

Die Niagarafälle als Zeitmesser

Von Prof. Dr. Albrecht Penck, Universität Berlin

Wiederholt sind die Fälle des Niagara als geologischer Zeitmesser verwendet worden. Die unterhalb ihrer sich streckende Schlucht ist offenbar ihr Werk, und kennt man die Geschwindigkeit, mit der sie gegenwärtig die Schlucht nach oben verlängern, so kann man aus der Länge der Schlucht die Zeit berechnen, die zu ihrer Bildung nötig war. Einschlägige Versuche wurden schon Ende des 18. Jahrhunderts gemacht. Damals schätzte Andrew Ellicot ihr Alter auf 55 400 Jahre; große Verbreitung hat das später von Sir Charles Lyell gewonnene Ergebnis von 35 000 Jahren erhalten, dem sich neuere Resultate namentlich von Spencer anschließen.

Seit dem Jahre 1842 ist die Kante der Fälle mehrfach — zuletzt 1911 — vermessen worden. Es zeigt sich, daß der amerikanische Fall keine nennenswerten Veränderungen erfahren hat. Dagegen sind die canadischen Fälle in ihrer hufeisenförmigen Krümmung um 88 m zurückgegangen, das ergibt einen Rückgang von 1,3 m im Jahre. Aber beiderseits des Hufeisens ist der canadische Fall nur sehr wenig zurückgegangen, und sein mittleres Rückschreiten kann nur zu 0,8 m angesetzt werden. Danach würde die Bildung der gesamten 10,5 km langen Schlucht etwa 13 000 Jahre erheischt haben, wenn der Rückgang der Fälle immer im gleichen Maße geschehen ist. Aber das trifft nicht zu. Die Kalksteinschicht, über die sich die Wasser stürzen, dünnt sich nach Norden zu aus. Am Nordende der Schlucht hat sie nur 6 m Mächtigkeit gegenüber 24 m bei den Fällen. Man darf wohl annehmen, daß das Rückwärtsschreiten der Fälle um so langsamer wird, je mächtiger die Kalkbank wird, über die sie sich stürzen, und wird daher für die Zeit des Beginnes der Schlucht das Rückwärtsschreiten der Fälle rund 4 mal so rasch annehmen können als gegenwärtig. Tragen wir der nach Süden zunehmenden Mächtigkeit des Kalkes in den einzelnen Abschnitten der Schlucht Rechnung, so ergibt sich deren Alter zu 8400 Jahre.

Die Niagaraschlucht ist in die fast ebene Oberfläche einer Schichttafel eingeschnitten, mehr als 100 m tief an deren Nordsaume, 50 m tief an den Fällen. Die Fallhöhe des Niagara hat sich also im Laufe der Zeit gemindert und damit auch die in Wirksamkeit tretende Wasserkraft. In gleichem Maße wie die Minderung der Wasserkraft erfolgte, geschieht aber auch die Minderung der Tiefe der Schlucht. Hier herrscht also ein gewisses Gleichgewicht zwischen Kraft und Leistung, obwohl gewiß das Einschneiden in den sehr mächtigen weichen Schichten am unteren Ende der Schlucht vergleichsweise rascher geschehen ist, als heute in den um 50 m weniger mächtigen Schichten an den Fällen.

Dazu gesellt sich noch ein weiteres: die Wassermenge des Flusses hat im Laufe der Zeit gewechselt. Als während des Rückzuges der Vergletscherung der Niagara in Erscheinung trat, war er nahezu ebenso groß wie heute. Seither haben die drei oberen Seen zweimal ihre Wassermassen direkt zum Ontario-See oder zum St. Lorenzstrom gesandt, und der Niagara entwässerte dann lediglich das Gebiet des Erie-Sees, das nur $\frac{1}{7}$ seiner Wassermasse liefert. Zwischen jenen beiden wasserarmen Zeiten war er einmal ebenso wasserreich wie heute, wo er das ganze Gebiet der vier oberen Seen entwässert. Seine Geschichte zerfällt demnach in fünf Abschnitte, drei wasserreichere und zwei wasserarme Zeiten. Diese wechselnde Wasserführung des Stromes spiegelt sich in der wechselnden Breite der Schlucht und seines Bettes.

