

## Die Moldavitschotter in Mähren.

Von Robert Janoschek.

INHALT.	Seite
Einleitung . . . . .	329
Historischer Überblick . . . . .	330
Ausbildung und Lagerungsverhältnisse der Moldavitschotter und ihre Beziehungen zu den Oncophora-Schichten . . . . .	333
Alter und Entstehung der Moldavitschotter . . . . .	340
Das Miozän von Kralitz, Breznik und Hösting . . . . .	344
Jüngere Schotter . . . . .	350
Quartär . . . . .	352
Zusammenfassung . . . . .	353
Literaturverzeichnis . . . . .	354

### Einleitung.

Um die Tektite hat sich seit Auffindung der ersten Stücke durch J. Mayer im Jahre 1787 in Südböhmen und durch F. Dvorský im Jahre 1878 in Mähren (F. Dvorský, 1880) ein wissenschaftlicher Streit entsponnen, der bis heute kaum als beigelegt gelten kann. Wenn auch ihre chemische Natur durch die vielen bisher durchgeführten Analysen recht gut bekannt ist und die Stimmen gegen ihre Deutung als Meteore seit dem Erscheinen der großen Monographie von F. E. Sueß im Jahre 1900 fast vollständig verstummt sind, so müssen doch noch einige Fragen als ungelöst gelten.

Ein Problem, mit dem sich eigentlich schon die frühesten Autoren beschäftigt haben, möge in dieser Arbeit eingehend behandelt werden: Wie alt sind die Schotter, in denen die Tektite in Mähren zu finden sind? Damit sollte zugleich eine Frage von astronomischer Bedeutung entschieden werden, ob nämlich die auf der Erde in einem annähernd größten Kreise aneinandergereihten Tektitvorkommnisse einem einzigen Falle angehören oder ob sich größere zeitliche Zwischenräume zwischen den einzelnen Fällen unzweifelhaft bestätigen lassen.

Mähren wurde deshalb als Untersuchungsgebiet gewählt, da dort die Zusammenhänge der Moldavitschotter mit dem Jungtertiär und dem Quartär am besten zu studieren sind und außerdem die von F. E. Sueß aufgenommenen Kartenblätter, Trebitsch-Kromau (1903) und Brünn (1909), eine vorzügliche Grundlage boten.

Zu diesem Zwecke habe ich im Spätsommer des Jahres 1933 die Moldavitfundstätten und die im Osten angrenzenden Tertiärablagerungen auf dem Kartenblatte Trebitsch-Kromau neuerlich begangen und versucht, Anhaltspunkte für eine genauere stratigraphische Einordnung der Moldavitschotter zu finden. Die Ergebnisse sind in einer kurzen vorläufigen Mitteilung schon bekanntgegeben worden (R. Janoschek, 1934).

Die Anregung zu dieser Arbeit verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. F. E. Sueß, welcher dieselbe stets in der entgegenkommendsten Weise förderte. Die Geldmittel für diese Untersuchungen hat mir die Akademie der Wissenschaften in Wien aus den Erträgen der Zach-Stiftung zur Verfügung gestellt. Ich möchte es nicht versäumen, Herrn Prof. Dr. F. E. Sueß und der Akademie der Wissenschaften in Wien für diese wertvolle Hilfe auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Zu Dank verpflichtet bin ich den Herren Bergrat Dr. H. Beck, Dr. K. Friedl, Dr. F. Kautsky, Prof. Dr. A. Kieslinger, Prof. Dr. C. Purkyně, Dr. E. Sachsels, Hofrat Prof. Dr. F. X. Schaffer für ihre freundliche Unterstützung meiner Arbeit.

### **Historischer Ueberblick.**

Die chronologische Einordnung der Moldavitschotter hat als erster F. Dvorsky erwogen, der schon im Jahre 1883 auf die wichtige Tatsache hingewiesen hatte, daß die Moldavite ein Bestandteil von Quarzschottern sind, die 50—100 m über dem heutigen Talboden der Iglawa liegen. Er vertrat die Ansicht, daß die Moldavite von der Iglawa an ihre heutigen Fundstätten gebracht wurden zu einer Zeit, als jene noch in einem um 50—100 m höher gelegenen Felsbette dahinfloß.

In einer späteren Arbeit hat F. Dvorsky (1898) die Moldavit führenden Schotter auf Grund ihrer angeblichen Lagerungsverhältnisse bei Dukovan unter den nach F. Sandberger

(1886, p. 403) mittelmiozänen Süßwasserhornstein in das tiefere Miozän gestellt.

F. E. Sueß (1900, p. 361) hat zum erstenmal die Möglichkeit erörtert, alle Tektite, die Moldavite, Billitonite und Australite, auf einen einzigen Fall zurückzuführen. Er konnte diese Hypothese aber nicht als zweckmäßig erachten, da erstens die chemischen und morphologischen Differenzen zwischen den einzelnen Tektitarten zu groß sind, zweitens aus der Region zwischen Mähren und den Billiton-Inseln bisher keine Tektite bekannt wurden und drittens die Moldavitschotter, soweit es sich schon damals beurteilen ließ, doch älter erschienen als die Tektit führenden Ablagerungen auf den Billiton-Inseln und in Australien. Andererseits wurde die angebliche Überlagerung der Moldavitschotter durch den Süßwasserhornstein bei Dukovan nicht für allzu bedeutend gehalten, sondern vielmehr für wahrscheinlich erachtet, daß die Moldavitschotter auf Grund ihres innigen Zusammenhanges mit den mittelmiozänen Ablagerungen dem gleichen Niveau angehören.

Im Jahre 1906 (a, p. 163) schreibt F. E. Sueß: „Ich bin geneigt, sie (die Moldavitschotter) für die Ablagerung der Zuflüsse zum Meere der Oncophora-Stufe zu halten; denn die genannten Schotter scheinen bei Kromau in die Oncophora-Schotter überzugehen.“

Im Jahre 1927 sind T. W. David Edgeworth, H. S. Summers und G. H. Ampt neuerlich für die Hypothese eingetreten, daß alle Tektitvorkommnisse, da sie auf einem annähernd größten Kreise der Erde aneinandergereiht sind, einem einzigen Falle angehören — diese Katastrophe sollte sich im Quartär ereignet haben —, trotz der von F. E. Sueß (1914, p. 113) geltend gemachten Einwände, nach welchen: „die chemischen Charaktere der drei am besten bekannten Tektitarten trotz aller Verwandtschaft so deutlich unterschieden“ sind, „daß es nicht angeht, sie sämtlich von einem Ereignisse herzuleiten“.

R. Schwinner (1927) hat vorwiegend auf Grund von statistischen Erwägungen darzulegen versucht, daß die Meteoritenfälle nur eine vorübergehende Erscheinung der Gegenwart seien. Als Beweis für seine Annahme führt er die Tatsache an, daß bei der großen Zahl der bisher bekannten Meteoritenfälle und der großen Verbreitung der Kohlenablagerungen noch kein einziger Meteorit in Kohlen gefunden wurde.

F. Hanuš (1928, p. 3) hebt die wichtige Tatsache hervor, daß die Moldavite durch ihre meteorische Herkunft ein seltenes geologisches Phänomen repräsentieren und durch ihre minimale Fallzeit die Bedeutung von Leitfossilien haben. Ohne auf die Arbeiten von F. Dvorský und F. E. Sueß näher einzugehen, stellt derselbe merkwürdigerweise den Fall der Moldavite zeitlich in die Nähe des ersten Auftretens des Menschen.

In jüngster Zeit wurde durch A. Lacroix (1932) ein neues großes Tektitgebiet in Indochina erschlossen. Wieder haben diese Tektite gewisse Eigenheiten gegenüber solchen aus anderen Fundgebieten. Trotzdem stellte A. Lacroix die gleiche Frage zur Diskussion wie die australischen Geologen, David Edgeworth, Summers und A. M. P. Apt, ob nämlich sämtliche sichergestellten Tektite von einem einzigen Falle herkommen, da die Hauptfundgebiete zu einer Zone über einem größten Kreise des Erdballes angeordnet erscheinen. A. Lacroix betonte allerdings ausdrücklich, daß zur Bestätigung dieser Annahme erst die Gleichzeitigkeit der verschiedenen Fälle stratigraphisch zu beweisen wäre.

Bezugnehmend auf die Arbeit von A. Lacroix hat F. E. Sueß (1932, 1933) zum Tektitproblem neuerlich Stellung genommen und an dem von ihm in seinen früheren Arbeiten geäußerten Standpunkt festgehalten. „Vorläufig muß man zugeben, daß die zugunsten der Gleichzeitigkeit der Fälle zu verwertende Lage auf einem größten Kreise reichlich aufgewogen wird durch die Schwierigkeit, die fast unverwittert auf der Oberfläche liegenden Australite mit den sicher nicht über das Jungpliozän hinaufreichenden Moldavite zeitlich gleichzustellen“ (F. E. Sueß, 1933, p. 128—129).

