser Gesteine, die stark devolatilisierten, lediglich als kohligschwarze Gesteine, sind als Kalke mit Sekundärkohle im Kleingefüge oder, wenn man will, als extrem aschenreiche Sekundärkohle vertreten; die anderen sind hochbituminöse Kohlen. Wenn

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

man also aus dem Karbonisationsgrad einer vorgefundenen „Kohle" auf die geologische Vergangenheit und den Stand der Metamorphose rückschließen will, gewiß eine der nächsten Aufgaben der alpinen Kohlengeologie, so wäre man unter Umständen Fehlschlüssen ausgesetzt, wenn man ohne genaue geologisch petrographische Studien aus einzelnen Analysen rückschließen wollte. Es ist hiebei die primäre Art der Kohle (und damit das Urmaterial), ferner die Verteilung der Kohle im Gestein (Flözgröße, Aschengehalt, Kohle im Kleingefüge) und endlich die Möglichkeit zu berücksichtigen, daß sekundäre Kohle aus authigenem oder allothigenem Bitumen vorliegt, wie die eben erwähnten Verhältnisse in der Seefelder Serie lehren und worin auch Hackford (Transactions usw., l. c.) durch seine Unterscheidung von echten Kohlen und Keriten aufklärt. Zu erörtern, in welcher Weise der Karbonisationsgrad ceteris paribus von den drei genannten Variablen abhängt, ist eine Aufgabe weiterer Zusammenarbeit des Geologen, Petrographen und Chemikers. Die Mitarbeit des Ersten wird in der Beachtung auch kleinster, praktisch wertloser Kohlevorkommen liegen müssen, die des Zweiten in sedimentpetrographischen Studien an Gesteinen, deren regionale Metamorphose bisher neben jener des Kristallins wenig Beachtung gefunden hat. Die nächste Mitarbeit des Chemikers würde in der Beistellung möglichst zahlreicher, nach Grout dargestellter Analysen bestehen und im Bestreben, für die Bitumen und Kohle Unterscheidungen im Dünnschliff brauchbare Reaktionen oder Färbemethoden aufzufinden.

Gegen den Gesichtspunkt der amerikanischen Kohlengeologie, den Begriff Kohle über alle Mischglieder vom hochbituminösen Sapropelit bis zum Anthrazit zu erstrecken, ist vom Standpunkt dieser Arbeit aus nichts einzuwenden. Wir haben kohlige und bituminisierte Substanz im Kleingefüge nebeneinander zwar optisch, nicht aber für eine Pauschanalyse trennbar gefunden, deren Wert für manche lithogenetische Fragen deshalb eingegrenzt wurde. Bei solcher Fassung des Begriffes Kohle scheint mir die allgemeine alte Frage nach dem Zusammenhang von Kohle und Petrolen mit dem nicht neuen, aber durch meine Untersuchungen bekräftigten Hinweis zu beantworten, daß die bituminöse Komponente einer Kohle wandern kann, ebenso wie irgendein Primärbitumen. Auf dieser

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Basis wären an Stelle jener allgemeinen Frage wieder fallweise Untersuchungen zu setzen und dabei unsere sicheren Beispiele nicht zu vergessen, daß schon bei einem geringen Grade regionaler Metamorphose (sekundär-) kohlige Schwärzung des Ge-Zsteins das einzige Zeichen einstmals eingewanderten Bitumens sein kann.

Eben die beschriebenen bituminösen Gesteine weisen darauf hin, daß in den wesentlichsten Fragen Kohlengeologie und Petrolgeologie nur mit enger gegenseitiger Fühlung und nur im Anschluß an den letzterrungenen Stand geologischer Einsicht ins Allgemeine und ins Besondere des jeweiligen Gebietes Aussicht auf Belebung und neue Einsichten haben.

Ende Juni 1922.

