

Leitschrift für praktische Geologie.

1903. Juli.

Über das Asphaltvorkommen von Ragusa (Sizilien) und seine wirtschaftliche Bedeutung.

Von

Dr. H. Lotz, Berlin, Kgl. Geolog. Landesanstalt.

Trotz seiner ständig wachsenden Bedeutung für die Technik und insbesondere für den Straßenbau hat der Asphalt und seine Lagerstätten noch wenig Beachtung in der Geologie gefunden; Spezialarbeiten über die einzelnen Vorkommen sind nur sehr spärlich vorhanden, und wir besitzen als zusammenfassende Werke über dieses Gebiet meist nur solche, die in erster Linie die Technik und die Verwendung des Asphaltes behandeln, während die Geologie desselben nur kurz gestreift wird¹⁾.

Infolgedessen ist auch das Beobachtungsmaterial über Asphaltlagerstätten nicht sehr reichlich, und es schien dem Verfasser, der Gelegenheit hatte, eine der wichtigsten, die von Ragusa in Sizilien, im Jahre 1902 näher kennen zu lernen, nicht unnütz, seine Beobachtungen niederzulegen, obwohl sie infolge der anfänglichen Sprachkenntnis und anderer, äußerer Umstände wegen bei weitem nicht genügen dürften, um völlige Klarheit zu geben.

Die Verwendung des Asphalts als Mörtel ist schon sehr alt; in den alten östlichen Kulturzentren, Ninive, Babylon, Jerusalem u. s. w., ist sie, wie wir aus Ausgrabungen und historischen Quellen wissen, weit verbreitet gewesen.

Wenn er zu ähnlichen Zwecken auch heute noch immer wachsende Verbreitung findet, so namentlich zur Isolierung von Grundmauern, zu Brückengewölben, zur Bedeckung flacher Dächer und Terrassen, als Isolationsmasse für elektrische Leitungen

¹⁾ Léon Malo: *L'asphalte, son origine, sa préparation, ses applications*. III éd. Paris 1898. — Delano: *20 years' practical experience of natural asphalt and mineral bitumen*. London 1893. — Kovács: *Über Asphalt, sein Vorkommen, seine Verwendung und einschlägige Untersuchungen*. Ofen-Pest 1901. — Ferner: F. A. Hoffmann: *Asphaltvorkommen von Limmer bei Hannover und von Vorwohle am Hils*, d. Z. 1895 S. 370—379. — L. van Werveke: *Vorkommen, Gewinnung und Entstehung des Erdöls im Unter-Elsaß*, ebendort 1895 S. 97—114.

u. s. w., so wird doch bei weitem die größte Menge im Straßenbau verbraucht.

Das erste Asphalttrottoir wurde nach Léon Malo²⁾ im Jahr 1838 in Paris hergestellt, und zwar aus Gußasphalt (*Asphalte coulé*), einer Form, die auch heute noch für Pflaster und Trottoir üblich ist. Hierbei wird sogenannter Asphaltmastix mit freiem Bitumen (meist Trinidadbitumen) und feinem Kies im Verhältnis von etwa 15 : 0,8 : 9 zusammengeschmolzen und zu einer auf Betonunterlage von 0,15 m Dicke ruhenden Schicht ausgegossen. Die Kiesbeimengung schwankt je nach dem Klima des Ortes und der Art des verwendeten Asphaltmastix in bestimmten Grenzen.

Die ältesten und bedeutendsten Asphaltgruben sind die von Seyssel bei Bellegarde an der Rhone, etwa 50 km unterhalb ihres Ausflusses aus dem Genfer See (Minenkonzession aus dem Jahre 1797) und die des Val de Travers im Schweizer Kanton Neuenburg, die im Jahr 1710 entdeckt worden ist, indes bis gegen 1850 geruht hat.

Beide haben im Besitz der Compagnie générale des Asphaltes gestanden — erstere ist es noch heute —, die sich besondere Verdienste um die Einführung des Asphaltes erworben hat. Vom Val de Travers ging auch die Erfindung des Stampfasphaltes (*Asphalte comprimé*) aus: man hatte beobachtet, daß Stücke, die auf den Weg gefallen und dort der Sonne längere Zeit ausgesetzt gewesen und dabei zerfallen waren, sich nachher unter dem Druck der Wagenräder wieder verfestigten und ein gutes Pflaster bildeten. Es beruht diese Eigenschaft darauf, daß das Bitumen dieser Kalke, das um jedes einzelne Körnchen eine dünne Hülle bildet, bei etwa 50—60° C. seine Bindekraft verliert, sodaß das Gestein zerfällt; wird dieses Pulver aber noch weiter erhitzt (bis auf 100—120°) und gepreßt, so backt es wieder zu einem völlig gleichartigen, festen Gestein zusammen. Diese Eigenschaft ist nicht allen Asphalten oder richtiger bituminösen Kalken eigen; außer diesem Gehalt von etwa 10 Proz. gut bindenden Bitumens darf möglichst nur Kalziumkarbonat vorhanden sein. Tonige Bestandteile in größerer Menge verhindern die Bindung.

²⁾ a. a. O. S. 2.

Um das Jahr 1860 wurde zum ersten Mal nach längeren Versuchen eine Straße in Paris mit Stampfasphalt gepflastert. Nachdem er sich hier bewährt, gelangte er 1870 in London zur Anwendung und 1876 auch in Berlin. Heute wird er wegen seiner vorzüglichen hygienischen und praktischen Eigenschaften fast allein verwandt und hat das Holzpflaster stark verdrängt. Einige der Tagespresse entnommene Zahlen zeigen dies am besten. In Berlin hat sich im Jahr 1901 das Holzpflaster um 11 819 qm verringert, sodaß jetzt nur noch 70 000 Geviertmeter mit Holz gepflastert sind, während das Asphaltpflaster rund 2 Millionen und das Steinpflaster, in 3 verschiedene Klassen eingeteilt, 3 Millionen Geviertmeter einnimmt.

