©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Petrographische Studien im mittleren und oberen Lias Württembergs.

Von Dr. Melchior Neumayr.

Einleitung.

Mit Recht wird beim Studium der versteinerungsführenden Formationen das meiste Gewicht auf die eingeschlossenen Ueberreste von Organismen und auf die Lagerungsverhältnisse gelegt, während die petrographischen Verhältnisse meist in ziemlich allgemeinen Umrissen behandelt werden; wenigstens sind diese letzteren bei den meisten Formationen mit Ausnahme der paläozoischen noch ziemlich wenig bearbeitet worden. Zwar liegen der praktischen Wichtigkeit des Gegenstandes entsprechend, Analysen auch jüngerer Flötzgesteine in ziemlicher Menge vor, da nur genaue Kenntniss der einzelnen Bestandtheile über die technische Verwendbarkeit der Gesteine über ihre Bedeutung in landwirthschaftlicher Beziehung Aufschluss geben können. Doch sind diese zum grössten Theile mit ausschliesslicher Rücksicht auf diese praktische Seite gemacht und die theoretische, wie natürlich, etwas in zweiter Linie behandelt; dennoch lässt sich auch in dieser Hinsicht über die Bildung der Flötzgesteine, über den Zustand der Meere in jenen weit entlegenen Zeiten u. s. w. manches Interessante erwarten. Es schien mir daher keine unfruchtbare Mühe, eine Reihe von Schichten, wie sie über einander auftraten, Glied für Glied mit besonderer Rücksicht auf den letzteren Standpunkt einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen. Ich hoffte hiebei manches auch über den beschränkten Bezirk der Untersuchung hinaus Gültige zu erfahren,

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

etwa so wie in paläontologisch-stratigraphischer Beziehung viele wichtige und allgemein interessante Aufschlüsse der eingehendsten und minutiösesten Localforschung zu danken sind.

Von verschiedenen Formationen, welche in Frage kamen, schien mir keine so geeignet für den erwähnten Zweck, als der Lias, mit seiner grossen Menge wohlcharakterisirter und wenig mächtiger Abtheilungen, wie sie namentlich in Schwaben auftreten. Kein Ort schien wieder so geeignet, als die Umgebung des Bades Boll bei Göppingen, welche wie wenig andere eine typische genannt werden kann; ich wählte daher den mittleren und oberen Lias von Boll, um so mehr als mir auch die topographischen Verhältnisse von früher her bekannt waren. Ein Tag reichte vollständig hin, um die nöthigen Handstücke u. s. w. zu sammeln, da in der unmittelbarsten Nähe des genannten Ortes alle Schichten vertreten und aufgeschlossen sind; ein Weiteres über diese durch die Arbeiten von Quenstedt, Oppel und Anderen berühmt gewordene Localität zu sagen ist kaum nöthig.

Die Analysen sind zum Theil im Laboratorium von Geheimerath Bunsen in Heidelberg, zum Theil im Laboratorium von Herrn Riemerschmied in München, zum Theil in dem unter der Leitung von Herrn Bergrath Gümbel befindlichen Laboratorium der Bergwerksadministration in München gemacht. Die Spectraluntersuchungen wurden im physikalischen Kabinet zu München angestellt.

Noch erlaube ich mir meinen verehrten Lehrern, Herrn Geheimerath v. Liebig und Professor Jolly in München, und Herrn Geheimerath Bunsen in Heidelberg, sowie Herrn Professor Zittel und Herrn H. Riemerschmied, vor allem aber Herrn Bergrath Gümbel für die Förderung meiner Arbeit den wärmsten Dank auszusprechen.

Unter den Umständen, welche den orographischen Bau einer Gegend bedingen, ist der wichtigste die grössere oder geringere Widerstandsfähigkeit der vorhandenen Gesteine gegen Frost, Wasser und alle jene atmosphärischen und klimatischen Einflüsse, welche eine Zerstörung auf chemischem oder mechanischem

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wege herbeiführen. Die Bedeutsamkeit des Verhaltens der Felsarten in dieser Richtung für die Structur des Landes wird um so deutlicher hervortreten, je mehr sich die Lagerung der horizontalen nähert und je weniger Schichtenstörungen vorhanden sind, da hier eine möglichst geringe Anzahl anderer Factoren mit jenem ersteren concurriren.

Weitaus das häufigste Vorkommen in der Natur ist der Wechsel verschiedenen Materials; auf diesen Fall und auf eine horizontale Lagerung, wie sie allein in der Boller Gegend stattfindet, bezieht sich das Folgende. Wenn weiche Schichten härteren aufliegen, so werden jene fortgespült werden, während diese erhalten bleiben, und je grösser der Unterschied in der Verwitterbarkeit ist, auf eine um so grössere Strecke werden letztere entblösst sein. Die ersteren werden theils gelöst, theils von Wasser und Frost zerkleinert und die feineren Theile als Detritus fortgeführt; gröbere Trümmer bleiben an der Basis des Complexes liegen, schützen diese vor Zerstörung und helfen eine natürliche Böschung bilden; es steigen daher über der horizontalen Oberfläche der harten Schichten die weichen nur ganz allmählig an. Werden diese nun wieder von schwer zerstörbaren Bänken bedeckt, so werden dieselben einer unmittelbaren Verwitterung in relativ geringem Maasse unterliegen, sondern nach Wegschwemmung ihrer Unterlage herunterbrechen, und in Folge dessen Steilränder von Plateaus und Terrassen oder die schroffen Häupter isolirter Kuppen bilden.

Bei Anwendung dieser Betrachtungen auf den Jura der Boller Gegend ist es nöthig, dessen Zusammensetzung einen Augenblick zu betrachten. Seine Mächtigkeit beträgt etwa 1500′, von welchen 250′ auf den Lias, 600′ auf den braunen Jura (Dogger), 650′—700′ auf den weissen Jura (Malm), so weit er vertreten ist, d. h. mit Ausnahme seiner obersten Glieder, kommen mögen. Der Lias, der uns hier zunächst beschäftigt, besteht aus Kalk, Sandkalk, welcher nach Wegführung des Kalkgehaltes einen losen Sandstein zurücklässt, bituminösem Mergelschiefer, Mergelkalk, und mehr oder weniger kalkhaltigem Schieferthon. Von diesem gehören die drei ersten zu den entschieden schwer, das letztere zu den

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

leicht zerstörbaren Gesteinen, während die verschiedenen Kalkmergel je nach ihrem grösseren oder geringeren Silicatgehalt sich jenem oder diesem nähern. Diese Gesteine gruppiren sich so, dass die tiefste Stelle, die untere Hälfte des unteren Lias, sehr hartes Material *) einnimmt, während die obere Hälfte dieser Etage aus weichen Schieferthonen besteht. Daher liegen jene auf grosse Strecken entblösst und greifen weit über das übrige Juraland hinaus; mit dem Auftreten dieser dagegen beginnt eine allmählige, wellige Steigung, welche sich durch fast den ganzen mit wenigen Ausnahmen nicht viel festeren, mittleren Lias fortsetzt. Erst mit dem Beginn des oberen Lias und den ausnehmend zähen bituminösen Mergelschiefern, welche dessen unteren Theil zusammensetzen, tritt eine Wendung ein, indem diese an manchen Punkten senkrecht, wie z. B. in dem prachtvollen Profil bei Zell, überall aber ziemlich steil über den darunter befindlichen Schichten ansteigen; sie bilden den Rand einer Terrasse, auf welcher zahlreiche Ortschaften liegen, unter anderem auch das Bad Boll selbst, der Mittelpunkt des Juragebietes, von dem ein Theil hier besprochen werden soll; nur wenige Schritte von dem Hauptgebäude sind die Schiefer mit ihren unzählbaren verdrückten Ammoniten und Posidonomyen und dem sonderbaren *Belemnites incurvatus* aufgeschlossen. Der nur 10′ mächtige Rest des oberen Lias liegt ohne wesentlichen Einfluss auf die tektonischen Verhältnisse darüber ausgebreitet.

Mit den sehr mächtigen schwarzen Schieferthonen, welche die Basis des braunen Jura's bilden, beginnen die Berge der schwäbischen Alb, während der Lias, wenn auch allmählig ansteigend, doch nur ein verhältnissmässig flaches Vorland bildet, welches Leopold v. Buch treffend mit einem bunten Teppich, am Fusse des Gebirges ausgebreitet, vergleicht; doch ist die Steigung im Anfang des braunen Jura's bei der nicht sehr grossen Solidität des Materials noch ziemlich sanft und erst mit den auflagernden harten Kalken, Sandsteinen, Sandkalken u. s. w. treten steile

*) Natürlich mit Vernachlässigung wenig mächtiger und daher für den Aufbau der Gegend bedeutungsloser Einlagerungen.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Abhänge ein, welche wieder bis zum Auftreten von Thonen (in der Zone des *Ammonites Humphryesianus* dauern, welche weit zurücktretend abermals eine ziemlich bedeutende Terrasse frei lassen; und so dauert in derselben Weise der Wechsel fort bis zu den oberen harten und soliden weissen Kalken, welche bei weitem den grössten Theil des oberen Jura ausmachen; sie bilden die Steilränder des oberschwäbischen wie des fränkischen Plateau's und zahlreiche isolirte Kuppen, und ihre untere Grenze ist schon auf grosse Entfernung an dem plötzlichen Steilwerden der Gehänge, an der geringen Fruchtbarkeit der an ihnen liegenden Wiesen und dem Ueberhandnehmen des Waldwuchses zu erkennen.

Kehren wir nun zu dem Gesteinscomplex zurück, welcher uns hier zunächst beschäftigen soll, dem mittleren und oberen Lias, nachdem wir seine Rolle im Gebirgsbau und seinen Verhältnissen zu den hangenden und liegenden Schichten betrachtet haben; diese Rolle ist eine sehr unbedeutende, indem die Mächtigkeit nur 120′—130′ beträgt, wovon 80′—90′ auf den mittleren, 40′ auf den oberen Lias fallen. Dagegen bietet sich eine ausserordentliche Menge wohlcharakterisirter und zum grossen Theil auf grosse Entfernungen constanter Bänke dar; petrographisches Interesse dürfte gewähren, dass wir in ihm gewisse Uebergänge zwischen Kalk, Schieferthon und bituminösem Mergelschiefer finden.

Die gewöhnliche Eintheilungsweise dieser Art von Gesteinen, welche ganz genügt, wo nur Carbonate und Silicate vorhanden sind (wonach z. B. ein Gestein mit 20—80 % Silicatgehalt als Mergel gilt), muss hier in Anbetracht des über 30 % steigenden Gehaltes an organischer Substanz, Schwefelkies u. s. w. in manchen Proben eine kleine Aenderung erleiden; da das Verhältniss zwischen Silicaten und Carbonaten massgebend ist, nicht das der Silicate zur Gesammtmenge aller Bestandtheile, so muss ersteres rein dargestellt werden. Um für alle Fälle unter einander leicht vergleichbare Zahlen zu haben, wurde die Summe der in einem Gestein enthaltenen Carbonate und Silicate = 1 gesetzt, und dann der der Menge der Silicate entsprechende Bruch berechnet, den ich der Kürze halber den

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Silicatquotienten nennen will; setzt man diesen an die Stelle des Procentgehaltes, so ergibt sich ganz einfach folgende Tabelle:

Silicatquotient.	Benennung.
0,0—0,1	Kalk.
0,1—0,2	Mergeliger Kalk.
0,2—0,4	Kalkiger Mergel.
0,4—0,6	Mergel.
0,6—0,8	Thoniger Mergel.
0,8—1,0	Thon.

Für diejenigen Gesteine, welche ausser Carbonaten und Silicaten nur wenig fremde Bestandtheile enthalten, ist diess natürlich werthlos, und gewährt nur bei Betrachtung von bituminösen Schiefern u. s. w., und deren Vergleichung mit Mergeln, Kalken und Thonen ziemliche Bequemlichkeit.

Das beste Bild des quantitativen Verhältnisses, in welchem die verschiedenen Gesteine am Aufbau der Formation sich betheiligen, bietet wohl ein genaues Profil, welches Oppel *) gibt, und das ich hier mit geringen, durch den rein petrographischen Zweck der vorliegenden Arbeit bedingten Abänderungen wiedergebe.

Oberer Lias.

1) Graue Mergel-Kalkbänke mit Thonzwischenlagen 10′.
2) Bituminöse Mergelschiefer 8′.
3) Schwach bituminöses Kalkbänkchen 2″.
4) Bituminöse Schiefer nach unten mit zahlreichen Fischschuppen u. s. w. 1½′.
5) Etwas bituminöser Kalk („Oberer Stinkstein“) 1½′.
6) Bituminöse Schiefer 3′.
7) Schwächer bituminöser, etwas schiefriger Mergel („Unterer Stinkstein“) 1′.
8) Bituminöse Schiefer 6′.
9) Schwefelkiesreiche Mergelschicht 2″.
10) Etwas bituminöser Schieferthon mit Pflanzenresten 2′.
11) Stark bituminöser, sehr zäher Schiefer („Tafelfleins“) 1′.
12) Wie 10) 2′.

*) Oppel, die Juraformation in England, Frankreich und Südwest-Deutschland.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Mittlerer Lias.

13) Gelblich grauer mergeliger Kalk 6′.
14) Graublauer, etwas schiefriger Thon mit vereinzelten Mergelbänken 45′.
15) Wie 14, jedoch feinkörniger. 10′.
16) Graue Mergelkalke mit Schieferthonzwischenlagen 25′.
17) Etwas schiefrig verwitternder Mergelkalk 2′.
18) Wie 16) 3′.

Darunter mächtige dunkle Schieferthone mit Geodenbänken, das oberste Glied des unteren Lias.

