

Werk

Titel: Die Naturwissenschaften

Ort: Berlin

Jahr: 1917

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0005|log374

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 29.

20. Juli 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die Höhe des Vogelzuges. Von *Friedrich von Lucanus, Berlin.* S. 477.

Ueber die permokarbone Eiszeit und ihre Sonderstellung im geologischen Klimaproblem. Von *Dr. W. R. Eckardt, Essen.* S. 482.

Besprechungen:

Offermann, Heinrich, Das nordwestdeutsche Erdölvorkommen. Von *E. Stolley, Braunschweig.* S. 488.

Lehrbuch der Botanik. Von *L. Diels, Berlin-Dahlem.* S. 488.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die Trinkwasseruntersuchung im Felde

**Eine Anleitung für Oberapotheker und einjährig-
freiwillige Militärapotheker**

von

Korpsstabsapotheker Dr. **Witte**

Stabsapotheker d. Res., Nahrungsmittelchemiker und Direktor des städt. Nahrungsmittelamtes in Merseburg

Preis M. 2.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Kgl. Bibliothek 21. VII. 17

IX 11

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6950-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse G.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik

Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie

Von

Prof. Dr. **Moritz Schlick**

Preis M. 2.40

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie

Von

Erwin Freundlich

Mit einem Vorwort von

Albert Einstein

Preis M. 2.40

Vor kurzem erschien:

Grundzüge der maritimen Meteorologie und Ozeanographie

Mit besonderer Berücksichtigung der Praxis und der Anforderungen in Navigationsschulen

Von **Joseph Krauss**

Lehrer an der Seefahrtsschule in Lübeck

Mit 60 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 5.—

Vor kurzem erschien:

Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie

Von Dr.-Ing. **Hans Rein**

Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von

Dr. K. Wirtz

o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule zu Darmstadt

Mit einem Bildnis des Verfassers, 355 Textfiguren und 4 lithographierten Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 20.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

20. Juli 1917.

Heft 29.

Die Höhe des Vogelzuges.

Von Friedrich von Lucanus, Berlin.

Eine der auffälligsten und eigenartigsten Erscheinungen im Leben der Vögel sind die alljährlich im Frühjahr und Herbst stattfindenden Wanderungen. Trotz der eingehenden Forschung, die heute auf den modernen Vogelwarten erfolgt und die unsere Kenntnis von den Zugstraßen, den Daten der Ankunft im Frühjahr und des Fortzuges im Herbst, der Lage der Winterquartiere und von der Schnelligkeit des Wanderfluges in hohem Maße bereichert hat, sind doch manche Fragen in dem schwierigen Problem des Vogelzuges noch ungeklärt. So können wir uns z. B. keine Vorstellung davon machen, wie die Vögel den Weg in die weit entfernte Winterherberge, der oft fast den halben Erdkreis umfaßt, finden. Bei den Vogelarten, die gesellig ziehen, ergibt sich die Lösung dieser Frage gewissermaßen von selbst, wenn man annimmt, daß die alten Vögel, die den Weg bereits kennen, für die jungen, noch unerfahrenen Vögel die Wegweiser sind.

Wesentlich anders liegt aber die Sache bei solchen Vögeln, welche einzeln ziehen, wie z. B. Kuckuck, Wiedehopf, Nachtschwalbe, Nachtigal und viele Raubvögel. Da sehen wir den jungen, erst einige Wochen alten Kuckuck im September seine Heimat verlassen und mit absoluter Sicherheit den ihm völlig unbekanntem Weg bis in das Innere Afrikas zurücklegen.

Da er noch niemals einen Winter erlebt hat, so kann er keine Ahnung davon haben, daß in seiner Heimat eine Jahreszeit hereinbricht, in der Frost, Schnee und Hungersnot sein Leben gefährden; ebensowenig ist er sich bewußt, daß in dem entfernten Süden, dem er zustrebt, ein ewiger Frühling blüht, und er hier alle Lebensbedingungen vorfindet. Trotzdem aber macht er sich auf die Reise, deren Veranlassung und Zweck er gar nicht kennt.

Wir sehen hieraus, daß es sich nicht um eine bewußte Verstandestätigkeit, nicht um Erfahrung oder Tradition handelt, sondern daß einzig und allein ein instinktives Verhalten, das ganz reflektorisch ausgelöst wird, vorliegen kann. Daß es lediglich ein angeborener, im Frühjahr und Herbst periodisch auftretender Trieb ist, der den Zugvogel zur Wanderung treibt, geht auch daraus hervor, daß der gefangene Vogel im Käfig zur Zugzeit von einer großen Unruhe befallen wird, die so lange anhält, bis die Artgenossen draußen in der Natur ihr Reiseziel erreicht haben. Selbst nach jahrelanger Gefangenschaft tritt

immer wieder diese periodische Unruhe auf, obwohl der Vogel doch längst die Erfahrung gesammelt haben sollte, daß im geheizten Zimmer bei gefülltem Futternapf keine Wintersnot sich geltend macht. Hier zeigt sich so recht, wie im Seelenleben des Tieres das unbewußte und reflektorische Handeln im Vordergrund steht, und wie wenig von Urteilskraft und Denkfähigkeit, die der Laie so gern den Tieren beilegt, die Rede sein kann.

Wenn aber der Vogel lediglich durch einen angeborenen Trieb zum Ziehen veranlaßt wird, so kann man auch annehmen, daß die Ausführung des Wanderfluges ebenfalls rein instinktiv und mechanisch erfolgt.

Ob und in welcher Weise äußere Einflüsse für die Auslösung dieses Instinktes zur Geltung kommen, können wir vorläufig nicht mit Sicherheit sagen. Soviel steht jedoch fest, daß die Witterung nicht ohne Bedeutung für den Vogelzug ist; daß sie aber für die Richtung des Fluges ausschlaggebend ist, läßt sich nicht nachweisen.

Regen, Nebel und starker Wind veranlassen die Wanderer ihre Reise einzustellen; heiteres, trockenes Wetter begünstigt den Zug in hohem Maße. Da aber die meteorologischen Verhältnisse überaus verschieden und wechselnd sind, so läßt sich die Annahme, daß die barometrischen Maxima und Minima die Richtlinien des Vogelzuges sind, nicht gut aufrecht erhalten.

Ebensowenig können die Wärmeverhältnisse in Betracht gezogen werden; denn auch diese unterliegen nicht unerheblichen, dauernden Schwankungen, so daß es nicht zutrifft, daß der Vogel auf seinem Herbstzug nach Süden beständig einer wärmeren Temperatur entgegenseilt. Für den Frühjahrszug, wo der Vogel von Süden nach Norden fliegt, würde diese Theorie überhaupt nicht passen.

Wenn diese rein theoretischen Erwägungen uns nicht die Überzeugung geben, daß die Richtung des Vogelzuges allein von den meteorologischen Verhältnissen bedingt wird, so weisen andererseits die im Herbst beobachteten, vorübergehenden Rückzugserscheinungen, d. h. eine zeitweilig auftretende nördliche, anstatt südliche Flugrichtung, darauf hin, daß doch ein gewisser Zusammenhang zwischen Zugrichtung und Witterung besteht, der aber anscheinend nicht die große und ausschlaggebende Bedeutung hat, die man ihr zuzulegen geneigt ist.

Die einfachste Erklärung für die Frage nach dem Pfadfinden des Zugvogels scheint mir die zu sein, daß man hierin ebenso wie in dem Wandertrieb eine angeborene, rein mechanisch zur Gel-

tung kommende Seelenfunktion erblickt, die zwar durch äußere Reize vorübergehend beeinflusst werden kann, im wesentlichen aber sich gesetzmäßig vollzieht.

Eine andere viel umstrittene Frage im Problem des Vogelzuges ist die Höhe, in der die Vögel ihre Wanderungen ausführen.

Gätke, der in der Mitte des vorigen Jahrhunderts auf Helgoland den Vogelzug eingehend studiert hat, war der Ansicht, daß die meisten Vögel besonders bei klarem, windstillen Wetter in unermeßlichen Höhen ziehen, in denen sie der Wahrnehmung des menschlichen Auges vollkommen entrückt sind. In seinem Werke Die Vogelwarte Helgoland spricht er von Höhen von 5000 bis 12 000 m.

Gätke gelangte zu dieser Anschauung auf Grund praktischer Erfahrungen. So schätzte er die Höhe, in der er ziehende Sperber als winzige Staubkörnchen über Helgoland erscheinen sah, auf 3000 m, die Höhe eines als Punkt in den Wolken verschwindenden Bussards auf 3000 bis 4000 m, eines Kranichs unter derselben Bedingung auf 5—6000 m, die Höhe ziehender Krähen und Brachvögel, die noch eben als Punkte erkennbar waren, auf 3—5000 m. Auf diese Schätzungen baute Gätke seine Theorie von der großen Zughöhe auf und meinte, daß viele Vögel häufig in noch höheren Regionen wandern, die er auf etwa 10 000 m und noch darüber veranschlagen zu dürfen glaubte.

