

hältnisse der kranken Pflanze schließt das Buch mit einer prägnant gefaßten Darstellung der prophylaktischen und therapeutischen Möglichkeiten.

Das GÄUMANNsche Buch ist heute schon viel mehr als ein Lehrbuch für an pflanzlicher Infektionslehre interessierte Kreise. Es ist dringend zu wünschen, daß Human- und Veterinärbakteriologen auch mit dieser Welt vertraut werden. Soweit sie am allgemeinen Infektionsgeschehen interessiert sind, werden sie das

Buch nach einer ersten Durchsicht zu einem Bestandteil ihrer Handbibliothek machen. GÄUMANN wünschte «Hinweise und Ratschläge». Mögen sie ihm recht zahlreich zuteil werden und möge er, der wie kaum ein anderer Autor dazu in der Lage ist, uns in einer nahen Zukunft auch die vergleichende Infektionslehre beschreiben, zu der er mit seinem Lehrbuch den Grundstein gelegt hat.

A. GRUMBACH

## Informations - Informationen - Informazioni - Notes

### Experientia majorum

*Zum 100. Jahrestag der Entdeckung des Planeten Neptun am 23. September 1846*

Wohl selten hat eine Entdeckung der exakten Wissenschaften solch staunende Bewunderung bei den Zeitgenossen hervorgerufen wie die Vorausberechnung des vorher von niemandem gesehenen Planeten Neptun. 1842 hatte COMTE mit seinem «Savoir pour prévoir» die Parole der Wissenschaftsphilosophie des 19. Jahrhunderts ausgesprochen und schon 4 Jahre später feierte die Astronomie den glänzendsten Triumph des «esprit positif»: Am 23. September 1846 erhielt Dr. GALLE, damals Assistent an der Berliner Sternwarte einen Brief des französischen Astronomen LEVERRIER vom 18. dieses Monats, in welchem Bahnelemente und Orte eines hypothetischen Planeten, die aus den bloßen Störungen der Uranusbahn gerechnet waren, angegeben wurden. Und noch am gleichen Abend fand GALLE den neuen Planeten am vorausgerechneten Ort! Nicht die bloße Prophezeiung einer neuen Tatsache, sondern die Präzision in der Voraussage der räumlichen und zeitlichen Koordinaten einer neuen Sinneswahrnehmung von einer bisher unbekannten Tatsache war es, die den großen Eindruck machte.

Bekanntlich hat es bis weit ins 18. Jahrhundert gedauert, bis die Astronomie das klassische Planetensystem der Antike um einen neuen Planeten erweitern konnte. 1781 entdeckte HERSCHEL mit seinem großen Teleskop den Uranus, wobei sich dann später herausstellte, daß dieser Planet schon früher von FLAMSTEED, BRADLEY, MAYER und LEMONNIER beobachtet, aber nicht als Planet erkannt, sondern als Fixstern angesehen worden war. Im Gegensatz zu den «klassischen» Planeten war es nun recht schwierig, für Uranus Ephemeridentafeln aufzustellen, die für mehrere Jahrzehnte gültig blieben. Selbst die besten Uranustafeln von BOUVARD (1821), die unter sorgfältiger Berechnung der Jupiter- und Saturnstörungen gerechnet waren, reichten gerade aus, um die Beobachtungen von 1781–1821 darzustellen, während für die älteren Beobachtungen von 1690–1771 sich Fehler bis zu 2' ergaben. Aber auch die naheliegende Beschränkung auf das moderne Beobachtungsmaterial nützte nichts, da 1840 die Tafeln wiederum Fehler ergaben, die zu Bogenminuten anwuchsen. Es befestigte sich deshalb bei den Astronomen die Ansicht, daß die Bahnelemente des Uranus noch durch eine externe Ursache gestört wurden, wobei diese Störungen erst in einem längeren Zeitraum so weit angewachsen waren, daß sie sich deutlich bemerkbar machten.

BESSEL erklärte deshalb 1840 (Pop. Vortr., S. 450 ff.), daß diese Uranusanomalien keinesfalls gegen das Gesetz der allgemeinen Gravitation sprechen, ja, daß umgekehrt die Anwendung dieses Gesetzes auf die Anomalien vielleicht sogar zur Entdeckung eines neuen Planeten führen werde. 1842 stellte die Göttinger Akademie sogar eine Preisfrage darüber; sie blieb aber unbeantwortet.

