

Die  
**Wasserfälle des Niagara**  
und  
ihre geologische Bedeutung.

—  
V o r t r a g

gehalten

im Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftlicher  
Kenntnisse in Wien am 26. Februar 1879.

Von

**F. Pošepný.**

Wien, 1879.

**Alfred Hölder,**  
k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler.

## Vorbemerkung.

---

Dieser am 26. Februar 1879 im Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien gehaltene Vortrag sollte im neunzehnten Bande der Vereinsschriften zur Veröffentlichung gelangen. Nun stellte aber der Vicepräsident des Vereines und Redakteur der Vereinsschriften Herr Johann Edler von Nahlik, k. k. Oberlandesgerichtsrath in Pension an mich die Zumuthung, jene, die Anwendung der Lehre von der Erhaltung der Energie betreffende Partie aus dem Artikel auszulassen, welchem Ansinnen ich um so weniger Folge zu leisten geneigt war, als sich der Herr Vicepräsident gelegentlich der über diesen Gegenstand geführten Correspondenz als ein persönlicher Gegner dieses physikalischen Lehrsatzes entpuppte, und die Veröffentlichung des Vortrages in den Vereinsschriften von dieser Auslassung abhängig machte.

Unter so bewandten Verhältnissen ziehe ich es vor, diesen Vortrag in der ursprünglichen Form selbstständig herauszugeben.

Der Verfasser.

Die Fälle des Niagara repräsentiren unstreitig nicht nur die grossartigsten, sondern auch die lehrreichsten Erscheinungen aus dem Gebiete der bekannten Wasserfälle, und dieser letztere Umstand ist es, der mich bewog, dieses Naturwunder im Kreise des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse zu besprechen. Es wird sich zuerst darum handeln, ein möglichst plastisches Bild der ganzen Erscheinung zu bieten, sodann den sich jedem denkenden Beobachter sofort aufdringenden Gegenstand, die Frage nach der Entstehung, zu behandeln und schliesslich sämmtlichen bei dieser Gelegenheit beobachteten Vorgängen einen Platz im Bereiche der Lehre von der Beschaffenheit und der Entstehung der Erde, in der Reihe der geologischen Erscheinungen anzuweisen.

Die fünf grossen Seen im nordöstlichen Amerika bilden, indem sie durch Flüsse und Ströme miteinander verbunden sind, zusammen ein Gebiet. Zwei dieser Seen verbindet eben der Niagara, während der St. Lorenz-Strom die vereinigten Gewässer des ganzen Gebietes dem Meere zuführt. Die vier oberen Wasserbecken: der Obere, Michigan-, Huron- und Erie-See

liegen ungefähr in einem Horizonte, indem die Meereshöhe ihrer Spiegel 191 resp. 176 Meter beträgt; während der tiefstgelegene Ontario-Seespiegel mit 74 Meter Meereshöhe einen bedeutenderen Absatz von 102 Meter Höhe bezeichnet. Die Verbindungsstrassen der vier oberen Seen bilden zwar Stromschnellen, aber diese konnten der Schifffahrt keine unüberwindlichen Hindernisse darbieten, indem an ihnen die Errichtung von Schleussen noch möglich war. Anders verhält es sich mit dem den Erie- und den Ontario-See verbindenden Niagara-Strome; hier besteht ausser bedeutenden Stromschnellen auch noch ein grosser Wasserfall, und es musste für Schifffahrtzwecke ein eigener Canal angelegt werden.

Der Niagara verlässt als ein breiter und verhältnissmässig seichter Strom den Erie-See zuerst einer Nord-, später einer West-Richtung folgend. Bei etwa 24 Kilom. seiner Länge, auf der sein ganzes Gefälle nur etwa 5 Meter betragen hat, stellen sich plötzlich Stromschnellen, die sogenannten Rapids ein; es ist, wie wir sehen werden, an dem Punkte, wo sich der Strom in einem härteren Gesteine, dem sogenannten Niagara-Kalksteine, sein Bett ausgraben musste. Auf dieser etwas über einen halben Kilometer betragenden Strecke seines Laufes beträgt sein Gefälle 15 Meter. Der Strom hat sich inzwischen in zwei Arme getheilt, die durch die Ziegeninsel „Goat Island“ von einander getrennt sind, und stürzt sich nun volle 50 Meter senkrecht herunter, die grossartige Erscheinung bildend, die ich als Titel meinem Aufsatze

vorsetzte. Man hat es vielfach versucht, den Eindruck, den die aus dieser Höhe stürzende, über eine halbe Million Cubikmeter per Minute betragende Wassermenge auf den Beschauer ausübt, wiederzugeben; ich meinestheils verzichte auf jedensolchen Versuch, gebe lieber die trockenen, objectiven Daten und überlasse es dem geneigten Leser, sich das Bild nach seiner subjectiven Neigung vollends auszumalen.

Wir haben also eigentlich zwei Fälle vor uns. Der nördlichere Arm des Stromes bildet den etwa 200 Meter breiten sogenannten amerikanischen Fall, während der südlichere Arm den etwa 600 Meter breiten, oben in Form eines Hufeisens gekrümmten, und darum auch Hufeisen- oder Horseshoe-Fall genannten Katarakt darstellt. Diese Wassermassen werden weiter durch einzelne Felsenklippen in einige kleinere Ströme gespalten, worunter ein durch die Abtrennung der kleinen, Luna Island genannten Klippe von der Ziegeninsel entstandener Strahl des amerikanischen Falles am bemerkenswerthesten ist, weil hier eine Einrichtung getroffen wurde, welche es dem Besucher ermöglicht, herabzusteigen und unter diesem gewaltigen Wasserstrahle durchzupassiren. Der Niagara scheidet das Gebiet der Vereinigten Staaten von den brittischen Besitzungen in Nordamerika und zwar von Canada. Die Landesgrenze geht durch die Mitte des Hufeisenfalles, so dass die Ziegeninsel zu den vereinigten Staaten gehört. Schöne Sommerfrischen ziehen sich sowohl am amerikanischen als auch am canadischen Ufer hin, und beherbergen Sommer und Winter Tausende

von theils romantisch angelegten, theils wissensdurstigen Touristen. Jeder Punkt, von dem man auf diese oder jene Partie des Falles eine Aussicht geniessen kann, ist, besonders auf der amerikanischen Seite, sorgfältig abgesperrt, und nur mittelst Entrée zugänglich. Eine solide Brücke führt von der amerikanischen Seite von der lieblichen Ansiedelung „Niagara Falls“ über die brausenden Stromschnellen nach dem herrlichen Parke der Ziegeninsel, und von da sind weiter Verbindungsstege zu den Orten angelegt, von welchen man möglichst nahe an die Katarakte treten kann. Aufzugsmaschinen vermitteln die Kommunikation mit der unteren Region, kurz, es sind alle Einrichtungen getroffen, um den Fall von allen möglichen Seiten bequem betrachten zu können, obwohl man sich diese Vortheile ziemlich theuer erkaufen muss.

