

Eine paläoklimatologische Studie

von

Dr. Med. **Fritz Kerner von Marilaun.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. April 1895.)

Jüngst kam mir der Gedanke, auf die Neumayr'sche Weltkarte der Jurazeit¹ die Forbes'sche Temperaturformel anzuwenden. Da nach Neumayr die Lage der Erdpole zu jener Zeit nicht viel von der heutigen abgewichen sein kann² und von ihm nichts darüber gesagt wird, nach welcher Richtung hin eine eventuelle geringe Verschiebung zu denken wäre, habe ich die Procente der Landbedeckung auf seiner Karte längs den heutigen Parallelkreisen abgemessen und hiebei folgende mit n' bezeichnete Relativzahlen erhalten, denen die von Dove³ für die Jetztzeit ermittelten Werthe von n (auf zwei Decimalen abgekürzt) des Vergleiches wegen beigefügt sind:

	φ	n'	n	$n - n'$
N	70	0·27	0·54	0·27
	60	0·40	0·61	0·21
	50	0·41	0·59	0·18
	40	0·34	0·37	0·03

¹ Melchior Neumayr, Die geographische Verbreitung der Juraformation, Karte I. Denkschriften der Wiener Akademie, L. Bd. Verkleinert reproducirt in Neumayr's Erdgeschichte, II. Bd., S. 336 und in Berghaus' Physikalischem Atlas, Abth. I, Nr. 7/8, Carton links unten.

² Neumayr schliesst dies aus dem den heutigen Breitengraden ungefähr parallelen Verlaufe seiner homoiozoischen Gürtel (Über klimatische Zonen während der Jura und Kreidezeit. Denkschriften der Wiener Akademie, XLVII. Bd., S. 307) und aus der Allgemeinheit der oberjurassischen Transgression auf der Nordhemisphäre (Die geographische Verbreitung der Juraformation, S. 129).

³ Dove, Über die Verhältnisse des Festen und Flüssigen auf der Erdoberfläche. Zeitschrift für allgemeine Erdkunde, Neue Folge, Bd. XII.

	φ	n'	n	$n-n'$
N	30	0·34	0·45	0·11
	20	0·38	0·32	-0·06
	10	0·41	0·24	-0·17
	0	0·54	0·21	-0·33
S	10	0·53	0·22	-0·31
	20	0·48	0·24	-0·24
	30	0·43	0·21	-0·22
	40	0·27	0·04	-0·23
	50	0·07	0·02	-0·05

Die Parallelkreistemperaturen bestimmte ich nach der Formel

$$t'\varphi = l\varphi n'\varphi + w_{\varphi}(1 - n'\varphi),$$

in welcher für l (Temperatur auf einer Landhemisphäre) und w (Temperatur auf einer Wasserhemisphäre) die Werthe eingesetzt wurden, welche Spitaler erhielt,¹ indem er die mit Zugrundelegung der von ihm aus den Hann'schen Isothermenkarten² bestimmten Parallelkreistemperaturen³ aufgestellte Formel⁴

$$t\varphi = -2\cdot43 + 17\cdot61 \cos \varphi + 7\cdot05 \cos 2\varphi + 19\cdot29n \cos 2\varphi,$$

welche von der ursprünglich von Forbes angegebenen Gleichung⁵

$$t_{\lambda} = 12\cdot5 + 59\cdot2 \cos^{5/4} \lambda + 38\cdot1 L \cos 2\lambda$$

¹ Spitaler, Die Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche. Denkschriften der Wiener Akademie, LI. Bd.

² Hann, Atlas der Meteorologie in Berghaus, Physikalischer Atlas, Abth. III.

³ In neuester Zeit hat auf Grund der Buchan'schen Isothermenkarten (Report on Atmospheric Circulation) S. F. Batchelder die Parallelkreistemperaturen bestimmt: A new series of isanomalous temperature charts, based on Buchan's isothermal charts. American Meteorolog. Journal 1894, March.

⁴ Spitaler rechnete die Constanten viermal auf anderer Grundlage und fand, dass diese in seiner Arbeit mit III bezeichnete Formel die Beobachtungen am besten wiedergab.