Viele Ornithologen schlossen sich der Gätkeschen Ansicht an, die daher in der Literatur eine weite Verbreitung gefunden hat; andere dagegen hegten wohl Zweifel, ohne aber neue Beweise für oder wider diese Theorie anzuführen.

In der Hoffnung, für die Frage nach der Höhe des Vogelzuges neues Material zu erbringen, wandte ich mich vor einer Reihe von Jahren an die Luftschiffer mit der Bitte, ornithologische Beobachtungen auf ihren Ballonfahrten, besonders auf den wissenschaftlichen Hochfahrten, auszuführen. Aus diesen Beobachtungen hat sich ergeben, daß die Grenze für die Höhe des Vogelzuges im allgemeinen in 400 m relativer Höhe angenommen werden kann. In größeren Höhen, besonders über 1000 m, sind nur ausnahmsweise in ganz vereinzelt Fällen von den Luftschiffern Vögel angetroffen worden. So wurde einmal eine Lerche in 1900 m Höhe gesehen, die sich aber nicht auf dem Zuge befand, da ja die Lerchen gesellig wandern, sondern wohl nur vorübergehend zu dieser Höhe emporgestiegen war und daher für unsere Frage nach der Höhe des Vogelzuges nicht in Betracht kommt.

Nach Süring ist die größte Höhe, in der er auf 100 wissenschaftlichen Ballonfahrten Vögel antraf, 1400 m, und zwar handelt es sich um einen Flug Krähen.

Dies negative Ergebnis spricht jedenfalls gegen die Richtigkeit der Gätkeschen Annahme von der großen Zughöhe in vielen tausend Metern.

Gegen die aeronautischen Beobachtungen hat man den Einwand erhoben, daß die Vögel dem Ballon, den sie vielleicht für einen großen Raubvögel hielten, aus Furcht schon von weitem ausweichen und daher verhältnismäßig selten von den Luftschiffern bemerkt werden. Dieser Einwand wird jedoch durch ein sehr interessantes Erlebnis, das mir vor einigen Jahren auf der Vogelwarte Rossitten gelegentlich meiner Vogelzugstudien begegnete, widerlegt. An einem guten Zugtag, an dem Tausende und Abertausende Vögel verschiedener Arten über die Nehrung südwärts zogen, erschien plötzlich ein Zeppelinluftschiff, das seinen Kurs der Nehrung entlang von Süden nach Norden nahm und mitten durch die wandernden Vögel hindurchfuhr. Diese ließen sich weder durch den Anblick des Luftschiffs noch durch das laute Propellergeräusch stören, sondern setzten unbekümmert um die eigenartige Erscheinung ihre Reise fort, ohne auch nur im geringsten die Flugrichtung zu ändern. Dies entspricht auch völlig dem sonstigen Verhalten der Vögel auf dem Zuge, deren übrige Instinkte, wie Nahrungserwerb, Selbsterhaltungstrieb, Furcht und Fluchtreflex, durch den gewaltig zur Geltung kommenden Wandertrieb vollständig ausgeschaltet zu sein schienen. So konnte ich in Rossitten wiederholt beobachten, wie ein Schwarm Wildtauben dicht neben einem Wanderfalken dahinflog, ohne die geringste Angst vor dem sonst so gefürchteten Feinde zu zeigen, der, ebenfalls auf der Wanderschaft begriffen, auch seinerseits von den Tauben keine Notiz nahm.

Einen wichtigen Einfluß auf die Höhe des Vogelzuges übt die Bewölkung aus. Über den Wolken, also außer Sicht der Erde, sind mit Ausnahme eines einzigen Falles, der eine Taube betrifft, von den Luftschiffern niemals Vögel beobachtet worden. Diese Taube erschien bei starkem Nebel in 300 m Höhe plötzlich am Ballon, setzte sich auf den Korbrand und verweilte hier so lange, bis beim Abstieg die Erde wieder sichtbar wurde. Sie hatte sich offenbar in dem sehr niedrig liegenden Nebel verirrt. Vögel, die ich auf Ballonfahrten über den Wolken aussetzen ließ, nahmen entweder auf dem Ballon Platz oder umkreisten ihn so lange, bis sie die Erde unter sich sahen.

Eine Heidelerche, die in 3000 m Höhe über dichten Wolken freigelassen wurde, hielt sich dauernd in der Nähe des Ballons auf. Als aber durch einen in der Wolkenschicht entstandenen Riß die Erde sichtbar wurde, da flog sie sofort durch diesen Wolkenspalt zur Erde nieder. Ebenso verhielten sich andere Vögel, mit denen der Versuch wiederholt wurde. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, daß die Vögel im allgemeinen sich nicht aus freien Stücken außerhalb der Sehweite von der Erdoberfläche entfernen. Die unterste Wolkenschicht wird also die Grenze für die Höhe des Vogelzuges bilden.

Die Richtigkeit dieses Grundsatzes wird durch

folgende Beobachtungen bestätigt: In dem engen Odertal bei Lauterberg im Harz traf ich im Herbst eine große Schar Rauchschwalben an, die sich zum Fortzug sammelten. Es war ein klarer Morgen, und die Vögel übten in der gewohnten Höhe von einigen hundert Metern, dem Auge des Beschauers nur als Punkte wahrnehmbar, ihre Flugkünste aus. Plötzlich zog von Westen eine starke, sehr tief liegende Wolkenschicht herauf, die die Landschaft allmählich in Nebel hüllte. Nun konnte man wahrnehmen, wie die Schwalben dort, wo sie im Bereich der Bewölkung waren, niedrig über den Erdboden dahinstrichen, während sie da, wo noch klarer Himmel war, nach wie vor hoch flogen, und wie letztere durch die vorrückenden Wolken ebenfalls zur Erde herabgedrückt wurden.

Der andere Fall betrifft eine Beobachtung des Leiters der Vogelwarte Rossitten. Prof. *Thiennemann* schreibt in seinem IV. Jahresbericht unter dem 3. April: „Ein sehr interessanter, instruktiver und für den Vogelzug kritischer Tag. Krähen, Stare, Finkenvögel, Drosseln, Lerchen ziehen schon von 7 Uhr früh an in großer Hast nach Norden. Zughöhe etwa 80—100 m. Um $\frac{1}{2}$ 10 Uhr früh tritt Nebel ein; je dichter er wird, um so niedriger kommen die Vögel zur Erde herab. Gegen 10 Uhr hat der Nebel den Grad 2 erreicht, d. h. Gegenstände von mehr als 100 m Entfernung sind in horizontaler Richtung nicht mehr zu erkennen. Der Zug hört auf. Gegen Mittag ist die Luft wieder klar, die Sonne scheint, und der Vogelzug setzt wieder ein, wenn auch nicht mit solcher Mächtigkeit wie am Morgen. Die Vogelscharen sind also durch den Nebel immer mehr zur Erde, die sie nicht aus dem Gesicht verlieren wollten, herabgedrückt worden.“

Alle diese Erfahrungen sprechen dagegen, daß die Vögel auf ihren Wanderungen so große Höhen aufsuchen, in denen sie die Erdoberfläche nicht mehr sehen können.

Außer der Bewölkung sind ferner Richtung und Stärke des Windes für die Höhe des Vogelzuges maßgebend. Als frei in der Luft schwebender Körper wird der fliegende Vogel vom Winde getrieben. Infolgedessen ist für ihn der Flug mit dem Winde der leichteste und bequemste, der Flug gegen den Wind der schwierigste und anstrengendste; denn im ersteren Falle braucht der Vogel nur ein geringes Maß von Eigengeschwindigkeit zu entfalten, im letzteren Falle dagegen kommt er nur um so viel vorwärts, als die Eigengeschwindigkeit die Windstärke übertrifft. Infolgedessen gehen bei starkem Gegenwind die Zugvögel tiefer zur Erde herab, um die durch die Reibung an der Erdoberfläche verminderte Kraft des Windes auszunutzen.

Ich habe solche Fälle auf der Vogelwarte Rossitten wiederholt beobachten können. Die Vögel streichen dann häufig so niedrig über den Erd-

boden, daß sie die Dünenformation, sogar nur geringe Erhebungen, ausfliegen.

Die Vögel werden auf dem Zuge jedenfalls bestrebt sein, eine Höhe aufzusuchen, in der sie mit günstigem Winde fliegen können, wobei freilich durch die Bewölkung der willkürlichen Wahl der Höhe eine Grenze gesetzt wird. Windrichtung und Windstärke zeigen bekanntlich öfters schon in geringen Höhenunterschieden von einigen hundert Metern erhebliche Schwankungen, so daß also die Vögel gar nicht zu bedeutenden Höhen aufzusteigen brauchen, um günstigen Wind zu erlangen.