Da wir noch einigemal auf diese Punkte zu sprechen kommen, so folgen wir vorläufig dem Strome in seinem merkwürdigen Laufe unterhalb der Fälle. Das Erste, was uns auffällt, ist, dass der im obern Theile so majestätisch breite Strom nun in einem engen, von steilen Wänden begrenzten Canal verläuft, einem Abgrunde von 275 bis 365 Meter Breite und 50 bis 80 Meter Tiefe. Zwei mit amerikanischer Kühnheit angelegte Kettenbrücken überspannen diesen mit schäumendem Wasser erfüllten Canal. Die Eine davon bei Niagara Falls ist bloss für Fussgänger und den Wagenverkehr eingerichtet, die Andere bei Niagara City vermittelt zugleich den regen Eisenbahnverkehr zwischen den zwei grossen Ufergebieten. Hier ist der einzige Punkt auf der ganzen

Linie der fünf grossen Seen, wo eine directe Eisenbahncommunication möglich ist, und Hunderte von Zügen passiren hier täglich den Niagara. Diesen Ort hatte der bekannte, seitdem mehrfach nachgeahmte Seilkünstler Blondin zu seinem Uebergange über die schauerliche Schlucht gewählt.

Ferner aber bemerken wir, dass sich die, oberhalb der Fälle beinahe westlich gewesene Stromrichtung unterhalb der Fälle in einem rechten Winkel gewendet hat, und dass die enge Schlucht zuerst eine beinahe nördliche Richtung nimmt, die sich aber später unterhalb der Eisenbahnbrücke in eine nordwestliche umwandelt. Der Strom setzt unter heftigem Tosen und Branden über zahlreiche Blöcke hinweg in eine kesselförmige Ausweitung des Thalgrundes und bildet hier, da der Ausgangscanal abermals unter einem rechten Winkel gebrochen ist, einen gewaltigen Strudel, den sogenannten Whirlpool. Schwimmende Gegenstände, z. B. Holzscheite, kreisen hier oft wochenlang herum, bevor sie den Ausweg weiter nach abwärts finden. Jeder Versuch, diese Stelle mit einem Fahrzeuge zu übersetzen, ist bisher stets verunglückt. Der Austritt des Stromes aus diesem Strudel bezeichnet die engste Stelle der Schlucht, denn ihre Breite beträgt nur 275 Meter. Ich brauche wohl nicht zu erwähnen, dass auch hier eine Aufzugsmaschine besteht, um dem Touristen den Besuch dieses schauerlichen Felsenkessels zu erleichtern.

Nach dem Austritte aus dem Whirlpool krümmt sich die Thalschlucht nochmals in ähnlicher Weise wie

bei den Fällen zuerst nach Nordost, dann gegen Nordwest und erreicht etwa 11 Kilom. von den Fällen entfernt, bei den Orten Queenstown und Lewistown eine offene Gegend. Vom Fusse der Fälle an gerechnet ist der Wasserspiegel des Stromes 30 Meter, also um circa 3 Meter per Kilom. gefallen, wogegen sein weiteres Gefälle bis zu seinem Einflusse in den Ontario-See auf eine weitere Distanz von circa 11 Kilom. bloss etwa 2 Meter; also nur 0·2 Meter per Kilom. beträgt. Bei Queenstown, wo der Strom abermals weichere Gesteine antrifft hat er wieder grössere Breite und flachere Ufer, es treten die beiden Wände der engen Thalschlucht auf die Seite und erstrecken sich in Form eines Plateaurandes nach Osten und Westen. Der Niagara hat eben die oben erwähnte steile Stufe zwischen dem Erie- und Ontario-See passirt, und der aus dem letzteren See austretende St. Lorenz-Strom sinkt in seinem an 500 Kilom. betragenden Laufe langsam, d. h. 0·15 Meter per Kilom. zum Meeresspiegel.

Was uns also besonders interessirt, ist der Theil des Stromlaufes, der zwischen den Fällen und seinem Austritte in die flache Gegend gelegen ist, nämlich die Strecke, auf welcher er härteren Gesteinen begegnet. Wir müssen uns jetzt mit den Lagerungs- und petrographischen Verhältnissen dieser Gesteine näher beschäftigen, um die Reihe der räthselhaften Erscheinungen, denen wir auf dieser Strecke begegnet sind, richtig zu erfassen.

Wir haben es hier mit einem Complex von Gesteinschichten zu thun, welche man gegenwärtig zur ober-

silurischen Formation rechnet, wogegen die weicheren Gesteine oberhalb der Fälle bereits als unter devonisch bezeichnet werden können. Sämmtliche Schichten liegen hier ganz regelmässig übereinander und nach den darin enthaltenen Versteinerungen zu schliessen, dürften sie eine ununterbrochene Reihe von Absätzen repräsentiren, so dass es schwer wird, die Grenze zwischen den beiden geologischen Formationen zu ziehen. Für unsere Zwecke ist diess übrigens nicht nothwendig, und wir können recht gut die Beschaffenheit der einzelnen Gesteine in Betracht ziehen, ohne auf die Frage über die genaue Stellung der einzelnen Gebilde einzugehen. Um Wiederholungen von Gesteinsbeschreibungen zu vermeiden, hat man auch in Nordamerika den einzelnen selbstständig anerkannten Schichtencomplexen Localnamen gegeben, deren wir uns ebenfalls bedienen müssen.

Wenn wir wieder den Weg vom Erie-See nehmen und dem Laufe des Flusses folgen, so führen die obersten vorwaltend aus hydraulischen Mergeln und Hornsteinreichen Kalksteinen bestehenden Schichten den Namen Helderberger Gruppe. Zu oberst walten Hornstein-Kalksteine, Corniferous der Amerikaner, etwas tiefer die hydraulischen Kalke vor, und letztere wechsellagern bereits mit Schieferthonen und Mergeln, welche sich in mehreren Gegenden Nordamerikas salzführend erwiesen haben, und den Namen der Onondaga-Salzgruppe führen. Unter denselben folgt, wie bereits bemerkt wurde, der Niagara-Kalkstein, und zwar zu oberst eine dünngeschichtete Partie desselben. Die tiefere Kalk-

