

Die
chemisch-geognostischen Verhältnisse
der devonischen Formation
des Dünathals in Liv- und Kurland
und
des Welikajathals bei Pleskau.

(Mit drei Tabellen und zwei Karten.)

Eine zur Erlangung der
Magisterwürde

verfasste und mit Genehmigung Einer Hochverordneten physiko-mathematischen
Facultät der Kaiserlichen Universität zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmte

Abhandlung

von

Friedrich Baron Rosen.

Dorpat,

Gedruckt bei Heinrich Laakmann.

1863.

Der Druck ist gestattet, die gesetzliche Anzahl von Exemplaren an die Censurbehörde abzuliefern.

Dorpat, den 1. Februar 1863.

(Nr. 5.)

C. Schmidt,

(L. S.)

d. Z. Decan der physiko-mathematischen
Facultät.

D. 29 304

Inhalt.

	Seite
Vorwort	1
Methode des Analyse	3
Die devonische Formation an der Düna	9
Die obere Dolomit-Abtheilung	10
Kritische Uebersicht des von Pacht gegebenen Profils der oberen Dolomit-Abtheilung bei Stockmannshof	28
Der gypsführende Theil der oberen Dolomit-Abtheilung	31
Anhang (über die Verbindung $M\ddot{C}$, 3 Aq. in gebranntem Dolomit)	38
Die untere Dolomit-Abtheilung	42
Die Dolomitetage und der Old-red in der Nähe der Ewst-Mündung	67
Kritische Uebersicht des von Pacht gegebenen Profils der unteren Dolomit-Abtheilung	77
Die obere Dolomit-Thon- und Sandsteinetage	83
Ueber die Vertheilung der beiden Dolomit-Abtheilungen an der Düna	88
Die devonischen Bildungen an der Welikaja bei Pleskau und ihr Vergleich mit der unteren Abtheilung der Dolomitetage an der Düna	92
Schluss	97
Geognostische Karte der Düna. Karte vom Persethal.	
<i>Tabelle I.</i> Schichtenfolge und Analysen der Gesteine der oberen Dolomit-Abtheilung bei Stockmannshof.	
<i>Tabelle II.</i> Schichtenfolge und Analysen der Gesteine der un- teren Dolomit-Abtheilung bei Kokenhusen, Bilsteinshof und eine Werst unterhalb der Ewst-Mündung.	
<i>Tabelle III.</i> Schichtenfolge und Analysen der Gesteine der de- vonischen Formation an der Welikaja bei Pleskau.	

VORWORT.

Thatsachen festzustellen und durch sie Beweise zu führen, durch sie allmählich uns der Kenntniß der Naturgesetze zu nähern, ist das höchste Verdienst des Forschers. Das Urtheil über das der Erfahrung nicht zugängliche ist stets unsicher und wie es heute ein Anderes ist, als es gestern war, so wird es morgen ein Anderes sein, als es heute ist. Unsere Theorien sterben mit uns, die Thatsachen aber sind unsterblich, wie die Gesetze auf welchen sie beruhen.

Otto Linné Erdmann. Ueber das Studium der Chemie. 1861. S. 81.

Die vorliegende Schrift erörtert die chemisch-geognostischen Verhältnisse der devonischen Formation des Dünabals in Liv- und Kurland und, anhangsweise, der Welikaja bei Pleskau. Wie sich die beiden, auf kürzestem Wege 27 deutsche Meilen von einander entfernten, Devonlager zu einander verhalten, und warum ich sie hier gleichzeitig behandelte, wird weiter unten besprochen. Der Hauptzweck, den ich bei meinen Untersuchungen im Auge hatte, bestand im Sammeln von Thatsachen, die zur Aufklärung der Bildungsweise der Haloidgesteine, insbesondere der Dolomite, einen brauchbaren Stoff liefern sollten. Denn ich bin vollkommen überzeugt, dass, so lange keine umfassendern, die chemischen Verhältnisse sedimentärer Formationen in den Vordergrund stellenden Arbeiten vorliegen, man umsonst die Entstehungsweise der Haloidgesteine zu enträthseln hoffen wird.

Von den frühern Arbeiten, die unter Anderm auch die geognostischen Verhältnisse an der Düna schildern, sind ganz besonders hervorzuheben :

Raimund Pacht, der devonische Kalk in Livland. Dorpat 1849. (Inauguralschrift). Eine zweite verbesserte Auflage davon befindet sich im II. Bande (1859 p. 249—298) der ersten Serie des Archivs für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands und ist daraus auch besonders abgedruckt worden.

Dr. C. Grewingk, Geologie von Liv- und Kurland mit Inbegriff einiger angrenzenden Gebiete. Mit vier Profiltafeln, einer Geschiebekarte und der geognostischen Karte von Liv-, Ehst- und Kurland. Aus dem Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands, erster Serie, Bd. II. (p. 479 bis 774) besonders abgedruckt. Dorpat 1861.

Der Leser, der sich für die geognostischen Verhältnisse der Ostsee-Provinzen interessirt, wird die angeführten Schriften gewiss nicht ungelesen lassen, denn sie enthalten fast Alles was bisher über den Gebirgsbau Liv- und Kurlands bekannt geworden ist.

Die geognostischen Untersuchungen an der Düna wurden von mir in einem Theil der Sommerferien 1858, 1860 und 1862 angestellt. Die bei dieser Gelegenheit gesammelten Gesteine und Versteinerungen befinden sich gegenwärtig im mineralogischen Cabinet unserer Universität.

In froher Erinnerung an gemeinsame Wanderung gereicht es mir zur angenehmen Pflicht, meinen Herrn Commilitonen Emil Müller und Victor Richter für die freundliche Gesellschaftleistung bei den oft langwierigen Excursionen hier meinen aufrichtigsten Dank abzustatten. Zu grossem Danke bin ich Herrn Verwalter Berent und seiner Familie für die mir erwiesene Gastfreundschaft verpflichtet, welche meinen Aufenthalt in Stockmannshof im Sommer 1860 zu einem genussreichen und stets unvergesslichen gemacht hat. Endlich sei mir auch gestattet meinen hochverehrten Lehrern, den Herrn Professoren C. Schmidt und C. Grewingk, für die liberale Unterstützung, welche sie mir in Anlass der vorliegenden Arbeit zukommen liessen, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Methode der Analyse.

Bei der Analyse von Dolomiten, Kalksteinen, Mergeln etc., kam es mir hauptsächlich auf die Bestimmung der relativen Menge von Carbonaten an. Die Analysen von den Belegstücken aus Kokenhusen und Bilsteinshof (Tab. 2) wurden in der Art ausgeführt, dass ich die Trennung der kohlen-sauren Salze von den beigemengten Bestandtheilen (Thon und Sand) durch Salzsäure bewirkte und die von derselben aufgelösten Basen einer weitem Bestimmung unterwarf. Um das mehrmalige Fällen mit Ammoniak der in Lösung übergegan-genen Thonerde nebst Eisenoxyd zu umgehen, wurde bei der Analyse der Gesteine von Stockmannshof (Tab. 1.) statt Salzsäure Salpetersäure genommen, die Lösung in einer Platinschale eingedampft und darauf durch Erhitzen auf circa 200 — 250° C., die Zersetzung des salpetersauren Eisenoxys und der salpetersauren Thonerde bewirkt. Durch Befeuchten und Erwärmen mit salpetersaurem Ammoniak wurde die etwa gebildete basischsalpetersaure Magnesia in das neutrale Salz übergeführt, und die salpetersauren Salze des Kalkes und der Magnesia durch Aussüssen mit heissem Wasser und Fil-tiren von Eisenoxyd, Thonerde, Thon, Kieselsäure und bei-gemischten Silicaten (Feldspath, Glimmer) getrennt. Die Fäl-lung der Kalkerde geschah wie gewöhnlich durch oxalsaures Ammoniak. Der getrocknete oxalsaure Kalk wurde mit dem Filtrum einige Augenblicke im Platintiegel über der Ber-zelius-Lampe (um das Verkohlen des Filtrums zu bewirken)

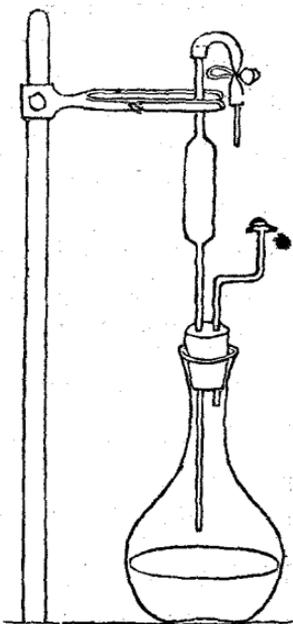
geglüht und darauf fünf Minuten über der Deville'schen Gebläse-Lampe der Weissglühhitze ausgesetzt, wodurch er vollständig in Aetzkalk verwandelt wurde. Dass dabei auch das Filtrum, bei fest aufgesetztem Deckel, vollkommen eingeäschert wird, braucht kaum erwähnt zu werden. Gleich nach seinem Erkalten, was einige wenige Minuten dauert, wurde der Tiegel gewogen. Diese Bestimmungsweise des Kalkes ist sehr genau und beseitigt jene zeitraubenden Operationen, die bei der Ueberführung desselben in das kohlen saure Salz angewandt werden.

Was die Magnesia betrifft, so wurde ihre Quantität in den Dolomiten durch eine besondere Kohlensäure-Bestimmung festgestellt, und zwar in der Weise, dass von der Gesamtmenge der gefundenen Kohlensäure die an Kalk und Eisenoxydul gebundene abgezogen wurde. Der von mir gebrauchte Kohlensäure-Apparat gehört zur Kategorie derjenigen, vermittelt welcher die Kohlensäure aus dem Verluste bestimmt wird. Die dadurch erzielte Zeitersparniss ist um so vortheilhafter als die Resultate, die man mit diesem Apparate erreicht, sehr befriedigend ausfallen. War dagegen das Gestein arm an kohlen sauren Salzen oder enthielt es wenig Magnesia, so zog ich es vor die letztere direkt, entweder als phosphorsaure oder als schwefelsaure Magnesia, zu bestimmen.

Da in den untersuchten Dolomiten und Mergeln meistens kleine Quantitäten von kohlen saurem Eisenoxydul zugegen waren, so wurden dieselben mit Chamäleon bestimmt. Zu diesem Zwecke wurden etwa 5 bis 10 Gramm des gepulverten Gesteins in einem Kölbchen abgewogen, mit 50 Cub. Centm. Wasser und darauf mit ebenso viel Cub. Centimetern mittelmässig starker Salzsäure versetzt. Zum Abhalten der

Luft und Durchlassen der entweichenden Kohlensäure wurde ein Mohr'scher Ventil-Kork gebraucht. Sobald die Entwicklung der Kohlensäure nachliess, wurde das Kölbchen mehrmals geschüttelt und später, damit sich der Thon und Sand vollständig absetze, ruhig stehen gelassen. War das geschehen, so wurden 50 Cub. Centm. von der klaren Flüssigkeit vorsichtig pipettirt und die Menge des Eisenoxyduls mit übermangansaurem Kali bestimmt. (In Rechnung bringt man natürlich das Doppelte von der Zahl der verbrauchten Cub. Centm. Chamäleon, da nur die Hälfte der Lösung zum Titriren verwandt wurde.)

Wenn man einen Kalkstein zum Behufe der Eisenoxydul-Bestimmung auf dieselbe Weise, wie ich es eben für den Dolomit beschrieben habe, behandeln wollte, so würde man seinen Zweck nicht erreichen, weil durch die starke Kohlensäure-Entwicklung ein grosser Theil der Flüssigkeit aus dem Kölbchen herausgeworfen wird. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, bringe ich am Korke des Kölbchens zwei Oeffnungen an: durch die eine wird ein knieförmig gebogenes Glasrohr, das am oberen Ende einen Ventil-Kork trägt, durch die andere eine Pipette von 25 oder 50 Cub. Centm. Inhalt gesteckt. An die Pipette ist oben ein Caoutschuckrohr mit einem Quetschhahn befestigt. Nachdem man 50 Cub. Centm. Wasser in's Kölbchen gebracht hat, wird die Pipette, ohne sie aus dem Kork herauszuziehen, bis zur Marke durch Saugen am Caoutschukrohr und Oeffnen des Quetschhahns mit



Salzsäure gefüllt. Ist das geschehen, so wird der Kork aufs Kölbchen gesetzt und nun durch Drücken des Quetschhahns allmählig Säure zugegeben. Dadurch vermeidet man das plötzliche starke Aufbrausen und den damit verbundenen Verlust.

Beim Gebrauche des beschriebenen Apparats hat man noch darauf zu sehen, dass das Ventil nicht zu fest auf der Glasröhre aufsitzt. Denn in dem Grade wie sich die Quantität der Flüssigkeit in der Pipette vermindert, vermindert sich auch der Widerstand, den die Flüssigkeitssäule der entweichenden Kohlensäure entgegensetzt. Ist das Ventil zu fest aufgesetzt, so kann ein Moment eintreten wo die Kohlensäure sich den Weg durch die Flüssigkeit in die Pipette bahnt. In solch einem Falle hat man nur den Ventil-Kork am Glasrohre etwas höher zu schieben, um Alles wieder in den gehörigen Gang zu bringen.

So lange sich die Carbonate nicht gelöst haben und das Unlösliche sich abgesetzt hat, lässt man im untern Theil der Pipette, um das Eindringen von Luft abzuhalten, eine ganz geringe Menge von Säure nach. Am Ende der Operation werden durch Oeffnen des Quetschhahns die wenigen in der Pipette nachgebliebenen Tropfen hinzugegeben, 25 oder 50 Cub. Centm. von der klaren Flüssigkeit pipettirt und ihr Gehalt an Eisenoxydul bestimmt.

In Betreff der übrigen Bestandtheile der Gesteine ist hier noch Folgendes mitzuthellen. Hatte man es mit einer salzsauren Lösung zu thun, so wurde die Menge des aufgelösten Eisenoxyds und der aufgelösten Thonerde besonders bestimmt. Diese Bestimmung hat aber keinen Werth, wenn man den unlöslichen Rückstand nicht weiter analysiren will. Denn die in die salzsaure Lösung übergegangene Thonerde ist immer nur ein Theil von der Gesammtmenge derselben, die in ihrer Verbindung

mit Kieselsäure als Thon dem Gesteine beigemischt ist. Das Eisenoxyd dagegen stammt einerseits von kohlen saurem Eisenoxydul her, das immer an einer besonderen Probe massanalytisch bestimmt wurde, andererseits aber entweder von einem Theile des kohlen sauren Eisenoxyduls, das sich bereits im Gesteine zersetzt und höher oxydirt hatte, oder von einem Eisengehalte des Thones. Wenn also von der Gesammtmenge des in Lösung übergegangenen Eisenoxyds die Menge des kohlen sauren Eisenoxyduls, als Oxyd berechnet, abgezogen wurde, so konnte der Rest nur aus dem Eisenoxyde bestehen, das einerseits ursprünglich an den Thon gebunden war, andererseits aber durch die Zersetzung des kohlen sauren Eisenoxyduls im Gesteine selbst entstand. Da zu den Analysen möglichst frische Proben, in denen höchstens Spuren von kohlen saurem Eisenoxydul sich höher oxydirt haben konnten, verwendet wurden, so musste jener Rest nebst der aus der Lösung gefällten Thonerde zum unlöslichen Rückstande addirt werden. War die Lösung eine salpetersaure, so blieb, nach dem Eindampfen und Erhitzen, die Gesammtmenge des Eisenoxyds und der Thonerde bei dem unlöslichen Rückstande zurück und wurde mit diesem gewogen. Nach Abzug der gefundenen Eisenoxydmenge, die als Eisenoxydul im Gestein vorhanden war, behielt man im Rückstande Alles was nicht zu den kohlen sauren Verbindungen des Gesteins gehört. Dass der Rückstand, bestehend aus Eisenoxyd, Thonerde, Quarzsand, Feldspath und Glimmer, einfach auf der Berzelius-Lampe geglüht wurde, braucht kaum erwähnt zu werden.

Das Wasser wurde durch Glühen (5 Minuten lang) des lufttrocknen Gesteins über der Deville'schen Lampe bestimmt. Da der Kohlensäure-Gehalt bekannt war, so war durch's Glühen, welches die Menge der Kohlensäure + Wasser angab,

auch das letztere bestimmt. Diese Bestimmungsweise des Wassergehalts in Dolomiten, dolomitischen Mergeln und ähnlichen Gesteinen übertrifft jene durch's Trocknen bei 100° C. an Genauigkeit, indem die letzten Antheile des Wassers erst bei einer Temperatur über 180° C. entweichen¹⁾, wobei natürlich auch ein beträchtlicher Kohlensäure-Verlust stattfindet. Das meiste Wasser ist an den im Gesteine vorhandenen Thon gebunden, nur der kleinere Theil ist als hygroskopisches Wasser zu betrachten, da je grösser der Thongehalt um so grösser auch die Quantität des Wassers ausfällt. Wollte man den in Säuren unlöslichen Rückstand quantitativ analysiren, so müsste man auch gesondert die Quantität des hygroskopischen und die des gebundenen Wassers bestimmen. Da jenes unterblieb, so wurde nur die Gesammtmenge des vorhandenen Wassers angegeben.

Die Analysen 37 bis 42 (Tab. 2.) differiren in der Ausführung insofern von den übrigen, als die Magnesia aus dem Verluste bestimmt wurde. Obgleich eine direkte Bestimmung immer vorzuziehen ist, so ist im speciellen Falle die aus dem Verluste um so zulässiger, als man nach der beschriebenen Bestimmungsweise der übrigen Bestandtheile des Gesteins sehr genaue Resultate erlangt.

Die Ausführung der Analysen 73 und 85 (Tab. 2.) habe ich dem Herrn Cand. chem. Bennrath, der Analysen 17 und 18 (Tab. 1.) dem Herrn Stud. chem. Dumpff zu verdanken.

1) Prof. Dr. C. Schmidt: „Ueber die devonischen Dolomit-Thone der Umgegend Dorpats“. Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands, erster Serie, Bd. 1., p. 485; besond. Abdr. p. 3.

Die devonische Formation an der Düna.

Die devonischen Gebilde des Dünathals in Liv- und Kurland zeigen ein ausgedehntes Dolomitlager, das die entsprechenden Bildungen anderer Gegenden der russisch-baltischen Provinzen an Mächtigkeit bedeutend übertrifft. Durch die Auflagerung auf den Old-red und durch die eingeschlossenen Versteinerungen ist das besagte Dolomitlager, als Etage, mit den mittleren devonischen Bildungen des westlichen Europa's zu parallelisieren. Die Dolomitetage wird an der Düna von einem bis 50' mächtigen Schichtensysteme überlagert, das vorherrschend aus Dolomitthon mit untergeordneten Sandsteinlagen besteht und, wegen seiner Fischreste, ebenfalls der devonischen Formation beigechnet werden muss. Ob es als eine selbständige höhere Etage oder nur als ein höheres Glied der mittleren oder Dolomitetage zu betrachten sein wird, davon später.

Wenden wir uns zu dem Dolomitlager, das wegen seiner Entwicklung unser Interesse ganz besonders in Anspruch nehmen muss. Schon Pacht ¹⁾ hebt mit besonderem Nachdruck hervor, dass das Ufer der Düna, an vielen Stellen vom Wasserspiegel steil ansteigend, sich bis zu einer gewissen Höhe erhebt, dann plötzlich in die horizontale Ebene übergeht, um weiter landeinwärts eine zweite Stufe zu bilden. Den Grund dieser Erscheinung werden wir später kennen lernen, nachdem wir das Material, aus dem die erwähnten Uferabsätze aufgebaut sind, durchmustert haben.

1) Der devonische Kalk in Livland, Archiv Bd. 2. S. 266. Besonderer Abdruck S. 10.

Nachdem Pacht die Schichten der beiden Absätze auf ihre fossilen Reste untersucht hatte, kam er zu dem Resultate, dass die Versteinerungen unter der obersten Schicht des untern Absatzes wesentlich verschieden von denen über derselben sich zeigen. Da ausserdem diese oberste Schicht, ein körnig-krystallinischer meistens grünlichgrauer Dolomit, wegen ihres eigenthümlichen Aussehens nicht so leicht mit einer andern Schicht zu verwechseln ist und zur Orientirung einen ausgezeichneten Horizont liefert, so theilt Pacht das Dolomitlager an der Düna in zwei Gruppen, indem er die erwähnte Schicht zur Grenzscheide der beiden Abtheilungen wählt. Diese in der Natur vollkommen begründete Eintheilung gewährt den Vortheil, die Uebersicht der Dolomitbildungen an der Düna ungemein zu erleichtern. Wir werden später sehen, dass nicht nur in paläontologischer, sondern auch in lithologischer Beziehung ein recht auffallender Unterschied in beiden Abtheilungen stattfindet.

Die obere Dolomit-Abtheilung.

(Tab. 1.)

Die obere, 60 bis 70 Fuss mächtige, Abtheilung besteht vorherrschend aus Dolomiten, zu denen sich aber, als untergeordnete Glieder, noch Kalksteine, dolomitische Mergel, sowie Kalkmergel, Gyps und Thon gesellen. Die beiden letztern, die mehr im unteren Theil der Abtheilung zur Entwicklung kommen, treten entweder gemeinschaftlich auf oder fehlen ganz.

Die gypsfreie Abtheilung ist besonders schön in Stockmannshof beim Duneslei-Krug und am gegenüberliegenden hohen Ufer, auf dem die Ruine von Selburg steht, zu sehen. Der Leser, der mit der Schichtenfolge, mit der Natur der Gesteine und ihrer organischen Einschlüsse an den genannten

Orten bekannt werden will, braucht nur die beigefügte Tabelle 1 durchzusehen.

Einen imposanten Anblick gewähren hier die circa 50 Fuss hohen Ufer der Düna. Wie zwei ehrwürdige Denkmäler aus uralten Zeiten erheben sich, steil aus dem Wasser emporsteigend, der Andreasfels, einige hundert Schritt oberhalb Duneslei, und gegenüber diesem, am linken Ufer, der Selburger-Fels, Träger einer Schlossruine gleichen Namens. Wild und zerrissen sind die Wände dieser Felsen; mächtige Blöcke lösten sich von ihnen ab und bedecken zu Tausenden, nebst feinem Schutt, den Fuss der steilen Abhänge, oder bilden, indem sie sich über einander thürmen, grossartige Haufwerke. Da beide Felsen einst im engsten Zusammenhange standen und nur durch Erosion von einander getrennt wurden, so weisen sie natürlich dieselben Bildungen auf. Der Andreasfels kann aber leichter in allen seinen Theilen untersucht werden und daher wollen wir noch einige Zeit bei ihm verweilen. Ein so ziemlich in der Mitte des Abhanges befindlicher und eine Einbucht desselben theilweise ausfüllender Schuttkegel ¹⁾ gewährt den Zutritt zu allen Schichten. Ein

1) Auffallend ist der Umstand, dass unter den Trümmern, die den Schuttkegel bilden, Thonmassen, sowie mächtige Blöcke von dolomitischen Sandstein und Kalksandstein, die der oberen Dolomitabtheilung ganz fremd sind, gefunden werden. Ihre ursprüngliche Lagerstätte ist vorläufig nicht zu bestimmen; wahrscheinlich stammen sie aus dem oberen Theil der unteren Sandsteinetage. Nur im grünlichweissen Kalksandstein fanden sich Fischreste, die leider, ihrer mangelhaften Erhaltung wegen, nicht zu verwerthen sind. Das Merkwürdigste an der ganzen Erscheinung ist die Art und Weise des Auftretens der genannten Gesteine am Schuttkegel. Denn man sieht sie nicht nur am Fusse, sondern auch am mittleren und oberen Theil desselben vorkommen. Untersucht man die an den Rand des Kegels grenzenden Dolomitschichten, so wird man finden, dass ihre Schichtungsfugen mit gewaltsam eingedrungenen Sand- und Thonmassen ausgefüllt sind. Das Räthselhafte des ganzen Phänomens aufzuklären bin ich nicht im Stande, vermüthe aber, dass eine gewaltige Fluth, von Eismassen unterstützt, die Erscheinung hervorrief.

Umstand tritt aber bei der schärferen Begrenzung der Schichten am Andreasfels oft hemmend auf; diese sind nämlich gefältelt, verbogen und ihr Ausgehendes so zerrissen, dass es schwer hält in diesem Labyrinth von Dolomitschichten sich zurecht zu finden. Wir sind daher genöthigt uns nach einem Profil umzusehen, das die Lagerungsverhältnisse in einer vortheilhafteren Form aufweist. Ein solches ist bald gefunden, denn einige hundert Schritt unterhalb des Duneslei-Kruges finden wir wieder eine entblöste Felswand (den Annenfels), wo die Schichten aber in einer ungestörten, horizontalen Lage sich befinden. Besonders sind es die Schichten 5 bis 10 (Tab. 1), die hier mit scharf bezeichneten Grenzen auftreten und uns gestatten dieselbe Gesetzmässigkeit später auch am Andreasfels zu finden. Daher rathe ich Jedem, der Lust hat mit der Natur der oberen Dolomit-Abtheilung aus eigener Anschauung bekannt zu werden, zuerst den Annenfels zu untersuchen, dann wird ihm auch der Andreasfels keine Schwierigkeiten bieten und der ganze Schichtenbau klar vor Augen stehen.

Gelegentlich muss ich hier erwähnen, dass der Annenfels nur in dem Theile der dem Duneslei-Krug am nächsten liegt, zu einer geognostischen Untersuchung geeignet ist. Weiter stromabwärts ist er mehr oder weniger von Vegetation und Schutt bedeckt, oder zu steil, um erklommen zu werden. Der Schichtencomplex, den ich unter Nr. 10 zusammenfasse, und das darunter Liegende kann nur am Andreasfels oder auch am Selburgerfels beobachtet werden, denn am Annenfels sieht man von Nr. 10 nur den obern Theil, das Uebrige ist bis zum Wasser mit Schutt bedeckt. Will man dagegen die tiefsten Schichten der oberen Dolomit-Abtheilung kennen lernen, so muss man ein paar Werste weiter stromabwärts gehen; denn mehrere hundert Schritte vor dem Kraukle-Krug ist

am unteren Theile des steilen Abhanges eine Stelle, wo man diese Schichten entblösst findet. Zwar ist das Profil insofern mangelhaft zu nennen, als es theilweise verschüttet ist und man den Schutt bei der Untersuchung fortwährend wegräumen muss; dennoch bleibt es das beste an der ganzen Düna. An allen andern Stellen sind die entsprechenden Schichten durch Schuttmassen vollkommen der Beobachtung entzogen. In der Nähe des Kraukle-Krugs sieht man auch deutlich die Auflagerung der oberen Dolomitgruppe auf die untere; die letztere bildet hier einen Ufer-Absatz von 7' Mächtigkeit, der in seiner oberen Hälfte den grünlichgrauen, körnigkrystallinischen Dolomit aufweist.

Nachdem ich die äusseren Verhältnisse, unter denen uns die obere Dolomit-Abtheilung um Duneslei und Selburg entgegnet, geschildert habe, will ich auf Grundlage specieller Untersuchungen, die uns Tab. 1. vorführt, versuchen, eine übersichtliche Darstellung von der Natur der oberen gyps-freien Dolomit-Abtheilung zu geben. Wir sehen, dass bis zur Schicht Nr. 10 nur Dolomite auftreten. Von Nr. 10 aber beginnt ein Wechsel von Kalk- und Dolomitstraten, eine Erscheinung, die unsere Aufmerksamkeit ganz besonders in Anspruch nehmen muss, da die untere Dolomit-Abtheilung nur aus Dolomiten und dolomitischen Mergeln besteht. Alle Dolomite der oberen Abtheilung zeichnen sich dadurch aus, dass das Verhältniss zwischen den kohlensauren Salzen nur äusserst geringen Schwankungen unterworfen ist. Das Mittel für die Carbonate des in 100 Theilen berechneten dolomiti-schen Antheils beträgt:

Kohlensaurer Kalk	56,38
Kohlensaure Magnesia	43,15
Kohlensaures Eisenoxydul	0,47
	<hr/>
	100,00.

Zur Berechnung dieses Mittelwerthes dienten die Analysen Nr. 1, 2, 4, 6, 9 bis 19, 27 bis 30, 32, 37, 39, 44, 45. Ausgeschlossen blieb bei dieser Berechnung die Analyse 5, da das Gestein von anhängendem Kalkspath nicht ganz zu befreien war; dann die Analyse 20, weil das Gestein eine Verbindung ist, die den Uebergang aus dolomitischen Kalksteinen, die zuerst im Schichtencomplexe 10 auftreten, in Dolomit von der vorherrschenden Zusammensetzung vermittelt. Endlich musste auch die Analyse Nr. 33 bei der Berechnung ausgeschlossen werden, da der etwas grössere Gehalt an kohlen-saurem Kalk den erdigen Bestandtheilen der zahlreichen kohligen Einschlüsse zuzuschreiben ist. Aber auch wenn wir die ausgeschlossenen Dolomit-Analysen zur Berechnung des Mittelwerthes gebraucht hätten, so würde sich derselbe doch nur um ein Geringes geändert haben, denn wir bekämen dann:

Kohlensauren Kalk	56,70
Kohlensaure Magnesia	42,83
Kohlensaures Eisenoxydul	0,47
	100,00.

Bleiben wir aber bei dem oben angeführten Mittelwerthe stehen. Wir sehen, dass seine Zusammensetzung der eines Normaldolomits sehr nahe steht. Denn das Verhältniss zwischen der Kohlensäure des Kalkes und der der Magnesia und des Eisenoxyduls ist gleich 1 : 0,918 oder der Ueberschuss an kohlen-saurem Kalk in 100 Theilen der Carbonate beträgt 4,61 % mehr, als zur Bildung eines Normaldolomits nöthig sind. Betrachten wir diesen Ueberschuss an kohlen-saurer Kalkerde als eine Beimengung, die mit dem übrigen Theil nicht chemisch verbunden ist, so haben wir dann den Mittelwerth für 100 Theile des dolomitischen Antheils als ein Gemenge von 95,39 % Normaldolomit und 4,61 % kohlen-saurer Kalkerde aufzufassen. Um zu zeigen, dass das Verhältniss

der Carbonate in den untersuchten Dolomiten so gut wie constant bleibt, will ich hier die Maxima und Minima der Abweichung vom Mittelwerthe anführen. Den grössten Gehalt an kohlen saurem Kalk zeigt die Analyse 2, da derselbe den Mittelwerth um 0,62 % übersteigt, den geringsten dagegen Analyse 30, der um 0,75 % unter dem Mittelwerthe steht. Den grössten Gehalt an kohlen saurer Magnesia finden wir in der Analyse 12, den Mittelwerth um 0,72 % übertreffend, den geringsten aber in der Analyse 2, wo er 0,53 % weniger als der Mittelwerth beträgt. Den grössten Gehalt an kohlen saurem Eisenoxydul weist die Analyse 30 auf, wo derselbe um 0,58 % vom Mittelwerthe abweicht, den geringsten dagegen Analyse 15, mit dem Unterschied von 0,30 % vom Mittelwerthe. Die grösste Abweichung vom Mittelwerthe im Verhältnisse der Kohlensäure des Kalkes und der Kohlensäure der Magnesia + Eisenoxydul sehen wir einerseits in der Analyse 2 (1 : 0,894), andererseits aber in der Analyse 30 (1 : 0,943). Was die Constitution der den Dolomiten beigemengten, nicht an Kohlensäure gebundenen Bestandtheile betrifft, so kann ich darüber nur das mittheilen, was mir eine mineralogische Untersuchung ergab, da ich eine quantitativ chemische Analyse nicht anstellte. Der in Säuren unlösliche Rückstand zeigte, unter dem Mikroskop betrachtet, bald grau- bald durch Eisenoxyd roth-gefärbte Thontheilchen, ferner Quarz- und Feldspathkörner, sowie Glimmerschüppchen. Nun kam der merkwürdige Umstand hinzu, dass zwischen den feinen Trümmern der drei zuletzt genannten Mineralien sich schön ausgebildete einfache und Zwillings-Krystalle von Quarz und Feldspath, so wie sechsseitige, scharf begrenzte Säulchen von Glimmer einstellten. Diese Ausbildung lässt keinen Augenblick daran zweifeln, dass die Krystalle sich erst nach der Ablagerung der

Dolomite gebildet haben und bietet insofern ein grosses Interesse, als sie einen Beleg liefert, dass ausser Quarz auch Feldspath und Glimmer auf hydrochemischem Wege sich bilden können.