Die Schicht 1 ist die Zone des *Ammonites jurensis*, Quenstedts Lias ζ, 2—12 die Zone der *Posidonomya Bronni* (Lias ε), 13 die Zone des *Ammonites spinatus*, 14 die obere, 15 die untere Zone des *Ammonites margaritatus* (13—15 = Lias δ), 16 repräsentirt die Zone des *Ammonites Davoei*, des *Ammonites ibex* und des *Ammonites Jamesoni*, welche zwar paläontologisch sehr wohl scheidbar, hier wegen der petrographischen Gleichartigkeit zusammengefasst sind; zu der letztgenannten Zone gehörig sind die Bänke 17, welche das Lager des *Ammonites armatus Sow.* und 18, welche dasjenige des *Spirifer Münsteri Dav.* bilden (16—18 = Lias γ). *)

Bevor ich zur Mittheilung der Analysen übergehe, ist es nöthig, über die Art der Analyse und über die Berechnung zu sprechen, da diese bei der etwas complicirten Natur der Gesteine eine ziemlich verwickelte werden musste. Sämmtliche Gesteine wurden zuerst im Kohlensäure-Apparat mit verdünnter Salzsäure behandelt, woraus sich die Kohlensäuremenge direct ergab. Der Inhalt des Apparates wurde darauf auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft, mit sehr verdünnter Salzsäure und etwas Chlorwasser (zur Oxydation des etwa noch vorhandenen Eisenoxyduls) ausgezogen, der Rückstand bis zur Zerstörung aller or-

---

*) Im Verlaufe werde ich bisweilen die Bank 1 Jurensismergel, 2—12 Posidonomyenschiefer, 13 Spinatuskalk, 14 und 15 Margaritatusthone, 16—18 Numismalismergel nennen, lauter bekannte und geläufige Namen, die das Schleppende einer jedesmaligen ausführlichen Bezeichnung ersparen.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ganischen Substanz heftig und anhaltend geglüht und gewogen; im gelösten Theile wurde in der herkömmlichen Weise Kalk, Magnesia und Eisen sammt Thonerde bestimmt. Eine weitere Portion wurde wiederholt mit concentrirter Salpetersäure eingedampft zur Oxydation des vorhandenen Schwefelkieses und die Schwefelsäure mit Baryt gefällt. — Um die Zusammensetzung des enthaltenen Silicates zu untersuchen, wurden einige der Gesteine mit stark verdünnter Salzsäure ausgezogen, durch Schlämmen von Schwefelkies möglichst gereinigt und dann bis zur Zerstörung der organischen Substanz geglüht. Dabei ergab sich ein Fehler, dessen Vermeidung nicht wohl möglich war, da in der Hitze sich alles in dem Silicat enthaltene Eisenoxydul in Oxyd umwandelte. Die so erhaltene Substanz wurde theils einer regelmässigen Silicatanalyse unterworfen, theils wurde nur die Kieselsäure und die Sesquioxyde bestimmt. Im ersteren Falle wurde eine Portion mit kohlensaurem Alkali aufgeschlossen und darin Kieselsäure, Eisenoxyd, Thonerde, Kalk und Magnesia bestimmt, eine andere Menge wurde mit wässriger Flusssäure gelöst, mit Schwefelsäure eingedampft und bis zur beginnenden Rothgluth erhitzt, mit wenig Salzsäure und Wasser ausgezogen, die Schwefelsäure mit Baryt, der überschüssige Baryt, Eisen, Thonerde und Kalk mit Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak gefüllt, zur Trockne verdampft und der Salmiak verjagt. Die zurückbleibenden Salze wurden in möglichst wenig Wasser gelöst und die noch anwesende Magnesia durch Zusatz von kohlensaurem Ammoniak in die möglichst concentrirte Lösung, Abfiltriren vom Niederschlag, Eindampfen, Verjagen der Ammoniaksalze und drei- bis viermalige Wiederholung dieser Manipulation möglichst entfernt. Darauf wurden die Chloride von Kalium und Natrium sammt den kleinen Resten von Magnesium gewogen, das Kalium mit Platinchlorid gefällt, in der abfiltrirten Lösung das überschüssig zugesetzte Platin mit Wasserstoff reducirt und die Magnesia mit Phosphorsäure und Ammoniak ausgeschieden, das Natron aus der Differenz der Summe der Chloride weniger der gefundenen Kali- und Magnesiamengen, berechnet.

Ausserdem wurden noch sämmtliche Gesteine qualitativ auf

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Alkalien untersucht, zu welchem Zwecke der Silicatgehalt in dem eigenen Kalke der Gesteine aufgeschlossen wurde; wo der letztere nicht ausreichte, wurde künstlicher kohlensaurer Kalk beigesetzt. Die geschmolzene Masse wurde mit kochendem Wasser ausgelaugt, die Lösung mit Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak versetzt, filtrirt, eingedampft, die Ammoniaksalze verjagt und der Rückstand im Spectralapparat weiter untersucht; es zeigten hiebei alle Gesteine ausser Kali und Natron noch einen quantitativ nicht nachweisbaren Lithiongehalt.

Bei einigen Proben wurde der bei der Analyse gefällte Kalk in Salpetersäure aufgelöst und zur Trockne eingedampft; die trockne Masse wurde mit concentrirtem Alcohol ausgezogen und der Rückstand im Spectralapparat untersucht; derselbe zeigte sehr deutlich die Strontiumlinien.

Ferner wurden alle Gesteine auf Phosphorsäure mit molybdänsaurem Ammoniak geprüft: in mehreren konnte dieselbe quantitativ nachgewiesen werden; in den übrigen schien sie ebenfalls anwesend, doch kann die Spurennachweisung durch das Eintreten einer gelben Färbung in diesem Falle nicht als sicher gelten, da die salpetersaure Lösung der Gesteine durch deren Eisengehalt schon diese Farbe hat, und daher bei dem Urtheil, ob sich dieselbe nach vierundzwanzigstündigem Stehen verstärkt habe, ein Irrthum leicht möglich ist.

Die Berechnung, zu welchen Verbindungen gruppirt die so gefundenen Bestandtheile sich befinden, bietet ziemliche Schwierigkeiten, und es gelang nicht, genau der Wirklichkeit entsprechend dieselbe durchzuführen. Die Menge der Kohlensäure beträgt in allen schwefelkiesarmen Kalken mehr, als zur Sättigung des Kalkes und der Magnesia nöthig ist; dieser Ueberschuss muss an Eisenoxydul gebunden sein. Anders gestaltet sich das Verhältniss in den schwefelkiesreichen Gesteinen, wo ein solcher Ueberschuss nicht stattzufinden pflegt, ja sogar häufig die Kohlensäure nicht einmal für den Kalk genügt; ein Grund, warum kohlensaures Eisenoxydul hier nicht vorhanden sein soll, ist nicht abzusehen, sondern im Gegentheil hier um so mehr zu erwarten, wie später ausgeführt werden soll. Der Grund muss

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

darin liegen, dass ein Theil des Schwefelkieses sich zersetzt und die dabei gebildete Schwefelsäure Gyps gebildet hat; eine Bestimmung dieser Schwefelsäuremengen durch Ausziehen mit Wasser gelang nicht. In diesen Fällen war eine genaue Berechnung des kohlensauren Kalkes und Eisenoxyduls, sowie des schwefelsauren Kalkes nicht möglich, sondern die dafür angegebenen Zahlen werden etwas zu wenig schwefelsauren und zu viel eine äquivalente Menge kohlensauren Kalk aufweisen; durch den letzteren Fehler wird die Menge des kohlensauren Eisenoxyduls entsprechend vermindert, die des freien Eisenoxyds vermehrt. Ich folgte dem Grundsatz, der mir relativ der beste schien, von der Kohlensäure zunächst die den kleinen Magnesiamengen äquivalente Quantität abzuziehen. Der Rest wurde an den Kalk gerechnet; reichte derselbe zur Bildung von kohlensaurem Kalk für die gesammte Kalkmenge hin und gab noch einen kleinen Ueberschuss, so wurde dieser an Eisenoxydul gebunden; war diess nicht der Fall, sondern blieb noch Kalk übrig, so wurde dieser als schwefelsaurer Kalk in Rechnung gebracht. Man sieht, dass bei diesem Verfahren schwefelsaurer Kalk und kohlensaures Eisenoxydul sich scheinbar ausschliessen und die sämmtlichen Gesteine danach in zwei Gruppen zerfallen. Wie gesagt, ist dieses Verhältniss kein wirkliches und der Umstand, dass diejenigen, welche keinen schwefelsauren Kalk in der Rechnung ergeben, zugleich die schwefelkiesarmen Gesteine sind, lässt den Grund hiefür leicht erkennen; wo viel Schwefelkies ist, wird natürlich mehr von dem letztern zersetzt werden und es wird sich viel schwefelsaurer Kalk bilden, welcher das kohlensaure Eisenoxydul verdeckt, während, wo wenig Schwefelkies vorhanden ist, das umgekehrte Verhältniss stattfindet. Es ist also anzunehmen, dass alle Gesteine beide Salze enthalten, dass von beiden jede Analyse zu wenig und dafür von kohlensaurem Kalk zu viel angiebt.

Die gefundene Phosphorsäure wurde als phosphorsaures Eisenoxyd in Rechnung gebracht. —

Das Eisenoxyd, welches aus dem salzsauren Auszuge der Gesteine gefällt wurde, kann von mehreren verschiedenen Quel-

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

len herrühren, nämlich von kohlensaurem Eisenoxydul, von phosphorsaurem Eisenoxyd, von reinem in der Gesteinsmasse enthaltenen Eisenoxyd, das von der Zersetzung von Schwefelkies oder kohlensaurem Eisenoxydul herrührt, und endlich von etwa durch die Säure aufgeschlossenen Silicattheilen. Welcher dieser Quellen das Eisenoxyd entstammt, kann quantitativ nur beim phosphorsauren Eisenoxyd bestimmt werden; von den drei anderen kann nur mit ziemlicher Bestimmtheit angenommen werden, dass sie sämmtlich in allen Fällen mitwirken, das Weitere kann jedoch nicht entschieden werden.

Der Schwefel wurde, sofern er nicht in der oben erwähnten Weise als schwefelsaurer Kalk in Rechnung kam, als Schwefelkies aufgeführt und dafür eine entsprechende Menge Eisenoxyd von der Rubrik Thon abgezogen.

Wie schon erwähnt, wird aus den sämmtlichen Gesteinen durch verdünnte Säuren ein in denselben unlöslicher Silicat-Bestandtheil ausgeschieden und es scheint zweckmässig, die Zusammensetzung dieses Bestandtheiles vorauszuschicken. Nr. I ist die Analyse dieses 17,48 % des Gesteines ausmachenden Silicates aus dem Mergelkalk, welcher die Lage 16 des obigen Profiles ausmacht, und zwar von der Basis des Complexes, nach der Analyse von Dr. Byk, Nr. II dasselbe auf 100 % berechnet; Nr. III die Silicate (73,90 % des Gesteines) aus der Bank 14 nach Dr. Walz, Nr. IV dasselbe auf 100 % berechnet, Nr. V die Silicate aus Bank 11 (34,25 des Gesteines) und Nr. VII aus der Bank 10 (61,31 des Gesteines), Nr. VI und Nr. VIII dieselben auf 100 % berechnet. Sie ergaben:

	I	II	III	IV
Kieselsäure . . .	65,26	64,01	60,90	60,12
Thonerde . . .	20,60	20,20	25,54	25,19
Eisenoxyd . . .	8,56	8,40	7,39	7,29
Kalk	1,36	1,33	2,48	2,45
Magnesia . . .	1,81	1,78	1,70	1,68
Kali	2,97	2,91	2,83	2,79
Natron	1,40	1,37	0,49	0,48
	101,96	100,00	101,33	100,00

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	V	VI	VII	VIII
Kieselsäure . . .	65,36	64,86	63,69	63,13
Thonerde . . .	22,55	22,38	14,11	13,99
Eisenoxyd . . .	7,71	7,65	14,52	14,38
Kalk	0,80	0,80	1,75	1,74
Magnesia . . .	1,29	1,28	2,02	2,00
Kali	2,59	2,57	3,73	3,70
Natron	0,46	0,46	1,07	1,06
	100,76	100,00	100,89	100,00

Schon 1826 hat Gmelin*) diese Silicate untersucht und zwar aus einem magern Kalk mit 10,91 % Thongehalt von Vaihingen auf den Fildern (vermuthlich Arietenkalk), in dem nur Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd bestimmt wurde (Nr. IX) und aus einem Boller Posidonomyenschiefer; bei dem letzteren wurde alles Eisenoxyd als Schwefelkies berechnet, was entschieden unrichtig ist, ein Fehler, der jedoch bei der damals noch sehr geringen Kenntniss dieser Gesteine sehr begreiflich ist. Ausser den Silicaten ist noch die organische Substanz mit in die Analyse gezogen (X); es wurde daher diese abgezogen, der Schwefelkies in Eisenoxyd umgerechnet (XI).

	IX	X	XI
Kieselsäure	64,83	51,61	70,88
Thonerde	25,60	14,67	20,15
Eisenoxyd	5,98	—	6,00
Schwefelkies . . .	—	7,28	—
Kalk	—	0,39	0,54
Magnesia	—	0,34	0,48
Kali	—	1,43	1,96
Natron	—		
Wasser, org. Substanz	—	24,28	
	96,41	100,00	100,00

Ausser den Analysen, in welchen sämmtliche Bestandtheile bestimmt wurden, vermittelte ich noch in 2 Proben die bei der Aufschliessung mit kohlensaurem Alkali zugänglichen Stoffe und

*) Naturwissenschaftliche Abhandlungen einer Gesellschaft in Württemberg. Tübingen 1826. I. (und einziger) Band.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zwar bei Thon aus dem Gestein der Bank 13 des Profils (XII) und der Bank 2 (XIII). Sie ergaben

	XII	XIII
Kieselsäure . . .	60,86	63,00
Thonerde . . .	27,59	21,86
Eisenoxyd . . .	4,91	8,69
Kalk	0,55	2,95
Magnesia . . .	1,70	1,56
	95,61	98,06

In vier weiteren Proben, welche zum Theil aus anderen Handstücken als die vorhergehenden, alle aber aus denselben Schichten stammten, aus welchen die eben analysirten Silicate, wurde nur die Kieselsäure bestimmt, und zwar aus den Bänken 2 (XV), 13 (XVII), 14 (XVI) und 16 (XIV) des Profiles.

	XIV	XV	XVI	XVII
Kieselsäure .	68,61	65,28	60,41	57,00

Bei der übereinstimmenden Zusammensetzung der paläozoischen und noch älteren Thonschiefer und der schwebenden Theile der Flüsse liegt es nahe, dass auch die ihrem Alter nach in der Mitte liegenden Liasabsätze sich diesen anschliessen würden. In der That ist diess so und die nachfolgenden Analysen verschiedener derartiger Gesteine beweisen diess vollständig. Da zur reinen Herstellung des Thones aus den Liasgesteinen mit Salzsäure ausgezogen und dann zur Zerstörung der organischen Substanz geglüht werden musste, wodurch auch alles Wasser verjagt und das Eisenoxydul in Oxyd übergeführt wurde, so wurde zur Erreichung formeller Uebereinstimmung in allen citirten Analysen Wasser, organische Substanz, Carbonate u. s. w. subtrahirt, Eisenoxydul in Oxyd umgerechnet und dann auf 100 % gebracht.

