

## PHYSISCH-GEOGRAPHISCHER TEIL.

### Die Veränderlichkeit der Jahressumme des Niederschlags auf der Erde.

Von  
**Erwin Biel**, Wien.

G. Hellmann<sup>1)</sup> hat für den von ihm in die Klimatologie eingeführten Schwankungsquotienten der jährlichen Niederschlagsmenge drei Hauptsätze aufgestellt und damit unsere Kenntnis der Niederschlagsverhältnisse außerordentlich erweitert. I. Der Quotient aus niederschlagsreichstem und niederschlagsärmstem Jahr einer längeren Beobachtungsreihe (Q) ist im Luv regenbringender Winde größer als im Lee. (Beispiele für dieses Gesetz findet man auch in unserer Tabelle für die Anden in den höheren S-Breiten, Island, das Kathlambagebirge, den Himalaja, Hinterindien usw.) II. Trockene Gebiete haben größere Schwankungen als regenreiche in deren Nachbarschaft. III. Gebiete mit streng periodischer Niederschlagsverteilung haben größere Schwankungen als solche mit Niederschlägen zu allen Jahreszeiten.<sup>2)</sup> Diese Gesetzmäßigkeiten hat Hellmann durch Beispiele aus den wichtigsten Klimagebieten erhärtet. An seinem Quotienten wurde vielfach Kritik geübt; insbesondere erschien es bedenklich, daß Q unendlich wird, wenn in Wüsten und Wüstensteppen der Niederschlag einmal ganz ausbleibt, auch wenn das Maximum der Reihe recht gering ist und auf wenige Gußregen zurückgeht. H. Maurer<sup>3)</sup> meinte, daß Q zumindest aus den drei niederschlagsreichsten und den drei niederschlagsärmsten Jahren einer Beobachtungsreihe berechnet werden müsse und machte auf die große Bedeutung des Regenjahres dem Kalenderjahre gegenüber aufmerksam.<sup>4)</sup> Er entwickelte eine Methode prozentueller Häufigkeitszahlen, mit der sich Eberle (a. a. O., S. 4) auseinandersetzt. St. Visher<sup>5)</sup> berichtete

<sup>1)</sup> G. Hellmann, Untersuchungen über die Schwankungen der Niederschläge (Veröff. d. Preuß. Met. Inst. Nr. 207, Berlin 1909).

<sup>2)</sup> Siehe dazu aber für Indien O. Eberle, Die Verteilung der extremen Regenschwankungen über die Erde (Pet. Mitt. Erg.-H. 195, 1927, S. 7). Die Arbeit wurde von E. Reichel kritisch referiert (Met. Zeitschr. 1928, S. 158). Auf die Literaturnachweise Eberles sei hingewiesen, da hier nur wenige Worte über die wichtigsten Arbeiten gesagt werden können.

<sup>3)</sup> H. Maurer, Zur Methodik der Untersuchungen über Schwankungen der Niederschlagsmengen (Met. Zeitschr. 1911).

<sup>4)</sup> Eberle teilt a. a. O. mit, daß die Genfer Sternwarte die Niederschlagssummen auch nach Regenjahren veröffentlicht.

<sup>5)</sup> St. S. Visher, Vergleichung der Niederschlagsveränderlichkeit in niedrigen und mittleren Breiten (Met. Zeitschr. 1924).

über die großen Schwankungen der Jahres- und Monatssummen in den Tropen, über die gewaltigen auf kürzeste Zeit zusammengedrängten schädlichen Gußregen und beurteilte die wirtschaftlichen Aussichten vieler tropischer Gebiete recht pessimistisch. Als der Verfasser mit den Vorarbeiten für den vorliegenden Aufsatz beschäftigt war, erschien die fleißige Arbeit von O. Eberle,<sup>2)</sup> der für etwa 2000 Stationen den Hellmannschen Quotienten berechnete und kartierte. E. Reichel<sup>6)</sup> ergänzte diese Angaben für die hohen N-Breiten. W. Köppen<sup>7)</sup> untersuchte den Zusammenhang zwischen Q und der Zahl der Beobachtungsjahre und die Beziehungen der Niederschlagsmenge zum Schwankungsquotienten. Er schlug vor, „die durchschnittliche („normale“) Größe der Schwankung der jährlichen Regenmenge im Lauf von 10 Jahren, dividiert durch die mittlere Regenmenge als die von H. Maurer gesuchte praktische Einzelmaßzahl für die Regenvariabilität“ einzuführen. Es erschien dem Verfasser nun von Interesse, die mittlere Veränderlichkeit  $v = \frac{\sum e^2}{n}$  der Jahressumme des Niederschlages zu berechnen, also das Mittel aus den ohne Rücksicht auf das Vorzeichen summierten Abweichungen ( $e$ ) der einzelnen Jahre vom Mittel der Beobachtungsjahre zu bilden. Dieser Ausdruck wird in der Klimatologie ja sonst allgemein als Maß der Veränderlichkeit eines Elementes verwendet. Wenn wir die Veränderlichkeit nun in Prozenten der Jahressumme ausdrücken, wird der Einfluß der Niederschlagssumme auf die Veränderlichkeit zum größten Teil ausgeschaltet; die Werte sind vergleichbar. Die erwähnten arithmetischen Unannehmlichkeiten in extremen Fällen sind — wie leicht einzusehen ist — bei der mittleren Veränderlichkeit wesentlich geringer als beim Schwankungsquotienten; ganz beseitigen kann man sie wohl kaum. Die einzige größere Zusammenstellung der mittleren Veränderlichkeit für weitere Gebiete der Erde stammt von G. Hellmann,<sup>8)</sup> der etwa 40 europäische Stationen für die Periode 1851 bis 1900 berechnete. Seine Ergebnisse und weitere Literaturnachweise für N-Deutschland, Österreich-Ungarn, Rußland und die Schweiz sind bei Hann-Süring zusammengestellt.<sup>9)</sup> Der Verfasser unternimmt nun in dem vorliegenden Aufsatz den Versuch, ein möglichst homogenes Material für die ganze Erde durchzurechnen. Die größte Schwierigkeit einer solchen Untersuchung liegt nun an dem Mangel an Beobachtungsmaterial, über den alle Autoren klagen. Es kann hier nicht mehr als eine erste Orientierung geboten werden, für weite Gebiete ist unsere Kenntnis etwa der des Reliefs des Meeresbodens vor Einführung des Echolotes zu vergleichen. Eine überaus wertvolle Grundlage bildeten die „World Weather Records“<sup>10)</sup>, die einem Vorschlag von

---

<sup>6)</sup> E. Reichel, Die extremen Schwankungen des Jahresniederschlags in der subpolaren Zone (Met. Zeitschr. 1928).

<sup>7)</sup> W. Köppen, Die Schwankungen der jährlichen Regenmenge (Met. Zeitschr. 1928).

<sup>8)</sup> G. Hellmann, a. a. O., S. 34 bis 35.

<sup>9)</sup> Hann,-Süring, Lehrb. d. Met. 4. Aufl., S. 340; zu erwähnen wäre noch W. Semmelhack, Beiträge zum Klima von N-Spanien und Portugal. A. d. Archiv d. Deutschen Seewarte 1910, Nr. 2.

<sup>10)</sup> „World Weather Records“, herausgegeben von H. H. Clayton, Washington, Smithsonian Institution, 1927.

F. M. Exner auf der Internationalen Meteorologenkonferenz zu Utrecht (1923) zufolge zusammengestellt wurden. Sie umfassen die wichtigsten und wohl auch verlässlichsten Beobachtungsreihen der ganzen Erde. Für China konnte die neue Arbeit von E. Gherzi<sup>11)</sup> benützt werden, für das asiatische Rußland hat E. Rubinstein (Geophysikalisches Zentralobservatorium, Leningrad) dem Verfasser brieflich Material mitgeteilt; Prof. L. Weickmann (Leipzig) hatte die große Liebenswürdigkeit, sein türkisches Stationsmaterial zur Durchsicht zu senden. Da die „World Weather Records“ für diese Gebiete keine Angaben enthalten, ist ihnen der Verfasser hiefür zu besonderem Dank verpflichtet. Über die Herkunft des Materials gibt im übrigen die Tabelle Auskunft.

Der Untersuchung wurde die 40jährige Periode 1881 bis 1920 zugrunde gelegt. Die Anhänger der Brücknerschen Periode finden also eine volle Schwankung studiert. Auch Köppen legt seiner Studie mit Vorliebe 30 bis 55jährige Reihen zugrunde. Hellmann betont älteren Autoren (Wild, Kremser) gegenüber nachdrücklich den Wert der gleichen Beobachtungsjahre für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse.<sup>12)</sup> Es ist daher sehr angenehm, daß die meisten unserer Stationen etwa 40 Beobachtungsjahre haben; die wenigen kurzen Reihen wurden nur verwendet, wenn anderes Material nicht zur Verfügung stand. Allgemein wird ja betont, daß gerade in Wüsten und Steppen schon einige Jahre einen brauchbaren Schwankungsquotienten liefern. Köppen<sup>13)</sup> stellte das wichtige Gesetz auf, daß die Schwankungsquotienten annähernd in arithmetischer Reihe zunehmen, wenn die Zeit in geometrischer Progression wächst. Eine Reduktion von kürzeren auf längere Reihen lehnt er ab.

Es besteht nun die einfache und meteorologisch sehr einleuchtende Beziehung, daß innerhalb eines großen Klimagebietes die Veränderlichkeit meist recht unabhängig von der Niederschlagssumme (also auch von der Seehöhe) ist.<sup>14)</sup> So hat Swerdlowsk 426 mm und 12% Veränderlichkeit, Haparanda 507 mm, 12%, Leningrad 519 mm, 12%, Breslau 583 mm, 11%, Wien 679 mm, 12%, Zürich 1077 mm, 12%, Vestmanno 1365 mm, 11%, der Obir 1527 mm, 12%, der Sonnblick 1650 mm, 11%, der Säntis 2715 mm, 15%.<sup>15)</sup> Ähnliche Beispiele werden bei der Diskussion der Karte für Persien, Indien, Japan, Transbaikalien, die Azoren, Oberguinea, Alaska, Kalifornien, die Antillen, Patagonien und die subantarktischen Inseln gegeben. Zahlreiche andere Fälle findet man beim Studium der Tabelle. Diese Tatsache gibt uns das Recht, die Veränderlichkeit einer repräsentativen Station als typisch für ein weiteres Gebiet zu betrachten und erhöht damit die Bedeutung eines auch spärlichen Beobachtungsmaterials.

Die folgenden in verschiedenen Klimagebieten gelegenen Stationen haben

---

<sup>11)</sup> E. Gherzi, S. J., *Étude sur la pluie en Chine*, Schanghai 1928 (2 Bde. mit Atlas).

<sup>12)</sup> Die bei Hellmann für den Zeitraum 1851 bis 1900 angegebenen Werte einiger europäischer Stationen sind nicht unwesentlich größer als unsere.

<sup>13)</sup> W. Köppen, a. a. O., S. 284.

<sup>14)</sup> L. Horwitz hat diese Verhältnisse bereits vor längerer Zeit für die Schweiz dargestellt. (*Variabilité des précipitations en Suisse*, Bull. Soc. Vaudoise 1912, S. 539.)

<sup>15)</sup> Der Säntis hat wohl keine homogene Reihe.

bei annähernd gleicher Jahressumme eine recht verschiedene Veränderlichkeit: Godthaab 578 mm, 27%, Trier 687 mm, 10%, Wien 679 mm, 12%, Noworossijsk 644 mm, 22%, Catania 625 mm, 28%, Algier 697 mm, 21%, Jerusalem 645 mm, 23%, Maldeninsel 727 mm, 71%, Staten Insel 610 mm, 8%. Es dominiert eben der Einfluß der Klimazone über den der Niederschlagsmenge. Für die großen Klimagürtel der Erde gilt natürlich die Beziehung, daß die Veränderlichkeit um so größer ist, je weniger Niederschlag im Jahr fällt. Darauf kommen wir noch zurück.

