

# Die extremen thermischen Anomalien auf der Nordhemisphäre und ihre Bedeutung für die Frage der geologischen Polverschiebungen.

Von Dr. FRITZ v. KERNER.

Die im folgenden mitgeteilten Zahlenwerte wurden bei Gelegenheit von Studien über das paläothermale Problem von mir bestimmt. Als ziffermäßige Nachweise der in ihren Hauptzügen wohlbekannten Phänomene der Scharung und Zerstreung der Isothermen bieten sie aber auch für die Klimatologie der Jetztzeit Interesse. Die folgenden Tabellen enthalten für das Jahr, den Januar und Juli die mittleren und extremen Wärmedifferenzen zwischen je 10° Breite und die mittleren und extremen Breitendifferenzen zwischen den um je 10° abstehenden Hauptisothermen; ferner jene Breitendifferenzen, welche den extremen Wärmeunterschieden, und jene Temperaturunterschiede, welche den extremen Breitendifferenzen bei mittlerer zonaler Wärmeverteilung entsprechen würden. Diese zwei Reihen von Werten haben speziell paläoklimatologisches Interesse. Als Ergänzung folgen noch in analoger Darstellungsweise die extremen Temperaturen auf den Parallelkreisen und die extremen Breitenlagen der Isothermen.

## Extreme Temperaturunterschiede zwischen den Parallelkreisen.

Jahr	<i>m</i>	<i>d</i>	$\lambda$	<i>b</i>	<i>d'</i>	$\lambda'$	<i>b'</i>
90—80	3.5	11.0	10—20 E	21°	0.0	{100—140 E 120—80 W}	0°
80—70	6.6	12.1	10 E	15	3.3	130 E	5
70—60	9.1	18.0	145 W	23 30'	1.6	10 E	1 30'
60—50	6.4	11.3	115 W	16	2.0	55 W	3
50—40	8.4	13.5	75 E	18	2.8	125 W	3 40
40—30	6.3	10.6	130—135 E	17	—2.2	120 W	— 2 40
30—20	5.4	9.0	20 E	—	1.6	110 W	2 20
20—10	0.7	2.4	130—135 W	—	—2.6	100 W	— 6
10—0	—0.5	1.1	35 W	—	—4.7	0	—18
Januar							
90—80	4.0	19.7	10 E	29° 50'	—2.0	110—150 E	—
80—70	6.5	16.0	10 E	20	—4.5	130 E	—
70—60	9.5	25.0	145 W	26 20	—5.1	35 E	— 7° 30'
60—50	8.8	23.0	125 W	23 20	0.0	55 W	0
50—40	11.1	20.9	115 E	19 50	2.8	10 W	3 10
40—30	10.0	17.0	125 E	18 40	0.1	5 E	0 10
30—20	7.8	14.3	100 E	—	1.5	20 W	1 30
20—10	4.0	8.0	20 E	—	0.6	110 W	1 20
10—0	0.5	2.0	25—20 W	—	—0.8	5 E	— 2 30
Juli							
90—80	0.6	2.0	20—30 E	14° 10'	0.0	60 E—130 W	—
80—70	4.6	11.6	130 E	20 30	1.0	10 W	3° 30'
70—60	6.9	14.4	60 E	26 30	0.1	145 E	0 10
60—50	4.0	7.8	105 W	17	—3.8	135 W	— 7 10
50—40	5.7	11.0	5 W	—	—1.8	130 E	— 3 40
40—30	3.5	9.7	5 E	—	—10.6	120 W	—22 30
30—20	0.7	7.0	20, 30 E	—	—8.0	65—70 E	—17 30
20—10	—1.4	2.8	125 W	—	—8.2	55 E	—26 30
10—0	—1.3	2.0	55—50 W	—	—6.5	0	—36

*m* = mittlerer Temperaturunterschied.

*d*, *d'* = größter und kleinster Temperaturunterschied (größte und kleinste Temperaturzunahme auf 10° Breitenabnahme).

$\lambda$ ,  $\lambda'$  = zugehörige Längen.

*b*, *b'* = die Breitenunterschiede (Breitenabnahmen), welchen die Werte *d* und *d'* bei mittlerer zonaler Wärmeverteilung entsprechen (von jenem Parallelkreis ab gerechnet, von welchem ab der Wert *m* genommen ist).

*m* nach Spitaler.

