

Structur und Bewegung des Eises.

Von

Erich v. Drygalski in Berlin.

Im Jahrgang 1900 Bd. I dieser Zeitschrift p. 71—86 hatte ich in einer Arbeit¹ über die Structur des Grönländischen Inlandeises und ihre Bedeutung für die Theorie der Gletscherbewegung die von O. MÜGGE² (dies. Jahrb. 1899. II. 123—136) gegen einige meiner im Grönlandwerk der Berliner Gesellschaft für Erdkunde³ niedergelegten Ansichten erhobenen Einwände ausführlich erörtert und so das Resultat begründet, dass sie nicht stichhaltig seien. Hierauf antwortet O. MÜGGE in einer neuen Arbeit⁴ (dies. Jahrb. 1900. II. 80—98), indem er einige weitere, im Winter 1899/1900 angestellte Versuche über die sogenannte Translationsfähigkeit⁵ des Eises mittheilt und daran eine nochmalige Kritik meiner Ansichten knüpft. Zum voraus bemerkt er dabei, dass er auf eine weitere Erörterung der strittigen Fragen nicht eingehen würde, solange nicht neue Thatsachen bekannt werden.

¹ Weiterhin citirt als D, II.

² Citirt als M, II, während eine frühere Arbeit MÜGGE's „Über die Plasticität der Eiskrystalle“ in dies. Jahrb. 1895. II. 211—228 als M, I citirt werden soll.

³ Citirt als D, I.

⁴ Citirt als M, III.

⁵ Ich werde diese von MÜGGE angewandte Bezeichnung auch meinerseits hier beibehalten, ohne mich damit über die Berechtigung derselben im Verhältniss zu den sonst in der Krystallographie für entsprechende Erscheinungen gebrauchten Ausdrücken äussern zu wollen. Vergl. den Abschnitt über Gleitflächen in F. ZIRKEL's Elementen der Mineralogie. 1898. p. 188.

Da nun dieser letzte Grundsatz auch in der vorliegenden neuesten Arbeit MÜGGE'S (M, III) schon mit der Ausdehnung befolgt ist, dass viele der von mir beigebrachten Beobachtungen und Argumente trotz genauen Hinweises auf die Stellen, wo sie sich finden, weder beachtet, noch discutirt sind, könnte auch ich mich bescheiden und einfach auf meine früheren Darlegungen (dies. Jahrb. 1890. I. 86) verweisen (D, II). Ich finde indessen in MÜGGE'S neuester Arbeit (M, III) manche Punkte, die vor Beginn seiner Polemik schon anderweitig ausgesprochen und klargestellt waren, in einer Beleuchtung wiedergegeben, die ihre Beurtheilung und weitere Durcharbeitung erschweren könnte, und will deshalb versuchen, sie wieder so zu präcisiren, dass diese Schwierigkeit schwindet. Ich werde hiezu auch durch die Bemerkung veranlasst, dass wegen des Umfanges des Grönlandwerkes mancher Punkt, welcher der Entwicklung fähig ist, vielleicht nicht leicht genug entnommen werden kann, obgleich dieses freilich bei den von MÜGGE übersehenen Punkten nicht geltend gemacht werden dürfte, da ich ihm die betreffenden Seiten, auf welchen er die Behandlung findet, einzeln genannt habe (D, II). Hierzu gehört, wie nebenbei bemerkt sei, unter Anderem auch die Äusserlichkeit, dass einige der von MÜGGE bestrittenen und auch nicht bestrittenen Fragen seinerseits früher behandelt sein sollen, als von mir, wie er schon in seiner früheren Arbeit (M, II) behauptet hatte. Denn meinem darauf gegebenen Hinweis auf die Entwicklung meiner Ausarbeitungen, die vor MÜGGE'S diesbezüglichen Abhandlungen (M, I und M, II) vorgenommen und theilweise auch schon veröffentlicht waren (D, II, 73), begegnet MÜGGE (M, III, 87) nur mit der Bemerkung, dass die Vorrede des Grönlandwerkes vom December 1897 datirt sei, obgleich diese mit der Structur des Eises, um die es sich handelt, nicht das geringste zu thun hat und natürlich, wie es bei grösseren Werken wohl allgemein üblich ist, auch erst nach Abschluss des ganzen verfasst wurde.

