

# PHYSIOGEOGRAPHIE

## DIE SÄKULAREN SCHWANKUNGEN DER TEMPERATUR IN ALLEN ERDTEILEN

Friedrich LAUSCHER, Wien

### INHALT

1.	Arbeiten über die globale Temperaturverteilung .....	85
2.	Material für eine Neubearbeitung .....	86
3.	Globale Ergebnisse der Neubearbeitung .....	90
4.	Regionale Untersuchungen (Island, Indischer Subkontinent) .....	93
5.	Analysen von Baumringreihen .....	97
6.	Die globalen Temperaturwerte der jüngsten Jahre (1981–1983) .....	98
7.	Zusammenfassung .....	100
8.	Literaturverzeichnis .....	101
9.	Summary .....	101
10.	Résumé .....	101

### 1. ARBEITEN ÜBER DIE GLOBALE TEMPERATURVERTEILUNG

Alexander von Humboldt hat als erster Isothermen der Nordhalbkugel entworfen. Seine 1817 in Paris erschienene Karte in „Des lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe“, Mémoires de physique et de la chimie de la Société d'Arcueil, Paris 1817, 8°, p. 462–602, wurde durch G. HELLMANN in „Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus“, No. 8, Berlin 1897 nochmals veröffentlicht. In dieser Karte findet man dreizehn Orte als Grundlage der Zeichnung der Isothermen: Labrador, Boston, Philadelphia, Floride, Havane, Caroline Sept. (?), Laponie, Stockholm, Paris, Bude (Budapest?), Naples, Afrique Sept., Chine.

Seither haben zahlreiche Neubearbeitungen der globalen Temperaturverteilung Eingang in die Lehrbücher gefunden. Insbesondere interessierte aber auch die Frage nach säkularen Schwankungen der Temperatur und deren eventuelle Beziehungen von Region zu Region. B. S. GROVEMAN und H. E. LANDSBERG (1) zitierten diesbezüglich Arbeiten von W. KÖPPEN 1873, W. J. HUMPHREYS 1920, 1964, J. B. KINCER 1933, 1946, H. C. WILLET 1950, G. M. MITCHELL Jr. 1961, H. van LOON und J. WILLIAMS 1976, J. K. ANGELL und J. KORSHOVER 1977, T. P. BARNETT 1978 und insbesondere I. I. BORZENKOVA et al. 1976 (2).

Nicht nur die Zahl der bearbeiteten Stationen, sondern auch der erfaßte Zeitraum wurde mehrfach erweitert, z. B. in (1) auf 46 langjährige Reihen, deren älteste die „Manley Series for Central England“ seit 1659 ist. Alle in (1, Table 5) genannten Orte liegen nördlich von 39,9° N (Philadelphia), die nördlichste ist dort Verhojansk mit 67,6° N. Auch Baumring-Indizes wurden zurate gezogen, von Nord-Finnland (etwa 69,0° N, 26,5° E, 148 m) von 1181–1960, West-

Alaska (etwa 60° N, 150° W, Baumgrenze) von 1579 bis 1954 und von Nordost-Canada (etwa 58° N, 67° W, 40 m) von 1641 bis 1974.

## 2. MATERIAL FÜR EINE NEUBEARBEITUNG (1781–1980)

In (3) haben wir die Materialgrundlage auf jene 254 Stationen in allen Erdteilen erweitert, welche in den World Weather Records (4) zu finden waren und seit mindestens 100 Jahren in Betrieb standen. Die neue Bearbeitung erfaßt nun ein Breiten-Intervall von 72,8° N (Upernivik in Grönland) bis 45,9° S (Dunedin auf der südlichen Neuseeland-Insel).

Wir sind uns dessen bewußt, daß es weit mehr Material zu bearbeiten gäbe, wie es etwa BORZENKOVA et al. (2) in den Karten der Anomalien der Jahrestemperaturen auf der Nordhalbkugel seit 1881 zur Verfügung stand. Auch haben z. B. ANGELL und KORSHOVER gezeigt, daß man in neuester Zeit bereits die Ergebnisse der weltweiten Radiosondennetze benützen kann. Doch für alte Zeiten ist man auf die Daten der World Weather Records angewiesen. Die dort abgedruckten Reihen haben wir unverändert benützt, obwohl einige, z. B. die von Vladivostok und von Mazatlan (Mexico) bedenklich erscheinen. In (3) haben wir gezeigt, daß Inhomogenitäten der Reihen nicht nur durch zunehmende Stadteinflüsse, sondern insbesondere auch durch Verlegungen der Meßstellen auf freigelegene Flugplätze mit kühlen Nächten entstehen können.

Auch beschränkten wir unsere Berechnungen vorwiegend auf Mittelwerte von je zehn Jahren (Dekadenmittel), da sonst der Umfang der Publikation zu groß geworden wäre. Immerhin haben wir in (3) auch die extremen Jahreswerte aller 254 Stationen veröffentlicht und diskutiert, wobei sich 1934 als im Durchschnitt vielfach wärmstes und 1917 als vielenorts kältestes Jahr herausstellten.

Die geographischen Daten der von uns bearbeiteten 254 Stationen wurden bereits in (3) veröffentlicht. Hier geben wir in Tabelle 1 eine Einordnung der Orte in Felder von je 10° Breite und 20° Länge. N 75, W 50 bedeutet das Feld zwischen 70 und 80° nördlicher Breite und 40 bis 60° westlicher Länge.

Die Felder sind relativ groß. In einer Reihe von Spezialstudien haben wir die Daten der einzelnen Stationen direkt benützt. Viele weitere Analysen dieser Art sind möglich. In der vorliegenden Arbeit werden jedoch globale Übersichten angestrebt.

Von den 234 Feldern zwischen 80° N und 50° S sind 74 (32%) mit Säkularstationen besetzt, davon 25 mit nur je einer langjährigen Meßstelle. Die meisten Stationen, nämlich 25 gibt es in unserem Feld 40 bis 50° N, 0 bis 20° E, darunter 10 mit mehr als 200 Beobachtungsjahren. Die Reihe von Basel begann 1753, jene von Genf 1755 und die von Paris 1757. In (5) wurde versucht, die Pariser Jahrestemperaturen mit Hilfe von Daten der Weinlese bis zum Jahre 1453 zurück zu verlängern.

Die längste ununterbrochene Temperaturreihe ist die im Jahre 1700 begonnene von Berlin. Auf der Südhalbkugel setzten die ersten regelmäßigen Beobachtungen 1841 in Hobart, Tasmanien ein. Es folgten Sao Paulo, Brasilien 1848, Buenos Aires und Kapstadt 1856 und Adelaide, Australien 1857.

Global ist es möglich, Übersichten seit dem Dezennium 1851–1860 zu bieten. Für die Nordhälfte der Nordhalbkugel kann man dies schon ab dem Dezennium 1781–1790 wagen. In Nordamerika gibt es zwei bis 1738 zurückreichende Reihen, in Philadelphia und in Charleston. In Asien begannen Beobachtungen in Irkutsk schon 1820. Die älteste Reihe Indiens in Silchar datiert ab 1870. Im gleichen Jahr wurde auf Ceylon bereits eine Bergstation in 1895 m, Nuwara Eliya errichtet. Basisstationen waren an der Westküste Colombo, an der Ostküste Trincomalee.