*d*, *d'* aus der großen Schlußstabelle in Spitalers bekannter Abhandlung über die Wärmeverteilung auf der Erdoberfläche bestimmt.

*b*, *b'* durch graphische Interpolation erhalten.

## Extreme Breitenunterschiede zwischen den Isothermen.

Jahr	$m$	$b$	$\lambda$	$d$	$b'$	$\lambda'$	$d'$
— 10 bis 0	11° 30'	19° 50'	60 W	15.4	5° 10'	140 W	5.7
0 „ 10	14 10	22 50	10 E	16.6	7 30	110 W	4.8
10 „ 20	14	26 50	120 W	16.0	8	70 E	6.3
Januar							
— 20 bis — 10	9° 10'	29° 50'	50 E	30.7	2° 20'	140 W	3.1
— 10 „ 0	10 30	29 30	30 E	29.0	2 20	140 W	1.7
0 „ 10	9 30	28	0	23.8	4 30	20 E	5.0
10 „ 20	11	35 20	20 W	16.1	4 10	110 W	4.3
Juli							
10 bis 20	20° 50'	38° 50'	130 W	17.6	9° 20'	130 E	4.7

$m$  = mittlerer Breitenunterschied.

$b, b'$  = größter und kleinster Breitenunterschied (größte und kleinste Breitenabnahme auf 10° Temperaturzunahme).

$\lambda, \lambda'$  = zugehörige Längen.

$d, d'$  = die Temperaturunterschiede (Temperaturzunahmen), welchen die Werte  $b$  und  $b'$  bei mittlerer zonaler Wärmeverteilung entsprechen (von jener Isotherme ab gerechnet, von welcher ab der Wert  $m$  genommen ist).

$m$  aus Spitalers Parallelkreistemperaturen interpoliert.

Zur Bestimmung der Werte  $b$  und  $b'$  glaubte ich die Breitenlagen der Isothermen für jeden zehnten Meridian aus drei Gründen nach den älteren Isothermenkarten in Hanns Atlas der Meteorologie, statt nach den neuen Kärtchen in Hanns Lehrbuch der Meteorologie vornehmen zu sollen; erstens weil jene in einem mehr als zweimal so großen Maßstabe gezeichnet sind; zweitens weil sie — von 2 zu 2° fortschreitend — auch die Isothermen — 10° und + 10° enthalten; drittens weil es passend schien, diese Differenzwerte auf dieselben Karten zu basieren, auf welchen die den vorigen Differenzwerten zugrunde liegende Schlußabelle in Spitalers Abhandlung basiert.

$d, d'$  durch graphische Interpolation erhalten.

## Extreme Temperaturen auf den Parallelkreisen.

Jahr	$m$	$t$	$\lambda$	$\varphi$	$t'$	$\lambda'$	$\varphi'$
80°	— 16.5	— 9.0	10—20 E	69°	— 20.0	{ 110—140 E } { 120— 80 W }	90°
70	— 9.9	3.3	15 E	53 30'	— 16.7	130 E	80 30'
60	— 0.8	7.8	0	47	— 8.2	{ 130 E } { 85—80 W }	68 30
50	5.6	12.0	10 W	42 20	— 0.3	135 E	59
40	14.0	17.7	115 W	34	8.0	130 E	46 40
30	20.3	25.7	75 E	20	14.0	120 W	40
20	25.7	30.0	5 W—20 E	—	22.2	130—125 W	27 20
10	26.4	30.0	25—40 E	—	24.4	120 W	23 30
0	25.9	27.9	30 E	—	24.2	105 W	24
Januar							
80°	— 32.0	— 16.3	10 E	60°	— 38.0	110—150 E	—
70	— 25.5	0.3	10 E	43	— 43.0	135 E	—
60	— 16.0	4.0	5 W	39 50'	— 38.4	130 E	—
50	— 7.2	10.0	20—15 W	33 50	— 26.1	120 E	71°
40	3.9	13.8	20 W	30 10	— 9.0	125 E	52 20'
30	13.9	20.6	55 W	21 50	4.0	105—110 E	40
20	21.7	24.4	60 W	13 50	17.2	110 E	26 30
10	25.7	28.5	25 E	—	24.0	25—20 W	15
0	26.2	30.0	20—30 E	—	25.0	110 W	12°
Juli							
80°	2.6	4.0	20— 30 E	75° 50'	2.0	60 E—130 W	90°
70	7.3	13.6	125—130 E	61 30	3.5	{ 175—170 W } { 135—130 W }	77
60	14.1	20.3	125 E	45 50	6.5	175 W	71 10'
50	18.1	24.4	95 E	38 40	12.0	155—140 W	65 20
40	23.8	32.2	70 E	—	14.0	125 W	60 20
30	27.4	36.0	0	—	17.7	125—120 W	50 50
20	28.1	36.0	0—30 E	—	23.2	125 W	41
10	26.7	32.0	30 E	—	25.5	65—70 E	0
0	25.5	28.0	55—50 W	—	23.3	{ 5 E } { 90 W }	40 50