Da in den Analysen der Dolomite die Gesammtmenge der fremdartigen Bestandtheile angegeben ist, so zeigt ein Blick auf die Tab. 1, dass eine regelmässige Abnahme oder Zunahme des Gehaltes an Thon, Quarz und Silicaten in verticaler Richtung nicht stattfindet. Es stellt sich nur ein regelloses Schwanken dieses Gehaltes heraus.

Zu berücksichtigen ist die Thatsache, dass die Dolomite über dem Schichtencomplexe Nr. 10, in welchem zuerst Gesteine mit vorwaltendem Kalkgehalte auftreten, deutlich krystallinisch und sehr fest ausgebildet sind, unter jenem Schichtencomplexe dagegen kaum ein kryptokrystallinisches Gefüge und einen viel geringeren Grad von Festigkeit besitzen. Eine Ausnahme von dieser Regel bildet die oberhalb Nr. 10 gelegene, 1 Fuss mächtige Schicht Nr. 3, was sich leicht durch den bedeutenden, bis 16,12 % betragenden Gehalt an Thon und Sand erklärt; ferner die im Ganzen einen halben Fuss betragenden dünnen Lagen Nr. 8 und 9, die aber auch unmittelbar auf Nr. 10 folgen. Nr. 7, ein deutlich kryptokrystallinischer Dolomit, hält gewissermassen die Mitte zwischen den beiden Arten der Dolomite oberhalb und unterhalb Nr. 10. Eine Ausnahme von der gefundenen Regel bildet auch der Dolomit, dessen Zusammensetzung die Analyse Nr. 44 zeigt, da er, ungeachtet seiner tiefer als der Schichtencomplex Nr. 10 befindlichen Lage, deutlich krystallinisch ausgebildet ist.

Mit der hier angeführten Thatsache steht noch eine andere im engsten Zusammenhange. Es sind nämlich bis jetzt nur in den oberen krystallinischen Dolomiten Versteinerungen thierischen Ursprungs gefunden worden. Allen übrigen Schich-

ten scheinen sie ganz zu fehlen, wenigstens ist bis jetzt in ihnen keine Spur davon entdeckt worden.

Was die Versteinerungen betrifft, so sind es hauptsächlich *Platyschisma Kirchholmiensis* Keys., *Natica Kirchholmiensis* Pacht und *Spirifer tenticulum* Vern., die den oberen Theil der Dolomitetage charakterisiren. Das massenhafte Auftreten der beiden erstgenannten Species ist besonders einflussreich auf die äussere Ausbildung des Dolomits der Schicht Nr. 2 gewesen, da die Steinkerne dieser Schnecken stellenweise ein förmliches Conglomerat bilden. Weil meist nur Steinkerne vorhanden sind, so ist der früher von der Schale eingenommene Raum leer geblieben und die Wandungen desselben sind gewöhnlich von kleinen Kalkspathkrystallen überzogen. Diese leeren Räume bedingen hauptsächlich das löcherige, zerfressene Aussehen des Gesteins. Von *Platyschisma* und *Natica* kommen ausser Steinkernen auch Schalen, obgleich viel seltener, vor. Es ist die Gegend von Kirchholm, die uns dieselben hauptsächlich liefert. Zuweilen sind die Schalen im Innern leer, meistentheils aber von der umgebenden Steinmasse ausgefüllt; die Schale selbst ist in einen Dolomit, der vom Normaldolomit um ein Geringes abweicht, verwandelt worden (s. Analyse 7). Im frischen Bruche erscheinen die Schalen weiss und krystallinisch, und da die umgebende Gesteinsmasse gewöhnlich roth gefärbt ist, so sind die Wandungen der Schalen scharf bezeichnet. Sie treten entweder auf der Oberfläche des verwitterten Gesteins erhaben hervor oder werden lose liegend gefunden, wobei der Fall nicht selten eintritt, dass sie vom anhängenden Gestein ganz befreit sind. Zur Analyse 7 wurde eine solche Schale verwendet, an der ausserdem auch die Anwachsstreifen zu beobachten waren. Jedenfalls liefern uns diese Schalen eine ganz merkwürdige Pseudo-

morphose von Dolomit nach Kalkspath, eine Pseudomorphose, die mit der gewöhnlichen von Braunspath nach Kalkspath nicht zu verwechseln ist. Die Erscheinung, dass, ungeachtet der gleichen chemischen Zusammensetzung, die Schalen schwerer als das sie umgebende Gestein verwittern, mag ihre Erklärung darin finden, dass das Muttergestein oft viel ausgeschiedenen Kalkspath enthält, wodurch es leichter von kohlensäurehaltigem Wasser angegriffen wird; andererseits muss auch das festere krystallinische Gefüge der Schalen der Verwitterung einen grösseren Widerstand entgegensetzen. Ich erwähnte früher, dass der Dolomit der Schicht 2 oft ein förmliches Conglomerat von Steinkernen der besagten Schnecken darstellt, aber auch Schalen der *Natica* und *Platyschisma* habe ich gefunden (beim Kalkofen von Kirchholm), die so massenhaft zusammenlagern, dass die dieselben verbindende Gesteinsmasse in höchst geringer Quantität vorhanden ist. Hier sei noch erwähnt, dass die Steinkerne der Schnecken oft an einzelnen Stellen mit kleinen sinterartigen Klümpchen von Kieselsäure belegt sind, oder dass die letztere als weisser Anflug erscheint und in dieser Form hauptsächlich die Abdrücke des *Spirifer tentaculum* bekleidet. Was diesen *Spirifer* betrifft, so erscheint er an der Düna zwar nicht in einer so grossen Anzahl von Individuen wie *Natica* und *Platyschisma*, aber immer hinreichend zahlreich, um für den obern Theil der Schicht 1 und für die Schicht 4 als bezeichnende Leitmuschel zu dienen; er kommt nur schlecht erhalten, in Steinkernen und Abdrücken vor.

Ausser den drei hier angeführten und für die obere Hälfte der oberen Dolomit-Abtheilung ganz besonders bezeichnenden Versteinerungen, fand ich noch die folgenden: in der obersten Schicht des Andreasfelsens eine *Spongia*;

in einer entsprechenden Schicht bei der Station Jungfernhof einen nicht weiter zu bestimmenden Abdruck einer *Pleurotomaria*; dann 1 1/2 Werst oberhalb der Oger-Mündung, mit *Platyschisma* und *Natica* zugleich vorkommend, den Steinkern der Wohnkammer nebst ein paar anhängenden Schalensegmenten eines *Gomphoceras*, sowie den Steinkern einer grossen *Pleurotomaria*. In den Steinbrüchen von Kirchholm beim Lasde-Krug sammelte ich, neben *Platyschisma* und *Natica*, Steinkerne eines *Schizodus*, sowie eine Koralle, die vielleicht noch zu bestimmen sein wird. Pacht führt in seiner Schrift 1) eine *Pleurotomaria* an, von ihm *Pleurotomaria Keyserlingii* genannt, die bei Ascheraden in den Schichten mit *Platyschisma Kirchholmiensis* etc. gefunden wurde.

Reste pflanzlichen Ursprungs finden wir erst in jenem Dolomit unterhalb des Schichtencomplexes 10, dessen Zusammensetzung uns die Analyse 33 zeigt. Diese Reste bestehen aus eckigen Stückchen einer braunschwarzen, feinschiefrigen Kohle und sind in der Masse des gelblichweissen Gesteins zahlreich eingelagert. Die Kohlenstückchen sind zuweilen 1" lang und 1/3" breit, gewöhnlich aber viel kleiner; von einer innern organischen Structur konnte nichts wahrgenommen werden.

Eine besondere Beachtung verdient das oft massenhafte Auftreten des Kalkpaths in den Dolomiten mit *Platyschisma* und *Natica*. In Stockmannshof bekleidet er gewöhnlich die Wandungen der Hohlräume im Dolomit; dabei tritt er entweder in Form von Drusen auf, deren einzelne Krystalle meistens klein bleiben, oder bildet concentrische Schalen, die auf der freien Seite ebenfalls mit Kalkpathkrystallen über-

1) Archiv Bd. II. S. 293; besond. Abdr. S. 47.

zogen sind. Eine grossartige Entwicklung erlangt aber der Kalkspath erst im Kirchholmer Gebiet; beim Lasde-Krug nämlich sind in dem *Platyschisma* und *Natica* führenden Dolomit 8 Fuss tiefe Steinbrüche angelegt, deren Material seine Brauchbarkeit zum Kalkbrennen einzig und allein den massenhaft vorkommenden Kalkspathkrystallen verdankt. Diese sind meistens 1 bis 2 Zoll lang, zu Drusen gruppirt ¹⁾ oder einzeln vorkommend. Die Drusen, sowie die einzeln vorkommenden Krystalle, liegen im Dolomit meistens lose, ohne festen Zusammenhang, und die Kalkspathkrystalle sind ausserdem an der Aussenfläche stark verwittert, rauh und schmutzig röthlichbraun gefärbt, was von einem Eisenoxydulgehalte herrührt (s. Analyse 8). Der lockere Zustand, in welchem alle diese Kalkspathanhäufungen angetroffen werden, findet darin seine Erklärung, dass der Kalkspath viel leichter als der Dolomit von kohlenensäurehaltigem Wasser angegriffen wird.

Einige wenige Werst vom Lasde-Krug entfernt, ganz dicht an der Eisenbahnstation Kurtenhof, sind vor Kurzem ebenfalls Steinbrüche angelegt worden, die uns dieselben Verhältnisse wie die beim Lasde-Krug zeigen. Ausserdem tritt hier auf Klüften des Dolomits ein eisenschüssiger Wad auf; er bildet entweder auf dem Dolomit dünne, schwarzbraune, festanliegende Ueberzüge, oder leicht abtrennbare, in Klüften des Gesteins vorkommende Krusten und Klumpen.

Beachtenswerth ist auch das im oberen Theil der Schicht 2 am Andreasfels vorkommende Gemenge von Eisenerocker mit erdigen Bestandtheilen (s. Analyse 3). Dasselbe erscheint vorwiegend roth gefärbt, stellenweise aber auch ockergelb und eisenschwarz. Bald ist es mehr, bald weniger abfärbend und

1) Die Unterlage der zu Drusen gruppirten Kalkspathkrystalle besteht zuweilen aus sinterartig abgesetzter Kieselsäure.

zeigt in den Rissen und Vertiefungen kleine Kalkspathkrystalle. Auffallend an ihm ist im Vergleiche mit der kohlen sauren Magnesia, ungeachtet der engsten Verbindung mit dem Dolomit, der bedeutende Gehalt an kohlen saurem Kalk.

Eine andere rothe eisenschüssige Lage, die wir im oberen Theil der Schicht 4 antreffen, ist, wie die Analyse 10 zeigt, ein durch Eisenocker verunreinigter, erdiger und stark abfärbender Dolomit.

Nachdem wir Alles, was uns die Dolomite der oberen Abtheilung in Beziehung auf chemische Constitution, physikalische Eigenschaften, organische und mineralische Einschlüsse Bemerkenswerthes bieten, betrachtet haben, müssen wir die andern mit ihnen auftretenden Gesteine einer gleichen Betrachtung unterwerfen. Von oben nach unten gehend, bemerken wir, wie schon früher angegeben wurde, dass Gesteine mit vorwaltendem Kalkgehalte sich erst nach dem Verschwinden der krystallinischen Dolomite einstellen. In dem Schichtencomplex 10 finden wir zuerst kalkreichere Straten. Dieser Schichtencomplex, im Ganzen nur 3 Fuss mächtig, weist uns Gesteine von sehr verschiedener Zusammensetzung und verschiedenem Ansehen auf. Umsonst würde man aber hier eine streng geordnete Aufeinanderfolge derselben nachweisen wollen; am Andreasfels, sowie am Selburger-Fels, den einzigen Stellen, wo sie vollständig entblösst sind, kann man sich davon überzeugen, dass alle Schichten mehr oder weniger bunt durch einander gemischt sind. Der ganze Schichtencomplex krümmt und windet sich in ungleichen Falten; dabei beobachtet man oft, dass einzelne dünnere Straten in ihrem Zusammenhange unterbrochen sind, sich spalten, und dass die dadurch entstandenen Risse von der benachbarten Gesteinsmasse ausgefüllt wurden, oder dass die verschiedenen Bildungen in- und über-

einander geschoben sind. Die Analysen 19 bis 27, sowie die Charakteristik der betreffenden Gesteine, zeigen uns zur Genüge die Verschiedenheit des Materials, welches den Schichtencomplex 10 zusammensetzt. Im Hangenden und Liegenden desselben finden wir einen gelb- bis grauweissen, dichten Dolomit, im Innern dagegen einen breccienartigen, grobschiefrigen Dolomit, dolomitischen Mergelschiefer, dolomitischen Kalkstein und Kalkmergelschiefer.

Auffallend ist der Umstand, dass alle hier angeführten Gesteine mit vorwaltendem Kalkgehalte deutlich krystallinisch, die andern dagegen kaum kryptokrystallinisch ausgebildet sind. Der breccienartige Dolomit zeigt uns diese Erscheinung schon in Handstücken. Wir sehen nämlich dichte, gelblich-weiße, immer eckige, nie runde Stücke desselben von einer krystallinischen, braunen Substanz umgeben. Das Verhältniss, in welchem die beiden Elemente des Gesteins auftreten, ist einem grossen Wechsel unterworfen. Die Analysen 20 und 21 sind an einem Stück ausgeführt worden, in welchem die Dolomitmasse bedeutend vorwaltete. Dieselbe wurde von der anhängenden braunen, krystallinischen Substanz sorgfältig befreit und für sich analysirt. Dabei erwies es sich, dass sie ihrer Zusammensetzung nach dem Normaldolomite nicht so nahe wie die andern Dolomite steht, indem in 100 Theilen des dolomitischen Antheils, um jenen zu bilden, 13,11 % kohlensauren Kalkes zuviel vorhanden sind; dieser Ueberschuss an kohlensaurem Kalk übertrifft folglich den für den Mittelwerth gefundenen um 8,5 % ¹⁾. Untersuchen wir dagegen die einhüllende braune Masse, so finden wir, dass sie ganz

1) Wir haben allen Grund zu vermuthen, dass dieser Ueberschuss an kohlensaurem Kalk durch spätere Infiltration entstand, da der in Rede stehende Dolomit von kalkreichen Gesteinen umgeben ist.

anders zusammengesetzt ist (s. Analyse 21). Leider konnte sie aber von dem eingehüllten Material nicht ganz befreit werden; ihre Quantität ist zu gering, indem sie nur einen dünnen Ueberzug der getrennten Dolomit-Fragmente bildet. Hat man ein grösseres Handstück vor sich, so muss man glauben, dass das Bindemittel vorwaltet, zerschlägt man jenes dagegen in nussgrosse Stücke, so überzeugt man sich leicht vom Gegentheil. Abgesehen von diesem Umstande, hat die Analyse des Bindemittels immer ihren Werth; sie zeigt uns, dass dasselbe einen vorwaltenden Kalkgehalt hat und dass hier der in Säuren unlösliche Rückstand bedeutend grösser als in den Dolomit-Fragmenten ist. Betrachten wir das Bindemittel mit blossem oder bewaffnetem Auge, so werden wir leicht finden, dass es dieselbe Masse ist, aus der jene braunen dolomitischen Kalkmergelschiefer bestehen, deren Zusammensetzung wir aus den Analysen 24 und 25 ersehen können. Die Differenz in der relativen Menge der einzelnen Bestandtheile ist nicht schwer herauszufinden wenn man berücksichtigt, dass die Analyse 21 nicht die wahre Zusammensetzung des Bindemittels, sondern die Zusammensetzung eines Gemisches desselben mit der anhängenden Dolomitmasse vorführt. Davon überzeugt man sich bei der nähern Untersuchung der Kalkmergelschiefer; man wird Stellen finden, in welchen fingerdicke Lagen des Dolomits in den Schiefer eingekleilt sind, was in Handstücken als ein Wechsel von gelblichweissen und braunen Lagen erscheint. Bald herrscht der Dolomit bald der Schiefer vor, und es hält nicht schwer eine Uebergangsreihe zusammenzustellen, deren eines Endglied das zu den Analysen 20 und 21, das andere das zur Analyse 25 verwendete Stück repräsentirt. Das letztere sieht wie ein verbogenes Pappstück aus, das bei seiner schwarzbraunen Farbe

deutlich die hin und wieder in seiner Masse eingelagerten papierdünnen und gelblichweissen Dolomit-Lamellen aufweist.

Die hier geschilderten Erscheinungen im Schichtencomplexe 10 führen zu dem Endresultate: dass ursprünglich zwischen zwei schmalen Dolomitbänken ein System von dolomitischen Kalkmergelschiefern mit einer untergeordneten dolomitischen Kalklage (Analyse 26) horizontal lagerte, später aber durch Dislocation mehr oder weniger verändert wurde. Die Schichten wurden nämlich ungleichmässig gefältelt und gestaucht, wobei ein theilweises Zerreißen und Zersplittern der spröden Dolomitschichten stattfand; die dadurch entstandenen kleinern und grössern Risse wurden aber von der noch weichen Masse des Kalkmergelschiefers ausgefüllt, woher auch das oft breccienartige Aussehen desselben herrührt. Wir haben allen Grund zu glauben, dass eine ungleichmässige Erhebung des Untergrundes die Ursache aller jener Erscheinungen gewesen ist, die wir im Schichtencomplexe 10 kennen gelernt haben. Gehen wir nun von dieser ungleichmässigen Erhebung aus und berücksichtigen die schweren Dolomitmassen, die über den dolomitischen Kalkmergelschiefern lagern, so werden wir auch zu der Ansicht gebracht, dass, indem durch die Aufrichtung stellenweise ein sehr schwaches Herabgleiten der biegsamen Straten erfolgte, diese Bewegung durch den Druck der festen krystallinischen Dolomite in ihrer Wirkung verstärkt wurde. Dadurch erlitten, wie bereits erwähnt wurde, die mehr starren, den Schiefermassen unmittelbar aufliegenden und dieselben unterlagernden Dolomitschichten neben einer Fältelung auch ein stellenweises Zerreißen und Zersplittern. Je mehr wir von diesen Schichten zu den oberen krystallinischen Dolomiten hinaufsteigen, desto mehr schwindet die durch Undulation hervorgebrachte Verworren-

heit; so sind wenigstens die Verhältnisse am Andreasfels ausgebildet, und wir sahen uns früher eben wegen dieser Erscheinung genöthigt die Schichten 5 bis 9 am Annenfels aufzusuchen, da sie hier in ihrer ungestörten Lagerung schärfer begrenzt erscheinen. Aber auch die mächtige Schicht 4 bildet bogenförmige Krümmungen, wobei die Spannweite der Bögen gewöhnlich mehrere Faden misst; ja bis in die höchsten Schichten hat sich der Einfluss der Dislocation geltend gemacht, wenn auch in schwächerem Grade, wie man solches sehr gut am Andreas- und Selburgerfels, sowie am linken Ufer der Düna auf der Strecke zwischen Duneslei- und Kraukle-Krug beobachten kann.

Kehren wir aber zur Betrachtung der Gesteine mit vorwaltendem Kalkgehalte zurück. Berechnen wir für dieselben ebenfalls einen Mittelwerth für 100 Theile der Carbonate, wie dieses bereits für die Dolomite geschehen ist, so finden wir, dass die Grenzwerte sehr weit auseinander stehen und folglich nicht, wie bei den Dolomiten, eine Uebereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung stattfindet.

Um das Schwankende im Verhältnisse der Carbonate anschaulich zu machen, will ich hier eine kleine Tabelle entwerfen, die zeigen soll, wie viel in 100 Theilen der Carbonate Normaldolomit (wobei das kohlen saure Eisenoxydul der kohlen sauren Magnesia beigerechnet ist) und kohlen saure Kalkerde vorhanden ist.

	Nr. der Analyse.	Kohlen saure Kalkerde.	Normaldolomit.
Aus dem Schichtencomplexe 10.	22	25,98 %	74,02 %
	23	62,07	37,93
	24	74,59	25,41
	25	79,70	20,30
	26	79,70	20,30
	31	85,34	14,66

Nr. der Analyse.	Kohlensaure Kalkerde.	Normaldolomit.
34	100 %	0 %
35	80,43	19,57
36	90,64	9,36
38	98,07	1,93
40	96,27	3,73
41	100	0
42	96,16	3,84
43	95,35	4,65
46	91,27	8,73

Wenn wir vom Schichtencomplexe 10 absehen und den besagten Mittelwerth für die tiefer liegenden Kalksteine und Kalkmergel berechnen, so bekommen wir :

Kohlensaure Kalkerde . . .	93,35
Normaldolomit . . .	6,65
	<hr/>
	100,00.

Die Grenzwerte finden wir einerseits in den Analysen 34 und 41, die gar keine kohlensaure Magnesia aufweisen, andererseits in der Analyse 35 mit dem 19,57 % betragenden Gehalte an Normaldolomit.

Mit Zuziehung der dolomitischen Kalkmergel aus dem Schichtencomplexe 10 würden diese Grenzwerte noch mehr auseinander zu liegen kommen. Zwar zeigen uns die Analysen 25 und 26 in 100 Theilen der Carbonate beinahe dasselbe Verhältniss wie die Analyse 35, die Zusammensetzung der übrigen Schiefer weicht aber schon bedeutend von der Constitution der tiefer liegenden dolomitischen Kalksteine ab, und die Analyse 22 weist uns schon einen Mergelschiefer auf, dessen Gehalt an Dolomit bedeutend den an kohlensaurer Kalkerde übertrifft.

Der in Säuren unlösliche Rückstand ist in den kalkreichen Schichten von dem Rückstande der Dolomite nicht verschieden; was in dieser Beziehung für die Einen galt, gilt auch für die Andern. Zu bemerken ist, dass die plattenförmige bis schiefrige

und die compacte, keine plane Parallelstructur aufweisende Ausbildung der in Rede stehenden Gesteine in einer gewissen Relation mit dem grösseren oder geringeren Gehalte an Thon und Sand steht. Die folgende Tabelle soll das anschaulich machen.

Plattenförmig bis schiefrig.	Gehalt an Thon und Sand.	Compact, ohne plane Parallelstructur.	Gehalt an Thon und Sand.
Nr. 22	22,43%	Nr. 26	3,17%
23	24,05	35	1,55
24	17,88	36	1,36
25	14,86	38	2,83
34	13,07	40	0,70
41	24,79	42	1,52
43	6,75		
46	11,19		

Alle diese Gesteine haben ein deutlich krystallinisches Gefüge, stehen also in dieser Beziehung in grellem Contraste mit den zwischen ihnen lagernden Dolomiten. Nur der Dolomit, dessen Zusammensetzung die Analyse 44 zeigt, bildet eine Ausnahme von dieser Regel.

In Bezug auf Versteinerungen ist zu bemerken, dass solche weder in den dolomitischen Kalkmergelschiefern noch in den Kalksteinen gefunden worden sind; nur ein sehr geringer Gehalt an Bitumen färbt einige von ihnen graubraun bis schwarzbraun. So gefärbte Gesteine finden wir besonders im Schichtencomplexe 10. Aber auch der Kalkstein, dessen Zusammensetzung die Analyse 31 vorführt, ist bitumenhaltig und enthält sogar kleine stengelförmige Kohlenstückchen. Das Bitumen in diesen Gesteinen ist jedenfalls pflanzlichen Ursprungs, was die vorkommenden Kohlenstückchen beweisen.

Berücksichtigt man die Mächtigkeit der Schichten, so wird man finden, dass die Gesteine mit vorwaltendem Kalkgehalte in der oberen Dolomit-Abtheilung eine untergeordnete Rolle spielen. Es ist zu bedauern, dass die tieferen Schichten der be-

sagten Abtheilung nicht vollständig bekannt sind, und dass dadurch das in der Tabelle 1 verzeichnete Profil lückenhaft bleiben musste. Schuld daran sind die mürben, leicht zerfallenden Zwischenschichten, welche den Nachsturz der anderen bedingen. Ungeachtet dieser misslichen Umstände glaube ich indessen behaupten zu können, dass das, was uns am Profil der obern Abtheilung fehlt, ziemlich unwesentlich ist. Viel kann uns nicht fehlen, wie man sich davon leicht an den Abhängen durch das Augenmass überzeugt.

Bevor ich zu dem Theile der oberen Dolomit-Abtheilung, der gypsführend ist, übergehe, sehe ich mich genöthigt Rechenschaft über die Differenz in Pacht's und meiner Profilaufnahme bei Stockmannshof abzulegen. Um diesen Zweck zu erreichen, führe ich hier das Profil von Selburg und Duneslei so an, wie es Pacht in seiner Schrift gegeben hat ¹⁾.

a) ²⁾ Grauer Dolomit von grosser Festigkeit, mit *Natica*, *Platyschisma* und *Spirifer tentaculum*. 4'

b) Die Schichten sehr ähnlich, nur fehlen die Versteinerungen. Kalkspathdrusen. 4'

c) Röthlichgrauer Dolomit, voll Löcher, die fast nur von zerstörten Schalen der *Natica* und *Platyschisma* herrühren. Die untern 2' des Gesteins scheinen keine Versteinerungen zu enthalten; aber die eigenthümlichen Höhlen mit den concentrischen Schalen finden sich. Kalkspath in Drusen ist häufig. 8'

d) Eine röthliche Mergelschicht von $\frac{1}{2}$ Zoll Mächtigkeit füllt die Schichtungskluft.

e) Dolomit. Die obersten 4' bräunlichgrau, voll grosser Löcher, ohne Petrefakten; dann folgt eine Schicht

1) Archiv S. 263. Besond. Abdruck S. 17.

2) Die Buchstaben sind von mir zum Behufe leichter Vergleichung mit meinen Angaben in Gebrauch gezogen worden.

von 1' Mächtigkeit, dicht, grau, ohne Löcher. Darunter 4' voll zahlreicher Löcher und Höhlen. Höchst selten finden sich sehr undeutliche Abdrücke von *Spirifer tentaculum*. Kalkspathkrystalle in den Höhlen.

f) 1 1/2' dichte, graue Bänke; sehr fest.

g) 1 1/2' dunkler, bräunlichgrau, voll Löcher. 12'

h) Dichter, grauer Kalk; zwei Bänke, jede 1' mächtig. 2'

i) Hellgrauer Kalk in dünnen Bänken und schieferigen Platten. 2—3'

j) Dichter, grauer Kalkstein, in mehreren mächtigen Schichten; bei Duneslei dünner geschichtet, mehr schieferig und die schieferigen Platten unregelmässig gebogen und gewunden. 3'

k) Mergel, oben bräunlich, unten gelblichweiss 2''

l) Gelblichweisser, mergeliger Kalk, leicht in ebene Platten spaltbar. 6''

m) Rother Mergel. 1''

n) Bläulichgrauer, mergeliger Kalk, mit grosser Neigung in horizontale Blätter zu spalten. 6''

o) Gelblichweisser, mergeliger Kalk. 6''

p) Grünlichgrauer, mergeliger Kalk, in gering mächtigen Bänken; die untere Partie ist reiner Mergel, der vom Wasser erweicht wird. 4''

q) Grünlicher und bläulicher Kalkschiefer, in dünnen, unregelmässig gewundenen Platten. Enthält hin und wieder kleine Thongallen. 4—5''

Darunter erscheint dichter grauer Kalk im Niveau der Düna.

Bevor ich zum Vergleich meiner Angaben mit denen von Pacht übergehe, muss ich bemerken, dass Pacht ausdrücklich sagt (Arch. S. 258. Besond. Abdr. S. 12.), dass das ganze sogenannte Kalklager an der Düna aus Dolomiten und dolomitischen

Kalksteinen, mit recht bedeutendem Talkgehalte, besteht. Wo er also, nach seinem eigenen Ausspruche, von Kalksteinen redet, ist überall Dolomit gemeint; er habe den alten Namen, der, genau genommen, falsch sei, beibehalten, weil er allgemein herrschend sei. Ich meinerseits kann diese Vorliebe für das allgemein Herrschende, wenn es durchaus falsch ist, nicht theilen.

Die bei Pacht getrennten Schichten a und b habe ich vereint, da der Gesteinscharakter derselben vollkommen gleich ist und der angebliche Mangel an Versteinerungen nicht als Grund zur Trennung dienen kann. Denn wir sehen in dem gleich darauf folgenden Dolomite *Platyschisma* und *Natica* massenweise auftreten, was vermuthen lässt, dass in der versteinungsleeren Zone sich beim fortgesetzten Suchen Versteinerungen am Ende doch noch finden lassen werden. Die Schicht 3 (Tabelle 1) hat Pacht übersehen, was leicht geschehen konnte, da sie hoch am Abhange vorkommt und meistentheils von einem Vorsprunge des Dolomits 4 verdeckt wird. Was Pacht als eine röthliche Mergelschicht von $\frac{1}{2}$ '' Mächtigkeit, die die Schichtenkluft zwischen c und e ausfüllt, anführt, ist weiter nichts als die von ihm verkannte obere eisenschüssige Lage des Dolomits 4 (Analyse 10), die sich dem Abhange entlang hinzieht und, von unten aus gesehen, wie eine dünne rothe Mergelschicht erscheint. Die Dolomitschichten e, f, g stimmen mit dem, was ich unter Nr. 4 zusammengefasst habe, überein. Die Differenz besteht nur in den Massangaben, indem Pacht 12', ich dagegen 13' 9'' für die Mächtigkeit derselben gefunden habe.

