

II. Besprechungen.

Der Niagarafall.

Von Otto Wilckens (Bonn).

(Mit 4 Textfiguren.)

Literatur.

1. GILBERT, G. K., History of the Niagara River. — 6. Ann. Rep. N. Y. State Com. Reserv. at Niagara. S. 61—84. 7 Taf. 1890.
 2. GILBERT, G. K., Niagara Falls and their history. — Nat. Geogr. Mono. Vol. I. Nr. 7. 1895.
 3. GILBERT, G. K., Rate of recession of Niagara Falls. — Bull. U. S. Geol. Surv. Nr. 306. 1907.
 4. GRABAU, A. W., Guide to the Geology and Paleontology of the Niagara Falls and Vicinity. — Bull. N. York State Mus. Nr. 45. 1901.
 5. HALL, J., Niagara Falls, ist past, present and prospective condition. — Rep. 4. Geol. Distr. N. Y. S. 383—404. 1842.
 6. LYELL, CH., Niagara Falls. — Travels in N. America. I. S. 22—43. 1845.
 7. POHLMANN, J., Life History of Niagara River. — Am. Ass. Adv. Sci. Proc. 32, S. 202. 1884.
 8. SPENCER, J. W., Duration of Niagara Falls. — Am. Journ. Sci. (3). 48, S. 455 bis 472. 1894.
 9. SPENCER, J. W., Evolution of the Falls of Niagara. — Dep. of Mines. Geol. Surv. Canada. 1907.
 10. TAYLOR, F. B., Origin of the Gorge of the Whirlpool Rapids at Niagara. — Bull. Geol. Soc. America 9, S. 95—184. 1898.
 11. TAYLOR, F. B., Niagara Falls and Gorge. — Guide Book Congr. Géol. Internat. Nr. 4. Exc. B. 1. 1913. S. 5—70.
 12. UPHAM, W., Origin and age of Laurentian Lake and Niagara Falls. — Am. Geologist 18, S. 169—177. 1896.
 13. UPHAM, W., Niagara Gorge and St. Davids Channel. — Bull. Geol. Soc. America 9, S. 101—110. 1898.
 14. WOODWARD, R. S., On the rate of recession of Niagara Falls, as shown by the results of a recent survey. — Am. Ass. Adv. Sc. Proc. 35, S. 222. 1886.
-

Die Niagarafälle sind ein vielzitiertes Beispiel für die geologische Wirkung der Wasserfälle, und ihr Zurückweichen hat seit LYELLS Zeiten wegen der Berechnung der Dauer dieses geologischen Vorganges nach Jahren besonderes Interesse gefunden. Aus den folgenden Zeilen ist zu ersehen, um was für eine verwickelte Erscheinung es sich dabei handelt. Die Berühmtheit der Fälle rechtfertigt eine etwas genauere Darstellung, bei der wir besonders TAYLOR (11) folgen.

Die großen kanadischen Seen im östlichen Nordamerika kann man hydrographisch als Einschaltungen in den St. Lorenzstrom betrachten. Quellfluß ist dann der St. Louis River, der aus dem Bergland von Minnesota kommt und sich in den Oberen See ergießt, dessen Wasserspiegel (bei einer Tiefe des Seebeckens von 308 m) 183 m über dem Meeresspiegel liegt. Mit dem Huronsee steht der Lake Superior durch das enge Flußtal des St. Mary's River in Verbindung, der die Stromschnellen des Sault Ste. Marie bildet, während der Huron- und der Michigansee durch die breitere Strait of Mackinaw verbunden sind. Jener erreicht 222, dieser 263 m Tiefe; ihr Spiegel liegt 176 m über dem Meere. Der Huronsee entwässert sich in den Eriesee durch einen Fluß, der in seinem nördlichen Teil den Namen St. Clair River, in seinem südlichen den Namen Detroit River führt und einen kleinen flachen See eingeschaltet enthält, den St. Clairsee. Der Spiegel des Eriesees liegt etwa 1 m niedriger als der des Huronsees, und seine Tiefe beträgt nur 66 m. Er ist somit der einzige von den fünf großen kanadischen Seen (vgl. Abb. 1), dessen Boden nicht unter den Meeresspiegel reicht, was bei dem letzten, dem Ontariosee, im stärksten Maße der Fall ist (— 151 m; größte Tiefe 224,9 m). Der Spiegel des Ontario liegt 99,5 m tiefer als der des Eriesees und 74,7 m über dem Meere. Der verbindende Flußlauf zwischen beiden heißt Niagara. Er fließt im großen und ganzen in süd-nördlicher Richtung und überwindet den Höhenunterschied zwischen den beiden Seen nicht in einem ausgeglichenen Gefälle, sondern mit zwei Reihen von Stromschnellen und einem Wasserfall, welcher letzterer etwa 51 m hoch ist, also etwa gerade die Hälfte des ganzen Höhenunterschiedes zwischen Erie und Ontario wettmacht. Unterhalb der Fälle liegt der

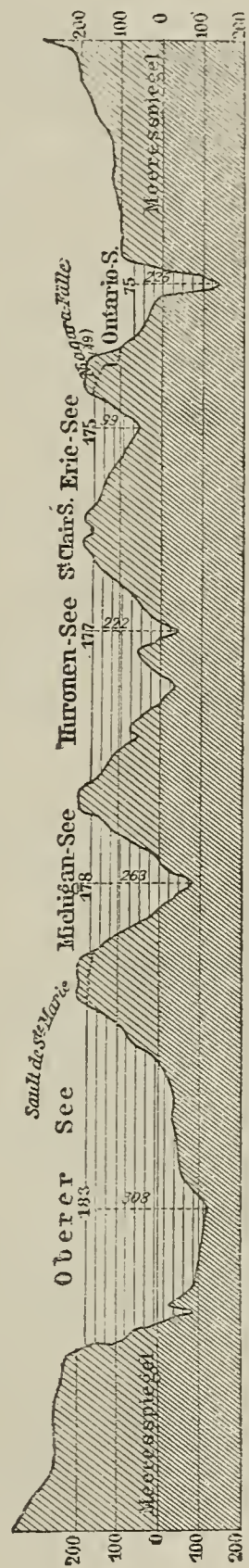


Fig. 1. Höhen und Tiefen der großen kanadischen Seen. (Nach W. SIEVERS, Allgemeine Länderkunde.)