In einer vorläufigen Mitteilung hat sich der Verfasser (1934) dieses für ein helvetisches Alter der mährischen Moldavitschotter und somit auch gegen die Annahme eines gleichzeitigen Falles aller Tektite ausgesprochen.

Im Jahre 1934 hat A. Lacroix (1934, 1935) ein neues Tektitgebiet an der Elfenbeinküste entdeckt. Dieses liegt weit außerhalb des Kreises, der seinerzeit für die These eines einzigen Falles konstruiert wurde. Aus diesem Grunde und auch in Anbetracht des helvetischen Alters der mährischen Tektitschotter gegenüber den übrigen pleistozänen Tektitlagerstätten nimmt nun A. Lacroix ebenfalls mehrere Fälle an.

G. H. B. von Koenigswald hat im Jahre 1935 auf Java Tektite zusammen mit Säugerresten gefunden, deren frühmittelpleistozänes Alter eindeutig festgestellt werden konnte.

Schon aus Obigem ergibt sich, daß die Tektite in Ablagerungen verschiedenen Alters sich finden und daß die Moldavite vermutlich in helvetischen Schichten liegen und somit die ältesten bisher bekannten Tektite darstellen.

### **Ausbildung und Lagerungsverhältnisse der Moldavitschotter und ihre Beziehungen zu den Oncophora-Schichten.**

Die Fundplätze der mährischen Tektite liegen fast alle auf dem Kartenblatte Trebitsch-Kromau. Von einer genauen Ortsangabe der Fundstellen kann abgesehen werden, da man dieselben nach den genauen Angaben von F. Dvorský (1883, 1898, 1914), F. Hanuš (1928), F. E. Sueß (1900) und nach dem von F. E. Sueß (1903) aufgenommenem Kartenblatte Trebitsch-Kromau leicht finden kann.

Die Moldavite stammen ausnahmslos aus Schottern, die in einer Höhe von ungefähr 60—100 m über dem heutigen Talboden der Iglawa (F. Dvorský, 1883) in einzelnen kleinen Lappen dem kristallinen Grundgebirge unmittelbar aufliegen.

In der Umgebung der Stadt Trebitsch findet sich in den Moldavitschottern zwar nirgends ein größerer Aufschluß, die Beschaffenheit des Bodens und kleinere Aufbrüche auf den Feldrainen lassen aber trotzdem die Ausbildung dieses Sedimentes klar erkennen.

Auf der „Mala krohota“, O Trebitsch, besteht die Hauptmasse der Moldavit führenden Schotter aus faust-, seltener kindskopfgroßen, meist nur kantengerundeten, an der Oberfläche bräunlichen Quarzen. Seltener finden sich Stücke aus Rosenquarz, Rauchquarz, Turmalin, Granit, Pegmatit, Aplit, Amphibolit, Biotitgneis, Quarzit und ziemlich selten auch Hornsteingerölle, die aus ehemals weiter verbreiteten Juraablagerungen stammen (F. E. Sueß, 1906 a, p. 155). Vereinzelt findet man aber auch vollständig gerundete, manchmal sogar kugelförmige Gerölle aus durchscheinendem Quarz, die vielleicht aus älteren, schon aufgearbeiteten Schottern stammen. Das Zwischenmittel und einzelne in diese Grobschotter eingeschaltete Lagen bauen sich auf aus feinerem, nuß- bis erbsengroßen, hauptsächlich aus Quarz be-

stehendem Material, das ebenfalls nur einen geringen Abrollungsgrad erkennen läßt. Die Gesamtmächtigkeit der Schotter dürfte einige Meter betragen. Die Moldavite sind natürlich ziemlich selten und ich konnte nach stundenlangem Suchen nur drei Stücke finden. Diesbezüglich muß man aber in Betracht ziehen, daß der bekannte Sammler Jan Fiala in Trebitsch, der schon einige hundert Moldavite aus Mähren besitzt, in jedem Frühjahr alle Fundstellen ausbeutet.

Die Schotter liegen knapp am Rande des Steilabfalles gegen die Iglawa auf einem Granitsockel in einer Höhe von 450 m, das sind 60 m über dem heutigen Talboden; auch gegen Westen und Osten ist dieser kleine Schotterlappen von tief in den Trebitscher Granit eingeschnittenen Schluchten begrenzt. Dieser Umstand allein läßt schon auf ein präquartäres Alter dieser Ablagerung schließen. Dazu kommt noch, daß am gegenüberliegenden Ufer der Iglawa, an der Einmündungsstelle des Klahowsky-Baches, und in der Borovina, im Westen von Trebitsch, quartärer Lehm und Löß fast bis auf den Talboden der Iglawa hinabreichen, während Moldavit führende Schotter noch nie in den Tälern der Flußläufe der Oslawa, Iglawa und Rokitna gefunden werden konnten, was schon F. Dvorský (1883, 1898) und besonders F. E. Sueß (1900, 1932) immer betont haben.

Im Westen des Ortes Slawitz, unmittelbar anschließend an die letzten Häuser, sind die Moldavitschotter ganz ähnlich ausgebildet, nur sind die Gerölle viel häufiger mit oft bis 1—2 mm dicken Eisen- und Manganoxydkrusten überzogen. Hier sind die meisten Moldavite zu finden und ich konnte daselbst nicht weniger als 9 Stück aufsammeln.

Auch bei Kote 502, WSW von Slawitz, konnte ich einige Moldavite finden. Diese Stelle ist auf der geologischen Karte als Quartär eingetragen und dürfte auch sonst in der Literatur bisher noch nicht erwähnt worden sein, war aber Herrn J. Fiala und den Grundbesitzern bekannt.

Bei Slawitz liegen die Schotter sogar noch um ungefähr 50 m höher als auf der „Mala krohota“, aber die Lagerungsverhältnisse sind hier weniger klar, da die Schotter recht weit von dem epigenetisch eingetieften Tal der Iglawa entfernt sind und außerdem von quartärem Lehm überlagert werden.

Im Süden und Osten von Vladislav liegen ungefähr in der gleichen Position wie auf der „Mala krohota“ ebenfalls zwei Schotterlappen, die den Moldavitschottern vollkommen gleichen, ohne daß bisher in ihnen Moldavite gefunden werden konnten.

Gegen Osten ist die Moldavit führende Zone auf etliche Kilometer unterbrochen und die nächsten Fundstellen befinden sich erst bei Daleschitz. Auch hier stammen die Moldavite aus Schottern, die am Waldrand O Daleschitz in einer Grube gut abgeschlossen sind. Diese Schotter sehen aber anders aus; ihre Gerölle sind bedeutend kleiner, meist nußgroß und nur vereinzelt finden sich faustgroße Stücke. Sie bestehen fast ausschließlich aus Quarz und sind im allgemeinen besser gerundet als die Moldavitschotter bei Trebitsch. Diese Schotter wechsellagern mit Kiesen und gelblichen bis gelbbraunen, kreuzgeschichteten Sanden und an der Basis steht eine Lage von bläulichen, sandigen, glimmerreichen Tegel an, in dem weder Makro- noch Mikro-fossilien gefunden werden konnten. In dieser ungefähr 3 m tiefen Grube konnte ich in einem Schotterklumpen, der aus einer höheren Lage herabgestürzt ist, einen kleinen Moldavit finden. In der weiteren Umgebung wurden auf den Feldern natürlich schon etliche Moldavite gefunden; die Bedeutung dieses Fundes liegt nur darin, daß dieser Tektit im Schichtverband gefunden werden konnte. Damit ist die Zugehörigkeit dieses ganzen Komplexes, was auch aus den weiter unten zu besprechenden Lagerungsverhältnissen zu ersehen ist, zu den Moldavitschottern und seine Gleichaltrigkeit mit diesen erwiesen, wenn man nicht annehmen will, daß verschieden alte Ablagerungen Moldavite enthalten. Denn wenn es auch nicht mehr möglich ist, den Fall der Moldavite zeitlich genau zu fixieren und nach der Moldavitführung feststellen kann, welche Schotter vor und welche nach dieser Katastrophe abgelagert wurden, da sich ja alle Moldavite auf sekundärer Lagerstätte befinden, so glaube ich doch, daß sie nach F. Hanuš (1928, p. 3) die Bedeutung von Leitfossilien haben und alle Moldavit führenden Ablagerungen in Mähren geologisch gesprochen als gleichaltrig anzusprechen sind. Diese Behauptung wird nicht entkräftigt durch die äußerst seltenen Moldavitfunde in diluvialen oder noch jüngeren Ablagerungen (bisher einige wenige Stücke); hier befinden sich die Tektite mindestens auf tertiärer Lagerstätte.

Was nun die Lagerungsverhältnisse anbelangt, so ist es vollkommen ausgeschlossen, daß zwischen den Schottern, Sanden und Tegeln irgendeine Diskordanz vorhanden ist oder daß die Schotter jünger sind als die Sande und Tegel, was durch die Wechsellagerung beider eindeutig bewiesen ist. Morphologisch prägt sich dieser Tertiärlappen nicht in der Landschaft aus; er liegt auch nicht auf einer alten Ebenheit, sondern verhüllt ein altes Relief, was schon daraus zu entnehmen ist, daß inmitten des Tertiärs an einigen Stellen das kristalline Grundgebirge zum Vorschein kommt.

