

## 5. Beobachtungen über den Eisgang der Donau.

Von Ludwig Freyherrn von Forgatsch.

Mitgetheilt am 23. April, in einer Versammlung von Freunden der Naturwissenschaften.

Eine sehr verdienstvolle Anregung und Aufforderung des Hrn. Bergrathes W. Haidinger in der Wiener Zeitung vom 5. April 1847 an Freunde der Naturwissenschaften über die Eisbildung, das Verhalten so wie über den Abgang derselben in Flüssen, eine weitere persönliche Besprechung mit dem Hrn. Bergrathe über diesen Gegenstand, so wie dessen gütige Aufforderung zur Mittheilung meiner gemachten Beobachtungen veranlassen mich zu der gegenwärtigen Mittheilung an die verehrte Versammlung in wie weit ich mich besonders für den letztverflossenen Winter derselben noch erinnere, als ich solche wohl zu meiner Erweiterung der Erkenntniss der Natur des Donaustromes gemacht habe, jedoch hiebei nicht die Absicht hatte sie der verehrten Versammlung oder dem Allgemeinen näher mitzutheilen, daher ich mir die näheren Daten der Beobachtungen auch nicht besonders angemerkt habe.

Beim Erkalten des Wassers setzen sich die entstandenen Eisnadeln wie Hr. Bergrath Haidinger sehr richtig bemerkt, sowohl am Grunde wie auch an der Oberfläche der Strömung als Eisballen oder Eisblumen zusammen. Nehmen diese Eisballen welche sich am Grunde gebildet haben, an Umfang zu, so erheben sich solche leichter wie das Wasser; mit ihnen erhebt sich über auch das Materiale des Flusses an welches sie sich angesetzt und gebildet haben, und erscheint ebenso wie sie an der Oberfläche der Strömung. Durch anhaltenden Frost vergrössern sich diese Eisballen mit und ohne Grundmateriale, dichten sich immer mehr, gelangen endlich zur Stockung und bilden die Eisdecke des Stromes. Diese zusammengedrängten Eisballen werden in der Volkssprache Eisdust genannt. Dieselben sind nach meinen fünfzehnjährigen Beobachtungen von dem grössten Einflusse auf den

Donaustrom in der Höhe Wiens. Der zum Stocken gelangte Eisdust schiebt sich in einer Stärke von 6 — 10 und auch noch viel mehr Schuhen hohen Mächtigkeit zusammen, unter welchem wie Hr. Bergrath Haidinger desgleichen bemerkt, die Bildung des Grundeises aufhört. Das Wasser der Oberfläche des Stromes, welches zwischen dem Eisdust zur Ruhe gelangt ist, bildet sich nun zu einer festen Eisdecke, welche um so stärker wird, je länger der Frost anhält, und je stärker derselbe eintritt, wodurch diese Eisdecke auf dem Eisdust aufliegt und mit demselben verbunden ist.

Bei dem Zusammenschieben und Stocken des Eisdustes ergeben sich immer vom Eise entblösste Stellen. Die Eigenschaft des Wassers Wärme an sich zu ziehen bindet solche bei der geringsten Erhöhung der Temperatur ober dem Gefrierpunct, so wie durch das Auffallen der Sonnenstrahlen an diesen offenen Flächen. Das schnelle Strömen der Donau in der Höhe Wiens ist daher schon bei geringer Erhöhung der Temperatur von Einwirkung auf die zusammengeschobene Eisbildung begleitet. Nur bei sehr starken Winter überziehen sich die offenen Stellen mit einer festen Eisbildung, selbst da bleibt aber die Donau nicht ganz ohne derselben; erhöht sich daher die Temperatur nur einige Stunden im Tage auch nur um Weniges über den Gefrierpunct, so tritt dadurch ein allmähliges Lösen; bei dem Anhalten solcher Tage aber ein unschädliches Abgehen der Eismassen ein.

Je geringer die Flüsse sind, um so schneller geht die Eisbildung vor sich. Je mehr die Wassermassen zunehmen, wie dieses bei dem weiten Laufe der Donau der Fall ist, um so mehr Zeit erfordert die Erkaltung folglich die Bildung des Eises. Wie ich mich zu erinnern glaube, so war im letztverflossenen Winter in den öffentlichen Blättern irgendwo angemerkt, dass die Donau gegen den Ausfluss des Meeres ungefähr 15 Tage zur Eisbildung brauche, wogegen die Eisbildung der Donau bei Wien nach einigen, ungefähr 4—5—6, Tagen eintritt.

