Zeitschrift: Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft

Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft

Band: 3 (1861-1862)

Artikel: Ueber Eisbildung und Entstehung der Schrunden und Spalten in den Eisdecken der Süsswasserseen

Autor: Deicke, J. C.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-834498

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

VII.

Ueber Eisbildung und Entstehung der Schrunden und Spalten in den Eisdecken der Süsswasserseen.

Von

Professor **J. C. Deicke.**

Es gibt viele Phänomene in der Natur, die allgemein bekannt sind, welche wir aber noch nicht genügend erklären können, weil die bedingenden Ursachen noch nicht genau ermittelt sind. Solche Phänomene bietet das Eis in mehrfacher Beziehung.

Dieses tritt wie viele andere Körper, z. B. der Quarz, mit verschiedenem innerm Gefüge auf; im Allgemeinen ist die Textur entweder blättrig oder körnig. Gefriert süsses, unbewegtes Wasser, so schiessen von den Wandungen meistens Nadeln aus, an welche sich unter Winkeln von 60° oder 120° wieder Nadeln ansetzen, es entstehen endlich Tafeln, welche die Wasseroberfläche ganz oder theilweise mit einer Eisschicht bedecken. Aehnliche Formen zeigt der Schnee, gefrorne Fensterscheiben u. s. f. Das Gletschereis entsteht meistens aus Schnee; thaut derselbe theilweise auf, so wird der zurückbleibende mit Wasser getränkt, und beim Wiedergefrieren bilden sich Eiskörner. Durch Wiederholung des angedeuteten Prozesses wachsen die Eiskörner, und aus dem Zusammengefrieren dieses sogenannten Firns wird das Gletschereis gebildet.

Nach Beobachtungen der Gebrüder Schlagintweit erhält das Eis auch ein körniges Gefüge, wenn es bei schnellem Temperaturwechsel entsteht.

Im Meere werden die aufgelösten Salze vor der Eisbildung ausgeschieden, es bildet sich ein Eisschlamm, woraus Scheiben entstehen, die sich durch die Bewegung des Wassers abrunden. Diese Scheiben vergrössern sich bis auf mehrere Quadratklafter zu Treibeistafeln, woraus endlich die Eisfelder hervorgehen. Im Bodensee habe ich eine ähnliche Eisbildung mit Ausnahme der Treibeistafeln beobachtet. Am 12. November 1858 zeigte sich an dem Ufer bei Steinach Eisschlamm mit runden Scheibchen vermengt; bei dem nicht sehr stark bewegten Wasser wurden die Scheibchen über einander geschoben, und durch Zusammengefrieren bildete sich eine Eisdecke mit rauher Oberfläche. Im Winter 1860/61 beobachtete ich analoge Erscheinungen am Zeller- und Mündelsee im badischen Seekreise. Im Winter 1861/62 gefror dagegen bei ruhigem Wasserstande der Markelfingersee meistens vermittelst Anschiessen von Nadeln, und es entstand eine glatte Eisoberfläche.

Nach diesen Erfahrungen entsteht auf Seeflächen bei reinem und nicht bewegtem Wasser das Eis vorzugsweise durch Anschiessen von Nadeln, die von dem Ufer ausgehen. Ist hingegen das Wasser in wellenförmiger Bewegung, oder hat es Salze aufgelöst, die sich vor dem Gefrieren ausscheiden, so entsteht beim Gefrieren zuerst eine schlammartige Eismasse, die Scheiben bildet, woraus grössere Eisflächen hervorgehen. Bei ruhigem oder wie in Flüssen bei gleichförmig bewegtem Wasser ohne Wellenschlag bildet sich eine glatte, hingegen bei Wellenbewegung eine rauhe Oberfläche.

Beim Aufthauen des Eises zerfällt das Gletschereis wieder in Körner, das Fluss-, Meer- und Seeeis vorzugsweise in Scheiben. Das Eis nimmt eine blättrige Textur an, wenn der

Krystallisationsprozess gar nicht oder nur theilweise gehemmt wird, wenn hingegen wie bei der Gleschereisbildung die Krystallisationskraft gänzlich gestört wird, so erhält jenes ein körniges Gefüge.

