

## Die Ölschiefer Tirols

Von Guido Hradil (Innsbruck)

Mit einem Bild (Tafel I)

Die Gründungsgeschichte des Klosters Wilten reicht bis in die sagenhafte Vorzeit zurück, da im Gefolge Dietrichs von Bern, der von Italien kommend, über Seefeld zog, ein reckenhafter Ritter namens Haymon sich befand, der mit einem Riesen namens Thyrsus in Streit geriet, welcher in der Gegend von Seefeld hauste. Im Zweikampf fiel Thyrsus, sein Blut färbte das Gestein. Das muß um das Jahr 800 n. Chr. gewesen sein. Später fanden Hirten am Lagerfeuer, daß das Gestein ein braunes Öl von sich gab, das sie auf ihre Wunden strichen und dessen Heilkraft sie bald kennenlernten. Die erste geschichtliche Erwähnung der frühen Ölbrennerei geschah im Jahre 1350, in welchem das Gericht Hörtenberg dem Ritter Berthold von Ebenhausen die Gerechtsame der Steinölgewinnung verlieh. Aus diesen kleinen Anfängen entwickelte sich in der Folge die Schieferölindustrie, die heute einen wertvollen Bestandteil der pharmazeutischen Großindustrie darstellt und somit auf eine Entwicklungsgeschichte von fast 1000 Jahren zurückblicken kann: ein in der Geschichte der Technik wohl seltener Fall.

Tirols Anteil an diesem überaus wichtigen Zweig der Heilmittelgewinnung ist sehr groß. Die Vorkommen an Ölschiefern im Lande sind bedeutend und erstrecken sich auf das ganze Mittelalter der Erde, vom Paläozoikum bis zum Tertiär. Von den größeren, industriell bedeutsamen gehört Seefeld der Triasformation an, Bächental dem Lias, Kirchbichl und Häring dem limnischen Priabon und Mollaro in Italienisch-Südtirol dem Cenoman. Von den anderen Ländern der ehemaligen österreichisch-ungarischen Monarchie besitzt nur Kroatien ein Ölschiefervorkommen im bosnisch-kroatischen Bergland bei Baljevac und Zavalje, welches industrielle Auswertung gefunden hat, während die Vorkommen von Kärnten und Dalmatien an Bedeutung zurücktreten. Im ganzen Gebiet der heutigen Tschechoslowakei findet sich nicht ein Vorkommen, welches industrielle Bedeutung erlangt hat, obzwar dort bituminöse Mergelschiefer häufig vorkommen, wie z. B. der Menilithschiefer

der Karpathen, dessen Verwendungsmöglichkeit für pharmazeutische Zwecke allerdings noch nicht feststeht.

Den stärksten Aufschwung erhielt die Tiroler Schieferöl-Industrie im Jahre 1882, als eine leistungsfähige Großfirma den Betrieb in Seefeld übernahm und in den folgenden Jahren zu einer Hochentwicklung führte. Auf dem Gebiete der Dermatologie errangen sich die Tiroler Ölschieferpräparate bald einen führenden Platz.

In paläontologischer Hinsicht sind die Ölschiefer von sehr beachtlicher Bedeutung. Allerdings liegen die wichtigsten Verbreitungsgebiete nicht auf tirolischem Gebiete. Im Sottoceneri, dem südlichsten Teile des schweizerischen Kantons Tessin, stehen im Süden des Luganer-sees im Bereiche des Monte San Giorgio triadische Dolomitmergel und -kalke des Anisien an, in denen eine produktive Schicht von Ölschiefen, der Grenzbitumenhorizont, eingelagert ist. Hier erwies sich die paläontologische Ausbeute an Funden besonders aus der Klasse der Reptilien als überaus reich. Es gehören hieher die Gattungen: *Paranothosaurus*, *Ceresiosaurus* und *Pachypleurosaurus*, worunter einzelne Individuen Längen bis zu 6 m erreichen. Sie stammen fast sämtlich aus der Ölschieferlagerstätte von Meride und Besano. Ein seltenes Fossil ist *Tanystropheus* (die fälschlich so bezeichnete „Giraffenechse“), bei der nicht durch Vergrößerung der Anzahl der Halswirbel, sondern durch bedeutende Zunahme in der Länge derselben bei bescheidener Anzahl eine riesige Halslänge erreicht wird, die mit dem relativ kleinen Rumpf in seltsamem Widerspruch steht. Erst bei den später auftretenden Plesiosauriern erreicht die Anzahl der Halswirbel bei einer Gattung siebzig. Die Gesamtlänge von *Tanystropheus* vom Monte San Giorgio beträgt 4.3 m, die größte geschätzte Länge eines andern Fundes 6 m. Abschließende Ergebnisse über die Bewegungsweise und den Sinn der gewaltigen Verlängerung des Halses dieser seltsamen Tiere liegen noch nicht vor.