Spiegel des Niagara etwa 30 m über dem des Ontariosees. Den Lake Ontario verläßt dann in nordöstlicher Richtung der St. Lorenzstrom, der auf seinem Wege bis Montreal unter Bildung zahlreicher Stromschnellen auf 39 m fällt.

Der Lake Superior und der Huronsee liegen auf der Grenze zwischen den vorkambrisch-archaischen Gesteinen des kanadischen Schildes und der Zone paläozoischer Gesteine, die dieses im S und SO umkränzt, und in deren Bereich die drei übrigen Seen gelegen sind. Das Nordufer des Lake Ontario wird im großen und ganzen von Ordovicium, das Südufer von Silur gebildet. Letzteres baut den weitaus breitesten Teil der Landbrücke zwischen dem westlichen Lake Ontario und dem nordöstlichen Eriesee auf; nur im Süden findet sich noch ein schmaler Streifen aus Devon. Diese Schichten des Silurs und des Devons liegen nicht horizontal, sondern fallen flach nach S ein, und zwar im allgemeinen um 3,8 m auf 1 km. Von der nördlichen Mündung der Niagaraschlucht (s. u.) bis zum Horseshoe Fall aufwärts (11,3 km) senken sich die Schichten um 36,6—42,7 m. Vom devonischen Onondagakalk bei Buffalo im S bis zum ordovicischen Queenston Shale, der von Queenston am Ausgang der Niagaraschlucht bis zum Ufer des Ontariosees reicht, läßt sich die Schichtfolge nach SCHUCHERT folgendermaßen gliedern:

Mittel-Devon

Onondagakalk

Diskordanz

Mittel-Silur

Lockportdolomit (Niagarakalk) 39,6 m

Rochestermergel 20,7 m

Clintonkalk 7,65 m

Clintonmergel 1,50 m

Diskordanz

Unter-Silur

Medinaformation

Medinasandstein 18,3—21,3 m

Diskordanz

Kataraktformation

Sandige Kataraktmergel

Graue Kataraktmergel

Basaler oder Whirlpoolsandstein 7,6 m

Diskordanz

Ober-Ordovicium

Rote Queenstonmergel.

Nach PARKS würde schon die Kataraktformation zum Ordovicium gehören.

Die Landbrücke zwischen Erie- und Ontariosee ist ein Ausschnitt aus einem Gebiet, das den Charakter einer alten erodierten Küsten-

ebene besitzt, die sich vor dem Altland des kanadischen Hochlandes ausdehnt. Schon vor der Entstehung des Niagarafalles war die schräggestellte Schichtfolge querüber abgeschnitten. Die harten Schichten sind durch die Erosion herausgearbeitet und bilden Erosionsstufen, Cuestas, mit einem Steilabfall auf der Nord- und einem flachen Abfall auf der Südseite. Zwischen den Cuestas liegen Tiefländer. Die Reihenfolge der orographischen Elemente in dieser Stufenlandschaft ist von N nach S:

kanadisches Altland,
 Ontario-Tiefland, vom Ontariosee eingenommen,
 Niagara-Cuesta,
 Huron- oder Tonawandatiefland (tieferer Trog des Lake Huron,
 Chippawa- und Tonawandatal und früherer Tonawandasee, quer
 über den jetzigen Niagaralauf 80 km lang und 1,6—11,3 km breit),
 Onondagacuesta,
 Erietiefland, vom Eriesee eingenommen,
 Alleghanycuesta.

Die Niagaracuesta (vgl. Abb. 2) wird durch den Ausstrich des harten, massigen Lockport- (Niagara-) Kalkes gebildet. Sie streicht südlich von Lewiston an der Ausmündung der Niagaraschlucht (vgl. Abb. 2) O—W, läuft über Queenston nach Hamilton, dann um das Westende des Ontariosees herum nach Waterdown und hinauf in nordwestlicher Richtung zur Georgian Bay. Ihre Höhe über der vorgelagerten Ebene beträgt 90—120 m. Die Mächtigkeit des Lockportkalkes beträgt am Steilabsturz südlich von Lewiston nur 6,06, am Horseshoe-Fall (s. u.) 24, weiter südlich sogar 76 m. Der Clintonkalk, der Medina- und der Whirlpoolsandstein sind auch hart, aber relativ wenig mächtig. Die übrigen Schichten sind vorwiegend weiche Mergel, in die sich nur gelegentlich dünne härtere Schichten einschalten.

Während des Maximums der letzten großen (»Wisconsin«-) Vereisung lag über dem Niagaragebiet eine etwa 900 m mächtige Eisdecke. Das Eis bewegte sich in den Becken des Ontario- und des Eriesees

