

Der derzeitige Stand der Eiszeitforschung.

Von Prof. Dr. Joseph Kö l z e r - Herrsching.

Das Eiszeitalter hatte den Höhepunkt seines letzten Vorstoßes in Mitteleuropa vor rund 20 000 Jahren. Der gesamte Zeitraum seiner Wirksamkeit erstreckt sich auf etwa 600 000 Jahre, und damit hat das Eiszeitalter den größten Teil der geologischen Periode des Quartärs eingenommen. Obwohl, mit geologischem Maßstab gemessen, der Ausklang dieses Zeitalters uns ziemlich nahe liegt, hat es unserer Generation doch Probleme aufgegeben, die fast alle Disziplinen der Naturwissenschaft berühren und heute noch in Fluß sind. Ein Vertreter einer einzelnen Disziplin hat es daher schwer, mit der Fülle der hier aufgetauchten Fragen fertigzuwerden.

Andererseits ist durch dieses vielseitige Interesse der Naturwissenschaft unsere Kenntnis in erfreulicher Weise bereichert. Die Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet überstürzen sich geradezu in den letzten Jahrzehnten. Dies hat dazu beigetragen, daß die noch vor wenigen Jahrzehnten weit auseinandergelassenen Ansichten über die Ursachen der Eiszeit inzwischen eine gewisse Klärung und Annäherung erfahren haben, so daß man heute schon eher den Versuch machen kann, zu dieser Kernfrage Stellung zu nehmen. Der geringe mir zur Verfügung stehende Raum erfordert hierbei eine Beschränkung auf die wichtigsten und neueren Forschungsergebnisse.

Zuerst bringe ich eine Zusammenstellung derjenigen Forschungsergebnisse, über die in weiten Kreisen aus allen Disziplinen Übereinstimmung herrscht. Wenn ich dabei den mitteleuropäischen Raum als repräsentativ für das Eiszeitalter bevorzuge, so einfach aus der Tatsache heraus, daß dieser Raum am gründlichsten erforscht ist und die wesentlichsten Beiträge zu unserer heutigen Kenntnis des Eiszeitalters geliefert hat.

Die Anschauungen sind folgende:

1. Der Umriss der Festländer und Meere hat sich im Laufe der Erdgeschichte in einem fortwährenden Wechsel befunden. Dieser ist in der Hauptsache auf Spannungen im Erdinnern zurückzuführen (Stille¹⁾, Jessen²⁾). Besonders in Küstennähe machen sich diese Spannungen in Vertikalbewegungen (Hebung und Senkung) bemerkbar.
2. In den älteren Zeiträumen der Erde bis zum Tertiär waren zum kleinen Teil auch horizontale Kontinentalbewegungen und Polwanderungen die Ursache für die außergewöhnlichen thermischen Verhältnisse gewisser Gebiete. Darauf deutet vor allem das Vorhandensein von Kohlenablagerungen in solchen Gegenden, die heute tiefe Mitteltemperaturen besitzen. Diese horizontalen Bewegungen waren jedoch im wesentlichen mit dem Ende des Tertiär abgeschlossen, so daß beim Übergang zum Quartär die Verteilung von Meer und Kontinent auf der Erde schon die heutige Gestalt angenommen hatte. Damit wird gleichzeitig eine Hypothese abgelehnt, die als Kontinentalverschiebungs-Theorie (W. Köppen und A. Wegener³⁾) in der Entwicklung unserer Anschauungen über die Ursachen der Eiszeit eine Zeitlang eine große Rolle spielte. Nachdem Köppen^{3b)} selbst im Jahre 1940 von einem wichtigen Bestandteil dieser Theorie, den großen Polwanderungen im Diluvium, abgerückt ist, kann sie heute allgemein als verlassen gelten (siehe auch weiter unten unter „Ursachen der Eiszeit“).
3. Nach den Untersuchungen von A. Penck und E. Brückner⁴⁾ läßt sich die Eiszeit in Mitteleuropa in vier große Zeitabschnitte (Günz-, Mindel-, Riß-, Würmeiszeit) aufgliedern, die durch wärmere Interglazialzeiten von verschieden langer Dauer unterbrochen wurden. Während speziell in Mitteleuropa verschiedene Forscher zu einer weiteren Aufgliederung gekommen sind, hat sich für die außereuropäischen Vereisungsgebiete nach

Machatschek⁵⁾ im allgemeinen nur die von Penck und Brückner gegebene Einteilung bestätigen lassen.