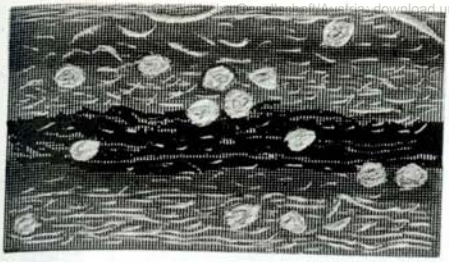
Tafelerklärung:

1. Häringer Bitumenmergel, (Stollen unter Hinterstein), Feinschichtenfolge mit Bitumen (grau), Mikrolumachelle (weiß) und Kohle (schwarz).
2. Häringer Bitumenmergel (Berggrübelstollen Häring). Ton mit wolkig-maschigem Bitumen (dunkler grau), Schälchendetritus (weiß) und Konkretionen von Schwefeleisen (Durchmesser 0.1 mm).
3. Häringer Bitumenmergel (Stollen unter Hinterstein) bei starker Vergrößerung (zirka 1000). Intergranulares Bitumen (dunkler grau) in einer kalkigeren Feinschichte. Mikrolumachelle (weiß).
4. Hornstein aus Häringer Bitumenmergel (Rettenbach b. Häring). Sapropel mit krümeliger Substanz, Röhrchen, Stäbchen, Pollen, Kohlefetzen usw., wie es im Hornstein erhalten ist.
5. Häringer Bitumenmergel (Häring, IX. Strecke). Stark gekneteter Bitumenmergel mit rotbraun-krümeligem Bitumen (schwarz) und diffusem, hellerem Bitumen (grau), Mikrolumachelle (weiß).
6. Menilitschiefer mit Feinschichtung. Kieselsäure (weiß), Bitumen (grau), Pyrit und Kohle (schwarz). Mobilisiertes Primärbitumen in Haarrissen.
7. Bituminöser Lias von Bächental, flockig-maschiges Bitumen (dunkler grau), Radiolariengehäuse pyritisiert (schwarz) und von Kalzit erfüllt (weiß), Schwefeleisen (schwarze Punkte), Kohle (schwarze Fetzen).
8. Dolomitischer Kalk von Kozica. Die Imprägnation mit Asphalt (schwarz) ist aus einem jüngeren, myloniterfüllten Rupturennetz (grau, 0.4 mm mächtig) verdrängt.
9. Dolomitischer Kalk von Kozica. In rhomboedrische Körner zerfallend (0.16 bis 0.24 mm), Asphaltimprägnation (schwarz).
10. Foraminiferenkalk von Zupa. Hervortreten der imprägnierten Foraminiferengehäuse und Intergranularen bei halbseitiger Behandlung des Schliffes mit verdünnter Salzsäure. Asphalterfüllte Rupturen (schwarz).

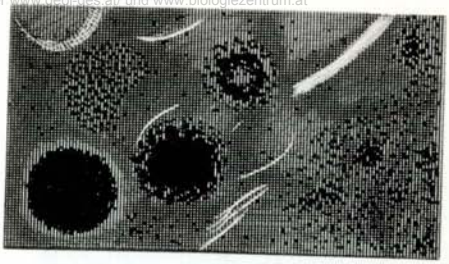
© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