Zur Herstellung von Stampfasphaltpflaster werden die bituminösen Kalke (von Ragusa, Seyssel, Val de Travers) zerkleinert und fein gemahlen, ohne jeden Zusatz auf 100 bis 120° erhitzt und so auf die Arbeitsstelle gebracht, wo das schokoladenbraune Pulver auf der etwa 20 cm starken Betonunterlage ausgebreitet, gewalzt und mit heißen, schweren Eisen gestampft und geglättet wird, ein Vorgang, der in den Großstädten im Sommer täglich beobachtet werden kann. Da das gepulverte Material ein schlechter Wärmeleiter ist, ist es ohne weiteres möglich, es in der Fabrik zu erhitzen und so an Ort und Stelle zu bringen.

Als Stampfasphalt hat sich nun gerade der Asphalt von Ragusa, auf dessen Vorkommen nunmehr näher eingegangen werden soll, in Deutschland ganz besonders bewährt, sodaß die Stadtverwaltungen meist bei der Vergebung der Arbeiten die Verwendung sizilianischen Materials vorschreiben. Infolgedessen hat diese Lagerstätte für uns erhöhtes Interesse.

Wenn der Verf. das von dort stammende Material Asphalt nennt, im Anschluß an die Techniker, so ist er sich der Ungenauigkeit dieser Bezeichnung wohl bewußt; die später anzuführenden Analysen zeigen, daß es ein bituminöser Kalk ist. Allein es herrscht in dieser Beziehung ein großer Zwiespalt zwischen Wissenschaft und Technik, letztere bezeichnet meist alles, was überhaupt in natürlichem Zustande Bitumen führt, als Asphalt ohne Unterschied, indem sie die Kunstprodukte durch Zusätze (Asphaltmastix, Asphalte coulé, Asphalte comprimé u. s. f.) von ihm unterscheidet und für flüssige bzw. leicht schmelzbare Stoffe den Ausdruck Bitumen verwendet. Léon Malo, der als einer der ältesten Asphalttechniker und Verfasser des einzigen existierenden größeren Werkes über Asphalt großes Ansehen genießt, geht noch weiter:

er nennt Asphalt nur die bituminösen Kalke von Seyssel, Travers, Ragusa und ähnliche, die sich zu Asphalte comprimé eignen, diejenigen mit Tongehalt oder mit petrohaltigem Bindemittel schließt er von dieser Bezeichnung aus, und die Quarzsande mit Bitumengehalt ordnet er unter Bitumen ein, also Bitume de Trinidad, Bitume de Lobsann u. s. w.

Dieser Standpunkt ist jedenfalls nicht folgerichtig und wissenschaftlich nicht berechtigt, indes dürfte bei der Beschreibung unseres Vorkommens nicht der geeignete Platz sein, Änderungen durchzuführen. Der Einfachheit halber mag der bituminöse Kalk von Ragusa auch weiterhin kurzweg als Asphalt bezeichnet werden, und unter Bitumen die darin enthaltenen in Schwefelkohlenstoff löslichen Bestandteile, die wohl ebenso wie bei andern Asphaltvorkommen verwickelter Natur sein mögen, verstanden sein. Ragusa³⁾, eine Stadt von etwa 30 000 Einwohnern, liegt in der SO-Ecke Siziliens, in der Provinz Syrakus, auf einer hier nach Ragusa benannten Hochebene von Miocänkalk. Dieses Hochplateau fällt an der Linie Comiso—Chiaromonte, einer Verwerfung von mehreren hundert m Sprunghöhe, steil ab zur fruchtbaren mit Pliocänschichten ausgefüllten Ebene von Vittoria und Comiso, der im NO die weite Alluvialebene von Catania entspricht. Das durch diese beiden Ebenen vom übrigen Sizilien völlig getrennte Plateau, von dem die Ragusaner Hochebene nur den südwestlichen Teil bildet, ist ziemlich eintönig aus schwach gefalteten dickbankigen reinen Kalken und mehr dünn-schichtigen Mergelkalken des unteren und mittleren Miocän aufgebaut, die sich im großen ganzen flach gegen SO senken. Unter dem Miocän kommt an wenig Stellen das Eocän und an 2 Stellen auch die Kreide zu Tage. Der Westrand des Plateaus bzw. die Verwerfungslinie wird in ihrer nordöstlichen Hälfte zum Teil von Basalt und Basaltuffen bedeckt, die in engen Beziehungen zu den Pliocänschichten stehen, während der ganz im SO am Cap Passero auftretende Basalt bzw. seine Tuffe zwischen Eocän und Kreide seine Stellung findet. Der westliche Basalt bildet im Monte Lauro mit 985 m zugleich die höchste Erhebung dieses südöstlichen Gebirges von Sizilien, für das Theob. Fischer⁴⁾, den Namen jener Basalt-

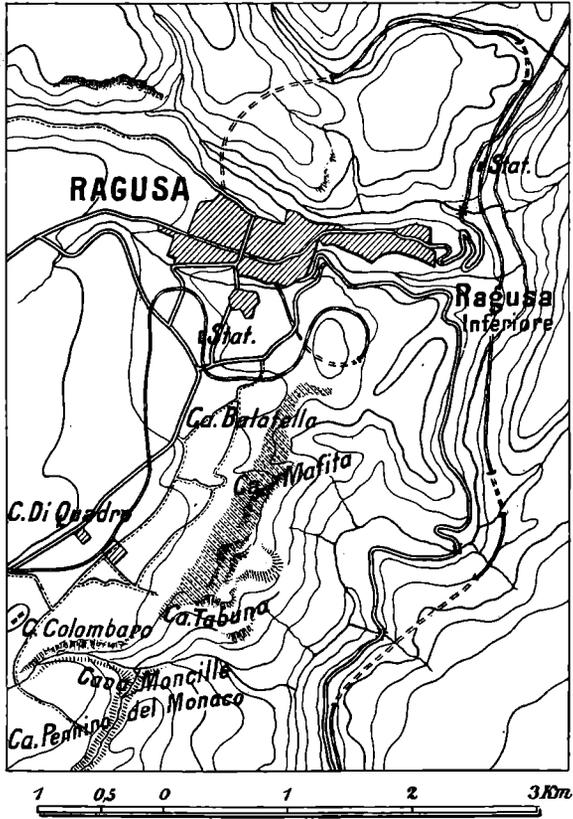
³⁾ Bei seinem ersten Aufenthalt in R. wurde der Verf. in liebenswürdigster Weise von dem Ingenieur vom distretto minerario in Caltanissetta, Herrn A. Busachi, begleitet bzw. geführt, wofür diesem auch an dieser Stelle noch bestens gedankt sei.

