

Einige Bemerkungen über das Grundeis der Flüsse

Autor(en): **Merian, Peter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Annalen der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften**

Band (Jahr): **2 (1824)**

PDF erstellt am: **27.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-358249>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

III.

Einige Bemerkungen über das Grundeis der Flüsse,

von Peter Merian, Prof.

*Vorgelesen in der naturf. Gesells. zu Basel
den 8. Nov. 1823.*

Wir haben leider in den Naturwissenschaften noch häufig Gelegenheit die Bemerkung zu machen, daß der gemeine Mann über viele Naturerscheinungen richtigere Begriffe hegt, als die, welche unter den wissenschaftlichen Forschern allgemein verbreitet sind. Besonders ist das der Fall bei manchen meteorologischen Gegenständen, und überhaupt bei Erscheinungen in der großen Natur, weil sie der Erforschung durch Versuche sich entziehen, und wir daher die günstigen Augenblicke abwarten müssen, welche sich, ohne unser Zuthun, zu ihrer Beobachtung darbieten. Die Lage des Gewerbmannes ist aber für solche Beobachtungen weit günstiger, als das Studirzimmer des Gelehrten. Oft schon hat daher der Gelehrte, durch unzureichende theoretische Ansichten irre geleitet, mit Ungrund Erfahrungen vernachlässigt, zu welchen allgemein verbreitete Meinungen von Leuten, welche nicht zu seiner Zunft gehören, ihn hätten führen können. Die wenigen Bemerkungen über die Bildung des Grundeises in fließenden Wassern, die ich hier mitzutheilen habe, mögen diese Behauptungen bekräftigen.

Man nennt *Grundeis*, die losen, unzusammenhängenden Eismassen, welche bei anhaltender Kälte auf der Oberfläche der fließenden Gewässer fortgeführt werden. Dasselbe ist sehr verschieden von den festen Eisrinden, mit welchen das Wasser längs den Ufern, vornehmlich an den ruhigeren Stellen sich zu überziehen pflegt. Es bildet sich auch niemals in Seen, Teichen, oder andern stehenden Gewässern, sondern Bewegung scheint zu seiner Entstehung ein nothwendiges Erforderniß. Auf den ersten Anblick hat es ungleich mehr Aehnlichkeit mit durchnätzten Schneeklumpen, die im Wasser fortschwimmen, als mit gewöhnlichem Eis; eine nähere Untersuchung zeigt aber eine ganz eigenthümliche Beschaffenheit. Es besteht nämlich aus einer Zusammenhäufung einer Unzahl verhältnißmäfsig dünner, rundlicher Eisdreiecke, von einigen Linien Durchmesser, die für sich durchsichtig sind, und erst durch ihr Aneinanderordnen eine halbdurchsichtige, aus einiger Entfernung dem nassen Schnee ähnliche Masse bilden. Bekanntlich ist eine anhaltende, mehrere Grade unter 0° stehende Lufttemperatur erforderlich, damit Flüsse oder Ströme das Grundeis zu treiben anfangen, und man bemerkt allgemein, daß ein kalter, dem Laufe des Stromes entgegengesetzter Wind die Bildung ungemein befördert. Nicht selten zeigen daher Ströme derselben Gegend, die aber nicht nach derselben Richtung fortfließen, nicht zu gleicher Zeit das Grundeis; sondern je nachdem der herrschende Winterwind diesem oder jenem mehr entgegengesetzt ist, erscheint dasselbe vorzugsweise auf diesem oder jenem fließenden Wasser.

Auf den ersten Blick sollte man glauben das Grundeis müsse, wie die Eismassen auf ruhigen