$m$  = mittlere Temperatur.

$t, t'$  = höchste und tiefste Temperatur,  $\lambda, \lambda'$  = zugehörige Längen.

$\varphi, \varphi'$  = die Breiten, welchen die Werte  $t$  und  $t'$  bei mittlerer zonaler Wärmeverteilung entsprechen.

$m, t$  und  $t'$  nach Spitaler,  $\varphi$  und  $\varphi'$  graphisch interpoliert.

Extreme Breitenlagen der Isothermen.

Jahr	<i>m</i>	$\varphi$	$\lambda$	<i>t</i>	$\varphi'$	$\lambda'$	<i>t'</i>
— 10°	70° 10'	82°	20 E	— 17.5	61° 40'	130 E	— 2.0
0	58 40	72 40'	20—25 E	— 12.0	49 30	130 E	6.0
10	44 30	53 30'	5 W	3.3	38 40	130 E	14.8
20	30 30	38	115 W	15.3	22 20	125 W	24.9
Januar							
— 20°	63°	82°	0	— 32.9	44° 40'	120 E	— 2.0
10	53 50'	75 20'	10 E	— 29.3	40 30	110—120 E	3.3
0	43 20	70 40	15 E	— 25.9	34 10	100 W	9.5
10	33 50	50 10	15 W	— 7.4	24 50	110 W	18.6
20	22 50	31	55 W	13.0	14	20 W	24.3
Juli							
10°	67° 20'	72° 30'	105 E	5.7	53° 20'	170 W	16.5
20	46 30	61 40	130 E	13.5	25	120 W	28.0

*m* = mittlere Breitenlage.

$\varphi, \varphi'$  = höchste und niedrigste Breitenlage,  $\lambda, \lambda'$  = zugehörige Längen.

*t, t'* = die Temperaturen, welchen die Werte  $\varphi$  und  $\varphi'$  bei mittlerer zonaler Wärmeverteilung entsprechen.

*m* aus Spitalers Parallelkreistemperaturen interpoliert.

$\varphi, \varphi'$  aus den Isothermenkarten in Hanns Atlas der Meteorologie bestimmt. *t, t'* graphisch interpoliert.

Die Querstriche in den Kolonnen *b* und *b'* in der ersten und  $\varphi$  und  $\varphi'$  in der dritten Tabelle entsprechen jenen Fällen, in welchen diese Größen keinen reellen Wert haben. Bei *b* tritt dieser Fall ein, wenn *d* größer ist als die normale Temperaturzunahme bis zum Äquator, bei *b'*, wenn *d'* die normale Temperaturabnahme bis zum Pol übersteigt, bei  $\varphi$ , wenn *t* die mittlere Temperatur des Äquators übertrifft, bei  $\varphi'$ , wenn *t'* tiefer ist als die Temperatur am Pole.

Aus den im vorigen mitgeteilten Zahlenwerten ergeben sich gewichtige Bedenken gegen die Zulässigkeit des Beweises von Polverschiebungen auf Grund einer von der jetzigen abweichenden Wärmeverteilung in früheren Erdperioden. Man hat solche Verschiebungen wiederholt auf Grund eines „relativ zu nordischen oder zu südländischen Gepräges“ von fossilen Floren (und Faunen) angenommen. Es wurde hierbei vorausgesetzt, daß der abweichende Florencharakter in der Tat auf geänderte Temperaturverhältnisse und nicht auf andere Momente (Bodenbeschaffenheit, Siedlungsbedingungen) zurückzuführen sei, und es wurde weiter die Voraussetzung gemacht, daß der Charakter der Flora — insoweit er als eine Funktion der Temperatur zu betrachten ist — nicht durch jene Faktoren mitbedingt sei, welche außer der geographischen Breite und Festlandsverteilung das thermische Lokalklima beeinflussen, durch Seehöhe und Exposition. Die Frage, inwieweit diese Voraussetzungen begründbar sind, fällt in das Gebiet der Geologie und soll hier unerörtert bleiben.