⁴⁾ Th. Fischer: La penisola italiana. Turin 1902 S. 326. — Baldacci: Descriz. geolog. dell' isola di Sicilia; mem. descritt. della carta Geolog. d'Italia. Bd. I S. 123.

berge verallgemeinernd, die Bezeichnung Monti Iblei gebraucht. Von Ragusa und seinem Asphalt ist der nächste Basalt übrigens, um das gleich vorweg zu nehmen, mehr als 20 km entfernt.

Die Schichten des unteren und mittleren Miocän, reine weiße Kalke mit mehr mergeligen Zwischenlagen und kieselig-kalkigen Linsen, sind mindestens 5—600 m mächtig, das schwefel- und gipsführende Obermiocän fehlt in diesem Teil Siziliens fast völlig.

unten an den Talhängen liegt, auf dem Hochplateau südwärts auf der Provinzialstraße nach Mazarelli, einem kleinen Stranddorf, geht, so hat man die Asphaltbrüche linker Hand; sie ziehen sich 2,5 km lang am obersten Rand des Ermineo-Tales hin beziehungsweise nehmen eine schmale Zone am Rand des eigentlichen Plateaus nach O hin ein (vgl. die Kartenskizze Fig. 65), sodaß fast alle Gruben den Abbau vom Abhang des Haupttales oder kleiner Seitenschluchten aus, sei



Nachgewiesene Verbreitung des Asphalts.

Fig. 65.

Karte der Umgebung von Ragusa.

Die Kalkbänke, die ebenso wie der Asphalt ziemlich spärlich Versteinerungen (Haifiszähne, Pectenarten, Reste von Krebsen u. s. w.) führen, sind an den Hängen der tief eingeschnittenen, fast gänzlich nackten Täler gut aufgeschlossen; auch das Plateau trägt nur in der feuchten Jahreszeit eine kümmerliche Grasnarbe. Ein Gewirr von schneeweißen mannshohen Trockenmauern begrenzt alle Stücke Landes, alle Wege, und zahllose hohe Steinhaufen machen den Anblick des Plateaus noch charakteristischer.

Wenn man von Ragusa, das zum Teil hoch oben auf dem Plateau, zum Teil tiefer

es unter oder über Tage, betreiben und ebenso ihre Halden hinabstürzen können. Die Asphaltschichten gehen hier zu Tage aus, sind jedoch äußerlich nicht zu erkennen, da sich der Asphalt an der Luft, wohl durch Oxydation oder Verdunstung des Bitumens, ziemlich rasch mit einer dünnen weißen Rinde überzieht, sodaß er dem Miocänkalk völlig gleich aussieht. Man muß sich erst durch Anschlagen von seiner wahren Natur überzeugen. Man nennt dort solchen verwitterten und überhaupt den geringwertigen Asphalt, wie er oberflächlich meist ansteht, abame (sizilianisch = albame), den etwas höher-

prozentigen, der sich schon zu Bausteinen verarbeiten und in erwärmtem Zustand zersägen läßt (mit 7—8 Proz. Bitumen) „Gerbina“. Das eigentliche Handelsprodukt enthält 10—18 Proz. Bitumen und hat ein

sondern in jedem Bruche hat man ein anderes Bild. Coquand hat 1868⁵⁾ ein spezielles Profil mit 2 linsenähnlichen Schichten gegeben. Die jetzigen umfangreichen Aufschlüsse ergeben jedoch ein anderes Bild.



Fig. 66.

Phot. Aufn. v. Dr. Lotz.

Eingang zur Asphaltgrube der Compagnie générale des asphaltes.



Abbauterrassen

Fig. 67.

Phot. Aufn. v. Dr. Lotz.

Tagebau der Limmer and Vorwohle Rock Asphalt Company in der Contrada Tabuna.
Bel a senkrechte breite Klüfte.

schokoladenbraunes bis fast schwarzes Aussehen, von dem sich nur die Durchschnitte von Korallen u. s. w. in etwas hellerer Farbe abheben.

Der Asphalt ist keineswegs auf eine oder mehrere weit aushaltende Schichten begrenzt,

Zunächst ist die Bedeckung durch sterile Kalkschichten von fortwährend wechselnder Mächtigkeit; ferner wechselt innerhalb der

⁵⁾ Coquand: Sur les gisements asphaltiques des environs de Raguze (Sicile) Bull. Soc. géol. de France. II Sér. Bd. 25 S. 420—430.

asphaltführenden Schichten der Gehalt ständig. So hat die Compagnie générale des Asphaltes in ihrer unterirdischen Betriebsabteilung, deren Eingang die Figur 66 zeigt, zwar anfangs eine etwa 6 m mächtige Schicht bis auf 200 m ins Innere verfolgt, mußte dabei jedoch in mehreren Absätzen allmählich höher gehen, um dem hochprozentigen Asphalt, der sich immer mehr hob, nachzufolgen. Unter der hier abgebauten Schicht sollen noch weitere Schichten in großer Mächtigkeit, aber von geringerer Güte erbohrt sein.

Von der Mächtigkeit und Ausdehnung des Vorkommens gibt das Bild des großen Tagebaus der „Limmer and Vorwohle Rock Asphalt Company“ in der Contrada Tabuna (vgl. Figur 67) eine annähernde Vorstellung, wo der Abbau in zahlreichen Terrassen übereinander vor sich geht.