Besonderes Interesse gewährt, dass unter jenen alten Schiefern, welche sich in ihrer Zusammensetzung den Liasthonen am meisten nähern, sich jene von Carius analysirte Reihe von Gesteinen von Lengenfeld in Sachsen befindet, welche bei sich ausserordentlich gleichbleibender chemischer Zusammensetzung als Thonschiefer, Fleckschiefer, Fruchtschiefer und Cornu-

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bianit erscheinen. Da die Zusammensetzung der sechs untersuchten sehr wenig schwankt, so genügt die Anführung eines einzelnen, z. B. röthlich-graues Gestein mit grauen glimmerreichen Concretionen zwischen Eichsgrün und Schreiersgrün (XVIII) *). Eine ähnliche Reihe von Gesteinen der Lunzenauer Schieferhalbinsel von Fikenscher untersucht zeigt durchschnittlich etwas höheren Kieselsäuregehalt, der jedoch in mancher Probe der Liasgesteine (Analyse XI und XIV) noch übertroffen wird; einen Unterschied bildet nur der Titansäuregehalt von etwa $1^1/_2$ %. Als Beispiel dieser Reihe mag dienen der Cordieritgneiss von Lunzenau. **) (XIX)

Ferner Taunusschiefer von Feldberg im Taunus nach Trapp (XX) ***). Silurischer grünlichblauer Dachschiefer von Angers nach Sterry Hunt (XXI) †). Flasriger schmutziggrüner Schiefer im Liegenden der Kohlenformation von Baden-Baden nach König (XXII) ††). Devonischer Thonschiefer von Lüdenscheit nach v. d. Marik (XXIII) †††). Schieferthon aus dem Liegenden eines englischen Kohlenflötzes nach Frankland (XXIV) *). — Asche einer Russkohle von Zwickau nach Kremers (XXV) **) — Die schwebenden Theile des Rheines bei Bonn nach Bischoff (XXVI) ***). — Die schwebenden Theile der Weichsel bei Culm nach demselben (XXVII) †) — Ein schwarzer sehr junger bei einem Bohrversuch bei Amsterdam in 31′ Tiefe erbohrter Thon nach P. Garting (XXVIII) ††).

---

*) Annalen der Chemie und Pharmacie XCIV. 1855. 45.

**) Fikenscher, Untersuchung der metamorphischen Gesteine der Lunzenauer Schieferhalbinsel; gekrönte Preisschr. der Jablonowsky'schen Gesellschaft. Leipzig 1867.

***) Mineralog. Jahresbericht von Kenngott für 1862—1865 S. 418.

†) Roth, Gesteinsanalysen S. 58. Nro. 22.

††) Ebenda S. 64. Nro. 15.

†††) Ebenda S. 59. Nro. 4.

*) Memoirs of the geological survey of Great Britain. Vol. I. p. 479.

**) Poggend. Annalen LXXXVI. S. 77.

***) Bischoff, Geologie. I. Aufl. Band 2 Abth. 2 S. 1577.

†) Ebenda S. 1591.

††) Ebenda S. 1627.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII
Kieselsäure . .	61,92	65,00	60,11	58,79	65,18
Thonerde . . .	138, 24,57	4	21,71	20,73	20,88
Eisenoxyd . . .	6,46	6,99	10,11	12,58	10,57
Manganoxydul	0,29	0,58	—	—	—
Kalk	0,42	0,68	0,56	1,27	0,10
Magnesia . . .	1,82	3,01	2,62	3,50	0,82
Kali.	3,73	3,22	3,75	1,79	2,24
Natron	0,79	0,46	1,14	1,34	0,21
	100,00	O_1O_2 1,72=100,00	100,00	100,00	100,00

	XXII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII
Kieselsäure	64,53	62,44	60,38	66,20	64,92	64,51
Thonerde .	20,48	31,22	31,70	12,35	15,66	31,51
Eisenoxyd .	7,76	2,26	6,38	16,56	15,33	
Kalk	1,31	0,75	1,08	3,14	1,15	—
Magnesia . .	2,11	0,85	0,35	0,28	0,35	1,63
Kali	2,16	2,48	0,11	1,02	1,69	0,90
Natron . . .	1,65	—	—	0,45	0,90	1,72
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Der Wassergehalt in allen diesen Gesteinen ist ziemlich gering, meist 2—3 %, bisweilen etwas höher. Eine Wasserbestimmung war in den schwäbischen Liasgesteinen wegen der gleichzeitigen Anwesenheit von Bitumen nicht möglich, doch lässt sich indirect auf einen sehr geringen Gehalt schliessen, da bei meheren Gesteinen die festen Bestandtheile fast 100 % ausmachen.

Der Kieselsäuregehalt aller Thonschiefer, Schieferthone u. s. w. schwankt meist zwischen 50 und 70 %; unter 134 Analysen, welche ich verglich, sanken nur 5 um mehr als 1 % unter das Minimum, 7 überstiegen das Maximum um ebensoviel. Die Durchschnittszahl dieser 134 Analysen war 61 %. Ferner ist hervorzuheben der in den meisten Thonschiefern und Thonen bedeutende Eisengehalt.

Ueber den Ursprung dieser Gesteine besteht kein Zweifel; das Material aus der einen Quelle, welche dem Meere schwebende Substanzen zuführt, die durch die Brandung und Wellenschlag

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

abgeriebenen und fortgeschwemmten Theilchen entziehen sich der Untersuchung; dagegen ist der Detritus der Flüsse mehrfach analysirt. Er zeigt als Mittel aus 24 mir bekannt gewordenen Analysen 66,4 % Kieselsäure, also um 5,4 % mehr als der Durchschnitt der Thonschiefer und Thone; ein Verhältniss, das sich durch die schwere Zerstörbarkeit des Quarzes leicht erklärt, der in kieselsäurereichem Detritus stets vorhanden ist. Die Quarztheilchen werden durch gegenseitige Reibung und Abstossung weniger an Gewicht und Grösse verlieren, als die übrigen weicheren Theilchen und in Folge dessen wenigstens ein Theil desselben nicht so weit ins Meer hinausgetrieben als der Rest, sondern näher der Küste Sandsteine bilden.

Die Gesteine, deren Verwitterung Thon liefern, sind vor allem Thonschiefer und Thon selbst und die verschiedenen Kalke, welche wohl der grossen Mehrheit nach thonhaltig sind; bei der Zersetzung wird eine gewisse Menge Alkali, Kalk u. s. w. verloren gehen, dafür werden aber die Verwitterungsprodukte der sehr kieselsäurereichen Gesteine Ersatz leisten; dass diese Thon liefern, beweisen die Analysen in Zersetzung begriffener Gneisse und Granite. Ein sehr belehrendes Beispiel geben die Verwitterungsstadien eines Granites von Hautzenburg, welche André*) analysirte: Frischer Granit von mittlerem Korn, grau mit weissem Feldspath, und zweierlei Glimmer (XXIX). Derselbe noch fest, aber braun gefärbt (XXX). Derselbe, von der nämlichen Farbe, aber schon locker (XXXI). Derselbe zu Sand verwittert (XXXII).

	XXIX	XXX	XXXI	XXXII
Kieselsäure .	73,13	73,71	73,78	74,57
Thonerde . .	10,50	10,78	11,61	12,02
Eisenoxyd. .	3,16	3,18	3,76	3,20
Magnesia . .	1,12	0,82	0,99	0,80
Kali . . .	9,04	8,51	7,07	4,92
Natron . . .	1,80	0,92	0,33	0,46
Wasser . .	0,45	0,92	1,76	3,20
	99,20	99,84	99,30	99,17

*) Studien über die Verwitterung des Granits von J. André, München 1866.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Kalkspuren sind in allen vier Proben. Setzt man zur Erleichterung der Uebersicht die Thonerde als constant und = 10, so ergibt sich *):

	XXIX a	XXX a	XXXI a	XXXII a
Kieselsäure .	69,64	68,37	63,54	62,03
Thonerde . .	10,00	10,00	10,00	10,00
Eisenoxyd . .	3,00	2,94	3,24	2,66
Magnesia . .	1,06	0,76	0,85	0,66
Kali	8,60	7,89	6,08	4,09
Natron . . .	1,71	0,85	0,28	0,38
Wasser . .	0,42	0,85	1,51	2,66
	94,43	91,66	85,50	82,40

Schreitet die Verwitterung noch weiter, so wird das Material so fein, dass es als Detritus fortgeführt werden kann unter gleichzeitiger Ausziehung von Kieselsäure, Magnesia und Alkalien und Aufnahme von Wasser; beim Fortschreiten dieser Vorgänge wird die Zusammensetzung nach Analogie der in den angeführten vier Analysen ausgedrückten etwa die folgende sein (XXXIII a,) oder auf 100 berechnet (XXXIII):

	XXIII a	XXIII	XXXIII b
Kieselsäure .	61,00	75,59	69,49
Thonerde . .	10,00	12,39	15,49
Eisenoxyd . .	3,00	3,72	4,65
Magnesia . .	0,50	0,62	0,78
Kali	2,50	3,10	3,87
Natron . . .	0,20	0,24	0,30
Wasser . . .	3,50	4,34	5,42
	80,70	100,00	100,000

Denkt man sich von diesem Zersetzungsproduct während der Fortführung bis zum Absatz 20 % Kieselsäure als Quarz abgeschlämmt, so erhält man einen kieselsäurereichen, eisenarmen Thon (XXXIII b), welcher ein Gemenge der feinstzerriebenen Theilchen von Quarz, frischem ganz- und halbzersetzten Feldspath und Glimmer besteht. Die eisenreicheren und kieselsäure-

*) A. a. O.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ärmeren Thone werden durch Beimengung der Zersetzungsproducte basischer Gesteine entstehen.

Von den Mergelkalken, welche die Basis des mittleren Lias bilden, wurden vier Proben analysirt, eine aus der untersten Bank, Nro. 18 des obigen Profils, welche das Hauptlager des *Spirifer Münsteri Dav.* (XXXIV), eine weitere aus der Bank 17 mit *Ammonites armatus Sow.* (XXXV), und zwei aus Nro. 16, nämlich eine Probe aus dem untersten Theil mit *Ammonites Jamesoni Sow.* (XXXVI) und eine weitere aus dem obersten mit *Ammonites Davoci Sow.* (XXXVII).

	XXXIV	XXXV	XXXVI	XXXVII
Kohlensaurer Kalk . .	74,49	78,61	75,25	82,55
Kohlensaure Magnesia .	0,77	0,81	0,17	0,67
Kohlensaures Eisenoxydul	1,09	3,55	1,52	0,54
Eisenoxyd	2,76	1,30	3,96	6,14
Schwefelkies	0,60	0,73	0,90	0,51
Thon	17,38	12,79	17,48	9,22
	97,09	97,79	99,28	99,63
Wasser, Organisches, Verlust	2,81	2,21	0,72	0,37
Silicatquotient	0,19	0,13	0,19	0,10

Die oben angeführte Analysen I und II von Dr. Byk beziehen sich auf den Thongehalt des Gesteines der Analyse XXXVI, setzt man die dort erhaltenen Werthe hier ein, so ergibt sich folgende Gesammtzusammensetzung:

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	FeS_2	CO_2
11,19	3,53	5,42	0,94	42,37	0,39	0,51	0,24	0,90	33,78

Schramm, *) welcher eine Reihe württembergischer Kalke, Mergel u. s. w. auf Alkali und Phosphorsäure prüfte, fand in diesen Mergeln 0,2151 % kohlensaures Alkali, eine Angabe, die wohl insoferne zu berichtigen sein dürfte, als die Alkalien als Silicate, nicht als Carbonate vorhanden sind; auch scheint die

*) Untersuchung der Kalksteine Württembergs auf Phosphorsäure und Alkalien. Württ. naturwissenschaftl. Jahreshefte. V. S. 58.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Menge der Alkalien, in Folge der nicht zureichenden Methode zu gering zu sein. —

Aus dem fränkischen Lias besitzen wir mehrere Gesteinsanalysen, welche zur Vergleichung dieser so benachbarten Gebilde erwünschte Anhaltspunkte bieten, vom Freiherrn v. Bibra*) und von Reinsch**). Bezüglich der ersteren ist nur zu bemerken, dass in denselben der in Säuren unlösliche Theil als Kieselsäure angeführt ist, was hier bei der Citirung in Thon abgeändert ist; auf die directe Bestimmung von Eisenoxyd und Oxydul dürfte bei der Anwesenheit von organischer Substanz nicht sehr grosser Werth zu legen sein. — Die Analysen von Reinsch würden ein nicht ganz richtiges Bild von der Zusammensetzung der Gesteine geben; in den meisten Fällen betrachtet er nämlich den in Salzsäure unlöslichen Rückstand als eine Verbindung ausschliesslich von Kieselsäure und Thonerde, welche er durch Digeriren mit concentrirter Schwefelsäure trennen zu können glaubt. Abgesehen, dass hiebei die bis zu 9 % des Thones betragenden Monoxyde ganz verschwinden, ein grosser Theil von Thonerde und Eisenoxyd ungelöst zurückbleibt und als Kieselsäure berechnet wird, rührt ein grosser Theil der in Schwefelsäure löslichen Sesquioxyde, welche dann durch Schwefelammonium gefällt wurden, nicht von Silicaten, sondern von dem durch vorhergehendes Glühen löslich gemachten Schwefelkies her. In einzelnen Fällen wurde auch alles Unlösliche als Kieselsäure, oder als Thonerde behandelt. Glücklicher Weise ist jedoch jeder Analyse das Gewicht jedes Niederschlages und die Art, wie er erhalten wurde, vorausgeschickt, so dass eine Correction möglich ist. Die Analysen werden hier in ihrer corrigirten, nicht in ihrer ursprünglichen Form citirt werden. Auffallend ist auch der manchmal so hohe Gehalt an kohlensaurer Magnesia, den Reinsch in den Gesteinen angibt (bis zu 12 %), eine

---

*) „Ueber die chemischen Bestandtheile einiger Kalkgesteine, vom Freiherrn v. Bibra.“ Journal für prakt. Chemie. Bd. XC. S. 416.

**) Chemische Untersuchung der Glieder der Lias- und Juraformation in Franken von Paul Reinsch. Neues Jahrbuch. 1859. S. 385.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Menge, welche sich in keinem der von v. Bibra, *) Gmelin, **) Faist***) und mir analysirten Liasgesteine mehr vorfindet.

