

Sitzungsberichte

der

mathematisch - physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band X. Jahrgang 1880.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1880.

In Commission bei G. Franz.

Herr C. W. Gümbel spricht über die vorgelegte Abhandlung:

„Petrographische Untersuchungen über die eocenen Thonschiefer der Glarner Alpen“ von Fr. Pfaff.

Zu den Eigenthümlichkeiten des Alpengebirges, welche längere Zeit die richtige Altersbestimmung gewisser Schichtensysteme desselben erschwerte, gehört auch das Vorkommen von mächtigen Thonschiefermassen von derselben Beschaffenheit, wie sie ausserhalb der Alpen nur in den älteren paläozoischen Formationen sich finden, während sie hier als ein Glied der eocenen Formation sich schliesslich zu erkennen gaben.

Wenn wir den Ausdruck gebrauchten „von derselben Beschaffenheit wie die älteren Thonschiefer“ so gründet sich derselbe zunächst nur auf die Untersuchung des Gesteines, soweit sie ohne besondere Hilfsmittel vorgenommen werden kann. Da aber eine solche naturgemäss uns keine genügende Auskunft über die Natur eines Gesteines geben kann und meines Wissens eine dem jetzigen Stande der Petrographie entsprechende genauere mikroskopische und chemische Untersuchung derselben noch nicht vorliegt, überhaupt die schiefrigen Gesteine noch nicht allzu häufig nach den neueren Methoden Gegenstand einer solchen geworden sind, so möchten die folgenden Mittheilungen über diese jüngeren Schiefer und Thonschiefer im Allgemeinen nicht ohne Interesse sein.

Das Material dazu wurde von mir vorigen Herbst theils in der Umgegend von Ragatz theils im oberen Sernftthale in der Gegend von Elm gesammelt.

Ohne näher auf die übrigen geologischen Verhältnisse dieser Schiefer einzugehen, wegen deren ich sowohl auf das Werk Heers, die *Urwelt der Schweiz*, als auch auf das von Heim, der Mechanismus der Gebirgsbildung, verweise, wende ich mich sofort zu einer Betrachtung der Beschaffenheit der Schiefer selbst.

Wie überall, wo sehr mächtige Schichtenreihen derselben ausgebildet sind, wechselt auch in diesem Gebiete das Aussehen und die Beschaffenheit der Schiefer nicht unbedeutend. Gewöhnlich gleichmässig grau oder schwärzlich erscheinend, werden sie oft ziemlich hell, bräunlich bis zu ganz lichtem Ockergelb und hie und da selbst streifig und fleckig. Ebenso wechselt ihre Härte; manche sind sehr weich, so dass sie sich sehr leicht sägen lassen, andre quarzreichere sind ziemlich hart und kaum mehr zu sägen. Auch in Beziehung auf die mehr oder weniger vollkommene Schieferung zeigen sich nicht unerhebliche Verschiedenheiten, von den feinsten, zu Schreib-Tafeln verwendeten, leicht in die dünnsten Blättchen spaltbaren bis zu ziemlich groben, leicht nur in dickere Platten zu theilen, die theils noch Dachschiefer, theils senkrecht neben einander gestellt dauerhafte Einzäunungen von Feldern und Wiesen liefern. Während die feinsten höchstens Glimmerschüppchen hie und da erkennen lassen, sonst aber vollkommen einfach dem blossen Auge erscheinen, kann man in den gröberen namentlich Quarkörnchen und silberweiss glänzende bis 1 mm grosse Glimmerblättchen in grosser Anzahl unterscheiden. Stellenweise wird das Gestein dann so gleichmässig grobkörniger, dass man Handstücke desselben leicht als glimmerreichen sehr feinkörnigen Sandstein bezeichnen könnte. Eigenthümlich ist, dass hie und da mit ganz scharfen Grenzen

selbst in einzelnen Handstücken sowohl in vertikaler wie in horizontaler Richtung ganz feinschiefrige und grobkörnige sandsteinartige Lagen über und neben einander liegen und dabei so fest mit einander verbunden sind, dass man Dünnschliffe durch beide Gesteinsvarietäten zugleich gehend, sowohl in senkrechter wie in horizontaler, der Schieferung parallel gehender Richtung, anfertigen kann.

In manchen Lagen der Schiefer finden sich auch meist runde, kugelige oder ellipsoidische Knoten von 2—4 mm Durchmesser in grösserer Anzahl ein, meist ziemlich scharf gegen die sie rings umschliessende und sich ihnen anschmiegende, schiefrige Masse durch ihre weissliche Farbe abstechend. Nur sehr spärlich finden sich ähnliche Knoten im Innern aus Schwefelkies bestehend.

Der Mittheilung der mikroskopischen Untersuchung schicken wir zunächst Einiges über die chemische Zusammensetzung der Schiefer voraus.

Hervorzuheben ist hier vor Allem eine Eigenthümlichkeit dieser Schiefer, die sie vor anderen auszeichnet, nemlich der bedeutende Gehalt an Kalkkarbonat. Derselbe schwankte in 4 verschiedenen von mir untersuchten Varietäten zwischen 17 und 32 pC. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass derselbe nicht von grösseren, in Spalten oder aderförmig vertheilten Anhäufungen an einzelnen Stellen herrührt, sondern ganz gleichmässig in sehr feinen Körnchen durch die Masse der Schiefer vertheilt ist, wie wohl die Schieferlager hie und da auf grosse Strecken sich hinziehende breitere Adern von Kalkspath oder Quarz an manchen Localitäten erkennen lassen.

Zieht man diesen fein vertheilten Kalk durch kalte Essigsäure aus, so bietet das zurückbleibende Schiefermehl hinsichtlich seiner Zusammensetzung kein von andern Thonschiefern abweichendes Verhalten dar, wie die folgende Analyse des feinen Tafelschiefers von Elm sofort erkennen

lässt, an der höchstens die geringe Menge von Kalkerde und Magnesia noch als eigenthümlich hervorzuheben wäre. Doch findet sich dies ebenso auch an älteren Thonschiefern, z. B. enthält der unter N. VII von Gümbel aufgeführte Schiefer der untern Kulmstufe vom Eisenberg bei Ludwigstadt nur 0,76 Kalk und Magnesia, der bekannte Dachschiefer von Lehesten in einer Varietät II nach Mäder nur 0,253 Kalk und keine Magnesia.¹⁾ Unter den von Rosenbusch untersuchten Elsässer Schiefen befinden sich ebenfalls mehrere, die sehr geringe Mengen von diesen Erden enthalten.