Gewässern, an der Oberfläche sich bilden, weil die Abkühlung durch die Atmosphäre vornehmlich an der Oberfläche wirksam ist, und das Wasser, wenn es einmal unter 3°C , oder unter die Temperatur seines grössten Dichtigkeitszustandes gefallen, bei fernerer Erkältung leichter wird. Man sollte also glauben, das Wasser, welches dem Gefrieren nahe ist, habe, wie das in stillen Gewässern der Fall ist, ein Bestreben oben zu bleiben, und das Eis müsse sich folglich an der Oberfläche zu bilden anfangen. Es ist diefs auch die Ansicht, welcher die meisten physikalischen Schriftsteller, die diesen Gegenstand berühren, zugehan sind. Dennoch läfst sich das, was bei ruhigen Wassern eintritt, nicht auf die sich bewegendenden ausdehnen, und das Grundeis bildet sich bestimmt am Boden der Gewässer. Schon die deutsche Benennung *Grundeis* zeigt diefs an, oder zeigt wenigstens, dafs die allgemeine Meinung der Bildung am Grunde zugehan ist. Man wird auch kaum einen Müller, Fischer oder Schiffmann antreffen, der an dieser Thatsache zweifelt. Alle wissen häufige Beispiele zu erzählen, dafs sie Augenzeugen gewesen sind, wie grofse Grundeismassen von dem Boden selbst tiefer Ströme heraufgestiegen, und anfänglich gewaltsam über die Oberfläche des Wassers sich emporgehoben haben. In jedem strengen Winter kann auch jedermann an jedem grundeistreibenden Flusse, der nicht so tief ist, dafs der Grund sich nicht deutlich unterscheiden liesse, durch den Augenschein von der Wahrheit dieser Behauptung sich überzeugen. Im Winter 1823 bin ich wenigstens, auf die Erinnerung eines Freundes, über meinen Skepticismus in dieser Sache eines Bessern belehrt worden.

Der **St. Alban-Teich**, ein durch Basel geleiteter Kanal des Birsflusses, trieb häufiges Grundeis. Zur Zeit der Beobachtung, im Monat Januar 1823, führte der Rhein hingegen keines. Einige Zeit vorher hatte das Umgekehrte statt gefunden. Das Wasser war äusserst klar, so daß auch an Stellen, wo die Tiefe des Kanals 3 und mehr Fuß betrug, die Gegenstände am Grunde sich deutlich unterscheiden liessen. Der Boden wird hier durch gerollte Steine gebildet. An jeder Stelle nun, wo irgend eine Hervorragung am Grunde zu bemerken war, an den tiefern Stellen des Wassers, wie an den weniger tiefen, hatte ein Büschel losen Eises sich angesetzt, der von Weitem einem Baumwollenflocken zu vergleichen war. An mehreren Stellen war beinahe der ganze Boden mit solchen Flocken überzogen. Zuweilen lösten sich dieselben ab, und stiegen im strengfliessenden Wasser allmählig an die Oberfläche empor. Fische man dieselben heraus, so zeigten sie ganz dieselbe Beschaffenheit zusammengehäufter rundlicher Eisblättchen, wie das Grundeis, was häufig an der Oberfläche schwamm, es bleibt also kaum zu bezweifeln, daß nicht auch das letztere auf ähnliche Weise gebildet worden, und erst durch Ablösung vom Grunde an höhern Stellen des Flusses auf die Oberfläche gekommen sei. Die eigenthümliche, gleichförmige Anordnung des Eises am Grunde, läßt der Vermuthung keinen Raum, daß dasselbe erst von der Oberfläche auf den Boden gesunken sei.

Die natürlichste Erklärung der Sache ist wohl folgende. Die fließenden Wasser kühlen sich im Winter zwar vorzugsweise an der Oberfläche ab, ihre beständige Bewegung, zumal wenn noch ein

widriger Wind zu Hülfe kömmt, mengt aber die Wasser der Oberfläche und die des Grundes beständig durcheinander, des geringen Unterschiedes des spezifischen Gewichtes ungeachtet. Die Temperatur des Grundes und der Oberfläche, selbst bei ziemlich tiefen Strömen, kann daher keine erheblichen Verschiedenheiten zeigen. Die hervorragenden festen Körper am Boden bieten aber, für das sich bildende Eis, einen vortheilhaftern Ansetzungspunkt dar, als die beständig sich bewegende Oberfläche, und man weiß, wie viel es bei Krystallisationen auf solche Ansetzungspunkte ankömmt. Das genugsam erkältete Wasser fängt daher am Grunde an Eis abzusetzen, vorzugsweise an denjenigen Stellen, wo eine vorliegende Erhabenheit vor der Gewalt des Stromes schützt. Die immerwährende Bewegung im Innern hindert aber, wie in bewegten anschiessenden Salzauflösungen, die Ausbildung gröfserer fester Massen, und es entstehen daher blofs Anhäufungen kleiner, unvollständig ausgebildeter Eisblättchen. Sind diese Anhäufungen endlich zu gröfsern Massen angewachsen, so reissen sie sich, in Folge ihrer gröfsern spezifischen Leichtigkeit, oder in Folge der Gewalt des Stromes vom Boden los, und erheben sich an die Oberfläche, oft noch Theile des Bodens in sich schliessend, denn bekanntlich trifft man nicht selten Sand, kleine gerollte Steine, Schlamm und andere Gegenstände am Grundeise haftend an.