Tabelle 1: Einordnung der 254 meteorologischen Säkularstationen in Felder von je 10° geographischer Breite und 20° geographischer Länge (N 75 W 50 = 70–80° N, 40–60° W; E = Ost)

N 75 W 50	Upernivik
E 30	Nordkap (Fruholmen), Vardö
65 W 50	Jakobshavn, Godthaab, Ivigtut
30	Stykkisholmur, Reykjavik, Vestmannöjar
10	Grimsey, Berufjord, Thorshavn
E 10	Bodö, Trondheim, Bergen
30	Haparanda, Helsinki
50	Archangelsk
70	Obdorsk-Salehard, Berezov
130	Verchojansk
55 W 130	Juneau, Sitka
110	Edmonton, Prince Albert, Calgary, Qu'Appelle-Regina
10	Aberdeen, Edinburgh, Dublin, Liverpool, Central-England, Valentia, Greenwich
E 10	Oslo, Uppsala, Stockholm, Lund, Copenhagen, Berlin, Zwanenburg, De Bilt, Gütersloh, Breslau, Jena, Brüssel-Uccle, Praha
30	Moskva, Leningrad, Königsberg, Wilno, Warszawa, Kiev
50	Perm, Kazan, Nikolajewskoje
70	Sverdlovsk
90	Tomsk, Barnaul
110	Irkutsk, Nerschinsky-Zavod
150	Nikolajevsk na Amure
45 W 130	Victoria-Vancouver, Portland, Red Bluff
110	Spokane, Bismarck, Helena, Walla Walla, Cheyenne, North Plate, Winnemucca, Salt Lake City
90	Winnipeg, Marquette, Alpena, St. Paul, Huron, Madison, Detroit, Chicago, Des Moines, Sandusky, Omaha, Pittsburg
70	Anticosti, Father Point, Charlottetown, Montreal, Eastport, Toronto, Oswego, Albany, Blue Hill, New Haven, Block Island, New York
50	St. Johns
10	Nantes, Madrid
E 10	Frankfurt am Main, Paris, Karlsruhe, Regensburg, Stuttgart, Straßburg, Linz, München, Wien, Bratislava, Kremsmünster, Hohenpeißenberg, Basel, Budapest, Zürich, Innsbruck, Säntis, Obir-Villacheralpe, Geneve, Milano, Torino, Marseille, Hvar, Roma, Sassari-Alghero
45 E 30	Cernauti, Odessa, Sibiu, Bucuresti, Sulina, Novorossick
50	Astrahan, Tbilisi
70	Alma Ata, Taskent
130	Vladivostok
150	Nemuro, Sapporo
35 W 130	Sacramento, San Francisco
110	Denver, Dodge City, Santa Fe, Phoenix, San Diego, El Paso
90	Cincinnati, St. Louis, Nashville, Memphis, Little Rock, Viksburg, Mobile, Pensacola, Jacksonville
70	Philadelphia, Washington, Lynchburg, Cape Hatteras, Charleston, Bermuda
10	Lisboa, Funchal, Gibraltar

- E 10 Palma di Mallorca  
 30 Athen, Alexandria, Kairo, Beyruth, Jerusalem  
 50 Krasnovodsk  
 70 Leh, Lahore, Simla, Ludhiana, Quetta  
 130 Tokyo, Kyoto, Nagasaki, Zikawei-Shanghai  
 150 Akita, Miyako
- 25 W 150 Honolulu  
 110 Mazatlan  
 90 New Orleans, Galveston, Key West, Habana-Casa Blanca  
 70 Nassau  
 10 Laguna-St. Cruz de Tenerife
- E 50 Bushire  
 70 Bikaner, Agra, Jaipur-Jodhbur, Hyderabad, Karachi, Sagar, Indore, Nagpur, Akola  
 90 Darjeeling, Darbhanga, Dhubri, Allahabad, Silchar, Calcutta, Cuttack, Akyab  
 110 Honkong
- 15 W 90 Mexico City, Puebla, Oaxaca  
 70 Port au Prince, Christiansted, Trinidad
- E 50 Aden  
 70 Poona, Bombay, Bangalore  
 90 Rangoon, Port Blair, Madras  
 130 Manila
- 5 E 70 Colombo, Cochin  
 90 Trincomalee, Nuwara Elya  
 110 Sandakan-Kota Kinambalu
- S 5 E 110 Batavia-Jakarta
- 15 E 130 Darwin
- 25 W 50 Rio de Janeiro, Sao Paulo, Curitiba, Goya-Reconquista  
 E 130 Alice Springs
- 35 W 70 Santiago, Cordoba, Bahia Blanca  
 50 Montevideo, Buenos Aires
- E 10 Cape Town  
 30 Durban, Alival, Port Elisabeth  
 130 Adelaide  
 150 Sydney  
 170 Auckland
- 45 E 150 Hobart  
 170 Wellington, Hokitika, Christchurch, Dunedin

Für jedes in Tabelle 1 genannte Feld wurde aus den jeweils tätigen Stationen ein Mittelwert der Temperaturabweichungen vom Durchschnitt aus 1881–1980 berechnet\*. In (3) war der Durchschnitt aus 1880–1979 verwendet worden. Seither sind für die meisten Orte auch die Jahrestemperaturen aus 1980 bekanntgeworden. Dadurch konnten nun die Durchschnitte aus 1881–1980 berechnet werden. Bei 39% der Orte erhöhte sich der Durchschnitt, im Mittel jedoch nur um  $0,014^{\circ}\text{C}$ , bei 30% blieb er unverändert und bei 31% verkleinerte er sich, doch im Mittel nur um  $-0,012^{\circ}\text{C}$ . Im Gesamtmittel aller Stationen war die Änderung  $+0,0013^{\circ}\text{C}$ , also praktisch gleich Null.

\* Meiner Gattin, welche an den umfangreichen Berechnungen für die vorliegende Arbeit teilnahm, danke ich herzlich.

Tabellenkarten für die einzelnen Dezennien von 1781–1790 bis 1971–1980 haben wir berechnet, wollen sie aber wegen ihres großen Umfanges nicht in diese Arbeit aufnehmen. Wir streben hier nur ganz großräumige Übersichten an und haben daher Mittel für die aus Tabelle 2 ersichtlichen Großräume gebildet.

Tabelle 2: Einteilung der Erdoberfläche nach Großräumen N = Nordhalbkugel, S = Südhalbkugel, W = westliche geographische Länge, E = östliche geographische Länge, n = nördlich, auf der Nordhalbkugel 30 bis 80° N, auf der Südhalbkugel 0 bis 30° S, s = südlich, auf der Nordhalbkugel 0 bis 30° N, auf der Südhalbkugel südlich von 30° S, davon 30 bis 50° S mit Säkularstationen besetzt, südlich 50° S keine Säkularstationen.

	Prozentanteil an der Gesamt- oberfläche der Erde	Zahl der Stationen	Zahl der Stationen je Feld	Anzahl der mit Säkular- stationen besetzten Felder	Prozentsatz der Felder mit Säkular- stationen an Gesamt- zahl der Felder
NWn	12,5	88	4,9	18	40
NEn	12,5	96	3,8	25	56
NWs	12,5	14	2,0	7	26
NEs	12,5	32	2,9	11	41
S n	25	7	1,8	4	7
S s	25*)	17	1,9	9	25
Summe,					
Mittel	100,0 (88,3)	254	3,4	74	32

\*) davon 11,7% südlich von 50°S ohne Säkularstationen

N heißt Nordhalbkugel, S Südhalbkugel. Auf der Nordhalbkugel kann zwischen der Westhälfte (W = westliche geographische Länge) und der Osthälfte (E = östliche geographische Länge) unterschieden werden; auf der Südhalbkugel ist die Stationszahl hierfür zu klein. Doch wird auf beiden Hemisphären nach n = 30 bis 90° N, bzw. 0 bis 30° S und s = 0 bis 30° N, bzw. 30 bis 90° S unterteilt. Hierbei ist natürlich zu beachten, daß in unserem langjährigen Material auf der Südhalbkugel keine Felder südlich von 50° mit Stationen besetzt waren. Man kann daher nichts anderes tun als die Mittelwerte der Temperaturabweichungen der Felder zwischen 30 und 50° S als auch über den fünfzigsten Grad Süd hinaus als gültig anzunehmen.

