

Werk

Jahr: 1930

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:6

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0006

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0006

LOG Id: LOG_0077

LOG Titel: Über den Zusammenhang zwischen Typhusmorbidity (bzw. Typhusmortalität) und Niederschlagsschwankungen nebst einer Kritik der Brücknerschen Klimaperiode

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Über den Zusammenhang zwischen Typhusmorbidity (bzw. Typhusmortalität) und Niederschlagsschwankungen nebst einer Kritik der Brücknerschen Klimaperiode

Von **Leo Wenzel Pollak**, Prag — (Mit 4 Abbildungen)

In der Epidemiologie stehen einander zwei Forschungsrichtungen gegenüber, deren Hauptvertreter in Deutschland R. Koch und M. v. Pettenkofer sind. Koch sieht die alleinige Ursache der Seuchenentstehung im Krankheitserreger, Pettenkofer dagegen erklärt die Epidemien aus gewissen örtlichen und zeitlichen bzw. klimatischen Verhältnissen, ohne die Gegenwart spezifischer Mikroorganismen in den Kranken zu leugnen. Fr. Wolter hat als erster den klimatischen Einfluß auf die Seuchenentstehung zu erfassen versucht und legt seinen Untersuchungen die Brücknersche Periode zugrunde. Da eine hier unternommene Kritik der Brücknerschen Klimaperiode lehrt, daß sie die Grundlage für eine Theorie der Entstehung von Typhuseuchen nicht abgeben kann, wurde der Zusammenhang zwischen Typhus- und Niederschlagsschwankungen mit Hilfe der Korrelationsrechnung unvoreingenommen untersucht. Als Ergebnis wird festgestellt, daß die Bedeutung der klimatischen Verhältnisse für die Typhusepidemiologie nicht geleugnet werden kann, ihr Einfluß auf die Entstehung von Typhuseuchen aber sehr gering und nur ein indirekter ist.

Vor längerer Zeit wandte sich der Epidemiologe unserer Universität, Prof. Dr. G. Salus, an mich um Auskunft über die Brücknersche Periode, da diese die Grundlage einer von maßgebender Seite aufgestellten Theorie der Seuchenverursachung, insbesondere der Entstehung von Typhusepidemien, abgibt. Der Beschäftigung mit diesem Gegenstande verdankt die nachfolgende kleine Untersuchung ihre Entstehung. Eine Verfolgung der mir vorgelegten Fragen erschien auch deshalb wertvoll, weil durch ihre Beantwortung neuerlich gezeigt werden kann, wie bedenklich es ist, Ergebnisse der Periodenforschung — die übrigens in den meisten Lehrbüchern leider als viel zu sicher dargestellt werden — einfach zu übernehmen und schematisch zu verwenden. Das hier behandelte Problem ist in seinen Konsequenzen auch wirtschaftlich bedeutungsvoll und beansprucht daher vielleicht allgemeineres Interesse.

I. Theorien der Seuchenentstehung¹⁾. In der Epidemiologie stehen einander (nach Wolter) zwei Forschungsrichtungen gegenüber. Die Hauptvertreter dieser beiden Richtungen sind in Deutschland Robert Koch und Max von Pettenkofer. Koch bezeichnete den kranken Menschen bzw. den gesunden Bazillenträger als die wesentlichste und alleinige Ursache nicht nur des einzelnen Krankheitsfalles, sondern auch der Seuchenentstehung und führte die Entstehung der Epidemien auf Einschleppung oder direkte bzw. indirekte Übertragung der Krankheitserreger zurück. Pettenkofer dagegen erklärte die Entstehung der Epidemien aus gewissen örtlichen und zeitlichen bzw. klimatischen

Verhältnissen²⁾. Er leugnet, daß sich durch Übertragung von Infektionsstoff, welchen vereinzelte, z. B. aus Cholera-gebieten kommende, Kranke oder Gesunde mitbringen, Epidemien entwickeln können, und hält an der Bedeutung gewisser Bodenverhältnisse für die Seuchenentstehung, im besonderen für Typhus und Cholera, fest. Pettenkofer anerkennt zwar die gleichzeitige Gegenwart spezifischer Mikroorganismen in den Kranken, verweist hingegen darauf, daß es ungeklärt sei, warum die spezifischen Keime für Cholera und Typhus — die zu den obligaten Parasiten des Menschen zu zählen sind (Koch 1902) und sich außerhalb des menschlichen Körpers sowohl im Boden als auch im Wasser nur kurze Zeit halten können — nur an gewissen Orten und auch da nur zu gewissen Zeiten Epidemien verursachen.

Nach dieser Schulmeinung haben die Versuche, Massenepidemien ausschließlich durch Trinkwasser-, Milch-, Obst- oder Salatinfektion zu erklären, in sehr vielen Fällen versagt, und das Streben, befriedigendere Erklärungen beizubringen, haben zur Behauptung bzw. Erkenntnis geführt, daß sich die Typhus- und Cholerafrequenz von klimatischen Zuständen abhängig erweist und die rapide Ausbreitung und der große Umfang vieler Seuchen, sowie ihr jahreszeitlicher und säkularer Verlauf in besonders günstigen meteorologischen Dispositionen begründet ist. Zum Verständnis der Schwankungen in den epidemischen Erkrankungen wird vor allem eine genaue Feststellung der Niederschlagsmengen und der Veränderungen des Grundwasserstandes gefordert, während die bakteriologische Auffassung der Cholera- und Typhusgenese der Kochschen Schule den Einfluß der klimatischen Faktoren gering schätzt.

Fr. Wolter, Anhänger der Pettenkoferschen Richtung, hat in seinem auf der 88. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Innsbruck im September 1924 gehaltenen Vortrage¹⁾ die Aufgaben und Ziele der epidemiologischen Forschung und ihrer Hilfswissenschaften entwickelt. Wolter zählt zu den Hilfswissenschaften vor allem die Wetterkunde und vertritt die Meinung, daß die Meteorologie berufen scheint, die schwierigsten Fragen des Seuchenproblems einer Lösung näherzubringen. Während aber alle früheren Vertreter der Pettenkoferschen Richtung sich mit bloßen Andeutungen eines klimatischen Einflusses auf die Seuchenentstehung begnügten, versucht Wolter als erster, den Zusammenhang wenigstens qualitativ zu erfassen. Wolter stützt sich auf die bekannte Arbeit Brückners: „Klimaschwankungen seit 1700 usw.“³⁾ und bezeichnet für die Epidemiologie die sich über zwei Jahrhunderte erstreckende und die 35jährige Klimaschwankung als wichtig. Die Entstehungsursache der Epidemien ist nach dieser Auffassung in den wechselnden Feuchtigkeitszuständen des Bodens zu suchen, welche dadurch bewirkt werden, „daß nach Brückner den Klimaschwankungen in bestimmten Zeitperioden Schwankungen des ober- und unterirdischen Wasserstandes (Grundwasserstandes) auf der ganzen Erde parallel gehen, und zwar ist in den feuchten und kühlen Zeiten (1850, 1880) der Grundwasserstand ein hoher, in den trockenen und warmen (1830, 1860) ein tiefer“. Wolter unternimmt es nun, durch einfache Gegenüberstellung von