Von fränkischen Gesteinen im Alter der eben besprochenen sind mehrere analysirt. Reinsch theilt die Zusammensetzung eines etwas kalkigen Schieferthones mit, specifisches Gewicht 2,312, welches die Hauptmasse des ganzen mittleren Lias ausmacht (aus welchem Theil dieses Complexes, ist nicht zu ersehen), von der Höhe von Marloffstein bei Erlangen (XXXVIII), einer rothen, plattnierenförmigen Concretion vom specifischen Gewichte 2,374 aus diesen Schieferthonen von Ebersbach (XXXIX), und eines mergeligen Kalkes, grau, nicht sehr hart, mit vielen Belemniten und vom specifischen Gewicht 2,538 von Marloffstein (XL). v. Bibra gibt die Analysen zweier „Gryphitenkalke" von Banz (XLI und XLII). Diese Kalke mit *Gryphaea gigantea Schloth,* vertreten in einem Theile Frankens den unteren Theil des mittleren Lias, die Numismalismergel Württembergs. †)

	XXXVIII	XXXIX	XL	XLI	XLII
Kohlensaurer Kalk. .	5,120	3,154	77,508	78,05	81,45
Kohlensaure Magnesia	2,127	0,832	4,262	1,11	2,50
Thonerde	3,004	0,923	2,754	3,42	2,80
Eisenoxydul	—	—	—	0,72	0,22
Eisenoxyd	8,563	55,453	1,377	3,12	2,54
Thon	74,225	24,688	11,475	7,35	6,82
Wasser	6,959	14,949	2,622	1,30	1,25
Organische Substanz	—	—	—	4,23	2,02
	99,998	99,999	99,998	99,30	99,60
Silicatquotient . . .	0,91	—	0,12	0,08	0,08

Die Geode XXXIX zeigt eine sehr merkwürdige Zusammensetzung, und es ist zu vermuthen, dass in den 55,453 % Eisenoxyd sich auch eine ziemliche Menge Phosphorsäure befindet,

*) v. Bibra a. a. O.

**) Gmelin a. a. O.

***) Untersuchung verschiedener württembergischer Kalksteine von Fehling u. Kurr. Württ. naturwissenschaftl. Jahreshefte. VII. S. 95.

†) Der Jura in Franken, Schwaben und der Schweiz von W. Waagen. München 1864.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

da in mehreren Geoden des mittleren Lias Frankens zum Theil sehr nahmhafte Mengen dieses wichtigen Bestandtheiles durch Bergrath Gümbel*) nachgewiesen sind.

Die obere Abtheilung des mittleren Lias ist in Württemberg der Hauptmasse nach von blaugrauen etwas kalkigen Schieferthonen mit einzelnen Mergelbänken gebildet, welche die beiden Zonen des *Ammonites margaritatus* darstellen; die Schieferthone enthalten viel Schwefelkies, der theils fein zertheilt, theils als Versteinerungsmaterial der Petrefacten mit Ausnahme der fast immer verkalkten Belemniten, theils in einzelnen Knollen auftritt, welch letztere durch die sich zersetzenden Reste eines schalenlosen Thieres veranlasst sein mögen, eine Ansicht, für welche der Umstand spricht, dass bei verkiesten Ammoniten häufig die Stelle der Wohnkammer, also den Platz, welchen das Thier bewohnte, ein unförmlicher Schwefelkiesknollen einnimmt, während im übrigen meist nur die Schale nicht auch das Innere der Luftkammern verkiest ist. Hienach würde die Bildung des Kieses schon in eine sehr frühe Zeit, gleichzeitig mit der Zersetzung der Thierleichen fallen.

Eine Probe aus der Oberregion dieser Schieferthone, in der das Material grobkörniger ist als im unteren Theil, wurde der Analyse unterworfen (XLIII); über diesen zwischen 50′ und 60′ mächtigen Gebilden folgt (Nro. 13 des Profiles) ein gelblich grauer Kalk, 6′ mächtig, das Lager des *Ammonites spinatus* Brug. und die oberste Schichte des mittleren Lias (XLIV). Von Faist**) wurden drei Mergel aus württ. Margaritatusschichten untersucht, aus der Waiblinger Thonwaarenfabrik (XLV), von Jesingen bei Kirchheim (XLVI) und von Balingen (XLVII). Von diesen drei Gesteinen liegen auch Analysen in gebranntem Zustande vor, was für jene Abhandlung, welche hauptsächlich dazu bestimmt ist, die grössere oder geringere Tauglichkeit zur Cäment-

---

*) Gümbel, über ein neuentdecktes Vorkommen von phosphorsaurem Kalk im fränkischen Jura. Sitzungsberichte der math.-phys. Classe der Münchner Akademie vom 10. December 1864.

**) Fehling und Kurr a. a. O.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bereitung festzustellen, von grosser Wichtigkeit ist, hier jedoch wird es genügen auf das Original zu verweisen.

	XLIII	XLIV	XLV	XLVI	XLVII
Kohlensaurer Kalk . . .	9,27	84,92	64,44	72,49	82,26
Kohlensaure Magnesia . .	0,51	0,60	1,23	1,34	1,52
Kohlensaures Eisenoxydul	—	0,75	—	—	—
Kohlensaures Kali . . .	—	—	0,35	—	—
Schwefelsaurer Kalk . .	9,35	—	—	—	—
Thonerde und Eisenoxyd	4,23	2,46	4,73	6,13	2,61
Schwefelkies	3,79	0,43	—	—	—
Thon	73,90	9,00	22,07	15,02	12,28
Sand	—	—	2,13	—	—
	92,05	98,16	94,95	94,98	98,67
Wasser, Organisches u. Verlust	7,95	1,84	—	—	—
Silicatquotient	0,88	0,09	0,25	0,17	0,13

Der unlösliche Theil des Margaritatus-Schieferthones (XLIII) wurde von Dr. Walz untersucht (s. oben Analyse III und IV); setzt man die oben mitgetheilten Werthe hier ein, so erhält man

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	KO	NaO	FeS_2	SO_3	CO_2	HO *)
44,43	28,23		7,14	1.53	2,06	0,25	3,79	0,21	4,39	7,95

Summe 100,00.

Eine merkwürdige Erscheinung bildet das Auftreten sehr phosphorsäurereicher Concretionen in diesen wie vielen anderen Theilen des Lias; in den Margaritatusschichten wurden jedoch die reichhaltigsten der bis jetzt analysirten gefunden, *) was um so auffallender ist, als in dem Gesteine die Phosphorsäure nur in quantitativ nicht mehr bestimmbaren Spuren auftritt, während in den jetzt folgenden Schichten das ganze Gestein damit durchdrungen ist, dagegen die Geoden in diesem Niveau sich durchgehends als sehr arm erwiesen haben. Weiter unten soll dieser Punkt näher erörtert werden.

Der obere Lias beginnt mit einem Complexe mehr oder weniger bitumninöser Gesteine, meistens schwarzer Schiefer, und

*) Gümbel a. a. O. Die phosphorsäurereichsten Proben sind aus den Boller Margaritatus-Thonen.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

stellt den petrographisch weitaus interessantesten Theil dar; in Folge dessen erregte derselbe von jeher die Aufmerksamkeit der Untersucher und es liegt eine ziemliche Menge von Analysen aus verschiedenen Theilen Württembergs und Frankens vor. — Ueber die Art und Weise, in welcher die verschiedenen Gesteine sich gruppiren, gibt das Profil den besten Aufschluss, dessen Bänke 2—12, die Zone der *Posidonomya Bronni* hier in Betracht kommen. Einer quantitativen Untersuchung unterwarf ich das Gestein der Bank 11 des Profiles, den „Tafelfleins," einen äusserst zähen, schwer verwitterbaren, tiefschwarzen Mergelschiefer, das an organischer Substanz reichste Liasgestein, das ich antraf (XLVIII). Diese Bank wird an der schwäbischen Alb allenthalben aufgesucht und gebrochen, da sie sich zur Anfertigung von Tischplatten u. s. w. sehr gut eignet. Ferner der darüber liegende Schieferthon mit Pflanzenresten, Nro. 12 des Profiles (XLIX), und der bituminöse Mergelschiefer Nro. 9 (L). Darüber folgen zwei durch eben solche Schiefer getrennte etwas hellere Bänke, die beiden „Stinksteine," welche jedoch ausser der helleren Färbung in Folge geringen Gehaltes an organischer Substanz, und dem nahen Beisammenliegen wenig Gemeinsames zeigen. Der untere (LI) ist ein etwas bituminöser und geschieferter Mergel, während der obere ein ziemlich reiner Kalk ist (LII). Darüber folgt wieder bituminöser Schiefer, Nro 4 des Profiles, welcher in seiner unteren Partie sehr zahlreiche Fragmente von Fischschuppen, Zähne, Koprolithen u. s. w. enthält Quenstedts „Kloake") (LIII). Das nun folgende Kalkbänkchen Nro 3 des Profiles ist stellenweise ganz erfüllt mit *Avicula substriata Mnstr.* („Monotiskalk"), an anderen Orten, so auch bei Boll versteinerungsleer; seine Mächtigkeit beträgt kaum 2″ (LIV). Zuoberst stellen sich wieder bituminöse Mergelschiefer ein (LV), wenigstens an den hier betrachteten Punkten, während anderwärts die obersten Lagen der Posidonomyenschichten durch braune sehr verwitterbare Schieferthone gebildet ist („Leberboden").

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	XLVIII	XLIX	L	LI
Kohlensaurer Kalk	28,68	21,94	50,40	47,27
Kohlensaure Magnesia	1,02	0,55	0,28	0,56
Kohlensaures Eisenoxydul . . .	—	—	0,75	1,97
Schwefelsaurer Kalk	2,94	2,41	—	—
Thonerde und Eisenoxyd . . .	2,27	4,38	2,20	4,76
Phosphorsaures Eisenoxyd . . .	0,23	—	0,54	0,27
Schwefelkies	2,71	2,16	3,74	1,23
Thon	34,23	61,31	24,21	38,24
	72,10	92,75	82,12	94,30
Wasser, organ. Substanz, Verlust	27,90	7,25	17,88	5,70
Silicatquotient	0,54	0,73	0,32	0,43

	LII	LIII	LIV	LV
Kohlensaurer Kalk	90,39	49,92	89,14	27,75
Kohlensaure Magnesia	0,48	2,74	0,22	0,37
Kohlensaures Eisenoxydul . . .	0,79	—	2,73	—
Schwefelsaurer Kalk	—	0,75	—	1,88
Thonerde und Eisenoxyd . . .	2,58	2,11	0,20	2,09
Phosphorsaures Eisenoxyd . . .	0,06	0,68	—	0,80
Schwefelkies	2,13	6,88	3,95	3,69
Thon	2,98	28,57	1,04	46,70
	99,41	91,65	97,28	83,28
Wasser, organ. Substanz, Verlust	0,59	8,35	2,72	16,72
Silicatquotient	0,03	0,35	0,01	0,62

Schon oben habe ich die Resultate der Analysen der in Salzsäure unlöslichen Bestandtheile von XLVIII und XLIX mitgetheilt; es sind diess die Analysen V—VIII. Setzt man die dortigen Werthe ein, so ergibt sich

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeS_2	CaO	MgO	Ka_2O
XLVIII a	22,21	12,76		2,71	17,54	0,93	0,89
XLIX a	38,70	21,77		2,16	14,15	1,49	2,27

	Na_2O	PO_5	CO_2	SO_3	CH_2 u. s. w.
XLXIII a	0,16	0,11	13,15	1,73	27,90
XLIX a	0,65	—	10,84	1,42	7,25

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Einen weiteren Boller Schiefer hat Gmelin*) untersucht (LVI), ebenso Faist**) (LVII); von letzterem wurden auch solche Schiefer von Zell (LVIII) und von Ohmden (LIX) analysirt.

	LVI	LVII	LVIII	LIX
Kohlensaurer Kalk	35,00	45,36	27,27	80,61
Kohlensaure Magnesia	1,95	0,67	1,80	0,67
Schwefelsaurer Kalk	Spur	1,13	0,17	—
Thonerde	0,98	1,53	3,51	1,39
Eisenoxyd	1,16	1,58	3,34	
Manganoxyd	0,18	—	—	—
Thon	46,06	25,80	55,69	14,15
Organ. Substanz, Wasser, Verlust	14,67	23,69	8,03	3,18
Kohlensaures Alkali	—	—	0,19	—
Kieselsäure	—	0,34	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00
	0,54	0,36	0,66	0,15

Die Zusammensetzung von LIX weicht ziemlich von der der übrigen Schiefer durch geringen Gehalt an organischer Substanz und niederen Silicatquotienten ab. Eine mineralogische Beschreibung ist nicht gegeben, sondern nur bemerkt, dass das Gestein aus dem oberen Theil des Complexes stammt, wo allerdings an manchen Punkten die Schiefergesteine zurücktraten.

Aus Franken verdanken wir v. Bibra nicht weniger als 7 Gesteinsanalysen aus diesen Schichten und zwar sämmtliche von Banz, der berühmten Fundstelle massenhafter Versteinerungen; dieselben sind nach Bezeichnungen von Theodori ***) angegeben; nämlich zwei als „Knochenbreccie“ (LX und LXI). Diese scheinen jedoch mit dem, was man hierunter gewöhnlich versteht, wenig gemein zu haben, als das Vorhandensein vieler Reste und Trümmer von Wirbelthieren; der Beschreibung und Analyse zufolge scheint LX dem Gestein der Analyse LIII (s. oben) nahe zu stehen, während die Definition von LXI,

*) A. a. O.
**) A. a. O.
***) Theodori, Profil 1845.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

„dunkler nicht so dünnschiefrig und fester“ der Vermuthung ziemlichen Spielraum frei lässt; ferner zwei „Brandschiefer,“ mit den bituminösen Mergelschiefern Württembergs ganz übereinstimmen (LXII und LXIII), und zwei „Posidonienkalke“, der eine spaltbar (LXIV), der andere von muscheligem Bruche (LXV) und ein „Monotis-Kalk“ fast ganz aus *Avicula substriata Münstr.* bestehend (LXVI). Die letzteren drei Gesteine entsprechen den bitumenärmeren und kalkreicheren Bänken im oberen Theile der württembergischen Posidonomyenschichten, sind aber in Franken weit mehr entwickelt, stellenweise sogar bis zum Verschwinden der Schiefer.

	LX	LXI	LXII	LXIII
Kohlensaurer Kalk	58,89	89,54	34,47	34,79
Kohlensaure Magnesia	0,92	0,90	0,88	0,97
Thonerde	10,69	0,61	6,34	4,51
Eisenoxydul	0,53	0,16	0,82	0,75
Eisenoxyd	2,28	1,24	3,00	2,74
Thon	11,00	4,10	18,22	21,00
Organische Substanz	13,00	2,09	32,54	30,82
Wasser	2,22	1,01	3,01	4,20
	99,53	99,65	99,28	99,78
Silicatquotient	0,18	0,04	0,34	0,46

Der Silicatquotient von LX ist für ein dünnschiefriges Gestein auffallend niedrig; die Erklärung hiezu wird wohl der ausserordentlich hohe Thonerdegehalt geben, indem vermuthlich die Probe sehr lange und sehr intensiv der Einwirkung von Säure überlassen wurde, wodurch ein Theil der Silicate aufgeschlossen wurde, was natürlich den Thonerdeniederschlag vermehren musste; es ist auch nicht leicht denkbar, in welchem Zustande 10,69 % *) Thonerde in einem solchen Gesteine enthalten sein sollte.

