

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 Gesteinswiderstand 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 Post-

glazialzeit 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.

Kosmische Auslösung der Revolutionen in der Erdgeschichte

Von Prof. Dr. Robert Schwinner, Universität Graz

Im Ablauf der Erdgeschichte wechseln lange Zeiten der Ruhe, die nur von langsamen sog. epirogenetischen Bodenbewegungen belebt werden, mit förmlichen Revolutionen, Umwälzungen, welche das unterste zu oberst kehrend die Absatzgesteine, die während der Ruhezeiten sich in den Meeresbecken gebildet hatten, zu gewaltigen, erdumspannenden Gebirgen auftürmten. Die Anschauungen über den Mechanismus dieses Vorganges gehen noch auseinander, aber jede Theorie wird eine gewisse Schwierigkeit im orogenetischen Zeitgesetz Stilles finden, darin, daß jene Umwälzungen weltweit gleichzeitig einsetzen. Das sieht nicht nach einem Abbröckeln instabiler Verhältnisse aus, es wird — ganz unabhängig, welche spezielle Gebirgsbildungshypothese man annehmen will — besser erklärt als Auslösung bestehender Spannung durch starke, die ganze Erde gleichzeitig treffende Impulse kosmischer Herkunft, etwa von der Art, wie solche von der Darwinischen Mondtheorie angenommen werden.

Die Anziehung des Mondes erzeugt auf der Erde eine Flutwelle und, weil sein Umlauf länger dauert als eine Umdrehung der Erde, umkreist diese die Erde von Ost nach West der Umdrehung entgegen; weil sie, wie jede irdische Bewegung, mit Reibung verbunden ist, bremst diese die Drehung der Erde. Nach dem Grundsatz *actio par reactioni*, muß dem Zurückhalten der Erddrehung ein Vorwärtsstoßen des Mondes entsprechen, durch welchen Impuls derselbe von der Erde immer weiter weggetrieben wird, sodaß eine Verlängerung des Monats die Folge ist. Verfolgt man diesen Vorgang zurück in die Vergangenheit, so kommt man zu einem Anfangsstadium, in dem der Mond die Erde beinahe berührte und fast in der gleichen Zeit um sie umlief, als sie sich um ihre Achse drehte. Damals war also Monat gleich Tag und zwar etwa beide gleich 5 h 36 min.

Die Gezeiten, sowohl die des Meeres als die entsprechenden Deformationen des festen Erdkörpers, können als erzwungene Schwingungen von der Periode eines halben Sonnentages bzw. eines halben „Mond“-tages angesehen werden; und sie werden besonders dann beträchtliches Ausmaß erreichen und große mechanische Wirkungen erzielen, wenn sie in Resonanz kommen mit freien Schwingungen des Erdkörpers oder großer Teile desselben; d. h. wenn die Perioden beider im Verhältnis ganzer (u. zwar kleiner) Zahlen stehen. So schreibt G. H. Darwin solcher Resonanz zwischen Sonnengezeiten und freier Schwingung die Abtrennung des Mondes von der Erde zu. Das ergäbe als Periode, welche die freie Schwingung damals hatte, 1 h 24 min. Im übrigen hat Darwin für freie, rein gravitative Grundschiwingung des Erdkörpers 1 h 34 min berechnet; aus Emdens Theorie (die Erde als polytrope Gaskugel gedacht) folgt ca. 1 Stunde; in dieser Größenordnung muß sich die Periode der freien Schwingung überhaupt halten u. zwar wird sie mit zunehmender Verfestigung des Erdballes wohl kürzer werden. Der Sonnentag hat also seit jenem Anfangsstadium zugenommen von $5\frac{1}{2}$ auf 24 Stunden, es kann also im Laufe dieses Entwicklungsganges seine Dauer (je nach der gleichzeitigen Veränderung der Eigenschwingung) etwa 7—9 mal ein ganzzahliges Vielfaches der Periode der freien Schwin-

gung des Erdballes gewesen sein. Der Mondtag war zuerst sehr lang (Umlauf gleich Umdrehung der Erde), nahm dann schnell ab auf 7—8 Stunden, und danach wieder zu auf 24 h 50 min; es kann somit in dieser Zeit ebenfalls 7—9 mal Resonanz von Mondzeiten und Eigenschwingung stattgehabt haben.