4. Die Zeiten der Vergletscherung und des Eisvorstoßes waren wesentlich kürzer gegenüber den Zeiten des Abschmelzens und der Wiedererwärmung (Penck und Brückner⁴⁾, Troll⁶⁾ u. a.).
5. Die außergewöhnlich hohen Temperaturen im Tertiär wurden zwar in den Interglazialzeiten des Diluviums nicht erreicht, jedoch lagen die Mittelwerte der Temperatur in diesen Interglazialzeiten immer noch beträchtlich über den heutigen Mittelwerten der gleichen Gebiete; ferner wurde festgestellt, daß die hohen Temperaturmittelwerte der ersten Zwischeneiszeit in den späteren Zwischeneiszeiten nicht mehr erreicht wurden. Dies wird vor allem durch die paläobiologischen Funde aus der Tier- und Pflanzenwelt bestätigt.
6. Die mit dem Vergletscherungs- und Abschmelzungsprozeß zusammenhängenden eustatischen Meeresspiegelschwankungen waren ziemlich bedeutend und betragen im Mittel etwa 100 m. Aus diesen Forschungen hat sich ergeben, daß die von vielen Wissenschaftlern vertretene Ansicht einer Aufgliederung der letzten Würmeiszeit in drei Vorstöße des Eises und zwei Zwischeneiszeiten heute nicht mehr zu halten ist. Aus den eingehenden Untersuchungen von Pfannenstiel⁷⁾ über eustatische Meeresspiegelschwankungen im Mittelmeergebiet und von Rathjens (7a) über die Eisvorstöße im Alpenvorland haben sich nur zwei Vorstöße mit einer Zwischeneiszeit ergeben.
7. Die einschneidenden Klimaänderungen in Mitteleuropa im Eiszeitalter umfassen fast die ganze Skala vom tropischen zum Polarklima (Büdel⁸⁾, Troll⁶⁾ u. a.). Die Schneegrenze wurde breitenmäßig vom 80. auf den 58. Breitengrad verschoben, höhenmäßig um rund 1200 m gesenkt. Der Wüstengürtel der Erde, heute zwischen dem 12. und dem 32. Breitengrad liegend, wurde auf den 15. bis 28. Breitengrad zusammengedrängt (Büdel⁸⁾, während das Mittelmeergebiet und Nordafrika z. Zt. der Eisvorstöße ausgesprochen niederschlagsreich waren.
8. Dementsprechend zeigte auch die Luftdruck-, Wind- und Niederschlagsverteilung in Mitteleuropa große Veränderungen als Folge der räumlichen Verlagerung der Hochdruck- und Tiefdruckgebiete (Poser⁹⁾, Büdel⁸⁾ u. a.). Doch darf heute ebenfalls als Allgemeingut gelten, daß die Vergletscherung der primäre Vorgang war, der die Veränderung der Luftdruckgebiete nach sich zog.

In den anderen Vereisungsgebieten der Erde, so vor allem in Nordamerika und im asiatischen Raum, haben sich keine grundsätzlichen Widersprüche gegen die obigen Sätze ergeben, so daß man obige aus den Forschungen im mitteleuropäischen Raum gewonnenen Ergebnisse wohl als Anschauungen von allgemeiner Gültigkeit auf unserer Erde ansehen kann.