An der Straße zwischen Daleschitz und Slawietitz befinden sich wieder zwei große Aufschlüsse in den Moldavitschottern. Hier sind es hauptsächlich stark kreuzgeschichtete Kleinschotter und Kiese, die mit gelblichen bis bräunlichen Sanden wechsellagern; größere, aus über nußgroßen Geröllen bestehende Schotterlagen schalten sich nur mehr vereinzelt ein. Das Material wird hier zur Erzeugung von Zementrohren verwendet. Es zeigt sich also schon jetzt, daß die Moldavitschotter gegen Osten an Korngröße abnehmen und sich immer häufiger Sandlagen in sie einschalten, während der Abrollungsgrad ständig zunimmt. In dem ganzen Komplex konnte ich trotz Schlämmen von feineren Lagen keine Fossilien finden. Die Moldavite sind hier verhältnismäßig häufig und werden von den Arbeitern aufgesammelt. Die ganze Ablagerung ist ziemlich mächtig, da auf dem Boden der ungefähr 3 m tiefen Grube eine 7 m tiefe Wasserbohrung den kristallinen Untergrund noch nicht erreicht hat, wodurch sich eine Gesamtmächtigkeit von über 10 m ergibt. An der Straße gegen Slawietitz finden sich noch mehrmals einzelne Gruben in ganz ähnlichen Sedimenten.

Aus den Lagerungsverhältnissen ist hier noch viel deutlicher als bei Trebitsch das jungtertiäre Alter der Schichten zu ersehen. Abgesehen davon, daß die sicher quartären Ablagerungen ganz anders ausgebildet sind, was noch weiter unten näher ausgeführt werden soll, schmiegen sich die quartären Lehme — Löß fehlt hier — im Südwesten der Straße enge an die heutige Grundgebirgsoberfläche an. Das ganz anders aufgebaute Tertiär, nur mehr in einzelnen kleinen Lappen, z. T. in tiefen Rinnen erhalten, bedeckt ein altes Relief, das in keiner Beziehung steht zur heutigen Oberfläche.



Eine Wanderung von Slawietitz über Skrey nach Dukovan läßt die Ausbildung der Moldavitschotter klar erkennen. Immer wieder liegen sie in einzelnen mehr oder weniger kleinen Lappen auf dem kristallinen Grundgebirge, nur zum Teil vom Quartär bedeckt. Es sind meist nußgroße, nur vereinzelt faustgroße Schotter, die schon viel besser gerundet sind und mit Kleinschottern, Kiesen und Sanden wechsellagern. Größere Gruben konnte ich in dieser Gegend keine finden, da dieselben von den Bewohnern nach der Entnahme des nötigen Materials wieder zugeschüttet werden. Auf jeden Fall läßt sich auch hier wieder feststellen, daß von Westen gegen Osten das Material immer feiner wird, die Gerölle immer besser abgerollt sind und sich immer häufiger mächtiger werdende Sandlagen einschalten. Die Zugehörigkeit dieser Sedimente zu den Moldavitschottern ist, abgesehen von der petrographischen Gleichheit mit den Ablagerungen bei Dalešitz, auch dadurch erwiesen, daß F. Dvorský (1898, p. 18) bei Skrey, woher ja die größten und schönsten Moldavite stammen, in einer leider schon längst zugeschütteten, 2 m tiefen Grube einen Tektit im Schichtverband finden konnte.

Die Moldavitschotter zwischen Mohelno und Senohrad, im Norden der Iglawa, zeigen eine ähnliche Ausbildung, nur treten die Sandzwischenlagen mehr zurück und auch die Schotter selbst sind etwas gröber ausgebildet. Moldavite sind hier bedeutend seltener zu finden.

Die nächste Umgebung von Dukovan, des östlichsten bisher bekannten Tektitfundplatzes, ist aus zwei Gründen für die stratigraphische Einordnung der Moldavitschotter äußerst wichtig:

1. F. Dvorský (1898) ist es gelungen, im Nordwesten der Ortschaft Dukovan ein kleines Fleckchen eines im Maximum 20 cm mächtigen Süßwasserhornsteines zu entdecken. In diesem Gestein finden sich etliche Land- und Süßwasserkonchylien, die nach der Bestimmung von F. Sandberger (1886) am ehesten mittelmiozänes Alter haben. F. Dvorský will nun beobachtet haben, daß dieser Süßwasserhornstein die Moldavit führenden Schotter unmittelbar überlagert, auf Grund dessen er diese für älter als den mit der Süßwassermolasse parallelisierten Süßwasserhornstein hält. F. E. Suöß (1900, p. 224) konnte diese angebliche Überlagerung nicht mehr beobachten und zeichnete

auf dem Kartenblatte Trebitsch-Kromau zwischen den als Miozän ausgeschiedenen Moldavitschottern und dem Süßwasserhornstein einen ziemlich breiten Streifen Kristallin ein. Ich selbst habe diesen Süßwasserhornstein nur in losen Stücken auf den Fahrwegen gefunden; die kritische Stelle konnte ich aber nicht besichtigen, da sich dieselbe in der Mitte eines großen Kartoffelfeldes befand und jener sonst nirgends mehr anstehen dürfte. Auf Grund der Beschaffenheit der Ackererde und von Lesesteinen halte auch ich es für das Wahrscheinlichste, daß sich zwischen dem Süßwasserhornstein und den Moldavit führenden Schottern ein Streifen Kristallin einschaltet, so daß beide überhaupt nicht in Berührung kommen. Damit fällt natürlich auch die auf diese Fehlbeobachtung gegründete Altersbestimmung der Moldavit führenden Ablagerungen. Die Blöcke des Süßwasserhornsteins sind sehr weit verschleppt, was vielleicht F. Dvorský, der übrigens die angebliche Überlagerung nur in einem Felddrain beobachten konnte, getäuscht hatte.

2. Bei den letzten Häusern von Dukovan, an der Straße nach Mohelno, sind in einer 2½ m tiefen Grube gelbliche bis gelbbraune, z. T. gröbere, z. T. feinere Sande aufgeschlossen, die nur vereinzelt größere Gerölle enthalten. In diese Sande, die trotz Schlämmens keine Fossilien geliefert haben, schalten sich nur einige wenige Kiesbänder ein. In dieser Grube wurde nach Mitteilung der Bewohner von Dukovan noch nie ein Moldavit gefunden, aber auf den im Westen anschließenden Feldern sollen sie in Schottern nicht selten vorkommen, obwohl ich selbst trotz langen Suchens nicht ein einziges Stück aufsammeln konnte.

Einerseits gleichen diese Sande samt den wenigen Kiesbändern vollkommen den bedeutend dünneren Sandlagen, die sich bei Daleschitz und Slawietitz in die Moldavitschotter einschalten; auch vereinzelt bis hühnereigroße, z. T. nicht vollständig gerundete Quarze weisen auf die Zusammengehörigkeit beider hin. Es tritt hier bloß der Fall ein, daß eine in die Moldavitschotter eingelagerte Sandlinse, welche von Daleschitz gegen Osten an Dicke ständig zunehmen, zum erstenmal eine solche Mächtigkeit erreicht, daß sogar in einem größeren Aufschluß weder die liegenden noch die hangenden Schotter angeschnitten werden. Das Fehlen der Moldavite spricht nicht dagegen, da sich ja diese nur auf sekundärer Lagerstätte in hauptsächlich nach der Größe sortierten Sedimenten befinden; deshalb werden in Sanden größere

Moldavite kaum zu finden sein. Auch die Fossilfreiheit der Sande spricht für die obige Annahme, worauf ich noch weiter unten zu sprechen kommen werde.

Andererseits sind diese Sande nicht zu unterscheiden von gewissen, insbesondere etwas gröberen Typen der Oncophora-Sande, die ja im Südosten und Osten von Dukovan in einzelnen kleinen Lappen auf dem kristallinen Grundgebirge liegen; allerdings sind diese vielfach von den gegen Osten an Ausdehnung zunehmenden quartären Lehmen und Löss bedeckt. Solche Sande sind gut aufgeschlossen im Osten von Jamolitz, im Süden und Norden von Unter-Dubnian, O Tuleschitz und NW Zbanitz. Hauptsächlich sind es z. T. feine, z. T. ziemlich grobe weißliche oder gelbliche bis gelbbraune, vollkommen fossilfreie Sande, in die dünne Kies- und Kleinschotterlagen eingeschaltet sind; O Tuleschitz erreichen diese Gerölle sogar Faustgröße, von denen vereinzelte Stücke nur kantengerundet sind. S Unter-Dubnian, auf dem Feldwege von Skalka nach Nordwesten (auf der geologischen Karte Trebitsch-Kromau nicht eingezeichnet) ist eine Grube neu eröffnet worden in groben Sanden, Kiesen und Kleinschottern, die ihrer Ausbildung und Zusammensetzung nach ganz ähnlich sehen entsprechenden Typen der Moldavitschotter, abgesehen davon, daß der Abrollungsgrad ein größerer ist. Bisher wurden in allen diesen Sedimenten noch keine Moldavite gefunden.