Der erste Punkt, auf den ich eingehen möchte, ist die Frage nach dem Zusammenhang zwischen der Translationsfähigkeit des Eises und seiner Temperatur. Auch die neuesten Versuche MÜGGE'S über den Eintritt der Translationen lehren leider hierüber nichts Bestimmtes

(M, III, 84). Ich hatte, wie aus den von MÜGGE (M, III, 88) wörtlich aus meinen Arbeiten angeführten Stellen klar hervorgeht, darauf hingewiesen, dass diese sogenannten Translationen möglicherweise auf Druckschmelzung an den in den Eiskrystallen so vielfach ausgezeichneten Basisflächen beruhen. Wenn MÜGGE nunmehr (M, III, 88) erklärt, dass diese Vermuthung mit seinen Versuchen durchaus in Widerspruch stünde, so muss ich dem widersprechen, da der Zusammenhang zwischen Translationen und Temperatur durch seine Versuche eben nicht geklärt ist, wie er selbst an anderer Stelle sagt (M, III, 85), und da auch die von ihm gegen meine Vermuthung noch angeführten Gründe (M, III, 89) nicht stichhaltig sind. Denn der erste dieser Gründe, die Art der Herausschiebung der Flächen aus den Eisstücken unter Erhaltung ihrer Eigenschaften und Zuthaten würde sich genau in der gleichen Weise zeigen, ob bei dem Process Druckschmelzung mitwirkt oder nicht; den zweiten, dass die Translationen bei Temperaturen vorgehen, wo Druckschmelzung ausgeschlossen ist, wird man nach den bisherigen Erfahrungen auch nicht für beweiskräftig halten, wo die Einzelheiten über den Eintritt der Druckschmelzung noch manches Räthsel bieten (D, II, 73 f.), und den dritten Grund, dass bei den bisherigen zahlreichen Versuchen über Translationen von Druckschmelzung nichts beobachtet sei, muss ich direct als unrichtig bezeichnen, da MÜGGE's eigene Berichte über solche Versuche von einem öfteren Festfrieren der Schnur, an der das Gewicht hing, sprechen (M, I, 220), wie ich das MÜGGE auch bereits früher (D, II, 73) vorgehalten habe, ohne dadurch allerdings eine Gegenäusserung zu erzielen.

Wenn bei anderen Substanzen die in Translationen zum Ausdruck kommende Lockerung des Gefüges ohne Schmelzungen eintritt, beweist das nicht, dass dem auch beim Eise so ist, wo man gerade in den Druckschmelzungen einen wichtigen Factor für die Lockerung des Gefüges kennt und wo man zudem aus dem bekannten TYNDALL'schen Versuch weiss, dass ein belasteter Draht infolge der von ihm ausgehenden Druckschmelzung das Eis durchschneidet. Der Gedanke, dass dann auch ein belasteter Metallstreifen, wie ihn MÜGGE bei seinen neuesten Versuchen verwandt hat, Druckschmelzungen erzeugen

könnte, liegt deshalb nicht fern, und dass solche auch wirklich eintreten, lehren die Beobachtungen von dem öfteren Festfrieren der Schnur (M, I, 220). Es ist somit nicht verständlich, wie MÜGGE diese von ihm selbst beobachtete Thatsache in seiner neuesten Arbeit trotz meiner Erinnerung daran ganz übergehen und sogar aussprechen kann, dass „bei den zahlreichen Versuchen von Druckschmelzung nichts beobachtet ist“. Ob ich, wie es MÜGGE verlangt (M, III, 89), oder ein anderer noch die Einzelheiten des Zusammenhangs zwischen Druckschmelzung und Translationen aufhellt, dürfte sachlich gleichgültig sein. Mir ist es leider jetzt nicht möglich, das Problem auch experimentell weiter zu verfolgen, und ich kann deshalb als vielleicht willkommene Basis fernerer Arbeiten nur darauf hinweisen, dass aus den obigen Gründen und aus den schon früher geltend gemachten (D, II, 73), auf welche MÜGGE nicht eingeht, ein Zusammenhang zwischen Druckschmelzung an den Basisflächen, an denen auch in den TYNDALL'schen Schmelzfiguren eine innere Lockerung des Gefüges beginnt, und den sogenannten Translationen möglich erscheint.