Sehr bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Ausdehnung des Asphaltvorkommens nach W, also in das Plateau hinein, eine sehr beschränkte ist, wie zahlreiche Versuche und Bohrungen ergeben haben. Weder die tiefen Eisenbahneinschnitte, noch zahlreiche Bohrungen (z. B. der Firma H. und A. B. Avelline-Catania) bis zu 40 m haben auf dem Terrain zwischen der Provinzialstraße und dem bisher erschlossenen Gebiete wesentliche Ergebnisse geliefert. Es ist allerdings leicht möglich, daß sich der Asphalt noch weiter am Talhang hinunterzieht, als dies in Fig. 65 gezeichnet wurde, wenigstens lassen hierauf Angaben der Werksdirektoren, die nicht weiter geprüft werden konnten, schließen. Jedenfalls ist die fast lineare Verbreitung höchst auffällig und bei einem Versuch, die Genesis der Lagerstätte zu erklären, noch weiter zu erörtern.

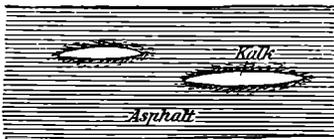


Fig. 68.

Kalklinsen im Asphalt am Eingang des in Fig. 66 dargestellten Asphaltbruches. Maßstab etwa 1:7.

Die Asphaltschichten sind auch in sich keineswegs geschlossen; immer wieder sind mehr oder weniger starke, oft schnell auskeilende Schichten Kalkes zwischengelagert, und sehr zahlreich sieht man mitten in hochprozentigen Asphaltbänken Linsen reinen festen Kalkes, an deren Grenze sich dann das Bitumen besonders stark angesammelt hat, fast als hätte es sich hier gestaut, vgl. Fig. 68. Ebenso trieft das Gestein vielfach gerade an den

Schichtfugen, besonders nach unten zu, förmlich von Bitumen. Andererseits ist es auch an den Klüften wieder ausgelaugt, sodaß man in den großartigen Aufschlüssen ein höchst wechselvolles Bild erhält. An einer Wand sah man beispielsweise die an Fig. 69 wiedergegebene Anordnung.

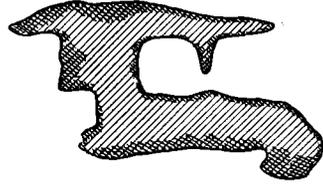


Fig. 69.

Anschnitt einer Asphaltlinse im Tagebau der United Limmer and Vorwohle Rock Asphalt Company. Maßstab 1:8.

Die Schichten sind, wie man dies namentlich in den großen Tagebauen sehen kann, vielfach stark zerklüftet und zerrüttet, ohne daß man indes größere Verschiebungen feststellen könnte. Oft sind die Klüfte bis zu 0,5 m breit und mit Kalk und Asphaltbrocken u. s. w. ausgefüllt, die Klüfte liegen dann zuweilen so dicht aneinander, daß man an eine senkrechte Schichtenlagerung denken könnte.

Von diesen Klüften scharf zu unterscheiden sind feine unregelmäßige Spaltsysteme, die mit dickflüssigem zähem schwarzem Bitumen ausgefüllt sind. Eine Kluft sah Verf. auch, die reines zu Trinkzwecken brauchbares Wasser führte.

Außer den bisher geschilderten Vorkommen dicht vor den Toren von Ragusa ist in den letzten Jahren etwa 10 km weiter talabwärts, mehr nach Modica hin, Asphalt nachgewiesen worden, jedoch ermöglichen die bisherigen spärlichen Aufschlüsse noch kein klares Bild hierüber, sodaß von einer Erörterung derselben abgesehen werden kann.

Von Geologen, die das Ragusaner Vorkommen früher besucht, hat nur Coquand sich etwas ausführlicher darüber geäußert. Die am Ende der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts aufgenommene geologische Karte 1:100000 des Ufficio geologico gibt zwar ein Steinbruchszeichen an, jedoch an einer Stelle, wo jetzt kein Asphalt mehr vorkommt oder überhaupt keiner vorgekommen ist. Baldacci erwähnt bei der Schilderung des Miocäns mehrfach das Vorkommen bituminöser Kalke, ohne sich ausführlicher darüber zu äußern. Allerdings war auch damals seine Bedeutung noch gering, wie die Produktionstabellen weiter unten zeigen werden.

Coquand gibt in seiner kleinen Arbeit 2 schematische Profile, die das Auftreten zweier Asphaltschichten übereinander und das

Auskeilen einer solchen zeigen; diese Profile behalten auch für unsere Zeit bei den unverhältnismäßig besseren Aufschlüssen ihren Wert; anders jedoch seine dritte Figur, die als schematisches Bild der horizontalen Ausdehnung des Asphalts eine längliche Ellipse (amas-ellipsoidal) mit unregelmäßig zerlappten Rändern gibt. Damit stimmen die Tatsachen heute, wie unsere Figur zeigt, nicht mehr ganz überein.

Und was die Genese des Asphalts betrifft, so hält Coquand eine nachträgliche Infiltration des Bitumens in den Kalk für ausgeschlossen; nach seiner Ansicht haben gleichzeitig mit der Sedimentation des Kalkes Petroleumquellen diesen infiltriert, soweit sie hingelangen konnten. Er berechnet im Verlauf seiner Untersuchung dann nicht nur die Menge des Asphalts, sondern auch die des Petroleums in Zahlen, die indes von der Wirklichkeit weit übertroffen werden.

Mit dieser Ansicht Coquands läßt sich die lineare Art des Vorkommens, das Auftreten der Kalklinsen im Asphalt, die Unregelmäßigkeit im Bitumengehalt, die häufige Wechsellagerung von Asphalt und Kalk, wie sie alle Profile zeigen, ganz und gar nicht in Einklang bringen; auch kann man sich nur schwer vorstellen, wie Petroleum den Meeresboden infiltrieren soll, anstatt in die Höhe zu steigen; auch wenn man annimmt, daß es das schwerere Bitumen war, so gehört doch eine gleichzeitig mit der Sedimentation vor sich gehende Infiltration zu einem Ding der Unmöglichkeit, da Wasser und Bitumen sich nicht mischen.

Eine sekundäre Infiltration des Miocänkalkes erscheint als das einzig mögliche, wie sie Malo und nach ihm Delano für andere Asphaltlagerstätten bereits annehmen.