S Dukovan beschreibt F. E. Sueß (1899, p. 57) einen Aufschluß, den ich leider nicht mehr finden konnte. Hier war „grauer feiner Sand unmittelbar überlagert von einem weißen Schotter... aus wohlgerundeten Geröllen von Granulit und Granulitgneis; ihre enge Verbindung mit Sanden deutet aber jedenfalls auf ein miozänes Alter“.

Das Tertiär im Süden und Westen von Weimißlitz hat F. E. Sueß (1899, p. 57) eingehend beschrieben und besonders auf die Verschiedenheit dieser Sedimente — das Material ist im allgemeinen viel gröber und die Gerölle sind viel weniger gerundet — von den bisher beschriebenen Ablagerungen hingewiesen, weshalb auch das Alter mangels an Fossilien nicht unzweifelhaft bestimmt werden kann. (Siehe Seite 351.)

In der Umgebung der Stadt Kromau bedecken die typischen Oncophora-Sande schon größere Flächen und treten uns zum erstenmal fossilführend entgegen. W Ribnik hat F. E. Sueß (1906 b, p. 55) solche gefunden und auf den Feldern bei Rakschitz

konnte A. Rzehak (1894) massenhaft *Oncophora*, *Cardien* und *Congerien* aufsammeln. Ich selbst fand nördlich vom Dobrinsker Bach, im Hohlweg O Kote 267, in einem tegeligen gelben Sand Abdrücke von:

*Oncophora socialis* Rzehak,

*Melanopsis* sp.

Diese fossilführende Schichte, nur ungefähr  $\frac{1}{2}$  m mächtig, ist eingelagert in weißliche bis gelbliche, glimmerreiche Sande, in die sich wieder  $\frac{1}{2}$ —1 m mächtige Schotterlagen linsenförmig einschalten; diese Lagerungsverhältnisse sind gut zu sehen in einem größeren Aufschluß am Nordende desselben Hohlweges. Die Schotter bestehen hauptsächlich aus z. T. etwas rötlich gefärbten, nuß- bis über faustgroßen, oft nur kantengerundeten Quarzen, während die kristallinen Komponenten sehr zurücktreten; nicht selten sind Jurahornsteingerölle zu finden, unter denen ich auch ein Stück mit einer *Terebratula* aufsammeln konnte. Diese Schotter gleichen, abgesehen von dem etwas besseren Abrollungsgrad und dem häufigeren Auftreten von Jurahornsteingeröllen, vollkommen den Moldavitschottern bei Trebitsch, womit ein weiterer Beweis für die Zusammengehörigkeit der Moldavitschotter und der *Oncophora*-Schichten erbracht sein dürfte.

Bei den letzten Häusern am Nordwestende von Ribnik steht am südwestlichen Hang des Grabens quartärer Lehm und Löß an, während am nordwestlichen wieder die Äquivalente der *Oncophora*-Schichten zum Vorschein kommen. Es wechsellagern hellgraue, tegelige, Pflanzenreste führende Sande mit weißlichen Sanden, Kleinschottern und Kiesen, deren Komponenten einen nicht sehr hohen Abrollungsgrad zeigen und in jeder Hinsicht den Moldavit führenden Ablagerungen zwischen Daleschitz und Skrey gleichen; in allen diesen Ablagerungen konnte ich weder Fossilien noch Moldavite finden.

### **Alter und Entstehung der Moldavitschotter.**

Wenn es auch bisher noch nicht geglückt ist, das Alter der Moldavitschotter eindeutig durch Fossilfunde zu bestimmen, so glaube ich doch, daß man aus dem näheren Studium ihrer petrographischen Beschaffenheit und ihrer Lagerungsverhältnisse, worauf ja schon z. T. im vorhergehenden Abschnitt eingegangen wurde, auf ihr Alter schließen kann.

So haben Geröllstudien gezeigt, daß erstens sowohl die Moldavitschotter als auch die einzelnen Grobschotterlagen der Oncophora-Schichten aus demselben Material aufgebaut sind, vielleicht nur mit dem einen Unterschied, daß die Zahl der Hornsteingerölle gegen Osten zunimmt, eine Erscheinung, die sich auch schon in den östlicheren Lappen der Moldavitschotter selbst zeigt. Zweitens nimmt die Komponentengröße der Moldavitschotter von Westen gegen Osten ständig ab, während der Abrollungsgrad zunimmt, so daß diese von den Schotterlagen aus den Oncophora-Schichten nicht zu unterscheiden sind. Außerdem schalten sich gegen Osten immer häufiger und immer mächtigere Sandlagen ein, die bei Dukovan zum erstenmal eine Mächtigkeit von mehreren Metern erreichen. Auf die so hervorstechende Ähnlichkeit dieser Sandlagen zwischen den Moldavitschottern und den Oncophora-Sanden wurde schon oben hingewiesen (p. 339). Die petrographische Ausbildung der Moldavit führenden Ablagerungen zwischen Skrey und Dukovan nähert sich also derjenigen der Oncophora-Schichten in einem solchen Maße, daß eine Trennung zwischen beiden Ablagerungen unmöglich erscheint.

Als wesentlichstes Argument für die Alterstellung der Moldavitschotter erscheinen mir ihre Lagerungsverhältnisse. Die Moldavit führenden Ablagerungen liegen, wie schon gesagt, 60—100 m über dem heutigen Talboden der Iglawa. In diesen und in den benachbarten Tälern liegt nur quartärer Lehm und Löß, und zwar wie ja meistens im Windschatten, worauf noch später zurückzukommen sein wird. Andererseits zeigt die Höhenlage der Schotter und ihre Verbreitung keinerlei Abhängigkeit von den heutigen Flußläufen. Die Verbreitung des Tertiärs zwischen Daleschitz und Dukovan zeigt dies vielleicht am besten. Zwischen diesen beiden Orten liegen die Moldavit führenden Ablagerungen in einzelnen Lappen in einem bogenförmig angeordneten, 1—1½ km breiten Streifen. Die Mächtigkeit ist auf die geringe Ausdehnung der Tertiärlappen eine verhältnismäßig große und beträgt z. B. NNW Slawietitz mindestens 10 m. Ungefähr 2—3 km nördlich bzw. nordöstlich von diesem Streifen fließt die Iglawa in einem 60—100 m tief eingeschnittenen, engen Felsbette, in welchem keinerlei tertiäre Sedimente zu finden sind. Es müssen also die Moldavitschotter älter sein als die Anlage der epigenetischen Täler (F. E. Sueß, 1932, p. 132).

Die gleichen Lagerungsverhältnisse weist auch das später zu besprechende Miozän von Kralitz auf, das ebenfalls in keiner Beziehung zu dem epigenetischen Tal der Oslawa steht. Diese Ablagerung kann aber, abgesehen von ihrer so verschiedenen petrographischen Entwicklung, nicht mit den Moldavit führenden Ablagerungen parallelisiert werden. Während nämlich die Schichten von Kralitz so reich an marinen Fossilien sind, deren stratigraphische Auswertung im nächsten Abschnitt behandelt werden soll, konnte in den Moldavit führenden Ablagerungen weder Mikro- noch Makrofossilien gefunden werden. In den *Oncophora*-Sanden finden sich ebenfalls erst in der Umgebung von Mährisch-Kromau Süß- oder Brackwasserfossilien. Es lassen sich also, auch was die Fossilführung anbelangt, die Moldavitschotter viel besser mit den *Oncophora*-Sanden als mit den Schichten von Kralitz parallelisieren.

Zusammenfassend läßt sich über das Alter der Moldavitschotter folgendes feststellen: Die petrographische Ähnlichkeit der Moldavit führenden Ablagerungen mit den *Oncophora*-Schichten, ihr gegenseitiges Verzahnen, das eine Trennung beider unmöglich macht, die Gleichheit ihrer Lagerungsverhältnisse und der Mangel an Fossilien in beiden lassen erkennen, daß beide Komplexe gleich alt sind. Da nun die *Oncophora*-Schichten nach A. Rzehak (1882 a, b, 1892, 1893) in das Grunder Niveau eingeordnet werden, so sind auch die Moldavitschotter in die helvetische Stufe des Miozäns zu stellen.

Diese Deutung ordnet sich auch in das allgemeine Bild über die Entstehung beider Ablagerungen am besten ein.