Einen zweiten Punkt kann ich kürzer erledigen. MÜGGE sucht auch in seiner neuesten Abhandlung (M, III, 90 ff.) wieder den Nachweis zu führen, dass zwar nicht meine Annahme des Kornwachsthums durch Druckschmelzung hinfällig sei, wohl aber mein positiver Grund dafür. Da MÜGGE in dem Resultat mit mir übereinstimmt, wird mancher Leser vielleicht den Grund der Polemik schon an sich vermissen. Dies ist bei der neuesten Auflage derselben aber um so mehr der Fall, als ich schon in meiner ersten Entgegnung (D, II, 75) die betreffende Stelle des Grönlandwerkes, welche MÜGGE angreift, genau erläutert hatte, und zum Zeugnis dafür, dass ich mit dieser Erläuterung nicht etwa meine Ansicht geändert habe, nicht weniger als dreizehn andere Stellen des Grönlandwerkes citirte (D, II, 75), die von der gleichen Auffassung Kunde geben. Anstatt dieselben zu vergleichen, interpretirt MÜGGE nur die schon einmal von ihm missverstandene Stelle wiederum in derselben irrthümlichen Weise. Die Entscheidung darüber, ob eine solche Polemik Berechtigung besitzt und ob nicht wohl belegte Erläuterungen des Autors vor der von

MÜGGE daran versuchten Methode philologischer Textkritik den Vorzug verdienen, darf ich dem Leser überlassen, und ebenso ruhig auch die Beurtheilung der Frage, ob ich (D, II, 74) MÜGGE's Bemerkungen nicht sinngemäss wiedergegeben habe, wie er mir (M, III, 90) vorwirft, da ja ein kurzer Vergleich seiner und meiner Ausführungen die Richtigkeit meiner Darstellung zeigen wird. Mein eigentliches Resultat des Kornwachsthums durch Druckschmelzung wird von dieser ganzen Polemik, wie gesagt, gar nicht berührt.

Drittens wendet sich MÜGGE von neuem gegen meine Auffassung, dass die Ursache der orientirten Lagerung der Gletscherkörner in den geschichteten (gebänderten) Theilen des Eises in den Druckverhältnissen zu suchen sei, und zwar zunächst mit Gründen, die er aus anderweitigen Betrachtungen herleitet. Einmal, so heisst es (M, III, 91), könne der Druck an der Unterfläche einer wachsenden Teicheisdecke nicht sehr gross sein, weil er sonst zu einer Durchbiegung der Eisdecke nach oben führen würde. Sollte MÜGGE diese oder analoge Wirkungen des Überdrucks unter der Eisdecke wirklich noch nie gesehen haben? Der Vorgang lässt sich auch bei uns in der Natur jedenfalls häufig beobachten. Zweitens verlangt MÜGGE, falls meine Ansicht über den Einfluss des Drucks die richtige ist, eine regelmässige krystallographische Orientirung gegenüber der Wandung auch in einer ausgefrorenen Flasche und leitet, da sich das dort natürlich nicht zeigte, daraus ein Argument gegen meine Ansicht her. Sollte MÜGGE aber hier nicht beachten wollen, dass dieser Fall gegenüber dem von mir betrachteten in der weiten Eisdecke eines Sees den wesentlichen Unterschied hat, dass die Flaschenwand eine von Punkt zu Punkt wechselnde Krümmung besitzt, welche eben die Gleichartigkeit der Druckwirkung und damit auch der Krystallorientirung hindert? Drittens verlangt er die betreffende Orientirung auch in den Saalbändern in der Tiefe erstarrender Gesteine, obgleich hier doch der Fluss des Magmas naturgemäss andere Druckverhältnisse zeitigen muss, die ja auch in der Fluidalstructur auf's Beste zum Ausdruck kommen, als der Gefrierprocess in einer fest eingeschlossen ruhenden Wassermenge. Und endlich vermisst MÜGGE die gleiche Orien-

tirung, welche ich im Eise mit den Druckverhältnissen in Zusammenhang setze, in den Neubildungen der Tiefseesedimente, obgleich deren Lagerung nach dieser Richtung hin zu beobachten meines Wissens noch nie Gelegenheit war. Keiner dieser Punkte, in welchen er die von mir für Eisbildungen angenommene Wirkung des Drucks auf die Krystallorientirung sucht, lässt sich also überhaupt zum Vergleich mit den Verhältnissen heranziehen, unter welchen die betreffende Eisbildung zu Stande kommt, aus keinem wird man deshalb auch einen Grund gegen meine Ansicht von dem Einfluss des Drucks auf die Orientirung der Krystalle herleiten können.