Ich wende mich nunmehr den Ursachen der Eiszeit zu und will diejenigen Theorien und Hypothesen, die nach Ansicht der überwiegenden Zahl der Forscher als verlassen gelten können, nur kurz streifen. Ich hatte oben unter Punkt 2.) die Kontinentalverschiebungstheorie von Köppen und Wegener³⁾ erwähnt; — mit der Ablehnung der Polverlagerungen im Diluvium in dem ursprünglich von Köppen und Wegener angenommenen Ausmaß ist auch die Kontinentalverschiebung im Diluvium hinfällig geworden. Jedoch nimmt W. Wundt¹⁸⁾ ausdrücklich die Kontinentalverschiebung im Sinne von Köppen und Wegener als Hilfstheorie für die ältere permokarbonische Vereisung in Anspruch, indem damals ein großer Kontinent, das Gondwanaland, später in die heutige Lage der Kontinente Südafrika, Südamerika, Vorderindien und Australien auseinanderdriftete. Von geologischer Seite (Stille¹⁾, Gallwitz¹⁰⁾ u. a.) wird hingegen die Kontinentalverschiebungstheorie scharf abgelehnt. Die Existenz des Gondwanalandes wird bestätigt, sein Verschwinden jedoch durch Absinken (Destruktion) erklärt und daraus die Vereinigung der Urmeere sowohl im Nord- wie im Südatlantik in geologisch jüngerer Zeit erklärt.

Zu Beginn unseres Jahrhunderts hat die sogenannte Kohlen säure hypo- these eine lebhafte Diskussion ausgelöst. Sie hat verschiedene Wandlungen durchgemacht und besagt kurz, daß der Mangel an Kohlen säure in der Atmosphäre Ursache für die Entstehung der Eiszeiten war. Als ihr Hauptvertreter gilt Arrhenius¹¹⁾. Frech¹²⁾ war der Meinung, daß die geringe Zufuhr von Kohlendioxyd- mengen mit Zeiten geringerer vulkanischer Tätigkeit zusammenfiel und Eiszeiten bedingte. Von Lozinski¹³⁾ nahm an, daß die Zeiten der großen Kohlenbildung eine Verarmung der Atmosphäre an Kohlendioxyd bedingte und dadurch Eiszeiten herbeiführte. Jedoch wird von den Physikern bestritten, daß die Schwankungen des Kohlen säuregehaltes der Atmosphäre die beobachteten Temperaturschwankungen hervorrufen können, außerdem werde der Wechsel der Glazial- und Interglazialzeiten damit nicht erklärt (Woldstedt¹⁴⁾ u. a.).

Einen größeren Einfluß und nicht geringes Aufsehen in der wissenschaftlichen Welt hat die sogenannte astronomische Theorie ausgeübt. Ihre Vorläufer (J. Croll¹⁵⁾ und L. Pilgrim¹⁶⁾) haben zwar beachtliche Arbeit geleistet, konnten sich aber nicht durchsetzen. Dagegen haben die Arbeiten von M. Milankovitch¹⁷⁾ (1920) alsbald in W. Köppen³⁾ einen begeisterten Anhänger gefunden. Diese Zusammenarbeit fand aber schon mit der Veröffentlichung von 1930^{17b)} ihren Abschluß. Später hat Milankovitch^{17c-d)} vor allem unter der Mitwirkung von W. Wundt¹⁸⁾ seine Theorie weiter ausgebaut, so daß sie heute von namhaften Vertretern verschiedener Disziplinen als eine wichtige Ursache zur Erklärung der Trennung des Eiszeitalters in Glazial- und Interglazialzeiten betrachtet wird, so von Soergel¹⁹⁾, Meinardus²⁰⁾ Eberl²¹⁾ und vor allem von Wundt¹⁸⁾.