Beobachtungen Koinzidenzen zwischen den Klimaverhältnissen und Frequenzen von Epidemien (Pest, Cholera, Flecktyphus, Typhus abdominalis usw.) aufzudecken und zu beweisen, daß dieselben klimatischen Faktoren, welche die Seuchenbewegung in weiten Gebieten bestimmen, zugleich auch die Seuchenbewegung an einem einzelnen Orte entscheidend beeinflussen und vergleicht insbesondere die Typhusbewegung in Hamburg von 1820 bis 1900 mit den von Brückner ermittelten feuchten und trockenen Perioden. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen faßt Wolter in nachstehenden Sätzen zusammen:

Saeculare Kurve der Typhusfälle in Hamburg auf je 1000 Einw.

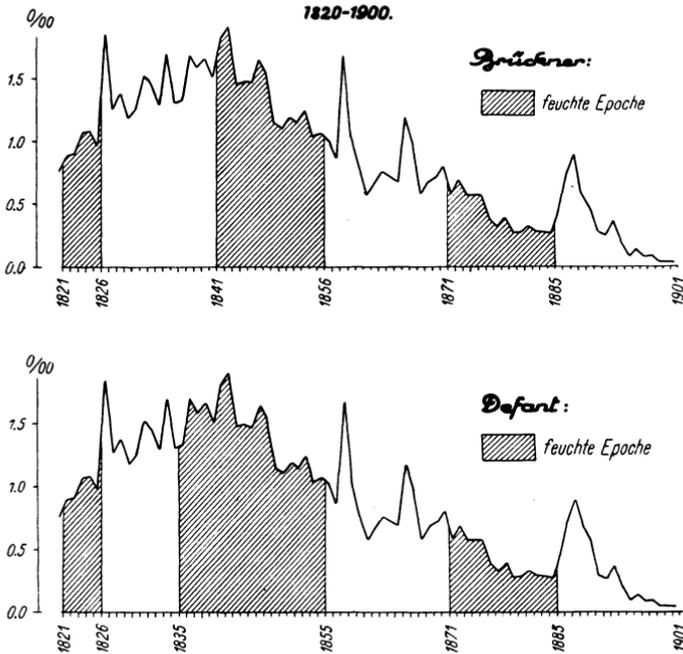


Fig. 1

„Dieser Vergleich (siehe Fig. 1) zeigt also:

1. daß jedesmal bei Einsetzen der Trockenperiode ein Anstieg der Typhuskurve bzw. ein epidemisches Auftreten des Typhus erfolgt: sowohl 1825/26 wie 1855/56 wie 1885/86;

2. daß auch im übrigen die größeren Anstiege der Kurve, also das epidemische Auftreten, immer in eine Trockenperiode gefallen sind, so 1865/66 und 1885 bis 1888.

3. Bei Einsetzen der feuchten Perioden und für die Dauer derselben ist stets ein Absinken der Kurve nachweisbar, sowohl 1841/42 wie 1871/72, und die

Erhebungen der Kurve sind sehr viel geringer als in den Trockenperioden, so 1847/48 und 1858.

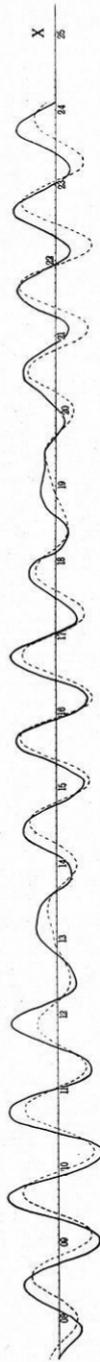
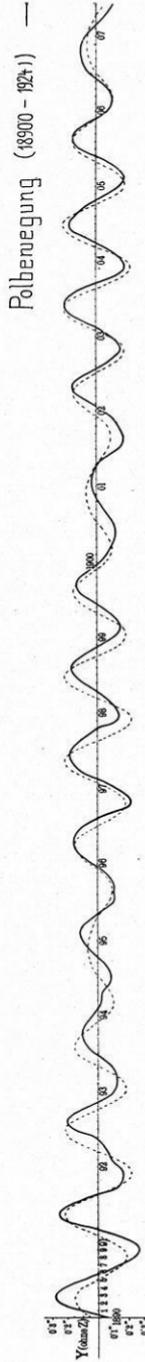
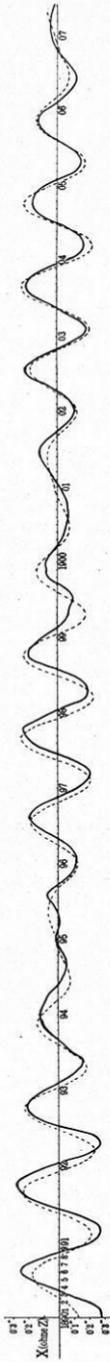
4. Im allgemeinen betrachtet, verharrt die Kurve bis 1841/42 auf einer gewissen Höhe; von 1842 bis 1900 findet dann ein durchweg kontinuierliches Absinken der Kurve statt, das durch einzelne größere Anstiege unterbrochen ist (1855/56, 1865/66, 1885/88). Die Höhe dieser größeren Anstiege zeigt aber eine abnehmende Tendenz (1856 ist die Akme höher als 1866 und 1866 höher als 1885/86), und am Ende des Jahrhunderts erreicht die ganze Kurve ihren niedrigsten Stand, den sie auch beibehält, nicht nur in der feuchten Periode von 1901 bis 1915, sondern auch in der 1916 beginnenden Trockenperiode bis zur Gegenwart (1924).

5. Die seit 1842 beginnende Abnahme der Typhusfrequenz dürfte im Zusammenhang stehen mit der nach dem Hamburger Brande von 1842 in Angriff genommenen Kanalisation der Stadt, die zu einer allmählich eingetretenen Bodenreinigung geführt hat, so daß die Typhuskurve seit dem Ende des 19. Jahrhunderts und bis zur Gegenwart (1924) auf dem niedrigsten Stande verharrt.“

Hingegen bestreitet Wolter, daß die geringe Typhusfrequenz in den letzten Jahrzehnten auf die bessere Wasserversorgung seit 1893 zurückgeführt werden dürfe. Als Begründung gibt Wolter an, daß die Typhuskurve Hamburgs schon seit 1842 eine nur von einzelnen größeren Epidemien unterbrochene kontinuierliche Abnahme zeigt und verweist auf Paris, dessen Versorgung mit Quellwasser in der Zeit von 1866 bis 1893 durchgeführt wurde und trotzdem in den Jahren 1894 und 1899, also in der trockenen Periode von 1886 bis 1900, von schweren Typhusepidemien heimgesucht wurde. (Grund der Epidemien: Noch im Jahre 1898 war nur ein Fünftel des bebauten Komplexes von Paris an die Kanalisation angeschlossen.)