In meteorologischer Beziehung sind zwei weitere Momente zu berücksichtigen, die die Theorie von der großen Zughöhe völlig unhaltbar machen; es sind dies der Luftdruck und die Temperatur. Durch die wissenschaftlichen Ballonfahrten ist festgestellt, daß in 5000 m Höhe eine Mitteltemperatur von -20° C und ein Luftdruck von nur einer halben Atmosphäre herrschen, die sich in 7000 m Höhe bereits auf -33° C und 298 mm verringern. Nach Gätkescher Ansicht sind aber 5000 und 7000 m noch gar keine so großen Höhen für die wandernden Vögel, deren Zugstraßen er in 10—12 000 m sucht, eine Höhe, in der jedes organische Leben unter dem Einfluß der ungeheuren Kälte und des geringen Luftdrucks sofort erstarbt. Wenn der Vogel in solchen Höhen seine Wanderung ausführen würde, dann müßte er geradezu eine doppelte Organisation haben, die ihn einmal den auf der Erdoberfläche herrschenden atmosphärischen Verhältnissen anpaßt und ihn außerdem befähigt, sich auf die gänzlich anderen Bedingungen, die in jenen gewaltigen Höhen herrschen, vorübergehend einzustellen. Nichts deutet aber in der Organisation des Vogelkörpers auf eine derartige Fähigkeit hin; im Gegenteil, es sind die Vögel, wie auf experimentellem Wege nachgewiesen ist, gegen Luftdruckverminderung überaus empfindlich, sogar empfindlicher als die Säugetiere, denen der Aufenthalt im Luftmeer versagt ist.

Nach den Versuchen des französischen Physiologen *Paul Bert* zeigte eine Lachmöve bereits unter einem Luftdruck von 348 mm und ein Turmfalke bei 278 mm krankhafte Erscheinungen. Die Möve starb unter 188 mm, der Falke unter 178 mm Luftdruck, während Kaninchen erst bei 160 mm die ersten Anzeichen von Schwäche verrieten und Hunde erst unter 100 mm, einzelne sogar erst unter 80 mm Luftdruck verendeten.

Die Versuche *Paul Berts* haben ferner ergeben, daß die Widerstandsfähigkeit der Tiere gegen Verminderung des Luftdrucks durch gleichzeitige Temperaturabnahme noch wesentlich beeinträchtigt wird, weil in verdünnter Luft das Vermögen, den zum Leben notwendigen Sauerstoff aus der Atmosphäre herauszuziehen, durch den Einfluß der Kälte herabgesetzt wird. Dieser Umstand ist für die Frage nach der Höhe des Vogelzuges überaus wichtig; denn in großen

Höhen macht sich zugleich mit einer Verminderung des Luftdrucks auch eine sehr erhebliche Abnahme der Temperatur bemerkbar, so daß ein längeres Verweilen der Vögel in Höhen von vielen tausend Metern völlig ausgeschlossen erscheinen muß.

Gegen die Bertschen Versuche hat man den Einwand erhoben, daß die Verhältnisse für den im freien Luftraum schwebenden Vogel wesentlich andere seien, als für den Vogel im geschlossenen Raum unter der Einwirkung der Luftpumpe. Durch die Geschwindigkeit des Fliegens soll vor dem Vogel eine Luftmenge angestaut werden, die gewissermaßen ein Luftreservoir darstellt, das den Vogel auch in der verdünnten Luft größerer Höhen mit dem notwendigen Sauerstoff versorgt. Wenn man aber die kegelförmige Gestalt des Vogelkörpers und besonders den vorn zugespitzten Schnabel in Erwägung zieht, so erscheint die Anhäufung einer größeren Luftmenge vor dem Vogel nicht denkbar. Außerdem aber bleibt die von Bert festgestellte schädliche Einwirkung der Kälte auf die Atmung in verdünnter Luft bestehen, so daß also eine Luftanhäufung, selbst wenn sie wirklich vorhanden wäre, nur geringen Nutzen haben würde.

Als Beweis für die Richtigkeit der Hypothese von der großen Zughöhe hat man die Tatsache angeführt, daß bei astronomischen Beobachtungen Vögel im Fernrohr gesehen worden sind, deren Höhe man auf viele tausend Meter veranschlagt hat. Hierüber hat der Astronom *Spill* in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift (Jahrgang 1907, Nr. 19) ausführlich berichtet. Er gibt für Kraniche, die er im Fernrohr vorüberfliegen sah, eine Höhe von 7894 m, für Kuckucke von 7507 m, für Eulen von 4620 m und für Regenpfeifer von 4249 m an. Seinen Berechnungen legt *Spill* die Linearausdehnung (Spannweite und Länge) der Vogelart und die im Fernrohr geschätzte Winkelausdehnung zugrunde. Die Voraussetzungen, die hierbei gemacht sind, erschienen aber unzulässig und unwahrscheinlich, denn in den wenigen Sekunden, in denen man die Vögel im Fernrohr an der Sonnen- oder Mondscheibe vorüberfliegen sieht, nicht nur die Vogelart, sondern auch die scheinbare Größe richtig zu bestimmen, ist kaum ausführbar, zumal sich bei diesen großen Entfernungen die Richtung des Fluges zum Visionsradius, die doch für die Berechnung der scheinbaren Größe in Betracht gezogen werden muß, nicht genau abschätzen läßt. Die Fehlerquellen dieses Verfahrens sind also außerordentlich groß. Ein Irrtum in der Schätzung der Vogelart und der scheinbaren Größe macht aber, wie *Spill* selbst zugibt, alle Berechnungen illusorisch. Daß auch *Spill* mancher Irrtum bei seinen Berechnungen untergelaufen ist, zeigt die Flughöhe von 4620 m, die er für Eulen angibt, und die mit der Lebensweise dieser Vögel, die vorzugsweise Standvögel sind, auf der Nahrungssuche dicht über dem Erdboden

streichen und überhaupt ungern weite Strecken im freien, offenen Gelände überfliegen, durchaus nicht in Einklang zu bringen und nur auf einen Fehler bei der Beobachtung zurückzuführen ist.

Die Fernrohrbeobachtungen können daher nicht als ein zuverlässiges Mittel für die Ermittlung der Höhe des Vogelfluges angesehen werden, und man kann sie infolgedessen auch nicht als Beweismaterial für die Frage nach der Höhe des Wanderfluges verwenden.

Wir haben gesehen, daß sich zahlreiche Beweise praktischer und theoretischer Natur gegen die Hypothese von der großen Zughöhe ins Feld führen lassen. Mit diesen Erfahrungen stehen nun die Beobachtungen, die seit fast 2 Jahrzehnten auf der Vogelwarte Rossitten gemacht sind, im vollen Einklang. Aus den Berichten, die der Leiter der Vogelwarte, Prof. *Thienemann*, jährlich im Journal für Ornithologie über seine Zugbeobachtungen veröffentlicht, geht hervor, daß der Vogelzug im allgemeinen sich nur in einer Höhe von nicht mehr als 100 m bewegt. Nur an klaren, trockenen und windstillen Tagen liegen die Zugstraßen etwas höher. In diesem Fall kann man jedoch die Flugbilder größerer Vögel, wie Krähen, Raubvögel, Gänse, Kraniche, mit unbewaffnetem Auge noch gut erkennen. Es kann sich also immer nur um Höhen von einigen hundert, nicht aber um Tausende von Metern handeln. Die kleinen Singvögel, wie Rotkehlchen, Finken, Ammern und Meisen, wandern überhaupt nicht höher als etwa 30—80 m, meistens sogar noch niedriger, wobei sie im freien Dünengelände jede Deckung, wie eine Baum- oder Strauchgruppe, als Ziel- oder Rastpunkt benutzen.

Irgendeinen Anhalt, der für eine große Zughöhe sprechen könnte, geben die auf der Vogelwarte Rossitten gemachten Erfahrungen nicht. Man hat niemals Stimmen unsichtbar ziehender Vögel vernommen. Auch sind niemals Vogelscharen bemerkt worden, die sich plötzlich und unvermutet aus großen Höhen herabließen. Da die Zugvögel in der Regel in den Mittagsstunden ihre Wanderung unterbrechen, um zu rasten und auf Nahrungssuche auszugehen, so müßten an solchen Tagen, wo ein Zug in großer, von der Erde aus nicht mehr wahrnehmbarer Höhe stattfände, zur Mittagszeit zahlreiche Vögel erscheinen, was jedoch auf der Kurischen Nehrung, die eine der bedeutendsten Zugstraßen ist, noch niemals beobachtet wurde.