Dem ganzen petrographischen Habitus nach sind die Moldavitschotter in der Umgebung von Trebitsch als Flußschotter zu bezeichnen; und zwar haben sie den Charakter von Lokalschottern, wofür auch der so geringe Abrollungsgrad spricht, da sie aus demselben Material bestehen wie das sie umgebende moldanubische Grundgebirge. Als fremde Elemente treten uns nur die Tektite, die Hornsteingerölle und die vereinzelt, vollständig gerundeten Quarze entgegen. Diese kugelrunden, oft durchscheinenden Quarze stammen vielleicht aus älteren, schon längst abgetragenen Schottern, was auch für die Hornsteingerölle gelten kann, die als die einzigen Überreste einer einst ziemlich weit ausgedehnten Juradecke zu bezeichnen sind (F. E. Sueß, 1906 a, p. 155);

Die Herkunft der Tektite ist noch rätselhafter. Sicher sind sie, und zwar spätestens im Helvet, als meteorische Körper in großer Zahl zur Erde gefallen. Aber nur ein Bruchteil von ihnen wurde von Bächen zusammen mit der Hauptmasse der übrigen Gerölle abgelagert. Ob aber die Moldavite zum erstenmal in den Moldavitschottern sedimentiert wurden, sich also auf sekundärer Lagerstätte befinden, oder ob sie aus älteren, aufgearbeiteten Schottern stammen, diese Frage muß — vielleicht für immer — unbeantwortet bleiben. Für die Annahme, daß sich die Moldavite mehr oder weniger nur auf sekundärer Lagerstätte befinden, spricht erstens ihre verhältnismäßige Häufigkeit und zweitens ihr guter Erhaltungszustand, da nur ein geringer Prozentsatz Verwitterungserscheinungen wie Fingernägeleindrücke usw. (F. E. Sueß, 1900, p. 251 ff.) aufweist.

Im Helvet wurde der Verwitterungsschutt des moldanubischen Grundgebirges und die Abtragungsprodukte der vermutlich vorhandenen älteren Schotter zusammen mit den wahrscheinlich frei an der Oberfläche herumliegenden Tektiten in Bächen und kleineren Flüssen gegen Osten, bzw. Südosten, also ungefähr entsprechend der heutigen Entwässerungsrichtung, abtransportiert. Im Oberlauf dieser Wasseradern ist dieser Schutt noch recht wenig abgerollt und sortiert nur in einzelnen tiefer liegenden Partien der gegen Osten, bzw. gegen Südosten sanft geneigten alten Landoberfläche liegen geblieben. Als Überreste solcher von der Denudation verschonter Ablagerungen möchte ich die wenigen kleinen Lappen von Moldavitschottern in der Umgebung von Trebitsch betrachten.

Den größeren Teil jenes Schutttes haben aber die Bäche, z. T. vielleicht schon zu kleineren Flüssen vereinigt, talabwärts getragen. Auf diesem Wege wurde das Material immer mehr zerkleinert und nach der Größe sortiert und im Mündungsbereich dieser Wasserläufe in das brackische, z. T. vielleicht sogar ausgesüßte Binnenmeer der Oncophora-Stufe abgelagert, dessen Fluten den tiefer gelegenen südwestlichsten Teil der böhmischen Masse bedeckt haben. Jenem Bereich gehören an die Moldavit führenden Ablagerungen zwischen Daleschitz und Dukovan, die ja alle den Charakter von Delta-Ablagerungen haben. Ihr ständiger Wechsel von Schottern, Kiesen und Sanden, z. T. Kreuzschichtung zeigend, wird zurückzuführen sein auf die jeweilige Wasserführung dieser Wasserläufe, die bei Hochwasser gröbere Schuttmassen brachten,

während bei tiefstem Wasserstand nur feines Material abgesetzt wurde, wie etwa die bläulichen, sandigen Tegel bei Daleschitz (siehe p. 335). Gegen Osten wurden dann all diese Absätze von den Wogen des Oncophora-Meereres aufgearbeitet und treten uns heute als die Oncophora-Sande mit ihren vereinzelt Schotter-schnüren entgegen. Damit bestätigt sich auch die Ansicht von F. E. Sueß (1906 a, p. 163), die Moldavitschotter „für die Ablagerung der Zuflüsse zum Meere der Oncophora-Stufe zu halten“.

In diesem Rahmen ist es verständlich, daß 1. der Abrollungsgrad der Moldavitschotter gegen Osten ständig zunimmt, die Komponentengröße dagegen ständig abnimmt, daß 2. die Moldavit führenden Ablagerungen und die Oncophora-Schichten aus demselben Material bestehen und gegenseitig verzahnen und daß 3. in den am weitesten aufgearbeiteten Oncophora-Schichten bisher noch keine Tektite gefunden werden konnten.

Die Moldavit führenden Ablagerungen und die Oncophora-Schichten oder einfacher gesagt, die Süß- bzw. Brackwasser-ablagerungen der helvetischen Stufe haben im Helvet den größten Teil der südwestlichsten Ausläufer der böhmischen Masse bedeckt und in ziemlicher Mächtigkeit ein altes Relief verschüttet. Heute sind aber von diesen mächtigen, ehemals zusammenhängenden helvetischen Ablagerungen nur mehr verhältnismäßig kleine Denudationsreste erhalten; denn seit dem Rückzug des miozänen Meereres bis auf den heutigen Tag war der Süd- bzw. Ostrand des böhmischen Massivs Abtragungsgebiet, abgesehen von der Aufschüttung der jüngeren Terrassenschotter und der quartären Ablagerungen, so daß im Laufe des Obermiozäns, Pliozäns und des Quartärs die alte prähelvetische Landoberfläche wieder exhumiert wurde. Aber auch diese bleibt nicht erhalten, sondern fällt ebenfalls der Zerstörung anheim.

### **Das Miozän von Kralitz, Breznik und Hösting.**

Bei Kralitz befindet sich ein kleiner Lappen von tertiären Sedimenten, welche im Gegensatz zu den in der weiteren Umgebung verbreiteten helvetischen Sanden und Schottern überaus reich an marinen Fossilien sind. Zum erstenmal in der Literatur erwähnt dieses Vorkommen A. O b o r n y (1866). Die Fauna haben F. T o u l a (1893) und V. J. P r o c h á z k a (1893) einer eingehenden Bearbeitung unterzogen.



Aufgeschlossen sind diese Sedimente lediglich im Südosten des großen Bahnviaduktes bei der Eisenbahnstation Kralitz, im Bacheinschnitt. Der Aufschluß ist ungefähr  $1\frac{1}{2}$  m hoch und  $1\frac{1}{2}$  m breit und besteht von oben nach unten aus folgenden Schichten:

- weißer bis gelblicher, mürber Leithakalk,
- mürber, grauer Mergel mit zahlreichen Lithothamnien,
- grünlichgrauer Sand,
- harter, gelbbrauner Mergel, vorwiegend bestehend aus Lithothamnien und Bryozoen,
- gelber, fossilreicher Sand.

Die einzelnen Schichtglieder dürften sehr rasch auskeilen, da obgenannte, von mir beobachtete Schichtfolge weder mit der von F. Toulà (1893, p. 2) noch mit der von V. J. Procházka (1893, p. 59) erwähnten völlig übereinstimmt. Vielleicht waren es verschiedene Aufschlüsse, welche die einzelnen Autoren untersuchten, im allgemeinen handelt es sich aber um die gleichen Sedimente, da hauptsächlich nur die Aufeinanderfolge derselben verschieden beschrieben wurde.

Die Fauna dieser äußerst fossilreichen Schichten zeigt folgende bemerkenswerte Züge:

Die sonst bei marinen Faunen artenreichsten Gruppen treten sehr zurück — die Gastropoden sind nur durch 4 Arten (2 *Scalaris*, 1 *Dentalium*, 1 *Caecum*) und die Bivalven nur durch 17 Arten vertreten (10 *Pecten*, 1 *Spondylus*, 4 *Ostrea*, 1 *Modiola*, 1 *Lithodomus*). Von den Mollusken treten also lediglich die Pectiniden arten- und individuenreich auf. Dafür sind aber andere Faunengruppen sehr zahlreich vorhanden, wie z. B. die Foraminiferen (110 Arten), die Bryozoen (75 Arten). Außerdem finden sich Spongien, Anthozoen, Asteroiden, Echiniden, Vermes, Ostracoden, Brachiopoden und Balanen.

Um die Frage zu lösen, welcher Stufe des Miozäns die Schichten von Kralitz angehören, habe ich die Pectiniden einer neuerlichen Bearbeitung unterzogen, welche ja im allgemeinen am besten für die Altersbestimmung geeignet sind. Aus der Sammlung des Geologischen Institutes der Technischen Hochschule, der

Geologischen Bundesanstalt<sup>1)</sup> und aus meiner eigenen Aufsammlung konnte ich folgende Arten bestimmen:

	Vorkommen
<i>Pecten praebenedictus</i> Tourn.	H. T. <sup>2)</sup>
„ <i>revolutus</i> Mich.	T.
„ <i>subarcuatus</i> Tourn. var. <i>styriaca</i> Hilber	B. H. T.
„ ( <i>Oopecten</i> ) <i>latissimus</i> Brocch. var. <i>austriaca</i> Kautsky	H. T.
<i>Amussium cristatum</i> Bronn. var. <i>badensis</i> Font.	H. T.
„ ( <i>Pseudoamussium</i> ) <i>corneum</i> Sow. var. <i>denudata</i> Reuss.	H. T.
<i>Chlamys</i> ( <i>Aequipecten</i> ) <i>multiscabrella</i> Sacco	B. H. T.
„ „ <i>semiensis</i> Lam.	B. H.
„ „ <i>spinulosa</i> Münst.	T.
„ „ <i>Koheni</i> Fuchs	? H. T. ?