Aus der Geologie (Stilles Vergleichende Tektonik z. B.) kennen wir an Erdrevolutionen (wenn wir nur die stärksten, erdumspannenden Hauptorogenesen = Faltengebirgsbildungen mitzählen)

Archaikum	{ Laurentisch	1—1
	{ Algomanisch	2—3
Silur	{ Kaledonisch	2—3
Karbon	{ Variskisch	4—5
Kreide/Tertiär	{ Alpidisch	6—7
	zusammen	15—19,

was mit der oben berechneten, wahrscheinlichen Zahl der in der Erdgeschichte seit Abtrennung des Mondes vorgekommenen Fälle von Resonanz zwischen Sonnen- und Mond-Gezeiten und eigener Hauptschwingung sehr gut stimmt. Nimmt man aber an, daß die schwachen Gebirgsbildungsepisoden nicht wie hier vorgeschlagen, als Aus- und Nachklang der Hauptrevolutionen angesehen werden dürfen, sondern als selbständige Akte, und daher auch jede für sich von außen ausgelöst werden müßte, so hätte man weiter anzunehmen, daß auch Oberschwingungen für die Resonanz in Betracht kommen, wodurch die dann nötige doppelte bis dreifache Zahl von Resonanzen ohne Schwierigkeit erreicht werden kann.

Für die Entwicklung des kosmischen Systems Erde-Mond hat Darwin eine Zeittafel gegeben. Aber diese darf nicht, auch nicht in Annäherung, auf die Geschichte der Erdrevolutionen angewendet werden; denn sie berücksichtigt einzig die Gezeitenreibung und gibt auch da nur Minimalwerte der möglichen Dauer. Die Erdrotation wird aber außerdem wesentlich von der Kontraktion beeinflusst, welche besonders anfangs der Gezeitenreibung fast die Wage gehalten hat, wie die lange anorogene Ruhezeit des Kambriums bezeugt.

Die Koloniegründung der deutschen Ameisen

Von Priv.-Doz. Dr. Hermann Eidmann, Universität München

Die Gründung des Ameisenstaates ist eines der interessantesten Kapitel in der Biologie der staatenbildenden Insekten und verläuft in höchst mannigfacher Weise. Im Gegensatz zu den Bienen, bei denen die alte Königin mit einem Teil der Arbeiter durch einen Schwarm an einem geeigneten Platz eine neue Kolonie gründet, sucht sich die Ameisenkönigin nach dem Hochzeitsflug in der Regel ganz allein ein Versteck, schließt sich in diesem sog. „Kessel“ völlig von der Außenwelt ab, indem sie alle Zugänge sorgfältig verschließt und legt nun hier eine Anzahl Eier ab, aus denen sie die ersten Arbeiter heranzieht, die ihr später die Sorge um die junge Brut sowie alle anderen Arbeiten in dem jungen Staatswesen abnehmen. Während der Zeit vom Einschluß der Königin in den Kessel bis zum Erscheinen des ersten Arbeiters nimmt das Ameisenweibchen keinerlei Nahrung zu sich, sondern hungert. Als Nahrungsreserve hat sie dabei ihren Fettkörper, ein fettreiches Organ im Hinterleib sowie die Flugmuskulatur, die nach dem Abwerfen der Flügel nutzlos geworden ist und resorbiert wird. Die Dauer dieser Hungerperiode ist u. U. sehr lang und kann über ein Jahr betragen.

Ich habe für verschiedene einheimische Ameisenarten die Koloniegründung in besonders konstruierten künstlichen Nestern genau verfolgt und die Ergebnisse dieser Untersuchungen in mehreren Arbeiten niedergelegt. Dabei ließen sich für die geschilderte Art der Koloniegründung, die auch als unabhängige oder autonome Koloniegründung bezeichnet wird, bezüglich des zeitlichen Verlaufes drei Gruppen ermitteln, die durch das folgende Schema charakterisiert sind:

	Hochzeitsflug	Eiablage	Erscheinen des 1. ♂
I. Gruppe	früh	im Jahre des Hochzeitsflugs i. nächstem Jahr	i. Jahr d. Hochzeitsflugs im nächsten Jahr
II. Gruppe	mittel		
III. Gruppe	spät		

Ein Vertreter der I. Gruppe ist z. B. *Myrmica rubida* Latr. Die Weibchen überwintern in ihren Ursprungsnestern, der Hochzeitsflug findet zeitig im Frühjahr statt, die befruchteten Weibchen graben sich in die Erde ein und beginnen alsbald mit der Eiablage. Die Arbeiter erscheinen wahrscheinlich noch im gleichen Jahre.