Die Schichten 5, 6, 7, 8, 9, deren Gesamtmächtigkeit 7' 7'' beträgt, finden wir bei Pacht auf zwei, zusammen 4—5' mächtige Schichten (h und i) reducirt. Offenbar hat Pacht bei der Aufnahme des Profils den Annenfels, wo gerade diese

Schichten schön zu beobachten sind, nicht berücksichtigt. Am Andreasfels ist dieser Theil, wie wir schon sagten, ganz besonders verworren und war es daher leicht möglich, dass Pacht hier Manches übersehen hat. Was bei Pacht unter j zusammengefasst ist, entspricht jedenfalls meinem Schichtencomplexe 10. Die tiefen dünnen Schichten k, l, m, n, o, p, q, deren Gesammtmächtigkeit nach Pacht 2' 6" beträgt, fallen, nach der Lage zu urtheilen, mit meinen Schichten 11, 12 und theilweise 13 zusammen. Wie aber Pacht dazu kommt so viele verschiedene dünne Schichten zu unterscheiden, kann ich nicht begreifen; umsonst habe ich gesucht, seine Angaben in der Natur bestätigt zu finden, und bin zu der Ueberzeugung gekommen, dass sie einer falschen Auffassung zuzuschreiben sind. Jene Schichten, die nur theilweise beim Andreasfels aus dem Schutt hervorragen und deren Zusammensetzung uns die Analysen 31 bis 35 zeigen, sind von Pacht nicht angeführt. Pacht's Profil für die tiefsten Schichten der oberen Dolomit-Abtheilung zwischen dem Duneslei- und Kraukle-Krüge kann ich ebenfalls in keiner Weise mit meiner Aufnahme in Einklang bringen; daher verweise ich den Leser auf die Abhandlung von Pacht selbst (Arch. Bd. 2. S. 266. Bes. Abdr. S. 20.). Wer von uns beiden richtiger beobachtet hat, kann nur nach gewissenhafter, unbefangener Untersuchung eines dritten Forschers entschieden werden.

Der gypsführende Theil der oberen Dolomit-Abtheilung.

Gypsführend ist die obere Dolomit-Abtheilung an der Düna bei Dünhof und im Kirchholmer Gebiet, zwischen Lasde- und Schipping-Krug. Aber auch im westlichen Theile der Insel Dahlen und bei Kengeragge, fünf Werst oberhalb Riga,

ist von dem Herrn Prof. Grewingk die Gegenwart des Gypses nachgewiesen worden. Bei Dünhof finden wir ausgedehnte Gypsbrüche, die im allgemeinen eine Tiefe von zwei Faden besitzen. Zwischen Lasde- und Schipping-Krug ist der Gyps ebenfalls vor mehren Jahren durch einen kleinen Steinbruch aufgedeckt worden. Die geognostischen Verhältnisse in der Umgebung des letztern sind folgende. Ganz in der Nähe des Lasde-Krugs gehen an der Landstrasse die obersten, durch *Platyschisma Kirchholmiensis*, *Natica Kirchholmiensis* und *Schizodus* sp. ausgezeichneten Schichten der Dolomitetage in einem 8' tiefen Bruche zu Tage. Schon früher habe ich Gelegenheit gehabt anzuführen, wie reich diese Dolomitschichten an Kalkspath sind. Geht man von hier zum Flusse, der etwa eine halbe Werst entfernt ist, so trifft man in der Nähe des Kalkofens von Kirchholm, dicht am Wasser, ein 23' mächtiges Profil. Dasselbe zeigt im oberen 8' mächtigen Theile einen festen, röthlichen, krystallinischen Dolomit mit selten vorkommenden Abdrücken von *Platyschisma* und *Natica*, nach unten zu aber auf 15' meistentheils schiefrige Mergdolomite. Die Differenz im Niveau des höchsten Theils dieses Profils und der Sohle des Bruches an der Landstrasse ist im Ganzen gering, kann aber genau nur durch Nivelliren bestimmt werden.

Schreitet man vom Kalkofen flussaufwärts, so bildet das Ufer einen Abhang, der höher ist als der auf der andern Seite des Ofens; leider ist er aber nicht entblöst. Eine dicke Lehmmasse bedeckt ihn und näher zum Wasser sieht man an seinem Fusse mit Unterbrechungen dünne Bänke von Dolomit, Gypsthon und Kalkmergelschiefer auftreten. Nachdem man sich dem Ufer entlang um einige hundert Schritte vom Kalkofen entfernt hat, so erreicht man die Stelle des oben erwähnten kleinen Gypsbruches, in welchem Herr

Prof. Grewingk 1856 ein Profil aufnahm, während ich bei einem dreimaligen Besuche dieser Gegend in den Jahren 1858, 1860 und 1862 den Bruch verlassen und dazu noch einen Theil desselben verstürzt und von Thon-Schlamm bedeckt fand.

Herr Prof. Grewingk folgert aus seinen Beobachtungen, dass das Gypslager in einem flachen Faltensattel sich befinde und mit den dolomitischen Mergeln (die wir in der Nähe des Kalkofens, unter den krystallinischen Dolomiten mit *Platyschisma* und *Natica*, vorfanden) einen Horizont bilde. Er stützt sich darauf, dass eine 1' mächtige krystallinische Dolomitbank (eigentlich dolomitischer Kalkstein, s. weiter unten die Analyse c.) in der Sohle des Bruches, 8' über dem Wasserspiegel liegend, einige hundert Schritt flussabwärts bis zum Niveau der Düna herabsinkt und dass über dieser Bank die 15' mächtigen, gypsfreien schiefrigen Dolomitmergel und 8' mächtige Dolomite mit *Platyschisma* und *Natica* des oben bezeichneten Profils in der Nähe des Kalkofens lagern ¹⁾. Eigene Untersuchungen führten mich zu dem Resultate, dass die von dem Herrn Prof. Grewingk für das Gypslager angegebenen Lagerungsverhältnisse nur gemuthmasst, nicht aber direct beobachtet werden können, und zwar aus folgenden Gründen: 1) Weil man am Fusse des 23' hohen Profils, das oben krystallinischen Dolomit mit *Platyschisma* und *Natica*, unten schiefrige Mergeldolomite aufweist, keinen krystallinischen Dolomit (dolomitischen Kalkstein) antrifft; 2) weil die Abhänge unterhalb und oberhalb des Kalkofens durch eine Einsenkung des Bodens oder durch eine Art Schlucht von einander getrennt sind, die, vom aufliegenden Schutt und Dammerde bedeckt, das Verfolgen des Verlaufs der Schichten unmöglich macht; 3) weil der gypsführende Abhang ebenfalls mit Schutt

1) Geologie p. 271, Archiv p. 745.

so wie mit Lehm bedeckt ist, und wenn an seinem Fusse, wie schon früher erwähnt wurde, schmale Bänke von Dolomit, Gypsthon, Kalkmergelschiefer auftreten, so ist man doch nicht im Stande, wegen der vielfachen Unterbrechungen, die hauptsächlich durch die angeschwemmten Lehmassen hervorgebracht wurden, irgend eine von den Schichten auf grössere Strecken zu verfolgen; bevor man aber vom Gypsbruche zum Kalkofenprofil kommt, hat sich schon längst jegliche Spur von Schichten verloren.

Die Gypsbrüche von Dünhof sind noch weniger geeignet einen Aufschluss über die Beziehungen, in welchen der Gyps sammt den ihn begleitenden Gesteinen zu der übrigen Masse des Dolomitlagers steht, zu geben. Man sieht nämlich in der Nähe der Brüche, die in einer flachen Gegend liegen, nichts von den höhern Theilen der Dolomitetage. Da es mir aber bei meinen Untersuchungen hauptsächlich um den genetischen Zusammenhang im Auftreten verschiedener Bildungen innerhalb einer Formation zu thun ist, so haben für mich die Gypsbrüche sowohl von Dünhof als auch vom Schipping-Krug einen untergeordneten Werth, da der besagte Zusammenhang hier nicht zu ermitteln war. Damit indessen der Leser einige Einsicht in die Natur dieser Gypsbrüche gewinne, so führe ich hier zwei, von dem Herrn Prof. Grewingk im Jahre 1856 aufgenommene und in seiner Geologie von Liv- und Kurland (p. 270. Archiv p. 744) mitgetheilte Profile an. Ich thue das um so lieber, als einerseits der Schipping-Bruch von dem Hrn. Prof. Grewingk, wie schon erwähnt wurde, unter günstigen Verhältnissen angetroffen wurde, andererseits aber der Aufnahme des Dünhofschen Bruches von meiner Seite nichts hinzuzufügen ist¹⁾. Hier sei nur bemerkt, dass in den

1) Eine im Jahre 1860 von mir zusammengestellte Sammlung von Belegstücken aus den Gypsbrüchen von Dünhof ging durch einen Unfall zu Grunde.

ausgedehnten Brüchen von Dünhof die Mächtigkeit der einzelnen Lagen an verschiedenen Punkten nicht immer gleich bleibt, sondern grössern oder kleinern Schwankungen unterworfen ist; im Ganzen ist aber die Differenz gering und trägt zum Wesen der Sache nichts bei.

Schippling - Bruch.		Dünhofscher Bruch.	
2'	Thon, graulicher.	2'	Dolomitmergel, gelblicher.
6"	Dolomit, gelblicher, mergeliger, schiefriger.	2'	Thon, blaugrauer.
1' 9"	Thon, grauer.		Dünne Fasergypslage.
2' 4"	Dolomit, gelblicher, mergeliger bis schiefriger und fester, mit Pseudomorphosen nach Kochsalz.	2'	Dolomit, gelblicher, mergeliger.
1' 6"	Thon, grauer.	1' 6"	Thon und grauer schiefriger Gypsmergel.
3"	Mergel, weicher, gelblicher.	4"	Dolomit, mergeliger.
4"	Dolomit, grauer, fester. Graue Thonschmitze.	1"	Fasergypslage.
1' 9"	Dolomit, mergeliger, hellgrauer.	8"	Dolomit, mergeliger, grauer und gelblicher, poröser.
		7"	Thon.
		2"	Fasergyps.
		4"	Dolomit, fester.
		2"	Fasergyps.
9"	Dolomitischer Kalkstein, grauer und bräunlicher, fester (a) ¹⁾ .	8"	Dolomit, fester.
11"	Dolomit, erdiger, gelber (b).	3"	Grauer Thon.
		4"	Gypsmergel.
		2"	Fasergyps.
4' 8"	Feste Gypsbank. Oben 7" brauner Augengyps, unten Wechsel grauer und weisser dünner Lagen.	4' 8"	Feste Gypsbank mit dunkelbraunen Gypssternen oder Augen.
1'	Dolomitischer Kalkstein, grauer, krystallinischer, in der Sohle des Bruches sichtbar (c).		Sohle des Bruches.

Wegen der Schlussfolgerungen, die Herr Prof. Grewingk aus dieser vergleichenden Zusammenstellung zieht, verweise ich

1) Die Buchstaben a und b, die sich, gleich wie c, auf die weiter angegebenen Analysen beziehen, sind in der Geologie von Liv- und Kurland durch ein Versehen falsch gestellt worden.

den Leser auf seine Geologie von Liv- und Kurland, p. 270 Archiv p. 744 u. fig.

Um die Natur der dem Gypse am nächsten liegenden Schichten näher kennen zu lernen, habe ich einige von ihnen analysirt und ist ihre Zusammensetzung folgende :

Wasserfreie Substanz.	a	b	c
Kohlensaurer Kalk	86,48	54,61	82,98
Kohlensaure Magnesia	11,54	40,07	14,26
Kohlensaures Eisenoxydul	1)	1)	0,93
Thon, Eisenoxyd, Quarz, Feldspath, Glimmer	2,25	5,32	1,87
Summa	100,27	100,00	100,04

Der Wassergehalt in 100 Th. der lufttrocknen Proben beträgt für a — 0,14; b — 1,16 nebst Verl. ; c — 0,13.

Berechnet man die kohlensauren Salze auf 100 Theile, so erhält man :

	a	b	c
Kohlensauren Kalk	88,23	57,68	84,52
Kohlensaure Magnesia	11,77	42,32	14,52
Kohlensaures Eisenoxydul			0,96

Die Kohlensäurequantität des kohlens. Kalkes verhält sich zu der der kohlens. Magnesia + Eisenoxydul

in a wie 1 : 0,159
 „ b „ 1 : 0,874
 „ c „ 1 : 0,214.

Die mineralogische Constitution der auf 100 Theile berechneten kohlensauren Salze würde sein :

	a	b	c
Normaldolomit	25,79.	92,71.	33,59.
Kohlensaurer Kalk	74,21.	7,29.	66,41.

Vergleichen wir die Zusammensetzung der dolomitischen

1) Das kohlensaure Eisenoxydul, das nur in geringer Quantität vorhanden ist, wurde nicht bestimmt.

Kalksteine a und c mit der Zusammensetzung gleichnamiger Gesteine von Stockmannshof (Tab. 1), so finden wir keine Uebereinstimmung, mit alleiniger Ausnahme des Kalkmergelschiefers (Analyse 24) aus dem Schichtencomplexe 10, insofern er mit a ein beinahe gleiches Verhältniss der Carbonate hat. Ganz anders verhält es sich mit dem Dolomit b, der, seiner Zusammensetzung nach, vielen Dolomiten aus beiden Abtheilungen (der Dolomitetage) sehr nahe zu stehen kommt.

Dasselbe gilt auch für einen Dolomit aus den Dünhof-schen Brüchen, wie man dieses aus seiner hier folgenden Zusammensetzung ersehen kann¹⁾.

Wasserfreie Substanz.	100 Theile des dolomitischen Antheils enthalten.
Kohlensaurer Kalk 53,01	. . . 55,79
Kohlensaure Magnesia 40,94	. . . 43,08
Kohlensaures Eisenoxydul 1,08	. . . 1,13
Thon, Eisenoxyd, Quarz, Feldspath, Glimmer 4,93	
Summa 99,96	

Der Wassergehalt der lufttrocknen Probe beträgt 0,59 %, das Kohlensäurequantum des kohlensauren Kalkes verhält sich zu dem der kohlensauren Magnesia + des kohlensauren Eisenoxyduls wie 1 : 0,937.

Die mineralogische Constitution des auf 100 Theile berechneten dolomitischen Antheils ist:

Normaldolomit	96,48
Kohlensaurer Kalk	3,52.

Das analysirte Stück gewinnt durch kleine Löcher, die von Salzkristallen stammen, an Interesse und gehört zu einer

1) Das analysirte Stück stammt nicht aus dem angeführten, sondern aus einem andern Profile der Dünhof-schen Brüche.

3'' mächtigen Dolomitschicht, die über Thon und unter reinem grauen Gyps lagert. Besonders schöne Pseudomorphosen nach Kochsalz findet man, wenn man vom Schipping-Bruche gerade aus zum Flusse geht und hier die beinahe im Spiegel der Düna vorkommenden grauen Kalkmergelschiefer untersucht. Die Schiefer zeigen die erhabenen Würfel-Abdrücke auf der unteren Schichtungsfläche, wobei die Würfelseiten ungefähr $\frac{1}{3}$ '' messen. Etwas weiter flussabwärts fand ich wiederum eine dünne Dolomitbank von gelber Farbe, die vertiefte Abdrücke von Würfeln zeigte; dieselben sind aber klein, mit Seiten von 1—2'' Länge.

A n h a n g.

Zwischen dem Schipping-Bruche und dem oben erwähnten Kalkofen findet man am Flussufer Gesteinsstücke mit *Platyschisma Kirchholmiensis*, die aber ein aussergewöhnliches Aussehen haben. Ein krystallinisches Gefüge ist an denselben meistentheils nicht wahrzunehmen, statt dessen aber ein amorphes. Die Farbe des Gesteins ist dabei bald dunkler bald heller braunroth; die eingeschlossenen Schneckenschalen sind aber weiss, meistentheils hohl und mit sehr kleinen, weissen, nadelförmigen, in Büscheln gruppirten Krystallen bekleidet. Das Befremdende in der ganzen Erscheinung bewog mich diese merkwürdigen Stücke näher zu untersuchen. Von einem Handstücke, das nach Innen zu ein Aggregat von Schalen und Gesteinsmasse ist, wurden zur Analyse Stückchen von der dichten und viel dunkler gefärbten Oberfläche, und dann solche aus der Mitte genommen, die nebst Schalen und Gesteinsmasse auch die kleinen, weissen Krystalle enthielten. Die Analyse ergab für die äussere dichte Masse folgende Zusammensetzung:

Hygroskopisches Wasser ¹⁾	2,80
Gebundenes Wasser	8,42
Kohlensäure	30,50
Kalk	33,20
Magnesia	22,65
Unlöslicher Rückstand (Thon, Eisenoxyd, Quarz)	3,15
	<hr/> 100,80.

Die angeführten Bestandtheile gruppiren sich folgendermassen :

Hygroskopisches Wasser	2,80
Kohlensaurer Kalk	59,43
Kohlensaure Magnesia	8,30
Magnesiahydrat (MgH)	27,12
Unlöslicher Rückstand	3,15
	<hr/> 100,80.

Die innere Masse wurde zwei Mal analysirt und ist ihre Zusammensetzung folgende :

	1. Anal.	2. Anal.	Mittel.
Hygroskopisches Wasser	0,79	0,79	0,79
Gebundenes Wasser	9,14	8,99	9,06
Kohlensäure	35,42	35,63	35,53
Kalk	32,10	32,00	32,05
Magnesia	21,80	21,74	21,77
Unlöslicher Rückstand (Thon, Eisenoxyd, Kieselsäure)	1,30	1,49	1,38
	<hr/> 100,55	<hr/> 100,64	<hr/> 100,58

Die angeführten Bestandtheile gruppiren sich folgendermassen :

Hygroskopisches Wasser	0,79
Kohlensaurer Kalk	57,23
Kohlensaure Magnesia	14,32
Mg C, 3 Aq.	8,94
Magnesiahydrat (MgH)	17,92
Unlöslicher Rückstand	1,38
	<hr/> 100,58.

Das Befremdende in der Zusammensetzung des Gesteins schwindet, wenn man berücksichtigt, dass es ursprünglich

1) Bestimmt durch Trocknen des Pulvers über Schwefelsäure im luftleeren Raume.

ein einfacher Dolomit war, der durch mässige Hitze und später durch die Einwirkung der Atmosphärlilien verändert wurde; wenigstens weist die Nähe des Kalkofens, in welchem grade der Dolomit mit *Platyschisma* und *Natica* wegen seines Reichthums an Kalkspathkrystallen gebrannt wird, darauf hin, dass jene Stücke einer höhern Temperatur unterworfen waren. Dass aber letztere nur eine mässige war, wird erstens durch das feste Gefüge, sowie durch das verhältnissmässig frische Aussehen des Gesteins, andererseits aber durch die Analyse bestätigt, welche zeigt, dass hier aller Kalk und noch ein Theil der Magnesia an Kohlensäure gebunden ist. Jedenfalls hat das analysirte Stück einst in der Nähe der äussern Bekleidung des Ofens, wo die Hitze schwach wirkte, gelegen. Vergleichen wir die Zusammensetzung des äussern Theils mit dem innern, so sehen wir, dass der erstere weniger kohlen saure Magnesia, dagegen mehr Magnesiahydrat als der letztere enthält, was ganz natürlich ist, da der äussere Theil mehr der Hitze ausgesetzt war und folglich auch mehr Kohlensäure verlieren musste. Das Magnesiahydrat bildete sich aus der caustischen Magnesia durch Anziehung von Wasser und dieses geschah um so leichter, als die Gesteinsstücke den atmosphärischen Niederschlägen vollkommen ausgesetzt waren. Was die Formel $Mg \ddot{C}, 3 Aq.$, die wir für einen Theil der inneren Masse des Gesteins angeführt haben, betrifft, so bezieht sie sich auf die kleinen nadelförmigen Krystalle, die, büschelförmig gruppirt, die inneren Wände der Schneckenschalen bekleiden. Die Masse dieser Krystalle ist in dem Handstücke, das ich von meiner Reise brachte, zu gering, als dass man sie quantitativ analysiren könnte. Die qualitative Analyse wies nach: Kohlensäure, Magnesia und Wasser; dass sie aber wirklich die Zusammensetzung $Mg \ddot{C}, 3 Aq.$ haben, erhellt aus folgender Betrachtung.

Lässt man nämlich eine gesättigte Lösung von kohlensaurer Magnesia in kohlensäurehaltigem Wasser allmählig verdunsten, so bilden sich auf der Oberfläche kleine nadelförmige Krystalle, die sich radial gruppieren und aus $Mg\bar{C}$, 3 Aq. bestehen. Unter dem Mikroskope untersucht, erscheinen sie als langgedehnte, sechsseitige Prismen mit dem Pinakoid. Die kleinen Krystalle im Innern der Schneckenschalen haben aber ganz dieselbe Form, und dass sie dieselbe chemische Constitution besitzen müssen, erhellt schon aus der gleichen Entstehungsweise; sie konnten nämlich nur dadurch entstehen, dass kohlensäurehaltiges Wasser das Gestein durchdrang, dabei aber einen Theil der kohlensauren Magnesia auflöste und dieselbe beim Verdunsten als $Mg\bar{C}$, 3 Aq. in den Hohlräumen der Schneckenschalen absetzte.

Ich habe hier die Zusammensetzung des durch die Hitze und später durch die Einwirkung des kohlensäurehaltigen Wassers veränderten Dolomits deswegen angeführt, damit spätere Forscher, wenn sie an den Ufern der Düna Stücke finden sollten, die den beschriebenen ähneln, nicht von dem auffälligen Habitus derselben überrascht werden, sondern wissen woran sie sind. Andererseits mache ich darauf aufmerksam, dass die Verbindung $Mg\bar{C}$, 3 Aq. sehr wahrscheinlich in solchen vulcanischen Gegenden nachzuweisen sein wird, wo nebst anderen Gesteinen auch Dolomite vorkommen.

Zur Kenntniss dieser Verbindung bin ich durch einen Versuch gekommen¹⁾, der nicht zur Darstellung derselben, sondern zur Prüfung des gegenseitigen Verhaltens von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia, die in kohlensäurehaltigem Wasser gelöst wurden, dienen sollte. Es wurde

1) Später, beim Nachschlagen im Handwörterbuche der Chemie von Liebig, Poggendorf und Wöhler, fand ich im 4. Bande p. 499, dass die Verbindung $Mg\bar{C}$, 3 Aq. bereits von Berzelius und Fritsche dargestellt und näher untersucht wurde.

nämlich eine gesättigte Lösung von kohlensaurem Kalk in kohlensäurehaltigem Wasser mit einer solchen von kohlensaurer Magnesia vermischt und in einer geräumigen Glasschale über Schwefelsäure im luftleeren Raume zum theilweisen Verdunsten gebracht. Nachdem dieses geschehen war, fand ich auf dem Boden der Schale einen dünnen Ueberzug, auf der Oberfläche der Flüssigkeit dagegen radial gruppirte, kleine nadelförmige Krystalle; dieselben wurden vorsichtig abgenommen, zwischen Fliesspapier getrocknet und analysirt. Die Analyse ergab für diese die früher angeführte Zusammensetzung: $Mg \ddot{C}$, 3 Aq.; keine Spur von Kalk hatte sich ihnen beigemischt. Der dünne Bodenüberzug bestand aber nach einer quantitativen Analyse vorherrschend aus kohlensaurem Kalk, der durch $Mg \ddot{C}$, 3 Aq. (nicht aber $Mg \ddot{C}$) verunreinigt war. Die übriggebliebene Flüssigkeit zeigte keine Spur von Kalk, dagegen enthielt sie noch recht viel Magnesia. Dieser Versuch wurde ursprünglich gemacht, um zu sehen, ob unter den vorhandenen Umständen Dolomit sich bilden kann oder nicht.

Die untere Dolomit-Abtheilung.

(Tab. 2.)

Die untere Dolomit-Abtheilung erreicht bei Kokenhusen eine Mächtigkeit von 75 Fuss, eine Werst unterhalb der Ewst-Mündung dagegen 107 Fuss. Sie zeigt in lithologischer Beziehung einen äusserst einförmigen Charakter, indem Dolomite und dolomitische Mergel die einzigen sie bildenden Gesteine sind. Nur auf der äussersten Grenze nach unten zu treten Sandsteine auf, die aber schon mit vollem Rechte der unteren devonischen Sandsteinetage oder dem Old-red beigerechnet werden müssen. Diese Einförmigkeit in der Gesteinsnatur bildet

einen Gegensatz zu der oberen Dolomit-Abtheilung, in der, wie bekannt, auch Kalksteine und Gypse auftreten.

Was dagegen die Versteinerungen betrifft, so ist die untere Abtheilung an Arten bedeutend reicher als die obere. Es finden sich in ihr nämlich *Atrypa reticularis* Schloth., *Orthis striatula* Schloth., *Spirifer acuminatus* Hall, *Rhynchonella livonica* L. v. Buch, *Pecten Ingriae* Vern., *Schizodus* sp., *Holopella absoluta* Sandb., *Murchisonia bilineata* Goldf. (*Murchisonia decorata* Pacht und *quadricincta* Pacht), *Pleurotomaria depressa* Pacht, *Euomphalus Voronejzensis* Vern., *Natica strigosa* Pacht, *Lingula bicarinata*? Kutorga, *Spirorbis omphalodes* Goldf., *Estheria Murchisoniana* Jones ¹⁾, *Cyrtoceras* sp., Stielglieder von Crinoiden, Fischreste, besonders der Gattung *Dipterus*, und endlich Fucoïden.

Die hier angeführten Versteinerungen, sowie der einförmige Gesteinscharakter der unteren Abtheilung rechtfertigen vollkommen die Zweitheilung der Dolomitetage an der Düna. Dass diese Theilung nur einen localen Werth hat, versteht sich von selbst.

Zur Aufnahme von Profilen der unteren Abtheilung eignen sich, wenn man von den tiefsten Schichten abstrahiren wollte, recht viele Punkte auf der Strecke zwischen Stabben und Glauenhof. Will man aber die tiefsten Schichten im Zusammenhange mit den darüberliegenden aufnehmen, so sind nur zwei Orte an der ganzen Düna vorhanden, die dies möglich machen. Diese Orte sind: Bilsteinshof und Kokenhusen mit dem zwischen ihnen liegenden Perse-thale, und eine Stelle, die eine Werst unterhalb der Ewst-Mündung gelegen ist. Zuerst will ich den Leser mit dem

1) Quarterly Journal 1859. p. 404. Fig. 14. c. d. p. 408.

reizenden Persethale in geognostischer Beziehung bekannt machen und zu gleicher Zeit eine kurze Anleitung zum Aufsuchen der einzelnen Schichten geben. Die meiner Abhandlung beige-fügte Karte des Persethals soll das Orientiren erleichtern; sie ist nach einer grösseren Karte von Bilsteinshof, deren Benutzung ich der Gefälligkeit des Herrn v. Gerstenmeyer verdanke, entworfen. Da nur die rechte Seite des Persethals zu Bilsteinshof gehört, so war auf der Originalkarte auch nur auf dieser Seite der Verlauf des Abhanges verzeichnet worden und diess ist der Grund, warum wir den Kokenhusenschen Abhang auf der dieser Abhandlung beigegebenen Karte vermissen.

Beim Eintritte in das Thal, an der Stelle wo die Perse in die Düna mündet, sieht man von beiden Seiten hohe Felswände sich erheben, die bald mit üppigem Baumwuchs, bald mit Steinschutt bedeckt sind, bald wiederum entblösst erscheinen. Dieser Wechsel im Aeussern der Felswände thut dem Auge wohl, erschwert aber bedeutend das Aufsuchen einzelner Schichten, und es hat mir auch nicht wenig Mühe gekostet ein vollständiges, zusammenhängendes Profil von den Dolomit- und Mergelschichten des Persethals zu erhalten. Ersteigt man den Schlossberg von Kokenhusen, so genannt wegen der alten Schlossruine, so wird man im oberen Theil des Abhanges nur einen kleinen Theil der oberen Lagen entblösst finden, denn bald entzieht der aufliegende Schutt dem Beobachter die tiefer liegenden Schichten. Eine ausgezeichnete Stelle für die Aufnahme der oberen 5 Schichten (s. Tab. 2), deren Gesamtmächtigkeit gegen 15 Fuss beträgt, finden wir am gegenüberliegenden Abhange unter der sogenannten Plattform, die, auf einem Vorsprunge der Felswand gelegen, durch ihre hohe Lage eine schöne Aussicht auf die Düna-Ufer gewährt.