Aus den stratigraphisch jüngeren Schichten der ladinischen Meridekalke von Monte San Giorgio stammen weitere Funde von *Macrocnemus*, eines eidechsenartigen Sauriers von 35 bis 86 cm. Auch hier sind die Halswirbel bedeutend verlängert. Gut erhaltene Exemplare der Gattungen *Clarazia schinzi* und *Hescheleria ruebeli* stammen aus denselben Schichten. Es handelt sich scheinbar um Thalattosaurier, wie solche aus der Trias von Californien bekannt geworden sind. Unter den Fischen herrschen in der Trias des Südtessins die Schmelzschupper oder Ganoidfische, von denen im Grenzbitumenhorizont des Anisien *Colobodius* der häufigste ist.

Mit den Schmelzschuppen von Monte San Giorgio erhalten wir die Verbindung zu den norischen Schichten des Hauptdolomits von Seefeld, deren paläontologische Bedeutung durch ältere Bearbeitungen bekannt ist.

Die Lagerstätte von Seefeld hat auch in tektonischer Hinsicht mancherlei Eigentümlichkeiten erkennen lassen, die man anderswo in dieser Vollkommenheit nicht beobachtet hat. Die sogenannte „Knitterfaltung“, eine bis ins feinste mikroskopische Ausmaß gehende, mehrfach zusammengedrückte Kleinfaltung bei vollständiger Erhaltung der Mächtigkeit dieser Schichten, oft mit zitterig gezogenen Begrenzungsflächen, wurde als die Folge von subaquatischen Rutschungen gedeutet, wie solche Bewegungen entstehen, wenn schlammige Bildungen bei mäßig geneigtem Meeresgrund abgelagert worden sind. In den miozänen Mergeln von Öhningen in Baden, weißen oder gelblichen tonigen Süßwasserkalken, sind diese Erscheinungen in besonders gut entwickelter Form beobachtet worden, ebenso am Wildflysch der nördlichen Schweizer Alpen, an den eozänen Nummulitenkalken von Loch-Amden u. a. O. Die schlammigen Uferzonen von Seen sowie küstennahe Gebiete bei geneigtem Meeresgrund sind die Ablagerungsorte, wo solche Erscheinungen häufig auftreten. Die triadischen Schichten von Seefeld sind Seichtwasserbildungen, deren Bildungsgrad und Faltengepräge im vollen Einklang steht mit den im vorstehenden geschilderten Bedingungen.

Bei der Erforschung der chemischen Verhältnisse der Bitumenmergel war die Feststellung gelungen, daß von den verschiedenen organischen Schwefelverbindungen im rohen Schieferöl das Thiophen die physiologisch wirksamste sei. Durch dieses Forschungsergebnis wurde die pharmazeutische Industrie der nachfolgenden Jahrzehnte entscheidend beeinflusst. In den Jahren 1933/34 gelang der Nachweis des Porphyrins im Gesteinsbitumen von Ölschiefermaterial der Lagerstätte von Meride im Kanton Tessin. Dieser Nachweis wurde mit Hilfe von Fluoreszenzspektren geführt, eine Methode, die in der Physiologie und medizinischen Chemie bereits bekannt war, zur Lösung sedimentpetrographischer Fragestellungen jedoch erstmalig angewendet worden war.