Eine bekannte, aber bisher wenig untersuchte Erscheinung ist das Schrunden- und Spaltenreissen des Eises auf grössern Seen. Es stehen damit mehrere eigenthümliche Phänomene in enger Beziehung; ich kenne aber keine Schrift, worin dieselben auch nur mit einer entfernt annähernden Vollständigkeit beschrieben wären. Selbst in Gehlers physikalischem Wörterbuche sind sie nicht einmal flüchtig berührt. In bedeutender Entwickelung können sie nur auf grossen Seen beobachtet werden; es gibt aber wenige Winter, in welchen letztere bei uns ganz mit Eis bedeckt werden, und hierin liegt vielleicht der Grund, wesshalb bisher über die angedeuteten Phänomene wenige Beobachtungen für wissenschaftliche Zwecke gemacht wurden. Im Winter 1860/61 ist der Untersee vom 6. Januar bis 4. März mit Eis bedeckt gewesen, während 57 Tagen konnte man über dasselbe von Deutschland nach der Schweiz reisen. In diesem Zeitraume habe ich Beobachtungen über das Schrunden- und Spaltenreissen gemacht, und viele Erkundigungen bei Fischern und Schiffern, sowie bei den Zollwächtern, die Tage oder Nächte hindurch auf dem Eise zubrachten, eingezogen, und werde hier die gesammelten Erfahrungen mittheilen.

Um Wiederholungen zu vermeiden, sollen zuvor die Begriffe von Schrunde und Spalte festgestellt werden. Abgesehen von der Unzahl feiner Sprünge im Eise, welche das Irisiren erzeugen, entstehen Risse, die sich auf kurze Strecken, z. B. einige hundert Fuss, oder auf sehr weite Strecken ausdehnen. Im ersten Falle bleiben die Absonderungsflächen in gleicher Höhe ganz nahe bei einander; diese Bildung soll eine Spalte genannt werden. Eine Spalte kann durch die

ganze Dicke des Eises oder nur durch einen Theil hindurchgehen. Bei sehr langen Rissen werden die Spaltflächen gleich oder ungleich gehoben, sie entfernen sich entweder mehr oder weniger weit von einander, oder die eine Eisdecke wird über oder in die andere hineingeschoben. Einen solchen Riss des Eises wollen wir als Schrunde bezeichnen. Schrunden und Spalten unterscheiden sich ferner noch dadurch, dass bei einer Schrunde sowohl bei ihrer Bildung als späterhin viel Wasser auf die Eisoberfläche gestossen wird, was bei Spalten nicht immer vorkommt.

Schrunden haben beständig eine sehr bedeutende Länge; ich habe sie in einer Ausdehnung von 20,000 bis 30,000 Fuss angetroffen; in ihrem Laufe verfolgen sie meistens die Längenrichtung der Seen, welches bei Spalten nicht durchgängig der Fall ist. Schrunden und Spalten entstehen oft gleichzeitig, doch kommt das Spaltenreissen häufiger als die Bildung der Schrunden vor. Eine strenge Scheidewand zwischen beiden Erscheinungen gibt es nicht; denn es finden Uebergänge statt.

Unter Schrunden und Spalten sollen aber diejenigen Risse des Eises nicht mit inbegriffen sein, die am Ufer der Seen durch das Steigen und Fallen des Wassers entstehen. Es ist das nur ein Abbrechen des Eises. Dem Schrunden- und Spaltenreissen geht meistens ein Summen und Getöse voraus; das Eis geräth wie bei Erdbeben in eine vibrirende Bewegung, wobei oft ein Sausen hörbar wird, als wenn ein Sturmwind unter dem Eise brauste. In dieses Brausen mischt sich oft ein Krachen wie von einem Pelotonfeuer, das zuweilen mit einem donnerartigen Krachen untermischt wird. Diese verschiedenen Schallerregungen kommen einzeln oder gleichzeitig vor, sie ereignen sich zu jeder Tageszeit, bei heller und trüber Witterung. In kalten Nächten, besonders wenn die Schrunden zugefrieren, zeigen sich jene am häufigsten und