Eigenthümlich ist auch die nicht unerhebliche Menge von Kohlenstoff in den Tafelschiefern. In einer mit Flusssäure aufgeschlossenen Varietät betrug die Menge der zurückbleibenden unter dem Mikroskope nur als Kohlenstoff sich zu erkennen gebenden Masse 1,0 pC. Es zeigte sich aber bei der mikroskopischen Untersuchung, dass ein Theil dieser Masse als Graphit anzusehen ist, andererseits machte es ein eigenthümlicher bei Behandlung des Schiefers mit Schwefelsäure sich bemerkbar machender Geruch, so wie das Bräunlichwerden einer Kalilösung mit Schieferpulver wahrscheinlich, dass wohl ein Theil der schwarzen Masse im Schiefer eine organische Verbindung sein müsse. Auf meinen Wunsch hatte Herr Professor Hilger die Güte, wie bei der Elementaranalyse organischer Körper den Schiefer, nachdem derselbe mit Essigsäure vom kohlen-sauren Kalke befreit war, in einem Strome von Sauerstoffgas in seinem Laboratorium verbrennen zu lassen. Aus der gebildeten Kohlensäure berechnete sich die Menge des Kohlenstoffs zu 1,67 pC. Die Gewichtszunahme des Chlorkaliumrohres ergab 9,52 Wasser, welches 1,19 pC. Wasserstoff enthält. Wie viel von diesem Wasser aus dem Schiefer als solches aus-

1) Gümbel, Geognost. Beschreib. des Fichtelgebirges S. 286 und S. 287.

getrieben wurde, und wie viel davon aus dem Wasserstoff einer Kohlenwasserstoffverbindung entstand, lässt sich nicht bestimmen. Doch dürfte von der letzteren nur wenig vorhanden sein, da die mikroskopische Untersuchung nirgends andre als ganz undurchsichtige schwarze Körnchen zeigt, die auch in den dünnsten Schliffen und im feinsten Pulver schwarz und undurchsichtig bleiben, während die nur wenig Wasserstoff enthaltende Steinkohle schon bräunlich durchscheinend bis durchsichtig im Dünnschliffe wird. Nur hie und da bemerkt man an diesen kohligten Massen, dass sie Licht in sehr geringer Menge auch etwas bräunlich hindurchgehen lassen.

Die weitere Analyse des Schiefers ergab nun folgende Zahlen:

Kieselsäure	56,97
Thonerde	15,64
Eisenoxyd	11,64
Kalkerde	1,16
Magnesia	Spuren
Kali	4,27
Natron	0,62
Kohlenstoff	1,67
Wasser	9,52

101,49

Der Gehalt an Kalkkarbonat ist gerade bei diesem Tafelschiefer ein sehr hoher, nemlich 32,16 pC.

Das Eisen ist jedenfalls zum Theil auch als Eisenoxydul vorhanden, doch wurde dasselbe nicht besonders quantitativ bestimmt. Mit Ausnahme des ungewöhnlich grossen Gehaltes an Kalkkarbonat bietet demnach dieser Schiefer durchaus keine Besonderheiten dar und verhält sich ganz wie die älteren Thonschiefer.

Wir wenden uns nun zu der mikroskopischen Unter-

suchung und deren Resultaten, und zwar wollen wir die beiden Hauptaufgaben, welche derselben erwachsen, gesondert betrachten, indem wir zuerst die mineralogische Zusammensetzung d. h. die Bestimmung, aus welchen Mineralsubstanzen die Schiefer zusammengesetzt sind, erörtern, und darauf die Frage, wie dieselben abgelagert und entstanden sein mögen.

Einige Bemerkungen über die Anfertigung der Präparate mögen hier gestattet sein, da sie vielleicht einem oder dem andern jüngeren Fachgenossen, der Schiefer zu untersuchen wünscht, nicht ganz ohne Nutzen sein dürften und die Frage, wie ein Präparat hergestellt wurde, für die Beurtheilung der aus ihrer Betrachtung gezogenen Schlüssen nicht ganz gleichgültig ist.

Schon Zirkel erwähnt in seiner auch von Gümbel a. a. O. S. 277 als meisterhaft erwähnten bahnbrechenden Arbeit über Thonschiefer, auf die wir noch öfters Bezug nehmen werden, die Schwierigkeit, ganz befriedigende Dünnschliffe von Schiefer herzustellen. Besonders gilt dieses von Schliften, die senkrecht zur Schieferung angefertigt werden sollen. Parallel der Schieferung ist die Schwierigkeit nicht so erheblich, wenn es allerdings häufig vorkommt, dass man zuletzt hie und da, wenn man das Präparat recht dünn machen will, was bei den Thonschiefern besonders nöthig ist, Löcher in dasselbe schleift, doch ist es dann doch immer noch brauchbar. Von einem Uebertragen des geschliffenen Präparates wird man bei den Schiefen wohl immer absehen müssen.¹⁾ Wenn das Präparat so weit auf einer Eisenplatte

1) Um doch dabei die Objectträger unzerkratzt zu erhalten, benütze ich eine Eisenplatte, in welche 2 parallele Nuten so eingehobelt sind, dass zwischen ihnen ein Raum von 24 mm frei bleibt, auf dem geschliffen wird. Der Objectträger wird dann an seinen schmalen Seiten mit 2 schmalen Streifen feinen Papiers überklebt, die gleichsam Schutzleisten bilden, so dass das Präparat beim Schleifen ganz gleichmässig dünn

dünn geschliffen war, dass es anfang durchsichtig zu werden, setzte ich das Schleifen stets in der Art fort, dass ich mit einem dünnen Stahlplättchen, auf das zum Anfassen ein kleiner Kork aufgekittet war, oder mit einem ähnlichen Glasplättchen auf dem Schieferstückchen mit dem feinsten Schmirgel so leicht als möglich hin und herfuhr. Ist das Schieferstück gut auf den Objectträger aufgekittet, was von dem grössten Einflusse ist, so kann man auf diese Weise, allerdings mit etwas mehr Zeitaufwand, Präparate von sehr geringer Dicke herstellen, und was auch in vielen Fällen sehr vortheilhaft ist, etwas keilförmige. Man hat so an einem Rande, ich möchte sagen, fast nur noch ein Häutchen des Schiefers, und etwas dickere Stellen nach der entgegengesetzten Seite.