Sodann geht MÜGGE in dieser Frage wenigstens auf eines der Argumente ein, welche nach meinen Ausführungen für den betreffenden Einfluss des Drucks in Betracht kommen. Die Structur des Meereises freilich wird übergangen, weil sie für die Theorie der Gletscherbewegung gleichgültig sei (M, III, 95), obgleich nicht zu übersehen war, dass gerade in der verschiedenartigen Ausbildung der verschiedenen Eisarten unter verschiedenen Drucken für die Beurtheilung der Druckwirkung auf die Krystallorientirung und damit auf die inneren Umwandlungen einer Eismasse und ihre Bewegung ein Hauptargument liegt (D, II, 76) und somit die Structur des Meereises für meine Beweisführung wesentlich ist.

Das eine andere Argument aber, welches MÜGGE dann angreift, liegt in der stengeligen Zusammensetzung einer Teicheisdecke, indem die einzelnen Stengel nicht von der Oberfläche zur Unterfläche hindurchreichen, sondern nach kurzem Verlauf absetzen und von anderen abgelöst werden. Ich hatte hieraus und aus dem gleich zu nennenden strengeren Grunde geschlossen, dass die Eisdecke nicht durch ein Fortwachsen der Oberflächenindividuen durch ihre ganze Dicke entsteht, sondern durch die Bildung neuer Krystalle, die sich unter die erstgebildeten setzen. MÜGGE bezweifelt nun wiederum, dass die von den obersten Krystallen äusserlich getrennten, nach unten folgenden Stengel besondere Individuen sind, obgleich er selbst in seiner ersten Arbeit (M, I, 221) die gleiche Annahme macht und obgleich von mir neben der äusseren Trennung der Stengel auch ihre verschiedenartige optische Orientirung in den obersten und den unteren Eislagen angeführt wird (D, II, 78), mithin ein

krystallographisch absolut einwandfreies Moment. Das Nicht-zusammenhängen der Stengel in zerfallenden Eismassen lässt sich mit voller Sicherheit feststellen, wenn man die Schmelzbedingungen richtig beachten will, und die Auffassung, dass diese Stengel dann auch besondere Individuen sind, wird man streng krystallographisch zum mindesten überall dort gelten lassen müssen, wo man verschiedene Orientirungen trifft (D, II, 78). Dann aber hat man sicher unter den Oberflächenlagen selbstständig gewachsene und so gerichtete Krystalle, dass die Hauptaxe mit der Richtung des herrschenden Druckes zusammenfällt, was für den Einfluss des letzteren spricht. Eine krystallographisch richtende Kraft aber, wie sie MÜGGE annimmt, ist hier eben nicht zu finden gewesen.

Wenn MÜGGE dann endlich noch positiv zu zeigen versucht, dass der Druck überhaupt gar keine nothwendige Bedingung der Krystallorientirung sein könne, weil er bei Sprengungen der Eisdecke und bei dem Vorhandensein von Öffnungen Null wird und weil er bei dem Gefrierversuch in einem Bottich die geforderte Orientirung nicht nach sich zog, so ist zu dem letzteren Versuch zu bemerken, dass er nach der gegebenen Schilderung in sich nicht ohne Widerspruch ist und im Endresultat überdies auch gerade die Krystallorientirung lehrte, die man unter dem Einfluss des Druckes erwarten würde, wie aus dem Bericht selbst hervorgeht. Was aber den ersteren Grund betrifft, so ist es zunächst eine auch durch Capillarerscheinungen complicirte Frage, ob und wann überhaupt in weiterem Umkreis der Druck bei dem Vorhandensein von Öffnungen und bei Sprengungen Null wird, solange der Gefrierprocess währt, wie man sich bei dem gleichzeitigen Anstossen der Eisdecke eines Sees an verschiedenen Stellen überzeugen kann. Dann aber wüsste ich nicht, wo die Orientirung von gerade in solchen Momenten, wo der Druck Null wird, entstandenen Eislagen schon beobachtet ist. Es ist mithin nur eine unbewiesene Annahme MÜGGE's, dass es in den unteren Theilen des Teicheises ohne Druck gewachsene Lagen giebt, die trotzdem die gleiche Orientirung hätten, wie die unter Druck entstandenen, während auf der anderen Seite beim Meereis und