Ich habe in den Schriftstellern nachgesucht, um Erfahrungen zur Bestätigung, oder zur Widerlegung der hier niedergelegten Ansichten zu finden, aber nur Weniges, und das beinahe ausschliesslich in ältern Werken gefunden; in neuern

wird der Gegenstand kaum berührt, oder schon als gänzlich abgethan betrachtet. *Plot* erzählt, in seiner Naturgeschichte von Oxfordshire *): „dafs alle Wasserleute, die er jemals gesprochen habe, sämmtlich darin übereinstimmen, dafs die Flüsse der Gegend beständig am Boden zu gefrieren anfangen, was“ fährt er fort „so überraschend es für den Leser seyn mag, weder unbegreiflich noch lächerlich ist. Es ist Thatsache, welche sie alle zugeben, dafs man häufig Eisklumpen (Ice-meers, wie sie dieselben dort nennen) antrifft, die sich unter den Augen des Beobachters vom Boden in die Höhe heben, und dafs man oft an der untern Seite derselben Steine und Kies findet, welche von unten mit herauf gebracht worden sind.“ *Hales* **) bestätigt *Plots* Behauptungen, und findet sie überstimmend mit den Ausfagen der Fischer und Wasserleute an der Themse, und zwar in den Gegenden, wo Ebbe und Fluth merkbar sind, und da, wo sie es nicht mehr sind. „Dieselben fühlen nämlich das Eis mit ihren Stangen mehrere Tage vorher, ehe die Oberfläche der Themse überfriert, und sehen es auch mit einer solchen Gewalt vom Boden emporsteigen, dafs es auf der schmalen Kante stehend $\frac{1}{2}$ bis 1 Fuß über die Oberfläche hervorschieft, einige Zeit in dieser Stellung bleibt, und sich dann mit der flachen Seite auf die Oberfläche des Wassers legt. Dieses Eis wird in großen Mengen vom Strome fortgeführt, und Ice-meers (Grundeis) genannt. Wenn die Kälte anhält, so erhärtet es zu einer zusammenhängenden festen Kruste, und der Fluß ist zugefroren.“

*) Natural history of Oxfordshire. 2d. ed. Oxf. 1705. fol. S. 28.

**) Statical essays. Append.

Den 30. Jan. 1730 des Morgens um 7 Uhr, bei einer Lufttemperatur von ungefähr -9° C. gieng Hales an die Themse „und fand in einem Busen bei *Teddington*, wo das Wasser sehr wenig Lauf hatte, dessen Oberfläche $\frac{1}{5}$ Zoll dick zugefroren. Unter diesem Eise sah er am Boden eine andere Eisrinde. Durch eine Oeffnung im obern Eise wurde ein Stück vom untern heraufgefischt, welches etwa $\frac{1}{2}$ Zoll dick war, aber weit schwammiger und blasiger als das obere Eis. Das untere hieng mit dem obern Eis am Ufer zusammen, entfernte sich aber von demselben immer mehr, so wie das Wasser tiefer wurde, indem es dicht am Boden festgefroren war, von dem es oft Sand und Steine mit in die Höhe bringt, wenn es, seiner spezifischen Leichtigkeit wegen, sich emporhebt.. Wenn das Eis sehr dick wird, so nimmt es selbst zuweilen die von Weiden geflochtenen Körbe mit herauf, die mit Steinen beschwert zum Behufe des Fischfangs auf den Boden gelegt worden sind.“

Den 28. Dez. 1731 um 8 Uhr des Morgens, ungefähr bei der oben erwähnten Temperatur der Luft, fand Hales „denselben Busen des Flusses auf ähnliche Weise überfrozen, sowohl an der Oberfläche als am Grunde, nur die schnellfließenden Stellen des Stromes waren ausgenommen, welche wegen der Bewegung, weder an der Oberfläche, noch am Boden gefroren waren. In Uebereinstimmung mit dieser Erfahrung bemerken die Wasserleute und Fischer, dafs es am Boden da zuerst gefriert, wo der Strom am sanftesten ist, so wie ein Teich an der Oberfläche schneller zugefriert, wenn ein sanfter Nord-Ost über ihn wegbläst, als wenn er einem heftigen Winde ausgesetzt ist.“