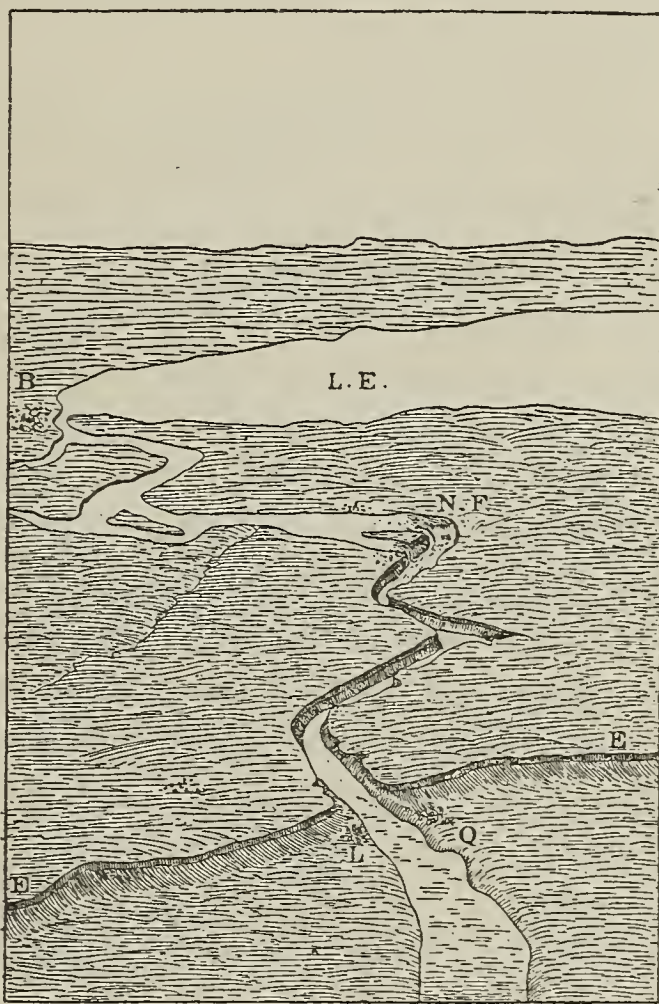


Fig. 2. Der Niagarastrom aus der Vogelschau. *LE* Eriesee, *B* Buffalo, *NF* Niagarafall, *E—E* Steilabfall der Niagaracuesta, *L* Lewiston, *Q* Queenston. (Nach G. K. GILBERT aus TORNQUIST, Geologie I, Verlag von W. Engelmann.)

in südwestlicher Richtung. Als der Eisrand sich später im Erieecken in nordöstlicher Richtung zurückzog, bedeckten glaziale Schmelzwasser das vom Eise verlassene tiefere Land. Als der Eisrand so weit zurückgeschmolzen war, daß er im Meridian von Lewiston etwa an der Südküste des jetzigen Lake Ontario lag, entstand ein Ausfluß der Wasser in der Gegend von Syracuse (N. Y.), und der Ontariosee sank auf ein Niveau, das etwas niedriger als das jetzige Niveau des Eriesees lag. Dadurch wurden Erie- und Ontariosee getrennt und es bildete sich der Wasserlauf des Niagaraflusses, der am Steilabfall der Niagaracuesta einen Fall bilden mußte, der sich unter Ausbildung einer Schlucht allmählich rückwärts einschnitt.

Die damit beginnende Geschichte des postglazialen, heutigen Niagara-stromes ist in ihrem weiteren Verlauf eng mit der Geschichte der großen Seen verbunden, und man kann die Gestalt der Niagaraschlucht nur im Zusammenhang mit dieser richtig deuten. Nicht immer ist das überschüssige Wasser aller vier großen Seen durch den Niagara in den Ontario geflossen, sondern zeitweilig entwässerte dieser Fluß nur den Erie, während Lake Superior, Michigan und Huron einen anderen Ausfluß besaßen.

Heute bedingen die vier großen Seen, die als gewaltige Reservoirs wirken, eine so gleichmäßige Wasserführung des Niagara, wie sie sonst nur bei ganz wenigen Flüssen vorkommt. Der Wasserstand der Seen schwankt nämlich im Durchschnitt jährlich nur um etwa 0,61 m (entsprechend des erhöhten Zustroms im Frühjahr und der sommerlichen Trockenheit), außerdem in einer elfjährigen Periode um 0,91 bis 1,21 m. Außergewöhnliche Schwankungen werden durch Wirbelstürme erzeugt. So erlebt der Erieeck bei Buffalo durch Südweststürme Hebung des Wasserspiegels um 2,44 m, durch Nordoststürme Senkung um 1,38 m. Sonst kann nur starke Eisbildung in seinem Lauf die Wasserführung des Niagara beeinflussen, nämlich verringern, wobei es sogar zur Austrocknung des amerikanischen Falles kommt.

Alle diese ebenerwähnten Schwankungen sind aber so unbedeutend, bzw. von so kurzer Dauer, daß sie sich in den Formen der Schlucht des Niagara nicht ausprägen können. Es müssen daher andere Ursachen sein, die es bewirkt haben, daß die Schlucht in mehrere, zwischen 600 und 3600 m lange Strecken zerfällt, die teils breit und tief, teils schmal und seicht sind. In der geologischen Struktur können diese Unterschiede nicht begründet sein; denn diese bleibt sich überall gleich, abgesehen davon, daß der die Kappe der Schichtfolge bildende Niagara-kalk nach S an Mächtigkeit zunimmt. Zur Erklärung der Erscheinung kann nur ein Wechsel im Volumen der Wassermasse herangezogen werden. Von der nördlichen Mündung der Schlucht am Steilabfall der Niagaracuesta bei Queenston bis zum Niagarafall lassen sich vier verschiedene Abschnitte leicht und ohne weiteres erkennen. Bei genauer Untersuchung zeigt sich, daß der nördlichste wieder in zwei zerfällt,

so daß die Schlucht im ganzen aus fünf besonders gestalteten Stücken besteht. Ehe wir dieselben näher betrachten, müssen wir die Geschichte der Seen kennen lernen, die der Niagara entwässert.

Seit dem Beginn der Existenz des Niagarafalls haben die fünf großen kanadischen Seen fünf Entwicklungsstadien durchlaufen, deren jedes eine Gestaltung ihrer Abwässerung mit sich brachte, die von dem des vorhergehenden und des folgenden verschieden war, womit sich jedesmal ein Wechsel in der durch den Niagara strömenden Wassermenge verband.