Mal⁶⁾ setzt in seinem Buche kurz seine Hypothese auseinander, wonach gewaltige Pflanzenmassen, unter den Erdschichten begraben und in die Nähe von Primitivgesteinen gebracht, dort infolge der Hitze und des gewaltigen Druckes zum Teil vergasen und diese Gase auf Spalten emporsteigend bituminöse Substanzen ihres Ausgangsstoffes mit sich reißen die Kalkbänke imprägniert haben. Er führt die Theorie des Bergingenieurs Delafond an, wonach die infiltrierende bituminöse Substanz gasförmiges oder flüssiges Petroleum gewesen sei, das sich später durch Oxydation in Bitumen umgewandelt habe.

Es soll hier nicht erörtert werden, ob tierische oder pflanzliche Entstehung des Petroleums das Wahrscheinlichere ist, wir wollen uns darauf beschränken anzunehmen,

daß gasförmige oder flüssige Kohlenwasserstoffe auf einem Spaltensystem emporstiegen und die Kalkschichten je nach ihrer Beschaffenheit und Aufnahmefähigkeit infiltrierten. Dann werden uns die geschilderten Unregelmäßigkeiten der Lagerstätte klar, insbesondere wenn man dabei auch die nicht infiltrierten Kalke näher studiert. In ihnen sehen wir einen häufigen Wechsel von calcare forte und calcare tenere, ersterer fest und kieselig, letzterer zart, mit Meißel und Hobel leicht zu bearbeiten und auch in ihm jene flachen Linsen dichten festen Kalkes, wie wir sie oben im Asphalt sahen. Bei der Verwitterung treten derartige Linsen und feste Bänke prächtig heraus.

Je nach ihrer Festigkeit und chemischen Beschaffenheit verhielten sich die einzelnen Bänke demnach gegenüber den eindringenden Kohlenwasserstoffen verschieden.

Gegen eine örtliche Entstehung der Kohlenwasserstoffe aus den oben angeführten Versteinerungen spricht ihr ziemlich spärliches Vorkommen und ihre Verteilung. Es bliebe dann unverständlich, warum nicht auch an andern Stellen des Plateaus, wo die Versteinerungen viel zahlreicher sind, sich Bitumen bildete.

Man kann vielleicht annehmen, daß die noch heute mit Bitumen gefüllten und davon triefenden, ziemlich feinen Spalten die Infiltrationswege darstellen. Man braucht keineswegs an eine einzige große Spalte zu denken, auf der die Substanz emporstieg, immerhin ist aber die einheitliche Richtung des ganzen Vorkommens, die einerseits dem Ermineotal und andererseits vor allem dem großen Verwerfungssystem parallel ist, das in 10 km Entfernung nach W die Hochebene von Ragusa und die Ibleischen Berge gegen die Ebene von Vittoria begrenzt, außerordentlich auffällig; es ist daher vielleicht nicht zu gewagt, die beiden Erscheinungen in einen ursächlichen Zusammenhang zu bringen, auch ohne daß es gelungen ist, bei Ragusa selbst, in der mächtigen und einheitlichen Kalkmasse, einen Verwurf nachzuweisen. Für unsere Annahme des Aufsteigens des Bitumens auf Spalten spricht der Umstand, daß die Abbaue an einzelnen Punkten schon sehr tief hinabgegangen sind, ohne das Ende erreicht zu haben. Ob das Zentrum der Infiltrationswege in oder unter den heutigen Gruben liegt, ist dabei aber fraglich, da es ebenso gut der Erosion des Ermineo zum Opfer gefallen sein kann.

Kohlen und Petroleum sind in Sizilien bis jetzt unbekannt, wengleich nach letzterem eifrig gebohrt worden ist. Und daß die bisher bekannt gewordenen ziemlich spärlichen

⁶⁾ a. a. O. S. 38.

Versteinerungen des dortigen Miocäns oder der älteren Schichten die Kohlenwasserstoffe geliefert haben sollen, erscheint uns auch wenig einleuchtend, sodaß die eigentliche Quelle des Asphalts, wenn man nicht einen intratellurischen Ursprung annehmen will, dunkel bleibt. Einen Begriff von der Größe des Vorkommens und den dazu notwendigen Mengen von Kohlenwasserstoffen gibt am besten die Produktionstabelle. Da man im Mittel etwa 10 Proz. Bitumengehalt annehmen muß, so würden beträchtliche Mengen von Tier- oder Pflanzenverwesungsstoffen zur Bildung notwendig gewesen sein, Mengen, wie sie in den uns bis jetzt bekannten Erdschichten nur selten dicht bei einander gefunden worden sind, es sei denn in Kohlenlagern.

Malo setzt die Bestandteile von Cellulose, Kohle und Bitumen (von Bechelbronn i. Els.) zum Vergleich wie folgt nebeneinander:

	Zellulose	Kohle	Bitumen
C.	44,41	89,31	87,00
H.	6,18	4,92	11,20
O.	49,38	5,77	1 80
	100,00	100,00	100,00

Es erscheint jedoch schwierig, hieraus ein bestimmtes Entwicklungsgesetz folgern zu wollen, um so mehr als bisher unsere Kenntnisse von der komplizierten Zusammensetzung der verschiedenen Bitumina und bituminösen Kalke noch wenig fortgeschritten sind.

Wichtig, vor allem auch in technischer Beziehung, ist die Gleichartigkeit der Kalke und Bitumina von Ragusa, Seyssel und Val de Travers, sodaß sie sich gut mischen lassen, ohne ihre Bindekraft zu verlieren. So verbraucht man vielfach den Asphalt II. Qualität von Ragusa (Gerbina) mit solchem I. Qualität von Seyssel und ist bei dieser Mischung sehr gut gefahren (L. Malo).