G. Hellmann forderte 1909 die Herausgabe von Monatsisobarenkarten, damit die einzelnen sich aus dem Vergleich verschiedener Jahrgänge ergebenden Luftdrucksituationen zur Erklärung der Niederschlagsschwankungen herangezogen werden können. K. Knoch<sup>16)</sup> wies auf die Bedeutung der Verlagerung der Hauptklimagürtel für die so beliebt gewordenen „Weltwetterzusammenhänge“ hin. Die Ursachen der Schwankungen sind zweifellos sehr mannigfach; hier wird noch viel Arbeit zu leisten sein. Für den Zusammenhang zwischen Niederschlagsveränderlichkeit und Ernteergebnis, Dürren usw. sind Untersuchungen mit schärferen Methoden für die kritischen Jahreszeiten notwendig. In manchen Gebieten hat man sich freilich durch künstliche Bewässerung einigermaßen unabhängig von den Niederschlagsschwankungen gemacht. Die Hungersnöte in S-China, die Unregelmäßigkeit der Wasserführung der chinesischen Flüsse, die Schwankungen des Ölertages in den Atlasländern usw. bieten dankbare Untersuchungsprobleme. In Afrika wenden sich die Neger noch an ihre Medizinmänner, in Brasilien hat man eine Kommission zum Studium der Trockenheiten eingesetzt, in Ägypten die Schwankungen der Nilfluten, in Indien die der Monsunregen mit Hilfe der Korrelationsrechnung zu ergründen getrachtet.

Dem Verfasser obliegt die angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. V. Conrad für manchen wertvollen Ratschlag zu danken.

Wir gehen nun zur Diskussion der Karte (Tafel XXI) über; es war bei der sehr zeitraubenden Berechnung der Veränderlichkeit langer Reihen nicht möglich, mehr als etwa 380 Stationen heranzuziehen. 152 liegen in Amerika, 109 in Asien, 72 in Europa, 38 in Afrika und 13 in Australien und Polynisien. Auf die Gebiete, aus denen gar keine oder nur sehr spärliche Meldungen vorliegen, wird bei der Besprechung der einzelnen Erdteile hingewiesen. Es ist heute noch nicht möglich, bei der Kartierung der Veränderlichkeit kleine Äquidistanzen der Isolinien zu wählen.<sup>17)</sup> Auch kann man über den Wert 40 kaum hinausgehen, da die Meldungen aus den Gebieten größter Veränderlichkeit, aus Wüsten und Steppen, ja am spärlichsten sind.

Da Europa weder an der Arktis noch an den Roßbreiten Anteil hat, weist kein anderer Erdteil in seiner Gesamtheit eine solche Gleichmäßigkeit der Niederschläge auf; diese außerordentlich geringe Veränderlichkeit ist sicherlich ein

<sup>16)</sup> K. Knoch, Große Anomalien des Niederschlags in der Äquatorregion des Pazifischen Ozeans (Ann. d. Hydr. u. mar. Met. 1927).

<sup>17)</sup> Dies könnte bestenfalls für Europa versucht werden; hierbei wären die Stationen an der Grenze zweier Klimagebiete von besonderem Interesse, die vielleicht wegen der häufigen Verlagerung der für sie in Betracht kommenden Aktionszentren größere Veränderlichkeiten aufweisen werden.

auch wirtschaftlich bedeutsames Klimacharakteristikum. Das von der Isolinie 10 umschlossene Gebiet umfaßt bezeichnenderweise Irland, Schottland, N-England, Dänemark und reicht nach W-Deutschland hinüber. (Stationen: Valencia, Aberdeen, Kopenhagen, Trier, Gütersloh.) Es ist leicht einzusehen, daß viele Gebiete mit veränderlichen Windrichtungen (höhere Breiten beider Hemisphären) infolge der häufigen Zyklonen mit ihren Aufgleit- und Böenregen recht gleichmäßig sind, während Gebiete mit viel beständigeren Windverhältnissen (Passatregionen) große Schwankungen aufweisen. Frankreich, Belgien, die Niederlande, ganz Mitteleuropa bis über die polnische W-Grenze, N-Rußland, S-Finnland, S-Skandinavien, das westliche Italien bis in die Breite von Rom liegen zwischen den Isolinien 10 und 15. Die Gleichmäßigkeit unserer Werte bei Stationen mit sehr verschiedenen Niederschlagssummen und in sehr verschiedenen Seehöhen auf weite Erstreckungen hin, ist — wie erwähnt — recht befriedigend: so hat Greenwich 11%, Paris 11%, Utrecht 12%, Zürich 12%, der Sonnblick 11%, der Obir 12%, Wien 12%, Frankfurt 11%, Berlin 12%, Breslau 11%, Königsberg 12%, Upsala 13%, Haparanda 12%, Helsinki 12%, Krynica 11%, Leningrad 12%, Ust-Zylma 12%, Perm 11%, Swerdlowsk 12%; jenseits des Ural werden die Werte allmählich höher. Das Wachsen der Veränderlichkeit gegen die hohen N-Breiten ist in Skandinavien und N-Rußland deutlich zu erkennen.<sup>18)</sup> Die Alpen haben zwar keine Luv- und Leeseite, dennoch ist die Veränderlichkeit am N-Rand der häufigeren Tiefs wegen bei gleichen Niederschlagsmengen geringer als am S- und W-Rand: Wien 679 mm, 12%, Lyon 756 mm, 14%; Zürich 1077 mm, 12%, Mailand 1053 mm, 14%. Die im N der Woeikowschen Achse hohen Druckes gelegenen Gebiete mit ihren vorherrschenden W-Winden haben aus den angedeuteten Ursachen erheblich geringere Veränderlichkeit als die südlich von ihr gelegenen. Der Wert von 20% wird nur im NO Islands,<sup>19)</sup> am Weißen Meer, in SE Spanien, der Provence und auf Sizilien überschritten; östlich von den Dardanellen gehören bereits große Areale dem Gebiet über 20% an: die N-Küste des Schwarzen Meeres, das nördliche Vorland des Kaukasus und die Steppen im N des Kaspischen Meeres.

Den geringsten Wert aller europäischen Stationen hat Aberdeen (8%), den höchsten Alicante (31%).

In Asien wird die Zunahme der Veränderlichkeit gegen die hohen N-Breiten durch die Station Obdorsk (266 mm, 21%) bezeugt, die größere Niederschläge und größere Veränderlichkeit hat als Jakutsk (190 mm, 17%). In Sibirien nehmen die Werte östlich des Ural allmählich zu (Tomsk 15%, Barnaul 15%).<sup>20)</sup> Der Wert 15 wird erst östlich des Jenissei überschritten. E. W. Malchenko<sup>21)</sup> hat kürzlich nachgewiesen, daß die aus dem W kommenden Tiefs selten über diese Linie nach E hinauskommen; damit hängt die Abnahme der Niederschläge

<sup>18)</sup> Die für die Karte benützte Station Kem ist der angeführten Arbeit von E. Reichel entnommen (18%, 37 Jahre).

<sup>19)</sup> Die Gegensätze zwischen dem SW (Luv) und dem NE (Lee) dieser Insel sind sehr beachtenswert.

<sup>20)</sup> E. Reichel gibt a. a. O. für Jenisseisk sogar nur 11% an! (Mittel aus 36 Jahren.)

<sup>21)</sup> Problèmes geoph. de la Jakoutie, Leningrad 1928 (russisch mit englischer Zusammenfassung). Referat von E. Biel in Gerlands Beitr. z. Geophys. XX, S. 437.

und der Höhe der Schneedecke nach E, die Verbreitung des ewig gefrorenen Bodens und die größere Veränderlichkeit der Jahressummen zusammen (Irkutsk 376 mm, 17%, Jakutsk 190 mm, 17%, Nertschinsk 385 mm, 19%, Nikolajewsk am Amur 471 mm, 18%). Unsere einzige kleinasiatische Station (Adana) meldet bei 640 mm 18%. Einen auffallend niedrigen Wert zeigen Tiflis (502 mm, 15%) und Beirut (915 mm, 15%); gegen Arabien und Mesopotamien ist das Gefälle ebenso stark wie am N-Rand der Sahara. (Jerusalem 23%, Bagdad 47%). Für die arabische Wüste gewähren Aden (47 mm, 66%) und Maskat (106 mm, 53%) einigen Anhalt, für die Wüste Tharr Karachi (58%) und Haiderabad (55%); leider fehlen aus Tibet, dem Tarimbecken und der Gobi Beobachtungen völlig; die jüngst von Sven Hedin gegründeten zentralasiatischen Stationen werden auch für das Studium der Veränderlichkeit der Niederschläge äußerst wichtig sein. Die südpersischen Stationen melden durchwegs Werte zwischen 36 und 38 (Isfahan 114 mm, 36%, Jask 115 mm, 37%, Bushire 276 mm, 38%). In N-Persien, im Turan und Russisch-Turkestan ist die Veränderlichkeit viel geringer: Teheran 21%, Meschhed 27, Kasalinsk 20, Taschkent 17, Wjernyi (Alma ata) 19. In Indien hat die Malabarküste (Monsunluv) und der größte Teil des Dekhan Werte unter 20, der S sogar unter 15, die Koromandelküste aber, deren unsichere Verhältnisse den Bewohnern so viele Sorgen bereiten, meldet 20 bis 26%.<sup>22)</sup> Die in recht verschiedenen Seehöhen gelegenen Stationen im Himalajavorland, in Bengalen und Assam sind bei sehr verschiedenen Niederschlagssummen durch die gleiche geringe Veränderlichkeit ausgezeichnet: Gauhati 1628 mm, 11%, Shillong 2057 mm, 13%, Calcutta 1598 mm, 14%, Cherrapunji 10.914 mm, 15%, Simla 1617 mm, 16%. Das im Regenschatten des Himalaja gelegene Leh zeigt bei 83 mm eine Veränderlichkeit von 33%. Nieder-Birma und das Tenasserimgebirge haben Werte unter 10 und gehören damit trotz des streng periodischen jährlichen Ganges zu den gleichmäßigsten Gebieten der Erde. Das im Regenschatten des SW-Monsuns gelegene Hinterland fällt in die Stufe 15 bis 20. Im SE Chinas fällt die große Insel geringer Veränderlichkeit (10—15%) auf, die sich vom Golf von Tonking bis zum Jangtsekiang erstreckt; sie ist durch zahlreiche Stationen bezeugt. (Kweilin 1986 mm, 14%, Mong-tse 925 mm, 14%). Im SE Asiens dürften auch die häufigeren Zyklonen eine geringere Veränderlichkeit der Niederschläge bedingen. Am Golf von Tschili melden Mukden, Tientsin und Heou-k'i 20 bis 25%. Sehr einheitlich und gering ist die Niederschlagsveränderlichkeit auf den japanischen Inseln und an der W-Küste der Inlandsee von Karafuto (S-Sachalin) bis Formosa: Ochiai 888 mm, 12%, Joshin 706 mm, 12%, Miyako 1413 mm, 15%, Tokyo 1540 mm, 13%, Kioto 1573 mm, 13%, Nagasaki 1954 mm, 14%, Naha 2134 mm, 14%, Taihoku 2114 mm, 12%. An der W-Küste Koreas hat Chemulpo bei 950 mm bereits 18%. Auf Sumatra, Borneo und den Philippinen (!) sind die W-Küsten bedeutend geringeren Schwankungen unterworfen als die E-Küsten.

<sup>22)</sup> Über die Beziehung des auffallend geringen Wertes von Nuwara Eliya auf Ceylon (11%!) zu den beiden Monsunen siehe O. Eberle a. a. O., S. 6.

Die geringste Veränderlichkeit in Asien hat Rangun (7%), die größte Aden (66%). Diese Stationen liegen fast in der gleichen Breite.