1845 forderte nun ARAGO, der Direktor der Pariser Sternwarte den jungen LEVERRIER, den er als gewandten

Tabelle 1

Abweichungen der beobachteten von den berechneten Längen des Uranus.

Jahr	BOUVARD	LEVERRIER I	LEVERRIER II	ADAMS
1690	-66,9		-19,9	
1712	-62,5		5,5	6,3
1750	-67,8		-7,4	-2,6
1753				5,2
1756	33,6		-4,0	-4,0
1764	21,2		4,9	-4,1
1769	9,8		3,7	1,8
1771	11,9			12,8
1781–82	-15,9	20,5	2,3	0,5
1783–84	-20,5	10,8	0,1	-0,2
1785–88	-22,3	2,0	-1,2	-1,1
1789–90	-28,9	-8,1	-3,4	-1,0
1791–92	-27,8	-7,8	0,3	-1,0
1793–94	-31,0	-10,5	-0,5	
1795–97	-31,5	-10,1	-1,0	0,0
1797–01	-32,0	-6,7	0,9	-0,8
1802–04	-35,3	-3,4	0,8	1,9
1804–06	-35,5	-0,4	0,8	
1807–08	-35,0	3,1	2,1	0,0
1808–10	-35,9	3,8	0,8	0,6
1811–13	-36,1	4,4	-0,5	-1,0
1813–15	-37,8	4,5	-0,9	
1816–17	-33,6	6,0	0,5	
1818–20	-32,5	3,8	0,4	-2,2
1821–23	-30,4	1,7	0,9	0,1
1824–27	-24,9	-7,6	-5,4	2,1
1828–30	-9,6	-7,3	-2,2	2,4
1835	27,4	-4,5	-0,8	-1,3
1835–36	30,4	-4,7	2,3	
1837–38	46,3	-2,1	2,5	-1,5
1839–40	63,1	0,7	2,2	1,3
1841–42	77,1	1,5	0,2	
1842–44	89,9	3,1	-0,4	
1844–45	107,5	6,5	-0,3	

Mathematiker kannte, auf, sich des Problems anzunehmen. Dieser meisterte es in 4 Schlag auf Schlag einander folgenden Abhandlungen (10. XI. 1845; 1. VI. 1846; 31. VIII. 1846; 5. X. 1846).

Zunächst leitete LEVERRIER zur Kontrolle der BOUVARDschen Tafeln nochmals die genauen Störungen des Uranus durch Jupiter und Saturn her und konstatierte, daß auch die mit verbesserten Bahnelementen gerechneten Uranusorte immer noch zuviel von den Bewegungen abwichen (Tab. I, Kol. 3). Diese Abweichungen konnten aber, wie LEVERRIER nachwies, weder durch einen Ätherwiderstand noch durch den Einfluß eines zusätzlichen unbekannten Uranussatelliten oder eines Kometen erklärt werden, so daß als einzige plausible Hypothese nur die Annahme eines weiteren Planeten übrigblieb. Während aber die Himmelsmechanik bisher nur das an sich schon schwierige Problem behandelt hatte, aus den bekannten Bahnelementen und Massen der störenden Planeten die Störungen herzuleiten, sah sich LEVERRIER vor das in seiner Allgemeinheit noch schwierigere inverse Problem gestellt, aus den konstatierten Störungen umgekehrt Bahnelemente und Masse des störenden hypothetischen Körpers zu berechnen. Allerdings vereinfachte sich das Problem durch einige plausible Hypothesen über Bahn und Masse des neuen Planeten; letztere kann man nämlich in der Größenordnung der Masse des Uranus gleichsetzen. Die Bahn des neuen Planeten konnte nun auf keinen Fall innerhalb der Saturnbahn liegen, da sonst noch zusätzliche Störungen in den bekannten Planetenbahnen früher hätten beobachtet werden müssen; anderseits durfte er aber auch nicht innerhalb der Uranusbahn liegen, da er sonst eine zu kleine Masse hätte, um die doch wiederum relativ kleinen Störungen der Uranusbahn hervorzurufen. Er konnte also plausiblerweise nur außerhalb der Uranusbahn angenommen werden, allerdings nicht zu weit, da sonst seine Masse doch wieder zu groß sein müßte. Im Vertrauen auf die TITIVS-BODEsche Reihe setzte LEVERRIER deshalb für die Bahnachse des neuen Planeten das Doppelte der Uranusachse an. Ferner durfte seine Bahn in der Ekliptik angenommen werden. Aus den Bahnelementen des hypothetischen Planeten konnte LEVERRIER nun rückwärts wieder verbesserte Elemente des Uranus rechnen, und die Tab. I (Kol. 4) zeigt, wie genau er schließlich die Beobachtungen des Uranus mit der Annahme seines neuen Planeten erklären konnte.