Die Porphyrine sind Zerfallstoffe, die teils aus dem Hämatin, einem Abkömmling des roten Blutfarbstoffes Hämoglobin, teils aus Chlorophyll, dem Blattgrün der Pflanzen entstehen. Beide Arten von Porphyrin sind bei den Ölschiefern vorhanden, woraus in genetischer Hinsicht die Tatsache folgt, daß das Sapropel des Gesteinsbitumens sowohl tierischer wie pflanzlicher Herkunft sei. Früher war man ja der Ansicht gewesen, daß aus tierischem Ursprungsmaterial durch Bituminierung das Gesteinsbitumen entstünde, während pflanzliche Substanz dem Prozesse der Inkohlung anheimfalle und kohlige Substanz liefere. Auch in anderen Vorkommen wurden Porphyrine nachgewiesen, so in den Ölschiefern von Walgau in Bayern, von Seefeld u. a. O. Das Vorkommen der Großtierfauna in den Bitumenmergeln vom Monte San Giorgio, von wo die untersuchten Proben stammen, hat die

Frage aufgeworfen, ob die erwähnten Großtiere ihren mächtigen Leib etwa mit pflanzlichen Nahrungsmitteln angefüllt hatten und dann im Schlamme versunken sind, so daß ihre Verwesungsreste nunmehr Porphyrine pflanzlicher und tierischer Herkunft geliefert haben.

Porphyrine sind im menschlichen Körper als schwere Selbstgifte bekannt, die bei einem pathologischen Abbau des roten Blutfarbstoffes anfallen. Man hat nun andererseits Porphyrine in geeigneter Dosierung als wichtige Heilstoffe erkannt; auf dieser Erkenntnis beruht die Tatsache, daß die pharmazeutische Großindustrie nunmehr daran geht, sich die Porphyrine des Gesteinsbitumens nutzbar zu machen. Noch sind indessen alle Möglichkeiten in dieser Richtung nicht ausgeschöpft.

Gleichzeitig mit den Porphyrinen erfolgte in organischen Lagerstätten wie Kohle und Erdöl die Entdeckung von Hormonen, und zwar Sexualhormonen nach Art jener, die im Corpus luteum vorhanden sind. Analoge Untersuchungen über Ölschiefer liegen noch nicht vor, doch kann man mit größter Wahrscheinlichkeit diese wichtigen Wirkstoffe auch hier erwarten, ein Umstand, der die pharmazeutische Industrie wohl neuerdings in ausschlaggebender Weise beeinflussen wird.

Die Grundlage der industriellen Verwendung von Ölschiefern für pharmazeutische Zwecke bildet immer der Gehalt an organisch gebundenem Schwefel im Rohöl. Seitdem man erkannt hatte, daß nicht allein das Thiophen der wirksame Bestandteil sei, neigte man der Ansicht zu, daß die „geschwefelten Porphyrine“ hierbei eine Hauptrolle spielten. Diese hochkomplexen Kohlenwasserstoffverbindungen liegen oft in Bindungen an Eisen, Vanadium, Magnesium sowie Schwefel vor. Bei der älteren Nutzungsmethode handelte es sich stets um künstliche Anreicherung des Schwefels in den sogenannten Sulfonaten, wobei allerdings ein sehr schwefelreiches Rohöl das Ausgangsprodukt bilden mußte. Steinöle mit mindestens 7% Schwefel galten als untere Grenze für diese Art der Nutzbarmachung; wertvolle Öle (Seefeld, Meride) besitzen weit mehr.

In fast allen organischen Lösungsmitteln wie Benzol, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff, Schwefelkohlenstoff, Äther, Pyridin u. a. ist ein großer Teil des Gesteinsbitumens löslich, ein anderer Teil bleibt ungelöst im Gestein zurück. Um auch diesen Anteil zu erfassen, müssen die Schiefer, auf eine passende Korngröße gebracht, in geeigneten Gefäßen (Retorten) geschwelt werden. Nach den neueren Verfahren geschieht dies bei Temperaturen von etwa 450° C (Tieftemperaturteer-Verfahren), was allerdings eine sehr sorgfältige Ausnützung der nach modernen Gesichtspunkten angeordneten Feuerungsanlagen voraussetzt. Keine Retorte ist jedoch imstande, das gesamte im Gestein vorhandene Bitumen, soweit es überhaupt kondensierbar ist,

auszubringen. Oft beträgt das Rohölausbringen bloß etwa 50% des kondensierbaren Bitumens, was natürlich als schwerer Raubbau an dem wertvollen Material des Ölschiefers bezeichnet werden muß. In neuerer Zeit sind allerdings sehr bedeutende Verbesserungen an den Retortenanlagen angebracht worden, welche das Rohölausbringen bis 90% und darüber steigern und somit eine sehr gute Ausnützung des Materials in die Wege leiten.