Mit Hilfe der Pectiniden scheint also trotz ihres relativen Artenreichtums eine eindeutige Altersbestimmung auf Schwierigkeiten zu stoßen. Trotzdem halte ich es aber doch für möglich, das Alter der Schichten von Kralitz mit einiger Sicherheit aus obiger Faunenliste zu bestimmen; allerdings kann dieses Ergebnis mit den anderen Faunengruppen heutzutage kaum überprüft werden.

Sicher ist, daß auf Grund der Pectiniden der hier besprochene Schichtkomplex nicht dem Burdigal angehören kann, da der größte Teil der aus Kralitz bisher bekannten Pectiniden in dieser Stufe noch nicht vorkommt. Nicht leicht zu entscheiden ist aber, welcher der beiden mittelmiozänen Stufen, dem Helvet oder dem Torton, das Miozän von Kralitz angehört. Außer den Übergangsformen kommen nämlich sowohl helvetische als auch tortone Leitfossilien nebeneinander vor.

Drei Möglichkeiten können zur Erklärung dieser merkwürdigen Tatsache herangezogen werden:

1. Die für das Helvet leitende Form befindet sich auf sekundärer Lagerstätte und die Schichten von Kralitz sind in das Torton zu stellen. Dies dürfte aber nicht der Fall sein, da gerade

<sup>1)</sup> Für die Möglichkeit, diese Fauna bearbeiten zu dürfen, bin ich den Herren Prof. Dr. J. Stiny, Prof. Dr. A. Kieslinger und Oberbergirat Dr. H. Beck und für die wertvolle Hilfe bei der Bestimmung Herrn Dr. F. Kautsky zu großem Dank verpflichtet.

<sup>2)</sup> B. = Burdigal, H. = Helvet, T. = Torton.

die helvetische Leitform, *Chlamys (Aequipecten) seniensis* Lam., am häufigsten zu finden ist und die einzelnen Exemplare nicht den geringsten Abrollungsgrad erkennen lassen.

2. Es könnten die Schichten von Kralitz Übergangsschichten sein, in welchen das Auftreten von Leitfossilien aus beiden Stufen nichts auffälliges wäre. Diese Deutung ist nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, würde aber für Niederösterreich und Mähren ein einzig dastehender Fall sein, da gerade zwischen dem Helvet und dem Torton eine größere Diskordanz zu erwarten ist.

3. Auf eine dritte Deutungsmöglichkeit wurde ich durch Herrn Dr. F. Kautsky aufmerksam gemacht, welche auch die wahrscheinlichste sein dürfte. Ein Teil der Leitformen ist vermutlich nicht so horizontbeständig, als es bisher angenommen wurde, und zwar scheint dies für *Pecten revolutus* Mich. und *Chlamys (Aequipecten) spinulosa* Münst. zu gelten.

Von *Pecten revolutus* Mich. sind bisher nur 2 rechte Klappen aus dem Torton von Gumpoldskirchen und Wöllersdorf beschrieben worden. Eine so seltene Form kann daher keine sehr große Bedeutung als Leitfossil haben.

*Chlamys (Aequipecten) spinulosa* Münst. ist eine typische Tegelform. Da bisher keine helvetischen Tegelfaunen aus dem Wiener Becken beschrieben wurden, ist diese Form hauptsächlich ein Faziesfossil und nur in zweiter Linie als Leitfossil für eine bestimmte Stufe anzusprechen.

*Chlamys (Aequipecten) seniensis* Münst. dagegen ist eine Sandform. Da Sandfaunen aus dem Wiener Becken aus beiden Stufen, aus dem Helvet und dem Torton, in großer Zahl bekannt sind und obgenannte Form bisher nur in typischen helvetischen Schichten gefunden werden konnte, kann man mit gutem Recht *Chlamys (Aequipecten) seniensis* Münst. als helvetische Leitform bezeichnen. Außerdem ist diese Art das häufigste Fossil in den Schichten von Kralitz, weshalb ich im Gegensatz zu einer früheren Vermutung (R. Janoschek, 1934) das Miozän von Kralitz in die helvetische Stufe stelle und dem Vorkommen von *Pecten revolutus* Mich. und *Chlamys (Aequipecten) spinulosa* Münst. weniger Bedeutung beimesse. Vielleicht wird es später möglich sein, bessere Altersbeweise zu liefern, wenn einmal auch andere Tiergruppen, insbesondere Foraminiferen, in größerem Maßstabe zur Trennung von Helvet und Torton herangezogen werden können.

Die kleinen Schotterlappen unmittelbar östlich und nördlich der Ortschaft Kralitz möchte ich nicht wie F. E. Sueß (1903, 1906 b) ins Miozän stellen, sondern halte dieselben für jünger, worauf weiter unten noch zurückzukommen sein wird.

Im Süden von Kralitz steht in der Ortschaft Breznik mariner Tegel an (F. E. Sueß, 1906 b), welcher aber nirgends aufgeschlossen ist.

Noch weiter gegen Süden sind an der Straßböschung, welche zur Oslawan hinabführt, z. T. marine Schichten aufgeschlossen. Von oben gegen unten konnte folgendes Profil beobachtet werden:

Größere und feine Schotter wechsellagernd; die Gerölle sind sehr gut gerundet; 2 m mächtig;

Blockschotter, große, bis  $\frac{1}{2}$  m lange, z. T. nur kantengerundete Blöcke, bestehend aus weißem Granulit, Bitterscher Gneis, Quarz und vereinzelte kleine Stücke aus jurassischem Hornstein, liegen wirt durcheinander in kiesigem Zwischenmittel, dessen Quarze gut gerundet sind; 2 m mächtig;

graugrüne, sandige Tonmergel, in dessen Schlämmrückstand Seeigelreste und Foraminiferen gefunden werden konnten;  $1\frac{1}{2}$  m mächtig;

Blockschotter, welche hauptsächlich aus weißen Granulitblöcken bestehen; wechsellagernd mit feineren Schotterlagen; mehrere Meter mächtig.

Gegen das Tal sind die gleichen Sedimente in ähnlicher Wechsellagerung nicht mehr so schön aufgeschlossen, so daß die genaue Schichtenfolge nicht verzeichnet werden konnte. Beim Fluß selbst steht Amphibolit an.

Das Alter dieses Schichtkomplexes, auf welchen schon F. E. Sueß (1906 b) hingewiesen hat, ist natürlich auf Grund der spärlichen Fossilreste nicht mit Sicherheit zu bestimmen; derselbe dürfte aber mit den Schichten von Kralitz gleichaltrig sein.

Zur selben Zeit dürften auch die Schichten von Hösting, in der Südwestecke des Kartenblattes, abgelagert worden sein. Von dieser Lokalität sind, abgesehen von einigen zur Altersbestimmung nicht verwertbaren Fossilien, folgende Pectiniden bekannt:

	Vorkommen
Pecten praebenedictus Tourn.	H. T. <sup>3)</sup>
„ subarcuatus Tourn. var. styriaca Hilber	B. H. T.
Chlamys (Aequipecten) multiscabrella Sacco	B. H. T.

Diese Formen schließen nur ein burdigalisches Alter dieser Schichten aus, zeigen aber nicht, ob dieselben dem Helvet oder dem Torton angehören.

Nun erhebt sich die Frage, in welchem Zusammenhange die Schichten von Kralitz, Breznik und Hösting mit den Oncophorasanden und vor allem mit den Moldavitschottern stehen.

In einem früheren Abschnitte wurde eingehend ausgeführt, daß der Abrollungsgrad der Moldavitschotter gegen O bzw. OSO langsam zunimmt und daß dieselben ganz allmählich in die typischen Oncophorasande übergehen. Ferner konnte in den Moldavitschottern kein einziges Fossil gefunden werden und die Oncophorasande enthalten erst in der Gegend von Mährisch-Kromau Brackwasser-Fossilien.

Die Schichten von Kralitz und Breznik mit ihren Leithakalken, Mergeln, Tonmergeln und Sanden sind nun petrographisch ganz anders ausgebildet und passen mit ihrer reichen marinen Fauna gar nicht in den Rahmen der Moldavitschotter und Oncophorasande. Es wäre schwer vorstellbar, daß auf eine Entfernung von nur 10 km so verschiedene Sedimente entstanden sein sollten, während die Oncophorasande ja noch über den Ostrand des Kartenblattes hinaus gleich ausgebildet sind. Andererseits ist kaum anzunehmen, daß auf diese kurze Entfernung so verschiedenartige Lebensbedingungen geherrscht hätten, daß auf der einen Seite nur eine kümmerliche Süß- bzw. Brackwasserfauna leben konnte, auf der anderen Seite aber Pectiniden, Korallen, Bryozoen, Foraminiferen und Lithothamnien, also Lebewesen, welche gegen jede Änderung des Salzgehaltes sehr empfindlich sind, sich reichlich entfalten konnten.