11. Seefelder Schichten im Gamsgraben bei Lienz. Halbseitige Behandlung mit Salzsäure und gekr. Nikols. Das Bitumen (dunkelgrau) geht mit den tonigen Feinschichten, welche mit kalkigen (hellgrau im ungeätzten Teile) wechseln. Jüngere, kalziterfüllte Rupturen.
12. Karwendelwerk Krünn in Bayern. Glinzschacht. Tonpelit mit zum Teil noch als Pollen (?, 0.02 mm) figuriertem Bitumen (dunkler grau) und primärer authigener Kohle (schwarz).
13. Seefelder Schichten im Gamsgraben bei Lienz, Schönleiten. Kalk mit kohlig-bituminösem Zement (dunkel) zwischen den Körnern („intergranular") und Körnergruppen (sicheres „tektonisches Porenvolumen").
14. Seefelder Schichten, Seefeld, Carolastollen. Älteres Kalkgefüge (grau) mit intergranularem Bitumen und mobilisiertem Bitumen auf Haarrissen subparallel der Feinschichtung (schwarz). Jüngerer gangfüllender Kalzit ohne Spur von Bitumen (weiß).
15. Djebel Akrak, Syrien. Imprägniertes, primäres Porenvolumen. Wechsel von tonigen, fast bitumenfreien Feinschichten und Foraminiferensand, stark asphaltführend, namentlich innerhalb der selbst nicht imprägnierten Gehäuse.
16. Dolomitischer Kalk von Kozica. Mit Asphalt (schwarz) imprägniertes, primäres Porenvolumen (nach Zehntelmillimetern messend) eines miarolithischen Dolomits.
17. Seefeld, Emmastollen. Nikols gekreuzt. Weiß: Kalzitkörner und gleichzeitig aufhellende Streifen des geregelten Bitumens. Schwarz: Gleichzeitig auslöschende Streifen des geregelten Bitumens. Grau: Weniger reines, toniges Bitumen mit Scherflächen durch künstliche Pressung senkrecht auf die Feinschichtung. Hiezu korrelate optische Regelung des Bitumens (dunkler grau).
18. Seefelder Schichten, kohliger Dolomit aus dem Salvesental. Authigenes Bitumen (grau) in der Feinschichtung und Sekundärkohle (schwarz), das ist ehemals mobiles allothigenes Bitumen mit Kohlenstoffanreicherung.
19. Häringer Bitumenmergel (M) mit Hornstein (H, zirka 1 cm mächtig), westlicher Berggrübelstollen. Z, Zwischenmasse. Weiß: Kalzitgänge und Schälchendetritus. Schwarz: Kohleschmitzen in M und Haarrisse mit Bitumen in H und Z. Grau: Bitumen in M und in den Imprägnationszonen der bitumenführenden Haarrisse.
20. Hornstein aus der Mäulser Trias (Photographie). Restlos verkieselter Diploporendolomit mit kohliger Zeichnung der Diploporen.

© Österreichische Download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at