Es sei der Fall gegeben, daß der Unterschied zwischen einer fossilen Flora und einer rezenten oder fossilen Vergleichsflora nur durch die Verschiedenheit der auf das Meeresniveau reduzierten Temperaturen bedingt sei. Wenn man in diesem Falle ein mehr nordisches Gepräge einer größeren Polnähe, einen mehr südländischen Habitus einer größeren Äquatornähe zuschreibt und das Ausmaß der Verschiebung nach der mittleren zonalen Wärmeverteilung beurteilt, so kann dies zu ganz falschen Schlüssen führen. Angenommen, es würde an der Südküste von Alaska eine vorwiegend von der Wintertemperatur abhängige Flora versteinert und es fände eine Polverschiebung um 10° in 145° W statt, mit welcher eine solche Veränderung der Festlandsverteilung einherginge (die Polverschiebungen müssen ja mit Massenverlagerungen in der Erdkruste im Zusammenhange stehen), daß bei  $\varphi = 70^\circ$  und  $\lambda = 145^\circ$  wieder dieselbe Januartemperatur herrschen würde wie jetzt (bei einer Verschiebung ohne Änderung der Konfiguration, an einer Nordküste des Pazifik;

in 70° wäre es natürlich viel wärmer als jetzt an einer Südküste des Eismeereres in derselben Breite), dann würde man bei 70° eine fossile Flora antreffen, die auf eine Herkunft aus einem Gebiete mit einer um 25° höheren Januartemperatur schließen ließe. Würde man nun die mittlere zonale Wärmeverteilung in Betracht ziehen, so ergäbe sich, daß eine Annäherung an den Pol um 27° erfolgt sei, und doch hätte dieselbe nur 10° betragen. Käme in der Gegend des Varangerfjordes eine von der Wintertemperatur abhängige Flora zur Versteinerung und fände wieder eine Polverlagerung um 10° in 145° W statt, und würde dann infolge veränderter Land- und Wasserverteilung bei  $\varphi = 60^\circ$  und  $\lambda = 35^\circ$  E wieder jene Januartemperatur herrschen, welche jetzt am Ladogasee beobachtet wird, so wäre, da die fossilen Reste jetzt auf ein um 4° wärmeres Winterklima hinweisen würden, im Sinne der vorigen Schlußweise anzunehmen, daß eine Annäherung um 5° an den Pol stattgefunden habe, und doch wäre in diesem Falle eine Abrückung vom Pole um 10° erfolgt.

Aus Floren, welche vorwiegend von der höchsten Sommertemperatur abhängig sind, würden sich bei analoger Schlußweise bei einer Breitenverschiebung um 10° als extreme Fehlschlüsse ergeben: eine Annäherung an den Pol um 27° (wie im obigen Falle) in 60° E und andererseits eine Persistenz der Pollage in 145° E. Auch in den mittleren und subtropischen Breiten würden sich sowohl für den Winter als auch für den Sommer noch ziemlich große Fehlschlüsse ergeben können.

Nun können die mit großen Polverschiebungen einhergehenden Umgestaltungen der Erdoberfläche auch eine Änderung des Klimas für eine bestimmte Breite und Länge mit sich bringen. Es könnte, um auf das erste Beispiel zurückzukommen, nach einer Polverschiebung um 10° bei  $\varphi = 70^\circ$  und  $\lambda = 145^\circ$  die Temperatur des mittleren Wintermonates wohl höher, aber auch noch tiefer sein, als sie jetzt östlich vom Kap Barrow ist. Im letzteren Falle würde man annehmen, daß die fossile Flora aus einer Gegend mit um mehr als 25° höherer Wintertemperatur stamme, und schließen, daß eine Annäherung an den Pol um mehr als 27° erfolgt sei. Die Werte  $b$  und  $b'$  in der ersten Tabelle liegen demnach noch unter der Grenze der möglichen Fehlschlüsse. Man kann darum wohl sagen, daß ein abweichender thermischer Charakter einer einzelnen fossilen Flora weder betreffs der Größe noch auch betreffs der Richtung einer Polverschiebung einen bestimmten Schluß gestattet.