Wenn wir uns an der Seite des erwähnten Vorsprungs herunterlassen und so weit wie es nur geht vordringen, so werden wir unverhofft die ersten fünf Schichten vollständig aufgedeckt finden. Die tiefer liegenden Schichten 6 bis 12 würden wir dagegen umsonst im Zusammenhange entblösst an den Abhängen des Persethals suchen, denn sie sind überall von Vegetation und Schutt bedeckt und nur theilweise, wie z. B. am Johannisbruche, sichtbar; etwa eine halbe Werst unterhalb der Plattform finden wir sie aber an der Felswand durch Menschenhand ganz vortrefflich entblösst. Wandert man längs dem Abhange auf der Poststrasse hin, so ist diese Stelle nicht schwer zu finden, denn eine grosse Masse von gebrochenen Steinen, die den mittleren und unteren Theil des Abhanges bedeckt, verräth leicht den jetzt verlassenen Steinbruch. An der Felswand, die dem Schlossberge von Kokenhusen am nächsten liegt und Johannisbruch genannt wird, finden wir zwar die Schichten 11 und 12 entblösst, aber das Darunterliegende ist auf eine grössere Strecke verdeckt und erst tiefer treten die versteinierungsreichen Schichten auf. Wir sind daher genöthigt, um die tieferen Schichten im Zusammenhange zu finden, die Schicht 12 anderwärts aufzusuchen. Begiebt man sich zu diesem Zwecke zum 5 Fuss hohen Wasserfalle, der bald erreicht ist wenn man den Lauf der Perse aufwärts verfolgt, so wird man hier auf der linken Seite vor dem Wasserfalle eine hohe steile Felswand sehen, die in einer Höhe von 37 Fuss über der Thalsole den Dolomit 12 aufweist, der Jedem durch seine rothe Färbung und löcheriges Aussehen auffällt. Gehen wir noch weiter, so finden wir etwa 300 Schritt oberhalb des Wasserfalls, auf der rechten Seite des Ufers, eine nicht sehr hohe Felswand, die wieder den rothen Dolomit zeigt, aber nicht mehr in einem Abstände von 37 Fuss, sondern nur von

6 1/2 Fuss über der Thalsohle. Dieser grosse Unterschied im Abstände mag den unvorbereiteten Beobachter anfangs in Erstaunen setzen, oder noch mehr, man kann leicht die wahre Natur der Schichten, die diese Felswand aufweist, übersehen. Denn ein anderer grau und roth gefärbter Dolomit Nr. 28, der auch am Wasserfalle, aber nur im Niveau seiner Höhe (5' von der Thalsohle) vorkommt, zeigt nicht nur viel Aehnlichkeit in seinem Aeussern mit dem Dolomite 12, sondern bei oberflächlicher Betrachtung kann man auch den ihn begleitenden Schichten nicht die Analogie mit den Schichten, die dem Dolomite Nr. 12 auflagern oder denselben unterteufen, absprechen. Die Erscheinung, dass der Dolomit 12 vor dem Wasserfalle 37' und 300 Schritt oberhalb desselben 6 1/2' von der Thalsohle entfernt ist, erklärt sich leicht. Bei einer gewöhnlichen Fusswanderung bemerkt man das Ansteigen kaum; beobachtet man aber auf dieser Strecke das Flussbett, so sieht man, dass es aus lauter Fliessen besteht, die terrassenförmig, aber allmählig sich über einander erheben und somit bewirken, dass die Schichten, die früher an den Abhängen hoch über der Thalsohle lagen, dieser sich mehr und mehr nähern. An der 300 Schritt oberhalb des Wasserfalls gelegenen Felswand lassen sich bequem die Schichten 12 bis 19 untersuchen, da aber die letztere Schicht im Spiegel der Perse liegt, so muss man die Aufnahme des Profils an der hohen steilen Felswand vor dem Wasserfalle fortsetzen. Zwar ist das Erklimmen derselben mit Gefahr verbunden, dasselbe gilt aber mehr für ihren oberen, über der Schicht 20 gelegenen Theil. Von dieser Schicht an bis zur Thalsohle kann man die Schichten bequem untersuchen, denn die seitwärts an der Felswand wachsenden Sträucher gewähren beim Hinaufsteigen sichere Stützpunkte. Die unter der Schicht 28 befindlichen Lagen sind besser an der niedrigen rechten Seite

des Wasserfalls zu beobachten, wo man bis zur Schicht 33 gelangen kann. Endlich findet man die tiefsten im Persethale sichtbaren Schichten unter einem steilen Abhange hinter dem Schlossberge, an der Stelle wo die Perse sich bogenförmig krümmt und mehrere inselartig angesammelte und mit Vegetation bedeckte Schuttmassen umspült.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung der Natur der unteren Dolomit - Abtheilung. Ein Blick auf die Tabelle 2 zeigt besser als jede weitläufige Beschreibung die grosse Einförmigkeit dieser Abtheilung in Beziehung auf die Gesteine, indem hier nur Dolomite und dolomitische Mergel angetroffen werden. Diese Einförmigkeit wird noch auffallender, wenn man die Gesteine analysirt und aus den Analysen den dolomitischen Antheil auf 100 Theile berechnet; man wird finden, dass selbst das Verhältniss der Carbonate untereinander sehr geringen Schwankungen unterworfen ist und dass der einzige wesentliche Unterschied in der Zusammensetzung dieser Gesteine in der grösseren oder geringeren Quantität an Thon und Sand besteht. Der Mittelwerth für den auf 100 Theile berechneten dolomitischen Antheil der Dolomite und Mergel erhält :

Kohlensaure Kalkerde	56,69
Kohlensaure Magnesia	42,77
Kohlensaures Eisenoxydul	0,54
	<hr/>
	100,00.

Bei der Berechnung dieses Mittelwerthes blieben ausgeschlossen die Analysen 48 und 88 bis 90. In dem Gestein, das zur Analyse 48 verwendet wurde, rührt der grosse Ueberschuss an Kalk von fein vertheiltem Kalkspath her; die Analysen 88 bis 90 sind dagegen an Gesteinen ausgeführt worden, die als theilweise Zersetzungsprodukte zu betrachten sind. Dass die Analysen 91, 92 und 93 bei der Berechnung des

Mittelwerthes ausblieben, versteht sich von selbst. Aber auch die Analysen der tiefsten Schichten in der Nähe der Ewst-Mündung sind zur Berechnung des Mittelwerthes nicht verwendet worden, da es in vieler Beziehung zweckmässiger erscheint, die Bildungen in der Nähe der genannten Mündung gesondert von denen des Persethals zu betrachten.

Der angeführte Mittelwerth steht seiner Zusammensetzung nach einem Normaldolomite sehr nahe, denn die Quantität der Kohlensäure des Kalkes verhält sich zu der der Magnesia + Eisenoxydul wie 1 zu 0,906 oder in 100 Theilen der Carbonate sind 5,33 % kohlensaurer Kalkes mehr als nöthig, um einen Normaldolomit zu bilden. Wenn wir diesen Ueberschuss an kohlensaurer Kalkerde als eine Beimengung betrachten, so erweist sich der Mittelwerth als ein Gemenge aus 94,67 % Normaldolomit und 5,33 % kohlensaurer Kalkerde.

Beim Vergleiche des Mittelwerthes für 100 Theile des dolomitischen Antheils mit den Analysen, die zur Berechnung desselben dienten, kommt man zu folgenden Grenzwerten. Den grössten Gehalt an kohlensaurem Kalk zeigt der Dolomit 3¹⁾, indem er den Mittelwerth um 1,99 % übersteigt, und den geringsten Gehalt der Dolomit 17 (Analyse 66), der um 1,54 % vom Mittelwerthe abweicht. Derselbe Dolomit hat dagegen den grössten Gehalt an kohlensaurer Magnesia, der den Mittelwerth um 1,48 % übertrifft. Den geringsten Gehalt an kohlensaurer Magnesia zeigt der mergelige Dolomit 30, und zwar um 1,96% weniger als der Mittelwerth. Den grössten Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul sehen wir im Mergel 35, der um 0,65 % den Mittelwerth übertrifft. Das Gegentheil davon finden wir im Dolomit 20, der um 0,31% unter dem

1) Die Nummern beziehen sich auf die Schichten.

Mittelwerthe steht. Die beiden äussersten Grenzwerte im Verhältniss der Kohlensäure des Kalkes zur Kohlensäure der Magnesia + Eisenoxydul finden wir in dem Dolomite 3 (1 : 0,835) und dem Dolomite 17, Analyse 66 (1 : 0,965).

Vergleichen wir die Mittelwerthe für 100 Theile des dolomitischen Antheils der Dolomite und Mergel der unteren und oberen Abtheilung unter einander, so sehen wir, dass dieselben um ein Geringes verschieden sind.

	Obere Abth.	Untere Abth.
Kohlensaurer Kalk :	56,38	56,69
Kohlensaure Magnesia	43,15	42,77
Kohlensaures Eisenoxydul . .	0,47	0,54
	100,00	100,00
Mineralogische Constitution.		
Normaldolomit	95,39	94,67
Kohlensaurer Kalk	4,61	5,33
	100,00	100,00

Man ersieht aus obiger Zusammenstellung, dass der Mittelwerth in den Dolomiten und Mergeln der unteren Abtheilung 0,31 % mehr an kohlensaurem Kalk und 0,07 % mehr kohlensaures Eisenoxydul aufweist, als der der oberen Abtheilung, wogegen letzterer 0,38 % mehr kohlensaure Magnesia besitzt. Jedenfalls ist der Unterschied sehr gering und wir sind daher im Allgemeinen berechtigt zu sagen, dass das Verhältniss der Carbonate in den Dolomiten und dolomitischen Mergeln der beiden Abtheilungen sich gleich bleibt.

In Betreff der Bestandtheile, die mit den Carbonaten nicht in chemischer, sondern nur in mechanischer Verbindung stehen, gilt für die untere Abtheilung dasselbe, was bereits von den Gesteinen der oberen Abtheilung gesagt wurde. Um aber einen annähernden Begriff von der Constitution der beigemischten Stoffe zu geben, theile ich hier eine Analyse mit,

in welcher die sämtlichen Bestandtheile des Mergels 35 bestimmt wurden. Das Gestein wurde successiv mit verdünnter Salzsäure, concentrirter Schwefelsäure und Flusssäure behandelt. Die Analyse ergab für die wasserfreie Substanz:

Dolomitischer Antheil 54,09 %	}	Kohlensaurer Kalk	30,85
		Kohlensaure Magnesia	22,60
		Kohlensaures Eisenoxydul	0,64
38,06 % durch Schwefelsäure und theilweise durch Salzsäure zersetz- bare Silicate.	}	Kieselsäure	21,03
		Thonerde	9,92
		Eisenoxyd	3,83
		Manganoxyd	0,23
		Magnesia	1,05
		Kali	1,81
7,16 % durch Schwefelsäure unzersetztbar.	}	Natron	0,19
		Quarz nebst einer sehr geringen Menge von Silicaten	7,16
			<u>99,31.</u>

100 Theile der lufttrocknen Probe enthalten 4,54 % Wasser.

Die durch Schwefelsäure zersetzbaren Silicate enthalten in 100 Theilen:

		Sauerstoffgehalt.
Kieselsäure	55,26	29,28
Thonerde	26,06	12,17
Eisenoxyd	10,07	3,02
Manganoxyd	0,61	0,18
Magnesia	2,75	1,10
Kali	4,76	0,81
Natron	0,49	0,13.

Das Sauerstoffverhältniss der Kieselsäure zu den Oxyden, den Sauerstoffgehalt ersterer als Einheit gesetzt, ist:

Sauerstoff der	SiO ₃ : R ₂ O ₃ : R.O.	NaO u. KO.	MgO.
Silicate im Mergel	1,000 : 0,525 : 0,070	0,032	0,038
Feldspath	1,000 : 0,250 : 0,083	0,082	0
Kaolin	1,000 : 0,750 : 0	0	0
Magnesiaglimmer	1,000 : 0,500 : 0,500	0,083	0,417.

Diese tabellarische Zusammenstellung zeigt, dass wir es mit einem Gemenge von Silicaten zu thun haben. Die Anwe-

senheit der Magnesia deutet auf ein in Schwefelsäure zersetzbares Talkerdesilicat, die übrigen Bestandtheile noch ausserdem auf Kaolin und Feldspath. Diese Annahme wird aber besonders durch das Mikroskop bestätigt; denn wir sehen unter demselben zwischen Partikeln von Thon (Kaolin): Quarzkörner, Feldspathkörner und Glimmerschüppchen, sowie Krystalle der beiden zuletzt genannten Mineralien zerstreut liegen. Nehmen wir für den Magnesiaglimmer die Formel $\text{Al Si} + \text{Mg}_3 \text{Si}$ an, für Feldspath (Orthoklas) $\text{Al Si}_3 + \text{K Si}$ und für Kaolin $\text{Al}_2 \text{Si}_4$, so würde uns jenes Gemenge in 100 Theilen geben:

Magnesiaglimmer :	9,27
Feldspath	31,13
Kaolin	59,60
	100,00.

Das gleichzeitige Vorkommen der angeführten Mineralien im völlig unzersetzten und vollständig zersetzten Zustande erklärt sich dadurch, dass offenbar die unter dem Mikroscope sichtbaren, scharf begrenzten Feldspath- und Glimmerkrystalle von viel späterer Entstehung sind, als der übrige Silicatantheil des Mergels. Durch einen uns unbekanntem hydrochemischen Process hervorgerufen, entstanden sie erst nach der Ablagerung des Mergels, durch welche Annahme auch begreiflich wird, wie neben Mineralien, die als Detritus abgesetzt wurden, auch Mineralien derselben Art in völlig unzersetztem Zustande vorkommen können.

Ungeachtet dessen müssen wir doch die angeführte mineralogische Constitution des Silicatantheils nur als approximative betrachten, erstens weil der Magnesiaglimmer öfters anders zusammengesetzt ist, als wir es gerade angenommen hatten, und zweitens weil der als Detritus abgesetzte Feldspath verschiedene Grade der Zersetzung durchlaufen haben kann. Genauere

Aufschlüsse über die mineralogische Constitution eines Gemenges von Silicaten in einem Mergel würde man vielleicht erhalten, wenn man mit der chemischen Analyse auch eine mechanische Schlämmanalyse verbände.

Schliesslich will ich hier nach den gemachten Combinationen eine übersichtliche Zusammenstellung für die approximative mineralogische Constitution des dolomitischen Mergels 35 geben:

54,09 %	Carbonate.	{	Dolomit ($\text{Ca}\check{\text{C}} + \text{Mg}\check{\text{F}}\check{\text{e}}\check{\text{C}}$)	50,69
			Kalkspath	3,40
38,06 %	Silicate.	{	Kaolin (Al_2Si_2)	22,68
			Feldspath ($\text{Al}\check{\text{S}}\check{\text{i}}_3 + \text{K}\check{\text{S}}\check{\text{i}}$)	11,85
			Magnesiaglimmer ($\text{Al}\check{\text{S}}\check{\text{i}} + \text{Mg}_3\check{\text{S}}\check{\text{i}}$)	3,53
			Quarz	7,16
				99,31.

Durch die Zunahme des Gehaltes an Thon, Quarz und Silicaten wird, wie bekannt, der Uebergang der Dolomite in mergelige Dolomite und dolomitische Mergel bedingt. Es ist zwar unmöglich die Grenze zwischen diesen Gesteinen scharf anzugeben, im Allgemeinen wird man aber sehen, dass Dolomite der unteren Abtheilung mit einem Gehalte über 10 % an Thon und Sand schon ein mergeliges Ansehen bekommen; steigt dieser Gehalt über 20 %, so zeigt das Gestein die Eigenschaften eines Mergels. Aus diesem Grunde theile ich die Gesteine der unteren Dolomit-Abtheilung in drei Gruppen: in Dolomite, deren Gehalt an Thon und Sand 10 % nicht übersteigt, in mergelige Dolomite, deren Gehalt an Thon und Sand 10 bis 20 % beträgt, und dolomitische Mergel, mit einem Thon- und Sandgehalte über 20 %.

Der Mittelwerth für den Gehalt an Thon, Quarz, Feldspath und Glimmer in den Dolomiten der unteren Abtheilung beträgt 4,74 %; die Grenzwerte betragen 0,92 % (Dolomit 17, Analyse 67) und 9,50 % (Dolomit 5). Der Mittelwerth für

die mergeligen Dolomite derselben Abtheilung beträgt 13,10 %, wobei die Grenzwerte 10,78 % (mergeliger Dolomit 30) und 16,45 % (Analyse 87) ausmachen. Die dolomitischen Mergel würden uns einen Mittelwerth geben, der von den Grenzwerten zu sehr abweicht, als dass er eine Bedeutung haben könnte, wie man dieses aus folgender Zusammenstellung ersehen wird.

Dolomitischer Mergel.	Gehalt an Thon, Quarz u. Silicaten in 100 Theilen.	
Nr. 14	22,66	} Mittelwerth 40,84
15	21,64	
32	40,08	
33	89,38	
34	26,08	
35	45,22	

Ganz der oberen Abtheilung entsprechend, wird auch in der unteren in verticaler Richtung keine gleichmässige Abnahme oder Zunahme des Thon- und Sandgehaltes bemerkt.

Beim Verfolgen der Schichten von oben nach unten (s. Tab. 2), stossen wir zuerst nach Verlauf von 14 ½' auf einen mergeligen Dolomit (Nr. 6) von 1' 5'' Mächtigkeit, nach welchem auf 12' 10'' wieder Dolomite, später aber mergelige Dolomite sowie Mergel (Nr. 13—16), die zusammen 4 ¼' mächtig sind, folgen. Weiterhin lagert ein 27' 5'' mächtiges System von Dolomiten, das nach unten zu von einem circa 9' Mächtigkeit erreichenden Systeme von mergeligen Dolomiten und Mergeln begrenzt wird ¹⁾.

Aus diesen Angaben ersieht man, dass in der unteren Abtheilung der Dolomitetage die mergeligen Dolomite und dolomitischen Mergel im Vergleiche mit den Dolomiten eine

1) Da der mergelige Dolomit 36 nach unten zu in dolomitischen Sandstein und Sand übergeht, so ist bei dieser und der nachfolgenden Betrachtung nur seine obere (Analyse 87) ½ Fuss mächtige Lage gemeint; das darunter Liegende bleibt für's Erste unberücksichtigt.

untergeordnete Rolle spielen. Nach den angeführten Massangaben bekommen wir ein Verhältniss, nach welchem die Gesamtmächtigkeit der mergeligen Dolomite und dolomitischen Mergel sich zu der Gesamtmächtigkeit der Dolomite wie 1 : 3,76 verhält. Wenn wir die mergeligen Dolomite und die dolomitischen Mergel getrennt betrachten, so finden wir, die Mächtigkeit der letzteren gleich 1 gesetzt, das Verhältniss der Mergel zu den mergeligen Dolomiten und Dolomiten wie 1 : 1,08 : 7,83; denn die Gesamtmächtigkeit beträgt für die Mergel 7', für die mergeligen Dolomite 7' 7'' und für die Dolomite 54' 10''. Es ist interessant nicht nur das eben angeführte Verhältniss, sondern auch für den ganzen Schichtencomplex der unteren Abtheilung das Verhältniss zwischen dem dolomitischen und dem aus Thon, Quarz und Silicaten bestehenden Antheile zu kennen. Letzteres Verhältniss ist um so wichtiger, als es uns in Zahlen zeigt, welche Rolle ein jeder von den beiden Antheilen beim Aufbau der in Rede stehenden Schichtengruppe gespielt hat. Um dies Verhältniss zu finden, müssten wir eine quadratische Säule oder einen Cylinder aus dem Profil herauschneiden, pulvern und dann eine Probe von dem Pulver analysiren; so Etwas wird man aber kaum durchführen können. Wir erreichen aber das Ziel, wenn uns die Mächtigkeit der einzelnen Schichten sowie ihre Zusammensetzung bekannt ist; multipliciren wir nämlich den Thon- und Sandgehalt jeder Schicht mit ihrer Mächtigkeit und dividiren die Summe der Produkte in die Gesamtmächtigkeit des Profils, so erhalten wir das gesuchte Verhältniss. Auf diese Weise finden wir, dass in der unteren Dolomit-Abtheilung der dolomitische Antheil zu dem Thon- und Sandgehalte sich wie 90,23 : 9,77 oder wie 9,235 : 1 verhält, d. h. der Gehalt an Carbonaten ist 9,235 mal grösser als der an Thon nebst Quarz und Silicaten.

Man wird einwenden können, wenn man die Analysen 47 und 48, 59 und 60, 61 und 62, 66 und 67, 73 und 74 berücksichtigt, dass diese Schlussfolgerung insofern nicht richtig zu nennen sei, als der Thon- und Sandgehalt innerhalb einer und derselben Schicht nicht constant bleibt. Ich will auch nicht behaupten, dass jenes Verhältniss absolut richtig sei, dass es aber der Wahrheit sehr nahe kommt folgt daraus, dass die zu den Analysen verwendeten Proben meistentheils aus der Mitte der Schichten genommen wurden und somit so ziemlich den mittleren Werth für die Zusammensetzung dieser Schichten repräsentiren; zeigte aber eine Schicht in ihren Theilen eine Verschiedenheit, so wurde das Verschiedenartige analysirt, wie es die Analysen 59 und 60, 66 und 67 zeigen, und dann, bei der Berechnung des oben angeführten Verhältnisses, der Mittelwerth für den Thon- und Sandgehalt der Schicht genommen.

Was die Analysen 62 und 74 betrifft, so sind sie in der Absicht ausgeführt worden, um zu sehen, ob die chemische Constitution der Gesteine in horizontaler Erstreckung sich ändert oder nicht. Die Analysen ergaben für die Proben aus Grütershof (etwa 7 Werste oberhalb Kokenhusen) im Vergleiche mit denen aus Kokenhusen, nur einen Mehrgehalt von 1 % an Thon und Sand. Die Analyse 48 wurde bei der Berechnung des oben angeführten Verhältnisses gar nicht berücksichtigt, weil sie an einem Probestücke ausgeführt wurde, das wegen des feinvertheilten Kalkpaths eine abnorme Zusammensetzung zeigte.

In Bezug auf die Vertheilung der krystallinischen und kryptokrystallinischen Dolomite können wir in der unteren Abtheilung keine bestimmte Ordnung nachweisen, denn bald treten die einen, bald die anderen auf; ja selbst eine und dieselbe Schicht ist oft in ihren Theilen verschieden ausgebildet, indem in ihr bald das krystallinische, bald das kryptokrystallinische

Gefüge vorwaltet. Innerhalb enger Grenzen hat der grössere oder geringere Gehalt an Thon und Sand auf die mehr oder weniger deutliche Ausbildung des krystallinischen Gefüges der Dolomite keinen Einfluss; steigt dagegen dieser Gehalt über 10%, so schwindet meistentheils selbst der kryptokrystallinische Habitus, indem das Gestein in mergeligen Dolomit und dolomitischen Mergel übergeht.

Der Erhaltungsgrad der Versteinerungen ist im Allgemeinen sehr mangelhaft, denn nur im Mergel 35 finden wir die zarten Schalen von *Estheria Murchisoniana* Jones (*Posidonomya membranacea* Pacht) und *Lingula bicarinata*? ¹⁾ gut erhalten, in den Dolomiten dagegen, die die meisten Versteinerungen beherbergen, sind die letztern entweder als Steinkerne oder als undeutliche Abdrücke vorhanden. Man sieht oft, am häufigsten an den Resten der *Orthis striatula*, den Steinkern und den äusseren Abdruck der Schale durch einen hohlen Raum, welcher der verschwundenen Schale entspricht, getrennt. Die Pflanzenreste, die nur Fucoiden repräsentiren, erscheinen auf der Schichtungsfläche des Gesteins als lineare schwarzbraune Streifen, $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ ''' breit; von einer Structur ist nichts zu beobachten, da von der Masse nur ein schwarzbrauner Anflug nachgeblieben ist, durch den sich die Fucoidenreste vorzugsweise bemerkbar machen. Ausser diesen schwarzbraunen linearen Fucoidenresten, beobachtet man auf den verwitterten Schichtungsflächen der Fucoidenschicht 27 (besonders gleich oberhalb des Wasserfalls, an der linken Seite des Persethals) erhabene Zeichnungen, die, meistentheils verworren und bunt durch einander liegend, an Polyparien erinnern ²⁾.

1) Pacht, der devonische Kalk, Archiv p. 290. Fig. 8; besond. Abdr. p. 44. Fig. 8.

2) Auch Murchison erwähnt dieser Erscheinung. Geology of Russia in Europe etc. p. 51.

Die hier beigelegte Zeichnung stellt eine von den vielen Erscheinungsweisen jener Abdrücke vor; ich glaube nicht zu irren, wenn ich dieselben ebenfalls für Fucoiden-Abdrücke halte.



Fischreste treten erst im Mergel 35 massenhaft auf und nur diesem Mergel hat Kokenhusen seinen Ruf in palaeontologischer Beziehung zu verdanken; leider aber werden die einzelnen Körpertheile nur zerstreut gefunden.

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung der Verbreitung der Versteinerungen in der unteren Dolomitgruppe, um zu sehen, ob aus ihrer Vertheilung sich bestimmte Horizonte feststellen lassen. Betrachten wir die einzelnen Schichten von oben nach unten gehend nach der Tabelle 2, so sehen wir, dass bis zum ersten Auftreten von Versteinerungen, eine 7 bis 8' mächtige Zone versteinerungsleer ist, da *Atrypa reticularis* die erste Leitmuschel ist, die wir unter dieser Zone finden. Darunter folgt auf 5' 7'' wieder ein versteinerungsleeres Gestein, das durch eine im Ganzen unscheinbare Fucoiden-Lage von den folgenden 7' 2'' mächtigen, ebenfalls versteinerungsleeren Dolomiten getrennt wird. Der jetzt folgende löcherige Dolomit (12) weist uns Abdrücke von *Orthis striatula* sowie von Fucoiden auf. (Die letzteren habe ich im unteren Theil desselben, beim Plawing-Krug, 2 Werst unterhalb der Ewst-Mündung, gefunden.) In einem Abstände von 1' 8'' von dem Dolomite 12, tritt ein Mergel (15) auf, in welchem (bei Grüttershof) sich zuerst Fischreste einstellen. Die jetzt folgende 5' 3'' mächtige Zone ist die letzte, die im Gebiete der eigentlichen Dolomite keine Versteinerungen führt, denn nun folgt ein mächtiges 22' 9'' betragendes System von Dolomiten, welches die meisten Versteinerungen der unteren

Dolomit-Abtheilung enthält. Hervorzuheben sind aber wegen ihres häufigen Auftretens: *Orthis striatula*, *Rhynchonella livonica* (bei Kokenhusen selten, bei Plawing - Krug sehr häufig), *Spirifer acuminatus* und Fucoiden; die übrigen in der Tabelle 2 angeführten Versteinerungen dieser Zone bleiben mehr oder weniger Seltenheiten.

Die jetzt folgenden mergeligen Dolomite und dolomitischen Mergel zeigen hin und wieder Fischreste und erst nach unten zu fallen die letzteren durch ihr häufiges Auftreten auf. Zu gleicher Zeit gesellt sich zu ihnen in einer grossen Anzahl von Individuen die *Estheria Murchisoniana* nebst der seltener auftretenden kleinen *Lingula*.

Auf diese allgemeine Uebersicht gestützt, glaube ich am zweckmässigsten eine Dreitheilung der unteren Dolomitgruppe, wenigstens zum Behufe der leichteren Orientirung, vornehmen zu können. Die erste Abtheilung wird, von oben nach unten gehend, den versteinerungsarmen Schichtencomplex, der sich von der Schicht 1 bis zur Schicht 21 erstreckt, umfassen. In dieser Abtheilung können wir vier, durch folgende Versteinerungen bezeichnete Horizonte unterscheiden: 1) *Atrypa reticularis* (Schicht 3), 2) Fucoiden (Schicht 8), 3) *Orthis striatula* und Fucoiden (Schicht 12), 4) Fischreste (Schicht 15). Von diesen hat der zweite Horizont einen sehr untergeordneten Werth, denn die Fucoiden der Schicht 8 scheinen im Ganzen selten aufzutreten. Dagegen ist der Horizont mit *Orthis striatula* sehr bezeichnend; der Dolomit, der diese schlecht erhaltene Versteinerung beherbergt, ist schon durch sein ganzes Ansehen so ausgezeichnet, dass man ihn nicht leicht mit andern Schichten verwechseln wird. Die Fucoiden habe ich, wie schon erwähnt wurde, im unteren Theil desselben, beim Plawing-Krüge, gefunden; es ist zu er-

warten, dass ihre Verbreitung in dieser Schicht durch fortgesetzte Untersuchungen auch für andere Localitäten wird nachgewiesen werden.

Der Horizont 4 ist mehr durch sein Gestein (dolomitischer Mergel) als durch seine Fischreste charakterisirt, da letztere bis jetzt nur in Grütershof gefunden wurden.

Die zweite Abtheilung umfasst die versteinerungsreichen Dolomite von 21 bis 29; die Mächtigkeit dieser Abtheilung beträgt somit 22' 9" 1). Da von den in der Tabelle 2 angeführten Versteinerungen nur die häufiger vorkommenden: *Orthis striatula*, *Rhynchonella livonica*, *Spirifer acuminatus* und Fucoiden für die versteinerungsreiche Dolomitgruppe als Leitfossilien zu bezeichnen sind, so werden wir uns auch nur an diese halten. Wir sehen (s. Tab. 2.) *Orthis striatula* nur bis zur Fucoidenschicht 25 reichen, tiefer wird sie nicht gefunden; *Spirifer acuminatus* hat dagegen eine grössere Verbreitung, wir finden ihn oberhalb und unterhalb der angeführten Fucoidenschicht. *Rhynchonella livonica* sehen wir vorzüglich häufig (im Gegensatze zur *Orthis striatula*) unter der Fucoidenschicht 25 auftreten²⁾. Aus dem Gesagten ergibt sich, dass diese Fucoidenschicht einen ausgezeichneten Horizont liefert; denn ist sie einmal gefunden, so wird man auch nicht umsonst oberhalb und unterhalb derselben nach den übrigen Versteinerungen suchen.

Da der Fucoiden führende Dolomit (25) sich leicht in

1) Man könnte auch die versteinerungsreiche Abtheilung nach oben zu etwas erweitern und sie unter dem Mergel 15 beginnen lassen; zwar würde ihr oberer Theil dann keine Versteinerungen führen, aber durch die plötzlich zwischen den Dolomiten auftretende Mergelzone um so schärfer von der versteinerungsarmen Abtheilung getrennt sein, und die versteinerungsreiche Dolomitgruppe käme dann zwischen zwei Mergelsystemen zu liegen.

2) *Rhynchonella livonica* ist von mir nur einmal in einem sehr schlechten Abdrucke in der Schicht 21, bei Kokenhusen, gefunden worden.

dünne Blätter spaltet, so hält es nicht schwer denselben zwischen den andern compactern Schichten ausfindig zu machen; ausserdem ist die Masse der Fucoiden so gross, dass jedes abgeschlagene Stück ihre Gegenwart verräth. Die zweite Fucoidenschicht (27) ist dagegen nicht dünnschiefbrig, sondern compact und nur im oberen Theil, und selbst das nicht immer, dick plattenförmig. Ja an manchen Orten, wie z. B. beim Plawing-Krug, hängt sie mit den Schichten 26 und 28 so eng zusammen, dass sie weder durch deutliche Schichtungen, noch durch Farbe und Structur von denselben getrennt erscheint; die andere Fucoidenschicht behält dagegen an allen Orten denselben Gesteinscharakter.

Die dritte Abtheilung, die, von Nr. 29 angefangen, die tiefsten Schichten der Dolomitetage umfasst, ist schon durch ihre mergeligen Gesteine hinreichend von den übrigen Abtheilungen unterschieden. Ganz besonders bezeichnend für sie sind die Fischreste, die aber ihre volle Entwicklung mehr im unteren Theil derselben (Schicht 35) erreichen. Unter den Fischen ist die Gattung *Dipterus* besonders hervorzuheben, mit deren Resten, wie bereits erwähnt wurde, die Crustacee *Estheria Murchisoniana* und die kleine *Lingula (bicarinata?)* gemeinschaftlich lagern. Letztere gehen aber nie über den Mergel 35 hinaus und bezeichnen daher, im Gegensatz zu den Fischresten, einen festen Horizont.