Bei sehr geringem Wasserstande war im verflossenen Winter die Eisbildung des Donaustromes eingetreten. In

Wiener-Donaukanale kam das Treiben des Eisdustes früher in's Stocken, nach einigen oder mehreren Tagen trat die Stockung des Eisdustes auf dem Hauptarme der Donau ein. Wie ich vermüthe kam diese Eisbildung ungefähr zu derselben Zeit auch bei Pressburg zur Stockung, wo zur nothwendigen Verbindung der beiden Donauufer daselbst eine künstliche Eisbrücke durch wiederholtes auflegen von Stroh und übergiessen mit Wasser gebaut wird. Nachlassen des Frostes bewirkte eine Bewegung des Eises oberhalb wie unterhalb Wiens. Die obere Eiskruste zeigte nur 4 bis 6 Zolle Mächtigkeit, daher auch bei einem minderen Wärmegrad diese Eisdecke in Bewegung gerathen konnte. Auch hat sich der Wasserstand nur wenig erhoben, die Eisbewegung ging daher bei geringem Wasserstande vor sich. Bei Pressburg möge aber die künstliche durch Aufgiessen verstärkte wie durch Stroh verbundene Eisdecke in Verbindung der dortigen Donaueinengung die Bewegung des Eises oberhalb aufgehalten haben, wodurch sich der aus Eisschollen und Eisdust zusammengeschobene Eisstoss von da (Pressburg) bis weit über Wien hinauf zusammenstockte.

Gleich wie im Hauptstrome kam die erste Eisbildung auch im Wiener-Donaukanale in Bewegung und befreite solchen völlig vom Eise. Bei der eingetretenen Eisstockung im Donauhauptstrome verlegte sich aber die Einmündung des Wiener-Donaukanales mit Eis, worauf derselbe beinahe den ganzen Winter Eisfrei geblieben ist.

Ungeachtet der Wasserstand der Donau ein geringer gewesen war, so bewirkte doch das von unten bis über Wien hinauf stockende Eis eine Anstauung der Wassermassen, wodurch sowohl der Donauhauptstrom so wie der Wiener-Donaukanal bei sechs Schuhe höher strömten.

In dieser Anstauung erlangten die zusammengeschobenen Eisschollen und Eisdustmassen eine Mächtigkeit von 8 bis 10 und viel mehreren Schollen; da aber diese Anstauung durch mehrere Wochen währte, so sind diese Massen in dieser Mächtigkeit zusammengefroren. Als nun Thauwetter eingetreten war, bewegten sich diese Eismassen in der Höhe Wiens, stockten aber gegen das von Pressburg auf-

wärts noch immer unbewegte Eis, hatten den Wicner-Donaukanal gleichfalls mit Eis hoch angestopft und fest angepfropft. Neu eingetretener Frost von mehreren Tagen hatte diese Eismassen wiederholt zusammengefroren, wodurch Pressburg in grosse Gefahr gerathen ist, als bei eingetretenem Thauwetter daselbst die Eismassen abgeführt wurden.

Bei diesem letzten Thauwetter ist die Lösung und Bewegung der Eismassen bei Wien in dem Donauhauptstrome früher eingetreten als im Wiener-Donaukanal, welcher auf 12 — 15 und auch noch mehr Schuhe hoch mit zusammengefrorenem Eise aus Eisdust und Eisschollen bestehend angepfropft war. Bei den starken und vielen Krümmungen des Wiener-Donaukanales setzten sich die Eismassen fest auf die Sandbänke der konvexen Seiten, was vereint mit dem seichteren Bette desselben im Vergleiche gegen den Hauptstrom, so wie der siebenfach geringeren Breite die Ursache war, dass sich die Eismassen des Hauptstromes früher bewegten. So wie aber der Eisgang im Donauhauptstrome früher in Bewegung gekommen ist, so ist nach diesem Eisabgang das angestaute Wasser gefallen, wodurch dem Wiener-Donaukanale gegen die Ausmündung das nothwendige Wasser zur Eisbewegung abgezogen wurde, daher die Eismassen vorzüglich oberhalb der Ausmündung sich festsetzten. Der Zudrang des Wassers von der Einmündung herab wurde nun im Wiener-Donaukanale von unten aufwärts angestaut, und ist folglich übergetreten wo die Ufer nicht hoch genug sind. In der Höhe des Lusthauses bei der Steinversetzung des alten Donaubettes am Durchstiche war der Wasserverlust ziemlich bedeutend, noch mehr aber ist durch das Uebertreten von der Dampfmühle angefangen bis in die Höhe der neu angelegten Gaserzeugungs-Fabrik durch den Prater abgelaufen, wodurch sich das hoch und fest zusammengedrückte Eis im Durchstiche längere Zeit nicht fortbewegen konnte. Diese vereinten Ursachen waren die Folge der Uebertretung des Wienerkanales in der Höhe der Stadt Wien.