Ein typisches Beispiel für Gruppe II ist unsere große Roßameise, *Camponotus herculeanus* L. Auch hier überwintern die Weibchen in dem Mutterstaat und schwärmen etwa im Juni zum Hochzeitsflug aus. Nach der Befruchtung schließen sie sich in den Kessel ein und legen in kurzer Zeit 12—20 Eier, aus denen nach 6—7 Wochen die kleinen Larven ausschlüpfen, die aber nicht heranwachsen, sondern mit der Königin überwintern. Erst im nächsten Frühjahr wird eine nach der anderen, offenbar durch reichliche Ernährung von Seiten der Königin zur Entwicklung gebracht. Ende Mai schlüpfte in meinem Versuchsnest der erste Arbeiter aus, nachdem die Königin 373 Tage lang gehungert hatte. Wenn man bedenkt, daß sie während dieser Zeit aus den Reserven ihres eigenen Körpers auch noch ihre Brut heranzog, so steht man bewundernd vor dieser einzigartigen Leistung des kleinen Tieres.

Die III. Gruppe wird vor allem durch unsere gewöhnliche braune Gartenameise, *Lasius niger* L., vertreten. Die geflügelten Geschlechtstiere dieser Art schwärmen im August, die Weibchen überwintern im Kessel und beginnen in der Regel erst im April des nächsten Jahres mit der Eiablage. Von den zahlreichen Eiern gelangt jedoch nur ein einziges zur Entwicklung, alle übrigen werden zur Ernährung und Aufzucht einer einzigen Larve benutzt. Diese spinnt etwa im Juli ihren Kokon und im August, also ein Jahr nach dem Einschluß des Weibchens in sein Versteck, schlüpft der erste Arbeiter aus der Puppe. Die Königin hatte in dem beobachteten Falle 382 Tage lang gehungert, als der erste Arbeiter das Nest öffnete und Nahrung herbeibrachte. *Formica fusca* L. gehört wie meine letzten noch nicht veröffentlichten Beobachtungen gezeigt haben, ebenfalls zu dieser Gruppe, doch ist hier der Kannibalismus noch ausgeprägter als bei *L. niger*, indem während der Entwicklungszeit auch alle Larven und Puppen aufgefressen werden, sodaß schließlich nur ein einziger Arbeiter zur Entwicklung gelangt.

Neben dieser unabhängigen Koloniegründung gibt es bei den Ameisen aber auch noch die sog. abhängige Koloniegründung der parasitischen oder temporärparasitischen Arten. Bei ihnen hat es das befruchtete Weibchen verlernt, seine Brut allein aufzuziehen, und braucht dazu die Mithilfe von Arbeitern der eigenen oder einer fremden Art (Hilfsameisen), die es sich auf die verschiedenartigste Weise zu verschaffen weiß. Entweder läßt es sich von einer fremden Kolonie adoptieren oder es raubt Puppen einer anderen Art, es kann sogar eigene Arbeiter, die sich an seinen Füßen festbeißen, mit auf den Hochzeitsflug nehmen oder schließlich ein ganzes Nest der Hilfsameisen erobern, um sich hier seine Brut aufziehen zu lassen. Den letzten Fall konnte ich infolge des Zusammentreffens besonders günstiger Umstände im künstlichen Nest beobachten. Eine Königin unserer blutroten Sklavenameise, *Formica sanguinea* Latr., eroberte im Verlauf von 24 Stunden eine Kolonie ihrer Hilfsameise (*F. fusca* L.) und tötete alle Arbeiter. Es gelang mir dabei, alle Phasen dieses interessanten und aufregenden Kampfes zu verfolgen, der in seinen Einzelheiten manches wertvolle Schlaglicht auf die Psychologie der Kämpfenden zuließ. Aus den Puppen