Die eben betrachtete Abtheilung bildet, sowohl ihrem Gesteinscharakter als ihren Fossilien nach, einen Uebergang von der Dolomitetage zu der unteren Sandsteinetage oder dem Old-red, und es ist hier der Ort ihren unteren Theil, der bis jetzt unberücksichtigt geblieben ist, zu besprechen. Aus der Tabelle 2 ersieht man, dass der hellviolettgraue mergelige Dolomit 36 in dolomitischen Sandmergel, dolomitischen Sand-

stein und Sand übergeht. Man findet nämlich an den tieferen Stellen der Schicht 36 einen sehr festen dolomitischen Sandmergel (Analyse 88), der mit der oberen Lage im engsten Zusammenhange steht; seine Farbe ist violettroth, stellenweise aber auch grünlich- und gelblich-weiss, und in der Masse des Gesteins zeigen sich hin und wieder Poren. Den bedeutenden Unterschied in der Zusammensetzung des Sandmergels und der oberen Lage ersieht man aus den Analysen 87 und 88, aus welchen folgt, dass der dolomitische Antheil des Sandmergels seiner Constitution nach dem Normaldolomite viel näher steht, als der gleichnamige Antheil der oberen Lage. Ausserdem unterscheidet er sich auffallend von der letzteren dadurch, dass sein in Säuren unlöslicher Rückstand fast allein aus Quarzsand besteht, woher es auch kommt, dass man in ihm nur Spuren von Wasser, in der oberen thonhaltigen Lage dagegen bis 2,58 % Wasser vorfindet. Verfolgt man die Schicht noch weiter abwärts, so sieht man, dass der dolomitische Sandmergel in ein sandiges, weiss oder hellröthlich gefärbtes Gestein übergeht, das, indem es ins Wasser hineinragt, stalaktiten- und erbsensteinartige Formen annimmt. Weiterhin zerfällt es in losen, weissen oder grünlich-weissen Sand, der mit Säuren behandelt braust; sein Hauptbestandtheil ist aber Quarz. Das sandige Gestein ist ein dolomitischer Sandstein von sehr ungleichmässiger Zusammensetzung, wie solches aus den Analysen 98 und 90, die an einem und demselben Handstücke ausgeführt wurden, zu ersehen ist. Beim Vergleiche der Analysen 87, 88 und 89 fällt es sogleich auf, dass mit dem Wachsen der Quantität des in Säuren unlöslichen Rückstandes (der hauptsächlich aus Quarzsand besteht), auch ein Steigen des, mit dem Kalkerdegehalte verglichenen, Magnesiumgehaltes verbunden ist. Aus

diesem Verhältnisse erkennen wir, dass das kohlensäurehaltige, das Gestein durchdringende Wasser den kohlensauren Kalk aufzulösen und fortzuführen strebt, und dass auf diese Weise der dolomitische Antheil des Gesteins der Zusammensetzung eines Normaldolomits näher gebracht wird. Das bedeutende Anwachsen des Quarzgehaltes nach unten zu deutet ganz einfach darauf hin, dass die mechanische Ablagerung des Quarzsandes im Beginne der Bildung der Schicht 36 viel stärker war als später. Berücksichtigen wir jetzt die an demselben Handstücke ausgeführten Analysen 89 und 90, so fällt uns, wie schon erwähnt, die sehr ungleichmässige Zusammensetzung des Gesteins sogleich auf; denn nach der Analyse 90 ist nicht nur der Sandgehalt viel grösser, sondern auch das Verhältniss der Carbonate ein ganz anderes. Nach der Analyse 89 ist dies Verhältniss beinahe wie im Normaldolomit; in der Analyse 90 finden wir dagegen 15,11 % kohlensauren Kalkes mehr als im Normaldolomit. Das Befremdende in dieser Erscheinung schwindet, wenn wir im Gestein das häufigere aber sehr ungleichmässige Auftreten von Kalkspath, der sich vorzugsweise an den dem kalkhaltigen Wasser zugänglichsten Stellen ausschied, berücksichtigen. Die Imprägnation der bezeichneten Schicht durch Wasser fand und findet beständig statt, sowie denn auch die ganze sie überlagernde Mergelgruppe nur im nassen Zustande angetroffen wird. Ausserdem liegt die Schicht 36 nur in den Sommermonaten über dem Spiegel der Perse, in den andern Jahreszeiten unter demselben.

Wie ungleichmässig der dolomitische Sandstein, der uns die zwei zuletzt angeführten Analysen (89 und 90) lieferte, zusammengesetzt ist, wird noch durch folgende acht Kohlensäure-Bestimmungen bewiesen.

18,00 % Kohlensäure.

17,17 " "

16,74 " "

15,55 " "

14,68 " "

12,51 " "

7,85 " "

7,72 " "

Die verwendeten Proben wurden immer von einem und demselben Handstücke genommen, und die an denselben ausgeführten Kohlensäurebestimmungen zeigen zur Genüge, dass das Verhältniss zwischen den Carbonaten und dem Quarzsande grossen Schwankungen unterworfen ist. Abgesehen von den neueren, verhältnissmässig unbedeutenden Kalkspathausscheidungen, wird diese Erscheinung nur dadurch zu erklären sein, dass nach Ablagerung des grösseren Theils des Sandes sich auch die Dolomitmasse niederschlagen begann, dabei aber ungleichmässig zwischen den einzelnen Quarzkörnern, die sie cämentirte, vertheilt wurde. Solches wird nicht nur durch die Analyse, sondern ganz besonders durch die tropfsteinförmige Ausbildung des unteren Theils der Schicht 36 bestätigt. Weil dieser Theil der Wirkung des fliessenden Wassers ausgesetzt ist, so wird der schwächer cämentirte Sand leichter ausgewaschen als der mehr Dolomitmasse aufweisende. Da aber nach allen Richtungen hin die Quantität der kohlensauer Salze ungleichmässig vertheilt ist, so werden dem entsprechend auch jene tropfsteinartigen unregelmässigen Formen entstehen müssen.

Die Schicht 36 mit ihren verschiedenen Bildungen ist die tiefste im Persethal. Pacht führt dagegen noch 6 Schichten an¹⁾, wie folgt :

1) Archiv p. 276. Besond. Abdr. p. 30.

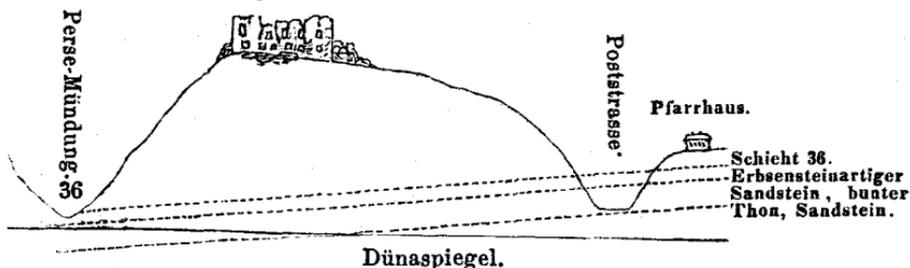
- | | |
|---|--------|
| „1) Lockerer, weisser Sand. | 6" |
| 2) Lockerer, rother Sand. | 3" |
| 3) Rother, sehr harter Sandstein oder sandiger Kalkstein. | 1 1/2' |
| 4) Lockerer, rother Sand. | 3" |
| 5) Weisser Sandstein, von sehr geringer Consistenz. | 2' |
| 6) Rother und weisser Sandstein mit kalkigem Cäment, sehr hart; enthält zahllose, dicht aneinandergedrängte kieselige Concretionen von der Grösse eines Hanfkorns bis zu der einer Erbse und darüber, welche, wenn das Gestein vom Wasser bespült oder in Bruchstücken hin- und hergerollt ist, deutlich hervortreten und dem Gestein das Ansehen eines Erbsensteines geben, was in der anstehenden Schicht nicht der Fall ist. | 1/2—1' |

Darunter folgt weisser Sandstein, sehr locker, bis zum Spiegel der Perse und Düna.“

Diese Angaben von Pacht sind zu berichtigen, weil man durch dieselben verleitet werden kann, im Persethal unter der Schicht 36 (Tabelle 2) ein 5 bis 5 1/2' mächtiges System von Schichten zu suchen, welches sich doch gerade dort nirgends aufgedeckt findet. Untersuchen wir dagegen die theilweise entblösten Schichten am Abhange unter dem russischen Pfarrhause, so finden wir die Schicht 36 hoch über der Thalsohle gelagert. Zwar sind die unmittelbar darunter folgenden Schichten durch die Rasendecke verdeckt, aber wenige Fuss tiefer findet man unter derselben den erbsensteinähnlichen Sandstein (Analysen 91 und 92), auf welchen eine gegen 7' mächtige Lage von rothem und hellgrünem sandigen Thon folgt. Dieser wird wiederum von einem weissen, ebenfalls erbsensteinartigen Sandsteine (Analyse 93), von welchem

man nicht viel sieht, unterlagert. An der angeführten Stelle erscheint derselbe am Grunde eines Grabens, verschwindet aber sogleich unter angeschwemmten Schuttmassen; von hier bis zur Düna bleiben aber noch einige hundert Schritt.

Schlossberg von Kokenhusen.



Idealer Durchschnitt der Schichten zwischen dem russischen Pfarrhause und der Perse-Mündung.

Aus meinen Beobachtungen schliesse ich, dass Pacht entweder am erwähnten Abhange unter der Schicht 36 graben liess, oder dass im Jahre 1848, in welchem er seine Untersuchungen anstellte, das Frühlingswasser einen Theil der Rasendecke am Abhange fortgeschwemmt hatte, wodurch die verdeckten Schichten zum Vorschein kamen. Später mögen sie wegen ihres lockeren Materials verschüttet und mit Vegetation bedeckt worden sein, was um so wahrscheinlicher ist, als ich selbst eine ähnliche Erscheinung am selben Abhange beobachtet habe. Im Jahre 1860 sah ich das Thonlager unter dem russischen Pfarrhause seiner ganzen Mächtigkeit nach entblösst, 1862 aber war es bereits zum grösseren Theil verschüttet.

Jedenfalls hat Pacht die von ihm angegebenen Schichten beobachtet, aber nur nicht im Persethal, sondern, aller Wahrscheinlichkeit nach, an dem mehrmals erwähnten Abhange. Die Stelle, wo der obere Theil der Schicht 36 besonders gut zu beobachten ist, liegt etwa hundert Schritt oberhalb der Stelle 1),

1) Näher zur vormaligen Poststation,

wo der bunte Thon zu Tage tritt. Zu gleicher Zeit sieht man ganz deutlich den unmittelbar unter der Schicht 36 liegenden Theil des Abhanges ausgehöhlt, aber gegenwärtig von Dammerde, Schutt und Rasen bedeckt. Nach den Dimensionen der vorhandenen Vertiefung zu urtheilen, muss eine einstmalige Entblössung der jetzt verdeckten Schichten stattgefunden haben, und hier, glaube ich, hat Pacht seine Beobachtung angestellt, ist aber nicht bis zu dem 7' mächtigen Thonlager, sondern nur bis zum erbsensteinartigen Sandstein gekommen. Da man in nächster Entfernung vom Abhange am Ufer der Düna lockeren weissen Sand vorfindet, so hat auch Pacht, aller Wahrscheinlichkeit nach, daraus geschlossen, dass derselbe sich von dem Erbsensandstein bis zum Spiegel der Düna und, da die Mündung der Perse nicht weit von hier entfernt ist, auch bis zum Spiegel der Perse erstrecke. Denn der Ausdruck: „darunter folgt weisser Sandstein, sehr locker, bis zum Spiegel der Perse und Düna,“ bleibt in Beziehung auf das Mass sehr unbestimmt. So viel steht fest, dass nach dem erbsensteinartigen Sandsteine ein 7' mächtiges Thonlager und erst dann weisser Sandstein folgt; wie hoch aber derselbe über dem Dünaspiegel liegt, kann nur durch Nivelliren bestimmt werden. Jedenfalls ist zu bedauern, dass Pacht nicht präziser seinen Beobachtungsort angegeben hat und durch die kurze, ungenaue Mittheilung spätere Forscher irre führte.

Die eben besprochene Stelle, sowie eine andere, eine Werst unterhalb der Ewst-Mündung befindliche, sind an der Düna meines Wissens die einzigen, wo man die Auflagerung der Dolomitetage auf den Old-red beobachten kann; denn der erbsensteinartige Sandstein und der bunte Thon gehören schon dem letzteren an.

Die Dolomitetage in der Nähe der Ewst-Mündung.

Zwei Werste unterhalb der Ewst-Mündung, ganz in der Nähe der Eisenbahn-Station Stockmannshof, liegt an der Düna der Plawing-Krug, geognostisch bemerkenswerth durch seine Umgebung, in welcher die ganze Dolomitetage unter Lagerungsverhältnissen, wie sonst nirgends an der Düna, auftritt. 500 Schritt unterhalb des Kruges finden wir nämlich unter 8° aufgerichtete Schichten, die nach SW einfallen; eine Werst oberhalb des Kruges sehen wir dagegen Schichten unter 13° nach NO einfallen. Untersuchen wir die ersteren, so finden wir, von unten nach oben gehend, ein paar Fuss über dem Niveau der Düna graue und gelbgraue, zwischen Schutt hervorragende dolomitische Mergel, auf welche sogleich graue, bald mehr bald weniger löcherige krystallinische Dolomite folgen. Untersuchen wir die selben näher, so finden wir in ihrem unteren Theil *Spirifer acuminatus* und *Rhynchonella livonica*. Höher hinauf gesellen sich noch zu den genannten Versteinerungen Fucoiden, die später verschwinden, indem nur noch hin und wieder *Spirifer acuminatus* gefunden wird. Endlich wird dies 12' mächtige System grauer krystallinischer Dolomite von einem $4\frac{1}{2}'$ mächtigen, schiefrigen, auf den Spaltungsflächen dicht mit Fucoiden-Abdrücken bedeckten Dolomit überlagert. Wir befinden uns somit in der Region der versteinungsreichen Schichten der unteren Dolomit-Abtheilung. Gehen wir dem Abhange entlang weiter, so können wir der Reihe nach auch alle übrigen Schichten, da sie unter 8° einschneiden, mit aller Bequemlichkeit untersuchen. An der Stelle, wo die obere Fucoidenschicht zu erreichen ist, bildet der Abhang einen in die Düna reichenden Vorsprung, der im Wasser umgangen werden kann. Auf der anderen Seite des Felsvorsprungs sehen wir den Ab-

hang sich von der Düna etwas zurückziehen, die Schichten aber, wie früher, vollkommen entblösst und anfangs immer noch steil unter den Wasserspiegel einschiessen. Später bemerkt man dagegen, beim Verfolgen des Dolomits 12 (s. Tab. 2), dass derselbe sammt den über ihm lagernden Schichten, ungeachtet der geneigten Lage, doch nicht unter dem Wasserspiegel verschwindet, sondern nach einer Biegung in die Höhe steigt. An dieser Stelle hemmt ein zweiter Felsvorsprung vollkommen die weitere Passage zu Fuss; zu Boot sieht man aber ganz vortrefflich, wie der Dolomit 12 und die folgenden Schichten eine Zeit lang in die Höhe steigen, später aber hogenförmig sich wieder zum Wasserspiegel neigen. Weiterhin sind die Schichten nicht mehr zu sehen, da das Ufer bald verstürzt, bald mit Dammerde und Vegetation bedeckt ist.

Betrachten wir jetzt den 1 Werst oberhalb des Kruges liegenden Abhang, an welchem wir unter 13° nach NO einfallende Schichten beobachteten. An seinem unteren Theil fällt uns sogleich die starke Entwicklung grauer Mergellagen auf, die durch ihre dunkle Farbe¹⁾ scharf von den darüberliegenden Dolomiten abstechen. Bei genauerer Untersuchung ergibt sich, dass diese Mergel der unteren Dolomit-Abtheilung angehören, weil eine von den Mergellagen *Fischreste* (*Dipterus*), *Estheria Murchisoniana* und die kleine *Lingula* führt. Von der Mergelgruppe, die hier in allen ihren Theilen gut untersucht werden kann, giebt die folgende Tabelle eine vergleichende Uebersicht mit den entsprechenden Bildungen bei Kokenhusen; die beigefügten Nummern entsprechen den Nummern in der Tabelle 2.

1) Die Mergel werden immer im nassen Zustande angetroffen, wodurch die dunkle Färbung noch erhöht wird.

Kokenhusen.		Eine Werst unterhalb der Ewst-Mündung.		
29. Dichter mergeliger Dolomit, bald heller, bald dunkler grau gefärbt. <i>Fischreste</i>	3'	a) Grauer dolomitischer Mergel	5"	
30. Mergeliger Dolomit, gelblichgrauer (im nassen Zustande hellbrauner), braun gestreifter	6"	b) Hellgrauer dolomitischer Mergel in 3 gleichen Bänken, die oberen zwei stark braun gestreift	1' 10"	
31. Grauer mergeliger Dolomit	5"	c) Grauer dolomitischer Mergel, unten auf 3" ist er gelblichweiss u. braun gestreift. Nach oben zu schliesst er zwei gelbgraue, ein paar Zoll von einander abstehende, 2" mächtige Lagen ein	1' 8"	
32. Dolomitischer Mergel, grauer, gestreifter, mit <i>Fischresten</i>	4"			
33. Bunter dolomitischer Mergel, mit grünen, rothen und grauen Streifen	1' 1"	Blaugrauer dolomitischer Mergel, nach oben zu gestreift	1' 10"	
34. Violettgrauer dolomitischer Mergel	3"	Gelber, braungestreifter dolomitischer Mergel	2"	
35. Grauer dolomitischer Mergel mit <i>Dipterus</i> -Resten, <i>Estheria Murchisoniana</i> u. <i>Lingula bicarinata</i> ?	2' 9"	Wie im Persethal	3' 6"	
36. Violettgrauer mergeliger Dolomit, übergehend in dolomitischen Sandmergel, in dolomitischen Sandstein u. Sand	1' 6"	Bläulichgrauer dolomitischer Mergel	2' 3"	
Nach Pacht. {	Lockerer, weisser Sand	6"	37. Grauer dolomitischer Mergel	5' 8"
	Lockerer, rother Sand	3"	38. Hellröthlichgrauer Sand-Dolomit	1' 2"
	Rother, sehr harter Sandstein oder sandiger Kalkstein (Dolomit?)	1' 6"	39. Blaugrauer dolomitischer Mergel	2"
	Lockerer, rother Sand	3"	40. Grünlichweisser Dolomit-Sandstein	6"
	Weisser Sandstein von sehr geringer Consistenz	2"	41. Blauer od. grüngrauer dolomitischer Mergel	6"
		42. Bläulicher Dolomit-Sandstein, im Spiegel der Düna	1'	
Summa	14' 6"	Summa	22' 6"	
Röthlicher u. weisser erbsensteinartig. Sandstein mit kalkigem Cäment $\frac{1}{2}$."				

Aus dieser vergleichenden Zusammenstellung erkennen wir, dass die Mergelgruppe unweit der Ewst-Mündung bedeutend mächtiger als im Persethal entwickelt ist, was besonders für ihren unteren Theil gilt, wo wir nach der Schicht mit *Fischresten*, *Estheria Murchisoniana* und *Lingula*, noch eine

Reihe von Mergelschichten antreffen, die in Kokenhusen nur durch sandige Gesteine vertreten werden. Diese untersten Mergelschichten sind analysirt und das Resultat der Analyse in der Tabelle 2 angeführt worden. Aus ihrer chemischen Constitution ersieht man, dass sie in ihrem dolomitischen Antheile ein Verhältniss der Carbonate zeigen, welches von dem für die Gesteine von Kokenhusen gefundenen nur unbedeutend abweicht.

	Mittelwerth für 100 Th. des dolomitischen Antheils der Gesteine von Kokenhusen.	Mittelwerth für 100 Th. des dolomitischen Antheils der Mergel 37—42 in der Nähe der Ewst-Mündung.
Kohlensaurer Kalk . . .	56,69	57,20
Kohlensaure Magnesia	42,77	41,50
Kohlens. Eisenoxydul .	0,54	1,30
	Verhältniss zwischen der Kohlensäure des kohlensauren Kalkes und der Kohlensäure der kohlensauren Magnesia + Eisenoxydul.	
	1 : 906	1 : 883
	Mineralogische Constitution.	
Normaldolomit . . .	94,67	93,32
Kohlensaurer Kalk . .	5,33	6,68

Um den Mittelwerth für den dolomitischen Antheil der in Rede stehenden Mergel im Vergleiche mit demselben Mittelwerthe der Gesteine von Kokenhusen richtig beurtheilen zu können, müssen wir noch Folgendes berücksichtigen. Wir finden nämlich einen, wenn auch unbedeutenden, dennoch immer wahrnehmbaren Unterschied in der Zusammensetzung des dolomitischen Antheils der Mergelgruppe von Kokenhusen (das Schichtensystem 29—36) und der eigentlichen Dolomitgruppe derselben Gegend (das Schichtensystem 1—28). Der dolomitische Antheil der Mergelgruppe zeigt nämlich im Durchschnitt einen etwas grösseren Gehalt an kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Eisenoxydul, dagegen einen geringern Gehalt an kohlensaurer Magnesia, als derselbe

Antheil der Dolomitgruppe; andererseits ist der normaldolomitische Antheil in der Dolomitgruppe etwas grösser als in der Mergelgruppe.

Bei der Berechnung des Mittelwerthes für den dolomitischen Antheil der unteren Dolomit-Abtheilung, hielten wir die beiden Gruppen nicht getrennt von einander; trennen wir sie jetzt dagegen, und berechnen für jede den dolomitischen Antheil auf 100 Theile, so wird sogleich der oben angedeutete Unterschied klar hervortreten.

	Mittelwerth für 100 Th. des dolomit. Antheils der Dolomitgruppe von Kokenhusen.	Mittelwerth für 100 Theile des dolomitischen Antheils der Mergelgruppe von Kokenhusen.
Kohlensaurer Kalk . . .	56,55	57,26
Kohlensaure Magnesia	42,97	41,88
Kohlens. Eisenoxydul .	0,48	0,86
	Verhältniss zwischen der Kohlensäure des kohlensäuren Kalkes und der Kohlensäure der kohlensäuren Magnesia + Eisenoxydul.	
	1 : 0,912	1 : 0,884
	Mineralogische Constitution.	
Normaldolomit . . .	95,02	93,36
Kohlensaurer Kalk . .	4,98	6,64

Vergleichen wir jetzt den Mittelwerth des dolomitischen Antheils der Mergelgruppe von Kokenhusen mit dem Mittelwerthe desselben Antheils der tiefer liegenden Mergel 37 bis 42 in der Nähe der Ewst-Mündung, so werden wir durch die Uebereinstimmung dieser Werthe überrascht; nur eine unwesentliche Differenz im Verhältnisse der Magnesia und des Eisenoxyduls ist Alles, was wir als Unterschied finden. Somit ist aber auch nachgewiesen, dass die Mergelgruppe von Kokenhusen, sowie die in der Nähe der Ewst-Mündung befindliche, ihrem dolomitischen Antheile nach dieselbe Relation zur Dolomitgruppe zeigen.

Betrachten wir jetzt weiter den Abhang, dessen unteren Theil die eben besprochenen Mergel bilden. An der Stelle,

wo die oberste Mergelschicht in's Wasser einschiesst, bildet der Fels einen Vorsprung¹⁾, der von der Wasserseite nicht umgangen werden kann. Ersteigt man aber den Abhang und lässt sich von der anderen Seite des Felsvorsprunges herunter, so findet man auf dieser den Mergeln entgegengesetzten Seite den Dolomit 23, ausgezeichnet durch *Orthis striatula*, als tiefste Schicht. Von hier an können wir dem Abhange entlang die sämtlichen Schichten bis zur Grenzschrift (Nr. 1. Tab. 2) der oberen und unteren Dolomit-Abtheilung, oder dem grünlichgrauen, körnig-krystallinischen Dolomite verfolgen und auf's Bequemste untersuchen. Ist man bis zur Grenzschrift der beiden Abtheilungen gekommen, so wird man beim Weitergehen wieder durch einen Felsvorsprung, der von den Schichten Nr. 1 und 2 gebildet wird, aufgehalten; erklimmt man denselben, so befindet man sich schon in der Region der oberen Dolomit-Abtheilung. Es ist zu bedauern, dass der untere Theil derselben sich auch hier der Beobachtung entzieht, indem das, was von Schutt und Vegetation unbedeckt blieb, vom Wasser zerstört wurde; nur Rudimente von den festeren, der Zerstörung mehr trotzen den Schichten sieht man vom Abhange zum Wasser sich hinziehen. Etwas weiter hin, von oberflächlichem Schutt bedeckt, findet man den Schichtencomplex 10 (s. Tab. 1), auf welchen endlich die sämtlichen krystallinischen Dolomite der oberen Abtheilung folgen, die nicht mehr in einer geneigten, sondern in einer horizontalen Lage sich bis zur Ewst-Mündung erstrecken. Will man dieselben bequem untersuchen, so muss man von der alten Ewst-Schanze sich zum Ufer

1) Von diesem Felsvorsprunge an und weiter flussaufwärts werden durch die geneigte Lage der Schichten für die Schifffahrt gefährliche Stromschnellen erzeugt.

herunterlassen und von dort aus dieselben verfolgen; man wird Stellen finden, wo der steile Abhang zum Behufe der Untersuchung einzelner Schichten mehr oder weniger leicht zu ersteigen ist.

Die untere Dolomit-Abtheilung ist oberhalb und unterhalb des Plawing-Krugs mächtiger als bei Kokenhusen entwickelt. Indem sie hier nur eine Mächtigkeit von 75 Fuss¹⁾ erreicht, misst sie am Plawing-Krug 107 Fuss. Die Gesamtmächtigkeit der unteren Dolomit-Abtheilung für die beiden Orte vertheilt sich zwischen den drei früher angegebenen Unterabtheilungen folgendermassen :

K o k e n h u s e n .	P l a w i n g - K r u g .	Das Verhältniss der Mächtigkeit der entsprechenden Unterabtheilungen beider Orte.
Versteinerungsarme Abtheilung von Nr. 1 bis 16 . . . 32' 3" 49' 5"	1 : 1,532.
Versteinerungsreiche Abtheilung von Nr. 16 ²⁾ bis 29 . . . 28' 34' 9"	1 : 1,241.
Mergelgruppe von Nr. 29 bis zum oberen erbsensteinartigen Sandstein . . . 14' 6"	von Nr. 29 bis 42 . . . 26' 6"	1 : 1,552.
74' 9"	106' 8"	

Somit ist die untere Dolomit-Abtheilung in der Umgebung des Plawing-Krugs 1,426 mal mächtiger als bei Kokenhusen entwickelt.

Es wurde schon früher erwähnt, dass an der Düna die Auflagerung der Dolomitetage auf den Old-red nur bei Kokenhusen, sowie eine Werst unterhalb der Ewst-Mündung zu beobachten ist. Die tiefste Schicht der Dolomitetage, die wir am letztgenannten Orte beobachteten, war ein im Spiegel der Düna liegender bläulicher Dolomit-Sandstein. Da die Schichten

1) Dabei sind die von Pacht angegebenen sandigen Gesteine bis zum erbsensteinartigen Sandstein mitgerechnet worden.

2) Zufolge einer früheren Bemerkung lasse ich hier die versteinerungsreiche Gruppe, mag es auch nicht ganz consequent erscheinen, mit der Schicht 16 beginnen.

hier unter 13° geneigt sind, so ragt meistentheils das eine Ende derselben in's Wasser, das andere in die Luft und man könnte folglich erwarten seitwärts von der Schicht 42 noch tiefere zu finden; leider aber sind, wie der in die Höhe steigende Theil der letzterwähnten Schicht, so auch die unter demselben liegenden Schichten verschüttet. Eine rothe und blaue oder grüne Lehm- oder Thonmasse bedeckt hier den Abhang, an dessen Fusse man aber in partieller Entblössung rothen und hellgrünen sandigen Thon, gleich dem in Kokenhusen, anstehen sieht. Derselbe liegt nicht unmittelbar unter der Schicht 42, sondern ganz in deren Nähe, und es ist zu vermuthen, dass zwischen beiden, den Verhältnissen bei Kokenhusen entsprechend, der obere erbsensteinartige Sandstein lagert.

Fasst man Alles, was von den Lagerungsverhältnissen der Dolomitetage in der Umgebung des Plawing-Kruges von mir mitgetheilt wurde, zusammen, so wird man leicht einsehen, dass dieselbe hier bei ihrem antiklinen Schichtenbaue einen ansehnlichen Sattel bildet. Die beiden Flügel desselben haben ein verschiedenes Fallen, indem der eine nach SW einfallende unter 8° , der andere nach NO einfallende unter 13° geneigt ist. Der flachere Flügel ist gefaltet, der steilere dagegen geht allmählig in die horizontale Lage über, wie das Alles aus der früheren Beschreibung zu ersehen ist. Der eine Werst breite Raum zwischen den beiden der Dolomitetage angehörigen Flügeln ist von Schichten des Old-red ausgefüllt, von welchen leider aber nicht viel zu sehen ist, da sie theilweise verstürzt, theilweise von Vegetation, sowie Sand und Lehmassen verdeckt sind.

Der hier beschriebene Sattel muss vor Zeiten eine beträchtliche Höhe gehabt haben, wovon man eine Vorstellung gewinnt, wenn man die jetzt getrennten Flügel bogenförmig

mit einander verbunden denkt. Darnach wird man die Grösse der Kräfte bemessen können, welche den grössern Theil des Sattels abgetragen haben; denn die in die Höhe ragenden Schichtenköpfe erheben sich gegenwärtig nicht einmal 40' über dem Wasserspiegel; vor Zeiten muss aber die höchste Stelle des Sattels wenigstens 200', vermuthlich noch viel höher, über demselben gelegen haben.

Die interessanten Lagerungsverhältnisse in der Umgebung des Plawing-Kruges wurden von neuern Forschern vollkommen übersehen. In der „Geology of Russia in Europe etc.“, von Murchison, Verneuil und Grafen Keyserling S. 51 finden wir dagegen folgende Bemerkung: „Ein Beispiel von einer bedeutenderen Biegung bietet uns das rechte Düna-Ufer, nahe an der Mündung des Ewst-Flusses, wo der untere Schiefer oder Thon die kalkigen Platten und Mergel unter einem Winkel von 30° gegen NO und von 17° gegen SW einfallen lässt“. Den berühmten Gelehrten ist somit die interessante Stelle auf der flüchtigen Reise nicht entgangen. Die gar zu grossen Winkelangaben können nur vom Augenmass herühren.

Bevor ich zur kritischen Uebersicht des von Pacht für die untere Dolomit-Abtheilung gegebenen Profils übergehe, will ich hier die wenigen Mineralien, die in dieser Abtheilung vorkommen, anführen. Der Kalkspath kommt hauptsächlich in kleinern Adern und Drusen in der Grenzschicht (Nr. 1), dann im Dolomit 12 und, wenig bemerkbar, im unteren Theil der Schicht 36 vor. Im Ganzen ist sein Auftreten von sehr untergeordneter Art und erreicht nicht im Entferntesten jene kolossale Entwicklung, die wir in der oberen Abtheilung beobachteten.

Der Schwefelkies wird hauptsächlich in der Fucoiden-

schicht 25, in Form von Knollen, angetroffen¹⁾, und geht oft in Brauneisenstein über. Durch seine Oxydation entsteht Schwefelsäure, die mit der Magnesia des Dolomits Bittersalz bildet, das die Gesteine als Efflorescenz überzieht. Man beobachtet diese Efflorescenzen ganz besonders deutlich im Perse-
thal, am Abhange an der linken Seite des Wasserfalls. Aber auch unterhalb des Plawing-Kruges findet man im unteren Fucoiden führenden Theil des Dolomits 12 Efflorescenzen von Bittersalz; dabei erscheint das Gestein stark zersetzt und zerfällt zuletzt in Dolomitsand.