Die Mittelwerte der Temperaturabweichungen vom Durchschnitt aus 1881–1980 wurden für die einzelnen Breitenzonen gemittelt, also z. B. für die Gebiete zwischen 40 und 50° Breite getrennt aus den Mittelwerten für die sechs in Tabelle 1 genannten Felder westlicher Länge und für die gleichfalls sechs Felder östlicher Länge. Fehlende Werte, z. B. für die flächenmäßig sehr kleine Zone von 80 bis 90° N wurden aus linearen Regressionsgleichungen der mit Werten besetzten Breitenzonen extrapoliert.

## 3. GLOBALE ERGEBNISSE DER NEUBEARBEITUNG

Tabelle 3 enthält die Hauptergebnisse der Berechnungen für alle Dezennien seit 1781 bis 1790. In der mit NHK = Nordhalbkugel überschriebenen Spalte stehen die in (1) publizierten Werte.

Tabelle 3: Mittlere Temperaturabweichungen in Celsiusgraden von den Mittelwerten aus 1881–1980 für die einzelnen Dezennien seit 1781–1790, getrennt für die in Tab. 2 genannten Großräume.

Dezennium	Gebiet									
	NWn	NEn	NWs	NEs	N	NHK	Sn	Ss	S	Erde
1781–1790	-0,52	-0,50				-0,29				
1791–1800	-0,32	0,02				-0,34				
1801–1810	-0,13	-0,45				-0,47				
1811–1820	-0,90*	-0,71*				-0,57*				
1821–1830	0,25	0,17				0,13				
1831–1840	-0,46	-0,51				-0,26				
1841–1850	-0,12	-0,42				-0,30				
1851–1860	-0,39	-0,47	0,23	-0,92*	-0,39*	-0,18	0,23	0,10	0,17	-0,11
1861–1870	-0,39	-0,41	-0,07	0,22	-0,16	-0,18	-0,21*	0,06	-0,07*	-0,12
1871–1880	-0,25	-0,39	-0,39*	-0,11	-0,28	-0,06	0,10	-0,06	0,02	-0,13
1881–1890	-0,63	-0,27	0,07	-0,19	-0,26	-0,27	0,03	-0,16*	-0,06	-0,16
1891–1900	-0,41	-0,28	0,15	0,06	-0,12	-0,15	-0,03	0,02	0,00	-0,06
1901–1910	-0,28	-0,22	-0,20	0,01	-0,17	-0,20	-0,02	-0,13	-0,07*	-0,12
1911–1920	-0,28	-0,11	-0,19	-0,01	-0,15	-0,12	0,04	0,03	0,03	-0,06
1921–1930	0,27	0,10	-0,17	-0,08	0,03	0,14	0,11	0,04	0,08	0,05
1931–1940	<u>0,64</u>	0,13	-0,21	-0,05	0,13	<u>0,24</u>	0,09	0,05	0,07	0,10
1941–1950	0,42	0,13	0,16	0,06	0,19	0,19	-0,08	-0,05	-0,07*	0,06
1951–1960	0,25	0,11	<u>0,32</u>	<u>0,15</u>	<u>0,21</u>	0,15	<u>0,14</u>	0,00	0,07	<u>0,14</u>
1961–1970	0,07	0,14	0,16	0,08	0,12	-0,01	-0,02	0,04	0,01	0,06
1971–1980	-0,06	<u>0,22</u>	0,09	-0,01	0,06	0,02	-0,16	<u>0,29</u>	0,06	0,06

Die von uns (provisorisch) abgeleiteten Dezennienmittel der Temperatur der Erde, ausgedrückt in Abweichungen gegen das Mittel aus 1881–1980 zeigen seit 1851 eine Schwankungsbreite von 0,30° C (Höchstwert +0,14 im Dezennium 1951–60, Tiefstwert -0,16 im Dezennium von 1881–90, eine Streuung (mean standard deviation) von  $\pm 0,103$  und einen Trend von +0,228 pro hundert Jahre. Für die Südhalbkugel (S) lauten die (noch recht unsicheren) Werte: Schwankungsbreite 0,24 (Höchstwert +0,17 schon im (an Messungen noch armen) Dezennium 1851–60, Tiefstwert -0,07 mehrfach, Streuung  $\pm 0,073$ , Trend +0,011/100 Jahre, also fast kein Anstieg. Bedeutend größer sind die Temperaturschwankungen auf der Nordhalbkugel (N): Gesamtschwankung der Dezennienmittel 0,60° C (Höchstwert +0,21 im Dezennium 1951–60, Tiefstwert -0,39 von 1851–60, Streuung  $\pm 0,195$ , Trend 0,446/100 Jahre.

Die von GROVEMAN und LANDSBERG in (1) veröffentlichten Temperaturabweichungen der Nordhalbkugel (Spalte NHK in Tabelle 3) zeigen den Tiefstwert schon im Dezennium 1811–20 mit einem Betrag von -0,57° C und das höchste Dezenniummittel bereits 1931–40 mit einem Wert

von  $+0,24^{\circ}\text{C}$ . Im Zeitraum von 1851–1980 war die Schwankungsbreite der Zehnjahresmittel  $0,51^{\circ}\text{C}$ , die Streuung  $\pm 0,168$  und der Trend  $+0,296^{\circ}\text{C}/100$  Jahre.

Der Korrelationskoeffizient zwischen den Zahlen der Spalte N = x und den Zahlen der Spalte NHK = y beträgt  $+0,848 \pm 0,054$  (Regressionsgleichung  $y = 0,0111 + 0,728 x$ ), ist also ziemlich groß, obwohl die Berechnungs-Methodik in den beiden Fällen recht verschieden war: Bei N einfache Mitteilungen aus den Mittelwerten der 74 mit insgesamt 254 Säkularstationen besetzten Felder unter Bedachtnahme auf die Flächengröße der einzelnen Breitenzonen, bei NHK Computerberechnungen unter Verwendung von 16 Säkularstationen und den Baumringrelationen zur Temperatur von Nord-Finnland und West-Alaska, wobei allerdings implicite auch die Karten der Temperaturabweichungen nach (2) mit berücksichtigt wurden.

In der Fachliteratur wurde vielfach auf den Abfall der Temperatur besonders seit den Fünfziger-Jahren unsres Jahrhunderts hingewiesen, doch scheint er nur in der Nordwesthälfte der Nordhalbkugel (Spalte NWn in Tabelle 3), dort allerdings in beträchtlichem Ausmaß vor sich gegangen zu sein. Im Raum NWn sind die Mitteltemperaturen seit den dreißiger Jahren um nicht weniger als  $0,7^{\circ}\text{C}$  abgesunken, während sie im Nordostteil der Nordhalbkugel (NEn) bis zu einem Höchstwert erst in den Siebzigerjahren anstiegen. Nach unseren Berechnungen waren auch die Temperaturen zwischen  $30^{\circ}\text{N}$  und  $30^{\circ}\text{S}$ , aber auch die Mittel für die Nordhalbkugel und für die Erde als Ganzes im Dezennium 1951–60 am höchsten (N:  $+0,21$ , S:  $+0,07$ , Erde:  $+0,14$ ). In den Gebieten NEn ( $+0,22$ ) und Ss ( $+0,29$ ) waren die Siebziger-Jahre die wärmsten.

Zur Stützung unsres Befundes heben wir aus (3) Besonderheiten einzelner Stationen hervor: In Wien war das Dezennium 1971–80 das wärmste. Die letzten 16 Winter waren alle relativ mild und die Sommer oft recht warm. Die Möglichkeit der Wiederkehr kalter Winter wird zur Zeit bei Abschätzungen des Energiebedarfs zu wenig berücksichtigt. Die Versuche, den künftigen Gang der Temperaturen auf der Erde abzuschätzen, haben nach (6) keine brauchbaren Resultate geliefert.