Zum Vergleich seien hier die Analysen dieser 3 Vorkommen beigebracht, ausgeführt 1878 im Laboratoire des Ponts-et-Chaussées zu Paris⁷⁾, für Ragusa noch eine neuere nach Kovács:

	V. de Trav.	Seyssel	Ragusa	dasselbe nach Kovács
Wasser	0,50	1,90	0,80	
Bitumen	10,10	8,0	8,85	9,2
Sand	0,45	0,1	0,65	4,7
Tonige Bestandteile	0,25	0,15	0,90	
Calcium-Karb. . . .	87,95	89,55	87,50	86,1
Magnesium-Karb. . .	0,30	0,10	0,90	
Verlust	0,45	0,20	0,40	
	100,00	100,00	100,00	100,00

Im Hinblick auf diese Gleichheit ist nicht recht klar, warum Malo dem Vorkommen

⁷⁾ Malo, a. a. O. S. 297.

von Ragusa eine andre Entstehung zuschreiben will als den übrigen. Er beschreibt⁸⁾ die zahlreichen Klüfte, Störungen und Unregelmäßigkeiten in den Asphaltbänken ganz richtig und gibt als Ursache hierfür die vulkanischen Erdbeben und den 100 km entfernten Ätna an. Ein Blick auf eine seismische Karte⁹⁾ zeigt jedoch den Zusammenhang der Beben mit der Tektonik deutlich genug, und in der Tat sind die häufigen Erdstöße ganz unabhängig von Ätnaeruptionen. Weiter nimmt Malo für den Asphalt von Ragusa eine sekundäre Entstehung an: Er schreibt nämlich¹⁰⁾: „Manche Asphaltlagerstätten (Sizilien, Gard, Spanien) müssen durch Anhäufung von Staubmassen entstanden sein, die ihren Ursprung in vorher gebildetem Asphalt haben und durch die Wasser transportiert und von neuem in regelmäßige Bänke abgelagert worden sind.“

Wäre diese Annahme richtig, so müßte die konglomeratische Natur des bituminösen Kalkes irgendwie hervortreten, das ist aber nirgends der Fall. Die Imprägnation ist eine vollkommene und die Asphaltsschichten haben, abgesehen von der Farbe, im übrigen genau das Aussehen der unveränderten Miocänsedimente, sodaß man der Annahme Malos nicht beipflichten kann.

Das Alter der Imprägnation anzugeben, ist nicht ohne weiteres möglich; nach Analogie der benachbarten Gebirgsstörungen muß man an eine ganz jugendliche, vielleicht pliocäne Entstehung denken.

Es erübrigt sich noch, auf die wirtschaftliche Bedeutung des Vorkommens einzugehen.

Für den südöstlichen Teil Siziliens ist die Asphaltindustrie wegen des Fehlens des Schwefelbergbaus von besonderer Bedeutung. Die Provinz Syrakus ist sonst eine rein ackerbaureibende, und daß Ackerbau und Viehzucht gerade auf dem Kalkplateau mühsam und wenig einträglich sind, ist einleuchtend. Die Asphaltindustrie beschäftigt jetzt mehr als 1000 Arbeiter; da sie noch jung ist, so sind die Arbeitermißbräuche des Schwefelbergbaus, das System der Carrusi, das nahezu an Sklaverei grenzt, nicht zur Einführung gelangt. Alle Arbeiten werden im Tagelohn ausgeführt, bemerkenswert ist die große Zahl jugendlicher Arbeiter (unter 14 Jahren), vgl. Tabelle I S. 264. Da die Gruben sehr hoch liegen, so sind sie fieberfrei, und es wird Sommer und Winter dort gearbeitet, indes kommen bei den zahllosen Feiertagen nicht mehr als 180 Arbeitstage für das Jahr heraus.

⁸⁾ a. a. O. S. 337.

⁹⁾ Th. Fischer: La penisola italiana. S. 78.

¹⁰⁾ a. a. O. S. 41.

Tabelle I.

Jahr	Betriebene Werke bezw. Zahl d. Gesellsch.	Gesamt- förderung in t	Wert der	Wert	Zahl der Arbeiter		Gesamt- zahl	
			Gesamtförderung	pro t	erwachsene	jugendliche		
			in Lire					
1879	1	4 000	140 000	—	—	—	60	
1880	4	4 000	120 000	—	40	20	60	
1881	4	4 000	120 000	—	40	20	60	
1882	5	2 500	30 000	—	16	4	20	
1883	4	2 500	37 500	—	20	—	20	
1884	6	6 000	90 000	—	30	12	42	
1885	6	7 500	112 500	—	40	20	60	
1886	6	10 000	150 000	—	45	23	68	
1887	6	10 000	200 000	—	80	120	200	
1888	6	10 114	202 280	—	82	123	205	
1889	4	14 678	220 170	15	194	112	306	
1890	7	37 235	893 640	24	224	58	282	
1891	5	21 600	518 400	24	252	87	339	
1892	5	26 000	624 000	24	235	85	320	
1893	3	19 000	456 000	24	168	81	249	
1894	4	52 400	1 257 600	24	297	82	379	
1895	4	36 500	876 000	24	—	—	375	
1896	4	32 200	772 800	24	248	106	354	
1897	4	38 100	762 000	20	270	136	406	
		5 600	112 000	20	70	35	105	Calc. bitum.
1898	4	73 000	1 095 000	15	526	324	850	
		5 000	100 000	20	60	20	80	- -
1899	4	60 000	900 000	15	560	300	860	
		4 200	67 200	16	65	25	90	- -
1900	4	80 593	1 208 895	15	875	425	1 300	
		3 900	62 400	16	80	20	100	- -
1901	4	75 270	1 129 050	15	853	408	1 261	
		4 100	65 600	16	82	23	105	- -

Die Ausbeutung des Ragusaner Vorkommens wurde zuerst 1858 durch die Compagnie générale des asphaltés in Angriff genommen, 1878 trat hierzu die United Limmer and Vorwohle Rock Asphalt Company, während die französische Gesellschaft ihren Betrieb bis zum Jahr 1886 und auch später noch einmal einige Jahre ruhen ließ. Außerdem kamen 1882 und 1891 noch 2 Firmen (eine englische und eine italienische Gesellschaft) hinzu. Über die Gesamtproduktion gibt obenstehende Tabelle I Aufschluß, die aus der Rivista del servizio minerario ausgezogen wurde. Die Produktion an calcare bituminoso, der als Baumaterial im Lande bleibt, ist erst seit 1897 getrennt aufgeführt; sie

läßt sich nicht leicht nachprüfen, da die einzelnen Konsumenten stets länger dauernde Lieferungsverträge mit besonderen Preisen abschließen.