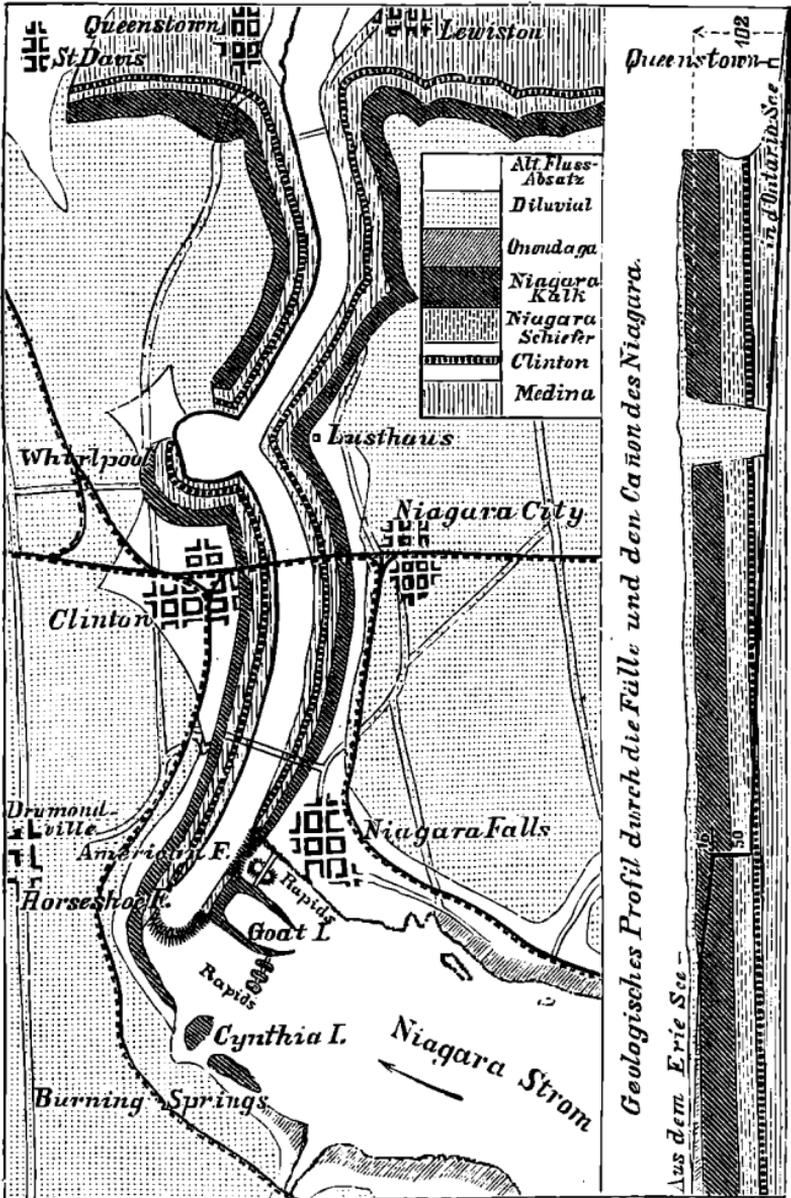
steinbank bildet eine compacte, feste und harte Masse, und eben diese Gesteinsbeschaffenheit ist es, welche in Rücksicht auf die milden kalkigen Schieferthone des leicht verwitterbaren unterlagernden Niagara-Schiefers die Entstehung eines plötzlichen Sturzes der Wassermasse bedingt. Diese weiche schiefrige Unterlage wird nämlich durch die lebendige Kraft des stürzenden Wassers leicht unterwaschen, und in Folge davon müssen sich grössere Partien des darauf liegenden harten Kalksteines ablösen und niederstürzen. Allerdings wohnt einem fließenden Wasser, besonders wenn es gröbere Gesteinstücke in Form von Geröllen mit sich führt, eine Kraft inne, welche das härteste Gestein auszunagen im Stande ist, aber das Resultat dieses Processes ist selten ein steiler Absturz, sondern viel häufiger eine Reihe von Stromschnellen und von kleineren Katarakten, wie wir sie in den Rapids oberhalb der Fälle repräsentirt finden. Die milde Unterlage einer festen Gesteinsbank bringt aber in allen Fällen einen steilen Absturz in der letzteren hervor, und dieses Princip finden wir am vollkommensten an den Fällen des Niagara vertreten, indem unter der 25 Meter hohen, harten Kalksteinbank 25 Meter mächtige, milde Schiefer liegen, so dass sich schliesslich ein 50 Meter hoher, steiler, respective senkrechter Absturz herausbilden muss. Wäre diese weiche Unterlage nicht vorhanden, so würde zwar die mechanische Kraft des fließenden Wassers mit der Zeit ebenfalls einen Einschnitt in diese harten Kalksteine zu Stande bringen, allein das Resultat wäre der Erscheinung, wie

wir sie an den Rapids repräsentirt finden, ähnlich; es würden sich gewaltige Stromschnellen bilden, an denen bloss hie und da, und zwar an mit der Zeit wechselnden Stellen kleinere Katarakte zu beobachten wären. So können wir aber an dem Durchbruche des Stromes durch die harte, im Ganzen etwa 30 Meter mächtige Kalksteinbank zwei verschiedene Effecte nachweisen: die Ausnagung der oberen 15 Meter starken Partie bloss durch die dem fliessenden, Gesteinsbruchstücke führenden Wasser innewohnende Energie und das Hervorbringen eines steilen Abbruches der unteren 25 Meter starken Kalksteinpartie durch die Wirkung dieser Kraft auf die weiche Unterlage.

Die sämmtlichen hier in Betracht kommenden Gesteinsschichten haben eine beinahe horizontale Lage, denn erst durch genaue Vergleichung derselben mit den Niveauverhältnissen des Stromes kommen wir zu der Ueberzeugung, dass sie eine geringe Neigung nach Süd oder Südost besitzen, und zwar kommt auf 1 Kilometer ein Fall von circa 5 Meter. Es ist diess eine Neigung, die durch das Augenmass nicht bemerkt werden kann; um aber die Beziehungen dieses sanft geneigten Schichtencomplexes mit dem nach Norden gerichteten Stromlaufe für das Auge auffallend zu machen, wird in den diese Verhältnisse darstellenden Bildern der Neigungswinkel der Schichten grösser gemacht, und die Höhen gegenüber den Entfernungen überspannt. Es ist diess auch in unserem Profile der Fall, und um dem Leser einen in dieser Beziehung richtigeren Gesamteindruck

der Erscheinung zu bieten, habe ich auch eine Situationskarte der Umgegend der Niagarafälle beigegeben. Auf diesen Bildern ist die Lage der harten Kalksteinbank gegenüber ihrer weicheren Unterlage auffallend hervorgehoben; wir sehen, wie diese Kalksteinbank an den Rapids aus der Decke der Onondagaschiefer hervortritt und sich sodann über das ganze Plateau bis zu seinem plötzlichen Ende bei Queenstown verbreitet. Bei der Ansicht dieser Bilder drängt sich uns sofort die Ueberzeugung auf, dass die ganze tiefe Thalschlucht von den Fällen bis in die Gegend von Queenstown, wo der Fluss eine offene Landschaft betritt, das Resultat der Auswaschung durch den Strom repräsentirt.

Unterhalb des Niagaraschiefers treffen wir einen Wechsel von dünnen Kalksteinbänken mit grauen Schieferthonen, einen Complex, dem man den Namen der Clinton-Gruppe gegeben hat; darunter folgen dann rothe Schiefer, Sandsteine und Quarzite, die man unter dem Namen Medina-Sandsteine zusammenfasst, welche sodann die ganze flache Landschaft bis über den Ontario-See hinaus zusammensetzen. Folgen wir der durch den Niagara ausgewaschenen Thalschlucht, so treten uns gegen unten zu, entsprechend der südlichen Neigung der Schichten, immer tiefere und tiefere Gebilde entgegen; wir finden da einen Punkt, wo die Gesteine der Clinton-Gruppe sich unter den Spiegel des Stromes senken, später finden wir dasselbe bei den einzelnen Sandstein- und Quarzitschichten der Medina-Gruppe, und beim Ausgange der Thalschlucht in die offene Landschaft



sehen wir, dass sich der Fluss an 60 Meter in die weicheren, den Niagarakalkstein unterlagernden Gebilde eingesnagt hat.

Merkwürdig sind auch die Tiefenverhältnisse des Wassers. Der oberhalb der Fälle stellenweise über 2 Kilometer breite Strom zeigt natürlich nur verhältnissmässig geringe Tiefen; unterhalb der Fälle aber, wo diese ganze über eine halbe Million Cubikmeter per Minute betragende Wassermenge in einen durchschnittlich kaum 300 Meter breiten Canal zusammengeengt ist, muss natürlich bei der durch das Gefälle gegebenen Geschwindigkeit auch die Tiefe des Wassers stellenweise eine ansehnliche sein, und soll zwischen den beiden Kettenbrücken 30 Meter betragen. Bringen wir nun diese Tiefe mit dem Verhältnisse des südlichen Schichtenfalls des ganzen Gesteincomplexes in Verbindung, so müssen wir finden, dass stellenweise der Grund der Thalschlucht in noch tiefere Gesteine eingeschnitten sein muss, als am Ausgange der Schlucht. Mitunter sind die bereits ausgehöhlten Räume allerdings wieder mit dem, auf seinem Transporte nach hinunter zu begriffenen Schutte, und mit den oben abgebrochenen Blöcken versetzt.