bei den oberen Lagen des Teicheises das Zusammentreffen anderer Druckverhältnisse und entsprechend anderer Krystallorientirungen, wie in den unteren Lagen, wo der gleichmässig wirkende Druck herrscht, sicher nachgewiesen wurde (D, I, XV). Hierin liegt doch zweifellos ein Argument für den Einfluss des Drucks. Und der Einwand endlich, dass der Druck innerhalb eines Gletschers gegenüber den bis dahin durcheinander gelagerten und ganz unregelmässig begrenzten Eisindividuen nicht krystallographisch orientirt sei und deshalb die Orientirung beim Wiedergefrieren des Druckschmelzwassers auch nicht bestimmen könne, dürfte wohl nur auf einem Missverständniss beruhen, da die Druckwirkung einer infolge von Verflüssigungen nachsinkenden Eismasse im Allgemeinen doch nur von der Richtung der Schwerkraft abhängen wird, mit welcher die Hauptaxenrichtungen der im Gletscher neu gebildeten Krystalle auch zusammenfallen, was ich neben den Orientirungen im Teicheise und Fjordeis als Argument für meine Ansicht von dem Einfluss des Drucks auf die Krystallorientirung auch angeführt hatte (D, II, 76 ff.). Selbstverständlich halte auch ich weitere Beobachtungen über den Zusammenhang zwischen Druckwirkung und Krystallorientirung im Eise für wünschenswerth und nothwendig; die dagegen vorgebrachten Einwände MÜGGE's aber nach dem Obigen für unbegründet, zumal sie das Problem und meine Ausführungen dazu meist gar nicht berühren.

Ein vierter Punkt, der bei MÜGGE von neuem zur Sprache kommt, betrifft den Zusammenhang zwischen Kornstructur und Bewegung. Da seine ganzen Ausführungen hier wie bei dem zweiten Punkt auf ein Festhalten an der schon früher gegebenen irrthümlichen Interpretation meiner Ansicht hinauslaufen, trotzdem ich auch diesen Irrthum schon einmal ausdrücklich berichtigt hatte (D, II, 84), darf ich mich damit begnügen, meine, im Grönlandwerk entwickelte Ansicht im Vergleich zu den Ausführungen MÜGGE's hier kurz zu wiederholen. Sie geht dahin, dass die Bewegung des Eises auf den inneren Umwandlungen durch Druckschmelzung und Wiederverfestigung beruht. Zu diesen inneren Umwandlungen gehört natürlich auch das Wachsthum und die Umbildung der Körner, das ich in

längeren Darlegungen behandelt habe (D, I, 495). Die Umwandlungen sind indessen nicht an die Korngrenzen gebunden, sondern gehen auch innerhalb der Körner vor sich, wie unter Anderem auch die TYNDALL'schen Schmelzfiguren zeigen. Somit ist auch die Bewegungsfähigkeit nicht an die Korngrenzen gebunden, sondern betrifft ganze Kornsysteme, die unter gleichen physikalischen Bedingungen stehen. Man darf also nicht sagen, dass die Bewegung von der Kornstructur abhängt, weil die Bewegungsfähigkeit auch innerhalb der Körner entsteht.