Endlich erwähne ich hier noch ein Mineral, nämlich Malachit, der meistentheils fein eingesprengt, und selten in erbsengrossen Aggregaten von strahliger Textur, von Pacht am Fusse des Awoting-Kaln, gegenüber Stabben, im mergeligen Dolomit an der unteren Grenze der Mergel entdeckt wurde. Da ich früher einmal das Muttergestein dieses Malachits einer Analyse unterwarf, so theile ich hier das Resultat derselben mit.

Wasserfreie Substanz.

Kohlensaurer Kalk	50,31
Kohlensaure Magnesia	36,88
Kohlensaures Eisenoxydul	1,35
Thon und Sand	10,81
	99,35.

100 Theile lufttrockener Substanz enthalten 1,75% Wasser.

100 Theile des dolomitischen Antheils enthalten:

Kohlensauren Kalk	56,82
Kohlensaure Magnesia	41,64
Kohlensaures Eisenoxydul	1,54
	100,00.

Die CO₂ des Kalkes verhält sich zur CO₂ der beiden

1) Pacht giebt an, dass in der Grenzschicht zuweilen Spuren von Schwefelsäure sich finden, und meint, dass dieselbe wahrscheinlich von ganz kleinen Körnchen oder Krystallen von Gyps herrührt. Ich habe später in der Grenzschicht, und zwar in Glauenhof, ganz kleine eingesprengte Eisenkieskrystalle gefunden; ihre Gegenwart hat auch die Reaction auf Schwefelsäure hervorgerufen.

andern isomorphen Bestandtheile wie 1 : 0,896. Der Ueberschuss an CaO CO₂ in 100 Theilen des dolomitischen Antheils, um einen Normaldolomit zu bilden, ist gleich 5,93 %.

Wir sehen somit, dass dieser mergelige Dolomit im Vergleiche mit den übrigen Gesteinen der unteren Dolomit-Abtheilung nichts Besonderes darbietet.

Kritische Uebersicht des von Pacht gegebenen Profils der unteren Dolomit-Abtheilung.

Gleich wie für die obere Dolomit-Abtheilung, so will ich auch für die untere einen Vergleich zwischen Pacht's und meinen Profilaufnahmen anstellen.

Hier folgen die von Pacht mitgetheilten Profile (Archiv p. 272—276, besond. Abdr. p. 26—30):

Kokenhusen und Bilsteinshof.

- | | |
|--|--------------------------------|
| a) Grünlichgrauer, krystallinisch-körniger Dolomit, die Grenzschrift | 4' |
| b) Dichter hellgrauer Kalkstein, stellenweise löcherig | 3—4' |
| c) Hellgelblich grauer Kalkstein, sehr reich an <i>Terebratula reticularis</i> , besonders im oberen Theil | (die Mächtigkeit nicht angeg.) |
| d) Röthlicher und grauer Kalk von dunklerer Farbe | 1' |
| e) Hellgraue dünnschiefrige Kalkplatten | 1' |
| f) Dolomit, grau mit röthlichen Flecken; Spuren von <i>Terebratula reticularis</i> | 6" 1) |
| g) Dichter grauer Kalk, hellröthlich gefleckt | 1' |
| h) Hellgelblich grauer Kalkstein, dicht, von gleichmäßigem Korn; flachmuschliger Bruch | 1 1/2' |
| i) Hellfarbige, dünnschiefrige Kalkplatten | 1 1/2' |
| j) Dolomit, roth oder dunkelgrau gefleckt, voll grösserer und kleinerer unregelmässiger Löcher, in denen | |

1) In der Inauguralschrift stehen 6", im Archiv 6'; das Letztere ist ein Druckfehler, da die Summe 30' angeibt.

Kalkspathkrystalle nicht selten sind. Das Gestein ist ungewöhnlich fest. Abdrücke von <i>Orthis striatula</i> zeigen sich nach unten zu häufiger	4'
Unbekannt, von Trümmern bedeckt	6'
Grauer dichter Kalkstein, mit wenigen kleinen Löchern, die vielleicht von zerstörten Muscheln herrühren, in Schichten von 6 Zoll bis 1 Fuss Mächtigkeit	6'
	Summa 30'.

Nachdem Pacht eine Analyse von der Grenzschicht und eine von dem Dolomit mit *Orthis striatula* mitgetheilt hat, setzt er in Bezug auf die angeführten Schichten Folgendes hinzu: „Es bleiben nur noch einige Worte über das Vorkommen dieser Schichten hinzuzufügen. Am Schlossberge von Kokenhusen kann man sie nicht in zusammenhängender Reihe beobachten, weil sie da theils von Rasen überwachsen, theils von Trümmern bedeckt sind. Deutlicher sichtbar sind sie schon am Bilsteinshof'schen Abhang, namentlich in dem sogenannten Johannisbruch. In voller Entwicklung erscheinen sie zwischen beiden Mühlen bei Grütershof. Der obere Theil ist wegen der Steilheit des Ufers fast ganz unzugänglich; dagegen fand ich die unteren Schichten, die sich bei Kokenhusen und Bilsteinshof ganz der Beobachtung entziehen, wie folgt:

- j) Rother, sehr fester Dolomit, voll Löcher, die oft Kalkspathkrystalle enthalten. Die mittlere Schicht ist weniger zerfressen, mehr grau und roth gefleckt, enthält undeutliche Exemplare von *Orthis striatula* 4'
- k) Dichter grauer Kalkstein 2'
- l) Dünne graue Kalkplatten, nach unten zu in gelblichen Mergel übergehend, der, von Wasser erweicht, schlüpfrig wird 3''
- m) Rother und blauer Mergel 3''
- n) Hellgrauer Kalk in dünnen Platten, unten mergelig 6''

- o) Gelblichweisser Kalk 2''
 p) Grünlichgrauer Mergel 2''
 q) Hellgrauer dichter Kalk mit *Ganoiden*-Schuppen 2''

Nach der Bemerkung, dass diese Schichtengruppe noch in einer Schlucht bei dem Gesinde Lasde, in der Nähe des Awoting-Kaln, besonders deutlich zu sehen ist, geht er unmittelbar zum Profil der versteinerungsreichen Dolomitgruppe über, wie folgt :

Profil¹⁾ der unteren, versteinerungsreicheren Schichten bei Grütershof, Kokenhusen, Bilsteinshof, Glauenhof etc.

- XXIII. Grauer Dolomit, voll Löcher, die meist von zerstörten Mollusken herrühren; man erkennt *Orthis striatula*, *Spirifer labellum*, *Turritella?*, *Euomphalus Voronejensis* 2'
- XXIV. Hellgrauer Dolomit mit gelblichen Flecken; dicht, ohne Löcher und Höhlen. Reich an *Pecten Ingriae*, *Sp. strigoplocus?*, *Sp. labellum*, *Turritella?*, zwei Arten *Murchisonia*, Stielgliedern von *Crinoiden* 3'
- XXV. Hellgraue, dünnstiefrige Kalkplatten, deren Schichtungsflächen dicht von *Fucoiden*-Abdrücken bedeckt sind 2'
- XXVI. Dichter grauer Kalk, in zwei mächtigen Bänken, mit *Spirifer labellum* und *Sp. strigoplocus* 2 1/2'
- XXVII. { a) Grauer Kalk mit *Fucoiden*, *Sp. strigoplocus*, *Fischresten* und *Murchisonien* 1/2'
 b) Hellgrauer, rothgefleckter Kalk, meist in wenigen mächtigen Bänken, seltener in dünne Platten gespalten. Scheint keine Petrefacten zu enthalten; dagegen mergelige Concretionen 3—4'

1) Da dies Profil mit dem meinigen vollkommen übereinstimmt, so habe ich zum leichteren Vergleich die gleichen Schichten mit römischen Zahlen, die den gewöhnlichen Zahlen in der Tabelle 2 entsprechen, bezeichnet.

- XXVIII. Rother, sehr fester, körnig-krystallinischer Dolomit, voll Löcher; enthält *Turritella?*, Abdrücke von *Euomphalus*, selten *Fischreste* 2'
- XXIX. Dichter, hellgrauer Kalk, nach unten zu mergelig; mit dunkelrothen Streifen an der Grenze; meist zwei Schichten. 3'
- XXX. Zäher, gelblichweisser Thon oder Mergel; oben eine dünne, rothe Lage 6''
- XXXI. Bunter Mergel (grün und roth) 2''
- XXXII. Grauer Kalk mit rothen Grenzlagen 3''
- XXXIII. Bunter Mergel, röthlich mit grünen Flecken 1'
- XXXIV. Graue Kalkplatte, mit einer rothen Lage an der oberen Grenze 2''
- XXXV. Hellgrünlichgrauer und röthlicher Mergel, regelmässig geschichtet; die Mitte besonders weich und zäh. Sehr reich an *Fischresten*, *Posidonomya rugosa* und *Lingula bicarinata* Kutorga 2 1/2'
- XXXVI. Röthlich-grauer, sandiger Kalkstein 1 1/2'

Die tiefer liegenden und von Pacht angegebenen Schichten habe ich bereits früher angeführt und näher besprochen.

Die oberen für Bilsteinshof und Kokenhusen von Pacht angegebenen Schichten sind unvollzählig und die Massangaben daher falsch. Berechnen wir nämlich die Mächtigkeit des Schichtencomplexes von Nr. 1 bis zum Dolomit mit *Orthis striatula* (12 und j), so bekommen wir nach Pacht's Messungen 17 1/2 bis 18 1/2', nach meinen dagegen 28' 9'', also 10 Fuss mehr. Diese grosse Differenz ist leicht zu erklären. Pacht stellte seine Untersuchungen am Schlossberge von Kokenhusen und an dem gegenüberliegenden Abhange, dem sogenannten Johannisbruche, an; an beiden Stellen ist es aber unmöglich ein vollständiges Profil aufzunehmen, da Vegetation und Trümmer hier die Schichten nur theilweise zu Tage treten lassen. Man ist unwillkürlich

genöthigt approximative Schätzungen zu machen, wobei die Massangaben mehr oder weniger falsch ausfallen müssen.

Die Stelle unter der Plattform, wo ich die fünf obersten Schichten vollständig entblösst fand, hat Pacht jedenfalls nicht untersucht, sonst wäre die Beschreibung der letztern gewiss anders ausgefallen. Andererseits konnte Pacht unmöglich die Schichten 5 bis 12 (s. Tab. 2) in vollkommen unverdeckter Reihenfolge beobachten, da sie erst vor ein paar Jahren in einem Steinbruche blossgelegt wurden, und musste sich daher mit den äusserst mangelhaften Entblössungen am Johannisbruche begnügen, was die Ungenauigkeit in der Beschreibung des Profils vollkommen entschuldigt. Die Schichten, die zwischen der versteinungsreichen Dolomitgruppe und dem Dolomite mit *Orthis striatula* (Nr. 12, Tab. 2) liegen, hat Pacht bei Bilsteinshof und Kokenhusen nicht finden können, und nur einen kleineren Theil von ihnen entdeckte er bei Grütershof zwischen den beiden Mühlen. Wir haben dagegen gesehen, dass diese Schichten im Persethale einerseits oberhalb, andererseits an der linken Seite des Wasserfalls vollkommen entblösst sind. Das was uns Pacht von diesen Schichten aus der Gegend von Grütershof giebt, vertheilt sich zwischen meinen Schichten 12, 13, 14, 15 und zum Theil auch 16. Dass die Schicht 12 der Schicht j von Pacht entspricht, bedarf keines Beweises. Die Schicht k, gleich meiner Schicht 13, ist von Pacht als 2' mächtig angegeben worden; meine eigene Messung ergab an derselben Stelle dagegen nur 1' 3", im Persethale 1'. Die dünnen Schichten l, m, n, o, p, q reducire ich auf meine Schichten 14, 15 und theilweise 16. Da es bunte dolomitische Mergel sind, die nach unten zu in mergelige Dolomite übergehen, so finden sich die einzelnen Lagen derselben oft verschiedenartig gefärbt und bald von

einander durch eine feine Schichtungsstufe getrennt, bald eng verwachsen. Daher bleibt es so ziemlich der Willkür eines Jeden überlassen bei der Beschreibung diese untergeordneten Lagen in eine grössere oder geringere Anzahl von Schichten zu zerlegen. Ferner, wie in verticaler, so findet auch in horizontaler Erstreckung für grössere Entfernungen ein Wechsel in der Färbung und in der Dicke einzelner Mergellagen statt, wie man dieses, obgleich in geringem Grade, beim Vergleiche der Mergellagen von Kokenhusen und Grütershof beobachten kann. Dieser Wechsel ist aber auch der Hauptgrund der im Ganzen unwesentlichen Differenz in Pacht's Angaben und den meinigen.

Die Schichten 17 bis 22 (Tabelle 2), deren Gesamtmächtigkeit 11' 3" beträgt, hat Pacht gar nicht gekannt, weil er, aller Wahrscheinlichkeit nach, den mittleren Theil des Abhanges an der linken Seite des Wasserfalls nicht untersucht hat. Alle die in der Tabelle 2 nach 22 folgenden Schichten hat auch Pacht angeführt und differiren seine Angaben von den meinigen so gut wie gar nicht. Es wird nur Folgendes hervorzuheben sein: Meine Schicht 27 zerfällt nach Pacht in zwei Schichten (XXVII a und b); da ich aber in beiden *Fucoiden* fand, obgleich im unteren Theil viel seltener als im oberen, so müssen sie vereinigt werden. Die Schicht XXX ist fehlerhaft charakterisirt, indem Pacht sich durch das Ansehen verleiten liess das Gestein für einen gelblichweissen Thon oder Mergel zu halten; es ist ein mergeliger Dolomit, wie es die Analyse 81 zeigt. Die dünnen Schichten XXXI und XXXII sind auch nicht naturgetreu beschrieben, wenn man die Charakteristik derselben in der Tabelle 2 für die richtige halten will.

Die obere Dolomit-Thon- und Sandsteinetage.

Die erste Mittheilung über diese Etage finden wir in der „Geologie von Liv- und Kurland“ (p. 52, Archiv p. 529) von dem Herrn Professor Grewingk. Die oberen Dolomit-Thone und Sandsteine überlagern die Dolomitetage und zeigen, wie es schon der Name andeutet, ihrer Natur nach einen von den Gesteinen der Dolomitetage bedeutend abweichenden Charakter. Da aber der petrographische Unterschied nicht hinreichend ist, um einen Schichtencomplex als Etage festzustellen, indem eine solche Feststellung erst durch den Charakter der eingeschlossenen Versteinerungen begründet werden kann, so fehlen uns leider noch in letzterer Beziehung die nöthigen Beweisgründe. Zwar finden wir in den oberen Sandsteinen Fischreste, doch können wir dieselben ihrer mangelhaften Erhaltung und seltenen Vorkommens wegen nicht verwerthen. Andererseits ist die ichthyologische Fauna der devonischen Formation der Ostseeprovinzen noch nicht hinreichend bearbeitet, um als Eintheilungsgrund zu dienen, und erwarten wir mit Ungeduld die von unserm berühmten Paläontologen Pander versprochene Beschreibung der bei uns vorkommenden Fisch-Arten, welche sich an seine schon erschienene Darstellung ihrer Genera schliessen soll. Bis dahin aber wollen wir, uns an den petrographischen Charakter haltend, den Complex der oberen Dolomit-Thone und Sandsteine als eine selbstständige Etage betrachten.

In ihrer vollsten Entwicklung und der Beobachtung mehr zugänglich erscheint diese Etage bei Lennewaden am Abhange unter dem Gutsgebäude, wo sie eine Mächtigkeit von ungefähr 50 Fuss erreicht. Was wir über dieselbe hier mittheilen können ist, wegen mangelhafter Entblössung der

Schichten, nur sehr unzureichend. Weil diese Etage vorherrschend aus rothem und blauem Dolomit-Thon besteht, so wird derselbe vom Wasser leicht ausgewaschen und bedeckt als eine dicke Lehmmasse die Abhänge, die gewöhnlich den grössern Theil der Schichten der Beobachtung entzieht. Ungeachtet dieser misslichen Verhältnisse will ich doch versuchen, so gut es eben geht, hier ein Profil zu geben, wobei ich die Schichten von oben nach unten folgen lasse.

- | | |
|---|-----|
| a) Die Schichten des oberen Theils des Abhanges sind auf 10—12' von einer blauen und rothen Lehmmasse verdeckt; nach der letzteren zu urtheilen, scheinen sie nur aus Dolomit-Thon zu bestehen. | |
| b) Hellgrauer Dolomitmergel. | 3' |
| c) Blauer und rother Dolomit-Thon. | ? |
| d) Weisser und rother glimmerhaltiger Sandstein. | 5' |
| e) Blauer und rother Dolomit-Thon. | 10' |
| f) Grünweisser Kalk-Sandstein, stark glimmerhaltig, nach unten zu sehr fest. | 2' |
| g) Blauer und rother Dolomit-Thon. Die Mächtigkeit konnte nur annähernd bestimmt werden. | 10' |
| h) Hellgrauer Dolomitmergel. | 2' |
| i) Blauer und rother Dolomit-Thon. | 3' |

Obere Lage der Dolomitetage: röthlichgrauer, krystallinischer und löcheriger Dolomit.; erhebt sich in dünnen Bänken ein paar Fuss über den Spiegel der Düna.

Der Dolomitmergel h, der Dolomit-Thon i und die Dolomit-Bänke sind gebogen und gewunden, wobei es oft vorkommt, dass der Dolomit-Thon i stellenweise in seiner Entwicklung gehemmt wird und der Dolomitmergel h auf den Dolomit zu liegen kommt. Um die Natur der Gesteine dieser Etage näher kennen zu lernen, wurden vier Proben und zwar aus b, d, e und f analysirt. Die Ausführung der Analysen von b,

e und f habe ich der Gefälligkeit des Herrn Stud. chem. Dumpff zu verdanken.

Zusammensetzung des Dolomitmergels b.

Lufttrocken.	Wasserfrei.	100 Th. des dolomitischen Anth. enthalten:	Verhältniss der \ddot{c} des $\text{Ca}\ddot{c}$ zur \ddot{c} der $\text{Mg}\ddot{c}$.
Wasser 1,71			
Kohlens. Kalk . . . 42,94	43,69	56,17	1 : 0,929.
Kohlens. Magnesia 33,50	34,08	43,83	
Thon und Sand . . . 21,85	22,23	oder:	
100,00	100,00	Normaldolomit	96,02
		Kohlens. Kalk	3,98

Aus der Analyse ist ersichtlich, dass dieser dolomitische Mergel in der Zusammensetzung des dolomitischen Antheils im Allgemeinen nicht von den gleichen Gesteinen der Dolomitetage abweicht; anders verhält es sich mit den folgenden Gesteinen.

Weisser glimmerhaltiger Sandstein d.

Lufttrocken.	Wasserfrei.
Wasser 0,53	
Kohlensaurer Kalk 11,52	11,53
Kohlensaure Magnesia Spur.	Spur.
Quarz u: Glimmer nebst etwas Thon 88,00	88,47
100,00	100,00

Grünweisser Kalksandstein, stark glimmerhaltig. Aus dem unteren, sehr festen Theil der Schicht f.

Lufttrocken.

Wasser	Spuren
Kohlensaurer Kalk	32,20
Kohlensaure Magnesia	1,58
Quarz und Glimmer	66,23
	100,01.

Rother Dolomit-Thon e.

Lufttrocken.	Wasserfrei.	100 Th. des dolomitischen Anth. enthalten:	Verhältniss der \ddot{c} des $\text{Ca}\ddot{c}$ zur \ddot{c} der $\text{Mg}\ddot{c}$.
Wasser 7,39			
Kohlensaurer Kalk . . . 5,53	5,97	44,10	1 : 1,509.
Kohlens. Magnesia . . . 7,01	7,57	55,90	
Thon, Eisenox., Quarz 79,81	86,20	oder:	
99,74	99,74	Normaldolomit	81,14
		Magnesit . . .	18,86.

Aus den angeführten Analysen ersieht man, welcher grossem Wechsel der aus kohlen-sauren Salzen bestehende Antheil der Gesteine der oberen Dolomit-Thon und Sandstein-etage unterworfen ist. Der Dolomitmergel zeigt uns ein Verhältniss der Carbonate das von dem im Normaldolomit wenig abweicht; der Sandstein enthält dagegen entweder gar keine oder geringe Mengen von kohlen-saurer Magnesia. Endlich weist uns der Dolomit-Thon ein Verhältniss der Carbonate auf, welchem wir bis jetzt noch nirgends begegnet waren; wir fanden immer einen Ueberschuss an Kalk, hier sehen wir zum ersten Mal einen Ueberschuss und zwar einen sehr bedeutenden an kohlen-saurer Magnesia¹⁾).

Die Verbreitung der oberen Dolomit-Thon und Sandstein-etage ist an der Düna ziemlich beschränkt. Sie tritt, wenn man flussabwärts geht, zuerst am linken Ufer der Düna, gegenüber der vormaligen Poststation Gross-Jungfernhof in einem 25' hohen Profil auf, und zieht sich von hier an beiden Flussufern nach Keggum hin, was eine Strecke von 16 Werst ausmacht. Im Sommer des vergangenen Jahres entdeckte ich die Gegenwart dieser Etage auch bei Brambergshof, von wo aus sie sich nach Bersemünde hinzieht. Sie beginnt am linken Ufer der Düna etwas unterhalb Lasde-Krug, und erreicht bei Brambergshof dieselbe Mächtigkeit wie bei Lenne-

1) Ein bedeutender Ueberschuss an MgO im Verhältniss zu CaO ist ebenfalls in den sogenannten bunten Mergeln des Keupers von Stuttgart und Tübingen nachgewiesen worden. Vgl. Albertis Halurgische Geologie Bd. 2. p. 115. — Herr Prof. Al. Petzholdt theilt in seinem zweiten Beitrage zur Naturgeschichte der Torfmoore zwei Analysen vom Untergrunde (der Hauptmasse nach ein äusserst feiner, vollkommen weisser, mit Thon und Glimmerblättchen gemengter Sand) des Torflagers von Rathshof bei Dorpat mit, nach welchen es sich herausstellte, dass in dem besagten Untergrunde der Gehalt an MgO ebenfalls den an CaO überwiegt. Vgl. Archiv für die Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands, erster Serie. Bd. III. p. 92. Besonderer Abdruck p. 20.

waden. Ihre westliche Grenze habe ich nicht aufgesucht, da verschiedene Umstände mich zwangen meine Untersuchungen abubrechen. Weit über Bersemünde hinaus nach Westen wird sie sich nicht erstrecken, da auf der geognostischen Karte der drei Ostsee-Provinzen von Herrn Prof. Grewingk auf der westlichen Hälfte der Insel Dahlen die obere gypsführende Abtheilung der Dolomitetage angegeben ist.

Das Auftreten der obersten Schichten der Dolomitetage am linken sowie am rechten Ufer der Düna bei der Station Jungfernhof, ihr allmähliges Sinken nach Lennewaden zu, ihr späteres Verschwinden und abermaliges Auftreten erst bei Keggum lassen uns schliessen, dass die dieselben überlagernde Dolomit-Thon und Sandsteinetage zwischen den genannten Localitäten in einer äusserst flachen Mulde des Dolomitsystems abgelagert worden ist. Dieselben Lagerungsverhältnisse treffen wir auch bei Brambergshof an. Wir sehen den Dolomit unterhalb Lasde-Krug am linken Ufer sich mehr und mehr dem Wasserspiegel nähern und endlich unter demselben verschwinden, statt seiner treten aber um so mächtiger die Dolomit-Thonlagen auf. Der noch unbekante westliche Flügel der Mulde wird wahrscheinlich mehr oder weniger dieselben Verhältnisse zeigen.

Wie ich eben von dem Herrn Stud. chem. Lindwart vernehme, wird gegenwärtig in Bersemünde eine grosse Ziegelfabrik angelegt; es ist zu erwarten, dass bei Herausfördern des Thons die in Rede stehende Etage mehr aufgedeckt und somit dem Geognosten nächstens Gelegenheit geboten wird mit derselben näher bekannt zu werden.

Ueber die Vertheilung der beiden Dolomit-Abtheilungen an der Düna ¹⁾.

(S. die beigelegte geognostische Karte.)

Bei der Beschreibung der beiden Abtheilungen der Dolomitetage wurden bereits mehrere Punkte ihres Vorkommens an der Düna angeführt. Hier soll das Fehlende ergänzt und in ein Gesamtbild zusammengefasst werden, zu welchem Zwecke wir die einzelnen Bildungen von der Ewst-Mündung an flussabwärts verfolgen wollen. Von der genannten Mündung an bis zum Plawing-Krüge wurde schon früher die Beschaffenheit des rechten Ufers der Düna speciell beschrieben, das linke zu Stabliten gehörige dagegen noch nicht. Dasselbe ist bis in die Gegend des Plawing-Krugs niedrig und zeigt kein anstehendes Gestein. Gegenüber dem genannten Krüge aber tritt die untere Dolomit-Abtheilung auf. Die Schichten derselben sind hier einfach gebogen und fallen an ihren Enden unter einem Winkel von $6-8^{\circ}$ nach NO und SW.

Weiterhin sind die Ufer an beiden Seiten der Düna von Dammerde und Vegetation verdeckt und erst etwas oberhalb Gersike ($1\frac{1}{2}$ Werst oberhalb Stockmannshof) treten deutlich die Schichten der oberen Abtheilung hervor. Daher kommt es auch, dass ein Theil der Strecke zwischen Plawing-Krug und Gersike auf der geognostischen Karte nicht näher bezeichnet wurde; es ist zu vermuthen, dass hier die unteren Schichten der oberen Abtheilung anstehen und wegen ihres mürben Materials wie gewöhnlich verdeckt sind. Von Gersike bis zum Kraukle-Krüge trifft man an beiden Ufern nur die

1) Der Verbreitungsbezirk der oberen Dolomit-Thon- und Sandsteinetage, sowie des Old-red an der Düna wurde schon bei der Beschreibung dieser Bildungen vollständig mitgetheilt.

obere Abtheilung an. Vom Kraukle-Krüge bis eine Werst oberhalb Segle-Krug herrscht die obere Abtheilung vor, die untere dagegen erhebt sich nicht hoch über den Wasserspiegel. Wegen der häufigen Schichtenkrümmungen erscheint die letztere in verschiedener Höhe, wobei es nicht selten geschieht, dass sie plötzlich unter dem Wasserspiegel verschwindet, um weiterhin von neuem zum Vorschein zu kommen. Eine Werst oberhalb Segle-Krug ¹⁾ ist die obere Abtheilung schon verschwunden. Von hier ist das Ufer auf eine kurze Strecke flach, dann folgt bald das hohe Ufer von Stabben ²⁾ und der demselben gegenüberliegende Awoting-Kaln, einer der höchsten Punkte an der Düna. Die ansehnliche Höhe desselben ist hauptsächlich durch Diluvial-Massen, die vorherrschend aus Sand bestehen, bedingt worden. Von den zuletzt genannten Orten bis hinter Glauenhof ist an beiden Seiten der Düna die untere Abtheilung entwickelt, aber auch Schichten der oberen Abtheilung werden auf dieser Strecke angetroffen. Bei Grütershof nämlich erhebt sich über dem ersten Uferabsatze wenig landeinwärts ein zweiter, an dessen oberstem Rande zwischen zwei Mühlen der braungraue löcherige Dolomit 4 (Tab. 1) gefunden wird. Die Schichten mit *Platyschisma* und *Natica* werden hier vermisst. Bemerkenswerth ist der auch von Pacht hervorgehobene Umstand, dass bei Grütershof die Felder von Gesteinsstücken mit den erwähnten Versteinerungen besät und die meisten Gebäude und Zäune aus denselben erbaut sind.

1) Dieser Krug ist auf keiner einzigen Karte der Düna verzeichnet. Er befindet sich ein paar Werst oberhalb Stabben.

2) Bemerkenswerth ist bei Stabben der sogenannte Stabburags, eine grossartige Kalktuffbildung, die auf eine imposante Weise die hohe Felswand überzieht. Der Tuff hat seine Entstehung einer Quelle zu verdanken, die, aus der Felswand hervorbrechend, dieselbe mit tausenden von Wasserfäden schmückt. Im vergangenen Jahre ist die eine Hälfte des Stabburags zusammengestürzt und macht den Anblick noch malerischer.

Ohne Zweifel müssen die Schichten mit *Platyschisma* und *Natica*, die das Baumaterial und die Geschiebe lieferten, weiter landeinwärts anstehen.

Bei Kokenhusen und Bilsteinshof (auf dem Wege zum Sibles-Krüge) werden nur einige wenige von den tiefsten Schichten der oberen Abtheilung angetroffen. Da dieselben auch Kalksteinstraten beherbergen, so sind sie zum Kalkbrennen in einigen wenigen Steinbrüchen blossgelegt worden. In voller Entwicklung dagegen erscheint die obere Abtheilung erst Glauenhof gegenüber, am linken Ufer der Düna. Die Höhe des letzteren nimmt hier wegen des vereinten Auftretens beider Abtheilungen auffallend zu. Das steile Ufer erhebt sich in zwei Stufen und ist dort, wo es von einer tief eingegrissenen Schlucht durchsetzt wird, am zugänglichsten. Am oberen Rande dieser Schlucht findet man die Schichten mit *Platyschisma*, *Natica* und *Spirifer tenticulum*, im unteren Theile dagegen die ganze versteinungsreiche Gruppe der unteren Abtheilung. Am rechten Ufer, bei Glauenhof selbst, ist nur die untere Abtheilung vorhanden. Unterhalb des letztgenannten Ortes werden einige wenige Werste weiter am linken Ufer ebenfalls nur Schichten der unteren Abtheilung angetroffen. Weiterhin sind die Abhänge von Vegetation verdeckt und erst bei Ascheraden theilweise entblösst. Etwa zwei Werst oberhalb des genannten Gutes findet man einen hohen Abhang, an dessen Fusse die Grenzschicht der beiden Abtheilungen, ein grünlich-grauer, krystallinischkörniger Dolomit einen bedeutenden Vorsprung bildet. Derselbe erhebt sich 6 bis 7' über dem Wasserspiegel und wird von einem plattenförmigen Dolomit, der der Schicht 2 von Kokenhusen entspricht, unterlagert. (In der Grenzschicht fand ich bei Ascheraden schlecht erhaltene Steinkerne einer Schnecke (*Pleurotomaria?*.) Im übr-

gen Theile des Abhanges entziehen sich die Schichten der Beobachtung. Diese der oberen Abtheilung angehörigen Lagen sind aber in einer Schlucht bei Ascheraden, genannt Tschuhschka-Grave (Teufelsschlucht), in einem circa 25' hohen Profile theilweise entblösst. In dem oberen rothgrauen, krystallinischen und löcherigen Dolomit werden *Platyschisma*, *Natica* und *Spirifer tentaculum* angetroffen. Von Ascheraden an bis Gross-Jungfernhof sind die Ufer niedrig und die Schichten bis auf ein paar äusserst mangelhafte Entblössungen ¹⁾ vollkommen verdeckt. An beiden Seiten der Düna, bei der vormaligen Poststation Jungfernhof, sind die obersten Lagen der Dolomiteage entblösst. Am linken Ufer erheben sie sich nur ein paar Fuss über den Wasserspiegel, am rechten Ufer dagegen bis 15' hoch. Das Auftreten sowie die Lagerungsverhältnisse der Dolomit-Thon- und Sandsteinetage zwischen Gross-Jungfernhof und Keggum wurden schon früher erörtert. An dem letztgenannten Orte treten an beiden Ufern, unter rothem und blauem Thon lagernd, die oberen Dolomite in einem 15—20' hohen Profile auf. An der Oger, in der Nähe ihrer Mündung, werden ebenfalls die Dolomite mit *Platyschisma*, *Natica* und *Spirifer tentaculum* entblösst angetroffen. Zwei Werst unterhalb der Oger-Mündung ist am rechten Ufer der Düna ein ausgedehntes über 20' hohes Profil entblösst, das im oberen Theil krystallinische Dolomite mit *Platyschisma*, *Natica*, *Gomphoceras* sp. und *Pleurotomaria* sp., im unteren Theil dagegen dolomitischen Mergel und mergeligen Dolomit aufweist. Dieselben Schichten sind hier auch

1) Nicht weit unterhalb Friedrichstadt hat Herr Prof. Grewingk die Fucoidenschicht (27) mit *Spirifer acuminatus* gefunden. Bei Römershof sind landeinwärts ebenfalls Steinbrüche vorhanden, leider konnte aber die Stellung der Schichten aus Mangel an Versteinerungen nicht ermittelt werden.

auf der linken Seite der Düna zu sehen. Die geognostischen Verhältnisse bei Dünhof, Kirchholm (Lasde- und Schipping-Krug), sowie bei Brambergshof, Bersemünde und auf der Insel Dahlen wurden schon früher besprochen.