Die Verhältnisse des Transportes und der Ablagerung dieser Schuttmassen sind stetigen Veränderungen unterworfen; beide Prozesse wechseln mit einander ab, denn die übermässige Anhäufung der Blöcke an einer Stelle stellt der Bewegung des Wassers ein Hinderniss entgegen, und es beginnt sogleich die fortschaffende Thätigkeit des Stromes. Der Wechsel der

Jahreszeiten spielt bei diesen Vorgängen eine grosse Rolle. Der Sommer ist am meisten geeignet uns eine Art Gleichgewichtszustand zwischen der Anhäufung und der Abtragung des Gesteinsschuttes vorzuführen. Der Winter bedeutet das Minimum, das Frühjahr das Maximum dieser Thätigkeit, und da hier die Extreme bald aufeinander folgen, so sind die Wirkungen derselben zumeist in die Augen fallend. Die Hochwässer des Frühjahres bringen sowohl bei der Abnagung als auch bei dem Transporte und der Ablagerung des Gesteinmaterials ein gewisses Maximum der Wirkung hervor, und wenn es den in den übrigen drei Jahreszeiten thätigen Kräften nicht gelingt, die Wirkungen des Frühjahrsmaximums auszugleichen, so wird dadurch der Erfolg dieses Maximums nach irgend einer Richtung hin immer vergrössert, und so schliesslich aus verhältnissmässig geringen Factoren ein, in seiner Gesammtheit auffallend grossartiges Product zu Stande gebracht. Kleinere Gesteinssplitter werden fortwährend von dem Felsen abgelöst, von dem Strome erfasst, aneinander geschlagen, zerschellt, abgerieben und continuirlich vorwärts gewälzt; das feinere Material rascher als das gröbere, und Letzteres ist es, welches zu seiner Fortbewegung und Zerkleinerung die Hilfe der extremen Thätigkeit in Anspruch nimmt. Grössere Gesteinspartien lösen sich verhältnissmässig selten, am häufigsten natürlich im Frühjahre ab. Der plötzliche Einsturz mächtiger Felsstücke von dem untergrabenen Kalksteine, 1818 am amerikanischen, 1828 am Horseshoe-Fall, sowie ferner im

Jahre 1848 und 1852, soll die ganze Gegend gleich einem Erdbeben erschüttert haben.

Was für eine gewaltige Wirkung das Eis da ausübt, kann aus dem Effecte der Eisgänge auf unseren Strömen geschlossen werden. In dem oboren ruhigen Laufe des Niagara setzt sich das Eis zuerst an, wird aber partienweise über die Rapids und die Katarakte getrieben; grosse Eischollen üben bei ihrem Sturze auf die am Fusse der Fälle herumliegenden Gesteinsblöcke die ganze Energie aus; die Blöcke werden je nach ihrer Grösse entweder gänzlich zertrümmert oder wenigstens zerspalten, das Eis zerstiebt oft in die kleinsten Atome, die aber durch den herrschenden Frost wieder zusammenconglomerirt werden. So muss sich in dem engen Canale die ganze Eismenge anhäufen, welche früher oben den ganzen breiten Strom bedeckt hat; Eischollen frieren an einander und bilden im wilden Chaos eine Brücke, unter welcher das Wasser rasch seinen Lauf fortsetzt, während die Eisdecke zurückbleibt und derart an Mächtigkeit zunimmt, dass sie stellenweise den ganzen Canal der engen Thalschlucht ausfüllt. Solche, durch den unwiderstehlichen hydrostatischen Druck gehobene Eisbrücken entstehen fast jedes Jahr und man kann sich die Catastrophe vorstellen, welche diese colossalen Eisanhäufungen, wenn sie einmal durch die Sonnenwärme zerbrochen und in Bewegung gebracht sind, zur Folge haben müssen. Sie wirken einem Gletscher gleich wie eine riesige Feile an den Wänden der engen Thalschlucht, dieselbe besonders in den unteren Theilen ausweitend und immer offen haltend.

Wie es aber diesen Eismassen gelingt, die Windungen des Canals am Whirlpool zu überwinden und schliesslich die offene Gegend bei Queenstown zu erreichen, so verbreiten sie sich rechts und links über die flachen Ufer, dieselben mit einem Chaos von Eischollen von oft mehr wie 20 Meter Höhe bedeckend. Die Beobachtung des Eisganges auf dem Niagara gehört jedenfalls zu den lehrreichsten und dankbarsten Beschäftigungen der eigens zu diesem Zwecke hier versammelten Touristen.

Ueberdiess ist ein Besuch des Niagara zur Winterzeit, respective gegen das Frühjahr zu, absolut nothwendig, wenn man von der Gewaltigkeit der Erscheinung einen richtigen Begriff erhalten will. Das Bild, welches die Gegend im Sommer darbietet, ist ein verhältnissmässig friedliches. Der Strom stürzt zwar brausend und tobend, aber in einer majestätischen Monotonie in die Tiefe. Die mannigfaltigsten Arten von Regenbogen, die überall aus dem in die kleinsten Atome zerstoßenen Wasser, aus den die Fälle umgebenden Dünsten aufsteigen, verleihen der Erscheinung sogar ein liebliches Ansehen. Die durch das Tosen und Bräusen hervorgerufene Erregung des Gemüthes macht bald einer stummen und stillen Betrachtung Platz. Man fühlt zwar das Unbedeutende seiner Existenz nirgends so intensiv, als an dem Rande der Niagarafälle, man empfindet aber auch nirgends sonst die Vereinigung der Grossartigkeit mit der Schönheit einer Naturerscheinung in einem höheren Maasse, als an diesem Orte.

Viele begnügen sich nicht mit dem Eindrucke, den die Fälle von dem oberen Rande aus betrachtet auf den Beschauer ausüben, und folgen der Aufforderung sich dieselben von unten anzusehen. Vergebens sträubt man sich, seine Kleider vollständig abzulegen und ein perfectes Badekostüm anzuziehen; die betreffenden Diener oder Dienerinnen des Etablissements bestehen darauf, ohne uns vorläufig ihre Gründe mitzutheilen. Man steigt über die steile Kalksteinwand der Ziegeninsel auf einer Wendeltreppe bis auf die Schieferunterlage herab, und sucht über die schlüpfrigen Felsenstufen so gut als es geht zu klimmen. Da bringt ein Luftzug einen Strahl der fein zer Schlagenen Wassermasse an uns heran, der der gewaltigen Fallhöhe entsprechende Luftdruck droht uns den Brustkorb zusammenzupressen und schliesslich kommt man zu der Ueberzeugung, dass man die ganzen Annehmlichkeiten einer aus 50 Meter Höhe kommenden Douche und diverser kalter Wasserstrahlen über sich ergehen lassen muss; man befindet sich in- und auswendig erschüttert, unter dem Bogen des zwischen Goat und Luna Island herabfallenden Wasserstrahls. Hat man sich auf das Toben, Brausen und Spritzen der gewaltigen Wassermasse halbwegs gewöhnt, die Mimik als Mittel zur Verständigung herangezogen, so schreitet man auf den vorgeordneten Stegen, sich krampfhaft an deren Geländern haltend, bald durch eine Anzahl von Regenbogen verklärt, bald von der Gischt des aufschäumenden Wassers eingehüllt, einem Haufen grosser, schlüpfriger Gesteinsblöcke zu, um sich einige Secunden Rast zu gönnen.