Bei jedem Eisgange kommt auch die Bildung des Eises in den Seitenarmen der Donau in Betracht, welche besonders bei geringem Wasserstande ganz anders vor sich geht als in dem Zuge des Hauptstromes. Ruhigere Wasserbe-

wegung oder völlige Ruhe daselbst ruft auch eine stärkere Bildung des Eises hervor. So war die feste Eisdecke im Kaiserwasser, am linkseitigen Ufer der grossen Donaubrücke, so wie an vielen andern Stellen zu einer Mächtigkeit von 12, 15 bis 18 Wiener Zollen angewachsen. Die meisten dieser Stellen blieben bei dem geringen Wasserstand des letzten Winters in Ruhe und sind erst bei dem letzten Abgange des Eises in Bewegung gekommen.

Bei eingetretenem Thauwetter übt die Witterungsverschiedenheit an der Donau auf ihrem 300 — 400 Meilen weiten Laufe bedeutenden Einfluss. Der Eintritt des Frühjahres und mit diesem die mildere Witterung ist gewöhnlich in den westlichen Ländern Europas früher als wie in den östlichen. So verliess ich auf einer Kurierfahrt Wien im Jahre 1815 am 31. März, wo die Krosphen der Bäume kaum anfangen das nahe Aufbrechen anzuzeigen; als ich nach vier Tagen über Ulm nach Stuttgart und dann an den Rhein kam, war schon alles in der vollsten Blüthe und alle Bäume im vollen Grün, so dass sich ein Unterschied von 12 bis 14 Tagen im Verhältnisse mit Wien herausstellte. Im Jahre 1838, wo ein fürchterlich drohender Eisstoss in der Höhe Wiens am 1. März glücklich abgegangen ist, trat die verheerende Katastrophe für Pesth und Ofen erst am 15 und 16 desselben Monats ein.

Bei kleinen Flüssen ist die Eisdustbildung von geringem Einflusse, da dieselbe aber bei Wien von so bedeutendem Einflusse ist, so lässt sich schliessen, dass, je mächtiger der Strom wird, sich dieser Einfluss auch erhöht. Weiters nimmt der Donaustrom in den unteren Gegenden an Gefälle ab, wodurch der Lauf desselben ruhiger, dadurch aber auch die feste Eisbildung an der Oberfläche mächtiger wird. Diese Eigenschaften dürften wohl in Verbindung des Klimas auf den spätern Eisabgang der unteren gegen die obere Donauebene einwirken.

Als ich vor dem letzten Eisgange an der Theilungsspitze des Donauhauptstromes und des Kaiserwassers, die zusammen und an das Ufer geschobenen Eisklumpen aus Eisdust und festen Eisstücken bestehend, näher besah und untersuchte, so fand ich, dass solche zu vereintem festem

Eise zusammengefroren waren, daher solche auch die besprochenen Wirkungen hervorbringen konnten.

Mechanische und künstliche Mittel zum leichteren und unschädlichem Abgange der Eisbildung, welche sich bei minderen Flüssen als bewährt gezeigt haben, wie Hr. Berg-rath W. Haidinger anmerkt, werden auch auf dem Do-nauströme bei Wien angewendet. Das Eisaufhacken oberhalb und unterhalb der Kaiserwasserbrücke, so wie ober- und unterhalb der Brücken über den Hauptstrom am linken Ufer bei Floridsdorf, damit bei Hebung des Eises solches in kleine Stücke bricht, hatte auch im letzten Winter an beiden Brücken guten Einfluss geübt. Das zu 15 bis 18 Zoll starke obere Eis würde die Brücken ohne diese Vorsicht wohl bedeutend beschädigt haben, so aber hat der schnelle Andrang der oberen Eismassen gegen das feste starke Eis knapp an der Kaiserwasserbrücke nur ein Joch derselben zerstört, wogegen das 18 Zoll starke Eis ober der linksseitigen grossen Brücke vor Floridsdorf diese Brücke unbeschädigt durchdrang.