⁵ J. D. Forbes, Inquiries about Terrestrial Temperature, Trans. Edinb. Soc., vol. XXII.

durch Wegfall des Exponenten $\frac{5}{4}$ im Cosinuglied und durch Zusatz eines weiteren Gliedes mit dem Cosinus der doppelten Breite in formeller Beziehung differirt, für $n = 1$ und $n = 0$ auflöste. Es ergaben sich folgende mit $t'\varphi$ bezeichnete Werthe, denen wieder des Vergleiches wegen die von Spitaler nach derselben Formel mit den Dove'schen Werthen von n gerechneten Parallelkreistemperaturen ($t\varphi$) beigelegt sind:

	φ	$t'\varphi$	$t\varphi$	$t\varphi - t'\varphi$
N	70	— 5·8	— 9·8	—4·0
	60	— 1·0	— 3·0	—2·0
	50	6·3	5·7	—0·6
	40	13·5	13·5	0·0
	30	19·6	20·7	1·1
	20	25·1	24·2	—0·9
	10	29·0	25·9	—3·1
	0	32·6	26·2	—6·4
S	10	31·1	25·4	—5·7
	20	26·6	23·0	—3·6
	30	20·5	18·3	—2·2
	40	13·2	12·4	—0·8
	50	7·5	7·6	0·1

Zur Bestimmung der mittleren Hemisphärentemperaturen summirte ich die für successive Zonen von 10° Breite gerechneten Werthe von

$$\frac{1}{2} (t_1 + t_2) (\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1),$$

welche mit den bei Anwendung des Verfahrens der schrittweisen Integration¹ (unter Zugrundelegung der obigen Constanten) für ebensolche Zonen zu bildenden Werthen von

$$\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (-2 \cdot 43 + 17 \cdot 61 \cos \varphi + C \cos 2\varphi) \cos \varphi d\varphi,$$

¹ Spitaler, l. c. S. 13.

in welchen

$$C = 7 \cdot 05 + 19 \cdot 29 \times \frac{1}{2} (n_1 + n_2)$$

zu setzen ist, beinahe ident sind.¹

Die Summirung bis zum 70. Breitengrad (wobei auf der Südhemisphäre für $\varphi = 60^\circ$ und $\varphi = 70^\circ$ Wasserparallelkreistemperaturen angenommen wurden) ergab für die Nordhemisphäre:

$$5 \cdot 4 + 4 \cdot 6 + 3 \cdot 5 + 2 \cdot 4 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 3 - 0 \cdot 3 = 17 \cdot 0$$

und für die Südhemisphäre:

$$5 \cdot 6 + 4 \cdot 9 + 3 \cdot 7 + 2 \cdot 4 + 1 \cdot 3 + 0 \cdot 5 + 0 \cdot 0 = 18 \cdot 4.$$

Diese Werthe können wegen des geringen Einflusses der Wärme der vom 70. Grad umgrenzten Calotte auf die Mittelwärme einer Halbkugel als angenäherte mittlere Hemisphärentemperaturen betrachtet werden. Als Mitteltemperatur in der Jetztzeit erhält man für die Nordhemisphäre im Durchschnitte aus den Bestimmungen von Dove,² Schoch³ und Ferrel⁴ $T_m = 15 \cdot 3$ und für die Südhemisphäre im Mittel aus den Berechnungen von Sartorius von Waltershausen,⁵ Schoch, Ferrel und Hann⁶ $T_m = 15 \cdot 5$.

Es ergibt sich somit, dass bei der auf der Neumayr'schen Weltkarte der Jurazeit dargestellten Vertheilung von Land und

¹ Auf der Südhemisphäre könnte man (jedoch ohne Vortheil) über deren bekannten Zonentheil auf einmal integriren, indem daselbst die Verschmälerung der Continente auf der Neumayr'schen Karte einer Darstellung als Function der geographischen Breite etwa in der Form

$$n = a - b \operatorname{tg} \varphi - c \operatorname{tg}^2 \varphi$$

nicht ungünstig wäre.

² Dove, Die Verbreitung der Wärme auf der Oberfläche der Erde, 1852.

³ Schoch, Darstellung der mittleren Jahrestemperaturen als Function der geographischen Breite und Länge, 1856.

⁴ Ferrel, Meteorological Researches for the use of the Coast Pilot, part I, 1877.