Größere Beweiskraft für die Richtung einer Polverlagerung wollte man einer entgegengesetzten thermischen Abweichung zweier fossiler Floren zuschreiben, deren Fundorte unter gleicher Breite auf einander gegenüberstehenden Meridianen liegen. Um diese Beweisführung hinsichtlich ihrer Stichhaltigkeit zu prüfen, habe ich für Januar und Juli die Temperaturdifferenzen zwischen je zwei Punkten bestimmt, welche in um 20° verschiedenen Breiten auf zwei einander gegenüberstehenden Meridianen liegen. Die mittleren und extremen Werte dieser Differenzen nebst den zu letzteren gehörigen Längen sind:

	Januar					Juli				
	$m$	$d$	$\lambda$	$d'$	$\lambda'$	$m$	$d$	$\lambda$	$d'$	$\lambda'$
80—60°	16.0	39.6	180	— 6.1	50 W	—	16.7	60—50 W	3.9	10 E
70—50	18.3	46.5	160 E	— 6.1	60 W	10.8	20.1	130 W	— 0.6	130 E
60—40	19.9	47.8	130 E	— 0.7	30 W	9.7	19.2	180	— 3.5	50 E
50—30	21.1	46.6	120 E	4.0	20 W	9.3	23.0	180	— 5.9	60 E

Man sieht, daß die extremen thermischen Anomalien auf der Nordhemisphäre ausreichen können, um den einer Breitendifferenz von 20° entsprechenden mittleren Temperaturunterschied auf einem Meridiankreise zu kompensieren, und daß sogar

eine der normalen entgegengesetzte Wärmeänderung vorkommen kann. Im Juli ist es bei der Magdalenenbay auf Spitzbergen unter 80° fast so warm wie genau gegenüber bei der Mathäusinsel (Beringsmeer) unter 60°, an der unteren Lena unter 70° ebenso warm wie gegenüber in Neufundland unter 50°, und an der Kama unter 60° wärmer als gegenüber an der Westküste Kaliforniens unter 40°. Würden an je zweien dieser Gegenden von der Sommertemperatur abhängige Floren versteinert und fänden Polverschiebungen um 10° statt, so würde man unter 70, 60 und 50° auf zwei einander gegenüberstehenden Meridianen Floren von gleichem thermischen Charakter antreffen und jedesmal auf Persistenz der Pollage schließen. Würden die lokalklimatischen Faktoren auf die Sommertemperatur an den ersteren Standorten erhöhend, an den letzteren erniedrigend eingewirkt haben, so käme man zu dem Schlusse, daß die Floren der drei südlichen Standorte aus dem Norden gekommen seien, und daß Polverschiebungen erfolgt seien, welche den tatsächlich stattgehabten entgegengesetzt wären. Es kann daher auch eine entgegengesetzte Abweichung im thermischen Charakter zweier unter gleicher Breite einander gegenüberliegender fossiler Floren noch zu keinem sicheren Schlusse über die Richtung einer Polverschiebung führen. Betreffs des Ausmaßes einer solchen Verschiebung sind hier große Fehlschlüsse möglich, da die Temperaturunterschiede mehr als das Doppelte der normalen erreichen können.

Große Bedeutung wird manchmal dem Umstande beigemessen, daß die Tertiärfloren Japans auf ein kühleres Klima als das heutige hinweisen. Es soll das gleichsam die Kontrollbeobachtung zu der aus den tertiären Pflanzenfunden in Grinneland, Grönland und Spitzbergen gefolgerten Polverschiebung gegen das nordöstliche Asien hin sein. Woeikof hat aber (Kommentar zur Hypothese von Dubois) für das nordische Gepräge der japanischen Tertiärfloren eine rein klimatologische Erklärung gegeben. Nach seiner Ansicht war im Tertiär infolge höherer Wärme in den ozeanischen Gebieten Ostsibirien im Winter noch etwas kälter als jetzt, und die Geißel des Winterklimas der ostasiatischen Küstenländer, der eisige Landwind aus NW wehte damals mit noch größerer Kälte als in unseren Tagen. Der Sommer war noch regenreicher und so wohl auch eher kühler als jetzt.