Gleich unter der grossen Brücke bei Floridsdorf zeigte sich aber schon die Mächtigkeit des Elementes, welches jene 18 Zoll starke Eisdecke bald so zusammengeschoben hat, dass zwei Joche der Eisenbahnbrücke, 160 Klafter von jener entfernt, zerstört wurden. Ebenso zeigte sich als ein Hinderniss des Eisabganges im Wiener Donaukanale im Durchstiche, eine 12—15 Schuhe mächtige Eismasse in der Ausdehnung von mehreren hunderten von Klaftern, welcher sowohl durch das abgezogene Wasser unterhalb, so wie durch das abgelauene Wasser oberhalb die Kraft genommen war, bald genug oder unschädlich abzuziehen. Oberhalb Pressburg stockte das Eis, welches sich zu festen Massen verfroren hatte, in einer Mächtigkeit von 15—18 Schuhen, vielleicht darüber, meilenweit aufwärts. Sowohl die Einengung des Stromes, noch mehr aber die Ueberschwemmungsdämme, welche bis zu dieser Einengung hinführen, eben so auch die misslichen Verhältnisse des Donauströmes unterhalb Pressburg waren daselbst beim Abgange des Eises die Ursache der angerückten Gefahr. Im Jahre 1838 wurde durch die gleichlaufend geschlängelten, wiederholten Krümmungen der

Donau bei Tolna die Eislecke von da bis weit über Pesth und Ofen hinauf, folglich in einem Zusammenhange von vielen Meilen zusammengestockt, welche die Ueberschwemmung jener Zeit herbeiführte. Die mehr als dreimalige Ausbreitung des Stromes unterhalb der Stromenge bei Pesth und Ofen stellte die Eismassen auf die dortigen Untiefen und bewirkte so die höchste Anstauung der Wassermassen. Im Jahre 1830 waren die weit und flach verbreiteten Arme der Donau in der Höhe des Lusthauses, wo sich die zusammengeschobenen Eismassen, auf den Grund aufgelegt, nicht weiter bewegen konnten, die Ursache der Ueberschwemmung bei Wien. Hieraus folgt, dass das Vorgehen der Natur bei und unterhalb Wien zu grossartig und zu mächtig ist, als dass man sich von mechanischen oder künstlichen Mitteln kurz vor der Gefahr angewendet, völlige Hebung derselben versprechen könnte.

Künstliche Veranlassungen, wie die erbaute Eisbrücke bei Pressburg, die nicht weit entfernten doppelten Brücken mit engen Jochen in der Höhe Wiens sind wohl Ursachen zu Eishemmungen und Eisstockungen. Die gerügten Einrichtungen derselben würden auch die Hebung zur Veranlassung der Gefahr mit sich führen. Doch besteht die grösste Gefahr des Donaustromgebietes in den misslichen Stromverhältnissen, sowohl in der noch wild dahin brausenden und strömenden Donau, überengt, gestört, weitverbreitet, oder in den naturwidrigen ungenügenden hindernden Anlagen der Wasserbauten. Nur eine naturgemässe, umsichtige, zweckmässige Behandlung dieser misslichen Verhältnisse kann dem gefahrdrohenden Uebelstand der Donau allmählig abhelfen. Mit der allmählichen Hebung der Gefahr bietet sich aber auch die weiteste, grossartigste, vielfältigste Benützung des ganzen Stromgebietes der Donau.

Die Ebenen müssten daher weitgedehnte regelmässige Stromlinien bei gleicher gemässer Uferentfernung erhalten, in welchen sich zusammengedrückte Eismassen am leichtesten fortbewegen. Ein eigenes Ueberschwemmungsgebiet gleich dem Verfahren der Natur durch Dämme zusammengehalten und geregelt, würde nicht nur allein ein weites Gebiet zur Fähigkeit höchster Kultur bringen, sondern die-

ses wäre auch das Mittel, den von oben andrängenden Wassermassen Raum ausser dem gewöhnlichen Strombette zu schaffen. Würde dieses Ueberschwemmungsgebiet gleich dem Vorgehen der Natur mit Hochpflanzen bestellt werden, so würden die Eismassen in dem Laufe des gewöhnlichen Bettes zusammengehalten werden, dagegen sich die Wassermassen in der Breite des Ueberschwemmungsgebietes vertheilen können. Dem strömenden Wasser zwischen den Dämmen und Hochpflanzen würde dadurch die Gelegenheit geboten, bei der eingetretenen erhöhten Temperatur Wärme um so schneller zu binden, und da die Strömung durch die Dämme zusammengehalten ist, so würde sie auch um so schneller die abwärts stockenden Eismassen erreichen, erheben, lösen und bewegen.

Das letzte Thanwetter im verflossenen Winter gab den Beweis wie schnell sich die zusammengeschobenen Eismassen durch die von oben andrängenden eisfreien Wasserfluthen im Wiener Donaukanale lösten. Als der Eisgang im Donauhauptstrome grösstentheils vorüber, der Wiener Donaukanal aber von Nussdorf bis zum Ausflusse noch mit Eis angefroßt war, lösten und drängten sich diese Eismassen in der Zeit von anderthalb Tagen von Nussdorf bis zur Franzensbrücke in der Entfernung von mehr als 3600 Klaftern oder nicht ganz einer Meile; worans sich auch schliessen lässt, wie wohlthätig die einst in ihrem gewöhnlichen Laufe besonders aber durch Dämme zusammengehaltenen Hochfluthen der Donau auf die Eisgänge einwirken würden.