Die Theorie besagt folgendes: Die Erde ist in ihrem Lauf als Teil des Planetensystems um die Sonne periodischen Störungen ausgesetzt, die sich in dreifacher Weise auswirken; einmal wird die Lage der Erdachse im Raum etwas steiler oder schräger ausfallen. In einer Periode von 40 000 Jahren schwankt die Schiefe der Ekliptik zwischen 21° 58' und 24° 36', gegenwärtig hat sie den Wert von 23° 27'. Ferner wandert das Perihel in einem Zeitraum von 21 000 Jahren durch alle Jahreszeiten, so daß nach je 10 500 Jahren Frühlings- und Herbstpunkt vertauscht sind. Zum Dritten schwankt die Exzentrizität der Erdbahn innerhalb einer Periode von 92 000 Jahren in einem Betrage von etwa $\frac{1}{10}$ des Erdbahnradius. Alle drei Variationen können im Laufe von Jahrtausenden sich entweder verstärken oder abschwächen. Besonders der letzte Faktor in Verbindung mit einer Steillage der Achse war nach Wundt imstande, einen „wirklich großen Eisvorstoß“ hervorzurufen. Die Unterschiede in der Strahlungsintensität, durch diese drei Faktoren bedingt, wurden von Milankovitch¹⁷⁾ in Strahlungskurven dargestellt, die für das Sommerhalbjahr und den 55., 60. und 65. Grad N. B. die Schwankungen durch entsprechende Breitenänderung wiedergaben. Später haben Milankovitch^{17d)} und Meinardus einen Kanon der Erdbahnelemente berechnet und die Schwankungen der Strahlungsintensität für die letzten 650 000 Jahre graphisch dargestellt. Der Ablauf der Eiszeit im Diluvium und das Klimaoptimum im Postglazial in Mitteleuropa kommen hierin überraschend gut zum Ausdruck. Doch setzte vor allem unter Führung von Penck²²⁾ aus den Reihen der Geographen und Geologen alsbald eine lebhafte Kritik ein. Wenn heute die astronomische Theorie zumindest als eine Hilfhypothese zur Erklärung der Entstehung der Glazial- und Interglazialzeiten in weiten Kreisen der Wissenschaft akzeptiert ist, so ist das vor allem ein Verdienst von Wundt¹⁸⁾; darüber hinaus ist gleichzeitig auch Allgemeinut der Wissenschaft geworden, daß eine einzelne Hypothese die Vielfältigkeit der Erscheinungen des Eiszeitalters und ihre Ursachen nicht zu erklären vermag. Dies gilt zunächst für alle Hypothesen, die lokale Ursachen allein als Grund anführen, wie z. B. die Zufuhr oder Abdrosselung des Golfstroms, die größere Höhe des Gebirges oder eine andere Verteilung der Hoch- und Tiefdruckgebiete (P. Woldstedt¹⁴⁾). Andere außerterrestrische Ursachen, wie z. B. die Änderungen der Solar konstanten (Philippi²³⁾, A. Wagner²⁴⁾) oder die Schwächung der Son-

nenstrahlen durch kosmische Nebel (Fr. Nölke²⁵) u. a. wurden inzwischen allgemein abgelehnt, u. a. auch von Wundt¹⁸).

Ich komme zu derjenigen Gruppe von Forschern, die in erster Linie in der Krustenbewegung der Erde, in der Hebung und Senkung besonders der Randzonen die Hauptursache für die Einleitung des Eiszeitalters erblicken. Als wichtigste muß hier die Relieftheorie von Ramsay²⁶) erwähnt werden. Die Gebirgsbildungsperioden verstärken das Relief der Erdoberfläche ziemlich plötzlich. Dies beeinflusst die atmosphärische Zirkulation und durch Zusammenwirken dieser Faktoren kommt es zu einem Anwachsen der Gletscher, schließlich zur Bildung großer Inlandeismassen. Durch die allgemeine Abtragung sinken immer mehr Gebiete unter die Schneegrenze, es kommt nicht mehr zur Gletscherbildung, es wird keine Schmelzwärme mehr verbraucht und dadurch die Erwärmung der Atmosphäre gefördert. Von Ramsay werden die großen klimatischen Unterschiede, der Wechsel von weniger warmen und stärker warmen Perioden in den verschiedenen erdgeschichtlichen Perioden gut herausgearbeitet. Gegenüber den kürzeren Schwankungen im Diluvium versagt diese Theorie.