So weit meine im Grönlandwerk entwickelte Ansicht. MÜGGE polemisiert dagegen und äussert (M, III, 95), dass der Gletscher erst durch die Kornstructur beweglich wird und dass der Grad der Beweglichkeit deshalb durch die Korngrösse mit bedingt erscheint. An anderen Stellen nennt er dagegen die Translationen, die seiner Ansicht nach doch auch Verschiebungen innerhalb der Körner sind, ein wesentliches Moment bei der Eisbewegung, kennt also ebenfalls Bewegungsvorgänge, die unabhängig von der Kornstructur sind. Sollte so die erstere Polemik mit der letzteren Ansicht desselben Verfassers nicht in einigem Widerspruch stehen? Und sollte ich hiernach so unrecht gehabt haben, wenn ich (D, II, 84) sagte, dass MÜGGE's Anschauungen von den meinigen nicht allzuwesentlich abweichen? Er hält, wie ich, die Bewegungsfähigkeit nicht für an die Korngrenzen gebunden und darf somit dann die Kornstructur auch nicht für die Grundbedingung der Eisbewegung erklären. Vielleicht kommt noch die Zeit, wo MÜGGE dieses zugesteht und wo er sich ohne Weiterungen dann auch zu meiner ferneren Ansicht von der Bedeutung der plattigen Grundkrystalle, aus welchen die Körner bestehen, bekennt, die ich in dieser Hoffnung auch hier wieder kurz resumieren will, um damit das Aufsuchen dieser Anschauung zu erleichtern.

Hexagonale Platten setzen die Körner des Fjordeises, wie des Bach- und Teicheises zusammen und bedingen deren Streifung, welche ich früher für die FOREL'sche Streifung hielt, nunmehr aber als eine bis dahin nicht beschriebene Eigenschaft des Eises erkannt habe (D, II, 82) und deshalb als Plattenstreifung bezeichnen will, nachdem der Name FOREL'-

sche Streifung für die im Grönlandwerk ebenfalls beschriebene eine Art von Schmelzlinien vorbehalten wurde. Der nun gewählte Name weist zugleich auf die Entstehung der Plattenstreifung hin, wie ich sie bereits im Grönlandwerk beschrieben hatte. Da sich Plattenstreifen auch an Gletscherkörnern finden, liegt der Gedanke nahe, dass auch diese aus Platten bestehen, was bei dem Vorkommen von Krystallpyramiden in den Grotten des Gletschereises, wo man auch die Plattenstreifung findet, leicht möglich ist (D, I, 481).

Da nun ferner an den diesen Platten entsprechenden Flächen innerhalb der Gletscherkörner die inneren Verflüssigungen ansetzen, wie die TYNDALL'schen Schmelzfiguren zeigen, halte ich den weiteren Schluss für berechtigt, dass die Bewegungsfähigkeit mit dieser plattigen Grundform der Eiskrystalle im Zusammenhang steht. Denn auch an ihnen geht so die für den Eintritt der Bewegung nothwendige Lockerung des Gefüges vor sich und nicht allein an den äusseren Korngrenzen oder an den inneren, die durch Einschlüsse kenntlich sind.

Diese Lockerung des Gefüges besteht meinen Beobachtungen nach in inneren Verflüssigungen, deren fernere Wirkungen sich an der ganzen Entwicklung der Eisstructur verfolgen lassen und deren Möglichkeit aus Temperaturuntersuchungen folgt (D, I, XVI und XVII). Bei den TYNDALL'schen Schmelzfiguren an den Flächen der Grundkrystalle ist das ebenso sicher. MÜGGE erklärt sie dagegen hier — von seiner widerspruchsvollen Polemik über die Bedeutung der Kornstructur können wir nunmehr absehen — durch die sogenannte Translationsfähigkeit. Ob und wie weit dieselbe aber überhaupt unabhängig von Verflüssigungen ist, steht nicht fest, wie ich oben erörtert habe. Falls Translationen auch ohne Schmelzungen vorkommen und falls sie dann bei der Eisbewegung eine Rolle spielen, wie es MÜGGE glaubt, müsste man Eisbewegung auch bei tiefen Temperaturen nachweisen können, da Translationen nach MÜGGE's Versuchen, die in dieser Richtung allerdings nicht einwandfrei sind, auch noch bei solchen Temperaturen vorkommen sollen, bei welchen Druckschmelzungen nicht mehr annehmbar sind. Für solche Temperaturen ist jedoch auch

eine Eisbewegung bisher nicht bekannt, sondern nur bei solchen Temperaturen, bei welchen Druckschmelzung vorkommt. Es ist somit durchaus unwahrscheinlich, dass die sogenannten Translationen bei der Eisbewegung eine selbständige Rolle spielen, während dieses bei den inneren Verflüssigungen nach allen bisherigen Erfahrungen — auch nach denen von MÜGGE — sicher ist. Ich sehe deshalb keinen Grund, meine Ansicht von der Wirksamkeit der letzteren bei der Eisbewegung zu ändern.