Auch in Stockholm, Moskva, Lund, Copenhagen, Jena, Kiew, Karlsruhe, Bratislava, Budapest, Verkhoyansk, Sverdlovsk, Nemuro, Alma Ata, Sapporo, Taskent, Tokyo, Kagoshima, Quetta, Hyderabad, Indore, Madras, Sydney, Auckland, Hobart, Dunedin, Edmonton, Washington, San Francisco, San Diego, Mobile, Key West, Rio de Janeiro, Sao Paulo, Curitiba, Cordoba, Buenos Aires und Montevideo waren die Mitteltemperaturen des Dezenniums 1971–80 die höchsten, da und dort vielleicht infolge zunehmenden Stadteinflusses. Die Reihung der genannten Stationen entspricht dem Stationsverzeichnis in (3).

In das jüngste Dezennium fallen auch die folgenden Orte mit einem Rekordjahr der Jahreswärme: Nordkap, Leningrad, Uppsala, Stockholm, Moskva, Copenhagen, Warszawa, Kiew, Verchojansk, Perm, Sverdlovsk, Irkutsk, Taskent, Tokyo, Kagoshima, Quetta, Sydney, Edmonton, New Haven, Washington, Phoenix, San Diego, Mobile, Pensacola, Key West, Honolulu, Sao Paulo, Curitiba, Buenos Aires. In Osteuropa und in Sibirien war 1975 das wärmste Jahr.

Laut Tabelle 3 haben nur im Dezennium 1951–60 alle Teilgebiete das gleiche, positive Zeichen der Temperaturabweichung vom hundertjährigen Mittel aus 1881–1980. Besonders die tropischen Regionen beiderseits des Äquators haben oft ein anderes Vorzeichen der Anomalie als die Gebiete in Breiten über  $30^{\circ}$ . Wir haben daher in Tabelle 4 eine Matrix der gegenseitigen Korrelationskoeffizienten der Regionen aus den Daten der 13 Dezennien seit 1851–60 aufgestellt. Natürlich sind wir uns des provisorischen Charakters dieser Tabelle voll bewußt. Weisen doch z. B. die Gebiete Sn, NWs und Ss weniger als zehn mit Säkularstationen besetzte Felder auf.

Für die beiden Gebiete nördlich von  $30^{\circ}\text{N}$  kann man die Korrelation auch aus den 20 Dezennien seit 1781–90 berechnen. Man findet den Korrelationskoeffizienten NWn/NEn =  $0,80$

Tabelle 4: Korrelationskoeffizienten zwischen den in Tab. 2 beschriebenen Großräumen, berechnet aus den dreizehn Dezennienwerten der Temperaturabweichungen vom Mittel aus 1881–1980 seit dem Dezennium 1851–60 NHK = Werte der Nordhalbkugel nach (1) und (2).

	NWn	NEn	NWs	NEs	N	NHK	Sn	Ss	S	Erde
NWn	1,00									
NEn	0,79	1,00								
NWs	0,01	0,20	1,00							
NEs	0,27	0,43	-0,14	1,00						
N	0,84	0,91	0,29	0,60	1,00					
NHK	0,93	0,79	0,19	0,28	0,85	1,00				
Sn	0,12	-0,13	0,01	-0,63	-0,21	0,21	1,00			
Ss	0,25	0,39	0,32	-0,10	0,32	0,33	-0,15	1,00		
S	0,20	0,07	-0,13	-0,62	-0,09	0,25	0,66	0,54	1,00	
Erde	0,88	0,91	0,32	0,34	0,93	0,88	0,04	0,74	0,27	1,00

statt 0,79 wie in Tabelle 4. Dies darf wohl als Hinweis dafür gelten, daß die Daten der Säkularstationen auch aus ältester Zeit gut brauchbar sind.

Bei 13 Dezennien kann man Werte von  $r = 0,45$  als einigermaßen gesichert ansehen, kleinere Werte nur als Andeutungen der Zusammenhänge.

Zwischen den beiden Regionen der Nordhalbkugel NWn und NEn beträgt der Korrelationskoeffizient 0,79, wobei nur im letzten Dezennium 1971–80 das Vorzeichen der Abweichungen verschieden war. Der Westteil war relativ kalt, der Ostteil relativ warm. In einigen Publikationen ist die Kälte des Westens etwas überbewertet worden. Dies zeigt sich auch bei den Zahlen für die Nordhalbkugel. Nach unseren Berechnungen ist das Gebiet NEn in kleinem Ausmaße mehr von Einfluß als das Gebiet NWn (Bei NEn/N ist  $r = 0,91$ , bei NWn/N  $r = 0,84$ ). In (1) war umgekehrt der Einfluß des Westteils etwas maßgebender als der Ostteil (NWn/NHK  $r = 0,93$ , NEn/NHK  $r = 0,79$ ). Selbst der Südteil der östlichen Nordhalbkugel ist mit dem Mittel für die ganze Nordhalbkugel noch verhältnismäßig hoch korreliert ( $r = 0,60$ ), weniger hingegen der Westen (NWs/N:  $r = 0,29$ ).

Die Korrelationskoeffizienten des Gebietes NEs zur Südhalbkugel finden wir aus dem vielleicht zu kleinem Material der Säkularstationen durchwegs negativ (NEs/Sn  $r = -0,63$ , NEs/Ss  $r = -0,20$ ).

Für die Schwankungen der Mitteltemperatur der Erde ist die Nordhalbkugel von größerem Einfluß als die Südhalbkugel (N/Erde  $r = 0,93$ , S/Erde  $r = 0,27$ ). Die Streuung der Dezennientemperaturen ist auf der Südhalbkugel mit 0,07 auch wesentlich geringer als auf der Nordhalbkugel, wo sie 0,20 beträgt (Höchstwert 0,38 im Gebiet NWn).

Das Material der Südhalbkugel haben wir auch nach Erdteilen getrennt behandelt und folgende fünf Gruppen unterschieden: I und II zwischen 0 und 30° S und zwar I = Südamerika (4 Stationen) und II = Australien (3 Orte), III bis V südlich von 30° S und zwar III = Südamerika (5 Orte), IV = Südafrika (4 Orte) und V = Australien und Neuseeland (8 Orte). Elf Dezennien seit 1871–80 können der Rechnung zugrundegelegt werden. Tabelle 5 bietet die gefundene Korrelationsstafel. Rechts ist der Trend in den einzelnen Gebieten pro 100 Jahre beigefügt.

Tabelle 5: Korrelationskoeffizienten zwischen den im Text beschriebenen Teilgebieten der Südhalbkugel, sowie rechts der Trend/100 Jahre.

	I	II	III	IV	V	Trend
I	1,00					0,66
II	-0,21	1,00				0,02
III	0,63	0,02	1,00			0,91
IV	-0,60	0,06	-0,19	1,00		-0,33
V	0,05	-0,13	-0,19	-0,29	1,00	0,01

In Südamerika ist die Korrelation zwischen dem Nordteil und dem Südteil (I/III  $r = 0,63$ ) ziemlich groß, desgleichen die Trendwerte. Vielleicht spielt da zunehmender Stadteinfluß mit hinein. Z. B. ist ja Sao Paulo zur Zeit die zweitgrößte Stadt der Erde. Im australischen Raum ist die Korrelation zwischen Nord und Süd gering und eher etwas gegenläufig (II/V  $r = -0,13$ ). In beiden Gebieten ist der Trend verschwindend klein (0,02, bzw. 0,01° C/100 Jahre). Zwischen Südamerika und Australien–Neuseeland ist der Korrelationskoeffizient in beiden Breitenzonen schwach negativ, etwa -0,2. Südafrika verhält sich anders: Der Trend/100 Jahre ist mit -0,33 negativ (Verlegung der Stationen auf freiere Lagen?) und die Relationen zu den anderen Gebieten der Südhalbkugel sehr unterschiedlich, meist gegenläufig (Korrelationskoeffizienten zwischen -0,60 und +0,06). Die Teilräume der Südhalbkugel zeigen also durchaus nicht den Parallelgang, den man nach dem großen Anteil der Weltmeere vermuten würde.