„Obgleich bei kaltem Wetter der Schnee das Gefrieren des Wassers beschleunigt, so bemerkt man doch, daß die Themse am Boden zuerst gefriert, auch wenn lange vorher kein Schnee gefallen ist, so daß man die Erscheinung nicht dem Niedersinken des Schnees zuschreiben kann.“ Das war auch der Fall gewesen bei der von mir am St. Alban-Teich angestellten Beobachtung, die ich oben erwähnt habe. Längere Zeit vor der Erscheinung des Grundeises war kein Schnee gefallen. Uebrigens ist schon bemerkt worden, daß bei einer nähern Besichtigung das Grundeis von einer vom gefrorenen Schnee ganz verschiedenen Beschaffenheit sich zeigt.

„Da also“ fährt Hales fort, „dieses Gefrieren am Grunde niemals in Teichen oder stehenden Wassern bemerkt wird, so muß es nothwendig der Bewegung des Stromes zugeschrieben werden; denn in stehenden Wassern, wie in der Erde, ist es gewiß bei frostigem Wetter an der Oberfläche kälter, als in einiger Tiefe; da hingegen in einem fortfließenden Strome das obere und untere Wasser beständig durcheinandergeworfen, und dadurch ungefähr auf dieselbe Temperatur gebracht wird; und da das Wasser an der Oberfläche in größerer Bewegung ist, als am Grunde, so kann es nicht so leicht gefrieren. In dem erwähnten Busen, wo die Bewegung des Wassers unbedeutend war, fand sich zwar die Oberfläche zugefroren, so gut als der Boden, aber doch nicht mit einer so dicken Eisdecke, da hingegen in der Mitte des Stromes, wo die Bewegung stärker war, die Oberfläche nicht überfroren, aber doch mit Grundeis überdeckt war, welches sich beständig vom Boden erhob.“

Mit Recht fügt Hales die Bemerkung hinzu, daß der Boden eines Flusses im Winter sich ungleich mehr abkühlen müsse, als der eines Teiches oder Sees, wäre das Wasser, welches den Boden berührt, auch von derselben Temperatur, weil im fließenden Wasser die beständige Erneuerung des den Boden erkältenden Wassers eine grössere Erniedrigung der Temperatur hervorbringen muß.

Es lehren uns die angeführten Erfahrungen, daß die Begriffe, welche schon die deutsche Benennung *Grundeis* ausdrückt, auch in England, unter den Leuten vom Fache, die allgemein verbreiteten sind. Sie geben uns ferner eine umständliche Beschreibung der Thatsachen durch einen sehr zuverlässigen Beobachter an die Hand, aus welchen wir schliessen dürfen, daß nicht nur flockenartiges Grundeis, sondern unter günstigen Umständen auch eine festere Eisdecke am Boden der Flüsse sich zu bilden vermag. Solchen Thatsachen zu widersprechen, scheint mißlich; dennoch geschah es, mit unverdientem Erfolg, durch *Nollet* *).

Nollet fängt damit an sich zu entschuldigen, daß er sich die Mühe giebt, eine ernsthafte Widerlegung eines der gesunden Vernunft so widerstreitenden Volksvorurtheils, wie das über das Grundeis, zu unternehmen; nur die ihm häufig von bewährten Personen gemachten Gegenbemerkungen, die von *Plot* und *Hales* öffentlich ausgesprochenen Meinungen hätten ihn hiezu bewegen können. Er liefs zu dem Ende, im Winter des Jahrs 1743, als bei einer Lufttemperatur von

*) Mémoires de l'Académ. des Sciences pour 1743. S. 51.