II. Die Brücknersche Klimaschwankung³⁾. Wir müssen uns zunächst fragen, inwieweit die Brücknersche Periode gesichert ist, weiter, ob die von Brückner aus kurzen, unvollständigen und vielfach sehr unverläßlichen Reihen abgeleiteten trockenen und feuchten Perioden die Grundlage für eine Theorie der Entstehung von Typhuseuchen abgeben können, und schließlich, ob die als Durchschnitt über große Areale, z. B. für ganz Europa, angegebenen trockenen und feuchten Perioden zur detaillierten Erklärung der Typhusfrequenz eines einzelnen Ortes, z. B. Hamburgs, herangezogen werden können.

Eine Durchsicht unserer hervorragendsten Lehrbücher zeigt, daß sich die Autoren im allgemeinen über die Realität der Brückners Namen tragenden Periode⁴⁾ recht vorsichtig äußern. Es wird vielfach nur von Andeutungen einer 35-jährigen Periode im Wechsel regenreicher und zugleich kühler mit trockenen und warmen Jahrgängen gesprochen und zuweilen betont, daß in den trockenen Epochen auch extrem nasse Jahrgänge eingestreut sind, und umgekehrt. Bezüglich der eine Erklärung erheischenden Ausnahmegebiete wird — falls sie überhaupt erwähnt werden — auf das ausführliche Werk Brückners verwiesen. Hingegen



— Beobachtung, Rechnung . 1 mm - 001 Eigenschwinge.

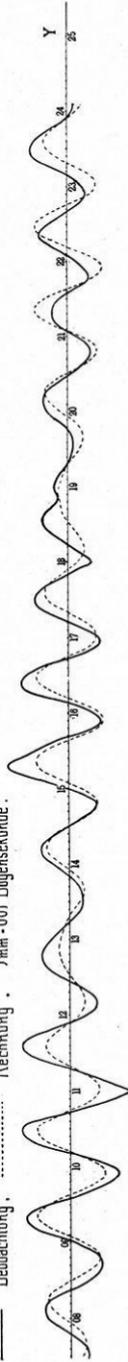


Fig. 2

gibt es auch zahlreiche Lehr- und Handbücher, welche trotz der Befunde A. Wagners⁵⁾ die Realität der 35jährigen Periode „in Verbindung mit den umfassenden Untersuchungen Brückners wohl über jeden Zweifel erhaben“ bezeichnen. Nirgendwo habe ich aber die von E. Brückner und seinen Nachfolgern angewendete Methode zur Ermittlung einer etwa 33- bis 36jährigen Periode diskutiert oder kritisiert gefunden, so daß Worte wie etwa „der Nachweis einer 35jährigen Klimaschwankung“ bei einem nicht eingeweihten Leser überschätzt werden müssen.

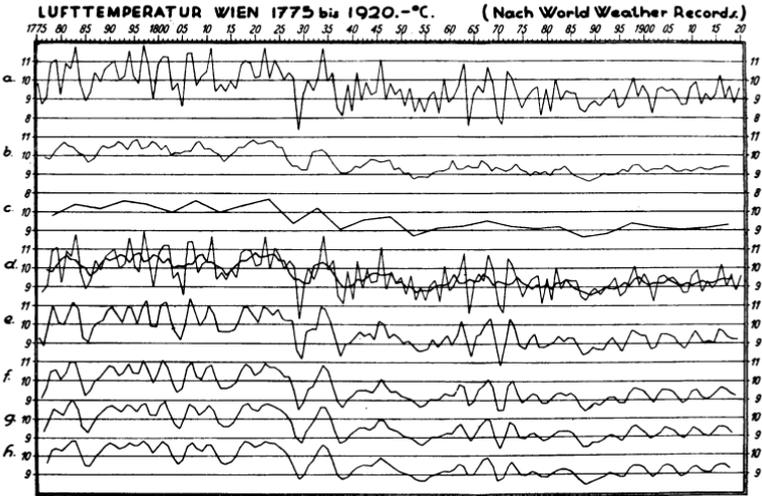
Es sollen daher einmal vom Standpunkt der neuzeitlichen Periodographie einige Bemerkungen über die Art der seinerzeitigen Ableitung der Brücknerschen Periode gemacht werden, und man muß es einmal aussprechen, daß ihre Existenz durchaus nicht so sicher ist, wie vielfach angenommen wird. In der umfangreichen Arbeit Brückners³⁾ wird, soviel ich sehe, lediglich bewiesen, daß die klimatischen Elemente und die Höhe des Wasserspiegels abflußloser Seen voneinander zum Teil abhängige Schwankungen zeigen, die über größeren Gebieten der Erde etwa gleichzeitig auftreten. Dieses Resultat muß aber als trivial bezeichnet werden, da es sich ja um stochastische Verbundenheiten handelt. Meiner Meinung nach kann neben der 11jährigen Periode nur noch vielleicht die Wagnersche Klimaschwankung, sowohl was ihre Erfassung mit Hilfe der strengen Methoden der Periodogrammanalyse, als auch in bezug auf die Sicherheit ihrer Feststellung, Anspruch erheben, als „reell“ bezeichnet zu werden, da von einer „reellen“ Periode weitgehende Persistenz zu verlangen ist, damit sie zu Extrapolationen nach vorwärts (prognostisch) oder rückwärts (zur Erklärung irgendwelcher Geschehnisse) brauchbar sei, und ihre Amplitude — mit Rücksicht auf die Kürze der uns bis jetzt zur Verfügung stehenden meteorologischen und sonstigen Beobachtungsreihen — so groß sein muß, daß ihr Sinn nicht durch zufällige Ereignisse ins Gegenteil verkehrt wird.