Die reichlichen Wassermassen des Donaustromes schon von der Vereinigung des Innstromes bei Passau angefangen, sind das beste Mittel zu einer leichten Lösung, Hebung und Abführung der Eismassen, wie ich solches in mehreren wie in dem letzten Winter von der Höhe oberhalb Nussdorf wie vom Leopoldsberg aus beobachtet habe. Würden daher die Verhältnisse der Donau so gestellt und gehalten, dass die Natur in ihrem grossen und mächtigen Vorgehen nicht gehindert und gestört wird, so bietet der Donaustrom selbst die besten und nachhaltigsten Mittel zu einer gefahrlosen Lösung und einem gleichen Abgange der Eisstüsse.

Würde der Wiener Donaukanal auf die noch möglichen weitgedehnten festen Uferlinien festgestellt, und die Ufer durchaus zu beiden Seiten mehr erhöht werden: so würde dadurch viele Abhülfe geschehen, so dass ein gleiches Vorgehen wie im verfloßenen Winter nur bei ganz besondern Verhältnissen eintreten könnte. Indessen würde selbst dann noch ein ähnliches Anstauen wie im letzten Winter möglich werden, weil dem Wiener Donaukanale kein besonderes Ueberschwemmungsgebiet angewiesen werden könnte. Um daher die Bewohner Wiens im Gebiete des Donaustromes vor aller Gefahr zu sichern, müssten nach vollbrachter Regelung des Donauhauptstromes entweder feste Schleussen am Eingange des Kanales gebaut, oder jährlich bei Eintreten des Frostes daselbst Eisabwehrungen aufgestellt werden.

Ueber die naturwissenschaftliche, ebenso patriotische als verdienstvolle Anregung und Aufforderung zur Hebung der Gefahr bei Eisgängen auf dem Donauströme von dem Hrn. Bergrathe W. Haidinger freue ich mich von ganzem Herzen, wodurch mir die Gelegenheit geboten wurde, mich von der naturwissenschaftlichen Seite über diesen Gegenstand auszusprechen. Die naturwissenschaftliche Verfolgung dieses Gegenstandes, worauf bisher so wenig geachtet wurde, ist der wichtigste Theil zur Erkenntniss einer nachhaltigen Benützung der so grossen und mächtigen Natur des Donaustromgebietes. Diese Gesetze richtig erkannt, sind der feste Grund, auf welchen sich die Ausübung der Technik, der Schiffahrt, des Handels, der Industrie, so wie der Bodenkultur stützen kann, um diese verschiedenartigen Gegenstände zur weitem Ausbreitung und Vermehrung in der österreichischen Monarchie zu erheben.

Gleich wichtig und erfolgreich wie die Erhebung und Sammlung von Beobachtungen über das Verhalten und das Vorgehen der Eisbildung am Donauströme, ist auch die damit verbundene und zusammenhängende Natur des Donaustromes überhaupt. Ein Aufsatz in der Wiener Zeitung im Jahre 1837 von dem damaligen Hrn. Obristlieutenant und Baudirektor Michalowich in Slavonien von der Donau nächst den Theiss-, Drave- und Savemündungen, so wie ein Aufsatz: Technische Be-

trachtungen über die Hochwässer, mit besonderer Rücksicht auf die letzte Ueberschwemmung (1838) in Ofen und Pesth von dem damaligen Architekten Hrn. Nowak, sind sehr wichtige Beiträge sowohl zur Erkenntniss der Einwirkung des Eises als der Natur des Donaustromes überhaupt. Zur Hebung der Gefahr bei Eisgängen würden nähere Beobachtungen an verschiedenen Stellen des Donaustromes, wie solche Hr. Bergrath als wünschenswerth ausspricht und anregt, Vieles beitragen; weil bei solchen Beobachtungen sich aber zugleich die übrigen Verhältnisse des Donaustromes darbieten, so würden, wenn solche ähnlich den erwähnten beiden Aufsätzen zugleich über die ganze Natur desselben gemacht, solche ein sehr wichtiger naturwissenschaftlicher Beitrag zur Erkenntniss derselben, und so zur richtigen naturgemässen Behandlung des so hochwichtigen Gegenstandes des Donaustromes bilden.

Wien, den 15. April 1847.

---