Man dachte auch daran, daß Unterschiede im thermischen Charakter zweier fossiler Floren, deren Fundorte in gleicher Nord- und Südbreite auf demselben Meridian lägen, auf Polverschiebungen hinweisen. Um diese Annahme auf ihre Zulässigkeit hin zu prüfen, habe ich die Temperaturdifferenzen zwischen 55 und 35° Nord- und Südbreite bestimmt. Die mittleren und extremen Werte dieser Differenzen nebst den zu den letzteren gehörigen Längen sind:

Temperaturzunahme	<i>m</i>	<i>d</i>	$\lambda$	<i>d'</i>	$\lambda'$
55° N Januar bis 35° S Juli . . .	23.3	41.0	120 E	6.0	10 W
55 N Juli „ 35 S Januar . . .	3.6	14.5	60 W	— 4.3	130 E
35 N Januar „ 55 S Juli . . .	— 9.4	— 0.1	90 W	— 19.2	30 W
35 N Juli „ 55 S Januar . . .	— 21.2	— 9.0	130 W	— 34.0	40 u. 60 E
45° N Januar bis 45° S Juli <i>m</i> = 9.0,			45° N Juli bis 45° S Januar <i>m</i> = — 8.3.		

Man sieht, daß auch hier die extremen thermischen Anomalien ausreichen können, um die normale Temperaturdifferenz zu kompensieren, so daß nach einer Polverschiebung um 10° in 45° Nord- und Südbreite zwei fossile Floren gefunden werden könnten, deren auf Wärmeunterschiede bezogene Verschiedenartigkeit nur der normalen winterlichen oder sommerlichen Temperaturdifferenz zwischen diesen Parallelkreisen entspräche. Da auch hier die an früherer Stelle genannten Fehlerquellen in Betracht kommen, vermag auch der Vergleich zweier auf demselben

Meridian in gleicher Nord- und Südbreite vorhandener fossiler Floren zu keinem sicheren Schlusse über Polverschiebungen zu führen. Man kann weder den tropischen Charakter der Tertiärfloren Chiles und Bolivias als Gegenbeweis gegen die für die Tertiärzeit supponierte Polverschiebung ansehen, noch auch den subarktischen Habitus der tertiären Meeresconchylien Chiles als Argument zugunsten jener Supposition betrachten.

Noch mehr als die bisher besprochenen Erscheinungen sollte die gleichsinnige Abweichung im thermischen Charakter einer ganzen Gruppe von fossilen Floren, welche über einen Quadranten der Polarkalotte verteilt sind, zugunsten einer Polverschiebung sprechen. Es können sich aber auch thermische Anomalien über ein relativ großes Bogenstück des Erdumfanges ausdehnen. Bei der Annahme einer Polverlagerung auf Grund der floristischen Verhältnisse des Tertiärs im hohen Norden war der Gedanke leitend, daß biologische Phänomene, welche auf gleiche Luftwärme hinweisen, allseits dieselbe polare Verbreitungsgrenze haben müßten. Wie unbegründet diese Vorstellung ist, zeigt ein Blick auf ein in Polarprojektion entworfenes Isothermenkärtchen. Es seien hier auch die Werte von  $\varphi$  und  $\varphi'$  in unserer vierten Tabelle (höchste und niedrigste Breitenlagen der Isothermen) — in Poldistanzen ausgedrückt — wiedergegeben.

	Jahr			Januar			Juli
	— 10°	0°	+ 10°	— 20°	— 10°	0°	+ 10°
90— $\varphi$ . .	8°	17° 20'	33° 30'	8°	14° 40'	19° 20'	17° 30'
90— $\varphi'$ . .	28 20'	40 30	51 20	45 20'	49 30	55 50	36 40