A. In einem gewissen Abschnitt der abklingenden Eiszeit sperrte der Eisrand den Huronsee querüber ab, so daß er vom Oberen und vom Michigansee keine Zuflüsse empfang. Dies Defizit wurde aber durch Zuflüsse aus der Gegend der Georgian Bay und des Simcoesees sowie namentlich durch die Schmelzwasser des Eises ausgeglichen. Der Abfluß zum Eriesee vollzog sich durch den St.-Clair- und Detroitfluß, und die vom Niagara geführte Wassermenge war aller Wahrscheinlichkeit nach ungefähr ebensogroß wie die heutige. Man nennt dies Stadium das Frühstadium des Algonquinsees. (Letztere Bezeichnung stammt von J. W. SPENCER.)

B. Im Kirkfield-Stadium nahm der Algonquinsee die Becken des Oberen, Michigan- und Huronsees ein und hatte einen etwas höheren Spiegel als diese, so daß das Tiefland an ihrem jetzigen Ufer noch etwas überflutet war. Die Schmelzwasser, die vom Eisrand her zuströmten, bewirkten diesen höheren Stand. Die abfließende Wassermenge war größer als die des jetzigen St.-Clairflusses, aber der Ausfluß erfolgte bei Kirkfield (Ontario) durch das Tal des Trent River zu dem glazialen Iroquoissee, der im Bereich des jetzigen Ontariosees existierte, aber höher stand als dieser. Der Niagara entwässerte in diesem Stadium nur den Eriesee. Seine Wassermenge war also ganz wesentlich geringer als heute.

C. Port-Huron-Stadium des Huronsees. Im ersten Abschnitt dieses Stadiums empfing der See von dem im Norden liegenden Eisrand beträchtliche Zuflüsse. Durch eine Hebung im Norden war der Kirkfieldausfluß ausgeschaltet. Es bestanden nunmehr zwei Auslässe, einer bei Chicago und einer bei Port Huron. Trotzdem war an letzterer Stelle allein die ausfließende Wassermenge noch größer als die des jetzigen St. Clair River. Im zweiten Abschnitt dieses Stadiums war das Eis schon so stark weggeschmolzen, daß seine Schmelzwasser keine Rolle mehr spielten. Während also im ersten Abschnitt der Niagara stärker war als heutzutage, war er im zweiten eher etwas geringer.

D. Das Stadium der Nipissingseen. Als das Eis das Tal des Ottawa River verließ, stand im Bereich der drei oberen Seen das Wasser ein wenig höher als jetzt. Der Ausfluß befand sich östlich des nördlichen Teiles der Georgian Bay und richtete seinen Lauf über den Nipissingsee zum Ottawafluß. Sein Volumen war ungefähr gradeso groß wie das des

jetzigen St.-Clairflusses. Der Niagara entwässerte also in diesem Stadium nur den Eriesee, so daß insofern der gleiche Zustand herrschte wie im Stadium B.

E. Das gegenwärtige Stadium. Die fortgesetzte Hebung im N verschloß der Ausfluß des Nipissingstadiums der Georgian Bay, der nur kurze Zeit mit dem St. Clair River gleichzeitig in Tätigkeit war. Dann übernahm dieser letztere die alleinige Entwässerung aller drei Seen zum Erie-, der Niagara aller vier zum Ontariosee.

Außer dem Verhalten dieser vier Seen, deren verschiedene Stadien eben geschildert wurden, hatte auch dasjenige des Lake Ontario Einfluß auf die Ausbildung der Niagaraschlucht und des Niagarafalls. Auch der Ontariosee stand zeitweilig viel (bis 38 m) höher als jetzt (sogenannter Iroquoissee). Dementsprechend mußte sich das Wasser in der Niagaraschlucht stauen, der Fall niedriger werden, weniger stark aushöhlen und die Strudelkessel an seinem Fuß in höherem Niveau anlegen. Als die Eisbarre im St.-Lorenzthal, die diese Aufstauung des Iroquoissee bewirkte, verschwand, fiel das Wasser des Ontario noch bedeutend unter den jetzigen Seespiegel, und es wurde dadurch die Erosion des Niagara kräftig angeregt.

Angesichts dieser Tatsachen aus der Geschichte der Seen (die durch die Beobachtung der alten Ufer erkannt wurden) können die Formen der Niagaraschlucht ganz anders und viel gründlicher verstanden werden.

1. Verfolgen wir den Niagarafuß von N nach S (vgl. Abb. 3), so stellen wir fest, daß der Fluß nördlich des Steilabfalls der Niagaracuesta etwa 610 m Breite und eine durchschnittliche Tiefe von 13,7 m besitzt. Die ersten 610 m von der Mündung am Steilabfall aufwärts besitzt die Schlucht eine obere Weite von etwa 430 m und das Wasser des Niagara etwa in der Mitte der Strecke 30,4 m Tiefe. Zu der Zeit, wo dieser älteste Teil der Schlucht entstand, floß der Niagara, wie G. K. GILBERT nachgewiesen hat, in fünf Armen über den Steilabfall, von denen der westlichste den untersten Teil der jetzigen Niagaraschlucht darstellt. Da noch drei weitere von den Armen beträchtliche Wassermengen führten, so entspricht dieser Abschnitt der Schlucht (»First or Lewiston Branch Gorge« auf der Karte Abb. 3) recht gut dem Stadium A der Seengeschichte, aus dem eine bedeutende Wasserführung des Niagaralaufes gefolgert werden muß.

