

sätzlich nicht nur für die Mikrofossilien, sondern für jede Gruppe von Fossilien Geltung besitzen, und die deshalb auch allgemeines Interesse verdient.

In einem Schlußkapitel geht der Autor noch auf die Anwendung der Mikropaläontologie in der geologischen Exploration und in der Ölfeldexploitation in den verschiedenen petroleumführenden Regionen der Welt ein.

P. BRÖNIMANN

### Currents in Biochemical Research

By DAVID E. GREEN, 486 pp.  
(Interscience Publishers, Inc., New York 1946) (30s)

Der Herausgeber ist davon ausgegangen, daß der heutige Wissenschaftler zufolge der stetig zunehmenden Spezialisierung gezwungen ist, von einem sich verengernden Wissensgebiet mehr und mehr zu kennen. Um Übersichtsreferate zu erhalten, welche gleichzeitig aktuell sind und in der Terminologie ihrer Definitionen und Aspekte allgemein verständlich bleiben, hat er 30 der führenden Wissenschaftler der USA. ersucht, nach einem gewissen Schema über ihr Arbeitsgebiet zu berichten. Die Auswahl der Themen beleuchtet ins-

besondere die Bedeutung der modernen Biochemie für die Medizin, die Landwirtschaft und manche soziale Probleme. Namen wie W. M. STANLEY (Virus), R. J. DUBOS (Bakterienzelle), D. VAN SLYKE (quantitative Analyse in der Biochemie), J. S. FRUTON (enzymatische Hydrolyse und Synthese von Peptidbindungen), D. RITTENBERG und D. SHEMIN (Isotopentechnik bei Stoffwechseluntersuchungen), I. FANKUCKEN und H. MARK (Röntgenstrahlenanalyse von Faserproteinen) sowie M. HEIDELBERGER (Immunochemie) bieten Gewähr für eine kompetente Beurteilung der neuesten Entwicklung dieser Fachgebiete. Von besonderem Interesse ist ferner auch der Beitrag von L. C. DUNN über die Organisation und die Unterstützung der Wissenschaft in den USA. Es wird dargelegt, welche außerordentliche Wichtigkeit für die Ziele der Grundlagenforschung den großen privaten Fonds zukommt; ebenso hat die Erfahrung gezeigt, daß der amerikanische Wissenschaftler die Versuchslabore der Industrie dem bundesstaatlich dirigierten Wissenschaftsbetrieb vorzieht. Schließlich wird auch die gewaltige Anstrengung erwähnt, welche zur Koordination der amerikanischen Wissenschaft notwendig war, damit der teilweise beträchtliche Vorsprung der Deutschen eingeholt werden konnte.

CH. WUNDERLY

## Informations - Informationen - Informazioni - Notes

### Experientia majorum

*Die Entdeckung der Nutation der Erdachse vor 200 Jahren*

Das endgültige Eindringen des kopernikanischen Systems in das Bewußtsein der neuzeitlichen Naturwissenschaft am Ende des 17. Jahrhunderts stellte die Astronomen vor die Aufgabe, durch Messung der kleinen periodischen Änderung der Fixsternpositionen – die sogenannte jährliche Parallaxe – den empirischen Beweis für die Richtigkeit dieses Weltsystems zu erbringen. Den ersten ernsthaften Versuch zur Messung einer Fixsternparallaxe unternahm R. HOOKE, indem er mittels eines HUYGHENSSchen Luftfernrohrs, dessen Objektiv im Schornstein und dessen Okular im Keller eines Hauses mit durchbohrten Stockwerken stabil befestigt waren, fortlaufend den Zenitstern  $\gamma$  Draconis beobachtete<sup>1</sup>. Die von ihm konstatierte Änderung der Kulminationszenitdistanz konnte jedoch nicht als „parallaktisch“ verbürgt werden, obwohl sie eine jährliche Periode zeigte. Ebenso ließen die Messungen PICARDS und FLAMSTEEDS am Polarstern keinen eindeutigen Schluß auf das Vorhandensein einer Fixsternparallaxe zu.