In (3) sind für alle 254 Stationen die Korrelationskoeffizienten zwischen den Dezennienwerten aus 1881–1980 zu denen der Nordhalbkugel nach (1) gebracht worden. In (1) findet man für 45 Orte auch die Korrelationen zwischen den einzelnen Jahren. In Tabelle 6 haben wir für jene Stationen, welche bereits über eine mindestens zweihundertjährige Reihe verfügen, die Dezenenienwerte auch für das Säkulum zwischen 1781 und 1880 berechnet.

Die Korrelationskoeffizienten B) für Dezennien sind natürlich größer als die A) für Einzeljahre. Für alle 45 in (1) genannten Orte gilt die Regressionsgleichung  $y = r$  (Dezennien) und  $x = r$  (Einzeljahre)  $y = 0,064 + 1,538 x$ . Der Korrelationskoeffizient dieser Beziehung ist  $+0,83 \pm 0,03$ . Im Mittel sind die Dezennienwerte  $y$  um rund 70% höher als die für Einzeljahre  $x$ .

Erstaunen bereitet ein Vergleich der Relationen aus den hundert Jahren ab 1781 (C) mit denen der hundert Jahre 1881–1980. Mit Ausnahme von De Bilt sind die Korrelationskoeffizienten in den ersten hundert Jahren durchwegs kleiner als in den zweiten hundert Jahren. Hierfür gibt es drei denkbare Erklärungen: 1. Die Berechnung der NHK-Werte ist in neuerer Zeit verlässlicher geworden. 2. Die globale Erwärmung während der jüngsten hundert Jahre erfolgte fast überall in etwa gleichem Ausmaß und erhöhte damit den Gleichlauf der Reihen. 3. Das synoptische Bild variiert selbst im Ausmaß von Jahrzehnten und beeinflusst daher die Relationen zwischen den verschiedenen Regionen. So kamen die negativen Korrelationswerte im ersten Jahrhundert zustande. In (3) wurde nachgewiesen, daß im Zeitraum von 1771 bis 1830 die Mitteltemperatur der Nordhalbkugel um 0,25° C niedriger war als im Durchschnitt aus 1881–1980, im Herzen Europas, im Donauroum jedoch um 0,18° C anormal warm. Selbst in zweihundertjährigen Reihen können also solche regionale Anomalien noch eine merkliche Rolle spielen.

#### 4. REGIONALE UNTERSUCHUNGEN (ISLAND, INDISCHER SUBKONTINENT)

Als ein weiteres Beispiel bringen wir eine Analyse der Temperaturschwankungen im Raume Island. Diese ist allerdings nur richtig, wenn die Reihe von VESTMANNAEJAR homogen ist. Aus

Tabelle 6: Korrelationskoeffizienten zu den Werten der Nordhalbkugel nach (1) und zwar A) für alle Einzeljahre aus 1881–1980, B) für die Dezennienmittel dieses Zeitraums und C) für die Dezennien zwischen 1781 und 1880.

Station	A) für Einzeljahre aus 1881–1980	B) für Dezennien aus 1881–1980	C) für Dezennien aus 1781–1880
Trondheim	–	0,67	0,46
Leningrad	0,34	0,61	0,54
Stockholm	0,41	0,70	0,27
Edinburgh	0,31	0,70	0,60
Central England	0,49	0,88	0,66
Berlin	0,46	0,86	0,58
De Bilt	0,33	0,77	0,77
Praha	0,42	0,82	–0,30
Paris	0,62	0,91	0,46
München	–	0,72	–0,25
Wien	0,36	0,61	–0,39
Kremsmünster	–	0,72	–0,18
Hohenpeißenberg	0,35	0,73	–0,12
Basel	–	0,75	0,39
Innsbruck	0,46	0,73	0,23
Geneve	0,53	0,79	0,19
Milano	0,34	0,75	0,11
New Haven	–	0,93	0,32
Philadelphia	0,51	0,90	0,22

den fünf langjährigen Stationen erhält man für einen Zentralpunkt geringer Höhe in 65° N, 19° W aus der hundertjährigen Periode 1881 bis 1980 rechnerisch folgende Mittelwerte: Temperatur 4,05° C, Streuung der Dezennienwerte 0,45, Trend pro hundert Jahre +0,55. Die Breitenabhängigkeit der Jahrestemperaturen ist bei einem Korrelationskoeffizienten von  $r = -0,99$  überaus stark, die Abhängigkeit von der geographischen Länge mit  $r = 0,15$  sehr gering. Die Streuung nimmt nach Norden und nach Osten zu, der Trend ist im Norden Islands stark positiv, im Süden gering. Für die geographischen Breiten 67° N, bzw. 63° N zeigt Tabelle 7 die extrapolierten Beträge der Abweichungen von den hundertjährigen Mitteln.

Das wärmste Dezennium im Raum Island war also, wie im Mittel für NHK das von 1931–1940. Am Südrand der Insel war der Übergang von negativen zu positiven Abweichungen schon um

Tabelle 7: Extrapolation der Abweichungen der Dezennienmittel vom hundertjährigen Mittel im Raume von Island

Dezennium	1881 –90	1891 –1900	1901 –10	1911 –20	1921 –30	1931 –40	1941 –50	1951 –60	1961 –70	1971 –80
67° N	–1,26*	–0,61	–0,58	–0,58	0,23	<u>0,98</u>	0,70	0,85	–0,23	0,15
63° N	–0,34	–0,03	0,15	0,10	0,41	<u>0,47</u>	0,38	–0,12	–0,37	–0,58*

1900 erfolgt, am Nordrand erst um 1920. Hingegen trat im Süden bereits um 1950 merkliche Abkühlung ein, im Norden erst um 1960.

Als ein weiteres Beispiel regionaler Betrachtungen bringen wir eine Analyse der Temperaturschwankungen im Indischen Subkontinent (Pakistan, Indien, Sri Lanka), getrennt für den Nordteil (Stationen Leh bis Silchar) und den Südteil (Sagar bis Colombo).

Tabelle 8: Zahl der extremen Dezennien an je fünfzehn Orten im Nordteil und im Südteil des Indischen Subkontinent seit 1881–90.

Dezennium	1881 –90	1891 –1900	1901 –10	1911 –20	1921 –30	1931 –40	1941 –50	1951 –60	1961 –70	1971 –80
Höchstwerte										
N	2	3	1				4	2	1	2
S		2	2	2	1		1	5	1	1
Tiefstwerte										
N	3			1	1	2	2	1	2	3
S	9				3				1	2

Das Vorkommen der wärmsten, bzw. kältesten Dezennien in Indien ist breit gestreut. Im Gegensatz zum Mittel der Nordhalbkugel (NHK) war das Dezennium 1931–40 nirgends im indischen Raum das wärmste. Erst die nachfolgenden Dezennien, im Norden das von 1941–50, im Süden das von 1951–60 brachten an relativ vielen Stationen Höchstwerte, aber auch Tiefstwerte. Jedoch war das Dezennium von 1881–90 vorwiegend das kälteste. Jedenfalls zeigt sich, daß der Indische Subkontinent vielfach nicht mit dem allgemeinen Temperaturgang der Nordhalbkugel konform geht.