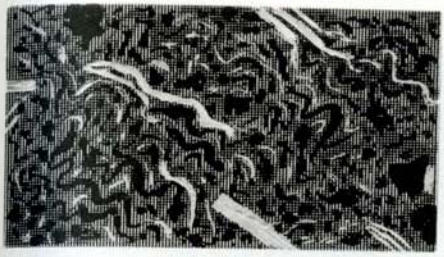
1



2

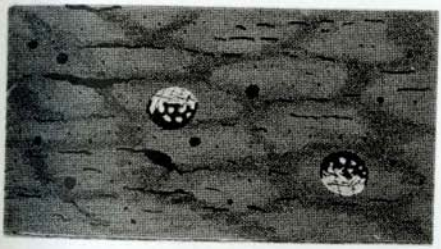
3

4

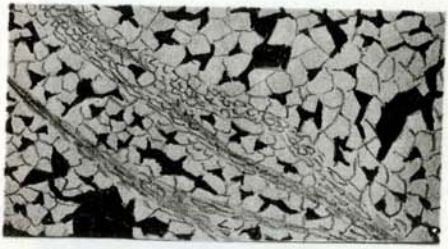


5

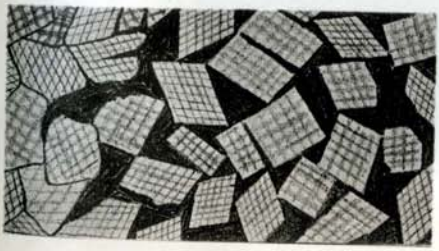
6



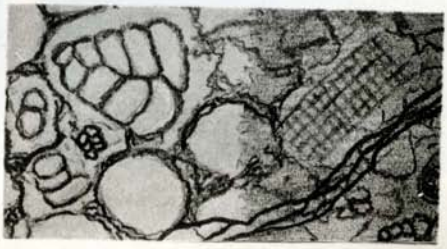
7



8

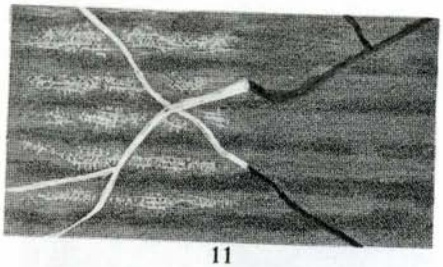


9

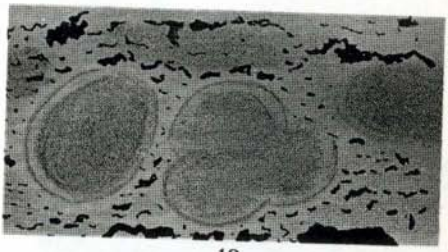


10

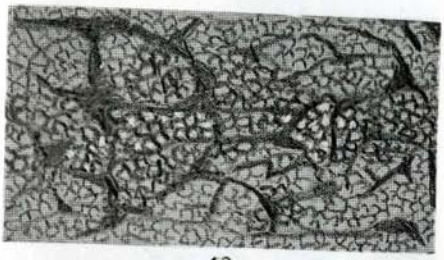
© Österreichische Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at



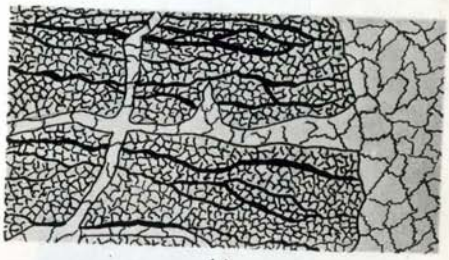
11



12



13



14

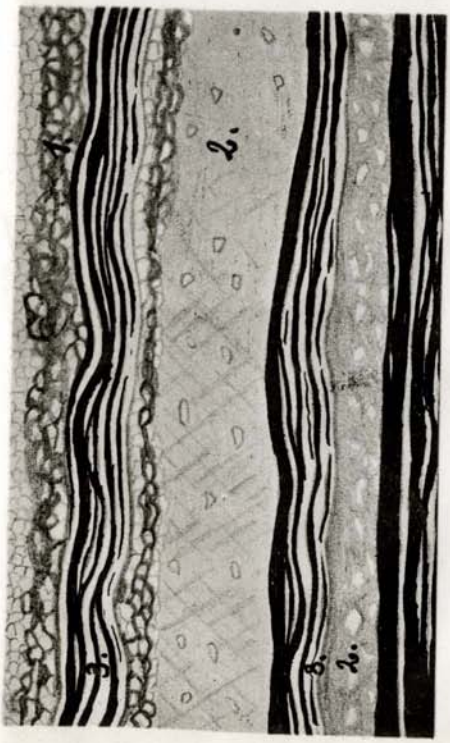
15

16

© Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

18

20



17

19

© Österreichische Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

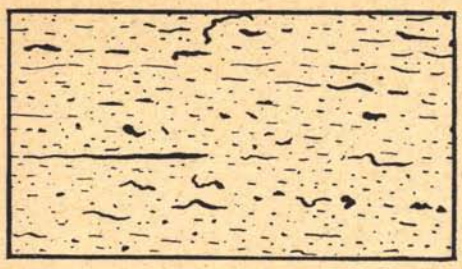


Fig. 1 zu Seite 8.

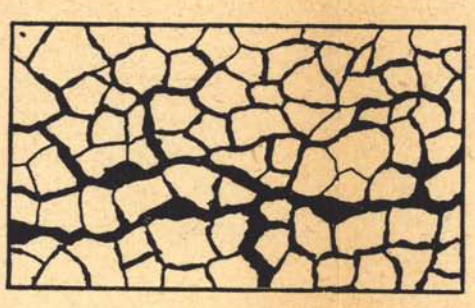


Fig. 2 zu Seite 9.