2. An diesen Teil der Schlucht schließt sich aufwärts die »Old narrow Gorge«, die bis zur Biegung des Flusses bei der Niagara-Universität reicht, einen auffallend geraden Verlauf der Steilwände zeigt und oben 400 m breit ist. In diesem wie im vorigen Abschnitt sind die Schuttkegel am Fuß der Schluchtwände doppelt so breit als in den jüngeren — teils eine Folge des Alters (nämlich der um so länger wirkenden Verwitterung), teils eine Folge der geringeren Mächtigkeit des Lockportkalkes (s. o.) und des entsprechend viel höheren Aufschlusses in den darunter folgen-

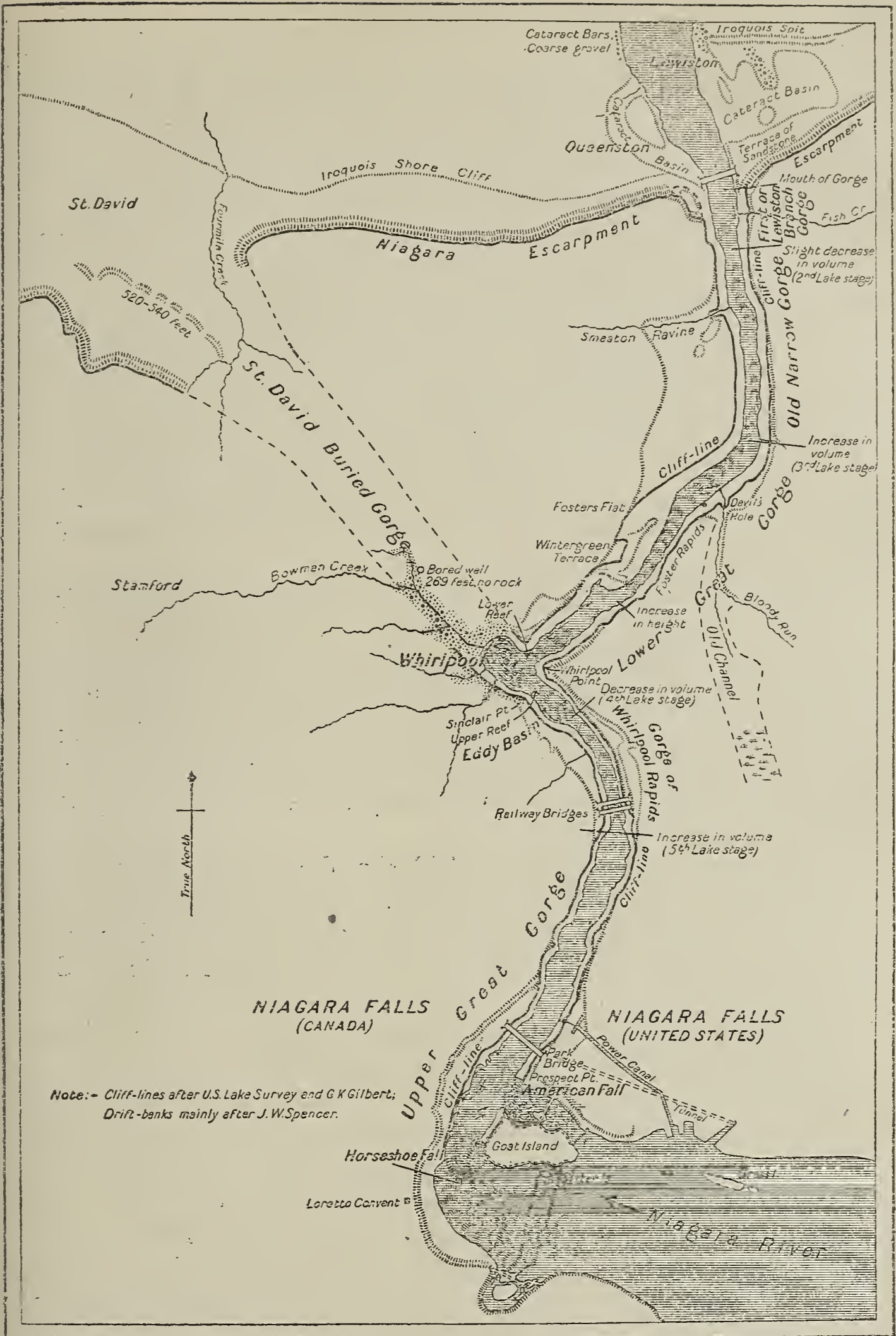


Fig. 3. Karte der Schlucht des Niagarafusses. Niagara Escarpment = Steilabfall der Niagaracuesta, St. David Buried Gorge = begrabene St. Davidsschlucht. Die Niagara-Universität liegt an der Biegung des Flusses zwischen der Old narrow Gorge und der Lower great Gorge. Nach TAYLOR.

den Mergeln. SPENCER ermittelte hier die Wassertiefe zu 30 m. Dieser Abschnitt der Schlucht entspricht dem Kirkfield-Stadium (B) der Seen und dem Stande des Iroquoissees 23 m über dem jetzigen Niveau des Lake Ontario. Die Kraft des Flusses und Falles war durch die geringere Wassermenge und das höhere basale Erosionsniveau geschwächt.

3. Die nun folgende »Lower great Gorge« reicht von der Biegung des Flusses an der Niagara-Universität aufwärts bis zum oberen Rand des Eddybeckens (vgl. die Karte Fig. 3). Ihre Weite beträgt im unteren Teil durchschnittlich mehr als 490, an einer Stelle sogar 560 m, um sich im oberen auf 400—460 m zu verengen. Auch die Tiefe wechselt. Dieser Abschnitt entspricht dem Port Huron-Stadium der Seen (C). Die Seichtheit des Flusses ist durch den Stand des Iroquoissees 38 m über dem jetzigen Ontariospiegel bewirkt. Als der Iroquoissee aber sank, fiel auch das Wasser am Fuß des Niagarakataraktes, so daß dieser höher wurde und die Strecke vom Foster'sflat bis zum Oberrand des Eddybeckens tiefer ausfurchen mußte.