Nimmt man sehr feinen Schmirgel, so kann man auf diese Weise mit demselben die Präparate so schleifen, dass sie bei sehr schiefer Incidenz der Strahlen schon ziemlich spiegeln; namentlich bei Lampenbeleuchtung kann man dann das Vorhandensein auch der kleinsten Quarzkörnchen in dem noch unbedeckten Präparate erkennen, indem diese vollkommen polirt werden und wenn sie auch noch so klein sind, wie Brillanten funkeln.

Nach dem Schleifen wurde stets die Hälfte des Präparates mit Kanadabalsam überzogen und nachdem derselbe etwas fest geworden war, das Präparat in verdünnte Salzsäure gelegt, einige auch längere Zeit in concentrirte. Man kann so mit einem Blicke durch richtiges Einstellen des Präparates die Wirkungen der Salzsäure, das Verhalten des geätzten und des nicht geätzten Theiles übersehen.

Von allen Handstücken wurden Schiffe parallel und senkrecht zur Schieferung in dieser Weise hergestellt, da werden muss und die Ränder nicht verkratzt werden können, da der Objectträger schliesslich an seinen beiden Enden mit dem Papiere auf der Eisenplatte neben den Nuten ruht.

die ersteren wohl über die vorhandenen Mineralien Aufschluss geben können, aber fast gar nichts über die Structurverhältnisse lehren.

Betrachtet man nun die wohl ausgebildeten Dach- und Tafelschiefer in Schliffen parallel der Schieferung, so bieten dieselben nichts von den älteren Schiefen abweichendes dar und die von Zirkel und Gümbel gegebenen Beschreibungen derselben passen auch für diese eocenen Schiefer. Eine von mir vorgenommene Vergleichung dieser mit Präparaten, die ich von Schiefen aus Caub darstellte, ergab so wenig Verschiedenheit, dass man sie für gleich ansehen kann. Die so charakteristischen feinen haarförmigen Mikrolithe, die nur bei starker Vergrösserung als durchsichtige Fädchen oder Nadelchen erscheinen, sonst aber nur wie feine schwarze Pinselhaare, zeigen sich gerade so, wie in den Cauber Schiefen in sehr grosser Anzahl und bedingen wesentlich mit die schwarze Färbung an allen nicht ganz besonders dünnen Stellen der Schriffe. Sie finden sich nicht in allen Proben von gleicher Menge, ganz fehlten sie aber nirgends. Durchschnittlich erschienen sie mir noch feiner, als die der Cauber Schiefer, aber auch wie diese nicht selten gekrümmt, selbst hakenförmig umgebogen, häufig sehr spitz auslaufend. Im Mittel zeigten sie eine Länge von 0,012 — 0,018 mm. Der breiteste, den ich fand, hatte eine Breite von 0,0015 mm. Manche erschienen dagegen selbst bei einer 1050 facher Vergrösserung (Hartnack Syst. 10, Ocular 4) noch als einfache schwache Striche. In einem dünnen Blättchen, das vor dem letzten Schleifen so stark gegläht wurde, dass es gelb wurde, zeigten sie sich ebenso unverändert wie in einem anderen, das 8 Tage in Salzsäure gelegen war. Sie liegen ohne irgend welche Regelmässigkeit, aber nicht, wie dies die von Zirkel untersuchten zeigen, nur parallel der Schieferungsfläche, wenn sie auch am häufigsten so liegen, sondern unter allen möglichen Neigungen gegen diese, wie man dies aus

den Schliften senkrecht zur Schieferung sehr deutlich erkennen kann. Ueber ihre mineralogische Natur lässt sich auch nach diesen Präparaten nichts Sicheres aussagen, natürlich auch nicht, ob sie alle derselben Mineralspecies angehören oder nicht.

Der Menge nach alle andern Bestandtheile übertreffend zeigte sich der Glimmer und dem Glimmer ähnliche Mineralien, deren Natur genau zu bestimmen gegenwärtig wohl unmöglich sein dürfte. In unseren Schiefen giebt sich ein Glimmer schon makroskopisch sehr deutlich zu erkennen. Auch in den feinsten Tafelschiefen erscheinen zahlreiche silberweiss glänzende Schüppchen bis zu $\frac{1}{2}$ mm gross, in den etwas gröberem Dachschiefern werden einzelne bis 1 mm gross, und sie lassen sich, wenn man das Gestein im Stahlmörser zermalmt und schlämmt, nicht schwer isoliren. Es sind entschieden etwas verschiedene Substanzen; die einen ganz farblos, die andern gelblich bis bräunlich gefärbt. In den Dünnschliffen zeigt sich, wiewohl sehr spärlich, an einigen Stücken eine etwas ins Grünliche gehende glimmerähnliche Masse, welche wir mit Gümbel als eine dem Chloropit nahe stehende chloritische bezeichnen dürfen. Die Glimmerblättchen zeigen sich nun vielfach gebogen und gewunden, andern körnigen Mineralien sich anschmiegend, und vielfach wellig fein gestreift. Nie habe ich eine regelmässige Begrenzung desselben wahrgenommen, dagegen häufig eine zackige Beschaffenheit ihrer Ränder. In den Präparaten bewirkt das häufige Gekrümmtsein der Blättchen, dass man die Grenzen desselben nicht vollständig verfolgen kann, indem sie sich nach der Tiefe zu biegen und von andern Bestandtheilen überlagert werden. Eigenthümlich ist auch für die farblosen Glimmer, dass sie im nicht polarisirten Lichte ganz gleichmässig erscheinend, im polarisirten nun Streifen erkennen lassen, die ein verschiedenes optisches Verhalten zeigen, namentlich auch verschiedene Orientirung

der Schwingungsrichtungen. In den grössten Schiefen erscheinen manche der Glimmerblättchen an ihren Rändern in sehr feinfasrige Massen überzugehen. Die Glimmerblättchen sind besonders häufig von sehr feinen Kalkspathkörnchen besetzt und eingefasst, wie man das besonders gut beobachten kann, wenn man ein halb geätztes Präparat so ins Gesichtsfeld des Mikroskopes bringt, dass die eine Hälfte desselben vom geätzten, die andre vom nicht geätzten Theile eingenommen wird.