So weisen also auch die auf der Vogelwarte Rossitten gesammelten Erfahrungen völlig im Einklang mit den aeronautischen Beobachtungen und Versuchen darauf hin, daß die Wanderungen der Vögel nur in geringen Höhen von höchstens einigen hundert Metern, aber nicht in Höhen von Tausenden von Metern stattfinden.

Wie ich oben erwähnte, begründete *Gälke* seine Theorie von der großen Zughöhe auf seine eigenen Höhenschätzungen, die so oft in der

Literatur als Beweis für diese Hypothese angeführt werden. Es erschien mir daher notwendig, die Schätzungen Gätkes nachzuprüfen, und ich wandte mich zu diesem Zweck abermals an die Luftschiffer. Meine Absicht, in fliegender Stellung ausgestopfte Vögel mit einem Fesselballon aufsteigen zu lassen und die Grenzen ihrer Sichtbarkeit zu bestimmen, konnte ich vor einigen Jahren beim Königlich Preussischen Luftschifferbataillon in Tegel bei Berlin ausführen; das mir in großer Bereitwilligkeit einen Fesselballon hierfür zur Verfügung stellte.

Man kann diese Versuche freilich wesentlich einfacher gestalten, wenn man die betreffenden Objekte vor einem hellen Hintergrund aufstellt und die Entfernung, bis zu welcher sie sichtbar bleiben, festlegt. Von diesem einfacheren Verfahren nahm ich aber Abstand, weil es erhebliche Fehlerquellen in sich birgt. Bekanntlich unterliegt die Sehschärfe des einzelnen Menschen je nach der Stärke der Beleuchtung bedeutenden Schwankungen. Bei schwachem Licht nimmt die Sehschärfe ab, bei steigender Beleuchtung dagegen zu, bis bei zu grossem Licht Blendung eintritt; die Sehfähigkeit wieder herabsetzt. Der ungünstige Einfluß der Blendung kommt aber beim Sehen gegen den Himmel, wie es bei der Beobachtung des Vogelzuges der Fall ist, besonders zur Geltung. Die optischen Bedingungen sind also beim Sehen in vertikaler Richtung ganz anders und wesentlich ungünstiger, als in horizontaler Richtung, wo die Blendung gar nicht oder nur in geringem Maße in Betracht kommt; infolgedessen sind Gegenstände in horizontaler Ebene auf größere Entfernungen sichtbar als in vertikaler Ebene.

Außer der Beleuchtung spielt ferner der Schrägwinkel für die Sichtbarkeit eines Körpers eine große Rolle. Steht das Objekt schräg zum Beobachter, so erscheint es kleiner und ist nur auf geringere Entfernung zu erkennen. Der fliegende Vogel befindet sich aber fast stets in einer schrägen Linie zum Beobachter, so daß nicht das ganze, sondern nur das verkürzte Flugbild sichtbar ist. Aus diesem Grunde kommt das Ballonexperiment der Wirklichkeit viel näher als die Sehprobe mit einem aufgestellten Flugbilde. Unter dem Druck der Luftströmung wird der Fesselballon immer etwas seitwärts abgetrieben; außerdem erhalten die unter dem Ballon aufgehängten Vögel durch den vertikalen Luftstrom, der beim Aufstieg des Ballons erzeugt wird, eine etwas schräge Lage. Die Bedingungen sind also den Verhältnissen in der Natur außerordentlich angepaßt. Stellt man dagegen die Sichtbarkeitsgrenze eines vor einem hellen Hintergrunde aufgestellten Flugbildes, das seine volle Fläche zeigt, fest, so ermittelt man die größte Entfernung, in welcher der Vogel unter den günstigsten Bedingungen, nämlich bei Sichtbarkeit der vollen, unverkürzten Körperfläche und unter Ausschaltung der Blendung, zu erkennen ist. In der Natur, wo man

in schrägem Winkel nach oben beobachtet, liegen aber die Verhältnisse gänzlich anders, und infolgedessen kann man aus solchen Sehproben in horizontaler Richtung keine Schlüsse auf die Höhe des Vogelfluges ableiten, wie es von anderen Ornithologen geschehen ist.

Diese Gründe veranlaßten mich, meine Versuche mit Hilfe eines Fesselballons auszuführen.

Als Objekte wählte ich einen Mäusebussard (*Buteo buteo* L.), einen Sperber (*Accipiter nisus* L.) und eine Saatkrähe (*Corvus frugilegus* L.), also diejenigen Vögel, um die es sich bei den Höhenschätzungen Gätkes handelt, sowie einen LämmERGEIER (*Gypaetus barbatus* L.).

Jeder Vogel wurde einzeln an einer 10 m langen Schnur unter dem Ballon aufgehängt, so daß man beim Betrachten durch die hohle Hand die Vögel frei gegen den Himmel schweben sah, ohne durch den Anblick des Luftschiffs beeinflusst zu werden. Das Wetter war an den Versuchstagen klar, der Himmel leicht weiß bewölkt, die Bedingungen für eine gute Beobachtung also sehr günstig.

Bei den Versuchen notierte ich:

1. die Höhe, in der die Flugbilder noch deutlich erkennbar waren,
2. die Höhe, in der der einzelne Vogel nur noch als Punkt sichtbar war;
3. die Höhe, in der die Vögel dem unbewaffneten Auge entschwanden.

Da der Fesselballon nur bis 1000 m aufsteigen vermochte, ließ sich die Sichtbarkeitsgrenze, d. h. die Höhe, in der die Objekte dem Auge entschwanden, für den Bussard und Bartgeier nicht ermitteln. Es gelang mir jedoch später, diese fehlenden Höhenzahlen durch Berechnung festzustellen, indem ich Flugbilder dieser Vögel in 20-facher Verkleinerung anfertigte und deren Sichtbarkeitsgrenzen bestimmte.

Folgende Tabelle veranschaulicht in den ersten 3 Zahlenrubriken das Ergebnis des Ballonversuchs, ausgenommen die eingeklammerten Zahlen, die durch Berechnung ermittelt sind. Die vierte Rubrik enthält die Zahlen für die Sichtbarkeitsgrenzen der auf $\frac{1}{20}$ natürlicher Größe verkleinerten Flugbilder, die fünfte Rubrik die Höhenschätzungen Gätkes.

Tabelle.

Vogelart	Flugbild	Punkt	Sichtbarkeitsgrenze		Sichtbarkeitsgrenze nach Gätke
			natürliche Größe	verkleinertes Flugbild ($\frac{1}{20}$)	
Sperber	250 m	650 m	850 m	94 m	3000 m
Saatkrähe	300 "	800 "	1000 "	110 "	3000-5000 "
Bussard	600 "		(1500) ¹⁾ "	162 "	3600 "
Lämmergeier	900 "		(2000) ¹⁾ "	228 "	
Kranich					5000-6000 "

¹⁾ Durch Berechnung ermittelt.

Ein Vergleich der Sichtbarkeitsgrenzen zwischen dem natürlichen Flugbild und der 20-fachen Verkleinerung zeigt, daß ersteres zu letzterem im Verhältnis von etwa 9:1 steht. Es verhält sich also das natürliche Sperberflugbild (S) zu seiner Verkleinerung (s) wie das natürliche Flugbild der Krähe (K) zu seiner Verkleinerung (k). Die Proportion lautet also: $\frac{S}{s} = \frac{K}{k}$, ebenso für Krähe

und Bussard: $\frac{K}{k} = \frac{B}{b}$, und für Krähe und Geier:

$$\frac{K}{k} = \frac{G}{g}$$

Setzt man in den beiden letzten Gleichungen die entsprechenden Zahlen für die Sichtbarkeitsgrenzen ein, so lassen sich die fehlenden Werte für Bussard und Bartgeier ohne weiteres berechnen. Es ist: $\frac{1000}{110} = \frac{B}{162}$, also $B = 1470$ und $\frac{1000}{110} = \frac{G}{228}$, also $G = 2070$.

Demnach liegt die Sichtbarkeitsgrenze für den Bussard in rund 1500 m Höhe, für den Bartgeier in etwa 2000 m.

Aus den Sehproben geht hervor, daß ein Sperber in 850 m Höhe und eine Saatkrähe in 1000 m Höhe meinem Auge entschwindet, während Gätke diese Vögel noch bis zu einer Höhe von 3000—5000 m erkennen will. Einen Mäusebussard glaubt Gätke bis zu einer Höhe von 3600 m mit dem bloßen Auge verfolgen zu können, während die von mir ausgeführten Sehproben eine Sichtbarkeitsgrenze von 1500 m ergeben haben. Der Kranich, den Gätke noch bis 6000 m Höhe zu sehen vermeint, läßt sich bezüglich seiner Größe wohl mit dem Bartgeier vergleichen, dessen Sichtbarkeitsgrenze nach meiner Berechnung bereits in 2000 m Höhe anzunehmen ist.