Die devonischen Bildungen an der Welikaja bei Pleskau und ihr Vergleich mit der unteren Abtheilung der Dolomitetage an der Düna.

Ein weit ausgedehntes Gebiet von devonischen Bildungen erstreckt sich aus der Gegend von Neuhausen in Livland, über Isborsk, die Welikaja und den Schelon bis zum Ilmensee. Da in der Neuhausenschen Gegend nur der äussere Westrand der ganzen Bildung zum Vorschein kommt, so sah sich Herr Prof. Grewingk bei seinen Untersuchungen in den Ostsee-Provinzen genöthigt, einen Theil des weit über die Grenzen Livlands nach Osten fortsetzenden Gebiets ebenfalls in den Bereich seiner Forschungen zu ziehen, und in allgemeinen Grundzügen in seiner Geologie von Liv- und Kurland¹⁾ zu beschreiben. Beim Vergleiche der devonischen Gebilde an der Welikaja mit denen an der Düna ist Herr Prof. Grewingk zu dem Schlusse gekommen, dass dieselben zwei verschiedene Facies bilden, die ungeachtet mancher bedeutenden Schwankungen, doch den entsprechenden Typus wieder erkennen lassen. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist die, mit Benutzung der von dem Hrn. Cand. chem. Vielrose ausgeführten Analysen, von dem Hrn. Prof. Grewingk gegebene

1) p. 32—37, oder Archiv p. 508—513.

Uebersicht der Schichtenfolge an der Welikaja bei Pleskau ¹⁾. Diese Uebersicht gebe ich in der Tabelle 3 in etwas veränderter Gestalt wieder, indem ich sie meinen beiden Tabellen 1 und 2 genau angepasst habe. Dadurch treten die mancherlei Beziehungen, die aus dem Vergleiche der chemischen Zusammensetzung verschiedener Schichten resultiren, schärfer hervor. Dass die Charakteristik der letzteren in der Tabelle 3 dieselbe bleiben musste, wie sie Herr Prof. Grewingk in seiner Geologie gegeben hat, brauche ich kaum zu erwähnen. Wenn ich im Folgenden einen Vergleich zwischen den devonischen Bildungen an der Welikaja und an der Düna anzustellen versuche, so geschieht es in der Absicht, die Wichtigkeit des vergleichenden Studiums der chemisch-geognostischen Verhältnisse gleichzeitiger, aber dem Materiale nach mehr oder weniger verschiedener, innerhalb eines Bildungsraumes abgelagerter Sedimente durch ein Beispiel bestimmter hervorzuheben. Da aber Hr. Prof. Grewingk in seiner Geologie (p. 248—251, Archiv p. 724—727) bereits einen Vergleich zwischen den genannten Bildungen angestellt hat, so konnte mich nur eine andere Auffassung desselben Gegenstandes bewegen, die Welikaja- und die Düna-Facies gleichzeitig in der vorliegenden Schrift zu behandeln.

Bei der Parallelisirung der Schichten an der Welikaja bei Pleskau mit solchen an der Düna, drängt sich vor Allem die Frage auf, ob das Schichtensystem an der Welikaja aequivalent der ganzen oder nur einem Theil der Dolomitetage an der Düna ist. Entscheiden können diese Frage nur die Versteinerungen. Von diesen finden wir auf der Tabelle 3 vier näher bestimmte Species, nämlich: *Rhynchonella livonica*,

1) Archiv p. 715—719, besond. Abdr. p. 239—243.

Atrypa reticularis, *Holopella absoluta* und *Murchisonia (Pleurotomaria) bilineata*, die auch für die untere Dolomit-Abtheilung an der Düna charakteristisch sind. Fucoiden und Fischreste finden wir ebenfalls nur in der unteren Abtheilung an der Düna. Versteinerungen die für den oberen Theil der Düna-Facies leitend sind, vermischen wir dagegen vollkommen in den Schichten an der Welikaja bei Pleskau. Aus dem Gesagten folgt, dass die letzteren nur mit der unteren Abtheilung an der Düna zu parallelisiren sein werden. Dass die Vertheilung der Versteinerungen in denselben eine andere als an der Düna ist, ersieht man aus den Tabellen 2 und 3.

Vergleicht man die Zusammensetzung der Gesteine an der Welikaja mit denen an der Düna, so wird man eine auffallende Verschiedenheit finden. Die Gesteine, die im Bereich der mittleren devonischen Etage an der Welikaja auftreten, sind: dolomitischer Kalkstein, Dolomit, dolomitischer Mergel (Dolomit-Thon) und Thon. Betrachten wir zuerst die dolomitischen Kalksteine (1, 2, 4, 5, 7 bis 13) und berechnen für dieselben den Mittelwerth für 100 Theile der kohlen-sauren Salze. Nach dieser Berechnung erhalten wir:

Kohlensauren Kalk	87,61
Kohlensaure Magnesia	11,73
Kohlensaures Eisenoxydul	0,66
	<hr/>
	100,00
oder:	
Normaldolomit	26,91
Kohlensaurer Kalk	73,09
	<hr/>
	100,00.

Die grösste Abweichung vom Mittelwerthe finden wir einerseits in Nr. 8 (6,62 % kohlens. Kalk mehr und 6,29 % kohlens. Magnesia weniger) und andererseits in Nr. 13 (7,93 % kohlens. Kalk weniger und 7,68 % kohlens. Magnesia mehr). Eine bestimmte Zunahme oder Abnahme des Kalk- oder Mag-

nesiagehaltes ist in verticaler Richtung in den dolomitischen Kalksteinen nicht vorhanden, wohl aber ein regelloses Schwanken dieses Gehaltes.

Der Thon- und Sandgehalt ist in den dolomitischen Kalksteinen in verticaler Richtung noch grösseren Schwankungen unterworfen. Im Durchschnitt beträgt er 7,14%; die Grenzwerte (17,33% Nr. 2 und 2,49% Nr. 12) stehen aber sehr weit auseinander.

Der Mittelwerth für 100 Theile des dolomitischen Antheils der Dolomitmergel 16, 17, 18, 19, 20, 25 und der mergeligen Dolomite 22 und 24, beträgt:

Kohlensauren Kalk	57,01
Kohlensaure Magnesia	40,65
Kohlensaures Eisenoxydul	2,34
	<hr/>
	100,00

oder:

Normaldolomit	93,39
Kohlensaurer Kalk	6,61
	<hr/>
	100,00.

Die Grenzwerte finden wir in Nr. 16 und 22 mit 10,77% und 1,25% kohlensauren Kalk mehr, als zur Bildung eines Normaldolomits nöthig ist. Die angeführten Dolomitmergel und mergeligen Dolomite stimmen in der durchschnittlichen Constitution des dolomitischen Antheils, bis auf eine unwesentliche Differenz im Verhältnisse des Magnesia- und Eisenoxydulgehaltes, vollkommen mit den gleichnamigen Gesteinen aus der unteren Abtheilung der Dünafacies überein (s. p. 70 u. 71).

Der in verticaler Richtung bedeutenden Schwankungen unterworfenene Thon- und Sandgehalt der Dolomitmergel 16 bis 21, 23 und 25, beträgt im Durchschnitt 35,90%. Die grösste Abweichung vom Mittelwerthe zeigt einerseits Nr. 17 (48,99%) und andererseits Nr. 25 (20,63%). Zwischen den Dolomitmergeln lagern die im ganzen Schichtensysteme einzigen mer-

geligen Dolomite 22 und 24, mit 11,02 % und 18,66 % Thon und Sand.

Der Dolomit 14 sowie der Dolomitmergel 21 weichen in ihrem dolomitischen Antheile unbedeutend von der Zusammensetzung einer Verbindung aus drei Atom kohlensaurem Kalk (64,10 %) und zwei Atom kohlensaurer Magnesia und Eisenoxydul (35,90 %). Gesteine, die in ihrem dolomitischen Antheile diese Zusammensetzung zeigen, kommen, bis auf einen Fall (s. Analyse 24, Tab. 1), weder in der oberen noch in der unteren Abtheilung der Dünafacies vor. Die Zusammensetzung des dolomitischen Antheils des Mergels 23 ist insofern auffallend; als wir in demselben mehr Magnesia als im Normaldolomit antreffen. Uebrigens bedarf die Analyse dieses Mergels noch einer Bestätigung, die leider auf sich lange warten lassen wird, da von dem Probestück nichts nachgeblieben ist.

Berücksichtigen wir die Anordnung der Schichten an der Welikaja, so werden wir sehen, dass die dolomitischen Kalksteine nur im oberen Theil, die Dolomitmergel und mergeligen Dolomite dagegen nur im unteren Theil des Profils auftreten. Geschieden werden diese zwei Gruppen von Schichten durch den Dolomit 14, der in jeder Beziehung eine ausgezeichnete Grenzschicht abgiebt. Der Zusammenhang der dolomitischen Kalksteinstraten wird zweimal von petrefaktenreichen Thonschichten (3 und 6) unterbrochen, von denen aber die eine nur 2" beträgt.

Eine gewisse Analogie in der Anordnung der Schichten an der Welikaja bei Pleskau und in der unteren Abtheilung der Dünafacies findet insofern statt, als die dolomitischen Mergel ebenfalls in dem unteren Theil der letzteren ihre Hauptentwicklung erlangen. Man kann somit sagen, dass

die an der Düna über den Mergeln lagernden Dolomite an der Welikaja durch dolomitische Kalksteine ersetzt sind.

Von grossem Interesse würde es sein einst die Ursachen der verschiedenen Ausbildung der devonischen Formation an der Düna und an der Welikaja angeben zu können, da es meiner Meinung nach keinem Zweifel unterliegt, dass das Devonmeer, in welchem die Schichten der beiden Distrikte zum Absatze kamen, ein und dasselbe war. Das genaue Studium der Uebergangsglieder beider Facies, wie überhaupt der ganzen devonischen Formation im westlichen Theile des europäischen Russlands, wird uns gewiss in der Zukunft den genetischen Zusammenhang, der zwischen den verschiedenen Niederschlägen eines und desselben Bildungsraumes stattfinden muss, aufklären. Dieses Studium kann aber nur dann zum erwünschten Resultate führen, wenn es nicht nur auf geognostischen, sondern auch auf chemischen Grundlagen beruhen wird. Wie wichtig dasselbe für das jetzt noch so dunkle Gebiet der Bildungsgeschichte der Haloidgesteine sein wird kann Jedermann, der einigermaßen mit den in ihrer ursprünglichen Lage (mit einigen unwesentlichen Ausnahmen) befindlichen paläozoischen Formationen des europäischen Russlands bekannt ist, voraussehen.

Schluss.

Wenn wir bis jetzt die genetischen Beziehungen, in welchen die verschiedenen Niederschläge eines Devonmeeres zu einander stehen, sowie die chemischen Prozesse, die diese Niederschläge bedingten, wegen Mangel an nöthigem Material nicht näher angeben können, so führen uns wenigstens die bereits angestellten Untersuchungen zu dem Endresultate, dass die Dolomite, dolomitischen Kalksteine und dolomitischen Mer-

gel der Düna- und Welikajafacies ursprüngliche Bildungen sind. An eine metamorphische Umbildung ihres anfänglichen Bestandes ist nicht im Entferntesten zu denken; davon überzeugen wir uns schon, wenn wir den äussern Habitus der Gesteine berücksichtigen. Die meisten Dolomite, die keine Versteinerungen aufweisen, sind von einer sehr dichten Structur; mehrere von den versteinerungsführenden sind dagegen löchrig, was nicht von einem Umwandlungsprocesse, der die Schichten ergriff, herrührt, sondern ganz einfach der Auflösung von Mollusken-Schalen, die entweder Steinkerne und Abdrücke oder bei grösserer Anhäufung unförmliche Höhlungen hinterliessen, zuzuschreiben ist. Ferner würde die deutliche Schichtung der Gesteine an der Düna und an der Welikaja durch einen Umwandlungsprocess mehr oder weniger verwischt worden sein. Der Wechsel (s. Tab. 1) von oft sehr dünnen Kalksteinstraten, in denen zuweilen kaum eine Spur von kohlenaurer Magnesia nachzuweisen ist, mit Dolomitschichten, deren Zusammensetzung einem Normaldolomite sehr nahe steht, verscheucht endlich jeglichen Gedanken an eine Umwandlung der in Rede stehenden Gesteine. Anhänger der Theorien, die den Dolomit für eine metamorphische Bildung erklären, werden vielleicht einen Grund zur Vertheidigung ihrer Ansichten in meiner eigenen Schrift finden wollen, nämlich in der Umwandlung der Schneckenschalen in Dolomit (s. p. 17). Wollte man dieselbe dadurch erklären, dass von zwei Atomen kohlen-sauren Kalkes ein Atom weggeführt und durch ein Atom kohlen-saurer Magnesia ersetzt wurde, so musste eine Volumen-Verminderung der Schalen stattfinden ¹⁾. Sollte

1) Man erinnere sich der Rechnung Elie de Beaumont's, nach welcher unter den obigen Voraussetzungen der Kalkstein bei seiner Umwandlung in Dolomit 12,1 % von seinem Volumen verlieren würde. (Poggend. Ann. Bd. LXXIV. p. 591.)

aber aller Kalk zur Bildung von Bitterspath verwendet worden sein, so hätte umgekehrt eine Volumen-Zunahme eintreten müssen. Wir finden aber bei den umgewandelten Schneckenschalen weder eine Abnahme noch eine Zunahme des Volumens. Im Gegentheil, sie erfüllen den Raum zwischen Steinkern und Gestein vollständig und zeigen oft auf eine deutliche Weise die Anwachsstreifen. Alles deutet darauf hin, dass wir hier mit einer Ausfüllungs-Pseudomorphose zu thun haben. Die ursprünglich aus Kalkcarbonat bestehende Schale wurde aufgelöst und der nachgebliebene leere Raum erst später von der Dolomitmasse ausgefüllt. Diese Pseudomorphose spricht aber nur zu Gunsten der direkten Bildung des Dolomits.

Die von Blum beschriebenen Pseudomorphosen von Bitterspath nach Kalkspath ¹⁾ sind meiner Ueberzeugung nach nur Umhüllungs-Pseudomorphosen und beweisen nicht im Entferntesten eine wirkliche Umwandlung durch Austausch von Bestandtheilen. Denn die aus kleinen Bitterspath-Rhomboëdern bestehende Rinde kann sich direkt als Absatz über dem Kalkspath, der nur die Unterlage abgab, gebildet haben. Der letztere wurde später von kohlenensäurehaltigem Wasser allmählig aufgelöst, seine schwerlöslichere Umhüllung blieb dagegen unversehrt stehen. Ein Austausch von Bestandtheilen in der Art, dass von zwei Atomen Kalkcarbonat ein Atom weggeführt und ein Atom Magnesiicarbonat zugeführt wurde, um Bitterspath zu bilden, ist ein erdichteter chemischer Process. Dass dem so ist, lehren uns einfache Experimente mit concentrirten Auflösungen von Kalk- und Magnesiicarbonat in kohlenensäurehaltigem Wasser, wie deren eins schon früher mitgetheilt wurde. Wenn unter diesen zur Bildung des Bitterspaths gün-

1) Die Pseudomorphosen des Mineralreiches, 1843, p. 51.

stigsten Umständen (da beide Salze in unmittelbare Berührung miteinander kommen) beim Verdunsten des Wassers sich doch kein Bitterspath bildete, wie soll denn der Kalkspath in fester Form diese Bildung bewirken? Unbegreiflich genug!

Die Hypothese, die den Dolomit als Gebirgsart aus dem Kalkstein durch einen Austausch von Kalkcarbonat - Atomen gegen Magnesiicarbonat-Atome entstehen lässt, ermangelt jeglicher Grundlage; denn ihre einzige Stütze, die Pseudomorphose von Bitterspath nach Kalkspath ist, wie gesagt, nur eine Umhüllungs - Pseudomorphose, bei welcher die beiden Späthe in keiner nothwendigen chemischen Wechselwirkung zu einander stehen.

Die in dieser Schrift niedergelegten Untersuchungen veranlassten, ungeachtet ihres geringen Umfanges, die Entstehung einer Reihe genetischer Fragen, deren Beantwortung nur vom Experiment zu erwarten war. Die bereits angestellten Versuche führten mich aber bald zu der Ueberzeugung, dass zur Erlangung befriedigender Resultate auch ein bedeutender Zeitaufwand erforderlich ist. Da besondere Gründe, deren Erörterung nicht hierher gehört, es wünschenswerth machten mit dem Veröffentlichen des bereits bearbeiteten Materials nicht länger zu zögern, so habe ich mich entschlossen den experimentellen Theil meiner Untersuchungen hier unberührt zu lassen und erst später einmal, wenn derselbe zur erwünschten Reife gelangen sollte, als Fortsetzung der vorliegenden Schrift erscheinen zu lassen.



Thesen.

- 1) Der fossilfreie und fossilarme, in Schichten abgelagerte Kalkstein entstand zum grössern Theil durch die Einwirkung des kohlensauren Natrons auf Chlorcalcium.
- 2) Der Gyps entstand als Sediment durch die Einwirkung des schwefelsauren Natrons auf Chlorcalcium.
- 3) Das meiste Steinsalz ist das Product der Wechselwirkung zwischen kohlensaurem und schwefelsaurem Natron, Chlorcalcium und Chlormagnesium.
- 4) Chlorcalcium und Chlormagnesium sind Mineralien.
- 5) Kohlensaure Alkalien sind in den Kalksteinen Württembergs nicht nachgewiesen worden ¹⁾.
- 6) Die Mineralogie ist ein Theil der Chemie.
- 7) Die chemischen Processe, die gegenwärtig in der Erdkruste von statten gehen, können nur in beschränktem Masse zur Aufklärung der Bildungsweise der Haloidgesteine dienen.

1) Vgl. Erdmann's Journal für practische Chemie 1849. Band II. pag. 440 — 448.

Obere Dolomitabtheilung der Dünafacies bei Stockmannshof.

Rechtes Ufer am Duneslei-Krug.

Zusammensetzung der wasserfreien Proben.

An Kohlensäure gebundene Basen auf 100 Th. berechnet.

Tab. I.

Folge der Schichten von oben nach unten.

№ der Analyse.	№ der Schicht.	Mächtigkeit.	Zusammensetzung der wasserfreien Proben.						An Kohlensäure gebundene Basen auf 100 Th. berechnet.			Bemerkungen.												
			Fuss.	Zoll.	Kohlensaurer Kalk.	Kohlensaurer Magnesia.	Kohlensaurer Eisenoxydul.	Thon, Eisenoxyd, Quarz, Feldspath, Glimmer.	Summa.	Kohlensaurer Kalk.	Kohlensaurer Magnesia.		Kohlensaurer Eisenoxydul.											
1	1	8	Grauweißer bis gelblich und bräunlichgrauer, sehr fester krystallinischer Dolomit. In der oberen Hälfte der Schicht zeigen sich sparsame Abdrücke und Steinkerne von <i>Natica Kirchholmiensis</i> , <i>Platyschisma Kirchholmiensis</i> und <i>Spirifer tentaculum</i> . Aus der oberen Hälfte Aus der unteren Hälfte										54,64	41,28	0,25	3,50	99,67	56,82	42,93	0,25	0,903	5,45	0,88	
2			54,37	40,66	0,37	4,74	100,14	57,00	42,62	0,38	0,894	6,07	1,11											
3	2	8	Die obere eisenschüssige Lage, von etwa 2" Zoll Mächtigkeit. Die mit der vorigen unmittelbar verbundene hellröthlich braune, krystallinische Dolomitmasse. Mit Steinkernen erfülltes Stück. Die Oberfläche der Räume zwischen Steinkernen und Gestein ist von kleinen Kalkspathkrystallen überzogen. Ein Stück ohne Steinkerne und Löcher. <i>Platyschisma</i> -Schale, in krystallinischen Dolomit verwandelt. Lasde-Krug bei Kirchholm. Zollgrosse Kalkspathkrystalle, ebenda her.										31,85	3,72	—	*)	100,3	89,55	10,45	—	0,139	77,11	6,12	*) F ₂ O ₃ = 25,10. Thon und Sand 39,36.
4			54,54	41,62	0,56	*)	100,17	56,39	43,04	0,57	0,917	4,66	0,61	*) F ₂ O ₃ = 1,51. Thon und Sand 1,94.										
5	3	1	Hellgraue, mergelige Dolomitplatten, an der oberen und unteren Grenze der Schicht roth und violettroth gefärbt.										56,91	40,16	0,42	2,51	100	58,37	41,19	0,44	0,847	8,93	0,60	
6			53,64	41,65	0,45	4,36	100,1	56,02	43,50	0,48	0,932	3,82	0,98											
7	4	13	Bräunlichgrauer bis röthlich braungrauer, sehr fester krystallinischer Dolomit, in drei Bänken. Die erste Bank, 4' 6", voll grosser Löcher und mit sparsamen Abdrücken und Steinkernen von <i>Spirifer tentaculum</i> . Im oberen Theil der Bank eine rothe, 2 bis 3" mächtige, eisenschüssige Lage. Die zweite Bank, 5' 2", beginnt mit einer 1' mächtigen Lage ohne Löcher, die später aber um so zahlreicher auftreten. Die dritte Bank, 4' 1", voll Löcher. Kalkspathkrystalle in den Höhlungen. Die obere eisenschüssige Lage Aus der ersten Bank Aus der letzten Bank										55,21	44,23	—	0,89	100,33	55,52	44,48	—	0,954	2,57	—	—
8			99,43	Spur.	0,52	—	99,95	—	—	—	—	—	—											
9	5	2	Grauer und bräunlichgrauer, sehr fester krystallinischer Dolomit. Bildet am Annenfels drei Bänke. Die unterste ist zuweilen in zwei Theile gespalten. Am Andreasfels ist diese regelmässige Ausbildung nicht zu sehen.										47,02	36,33	0,28	16,12	99,75	56,23	43,44	0,33	0,925	4,23	2,41	
10			51,19	38,75	0,46	*)	100,35	56,62	42,86	0,52	0,909	5,14	2,11	*) F ₂ O ₃ = 7,26. Thon und Sand 2,69.										
11	6	1	Grauer krystallinischer Dolomit in dicken Platten. (Annenfels)										55,07	42,64	0,43	1,67	99,81	56,11	43,45	0,44	0,929	4,00	1,09	
12			54,17	42,61	0,37	2,60	99,75	55,76	43,87	0,37	0,942	3,20	0,90											
13	7	2	Grauer krystallinischer Dolomit, in zwei Bänken. (Am Annenfels sehr deutlich zu sehen.) (Erste Bank 1' 3" Zweite Bank 1' 7")										53,76	41,19	0,26	4,39	99,60	56,47	43,27	0,26	0,916	4,73	1,15	
14			54,10	41,73	0,37	4,20	100,4	56,23	43,38	0,39	0,924	4,25	1,10											
15	8	4	Hellgelber, etwas poröser, dichter Dolomit										49,55	37,99	0,15	12,31	100	56,51	43,32	0,17	0,915	4,80	1,45	
16			53,77	40,80	0,43	5,50	100,5	56,60	42,95	0,45	0,910	5,07	1,22											
17	9	2	Dünne Platten von hellgrauem, hellbläulich gestreiften dolomitischen Mergel										55,15	42,37	0,63	1,28	99,43	56,19	43,17	0,64	0,924	4,25	0,88	
18			dolomit. Antheil	57,15	42,85	100	—	—	—	—	—	—	3,44											
19	10	3	Innig zusammenhängender Schichtencomplex von Dolomit, dolomitischem Mergelschiefer, der oft breccienartig erscheint, dolomitischem Kalkmergelschiefer, dolomitischem Kalkstein. Alles in verschiedenen Farben, wie gelb, grau, braun bis braunschwarz. Auf der verwitterten Oberfläche erscheinen die Schichten vorherrschend bläulich oder auch gelbgrau gefärbt. Der ganze Schichtencomplex ist stark gewunden, besonders aber die in der Mitte liegenden schieferigen Massen. Ausgezeichnet gut am Andreasfels zu sehen. Kalkspathkrystalle und Eisenkies sind nicht selten. Obere Lage: Gelblichweißer dichter Dolomit Dolomit, grobschiefrig und breccienartig. Die gelblichweissen, dichten Partien desselben sind von einer graubraunen, krystallinischen Masse umgeben. Dolomitischer, grauweißer Mergelschiefer. Stark gewunden. Ein ähnl. Gestein. (Die Analyse aus Pacht's Schrift: „Der dev. Kalk in Livl.“) Durch Spuren von Bitumen braungrau gefärbter dolomitischer Kalkmergelschiefer. Krystallinisch und stark gewunden. Auf der verwitterten Oberfläche erscheint er bläulichgrau. Durch Bitumen schwarzbraun gefärbter, dolomitischer Kalkmergelschiefer. Krystallinisch, dünn-schiefrig und verbogen. Kaffeebrauner dolomitischer Kalkstein, krystallinisch. Auf der Oberfläche mit Eisenkies und Kalkspathkrystallen. Untere Lage: grauweißer dichter Dolomit										64,90	22,78	0,46	11,95	100,09	73,64	25,85	0,51	0,424	42,05	0,45	
20			50,90	26,16	0,42	22,43	99,91	65,70	33,76	0,54	0,605	25,98	1,75											
21	11	6-8	Grauer Dolomit, hin und wieder etwas porös. Am Andreasfels dunkelgrau punktiert und fein gefleckt										62,65	13,00	0,15	24,05	99,85	82,65	17,15	0,20	0,249	62,07	nicht angegeben	
22			72,52	9,13	0,47	17,88	100	88,31	11,12	0,57	0,155	74,59	1,80	HO mit Spur. org. Sub. u. Verlust.										
23	12	1	Bläulichgrauer, mergeliger Dolomit										77,07	7,50	0,45	14,86	99,88	90,65	8,82	0,53	0,121	79,70	0,53	HO mit Spur. org. Sub.
24			87,72	8,50	0,55	3,17	99,94	90,65	8,78	0,57	0,121	79,70	0,25	HO mit Spur. org. Sub.										
25	13	1	Grau und bräunlichgrau gebänderter und gestreifter Dolomit. Die Schicht ist gewunden. Sichtbar: 1' 3"										53,38	41,60	0,63	4,35	99,96	55,84	43,51	0,65	0,938	3,48	0,55	
26			50,06	38,04	0,54	11,22	99,86	56,48	42,92	0,60	0,914	4,88	1,40											
27	32	1	Die folgenden Schichten sind von Schutt bedeckt. In partieller Entblössung konnte man aber noch folgende Schichten sehen: Auf 3 1/2' verticaler Entfernung von der letzten Schicht: Durch Bitumen braun gefärbter krystallinischer Kalkstein. Enthält hin und wieder kohlige Einschlüsse. Auf 2 1/2' verticaler Entfernung folgte gelblichweißer dichter Dolomit. Sichtbar waren 6" Die untere Lage derselben Schicht, ausgezeichnet durch kohlige Einschlüsse Unmittelbar darauf folgten bläulichgraue, krystallinische Kalkplatten Ein Fuss tiefer, im Niveau der Düna: braungrauer, krystallinischer Kalkstein, von bedeutender Festigkeit										41,92	32,22	0,37	25,82	100,33	56,26	43,23	0,51	0,922	4,36	2,75	
28			49,95	38,90	0,95	10,10	99,90	55,63	43,32	1,05	0,943	3,16	0,87											
29	33	1	Auf 3 1/2' verticaler Entfernung von der letzten Schicht: Durch Bitumen braun gefärbter krystallinischer Kalkstein. Enthält hin und wieder kohlige Einschlüsse.										80,93	5,42	0,47	12,61	99,43	93,23	6,24	0,53	0,085	85,34	0,67	HO mit Spur. org. Sub.
30			55,90	42,92	0,65	0,50	99,97	56,20	43,15	0,65	0,924	4,25	0,19											
31	34	1	Auf 2 1/2' verticaler Entfernung folgte gelblichweißer dichter Dolomit. Sichtbar waren 6"										54,90	37,95	0,59	6,51	99,95	58,75	40,62	0,63	0,832	9,84	1,22	HO mit C.
32			85,67	—	0,44	13,07	99,18	99,50	—	0,50	—	0,91												
33	35	1	Ein Fuss tiefer, im Niveau der Düna: braungrauer, krystallinischer Kalkstein, von bedeutender Festigkeit										89,05	8,35	0,45	1,15	99,40	91,00	8,53	0,47	0,116	80,43	0,59	
34			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—											

Die tiefsten Schichten der oberen Dolomitabtheilung zwischen Duneslei und Kraukle-Krug bei Stockmannshof.