Die Fig. 2 bringt als Beispiel einer Analyse mit nach dieser Auffassung reellen Ergebnissen die Darstellung der x - und y -Koordinate der Polbewegung (1890.0 bis 1924.1) durch die zwei von mir⁶⁾ seinerzeit berechneten Hauptschwingungen. Unter 36 Versuchsperioden fand ich für die x -Komponente der jährlichen Periode die Amplitude $a = 0.09640$ und die Phase $A = 202.5^\circ$ und bei der Chandlerschen Periode lauten die harmonischen Konstituenten $a = 0.14514$, $A = 322.0^\circ$. Für die y -Komponente sind die entsprechenden Konstituenten $a = 0.08049$, $A = 298.9^\circ$ und $a = 0.14347$, $A = 54.8^\circ$. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Chandlersche Periode durch den Zufall allein erzeugt sei, beträgt nur $2.30 \cdot 10^{-28}$, und bei der jährlichen Periode ist die Wahrscheinlichkeit noch immer $2.97 \cdot 10^{-9}$. Dieser großen Sicherheit der gefundenen beiden extremen Amplituden entspricht auch die vorzügliche Approximation der beobachteten Polbewegung in der x - und y -Koordinate⁷⁾.

Von diesem Standpunkt aus lassen sich nun etwa die nachstehenden Einwände gegen die Brücknersche Klimaschwankung vorbringen: Der Nachweis

einer Periode ist Brückner nirgendwo geglückt und konnte auch gar nicht glücken, weil vor allem das zur Verfügung stehende Material zur Herausschälung einer etwa vorhandenen reellen längeren Periode zu kurz ist, nämlich knapp fünf ganze Periodenlängen der 35jährigen Schwankung umfaßt. Aber auch die von Brückner angewendete Analysenmethode ist sehr angreifbar. Brückner benutzt nämlich zur Konstatierung der Perioden nicht die Originalwerte, sondern geglättete Zahlenreihen und bedient sich eines höchst primitiven Verfahrens zur Ermittlung der Periodenlänge und Lage der Extreme. Das von Brückner benutzte Glättungsverfahren ist übrigens mangelhaft, weil allen Ordinaten gleiche Gewichte erteilt werden und überdies wird nur jeder fünfte geglättete Wert der nachträglichen Analyse zugrunde gelegt. Bei einer weniger energischen, mathematischen Gesetzen folgenden Glättung ist der Verlauf der Schlußkurven keineswegs so glatt, wie er bei Brückner zum Vorschein kommt, und die Ergebnisse sind dann vieldeutig. Diesen Sachverhalt soll die Fig. 3 erläutern, welche die graphische Darstellung der Jahresmittel der Lufttemperatur (t) zu Wien vom Jahre 1775 bis 1920 (nach World Weather Records) behandelt. Man sieht (Fig. 3a), welchen großen Schwankungen das Jahresmittel unterliegt. Die darunter gezeichnete Kurve (b) bringt die nach dem Vorgange Brückners durch übergreifende Mittel mit gleichen Gewichten geglättete Kurve und lehrt, wie sehr die charakteristischen Schwankungen der Jahresmittel der Lufttemperatur abgestumpft werden. Brückner legt aber keineswegs diese schon vieler wichtigen Merkmale beraubte Kurve seiner Untersuchung zugrunde, sondern benutzt die unter c abgebildete Ersatzkurve. Am besten erkennt man, welche Vereinfachungen Brückner eintreten läßt, wenn er nur jede fünfte Ordinate der mit gleichen Gewichten geglätteten Zahlenreihe benutzt, am vierten Kurvenzug ($d = a + b$), bei dem die tatsächlich beobachteten und die nach dem Verfahren Brückners geglätteten Zahlenreihen in ein und dasselbe Koordinatensystem eingezeichnet sind. Der Verlauf ist so verwischt, daß die Extreme vielfach ins Gegenteil verkehrt werden. Hingegen muß — wie die vier untersten Kurven zeigen sollen — eine richtig vorgenommene ⁸⁾ Glättung im Einklang zum behandelten Problem stehen und darf nicht übertrieben werden. Das erfordert sehr viel „Takt“. Der Fig. 3h entnimmt man, daß noch die vierte, nach mathematischen Grundsätzen vorgenommene Glättung Schwankungen anzeigt, welche in der nach dem Brücknerschen Verfahren vereinfachten Kurve völlig getilgt sind.

Wenn nun die Festlegung der feuchten und trockenen, warmen und kalten Perioden auf Grund einer derart schematisierten Zeichnung erfolgt, so kann es nicht wundernehmen, daß in einem feuchten oder kalten Abschnitt der Brücknerschen Periode trockene bzw. warme Jahre auftreten, wie dies besonders im warmen Jahre 1911 auffällt. So erklärt sich weiter leicht, daß verschiedene Autoren sogar nicht unbeträchtlich verschiedene Epochen als feucht bzw. trocken bezeichnen. Schon aus diesem Grunde kann eine blinde Verwendung der Brücknerschen Epochen zu Fehlschlüssen führen und — um auf unser Typhusproblem zurückzukommen — die von Wolter zur Stützung seiner Hypothese herangezogenen,



a. Jahresmittel der Lufttemperatur.

$$b. \tau_{i+2} = \frac{t_i + t_{i+1} + t_{i+2} + t_{i+3} + t_{i+4}}{5}$$

$i = 1, 2, 3 \dots$

$$c. \hat{t}_{i+2} = \frac{t_i + t_{i+1} + t_{i+2} + t_{i+3} + t_{i+4}}{5}$$

$i = 2, 7, 12, 17 \dots$

d. a und b.

1. Glättung:

$$e. \tau_{i+\frac{1}{2}}^I = \frac{t_i + t_{i+1}}{2}$$

$i = 1, 2, 3 \dots$

2. Glättung:

$$f. \tau_{i+1}^{II} = \frac{\tau_{i+\frac{1}{2}}^I + \tau_{i+1+\frac{1}{2}}^I}{2} = \frac{1}{4}(t_i + 2t_{i+1} + t_{i+2})$$

$i = 1, 2, 3 \dots$

3. Glättung:

$$g. \tau_{i+\frac{3}{2}}^{III} = \frac{\tau_{i+1}^{II} + \tau_{i+\frac{3}{2}}^{II}}{2} = \frac{1}{8}(t_i + 3t_{i+1} + 3t_{i+2} + t_{i+3})$$

$i = 1, 2, 3 \dots$

4. Glättung:

$$h. \tau_{i+2}^{IV} = \frac{1}{2}(\tau_{i+\frac{3}{2}}^{III} + \tau_{i+\frac{3}{2}+1}^{III}) = \frac{1}{16}(t_i + 4t_{i+1} + 6t_{i+2} + 4t_{i+3} + t_{i+4})$$

$i = 1, 2, 3 \dots$

Fig. 3

vielfach an den Rändern der feuchten und trockenen Perioden gelegenen Jahrgänge sind zunächst nicht genügend beweiskräftig. In der Fig. 1 habe ich zur Veranschaulichung dieser Tatsache in die säkulare Kurve der Typhusfälle in Hamburg von 1820 bis 1900 durch Schraffierung die feuchten Epochen nach Brückner und nach der Auffassung von Defant⁹⁾ eingetragen. Ferner ist zu beachten, daß die von Brückner angegebenen Epochen gegensätzlichen Verhaltens gewissermaßen eine Abstraktion aus den recht verschieden lautenden Befunden in den einzelnen Teilen der Erde vorstellen¹⁰⁾. Deshalb müßte Herr Wolter der säkularen Typhuskurve in Hamburg die aus den Niederschlägen in Hamburg abgeleiteten trockenen und feuchten Perioden gegenüberstellen, wenn er Punkt 1 seiner Ergebnisse besser begründen wollte. Da im Einzelfall Verschiebungen von mehreren Jahren gegenüber den durchschnittlichen Epochen nichts Seltenes sind, könnte es geschehen, daß der Anstieg der Typhusfrequenz an das Ende der feuchten Periode zu liegen käme.