sind meistens vor Mitternacht stärker als nach Mitternacht, ebenso ereignen sie sich häufiger vor Mittag als nach Mittag. Einige Fälle sollen hier noch speziell hervorgehoben werden. Am 1. und 2. Februar 1861 hörte man Morgens zwischen 8 bis 10 Uhr bei häufigem Summen und Sausen zuweilen ein starkes Getöse. Am 3. und besonders am 5. Februar hielt das Sausen, Toben und Krachen sowohl auf dem Zeller- als Markelfinger- und Mündelsee den ganzen Morgen an, und soll während der vorhergehenden Nächte noch heftiger gewesen sein. In seiner grössten Stärke zeigte sich das Phänomen am 28. Januar 1861. Mit geringer Unterbrechung dauerte das Sausen, Krachen und Donnern unter dem Eise fast 12 Stunden; es war Windstille, empfindlich kalt und starker Nebel. Nirgends zeigte sich Wasser auf dem Eise; die Schrunden waren zugefroren; erst nach Sprengung der Eisdecke wurde Wasser auf das Eis gestossen, und hörte das Getöse allmälig auf. Am 29. Januar hörte man kein Geräusch, aber in der Nähe der gebildeten Schrunden und Spalten war das Eis oft auf weite Strecken mit Wasser bedeckt.

Die vibrirende Bewegung des Eises, das Summen und Sausen unter demselben ist nicht immer mit Schrunden- und Spaltenreissen verbunden, doch wird dann häufig in Intervallen Wasser aus den schon vorhandenen Schrunden und Spalten gestossen. Diese Phänomene sind keine Folge von eingetretenem Thauwetter, sondern sie entstehen meistens bei Abnahme der Temperatur, und immer, wenn die Schrunden durch Eis geschlossen sind. Thauwetter trat erst am 24. Februar ein, und am 4. März wurde bei heftigem Sturmwinde die Eisdecke auf dem Untersee gebrochen.

Mit der Schrundenbildung, welche die Fischer am Untersee Wume, d. h. Wunde des Eises, nennen, stehen noch folgende spezielle Phänomene in Verbindung:

In der Nähe der Spaltfläche wird das Eis zuerst stark

aufwärts gekrümmt, es bildet sich hierauf eine sehr stumpfe Kante, in deren Scheitel das Eis auseinanderspaltet. Die Spalte bleibt entweder aufgeklafft, oder die Eisdecken legen sich mit den Spaltflächen übereinander, oder die eine Spaltfläche dringt in das Eis der andern keilförmig ein. Bei jeder Schrundenbildung wird Wasser auf das Eis gestossen, welches sich in Intervallen oftmals wiederholt. Die Fischer nennen das Wasserausstossen das Bluten des Eises, und sprechen daher von Wume, d. h. Wunde und Bluten des Eises.

Schrunden und Spalten werden häufig, besonders zur Nachtzeit geschlossen, aber nach kurzer Zeit entweder wieder geöffnet, oder es werden neue gebildet. Die Schiffer, welche Gelegenheit haben, diese Erscheinung häufig zu beobachten, behaupten, dass aus einer wieder aufgerissenen Schrunde mehr Wasser als aus einer neuen ausgestossen werde, sie wenden darauf das alte Sprichwort an: „eine aufgerissene Wunde blutet stärker als eine neue.“

Die Anzahl der Schrunden ist nicht bedeutend. Der Zellersee zwischen Radolfzell und Itznang ist ungefähr 8000 Fuss breit, durchgängig sind gleichzeitig 2, höchstens 3 Schrunden offen gewesen, die in der Nähe von Moos zusammengestossen sind. Die Schrunden zogen sich längs des See's in einer Entfernung von 800 bis 1000 Fuss von dem Rande der Ufer hin. — Zwischen Allensbach und der Insel Reichenau hat der Markelfinger See ungefähr die gleiche Breite, es sind gleichzeitig immer nur zwei Schrunden offen gewesen, von denen diejenige auf der Seite nach Allensbach eine starke Krümmung hatte und theilweise mitten durch den See ging. Der untere Theil des Markelfinger See's hat eine geringe Tiefe und Breite, er zeigte keine Schrunden, sondern nur Spalten, denen zuweilen Wasser entquoll. — Der Mündelsee mit einem Flächenraum von 275 Juchart und höchstens 40 Fuss Tiefe hatte ebenfalls nur ausgedehnte Spalten, aber keine Schrunden.

Eine Spalte zog sich nach der Länge, eine andere nach der Breite des See's.