Das Produkt der Gruben wird, soweit es I. und II. Qualität ist, entweder auf zweirädrigen Karren nach dem 23 km entfernten Fischerdorf Mazarelli gebracht, wo es vermittelst Barken auf die weit draußen ankernenden Dampfer (für Deutschland Rhederei Sloman, Hamburg) geschafft wird. Oder der Asphalt geht mit der Eisenbahn nach Syrakus oder Catania, wo die Dampfschiffe am Kai löschen können. Die Verteilung auf die einzelnen Häfen Siziliens und das Ausland ergibt folgende Tabelle für 1901, in Tonnen:

	Amerika	Österreich	England	Frankr.	Deutschl.	Holland	Summe
Mazarelli	6 250	320	3 000	—	18 300	—	27 870
Siracusa	5 620	1 490	4 630	5 910	5 500	3 050	26 200
Catania	—	2 500	—	—	5 500	—	8 000
Palermo	—	—	—	—	—	700	700
Summe:	11 870	4 310	7 630	5 910	29 300	3 750	62 770

hat nie mehr als 6000 Tonnen jährlich betragen.

Die auffälligste Erscheinung ist das enorme Wachstum der Produktion und das Sinken des Preises. In wie weit die Preisangaben, die den Bergbehörden gemacht worden sind, den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen,

Die Nähe des Meeres und die billige Seefracht sind es, neben den vorzüglichen sonstigen Eigenschaften, die dem Asphalt von Ragusa Eingang in die alte und neue Welt verschafft haben, sodaß er heute wahrscheinlich Seyssel und Val de Travers überflügelt hat.

Tabelle II.

Jahr	Amerika	Österreich	England	Frankreich	Deutschland	Verschied.	Summe
1881	—	—	1 960	—	—	—	1 960
1882	—	—	2 360	—	3 000	—	5 360
1883	—	360	2 500	—	3 400	640	6 900
1884	—	—	2 650	—	3 100	—	5 750
1885	—	250	4 370	—	2 900	700	8 220
1886	—	570	4 780	600	3 800	1 000	10 750
1887	—	250	5 810	—	3 760	1 800	11 620
1888	780	230	3 300	2 500	5 360	1 800	13 970
1889	3 600	470	3 210	1 560	5 550	2 000	16 390
1890	4 600	1 080	3 000	1 900	10 060	2 600	23 240
1891	10 650	780	2 800	1 950	9 860	2 770	28 810
1892	8 360	1 370	5 000	1 320	9 810	1 900	27 760
1893	10 750	840	5 200	1 600	9 340	1 000	28 730
1894	9 050	500	3 700	2 240	9 810	1 200	26 500
1895	10 200	1 200	5 070	3 600	15 230	1 200	36 500
1896	11 250	580	2 850	2 620	13 500	1 400	32 200
1897	12 100	640	6 400	2 900	16 060	—	38 100
1898	10 336	85	8 200	4 296	30 411	2 000	55 428
1899	11 100	—	7 100	6 500	31 313	3 550	59 563
1900	14 150	2 220	5 600	11 750	38 910	1 500	74 130
Zusammen	116 926	13 525	83 860	45 336	225 174	27 060	511 881

Gegenüber dem Export bleibt der Inlandsverbrauch sehr zurück; er ist kaum nennenswert. Außer der bereits erwähnten Verwendung zu Bausteinen wird ein Teil des Asphalts in Catania und in Ragusa zu Asphaltmastix und Asphaltpulver (für Stampfasphalt) verarbeitet. Im Jahre 1901 produzierten beide Fabriken 1050 t Mastix im Wert von 47250 Lire, und 6000 t Asphaltpulver für 192000 Lire. Die Hauptmasse des Asphalts geht roh, in handlichen Blöcken, ins Ausland und die besten Abnehmer sind Deutschland und Amerika. Tabelle II (der Rivista del serv. miner. 1901 entnommen) gibt hierüber interessante Aufschlüsse.

Legen wir einen Durchschnittspreis von 15 Lire zu Grunde, so hat allein Deutschland in 20 Jahren rund 3,4 Millionen M. für Rohasphalt an Sizilien gezahlt; die Ausfuhr nach Deutschland ist ständig gewachsen, nur in 1901 soll sie infolge unsrer wirtschaftlichen Krise etwas zurückgegangen sein.

Die übrigen in Italien in Betrieb stehenden Asphaltgruben sind für den Welthandel von geringerer Bedeutung; in Betracht kommt nur noch die Gegend von Chieti in den Abruzzen, wo seit 1869 durch 2 Gesellschaften (Reh & Co. und Neufchâtel Asphalte Compagnie) Asphaltbergbau und Fabrikation von Mastix betrieben wird. 1898 wurden außer 20000 t Asphalt 809 t freies Bitumen und kleine Quantitäten Mineralöl gewonnen; durch das Vorkommen ölhaltiger Schichten unterscheidet sich Chieti sehr wesentlich von Ragusa.

Schließlich mag erwähnt sein, daß der in der Umgebung von Frosinone zwischen Rom und Neapel auftretende Asphalt, der

noch keine technische Verwendung gefunden hat, ähnlich wie bei Ragusa mit der Tektonik der Gegend eng verknüpft zu sein scheint. Herr Ingenieur Vittorio Novarese vom Ufficio geologico in Rom, dem der Verf. diese freundliche Mitteilung, ebenso wie einige charakteristische Handstücke von dort verdankt, beabsichtigt, ausführlicher darüber in dieser Zeitschrift zu berichten.

Berlin, 10. Mai 1903.

Die technisch nutzbaren Mineralien und Gesteine des Taunus und seiner nächsten Umgebung.

(Auszug aus seinem Vortrag im „Verein für Handel und Industrie“ zu Frankfurt a. M.)

Von

Rudolf Delkeskamp (München).