Die Anzahl der im Gebrauch befindlichen Retortentypen ist sehr groß; man unterscheidet feststehende und rotierende, zylindrische und Schachtofenretorten, solche mit kastenförmigen Einsatzgefäßen für den grob gekörnten Schiefer und solche mit Gitterkörben älterer Bauart. Immer ist die Absicht vorherrschend, das Material möglichst wenig mit den bis zur Rotglut erhitzten Wänden der Retorte in Berührung zu bringen, um auf diese Weise das „Kracken“ des Öles zu verhindern, d. h. den Zerfall desselben in flüchtige, gasförmige Anteile und Graphit. Von den primitiven, plumpen Eisentöpfen der ersten Ölschieferbrenner im Karwendelgebirge bis zu den modernen Brennanlagen der heutigen Großindustrie ist ein weiter Weg gewesen, der schließlich in ganz neue Entwicklungsverfahren mündete.

Das mit so großem Erfolge in Übung gebrachte Kohleverflüssigungsverfahren hat auch auf das Problem der Steinölgewinnung anregend gewirkt. Die großen staatlichen Anlagen in Estland arbeiten schon seit zwei Jahrzehnten nach diesem Verfahren und versorgen die Ostseegebiete mit einwandfreiem Benzin. Auch bei uns in Tirol sind im Jahre 1928 Versuche mit Ölschiefer der Lagerstätte Häring gemacht worden, deren Ergebnis war, daß sich dieselben zur Hydrierung über Kontakten gut eignen. Die wirtschaftliche Seite der Frage wurde damals allerdings nicht geprüft, d. h. die Fragestellung, ob ein wirtschaftlicher Nutzen zu erwarten sei, wenn man aus Ölschiefen technisch nutzbare Öle, also vorwiegend Brennöle für Motoren, erzeugen würde. Man darf nicht vergessen, daß eine Durchschnittslagerstätte in den Alpen im Mittel 5 bis 6% Öl ausbringt. Als untere Rentabilitätsgrenze wurde ein Ausbringen von 6½% angenommen, soweit es sich um industrielle Großanlagen handelt. Die Gewinnung von Rohöl ist daher schon mit rund 95% taubem Material belastet. Von dem gewonnenen Rohöl kommt höchstens ein Drittel als Benzin in den Handel, woraus zu ersehen ist, wie teuer dieses zu stehen kommt. Voraussetzung sind unter allen Umständen Schiefer mit sehr geringem Schwefelgehalt, während die schwefelreichen der pharmazeutischen Nutzbarmachung vorbehalten bleiben werden. Während des Krieges wurden an verschiedenen Orten Versuche mit der Erzeugung von Benzin aus Ölschiefen gemacht, die unter dem Autarkiezwang auch recht befriedigende Resultate gezeitigt haben. (Eine außerhalb Tirols gelegene Lagerstätte lieferte

70 t Benzin im Monat.) Es ist jedoch abzuwarten, ob diese Industrie unter normalen Wirtschaftsbedingungen sich wird behaupten können.

Ein Problem bleibt unter allen Umständen die Entschwefelung der Öle. Ein Benzin mit mehr als 0.3% S gilt als nicht marktfähig. Bei Rohöl (Dieselöl) ist man etwas toleranter. Ob nun alle in Gebrauch befindlichen Verfahren in dieser Richtung wirklich einwandfrei arbeiten, muß von Fall zu Fall nachgeprüft werden.