---

*) Da v. Bibra angibt, dass er sich zur Auflösung „durchschnittlich“, also nicht immer, der Salzsäure bediente, so wäre denkbar, dass in diesem Falle Schwefelsäure verwendet worden wäre.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	LXIV	LXV	LXVI
Kohlensaurer Kalk . . .	73,57	87,55	86,63
Kohlensaure Magnesia . .	2,53	0,30	3,00
Thonerde	2,46	1,26	1,49
Eisenoxydul	0,38	0,21	0,12
Eisenoxyd	1,13	0,53	0,78
Thon	7,50	3,92	4.81
Organische Substanz . .	11,50	5,07	2,22
Wasser	0,43	0,55	0,60
	99,50	99,39	99,65
Silicatquotient	0,09	0,04	0,05

Weitere 7 Analysen fränkischer Gesteine aus diesen Schichten führt Reinsch*) auf; erstlich die eines in dünne Lamellen spaltenden dunklen Schiefers vom Hetzles bei Erlangen (LXVII) mit dem specifischen Gewicht 2,297, ferner eines undeutlich schiefrigen Gesteines von Kloster Banz (specifisches Gewicht = 2,415) (LXVIII) und einer muschlig brechenden, weisslichgrauen sehr harten Concretion aus letzterem (LXIX). Des weiteren untersuchte er einen Kalk mit unzähligen Exemplaren von *Posidonomya Bronni*, vom specifischen Gewicht 2,701 (LXX); dichten dunklen Kalk aus einer tieferen Lage des Posidonomyenschiefers mit dem specifischen Gewicht 2,548 vom Moritzberg bei Altdorf, ebenfalls mit grossen Mengen von Posidonomyen (LXXI). Ferner Monokis-Kalk mit *Inoceramus gryphaeoides, Ammonites serpentinus* u. s. w. von Heroldsberg, vom specifischen Gewicht 2,434 (LXXII), und endlich Monotis-Kalk vom Moritzberg, mit dem specifischen Gewicht 2, 394 (LXXIII).

	LXVII	LXVIII	LXIX
Kohlensaurer Kalk . . .	38,616	74,771	81,619
Kohlensaure Magnesia . .	2,113	9,659	2,295
Thonerde	3,746	4,795	—
Eisenoxyd	7,396	3,142	5,842
Thon	26,993	3,195	0,586
Organische Substanz, Wasser	21,133	4,445	3,681
	99,997	100,007	100,002
Silicatquotient	0,40	0,04	

*) A. a. O.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	LXX	LXXI	LXXII	LXXIII
Kohlensaurer Kalk	83,445	82,460	82,344	70,235
Kohlensaure Magnesia . . .	12,241 (!)	9,439	5,935	8,653
Thonerde	—	1,018	—	—
Eisenoxyd	3,789	2,281	—	0,373
Thon	—	1,598	0,219	4,455
Organische Substanz, Wasser	0.517	2,704	11,502	16,284
	99,992	99,589	100,00	100,00
Silicatquotient	0,00 (?)	0,02	0,002	0,05

Die vier letzten Analysen scheinen nicht ganz verlässig zu sein; einmal ist das Vorkommen eines ganz thonfreien Kalkes von der Beschaffenheit von LXX nicht sehr wahrscheinlich; noch bedenklicher jedoch erscheint der ungeheure Gehalt an kohlensaurer Magnesia; es ist bis jetzt nie meines Wissens in ausseralpinen Liasbildungen, jedenfalls aber nirgends in denen des schwäbisch-fränkischen Beckens ein entschieden dolomitischer Kalkstein gefunden worden; diess schliesst allerdings die Existenz eines solchen nicht ganz aus, aber ein ausserordentlich merkwürdiger Zufall wäre es denn doch, wenn vier Proben mit 8—12 % kohlensaurer Magnesia von verschiedenen Fundorten und aus verschiedenen Schichten sich hier eingefunden hätten. Herr Bergrath Gümbel hatte die Güte, mir zwei Proben von Monotiskalk, die eine von Moritzberg, die andere von Heroldsberg mitzutheilen, in deren ersterem ich 1,55 %, in letzterem 1,32 % kohlensaure Magnesia fand, während die Angaben von Reinsch 8,653 % und 5,935 % betragen.

Ein sehr wesentlicher Bestandtheil der letztbesprochenen Gesteine bildet organische Substanz, und ich bemühte mich daher, über deren Zusammensetzung und Natur Aufschluss zu erhalten. Ich wählte hiezu das Gestein der Analyse XLVIII, als das reichste an diesen Bestandtheilen; hievon wurde eine grössere Menge gepulvert, in derselben die unorganischen Bestandtheile bestimmt und dann das ganze Gestein einer Verbrennung unterworfen. Zu diesem Zwecke wurde das Mineralpulver in einem Schiffchen in das Verbrennungsrohr gebracht, vor und hinter demselben Kupferoxyd, und dann zuerst im Luft-, später im

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Sauerstoffstrom verbrannt; sogleich nach Vollendung der Operation wurde die Röhre in der Nähe des Schiffchens abgeschnitten, dieses herausgenommen und im Platintiegel längere Zeit, zur Vertreibung der noch übrigen Kohlensäure, im Gasgebläse scharf geglüht.

Merkwürdiger Weise war der Glühverlust bei der Verbrennung und bei einem Controlversuch, bei welchem dieser Verlust allein bestimmt wurde, um ein ziemliches niedriger, als derselbe aus der Analyse der unorganischen Bestandtheile voraus berechnet war. Verloren geht hiebei die organische Substanz, Wasser und Kohlensäure, wofür Sauerstoff zur Oxydirung des Schwefelkieses zu Eisenoxyd und Schwefelsäure aufgenommen wird; ferner ist anzunehmen, dass in einem an organischer Materie so reichen Gestein alles Eisen als Oxydul vorhanden sei, und es wurde daher noch der zu dessen Höheroxydirung erforderliche Sauerstoff in Rechnung gebracht, ein Fehler, der jedenfalls geringer ist als derjenige, welchen die entgegengesetzte Annahme veranlassen würde. Nach den oben angegebenen Werthen würde sich dies folgendermassen gestalten:

Verlust an Kohlensäure	13,15
„ „ Wasser und organischer Substanz .	27,90
	41,05
Aufgenommener Sauerstoff	3,22
Gesammtverlust	37,83

Die direct bestimmten Verluste sind dagegen bei der Verbrennung = 35,69 %, beim Controlversuch 36,62 %, also um 2,14 % und 1,21 % weniger, als berechnet; es scheint demnach das Gestein in verschiedenen Theilen verschieden zusammengesetzt.

Die im Kaliapparat nach der Verbrennung vorhandene Kohlensäuremenge betrug 84,87 % des Gewichtes des verwendeten Mineralpulvers; zieht man hievon die 13,15 % an Erden gebundener Kohlensäure ab, und berechnet den Rest auf Kohle, so erhält man 19,56 % Kohle. Zieht man diess von dem Glühverlust ab, so bleiben 16,13 %; diese dem aufgenommenen 3,22 % Sauerstoff sind die Menge der übrigen flüchtigen Bestandtheile. Hievon sind zuerst zu nennen 0,32 % Stickstoff, welche eine gesonderte Stickstoffbestimmung mit Natronkalk ergab; es bleiben

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hienach 19,03 % für Wasserstoff und Wasser; die Gewichtszunahme des Chlorcalciumrohres betrug 22,28 %, diess würde ergeben 18,62 Wasser und 0,41 % Wasserstoff. Wieviel Sauerstoff in einer organischen Verbindung enthalten war, und um wieviel in Folge dessen der Wassergehalt zu hoch, der an organischen Verbindungen zu niedrig angesetzt ist, lässt sich nicht entscheiden. Ueberhaupt muss das Ergebniss der Untersuchung der organischen Substanzen als ein approximatives bezeichnet werden, welches kein sehr grosses Vertrauen verdient, nicht nur aus dem eben angeführten Grund, sondern noch aus einer weiteren Reihe von Ursachen. Einmal mussten bei der als Grundlage aller Berechnungen dienenden Pauschanalyse Wasser und organische Substanz aus dem Verluste bestimmt werden, und noch in anderer Weise machen sich alle bei einer etwas verwickelten Untersuchung, wie es die der Mergel ist, unvermeidlichen Fehler geltend; ferner stimmte der berechnete Glühverlust nicht mit den durch directe Versuche gefundenen Zahlen, noch auch diese untereinander; dennoch mussten jene abweichenden Werthe benützt werden, um wenigstens ein annäherndes Resultat zu erhalten; endlich ist die Anwesenheit des Eisens als Oxydul nur wahrscheinlich, nicht aber für seine ganze Masse erwiesen. Nur die Stickstoffbestimmung kann Anspruch auf Genauigkeit machen. Stellt man die gefundenen Zahlen zusammen, so ergibt sich: 19,56 C., 0,41 H., 0,32 N., 18,62 H_2O

Schwefeläther färbt sich bei längerem Digeriren und Schütteln mit grösseren Mengen des gepulverten Minerals rothbraun und zeigt sehr ausgezeichnete Fluorescenz. Beim Verdampfen lässt er alsdann eine dunkelrothbraune harzige Substanz zurück, jedoch nur in ziemlich geringer Menge, so dass es mir nicht gelang, die zu weiteren Untersuchungen oder auch nur zu einer Elementaranalyse nöthige Menge zu erhalten. Kalilauge wird beim Kochen mit dem Mineralpulver nicht gefärbt.

Die Frage nach der Quelle, welcher die massenhaften organischen Substanzen entstammen, ob zersetzten Pflanzen- oder Thierresten, wird wohl weder durch Bejahung nach der einen, noch nach der andern Seite allein richtig beantwortet sein,

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sondern deren Ursprung wird nur der combinirten Wirkung beider zugeschrieben werden können. Dass Thierreste beigetragen, zeigt der Stickstoffgehalt und die grosse Menge thierischer Versteinerungen, wenn auch letzteres kein ganz vollgültiger Beweis ist, da manche, fast rein zoogene Gesteine kaum Spuren organischer Substanz zeigen, und die Möglichkeit und Leichtigkeit der Erhaltung der Molluskenschalen u. s. w. eine ausserordentlich viel grössere ist, als die der Pflanzen, namentlich der so vergänglichen Tange; diese letzteren sind nur in zwei, weniger bituminösen Lagen, 10 und 12 des obigen Profiles erhalten, und zwar so, dass die ursprünglich von ihnen eingenommenen Räume mit einer von organischer Substanz ganz freien Masse ausgefüllt sind, ein Vorgang, der in einem bituminöseren Gestein, in den Schiefern schwer möglich ist, so dass das ursprüngliche Vorhandensein dieser Pflanzen durch das Fehlen ihrer versteinerten Reste nicht ausgeschlossen ist; eine Analogie hiefür finden wir in den Steinkohlenflötzen, welche sehr arm an fossilen Pflanzen sind im Vergleich zu den sie begleitenden Schieferthonen. Immerhin kann von keiner Gewissheit weder nach der einen noch nach der anderen Seite hin die Rede sein, da eine Methode der directen Prüfung in dieser Hinsicht nur schwer denkbar ist.

Ueber den Schiefern folgen etwa 10′ mächtige Mergelkalke mit Thonzwischenlagen, ganz mit den Gesteinen an der Basis des mittleren Lias übereinstimmend, als die obersten Schichten des Lias, welche *Ammonites jurensis* enthalten. Zwei Proben aus der Boller Gegend (LXXIV und LXXV), welche ich analysirte, und zwei weitere von Metzingen (LXXVI) und von Kirchheim (LXXVII) nach Faist zeigen diess zur Genüge.

	LXXIV	LXXV	LXXVI	LXXVII
Kohlensaurer Kalk . .	78,98	83,35	87,07	84,76
Kohlensaure Magnesia .	0,50	1,11	1,79	2,03
Kohlensaures Eisenoxydul	4,83	1,46	—	—
Kohlensaures Alkali . .	—	—	0,93	0,84
Thonerde und Eisenoxyd	1,17	2,34	1,72	1,66
Thon	14,07	8,93	8,64	9,01
	99,55	99,19	100,15	98,30
Silicatquotient	0,14	0,09	0,09	0,09

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Aus demselben Niveau von Banz analysirte v. Bibra eine Gesteinsprobe (Knollenschicht nach Theodori) (LXXVIII), Reinsch eine solche von Moritzberg in Franken (LXXIX).

	LXXVIII	LXXIX
Kohlensaurer Kalk . . .	69,93	76,455
Kohlensaure Magnesia . .	3,20	5,353
Thonerde	1,22	4,621
Eisenoxydul	0,25	—
Eisenoxyd	1,03	4,157
Thon	13,00	6,811
Organische Substanz . .	10,00	2,598
Wasser	0,50	
	99,13	99,994
Silicatquotient	0,15	0,08

Auch in diesen, wie in verschiedenen anderen Lagen des Lias kommen Phophorsäure enthaltende Geoden vor; leider verabsäumte ich, auf diesen Punkt noch nicht aufmerksam, die Aufsammlung von solchen während meines Aufenthaltes in der Boller Gegend; *) nur ein Stück, welches Aussicht bot, fand sich in meiner Sammlung vor; es war ein Ichthyosauruswirbel aus den Posidonomyenschiefern von Boll, welcher auch in der That 10,13 % Phosphorsäure enthielt. Es ist wohl zu beachten, dass es nicht eine Geode war, welche diesen Gehalt zeigte, sondern der Rest eines Wirbelthierknochens, welcher also schon ursprünglich Phosphorsäure enthielt, deren noch nicht ausgelaugten Rest jene 10,13 % darstellen; im Gegensatz hiezu enthalten Concretionen aus den Posidonomyenschiefern keine oder nur wenige Phosphorsäure, während das Gestein, in dem sie eingelagert sind, das einzige ist, in welchen es mir gelang, dieselbe quantitativ nachzuweisen; es ist diess wohl eine Folge der ausser-

*) Dass dieselben reichlich vorhanden sind, beweisen die von Bergrath Gümbel analysirten Steinkerne aus den Boller Margaritatusthonen mit 44 % Phosphorsäure. Gümbel, über ein neues Vorkommen von Phosphorsäure u. s. w. S. oben.

**) Achenbach, geol. Beschreibung der hohenzoller'schen Lande. Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. Band VIII.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ordentlich geringen Verwitterbarkeit und Zugänglichkeit für auslaugende Gewässer, wesswegen überhaupt Concretionen hier ziemlich selten sind; diess ist auch der Grund, warum da, wo die zähen Schiefer auf Strecken hin an der Oberfläche liegen, trotz Alkali und Phosphorsäuregehalt meist unfruchtbares Land ist, und warum noch auf Jahre hinaus in der Ackerkrume die darein gemengten Schieferstückchen unverwittert liegen bleiben. In gebranntem Zustande dagegen werden die Schiefer z. B. in Luxemburg mit grossem Vortheile zur Verbesserung schlechter Böden angewendet; und sicher würden sich die schwäbischen und fränkischen Gesteine ebensogut dazu eignen.