Die oberen 3,5 km der Schlucht dicht unterhalb der Fälle sind verhältnismäßig breit. Ihre Bildung dürfte in gleicher Geschwindigkeit vonstatten gegangen sein, wie heute das Zurückweichen der Fälle geschieht, und daher 4400 Jahre benötigt haben. An diese obere weite Schlucht schließt sich die obere enge Schlucht an, die wegen ihrer Schmalheit den Landverkehr an sich zieht und von zwei Brücken überschritten wird. Pfeilschnell fließt hier das Wasser in großen Wogen dahin. Es ist sichtlich wenig tief. Wir haben hier das Werk eines wasserärmeren Niagara vor uns, der lediglich das Gebiet des Erie-Sees entwässerte, während die drei anderen oberen Seen zum gewaltigen Nipissing verschmolzen durch den Ottawa-Fluß zum St. Lorenzstrom abflossen. Der Niagarakalk ist hier halb so mächtig wie an den Fällen; das Einschneiden der Schlucht hätte deswegen doppelt so rasch als gegenwärtig vonstatten gehen können, wenn nicht die Wassermenge siebenmal kleiner gewesen wäre. Danach veranschlagen wir das damalige Rückwärtsschreiten der Schlucht auf $\frac{2}{7}$ des heutigen und die Bildungsdauer ihrer 1,2 km auf 5300 Jahre. Unterhalb von ihr erstreckt sich die mittlere weite Schlucht beiderseits des Whirlpool mit einer Länge von 1,7 km. Sie erscheint als das Werk eines wasserreichen Niagara, der dem großen Algonkin-See entströmte. Die Bildung der Schlucht wurde überdies hier begünstigt dadurch, daß der Niagara ein altes verlassenes Bett anschnitt, in dem er sich leicht verbreitern konnte. Aus der Mächtigkeit des Kalkes — halb so groß wie an den Fällen — schließen wir daher auf mindestens doppelt so rasches Wachstum und auf ein Alter von etwa 1100 Jahren. Die nun folgende untere Enge kennzeichnet sich wie die obere durch Stromschnellen, woraus wir auch hier auf geringere Wassertiefe zu schließen haben. Während ihrer Bildung entwässerten die drei oberen Seen direkt zum Ontario. Der Niagara war also klein. Wir setzen die Bildungsgeschwindigkeit hier wieder wie in der oberen engen Schlucht zu $\frac{2}{7}$ der heutigen und erhalten für die Bildungsdauer der 1 km langen Schlucht neben Foster Flat 4200 Jahre. Nun bleibt noch das 3,1 km lange Stück der unteren weiten Schlucht, welches entstand, als das Land zwischen dem Erie-See und dem heutigen Ontario-See eben eisfrei geworden war. Die Fallhöhe war hier sehr groß und der Gesteinwiderstand klein, die Wassermenge wuchs, bis sie annähernd so groß wie die des heutigen Flusses geworden war. Die Bildung der Schlucht dürfte zwei bis dreimal so rasch vonstatten gegangen sein als heute und in 1000—1500 Jahren erfolgt sein. Das Gesamtalter der Schlucht ergibt sich hiernach zu 16 000—16 500 Jahren.

Natürlich haften auch dieser Zahl erhebliche Unsicherheiten an. Zum Beispiel lag der Spiegel des Iroquois-Sees, der dem Ontario-See vorausging, eine Zeitlang so hoch, daß er in die Schlucht eindringen konnte und dadurch zeitweilig die Fallhöhe des Wassers minderte. Aber soviel läßt sich doch wohl sagen, daß die älteren Angaben von 35 000 Jahren für das Alter der Schlucht dieses wahrscheinlich überschätzen. Unser Ergebnis stimmt gut mit der durch Gerard de Geer und seine Schüler ermittelte Dauer des Eisrückzuges und der Postglazialzeit in Schweden, nämlich 14 000 Jahren. Beide Zahlen umfassen nicht die ganze Zeit seit Beginn des Rückzuges der letzten Vergletscherung und müssen um mehrere Jahrtausende vergrößert werden, um deren ganze Dauer zu messen. Für diese erhalten wir sowohl in Nordamerika als auch in Nordeuropa rund 20 000 bis 25 000 Jahre. Der Eisrückgang scheint in der alten und in der neuen Welt etwa gleichzeitig eingesetzt zu haben.