Die ursprünglichste Art der Verschwelung von bituminösen Gesteinen waren die alten Gußeisentöpfe, die man noch in spärlichen Resten hie und da im Karwendel antrifft. Sie wurden dann von den konischen Gußeisenretorten mit Einsatzkörben abgelöst, bei denen das Ausbringen infolge der hohen Verkrackung ein niedriges war und selten über 60% stieg. Schachtöfen, Drehöfen u. a. folgten, bis man schließlich bei der Hydrierung über Kontakten angelangt war, die übrigens in der pharmazeutischen Großindustrie nirgends angewendet worden ist.

Nun werden aus Schweden ganz neue Verfahren gemeldet, von denen wir im nachfolgenden einige erwähnen möchten:

- a) Das Verfahren von Bergh besteht aus einer Nebeneinanderreihung kleiner Retorten. Die Anlagekosten betragen in Schweden insgesamt etwa 60 Millionen Schw. Frs. — Die Leistungsfähigkeit einer solchen Anlage beträgt 110 t Rohöl, 10 t Schwefel und 25.000 m<sup>3</sup> Gas täglich bei einer Gesamtausbeute von etwa 85%. Das Verfahren erfordert viel Wasser.
- b) Das Verfahren von Ljungström, dessen Anlagekosten etwa 4 Millionen Schw.-Frs. betragen, besteht im Abteufen einer Anzahl von Bohrlöchern von etwa 6 cm Durchmesser bis zu einer Tiefe von 20 bis 25 m in die Lagerstätte. In diese Bohrlöcher werden elektrisch geheizte Sonden eingeführt und die Schichten der Lagerstätte 2 bis 3 Monate erhitzt. Ein Bohrloch von größerem Durchmesser in der Mitte der Bohrlochgruppe enthält ein Abzugsrohr für die abziehenden Gase, die zu einer Kondensationsanlage führen. Die Gesamtausbeute beträgt etwa 68%, das durchschnittliche Tagesausbringen 100 t Rohöl, 30 t Schwefel, 100 m<sup>3</sup> Gas. Alle diese Angaben beziehen sich auf die Lagerstätte von Kvarntorp, wo diese Anlagen in Verwendung stehen.
- c) Das Verfahren von Aspeco der Gesellschaft Aspegren u. Cie. befindet sich noch im Versuchsstadium und soll 100% ausbringen. Die Anlage enthält im wesentlichen drei rotierende Trommeln mit einem Gesamttagesdurchsatz von 500 t. Die Lagerstätte von Kvarntorp hat einen Durchschnittsölgehalt von 5.35%; das Ölausbringen würde demnach bei 100% Leistung 26 t Öl im Tag betragen. Die Eigentümlichkeit dieses Arbeits-

vorganges besteht darin, daß die Hitze von einer Trommel in die andere durch geheizte kegelförmige Körper übertragen wird, welche fortlaufend sich bewegen, und zwar entgegengesetzt dem Sinne des zerkleinerten Materials. — Möglicherweise würde sich dieses Verfahren für unsere alpinen Verhältnisse gut eignen.

Es ist nicht möglich, die Leistung dieser neuen Verfahren aus der Ferne abzuschätzen und alle Angaben zu überprüfen. Die Anlagekosten erscheinen überaus hoch. Es wird sich deshalb wohl empfehlen, bei den alterprobten Retortenverfahren zu bleiben, die ja z. T., durch wertvolle Neuerungen verbessert, sehr befriedigend arbeiten.

Das Abschätzen einer Ölschieferlagerstätte auf ihren optimalen Nutzungseffekt, sowie die Bewertung derselben und Errechnung einer möglichen Rentabilität gehört unter allen Umständen zu den schwierigsten Aufgaben der angewandten Lagerstättenkunde. —