⁵ Sartorius von Waltershausen, Die Klimate der Gegenwart und Vorwelt, 1865.

⁶ Hann, Über die Temperatur der südlichen Hemisphäre. Diese Sitzungsberichte, LXXXV. Bd., I.

Wasser auf die Erdoberfläche die Südhemisphäre um etwa $1\frac{1}{2}$ Grad wärmer wäre als die Nordhemisphäre, während in der Jetztzeit beide Halbkugeln gleich warm sind, und dass bei der auf der genannten Karte dargestellten Gruppierung der Continente und Meere die mittlere Erdoberflächentemperatur um etwas mehr als zwei Grade höher wäre als sie in der Gegenwart ist.

Eine Verwerthbarkeit für die Paläobiologie kommt diesem Resultate kaum zu; es bietet aber Interesse als ziffermässiger Nachweis der Grösse des thermischen Gesamteinflusses, welchen eine bestimmte Änderung eines der den Wärmezustand der Erdoberfläche mitbedingenden Momente (bei Constanz der übrigen) ausüben würde. Über die Temperaturverhältnisse, welche an bestimmten Orten zu bestimmten Zeiten geherrscht haben mögen, erhält man durch die Forbes'sche Temperaturformel überhaupt keinen Aufschluss; doch ist es nicht zutreffend, wenn Neumayr das durch paläontologische Forschungen gewonnene Resultat, dass trotz fundamentaler Änderung der Festlandsvertheilung sich in Mitteleuropa das Klima vom Lias bis in das Oxfordien nicht merklich geändert hat, als einen Beweis dafür ansieht, dass die Gruppierung der Continente ganz ohne Einfluss auf das Klima sei,¹ denn Mitteleuropa breitet sich eben unmittelbar nördlich von jenem Parallelkreise aus, längs welchem auf einer Land- und auf einer Wasserhemisphäre dieselben Temperaturen vorhanden wären.

Im Anschlusse an die Temperaturvertheilung möge hier noch die Luftdruckvertheilung auf der Erdoberfläche zur Zeit des oberen Jura — wie sie sich unter der, wie erwähnt, begründeten Voraussetzung einer der jetzigen analogen Polage aus der Neumayr'schen Karte theoretisch ableiten lässt — in Kürze skizzirt werden.

Von den drei grossen Festländern der Jurazeit war nur der nearktische Continent der Entwicklung intensiver Winter- und Sommerextreme des Luftdruckes günstig. Über der grossen

¹ Neumayr, Erdgeschichte, II. Bd., S. 338 und 339.

brasilianisch-äthiopischen Continentalmasse konnten sich wegen deren vorwiegend innertropischer Lage, über dem sino-australischen Continent wegen dessen relativ geringer Breitenausdehnung keine sehr bedeutenden barometrischen Maxima und Minima bilden.

Auf der Nordhemisphäre dürfte im Winter in der vom Gürtel hohen Luftdruckes umschlossenen Calotte ein vom südlichen Nordamerika über Nordeuropa nach Ostasien hingezogener (im Gebiete des heutigen Russland vielleicht eingeschnürt oder unterbrochen gewesener) barometrischer Rücken eine im damals überflutheten Gebiete Westeuropas gelegene kleine Luftdruckmulde von einer grösseren über das in jener Zeit unter Wasser gestandene Sibirien und über den Nordpacific ausgebreitet gewesenen Mulde getrennt haben. Im Sommer mögen sich zwischen zwei Luftdruckmaxima über dem nordpazifischen Ocean und über dem Meere an Stelle Mitteleuropas ein Hauptminimum im südlichen Nordamerika und ein secundäres Minimum in Südostasien eingeschaltet haben. Auf der Südhemisphäre dürfte der Gürtel hohen Luftdruckes im Nordwinter über Australien und über dem jetzt vom südatlantischen Ocean eingenommenen Gebiete unterbrochen, im Nordsommer dagegen continuirlich und über den genannten Unterbrechungsgebieten verdichtet gewesen sein. Die bedeutendste Abweichung vom jetzigen Isobarenbilde würde sich somit für die winterliche Luftdruckvertheilung auf der Nordhemisphäre ergeben.