Von einem Blocke zum andern springend, erreicht man wieder den schiefrigen Abhang, und ersteigt mit dem erhebenden Bewusstsein, unter den Fällen des Niagara durchpassirt zu sein, zugleich aber mit dem festen Vorsatz, dieses Wagniss zum letzten Male unternommen zu haben, die steile Kalkwand.

Es vergeht kein Jahr, dass die überaus grosse Neu- und Wissbegierde der Besucher des Niagara Verunglückungen zur Folge hat. Es ist dazu vielfache Gelegenheit vorhanden und derjenige, den es betrifft, hat keinen andern Trost, als dass sein Name in die schon sorgfältig vorgerichteten Rubriken der Unglücksstatistik eingetragen wird.

Das Eindringen unter die Wasserfälle liesse sich übrigens viel zweckmässiger einrichten, wenn von einem am Ufer abgeteuften Schachte ein unterirdischer Gang hergestellt würde, welcher in der gehörigen Höhe über dem untern Wasserspiegel und parallel der Fallwand laufend die Gelegenheit böte, durch Quergänge direct unter den Wasserfall zu gelangen und denselben, nöthigenfalls durch Glasfenster geschützt, mit aller Musse betrachten zu können. Hiedurch könnten auch für manche wissenschaftliche Beobachtungen, so z. B. über das Zurückweichen der Fälle nothwendige feste Anhaltspunkte gewonnen werden.

Der Winter bringt eine Reihe von äusserst interessanten Erscheinungen am Niagara hervor. Die am Fusse der Fälle zerschlagenen Wassertheilchen werden, wie wir später erfahren, zur Verdunstung gebracht,

steigen in Form eines feuchten Nebels in die Höhe und überziehen bei der frostigen Temperatur alle Gegenstände in der unmittelbaren Nähe der Fälle. Jeder steifgewordene Grashalm, jeder Laub- oder Nadelholzzweig bedeckt sich, besonders Morgens nach einer kühlen Nacht, mit einem weissen, zu Eis gefrorenen Schaume. Klumpen von Eisäpfel und frostige Blüthen der mannigfaltigsten Form und Gestalt hängen an den Enden der dunkelgrünen Nadelholzzweige. Zuweilen ist früh Morgens die ganze Thalschlucht mit einem gefrorenen Nebel angefüllt, der sich an jeden Gegenstand anlegt, ihn mit den glitzernden Franzen von Eismoos bedeckt, bis die hervorbrechende Sonne die flaumigen Eishüllen von dem Gegenstande ablöst, so dass sie klirrend herabfallen. Hiezu denke man sich die ganze Mannigfaltigkeit in der Erscheinung von gewaltigen Eiszapfen: Stalactiten sowohl wie Stalagmiten, welche von den steilen Felswänden überall herabhängen, die Bildung von Eisbrücken, darauf das muntere Treiben auf sonst ganz unpassirbaren Stellen des Stromes u. dgl. m. und man wird gewiss zu der Ansicht bekehrt sein, dass ein Besuch des Niagara zur Winterszeit grosse Vortheile bietet.

Bisher haben wir bloss die alten Gesteine, in welche sich der Niagara sein Bett eingegraben hat, berücksichtigt, und müssen nun die ganze Erscheinung an die Jetztvorgänge anschliessen.

Da bemerken wir, dass seit der, unzählige Jahrtausende zurückliegenden Zeit, in welcher sich die silurischen und devonischen Schichten abgelagert hatten, diese

Gegend, sowie überhaupt der grösste Theil des ostamerikanischen Continents Festland blieb und zwar bis in die der jetzigen unmittelbar vorausgegangene Periode, welche sowohl in Europa als auch in Amerika durch die Wirkungen einer niederen Temperatur ausgezeichnet ist, und den Namen der Eiszeit führt. Also erst in dieser verhältnissmässig jungen Zeitperiode wurde dieses Plateau, nachdem es durch einen ganz enormen Zeitraum vom Schlusse der paleozoischen bis zum Schlusse der Tertiärzeit trockenes Land geblieben, vom Wasser überfluthet, und befand sich etwa unter ähnlichen Verhältnissen, wie die norddeutsche Ebene. Hieben wie drüben brachten schwimmende, Polargletschern entstammende Eismassen grosse Gesteinsblöcke aus dem hohen Norden, dieselben in südlichen Breiten zerstreuend. Diese Fremdlinge führen den Namen der erratischen Blöcke. In Europa reichen sie bekanntlich nur etwa bis zum 50. Breitengrade herunter, in Nordamerika aber in viel südlichere Gegenden. Ueberhaupt sind die klimatischen Verhältnisse Nordamerikas wenigstens auf der Ostküste viel rauher, als in Europa unter demselben Breitengrade, und so z. B. herrscht am Oberen See an dem nördlichsten Punkte der Vereinigten Staaten, welcher den gleichen Breitengrad wie Wien hat, ein Klima, welches sich ungefähr mit jenem von St. Petersburg vergleichen lässt.

Das ganze Plateau, in welches sich der Niagara sein Bett eingeschnitten hat, ist mit einer 5 bis 10 Meter, an einzelnen Stellen sogar bei 100 Meter, mächtigen Lage von Absätzen aus diesem nordischen Meere

bedeckt, welche vorwaltend aus einem glimmerigen Sande, rothen Thon, zuweilen auch aus einem an unseren Löss erinnernden Materiale bestehen, und mit erratischen Blöcken gemengt sind. Gletscherspuren sind auf diesem Plateau überaus häufig, und an mehreren Punkten in der Umgegend der Fälle kann man durch Gletscher ausgearbeitete Furchen und Schiffe beobachten. Die Furchen haben in der ganzen Gegend eine Richtung vorwaltend nach Südwest. Die in diesem Materiale aufgefundenen Versteinerungen sind Meeresmuscheln, welche lebenden Species von arctischem Charakter angehören. Am Nordrande des Plateaus bemerkt man bei St. Davis ein breites Thal, welches gänzlich mit diesen Ablagerungen erfüllt ist, und das Zeugniss abgibt, dass hier bereits vor dem Anfange der Eiszeit grossartige Ausnagungen des Plateaus stattfanden, aber dieses alte Flussbett steht nicht in directer Beziehung zu dem jetzigen Canale des Niagara. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass es sich bis in die Gegend des Whirlpool erstreckt hat, wenigstens fehlt an der Nordwestseite dieses Kessels der Steilrand, so wie überhaupt der sonst über das ganze Plateau verbreitete Niagarakalkstein. Dieser Theil des Kessels besteht aus Lagen von Sand, Lehm und aus Geröllen, darunter zahlreiche Granit und Trapp-Geschiebe, deren Heimat nur in nördlicheren Gegenden zu suchen ist. Vergleicht man diese Aufschlüsse mit den Ergebnissen der Brunnengrabungen, die bei St. Davis ausgeführt worden sind, so kommt man zu dem Schlusse, dass man hier ein altes Flussbett vor sich hat, welches noch vor

dem Eintritte der Eiszeit ausgenagt; und während der Dauer dieser Periode mit lockerem Schutt ausgefüllt worden ist.