Aus einigen fränkischen Liasgeoden, welche Herr Bergrath Gümbel mir mitzutheilen die Güte hatte, habe ich den Phosphorsäuregehalt bestimmt, und fand 26,35 % hievon in einer kleinen Geode aus den Margaritatusthonen von Staffelstein, 23,78 % in einer Geode aus den Radiansmergeln von Schnaittach und 3,38 % in einer solchen aus den Spinatusmergeln von Oberwaiz bei Bayreuth. *) Leider sind zur Zeit alle diese Vorkommnisse noch ziemlich unbedeutend, so dass bei allem Nutzen, den in einzelnen Fällen die Verwendung der aufgesammelten Geoden gewähren mag, doch eine grossartige Gewinnung und Verwerthung nicht möglich ist; dagegen glaube ich sicher, dass die oben erwähnte Verwerthung der gebrannten Schiefer sehr zu empfehlen wäre, zumal in Gegenden, wo grosse Massen desselben abgeräumt

---

*) Noch bedeutend reicher als der schwarze und braune Jura in Franken und Schwaben scheint der englische und französische Gault zu sein. Bei der Pariser Industrieausstellung des Jahres 1867 waren von mehr als 100 Localitäten der Departements der Ardennen, Marne, Yonne u. s. w. phosphorsäurehaltige Geoden und Versteinerungen aus dem Gault ausgestellt, welche dort zur Düngung verwendet werden. Das Pulver der Geoden, so wie es angewendet wird, enthält: In Säuren Unlösliches 7,20, Phosphorsäure 27,26, Thonerde und Eisenoxyd 46,64, Kalk 7,80, Wasser, Kohlensäure und Verlust 10,60. Wie mir Herr Dr. Ewald aus Berlin mittheilte, werden Versteinerungen und Geoden des englischen Gault in einer Fabrik bei Magdeburg in grossen Massen zu Dünger verarbeitet.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

werden, die unbenützt liegen bleiben, um zu den untersten zu Tischplatten u. s. w. verwendbaren Lagen zu gelangen. *)

In allen Gesteinen, **) welche ich der Analyse unterwarf, fand sich ein Gehalt von Schwefelkies, welcher bei manchen recht namhaft ist; derselbe beträgt nach aufsteigenden Mengen geordnet die folgenden Ziffern, die ich hier der Uebersicht wegen unter Beifügung des jeweiligen Silicatquotienten des Gehaltes an organischer Substanz und an schwefelsaurem Kalke noch einmal zusammenstelle.

	XLIV	XXXVII	XXXIV	XXXV	XXXVI	LI
Schwefelkies . . .	0,43	0,51	0,60	0,73	0,90	1,23
Schwefelsaurer Kalk	—	—	—	—	—	—
Org. Substanz u. s. w.	1,84	0,37	2,81	2,21	0,72	5,70
Silicatquotient . .	0,09	0,10	0,19	0,13	0,19	0,43
Aller Schwefel als Kies berechnet .	0,43	0,51	0,60	0,73	0,90	1,23

	LII	XLIX	XLVIII	LV	L	XLIII	LIV	LIII
Schwefelkies	2,13	2,16	2,71	3,69	3,74	3,79	3,95	6,88
Schwefelsaurer Kalk	—	2,41	2,94	1,88	—	0,35	—	0,75
Org. Substanz u. s. w.	0,59	7,25	27,90	16,72	17,88	7,95	2,72	8,35
Silicatquotient . . .	0,03	0,73	0,54	0,62	0,32	0,88	0,01	0,25
Aller Schwefel als Kies berechnet .	2,13	3,22	4,01	4,52	3,74	3,94	3,95	7,21

Es kann wohl kaum ein Zweifel herrschen, dass der in den Gesteinen vorhandene schwefelsaure Kalk aus der Zersetzung von Schwefelkies herrührt; der letztere nahm Sauerstoff auf, es bildete sich schwefelsaures Eisenoxydul und freie Schwefelsäure, welch letztere kohlensauren Kalk zersetzte, während ersteres sich mit diesem zu kohlensaurem Eisenoxydul und schwefelsaurem Kalk umsetzte; um also ein Bild von dem Schwefelkiesgehalt

*) S. Oppels Jura S. 210.

**) Auch in dem Gesteine der Analysen LXXIV und LXXV, welche keinen Schwefelkies angeben, fehlt derselbe nicht, wie eine qualitative Prüfung zeigte. Doch gingen die betreffenden Proben beim Umzug von Heidelberg nach München verloren, so dass die quantitative Bestimmung vereitelt wurde.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

des frischen, noch ganz unverwitterten Gesteins zu erhalten, muss der Schwefelgehalt des schwefelsauren Kalkes auf Schwefelkies berechnet und diese Zahl zu der schon von Anfang in der Analyse angegebenen Kiesmenge addirt werden, wie diess die fünfte Zeile der obigen Tabelle angibt; dass auch diese Angaben nicht ganz richtig sind, ist bei einem Bestandtheil, der nicht die ganze Gesteinsmasse gleichmässig durchdringt, wie z. B. die Carbonate, sondern in einzelnen Körnern und grösseren und kleineren Partien eingesprengt sich findet, allerdings vorauszusetzen; namentlich scheint bei LIII eine etwas grössere Kiespartie mitgepulvert worden zu sein; dennoch lässt sich auch in diesen Zahlen eine gewisse Gesetzmässigkeit erkennen. Alle Gesteine mit hohem Silicatquotienten, d. h. welche viel Thon enthalten, und mit viel organischer Substanz, zeigen grossen Schwefelkiesgehalt (XLVIII, XLIX, L, XLIII, LIII); dagegen scheint das umgekehrte Verhältniss auf den ersten Blick nicht ganz stattzufinden; denn während ein Theil der Gesteine mit niederen Silicatquotienten und wenig organischer Substanz mit ihrem Schwefelkiesgehalt nicht über 1 % steigt (XXXIV—XXXVII, XLIV), bilden LII und LIV einen sehr wesentlichen Gegensasz; betrachtet man jedoch die Lagerungsverhältnisse, unter denen diese Gesteine auftreten, so findet man, dass die beiden letzteren aus dünnen Kalkbänken stammen, welche schwefelkiesreichen mächtigen Lagen eingeschaltet sind, wo eine Infiltration mit Bestandtheilen der angrenzenden Schichten sehr leicht denkbar ja unvermeidlich ist; die erstere Abtheilung mit geringem Kiesgehalt dagegen umfasst diejenigen Gesteine, welche mächtigen an Silicaten und organischer Substanz armen Complexen angehören. Es ist diess wahrscheinlich ein Gesetz, das sich nicht nur auf das hier untersuchte Gebiet beschränkt, sondern ziemlich allgemein gelten wird; zwar keine ganz allgemeine Geltung in der Art, dass man etwa aus dem Gehalt an Silicaten und organischer Substanz absolut auf den Gehalt an Schwefelkies schliessen könnte, wohl aber so, dass innerhalb ein und desselben Complexes Thone, bituminöse Schiefer und ähnliche Gesteine, sowie dünne Bänke ihnen eingelagerter Kalke u. s. w.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kiesreicher sein werden, als die mächtigeren Complexe von Kalken, Mergelkalken, Sandkalken u. s. w. innerhalb derselben Gruppe; es ist wie gesagt sehr wahrscheinlich, dass ein derartiges Verhältniss stattfindet, allein bei der geringen Menge von Analysen, in welchen auf einen Kiesgehalt, der wohl in der Mehrzahl der einigermassen silicathaltigen Gesteine zu finden sein wird, überhaupt Rücksicht genommen ist, lässt sich nichts mit absoluter Gewissheit sagen. Eine Analogie und Bestätigung finden wir nur in den Alaunschiefern und in dem fast nie fehlenden Schwefelkiesgehalt der Steinkohlen.

Die Regelmässigkeit, mit der sich der Schwefelkies nach dem Vorhandensein von Silicaten und organischer Substanz richtet, gibt eine Andeutung über dessen Entstehung; die Quelle des Eisens wird in dem ziemlich hohen Eisengehalt des Thones zu suchen sein, welcher durch die bei der Zersetzung der organischen Substanz sich entwickelnde Kohlensäure ausgelaugt wird; eben diese organische Substanz wirkt dann wieder reducirend auf den schwefelsauren Kalk des Meerwassers und das den Silicaten entzogene Eisenoxydul, so dass sich Schwefelkies und kohlensaurer Kalk bildet. Die Einwirkung der Kohlensäure auf den Thon wird auch grossen Theils der Enstehung des kohlensauren Eisenoxydul zuzuschreiben sein, welches ohne weiter zersetzt zu werden, sich erhalten hat.

Von denjenigen Bestandtheilen, welche in grösseren Mengen als die oben behandelten auftreten, nämlich Silicate, Carbonat- und organische Substanz, sind nur die beiden ersteren in allen Gesteinen vorhanden, während die letztere nur in einem stratigraphisch geschlossenen Complex wenigstens in deutlich nachweisbarer Menge auftritt; diejenigen Gesteine also, bei welchen jenes der Fall ist, die verschiedenen Kalke, Mergel und Schieferthone zeigen nur Verschiedenheit in den quantitativen Verhältnissen, in welchen die bei allen dreien gleichen Bestandtheile vorhanden sind.

Die bituminösen Gesteine dagegen unterscheiden sich durch das Hinzutreten eines weiteren Bestandtheiles und bilden auf diese Weise eine schärfer-gesonderte Gruppe, wenn auch hier

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

so wenig, wie irgendwo Uebergänge nach verschiedenen Seiten fehlen; betrachtet man die typischen Varietäten der bituminösen Schiefer, als welche die Analysen XLVIII, LXII, LXIII gelten mögen, so kann als eine ideale Zusammensetzung 30 % Carbonate, 30 % Silicate, 30 % organische Substanz und Wasser, 10 % Schwefelkies, Eisenoxyd, Phosphorsäure u. s. w. aufgestellt werden. Gesteine dieser Art gehören zwar nicht zu den häufigen Vorkommen, immerhin aber finden sich fast in allen Formationen bituminöse Mergelschiefer und ihre nächsten Verwandten, die carbonatfreien oder wenigstens armen Alaunschiefer, welche dem Ansehen nach von jenen gar nicht unterschieden werden können. In den ältesten Formationen sind es hauptsächlich carbonatfreie Gesteine; so die silurischen Alaunschiefer von Schweden, Böhmen und dem Harz; im Devon finden sich die Lenneschiefer, ferner sehr ausgedehnte Complexe in Nordschottland und den Orkaden, und in Russland die an 800′ mächtigen Domanikschiefer mit 48 % flüchtiger Bestandtheile;*) auch das amerikanische Uebergangsgebirge ist reich an solchen Gesteinen. Dass übrigens in diesen ältesten Perioden sich auch schon bituminöse Mergelschiefer bildeten, zeigen die Analysen von solchen aus dem unteren Silur des Staates Jowa, von Chandler und Kimball,**) nämlich dunkelbrauner Schiefer, aus den bleiglanzführenden Gegenden (LXXX); dunkelgrauer Graptolithenschiefer ebendaher (LXXXI); schwarzer Schiefer mit Crinoiden und Trilobiten von Gloucester bei Ottawa (LXXXII); unvollkommen blättriges Gestein vom Flusse Sta. Anna bei Quebec (LXXXIII). Als Beispiel eines carbonatfreien Gesteines dieser Gruppe mag der obersilurische Vitriolschiefer von Gaensdorf bei Saalfeld nach O. L. Erdmann***) dienen, LXXXIV. Die bei den amerikanischen Analysen angegebenen Zahlen für Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff

---

*) Keyserling, wissenschaftliche Beobachtungen auf einer Reise ins Petschoraland. 1846.

**) Kenngott, Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen in den Jahren 1862—65.

***) Roth, Gesteinsanalysen S. 57.

©Biodiversity Heritage Library, http://biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

werden, vermuthlich aus den oben angeführten Gründen nur als Annäherungswerthe gelten können.

	LXXX	LXXXI	LXXXII	LXXXIII
Thon, Sand	73,57	80,65	48,27	37,26
Eisenoxyd und Thonerde .	2,79	1,99	7,99	3,29
Kohlensaurer Kalk . . .	1,29	4,77	20,30	52,60
Kohlensaure Magnesia . .	0,76	3,40	11,48	3,42
Kohle	15,03	3,97	6,99	0,61
Wasserstoff	1,65	0,63	1,13	0,83
Sauerstoff	5,39	4,87	3,39	1,71
	100,48	99,28	99,55	99,72
Silicatquotient	0,02	0,09	0,40	0,60

	LXXXIV
Kieselsäure . . .	50,126
Thonerde . . .	10,733
Eisenoxyd . . .	2,266
Kalk	0,400
Magnesia . . .	1,000
Schwefelkies . .	7,533
Kohle	22,803
Wasser	2,208
	97,099

Wohl die grösste Verbreitung unter den hieher gehörigen Gebilden haben die Brandschiefer der Kohlenformation, das Rothliegende hat in Mähren, Sachsen und bei Erbendorf *) in Bayern mehrere derartige Flötze; vor allem gehören aus dieser Formation hieher die bekannten Kupferschiefer. Die Zusammensetzung einer Probe desselben von Richelsdorf nach Gutbier ergibt folgende Resultate (LXXXV)

Kohlensaurer Kalk	19,00
Kohlensaure Magnesia	Spur
Thon und Sand	40,42
Verschiedene Kiese	13,58
Kohlig-bituminöse Bestandtheile mit etwas Ammoniak	25,20
Wasser	1,30
	100,00