Aber selbst wenn man Brückner zugesteht, so stark geglättete Kurven seinen Ableitungen zugrunde legen zu dürfen, kann man ihm den Vorwurf nicht ersparen, daß er in der Auswahl der Extreme eine zu große Willkür hat walten lassen, und ich kann nicht finden, daß die „Periode“ von 36 Jahren überzeugend nachgewiesen wurde, wenn z. B. ihre Länge durch Mittelbildung (l. c. S. 234) aus der „wirklichen“ Dauer der Schwankung von 30, 45, 45, 30, 25, 45 und 45 Jahren berechnet wird.

Die hier ausgesprochenen allgemeinen Bedenken gegen die Brücknersche Ermittlung der 35jährigen Klimaschwankung lassen sich durch eine Reihe spezieller Einwände vermehren. So existieren die zur Ableitung der Seespiegelschwankungen des Kaspischen Meeres benutzten Pegelmessungen erst seit 1837, es liegen keine richtigen Mittel vor, das Material ist sehr lückenhaft und entbehrt der Homogenität, da mehrmals neue Pegel gesetzt wurden, deren Höhenunterschied erst durch ein nicht ganz überzeugendes Reduktionsverfahren berechnet werden muß. Von 25 insgesamt verwendeten Zahlen hat Brückner (l. c. S. 53) 10 (!) interpoliert, und die nicht geglätteten Zahlen (Baku) geben überdies noch entgegengesetzte Werte. Die von Brückner herangezogenen geschichtlichen Belege sind schon deshalb nicht beweiskräftig, weil bei dem von Brückner angewendeten Verfahren lückenhaftes Material nicht verwendet werden darf. Die Beibringung einer einzigen neuen Tatsache (Wertes) in dem lückenhaften Zeitraume kann unter Umständen genügen, das Bild völlig zu verändern. Ähnliche Einwände lassen sich beim Regenfall und den übrigen meteorologischen Elementen vorbringen, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß z. B. bei der Temperatur erst nach einer abermaligen Ausgleichung eine etwa so stetige Änderung zutage tritt, wie dies mehr oder minder beim Regen der Fall ist (l. c. S. 229).

Zum Schluß dieses Abschnittes möchte ich noch kurz einige Urteile über die Brücknerschen Ergebnisse anführen; Hann betrachtet die Brücknersche Periode¹¹⁾ als gut ausgesprochen, wenn er bei Umordnung der Zahlenwerte (Regenfall von Padua, Mailand, Klagenfurt; Temperatur Wien) nach einer Versuchs-

periode von 35 bzw. 36 Jahren eine glatt verlaufende Welle erhält. Demgegenüber erfuhr die Brücknersche Arbeit bald nach ihrem Erscheinen eine ungewöhnlich scharfe Ablehnung durch P. Schreiber in seinen „Untersuchungen über einige Gesetzmäßigkeiten in der Folge jährlicher Niederschlagsmengen“¹²⁾. G. Hellmann behandelt natürlich in seinem fundamentalen Werke „Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten“ (Berlin 1906, I., S. 344) ebenfalls die 35jährige Periode an Hand des von ihm beigebrachten vollständigeren Materials. Der Verlauf der graphisch dargestellten Durchschnittszahlen zeigt nur das von Brückner für ganz Europa behauptete Maximum des Regenfalles im Lustrum 1876 bis 1880 und das Minimum 1861 bis 1865. Das vorhergehende Maximum tritt aber nicht 1841 bis 1845 ein, das zwar auch hohe Werte aufweist, sondern erst 1851 bis 1855, also 25 Jahre früher als jenes. Hellmann fährt folgendermaßen fort: „So interessant die hier dargelegten Beziehungen zwischen Niederschlägen und wahrscheinlich kosmischen Einflüssen sind und so sehr man von der Zukunft weitere Aufschlüsse dieser Art erwarten darf, so können wir uns doch der Einsicht nicht verschließen, daß sie für rein praktische Bedürfnisse zunächst nur eine ganz untergeordnete Bedeutung haben, da die Regel im Einzelfall ebensooft versagen als zutreffen wird. Die 35jährige Brücknersche Periode ist aber vermutlich keine reine Elementarperiode, sondern entsteht aus der Überlagerung mehrerer Perioden von verschiedenen Phasenlängen.“

Dieses Urteil wird vollauf bestätigt durch die Arbeiten des amerikanischen Astronomen A. E. Douglass¹³⁾, die überdies beweisen, daß die Komponenten der längeren Klimaschwankungen nach Ort und Zeit höchst veränderlich sind. In Arizona z. B. (l. c. II, S. 124, Fig. 15) sind besser ausgeprägt als die 35jährige Periode die Wellen von der ungefähren Länge 6.8, 7.7, 11.7, 14.2, 17.3, 19.8, 20.7, 23.9 und 27 Jahren, wobei am deutlichsten die 14- und etwa 20jährige Periode hervortritt.