Am 31. VIII. 1846 legte LEVERRIER der Akademie die Bahnelemente des neuen Planeten vor und bestimmte aus der Störungsrechnung seine heliozentrische Länge am 1. I. 1847 zu  $326^{\circ}32'$ . LEVERRIER wußte nun, daß am 9. XII. 1844 von Dr. BREMIKER gerade dasjenige Stück der Berliner akademischen Sternkarte von 40059 Sternen der Äquatorialzone des Himmels fertiggestellt war, in welchem sich der neue Planet befinden mußte. Am 18. IX. 1946 schrieb er deshalb nach Berlin, den Planeten aufzusuchen und am 25. IX. 1846 konnte ihm Dr. GALLE zurückschreiben: «La planète, dont vous avez signalé la position, existe réellement. Le même jour, où j'ai reçu votre lettre, je trouvais une étoile de 8<sup>e</sup> grandeur, qui n'était pas inscrite dans l'excellente carte Hora XXI... de la collection des cartes célestes, publiée par l'Académie royale de Berlin. L'observation du jour suivant décida que c'était la planète cherchée. Nous l'avons comparée, M. ENCKE et moi, par la grande lunette de Fraunhofer, avec une étoile de 9<sup>e</sup> grandeur. Ainsi on a pour la planète:

	Temps moyen Berlin	A. R.	Déclin.
Sept. 23	12 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 14 <sup>s</sup> ,6	328°19'16",0	-13°24' 8",2
24	8 54 40,9	18°14,3	24' 29,7

Aus den Beobachtungen GALLES folgt für die heliozentrische Länge des neuen Planeten, der später den Namen Neptun erhielt, am 1. I. 1847 der Wert  $327^{\circ}24'$ , so daß die Vorausberechnung LEVERRIERS nur um  $52'$ , also nicht einmal um einen Grad auf der Himmelskarte von der Beobachtung abwich.

LEVERRIER hatte diesen sichtbaren Triumph allerdings der auf Anregung von BESSEL (1824) organisierten Berliner Sternkarte zu verdanken, welche die rasche Auffindung des Neptun ermöglichte. Denn ohne diese wäre ihm wohl ein junger englischer Mathematiker zuvorgekommen, trotzdem dessen Arbeit von einer Kette von Hindernissen begleitet war.

Schon am 22. IX. 1845 und Ende Oktober 1845 hatte ADAMS, damals noch Student des St. John's College in Cambridge, dem Royal Astronomer in Greenwich Sir AIRY eine neue Theorie der Uranusanomalien durch Störungen eines hypothetischen Planeten mitgeteilt. Trotz der guten Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung (vgl. Tab. I, Kol. 5), äußerte AIRY Bedenken und fragte ADAMS am 5. XI. 1845 an, ob er ebenso gut wie die Störungen der Uranuslängen auch die des Radivektors erklären könne. Offenbar hat diese Antwort AIRYS ADAMS ein wenig enttäuscht, so daß er sich nicht mehr mit der neuen Rechnung für den Radivektor abgab. Als nun LEVERRIERS Akademieabhandlungen bekannt wurden, welche zu den gleichen Werten wie die ADAMSSchen führten, faßte AIRY Zutrauen zur Rechnung des Cambridger Studenten und forderte nun am 9. VII. 1846 den dortigen Astronomen CHALLIS auf, den Himmel systematisch nach dem neuen Planeten abzusuchen.