— 12⁰ C. die Seine in Paris überfroren war, „das Eis 3 oder 4 Fuß vom Ufer durchstechen, und ein Stück Eis von ungefähr einem Quadratfuß Oberfläche ablösen, welches sich 8 Zoll dick fand. Die untere Seite war nicht eben, wie das an dem Eise, welches sich auf stehenden Wassern bildet, zu seyn pflegt, sie war auch nicht fest, wie der übrige Theil, sondern ungleich und schwammig, und hatte ganz das Ansehen von in feine Theile zerstoßnem Eise, welches unter einem festern Eise sich angelegt hatte. An allen Stellen des Flusses, wo das Eis durchstochen wurde, zeigte sich dieselbe Erscheinung. Man bemerkte ferner, daß die gebildeten Eislöcher kein klares Wasser zeigten, wie die Löcher auf dem Eise der Teiche, sondern sie waren mit Stücken schwammigen, wenig festen Eises erfüllt, demjenigen ähnlich, welches an der Unterseite der Eisstücke bemerkt worden. Vergeblich suchte man die Oberfläche des Wassers von diesem losen Eise zu befreien, es erneuerte sich beständig, und die Arbeiter behaupteten, dieses lose Eis, welches sie *bouzin* nennen, bilde sich während der Nacht am Boden des Flusses, und werde den Tag über durch die Sonne an die Oberfläche gezogen. Deswegen seien die meisten herausgehobenen Stücke schmutzig, voll Erde, und enthielten zuweilen Grashalme.“

Die Unreinigkeiten des losen Eises zeigten sich nicht nur am Ufer des Flusses, wie Nollet zuerst glaubte, sondern selbst an Stellen wo dessen Tiefe 9 bis 10 Fuß betrug. Dennoch konnte er sich nicht „allen Prinzipien zuwider“ überzeugen, daß das Eis der Flüsse am Boden sich ausbildet, um so mehr, da er mehrere Male, und

in verschiedenen Jahren, die Temperatur des Wassers der Seine in verschiedenen Tiefen untersucht hatte, als das Eis der Oberfläche eine Dicke von 2, 3, 6 bis 8 Zoll zeigte, und er niemals das Wasser bis zu dem zum Gefrieren erforderlichen Grade von Kälte abgekühlt fand. Es kam oft in der That diesem Grade sehr nahe, aber blofs nach mehrern Tagen eines strengen Frostes, und nicht wenn das Eis der Oberfläche nur noch $\frac{3}{4}$ Zoll Dicke hatte.

Diese Temperatur-Beobachtungen sind allerdings merkwürdig, nur können sie keine That-sachen widerlegen. Sie sind übrigens an Punkten angestellt, wo der Strom langsam genug fließt, um an der Oberfläche zu überfrieren, und schon dadurch beweist, dafs er an der Oberfläche kälter geworden ist, als im Innern. Sie verdienen aber an Stellen wiederholt zu werden, wo man Grundeis am Boden sich bilden sieht, wo keine schon gebildete Eiskruste das Wasser vom erkältenden Einflufs der Luft schützt, und wo zugleich das Wasser tief genug ist, dafs Unterschiede der Temperatur in verschiedenen Tiefen möglich werden.

Um das flockige, schwimmende Eis wegzuschaffen, liefs Nollet an einer Stelle des durchbohrten Eises ein Fafs ohne Boden einsetzen. Aus demselben konnten nun mit Leichtigkeit alle Eisflocken ausgeschöpft werden. Wenn er aber daraus den Schlufs zieht, dafs, weil er an dieser Stelle kein Eis von unten herauf in das Fafs emporsteigen sah, es am Boden sich nicht bilden könne, so ist er offenbar im Irrthum. An einer eng begrenzten Stelle, wie im Umfang des Fasses, kann natürlicher Weise in einer gegebenen Zeit

wenig, oder kein Eis vom Boden sich ablösen, und an die Oberfläche kommen; das allermeiste wird in höher gelegenen Stellen des Flusses sich gebildet haben. Eben so wenig kann die Bemerkung, welche nach Nollet allein hinreichen soll die Gegner vollständig zu widerlegen, aus der gleichen Ursache auch nur vom geringsten Gewichte seyn. „Wenn es wahr ist, daß das Grundeis vom Boden kömmt“ sagt Nollet, „sollten die Unreinigkeiten, die es mit sich führt, nicht dem Boden angehören, an welchem es gebildet seyn soll, und über dem es schwebt, wenn man es herausfischt? Ich habe indess ganz das Gegentheil bemerkt. Die herausgefischten Eisflocken waren oft gelb und voll Sandes, während der Boden an dieser Stelle auf beträchtliche Entfernungen nur Schlamm zeigte. Dieses Eis ist also höher herabgekommen, und denn findet man keine Schwierigkeit das Daseyn der Unreinigkeiten zu erklären. Man braucht nur anzunehmen, was man leicht zugeben wird, daß es an den seichten Stellen längs dem Grunde gegleitet sei, und daß die einzelnen Bruchstücke, aus welchen es besteht, vor der Vereinigung verunreinigt gewesen sind.“