Es zeigt sich also zwischen den Augenschätzungen Gätkes und den aeronautischen Höhenmessungen und Berechnungen eine gewaltige Differenz.

Die Entfernung, bis zu welcher ein Gegenstand dem menschlichen Auge sichtbar ist, ist freilich keine konstante Größe, sondern hängt von der Sehschärfe des Beobachters ab. Infolgedessen können die von mir aufgefundenen Sichtbarkeitsgrenzen zunächst nur für meine persönliche Sehschärfe gelten, die nach den internationalen Punktproben eine fast doppelte ist.

Gätke sagt leider über seine Sehschärfe nichts, aber es ist wohl kaum anzunehmen, daß er über eine noch höhere als doppelte Sehschärfe verfügt hat und imstande gewesen wäre, so kleine Objekte, wie Sperber und Saatkrähe, auf Entfernungen von mehreren tausend Metern noch zu erkennen, wozu eine etwa 5—6-fache Sehschärfe nötig wäre, die wohl überhaupt nicht vorkommt.

Gätke hat sich offenbar erheblich geirrt und die Entfernungen weit überschätzt.

Wie wir gesehen haben, lassen sich zahlreiche Gründe theoretischer und praktischer Art gegen

die Anschauung von einer großen Höhe des Wanderfluges der Vögel anführen, dagegen keine einzige Tatsache zu ihren Gunsten. Es kann also diese Hypothese, die lediglich auf irrtümliche Höhenschätzungen ihres Urhebers aufgebaut ist, nicht mehr aufrechterhalten werden.

Nicht in unermeßlichen Höhen, wo die Abnahme des Luftdrucks und der Temperatur jedem Lebewesen von vornherein den Aufenthalt unmöglich macht, liegen die Zugstraßen der Vögel, sondern unweit der Erde, an welche die Vögel trotz ihres Flugvermögens ebenso gefesselt sind, wie alle anderen Lebewesen.

Unter dem Einfluß der Windstärke, der Windrichtung und der Bewölkung wechselt die Höhe des Fluges, indem die Wanderer bald dicht über dem Erdboden dahinfliegen, bald sich höher erheben, ohne jedoch jemals die Erdscholle aus dem Gesichtsfeld zu verlieren oder zu Regionen emporzusteigen, wo sich eine wesentliche Veränderung der atmosphärischen Verhältnisse bemerkbar macht.

Es handelt sich also bei der Höhe des Vogelzuges nicht um Tausende, sondern höchstens um einige hundert Meter, und in den meisten Fällen bewegt sich der Zug noch unter einer Höhe von 100 Metern. Wenn wir Kraniche, Wildgänse oder Störche so hoch über uns fortziehen sehen, daß wir gerade noch imstande sind, die Flugbilder zu erkennen, so dürfen wir nach meinen Sehproben und Berechnungen und unter Voraussetzung einer doppelten Sehschärfe des Beobachters diese Höhe höchstens auf etwa 900—1000 m und, wenn dieselben Vögel nur noch als Punkte erkennbar sind, auf etwa 1500—2000 m veranschlagen, was wohl überhaupt die höchsten Regionen sind, zu denen die Vögel auf ihren Wanderungen emporsteigen, und die man als niedrig bezeichnen muß im Vergleich zu der von Gätke aufgestellten Hypothese.

Über die permokarbone¹⁾ Eiszeit und ihre Sonderstellung im geologischen Klimaproblem.

Von Dr. W. R. Eckardt,

Wetterdienstleiter und I. Assistent am Meteorologischen Observatorium Essen.

In zwei Aufsätzen dieser Zeitschrift²⁾ habe ich erörtert, daß die permokarbone Eiszeit

¹⁾ Zum Unterschied von der jüngst vergangenen Eiszeit (auch diluviale Eiszeit oder Diluvialzeit genannt), die ihre kühlen Schatten hineinwirft bis in unsere Tage, hat man die an der Wende des Paläozoikums, d. h. des Altertums der Erdgeschichte, auftretende Eiszeit die permokarbone genannt, weil ihr Anfang noch in die Steinkohlenzeit (Karbonperiode), ihr Höhepunkt in die der Steinkohlenzeit folgende geologische Periode der Permformation fällt, die den Schluß des Paläozoikums bildet. Aus diesem Grunde hat man sie auch die jungpaläozoische oder dyadische Eiszeit genannt.

²⁾ 1. Über Grundlagen und Theorien der Paläoklimatologie, 2. Jahrgang, 1914, Heft 9, und 2. Über die Fortschritte in der Kenntnis vom Wesen und

sich ebenso im Gefolge des um die Wende des Paläozoikums einsetzenden Gebirgsbildungsprozesses einstellte, wie die diluviale Eiszeit den mächtigen Faltungen der Erdkruste in der Tertiärzeit folgte, während die warmen Perioden der geologischen Vergangenheit nicht nur tektonisch ruhigen Zeiträumen entsprechen, sondern dem Klima der Vorzeit überhaupt ihren Stempel aufdrücken. Warme Perioden sind demnach die Regel, kühle Perioden die Ausnahmeerscheinungen in der Erdgeschichte. Kann man doch für eine ganze Anzahl von geologischen Perioden, so z. B. für das gesamte Mesozoikum¹⁾, behaupten, daß nicht einmal polare Vereisungen vorhanden waren, wo immer man auch die Pole hinverlegen mag.

Trotzdem aber kann in keiner geologischen Periode, auch nicht in der wärmsten, ein vollkommen gleichförmiges Tropenklima vom Äquator bis zu den Polen vorhanden gewesen sein. Denn bei der Kugelgestalt der Erde können zonale Klimaunterschiede nicht erst ein Merkmal der jüngsten geologischen Epochen sein: immer trafen die Sonnenstrahlen das Tropengebiet unter steilem, die Polargegenden unter flachem Winkel, und daher war stets die von der Sonne zugestrahlte Wärme, die ein Quadratmeter Land von der Sonne erhielt, abhängig von der geographischen Breite. Wenn dennoch in den warmen Erdperioden tropische Pflanzen bis in die Nähe der Polarkreise in den mildesten, begünstigsten Landstrichen ebenso wie vielfach auch große wechselwarme Reptilien vorkamen, so beweist das nur, daß die größere Gleichmäßigkeit des Erdklimas in den warmen Perioden die in der Gegenwart vorhandene starke Akzentuierung des Tropenklimas verhinderte, und daß das Klima in höheren Breiten wenigstens insofern „tropisch“ war, als die Winter sehr mild und völlig frostfrei waren und somit einen Kosmopolitismus der damaligen Organismen ermöglichten.

Man kann demnach, wie schon E. Philippi²⁾ treffend bemerkt, nicht von einer Ausbildung von Klimazonen reden, die in einer gewissen Epoche eingesetzt haben soll, sondern nur von einer schärferen Herausprägung und Verstärkung bereits vorhandener Temperaturunterschiede. Eine solche mußte aber eintreten, wenn die Temperaturen aus Gründen, die übrigens durchaus auf der Erde selbst zu suchen sind, an der gesamten Erdoberfläche sich senkten, so daß sich in den höheren Breiten die Bedingungen für stärkeren Schneefall einstellen konnten. Durch die stärkere Reflexion der Schneedecke werden aber die Wintertemperaturen tief herabgedrückt, während im Frühjahr ein großer Teil der Sonnenwärme, der in schneefreien Gebieten der Erwär-

mung der Luft und des Landes zugute kommt, zum Schmelzen von Eis und Schnee verbraucht wird.

Ferner aber wird in den kühlen Erdperioden von den höheren Breiten, insbesondere von den vereisten Polarzonen aus, der Weltozean nicht nur auf großen Teilen seiner Oberfläche, sondern auch in seiner gesamten Tiefe abgekühlt, so daß schließlich auch die Tropen auf Umwegen (durch kalte Auftriebswässer) nicht unbeeinflusst bleiben von den Wirkungen der polaren Kälte. Wenn dagegen die Bedingungen für die Entstehung größerer Eismassen an den Polen fehlen, muß sich auch der Weltozean erwärmen und somit sein abkühlender Einfluß fortfallen: er wird im Gegenteil sogar zu einem Wärmespeicher für die höheren Breiten, zumal wenn wir bedenken, daß, wenn ein geringer Anstoß zur Erhöhung der Temperatur gegeben ist, die weitere Steigerung etwa im Quadrat der ursprünglichen Bewegungsgeschwindigkeit erfolgt. Daher die milden Klimate der höheren Breiten in den warmen Perioden, die, wie gesagt, die Regel für die Vergangenheit der Erde sind. Darin ist aber auch die Tatsache begründet, daß roter Tiefseeton unter den Sedimenten der Erde so selten ist. Denn er kann sich nur unter dem oxydierenden Einfluß der kalten Tiefenwasser bilden, die ihrerseits wiederum nur dann existieren können, wenn die Polargebiete vereist sind. Bis in die Tiefen weit entlegener Meere hin macht sich demnach der Einfluß der polaren Eispanzer bemerkbar; ja, es gibt wohl kaum eine Erdstelle, die nicht von irgend welchen Einflüssen der Abkühlung zur Zeit der großen Vereisungen betroffen worden wäre, wenn wir sie jetzt auch noch nicht immer einwandfrei nachweisen können. Am auffälligsten ist dieser Einfluß wohl in subtropischen Breiten an den Westküsten der Kontinente, wo die abtändigen Passate das kalte Tiefenwasser an die Oberfläche befördern. In den warmen Erdperioden dagegen konnte in diesen Gegenden keine derartige negative Temperatur-anomalie vorhanden sein.