Die Unterschiede zwischen den extremen Poldistanzen der Isothermen betragen im Jahre und Juli etwa 20°, im Januar über 35°. Den Betrag der für das Tertiär angenommenen Polverschiebung hat man zu 10 bis 20° geschätzt, was einem Unterschiede der extremen Poldistanzen von 20 bis 40° entspricht. Man sieht, daß die jetzigen thermischen Anomalien fast dazu ausreichen, um die aus geologischen Tatsachen für das Tertiär gefolgerte relative (nicht absolute) Wärmeverteilung in der arktischen Region als ein bei der jetzigen Pollage mögliches Phänomen erscheinen zu lassen. Die Fundstellen der auf sehr mildes Klima weisenden hochnordischen Tertiärpflanzen liegen auf jener Seite der Polarkalotte, auf welcher auch jetzt die Jahres- und Winterisothermen am wenigsten weit vom Pole abstehen. Der Mittelpunkt des von der — 10°-Jahresisotherme umschlossenen elliptischen Gebietes liegt auch jetzt vom Pole abseits, in der Richtung gegen die Tschuktschenhalbinsel zu in etwa 83° Breite. Beiläufig dort liegt auch der Mittelpunkt des von der — 20°-Januarisotherme umgrenzten Orals. Es wäre also eher begründet in dem Falle, daß die nördlichsten Fundorte der Tertiärpflanzen vom Pole ringsum gleich weit abstehen würden, auf eine Polverlagerung zu schließen. Übrigens wurden in letzterer Zeit auch in einem Gebiete, das dem hypothetischen Pol der Tertiärzeit nahe liegt, noch fossile Pflanzen aufgefunden. Hiermit erscheint auch die Lage Grinnellands weit außerhalb des jetzt thermisch begünstigten Polargebietes nicht mehr als schwerer Einwand gegen eine der heutigen relativen Wärmeverteilung ähnliche Verbreitungsart der arktischen Tertiärpflanzen. Die Verhältnisse sprechen mehr dafür, daß in der Tertiärzeit bei einer der jetzigen analogen, zu den tiefsten Isothermenringen sehr exzentrischen Lage des Nordpols ein die Abkühlung sehr vermindernder Faktor wirksam war.

In neuerer Zeit hat man bekanntlich Polverschiebungen auch aus Änderungen in der Lage der großen Windgürtel abgeleitet. Solchen Beweisen kommt eine größere

Bedeutung zu als den Schlußfolgerungen auf Grund thermischer Anomalien, da sich ja die Anordnung der Windgürtel weit mehr als die der Wärmegürtel einer streng zonalen Anordnung nähert. Man darf aber auch die mittlere jährliche Grenze zwischen den östlichen und westlichen Winden nicht als eine unverrückbare betrachten. Es ist anzunehmen, daß die Lage der Kalmenzone von den Unterschieden in der Länge der Jahreszeiten beider Halbkugeln nicht unabhängig ist, und daß bei den extremen Werten der Exzentrizität auch die Passatzonen andere Grenzen hätten als in der Gegenwart. Man darf auch vermuten, daß eine sehr bedeutende Landentwicklung in der Äquatorialregion, wie sie — wenn man den paläogeographischen Rekonstruktionen glauben darf — in früheren Perioden bestanden hätte, auf die Lage der Passatzonen nicht ohne Einfluß bliebe. Das exzessive innertropische Kontinentalklima und dessen Wirkung auf das Klima der ganzen Erde ist ein sehr wichtiges, aber noch gar nicht aufgeschnittenes Kapitel im Buche der Natur. Es kann darum auch die für eine einzelne Region bewiesene Verlagerung der polaren Passatgrenze noch nicht als sicherer Beweis für eine Polverschiebung gelten. Wohl aber müßte man eine große entgegengesetzte Lageänderung dieser Grenze auf zwei benachbarten Quadranten eines Meridiankreises als einen solchen Beweis gelten lassen, während — wie gezeigt wurde — bei den Isothermen auch eine solche entgegengesetzte Lageänderung noch keine Polverschiebung beweist. Soweit es sich um Europa und Nordafrika handelt, ist nun freilich der Nachweis von entgegengesetzten Verschiebungen klimatischer Grenzen in der gegenüberliegenden Region der Nordhemisphäre nicht möglich, doch konnte auch eine Persistenz solcher Grenzen in den um 90 Längengrade vom mittleren Europa abstehenden Teilen Nordamerikas und Ostasiens — bei Lageänderung derselben Grenzen in Europa — als Argument für eine Polverschiebung ins Treffen geführt werden (sowie auch eine entgegengesetzte Änderung im tropischen Afrika).