Ich lasse dahingestellt, ob Eis, welches nach dieser Voraussetzung längs einem wärmern Grunde hinstreicht, vollends an untiefen Stellen, wo der Strom reissender, und der Grund aus eben dieser Ursache mehr kiesig als schlammig zu seyn pflegt, viele Unreinigkeiten mit sich fortzureissen und festzuhalten vermag; wem ist aber je in den Sinn gekommen zu behaupten, daß das Grundeis, welches man den Fluß herabschwimmen sieht, sei es nun auf der Oberfläche, oder, wie im hier erwähn-

ten Falle, unter einer schon gebildeten Eisrinde, daß dieses Grundeis alles von den unmittelbar untenliegenden Stellen des Stromes heraufgekommen sei. Wie schon erwähnt, ist es schon genug, wenn man, wie am St. Alban-Teich, an einer gegebenen Stelle nur zu Zeiten einen Eisklumpen emporsteigen sieht; geschieht dasselbe im ganzen Bette des Flusses, so müssen an der Oberfläche beständig Eisklumpen fortschwimmen, die aber freilich alle von höher gelegenen Stellen herkommen.

Aus diesem Allem geht hervor, daß Nollet mehr trachtete seine vorgefasste Meinung auszusprechen, als durch sorgfältige Untersuchung die Gegenmeinung zu prüfen, die, obgleich sie seinen Prinzipien zu widersprechen schien, dennoch der Beachtung werth war; und trotz dieser, ich möchte wohl sagen empörenden Oberflächlichkeit, scheinen doch die auf keinen Thatsachen beruhenden Behauptungen bei den Physikern, ohne erheblichen Widerspruch, allgemein Eingang gefunden zu haben. So leicht wird oft ein Irrthum angenommen, wenn er einen angesehenen Naturforscher zum Urheber hat.

Von neuern Beobachtungen, die hieher gehören, finde ich die des Hrn. *Strenke* *), welcher berichtet, daß im Februar 1806 zu Pillau 6 Fuß lange eiserne Ketten, die lange Zeit am Grunde des Wassers verloren gelegen hatten, ein 30 Klafter langes Tau, und 3 bis 6 Pfund schwere Steine, von einer dicken Eiskruste umgeben, an die Oberfläche emporstiegen, und daß der Anker eines Schiffs, nachdem er eine Stunde im Wasser gewesen, mit

*) Gilberts Annalen der Physik. B. 22. S. 332.

einer Rinde von Eis überdeckt heraufgezogen wurde *).

Wenn ich übrigens durch das Gesagte mich bemüht habe, die Bildung des Grundeises am Boden der Flüsse darzuthun, so soll damit keineswegs behauptet werden, daß das einmal in die Höhe gekommene Eis, sich nicht an der Oberfläche vergrößern könne. Es scheint im Gegentheil wahrscheinlich, weil durch die vorhandenen Eisklumpen nun auch an der Oberfläche, die doch wenigstens so kalt seyn muß, als der Grund, Ansatzpunkte zur Krystallisirung gegeben sind. Vollends muß die Gefrierung an der Oberfläche überhandnehmen, wenn durch irgend einen Umstand das Grundeis an einer Stelle sich anstaut, und eine mehr oder weniger zusammenhängende Masse bildet. Daß unter gewissen Bedingungen auch an der Oberfläche eines sich wirklich bewegenden Wassers Eisbildung eintreten könne, will ich nicht bestreiten; so viel scheint mir aber erwiesen, daß am Boden der Ströme und Flüsse Eis erzeugt wird, und daß die übereinstimmende Beschaffenheit dieses Eises mit allem Grundeis, was an der Oberfläche schwimmt, eine gemeinschaftliche Bildungsweise mehr als wahrscheinlich macht.

*) Seit der Abfassung dieses Aufsatzes habe ich erfahren, daß bereits *Lichtenberg* die Bildung des Grundeises am Boden der fließenden Gewässer vertheidigt hat. Die Originalabhandlung konnte ich aber noch nicht zu Gesichte bekommen.