Jede stärkere Abkühlung des irdischen Klimas muß sich nun zuerst und am deutlichsten stets an den Polen oder doch an klimatisch sehr ungünstigen Stellen in nicht allzu weiter Entfernung von diesen zeigen. Es ist daher ausgeschlossen, daß jemals auf der Erde eine Abkühlung, die zur Bildung großer Binnenlandeismassen, deren Enden zum Teil ins Meer kalben, führen müßte, in den Tropen oder gar in den trockenen Passatzonen ihren Anfang hätte nehmen oder auf diese beschränkt bleiben können, während die höheren Breiten überhaupt nicht merklich von jener Abkühlung betroffen worden wären. Auch wäre es gar nicht einzusehen, warum sich gerade die Tropen abgekühlt haben sollten bis zu einem Klima mit schneeigen Niederschlägen selbst in manchen Teilen der Niederungen, während doch die Polargegenden gar nicht stärker hätten abkühlen können. Eine tropische Vergletscherung nach

Klima der diluvialen Eiszeit, 4. Jahrgang 1916, Heft 33.

¹⁾ Mesozoikum = Mittelalter der Erdgeschichte.

²⁾ Über einige paläoklimatische Probleme. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Beilageband 29, 1910.

Analogie der polaren Vereisungen mit zu gewissen Zeiten des Jahres tief unter dem Gefrierpunkt liegenden Temperaturen, wie es in den permokarbonen Gletschergebieten zum Teil selbst im Meeresniveau der Fall gewesen war, ist aber, wie v. Kerner selbst bemerkt, bei der heute der Erde von der Sonne zugestrahlten Wärmemenge undenkbar¹⁾. Denn um unter den gegenwärtigen geographischen Verhältnissen auf einem so ungeheuren Gebiete große Inlandeismassen, die selbst innerhalb der Wendekreise stellenweise unter Begleitung starker Frosterscheinungen²⁾ das Meer erreichten, ins Dasein zu rufen, müßte die heutige Schneegrenze vielfach über 3000 m herabgesenkt werden, so daß nur wenige Teile der Erdoberfläche einer allgemein werdenden Vereisung entgegen würden. In der Permokarbonzeit aber hätte das erst recht der Fall sein müssen. Ziemlich allgemein, mit wenigen Ausnahmen, betrachtet man, wie auch *Semper*³⁾ bemerkt, die permokarbonen Gletscherherde zwar als hochliegende Landschaften, und die Tektonik der nach der Richtung des Eisschubs als Herd in Betracht kommenden Gebiete verleiht dieser Annahme eine Stütze, so daß man es dann jedenfalls in Indien und Australien mit einem relativ steilen Gefälle der Gletscherbahn, mit rasch vorwärtsgedrängten Eismassen und demnach auch mit reichlichen Niederschlägen auf den speisenden Firnfeldern zu tun hatte. Das hat zweifellos für die Entstehung einer Anzahl permokarbonischer Eisherde auch seine Gültigkeit. Allein es dürfte sicher sein, daß ein anderer großer Teil der permokarbonen Gletschergebiete nicht nur zum Teil in den Küstengebieten, sondern auch auf weiten Strecken des Binnenlandes in nur geringer Meereshöhe lag, weil eben die Aussichten, solche Moränen der älteren Perioden anzutreffen, sehr gering sind, da die überhöhten Teile der Erdrinde mit allen ihren Bergen, Tälern und Ablagerungen am ehesten der Abtragung anheimgefallen und von der Erdoberfläche verschwunden sind. Erst wenn die Moränen in tiefegelegenen Gegenden oder irgendwelchen Akkumulationsgebieten abgelagert wurden, wo sie der Abtragung nicht ausgesetzt, sondern von anderen Sedimenten überschichtet wurden, hatten sie die Aussicht, sich lange zu erhalten. Darum ist es auch, wie *W. Ramsay*⁴⁾ mit Recht meint, schon a priori wahrscheinlich, daß die noch existierenden glazialen Bildungen der fernliegenden geologischen Perioden von Inland-

eismassen in tiefliegenden Gegenden abgeladen sind, und eben deswegen ist ihre Beweiskraft für die Klimafrage um so größer. Zugleich ist aber auch, wie *Philippi* meint, denkbar, daß auch in unseren Breiten rotliegende Glazialbildungen vorhanden waren, die aber sehr bald wieder zerstört wurden. „Dies müßte sogar der Fall sein, wenn die Glazialsedimente höher gelegene Teile der Festländer bedeckten, die später keine Senkung erfuhren, oder wenn die Gebiete der jungpaläozoischen Vereisung gehoben wurden. Wenn das alpine Gebiet nicht nachträglich gesenkt wird, so werden sich von seinen ausgedehnten quartären¹⁾ und rezente Glazialablagerungen im besten Falle geringe Reste am Südrand der Alpen erhalten. Wenn aber permisches Glazial in so großer Verbreitung besonders in niederen Breiten bekannt ist, so hat das seinen Grund darin, daß es hier durch tiefe und lang andauernde Senkungen vor frühzeitiger Zerstörung geschützt wurde.“ Jedenfalls dürften diese Senkungen mit der bedeutenden Intensität des jungpaläozoischen Gebirgsbildungsprozesses in Verbindung zu bringen sein und überdies noch eine gute Erklärungsmöglichkeit für das schnelle Schwinden der permokarbonen Schneezeit bieten, worauf wir weiter unten noch zu sprechen kommen.

Als vor einigen Jahren der kühne Versuch gemacht wurde, auch das dunkelste der paläothermalen Probleme, die permokarbone Eiszeit, auf rein geographischen Wege zu lösen²⁾, bemerkt v. Kerner („Das paläothermale Problem“ a. a. O. 1911), „könnte dies nach *Koken*'s eigenem Zugeständnis nur durch mehrere superlative Voraussetzungen gelingen. Da man aber, wenn man etwas unwahrscheinlich Dünkendes glaubhaft machen will, höchstens mittlere Verhältnisse voraussetzen darf, schien jene Lösung nicht befriedigend. Wenn es nun *Koken* nicht wahrscheinlich machen konnte, . . . so wäre es — statt gleich wieder an hypothetische Hilfsfaktoren zu denken — das einzig Richtige gewesen, nachzuforschen, ein wie weites Hinabreichen der Gletscher nur durch veränderte geographische Verhältnisse seine Erklärung finde.“

Jeder Erklärungsversuch unter Voraussetzung mittlerer Verhältnisse muß aber beim permokarbonen Eiszeitproblem fehlschlagen, wie ich mich selbst nach einer derartigen von mir vorgenommenen und anfänglich auch Erfolg versprechenden Untersuchung³⁾ überzeugen mußte. So werden denn auch die Erwägungen hinfällig, die *Woeikof*⁴⁾ über die Möglichkeit einer teilweisen Vergletscherung tropischer Festländer, z. B. Brasiliens, anstellte, indem er die Ansicht vertritt, daß zu einer Vergletscherung niederer Breiten kalte, mit Eisbergen beladene Meeresströmungen

¹⁾ quartär = diluvial.

²⁾ *W. R. Eckardt*, Das Klima der permokarbonen Eiszeit, Naturwiss. Wochenschrift 1916, Nr. 10.

³⁾ Gletscher und Eiszeiten, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1881:

¹⁾ Das paläoklimatische Problem. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft, Wien II, 1911, S. 285.

²⁾ Vgl. Figur Nr. 185 in *J. Walthers*, Geschichte der Erde und des Lebens, Leipzig 1908, S. 348, bzw. Figur 7 in *W. R. Eckardt*, Das Klimaproblem der geologischen Vergangenheit und historischen Gegenwart, Braunschweig 1909, S. 29.

³⁾ Geologische Rundschau Bd. I., Leipzig 1910, S. 66 (Das Klimaproblem der Vorzeit).