Eine andere Theorie führt die Gebirgsbildung auf den rhythmischen Ablauf der Radioaktivität im Erdboden zurück (L. Kirsch²⁷), A. Wagner²⁴), E. Dacqué²⁸) u. a.). Durch radioaktiven Zerfall wird ständig Wärme erzeugt, womit die Größe des Wärmestromes gegen die Erdoberfläche (im Mittel 50 cal/cm^2 im Jahr) sich steigert. Diese Wärmeaufspeicherung führt zu teilweiser Aufschmelzung, zumindest zur Erhöhung der Plastizität der Erdkruste. Dies hat Auffaltungen von Gebirgen, verbunden mit Decken- und Basalergüssen zur Folge. Dadurch wird der aufgespeicherte Wärmeverrat rasch an die Erdoberfläche und den Weltenraum abgegeben. Die dadurch bedingte Abkühlung bis zu einem Minimum sei dann Ursache der beginnenden Eiszeit. Als Zeitraum für diesen Zyklus wird minimal $30-50 \times 10^6$, maximal $200-300 \times 10^6$ Jahre angenommen, womit allein schon die Nichtanwendbarkeit auf den Wechsel der Glazial- und Interglazialzeiten dargetan ist.

Eine bedeutende Gruppe namhafter Geologen, repräsentiert durch Stille¹), Gallwitz¹⁰) u. a. geht davon aus, daß den Gebirgsfaltungen mächtige Ablagerungen vorausgingen, von Stille als Muttergeosynklinalen bezeichnet. Das Ergebnis der aus mehreren Faltungen bestehenden tektonischen Vorgänge ist die Umwandlung eines mobilen Teils der Erdkruste in einen stabilen, verbunden mit Aufwärtsbewegung der oberen Erdkruste. Wiederholung der Geosynklinalenbildung bezeichnet Stille als Regeneration. Die Geosynklinalbildung ist die allgemeinere Erscheinung, die Faltung erfolgt dagegen selektiv und in größeren erdgeschichtlichen Zeitabschnitten. Im Rahmen dieser Hypothese wird auch der älteren Kontraktionstheorie, welche die Gebirgsbildung auf die Schrumpfung der Erde infolge Abkühlung zurückführt, Existenzberechtigung zugesprochen. Die Einleitung der Eiszeiten wäre eine Folge der Gebirgsfaltung und der eingetretenen Abkühlung.

Einen besonderen Standpunkt nimmt O. Jessen²) ein, indem er die Krustenbewegungen in der Vertikalen nicht auf die Alpengebiete beschränkt, sondern als erdumfassende und auslösende Ursache für die Gletscherbildung und Erniedrigung der Schneegrenze betrachtet. Die Theorien von Ramsay und Milankovitch läßt Jessen als modifizierende Ursachen der Eiszeit gelten. Auch Wundt nimmt Bezug auf die geotektonischen Vorgänge. In einer seiner letzten Schriften^{18d}) nennt er die Schwankungen der Erdachse im Raum nach der astronomischen Theorie noch nicht ausreichend als Ursache des Klimawechsels zwischen Warm- und Kaltzeiten. Hinzutreten müsse eine Änderung der Land- und Meerverteilung. Die Warmzeiten haben unvergleichlich längere Zeiten eingenommen und müssen als Normalzustand betrachtet werden. In diesen Zeiten wurden die Pole durch Warmwasserheizung von den niederen Breiten aus eisfrei (Kerner-Marilaun²⁹)); die Eiszeiten hingegen waren Zeiten, in denen sich durch Hebung der Kontinente das Land um die Pole häufte. Damit schließt sich auch Wundt den Ausführungen von Jessen an.