In einer nach Abschluß dieser Untersuchung erschienenen wichtigen Arbeit¹⁵⁾ bezeichnet Sir Richard Gregory die Brücknersche Periode als ohne Nutzen für Zwecke der langfristigen Wettervorhersage, weil die individuellen Zyklen zwischen 20 und 50 Jahren variieren und die Amplitude der Variation so klein ist, daß die Existenz der Periode in den mitteleuropäischen Stationen überhaupt nur als das Ergebnis einer weitgehenden Glättung aufgezeigt werden kann. Der wahre Wert der Brücknerschen Arbeit liegt auch heute noch — nach der Meinung Gregorys — in volkswirtschaftlicher Richtung (Auswanderungswellen usw.), so wie dies bekanntlich seinerzeit von Brückner auseinandergesetzt wurde und durch die Forschungen des amerikanischen Nationalökonomens Prof. Henry Ludwell Moore weiter gestützt erscheint, der direkt das Gesetz der Regenfallperiode als das Gesetz der Ernte- und Wirtschaftsperiode bezeichnet¹⁶⁾. Trotzdem der Betrag des Niederschlags sehr stark von einem Jahre zum anderen abweichen kann, so variiert die Wassermenge, welche über den Landflächen (im festen Boden, in den Seen und Gletschern) aufgespeichert ist, bei weitem weniger. Dieser Wasservorrat steht in keiner so engen Beziehung zum Niederschlag zu dem einen voran-

gegangenen Jahre, als vielmehr zum mittleren Niederschlag der etwa 10 vorangegangenen Jahre, und wenn diese 10 Jahre in die feuchte Hälfte einer Brücknerschen Periode fallen, so wird die Menge des Wasservorrats groß sein. Andererseits sind in den trüben, regnerischen Gegenden von Nordwesteuropa die warmen, trockenen Jahre für die Ernte und Vegetation günstig und es wird deshalb im großen und ganzen die trockene, warme Hälfte der Brücknerschen Periode eine bessere Ernte abwerfen als die kühle, feuchte Hälfte, trotzdem große Variationen von einem Jahre zum nächsten vorhanden sein können. In Auswirkung dieser Tatsachen wird ein Agrarstaat am Ende der warmen Hälfte der Periode reich, am Ende der kälteren arm sein.

Jüngst hat Brunt¹⁷⁾ in einer eingehenden Untersuchung von langen meteorologischen Aufzeichnungen in Westeuropa festgestellt, daß die 35jährige Periodizität nicht besser zum Ausdruck kommt als mehrere andere, und C. Easton¹⁸⁾, welcher die Periodizität der strengen Winter sehr eingehend geprüft hat und sein weit vollständigeres Material¹⁹⁾ benutzen konnte, fand keine 35jährige Periode, sondern er tritt für eine Periodizität von 89 Jahren mit einer gut ausgeprägten Halbperiode von $44\frac{1}{2}$ Jahren ein²⁰⁾.

III. Korrelationen zwischen Typhusmorbidity (Mortalität) und Niederschlag. Auf Grund der vorangegangenen Auseinandersetzungen haben wir es statt mit einer räumlich und zeitlich persistenten Periode von 35 Jahren mit recht komplizierten Rhythmen von sehr wechselnder Schwankungsdauer zu tun. Es empfiehlt sich daher, bei Behandlung des Zusammenhanges zwischen Typhus- und Niederschlagsschwankungen von der hypothetischen Existenz einer vieljährigen Periode ganz abzusehen und die fragliche Beziehung mit Hilfe des Korrelationsfaktors unvoreingenommen zu untersuchen.

Dieser mühevollen Arbeit hat sich Herr cand. rer. nat. Heinrich Katzer über meinen Vorschlag unterzogen. Er hat das an sehr zerstreuten Stellen veröffentlichte und bisher noch nicht gesammelte Typhuszahlenmaterial für die meisten größeren europäischen Städte beschafft und besonderes Augenmerk Prag gewidmet, weil wir einerseits über eine vorzügliche und langjährige Typhusstatistik verfügen, andererseits Prag bis zur Versorgung mit einwandfreiem Trinkwasser unter Typhusepidemien sehr zu leiden hatte. Die von Herrn Katzer zunächst aus den gleichzeitigen Schwankungen der Typhus- und Niederschlagszahlen berechneten Korrelationskoeffizienten sind in den Tabellen 1 bis 3 zusammengestellt.

Der Besprechung sei vorausgeschickt, daß die ermittelten Korrelationskoeffizienten als sichergestellt betrachtet werden können, da im allgemeinen das Verhältnis der Korrelationskoeffizienten r zum wahrscheinlichen Fehler F beträchtliche Werte besitzt, und unsere Berechnungen lehren, daß die Morbiditäts- und Mortalitätszahlen für unser Problem gleich brauchbar sind. Nur die in Tabelle 3 angeführten Korrelationskoeffizienten bedürfen mit Rücksicht auf die Länge des Inkubationsstadiums der Typhusinfektion einer Kontrolle, welche

Tabelle 1. Korrelation der Typhusmorbidity bzw. -mortality und des Niederschlags

Ort	Zeitraum	Anzahl der Jahre	Korrelationskoeffizient (r)	
			Morbidity	Mortality
Aachen	1884—1918	35	—	0.10
Berlin	1885—1919	35	— 0.08 *)	—
„	1863—1918	56	—	0.07
„	1884—1918	35	—	— 0.03
Bremen	1884—1918	35	—	— 0.07
Breslau	1893—1919	27	— 0.16 *)	—
„	1863—1918	56	—	— 0.22
„	1884—1918	35	—	— 0.16
Brünn	1882—1913	29	0.29 *)	—
Budweis	1888—1913	26	— 0.04 *)	—
Czernowitz	1883—1913	31	0.04 *)	—
Dessau	1884—1918	34	—	0.09
Eger	1882—1913	28	— 0.10 *)	—
Frankfurt a. M.	1893—1919	27	— 0.00 *)	—
„	1884—1918	35	—	— 0.20
Görz	1882—1913	32	— 0.06 *)	—
Graz	1882—1913	32	0.00 *)	—
Halle a. d. S.	1884—1918	35	—	— 0.15
Hannover	1884—1918	33	—	— 0.05
Innsbruck	1882—1913	32	0.39 *)	—
Kassel	1884—1918	33	—	0.09
Klagenfurt	1882—1913	32	— 0.04 *)	—
Köln	1884—1918	34	—	— 0.26
Königsberg	1884—1918	35	—	— 0.10
Krakau	1882—1912	31	— 0.05 *)	—
Krefeld	1884—1918	35	—	— 0.02
Lemberg	1882—1912	31	0.12 *)	—
Lübeck	1884—1918	35	—	0.08
Magdeburg	1884—1918	35	—	0.08
Olmütz	1882—1913	32	— 0.20 *)	—
Paris	1880—1895	16	—	0.14
„	1895—1913	19	— 0.60	—
Pola	1882—1913	32	0.20 *)	—
Prag I bis VIII	1897—1925	29	— 0.20	— 0.30
„	1897—1911	15	0.08	—
„	1912—1925	14	0.07	—
Reichenberg	1889—1913	25	0.14 *)	—
Rostock	1884—1918	35	—	0.00
Salzburg	1882—1913	30	0.05 *)	—
Spalato	1890—1911	21	— 0.15 *)	—
Stettin	1884—1918	33	—	— 0.14
Troppau	1882—1913	26	— 0.02 *)	—
Wien	1884—1913	30	0.13	—
„	1882—1913	32	0.05 *)	—
Znaim	1891—1913	23	— 0.14 *)	—

*) Aus der Statistik der Krankenhäuser.

von Herrn Katzer gelegentlich der Berechnung der nicht gleichzeitigen Korrelationen durchgeführt werden soll.