Auch die Glimmerblättchen liegen übrigens nicht durchgängig in der Schieferungsebene, sondern gleichfalls nicht sehr selten gegen dieselbe geneigt, wie man dies ebenfalls in den zur Schieferung senkrechten Schliften auf den ersten Blick erkennen kann. Sie sind manchmal so dünn, auch die durch Schlämmen isolirten, dass sie ganz oder stellenweise nicht mehr doppeltbrechend sich zeigen und keine merkliche Polarisation deshalb hervorrufen.

Neben den Glimmerblättchen macht sich der Quarz, der ebenfalls schon makroskopisch auch in den feinen Tafelschiefern erkannt werden kann, im polarisirten Lichte sehr auffallend bemerklich. Er erreicht hier nicht selten einen Durchmesser von 0,09 — 0,12 mm; in den groben sandsteinartigen, hart neben den feinen schieferigen Stellen werden sie selbst einen ganzen mm gross. Sie erscheinen meist wasserhell, in den gröberen zuweilen etwas bräunlich, eckig und unregelmässig gestaltet, äusserst selten auch nur auf eine kleine Strecke eine geradlinige Begrenzung zeigend. Sie sind reich an Einschlüssen und Bläschen, die häufig reihenweise liegen. Die Einschlüsse sind sehr verschiedenartig, theils aus feinkörnigen oder staubartigen Partikelchen bestehend, theils aus krystallinischen, nadelförmigen unbestimmbaren Kryställchen. In einem der Quarze fand sich auch ein sehr hübscher Zwillingskrystall, eine knieförmige Verwachsung zweier säulenförmiger Krystalle, der aus-

springende Winkel des Knies von 2 Säulenflächen gebildet, ergab im Mittel aus 8 Messungen 117° . Eine gerade Endfläche war ebenfalls noch deutlich zu erkennen, doch war es mir bei der geringen Grösse auch bei den stärksten Vergrösserungen nicht möglich, das Krystallsystem sicher zu bestimmen und ich will daher auch keine Muthmassung über die Natur dieses farblos erscheinenden Zwillinges äussern.

Auch die Quarze lassen übrigens häufig erkennen, dass sie aus einem rundlichen Korne bestehen müssen, indem sie namentlich in den parallel der Schieferfläche angefertigten Präparaten keine scharfe Begrenzung aufweisen, indem sich über die dünneren Ränder der Linse andre Bestandtheile, namentlich die schwarzen Mikrolithe auflagern und jene dadurch unsichtbar machen. Neben diesen Quarzkörnern finden sich, wie dies auch Gümbel für die Fichtelgebirger Thonschiefer erwähnt, eine Menge sehr feiner splitteriger Quarzmassen.

In noch grösserer Menge zeigt sich nun in den Parallelschnitten eine schwarze Masse, die in etwas dickeren Präparaten fast alle andern verdeckt, der Menge nach aber um so mehr zurücktritt, je dünner das Präparat wird. Dieselbe zeigt sich an den dünneren Stellen der Präparate sehr deutlich meist aus rundlichen oder auch etwas eckigen, ganz undurchsichtigen Körnern oder Blättchen bestehend, die gewöhnlich 0,009 — 0,012 mm im Durchmesser haben, und meist gruppenweise beisammen stehen. Sie finden sich aber auch noch viel kleiner und scheinen selbst die staubartigen schwarzen Pünktchen zu bilden, die man überall zerstreut findet. Dieselben möchten wohl grösstentheils als Kohle und zwar Graphit anzusehen sein. Die Anwesenheit des letzteren lässt sich nemlich sehr bestimmt nachweisen, indem, wenn man die silberartig glänzenden Blättchen, die das blosse Auge schon erkennt, isolirt, unter diesen sich

immer einige als feine Graphitblättchen unter dem Mikroskope durch ihre Undurchsichtigkeit und schwarze Farbe bei auffallendem Lichte zu erkennen geben.

Neben diesen meist rundlichen schwarzen Massen finden sich aber auch unregelmässig geformte von beträchtlicherer Grösse, hie und da in einer Weise durchbrochen, die an lockeres Zellgewebe erinnert. Auch diese schwarzen Massen schmiegen sich dem Glimmer ähnlich oft an die grösseren Fragmente an und umgeben dieselben, so dass sie auf den Querschliffen oft wellenförmigen Verlauf zeigen und wie Bänder erscheinen. Diese schwarzen Massen sind in den verschiedenen Varietäten in sehr verschiedener Menge vorhanden, am reichlichsten in den feinschiefrigen Tafelschiefern von Pfäfers. Fast ganz fehlen sie in den Knoten, welche sich in diesen Schiefen finden. Feldspath lässt sich im Ganzen in den feinen Tafel- und Dachschiefen nur selten deutlich nachweisen, doch kommen leistenförmige auf 2 Seiten von parallelen Linien begränzte farbig polarisirende Massen vor, hie und da mit einer Andeutung von Zwillingstreifung, die kaum von einem andern Mineral herrühren können. Es ist diese Annahme um so wahrscheinlicher, als Feldspathe in den gröbereren sandigen Schiefen mit dem plötzlichen Uebergang in feinschiefrigen Thonschiefer, in sehr grossen und sehr deutlichen Körnern auftreten, die bis zu 0,25 mm erreichen. Dieselben gehören theils orthoklastischen, grösseren Theils klinoklastischen Feldspathen an. Die letzteren zeigen vielfach keilförmig in einander gefügte Zwillinglamellen eine geringe $12 - 14^\circ$ übertragende Abweichung der Auslöschungsrichtung von der Kante P : M. Gewöhnlich zeigen sie sich schon in beginnender Zersetzung. Dieselbe giebt sich durch die Ungleichheit und Trübung der Farben, ferner dadurch zu erkennen, dass die geradlinigen parallelen Seiten wie zerfressen mit feinen Einbuchtungen erscheinen, dann geht nicht selten die Masse an den Enden in eine fasrig