*) Gümbel, Beiträge zur Flora der Vorzeit. 1860.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Sehr reich ist auch die Trias der Alpen an bituminösen Schiefern, z. B. die Raibler Schiefer, Partnach-Schiefer, Oelschiefer der Hauptdolomitgruppe, welch letztere 28—36 % organischer Substanz und als Carbonat Dolomit enthalten. *) Im unteren Lias finden sich solche in Württemberg in geringer Mächtigkeit in der Zone des *Pentacrinus tuberculatus,* und im selben Niveau liegen die berühmten Fisch- und Saurierschiefer von Dorsetshire und Somersetshire; die Posidonomyenschiefer des oberen Lias finden sich ausser im schwäbisch-fränkischen noch im helvetischen, dem Pariser, dem norddeutschen und einem Theil des mittelländischen Beckens übereinstimmend ausgebildet; auch der Alumshale von Yorkshire gehört zu dieser Gruppe, wenn er auch von der Varietät des Gesteines, welches an der württembergischen Alp typisch entwickelt ist, etwas abweicht. Sehr arm scheint der braune Jura zu sein; das einzige hiehergehörige mir bekannte Vorkommen sind kleine, kaum Zoll dicke Bänkchen eines an organischer Substanz sehr reichen Schiefers, welche ich in dem Steinbruch an der Sega di Noriglio bei Roveredo, den mächtigen grauen Kalken des Unteroolithes mit *Terebratula Rotzoana* Schaur., *T. fimbriaeformis* Schaur. u. s. w. eingelagert fand; aus dem oberen Jura gehören hierher Schiefer der Kelloway- und Kimmeridgegruppe in England, welch letztere solche Menge von organischer Substanz enthalten, dass sie als Kimmeridge-coal gebrannt werden. Aus der Kreideformation sind mir nur die Neocomschiefer der Karpathen bekannt, deren so merkwürdige Cephalopodenfauna theilweise mit derjenigen stimmt, welche Karsten aus der Kreide Columbiens bekannt gemacht hat. Von tertiären Gesteinen gehören hieher die Schiefer von Oeningen, Häring, im Vicentinischen u. s. w. All diese Vorkommen zeichnen sich durch eine sehr ausgezeichnete Schieferstructur aus, wie sie von älteren Gesteinen nur manche Thonschiefer und ähnliche Gesteine, von jüngeren nur die Schiefer von Solenhofen, Nusplingen und Cirin in solcher Vollkommenheit zeigen. Diese letzteren bilden eine grosse, unten weiter zu be-

*) Gümbel, geogr. Beschreibung des bayr. Alpengebirges S. 286.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sprechende Ausnahme, indem meines Wissens kein anderer fast reiner Kalk eine auch nur annähernd so deutliche Schieferstructur zeigt; sehen wir vor der Hand von diesem einen Fall ab, so finden wir, dass meist nur Gesteine geschiefert sind, welche ganz oder grösstentheils aus Silicatdetritus bestehen, ferner bituminöse Mergelgesteine und solche, welche parallel angeordnete platte Organismen oder Krystallblättchen (z. B. Diatomeen-Glimmer) in bedeutender Menge enthalten oder ganz aus ihnen bestehen. *)

---

*) Während in den letzteren Fällen auch umgekehrt gilt, dass alle so zusammengesetzten Gesteine Schieferung zeigen, findet diess bei dem ersten, den Thongesteinen, durchaus nicht statt; es ist auffallend, dass ein Theil derselben (Thonschiefer, Schieferthon) eine sehr ausgezeichnete Parallelstructur zeigt, ein anderer weit weniger, einzelne sogar ganz ungeschiefert und ungeschichtet erscheinen, namentlich gewisse Tertiärthone, z. B. der Septarienthon. Während in chemischer Beziehung, wie oben besprochen, kein Unterschied zwischen all diesen Gesteinen besteht, weichen die Thonschiefer durch grössere Solidität und Widerstandsfähigkeit gegen Verwitterung, sowie durch die beginnende Individualisirung der Bestandtheile zu Mineralien ab. Diess gibt wenigstens für einen Theil dieses Räthsels die Lösung; einerseits sind unter diesen Mineralien, die sich neubilden, Glimmerblättchen ziemlich massenhaft vertreten; andererseits verlieren die Thonschiefer durch die beginnende Verwitterung nichts von der Deutlichkeit ihrer Schieferung, im Gegentheile blättern manche durch dieselbe erst deutlicher auf; die Thone dagegen werden, soweit sie den Temperaturwechseln u. s. w. ausgesetzt sind, vollständig aufgeschlämmt und wieder zusammengebacken, so dass sich gegen aussen eine structurlose Kruste bildet, welche eine Beobachtung der Gesteine in ihrer ursprünglichen Gestalt sehr erschwert und nur in wenigen Fällen möglich macht; und in der That zeigen eine grosse Menge scheinbar kaum geschichteter Thone im Innern eine sehr deutliche Schieferung, so dass wenigstens die sehr überwiegende Mehrzahl der Thongesteine als Schiefer gelten können. Immerhin bleibt aber noch eine, wenn auch nicht grosse Anzahl namentlich tertiärer Thone, bei welchen etwas Derartiges nicht vorkommt, und eine Erklärung dieses Verhaltens ist schwer zu geben; auch der Diluviallehm zeigt wohl kaum jemals eine Schichtung und Schieferung, was jedoch bei seiner vollständig von der Entstehungsart der marinen Thongesteine verschiedenen Bildungsweise durchaus nicht befremden kann. Ueber die Ursache, warum ein Theil der Silicatdetritusgesteine zu Thonschiefer erhärteten, ein anderer nicht, lässt

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bleiben wir zunächst bei den bituminösen Mergelgesteinen stehen, so finden wir ausser der chemischen Zusammensetzung und der Structur noch als gemeinsame Eigenschaft, dass in ihnen alle Versteinerungen, welche nicht in Geoden eingebacken sind, wie die des Alumshale von Yorkshire, oder welche nicht ein ganz festes Ganzes ohne Hohlräume bilden, wie die Belemniten, vollständig platt gedrückt sind, wie ein Blatt Papier, so dass dieselben ohne Verzerrung wie eine Zeichnung auf den Schieferplatten liegen; diese Erscheinung kommt nur in Schiefern vor, wenn auch manchen andern Gesteinen, z. B. sehr stark im Gosausandstein eine unregelmässige Quetschung und Verzerrung sich findet.

Bezüglich der Entstehung einer der Schichtungsebene parallelen Schieferung können zweierlei Erklärungen gedacht werden, deren eine diese Spaltbarkeit als eine durch die Art und Weise der Ablagerung durch sehr häufig unterbrochenen Absatz hervorgerufene Erscheinung ansieht, während die andere dieselbe als eine secundäre erst später durch anderweitige Einflüsse entstandene Parallelstructur bezeichnet. Es ist natürlich nicht möglich, allgemein diese Frage zu entscheiden, und es werden wohl für jede der beiden Entstehungsarten Fälle sich auffinden lassen; es wird sich nur darum handeln, welche von beiden in dem hier vorliegenden Fall als die wahrscheinlichere angesehen werden muss, und vielleicht wird von da aus auf eine Reihe analoger Vorkommen ein Schluss gezogen werden können.

Der ausgezeichnetste Fall einer Schieferung, welche nicht durch die Verhältnisse bei der Ablagerung, sondern erst durch später wirkende Kräfte hervorgerufen ist, liegt in der s. g. transversalen oder falschen Schieferung vor, welche besonders bei

---

sich schwer eine Vermuthung aufstellen; zwar finden sich Thonschiefer hauptsächlich in alten, Thone in jüngeren Formationen, doch ist diess durchaus nicht durchgreifend überall der Fall, wie das Auftreten ächter Thonschiefer im tertiären Flysch und das der Obolusthone im untern Silur Russlands beweisen. Leider konnte ich über die Structurverhältnisse dieses letzteren interessanten Gesteines keinen Aufschluss erhalten.

©Biodiversity Heritage Library, http://biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sehr alten Gesteinen auftritt, aber auch von Gümbel an der oligocänen Molasse von Kleinweil an der Loitzach beobachtet wurde.*) Diese ausserordentlich merkwürdige Erscheinung hat die Aufmerksamkeit der Geologen schon sehr frühe in hohem Grade erregt, und verschiedenartige Versuche wurden zu ihrer Erklärung gemacht, indem man sie bald polaren Kräften, bald einer rudimentären Krystallisation zuschrieb. Diejenige Ansicht, welche alle andern verdrängte und jetzt die einzig angenommene ist, besteht darin, dass die transversale Schieferung ein Product eines starken und zwar auf die Schieferungsrichtung parallelen Druckes ist; diese Ansicht wurde zuerst 1846 von Bauer**) aufgestellt, der sich auf den Parallelismus der Schieferungsflächen mit der Haupterhebungsaxe der Schichten stützte; noch weitere Beweise wurden aus der Verdrückung der Versteinerungen u. s. w. beigebracht, so dass ein Zweifel kaum mehr bestehen kann. Da wir also hierin einen Fall haben, in dem offenbar unabhängig von den Vorgängen bei der Ablagerung durch später wirkende Kräfte eine Schieferung entstand, so wird dieser einen Ausgangspunkt bieten, von welchem aus weiter untersucht werden kann, in wie ferne auch anderwärts Aehnliches stattgefunden hat. Wenn sich zeigt, dass vielfach auch da sehr viele Analogieen sich finden, wo eine der Schichtung parallele Blätterung durch das Gestein geht, so wird man auch diese mit einem ziemlichen Grade von Wahrscheinlichkeit als eine von der Schichtung genetisch wesentlich verschiedene, durch secundäre Wirkungen hervorgerufene Erscheinung ansprechen können.

Sorby, Pyndall und Daubrée haben Versuche angestellt über die Bedingungen, unter welchen durch Druck Schieferung hervorgebracht werden, und es gelang ihnen in vielen Fällen, eine sehr ausgezeichnete, auf die Druckrichtung senkrecht verlaufende Parallelstructur hervorzurufen. Sorby ***)

---

*) Gümbel, geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengebirges.

**) Karstens Archiv 1846. XX. 398.

***) Sorby, Edinburgh new philosophical journal 1853. LV. S. 37 und einige andere Abhandlungen.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

knetete zahlreiche Eisenglimmerblättchen in einen plastischen Thon ein, welche durch Druck sämmtlich parallel orientirt wurden; Pyndall*) bewirkte eine sehr vollkommene Schieferung in Wachs und Pfeifenthon auch ohne Beimengung lamellarer Elemente. Daubrée**) fand deren Entstehung an die Plasticität des Materials gebunden, sowie an die Möglichkeit, dass dasselbe unter hohem Druck eine mit diesem parallele Gleitung ausführen könne. Vergleicht man damit die Erscheinungen, wie sie bei der transversalen Schieferung vorkommen, so finden wir, dass dieselbe sich nicht auf alle Gesteine erstreckt; im Gegentheil ist sehr häufig der Fall, dass die Schieferung sich nur auf gewisse Gesteine beschränkt, und Bänke von anderer Beschaffenheit werden ganz übersprungen oder zeigen nur eine rudimentäre, der Schieferung parallele Plattung. Die Schieferung zeigt sich an Gesteinen, welche aus Silicatdetritus, aus Thon entstanden sind, dem plastischsten Material, welches in der unorganischen Natur vorkömmt. Die Ueberspringung kömmt bei Kalken, Sandsteinen und nicht plastischen Bänken vor, gerade wie es die theoretischen Betrachtungen verlangen.

Lässt sich nun in einem Fall, wo eine der Schichtung parallele Schieferung vorkömmt, nachweisen, dass ein Druck senkrecht gewirkt hat, und zeigen sich ferner nur die plastischen Gesteine geschiefert, und überspringt die Schieferung nicht plastische Einlagerungen, so ist mit vieler Wahrscheinlichkeit zu sagen, dass hier eine durch Druck hervorgebrachte Parallelstructur herrscht, und dass nicht die Art der Ablagerung die Blätterung veranlasst hat. Bei den Posidonomyenschiefern liegt dieser Fall vor; den Beweis, dass ein Druck gelastet hat, liefern die plattgedrückten Versteinerungen, und dass mit der Plasticität die Schieferung erscheint und verschwindet, in ihrer Vollkommenheit steigt und fällt, lehrt ein Blick auf die Analysen;

---

*) Pyndall, the London, Edinburgh and Dublin new philos. may 1856. XI. und XII.

**) Daubrée, Mémoires présentés par divers savants à l'academie des sciences. Paris 1861. XVII.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Gesteine mit hohem Silicatquotienten und viel organischer Substanz sind geschiefert, in einzelnen eingelagerten Kalkbänken dagegen, wie in den Schichten 3 und 5 des anfangs gegebenen Profiles verschwindet jede Parallelstructur. Es muss dabei noch unentschieden bleiben, ob die schieferungbefördernde Wirkung der organischen Substanz nur in der Vermehrung der Plasticität besteht, oder ausserdem noch in der Lieferung glatter Bestandtheile (Fischschuppen u. s. w.), oder ob die bedeutende Raumverminderung bei der Zersetzung der organischen Substanzen eine analoge Wirkung hervorbringt, wie die Gleitung der zu schiefernden Masse bei den Versuchen von Daubrée. Da ferner alle bituminösen Mergelschiefer durch den Erhaltungszustand ihrer Versteinerungen beweisen, dass ein senkrechter Druck auf ihnen gelastet hat, und auch bei allen das Ueberspringen von Kalkbänken u. s. w. vorkömmt und die Schieferung sich auf die plastischen Massen beschränkt, so werden sich diese Folgerungen auch auf sie ausdehnen lassen.

Ueber die Natur des Druckes, welcher in diesen Fällen gewirkt hat, kann nicht wohl ein Zweifel herrschen; es wurde oben gezeigt, dass derselbe in allen bituminösen Mergelschiefern gewirkt habe, d. h. dass in diesen allen die Versteinerungen platt gequetscht sind; nun ist aber ein Druck, welcher nur bei Gesteinen von einer gewissen Zusammensetzung gewirkt hätte, nicht denkbar, sondern derselbe muss nur hier besonders günstige Bedingungen, ein besonders günstiges, d. h. plastisches Material gefunden haben. Einen Druck aber, der auf allen Schichten senkrecht lastet, finden wir nur in dem Gewicht darüber sich ablagernder Bänke; wesentlich ihm muss daher diese Wirkung zugeschrieben werden.

Wir haben hier einen auf den Schichten lastenden senkrechten Druck, welcher nur auf den jeweiligen allerobersten Bänken mangelt*), und consequenter Weise müssten in Folge dessen die meisten plastischen Gesteine geschiefert erscheinen,

---

*) Diess erklärt den Mangel an Schieferung bei allem Diluviallehm und wohl auch bei manchen Tertiärthonen.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dagegen eine Parallelstructur weit seltener sein bei allen denjenigen, welche Plasticität nicht besitzen, da bei ihnen eine sehr wesentliche und verbreitete Ursache der Blätterung fehlt und bei ihnen eine solche nur als Ablagerungserscheinung vorkömmt.

Natürlich kann hiebei nur von gewissen Classen der Gesteine die Rede sein, zunächst hier von den marinen Absätzen und etwa noch von limnischen Gesteinen, wie sie die Kohlenformation beherbergt; andere wenig mächtige und sehr junge Süsswasserbildungen können nicht in Betracht kommen, weil hier die Bedingung des Druckes fehlt. Ferner gehören krystallinischmassige Gesteine begreiflicher Weise nicht hieher (z. B. die Plattung des Phonoliths), ebenso wenig solche, welche wohl nicht mehr in früherem Zustande sind (Kieselschiefer), und endlich solche, welche ganz aus platten Körpern bestehen, oder dieselben in grosser Menge enthalten (Gneiss, Glimmerschiefer u. s. w., Diatomeenschiefer).