Endlich sind aber auch an verschiedenen Stellen vom Whirlpool aufwärts Absätze eines noch viel jüngeren Datums constatirt worden. Sie bestehen aus 5 bis 10 Meter mächtigen Lagen von Sand und Gruss, und enthalten zahlreiche Reste von Muscheln und Schnecken, und zwar von solchen Species, welche gegenwärtig noch im Niagara und dem Erie-See leben. Diese Ablagerungen finden sich in der Nähe des Flusses oben an dem Plateau unterhalb der aus der alten Geschiebablagerung bestehenden Terrassen, und auf einzelnen Inseln, darunter auch auf Goat Island. Der interessanteste Punkt dieses Vorkommens ist wohl jener bei dem Lusthause gegenüber dem Whirlpool, denn er zeigt uns ganz deutlich, dass der Niagara einst oben an dem Plateau als ein breiter Strom mit flachen Ufern geflossen, und dass sich zu dieser Zeit seine Fälle tiefer unten befunden haben mussten.

Wenn wir nun die aufgezählten Beobachtungen überblicken, so können wir auf die folgende Reihe von geologischen Vorgängen schliessen: Das ganze aus sehr alten Gebilden bestehende Hochplateau blieb jedenfalls enorme Zeiträume hindurch Festland, bis es in der Periode, die wir das Diluvium oder die Eiszeit nennen, von einem Meere bedeckt wurde, dessen Absätze alle früheren, durch fliessendes Wasser entstandenen Ausnagungen der Oberfläche ausfüllten, und das Plateau

selbst bedeckten. Ursprünglich jedenfalls eine ziemlich gleichmässige Erhebung über der Meeresfläche besitzend, wurde diese Gegend später von ungleichmässigen Niveauveränderungen betroffen, wodurch, sei es durch Senkung der nördlichen oder durch Hebung der südlichen Partie, die Stufe zwischen dem Terrain der oberen vier grossen nordostamericanischen Seen, und der Gegend des Ontario-Sees entstand. Nach Ch. Lyell, einem der ersten geologischen Erforscher des Niagara, bestand der Strom schon zu einer Zeit, wo der nördliche Theil des Plateaus vom Meere bedeckt war, wo also das Becken des Ontario-Sees einen Theil des Meeres ausmachte. Der Niagara hatte sich in den Diluvialabsätzen sein Bett gegraben, ergoss sich bei Queenstown direct in das Meer, und bildete bei der langsam stattfindenden Zurückziehung des Meeresspiegels einen stetig an Höhe zunehmenden Wasserfall. Die mechanische Arbeit des fliessenden Wassers begann und es wurde der tiefere aus Niagarakalkstein bestehende Untergrund angegriffen, und ein Wechsel von Stromschnellen mit kleineren Katarakten geschaffen. Nun folgten die Unterwaschungen der weichen Unterlage der Kalksteinbank, die als Folge davon auftretenden Einstürze grösserer Kalksteinmassen, kurz die Ausnagung oder Erosion der tiefen, von steilen Wänden begränzten Thalschlucht, an deren Grunde sich der Strom bewegt. Es begann das Zurückweichen der Fälle gegen Süden, sie erreichten mit der Zeit die Stelle, wo bereits vor der Diluvialperiode ein Thal bestand, und dieser Umstand dürfte die Veranlassung zu der Bildung

einer kesselförmigen Erweiterung der Thalschlucht, zur Entstehung des Whirlpool oder des Strudels gegeben haben, indem die verhältnissmässig leicht ausnagbare oder leicht erodirbare Füllung dieser alten Thalbildung schon ursprünglich, so lange noch der Strom auf dem Plateau floss, auf die Richtung des Stromlaufes Einfluss nahm. Der Niagara setzte seine Arbeit fort und seine Fälle wurden schliesslich bis an ihren gegenwärtigen Stand vorgeschoben. Dieser letzte Stand zeigt aber gegenüber den früheren Positionen zwei bedeutende Eigenthümlichkeiten. Erstens befindet er sich an der Stelle einer rechtwinkligen Biegung des Flusslaufes, an dem Wendepunkte einer Nordwest- in eine Nordost-Richtung, also in einer Position, die sich nur an einem einzigen Punkte des Unterlaufes, am Whirlpool nämlich, wiederfindet. Es fehlt bisher an einer befriedigenden Erklärung dieser eigenthümlichen Erscheinung, aber es ist zu vermuthen, dass diese mit der Schichtung des Untergrundes in gewissen Beziehungen steht. Die Kalksteinschichten streichen nämlich nach Nordost, und bei der Betrachtung der zickzackförmigen Trace des Flusslaufes hat es fast den Anschein, als ob der Strom bei dem Durchschneiden der ganzen Gesteinspartie abwechselnd ein Mal die Schichten diagonal durchkreuzen, das andere Mal ihren Streichungsrichtungen folgen würde.

Eine zweite Eigenthümlichkeit des gegenwärtigen Standes der Wasserfälle besteht in dem Vorhandensein einer Insel genau auf dem Wendepunkte des Flusslaufes, der Insel Goat Island, welche die Existenz zweier Fälle

bedingt. Dieses Verhältniss dürfte wohl auf der ganzen von den Fällen zurückgelegten Linie kaum bestanden haben. Während früher der ganze Strom durch ein enges, der Weite der Thalschlucht entsprechendes Profil passirte, besitzt er gegenwärtig nahezu einen dreimal so breiten Durchgang an den Fällen, und dieser Umstand macht es wohl wahrscheinlich, dass früher, so lange die Wassermasse noch nicht getheilt und verbreitet war, der Process der Abnagung und mithin auch die retrograde Bewegung der Wasserfälle nahezu dreimal so intensiv war, als in der Gegenwart. Der gegenwärtige Stand der Wasserfälle ist also gewissermassen abnorm und nicht gut geeignet, als Maasstab der früheren Vorgänge zu dienen. Aus diesem Grunde entbehren auch die meisten Schätzungen des zum gesammten Rückschreiten der Wasserfälle nothwendig gewordenen Zeitraumes jeder halbwegs verlässlicheren Grundlage.

Unglücklicherweise ist auch unsere Kenntniss von dem früheren Zustande der Wasserfälle sehr ärmlich und ungenau. Vor hundert Jahren war noch das ganze Land zwischen dem Erie- und Ontario-See eine Wildniss, in welcher die indianischen Jäger, Bären und Büffel jagten. Die älteste etwas werthvollere Nachricht datirt aus dem Jahr 1678 und besteht aus einer vom französischen Missionär Vater Hennepin herrührenden Beschreibung und Abbildung der Fälle. Die Ziegeninsel theilte bereits den Fall in zwei Hauptarme, nebstdem bestand noch ein dritter kleinerer Fall auf der canadischen Seite, dessen Wasser sich von West nach Ost herabstürzte.