Trotz den Mißerfolgen dieser berühmten Vorgänger ließ sich der Amateurastronom S. MOLYNEUX nicht entmutigen und beobachtete zusammen mit Rev. JAMES BRADLEY (1692–1762, seit 1721 Astronomieprofessor in Oxford) auf seiner Privatsternwarte zu Kew bei London wiederum den Hookeschen Stern  $\gamma$  Draconis, der als Zenitstern von Refraktionseinflüssen frei war und dessen Kulmination wegen seiner Helligkeit (2<sup>m</sup> 4) auch bei Tage beobachtet werden konnte. Im Jahre 1726/27

konnte BRADLEY, der nun die Beobachtung allein fortführte, erstmals mit Sicherheit eine jährliche Änderung der Deklination von  $\gamma$  Draconis um etwa 40" nachweisen. Da aber nach diesem Befund die Amplitude dieser Periode zu groß war und deren Extrema mit den Quadraturen der Erde zusammenfielen, erkannte BRADLEY bald, daß es sich bei dieser Erscheinung um den (relativistischen) Effekt der Aberration des Lichtes handelt, womit er zwar keine Parallaxe, aber doch den ersten empirischen Beweis für die kopernikanische Bewegung der Erde um die Sonne fand<sup>1</sup>.

BRADLEY gab sich aber mit einer einzigen Beobachtungsreihe nicht zufrieden; und, um zur Kontrolle auch andere helle Sterne in der Nähe des Zenits beobachten zu können, ließ er 1727 einen von GRAHAM konstruierten Zenitsektor in Wansted aufstellen, der ihm Messungen bis zu 6 ¼ Grad Zenitdistanz gestattete, so daß er neben  $\gamma$  Draconis und 35 Hev. Camelopardalis auch die hellen Sterne  $\alpha$  Cassiopeiae,  $\tau$  Persei,  $\alpha$  Persei und  $\eta$  Ursae maioris einer ganzen Zone beobachten konnte. Das GRAHAMSche Instrument (Fig. 1) wurde an zwei von West nach Ost gerichteten Zapfen in festen Wandlagern aufgehängt; der Fernrohrtubus bewegte sich an einem 12 ½ Grad langen, an einer Wand befestigten Bogen mit 5'-Teilung vorbei. Mittels eines Gewichts wurde der Tubus gegen zwei Schrauben gedrückt, wobei die eine als Mikrometer mit Teilkopf, die andere bloß als Sicherungsschraube diente. Die Stellung des Sektors konnte an dem vom Zapfenmittel herabhängenden Lot abgelesen werden. Mit dem Mikrometerschraube ließ sich der in der Nähe des Zenits kulminierende Stern immer so einstellen, daß er vom Mittelfaden des in der Brennebene des Objektivs im Okular angebrachten

<sup>1</sup> Attempt to prove the motion of the earth. (Lectiones Cutlerianae, 1, London 1679).

<sup>1</sup> Account of a new discovered motion of the fixed stars (Phil. Trans. 406, 1728).

Fadenkreuzes biseziert wurde. Die GRAHAMSche Konstruktion verbürgte eine große Festigkeit in der Aufstellung des Instruments, und bei genügender Kontrolle des Kollimationsfehlers ließen sich Messungen bis auf Bogensekunden genau ausführen. Die Beschränkung auf eine relative Methode, indem bloß die Zenitdistanzänderungen relativ zur Lotrichtung gemessen wurden, ermöglichte aber gerade BRADLEYS Entdeckungen<sup>1</sup>.

Die mit diesem Instrument zur Kontrolle der Aberration durchgeführten Messungen zeigten nun bald neben der jährlichen noch eine, zunächst unerklärliche, etwa 18½-jährige Periode mit einer Amplitude von rund 20''. Schon während seiner Beobachtungen kam BRADLEY

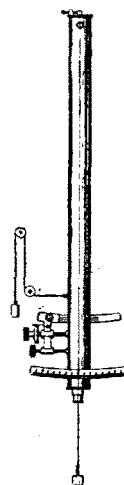


Fig. 1. Zenitsektor von GRAHAM (1725).

auf die Vermutung, daß dieser Effekt auf einer nicht vollständigen Berücksichtigung der Präzession im Fixsternort beruhe, indem die Präzessionsbewegung noch von einer 18½-jährigen Nebenschwankung der Erdachse überlagert wird. Diese Vermutung aber verdichtete sich zur Gewißheit, als er konstatierte, daß die Änderung der Deklinationen bei Sternen, die um 180° in Rektaszension differieren, im entgegengesetzten Sinn verläuft und schließlich 1745/46 die Sterne wieder ihren ursprünglichen Ort wie zu Beginn der Beobachtungsperiode 1727 einnahmen (Tab. I). Ein Vergleich mit den Tafeln zur Bestimmung der jährlichen Präzession für die verschiedenen Lagen der Mondknoten, die JOHN MACHIN berechnet hatte, bestätigte BRADLEYS Vermutung über die Ursache dieser «Nutation» der Erdachse.