körnige, das Licht ganz anders polarisirende über und selbst mitten in der im nicht polarisirten Lichte gleichartigen Schlifffläche sieht man bei gekreuzten Nicols Stellen, die eine ganz andre Beschaffenheit erkennen lassen und bei Drehung in keiner Stellung mehr farbig oder hell werden. Ich habe einen dieser grösseren Krystalle in Fig. 6 gezeichnet, wie er bei gekreuzten Nicols erscheint und zwar bei einer Stellung, dass nur die feinen Zwillingslamellen dunkel werden. Nur zwischen a b ist der Rand gezeichnet, wie er sich bei parallelen Nicols verhält. Die Flecken 1, 2, 3 polarisiren, soweit sie ganz schwarz gezeichnet sind, gar nicht mehr, wo sie heller sind, polarisiren sie noch etwas, aber wenig. Bei parallelen Nicols bemerkt man von diesen Flecken nichts, oder kaum eine Spur einer etwas andern Färbung der Stellen.

Von Eisenerzen lässt sich unter dem Mikroskope nichts nachweisen mit Ausnahme des Eisenoxydhydrates, das namentlich in den hellen gelblichen Varietäten in grösserer Menge auftritt. Auch aus dem feingepulverten Schiefer liess sich mit Hülfe des Magnetes keine Spur von einem magnetischen Eisenerze ausziehen. Doch macht der in den Knoten hie und da in grosser Menge auftretende Schwefelkies es nicht unwahrscheinlich, dass manche der schwarzen undurchsichtigen Körner diesem Erze angehören mögen.

Zwischen diesen verschiedenen Bestandtheilen erblickt man nun auch ganz unregelmässig in Flecken vertheilt helle, farblose Partieen, welche das Licht nicht mehr polarisiren. Sucht man nach den Grenzen derselben, so bemerkt man bald, dass sich solche gar nicht zeigen, oder dass sich nur stellenweise Kontouren an ihnen erkennen lassen. Zirkel hat diese Masse als eine hyaline, wahrscheinlich aus amorpher Kieselsäure bestehende angenommen. Ich muss jedoch gestehen, dass mir diese Deutung wenigstens für diese eocenen Schiefer nicht sicher erscheint. Sollte es wirklich eine

amorphe Masse sein, so ist allerdings kaum an eine andre zu denken, als an Kieselsäure. Dagegen spricht aber das Verhalten der Schiefer, wenn man sie länger mit einer concentrirteren Lösung von kohlensaurem Natron kocht. Zwei verschiedene Proben von Schiefer mehrere Stunden lang mit einer solchen gekocht färbten die Lösung sehr schwach bräunlich, aber es konnte kaum eine Spur von Kieselsäure in der abfiltrirten Flüssigkeit nachgewiesen werden, während unter dem Mikroskope diese nicht polarisirende Masse einen nicht unerheblichen Bruchtheil des Ganzen zu bilden scheint. Will man aber diese Masse nicht als amorph gelten lassen, so muss man annehmen, dass sie schwach doppelbrechend und so dünn sei, dass sie keine Doppelbrechung mehr erkennen lasse. Vom Glimmer ist es nun nicht schwer Blättchen abzuspalten, die bei gekreuzten Nicols bei keiner Stellung desselben mehr hell oder farbig werden und daher auch wie eine amorphe Masse sich verhalten und auch von den grösseren durch Schlämmen aus dem Schiefer zu erhaltenden Glimmerblättchen zeigen manche ebenfalls keine Polarisation mehr. Dass man nun meist keine scharfe Grenze dieser nicht polarisirenden Massen sieht, kann ganz gut davon herrühren, dass sich die Ränder derselben verjüngen und von andren Massen überlagert sind, wie es Fig. 5 schematisch darstellt. Stellt a ein solches Glimmerblättchen dar, das nach b und c hin dünner wird, oder sich auch nur abwärts biegt, so werden die kohligen Bestandtheile, die haarförmigen Mikrolithe, von oben betrachtet, die Endigungen des Glimmerblättchens unsichtbar machen. Dass das auch bei dickeren solchen, die noch polarisiren, häufig vorkommt, davon kann man sich deutlich auch an den Präparaten überzeugen, welche parallel zur Schieferung geschliffen sind. Noch besser aber sieht man dieses an den Schliffen senkrecht zur Schieferung, welche jedenfalls das Vorhandensein einer solchen amorphen Sub-

stanz bedeutend einzuschränken räthlich machen. Die eigentliche Structur der Schiefer kann ohnedies nur aus der Betrachtung dieser genauer ermittelt werden und wir wenden uns nun noch zu einer Besprechung der Resultate aus der Betrachtung dieser senkrechten Schnitte.

Da eine Beschreibung immer etwas mangelhaft bleiben muss, indem sie nie ein vollständiges Bild geben kann, so habe ich mich bemüht, möglichst genau zwei solche Querschliffe, Fig. 1 von einem etwas gröberen (Dachschiefer) Fig. 2 von einem feinen Tafelschiefer von Elm wieder zu geben. Eine grosse Zahl der auffälligsten Elemente wurde genau gemessen und darnach der entsprechende Maassstab, der für Fig. 1 und 2 der gleiche ist, (200:1) darunter gezeichnet. Die Zeichnung giebt das Aussehen der Präparate in nicht polarisirtem Lichte. In beiden Präparaten war gleichmässig die in der Zeichnung oben erscheinende Seite etwas dicker, als die untere. Betrachten wir zunächst den gröberen Schiefer (Fig. 1) so fallen sofort die grösseren eckigen Fragmente auf, theils mit sehr scharfen Umrissen, theils mit scheinbar verschwimmenden. Sie gehören alle dem Quarze an. Durch Drehen der Mikrometerschraube überzeugt man sich, dass der Verschwimmen der Umrisse an einzelnen Seiten von einem Dünnerwerden des Fragmentes nach dieser Seite und einer Ueberlagerung des dünneren Endes durch feinere Fragmente und dünnere Krystallmassen, namentlich von Glimmern herrührt. Neben diesen grösseren Quarzfragmenten finden sich nun auch längere und schmälere, aber auch breitere und kürzere Fetzen von Glimmer, die häufig eine elliptische Gestalt zeigen, wie z. B. a und die schon erwähnte Eigenthümlichkeit einer nicht gleichmässigen Polarisation erkennen lassen. Die Glimmerblättchen erscheinen dann auch sehr häufig noch als feine rechteckige oder auch gebogene Streifen, wenn sie nemlich genau senkrecht zu ihren Spaltungsrichtungen von der Schlieffläche