Aber auch innerhalb des Indischen Raums besteht kein Gleichlauf. Zwischen den Temperaturen der sechs in Betracht kommenden Felder von je 10° Breite und 20° Länge errechnet man nur kleine Korrelationskoeffizienten, im Mittel +0,14. Besonders klein ist die Korrelation um den 90. Längengrad, im Mittel 0,05, etwas größer um den 70. Längengrad mit 0,27 und zwischen den Feldern gleicher geographischer Breite (0,24).

Wir fragen nun, welcher Monat, bzw. welche Jahreszeit für die Schwankungen der Jahresmittel am maßgebendsten ist. Für Central-England hat C. D. SCHÖNWIESE für alle Monate einen ungefähr gleichbleibenden Korrelationskoeffizienten von +0,45 zwischen den Monats- und den Jahreswerten gefunden. Für Ingöy, nahe dem Europäischen Nordkap, fanden wir im Mittel einen Korrelationskoeffizienten von +0,50 mit einem Minimum im Jahresgang von 0,26 im November und einem Maximum von 0,60 im August. Am Nordkap ist also die Wärme des Sommers an den Schwankungen der Jahrestemperaturen mehr beteiligt als die des Winters.

Für den Indischen Subkontinent führten wir analoge Rechnungen mit Hilfe des Beobachtungsmaterials aus 1961–1979 durch. Tabelle 9 enthält die Ergebnisse, wobei die Zahlenwerte von je sechs Stationen (ohne solche im mehr als 1000 m Seehöhe) in vier Regionen zusammengefaßt wurden: 1. Süd-Pakistan, 2. Ganges-Mittellauf, 3. Ganges-Unterlauf, 4. Südindien und Ceylon.

Tabelle 9: Mittlere Korrelationskoeffizienten zwischen den Monats- und den Jahrestemperaturen für vier im Text beschriebene Regionen des Indischen Subkontinents (Einheit 100 r).

Gebiet	Monate												Mittel
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	45	37	28	20	19*	20	22	26	34	48	<u>58</u>	54	34
2	45	<u>47</u>	43	35	29*	35	41	32	30	42	45	42	39
3	29	40	52	60	<u>61</u>	59	55	46	40	34	31	28*	44
4	52	55	54	52	54	58	<u>62</u>	60	53	48	48*	50	54

Es zeigt sich ein bemerkenswerter Gegensatz zwischen dem Norden (besonders NW) und Süden: In Süd-Pakistan und noch im Mittellauf des Ganges sind die Wintertemperaturen an den Schwankungen der Jahresmittel am stärksten beteiligt, am wenigsten die des regelmäßig heißen Mai. Schon im Ganges-Unterlauf und in Südindien sind die Variationen der Sommertemperaturen für den Schwankungsverlauf der Jahrestemperaturen viel maßgebender als die der Wintertemperaturen. In Südindien sind hierbei die Unterschiede in der Bedeutung der Sommer- und der Wintertemperaturen auf die Jahreswerte am kleinsten.

Drei Säkularstationen in Höhen über 1500 m (Quetta, 1601 m, Darjeeling, 2120 m und Leh, 3514 m) geben in Verein mit Basisstationen in rund 200 m Seehöhe (Ludhiana, Bikaner, Lahore und Agra) die Möglichkeit, analog zu Tabelle 9 in Tabelle 10 auch die Höhenabhängigkeit der Bedeutung der einzelnen Monate auf die Schwankungen der Jahrestemperaturen zu zeigen.

Tabelle 10: Höhenabhängigkeit der Korrelationskoeffizienten zwischen den Monats- und den Jahrestemperaturen (Einheit 100 r).

Höhe (m)	Monate												Mittel
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
200	37	33	33	34	31*	36	47	45	44	55	<u>58</u>	47	42
1000	38	38	34*	39	40	37	44	45	42	<u>49</u>	48	37	41
2000	38	43	35*	46	<u>51</u>	38	40	45	41	41	36	26	40
3000	38	49	37	53	<u>62</u>	39	36	45	39	34	24	14*	39

Mit der Höhe ändert sich also der Einfluß der einzelnen Monate gewaltig. Unten ist der November von größten Einfluß, ab 2000 m der Mai, der in der Gangesniederung den geringsten Einfluß auf die Jahrestemperaturen zeigte. In großen Höhen sind die Beträge der untersuchten Korrelationskoeffizienten im Winter am kleinsten, während sie in der Niederung am größten waren.

Übrigens fanden wir aus den Daten in (7) für eine Höhe von 1516 m am Hang des Mount Pangerango (Java) einen noch größeren Gegensatz im Jahresverlauf der Korrelationskoeffizienten zwischen den Monats- und Jahrestemperaturen: Höchstwert 0,78 im März, Tiefstwerte 0,02 im August.

## 5. ANALYSEN VON BAUMRINGREIHEN

Wir bringen nun noch Analysen der klimatischen Aussagen der Baumringindizes aus (1) von Nord-Finnland, West-Alaska und Nordost-Canada. Zum Vergleich mit den Daten aus Nord-Finnland (69° N, etwa 26,5° E, 148 m) verfügen wir über Temperaturwerte von Inari ab 1911 und von Ivalo ab 1946. Die Temperaturdifferenzen zwischen Ivalo und Inari sind gering (Jahresmittel 0,02° C, Sommer = Juni bis August 0,13° C). Für  $x$  = Temperatur in Ivalo (Inari),  $y$  = Baumringindex erhält man aus den fünfzig Jahren 1911–60 die folgenden Beträge der Korrelationskoeffizienten: Jahr  $r = +0,42$  (Durchschnittstemperatur  $-0,78^\circ$  C, Streuung 1,1g°, TRI (= Tree ring Index) Mittel 94,9, Streuung 209,8). Erstaunlicherweise ist die Korrelation zu den Sommertemperaturen etwas schwächer, nämlich  $r = +0,351 \pm 0,125$ , mittlere Sommertemperatur 11,64° C, Streuung 0,99°.

Für die West-Alaska-Reihe (Kenai Halbinsel, 60° N, 150° W, Baumgrenze) stehen uns nur die vierzehn Jahre 1941–54 von Anchorage (61,7° N, 148,0° W, 40 m) zur Verfügung. Man erhält einen Korrelationskoeffizienten von nur  $r = +0,272$  zwischen den Jahrestemperaturen (Durchschnitt 1,42° C, Streuung 0,70° und dem dort verwendeten TRI (Durchschnitt 0,48, Streuung 0,10). Zu den Sommertemperaturen ergibt sich sogar eine negative Korrelation von  $-0,405$  (Durchschnittliche Sommertemperatur in Anchorage 13,14° C, Streuung 0,69°). Um eine größere Zahl von Vergleichsjahren zu haben, wurde auch mit den Jahrestemperaturen aus den 58 Beobachtungsjahren 1890–91, 1899–1954 der allerdings weit entfernten Hauptstadt Alaskas Juneau (58,4° N, 134,6° W, 7 m) verglichen. Es ergab sich jedoch ein noch kleinerer Korrelationskoeffizient, nämlich 0,190 (Temperaturmittel in Juneau 5,64° C, Streuung 0,81, durchschnittlicher TRI dieser Jahre 0,48, Streuung 0,09).

Es wurde noch versucht, zur Erklärung der Baumringschwankungen die Niederschlagsverhältnisse heranzuziehen. Es ergab sich jedoch nur eine sehr schwache Andeutung dafür, daß das beste Wachstum an der Baumgrenze auf der Kenai Halbinsel durch relativ kühle Sommer mit etwas übernormalen Niederschlagsmengen begünstigt wird. Im Vergleich zu den Jahreswerten ist allerdings das Gegenteil der Fall: Etwas übernormales Wachstum in relativ warmen und etwas zu trockenen Jahren.