Außerdem wurde in den Schichten von Kralitz, Breznik und Hösting noch nie ein Moldavit gefunden, eine in diesem Zusammenhang sicher bemerkenswerte Tatsache.

Es hat sich also ergeben, daß die Moldavitschotter, die Oncophora-Sande und -Schotter, und wahrscheinlich auch die Schichten von Kralitz, Breznik und Hösting helvetisches Alter haben.

<sup>3)</sup> B. = Burdigal, H. = Helvet, T. = Torton.

Da aber diese Schichtgruppen nur mehr in Form von kleinen, meist unzusammenhängenden Lappen noch vorkommen und außerdem große Teile von quartärem Löß und Lehm verhüllt sind, konnte nicht eindeutig entschieden werden, welcher von beiden Komplexen älter ist. Rein gefühlsmäßig möchte ich die Schichten von Kralitz usw. für jünger als die Oncophora-Sande halten, wofür vielleicht das Auftreten von zweien, bisher für das Torton als leitend geltenden Pectiniden spricht.

### **Jüngere Schotter.**

Im Verbreitungsbereich der Moldavitschotter und der mit ihnen zusammenhängenden Oncophora-Sande und Schotter gibt es eine Anzahl von kleinen Schotterlappen, welche auf Grund ihrer petrographischen Ausbildung und insbesondere ihrer Lagerungsverhältnisse nicht mit den helvetischen Ablagerungen parallelisiert werden können.

Diese hier als jüngere Schotter bezeichneten Ablagerungen sind nicht alle gleichaltrig, sondern es sind aller Wahrscheinlichkeit nach unter diesem Begriff alle altquartären, bis pliozänen und möglicherweise sogar obermiozänen Ablagerungen zusammengefaßt. Vielleicht wird es später einmal möglich sein, auf Grund einer genauen, auf einen größeren Raum ausgedehnten morphologischen Untersuchung dieselben in die richtigen Stufen einzuordnen. Wirbeltierreste sind aus diesen Sedimenten bisher noch keine bekannt geworden.

Alle diese Schotterlappen hier nun anzuführen und genau zu beschreiben, würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten. Es sollen lediglich einige bemerkenswerte und strittige Vorkommen erwähnt und anschließend ihre Ausbildung und ihre Verbreitung im Vergleich zu den Moldavitschottern behandelt werden.

Im Westen von Namiest und im Norden von Kralitz findet sich an einigen Stellen auf den Äckern eine Überstreuung von kantengerundeten, meist bräunlich gefärbten Quarzen und Kristallintrümmern, welche ihrem Habitus nach eine gewisse Ähnlichkeit mit den Moldavitschottern bei Trebitsch haben. Da aber in diesen Sedimenten noch nie ein Moldavit gefunden wurde und außerdem die im Süden bei Dukowan anstehenden Moldavitschotter ganz anders ausgebildet sind, wäre es schwer vorstellbar, daß beide gleichaltrig sind. Außerdem dürften diese Ablagerungen

an Ebenheiten gebunden sein, was ebenfalls gegen eine Gleichstellung mit den Moldavitschottern spricht.

Im Westen und Osten der Ortschaft Breznik stehen Schotter an, welche mit braunen Sanden und Kiesen wechsellagern. Die Gerölle bestehen aus Quarz, Aplit, Pegmatit, Granulit und Gneis, und sind sehr gut gerundet. Diese Schichten möchte ich ebenfalls wie F. E. Sueß (1906 b) für jünger halten und nicht mit den Ablagerungen S Koroslep (siehe Seite 348) gleichstellen.

Auch die auf der geologischen Karte Trebisch-Kromau (F. E. Sueß 1903) N Jamolitz eingezeichneten Schotter sind typische Terrassenschotter, und zwar der Iglau. Sie führen bis kopfgroße Blöcke aus Gneis, Granulit, Pegmatit, Amphibolit, Eklogit und Serpentin und haben einzelne dünne Lagen von braunen, glimmerreichen Sanden.

Die Schotter O Rouchowan und S Röschitz sind gleichfalls ganz anders ausgebildet als die im Norden bei Dukowan anstehenden Moldavitschotter. Sie sind viel weniger gerundet und haben eine gewisse Ähnlichkeit mit den Schottern von Namiest. Ich bezweifle deshalb ihre Zugehörigkeit zu den Moldavitschottern und halte sie für bedeutend jünger, wofür auch ihre vermutliche Lagerung auf Ebenheiten zu sprechen scheint.

Im Nordwesten von Weimißlitz, am Nordufer der Rokitna liegen auf einer Ebenheit, z. T. über Sanden mit einzelnen Kieslagen fraglichen Alters, grobe Schotter, deren Gerölle über Kindskopfgröße erreichen. Sie setzen sich zusammen aus Quarz und den verschiedenen kristallinen Gesteinen der Umgebung; besonders hervorheben möchte ich nur die nicht seltenen, manchmal bis über faustgroßen Hornsteingerölle. Die Quarze sind zum Teil etwas bräunlich und nicht immer vollkommen gerundet, im Gegensatz zu den in nächster Umgebung anstehenden Schottern aus den Oncophora-Sanden. Äußerlich mögen sie eine gewisse Ähnlichkeit mit den Trebitscher Moldavitschottern haben, sie sind aber grundverschieden von den Moldavit führenden Schottern zwischen Daleschitz und Dukowan und liegen außerdem nur ungefähr 30 m über dem heutigen Talboden der Rokitna. Es bestätigt sich also die Ansicht von F. E. Sueß (1899 p. 57, 1906 b), welcher diese Schotter für jüngere Lokalschotter hielt.

Die wenigen hier angeführten Beispiele zeigen, daß die in diesem Abschnitt behandelten Ablagerungen aus folgenden Gründen nicht mit den Moldavitschottern parallelisiert werden können:

1. Alle diese Schotter sind typische Lokalschotter und als solche sehr verschieden ausgebildet, so daß z. B. ganz bestimmte Gesteinskomponenten unter den Geröllen vorherrschen. Die Moldavitschotter dagegen gehören einem gemeinsamen Ablagerungsbereich an. Sie werden von Westen gegen Osten allmählich feiner und gehen in typische Onco-phora-Sande und -Schotter über. Allerdings war es nicht immer leicht, die jüngeren Schotter von den Moldavitschottern zu trennen, welche Schwierigkeit besonders durch die schlechten Aufschlußverhältnisse, die große Quartärbedeckung, die unzusammenhängende, lappenförmige Verbreitung und die Fossilarmut beider vergrößert wird.

2. Sie liegen meistens auf mehr oder weniger deutlich erkennbaren Ebenheiten und z. T. sogar im Bereiche der größeren Täler, Oslawa, Iglau, Rokitna, ca. 30—50 m über dem heutigen Talboden. Die Moldavitschotter dagegen zeigen nicht die geringste Abhängigkeit von diesen Tälern und liegen nicht auf Ebenheiten.

3. In allen diesen hier zusammengefaßten Schotterablagerungen wurde noch nie ein Moldavit gefunden, was als weiterer, wenn auch negativer Anhaltspunkt für ein von den Moldavitschottern verschiedenes Alter spricht. Und wenn es auch einmal gelingen sollte, in diesen Schottern einzelne Moldavite zu finden, so wäre damit noch lange nicht das helvetische Alter der Moldavitschotter widerlegt; denn es könnte ja wirklich ein aus typischen Moldavitschottern umgelagerter Moldavit in jüngere Schotter gelangt sein. Auf jeden Fall ist es sehr bemerkenswert, daß ein solcher Fall bisher noch nicht bekannt wurde.

### Das Quartär.

Das in dieser Arbeit behandelte Gebiet ist zu einem großen Teil von quartären Ablagerungen bedeckt. Diese bestehen aus braunen Lehmen mit einzelnen Sand- und Schotterlagen, aus typischen Löß und im Bereiche der heutigen Wasseradern z. T. aus fluviatilen Sedimenten. Ihre Mächtigkeit schwankt außerordentlich und beträgt maximal 20—25 m. Nähere Details finden sich in den Arbeiten F. E. Sueß (1897, 1899 p. 54, 1906 b p. 64). In diesem Aufsatz sei lediglich auf folgende Gesichtspunkte hingewiesen:

1. Die in früheren Abschnitten ausführlich behandelten Moldavit führenden Ablagerungen sind petrographisch ganz anders ausgebildet als die quartären Sedimente.



2. Die quartären Schichten liegen im allgemeinen auf einer ungefähr der heutigen Landoberfläche entsprechenden Fläche, was insbesondere darin seinen Ausdruck findet, daß sie bis auf den Boden der schon vorher entstandenen epigenetischen Täler reichen. Die Moldavitschotter dagegen zeigen nicht die geringste Abhängigkeit von den heutigen Flußläufen und liegen nie in den Tälern selbst, was nur dadurch erklärt werden kann, daß sie vor Eintiefung der großen epigenetischen Täler abgelagert worden sind.

3. In den quartären Ablagerungen sind Moldavite nur sehr selten gefunden worden, ein weiterer Beweis dafür, daß die Moldavite aus älteren Ablagerungen stammen und nur durch Aufarbeitung derselben in quartäre Schichten gelangt sein können.