Am 31. Januar 1861 fuhr ich im Schlitten über das Eis von Radolfzell nach Ermatingen im Kanton Thurgau, was eine Entfernung von 40000 bis 50000 Fuss ist. Ich kam über 9 Schrunden, wovon nur eine den See quer durchschnitt. Die südlichste Schrunde zwischen Gaienhofen und Ermatingen hatte die weiteste Oeffnung, an einigen Stellen 14 Fuss; theilweise war das Eis umgebogen und bis auf eine Höhe von 5 Fuss aufgerichtet. Auffallenderweise zeigte sich auf der Schweizerseite bei Steckborn, Mannenbach und Ermatingen, wo das Wasser des Rheines einen starken Abfluss von Osten nach Westen hat, keine Schrunde. Zwischen Ermatingen und Konstanz ist der Rhein den ganzen Winter nicht überfroren gewesen, die Grenze des Eises war fast eine gerade Linie, die sich von Ermatingen nach der Insel Reichenau zog.

Die Erscheinungen bei der Schrunden- und Spaltenbildung sind mannigfacher Art und lassen sich schwerlich auf eine Grundursache zurückführen. Drei Kräfte können dabei thätig sein:

1) Temperaturunterschiede der Atmosphäre, wodurch das Eis ausgedehnt oder zusammengezogen wird.

2) Wenn das Wasser an irgend einem Orte durch eine starke mechanische Kraft affizirt wird, so pflanzt sich die Wirkung sehr schnell durch die ganze Wassermasse fort. Schwillt z. B. der Rhein an, und ergiesst sich plötzlich bei Rheineck eine grosse Menge Wasser in den Bodensee, so pflanzt sich dieser Stoss so schnell fort, dass schon nach einigen Minuten bei Konstanz, selbst bei Stein am Rhein das Wasser eine oscillirende Bewegung annimmt.

3) Angehäufte, komprimirte Luft unter dem Eise, die einen Ausweg sucht.

Die Fischer am Untersee geben als Ursache der ange-

führten Erscheinungen Spannung des Eises und Luftströmung unter dem Eise an. In Bezug auf den letztern Punkt behaupten jene, dass eine Verbindung des Wassers mit der Luft nothwendig sei, und dass das Wasser so gut wie ein organischer Körper mit Luft gespeist werden müsse.

Die Sprengung des Eises, mögen Spalten oder Schrunden gebildet werden, ist ohne Zweifel eine Folge der Spannung des Eises, und da die Schrunden oft ohne Unterbruch eine Länge von 20000 bis 30000 Fuss haben, so muss sich diese Spannung auf sehr grosse Strecken ausdehnen. Die nähern Ursachen können Temperaturwechsel und mechanische Kräfte, hervorgerufen durch komprimirte Luft und Wellenbewegung des Wassers unter dem Eise sein. Aeussere mechanische Kräfte können, wie oben angegeben ist, ausgedehnte vibrirende Bewegungen des Wassers hervorbringen, doch werden sie höchst wahrscheinlich bei Windstille, bei bedeutender Kälte, und wenn, wie im Winter, der See nur einen sehr geringen Zufluss erhält, nur eine höchst untergeordnete Rolle bei diesen Phänomenen spielen. Die Hauptmotoren sind Temperaturwechsel und komprimirte Luft unter dem Eise, letztere ist gewiss fast alleinige Ursache von dem Wogen des Eises, dem Sausen unter demselben und dem Ausstossen des Wassers auf die Eisoberfläche.

Zuweilen sind die Spaltflächen der Schrunden mehrere Fuss von einander entfernt, ohne aufgerichtet zu sein; weitaus häufiger kömmt es aber vor, dass sich die Eismassen übereinander geschoben oder mit verschiedenen Biegungen aufgerichtet haben. Letztere Erscheinung erinnert oft an gehobene Sedimentschichten der Erde. Bei dem Uebereinanderschieben der Eismassen kömmt durchgängig die grössere, d. h. breitere Eismasse, über die kleinere, d. h. schmälere, zu liegen. Auf dem Zellersee zwischen Radolfzell und Itznang zeigten sich meistens gleichzeitig zwei Schrunden in einer

Entfernung von 5000 bis 6000 Fuss. Bei beiden lag die mittlere Eismasse von 5000 bis 6000 Fuss Breite auf den Eismassen an den Ufern, die nur 800 bis 1000 Fuss Breite hatten. Hiernach sollte sich das Eis nach der Schrundenbildung nicht zusammengezogen, sondern ausgedehnt haben.

Die Flächenausdehnung des Eises, selbst bei Abnahme der Temperatur, liegt wirklich in dem Bereiche der Möglichkeit, und lässt sich auf mehrfache Weise erklären.