4. Von der Entstehung des Whirlpool und seiner Bedeutung in der Geschichte der Niagaraschlucht wird gleich noch die Rede sein. Vom Oberrand des Eddybeckens aufwärts bis zum Beginn der Schluchterweiterung oberhalb der Eisenbahnbrücke reicht als vierter Abschnitt die »Gorge of the Whirlpool Rapids«. Dies Stück ist schmal, nämlich oben nur 228 m breit; seine Wassertiefe beträgt bis 26,2 m, ist also gering. Geschaffen wurde es im Nipissingstadium, als der Niagara nur den Eriesee entwässerte (D).

5. Der oberste Abschnitt der Schlucht, die »Upper Great Gorge«, ist 3,8 km lang. Gegenüber dem amerikanischen Fall beträgt die obere Weite 487 m, die Wassertiefe beim Prospect point 57,6 und nahe dem Horseshoe Fall 56,7 m. Dieser Teil entspricht dem Abschnitt E der Seengeschichte.

Die wichtigsten hier gemachten Angaben finden sich in folgender Tabelle TAYLORS übersichtlich zusammengestellt.

Es bleibt nur noch der Whirlpool zu besprechen (s. Karte Fig. 3). Er ist eine seitliche, etwa halbwegs zwischen dem Steilabfall der Cuesta und dem Fall gelegene seitliche Ausbuchtung der Lower great Gorge und verdankt seine Entstehung dem Einschneiden des Falles in die glaziale Ausfüllung einer alten interglazialen Schlucht. Die N- und die S-Wand dieser Bucht besteht aus Fels, die Rückwand aber aus Sand, Kies und Geschiebelehm. Andeutungen der Steilwände der alten Schlucht sind noch ein Stück weit in nordwestlicher Richtung verfolgbar, dann verschwindet die Schlucht morphologisch vollkommen. Daß sie auch weiterhin noch vorhanden ist, bewies SPENCER durch eine Bohrung, die bis 82 m unter Tage (7,3 m über dem Spiegel des Whirlpool) kein festes Gestein antraf. In der nordwestlichen Fortsetzung des Schluchtanfanges liegt ein tiefer, trichterförmiger Einschnitt im Steilabfall der Niagarcuesta, der nur die Mündung der am Whirlpool beginnenden verschütteten

Seenstadium		Abschnitte der Schlucht			
Name	Wassermenge des Niagarafalls	Name	Länge	durchschnittliche mittlere obere Weite	durchschnittliche Flußtiefe
A. Frühstadium des Lake Algonquin	20—25 % der jetzigen in dem einen Arm	1. Lewiston Branch Gorge	610 m	426 m	42,7—45,7 m
B. Kirkfield-Stadium desselben	15 % (nur Eriesee wurde entwässert)	2. Old narrow Gorge	1,8 km	396 m, im einzelnen sehr ungleichmäßig	18,3—21,3 m
C. Port Huron-Stadium desselben	a) etwas größer b) etwas geringer als jetzt	3. Lower great Gorge	3,2 km	a) 396,2—526,2 m b) 304,2—365,7 m	a) 10,7—21,3 m b) 30,4 m
D. Nipissing-Seen	15 % des jetzigen (nur Eriesee)	4. Gorge of Whirlpool rapids	1,2 km	228 m, sehr gleichmäßig	10,7—25,9 m
E. Jetzige Seen	jetzige Menge	5. Upper great Gorge	3,6 km	441,5 m (311,3—503 m)	30,4—48,8 m

alten Schlucht sein kann, welche letztere man nach dem Dorfe St. David an ihrer Mündung die »begrabene St.-Davidsschlucht« genannt hat. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß auch diese Schlucht von einem Wasserfall von der Art und wohl auch von der Wassermenge des Niagara ausgefurcht ist. Da in der Schlucht glaziale Schrammung vorkommt und Moränenmaterial darin liegt, so kann sie nur das Werk eines interglazialen Niagara sein. Die Gestaltung der Niagaraschlucht unter- und oberhalb des Whirlpool zeigt, daß die St.-Davidsschlucht auf der Südseite des jetzigen Whirlpoolbeckens aufgehört haben muß. Daß der postglaziale Niagara gerade über den oberen Anfang dieser Schlucht floß, ist wohl Zufall. Zwischen dem Aufhören des interglazialen Wasserfalls und der Ausfüllung der Schlucht durch das Eis der letzten Eiszeit witterte die Rückwand des Falles 60—90 m zurück. Dann kam die Ausfüllung mit Moränenmaterial. Hierauf schnitt sich der postglaziale Niagara ein. Als er mit seinem Fall an die weiche Ausfüllung der alten Schlucht am Whirlpool kam, räumte er diese schnell weg. Das ging so rasch, daß er keine Zeit hatte, das Riff von Whirlpoolsandstein, das bei der Rückwitterung des interglazialen Fallkliffs am Fuße desselben stehen geblieben war, zu entfernen. Daher rühren die Stromschnellen unterhalb des Whirlpools. Diese Ausräumung des Whirlpools durch den postglazialen Niagara erfolgte während des Stadiums C, in dem auch noch das Eddybecken gebildet wurde.

Die Art und Weise, wie der Wasserfall die Schlucht erzeugt, ist bekannt. Er wirkt dadurch, daß er die weichen Schichten an seinem Fuß aushöhlt und dadurch die harte Schicht, die die Decke der Schichtfolge bildet, unterminiert, so daß sie abbricht und in Blöcken herunterstürzt (vgl. Fig. 4). Diese Blöcke werden dann vom Wasser als Reib-

steine benutzt. In den Zeiten, wo der Niagarafall weniger hoch und wasserärmer war, bildete sich auch auf den tiefer in der Schichtfolge auftretenden harten Bänken Fäle aus, so daß ein Stufenwasserfall entstand. In der fertigen Schlucht wirkte natürlich fernerhin auch noch die gewöhnliche Erosion, durch die z. B. die Old narrow Gorge noch vertieft wurde.