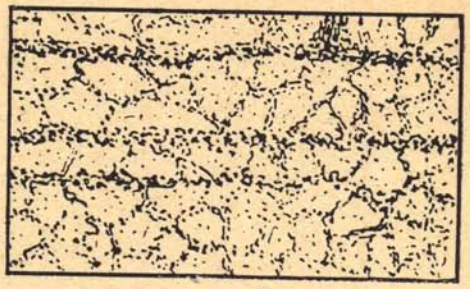


Fig. 3 zu Seite 9.

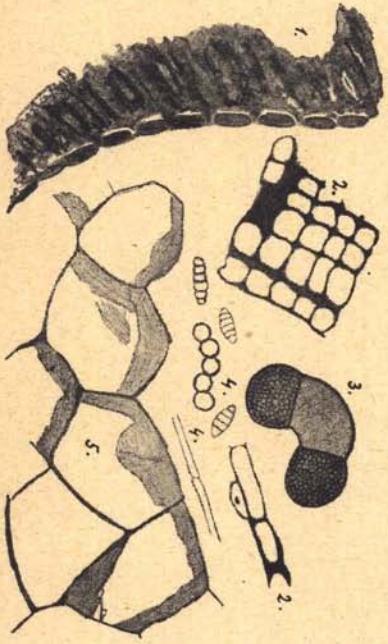


Fig. 4 zu Seite 14.

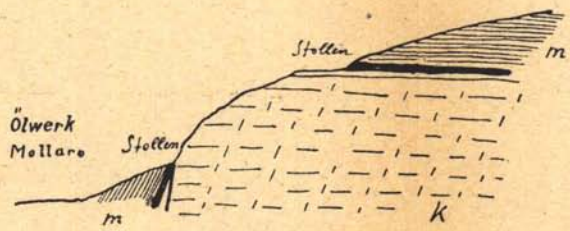


Fig. 5 zu Seite 18.

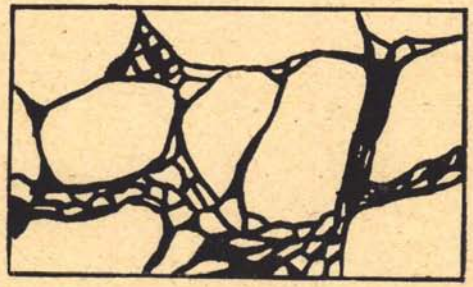


Fig. 7 zu Seite 24.

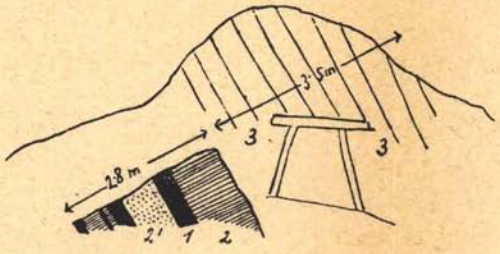


Fig. 6 zu Seite 21.

Textfiguren zu: Sander, „Über bituminöse und kohlige Gesteine".

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Inhalt.

Allgemeines über Bitumen und Kohle im Kleingefüge:
1. Bitumen 3
2. Kohlige Substanz 6

Beispiele für authigenes Bitumen:
1. Häringer Tertiär 10
2. Tertiär von Mollaro 18
Anhang: Menilitschiefer 19
3. Lias von Bächental 20

Beispiele für allothigenes Bitumen:
1. Dalmatinische Beispiele 22
2. Syrische Beispiele 28

Bituminöse und kohlige Gesteine des Hauptdolomits:
1. Bitumenreiche Tongesteine 32
Karwendelwerk in Bayern
Gaisalpe am Achensee
Seitenstein im Unterinntal
Seefeld
2. Bitumenarme Kalktongesteine 37
3. Kohlige Kalke und Dolomite 39

Einige Beziehungen zur Petrolgeologie 43

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Austrian Journal of Earth Sciences

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: 15

Autor(en)/Author(s): Sander Bruno

Artikel/Article: Über bituminöse und kohlige Gesteine. 1-50