In Afrika macht sich das Fehlen von langjährigen Beobachtungsreihen aus sehr großen Gebieten (Sahara, Sudan, Abessinien, ostafrikanisches Seengebiet, Kongobecken, Angola) so störend bemerkbar, daß die Karte hier nicht mehr als eine ganz primitive Orientierung bieten kann. Die großen Züge aber treten in diesem von J. Hann als „Tropenkontinent par excellence“ bezeichneten Erdteil besonders deutlich hervor. Die Stationen am N-Fuß des Atlas (Kap Spartel 16%, Algier 21%, Tunis 14%) haben noch Anteil an den günstigen Verhältnissen des Mittelmeeres. Auf den Azoren finden wir bei sehr verschiedenen Niederschlagssummen gleiche Veränderlichkeit (Horta 1091 mm, 15%, Ponta Delgada 720 mm, 15%). Beachtenswert ist das große Gefälle vom Nildelta nach Ägypten: Alexandria 203 mm, 21%, Abbassia 34, mm 50%, Heluan 34 mm, 50%. Diese beiden Stationen bilden die Grundlage für die Kartierung der Sahara. In Chartum (145 mm) sinkt der Wert auf 43%. Entebbe am N-Ufer des Victoria-sees (1474 mm, 9%, geringster Wert in Afrika) ist ein ausgezeichnetes Beispiel äquatorialer Gleichmäßigkeit und kann in Übereinstimmung mit der Niederschlagskarte als typischer Vertreter weiter Gebiete angesehen werden. In Oberguinea stehen die Stationen bei verschiedenen Jahressummen in schöner Übereinstimmung: Freetown 3925 mm, 15%, Gambaga 1157 mm, 17%, Lagos 1819 mm, 17%, Calabar 3130 mm, 15%, Duala (Kamerun) 3974 mm, 12%. Diese Stationen haben bei meist erheblich größerer Niederschlagsmenge größere Veränderlichkeit als Entebbe. Den geringen Niederschlagsmengen der Goldküste entsprechend hat Accra eine große Veränderlichkeit (692 mm, 25%). Im ehemaligen Deutsch-SW-Afrika meldet Swakopmund den höchsten Wert in Afrika (54%).

An der S-Küste des Kaplandes und im E des Kathlambagebirges finden wir gleiche Veränderlichkeit bei verschiedenen Niederschlagssummen: Kapstadt (663 mm, 14%), Port Elizabeth (562 mm, 15%), Durban (1082 mm, 18%); im W des Gebirges ist die Veränderlichkeit wesentlich größer: Aliwal (N) 518 mm, 22%, Kimberley 412 mm, 24%. Der Wert für Johannesburg (844 mm, 17%) ist auffallend gering. An der Küste des ehemaligen Deutsch-E-Afrika hat Sansibar (1529 mm) 20%, Dar-es-Salaam (1075 mm) 22%.<sup>23)</sup>

Die Australien im N vorgelagerten Inseln haben durchweg Werte um 20 (Timor, Neu-Guinea). Die geringe Veränderlichkeit von Darwin ist durch die Lage im Luv des NW-Monsuns erklärlich. Aus dem Innern des Kontinents meldet nur die im E der Mac Donnell-Berge gelegene Station Alice Springs; da diese 267 mm Niederschlag empfängt, kann ihre Veränderlichkeit (34%) kaum als charakteristisch für das Wüstengebiet angesehen werden. Das australische Parlamentsmitglied Dr. Basedow berichtete kürzlich,<sup>24)</sup> daß die Raubzüge der Eingeborenen auf die Viehherden der Weißen und die daraus entstehenden Konflikte mit der bewaffneten Macht auf mehrjährige völlige Trockenheit zu-

<sup>23)</sup> Siehe auch E. Kremer, Die unperiodischen Schwankungen der Niederschläge und die Hungersnöte in Deutsch-Ostafrika (A. d. Archiv. d. Deutschen Seewarte, Hamburg 1910).

<sup>24)</sup> „Times“, Dezember 1928.

rückgehen. Über den SE sind wir verhältnismäßig am besten informiert. Sydney hat 19, Adelaide 20, Brisbane 25%;<sup>25)</sup> für den Wstand mir leider keinerlei Material zur Verfügung.<sup>26)</sup> In Neuseeland tritt der Unterschied zwischen Luv- und Leeseite deutlich hervor: Hokitika (2896 mm) hat 10%, Christchurch (653 mm) 16%. Hier im Bereich der Zyklonen ist die Veränderlichkeit recht gering.

Die merkwürdigen Verhältnisse der Maldeninsel haben K. Knoch<sup>27)</sup> kürzlich zu einer Zusammenstellung einiger meteorologischer Elemente veranlaßt. Den Erklärungsversuchen von Woeikoff und Köppen, der an eine Verschiebung von Kalt- und Warmwasserflächen dachte, fügt er einen neuen auf die Untersuchung der Windstatistik gegründeten hinzu, der von Störungen des Passats durch unregelmäßige Einbrüche westlicher und nordwestlicher Luft ausgeht. Es ist sehr eigentümlich, daß wir die höchste Niederschlagsveränderlichkeit auf der Erde (71%) nicht in der Wüste finden, sondern auf einer Insel mitten im äquatorialen Pazifischen Ozean mit einer keineswegs geringen Niederschlagssumme (727 mm). Für solche Gebiete mit sehr großer Veränderlichkeit sind auch Lustrenmittel überaus verschieden; so ergeben auf der Maldeninsel die Jahre 1906/10 294 mm, die fünf vorhergehenden Beobachtungsjahre aber 1040! Ähnlich dürften die Verhältnisse auf vielen Stationen in Hawaii und auf Oceanic Island (0° 52' S, 169° 35' E) liegen.<sup>28)</sup> Dies zeigt, daß die Verhältnisse über dem Meer, von denen wir fast nichts wissen, recht kompliziert sein können. Andere Inseln haben dagegen erstaunlich geringe Werte (St. Helena 11%, Azoren 15%).

In N-Amerika<sup>29)</sup> ist das Fehlen von Beobachtungen aus dem nördlichen Kanada sehr störend; der Stationsring um den Pol erfährt derzeit durch die Gründung zahlreicher Stationen in N-Sibirien eine wesentliche Verdichtung. Es wäre sehr zu wünschen, daß auch in N-Kanada ein für die Meteorologie (Polarluftvorstöße usw.) und Klimatologie gleich wichtiges Beobachtungsnetz entstehe. In Grönland ist — soweit man überhaupt etwas aussagen kann — die W-Küste erheblich veränderlicher als der E (Godthaab 578 mm, 27%, Upernivik 226 mm, 35%, Angmagsalik 906 mm, 24%). E. Reichel<sup>30)</sup> weist bei der Diskussion seiner Schwankungsquotienten darauf hin, daß der E noch von der isländischen Zyklone beeinflusst wird. Die große Veränderlichkeit der Nieder-

---

<sup>25)</sup> Über das Verhältnis zwischen Wirtschaft und Klima siehe auch die ins Detail gehende Arbeit von J. Rosenkranz: Beziehungen zwischen den Schwankungen des Klimas und der Produktion in Australien (Mitt. Geogr. Ges. Hamburg 1918), ferner Griffith Taylor, Climatic Relations between Antarctica and Australia (in Problems of Polar Research, American Geogr. Soc., New York 1928).

<sup>26)</sup> Siehe die instruktiven Angaben bei Hellmann a. a. O., S. 56 (Schwankungsquotienten); auch St. S. Visher berichtet von katastrophalen Schwankungen in Onslow.

<sup>27)</sup> Knoch a. a. O., S. 361.

<sup>28)</sup> St. S. Visher, a. a. O., S. 47.

<sup>29)</sup> Die Stationen Eastport und Chihuahua wurden beim Zeichnen der Isolinien nicht berücksichtigt; die erste hat infolge zahlreicher Aufstellungsänderungen keine homogene Reihe, die zweite fällt mit ihren wenigen Beobachtungsjahren ganz aus den Werten für die Umgebung. Auch in anderen Gebieten (Sundaineln usw.) blieben einige wenige Stationen, die sich in das allgemeine Bild nicht einfügten, für die Karte unberücksichtigt.

<sup>30)</sup> E. Reichel a. a. O., S. 298.

schlags- und Eisverhältnisse der hohen N-Breiten ist aus den Reiseberichten der Polarexpeditionen bekannt. Da ständige Beobachtungen fehlten und von einer Vorausberechnung mit Hilfe von Beobachtungen an Stationen gemäßigterer Breiten früher keine Rede war, mußten sich die meisten Forscher dem Zufall anvertrauen. Das Schicksal des „Tegetthoff“ wäre ein anderes gewesen, wenn man von den im Jahre seiner Ausreise (1872) besonders ungünstigen Eisverhältnissen eine Ahnung gehabt hätte. Fridtjof Nansen versuchte 1914 die Eismenge des Karischen Meeres zur Herbstzeit aus den Temperaturen des vorhergehenden Winters und Frühjahrs in Obdorsk vorherzubestimmen.

In Alaska ist die Küste des Beringmeeres und der Beringstraße wesentlich veränderlicher als die pazifische (Nome 442 mm, 22%, St. Pauls Insel 796 mm, 23%, Eagle 273 mm, 16%, Valdez 1327 mm, 16%, Kodiak 1550 mm, 15%, Dutch Harbor 1592 mm, 12%.<sup>31)</sup> Die gleichmäßigere Luvseite der Kordillere hebt sich von der veränderlicheren Leeseite im allgemeinen deutlich ab. Die kalifornischen Stationen melden 20 bis 30% (Red Bluff 21, Sacramento 23, S. Francisco 23, S. Luis Obispo 551 mm, 30%, S. Diego 252 mm, 31%), Arizona, New-Mexico und N-Mexico erheblich mehr. (El Paso 238 mm, 32%, Monterrey 496 mm, 38%, Yuma 80 mm, 44% höchster Wert in N-Amerika.) Der E der Vereinigten Staaten bildet ein großes einheitliches Gebiet mit sehr geringen Schwankungen: Boston 11%, New York 11%, Philadelphia 12%, Washington 12%, Nashville 11%, St. Louis 12%, Chicago 15%, Duluth 15%, Winnipeg 14%. Das Gebiet des Erie- und Ontariosees, des St. Lorenzstromes und Neuschottlands hat sogar Werte unter 10 und gehört zu den gleichmäßigsten Regionen der Erde (Portsmouth-Ohio 10%, Toronto 8%, kleinster Wert in N-Amerika, Montreal 9%, Charlottetown 10%, Sable Island 10%). In S-Mexico und Mittelamerika scheint die pazifische Küste erheblich veränderlicher zu sein als die atlantische, die Antillen melden gleichmäßig 12 bis 14% (Habana 1211 mm, 14%, Bermudas 1481 mm, 12%, Port au Prince 1380 mm, 14%, S. Juan-Puertorico 1536 mm, 12%, Grenada 1932 mm, 12%). Nur Christiansted (Jungferninseln) und Barbados fallen mit 21 und 20% aus der Reihe.

In Südamerika zeigen Guayana, Venezuela und Columbia bei sehr verschiedenen Jahressummen recht ähnliche Verhältnisse. (Georgetown 2252 mm, 12%, Carácas 806 mm, 13%, Bogotá 1024 mm, 13%.) Aus dem Amazonasbecken stand keinerlei Material zur Verfügung; die Station Cuyaba bietet einigermaßen Ersatz (1388 mm, 13%), dürfte aber veränderlicher sein als die eigentliche Äquatorialregion. Das ostbrasilianische Trockengebiet (Provinz Cearà) ist durch die Station Quixeramobim (637 mm, 42%) repräsentiert, aber auch die Küstenstationen Recife (1388 mm, 33%) und Fortaleza (1423 mm, 34%) melden bei erheblichen Niederschlägen große Veränderlichkeit. Als Vertreter der chilenisch-peruanischen Küstenwüste erscheinen La Serena (140 mm, 59%, größter Wert in S-Amerika) und Arequipa (106 mm, 54%). Die große Veränderlichkeit dieser regenarmen Gebiete wird durch Passatstörungen, die allerdings sehr selten auftreten, noch erhöht; Einbrüche warmer N-Luft rufen eine mächtige, von den Fischern als „el niño“, von F. A. Pezet als „Gegenstrom“ bezeichnete, weit nach S

<sup>31)</sup> E. Reichel (a. a. O., S. 295) bringt dies mit Recht mit der Veränderlichkeit der Luftbewegung vom Pazifischen Ozean und vom Eismeer her in Beziehung.

setzende Strömung und damit heftige Regengüsse an der sonst so niederschlagsarmen Küste hervor.<sup>32)</sup> Paraguay, Uruguay und N-Argentinien haben Werte um 20%. Im Luv der W-Winde der höheren Breiten werden die Veränderlichkeiten recht gering: Valdivia 2664 mm, 14%, Punta Galera 2220 mm, 17%; im Lee steigen die Werte außerordentlich an: Junin de los Andes 532 mm, 39%, Sarmiento 135 mm, 36%, Neuqueen 131 mm, 35%. Unsere Karte ist also im Bereich der Anden ein getreues Spiegelbild der Regenkarte. Die außerordentlich geringen Werte der patagonischen Station Islote de los Evangelistas (3075 mm, 9%), der Stateninsel Año Nuevo (610 mm, 8%, geringster Wert in S-Amerika) und der Falklandsinsel (685 mm, 10%) sind wie die der westeuropäischen und ostamerikanischen auf die große Häufigkeit der Zyklonen zurückzuführen. Die subantarktischen Inseln Südgeorgien und Südorkneys melden bei 1301 und 403 mm 14%.