durchschnitten sind, im polarisirten Lichte sehr deutlich durch ihre Farben auch in ganz dünnen fädchenartig erscheinenden Stücken noch kenntlich; in nicht polarisirtem Lichte als farblose Streifen oder Zwischenräume zwischen den Mikrolithen und den kohligen Bestandtheilen sich zeigend, die etwas grösseren zeigen auch häufig eine bräunliche Farbe. Die, wie die Figur zeigt, etwas wellige Schieferung ist hauptsächlich durch die Lagerung dieser Glimmerblättchen, der Kohle nebst dem Graphit und die Lage der meistens, aber nicht ausnahmslos parallel derselben Richtung abgesetzten haarförmigen Kryställchen bedingt. Noch häufiger als die grossen Fragmente des Quarz zeigen auch die grossen Glimmerfetzen einen scheinbaren Mangel eines scharf erkennbaren Endes, bei ihnen ist das aber wohl stets durch eine Krümmung der Blättchen, wodurch gleichsam Mulden in ihnen entstehen, bedingt. In und auf diese legt sich eine Menge der feinsten Körnchen, besonders von Kalkspath, die Mikrolithe und Kohlenstäubchen. Je stärkere Vergrösserungen man anwendet, desto mehr steigert sich die Fülle dieser kleinsten Schieferelemente in allen Tiefen, in die man durch Drehung der Mikrometerschraube noch eindringen kann. Ich habe auch hier versucht durch eine Abbildung dies anschaulich zu machen, indem ich eine kleine Parthie aus dem Präparate Fig. 2 (ziemlich aus der Mitte derselben etwas rechts oben den 3 beisammenstehenden Kohlkörnern) in 10fach grösserem Maassstabe (Immissionssystem Hartnack 10) zeichnete. Ausser diesen grösseren Elementen zeigen sich nun überall, namentlich im polarisirten Lichte eine grosse Zahl feinsten Körnchen und Splitterchen, von denen erstere, soweit sie durchsichtig sind, dem Kalkspathe grösstentheils zuzurechnen sein dürften, ausserdem sind es Quarzsplitterchen und wohl Eisenoxydhydrat, welche noch in so feinen Partikeln sich finden. So grosse Stellen, welche das Licht nicht polarisiren, wie in den Schliffen parallel

der Schieferung beobachtet man hier nicht, sie sind überhaupt sehr selten zu sehen.

So wie nun das Präparat etwas dicker wird, nimmt die Menge der undurchsichtigen Bestandtheile scheinbar relativ zu, dann scheinen dieselben mehr und mehr breitere Bänder zu bilden, welche sich wellig zwischen den grösseren durchsichtigen Fragmenten hinziehen und sich ihnen anschmiegen, wie es die obere Seite von Fig. 1 und 2 erkennen lässt. Es braucht wohl kaum einer Erwähnung, dass diese relative Zunahme der undurchsichtigen Bestandtheile nur eine optische Wirkung ist, die sich überall wiederholt, und den Schein erzeugt, als ob die undurchsichtigen oder auch nur beträchtlich weniger durchsichtigen Elemente in überwiegender Menge vorhanden wären. Je dünner daher ein Präparat ist, desto richtiger wird es auch das Mengenverhältniss beider Arten von Bestandtheilen angeben.

Der makroskopisch schon bemerkbaren feineren Zusammensetzung und vollkommeneren Schieferung der Tafelschiefer entspricht auch das mikroskopische Bild derselben, wie es Fig. 2 darstellt. Auch hier machen sich bei dem ersten Blicke die noch ziemlich grossen elliptischen oder linsenförmigen grösseren Fragmente bemerklich, aber alle viel regelmässiger auf und über einander geschichtet, als es in Fig. 1 der Fall ist. Doch ist auch hier noch deutlich die wellige Structur ausgesprochen und ein wesentlicher Unterschied gegen die gröberen Schiefer nicht bemerklich.

Diese grossen Fragmente und die sehr deutliche wellig schiefrige Structur fand ich durchgängig bei allen diesen eocenen Schiefen, soviel ich auch untersuchte. Dieselbe kommt nicht allen Thonschiefen überhaupt zu, bei manchen ist sie so wenig ausgebildet, dass man sie gar nicht erkennt, und nicht mit Sicherheit angeben könnte, ob das Präparat senkrecht zur Schieferung angefertigt sei oder nicht, wenigstens die Richtung der Schieferung nicht sicher bestimmen

kann. Sehr auffallend fand ich dies z. B. bei dem Schiefer von Caub, den ich untersuchte, der sich äusserst gleichmässig höchst feinkörnig und feinsplitterig auf der Schlieffläche senkrecht zur Schieferung zeigte, und keine Spur von solchen welligem Verlauf einzelner seiner Bestandtheile erkennen liess, kaum dass die feinen Glimmerleistchen die Richtung der Schieferung verriethen. Auch mehrere Schiefer des Fichtelgebirges zeigten in ähnlicher Weise Verschiedenheiten von den eocenen, doch ist es jetzt nicht meine Absicht auf diese weiter einzugehen. Dagegen will ich noch einige Bemerkungen über die Knoten in den Schiefen hier anfügen. Auch sie lassen sich in ihrem Verhalten zu der übrigen Schiefermasse auf Querschliffen besser erkennen. Betrachtet man die oft 3—4 mm im Durchmesser haltenden linsenförmigen oder kugelförmigen Massen, so erkennt man deutlich, dass sie fast nur aus Quarz und Glimmer in buntem Gewirre, aber von nicht sehr erheblicher Grösse der Fragmente bestehen. Nur sehr spärlich finden sich hier Kohlepartikelchen oder Mikrolithen. Auffallend ist die Kontour der Fragmente, nemlich meist höchst unregelmässig, zackig, die einzelnen Blättchen greifen über einander über, ihre Grösse geht kaum über 0,03 mm hinaus. Nach den Seiten gehen die Knoten sehr rasch in die übrige schiefrige Masse über oder verlieren sich, richtiger ausgedrückt sehr rasch, es tritt gleichsam eine Spaltung der Schieferbänder (Fig. 4) bei *a* ein, die kohligen Zwischenmassen erscheinen wie an einander gepresst und legen sich oben und unten um die Knoten herum. Nicht polarisirende Substanz findet sich kaum in den Knoten, doch zeigen sich hie und da einzelne der Blättchen entschieden ohne Veränderung bei jeglicher Lage der beiden Nicols. Auch in den Knoten finden sich hie und da feine Leistchen, die verschiedene parallele feine Farbstreifen erkennen lassen und Feldspathen angehören könnten, da aber auch die Quarzkörnchen und Splitter meist

Farbenverschiedenheiten in feinen Linien erkennen lassen, so ist es bei der Kleinheit jener Leistchen nicht möglich, zu bestimmen, ob sie nicht am Ende nur Quarzsplitter seien.