⁴⁾ Orogenesis und Klima. Öfersigt of Finska Vetenskaps Societeten Förhandlingar 52, 1909/1910, Aft A No. 11, S. 25. Vgl. auch *E. Philippi*, Über einige paläoklimatische Probleme, a. a. O., S. 129.

in weit niedrigere Breiten vorrücken müßten, als es in der Gegenwart der Fall ist. Selbst wenn wir trotz der oben kurz begründeten Unwahrscheinlichkeit oder gar Unmöglichkeit sehr kühler Meeresströmungen, die im Permokarbon von höheren in niedere Breiten gelangten, solche als damals vorhanden annehmen wollten, so vermögen diese das Problem der Vereisung erst recht nicht zu erklären. Denn *Philippi*¹⁾ hat gegen die außer von *Woëikof*²⁾ und anderen auch von *Koken* versuchte Heranziehung kalter Meeresströme zur Erklärung der permokarbonen Eiszeit mit vollem Recht das Bedenken erhoben, daß solche Ströme auf einem benachbarten Lande die Feuchtigkeit mindern und daher eine Vergletscherung nicht fördern könnten. Daran ändert aber auch der Einwand *v. Kerners*³⁾ nur wenig, der dahin geht, daß man die beiden Hauptbedingungen einer Vereisung bis zu einem gewissen Grade getrennt betrachten dürfe. Denn als Kältequelle könne für niedrige Breiten in erster Linie doch nur ein echter polarer Meeresstrom, welcher direkt in den rücklaufenden Bogen eines von den konstanten Passatwinden verursachten subtropischen Stromkreises eintritt, in Betracht kommen, und man müsse dann eben annehmen, daß die andere der beiden Hauptbedingungen, die Luftfeuchtigkeit, auf anderem Wege herbeigebracht würde. Wie das möglich wäre, hat indessen *v. Kerner* nicht gezeigt.

Daß gewisse Teile der Tropen bei einer entsprechenden Konfiguration der Länder und Meere weit mehr als heute eine Abkühlung aus polarer Richtung in dem von *Fr. v. Kerner* angegebenen Sinne erfahren könnten, wird wohl kein Klimatologe bezweifeln. Es ist aber mehr als fraglich, ob diese Erwägung *v. Kerners* auf die permokarbone Eiszeit anwendbar ist, nachdem *v. Hann*⁴⁾, übrigens ganz in Übereinstimmung mit der oben vorgebrachten Einwendung *Philippis*, gezeigt hat, daß doch die hauptsächlichste Entwicklung der Gletscher dort zu finden ist, wo wärmere Meeresströmungen in relativ kalte Räume vordringen, die aber im Vergleich zu ihrer hohen Breitenlage doch noch ziemlich warm sind. Denn jedenfalls ist eine gewisse Abkühlung des Landes die Ursache der Entstehung großer Inlandeismassen, nicht die Abkühlung der Meere, die sonst den nötigen Wasserdampf nicht mehr liefern können.

Es ist daher die permokarbone Eiszeit ohne Anwendung hypothetischer Hilfsfaktoren nicht zu erklären, und zwar kämen wohl einzig und allein die Hypothesen von Polverschiebungen in Betracht.

Was zunächst die Hypothese der permokarbo-

nen Eiszeit in ihrem Verhältnis zu den *absoluten*¹⁾ Polverschiebungen anlangt, so hat bereits *Neumayr* gezeigt, daß, wie man auch immer die Erdachse drehen und wenden mag, stets verschiedene Teile des großen permokarbonen Gletschergebietes in die Äquatorialzone fallen würden; ja, man käme schließlich zu dem widersinnigsten aller Schlüsse, daß die Polargegenden damals warmes und die Äquatorialgegenden kaltes Klima gehabt hätten. Ganz anders aber ist es, wenn wir den Fall von *relativen* Polverschiebungen annehmen. Die Antipodenpunkte der drei Gebiete permokarboner Vergletscherungen fallen ins Meer: in den nördlichen und südlichen Stillen Ozean und in den nördlichen Atlantischen Ozean; sie gewähren also kein Material zur Entscheidung unserer Frage; aber im Dreieck zwischen jenen drei Antipodenpunkten liegt Land, nämlich Mittelamerika, und hier ist nicht die leiseste Spur einer permokarbonen Vergletscherung zu finden. Allein auf diese Tatsache bezugnehmend, meint daher *A. Penck*²⁾, daß die Bewegung der Erdkruste in horizontalem Sinne als eine ernsthaft in Erwägung zu ziehende Arbeitshypothese ins Auge gefaßt werden müßte, und das mit Recht!

Zwar ist der Einwand *Pencks*, daß bei einer mittleren Lage des Südpoles zwischen Südafrika, Indien und Australien der Gegenpol in Gebiete zu liegen käme, in denen bisher keinerlei Glazialerscheinungen paläozoischen Alters nachgewiesen werden konnten, nicht stichhaltig. Denn es wäre nach *Fr. v. Kerner*³⁾ sehr wohl möglich, daß manche Gebiete, deren permische Schichten keine Glazialspuren enthalten, dem damaligen Südpole näher gelegen hätten als andere, in deren gleichaltrigen Schichten Grundmoränen vorkommen. Der Gegenpol einer polaren Vergletscherung mußte nämlich nicht unbedingt ebenfalls vergletschert gewesen sein; er hätte infolge einer günstigen Konfiguration des betreffenden Gebietes sehr wohl auch eisfrei sein können. „Würde ein großer Teil des heutigen Südpolarkontinentes versinken und wären in einer kommenden Epoche nur in Grahamland, Südgeorgien und Patagonien Glazialablagerungen der Gegenwart zu beobachten, so käme der Antipodenpunkt des Zentrums dieser Vergletscherung in die Mitte eines weiten Gebietes zu liegen, dessen gleichaltrige Schichten

¹⁾ Unter absoluter Polverschiebung hat man eine einheitliche Drehung des ganzen Erdkörpers, also eine Verlagerung der Rotationsachse mit dem Erdkörper, der sich hierbei wie eine homogene Kugel verhalten würde, zu verstehen, so daß der Äquator andere Länder schneidet und die Änderungen für Antipodenpunkte entgegengesetzter Art sind, was bei einer Verschiebung der Erdkruste gegenüber dem Erdkern (*relative* Polverschiebung) nicht unbedingt erforderlich ist.

²⁾ Südafrika und die Sambesifälle, *Geograph. Zeitschr.* 1906, S. 609/610. Vgl. auch die sehr beachtenswerte Abhandlung von *A. Penck* über die Eiszeiten Australiens in *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin* 1900.

³⁾ „Sind Eiszeiten durch Polverschiebungen zu erklären?“ Bemerkungen zu *W. Eckardts* „Klimaproblem“. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Wien* 1909, Nr. 12.

¹⁾ Über die permische Eiszeit, *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie* 1908, Heft 12, S. 338/360.

²⁾ Indisches Perm und die permische Eiszeit, *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie* 1907, S. 446 ff. und 1908, S. 449 ff.

³⁾ Das paläoklimatische Problem, a. a. O.

⁴⁾ *Handbuch der Klimatologie*, 3. Aufl., I. Bd., S. 379.

gar keine Gletscherspuren zeigen, nämlich in die Gegend von Ostsibirien. Gleichwohl wäre es dann nicht berechtigt, aus diesem Umstand den Schluß zu ziehen, daß jene Vergletscherung keine in höheren Breiten ausgedehnte gewesen sein könne.“ Und ein weiteres Beispiel führt v. Kerner¹⁾ an: „Würden uns die heutigen Verhältnisse als Zeugen einer ferneren Vergangenheit entgegentreten, und wollte man daraus, daß im Himalaya Glazialablagerungen vorhanden sind, im Werchojanskischen Gebirge aber fehlen, den Schluß ziehen, daß das letztere das vom Pol entferntere gewesen sei, so würde das sehr falsch sein.“