Für die Baumringreihe aus Nordost-Canada stehen die Vergleichsjahre von Ft. Chimo (58,1° N, 68,4° W, 37 m) 1942–43, 45, 48–74, also 30 Jahre zur Verfügung. Der Korrelationskoeffizient zwischen den Jahresmitteln der Temperatur und dem dort verwendeten Baumringindex ist  $r = +0,295$  (Mitteltemperatur  $-5,53^\circ$  C, Schwankung 1,11°, mittlerer Baumringindex 133,2, Schwankung 56,0). Bei Ft. Chimo sind die Sommertemperaturen von größerem Einfluß als die Jahrestemperaturen ( $r = +0,522$  (Temperaturmittel im Sommer 9,54°, Schwankung 1,00°). Mit der langen, 1826 begonnenen Temperaturreihe von Montreal besteht überhaupt kein Zusammenhang (Korrelationskoeffizient der Jahreswerte  $r = 0,04$ ).

Will man aus den Baumringindizes die Jahrestemperaturen abschätzen, so stehen hierfür die folgenden Gleichungen zur Verfügung ( $x$  = Baumringindex,  $y$  = Jahrestemperatur):

$$\text{Finnland } y = 0,0136 x - 2,071 \text{ mit } r = 0,42,$$

$$\text{Alaska } y = 26,110 x - 11,149 \text{ mit } r = 0,27,$$

$$\text{Canada } y = 0,0671 x - 14467 \text{ mit } r = 0,30.$$

Die Konstanten dieser Gleichungen sind deshalb so verschieden, weil die einzelnen Baumringindizes ganz verschieden definiert waren. Wir fanden folgende Grundwerte

Finnland 1181–1959, 1969 = 780 Jahre, Mittel  $-3$  (statt 0?), Maximum 590 (1760), Minimum  $-733$  (1911),

Alaska 1579–1954 = 376 Jahre, Mittel 0,37, Maximum 0,86 (1807), Minimum 0,04 (1616),  
 Canada 1641–1974 = 334 Jahre, Mittel 99,3 (statt 100?), Maximum 216 (1954), Minimum 14  
 (1642).

In Tabelle 11 sind verschiedene Korrelationen zwischen den Baumringindizes und Temperaturwerten zusammengestellt.

Tabelle 11: Korrelationskoeffizienten zwischen Baumringindizes und Temperaturen, berechnet für die im Text beschriebenen Reihen.

	Finnland	Alaska	Canada
a) zu den Sommertemperaturen benachbarter Temperaturmeßstellen	0,35	–0,40	0,52
b) zu den Jahrestemperaturen benachbarter Temperaturmeßstellen	0,42	0,27	0,30
c) zu den Jahreswerten der Nordhalbkugel (NHK) gemäß (1)	0,61	0,40	0,34
d) zu Dezennienmitteln der NHK			
1581–1680	0,87	0,68	0,74 (ab 1641–50)
1681–1780	0,63	0,86	0,04
1781–1880	0,80	–0,18	0,09
1881–1960	0,76	0,69 (bis 1950)	0,54 (bis 1970)

Die Baumringindizes Nord-Finnlands ergeben durchwegs positive Korrelationskoeffizienten. Erstaunen macht jedoch – und dies auch bei den Reihen aus West-Alaska und Nordost-Canada – daß die Korrelation zu den Jahrestemperaturen der Nordhalbkugel größer ist als die zu den Jahrestemperaturen benachbarter Meßstellen. Auffällig ist auch der negative Korrelationskoeffizient Alaskas, der sich aus den Dezennienwerten der hundert Jahre 1781–1880 ergibt, sowie die sehr kleinen positiven Werte der Reihe aus Canada in dem Zeitraum von 1681–1880.

Möglicherweise spielen da großräumige regionale Besonderheiten des Temperaturganges eine Rolle, wie wir sie für den Donauraum dank vieler Meßstellen in (3) einigermaßen sicher für den Zeitraum von 1771–1830 nachweisen konnten. Jedenfalls ist die Aussagekraft lokaler Beobachtungen, sei es der Baumringindizes oder auch der Temperaturen selbst für globale Zwecke vielleicht doch nicht so verläßlich wie man öfters vermutet hatte. Hoffen wir, daß die Schlüsse aus den 254 Meßstellen, welche wir in der vorliegenden Arbeit verwerten konnten, der Wahrheit ein wenig näher gekommen sind.

## 6. DIE GLOBALEN TEMPERATURWERTE DER JÜNGSTEN JAHRE (1981 BIS 1983)

In Tabelle 12 findet man – in Fortsetzung der Tabelle 3 – für die Einzeljahre 1981, 1982 und 1983, sowie für das Mittel dieses Zeitraums die Temperaturabweichungen in den Großräumen von den hundertjährigen Mitteln aus 1881–1980.

Tabelle 12: Mittlere Temperaturabweichungen in Celsiusgraden von den Mittelwerten aus 1881–1980 für die in Tab. 2 genannten Großräume.

	Gebiet								Erde
	NWn	NEn	NWs	NEs	N	Sn	Ss	S	
1981	0,51	0,24	0,06	0,13	0,37	0,48	0,10	0,29	0,33
1982	-0,42	0,34	0,86	0,08	0,22	-0,46	0,04	-0,21	0,00
1983	-0,01	0,76	1,08	0,31	0,54	0,27	-0,51	-0,12	0,21
Mittel	0,03	0,45	0,85	0,17	0,37	0,10	-0,12	-0,01	0,18
statt aus dem Trend zwischen 1881 und 1980 extrapoliert:									
	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00

In unserer Arbeit wurden nur die langjährigen Stationen aus den WWR herangezogen. Natürlich gäbe es in neuerer Zeit eine unvergleichlich größere Zahl zur Ermittlung der Temperaturabweichungen. Doch liegt es im Wesen der vorliegenden Arbeit, daß nur die längsten Temperaturreihen über viele Jahrzehnte hinweg verglichen werden sollten.

Die Reihung nach unerwartet hohen Abweichungen der letzten drei Jahre lautet: NWs 0,85, NEn 0,44, NEs 0,17, Sn 0,10, NWn 0,01. Es erfolgte also selbst im nördlichen Gebiet der Westhälfte der Nordhalbkugel kein so umfassender Temperaturrückgang wie er in der Fachliteratur

Tabelle 13: Abweichungen der Temperatur in °C von den Mitteln aus 1881–1980 im Durchschnitt der letzten drei Jahre 1981 bis 1983 für Felder von je 20° Länge und 10° Breite. Der Einfachheit halber sind Länge und Breite der Feldmittel angegeben.

N-Breite	Länge	170	150	130	110	90	70	50	30	10
75	E								-0,06	
65	W							-1,60	-1,07	-0,88
	E			1,42			1,61	0,72	0,22	0,13
55	W			0,25	1,17					0,26
	E		0,18		0,58	1,92	2,60	1,55	1,08	0,39
45	W			0,24	0,18	0,15	0,12			0,95
	E		0,50	-0,07			0,72	0,27	0,42	0,48
35	W			0,30	1,14	-0,54	0,13			0,85
	E		0,13	0,67			-0,07	-0,76	-0,95	0,57
25	W		0,95			-0,13	-0,06			(0,90)
	E				0,54	-0,11	0,26			
15	E			-0,08		-0,14	0,31			
5	E				(0,10)	(0,30)	(0,33)			
S-Breite										
5	E				(0,80)					
15	E			-0,09						
25	W							0,53		
	E			-0,40						
35	W						-0,27	0,84		
	E	-0,43	0,44	-0,90					0,07	-0,90
45	E	-0,26	0,52							

ratur oftmals beschrieben wurde. Auf der Südhalbkugel, besonders auf deren Südhälfte waren die Temperaturanomalien der letzten Jahre im Durchschnitt leicht negativ.