Ich füge dieser Schilderung der eocenen Schiefer noch einige Bemerkungen über die Entstehung derselben bei. Die Betrachtung der Präparate führt auch bei ihnen sicher jeden Unbefangenen zu demselben Schlusse, den schon Zirkel in der erwähnten Arbeit gezogen hat, dass nemlich keine wesentliche Aenderung in den Thonschiefern nach ihrem Absatze eingetreten sei und dass sie so, wie wir sie jetzt vor uns haben, auch entstanden seien. Dennoch kann man über ihre Entstehungsart noch etwas verschiedener Ansicht sein, insoferne, ob man sie mehr zu den klastischen mechanisch gebildeten Gesteinen oder mehr zu den krystallinischen chemischen Bildungen rechnen soll.

Offenbar wird die Beantwortung dieser Frage davon wesentlich abhängen, ob man jene amorphe Masse als eine selbständige, als einen auch der Menge nach wesentlichen Gemengtheil, auf chemischen Wege aus einer Lösung abgesetzt, ansehen will, und dann auch, welches Gewicht man auf die vorhandenen haarförmigen Krystalle legen will.

Es schien mir für diese Fragen nicht unwichtig, eine Reihe anderer, dem Thonschiefer in einer Art ähnlicher Massen, nemlich der Mergel und Schieferthone zu untersuchen. Auch von diesen ist es nicht viel schwieriger, als von den Thonschiefern, Dünnschliffe parallel und senkrecht zu der Schieferungs- oder Schichtungsfläche anzufertigen. Ich habe solche von verschiedenen Thonen der Steinkohlenformation (Zwickau, St. Ingbert u. a.) der Trias, (Pflanzenthone des Keupers) Jura, dann Mergel des Lias, tertiäre (Cyrenenmergel u. a.) angefertigt. Hier zeigte sich nun, dass auch diese Massen ohne Ausnahme bald mehr, bald weniger krystallinische Elemente enthalten und zum Theil dem Thonschiefer ausserordentlich ähnlich sind. Namentlich

gilt dies für einige karbonische Thone auch hinsichtlich der Structurverhältnisse, wie sie auf den Querschliffen sich zeigen, so dass an manchen Präparaten es kaum möglich wäre zu unterscheiden, ob sie von einem Thon-Schiefer oder Thone genommen seien. Ueberraschend war mir namentlich auch, dass in einigen z. B. in den Thonen von St. Ingbert, die haarförmigen Kryställchen so reichlich sich finden, wie in manchen Schiefeln. Allerdings sind die Thone und Mergel durchschnittlich viel ärmer daran, als die Schiefer, aber unter den von mir untersuchten, oben angeführten, fehlen sie keinem ganz und gar, obwohl sie meist auch noch feiner sind, als die in den eocenen Schiefeln und hinsichtlich ihrer mineralogischen Natur noch weniger Aufschluss geben, als jene. Es stimmen diese Angaben vollkommen mit denen R. Credner's¹⁾ überein, der ebenfalls in 30, allen Formationen entnommenen Schieferthonen und Thonen diese feinen Kryställchen auffand.

Auch nicht polarisirende Stellen finden sich in der Mehrzahl der Präparate, so namentlich in dem Zwickauer Schieferthon, in den triasischen Pflanzenthonen, auch in dem Cyrenenmergel und besonders in den Oeninger Schieferthonen. Doch möchte ich auch hier wieder dieselben Zweifel geltend machen, ob wir es mit einem in Wahrheit amorphen, cämentirenden Teige zu thun haben, oder nicht bloss mit einer wegen ihrer geringen Dicke nicht wahrnehmbar polarisirenden krystallinischen Substanz. Die Frage ist hier insoferne noch schwieriger zu entscheiden, als die Thone wegen grösserer Menge undurchsichtiger Moleküle eine solche Substanz eben nur an den allerdünnsten Stellen deutlich erkennen lassen. Ohne hier näher auf die Beschaffenheit dieser Thone und Mergel näher eingehen zu wollen, steht doch das wohl fest, was wir hier nun hervorheben wollen,

1) Zeitschrift für d. ges. Naturw. 1874. S. 1 ff.

dass eine ganze Reihe von geschichteten Gesteinen, deren Charakter als ganz oder vorwiegend mechanischer Bildungen Niemand in Abrede stellt, ebenfalls ähnliche krystallinische, nicht klastische, und amorphe Substanz enthalten. Wir dürfen daher auch den Thonschiefer immerhin als vorzugsweise mechanische Bildung ansehen. Die obigen Angaben, sowie die Credners, zeigen aber auch, dass vielleicht nirgends auch nur ein wenig mächtiges Schichtensystem mechanischer Bildung existire, in dem nicht eine gleichzeitig mit dem mechanischen Absatze und in demselben vor sich gehende chemische Thätigkeit krystallinische und wahrscheinlich auch amorphe Gesteins-Elemente ausgeschieden hat. Dass diese beiden die Gesteine bildenden Vorgänge nicht immer in einem bestimmten und gleichmässigen Verhältnisse neben einander hergegangen sind, ist ja wohl selbstverständlich und daher auch natürlich, dass die Producte der beiden Factoren in Beziehung auf die Menge der von jedem erzeugten Bildungen einen sehr verschiedenen Charakter haben müssen. Die Grenze, die wir zwischen mechanischen und chemischen Bildungen ziehen, müssen deswegen immer etwas willkürliches haben, wenn wir überhaupt solche für die Gesteine ziehen wollen. Im Allgemeinen wird man sich natürlich darnach richten, welcher der beiden Bestandtheile der Menge noch vorwiegend ist. Wenn sich nun auch für die Thonschiefer selbst für specielle Fälle das Verhältniss beider Arten von Elementen, der mechanisch herbeigeführten zu den chemisch gebildeten nicht in Procenten sicher wird ermitteln lassen, so glaube ich doch, dass die Mehrzahl der Thonschiefer entschieden eine viel grössere Menge der ersteren, als der letzteren enthalten und deswegen zu den mechanisch gebildeten zu rechnen seien. Für die eocenen Schiefer gilt dies sicher, wie dies schon der plötzliche Uebergang in sandsteinartige Massen anzeigt, und der ganze Habitus, wie er sich besonders auf den Querschliffen zeigt.