1) Das starke Irisiren des Eises deutet auf eine Unzahl feiner Risse hin. Dringt Wasser in diese Risse und gefriert, so muss sich das Eis vermöge seiner Streckbarkeit horizontal ausdehnen, was das Aufrichten, Uebereinanderschieben u. s. f. des Eises bei der Schrundenbildung zur Folge haben kann. Agassiz hat diese Ursache der Gletscherbewegung zu Grunde gelegt.

2) Das Eis ist dehnbar und biegsam, kann besonders bei grosser Flächenausdehnung verschiedene Formen und durch Streckung ungleiche Räume einnehmen. Befindet sich unter dem Eise Luft, so wird dieselbe vermöge des starken äussern Druckes einen Gegendruck auf das Eis ausüben, wodurch Formveränderung und Streckung des Eises erzeugt werden kann. Entweicht die Luft unter dem Eise aus den gebildeten Schrunden, so nimmt das Eis eine mehr horizontale Fläche an, wodurch eine scheinbare Vergrösserung der Oberfläche und ein Uebereinanderschieben der Eisdecken erfolgen muss.

Das Schrunden- und Spaltenreissen ist, wie bereits mehrfach erwähnt, immer mit Geräusch verbunden, das Summen, Sausen und Brausen ereignet sich auch nach der Bildung der Schrunden und Spalten, welches aber immer ein Bluten des Eises, d. h. Ausstossen des Wassers nach sich zieht.

Das Wasser enthält ein sehr grosses Quantum atmosphärische Luft, welche zum Bestehen einer Unzahl von Thieren

unumgänglich nöthig ist. Die Ansicht der Fischer, dass das Wasser wie jeder lebende Körper mit atmosphärischer Luft in Verbindung stehe und beständig mit respirabler Luft gespeist werden müsse, hat seinen Grund in dem Athmungsprozesse der im Wasser lebenden Thiere. Die enorme Menge derselben in den Seen verbraucht zum Einathmen ein sehr grosses Quantum atmosphärischer Luft, was ein Ausathmen irrespirabler Luftarten wie Kohlensäure und Stickstoff zur Folge hat. Das Wasser nimmt die sich beständig erneuernden irrespirablen Luftarten nicht auf, die Eisdecke verhindert das Entweichen derselben, sie müssen sich unter dem Eise ansammeln und können die Vibration des Eises, das Summen, Sausen und Brausen erzeugen.

Im Rhein bei Ermatingen, Mannenbach, Steckborn hat das Wasser einen starken Abfluss, das Einsaugen von atmosphärischer Luft und Abführen der irrespirablen Luftarten wird dadurch theilweise geregelt, desshalb kommen daselbst keine Schrunden im Eise vor. Die Schiffer machen aber dennoch Oeffnungen in das Eis und behaupten, es sei nothwendig für das Fortkommen der Fische.

Das Zerreissen des Eises auf kurze oder weite Strecken, das Aufrichten, das Ueber- und Ineinanderschieben der Eisdecken, die wellenförmige Bewegung des Eises, das Ausstossen des Wassers aus den Schrunden und Spalten und die gleichzeitigen Erscheinungen, die unsern Gehörsinn affiziren, stehen sicherlich in einem engen Zusammenhange und sind durch blossen Temperaturwechsel nur sehr gezwungen zu erklären. Nehmen wir aber den Druck irrespirabler Luft unter dem Eise noch zu Hülfe, wozu sich dann noch wellenförmige Bewegung des Wassers gesellt, so ist eine ungezwungene Erklärung dieser Erscheinungen möglich.

Der Athmungsprozess der lebenden Wesen im Wasser ist an den Kreislauf des Ein- und Ausathmens von Luft noth-

wendig gebunden. Eine geschlossene Eisdecke würde diesem Prozesse ein unwiderstehliches Hinderniss entgegensetzen. Durch die Bildung der Spalten und Schrunden in der Eisdecke wird die Verbindung der äusseren Atmosphäre mit dem Wasser wieder hergestellt. Jene sind daher sicherlich kein zufälliges, nutzloses Ereigniss, sondern sie sind für das Bestehen der im Wasser lebenden Wesen durchaus nothwendig. Die oben angegebene Ansicht der Fischer, dass das Wasser so gut wie jeder lebende Körper mit der Atmosphäre in Verbindung stehen und damit gespeist werden müsse, und dass die Luft an dem Spalten- und Schrundenreissen Antheil habe, stützt sich sicherlich auf Erfahrungen, die sich durch Ueberlieferungen fortgepflanzt haben und immer von Neuem bestätigt wurden.