Wie weit nun MÜGGE's Darlegungen die meinigen corrigiren, erweitern oder als haltlos und unrichtig erweisen, wie er es in steter Wiederholung zu äussern für richtig hält, anstatt auf meine Ausführungen einzugehen und sie zu prüfen, brauche ich nach dem Obigen nicht weiter zu erörtern. Es lag mir nur daran, die besprochenen Punkte wieder so zu präcisiren, dass weitere Arbeiten daran anknüpfen können. Nur das möchte ich noch sagen, dass ich den Schluss der neuesten Arbeit MÜGGE's (M, III, 97 f.) nicht ohne einige Verwunderung las. Denn es wird in demselben davon gesprochen, dass die Translationserscheinungen in Grönlands Inlandeis so deutlich sind, in den Gletschern der Alpen dagegen anscheinend viel seltener, obgleich diejenige Bildung, um die es sich hier einzig handeln kann — Druckschichtung, wie ich sie im Grönlandwerke nannte, Bänderung, wie ich sie bei Aufrechterhaltung meiner Ansicht von ihrer Entstehung und nur in neutraler Ausdrucksweise mit den Gletscherforschern der Alpen jetzt bezeichnen will — doch eine von allen Alpengletschern wohl bekannte und oft beschriebene Erscheinung ist. Es wird ferner von der Deutlichkeit der Translationen bei den in das Meer auslaufenden und dort abbrechenden Gletschern Grönlands gesprochen, obgleich die betreffende Erscheinung gerade bei diesen nicht zu beobachten ist, da die betreffenden Theile der Eisströme, wo sie zu erwarten ist, unter Wasser liegen, worüber meine Schilderungen und Abbildungen auch nicht den geringsten Zweifel lassen. Es wird ferner von der Ansicht HAMBERG's gesprochen, dass bei den arktischen Gletschern, welche Parallelstructur (Bänderung) zeigen, die Bewegung in der Weise erfolge, dass eine Schicht über die andere hingleite, obgleich hierfür unter den sonst zahlreichen und vortrefflichen Messungen

HAMBERG's auch nicht eine einzige vorliegt, wohl aber für die gegentheilige Ansicht (D, I, 226 ff.). Es wird endlich den alpinen und nordischen Geologen empfohlen, sich behufs geeigneter Förderung der Probleme des Eises „vielleicht einmal zu erinnern“, dass auch das Eis gesteinsbildend ist und dass man das Inland- und Gletschereis als krystallinische, durch Umkrystallisation aus Schnee- und Firnmassen hervorgegangene Schiefer betrachten könne, obgleich in der ganzen Gletscherliteratur nach TYNDALL dieser Gedanke doch ständig wiederkehrt und zuletzt auch von mir im Grönlandwerke noch besonders im Hinblick auf die Ähnlichkeit zwischen Gneiss und Eis behandelt worden ist (D, I, 537). Angesichts solcher Wendungen in MÜGGÉ's letzter Arbeit und von ähnlichen schon oben erwähnten (p. 41) müssen gewisse Zweifel entstehen, ob MÜGGÉ schon Zeit und Gelegenheit fand, sich mit den Erscheinungen der Gletscherwelt und der darüber bestehenden umfangreichen Literatur die Vertrautheit zu erwerben, welche für eine so allgemeine Lösung des Problems der Eisbewegung, wie er sie vorbringt, doch nicht entbehrlich sein dürfte, da eine genaue Kenntniss der in der Natur beobachteten Thatsachen bei der Entwicklung einer Theorie der Eisbewegung durch einige noch so interessante experimentelle Versuche nicht ersetzt werden kann.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [1901](#)

Autor(en)/Author(s): Drygalski Erich Dagobert von

Artikel/Article: [Structur und Bewegung des Eises. 37-48](#)