Da nämlich die Schnittlinie (Knotenlinie) der zueinander um rund 5° geneigten Mond- und Erdbahn in etwa 18,6 Jahren eine Umdrehung in der Ekliptik vollzieht, muß die lunisolare Präzession der Erdachse infolge der gemeinsamen Gravitationswirkung von Sonne und Mond auf den äquatorialen Wulst der Erde eine rund 18½-jährige Störung erleiden. Denn die Sonne versucht, die Erdachse senkrecht zur Ekliptik, der Mond aber senkrecht zur Mondbahn zu richten; infolge der Umlaufsbewegung der Mondbahn in rund 18½ Jahren muß sich deshalb diese Periode im Schwanken der Erdachse wiederspiegeln. In seiner Abhandlung von 1747 «A letter to the Right honourable George Earl of Macclesfield

<sup>1</sup> «As mine was originally designed to take only the *Differences* of the Zenith Distances of Stars, in the various Seasons of the Year, without any View of discovering their *true* Places...» (Phil. Trans. 1747, p. 7).

concerning an apparent Motion observed in some of the fixed Stars; by JAMES BRADLEY D. D. Astronomer Royal, and F. R. S.» (Phil. Trans. No. 485, 1747, pp. 1–43) erklärte deshalb BRADLEY den nach Anbringen der Präzession und Aberration noch übrigbleibenden Fehler in den Fixsterndecklinationen als ein

Tabelle I  
(Resultate aus 300 Beobachtungen BRADLEYS)  
(aus Phil. Trans. 1747, p. 27)

$\gamma$ Draconis	South of 38°25'	Precession	Aber-ration	Nuta-tion	Mean Dis-tance
1727 September 3	70°5	-0°4	19°2	-8°9	80°4
1728 March 18	108.7	-0.8	-19.0	-8.6	80.3
September 6	70.2	-1.2	19.3	-8.1	80.2
1729 March 6	108.3	-1.6	-19.3	-7.4	80.0
September 8	69.4	-2.1	19.3	-6.9	80.2
1730 September 8	68.0	-2.9	19.3	-3.4	80.5
1731 September 8	66.0	-3.8	19.3	-1.0	80.5
1732 September 6	64.3	-4.6	19.3	+2.0	81.0
1733 August 29	60.8	-5.4	19.0	+4.8	79.2
1734 August 11	62.3	-6.2	16.9	+6.9	79.9
1735 September 10	60.0	-7.1	19.3	+7.9	80.1
1736 September 9	59.3	-8.0	19.3	+9.0	79.6
1737 September 6	60.8	-8.8	19.3	+8.5	79.8
1738 September 13	62.0	-9.6	19.3	+7.0	78.7
1739 September 2	66.6	-10.5	19.2	+4.7	80.0
1740 September 5	70.8	-11.3	19.3	+1.9	80.7
1741 September 2	75.4	-12.1	19.2	-1.1	81.4
1742 September 5	76.7	-12.9	19.3	-4.0	79.1
1743 September 2	81.6	-13.7	19.1	-6.4	80.6
1745 September 3	86.3	-15.4	19.2	-8.9	81.2
1746 September 17	86.5	-16.2	19.2	-8.7	80.8
1747 September 2	86.1	-17.0	19.2	-7.6	80.7

Schwanken der Erdachse gemäß der 18½-jährigen Mondknotenperiode, indem der wahre Pol des Erdäquators um den mittleren Äquatorpol in 18,6 Jahren mit einer Winkelöffnung von 18'' rotiert. Der mittlere Äquatorpol aber bewegt sich dabei jährlich um rund 50'' auf dem Mantel eines Kegels mit durchschnittlich 23½ Grad Öffnung weiter, um in etwa 26000 Jahren die gesamte Präzessionsbewegung zu vollenden.

Indem die Kontrollbeobachtungen zum Phänomen der Aberration zur weiteren Entdeckung führten, daß die Erdachse in Wirklichkeit nicht längs eines Kegelmantels, sondern in einem wellenförmig gefalteten Mantel die schon von NEWTON mechanisch erklärte Präzession beschreibt, gelangen BRADLEY auf der vergeblichen Suche nach der kopernikanischen Fixsternparallaxe «les plus brillantes et les plus utiles découvertes du siècle» (DELAMBRE). An der genauen, detaillierten Erklärung der von ihm entdeckten wahren Präzessionsbewegung der Erdachse erprobten dann direkt daran anschließend um die Mitte des 18. Jahrhunderts die großen Mathematiker EULER und D'ALEMBERT die Kräfte ihrer analytischen Mechanik.

J. O. FLECKENSTEIN