Zusammengefaßt ergibt sich demnach heute folgendes Bild über die Ursachen der Eiszeit:

Geotektonische Vorgänge, vor allem vertikale Krustenbewegungen, waren die primäre Ursache. Noch während dieser Epoche konnte in Mitteleuropa der Golfstrom eine geraume Zeit den nordischen Gewässern Warmwasser zuführen und dadurch die Bedingungen für eine vermehrte Niederschlagstätigkeit im Randgebirge in Form von Schnee schaffen. Fällt doch nach den Untersuchungen von R. Geiger³⁰⁾ der maximale Niederschlag in Nordeuropa in den Monaten November bis April bei dem Temperaturwert von $+4^{\circ}$ C. Ferner betont Wundt die wichtige Rolle der milden Winter, die neben der schon von Köppen-Wegener³⁾ erkannten Bedeutung der kühlen Sommer für das Anwachsen der Schneemassen eine wesentliche Voraussetzung für die Verstärkung der Gletscher bilden. Durch die Reflexionswirkung der Schneeflächen ist weiterhin eine Selbststeigerung der Kälte im und in der Umgebung des Vereisungsgebietes bedingt. Mit der Temperaturerniedrigung gehen auch die Niederschläge zurück, der Gletscher wird steril und die aus der astronomischen Theorie zu folgernde Zunahme der Strahlung bedingt nunmehr den allmählichen Abbau der Eiskappe.

Literatur:

1. H. Stille u. a. a) Geotektonische Gliederung der Erdgeschichte. Preuß. Akad. Wiss., Math. Naturw. Kl. Nr. 3/1944.
b) Die assyrische Ara. Z. Geol. Ges. 98/1948.
c) Das Leitmotiv der geotektonischen Entwicklung, Berlin 1949.
2. O. Jessen Die Randschwellen der Kontinente. Erg.-Heft 241 zu Pet. M., Gotha 1943.
3. W. Köppen und A. Wegener a) Die Klimate der geologischen Vorzeit. Verlag Bornträger, Berlin 1924.
4. A. Penck und E. Brückner b) Erg. u. Bericht. dazu, Berlin 1940.
Die Alpen im Eiszeitalter (3 Bd.). Leipzig 1901—09.
5. F. Machatschek Die Eiszeit und die Präglazialzeit. Geol. Rundschau XXXIV — 1944.
6. C. Troll Die Ursachen der Eiszeit. Geol. Rundschau XXXIV — 1944.
7. M. Pfannenstiel Die diluvialen Entwicklungsstadien und die Urgeschichte von Dardanelen, Marmarameer und Bosphorus. Geol. Rundschau XXXIV — 1944.
- 7a C. Rathjens Der Stand der Eiszeitforschung im Alpenvorland. Geogr. Helvetica Bd. IV, 1949.
8. J. Büdel Die räumliche und zeitliche Gliederung des Eiszeitklimas. Naturw. 1949, Heft 4.
9. H. Poser Dauerfrostboden und Temperaturverhältnisse während der Würmeiszeit im nicht vereisten Mittel- und Westeuropa. Naturw. 1947, Heft 1 und 8.
10. H. Gallwitz Geotektonische Forschungen und geotektonische Hypothesen. Forsch. und Fortschr., 1950, 7/8.
11. S. Arrhenius Die physikalischen Grundlagen der Kohlensäuretheorie der Klimaänderungen. Centralblatt für Mineralogie 1909.
12. F. Frech Über das Klima der geologischen Perioden. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1908.
13. W. von Lozinski Über erdgeschichtliche Kälteperioden. Congr. Geolog. internat. XII, Sess. Canada 1913.
14. P. Woldstedt a) Tektonik und Diluvium. Z. f. Gletscherkunde 1928, 16.
b) Das Eiszeitalter, Verlag Enke, Stuttgart 1929.
15. J. Croll Climate and time in their geological relations, — a theory of secular change of the earth's climate. — London 1875.
16. L. Pilgrim Versuch einer rechnerischen Behandlung des Eiszeitalters. — Jahresbericht 60/1904 Verein vaterl. Naturk., Württbg.
17. M. Milankovitch a) Mathematische Klimalehre. I. Veröffentlichung — Paris 1920.
b) Mathematische Klimalehre und astronomische Theorie der Klimaschwankungen. Bd. 1/1930 des Handb. d. Klimatologie v. Köppen u. Geiger.
c) Neuere Fassung im Handb. der Geophys., Band 9, 1938, 3.
d) Kanon der Erdbestrahlung. — Belgrad 1941.
18. W. Wundt u. a. a) Die Erdbahnelemente und das Klima der Eiszeit. Meteor. Zeitschr. 1933, 1935, 1938, 1939, 1941 und Naturw. 1942, Heft 7.
b) Die Mitwirkung der Erdbahnelemente bei der Entstehung der Eiszeiten. Geol. Rundschau XXXIV — 1944.
c) Eiszeiten und Warmzeiten in der Erdgeschichte. Vortrag auf dem dt. Geographentag München 1943. Amt für Landeskunde 1950.
d) Schwankungen der Erdsache und Polwanderungen. Naturw. Zeitschr. „Aus der Heimat“ 58, 1950, 5.
e) Neue Erörterungen zu den Ursachen der Eiszeit. Meteor. Rundschau 1950, 5/6.
19. W. Soergel u. a. a) Die Gliederung und absolute Zeitrechnung des Eiszeitalters. Fortschr. in Geol. u. Paläontol., Berlin 1925, 13.
b) Die Vereisungskurve. Verlag Gebr. Bornträger, Berlin 1937.
Kanon der Erdbestrahlung. Geol. Rundschau XXXIV — 1944.
Zur Gliederung und Zeitrechnung des alpinen Glazials. Zeitschr. Geol. Ges. 1928, 80.
20. W. Meinardus
21. B. Eberl