Bei Betrachtung der übrig bleibenden Gesteine findet sich, dass die Hauptmasse der Schiefer, Thongesteine oder wenigstens Gesteine mit hohem Thongehalt oder stark bituminöse Mergel sind; es wird bezüglich der ersteren keiner Aufzählung der unzähligen Thonschiefer, Schieferthone u. s. w. bedürfen, wie sie von letzteren oben gegeben wurde. Die Ursache ist sehr einleuchtend, denn Thon ist das plastischste Material, welches die unorganische Natur bietet. Ziemlich unerklärt dagegen sind die fast schichtungslosen Thone, welche weiter oben erwähnt wurden, wenn ihre Zahl auch sehr gering ist, und geringer namentlich als es beim ersten Anblick scheint (s. oben).

Weit ausnahmsloser zeigen die bituminösen Gesteine die Schieferung und es ist mir von Mergeln mit hohem Gehalt an organischer Substanz auch nicht ein Fall bekannt, wo dieselbe fehlt. Bituminöse Thone ohne Schieferung scheinen auch vorzukommen; vielleicht, dass hier, wie bei der Zerdrückung der Versteinerungen, eine allzugrosse Plasticität zu hindern im Stande ist.

Nicht plastische Gesteine, welche hier in Betracht zu ziehen sind, sind hauptsächlich Kalke, Sandsteine und Conglomerate, und wirklich sind geschieferte Varietäten derselben sehr selten.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Von Conglomeraten mit Parallelstructur ist mir nichts bekannt, dagegen werden bisweilen geschieferte Sandsteine citirt, von denen ich jedoch glaube, dass sie ihre Structur dem in grosser Menge vorhandenen thonigen Bindemittel oder zahlreichen Glimmerschuppen, oder beiden Umständen gleichzeitig verdanken; wenigstens ist diess bei den s. g. Grauwackenschiefern und bei geschieferten hellgrünen Sandsteinen des Buntsandsteins von Heidelberg und des Röthes von Zweibrücken der Fall. Andere Gebilde der Art, welche überhaupt nicht eben häufig sind, hatte ich nicht Gelegenheit zu untersuchen. — Nicht ganz so gestaltet sich das Verhältniss mit den Kalkschiefern; vielfach allerdings gehören Gesteine, welche mit diesem Namen bezeichnet werden, nicht hieher, indem man häufig dünnschichtige Gebilde, welche massigen Bänken eingelagert sind, um den Contrast mehr hervortreten zu lassen, als Schiefer bezeichnet, ohne dass diess wirklich der Fall ist; in anderen Fällen mögen auch weit silicatreichere Gesteine, wenn sie schwer verwittern, als Kalke bezeichnet worden sein, oder endlich mögen noch andere Umstände mitwirken; so z. B. kann der Wellenkalk, welcher in zwei Proben von Würzburg, die ich analysirte, 6,8 % und 7,7 % Silicate enthält, als ein, wenn auch unvollkommener Schiefer gelten; hier findet jedoch das Verhältniss statt, dass Thon ein dünnes Schiefergerüste bildet, in welchem, den Thon an Masse weit übertreffend, Lager, Knoten und Flasern eines ganz ungeschieferten Kalkes liegen; dass hier zur Schieferung des Thongerüstes Druck mit beigetragen hat, ist wahrscheinlich, entschieden aber ist er zur Erklärung der ganzen Structur des Gesteines unzureichend. Mögen aber auch manche s. g. Kalkschiefer auf solche Weise wegfallen, immerhin ist deren Existenz überhaupt sicher, wenn sie auch keineswegs zu den häufigen Vorkommen gehören. Jedenfalls aber dürfte feststehen, dass aus plastischem Material gebildete Gesteine in den weitaus meisten, die aus unplastischem Material gebildeten nur in seltenen Fällen geschiefert sind, und diess gewährt der Annahme, dass die Schieferung in sehr vielen Fällen wenigstens ihre Entstehung einem Druck verdankt, weitere Wahrscheinlichkeit.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schon oben wurde ein Gestein genannt, welches in manchen Beziehungen eine Ausnahmsstellung einnimmt, die im obersten Jura, sämmtlich im selben Niveau vorkommenden Kalkschiefer, welche in einem Theil Frankens (Solenhofen, Eichstädt), Württembergs (Nusplingen) und bei Cirin in Südfrankreich sich befinden. Die Abweichung von anderen Kalkschiefern besteht in der ausserordentlich feinen und vollkommenen Blätterung, worin dieses Gestein mit jedem bituminösen oder Thonschiefer wetteifern kann, so wie in dem Umstand, dass wie in den Liasschiefern u. s. w. alle Versteinerungen plattgedrückt sind.

Bei weitem nicht alle Gesteine, welche als „lithographischer Kalk" eine Etage zusammensetzen, sind Schiefer, sondern bekanntlich bildet die Hauptmasse ein sehr reiner, feinkörniger und gleichmässiger, plattig abgesonderter Kalk, während die eigentlichen Schiefer von geringerer Mächtigkeit sind. Eine Analyse eines lithographischen Steines, also wohl einer dichteren Varietät von Solenhofen liegt von Gmelin *) vor (LXXXV), und in fünf weiteren Proben, die ich theils der Güte des Herrn Professor Zittel verdanke, theils selbst an Ort und Stelle sammelte, bestimmte ich den Silicatgehalt, als den für den vorliegenden Fall allein wichtigen. Ich fand in dichtem lithographischem Kalk von Solenhofen 1,6 % Silicate, in ziemlich unvollkommenem Schiefer von Kehlheim 5,7 % und in drei sehr vollkommenen Schiefern von Langenaltheim, Kehlheim und Schönfeld bei Solenhofen 7,3 %, 8,4 % und 9,9 % Silicate. Die Analyse von Gmelin ergab:

	LXXXV
Kohlensaurer Kalk	96,24
Kohlensaure Magnesia . . .	0,21
Thon	2,02
Wasser	0,58
	99,05
Silicatquotient	0,02

Spuren von Thonerde und Eisenoxyd.

*) Gmelin, Analysen württ. Kalksteine a. a. O.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Jedenfalls ist unverkennbar, dass auch hier mit einer Zunahme des Silicatgehaltes die Vollkommenheit der Schieferung steigt, allein selbst bei den vollkommensten Schiefern ist derselbe noch so niedrig, wie er sonst meist nur in ganz ungeschieferten Gesteinen zu sein pflegt. Dennoch bieten das Zusammentreffen von Schieferung und Zerdrückung, sowie das Vollkommenerwerden der Parallelstructur mit dem grösseren Thongehalt so viele Analogieen mit jenen Gesteinen, von denen oben eine Schieferung durch Druck wahrscheinlich gemacht wurde, dass man auch hier diess vermuthen möchte.

Ueber den Grund, welcher hier einen so wenig thonigen Kalk geschiefert erscheinen lässt, ist etwas Sicheres wohl kaum zu sagen; vielleicht hat die ausserordentlich feine Zertheilung des Thones einen Antheil, welcher so gross ist, dass die Flüssigkeit bei dessen Abfiltrirung nur sehr langsam abläuft und das Filter verstopft. Vielleicht auch wurde das Kalkmaterial zu Bildung dieser Gesteine dem Meere in diesem Falle als feinster Kalkdetritus zugeführt, während er in anderen Fällen ein Product der organischen Thätigkeit wäre. Es ist diess eine Hypothese, deren Beweisung vom chemischen Standpunkt nicht möglich ist, und worüber allein das Mikroskop unterscheiden kann; allein gewisse Lagerungsverhältnisse lassen diese Annahme als vielleicht nicht ganz ungegründet erscheinen. Es sind nämlich die lithographischen Schiefer das oberste oder wenigstens als eines der jüngsten Glieder einer mächtigen Kalkformation, und zwar den älteren Gliedern nicht überall direct aufgelagert, sondern häufig von Felsen der nächstälteren Schichten und gleichalterigen Corallenriffen überragt. Alle Erfahrungen haben zu der Annahme geführt, dass die Solenhofer Kalke in kleinen Becken abgelagert wurden, welche wenig Verbindung mit den übrigen Meeren hatten und durch die eben genannten Riffe gedeckt waren. Für die Nähe des Landes und die Seichtheit des Wassers sprechen die Fährten von Landthieren, Insectenversteinerungen u. s. w., für die vollständige Ruhe die Erhaltung der feinsten Organismen, ja selbst der Spuren, welche eine Muschel zurückliess, die sich mit Hülfe ihres Fusses im Schlamme fort-

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schob. Bei dem warmen Klima, welches nach Fauna und Flora zu urtheilen damals herrschte, musste die Verdunstung des Wassers eines so seichten Meeresbeckens eine sehr bedeutende sein, so dass das Wasser mit kohlensaurem Kalk nahezu gesättigt sein konnte und neu beigeführten Kalkdetritus nicht zu lösen im Stande war. So konnte sich dieser unmittelbar absetzen, da eine Fortführung desselben aus einem gegen die hohe See abgeschlossenen Becken kaum möglich war.

Ein solcher Kalkschlamm ist natürlich viel feiner zertheilt, als der von Organismen unmittelbar herrührende und wird daher der Schieferung weit weniger Hindernisse bieten als dieser. Darauf deutet auch die Beobachtung von Gmelin hin, welcher berichtet, dass bei Auflösung von Solenhofer Schiefer der ungelöste Thon geschiefert zurückbleibt, und der daraus sehr richtig den Thon als das eigentlich Schieferbildende betrachtet. Kehren wir zu dem schwäbischen Lias zurück und betrachten den Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und petrographischen Beschaffenheit und zwischen den organischen Ueberresten, so zeigt sich, dass wie in mineralogischer, so auch in paläontologischer Hinsicht ein ziemlich wesentlicher Unterschied besteht zwischen den nur thonig-kalkigen und den mergelig-kohligen Gesteinen; beide zeichnen sich durch die grosse Entwicklung und den Reichthum an Arten wie an Individuen ihrer Cephalopodenfaunen aus; an Muscheln sind die bituminösen Gesteine wenigstens an Individuenzahl bedeutend überlegen; sie sind durch das Fehlen von Leda- und Nucula-Arten, welche in allen andern Schichten vorkommen, sowie durch das massenhafte Auftreten von Posidonomya charakterisirt; weit merkwürdiger gestaltet sich das Verhältniss bezüglich der Gastropoden und Brachiopoden. Erstere scheinen den Posidonomyenschiefern ganz zu fehlen und nur spärlich in deren kalkigen Zwischenlagen (*Natica Pelops*) sich einzufinden, während sie in den Mergeln, Kalken und Thonen, wenn auch nicht massenhaft vorhanden, doch nirgends fehlen; ebenso verhält es sich mit den kalkschaligen Brachiopoden, welche in den unter den Schiefern liegenden Gesteinen sehr massenhaft, in den dieselben überlagernden

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Mergeln wenigstens sparsam vertreten sind, in den Brandschiefern aber vollständig fehlen; dagegen sind opakschalige Brachiopoden durch *Discina papyracea* häufig vertreten; zwei Eigenthümlichkeiten, die allen mir bekanten bituminösen Schiefern gemeinsam sind, indem diese Thierclassen ihnen ganz fehlen oder wenigstens sehr spärlich vorhanden sind*) (Productus im Kupferschiefer, *Natica Pelops* im Alumshale).

Dieses Verhältniss namentlich der Brachiopoden in den Posidonomyenschiefern ist ein deutlicher Fall des Einflusses der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Meeresbodens auf dessen Bevölkerung; es scheint, dass grosse Massen sich zersetzender organischer Substanzen den kalkschaligen Brachiopoden die Existenz unmöglich gemacht haben; denn eine Erklärung durch Niveauschwankungen des Meeresbodens und der Wassertiefe ist kaum möglich, da nicht nur die Annahme eines Seichterwerdens des Meeres mit dem Auftreten der Schiefer, eine Vertiefung zur Zeit der Jurensismergel und ein nochmaliges Seichterwerden mit den darauf folgenden Opalinusthonen, welche ebenfalls frei von kalkschaligen Brachiopoden sind, nothwendig wäre, sondern auch in einzelnen weniger bituminösen Schieferthon-Bänken im untersten Theil der Posidonomyenschiefer Spiriferen und Rhynchonellen wieder auftraten, welche in den darunter liegenden Schiefern fehlen. Gleichzeitig treffen wir hier einen interessanten Fall der Wanderung der Thiere; die kalkschaligen Brachiopoden verliessen das schwäbische Liasbecken mit dem Eintreten ungünstiger Umstände; die Genera *Terebratula* und *Rhynchonella* fanden sich mit dem Wiederauftreten günstiger Verhältnisse in der Zone des *Ammonites jurensis* wieder ein, während *Spirifer* diese Gebiete für immer verliess und nicht mehr in die schwäbischen Meere zurückkehrte, während in anderen Gegenden diese Gattung noch eine ziemliche Weile fortdauerte. Sonderbarer Weise gelangten auch die andern Brachiopoden

---

*) Vergl. Süss, Wohnsitze der Brachiopoden, Bd. XXXVII S. 85 und XXXIX. S. 151 der Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe der Wiener Akademie.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

während der Zeit der Ablagerung der Zone des *Ammonites jurensis* zu keiner bedeutenden Entwickelung, obwohl die Verhältnisse denen der Numismalismergel ähnlich sind, in denen die Brachiopoden sehr reich an Individuen und Arten waren; vielleicht dass die Zeit zur vollständigen Wiedercolonisirung nicht ausreichte, ehe sie den wieder eintretenden ungünstigen Verhältnissen weichen mussten, welche sie mit dem Auftreten der Opalinusthone zu wiederholten Wanderungen zwangen. Weitaus die bedeutendste Rolle in den obersten Schichten des obern Lias spielen die Cephalopoden, von denen die Belemniten sogar hier das Maximum ihrer Entwickelung zu erreichen scheinen. *)

Ein absolutes Maass für die Tiefe des Meeres, aus dem jene Gesteine sich absetzten, ist wohl kaum zu geben; höchstens gibt eine Andeutung hierüber das Zusammenvorkommen von *Discina* mit kalkschaligen Brachiopoden **), sowie das Abwechseln des Vorkommens lelzterer und der hornschaligen Brachiopoden je nach den Veränderungen des Gesteines.

---

*) Bezüglich der Zahlenverhältnisse der Thiere in diesen Schichten s. Dr. Uebeleisen, Briefliche Mittheilung an Prof. Leonhardt im neuen Jahrbuch 1868.

**) Vgl. Süss, Wohnsitze der Brachiopoden a. a. O.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg

Jahr/Year: 1868

Band/Volume: 24

Autor(en)/Author(s): Neumayr Melchior

Artikel/Article: Petrographische Studien im mittleren und oberen Lias Württembergs. 208-258