Unter den bisher von mir untersuchten älteren aus sehr verschiedenen Gegenden, Schweden, Böhmen, Rheinlande, Fichtelgebirge, Ungarn, habe ich bisher keinen gefunden, für den nicht dasselbe gälte; ob auch solche vorkommen, bei denen das umgekehrte Verhältniss Statt findet, dürfte noch eingehenderer Untersuchungen bedürfen, als bis jetzt den Thonschiefern zu Theil geworden sind. Der Uebergang von krystallinischen Schiefen in Thonschiefer macht es an und für sich nicht unwahrscheinlich. Auch aus diesem Grunde wäre eine ausgedehnte Untersuchung aller der Massen, die als „Schiefer“ bezeichnet werden, wohl sehr wünschenswerth und gewiss nicht ohne Nutzen für die Aufhellung einer noch ziemlich dunkeln Partie der Petrographie.

Zum Schlusse will ich nur noch ganz kurz über einen Versuch berichten, den ich anstellte, um allenfalls auf experimentellem Wege einiges über die Bildung der Thonschiefer zu erfahren, ohne jedoch zu einem befriedigenden Resultate gelangt zu sein. Ich nahm gröbliches Pulver von Quarz, geschabten Glimmer und Chlorit mit etwas Graphit und brachte dieses Gemenge in ein cylindrisches starkes Glasgefäss, das ungefähr $\frac{3}{4}$ mit Wasser angefüllt und dann wohl verschlossen wurde. Ich befestigte dann dieses Glas auf dem Stempel einer Dampfmaschine, so dass es durch denselben horizontal hin und herbewegt wurde, je nach dem Gange der Maschine zwischen 60—100 mal in der Minute. Bei Nacht stand dieselbe jedoch stille, 14 Wochen wurde dieses Schütteln fortgesetzt. Nach dieser Zeit erschien die Flüssigkeit ganz grau, liess man sie stehen, so setzte sich ein Theil der suspendirten Massen sehr rasch ab, dann aber dauerte es 2 Tage bis sich der übrige Theil zu Boden gesetzt hatte, aber auch dann blieb die Flüssigkeit noch milchig trübe von den feinsten suspendirten Theilchen, welche auch durch jedes Filter drangen und selbst nach 8 Tagen noch nicht ganz sich setzten. Der noch etwas

feuchte Bodensatz wurde nun in einem 14 mm weiten eisernen Cylinder einem Drucke von 80 Atmosphären mehrere Tage ausgesetzt. Ich erhielt so zwar eine ganz trockne etwas schiefrige Masse, aber ohne alle Festigkeit und so locker, dass sie bei einem Versuche, sie zu schleifen, fortwährend zerbröckelte. Die Untersuchung des Bodensatzes unter dem Mikroskope ergab, dass der Quarz am spärlichsten noch gröbere Körner zeigte und am meisten zerrieben war, während von Glimmer und Chlorit noch ziemlich grosse Blättchen, die auch mit dem blossen Auge noch sehr wohl zu erkennen waren, häufig zu sehen waren. Der Quarz war meistens in feinen Splintern und zum Theil in eckigen Körnchen abgesondert, soweit er nicht mit den übrigen zu einem sehr feinen staubartigen Gemenge verwandelt war, das kaum mehr polarisirende Eigenschaften erkennen liess. Vielleicht könnte man bei viel stärkerem Drucke und mit Hinzufügung eines Bindemittels oder einer Kieselsäurelösung bessere Resultate erlangen, wenn uns dieselben auch schwerlich je ein dem natürlichen Thonschiefer gleiches Produkt liefern und die Bildung desselben vollkommen klar legen dürften.

Fig. 1

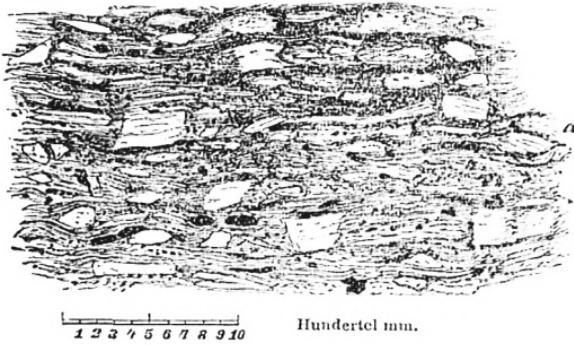


Fig. 2

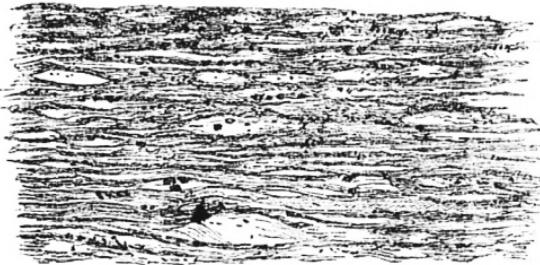


Fig. 5

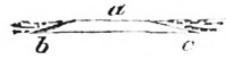


Fig. 3



Fig. 6

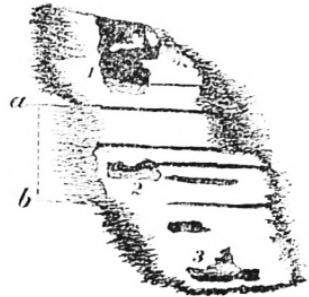


Fig. 4