In einem im Jahr 1751 vom schwedischen Botaniker Kalm veröffentlichten Briefe ist zwar dieser kleine sogenannte Ellbogen-Fall nicht mehr erwähnt, hingegen bemerkt, dass an dieser Stelle das Wasser aus seinem geraden Laufe durch einen hervorstehenden Felsen herausgedrängt wird, welcher Felsen, wenn er noch weiter anstände, das Wasser schief gegen den anderen Fall hinwenden würde. Diese Bemerkung bestätigt also die Angabe Hennepin's von dem Vorhandensein eines kleinen Falls in schiefer Richtung, von dessen Lage man sich an Ort und Stelle eine ziemlich klare Vorstellung machen kann. Diese und andere ähnliche aus späterer Zeit stammenden Angaben lieferten verschiedene Daten zur Bestimmung der Zeit des Zurückweichens beider Fälle. Bakewell berechnete das Zurückweichen in den Jahren 1790 bis 1870 auf etwa 0·9 Meter jährlich. Lyell hielt 1840 die Zahl von 0·3 Meter für wahrscheinlicher, und neuester Zeit glaubt man sogar nur 0·1 Meter als jährlichen Rückgang annehmen zu können. Die Lyell'sche Date z. B. beziffert den Zeitraum, der nöthig war, um den ganzen 11 Kilom. langen Canal von Queenstown anfangen, auszunagen, auf 36.000 Jahre. Selbst wenn wir annehmen, dass aus den bereits entwickelten Gründen früher ein doppelt oder dreifach so grosser Effect der durch das enge Canalprofil stürzenden Wassermasse erzielt wurde, so würden wir trotzdem einen Zeitraum erhalten, der vom Standpunkte des kurzlebigen Menschen betrachtet, und mit Zeitdaten aus der Geschichte des Menschengeschlechtes verglichen, uns immerhin unbe-

greifbar gross erscheint. Es überrascht uns desto mehr, nachdem wir gehört haben, dass der Anfang des Processes in eine verhältnissmässig neue Zeitperiode zu versetzen ist, in eine Zeit, in welcher bereits dieselben Thiere, wie in der Gegenwart, die Wässer bevölkerten, in eine Zeit, in der man die Existenz des Menschen anzunehmen seine guten Gründe hat. Obwohl die dieser Berechnung zu Grunde gelegten Daten nicht hinreichend genau sind, so ist doch so viel sicher, dass die Zeitdauer dieses Vorganges sehr gross gewesen sein muss, und dass der Anfang derselben jedenfalls in Perioden zurückgreift, welche die geschichtliche Aera des Menschen weit übertreffen.

Den zukünftigen Verlauf der Erscheinung betreffend, müssen wir unsere, an den Aufschlüssen der Gegenwart gemachten Beobachtungen in dieser Richtung hin ausdehnen. Hiézu eignet sich am besten das längst des Stromufers gezogene Profil. Wenn wir uns erinnern, dass die Neigung der Schichten gegen Süden respective Südosten 5 Meter pro Kilom., der Fall des Stromes innerhalb des engen Canals aber 3 Meter pro Kilom. nach Norden beträgt, so werden wir finden, dass mit jedem Kilometer Länge die Höhe der Fälle um circa 8 Meter abnehmen dürfte. Daraus folgt, dass sich die beiden entgegengesetzt fallenden Ebenen, einerseits die Grenzfläche des Niagarakalksteines mit dem darunter liegenden Schiefer, und die Oberfläche des Wassers in dem Canale — bereits in circa 3 Kilom. begegnen werden, d. h. dass in dieser Entfernung die Unterwaschung des Kalk-

steines nicht mehr stattfinden kann, dass von diesem Punkte aus die Bedingungen zur Erzeugung eines von steilen Wänden eingeschlossenen Canales wegfallen, und dass hier die Wasserfälle in ihrer jetzigen Gestalt bereits ihr Ende finden müssen. Hingegen ist es wahrscheinlich, dass die Bildung von Stromschnellen stets dem eigentlichen Wasserfalle vorausseilen dass schliesslich die Stelle wo der Strom über den harten Niagarakalkstein hinweg gehen, durch eine Zone von Stromschnellen bezeichnet sein wird, und dass die Erosionswirkungen weiter oberhalb dieser Stelle nur die gewöhnlichen Erscheinungen darbieten werden, welche wir überall in analogen Fällen anzutreffen gewohnt sind. Die Frage, ob denn die Wasserfälle überhaupt den Erie-See erreichen können, lässt sich somit im verneinenden Sinne beantworten. Hingegen wird die erodirende Thätigkeit des fliessenden Wassers, das Gleichbleiben der Verhältnisse vorausgesetzt, gewiss einmal den Erie-See erreichen und seinen Spiegel erniedrigen. Gleichzeitig wird aber auch an der Vertiefung des Strombettes gearbeitet werden, wodurch der Erie-See immer tiefer abgezapft werden muss, und da seine Tiefe nur etwa 20 Meter beträgt (die Maximal Tiefe der übrigen vier Seen des Plateaus ist bedeutender und schwankt zwischen 152 und 274 Meter), so steht schliesslich dessen Trockenlegung mit aller Wahrscheinlichkeit bevor.

Wir haben gesehen, dass der Lauf des Niagara nicht nur die Erscheinung eines einzig in seiner Art

dastehenden prachtvollen Wasserfalls, sondern eine Reihe anderer sehr lehrreicher Erscheinungen darbietet, und zwar in dem reichen Maasse wie kein zweiter Strom unserer Erde. Die hier durchführbaren Betrachtungen haben für das Studium der Erosion, dieses wichtigen Capitels der geologischen Lehre, besondere Wichtigkeit. Wenn wir die Erosionsresultate des Niagara mit jenem unserer Ströme vergleichen, so lässt sich eine gewisse Verschiedenheit der Erscheinung nicht läugnen. Um die Analogie zu erkennen, müssen wir uns die ganze Reihe der Erosionserscheinungen vor Augen halten, dann finden wir sofort die Ursache des Unterschiedes in der Beschaffenheit unserer Gebirgsthäler und der engen steilen Thalschlucht des Niagara heraus. Solche enge steile Einrisse pflegen nämlich nur in plateau-förmig gebauten Gebirgsmassen aufzutreten, während unsere Täler mit der birnförmigen Gestalt ihrer Mulde eine Charakteristik unserer aus steilen Gesteinsschichten zusammengesetzten Gebirge sind. Um den Unterschied zwischen den beiden Hauptgruppen der Erosionsresultate zu constatiren, empfiehlt es sich, die in den plateau-förmigen Gebirgsmassen auftretenden engen steilen und tiefen Thalschluchten mit dem in Nordamerika allgemein üblichen, der spanischen Sprache entnommenen Namen „Cañon“ zu bezeichnen. Die Thalschlucht des Niagara ist also kein Thal, wie es in unseren Gebirgen gewöhnlich ausgebildet erscheint, sondern ein ausgezeichnete Cañon. Aehnliche Bildungen finden wir aber auch bei uns vortreten; diess zeigen uns die Auswaschungen in der Ebene,

welch' Letztere schliesslich auch mit dem innern Baue eines Plateaus verglichen werden kann, nur sind die Erosionsresultate nicht besonders grossartig entwickelt. Wenn wir uns hingegen auf das aus Schichten der Kreideformation bestehende Plateau im nordöstlichen Böhmen begeben, so finden wir da ziemlich grossartig entwickelte Cañonbildungen. Ich erinnere nur an die Partien von Weckelsdorf, Adersbach, an die sächsisch-böhmische Schweiz, um sofort verstanden zu werden. Dies sind Erscheinungen, welche sich sowohl ihrer Beschaffenheit als auch ihrer Bildung nach mit dem Cañon des Niagara direct vergleichen lassen.

Ich bitte die hochverehrten Anwesenden, sich der Thatsachen zu erinnern, welche in mehreren in diesen Räumen gehaltenen, der Betrachtung der Erosionswirkungen gewidmeten Vorträgen aufgezählt wurden, so z. B. auf die Ausführungen von Herrn Professor F. Toulza in seinem Vortrage am 31. Jänner 1877 über Thalbildung, und Sie werden im Stande sein, den Niagara-fällen den richtigen Platz in der Reihe der Erosionserscheinungen anzuweisen.