In neuester Zeit ist das Problem der Nutzbarmachung der Kernenergie von Uranisotopen stark in den Vordergrund des wissenschaftlichen und praktischen Interesses getreten. Zu den Mineralien der Uranreihe und einer Anzahl solcher der Thoriumreihe kommt noch das  $\beta$ -strahlende Kalium. Auf diese Mineralien hat nun in manchen Ländern eine fieberhafte Suche eingesetzt. In erster Linie werden es naturgemäß die Eruptivgesteine sein, die als „primäre Lagerstätte“ solcher Mineralien in Frage kommen. Hier kommen sie im allgemeinen mit dem Thorium zusammen vor, was bei den „sekundären Lagerstätten“ nicht der Fall ist. Das Uran wird ebenso wie Kupfer und Vanadium, nicht aber das Thorium, durch organische Substanzen (Bitumen) ausgefällt. Diese leichte Ausfällbarkeit des Urans durch organische Substanzen läßt den Schluß zu, daß in bituminösen Mergelgesteinen, wie es unsere Ölschiefer sind, Uranmineralien zu erwarten sein werden, unter der Voraussetzung allerdings, daß das primäre Gebirge, aus welchem diese Sapropelite ihr Ursprungsmaterial bezogen haben, uranreich gewesen ist. Ob dies für die alpinen Ölschieferlagerstätten zutrifft, ist noch ungewiß, im allgemeinen wenig wahrscheinlich. In schwedischen Ölschiefen wurden bereits Uranmineralien nachgewiesen. —

Der Nachweis des Urans kann entweder strahlenphysikalisch oder physikalisch-chemisch geführt werden. Immer aber ist die leichte Löslichkeit der betreffenden Uranverbindungen in Salzsäure Bedingung. Selbst bei geringem Gehalt des Schiefers von wenigen Hundert Gramm Uran pro Tonne Gestein kann schon eine wirtschaftliche Rentabilität gefunden werden. Ein Gehalt von 200 g/Tonne Uran entspricht einem Urangehalt von 0.02 g in der Lagerstätte.

Sicher ist, daß die Bedeutung des Urans in letzter Zeit aus den eben angeführten Gründen ungeheuer gestiegen ist, erblickt man doch im Uran die Energiequelle der Zukunft. Nach Berichten aus Amerika sind dort bereits Urankraftmaschinen im Betrieb, die mit Uran gespeist werden.

Das in der Natur vorkommende Uramelement ist ein Mischelement und setzt sich aus drei Isotopen zusammen, von denen das Uran mit dem Atomgewicht 238, gewöhnlich kurz U 238 genannt, mit 99.274% den weitaus größten Anteil stellt. Daneben kommt mit 0.720% das Aktiniumuran mit dem Atomgewicht 235 vor, kurz U 235 genannt, das als Sprengstoff für die Atombombe Berühmtheit erlangt hat. Schließlich hat noch das sogenannte U II oder U 234 mit 0.006% des Isotopengewichtes Anteil an der Zusammensetzung desselben.

\*

Am Portale der Wiltener Stiftskirche stehen zwei überlebensgroße Figuren, die Riesen Haymon und Thyrsus darstellend. Der letztere mit dem wuchtigen Baumstamm, mit dem er gegen seinen schwertbewehrten Feind gefochten. Eine andere Darstellung findet sich als Fresko an einem Hause in Leithen: Thyrsus mit dem Baumstamm auf der Schulter. Die Gestalt ist im Laufe der Jahrhunderte nachgerade zu einem Symbol geworden, das uns den Tiroler Bergbau, besonders den auf Ölschiefer, versinnbildlichen soll. Der Name, Thyrsenöl (in der späteren Schreibart Dirschenöl), erscheint noch da und dort als Orts- und Flurbezeichnung (siehe Weiler Dirschenbach oberhalb Zirl). Er gemahnt uns an die sagenhafte Entstehung sowie an die sprunghafte Entwicklung der uralten Industrie, von den „Dirschelern“ des Mittelalters, die ihren Ölkarren bis weit in fremde Länder schoben, bis zu den wertvollen Präparaten einer modernen Industrie, die auf den neuesten Forschungsergebnissen der Chemie fußen.

Fast alle Zweige unseres Fachgebietes sind durch die Lagerstätten des Ölschiefers befruchtet worden, ein geradezu einmaliges Beispiel in der Geschichte der Geologie.

Anschrift des Verfassers: Priv.-Doz. Dr. Guido Hradil, Gnadenwald bei Hall i. T.



Aus Matthias Burglechner's „Tirolischem Adler“ (Anfang 17. Jh.)