Es ist von hohem Interesse, die Gesetzmäßigkeiten unserer Veränderlichkeit über die Erde hin zu verfolgen; daher wurde der Versuch unternommen, Mittelwerte für jeden zehnten Breitengrad zu berechnen. Dabei ist es von größter Wichtigkeit, daß alle Klimagebiete innerhalb einer Breitenzone mit dem ihrem Areal entsprechenden Gewicht in die Rechnung eingestellt werden. Die Stationen wurden daher womöglich im gleichmäßigen Längenabstand von 10° gewählt. Einzelnen Wüsten- und Steppenstationen mußte ein mehrfaches Gewicht gegeben werden, da Beobachtungen gerade aus diesen Gebieten, aus denen der Klimatologe sie heute am dringendsten benötigt, fehlen. Wenn die Werte nahe gelegener Stationen größere Unterschiede aufweisen, wurde ihr Mittel genommen. Natürlich sind die auf diese Weise berechneten Mittel nur Näherungswerte, deren Entstehung die folgende Zusammenstellung angibt. Für das Tarimbecken und die Gobi, aus denen jede Meldung fehlt, mußte der aus den Beobachtungen in anderen Wüsten abgeleitete Wert 50 eingesetzt werden; von dieser einen Ausnahme abgesehen, beruhen die Mittelwerte auf Stationsbeobachtungen, deren Auswahl vielfach unter Berücksichtigung der Niederschlagskarten erfolgte.<sup>33)</sup> Es ist klar, daß unsere Karte in Gebieten mit sehr spärlichen Beobachtungen nicht immer in Übereinstimmung mit den in die Rechnung eingesetzten Werten stehen kann.

70° N: Nome (10)<sup>34)</sup> +  $\frac{\text{Upernivik} + \text{Jakobshavn}}{2}$  (2) + Angmagsalik + Gjesvar  
 (2) + Obdorsk (12) 22%  
 60° St. Paul Island + Valdez (2) + Dawson (7) + Ivigtut + Oslo + Upsala +  
 Leningrad (2) + Perm (2) + Tomsk (4) + Jakutsk (7) 16%

<sup>32)</sup> R. C. Murphy, Oceanic and climatic phenomena along the Westcoast of South America during 1925 (Geogr. Review 1926). F. Zorell, Der „El Niñostrom“ im Jahre 1925 (Ann. d. Hydr. u. mar. Met. 1928). A. Wesemüller, Was eine Meeresströmung vermag (Kosmos 1927); der Verfasser berichtet über das Hinsterben der Guanovogel, über die Zuwanderung tropischer und das Ausbleiben antarktischer Vögel bei der Störung im Jahre 1925.

<sup>33)</sup> Vor allem wurde die neue Regenkarte von R. Süring (Hann-Süring, Lehrb. d. Met. 1926) herangezogen.

<sup>34)</sup> Die eingeklammerten Zahlen bedeuten das Gewicht der Station bei der Mittelung.

- 50° Victoria + Kamloops + Calgary + Winnipeg + Fort Hope + Abitibi + Chicutimi + SW Point Anticosti + Valencia + Paris + Frankfurt a. M. + Breslau + Kiew (2) + Nikolaewskoe + Orenburg + Barnaul (3) + Irkutsch (2) + Nertschinskij Sawod (2) +  $\frac{\text{Nikolajewsk am Amur} + \text{Ochiai}}{2}$  16%
- 40° Sacramento + Salt Lake City + North Platte + St. Louis + Portsmouth (Ohio) + Boston + Ponta Delgada + Lissabon + Alicante + Sassari + Korfu + Bökükeré + Noworossijsk + Teheran + Meschhed + Taschkent + Wjernyi (Alma ata) + Wüstenwert 50 (3) + Tien-tsin + Joshin + Miyako 23%
- 30° Yuma + Abilene + New Orleans + Charleston + La Laguna + Abbassia (4) + Basra (2) + Jask + Quetta + Simla + Leh + Han-k'eu + I-tch'ang + Zikawei + Nagasaki 31%
- 20°  $\frac{\text{Mexico} + \text{Leon}}{2}$  +  $\frac{\text{Progreso} + \text{Merida}}{2}$  + Port au Prince + Abbassia (6) +  $\frac{\text{Aden} + \text{Maskat}}{2}$  (3) + Bombay + Patna + Akyab + Mandalay + Honolulu 37%
- 10° S- José + Carácás + Trinidad + Freetown + Gambaga (3) + Chartum (3) +  $\frac{\text{Cochin} + \text{Kodaikanal}}{2}$  + Mergui + Pnom Penh +  $\frac{\text{Iloilo} + \text{Legaspi}}{2}$  21%
- 0° Bogotà (2) + Georgetown (2) + Duala + Entebbe (2) + Sansibar + Padang + Pontianak + Menado + Manokwari 13%
- 10° Arequipa + Cuyaba (3) + Recife + Dar-es-Salaam (3) + Kupang + Darwin + Port Moresby + Apia 22%
- 20° Arequipa + Mision Inglesa + Curityba + Rio de Janeiro + Swakopmund +  $\frac{\text{Swakopmund} + \text{Bulawayo}}{2}$  + Salisbury + Antananarivo + Alice Springs (2) + Brisbane (2) 29%
- 30°  $\frac{\text{La Serena} + \text{Catamarca}}{2}$  + Goya + Posadas + Swakopmund + Durban + Alice Springs (3) +  $\frac{\text{Sydney} + \text{Brisbane}}{2}$  31%
- 40°  $\frac{\text{Valdivia} + \text{Junin de los Andos}}{2}$  + Bahia Blanca +  $\frac{\text{Auckland} + \text{Wellington} + \text{Hokitika} + \text{Christchurch}}{4}$  24%
- 50°  $\frac{\text{Islote de los Evangelistas} + \text{Punta Arenas}}{2}$  + Stanley + Südgeorgien 12%
- 60° S South Orkneys 14%

Den Kurven in Abb. 22 liegen die folgenden Werte zugrunde:

70° N	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60° S
Luftdruck (mm) <sup>35)</sup>													
758·6 758·7 760·7 762·0 761·7 759·2 757·9 758·0 759·1 761,7 763·5 760·5 753·2 740·0													

<sup>35)</sup> Nach Ferrel, Met. Researches, Part. I. Washington 1877; Angaben von 5° zu 5°; neuere Zahlen stehen bekanntlich leider nicht zur Verfügung; für 60° S wurde der Wert von W. Meinardus (Met. Zeitschr. 1911) benützt.

70° N	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60° S
Veränderlichkeit (‰)													
22	16	16	23	31	37	21	13	22	29	31	24	12	14
Niederschlagsmengen (cm) <sup>36)</sup>													
39	69	83	51	43	71	147	116	76	54	85	92	70	

Wir sehen, daß die Kurve der Niederschlagsveränderlichkeit über den Landmassen der Erde ein Ebenbild der Kurve der Druckverteilung ist: die Gebiete niedrigen Druckes haben hohe Niederschläge und geringe Veränderlichkeit, die Gebiete hohen Druckes geringe Niederschläge und große Veränderlichkeit. Unsere Kurve ist also ein Spiegelbild der Kurve

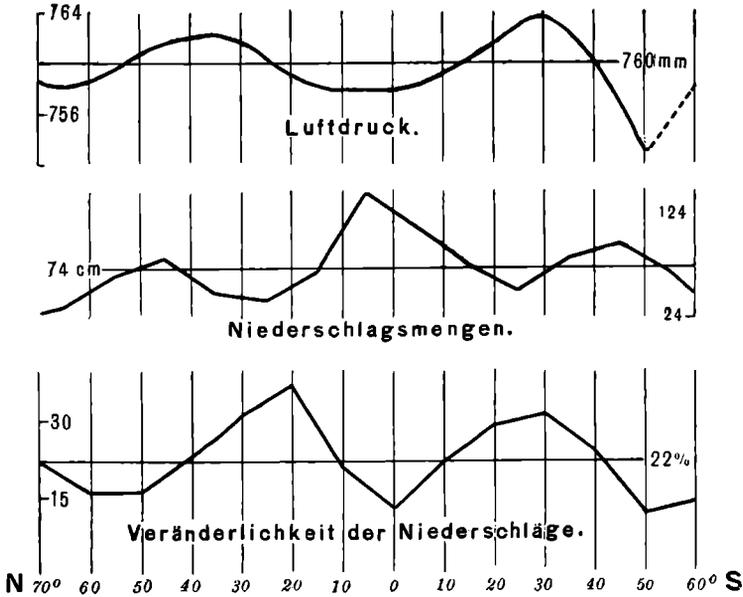


Abb. 22. Verteilung des Luftdruckes, der Niederschlagsmengen und der Veränderlichkeit der Niederschläge nach Breiten.

der Niederschlagsverteilung nach Breitenzonen. Auf der N-Halbkugel sinkt sie vom 70. Breitengrad gegen das Tief um 60°, erreicht in den Roßbreiten das Maximum von 37%, sinkt in der Passatkonvergenz der Äquatorzone auf 13, steigt auf 31 im Roßbreitengürtel der S-Hemisphäre, sinkt in der Zone der „braven Vierziger“ auf 12% (Minimum auf der Erde), um dann anscheinend gegen die antarktische Kalotte leicht anzusteigen.

Es ist gewiß nicht ohne Interesse, nach dem Prinzip der Isanomalien jene Gebiete aufzusuchen, deren Veränderlichkeit von dem der Breite entsprechenden Mittelwert stark abweicht. Bei einer solchen Durchmusterung findet man neben sehr vielen selbstverständlichen Tatsachen auch Gebiete mit eigentümlichen noch aufzuklärenden Verhältnissen. In N-Amerika fallen durch relativ große Veränderlichkeit auf: der W Grönlands, die St. Paulsinsel im

<sup>36)</sup> Nach G. Wüst (Hann-Süring, Lehrb. d. Met., S. 373).

Beringmeer, die Vancouver- und Königin Charlotteinsel, das Gebiet im Lee der Kordillere nördlich von 45° N und der N des Kalifornischen Golfes; günstig sind daran: die Aleüten, der nördliche Thlinkithenarchipel und sein Hinterland, das Gebiet um den Großen Salzsee, der E der Vereinigten Staaten von der Golfküste bis Neufundland, die Bermudas, die zentralen Provinzen Mexicos, Yukatan und die Antillen. In S-Amerika sind die relativ ungünstigen Gebiete natürlich die Trockenregionen NE Brasiliens, die chilenisch-peruanische Küstenwüste und das im Regenschatten der W-Winde östlich der Anden gelegene Gebiet südlich von etwa 35° S. Geringe Veränderlichkeit im Verhältnis zur Breite haben: Venezuela, Trinidad, Guayana, das Amazonasbecken, Brasilien südlich des 20. Breitenkreises, das Luv der W-Winde in Chile und der äußerste SW und S des Erdteils. Schließlich sei noch auf den außerordentlich geringen Wert von St. Helena hingewiesen (11%). Ganz Europa ist relativ begünstigt; besonders deutlich zeigen dies SW-Island, Skandinavien, N-Rußland, Mitteleuropa bis nach Polen hinein. Die Azoren, das Mittelmeergebiet,<sup>37)</sup> der Kaukasus weisen sehr geringe Werte auf; nur Catania fällt aus der Reihe. In Asien sind neben den großen Wüsten in Vorder- und Zentralasien NW-Indien, Mesopotamien, Persien, der äußerste SE Hinterindiens, Celebes und Amboina benachteiligt; begünstigt sind Syrien, Palästina, Russisch-Turkestan, die dem SW-Monsun zugekehrte Flanke des Himalaya, Vorderindien (mit Ausnahme der Koromandelküste), Ceylon, das nördliche und westliche Hinterindien, der S Sumatras, Java, der N der Philippinen, die SE Provinzen Chinas, Korea und besonders Japan. In Afrika treten neben den großen Veränderlichkeiten der Sahara, des Osthorns, der Küstenwüste Namib und der Kalahari als günstig hervor: die Mittelmeerküste, Oberguinea, das äquatoriale Seengebiet, der S und SE und Madagascar. In Australien fällt der N Neuguineas durch seinen großen, Darwin durch seinen geringen Wert auf. Relativ sehr günstig ist der SE und Neuseeland daran.