In Tabelle 13 wird als Beispiel für die von uns für alle einzelnen Dezennien erarbeiteten Tabellen der Temperaturabweichungen von den hundertjährigen Mitteln aus 1881–1980 für Felder von je 20° geographischer Länge und 10° geographischer Breite eine Darstellung der Mittel aus den drei Jahren 1981 bis 1983 gebracht.

Im Feld des Europäischen Nordkaps (75° N, 30° E) war die durchschnittliche Anomalie der letzten Jahre nur  $-0,06$  ( $-1,15$  im Jahr 1981,  $0,24$  im Jahr 1982 und  $0,74$  im Jahr 1983). In der Breitenzone 65° N waren die Felder westlicher Länge die bei weitem am kältesten: Anomalien  $-1,60$  in Grönland,  $-1,07$  in Island,  $-0,88$  bei Thorshavn. Mit Übergang auf die östliche Hemisphäre werden die Anomalien der letzten drei Jahre positiv. Der Wärmeüberschuß steigert sich von  $0,13$  in Norwegen bis  $1,61$  in Nordwest-Sibirien. Verchojansk mit einem Anomalienmittel von  $1,42$  erbrachte 1981  $+3,09^\circ$  Wärmeüberschuß, im Jahre 1983 war die Anomalie mit  $2,98$  fast ebenso hoch, jedoch erbrachte das Jahr 1982 ein Defizit von  $-1,82$ .

In der Breitenzone 55° N zeigen alle Felder der Tabelle 12 positive Anomalien, gipfelnd mit  $2,60$  in Westsibirien (Einzelwerte in Sverdlowk  $2,93$ ,  $2,19$  und  $2,68$ ).

In 45° N war die Anomalie nur in Vladivostok geringfügig negativ. Relativ am wärmsten war es in Südwest-Europa. Die Felder in 35° N zeigen uneinheitliche Anomalien mit bemerkenswerten Gegensätzen:  $+1,14$  im Südwesten der USA (Extrem San Diego in Südkalifornien mit  $2,33$  aus  $2,48$ ,  $1,82$ ,  $2,68$ ), hingegen  $-0,54$  im Südosten der USA. Relativ kühl blieb auch der Vordere Orient (etwa von Athen bis Leh in Pakistan).

Bemerkenswert warm war Honolulu (21° N, 158° W) mit einer durchschnittlichen Anomalie von  $0,95$  aus den steigenden Jahreswerten  $0,84$ ,  $0,90$  und  $1,10$ . Dagegen waren die Abweichungen in allen Zonen südlich von 20° N sehr uneinheitlich mit Extremen wie  $+0,84$  in Buenos Aires und Montevideo einerseits,  $-0,90$  in Kapstadt und Adelaide anderseits.

Alles in allem war die Temperatur der Erde in den letzten Jahren gegenüber 1881 bis 1980 steigend (Anomalien 1981:  $0,33$ , 1982:  $0,00$ , 1983:  $0,21$ ). Nochmals sei der gewaltige Gegensatz im Temperaturgang der höheren Breiten der Nordhalbkugel hervorgehoben: Relative Kälte im Raum Grönland–Island, relative Wärme in Europa, namentlich aber in Sibirien.

## 7. ZUSAMMENFASSUNG

Aus den Temperaturmessungen von 254 Säkularstationen in allen Erdteilen (Tab. 1) wurden Dezennienmittel der Jahrestemperaturen für sechs Großräume der Erde (Tab. 2) abgeleitet (Tab. 3). Für die Nordhälfte der nördlichen Halbkugel war dies ab 1781–1790 möglich, für die ganze Erde ab 1851–1860, wobei allerdings die Werte für das Gebiet südlich von 50° S nur abgeschätzt werden konnten. In Tabelle 4 findet man Korrelationswerte der Temperaturschwankungen in den sechs Großräumen. Es wird besonders darauf hingewiesen, daß im Westteil der Nordhalbkugel nördlich von 30° N bereits das Dezennium 1931–1940 das wärmste war, im Ostteil hingegen erst das jüngste Dezennium 1971–1980.

Auf der Südhalbkugel ist die Korrelation zwischen den Temperaturschwankungen der drei Erdteile nur gering (Tab. 5). In Australien–Neuseeland ist auch der Trend seit 1851–1860 nur sehr klein. Als weitere Beispiele regionaler Details werden die Räume Island und Indischer Subkontinent genauer analysiert (Tab. 7–10).

Es wurde auch die klimatische Aussagekraft von Baumringreihen aus Nord-Finnland, West-Alaska und Ost-Canada untersucht. Es zeigte sich, daß die Korrelationen zwischen Zuwachs und Temperatur nicht überschätzt werden dürfen (Tab. 11).

Schließlich wird gezeigt, daß in den jüngsten Jahren 1981 bis 1983 die Mitteltemperatur der Erde um  $0,18^{\circ}\text{C}$  höher war als im Mittel aus 1881 bis 1980. Die mittlere Temperaturabweichung war hierbei auf der Nordhalbkugel  $+0,37^{\circ}$ , auf der Südhalbkugel  $-0,01^{\circ}\text{C}$ .

## 8. LITERATURVERZEICHNIS

- (1) GROVEMAN, B. S. and H. E. LANDSBERG: Reconstruction of Northern Hemisphere Temperature: 1579–1880, *Meteorology Program, Univ. of Maryland, Publ. Nr. 79* (1979) 46 + 59 p.
- (2) BORZENKOVA et al.: Izmnenie temperatury na period 1881–1975, *Met. i. Gidrol. Nr. 7* (1976), 27–35.
- (3) LAUSCHER, F.: Säkulare Schwankungen der Dezennienmittel und extreme Jahreswerte der Temperatur in allen Erdteilen, *Arb. aus der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien, Heft 48* (1981) 42 S., 8 Tab.
- (4) WORLD WEATHER RECORDS (vollständig zitiert in (3)).
- (5) LAUSCHER, F.: Weinlese in Frankreich und Jahrestemperatur in Paris seit 1453, *Wetter und Leben* 35, 39–42 (1983).
- (6) WORLD CLIMATE CONFERENCE, WMO-No. 537 (1979), 791 p.
- (7) UNTERSTEINER, N.: Über Schwankungen der barometrischen Mitteltemperatur an einem tropischen Stationspaar, *Sitz. Ber. Ö. Akad. d. Wiss., Abt. II a*, 161. Bd. 207–218 (1952).

## 9. Summary

### On the variations of temperature in all continents during the last centuries

Evaluating 254 longtime-series out of all continents mean decennial deviations of temperature are calculated for six parts of the globe. The correlations between this parts are discussed. In the western part of the northern hemisphere the decennium 1931–1940 has been warmest, in the eastern part the last one (1971–1980).

On the southern hemisphere the correlations of temperature between the three continents are only small, likewise the correlations for parts of Island and India.

The dependence of tree-ring indices on temperature has been analysed for series from Finland, Alaska and Canada. Especially in Alaska only a small positive correlation in derived.

## 10. Résumé

### Les variations séculaires de la température dans tous les continents

Nous avons calculé les températures moyennes décennales de 254 stations depuis 1781. La surface du globe terrestre était divisé en six parties grandes. Les données moyennes des cettis parties sont discutées en détail. En particulier nous montrons qu'en part occidentale de la hémisphère septemtrionale la période 1931–1940 était la plus chaude, mais en partie orientale c'était la période 1971–1980.

Les corrélations entre les valeurs de la température dans l'hémisphère méridionale son petites. C'est ainsi également pour la dépendence de l'accroissement des arbres à la température.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical  
Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen  
Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: [126](#)

Autor(en)/Author(s): Lauscher Friedrich

Artikel/Article: [Physiogeographie. Die säkularen Schwankungen der Temperatur in allen Erdteilen 85-101](#)