36	Fester, grauer Kalkstein, krystallinisch. Die Mächtigkeit konnte nicht bestimmt werden										94,28	3,84	0,44	1,36	99,92	95,65	3,90	0,45	0,053	90,64	0,54		
37	Sehr dünne, leicht zerfallende hellgraue Dolomitmergelplatten. Zu oberst, auf 3", eine besonders mürbe dunkelblaugraue Lage										47,14	35,59	0,41	16,36	99,50	56,71	42,81	0,48	0,906	5,34	1,66		
38	Röthlichgrauer, sehr fester krystallinischer Kalkstein										95,89	0,49	0,44	2,83	99,65	99,05	0,50	0,45	0,010	98,07	0,46		
39	Hellgelblichgrauer dichter Dolomit, stark zerklüftet										54,10	40,58	0,34	4,68	99,70	56,94	42,71	0,35	0,898	5,80	1,02		
40	Grauer, fester krystallinischer Kalkstein										97,20	1,98	0,37	0,70	99,65	98,24	1,39	0,37	0,020	96,27	0,33		
41	1	7	Innig zusammenhängender Schichtencomplex, aus folgenden drei Bildungen bestehend: 1) Grauer, undeutlich roth gestreifter, mürber, leicht zerfallender Kalkmergel; besonders gilt das Letztere für seinen oberen Theil, wo er auf 3" sehr fein geschichtet und stark gewunden erscheint. Mächtigkeit gegen 7" 2) Fester, grauer krystallinischer Kalkstein mit Kalkspathdrusen. Bildet eine Lage von 3" Mächtigkeit 3) Bräunlichgrauer, feinkrystallinischer Kalkstein in zolldicken Platten. Mächtigkeit gegen 7". Von der folgenden Schicht durch eine grüne, mergelige Thonlage von 2" Mächtigkeit getrennt										74,87	—	0,24	24,79	99,90	99,69	—	0,31	—	—	1,13
42			96,29	1,36	0,43	1,52	99,60	98,18	1,38	0,44	0,021	96,16	0,51										
43	2	2	Hellgrauer, krystallinischer Dolomit, der Schichtungsfläche parallel dunkelgrau gestreift. Ist stark von Kalkspathadern durchsetzt. Der untere Theil der Schicht zeigt eine Neigung in Platten zu spalten										90,17	2,19	0,39	6,75	99,50	97,22	2,36	0,42	0,033	95,35	0,70
44			54,94	41,23	0,27	3,31	99,75	56,97	42,75	0,28	0,896	5,95	1,19										
45	Gelblichweisse dicke Dolomitplatten, besonders im oberen Theil gewunden und gekrümmt. Sichtbar waren von dieser Schicht, in verticaler Erstreckung, da der untere Theil von Schutt bedeckt ist: 1' 6"										52,49	40,17	0,43	6,46	99,55	56,39	43,15	0,46	0,918	4,62	0,76		
46	80 Schritt unterhalb des angeführten Profils ragten aus dem Schutt, als unterstes Glied der oberen Abtheilung, grünlichgraue, 1/2" dicke, etwas gewundene krystallinische Kalkplatten										84,76	3,20	0,39	11,19	99,54	95,95	3,62	0,43	0,049	91,27	0,90		

Körnig-krystallinischer, grünlichgrauer Dolomit, bildet die oberste Schicht der unteren Abtheilung.

Untere Dolomitabtheilung der Dünafacies bei Kokenhusen und Bilsteinshof.

Zusammensetzung der wasser- freien Proben.

An Kohlensäure gebundene Basen auf 100 Th. berechnet.

Tab. 2.

Folge der Schichten von oben nach unten.

№ der Analyse.	№ der Schicht.	Folge der Schichten von oben nach unten.	Mächtigkeit.		Kohlensaurer Kalk.	Kohlensaure Magnesia.	Kohlensaures Eisenoxydul.	Thon, Eisenoxyd, Quarz, Feldspath, Glimmer.	Summa.	Kohlensaurer Kalk.	Kohlensaure Magnesia.	Kohlensaures Eisenoxydul.	Das Verhältnis zwischen der Kohlensäure der Magnesia + Eisenoxydul, u. der des Kalkes, letztere gleich 1 gesetzt.	Ueberschuss an Kohlensäurem Kalk in 100 Theilen des dolomitischen Antheils, um einen Normaldolomit zu bilden.	Wassergehalt in 100 Theilen der lufttrocknen Proben.	Bemerkungen.
			Fuss.	Zoll.												
47	1	Grauer oder grünlichgrauer, krystallinisch körniger Dolomit mit zahlreichen Kalkspath-Drusen und Adern und nur selten mit Braunsphathrhomboëdern in den Höhlungen (Kraukle-Krug) und kleinen eingesprengten Eisenkieskrystallen (Glauenhof). Bildet die Grenzschicht der obern und untern Abtheilung.	Grünlichgrau. Am Schlossberge von Kokenhusen	4—5	52,89	40,75	0,70	5,50	99,84	56,06	43,19	0,75	0,928	4,02	1,06	
48				5 ¼	58,32	38,12	0,49	2,39	99,32	60,17	39,33	0,50	0,785	12,91	0,83	
49	2	Hellgrauer, dichter, fein krystallinischer Dolomit		2	52,32	40,79	—	6,98	100,09	56,19	43,81	—	0,928	4,02	1,31	
50	3	Hellgrauer, an verwitterten Stellen gelblichgrauer, feinkrystallinischer Dolomit, mit einzelnen Löchern und meistentheils undentlichen Abdrücken von <i>Atrypa reticularis</i>		3	55,79	38,73	0,56	5,01	100,09	58,68	40,73	0,59	0,835	9,70	0,77	
51	4	Dolomit, grauer, feinkrystallinischer, mit zahlreichen Löchern und gelben Flecken		1	53,64	40,86	0,42	4,88	99,80	56,51	43,05	0,44	0,914	4,86	1,38	
52	5	Dichter, grauer, kryptokrystallinischer Dolomit. Selten sieht man hin und wieder einzelne Löcher		2	51,11	38,35	0,42	9,50	99,38	56,86	42,67	0,47	0,900	5,66	1,92	
53	6	Graue und grünlichgraue, im letztern Falle fein weiss und lichtviolett gestreifte, mergelige Dolomitplatten		1	48,97	37,67	0,66	12,00	99,30	56,10	43,15	0,75	0,927	4,09	1,07	
54	7	Gelblichgrau bis hellrosa gefärbter Dolomit. An einzelnen Stellen ist das Gestein porös		5	55,08	42,34	0,26	2,02	99,70	56,39	43,35	0,26	0,919	4,55	1,05	
55	8	Dolomit mit seltenen Abdrücken von <i>Fucoiden</i> . Grau bis röthlichgrau, mikrokrystallinisch, ziemlich löchrig, dabei aber fest. Nach unten zu, auf 6", treten im Gestein röthlichgelbe, scharf begrenzte Flecken auf		1	53,38	40,31	0,29	5,79	99,77	56,80	42,89	0,31	0,904	5,45	1,27	
56	9	Schmale Bänke eines kryptokrystallinischen, hellgrauen, hin und wieder gestreiften Dolomits, mit flachmuscheligen Bruche		2	51,62	39,87	0,42	7,61	99,52	56,17	43,38	0,45	0,926	4,14	1,13	
57	10	Eine Dolomit-Bank, deren obere Hälfte feinkrystallinisch und hellgrau, die untere Hälfte deutlicher krystallinisch und dunkler gefärbt ist. Dabei zeigen sich in der Masse des Gesteins weisse Flecken und feine weisse Lagen mit erdigem Bruche		11	54,92	41,68	0,31	2,89	99,80	56,67	43,01	0,32	0,909	5,18	0,89	
58	11	Dolomit, kryptokrystallinischer, hellgrauer, nach unten zu stark roth gefleckter und gestreifter. Die rothen Flecken und Streifen oft schön gelb umsäumt. Im frischen Zustande tritt das Gestein in Bänken, im verwitterten dagegen in Platten auf		4	51,79	38,27	0,54	8,52	99,12	57,17	42,24	0,59	0,889	6,36	1,01	
59	12	Grauer, kryptokrystallinischer oder bläulichrother und dann krystallinischer, sehr fester Dolomit, mit und ohne gelbe Flecken. Besonders im obern Theil voller Löcher und zuweilen in denselben Kalkspath. Abdrücke von <i>Orthis striatula</i> zeigen sich nach unten zu häufiger. Beim Plawing-Krug, zwei Werst unterhalb der Ewst-Mündung, findet man im untern Theil der Schicht <i>Fucoiden</i> -Abdrücke.	Bläulichrother, krystallinischer	4	55,31	41,54	0,51	2,64	100	56,81	42,66	0,53	0,902	5,57	1,32	HO und Verlust.
60				4	53,68	40,56	0,50	5,27	100,01	56,66	42,81	0,53	0,910	5,11	1,06	
61	13	Mergeliger Dolomit, hellviolettgrauer und hellgelbgefleckter und geadarter, { von Bilsteinshof	Grauer mit Abdrücken von <i>Orthis striatula</i>	1	50,06	36,97	0,29	12,20	99,52	57,33	42,34	0,33	0,884	6,66	1,38	
62				(1	3)	49,16	37,15	0,40	13,29	100	56,69	42,84	0,47	0,909	5,16	
63	14	Bunter, dolomitischer Mergel. Zu oberst auf 3" Dicke, gelblichgrau, mit feinen bräunlichrothen Streifen. Ein rother, etwa 3" starker Streifen zeigt sich an der obern Grenze. Nach unten zu ist der Mergel roth, grün u. violett gestreift		8	43,52	32,80	0,32	22,66	99,30	56,78	42,80	0,42	0,903	5,50	1,93	
64	15	Dolomitischer Mergel, grauer, hie und da violett gefärbter, in mehren schmalen Bänken; an der Grenze mit der vorhergehenden Schicht auf 3" Dicke gelblich gefärbt. Bei Grüttershof ist er vorherrschend hellgrau und führt daselbst Fischreste		1	45,63	31,94	0,61	21,64	99,82	58,36	40,86	0,78	0,845	8,05	4,90	
65	16	Hellviolettgrauer, dichter, kryptokrystallinischer Dolomit, an der obern Grenze mit einem rothen Streifen		9	49,47	38,17	0,33	11,75	99,72	56,23	43,38	0,39	0,924	4,25	1,35	
66	17	Eine Dolomit-Bank; im obern Theil auf 1 ½ Zoll hellgrau und dicht, in der Mitte sinterartig und hellröthlich, an der untern Grenze dunkler roth und dicht.	Aus dem obern Theil	6	52,05	41,77	0,57	5,44	99,83	55,15	44,25	0,60	0,965	1,95	0,59	
67				6	55,24	42,70	0,75	0,92	99,61	55,97	43,27	0,76	0,932	3,80	0,97	
68	18	Hellgraue, kryptokrystallinische Dolomitplatten mit hellvioletten Streifen		3	52,45	39,89	0,28	6,93	99,55	56,63	43,07	0,30	0,910	5,11	1,30	
69	19	Hellgrauer, kryptokrystallinischer Dolomit in Bänken und Platten		1	54,09	41,89	0,26	3,92	100,16	56,21	43,52	0,27	0,926	4,16	0,73	
70	20	Hellgrauer, dichter, krystallinischer Dolomit		1	53,84	41,27	0,22	4,26	99,59	56,48	43,29	0,23	0,916	4,73	1,03	

71	21	Hellgrauer, krystallinischer Dolomit, voller Löcher und mit Steinkernen und Abdrücken von <i>Orthis striatula</i> und <i>Rhynchonella livonica</i> , letztere jedoch sehr selten	1	9	54,27	42,10	0,44	2,71	99,52	56,06	43,49	0,45	0,930	3,91	0,83
72	22	Hellgrauer, krystallinischer, dichter Dolomit, ohne Löcher, aber auch mit Steinkernen u. Abdrücken v. <i>Orthis striatula</i>	5		53,84	41,51	0,37	3,78	99,50	56,24	43,37	0,39	0,924	4,27	0,70
73	23	Hellgrauer, krystallinischer Dolomit, voller Löcher und mit Abdrücken und Steinkernen von <i>Orthis striatula</i> , <i>Spirifer acuminatus</i> , <i>Holopella absoluta</i> , <i>Euomphalus voronejensis</i> , <i>Schizodus</i> sp., <i>Spirorbis omphalodes</i> .	2		54,14	41,87	0,41	2,68	99,10	56,15	43,43	0,42	0,927	4,09	0,25
74					53,28	42,31	0,51	3,66	99,76	55,44	44,03	0,53	0,954	2,57	0,92
75	24	Dolomit, hellgrauer, krystallinischer, dichter, ohne Löcher. Mit Steinkernen und Abdrücken von <i>Pecten Ingriae</i> , <i>Spirifer acuminatus</i> , <i>Natica strigosa</i> (Pacht), <i>Murchisonia bilineata</i> , <i>Schizodus</i> sp., Stielgliedern von Crinoiden	3		53,98	41,98	0,45	4,32	100,73	55,99	43,55	0,46	0,933	3,77	0,96
76	25	Grauer, dünnstiefriger Dolomit, auf den Schichtungsflächen dicht mit Fucoiden - Abdrücken belegt. <i>Spirifer acuminatus</i> kommt auch vor. Schwefelkiesknollen sind nicht selten	2		50,68	38,91	0,28	9,45	99,32	56,39	43,30	0,31	0,919	4,57	1,57
77	26	Dichter, grauer Dolomit, krystallinischer bis kryptokrystallinischer, in zwei Bänken, mit <i>Spirifer acuminatus</i>	2	6	55,40	41,34	0,46	2,57	99,77	56,99	42,53	0,48	0,896	5,95	0,63
78	27	Grauer, krystallinischer bis kryptokrystallinischer Dolomit, in Bänken und Platten, mit Fucoiden, besonders im obern Theil, <i>Rhynchonella livonica</i> , <i>Spirifer acuminatus</i> und Fischresten	4	2	53,57	41,13	0,65	4,11	99,46	56,19	43,14	0,67	0,924	4,25	1,20
79	28	Schr fester, krystallinischer Dolomit, verschieden gefärbt, wie roth, dunkel- oder hellgrau, mit oder ohne Flecken und Streifen. Enthält Löcher und Abdrücke nebst Steinkernen von <i>Spirifer acuminatus</i> , <i>Rhynchonella livonica</i> , <i>Euomphalus</i> und selten Fischreste	2	4	56,06	41,22	0,52	1,84	99,64	57,32	42,14	0,54	0,883	6,70	1,25
80	29	Dichter, mergeliger Dolomit, bald heller, bald dunkler grau gefärbt. Enthält Fischreste. Das Gestein, das unregelmässig zerklüftet ist, kommt meistens in Bänken vor und zeigt an der obern Grenze einen starken rothen Streifen	3		47,67	36,05	0,45	15,28	99,45	56,64	42,83	0,53	0,909	5,16	1,18
81	30	Dolomit, mergeliger, gelblichgrauer (im nassen Zustande hellbrauner), braun gestreifter	6		51,97	36,36	0,76	10,78	99,87	58,22	40,81	0,97	0,845	9,07	0,35
82	31	Dichter, mergeliger Dolomit, grau von Farbe	5		49,90	35,35	0,78	13,09	99,12	58,00	41,10	0,90	0,857	8,30	0,38
83	32	Dolomitischer Mergel, grauer, gestreifter, mit Fischresten	4		34,75	24,76	0,41	40,08	100	57,99	41,32	0,69	0,858	8,25	4,42
84	33	Bunter, dolomitischer Mergel, mit grünen, rothen und grauen Streifen	1	1	5,93	4,43	0,11	89,38	99,85	56,61	42,30	1,09	0,906	5,32	6,53
85	34	Violettgrauer dolomitischer Mergel, mit <i>Cyrtoceras</i> sp.	3		42,10	31,26	0,56	26,08	100	56,96	42,29	0,75	0,895	5,98	9,27
86	35	Grauer, dolomitischer Mergel, reich an <i>Dipterus</i> -Resten, <i>Estheria Murchisoniana</i> (Jones) (<i>Posidonomya membranacea</i> (Pacht)) und <i>Lingula bicarinata</i> ?	2	9	30,85	22,60	0,64	45,22	99,31	57,04	41,77	1,19	0,890	6,30	4,54
87	36	Hellviolettgrauer, mergeliger Dolomit, übergehend in dolomit. Sandmergel, in dolomit. Sandstein u. Sand. Bildet im Persethal die tiefste sichtbare Schicht.	1	6	Hellviolettgrauer, mergeliger Dolomit										
88					Violettrother, auch grünlich- und gelblichweisser dolomitischer Sandmergel										
89					Dolomitischer Sandstein von sehr ungleichmässiger Zusammensetzung.										
90					Die zwei analysirten Proben stammen von einem Handstück.										
91	36	Tiefere Schichten findet man in Kokenhusen am Abhange unter dem russischen Pfarrhause, und diese sind: Röthlicher und weisser, erbsensteinartiger Sandstein mit kalkigem Cäment und hin und wieder mit Thongallen. Schwankt sehr in seiner Zusammenstellung. Enthält Fischreste.	6		(a) Die Analyse aus Pacht's Schrift: „Der devonische Kalk in Livland“										
92					(b) Eine andere Probe										
		Rother und hellgrüner, sandiger Thon	7		Spur	—	—	100	—	—	—	—	—	—	nicht angegeben
93		Weisser Sandstein, ebenfalls einem Erbsenstein ähnlich			19,40	0,21	—	80,40	100,01	98,93	1,07	—	0,013	97,66	0,31

Durch die Abwesenheit des Thons bedingt.

Die tiefsten Schichten der untern Dolomitabtheilung, eine Werst unterhalb der Ewst-Mündung, am rechten Düna-Ufer.

94	37	Grauer dolomitischer Mergel.	5	8	45,35	32,89	0,97	20,79	100	57,25	41,52	1,23	0,882	6,74	2,38
95					43,03	29,98	0,72	26,27	100	58,36	40,66	0,98	0,841	9,13	4,24
96	38	Hellröthlichgrauer Sanddolomit	1	2	32,76	24,02	0,87	42,35	100	56,83	41,67	1,50	0,897	5,91	1,39
97	39	Blaugrauer, dolomitischer Mergel	2		25,94	20,50	0,50	53,06	100	55,26	43,67	1,07	0,957	2,24	4,32
98	40	Grünlichweisser Dolomit-Sandstein	6		18,80	14,29	0,63	66,28	100	55,75	42,38	1,87	0,934	3,65	0,49
99	41	Blau- oder grüngrauer, dolomitischer Mergel	6		24,45	16,37	0,48	58,70	100	59,20	39,64	1,16	0,815	11,07	5,21
100	42	Bläulicher Dolomit-Sandstein. Im Niveau der Düna	1		26,05	18,49	0,57	54,89	100	57,75	40,99	1,26	0,865	7,86	2,45

Tab. 3.

Devonische Kalkstein- und Dolomitstage der Welikajafacies bei Pleskau.

Folge der Schichten von oben nach unten.

	Mächtigkeit.		Zusammensetzung der wasserfreien Proben.					An Kohlensäure gebundene Basen auf 100 Th. berechnet.			Das Verhältnis zwischen der Kohlensäure der Magnesia + Eisenoxydul, u. der des Kalkes, letztere gleich 1 gesetzt.	Ueberschuss an kohlensaurem Kalk in 100 Theilen des dolomitischen Antheils, um einen Normaldolomit zu bilden.	Wassergehalt in 100 Theilen der lufttrocknen Proben.
	Fuss.	Zoll.	Kohlensaurer Kalk.	Kohlensaurer Magnesia.	Kohlensaurer Eisenoxydul.	Thon, Eisenoxyd, Quarz, Feldspath, Glimmer.	Summa.	Kohlensaurer Kalk.	Kohlensaurer Magnesia.	Kohlensaurer Eisenoxydul.			
1 Kalkstein, dolomitischer, gelblichgrauer, dichter, mergeliger; Schichtenfugen 1"—2,5" von einander; unter der Benennung Ssuchaja opoka oder Iswestkowaja zum Kalkbrennen benutzt. Versteinerungen selten und schlecht erhalten	9	9	77,20	9,19	0,61	12,77	99,77	88,74	10,56	0,70	0,149	75,55	1,70
2 Desgleichen, in einer festern, hie und da rothgefleckten, zusammenhängenden Bank. <i>Rhynchonella livonica</i>		10	71,04	10,74	0,97	17,33	100,08	85,85	12,98	1,17	0,192	69,39	4,56
3 Thon, grünlichgrauer, bläulicher, röthlicher oder violetter, plastischer mit einer festern, versteinungsreichen Zwischenlage. <i>Rhynchonella livonica</i> , <i>Spirifer speciosus micropterus</i> , <i>Spirifer muralis</i> , <i>Atrypa reticularis</i>		2	n i c h t a n a l y s i r t.										
4 Kalkstein, dolomitischer, gelblichgrauer, grüngeraderter oder durch röthliche und violette Flecken hier und da bunt gezeichnet, in einer Bank mit zwei zarten Schichtungsfugen. <i>Atrypa reticularis</i>		11½	89,99	6,30	0,34	3,54	100,17	93,13	6,52	0,35	0,086	84,60	0,57
5 Dasselbe Gestein, an seiner Grenze mit der nächstfolgenden Schicht, rothgefärbt, eben, beinahe glatt. <i>Orthis crenistria</i> , <i>Glyptolepis</i> -Schuppen		1½	86,04	6,33	0,48	7,39	100,24	92,67	6,82	0,51	0,092	84,11	0,20
6 Thon, blaugrauer, plastischer, mit zusammenhängenden Petrefactenlagen von 1"—4" Dicke. Versteinerungen wie in 3 und dazu <i>Rhynchonella Meyendorffi</i> zahlreich	1	7½	n i c h t a n a l y s i r t.										
7 Kalkstein, dolomitischer, graulichgelber, weicher, dichter, genannt Beluj Bük (weisser Ochse). Versteinerungen selten	2	5½	75,06	15,72	0,83	8,32	99,93	81,93	17,16	0,91	0,259	60,70	1,00
8 Kalkstein, gelblichgrauer, dichter, weicher mit etwas Malachit, sogenannter Bürjuk (Tatarisch: Wolf). Versteinerungen selten	1	3½	90,60	5,23	0,31	3,80	99,94	94,23	5,44	0,33	0,072	87,45	0,68
9 Korallenkalk oder Stromatoporenbank, dolomitische von graulicher Farbe mit <i>Holopella absoluta</i>	1	7½	86,33	10,02	0,59	2,99	99,93	89,06	10,33	0,61	0,141	76,25	1,67
10 Kalkbank, dolomitische, durch Bitumen und <i>Fucoiden</i> (<i>Forchhammera</i>) dunkelgrau gefärbt. Mit der vorigen zusammen Zügan (Zigeuner) genannt	1	9	74,16	15,34	0,48	9,85	99,83	82,42	17,05	0,53	0,252	61,66	1,44
11 Kalkstein, dolomitischer, bunter, grau und roth gezeichneter, aus körnigen und mergeligen Theilen bestehend, genannt Krassik (farbiger Stein). <i>Pleurotomaria bilineata</i>	2	5½	75,63	14,45	0,80	9,11	99,99	83,22	15,90	0,88	0,236	63,55	0,15
12 Kalkstein, rogensteinartiger, ähnlich dem feinkörnigen Oolith von Kandern in Baden oder dem silurischen Rogenstein von Burswik auf Gotland; weiss, hier und da punktirt, genannt Sockel		10	90,92	6,74	0,34	2,49	100,49	92,78	6,88	0,34	0,091	84,30	0,33
13 Kalkstein, dolomitischer, oben grünlich und darnach Selentschik, unten zuckerartig, weiss oder röthlich und Pestschannik (Sandstein) genannt. <i>Caulerpites pennatus</i> . Analyse des Pestschannik	1	8½	75,26	18,33	0,87	5,91	100,37	79,68	19,41	0,91	0,300	55,77	1,00
14 Dolomit, grauer, körniger bis zuckerartiger, genannt Dikij Kamen, d. i. unbrauchbarer Stein	4	4	61,91	32,64	1,36	4,47	100,38	64,55	34,03	1,42	0,647	22,80	1,26
15 Thonlage, undeutliche, verstürzte	½-1		n i c h t a n a l y s i r t.										
16 Dolomit-Mergel, dolomitischer, grünlicher und bläulichgrauer		5½	43,38	28,61	1,61	26,65	100,25	58,94	38,87	2,19	0,817	10,77	1,84
17 Thon-Mergel, dolomitischer, grauer, grüner und rother, schiefriger		7½	28,41	21,51	1,33	48,99	100,24	55,43	41,97	2,60	0,942	3,23	4,22
18 Dolomit-Mergel, grünlicher, violetter, auch roth gestreifter, unregelmässig zerklüfteter. Analysirt ein Stück aus der Mitte	1	9½	41,53	27,77	1,47	29,18	99,95	58,68	39,24	2,08	0,824	10,18	1,51
19 Dolomit-Thon, graulicher		4½	27,27	20,58	0,97	51,28	100,10	55,85	42,15	2,00	0,929	3,95	0,32
20 Dolomit-Mergel, grauer, mit <i>Fucoiden</i>	1		35,14	23,26	1,39	40,12	99,91	58,77	38,91	2,32	0,822	10,45	2,47
21 Dolomit-Mergel, röthlicher		5	46,87	23,17	1,85	28,14	99,93	65,29	32,27	2,44	0,621	24,71	1,20
22 Dolomit, fester, dichter, oben in einer hellgrauen, unten in einer röthlichen Bank	2	4	48,37	37,94	2,44	11,02	99,77	54,51	42,75	2,74	0,977	1,25	0,65
23 Dolomit-Thon, grauer, schiefriger, mit Kalksinter-Lagen. Analysirt aus dem obern Theile		7	28,98	26,83	1,83	42,20	99,84	50,27	46,55	3,18	1,157	7,20	0,86
24 Mergeliger Dolomit, feste Bank, von grauer und violetter Farbe, doch nicht so dicht und ebenflächig wie Nr. 22	1	10½	46,11	32,27	2,22	18,66	99,26	57,21	40,04	2,75	0,874	7,20	0,91
25 Mergeliger Dolomit, grauer, bräunlicher, auch röthlicher, fester, dichter, oben mit ein wenig Kalksinter, unten rauher, härter, mit mehr Schichtungsfugen und aus diesem Theile analysirt	2	2	44,67	32,50	1,61	20,63	99,41	56,70	41,25	2,05	0,897	5,82	1,19
26 Thon-Mergel, grünlicher und violetter, bröcklicher	2	11	n i c h t a n a l y s i r t.										
27 Dolomit-Mergel, röthlicher, fester, mit <i>Fischresten</i>	1	3											
28 Thon-Mergel, grünlichgrauer, brüchiger	1	3½											
29 Dolomit, grünlichgrauer, mit Löchern, in welchen Kalkspath; bald krystallinisch, bald thonig, bald sandig, mit Schichtungsfugen	2	4	n i c h t a n a l y s i r t.										
Summa	50½												

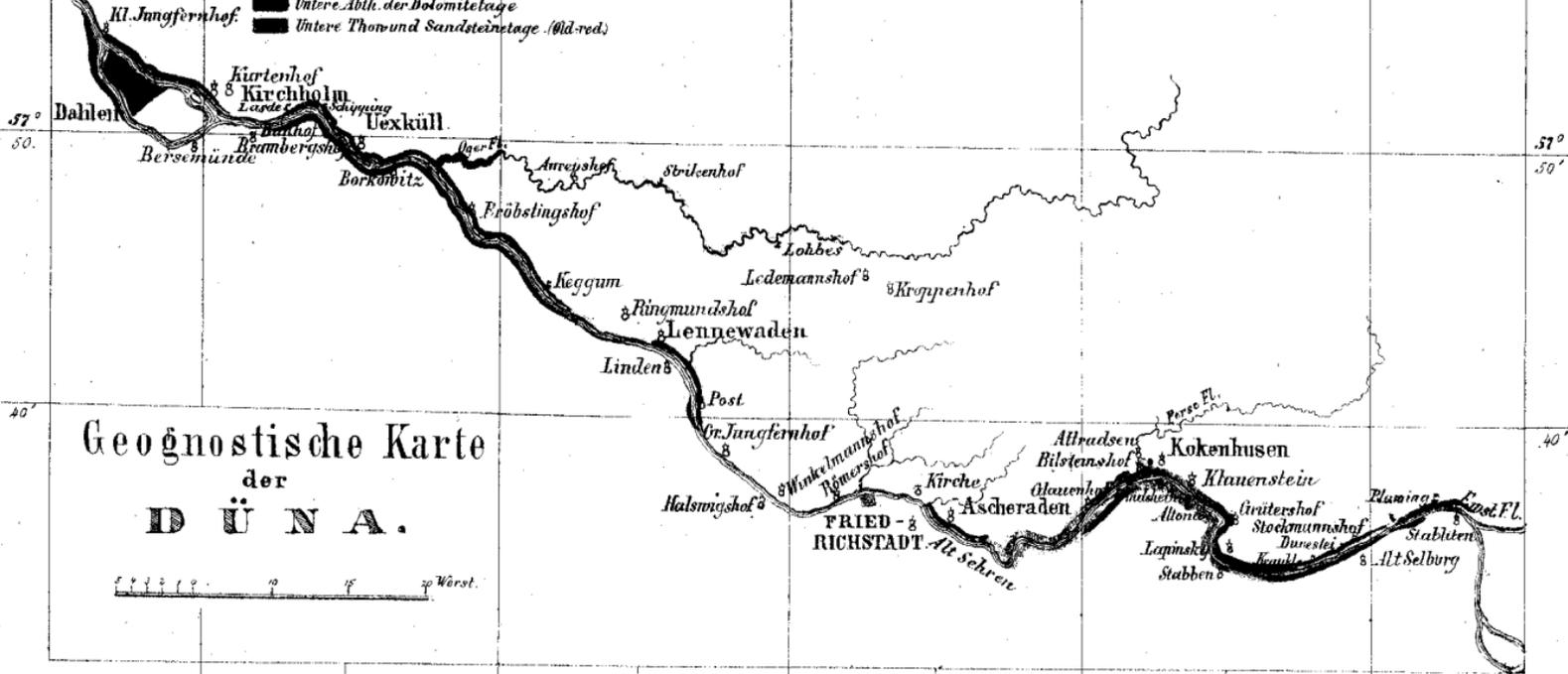
Sand, grünlichweisser und weisser, lockerer, glimmerhaltiger, der untern devonischen Sandsteinetage mit weiter nach unten folgenden rothen und violetten Thonlagen.

Anmerkng. Das ganze Schichtensystem an der Welikaja bildet eine flache Mulde, in welcher der Thon Nr. 6 unter- und oberhalb Pleskau, zwischen dem Kloster Snetogorsk und der Panteleimonkirche ausstreicht. Nr. 1—14 ist am rechten Ufer der Welikaja oberhalb des Sürotzky-Klosters, sowie am gegenüberliegenden Ufer gut zu verfolgen, Nr. 16—25 in der Nähe der sogenannten Mühlenschlucht, eine Werst unterhalb Snetogorsk, Nr. 26—29 beim Gute Tscherkassow, noch weiter flussabwärts. Die aufgeführten russischen Localbenennungen der Schichten werden nur in einigen tiefern Steinbrüchen an der Welikaja gebraucht.

50' 42° 0' 10' 20' 30' 40' 50' 43° 0' 10' 20' 30'

RIGA

-  Obere Dolomit-Thon- und Sandsteintage
-  Obere Abth. der Dolomitstage
-  Untere Abth. der Dolomitstage
-  Untere Thon und Sandsteintage (Old-red)



**Geognostische Karte
der
D Ü N A.**



50' 42° 0' 10' 20' 30' 40' 50' 43° 0' 10' 20' 30'

Vergr. v. d. Karte u. Anwesen in Düna.