CHALLIS begann am 29. VII. 1846 mit der Durchmusterung eines ca.  $30^{\circ}$  breiten und  $30^{\circ}$  langen Teils der Ekliptikzone. Da er zur Sicherheit auch Sterne 10. bis 11. Größe mitnahm, wurde dies eine langwierige Arbeit, die sich bis ins Jahr 1847 erstrecken sollte, zumal CHALLIS den Planeten nicht an seiner Scheibe, sondern an seiner Eigenbewegung erkennen wollte, so daß er die einzelnen Zonen mehrmals beobachten mußte. In der Tat hatte er, wie sich später herausstellte, den Planeten am 4. und 12. VIII. beobachtet und würde ihn, wenn er seine Beobachtungen rechtzeitig reduziert hätte, vor GALLE entdeckt haben, womit ADAMS den Triumph eingeheimst hätte. CHALLIS' Verfahren war methodisch; er glich, wie NEWCOMB treffend vermerkt, einem Mann, der am Meeresstrand einen Diamanten verloren hat und nun den ganzen Sand mit nach Hause nimmt, um ihn dort in Ruhe auszusieben. Während nun CHALLIS seine Beobachtungen fortsetzte und ohne es zu wissen, den Planeten schon in den Zahlen seines Beobachtungsbuches gefangen hielt, glückte GALLE mit Hilfe der neuen, noch nicht gedruckten BREMIKERSchen Karte sofort die Auffindung.

LEVERRIER aber würde auf jeden Fall die Superiorität gebühren, denn seine Rechnungen waren systematischer durchgeführt als die ADAMSSchen und führten auch, wie die Tabelle II zeigt, zu genaueren Bahnelementen des Neptun. Allerdings weichen beide Angaben bedeutend von der Wirklichkeit (Kol. 4) ab, und es erscheint verwunderlich, wie infolge solcher fehlerhaften Bahnelemente der Ort

mit nur einer Abweichung von  $0^{\circ},9$  am Himmel vorausberechnet werden konnte. In der Tat wäre der Planet bei einer längeren Zeitspanne nach der LEVERRIERSchen

Tabelle 2

	LEVERRIER 1847, Januar	ADAMS 1846, August	C. d. T. 1900 1850, Januar
Große Halbachse	36,154	37,28	30,100
Umlaufszeit . .	217 <sup>a</sup> ,39	228 <sup>a</sup> ,48	164 <sup>a</sup> ,78
Perihellänge . .	284 <sup>o</sup> 45'	299 <sup>o</sup> 11'	45 <sup>o</sup> 59',7
Neigung . . . .	0 <sup>o</sup> 0'	0 <sup>o</sup> 0'	1 <sup>o</sup> 47',0
Exzentrizität . .	0,1076	0,1206	0,0090
Masse . . . . .	0,00011	0,00015	0,00005

Rechnung nicht mehr aufgefunden worden, da die Störungseffekte zu groß geworden wären, während das Jahr 1846 noch in diejenige Epoche hineinfällt, welche man gerade zur Bestimmung der hypothetischen Bahnelemente aus den beobachteten Störungen benutzt hatte. Bei der Ausgleichsrechnung mußte der große Fehler in der nach der TITRUS-BODEschen Regel zu 36 statt 30 gewählten Bahnhalbachse sich auf die übrigen Bahnelemente verteilen, wenn die Abweichungen der beobachteten von den berechneten Längen möglichst klein werden sollten. Für die Epoche der Berechnung und anschließenden Entdeckung hatte man wenigstens die Richtung der störenden Kräfte einigermaßen richtig, so daß trotz der fehlerhaften Distanz des Neptun er für diese Epoche doch richtig an den Himmel projiziert wurde. Das Unglück, daß gerade beim Neptun die TITRUS-BODEsche Regel so kläglich versagt, wirkte sich noch nicht aus, da die Entdeckung zum Glück sofort nach der Berechnung erfolgte.

J. O. FLECKENSTEIN

### X-ray analysis during the war years 1946 Conference:

9.-11. Juli, Royal Institution, London,  
der «X-Ray Analysis Group» des «Institute of Physics»

Während des Krieges entstand in England die «X-Ray Analysis Group» (X.R.A.G.) des «Institute of Physics», welche die Förderung der Röntgenkristallographie in allen ihren Aspekten zur Aufgabe hat. Die diesjährige Sommertagung — unter dem Vorsitz von Sir LAWRENCE BRAGG — erhielt dadurch einen größeren Rahmen, daß Kristallographen, Chemiker und Physiker aus etwa 14 Ländern eingeladen worden waren, über die während der Kriegsjahre erzielten Resultate zu referieren. Gegen 70 Ausländer waren nach London gekommen, so daß der schöne Vortragssaal der Royal Institution stets von ungefähr 300 Zuhörern besetzt war. Der folgende Bericht will keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben und ist notwendigerweise subjektiv gehalten.