Sichere Nachrichten über den Erzbergbau im Taunus beginnen fast durchweg erst in verhältnismäßig später Zeit, wenn auch keineswegs die erste urkundliche Erwähnung mit dem Beginn des Bergwerksbetriebes zusammenzufallen braucht.

Die Eisenerzbergwerke in der Gegend von Wetzlar und Weilburg werden im Jahre 780 zum ersten Male urkundlich erwähnt, während der Bergbau auf Silber und Blei bei Ems im 12. Jahrhundert genannt wird, und gerade dieser letztere ist wohl der älteste seiner Art im Taunus.

Wenn auch die Nachrichten über Eisenbergbau im Taunus meist nur in das 16. Jahrhundert reichen, so hat sicherlich in

weit früherer Zeit eine Gewinnung und Verarbeitung von Eisenerzen stattgefunden.

Das beweisen die an zahlreichen Punkten, meist in der Nähe von Bächen sich findenden, mehr oder minder ausgedehnten Halden von Eisenschlacken, die in Verbindung mit alten Meilerstätten und den Resten von Eisensteinen darauf hinweisen, daß an diesen Stellen ehemals Waldschmieden bestanden haben.

Über das Alter solcher Waldschmieden ist meist sehr wenig zu ermitteln.

In dem Herrenwalde bei Königstein finden sich solche Schlackenhögel in größerer Anzahl. Dieselben sind durch den Benediktinerpater Fuchs als römischen Ursprungs erwiesen worden.

Beck und von Cohausen¹⁾ haben dargetan, daß die bei Neuenhain, am Druskippel und am Dreimühlenborn vorkommenden Schlackenhalde von einer größeren Waldschmiede herrühren, die schon vor der Anlage des Saalburgkastells bestanden hat.

Die Römer trieben mit ihren germanischen Hilfsvölkern vielfach Bergbau auf Eisen im Taunus, und die großen Schlackenhögel zeugen von langjährigem Betriebe der Schmieden.

Hier wurden durch Erhitzen und Zusammenschweißen einzelner Stücke Eisenblöcke von 4—5 Centner Gewicht hergestellt, die als schwere Ambosse dienten, und deren Größe heute noch die Bewunderung der Sachverständigen erregt.

Die hier in den Waldschmieden verhütteten Erze stammten meist von andern Orten. Über ihre Herkunft lassen sich jedoch nur Vermutungen aufstellen. Der damalige Bergbau wird sich in der Regel auch auf die Gewinnung des Ausgehenden der mächtigeren Lager beschränkt haben.

Deutliche Spuren eines alten Betriebes sind eigentlich nur bei Hallgarten und am sogenannten Kalten Wasser bei Dornholzhäuser erhalten. An letzterem Orte finden sich verschiedene alte Pingen mit hochstämmigen Eichen, in deren Nähe noch Reste einer früheren Förderung vorhanden sind. Auf dieses Vorkommen hin wurden 1873 die Brauneisensteinbergwerke Kronprinz und Elisabethenstein verliehen. Bei den damaligen Schurfarbeiten traf man auf alte voll Wasser stehende Baue.

Die Eisenerzbergwerke in der Gegend von Wetzlar sind wohl schon von den Römern betrieben worden. Ebenso wird der Bergbau auf Silber und Blei am Winterstein

bei Friedberg in damaliger Zeit bestanden haben. Es ist sehr möglich, daß die Römer beim Ausschachten des Pfahlgrabens auf das Ausgehende der Gänge stießen.

Der Taunus ist reich an Erzvorkommen; an den meisten Stellen jedoch sind die im ganzen Gebirge weitverbreiteten Erze nur in so geringer Menge vorhanden, daß dieselben in Anbetracht eines allzu kostspieligen Abbaues und schwieriger Transportverhältnisse nicht verwertet werden können. Wohl hat man vielfach auch geringere Vorkommen abzubauen versucht, doch sind solche Unternehmungen dann meist bald eingegangen. Nur in den durch Lahn, Rhein und Wetterau gekennzeichneten Grenzbezirken konnte ein lebhafter und nutzbringender Bergbaubetrieb zur Entwicklung gelangen.

Es kommen hier in Betracht: silberhaltige Bleierze, Zink-, Mangan- und besonders Eisenerze.

Bergbau auf silberhaltigen Bleiglanz und Zinkblende, die meist zusammen vorkommen und zu denen sich gelegentlich auch Kupfererze gesellen, wird vor allem in der Gegend von Ems und Holzappel im Lahntal betrieben. Die Erze werden an verschiedenen Stellen, so nördlich von Ems, am Mahlberg und in der Fortsetzung der Gänge auf dem andern Lahnufer bei Friedrichsseen und Braubach a. Rh. abgebaut.

Ein zweiter, gleichfalls lebhaft abgebauter Gangzug zieht sich von Holzappel über Obernhof, Dahlheim, Ehrental nach dem Rheine zu, um bei Wellmich auf das andere Ufer überzusetzen, wo er bei Werlau ausgebeutet wird.

Die Gangfüllung besteht aus Blende und Bleiglanz mit untergeordnetem Kupferkies und Quarz, Spateisen und Schwefelkies als Gangart. Nebengesteinstrümmen sind gar keine seltene Erscheinung. Diese Gänge gehören der kiesigen Bleiformation an, unterscheiden sich allerdings von derselben durch die regelmäßige Führung von Spateisen.

Wenckenbach unterschied sieben verschiedene Gangzüge im Lahntal, von denen der Emser und Holzappeler Gangzug die bedeutendsten waren. Da aber im Streichen und Einfallen ziemliche Unterschiede herrschen und der Zusammenhang der einzelnen zu einem Zug gerechneten Erzgänge nicht erwiesen ist, so ist diese Einteilung zur Zeit nicht aufrecht zu erhalten.

Die Emser Gänge setzen in unterdevonischen Tonschiefern, Quarziten und Grauwacken, den oberen Coblenzschichten, die NW streichen, auf. Als Gangart tritt besonders Quarz, selten Braunspat und Kalkspat auf. Spateisen ist auf den Gängen weit

¹⁾ Annalen d. Ver. f. nassauische Altertumskunde u. Geschichtsforschung 1879 Bd. 15 S. 124.