22. A. Penck u. a. a) Die Ursachen der Eiszeit. Sitzungsber. Preuß. Akad. d. Wiss., Phys. Math. Kl. 1926.
b) Eiszeitliche Krustenbewegungen. Frankf. Geogr. Hefte XI — 1937.
c) Die Strahlungstheorie und die geologische Zeitrechnung. Berlin 1938.
Z. Ges. Erdk. Berlin.
23. E. Philippi Über einige paläoklimatische Probleme. Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1910, Beilagebd. 29.
24. A. Wagner Klimaänderungen u. Klimaschwankungen. Verl. Vieweg, Braunschweig 1940.
25. F. Nölke a) Die Entstehung der Eiszeiten. Deutsche Geogr. Bl. 1909, 32.
b) Neue Erklärung der Entstehung der irdischen Eiszeiten. Naturw. Verein Bremen 1909, 20.
26. W. Ramsay Orogenesis u. Klima. Oversigt af Finska Vetensk. Soc. Förhandl. 1910, 52.
27. L. Kirsch Die Radioaktivität der Erde. Handbuch der Experimentalphysik, Leipzig, Bd. 25, 1931.
28. E. Dacqué Vermächtnis der Urzeit. Aus dem Nachlaß J. Schröder und M. Schroeter München 1948.
29. F. Kerner-Marilaun Paläoklimatologie. Berlin 1930.
30. R. Geiger Über die Beziehungen des fallenden Niederschlags zur Lufttemperatur. Meteor. Zeitschr. 1944, 61.

Die Polar-Kartographie in Italien.

Von Dr. Cap. Silvio Zavatti, Portocivitanova, Istituto Geografico Polare.