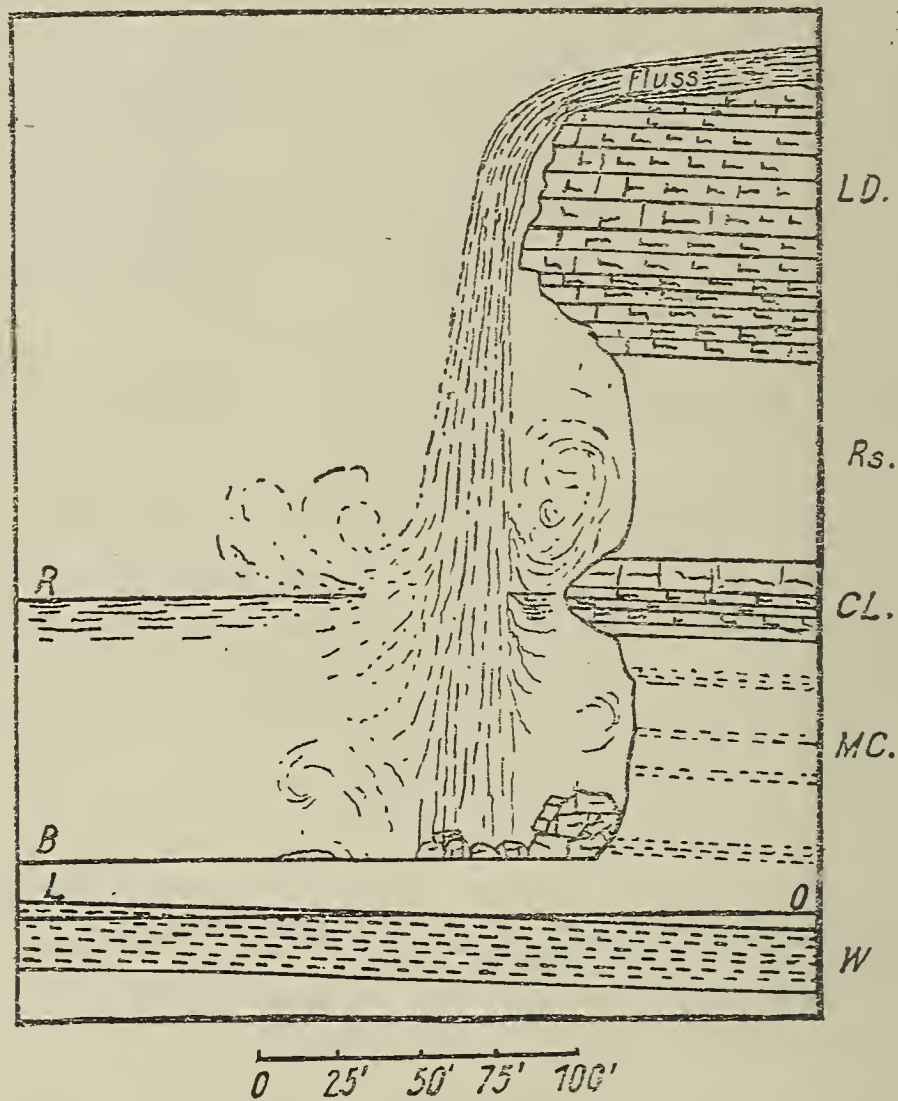


Fig. 4. Profil des Horseshoefalls¹⁾. *R* Flußspiegel, *B* Sohle des Flußbettes, *L—O*. Niveau des Ontariosees, *LD* Lockportdolomit (Niagarakalk), *Rs* Rochestermergel, *CL* Clintonkalk und -mergel, *MC* Medinasandstein und Kataraktmergel, *W* Whirlpoolsandstein, darunter Queenstonmergel. Nach SPENCER, etwas geändert.

Der heutige Niagarafall wird durch die Goatinsel in zwei Teile geteilt: den amerikanischen Fall und den Horseshoefall. Wie ein Blick auf die Karte Fig. 3 lehrt, liegt der letztere am Ende der Schlucht, während der erstere über ihre Flanke herunterkommt.

Der Kamm des amerikanischen Falles ist fast gerade. Das starke Vor- und Zurückspringen, wie es vom Prospect point aus in die Erscheinung tritt, ist eine Augentäuschung. Die Wasserschicht, die über diesen Fall stürzt, ist höchstens 0,9, an den meisten Stellen aber

¹⁾ In der Erläuterung einer Wiedergabe des Horseshoefallprofils nach G. K. GILBERT bezeichnet A. TORNQUIST (Geologie I, S. 422, Fig. 155) fälschlich den Clintonkalk als Medinasandstein, die weiche Unterlage des Clintonkalkes als Trentonschiefer. Die ältere Abbildung, die sich z. B. in KAYSERS Allgemeiner Geologie findet, zeigt nicht das südliche Einfallen der Schichten.

nur 0,3 m dick. Die Höhe des Falles (durchschnittlich 51,2 m) ist an seiner Südecke 0,6 m größer als an der Nordecke. Das Wasser fällt auf eine Masse von Blöcken aus Lockportkalk, die z. T. eine ganz gewaltige Größe besitzen. Sie ruhen auf dem Clintonkalk, der etwa 90 m vom Fuß des Falles vorspringt. Der Kamm ist 304 m lang und bildet eine Linie, die kontinuierlich vom Steilabfall der Schlucht nördlich des Falles auf die Steilwand der Goatinsel zuläuft. Es folgt daraus, daß der Kamm wenig oder gar nicht mehr zurückgewichen ist als die benachbarten Steilwände. GILBERT und SPENCER haben in neuerer Zeit Berechnungen über das Rückschreiten des amerikanischen Falles angestellt, wobei die HALLSche Untersuchung von 1842 als Ausgangspunkt diente. HALLS Karte weist aber, wie GILBERT nachwies, erhebliche Unrichtigkeiten auf. SPENCER nahm 0,18 m jährlichen Rückschritt, GILBERT 0,06 m an. Möglicherweise ist aber auch die letztere Zahl noch zu hoch, was sich aus folgender Überlegung ergibt: Die Schutthalden an den Steilwänden nördlich und südlich des amerikanischen Falles sind nicht breiter als die an der dem Fall gerade gegenüberliegenden Schluchtwand. Diese letzteren sind durch normale Abwitterung entstanden. Der Wasserfall hat keine größere Trümmermasse an seinem Fuß erzeugt als die benachbarten Steilwände vermöge der Abwitterung. Es sind 4—500 Jahre vergangen, seitdem der amerikanische und der Horseshoefall getrennt wurden. Wenn der einspringende Winkel in der Mitte des Kammes des amerikanischen Falles seitdem entstanden ist — seine Tiefe beträgt 15,2 m —, so würde das einen jährlichen Rückschritt von 0,03 m bedeuten. Im übrigen Teil des Kammes ist überhaupt kein Zurückweichen erkennbar.