Einen Moldavit konnte ich selbst in quartären Schichten, auf der nur wenige Meter über der Rokitna gelegenen Ebenheit N Weimßblitz finden. Derselbe zeigt die von F. E. Sueß (1900, p. 251 ff) als typische Verwitterungserscheinung gedeuteten Fingernageleindrücke. Dieser Fund hat vielleicht insoferne Bedeutung, als er einerseits der östlichste bisher bekanntgewordene ist und andererseits auf ein im Einzugsgebiet der Rokitna, vielleicht bisher noch unbekanntes Moldavitvorkommen schließen läßt.

### **Zusammenfassung.**

Das Studium der mährischen Moldavitfundstätten und der in ihrer weiteren Umgebung verbreiteten tertiären und quartären Sedimente hat zu folgenden Ergebnissen geführt:

1. Die Moldavit führenden Ablagerungen, im Westen bei Trebitsch noch als grobe, wenig gerollte Quarzschotter entwickelt, werden gegen Osten immer feiner und gehen bei Dukovan ganz allmählich in die Oncophora-Schichten über. Damit ist erwiesen, daß die Moldavitschotter mit den Oncophora-Schichten gleichaltrig und in die helvetische Stufe des Miozäns zu stellen sind.

2. Die marinen Schichten von Kralitz, Breznik und Hösting gehören aller Wahrscheinlichkeit auch dem Helvet an. Sie sind aber ganz anders ausgebildet als die Moldavitschotter und die Oncophora-Schichten und enthalten keine Moldavite.

3. Die jüngeren Schotter und die quartären Schichten sind ebenfalls ganz anders entwickelt als die Moldavitschotter und liegen außerdem im Bereiche der großen epigenetischen Täler, was für die Moldavitschotter keinesfalls gilt.

4. Es konnte also eindeutig erwiesen werden, daß die mährischen und vermutlich auch die böhmischen Moldavite spätestens im Helvet als meteorische Körper zur Erde gefallen sind und somit die ältesten, bisher bekanntgewordenen Tektite und überhaupt die ältesten Meteoriten darstellen. Damit sind alle Deutungen, welche von astronomischen oder statistischen Erwägungen ausgehend, den Fall der Moldavite in das Quartär stellen, als widerlegt zu betrachten. Es ist daher unmöglich, die Meteoritenfälle nur als eine vorübergehende Erscheinung der Gegenwart zu bezeichnen.

5. Mit dem Nachweis eines helvetischen Alters der Moldavitschotter ist es auch gelungen, die Hypothese von der Gleichzeitigkeit aller Tektitfälle endgültig zu widerlegen. Die verschiedenen Tektitarten entsprechen somit verschiedenen, zeitlich oft weit voneinander getrennten Tektitfällen und sind nicht unter der Annahme von chemischen Differenzierungen von einem einzigen vorbeiziehenden Boliden abzuleiten. Es konnte also durch eingehende Untersuchung des mährischen Moldavitgebietes das von F. E. Sueß (1914, p. 113; 1933, p. 128) durch genaue morphologische und chemische Untersuchung der Tektite und durch astronomische Erwägungen gewonnene Ergebnis bestätigt werden, daß die verschiedenen Tektitarten trotz ihrer Eintönigkeit von einander so verschieden sind, daß sie nicht von einem einzigen Falle hergeleitet werden können.

#### LITERATURVERZEICHNIS.

Dvorský F., 1880: Über einige in der Umgebung von Trebitsch vorkommende Felsarten und Mineralien. 3. Programm des Staatsuntergymnasiums zu Trebitsch.

— 1883: Die am Iglavaflusse abgesetzten Moldavitquarzgerölle. (Ein Beitrag zur Bouteillensteinfrage.) Programm des Gymnasiums in Trebitsch, p. 2—17.

— 1898: O vltavínech moravských. Museum Franciscum, Annales. Brünn, p. 55 ff.

— 1914: Zpráva o dvou nových naležitich vltavinů. Časopis Morav. Museum. Brünn, p. 1 ff.

T. W. David Edgeworth, H. S. Summers, G. H. Ampt, 1927: The Tasmanian tektite, Darwin Glass. Proc. roy. Soc. of Victoria, Melbourne.

Fuchs Th., 1876: Über den sogenannten „Badener Tegel“ auf Malta. Sitzsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, I. Abteil., Bd. LXXIII, p. 1—7.

Hanuš F., 1928: O moldavitech čili vltavínech z Čech a Moravy. Rozpravy II. Tridy české Akademie Ročník XXXVII. Číslo 24, p. 1—83.

Janoschek R., 1934: Das Alter der Moldavitschotter in Mähren. (Vorläufige Mitteilung.) Anzeiger d. Akad. d. Wiss. in Wien, Math.-naturwiss. Klasse, Nr. 17.

Kautsky F., 1928: Die biostratigraphische Bedeutung der Pectiniden des niederösterreichischen Miozäns. Annalen d. Naturhist. Museums in Wien, XLII. Bd., p. 245—273.

Koenigswald G. H. R. v., 1935: Vorläufige Mitteilung über das Vorkommen von Tektiten auf Java. Koninklijke Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam. Proceedings. Vol. XXXVIII, Nr. 3, p. 287—289.

Lacroix A., 1932: Les Tectites de l'Indochine. Archive du Museum National d'Histoire Naturelle. 6. Serie. T. VIII, p. 193—236.

— 1934: Sur la découverte de tectites à la Côte d'Ivoire. Extrait des Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences. t. 199, p. 1539; séance du 26. déc., p. 1—4.

— 1935: Les Tectites de l'Indochine et de ses abords et celles de la Côte d'Ivoire. Archives du Museum d'histoire Naturelle. Vol. du Tricentenaire, 6 c Série, Tom. XII, p. 151—170.

Oborny A., 1866: Die geognostischen Verhältnisse der Umgebung von Námest. Verhandl. d. naturforsch. Vereines in Brünn, Bd. V, p. 19—35.

Procházka V. I., 1893: Das Miocæn von Kralic nächst Námest in Mähren. Böhm. Gesellschaft d. Wissenschaften, Prag.

Rzehak A., 1882a: Beitrag zur Kenntnis der Tertiärformation im Außer-alpinen Wiener Becken. I. Der Grunder Horizont in Mähren. Verhandl. d. naturforsch. Vereines in Brünn, Bd. XXI, p. 1—19.

— 1882b: Die I. und II. Mediterranstufe im Wiener Becken. Verhandl. d. Geol. Reichsanstalt in Wien, p. 114—115.

— 1892: Die Fauna der Oncophora-Schichten Mährens. Verhandl. d. naturforsch. Vereines in Brünn, Bd. XXXI, p. 1—51.

— 1893: Zur Stellung der Oncophora-Schichten im Miocæn des Wiener Beckens. Verhandl. d. naturforsch. Vereines in Brünn, Bd. XXXII, p. 1—42.

— 1894: Oncophora-Schichten bei Mährisch-Kromau. Verhandl. d. Geol. Reichsanst. in Wien, p. 155—156.

Sandberger F., 1886: Die fossilen Binnen-Conchylien des Hornsteins von Dukovan bei Oslawan in Mähren. Verhandl. d. Geol. Reichsanstalt in Wien, p. 403—404.

Schwinner R., 1927: Meteoriten und Geologie. Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. XVI, p. 195—222.

Sueß F. E., 1899: Vorläufiger Bericht über die geologische Aufnahme im kristallinen Gebiete bei Mährisch-Kromau. Verhandl. d. Geol. Reichsanstalt in Wien, p. 54—60.

— 1900: Die Herkunft der Moldavite und verwandter Gläser. Jahrbuch d. Geol. Reichsanstalt in Wien, Bd. 50, p. 193—382.

— 1903: Geologische Spezialkarte: Trebitsch-Kromau.

— 1906a: Vorlage des Kartenblattes Brünn. Verhandl. der Geol. Reichsanstalt in Wien, p. 146—164.

— 1906b: Erläuterungen zur Geologischen Karte Trebitsch-Kromau. Geol. Reichsanstalt in Wien.

— 1909: Geologische Spezialkarte: Brünn.

— 1914: Rückschau und Neuere über die Tektitfrage. *Mittel. d. Geolog. Gesellschaft in Wien*. Bd. VII, p. 51—121.

— 1932: Zur Beleuchtung des Meteoritenproblemes. (Mit Bezug auf das durch A. Lacroix erschlossene indo-chinesische Tektitgebiet.) *Mittel. d. Geol. Ges. in Wien*, Bd. XXV, p. 115—143.

— 1933: Wie gestaltet sich das Gesamtproblem der Meteoriten durch die Einreihung der Tektite unter die meteorischen Körper. *Die Naturwissenschaften*, 21. Jahrg., Heft 49, p. 857—861.

Toula F., 1893: Die Miocänablagerungen von Kralitz in Mähren. *Annalen d. Naturhist. Hofmuseums*, Bd. VIII, Heft 2.