Seit vielen Jahren bemühe ich mich, die Aufmerksamkeit der italienischen Geographen und Kartographen auf die Probleme der Polarregionen zu lenken. (1) Leider muß ich sagen, daß mir hierbei bis jetzt noch kein sehr glücklicher Erfolg beschieden war. Das „Geographische Institut“ und die laufende Veröffentlichung in der Zeitschrift „Il Polo“ haben zwar eine Bresche geschlagen, jedoch das schmerzliche Fehlen von Mitteln für dieses Institut gestattet mir nicht, in übertriebene Illusionen zu verfallen. — Auch sind die kartographischen Institute Italiens (Istituto Geografico Militare, Firenze; Istituto Idrografico della Marina, Genova; Touring Club Italiano, Milano; Istituto Geografico De Agostini, Novara) nicht an einer Polar-Kartographie interessiert, teils weil ihre Aufgaben auf anderen Spezialgebieten liegen, teils weil die Auflage einer Polarkarte (die in Italien ganz neu erfolgen müßte) eine derartige Aufwendung an finanziellen Mitteln erfordern würde, die durch die geringe Nachfrage kaum aus dem Verkauf zu decken wäre. (2)

In Wahrheit mangelt es in Italien an einem „Polar-Gewissen“, weshalb sich die Schulbücher nur ganz unzureichend mit den Polarzonen befassen, zudem sind diese wenigen Kapitel noch voller Irrtümer und veralteter Auffassungen. — Außer dem Baron Cristoforo Negri, einem der Gründer und erstem Präsidenten der „Società Geografica Italiana“, und Arnaldo Faustini, dem Sekretär dieser Gesellschaft, gab es keinen mehr, der in gleicher Weise an den polaren Problemen mit solchem Enthusiasmus und solcher Sachkenntnis interessiert gewesen wäre. Auf keinem der italienischen Kongresse wurde daran gedacht, die Aufmerksamkeit unserer Studenten auf dieses Gebiet zu lenken. Ich glaube, es ist nicht leicht, angesichts dieser dauernden, unvermuteten Hindernisse die Initiative zu bewahren. (3)

(1) S. Zavatti, *La Sfinge Bianca*, Predappio, 1939; id., *Le regioni polari artiche e l'Italia*, Forlì, 1944; id., *Gli studi polari in Italia*, in *L'Italia che Scrive*, Roma, Dezember 1946; id., *La spedizione italiana in Groenlandia*, in *Rinascita*, Bologna, 11—12 gennaio 1947; id., *Le Terre Polari*, Cavallotti, Milano 1949; id., *Saggio di bibliografia polare*, D'Anna, Messina, 1950; id., *Gli italiani nelle Regione Polari*, La Scuola, Brescia, 1950; id., *Missionario ed esploratore nell'Alaska*, P. I. M. E., Milano, 1950.

(2) In Italien existiert eine ausgezeichnete Wandkarte zum Schulgebrauch, die sich auf die ganze Welt, mit Ausnahme der Polargebiete erstreckt. Ende 1949 nahm ich Verbindung auf mit dem Istituto Geografico De Agostini wegen der Herausgabe einer meiner Polarkarten, allein das Institut konnte nicht zustimmen, sei es, weil noch viel Arbeit vorlag, sei es des unwahrscheinlichen Absatzes wegen, mit dem Bemerkten, „die Schule wolle bekanntlich damit den halben Erwerb verbinden.“ — Dies bezeugt die Wahrheit der obigen Behauptung.

(3) Beim XV. Italienischen Geographischen Kongreß in Turin im April 1950 unter dem Präsidium des Prof. Dino Gribaudo habe ich eine Entschließung obiger Art vorgeschlagen. Ich wurde jedoch belehrt, daß dies Argument zu weit ginge, wie in der anschließenden Diskussion vorgebracht wurde, jedoch vergaß man, daß die 6. Sektion der *Geografia didattica* und der *cultura geografica* gewidmet war, worin diese Bekanntgabe eingeschlossen sein mußte. Es hätte also nur der Titel und nicht der ganze Text dieser Entschließung entfernt werden dürfen. Mehrere namhafte Geographen versicherten mir, daß sie mit meinen Vorschlägen übereinstimmten.