Mrs. K. LONSDALE (London) sprach über «Thermische und andere Störungen von Kristallstrukturen». Die thermischen Schwingungen der Gitterteilchen geben zu sogenannten Nicht-Laue- oder anormalen Reflexen, deren Intensitäten mit steigender Temperatur zunehmen, Anlaß. Diese diffuse thermische Streuung wurde an anorganischen, organischen und metallischen Einkristallen in Beziehung zu den elastischen Eigenschaften

und der Struktur studiert. Des weiteren wurde über die thermische Ausdehnung in Graphit, in den Phthalozyaninen und in Substanzen mit Wasserstoffbindungen, über die Existenz statischer struktureller Unregelmäßigkeiten und kleine Strukturänderungen, die bei Ferroelektrika am Curiepunkt auftreten, berichtet.

In wohlabgewogenem Vortrage gab Professor J. D. BERNAL (London) einen Überblick über die in den vergangenen sieben Jahren in England erzielten Fortschritte auf dem Gebiete der Erforschung von «Strukturen organischer Kristalle». Diese Untersuchungen zerfallen in zwei Teile: vollständige Kristallstrukturanalysen von Verbindungen mit relativ kleinen Molekülen und Teilanalysen von Proteinen. — Bei der ersten Gruppe ist vor allem die Struktur des Penicillins (K- und Rb-Salz durch Mrs. D. HODGKIN [CROWFOOT] und Mitarbeiter, Na-Salz durch C. W. BUNN) zu erwähnen, dessen Bestimmung eine vollständige dreidimensionale Fourier-Synthese zur Voraussetzung hatte und die als Musterbeispiel in die Literatur eingehen wird. Sie zeigt, daß es heutzutage grundsätzlich möglich sein sollte, durch röntgenographische Feinstrukturanalyse einer kristallisierten organischen Substanz die Konstitution jedes noch so unsymmetrischen Moleküls, in dem sich ein schweres Atom befindet, zu bestimmen. Hierzu gehört auch die Analyse von Cholesteryljodid (C. H. CARLISLE und D. CROWFOOT), welche eine Abklärung der Stellung der langen Seitenkette in den Sterinen brachte. Eine andere bemerkenswerte Struktur ist diejenige von Saccharose (NaBr-Saccharat (C. A. BEEVERS), deren Stereochemie jetzt vollständig bekannt ist (Pyranosering von Sesselform, Furanosering nicht planar). J. M. ROBERTSON und Mitarbeiter wie auch G. A. JEFFREY sind bestrebt, die Genauigkeit der Fouriermethode zu verbessern, so daß Atomabstände auf  $\pm 0,01$  Å genau bestimmt werden können (z. B. CORONEN; Dibenzyl, Geranylaminhydrochlorid). H. M. POWELL hat sich den organischen Molekülverbindungen, die wahrscheinlich häufiger sind, als meist angenommen wird, zugewandt und hat einen interessanten Fall entdeckt, bei welchem sich zwei identische Gitter — jedes einzelne durch H-Bindungen zusammengehalten — dreidimensional gegenseitig durchdringen, wobei in den Lücken kleine Moleküle noch eine gewisse Rotationsfreiheit besitzen  $[\text{SO}_2 \cdot 3 \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2]$ . Natürliche und synthetische Hochpolymere (Gummi, Guttapercha, Polychloroprene) wurden hauptsächlich von C. W. BUNN und Mitarbeitern studiert.

D. CROWFOOT (zusammen mit D. P. RILEY und Mrs. B. ROGERS) und M. PERUTZ haben sich mit der Struktur von Proteinen befaßt. Es zeigte sich, daß das Proteinmolekül selbst durch Hydratation innerlich nicht verändert wird, daß es aber wahrscheinlich auf seiner Oberfläche eine hydratisierte Schicht, die ohne Denaturierung schwer zu entfernen ist, trägt (Hämoglobin, Laktoglobulin). Röntgenmessungen haben sich auch als eine sehr gute Methode zur Molekulargewichts- und Größenbestimmung von Proteinmolekülen erwiesen. Die innere Struktur von Proteinen scheint z. B. für Insulin und Hämoglobin auf einen gemeinsamen Bauplan hinzuweisen. Durch eindimensionale Fourier-Synthese fand M. PERUTZ für Hämoglobin eine aus vier Schichten von 10 Å Dicke bestehende Struktur.

Professor W. T. ASTBURY (Leeds) zeigte in seinem reichillustrierten Vortrage, welche Dienste die Röntgenstrahlen bei der Erforschung von biologisch wichtigen Substanzen als Makromolekülen leisten können. Bei den