Man darf aber nicht vergessen, daß es sich bei allen diesen Nachweisen nicht um die Konstatierung einer der heutigen entgegengesetzten Windrichtung, sondern um die Feststellung geologischer Phänomene handelt, aus welchen man auf Änderungen des Windregimes schließen zu können glaubt. Inwieweit solche Schlüsse berechtigt sind, inwieweit z. B. das spätere Auftreten bestimmter Meerestiere in einer westlicheren Region als Beweis einer EW-Trift gelten kann, soll hier — als ein geologisches Thema — unerörtert bleiben. Jedenfalls sind hier Fehlschlüsse leicht möglich; so wäre es z. B. nicht berechtigt, aus dem Nachweise von Wüstenbildungen auf eine frühere Lage der betreffenden Gegend in den Breiten des Nordostpassat zu schließen, da heute Wüsten in Innerasien bis zu 48° Breite hinaufreichen. Umgekehrt wären — mit Hinblick auf Indien — Anzeichen größten Regenreichtums (z. B. mächtige Flußablagerungen) kein Beweis gegen die frühere Lage einer Gegend innerhalb der durchschnittlich regenarmen Zone zwischen 10 und 30° Nordbreite. Nach der Bodenkarte in Berghaus Atlas der Geologie ergeben sich für Afrika-Europa und für Asien nachstehende polare Verbreitungsgrenzen von Bodenarten.

	$\lambda = 0-20$ E	$\lambda = 70-110$ E
$\varphi$ Laterit . . . . .	10—15	25—30
$\varphi$ Wüstensand . . . . .	30—33	44—48
$\varphi$ Lehm . . . . .	49—51	73—78

Würden uns die jetzigen asiatischen Nordgrenzen der für die Kalmenzone, die Passatzone und die Westwindzone bezeichnenden Bodenarten als fossile Grenzen entgegnetreten, so würde man auf eine Polverschiebung um 15° schließen, und doch würde es sich um einen auch bei der heutigen Pollage möglichen Befund handeln.

Es ergibt sich somit, daß auch die Ableitung von Polverschiebungen aus dem Nachweise von Lageänderungen der Windgürtel insofern kaum zulässig ist, als die Geologie nur unsichere Belege für solche Lageänderungen liefert.

Auch der Nachweis von Verlagerungen der Zyklonenbahnen innerhalb des Westwindgürtels erscheint, wenn er für einzelne Gebiete geführt wird, zur Annahme einer Polverschiebung kaum ausreichend. Am allerwenigsten ist die Verbreitungsart von Glazialgebilden zur Ableitung von Polverschiebungen verwertbar, da das Gletscherphänomen überhaupt keine zonale Anordnung zeigt. Würden uns die heutigen Verhältnisse als Zeugen einer fernen Vergangenheit entgegentreten, und wollte man daraus, daß im Himalaja Moränen vorhanden sind, im Werchojanskischen Gebirge aber solche fehlen, den Schluß ziehen, daß das letztere das vom Pol entferntere gewesen sei, so würde das sehr falsch sein.

Nur ein biologisch wichtiges Phänomen hat eine streng zonale Anordnung, so daß die einwandfreie Feststellung einer von der heutigen abweichenden Verbreitung dieses Phänomens der sichere Nachweis einer stattgehabten Polverschiebung wäre: die Polarnacht. Es ist aber sehr schwer festzustellen, ob jene fossilen arktischen Pflanzen, bei welchen vermutlich keine Unterbrechung der Vegetationstätigkeit eintrat, nicht so lange Zeit hindurch ohne Licht leben konnten, als in der geographischen Breite ihres polnächsten Fundortes die durch Dämmerung verkürzte Polarnacht dauert. Auch reichen die geologischen Aufschlüsse nicht dazu aus, um für diese Pflanzen kreisförmige, zueinander konzentrische, aber zum Pole exzentrisch gelegene Verbreitungsgebiete zu rekonstruieren. So kann man auch aus dem Vorkommen von Resten immergrüner Pflanzen in der arktischen Region noch nicht mit Sicherheit eine Polverschiebung folgern.

Zum Schlusse will ich noch bemerken, daß ich meine Darlegungen nicht als Argumente gegen Polverschiebungen betrachte. Ich bezweifle nicht die Möglichkeit, daß die Erdachse früher eine etwas andere Lage einnahm oder daß holosphärische Gleitbewegungen der Erdkruste über einen in gleicher Achsenlage verharrenden Erdkern stattfanden; ich wollte nur zeigen, daß viele von jenen Phänomenen, welche man als Beweise für Polverschiebungen ansah oder noch ansieht, keine solchen Beweise sind, andere von diesen Beweisen zumindest die ihnen beigelegte Bezeichnung „zwingend“ keinesfalls verdienen.

---