Man kann aus der Veränderlichkeit  $v = \frac{\sum e}{n}$  mit Hilfe der Fechner'schen Formeln<sup>38)</sup> den wahrscheinlichen Fehler und die Zahl der Jahre berechnen, die notwendig sind, um eine bestimmte Genauigkeit zu erreichen; diese lauten

$$w_1 = \frac{1,1955}{\sqrt{2n-1}} \cdot v \text{ und } N = n \frac{w_1^2}{w^2}$$

worin  $n$  die Zahl der Beobachtungsjahre,  $v$  die mittlere Veränderlichkeit in diesen  $n$  Jahren,  $w_1$  den wahrscheinlichen Fehler dieser Beobachtungsreihe,  $w$  den zugelassenen Fehler und  $N$  die Zahl der für diese Genauigkeit notwendigen Jahre bedeuten. Man hat gegen die Anwendung dieser Rechnungen auf klimatische Reihen mancherlei Bedenken erhoben; das Klima ist nicht konstant, ist Schwankungen unterworfen. Es handelt sich uns hier aber nur um die Bestimmung von Größenordnungen und für die Errechnung von Näherungswerten sind diese Formeln sicherlich praktisch und ausreichend. Im Lehrbuch der Meteorologie von Hann-Süring, 4. Aufl. (1926), S. 345, wird zu dieser Frage folgendermaßen Stellung genommen: „Als Ergebnis können wir den Satz aufstellen, daß auch

<sup>37)</sup> Mit Ausnahme der auf S. 155 angeführten Gebiete.

<sup>38)</sup> Fechner, Pogg. Ann. d. Physik, Jubelland 1874, S. 61.

auf die Abweichungen der Niederschlagsmengen von einem langjährigen Mittel die Fehlerrechnung angewendet werden darf und daß die Mittelwerte auch beim Niederschlag Größen vorstellen, gegen welche die Einzelwerte, wie Lamont sich ausdrückt, infolge einer gewissen Kraft hingezogen werden.<sup>39)</sup> Wenn die Niederschlagssummen einer langjährigen Beobachtungsreihe dem Gesetz der zufälligen Fehler gehorchen, dann muß die Verteilung der Häufigkeiten bekanntlich<sup>39a)</sup> folgendermaßen angeordnet sein: zwischen  $M + \mu$  und  $M - \mu$  liegen 68,3% der Fälle, zwischen  $M + \mu$  und  $M + 2\mu$  13,6%, zwischen  $M + 2\mu$  und  $M + 3\mu$  2,1%, zwischen  $M - 2\mu$  und  $M - \mu$  wieder 13,6%, zwischen  $M - 3\mu$  und  $M - 2\mu$  2,1% (wobei unter  $M$  das langjährige Mittel und unter  $\mu$

der mittlere Fehler  $\sqrt{\frac{\sum(e^2)}{n-1}}$  zu verstehen ist;  $e$  sind die Abweichungen der einzelnen Jahre vom Mittel). Die folgende Übersicht von Stationen aus den wichtigsten Klimagebieten der Erde zeigt in fast allen Fällen eine recht befriedigende Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung.

		Upernivik (34 Jahre) $M = 226 \text{ mm}, \mu = 99 \text{ mm}$		Berlin (40 Jahre) $M = 561 \text{ mm}, \mu = 81 \text{ mm}$	
		J a h r e			
		gerechnet	beob.	gerechnet	beob.
Niederschlag zwischen	$M - \mu$ und $M + \mu$	23	19	28	30
„	„ $M + \mu$ „ $M + 2\mu$	5	5	5	4
„	„ $M + 2\mu$ „ $M + 3\mu$	1	2	1	1
„	„ $M - 2\mu$ „ $M - \mu$	5	8	5	5
„	„ $M - 3\mu$ „ $M - 2\mu$	0	0	1	0

		Chicago (40 Jahre) $M = 822 \text{ mm}, \mu = 151 \text{ mm}$		Lissabon (40 Jahre) $M = 750 \text{ mm}, \mu = 150 \text{ mm}$	
		J a h r e			
		gerechnet	beob.	gerechnet	beob.
Niederschlag zwischen	$M - \mu$ und $M + \mu$	28	31	28	27
„	„ $M + \mu$ „ $M + 2\mu$	5	3	5	3
„	„ $M + 2\mu$ „ $M + 3\mu$	1	2	1	0
„	> $M + 3\mu$			0	1
„	zwischen $M - 2\mu$ „ $M - \mu$	5	4	5	9
„	„ $M - 3\mu$ „ $M - 2\mu$	1	0	1	0

		Triest (60 Jahre) <sup>40)</sup> $M = 1089 \text{ mm}, \mu = 225 \text{ mm}$		Honolulu (40 Jahre) $M = 798 \text{ mm}, \mu = 287 \text{ mm}$	
		J a h r e			
		gerechnet	beob.	gerechnet	beob.
Niederschlag zwischen	$M - \mu$ und $M + \mu$	41	40	28	26
„	„ $M + \mu$ „ $M + 2\mu$	8	9	5	6
„	„ $M + 2\mu$ „ $M + 3\mu$	2	2	1	1
„	„ $M - 2\mu$ „ $M - \mu$	8	9	5	7
„	„ $M - 3\mu$ „ $M - 2\mu$	1	0	1	0

<sup>39)</sup> Siehe auch A. Angot, Étude sur le régime pluviométrique de la Méditerranée (Congrès des Soc. savantes en 1906, Paris 1907).

<sup>39a)</sup> V. Conrad, Zur Charakteristik klimatischer Werte. M. Z. S. 91.

<sup>40)</sup> Aus E. Biel, Klimatographie des ehem. öst. Küstenlandes (Denkschr. d. Wien. Akad. d. Wiss., math.-nat. Klasse, 101. Bd., 1927, S. 175).

		Batavia (40 Jahre) $M = 1824 \text{ mm}, \mu = 355 \text{ mm}$		Fortaleza (40 Jahre) $M = 1423 \text{ mm}, \mu = 605 \text{ mm}$	
		J a h r e			
		gerechnet	beob.	gerechnet	beob.
Niederschlag zwischen	$M - \mu$ und $M + \mu$	28	25	28	27
„	„ $M + \mu$ „ $M + 2 \mu$	5	7	5	2
„	„ $M + 2 \mu$ „ $M + 3 \mu$	1	0	1	3
„	„ $M - 2 \mu$ „ $M - \mu$	5	8	5	8
„	„ $M - 3 \mu$ „ $M - 2 \mu$	1	0	1	0

		Alice Springs (40 Jahre) $M = 267 \text{ mm}, \mu = 114 \text{ mm}$		O'Okiep (42 Jahre) $M = 169 \text{ mm}, \mu = 53 \text{ mm}$	
		J a h r e			
		gerechnet	beob.	gerechnet	beob.
Niederschlag zwischen	$M - \mu$ und $M + \mu$	28	27	29	30
„	„ $M + \mu$ „ $M + 2 \mu$	5	4	6	6
„	„ $M + 2 \mu$ „ $M + 3 \mu$	1	1	1	2
„	> $M + 3 \mu$	0	1	0	0
„	„ $M - 2 \mu$ „ $M - \mu$	5	7	6	3
„	„ $M - 3 \mu$ „ $M - 2 \mu$	1	0	0	1

		Wellington (40 Jahre) $M = 1186 \text{ mm}, \mu = 253 \text{ mm}$		Punta Arenas (34 Jahre) $M = 388 \text{ mm}, \mu = 85 \text{ mm}$	
		J a h r e			
		gerechnet	beob.	gerechnet	beob.
Niederschlag zwischen	$M - \mu$ und $M + \mu$	28	28	23	24
„	„ $M + \mu$ „ $M + 2 \mu$	5	5	5	3
„	„ $M + 2 \mu$ „ $M + 3 \mu$	1	1	1	2
„	„ $M - 2 \mu$ „ $M - \mu$	5	6	5	5
„	„ $M - 3 \mu$ „ $M - 2 \mu$	1	0	0	0

Wie lange müssen wir nun in den verschiedenen Klimagebieten der Erde beobachten, bis die Jahressumme des Niederschlags hinreichend genau bekannt ist?<sup>41)</sup> Wir wollen diese Bezeichnung dann anwenden, wenn wir das Mittel auf  $\pm 2\%$  kennen.<sup>42)</sup>

Der folgenden Übersicht liegen meist die Jahre 1891—1920 zugrunde; sie enthält nur eine Auswahl von Stationen. Eine eingehendere Diskussion erübrigt sich, da die Verhältnisse die gleichen wie bei der mittleren Veränderlichkeit sind.

In Mitteleuropa ergeben bereits 20 bis 30 Jahre eine Genauigkeit, für die im Mittelmeergebiet 50 bis 100, auf der Maldeninsel aber etwa 650 Jahre notwendig sind. Nach 11 Beobachtungsjahren auf der Stateninsel, nach 15 am Viktoriasee sind wir etwa ebenso genau informiert wie nach 180 Jahren auf NW-Grönland. Die mitteleuropäischen und ostamerikanischen Stationen sind also sozusagen „überbestimmt“ (wobei hier natürlich von den bekannten Schwierigkeiten der Messung abgesehen wird).<sup>43)</sup>

<sup>41)</sup> J. Hann berechnete für Gruppen von österreichischen Stationen die Zahl der Beobachtungsjahre, die für eine Reduktion des wahrscheinlichen Fehlers auf  $\pm 5\%$  der Jahressumme notwendig sind (Unters. üb. d. Regenverhältnisse v. Österreich-Ungarn. II. Sitzber. d. Wien. Akad. d. Wiss. Bd. 81, 1880).

<sup>42)</sup> In Berlin also auf  $\pm 11$ , in Cherrapunji auf  $\pm 218 \text{ mm}$  genau usf.

<sup>43)</sup> Siehe auch Hann-Süring, Lehrb. d. Met. 4. Aufl. S. 341.

Europa:

	$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)		$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)		$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)
Stykkisholm	12,9 <sup>44)</sup>	30	Oslo	11,0	28	Leningrad	9,2	23
Berufjord	23,9	33	Kopenhagen	9,1	17	Moskau	12,5	25
Thorshavn	24,5	25	Utrecht-De Bilt	12,8	21	Kasan	12,3	51
Valencia	23,5	21	Berlin	9,5	23	Warschau	11,3	31
Greenwich	10,9	24	Königsberg	11,5	23	Nikolaewskoc	9,4	42
Paris	11,1	31	Zürich	17,1	21	Kiew	16,1	46
Marseille	20,0	88	Säntis	64,3	42	Orenburg	11,2	56
Madrid	11,1	52	Wien	14,1	31	Lemberg	14,1	31
Lissabon	18,4	45	Sonnblick	26,5	22	Odessa	13,4	84
Gibraltar	27,4	68	Mailand	25,1	53	Noworossjisk	22,0	63
Palma	13,1	53	Rom	18,8	37	Astrachan	8,5	141
Gjesvar	22,7	68	Catania	26,4	138	Bukarest	12,8	40
Bodó	29,4	73	Archangelsk	14,8	65	Sulina	10,7	77
Karesuanda	8,3	55	Ust-Zylma	10,0	28	Belgrad	17,2	59
Haparanda	10,9	37	Swerdlowsk	8,6	24	Hvar (Lesina)	19,5	55
Upsala	8,7	22	Helsinki	10,0	18	Athen	14,5	44

Asien:

	$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)		$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)		$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)
Tiflis	13,3	42	Ochiai	24,4	24	Padang	54,7	13
Beirut	20,6	37	Colombo	50,0	49	Batavia	38,6	36
Maskat	9,2	518	Tokyo	31,8	30	Pontianak	59,8	29
Bagdad	12,1	357	Nagasaki	41,0	36	Kajoemas	48,9	32
Basra	14,0	270	Naha	47,7	37	Sandakan	116,7	85
Bushire	15,2	268	Taihoku	43,0	25	Kupang	48,5	84
Meschhed	11,5	138	Mukden	27,7	72	Menado	67,4	52
Bombay	58,4	86	Joshin	18,9	27	Amboina	128,2	120
Jaipur	31,6	219	Chemulpo	37,5	62	Manila	56,3	62
Calcutta	40,8	49	Hongkong	54,2	49			
Mandalay	24,5	59	Medan	40,7	31			

Australien:

	$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)		$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)		$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)
Manokwari	98,1	78	Sydney	27,9	50	Apia	83,0	70
Port Moresby	38,4	76	Adelaide	13,5	54	Maldeninsel	80,4	645
Darwin	33,4	39	Auckland	26,7	46	Honolulu	35,8	158
Alice Springs	15,2	250	Hokitika	43,2	17			
Brisbane	34,9	94	Christchurch	16,3	46			

Afrika:

	$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)		$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)		$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)
Ponta Delgada	17,3	43	Tunis	9,8	36	Lagos	51,0	55
Horta	30,8	44	Alexandria	6,3	76	Sansibar	47,5	68
Madeira	24,0	84	Chartum	10,8	311	Seychellen	54,1	36
La Laguna	33,8	176	Entebbe	25,1	15	Antananarivo	29,5	37
Algier			Bathurst	40,1	86	Capstadt	13,8	40
(Bouzaréah)	24,5	84	Accra	28,1	122	St. Helena	18,4	23

<sup>44)</sup> Zum richtigen Verständnis des Begriffes des wahrscheinlichen Fehlers siehe Hann-Süring, Lehrb. d. Met. S. 342.