Der Tabelle 1 entnimmt man, daß unter 45 berechneten Korrelationskoeffizienten 25 das negative Vorzeichen im Sinne der Pettenkofer-Woltersehen Lehre aufweisen, 19 aber positiv sind. Sämtliche Korrelationskoeffizienten — mit einer einzigen Ausnahme — sind aber sehr klein und übersteigen den Wert von wenigen Hundertsteln nicht, sobald ein hinreichend umfangreiches Material zur Verfügung steht — gleichgültig, ob man absolute oder relative Morbiditätszahlen zugrunde legt — und die Rechnung für ganze Städte durchgeführt wird.

Tabelle 2. Korrelation der Typhusmorbidität und des Niederschlags für einzelne Prager Stadtteile

Ort	Zeitraum	Jahre	Korrelationskoeffizient (r) Morbidität
Prag-Altstadt	1897—1925	29	— 0.20
„ -Neustadt	1897—1925	29	— 0.42
„ „	1897—1911	15	0.05
„ „	1912—1925	14	— 0.55
„ -Kleinseite	1897—1925	29	— 0.26
„ -Hradschin	1897—1925	29	— 0.32
„ -Josefstadt	1897—1925	29	— 0.03
„ -Wyschegrad	1897—1925	29	— 0.09
„ -Hollerschowitz	1897—1925	29	— 0.28
„ -Liben	1897—1925	29	— 0.33

Tabelle 3.

Der jährliche Gang des Korrelationskoeffizienten der Typhusmorbidität und des Niederschlags in den Prager Stadtteilen I bis VIII im Zeitraume 1897 bis 1925.

Monat	Korrelationskoeffizient (r)	Monat	Korrelationskoeffizient (r)
Januar	— 0.18	Juli	0.18
Februar	— 0.30	August	0.01
März	— 0.13	September	0.03
April	0.21	Oktober	0.09
Mai	0.03	November	0.19
Juni	— 0.22	Dezember	— 0.30

Nur Paris (1895 bis 1913) weist einen Korrelationskoeffizienten von — 0.60 aus. Doch erklärt sich dieser hohe Betrag sehr einfach durch die relative Kürze der Beobachtungsreihe (19 Jahre), in welcher zwei zufällig sehr günstig in trockene Perioden fallende Typhusepidemien ausschlaggebend sind, während die unmittelbar vorangehende 16jährige Reihe (1880 bis 1895) nur einen Korrelationskoeffizienten von + 0.14 liefert. Beachtet man bloß Beobachtungsreihen, deren Länge mindestens 30 Jahre beträgt, so ergibt sich kein Korrelationskoeffizient größer als ± 0.39 .

Ein bemerkenswertes Ergebnis ist in Tabelle 2, welche die Korrelation der Typhusmorbidität und des Niederschlags für einzelne Prager Stadtteile angibt,

enthalten. Zunächst fällt auf, daß alle aus dem Zeitraum (1897 bis 1925) abgeleiteten Korrelationskoeffizienten negativ sind, ferner, daß der aus der 29 Jahre umfassenden Epoche berechnete Korrelationskoeffizient die immerhin beachtliche Größe von -0.42 erreicht. Wenn man weiter das Material für Prag-Neustadt in zwei Abschnitte unterteilt, so liefert der Zeitraum 1897 bis 1911 einen Korrelationskoeffizienten im Betrage von $+0.05$, die Epoche 1912 bis 1925 ergibt aber $r = -0.55$. Mit einer gewissen Reserve (wegen des nicht sehr umfangreichen Materials) schließe ich daraus: Im ersten Zeitabschnitt, in dem die explosionsartigen, unperiodischen Störungen überwiegen (siehe Fig. 4), ist nicht nur die

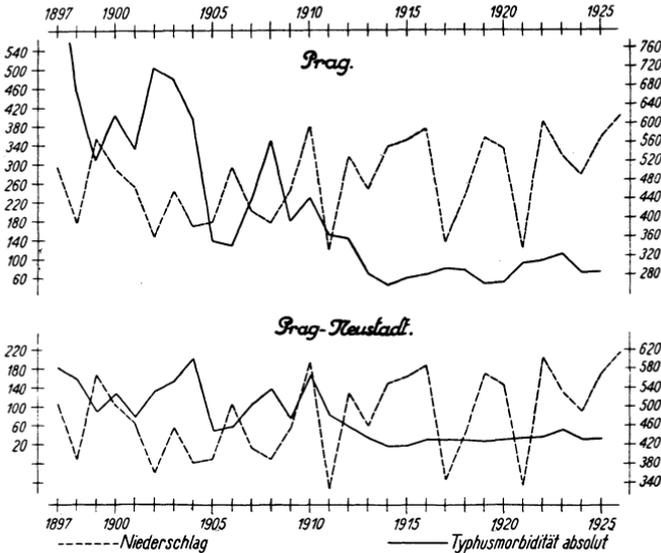


Fig. 4

von Pettenkofer-Wolter geforderte negative Korrelation nicht vorhanden, sondern sie ist, wenn auch absolut genommen sehr klein, positiv. Im zweiten Abschnitt, in welchem die unperiodischen Störungen (durch Kanalisation und gute Trinkwasserversorgung von Prag) auf ein Minimum herabgesetzt erscheinen, kann der Einfluß der Klimaschwankungen durchdringen und er tritt hier mit einer recht ansehnlichen negativen Korrelation auf. Die offenkundig vorhandene, entgegengesetzt geschaltete Beziehung von Niederschlagsschwankungen und Typhusmorbidity hat aber, wie schon ein Blick auf die graphische Darstellung (Fig. 4) oder eine Entwicklung in Fourierreihen beweist, eine sehr geringe Amplitude, während unzweifelhaft die unperiodischen Störungen — verursacht durch Wasser-¹⁴⁾, Obst-, Milch- oder sonstige Infektion — einen dominierenden Einfluß haben.

Zusammenfassend kann somit als Ergebnis dieser kleinen Untersuchung festgestellt werden, daß die Bedeutung der klimatischen Verhältnisse für die Typhusepidemiologie nicht zu leugnen ist, doch ist ihr Einfluß auf die Entstehung von Typhusepidemien sehr gering und nur ein indirekter. Diese Erkenntnis ist nicht unwichtig, da sonst allzuleicht bequeme Stadtväter die pflichtgemäße Prophylaxe, die in der energischen Durchführung der Trinkwasserversorgung, Kanalisation und Nahrungsmittelschau besteht, vernachlässigen könnten.

Literatur

¹) Fr. Wolter: Aufgaben und Ziele der epidemiologischen Forschung. (Vortrag gehalten auf der 88. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Innsbruck im September 1924). Hamburg, Conrad Behre, 1925.