Der Horseshoefall hat seinen Namen von der hufeisenförmigen Gestalt seines Kammes. Über diesen stürzt eine Wasserschicht von 6,1—7,6 m Dicke. Der Winkel im Scheitel des Kammes war vor etwa 25 Jahren schärfer als jetzt. Nachdem der Scheitel bis 1890 rasch zurückgewichen war, blieb er dann stationär. Man darf nicht vergessen, daß es ja überhaupt sehr schwer ist, an einer bestimmten Kammlinie das Zurückweichen zu beobachten. Auch geht das Zurückweichen nicht ununterbrochen und allmählich vor sich, sondern mit Pausen und bald an der einen, bald an der andern Stelle des Kammes. Wenn der Scheitel des Horseshoefalles stationär blieb, so lag das daran, daß unter ihm noch nicht wieder ein genügend tiefer und großer Strudelkessel ausgekolkt war, um die harte Kalkwand zum Absturz zu bringen.

Der Rückschritt des Niagarafalles vom Steilabsturz bei Lewiston¹⁾ bis zum Horseshoefall hat sich in postglazialer Zeit vollzogen. Der Weg ist 11,3 km lang²⁾. Bei 1,5 m jährlichem Zurückweichen würde

¹⁾ Es handelt sich nicht um die Rückwitterung vom Ontariosee ab, wie TOBNQUIST (Geol. I. S. 423) meint. Als der Niagara entstand, befand sich der Steilabsturz der Cuesta schon in ihrer jetzigen Lage fern des Ontariosees.

²⁾ A. TOBNQUISTS Angabe (Geologie I, S. 422, 423), es seien 8 km, ist nicht richtig.

der Fall für seinen Weg 7392 Jahre gebraucht haben. Zwischen 1842 und 1905 sind fünf genaue instrumentelle Vermessungen des Kammes der beiden Fälle ausgeführt worden: von BLACKWELL und J. HALL 1841—42, von TOWER und COMSTOCK 1875, von WOODWARD 1886, von KIBBE und BOGART 1890 und W. C. HALL 1905. Es folgte dann 1906 SPENCER und weiterhin noch andere. G. K. GILBERT stützte sich auf die ersten fünf Aufnahmen und sprach sich 1907 dahin aus, daß der Fall 1842—1905 jedes Jahr durchschnittlich 1,5 m (genau 1,37 m) zurückgewichen sei. So berechnete er die Entstehungsdauer der Upper great Gorge auf 2400—2500 Jahre. SPENCER fand für den Horseshoefall 1,28 m jährlichen Rückschritt und im Eriestadium, d. h. in den Zeiten, wo der Niagara nur den Lake Erie entwässerte, 0,128 m. Er errechnete 1894 ein Bestehen des Niagarafalles seit 32 200 Jahren, später (1906/07) ein solches von 39 000 Jahren. F. B. TAYLOR kam 1898 auf 50 000 Jahre, aber diese Zahl wird jetzt von ihm selbst für zu hoch gehalten; denn in der Upper great Gorge war der jährliche Rückschritt wahrscheinlich 1,37 m. Sehr schwer ist es, alle verschiedenen Umstände bei der Berechnung genau zu berücksichtigen. Solange sich der einspringende Winkel im Kamm des Falles verschärfte, vollzog sich das Zurückweichen schneller als bei flacher werdendem Winkel. Auch die Beschaffenheit des Flußbettes oberhalb des Falles war von Einfluß. Waren in ihm keine tieferen Einschnitte vorhanden, so bildete das Wasser eine gleichmäßige dünne Schicht und hatte wenig Kraft; anders, wenn das Wasser in Rinnen stellenweise in größerer Menge zum Fall hingeführt wurde und an diesen Stellen mehr Kraft entwickeln konnte. In den Zeiten, wo der Niagara nur den Eriesee entwässerte und nur 15% seines jetzigen Volumens besaß, kann die Austiefung nur langsam Fortschritte gemacht haben. Auf ein ganz genaues Ergebnis der Berechnung des Alters der Niagarafälle werden wir wahrscheinlich verzichten müssen. Nach TAYLOR sind 20—30 000, ja vielleicht sogar 35 000 Jahre anzunehmen. So viel Zeit ist verflossen, seitdem der Niagarafall zuerst über den Steilabfall der Niagaracuesta herabstürzte, so lange hat der Fall gebraucht, um seine jetzige Lage zu erreichen. Man sieht, daß LYELLS Schätzung (36 000 Jahre¹), obwohl man zu seiner Zeit die genaueren Umstände der Entstehung der Niagaraschlucht noch gar nicht übersah, recht gut mit den neuesten Berechnungen übereinstimmt.

¹) KAYSERS Angabe (Allg. Geol. 4. Aufl. S. 62), LYELL habe 70 000 Jahre angenommen, wird im gleichen Werk S. 352 richtiggestellt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologische Rundschau - Zeitschrift für allgemeine Geologie](#)

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Wilckens Otto Rudolf

Artikel/Article: [Der Niagarafall 32-44](#)