Amerika:

	$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)		$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)		$w_1$ (mm)	$N$ (Jahre)
Upernivik	13,5	181	S. Francisco	16,1	83	Bahama	34,5	47
Jakobshavn	8,4	86	S. Diego	9,5	137	Trinidad	36,6	42
Iviglut	23,2	31	Phoenix	9,8	180	Buenos Aires	35,0	110
Angmagsalik	42,3	109	Bermudas	27,6	26	Stanley	15,0	18
St. Johns	25,1	24	Mexico	12,0	37	Punta Arenas	10,9	62
New York	14,1	16	Habanna	25,5	41	Año Nuevo	11,3	11
Chicago	13,2	24	Port au			Südgeorgien	35,6	34
Winnipeg	9,9	32	Prince	27,4	35	Südorkneys	11,6	38
Salt Lake City	8,1	33	Jungfern-Inseln	35,6	87			

Die folgende Tabelle, die das der Karte (Tafel XXI) zugrunde liegende Material darstellt, enthält die Koordinaten der Stationen (meist nach den Angaben der „World Weather Records“), die verwendeten Jahre, die Jahressumme des Niederschlags und ihre Veränderlichkeit in Millimetern und Prozenten; inches und Fuß sind in Millimeter und Meter umgerechnet.

Innerhalb einer Breitenzone sind die Stationen nach der Länge in der Richtung von W nach E geordnet.

Die Buchstaben nach einigen Stationen geben die Herkunft des Materials an:

A bedeutet Gherzi (s. S. 153),

B „ Rubinstein (s. S. 153),

C „ Weickmann (s. S. 153),

D „ Jahrbücher des betreffenden Landes,

E „ P. Heidke, Die Niederschlagsverhältnisse in Deutsch-SW-Afrika (Mitt. a. d. Deutschen Schutzgebieten, 32 Bd. Berlin 1919),

F „ A. Hakenbroich, Die unperiodischen Schwankungen des Luftdrucks und Regens im Tropengebiet d. Atlantischen Ozeans (E. Mittler & Sohn, Berlin 1916).

Alle anderen Stationen wurden nach den Angaben der „World Weather Records“ bearbeitet.

Station	Land	$\varphi$	$\lambda$	Höhe (m)	Verwendete Jahre	Niederschlags- summe (mm)	Veränderlichkeit (mm)	(%)
		80—70° N						
Upernivik	Grönland	72° 47'	56° 7' W	19	1875—1920 (34 J.)	226	80	35
Gjesvar	Norwegen	71° 6'	25° 22' E	7	1884—1920	740	135	18
		70—60° N						
Nome	Alaska	64° 30'	165° 24' W	7	1907—1922	442	97	22
Tanana	Alaska	65° 10'	152° 6'	67	1904—1922 (17 J.)	319	50	16
Valdez	Alaska	61° 7'	146° 16'	3	1910—1921	1327	207	16
Eagle	Alaska	64° 46'	141° 12'	255	1900—1922 (18 J.)	253	45	16
Dawson	Kanada	64° 3'	139° 25'	321	1902—1920 (17 J.)	383	62	16
Godthaab	Grönland	64° 11'	51° 43'	9	1881—1916 (20 J.)	578	158	27
Jacobshavn	Grönland	69° 13'	51° 2'	13	1881—1919 (36 J.)	235	55	23
Ivigut	Grönland	61° 12'	48° 10'	5	1881—1920 (37 J.)	1101	200	18
Angmagssalik	Grönland	65° 37'	37° 33'	32	1898—1920 (20 J.)	906	221	24
Stykkisholm	Island	65° 5'	22° 46'	25	1881—1920 (39 J.)	634	76	12
Vestmanna	Island	63° 24'	20° 17'	13	1881—1923	1365	147	11
Grimsey	Island	66° 33'	18° 1'	22	1881—1916 (27 J.)	218	113	52
Berufjord	Island	64° 41'	14° 22'	18	1881—1920 (39 J.)	1195	194	16
Thorshavn	Fär Öer	62° 3'	6° 45' W	26	1881—1920	1432	200	14
Bodø	Norwegen	67° 17'	12° 24' E	21	1881—1920	928	173	19
Ostersund	Schweden	63° 11'	14° 39'	310	1881—1920	478	63	13
Karesuanda	Schweden	68° 27'	22° 30'	333	1881—1920	309	49	16
Haparanda	Schweden	65° 50'	24° 9'	9	1881—1920	507	60	12
Helsinki	Finnland	60° 10'	24° 57'	12	1881—1920	661	80	12
Archangelsk	U. S. S. R.	64° 35'	40° 36'	7	1881—1916	437	95	22
Ust-Zylma	U. S. S. R.	65° 27'	52° 10'	25	1890—1916 (20 J.)	421	52	12
Obdorsk	U. S. S. R.	66° 31'	66° 35'	26	1893—1915 (31 J.)	266	56	21
Jakutsk	U. S. S. R.	62° 1'	129° 43'	98	1888—1920 (28 J.)	190	32	17
		60—50° N						
St. Paul Island	Alaska	57° 15'	170° 10' W	6	1873—1921 (7 J.)	796	186	23
Dutch Harbor	Alaska	53° 55'	166° 30'	4	1906—1922 (13 J.)	1592	185	12

Kodiak	Alaska	57° 47'	152° 22'	5	1882—1921 (18 J.)	1550	227	15
Sitka	Alaska	57° 4'	135° 19'	27	1882—1920 (26 J.)	2258	278	12
Juneau	Alaska	58° 18'	134° 24'	24	1890—1924 (22 J.)	2046	276	13
Massett	Kanada	53° 58'	132° 9'	3	1900—1919 (18 J.)	1308	274	21
Bella Coola	Kanada	52° 40'	126° 54'	46	1899—1920 (18 J.)	1153	216	19
Barkerville	Kanada	53° 2'	121° 35'	1275	1888—1920 (32 J.)	947	133	14
Kamloops	Kanada	50° 41'	120° 29'	364	1895—1920	253	39	15
Calgary	Kanada	51° 2'	114° 2'	1034	1885—1920	402	98	24
Edmonton	Kanada	53° 33'	113° 30'	658	1883—1920	443	86	19
Prince Albert	Kanada	53° 10'	105° 38'	437	1885—1920	398	95	24
Qu'Appelle	Kanada	50° 30'	103° 47'	645	1884—1920	472	85	18
Fort Hope	Kanada	51° 33'	87° 49'	336	1897—1912 (10 J.)	405	75	19
Valencia	Großbritannien	51° 56'	10° 15'	14	1881—1920	1427	147	10
Aberdeen	Großbritannien	57° 10'	2° 6' W	14	1881—1920	753	61	8
Greenwich	Großbritannien	51° 28'	0° 0'	46	1881—1920	604	66	11
Utrecht-De Bilt	Niederlande	52° 6'	5° 11' E	3	1881—1920	751	87	12
Gütersloh	Deutsches Reich	51° 54'	8° 23'	76	1881—1920	722	74	10
Frankfurt a. M.	Deutsches Reich	50° 7'	8° 41'	102	1881—1920	582	63	11
Oslo	Norwegen	59° 55'	10° 43'	25	1881—1920	567	76	13
Kopenhagen	Dänemark	55° 41'	12° 36'	5	1881—1920	579	59	10
Berlin	Deutsches Reich	52° 33'	13° 21'	35	1881—1920	561	66	12
Breslau	Deutsches Reich	51° 7'	17° 2'	147	1881—1920	583	67	11
Upsala	Schweden	59° 51'	17° 38'	24	1881—1920	535	67	13
Königsberg	Deutsches Reich	54° 43'	20° 30'	3	1881—1920	687	81	12
Warschau	Polen	52° 13'	21° 1'	133	1885—1920	475	92	19
Wilna	Polen	54° 41'	25° 18'	148	1881—1914 (31 J.)	546	105	19
Leningrad	U. S. S. R.	59° 56'	30° 16'	5	1881—1920	519	60	12
Kiew	U. S. S. R.	50° 27'	30° 30'	183	1881—1915	591	90	15
Moskau	U. S. S. R.	55° 50'	37° 33'	164	1881—1916	600	85	14
Nikolaewskoe	U. S. S. R.	51° 27'	45° 27'	193	1881—1915 (33 J.)	363	62	17
Kasan	U. S. S. R.	55° 47'	49° 8'	81	1881—1916 (36 J.)	429	71	17
Orenburg	U. S. S. R.	51° 45'	55° 6'	114	1887—1914	366	66	18
Pern	U. S. S. R.	58° 1'	56° 16'	163	1883—1915 (32 J.)	589	67	11
Swerdlowks	U. S. S. R.	56° 50'	60° 38'	281	1881—1915 (35 J.)	426	53	12
Barnaul	U. S. S. R.	53° 20'	83° 47'	158	1881—1916 (36 J.)	485	73	15
Tomsk	U. S. S. R.	56° 30'	84° 58'	122	1881—1918 (37 J.)	534	77	15

B B B

Station	Land	φ	λ	Höhe (m)	Verwendete Jahre	Niederschlags- summe (mm)	Veränderlichkeit	
							(mm)	(%)
60—50° N								
Irkutsk	U. S. S. R.	52° 16'	104° 19'	467	1883—1920 (37 J.)	376	63	17
Nertschinskij Sawod	U. S. S. R.	51° 19'	119° 37'	620	1881—1918 (36 J.)	385	75	19
Nikolajewsk am Amur	U. S. S. R.	53° 8'	140° 45'	33	1881—1919 (28 J.)	471	83	18
50—40° N								
Victoria	Kanada	48° 24'	123° 19' W	261.70	1891—1920	786	153	20
Portland (Oreg.)	U. S. A.	45° 32'	122° 41'	47	1881—1920	1051	135	13
Red Bluff	U. S. A.	40° 10'	122° 15'	101	1881—1920	621	131	21
Spokane	U. S. A.	47° 40'	117° 25'	588	1882—1924	420	67	16
Helena	U. S. A.	46° 34'	112° 4'	1254	1881—1923 (42 J.)	340	70	21
Salt Lake City	U. S. A.	40° 46'	111° 54'	1330	1881—1920	407	57	14
Cheyenne	U. S. A.	41° 8'	104° 48'	1857	1881—1920 (38 J.)	385	65	17
North Platte	U. S. S.	41° 8'	100° 45'	860	1881—1920	479	104	22
Bismarck	U. S. A.	46° 47'	100° 38'	511	1881—1920	410	61	15
Winnipeg	Kanada	49° 53'	97° 7'	232	1886—1920	513	74	14
Omaha	U. S. A.	41° 16'	95° 56'	337	1881—1920	713	151	21
Oregon, Mo.	U. S. A.	40° 0'	95° 11'	320	1881—1920	888	168	19
St. Paul	U. S. A.	44° 58'	93° 3'	255	1881—1920	701	118	17
Duluth	U. S. A.	46° 47'	92° 6'	346	1881—1920	701	104	15
Peoria	U. S. A.	40° 43'	89° 36'	186	1881—1920	888	117	13
Chicago	U. S. A.	41° 53'	87° 37'	251	1881—1920	822	121	15
Marquette	U. S. A.	46° 34'	87° 24'	224	1881—1920 (39 J.)	828	92	11
Detroit	U. S. A.	42° 20'	83° 3'	223	1881—1920	795	87	11
Toronto	Kanada	43° 40'	79° 24'	116	1881—1920	791	62	8
Abitibi	Kanada	48° 43'	79° 22'	259	1897—1920 (23 J.)	666	121	18
New York	U. S. A.	40° 43'	74° 0'	96	1881—1920	1105	118	11
Albany	U. S. A.	42° 39'	73° 45'	30	1881—1920	875	104	12
Montreal	Kanada	45° 30'	73° 35'	57	1881—1920	1033	90	9
Burlington	U. S. A.	44° 29'	73° 12'	123	1881—1920 (38 J.)	808	116	14
New Haven	U. S. A.	41° 18'	72° 56'	32	1881—1920	1149	129	11
Chicoutimi	Kanada	48° 25'	71° 5'	46	1885—1920 (25 J.)	664	117	18