²) Die Idee, die Seuchenentstehung auf eine aus gewissen zeitlichen bzw. klimatischen und unbekanntem tellurischen Ursachen resultierende epidemische Konstitution zurückzuführen, ist recht alt und geht auf Sydenham (1624 bis 1689) zurück. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts erbrachte Pettenkofer in seiner lokalistischen Lehre eine wissenschaftliche Begründung der Sydenhamschen Auffassung. In neuerer Zeit hat Penck (1887, Münchener Allgemeine Zeitung) einen Einfluß der Klimaschwankungen auf die Gesundheitsverhältnisse vermutet.

³) Ed. Brückner: Klimaschwankungen seit 1700 nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit. Geogr. Abh., herausgegeben von A. Penck, 4, Heft 2. Wien und Olmütz, Ed. Hölzel, 1890.

⁴) Bereits Francis Bacon (1622) hat in seiner „Naturgeschichte der Winde“ eine 35jährige Witterungsperiode behauptet (G. Hellmann: Meteorol. Zeitschr. 1896, S. 21).

⁵) A. Wagner: Eine bemerkenswerte 16jährige Klimaschwankung. Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss. **133**, 169 (1924).

⁶) L. W. Pollak: Das Periodogramm der Polbewegung. Gerlands Beitr. z. Geophys. **16**, 108 bis 194 (1927).

⁷) Durch die Funktionen:

$$x \dots 0.09640 \sin\left(\frac{2\pi}{10}t + 202.5^\circ\right) + 0.14514 \sin\left(\frac{2\pi}{12}t + 322.0^\circ\right)$$

$$y \dots 0.08049 \sin\left(\frac{2\pi}{10}t + 298.9^\circ\right) + 0.14347 \sin\left(\frac{2\pi}{10}t + 54.8^\circ\right).$$

⁸) W. Schmidt: Zur „Glättung“ von Wertereihen und Kurven. Meteorol. Zeitschr. 1916, S. 455 bis 460.

⁹) A. Defant: Wetter und Wettervorhersage S. 330. Leipzig, Fr. Deuticke, 1926.

¹⁰) Fußnote 3, S. 170. Man vergleiche hierzu noch die auf S. 167 angegebene Tabelle.

¹¹) J. v. Hann: Handb. d. Klimatologie **1**, 363, Stuttgart 1908.

¹²) P. Schreiber: Vier Abhandlungen über die Periodizität des Niederschlages, theoretische Meteorologie und Gewitterregen. Abh. d. Kgl. sächs. meteorol. Inst., Heft 1. Leipzig 1896. Schreiber beanstandet die ermüdende, sich beständig wiederholende Ableitung, die Verwendung unmathematischer Methoden und die dadurch erklärlichen offenkundigen Widersprüche („Die nassen und trockenen Zeiten fallen nicht überall genau zusammen — S. 170 —, während Herr Brückner auf S. 164 und 172 der Meinung ist, daß sie überall zusammenfallen“). Über die Brücknersche Methode urteilt Schreiber (S. 7 a. a. O.) nachstehend: „Endlich behauptet Herr Brückner (S. 141), daß es ausreiche, die Lustrenmittel statt der vollen Reihe zur Darstellung der Periodizität zu verwenden. Zum Beweis stellt er die volle Reihe für

Prag, Madras und Barnaul graphisch dar und zeichnet die abgekürzten ein. Jeder Unbefangene wird sagen, daß bei Barnaul beide Kurven nahe zusammenfallen, für Madras und Prag aber vollständig verschiedenen Verlauf haben, aber Herr Brückner sieht so etwas nicht.“

¹³⁾ A. E. Douglass: Climatic Cycles and tree-growth. A study of the annual rings of trees in relation to climate and solar activity. Washington (Carnegie Institution): **1** (1919); **2** (1928).

¹⁴⁾ In Prag war die mißbräuchliche Verwendung von Nutz- (Fluß-)Wasser zu Trinkzwecken durch viele Jahrzehnte die Hauptursache der Typhuserkrankungen (G. Salus: Zur Epidemiologie des Typhus abdominalis. Med. Klin. Wien 1930, Nr. 4).

¹⁵⁾ R. Gregory: Weather recurrences and weather cycles. Quart. Journ. of the Royal Meteorol. Soc. Nr. 234. London, April 1930.

¹⁶⁾ H. L. Moore: Economic Cycles: their Law and Cause. New York, Macmillan, 1914, zitiert nach R. Gregory (Fußnote 15).

¹⁷⁾ D. Brunt: An investigation of periodicities in rainfall, pressure and temperature at certain European stations. Quart. Journ. of the Royal Meteorol. Soc. Nr. 221. London 1927.

¹⁸⁾ C. Easton: Periodicity of winter temperatures in western Europa since A. D. 760. Sci. Proc. A. Akad. Wetenschap, Amsterdam **20**, 1092 (1918); zitiert nach R. Gregory (Fußnote 15).

¹⁹⁾ C. Easton: Les Hivers dans l'Europe occidentale. Leyde 1928.

²⁰⁾ Zitiert nach R. Gregory (Fußnote 15).

Über die Abhängigkeit der Schwerkraft vom Zwischenmedium

Von **Teodor Schlomka** in Halle (Saale) — (Mit 3 Abbildungen)

(2. Mitteilung)

Es wird experimentell nachgewiesen, daß die bisher erhaltenen Ergebnisse über die Abhängigkeit der Schwerkraft vom Zwischenmedium nicht durch störende magnetische Kräfte beeinflusst sind.

In der 1. Mitteilung¹⁾ war kurz über einen Versuch berichtet worden, dessen Ziel es war, festzustellen, ob eine Abhängigkeit der Schwerkraft vom Zwischenmedium im Sinne einer „Kraftlinienbrechung“ vorhanden ist. Das Ergebnis dieses Versuchs war ein anscheinend positives: Das Gravitationsfeld einer 1200 kg schweren Masse wurde durch ein zwischen Gravitationsmasse und Beobachtungsort gebrachtes Eisenblechprisma, das mit 825 Liter Wasser gefüllt worden war, merklich beeinflusst.

Bei der Kleinheit der zu messenden Gravitationskräfte liegt die Vermutung nahe, daß der bisher erhaltene Effekt nicht reell, sondern durch gewisse Fehlerquellen vorgetäuscht ist. Als Gravitationsmasse ist Eisen benutzt worden, und auch die Wand des prismatischen Wassergefäßes bestand aus Eisenblech. Es kam also die Beeinflussbarkeit der bei den Versuchen benutzten Drehwaagen durch äußere Magnetfelder als eine etwaige Störungsquelle in Frage.