Die Kraft, welche Erosionen hervorruft, ist nicht unpassend mit der Wirkung einer Feile verglichen worden, und ist jedenfalls der Thätigkeit einer Bewegung zuzuschreiben. Bekanntlich übt auch bewegte Luft, wie die pilzförmigen Sandsteinfelsen von Coloradosprings in den Vereinigten Staaten bezeugen, Erosionswirkungen aus. Diese lassen sich aber, sowohl was Grösse als auch Häufigkeit betrifft, kaum mit den Wirkungen

des bewegten Wassers vergleichen, welchem überhaupt der grösste Antheil an der Abnagung und Veränderung der Erdoberfläche zuzuschreiben ist. Die am Niagara thätige Kraft beziffert sich bei dem Gewichte von einer halben Million Kubikmeter Wassers, d. h. 500.000 metrische Tonnen, und der gesammten Fallhöhe, (in welche die Stromschnellen miteinbezogen wurden) von 65 Meter auf  $6\frac{1}{2}$  Millionen Pferdekräfte. Von der Grösse dieser Kraft kann man sich einen Begriff machen, wenn man bedenkt, dass die ganze westliche Hälfte unserer Monarchie nur etwa  $1\frac{1}{2}$  Millionen Pferde besitzt. Es ist nur auffallend, dass man bisher von diesem enormen Kraftvorrathe noch keinen praktischen Gebrauch machte, wenigstens war diess bis zur Zeit meines Besuches im Jahre 1876 noch nicht der Fall, obwohl die Idee der Benützung dieser Wasserkraft vielfach in den Zeitungen angeregt wurde. Kommt diese Idee einmal zur Ausführung, so werden die Niagarafälle zwar aufhören eine Sommerfrische und einen gesuchten Winteraufenthalt zu bilden, werden aber ganz gewiss ein industrielles Centrum des amerikanischen Nordostens repräsentiren.

Von dieser enorm grossen Kraft wird aber nur ein verhältnissmässig kleiner Theil zur Erosion verwendet, der grösste Theil derselben geht, wie uns das Gesetz der Erhaltung der Energie belehrt, in Wärme auf. In Bezug auf diesen erst in neuerer Zeit entdeckten wichtigen physikalischen Lehrsatz auf den Vortrag verweisend, den Herr Professor J. Rumpf am 10. November 1875 in diesem Vereine gehalten hat, erwähne ich bloss die

nun genau bekannten Relationen zwischen mechanischer Arbeit und die Verwandlung derselben in Wärme, wonach bekanntlich je 424 Kilogramm-meter Arbeit dazu gehören, um einen Liter Wasser um einen Grad der Centesimalscala zu erwärmen. Die Temperatur der gefallenen Wassermasse muss sich bei der Verwandlung der lebendigen Kraft in Wärme in einem gleichen Maasse erhöhen, wie die Temperatur eines von derselben Höhe herabgefallenen, oder mit einem gleichen Kraftaufwande fortgeschleuderten festen Gegenstandes, wie uns dies aus der Erhitzung einer abgeschossenen und aufgefallenen Flintenkugel genugsam bekannt ist. In der That sehen wir aus jedem Wasserfalle, ja aus jeder Stromschnelle bei einer niedrigeren Lufttemperatur Wasserdünste aufsteigen. Sie sind das Zeichen, dass die durch den Wasserfall erzeugte Wärmemenge vorzüglich an das bei dem Anpralle in die kleinsten Theilchen geschlagene Wasser, an den dabei erzeugten Schaum übergeht, und eine raschere Verdampfung desselben einleitet. An keinem Wasserfalle zeigt sich, die Schaumbildung am Fusse des Kataraktes ganz unberücksichtigt gelassen, die aufsteigende Dunstwolke so schön wie an den beiden Fällen des Niagara. Dieselbe ist natürlich an kalten Morgen und Abenden besonders deutlich sichtbar, und schon aus grösserer Entfernung wahrnehmbar, weshalb man sie nicht unpassend die Krone des Niagara genannt hat.

Vor der Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie ist man über die Kräfte, welche die eigentliche Ursache der Erosion vorstellen, im Unklaren gewesen.

Man bezeichnete in gänzlicher Verkennung der That-  
sachen die Schwerkraft als diese Ursache, ohne zu be-  
denken, dass jedes Wassertheilchen zuerst gehoben werden  
müsse, um sodann dem Gesetze der Schwere folgen, d. h.  
fallen zu können, dass daher mittelst einer stets sich  
erneuernden lebendigen Kraft immer neue Wasser-  
theilchen gehoben werden müssen, um einen continuir-  
lich fliessenden Strom zu erzeugen. Diese Kraft, welche  
die Wassertheilchen hebt, damit sie herabfallen und  
Arbeit verrichten können, ist offenbar die Sonnen-  
wärme. Es ist die Kraft, welche das Wasser aus sämt-  
lichen Wasserbehältern der Erdoberfläche zur Ver-  
dunstung bringt, welche gleichzeitig die Bewegung in  
der Atmosphäre erzeugt, die gehobenen Wasserdünste  
über die Continente bringt, wo sie in der Form von festem  
oder flüssigem atmosphärischen Niederschlag, als Schnee  
oder Regen, auf die Oberfläche gelangen. Bei ihrem Falle  
zur Oberfläche geht abermals eine Verwandlung der  
Energie vor sich, indem theils eine mechanische Arbeit,  
die sich als Stoss auf die Oberfläche äussert, verrichtet  
wird, theils eine Umsetzung in Wärme geschieht, wobei  
jeder Liter des gefallenen Wassers für je 424 Meter  
Fallhöhe um  $1^{\circ}$  C. erwärmt wird. Fällt dieser atmo-  
sphärische Niederschlag auf einen über das Meer er-  
hobenen Theil der Erdoberfläche, so ist ihm noch jener  
Theil der Energie inne, welcher seiner Masse und dem  
Niveauunterschiede zwischen seinem eigentlichen Ur-  
sprunge, der Meeresfläche, und dem betreffenden Punkte  
der Erdoberfläche entspricht. Diese Energie ist es nun,

welche, falls sie der Mensch nicht etwa direct zur Ver-  
richtung von Arbeit verwendet, an dem ganzen ober-  
und unterirdischen Wege bei der Bewegung der Wasser-  
theilchen nach abwärts entweder als Erosionskraft thätig  
wird, oder sich direkt in Wärme, d. h. in den ursprüng-  
lichen Zustand, in welchem sie von der Sonne auf die  
Erde übertragen wurde, umsetzt.

Wenn man also behauptet, dass die Sonne die eigent-  
liche Ursache der Erosionswirkungen auf unsere Erd-  
oberfläche ist, wie wir dieselben in einem besonders  
grossartigen Maasstabe an den Fällen des Niagara zu  
beobachten Gelegenheit hatten, so hat man nur einfach  
eine Consequenz aus der Lehre von der Erhaltung der  
Energie gezogen, aus einer Lehre, welche uns die Ueber-  
zeugung beigebracht hat, dass der weitaus grösste Theil  
aller auf der Erde thätigen Kräfte mithin auch all unser  
Leben und Treiben in letzter Instanz von der Sonne  
abhängig ist.