Station	Land	$\varphi$	$\lambda$	Höhe (m)	Verwendete Jahre	Niedersch.- summe (mm)	Veränderlichkeit (mm)	(%)
50—40° N								
Tiflis	U. S. S. R.	41° 43'	44° 48'	404	1881—1914	502	73	15
Astrachan	U. S. S. R.	46° 21'	48° 2'	14	1881—1915 (34 J.)	168	47	28
Kasalinsk	U. S. S. R.	45° 16'	62° 7'	?	1882—1915 (30 J.)	125	25	20
Taschkent	U. S. S. R.	41° 20'	69° 18'	478	1881—1920 (37 J.)	359	61	17
Wjernyi (Alma ata)	U. S. S. R.	43° 16'	76° 53'	775	1881—1919 (32 J.)	570	107	19
Mukden	China	41° 48'	123° 23'	44	1906—1920	631	125	20
Joshin	Korea	40° 40'	129° 11'	4	1906—1920	706	85	12
Ochiai	Japan	47° 20'	142° 44'	7	1908—1920	888	102	12
Nemuro	Japan	43° 20'	145° 35'	27	1884—1920	960	158	16
40—30° N								
S. Francisco	U. S. A.	37° 48'	122° 26'	47	1881—1920	544	123	23
Sacramento	U. S. A.	38° 35'	121° 21'	21	1881—1920	461	104	23
S. Luis Obispo	U. S. A.	35° 18'	120° 39'	61	1881—1920	551	166	30
S. Diego	U. S. A.	32° 43'	117° 10'	27	1881—1920	252	77	31
Yuma	U. S. A.	32° 45'	114° 36'	43	1881—1920	86	38	44
Modena	U. S. A.	37° 48'	113° 54'	1671	1901—1923	289	61	21
Phoenix	U. S. A.	33° 28'	112° 0'	388	1896—1925	202	63	31
El Paso	U. S. S.	31° 47'	106° 30'	1147	1881—1920	238	75	32
Santa Fe	U. S. A.	35° 41'	105° 57'	2139	1881—1920 (38 J.)	366	72	20
Denver	U. S. A.	39° 45'	105° 0'	1614	1881—1920	361	76	21
Ablene	U. S. A.	32° 23'	99° 40'	530	1886—1922	612	140	23
Little Rock	U. S. A.	34° 45'	92° 16'	109	1881—1920	1232	198	16
St. Louis	U. S. A.	38° 38'	90° 12'	173	1881—1920	955	117	12
Mobile	U. S. A.	30° 41'	88° 2'	17	1881—1920	1589	251	16
Nashville	U. S. A.	36° 10'	86° 47'	167	1881—1920	1182	132	11
Cincinnati	U. S. A.	39° 6'	84° 30'	192	1881—1920	947	137	14
Portsmouth, Ohio	U. S. A.	38° 43'	82° 58'	161	1881—1920	1086	109	10
Charleston	U. S. A.	32° 47'	79° 56'	15	1881—1920	1140	189	17
Washington	U. S. A.	38° 54'	77° 3'	34	1881—1920	1078	124	12
Hatteras	U. S. A.	35° 15'	75° 40'	3	1881—1920	1295	251	19



Station	Land	φ	λ	Höhe (m)	Verwendete Jahre	Niedersch.-summe (mm)	Veränderlichkeit	
							(mm)	(%)
40—30° N								
Heou-k'i	China	38° 4'	120° 39'	90	1886—1924	463	116	25
Tche-fou	China	37° 33'	121° 22'	3	1886—1924	620	126	20
Zi-ka-wei	China	31° 11'	121° 25'	7	1881—1920	1152	137	12
Chemulpo	Korea	37° 19'	126° 32'	68	1905—1920	950	175	18
Nagasaki	Japan	32° 44'	129° 52'	133	1881—1920	1954	274	14
Kioto	Japan	35° 1'	135° 44'	49	1881—1920	1573	209	13
Tokyo	Japan	35° 41'	139° 45'	21	1881—1920	1540	206	13
Miyako	Japan	39° 38'	141° 59'	30	1884—1920	1413	215	15
30—20° N								
Honolulu	Hawaii	21° 19'	157° 52'	12	1881—1920	798	230	29
Mazatlan	Mexico	23° 12'	106° 25'	4	1880—1920 (39 J.)	723	215	30
Chihuahua	Mexico	28° 38'	106° 5'	1423	1901—1918 (10 J.)	381	70	18
Leon	Mexico	21° 7'	101° 41'	1809	1878—1920 (40 J.)	641	131	20
Monterrey	Mexico	25° 40'	100° 18'	528	1885—1924 (26 J.)	496	190	38
Corpus Christi	U. S. A.	27° 49'	97° 25'	6	1888—1923	638	151	24
Galveston	U. S. A.	29° 18'	94° 50'	16	1881—1920	1135	247	22
New Orleans	U. S. A.	29° 57'	90° 4'	16	1881—1920	1444	242	17
Progreso	Mexico	21° 17'	89° 40'	14	1906—1920 (12 J.)	429	60	14
Merida	Mexico	20° 58'	89° 37'	22	1895—1923 (25 J.)	892	173	19
Habana	Cuba	23° 8'	82° 22'	24	1881—1920	1211	171	14
Key West	U. S. A.	24° 33'	81° 48'	7	1881—1920	966	186	19
Nassau	Bahama-Inseln	28° 5'	77° 21'	15	1881—1919 (34 J.)	1231	214	17
La Laguna	Kanarische Inseln	28° 28'	16° 20' W	2	1885—1920 (26 J.)	594	176	30
Heluan	Ägypten	29° 52'	31° 20' E	116	1904—1922	34	17	50
Bushire	Persien	29° 0'	49° 50'	4	1881—1920 (37 J.)	272	103	38
Jask	Persien	25° 45'	57° 45'	4	1893—1920 (27 J.)	115	43	37
Maskat	Arabien	23° 37'	58° 35'	6	1894—1920	106	56	53
Kelat	Beludschistan	28° 58'	66° 28'	2022	1883—1920 (26 J.)	188	49	26
Karachi	Indien	24° 51'	67° 4'	4	1882—1920	188	109	58
Haiderabad	Indien	25° 23'	68° 24'	29	1881—1920	191	106	55

Ahmadabad.	Indien	23° 2'	72° 38'	50	1881—1920	729	228	31	
Jaipur	Indien	26° 55'	75° 52'	436	1881—1920	612	184	30	
Nagpur	Indien	21° 9'	79° 9'	310	1881—1920	1243	207	17	
Allahabad	Indien	25° 28'	81° 54'	94	1881—1920	1011	214	21	
Patna	Indien	20° 42'	83° 10'	56	1881—1920	1236	279	23	
Calcutta (Alipore)	Indien	22° 32'	88° 24'	6	1881—1920	1598	225	14	
Cherrapunji	Indien	25° 16'	91° 46'	1314	1881—1920	10.914	1677	15	
Gauhati	Indien	26° 11'	91° 48'	60	1881—1920	1628	181	11	
Shillong	Indien	25° 34'	91° 56'	1501	1881—1920	2057	277	13	
Akyab	Hinterindien	20° 7'	92° 57'	6	1881—1920	5266	594	11	
Mandalay	Hinterindien	21° 59'	96° 8'	76	1887—1920 (33 J.)	891	167	19	
Teng-yuéc	China	24° 45'	98° 14'	1633	1911—1924	1479	230	16	
Yun-nan-fou	China	25° 2'	102° 41'	1893	1901—1925 (18 J.)	1040	164	16	
Mong-tse	China	23° 23'	103° 24'	1305	1906—1925 (15 J.)	925	134	14	
Laokay	Hinterindien	22° 30'	103° 57'	93	1906—1920	1807	259	14	
Tch'ong-k'ing	China	29° 34'	106° 31'	230	1891—1924	1103	166	15	
Phu-Lien	Hinterindien	20° 43'	106° 37'	116	1906—1920	1641	201	12	
Moncay	Hinterindien	21° 31'	107° 51'	9	1906—1920	2686	181	7	
Kweilin	China	25° 19'	110° 22'	?	1916—1926	1986	273	14	
Ou-teheou	China	23° 29'	111° 20'	2	1898—1924	1299	165	13	
Tch'ang-cha	China	28° 12'	112° 47'	60	1909—1924 (16 J.)	1412	304	22	
Houk'kong	China	22° 18'	114° 10'	33	1884—1920	2141	376	18	
Amoy	China	24° 27'	118° 5'	4	1880—1924 (38 J.)	1183	224	19	
Fou-teheou	China	25° 59'	119° 27'	20	1880—1924 (38 J.)	1435	364	25	
Taihoku	Japan	25° 2'	121° 31'	9	1897—1920	2114	247	12	
Naha	Japan	26° 13'	127° 41'	11	1891—1920	2134	306	14	
20°—10° N									
Mexico City	Mexico	19° 26'	99° 8'	2259	1881—1920	577	82	14	
Puebla	Mexico	19° 2'	98° 12'	2150	1878—1920 (41 J.)	845	127	15	
Oaxaca	Mexico	16° 4'	96° 43'	1563	1878—1915 (24 J.)	684	150	22	
Salina Cruz	Mexico	16° 10'	95° 12'	56	1903—1919 (15 J.)	932	243	26	
Chimax bei Coban	Guatemala	15° 37'	90° 21'	?	1897—1913	2438	245	10	
Port au Prince	Haiti	18° 34'	72° 22'	37	1888—1920	1380	192	14	
Caracas	Venezuela	10° 28'	67° 2'	1042	1891—1925	806	102	13	
S. Juan	Portorico	18° 29'	66° 7'	25	1899—1925	1536	177	12	

Station	Land	$\varphi$	$\lambda$	Höhe (m)	Verwendete Jahre	Niedersch.- summe (mm)	Veränderlichkeit (mm)	Veränderlichkeit (%)
20—10° N								
Christiansted	Jungferinseln	17° 45'	64° 42'	7	1882—1920 (38 J.)	1187	244	21
Richmond Hill	Grenada	12° 5'	61° 46'	155	1891—1920	1932	235	12
Trinidad	Trinidad	10° 40'	61° 31'	20	1881—1920	1584	246	16
Barbados	Barbados	13° 8'	59° 36'	55	1883—1920	1343	264	20
Bathurst	Gambia	13° 24'	16° 36'	2	1884—1920	1209	274	23
St. Louis	Senegal	16° 2'	16° 31'	5	1892—1908 (15 J.)	360	106	29
Gambaga	Goldküste	10° 31'	0° 26' W	107	1899—1920 (13 J.)	1157	198	17
Chartum	Sudan	15° 37'	32° 33' E	390	1899—1922	145	62	43
Aden	Arabien	12° 46'	45° 3'	29	1881—1920 (39 J.)	47	31	66
Bombay	Indien	18° 55'	72° 54'	11	1881—1920	1774	345	19
Belgaum	Indien	15° 52'	74° 39'	781	1881—1920	1300	202	16
Mangalore	Indien	12° 52'	74° 53'	22	1881—1920	3188	388	12
Kodaikanal	Indien	10° 13'	77° 32'	2345	1900—1920	1579	171	11
Bangalore	Indien	12° 58'	77° 37'	921	1881—1920	881	151	17
Madras	Indien	13° 4'	80° 15'	7	1881—1920	1293	269	21
Masulipatam	Indien	16° 9'	81° 12'	5	1881—1920	1044	269	26
Waltair (Vizagapatam)	Indien	17° 42'	83° 19'	12	1881—1920	1000	239	24
Port Blair	Indien	11° 41'	92° 45'	18	1881—1920	2931	308	11
Rangun	Indien	16° 47'	96° 13'	5	1881—1920 (39 J.)	2528	176	7
Moulmein	Indien	16° 30'	96° 38'	23	1881—1920	4857	432	9
Mergui	Indien	12° 27'	98° 35'	18	1881—1920	4232	397	9
Pnom Penh	Hinterindien	11° 30'	105° 0'	13	1906—1920	1417	235	17
Saigon	Hinterindien	10° 47'	106° 42'	11	1906—1920	1966	293	15
Quangtri	Hinterindien	16° 44'	107° 11'	8	1907—1920	2514	454	18
Nhatrang	Hinterindien	12° 15'	109° 12'	4	1906—1920	1372	406	30
Manila	Philippinen	14° 35'	120° 59'	16	1887—1922	2022	354	18
Aparri	Philippinen	18° 22'	121° 38'	5	1903—1922 (17 J.)	2227	484	22
Iloilo	Philippinen	10° 42'	122° 34'	7	1903—1922 (19 J.)	2214	210	9
Legaspi	Philippinen	13° 9'	123° 45'	6	1903—1922	3225	698	22

F

		10° N—0°									
S. José	9° 56'	84° 8'	1135	1866—1903 (33 J.)	1799	366	20				
Colon	9° 23'	79° 23'	11	1882—1920 (38 J.)	3282	371	11				
Bogotá	4° 36'	74° 5'	2651	1881—1920	1024	136	13				
Georgetown	6° 50'	58° 12'	2	1895—1923	2252	603	12				
Freetown	8° 29'	13° 9'	57	1881—1920	3925	603	15				
Accra	5° 12'	09° 12' W	18	1888—1920 (32 J.)	692	172	25				
Lagos	6° 27'	3° 24' E	2	1892—1920	1819	316	17				
Calabar	4° 58'	8° 19'	12	1899—1920 (18 J.)	3130	461	15				
Debundscha	4° 8'	9° 0'	5	1895—1909	9877	1912	19				
Duala	4° 2'	9° 42'	12	1889—1910 (19 J.)	3974	475	12				
Entebbe	0° 5'	32° 29'	1173	1900—1920	1474	134	9				
Cochin	9° 58'	76° 17'	3	1881—1920	2886	367	13				
Colombo	6° 54'	79° 53'	12	1881—1920	2033	326	16				
Nuwara Eliya	6° 59'	80° 46'	1887	1881—1920 (39 J.)	2337	258	11				
Trincomalee	8° 34'	81° 14'	30	1881—1920 (35 J.)	1565	267	17				
Kuta-Raja	5° 32'	95° 20'	7	1881—1920	1639	203	12				
Medan	3° 35'	98° 41'	20	1881—1920 (39 J.)	2044	246	12				
Sandakan	5° 49'	118° 12'	32	1879—1920 (34 J.)	3041	549	18				
Menado	1° 30'	124° 50'	4	1880—1923 (43 J.)	2635	452	17				

F F

		0°—10° S									
Malden Island	4° 1'	155° 1' W	6	1891—1918 (21 J.)	727	514	71				
Quixeramobim	5° 16'	39° 15'	207	1896—1920	637	267	42				
Fortaleza	3° 42'	38° 30'	20	1881—1920	1423	484	34				
Recife	8° 4'	34° 53' W	30	1881—1920	1388	1452	33				
Sansibar	6° 10'	39° 11' E	17	1892—1920	1529	300	20				
Dar-es-Salaam	6° 29'	39° 18'	76	1895—1912 (17 J.)	1075	233	22				
Port Victoria	4° 37'	55° 27'	?	1891—1920 (28 J.)	2400	336	14				
Padang	0° 56'	100° 22'	1	1879—1923 (42 J.)	4442	339	8				
Batavia	6° 11'	106° 50'	7	1881—1920	1824	284	16				
Pontianak	0° 1'	109° 20'	3	1881—1920	3202	379	12				
Pasuruan	7° 38'	112° 55'	5	1881—1920	1299	271	21				
Kajoemas	7° 56'	114° 9'	930	1888—1923	2524	354	14				
Amboina	3° 42'	128° 10'	1	1881—1920	3375	867	26				

0°—10° S

S. Pazifischer Ozean  
 Brasilien  
 Brasilien  
 Brasilien  
 Ostafrika  
 Ostafrika  
 Seychellen  
 Niederländisch-Indien  
 Niederländisch-Indien  
 Niederländisch-Indien  
 Niederländisch-Indien  
 Niederländisch-Indien  
 Niederländisch-Indien

Station	Land	$\varphi$	$\lambda$	Höhe (m)	Verwendete Jahre	Niedersch.-summe (mm)	Veränderlichkeit (mm)	Veränderlichkeit (%)
Monokwari	Niederländ. Neu-Guinea	0° 52'	134° 20'	20	1901—1923 (20 J.)	2478	513	21
Port Moresby	Britisch-Neu-Guinea	9° 29'	147° 9'	38	1898—1920 (22 J.)	1037	211	20
		0°—10° S						
		10°—20° S						
Apia	Samoa	13° 48'	171° 46'	2	1890—1920	2728	526	19
Arequipa	Peru	16° 22'	71° 33'	2453	1889—1924 (34 J.)	106	57	54
Cuyaba	Brasilien	15° 36'	56° 6'	165	1901—1925	1388	178	13
St. Helena	S. Atlantischer Ozean	15° 57'	5° 40' W	604	1893—1920	1019	114	11
Salisbury	Rhodesia	17° 48'	31° 5' E	1481	1896—1923	811	127	16
Antananarivo	Madagascar	18° 55'	47° 32'	1402	1891—1923 (32 J.)	1369	196	14
Kupang	Niederländisch Indien	10° 10'	123° 34'	15	1881—1920 (39 J.)	1486	294	20
Darwin	Australien	12° 28'	130° 51'	30	1881—1920	1554	220	14
		20°—30° S						
La Serena	Chile	29° 54'	71° 16'	35	1881—1920	140	82	59
Catamarca	Argentinien	28° 27'	65° 47'	510	1903—1924 (21 J.)	350	71	20
Salta	Argentinien	24° 46'	65° 28'	1178	1903—1924 (21 J.)	722	133	18
Tucuman	Argentinien	26° 50'	65° 11'	447	1881—1920 (38 J.)	975	169	17
Goya	Argentinien	29° 9'	59° 15'	26	1881—1920	1036	274	26
Corrientes	Argentinien	27° 27'	58° 49'	54	1881—1920	1107	224	19
Mision Inglesa	Paraguay	23° 23'	58° 23'	?	1896—1924	1205	266	22
Villa Rica	Paraguay	25° 8'	58° 5'	?	1898—1924	1490	280	19
Asuncion	Paraguay	25° 17'	57° 41'	93	1893—1923 (24 J.)	1315	238	18
Posadas	Argentinien	27° 24'	55° 50'	138	1903—1924	1507	315	21
Curitiba	Brasilien	25° 25'	49° 17'	908	1885—1925 (38 J.)	1397	197	14
Alto da Serra	Brasilien	23° 47'	46° 33'	800	1881—1920	3575	398	11
Rio de Janeiro	Brasilien	22° 54'	43° 10' W	61	1881—1920	1101	202	18
Swakopmund	Deutsch-SW-Afrika	22° 41'	14° 31' E	8	1899—1912	16	9	54
Windhuk	Deutsch-SW-Afrika	22° 34'	17° 5'	1665	1892—1912	389	121	31
Bethanien	Deutsch-SW-Afrika	26° 30'	17° 10'	935	1900—1912	105	42	40
O'Okiep	S. Afrikanische Union	29° 36'	17° 52'	926	1883—1924	169	43	25

Kimberley	28° 42'	24° 47'	1203	1894—1923	412	97	24
Johannesburg	26° 11'	28° 4'	1807	1889—1924	844	146	17
Bulawayo	20° 9'	28° 40'	1354	1897—1923	600	137	23
Durban	29° 51'	31° 0'	15	1881—1920	1082	195	18
Alice Springs	23° 38'	133° 37'	587	1881—1920	267	91	34
Brisbane	27° 28'	153° 2'	38	1881—1920	1088	273	25
30°—40° S							
Valdivia	38° 48'	73° 14'	15	1900—1921	2664	364	14
Junin de los Andes	39° 9'	71° 0'	?	1901—1924	532	210	39
Santiago	33° 27'	70° 42'	519	1881—1920	373	156	42
Mendoza	32° 53'	68° 49'	755	1892—1924 (32 J.)	198	63	32
S. Juan	31° 32'	68° 42'	664	1881—1920 (33 J.)	75	36	48
Neuquen	39° 0'	68° 2'	271	1900—1924 (24 J.)	131	46	35
Cordoba	31° 25'	64° 12'	423	1881—1920	697	119	17
General Acha	37° 4'	64° 6'	218	1898—1924 (24 J.)	472	128	27
Bahia Blanca	38° 43'	62° 15'	25	1881—1920 (39 J.)	550	160	29
Buenos Aires	34° 36'	58° 22'	25	1881—1920	988	225	23
Concordia	31° 23'	58° 2'	24	1887—1920 (28 J.)	1017	205	20
Mar del Plata	37° 59'	57° 6'	4	1888—1924	723	147	20
Ajo-General Lavalle	36° 31'	56° 46'	15	1881—1920	925	205	22
Montevideo	34° 52'	56° 13' W	29	1901—1924	986	262	27
Kapstadt	33° 56'	18° 29' E	12	1881—1920	663	96	14
Port Elizabeth	33° 59'	25° 37'	55	1881—1920	562	87	15
Aliwal (N)	30° 41'	26° 40'	1327	1884—1924	518	113	22
Adelaide	34° 56'	138° 35'	43	1881—1920	523	102	20
Sydney	33° 52°	151° 13'	42	1881—1920	1175	219	19
Auckland	36° 50'	174° 50'	38	1881—1920	1099	181	16
40°—50° S							
Punta Galera	40° 1'	73° 44'	40	1899—1921	2220	380	17
Diez-y-seis de Octubre	42° 12'	71° 8'	557	1896—1919 (19 J.)	431	114	26
Sarmiento	45° 30'	69° 0'	274	1904—1924	135	49	36
Puerto Madryn	42° 49'	64° 58' W	14	1902—1924 (17 J.)	163	47	29
Hokitika	42° 41'	170° 49' E	3	1894—1923	2896	277	10
Christchurch	43° 31'	172° 38'	8	1894—1923	653	105	16
Wellington	41° 16'	174° 46'	3	1881—1920	1186	202	17

Station	Land	$\varphi$	$\lambda$	Höhe (m)	Verwendete Jahre	Niedersch.- summe (mm)	Veränderlichkeit (mm)	Veränderlichkeit (%)
		50—60° S						
Islote de los Evangelistas	Chile	52° 24'	75° 6' W	55	1899—1921	3075	287	9
Punta Arenas	Chile	53° 10'	70° 54'	28	1888—1921	388	68	17
Santa Cruz	Argentinien	50° 11'	68° 21'	12	1897—1924 (23 J.)	150	31	21
Año Nuevo	Staten-Insel	54° 39'	64° 10'	53	1903—1918 (13 J.)	610	47	8
Stanley	Falklandinseln	51° 41'	57° 51'	2	1905—1920 (15 J.)	685	68	10
Süd-Georgien (Grytviken)	S. Atlantischer Ozean	54° 13'	36° 33'	4	1906—1925 (18 J.)	1301	176	14
		60—70° S						
Süd-Orkneys (Laurie-Insel)	S. Atlantischer Ozean	60° 44'	44° 39' W	7	1904—1923 (18 J.)	403	57	14