Dennoch scheint eine absolute Polverschiebung für das Permokarbon nicht in Frage zu kommen, sondern nur Verschiebungen der Erdkruste, also relative Polverschiebungen, und zwar vor allem wegen der ungeheuren Größe der Eiskappe, die die betreffenden Teile des Gondwanalands hätte bedecken müssen, falls die alte Lehre vom Versinken der Landbrücken ihre Geltung behielte. Denn selbst wenn der Pol an die günstigste Stelle, nämlich mitten in den Indischen Ozean gelegt würde, so erhielten die fernsten Gebiete mit Inlandeis immer noch geographische Breiten von 30° bis 35°, so daß die Eisfelder Indiens, Südafrikas und Australiens von ihm so weit entfernt wären wie Tunis und Algier vom gegenwärtigen Nordpol. Nach der Wegenerschen Verschiebungstheorie²⁾ gestalten sich dagegen die Verhältnisse viel einfacher und natürlicher: Südamerika mit den Falklandsinseln, Vorderindien und Australien mit Neuseeland rücken konzentrisch auf Südafrika zusammen. Messen wir dann auf dem rekonstruierten Urkontinent die Abstände der permischen Glazialfunde voneinander, so wird die größte derartige Entfernung, d. h. der vorläufig größte Durchmesser der permischen Inlandeiskappe 60° bis 70°, also viel geringer als der der diluvialen Eisbedeckung der Nordhalbkugel, wenn man den nördlichen Teil des nordatlantischen Ozeans als Glazialgebiet mitrechnet. „Und auch der Nordpol“, fährt A. Wegener fort, „macht jetzt keine Schwierigkeiten; denn wenn der Südpol inmitten seiner Glazialerscheinungen, also in Südafrika, etwa 70° von seinem heutigen Ort entfernt angenommen wird, so fällt der Nordpol auf heute 20° Nordbreite mitten in den auch im Mesozoikum bereits bestehenden Pazifischen Ozean, wo er keine Glazialablagerungen erzeugen kann.“ Wenn auch aus hier nicht näher zu erörternden Gründen Wegener mit Annahme solch gewaltiger Verschiebungen (wenigstens in bezug auf die von ihm zum Vergleich herangezogenen und ebenfalls mit Hilfe der Verschiebungstheorie erklärten diluvialen Verhältnisse der Nordlandhalbkugel, die Wegener durch die Annahme zu vereinfachen

sucht, daß zur diluvialen Eiszeit Nordamerika noch dicht an Nordeuropa angelehnt gewesen sei, um sich später westwärts zu verschieben) unter Umständen nicht das Richtige treffen sollte, so gebührt ihm doch das Verdienst, durch die sehr wahrscheinliche Annahme von großen Verschiebungen der Erdkruste und deren Begründung bis jetzt den plausibelsten Erklärungsversuch für die permokarbone Eiszeit gegeben zu haben. Dadurch, daß die geographischen Verhältnisse des Permokarbons durch den Gegensatz eines nördlichen und eines südlichen Kontinents bestimmt werden, wird für diese Epoche, wie Semper³⁾ bemerkt, „das Scheinbild gürtelförmiger Provinzen hervorgerufen, die eine mit der Glossopterisflora, die andere mit der Lepidodendrenflora“ (Steinkohlenflora). Wenn nun auch bei der Glossopterisflora — und ebenso bei den permokarbonen Vergletscherungen — der Anschein zonerer Abgrenzung schwindet, sobald man, wie Semper mit Recht meint, auch auf die kleineren und zerstreuteren Vorkommnisse Rücksicht nimmt, so leuchtet doch dem Klimatologen ohne weiteres ein, daß die beiden genannten Provinzen, d. h. eine sehr milde Nordhalbkugel und eine bis tief in die tropischen Niederungen hinein vergletscherte Südhalbkugel, klimatisch nebeneinander undenkbar sind, so daß zur Erklärung der eigentümlichen Klimaverhältnisse jener Zeit die Zuhilfenahme der Verschiebungshypothese unumgänglich ist. Daran vermag auch die Erwägung nichts zu ändern, daß die Verschiebungshypothese im Sinne Wegeners, wie die Hypothesen von Polverschiebungen überhaupt, für die Geologie und Paläoklimatologie heute noch nicht das sind, was man, streng genommen, unter „Arbeitshypothese“ („working hypotheses“) zu verstehen hat.

Über die von H. v. Staff²⁾ aufgestellte Forderung, daß die Verteilung der Fusulinenfundorte³⁾ auf der Erde sich nach Lage und Alter ebensowohl der Annahme einer Polverlagerung als einer allgemeinen Eiszeit widersetze, daß vielmehr das Klima auch während der permokarbonen Eiszeit keine sehr bedeutende Herabsetzung der Temperatur erfuhr, wollen wir an dieser Stelle kein eingehenderes Urteil fällen, da die allgemeinen Forschungsergebnisse noch nicht soweit gediehen sind. Es sei nur hervorgehoben, daß H. v. Staff bei seiner Beweisführung die Hypothese der bekannten absoluten Polverschiebung (Pollagen in der Mitte des Indischen Ozeans und in der Gegend von Mexiko) im Auge hatte. Immerhin würde die Hypothese von H. v. Staff sehr gut mit der An-

¹⁾ Die extremen thermischen Anomalien auf der Nordhemisphäre und ihre Bedeutung für die Frage der geologischen Polverschiebungen, Met. Zeitschr. 1909, Heft 10.

²⁾ A. Wegener, Die Entstehung der Kontinente und Ozeane, Sammlung Vieweg, Braunschweig 1915.

¹⁾ Vgl. den Artikel Semper „Paläoklimatologie“ im Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 7. Bd., Jena 1912 sowie Semper, Das Klimaproblem der Vorzeit (Sammelreferat), Geologische Rundschau I, 1910.

²⁾ Zur Entwicklung der Fusuliniden, Centralblatt für Mineralogie, Geologie u. Paläontologie 1908, Nr. 22.

³⁾ Die einen typischen Bestandteil der karbonischen und permischen Meeresfauna ausmachende Gattung *Fusulina* besteht aus einer gekammerten, dünnen Platte, die zu einer Spindel zusammengerollt ist und so einem Getreidekorn ähnlich sieht.

nahme in Einklang zu bringen sein, daß die permokarbonen Gletschergebiete nicht unbedingt in der Polarzone zu liegen brauchten, zum mindesten aber im allgemeinen keine erhebliche Abkühlung der Meere bewirkt hätten, wie die Eismassen von heute oder gar die diluvialen. Jedenfalls ist so viel sicher, daß sich die Ansicht *H. v. Staffs* weit besser mit der Wegenerschen Verschiebungstheorie verträgt, als mit der Hypothese einer absoluten Polverlagerung.

Was die Glossopterisflora (so genannt nach der für die damalige Zeit charakteristischen Farn-gattung *Glossopteris* mit ihren langen, zungenförmigen Wedeln) in ihrer Beziehung zum Klima der permokarbonen Eiszeit anlangt, so spricht der ganze Habitus ihres Blatt- und Holzbaues nicht dafür, daß sie in einem einstigen rauhen Klima wuchs, denn vor allem fehlt den Stämmen im allgemeinen die Jahresringbildung; nur ausnahmsweise wurde sie nach den trefflichen Untersuchungen *Gothans*¹⁾ von den Nachwehen der Eiszeit noch berührt, so daß es zur Jahresringbildung kam. Die Glossopterisflora muß demnach unter ganz ähnlichen klimatischen, d. h. eben mindestens stark ozeanischen Verhältnissen aufgewachsen sein, wie die echte Steinkohlenflora. Mit Sicherheit können wir daher annehmen, daß die Glossopterisflora im allgemeinen erst nach dem Zurückweichen des Eises die Moränenlandschaften besiedelt hat. Zu einer genaueren Feststellung engerer Beziehungen dieser Flora zum Klima reichen die bisher gemachten Funde noch nicht aus. Immerhin läßt sich mit Gewißheit sagen, daß die Glossopterisflora nicht die eines sehr kühlen oder gar glazialen Klimas war, schon weil sie bei ihrem Vorrücken auf die Nordhalbkugel den Tropengürtel überschreiten mußte und über-schritten hat. Dagegen kann, wie *Handlirsch*²⁾ aus den zur Permokarbonzeit entstandenen Insektenformen mit gänzlicher Verwandlung (Holo-metabolie) gezeigt hat, im Vergleich zur Steinkohlenzeit eine deutlichere Abkühlung des Klimas nachgewiesen werden.

Wie wir uns aber auch die Lage des vielfach vergletscherten Südkontinentes zu den Polen im Permokarbon vorstellen, so ist jedenfalls das sehr wahrscheinlich, daß das Auftreten der permokarbonen Vereisungen auch in ziemlich polfernen, jedoch nicht äquatorialen Gegenden möglich war, und daß die teilweise bis an das Meeresniveau reichende Gletscherausdehnung selbst in relativ niederen Breiten damit im Zusammenhang stehen könnte, daß die den permokarbonen Gletscher-

anhäufungen voraufgegangenen Gebirgsbildungen weit breitere Zonen umfaßten als die tertiären Faltungen, die der diluvialen Eiszeit vorangingen. In Übereinstimmung damit darf aber, wie *W. Ramsay* meint³⁾, vielleicht vorausgesetzt werden, daß die Verschiebungen und Zerbrechungen in der Erdkruste und die Deformation der Erdoberfläche damals viel größer waren als bei dem tertiären Gebirgsbildungsprozeß.

Bei dieser Gelegenheit sei es noch gestattet, eine kritische Bemerkung über die paläoklimatologische Forschung auf geographischer Grundlage einzuschalten. Diese deduktive Methode in der Paläoklimatologie ist vor allem deshalb sehr wichtig, weil wir lediglich mit ihrer Hilfe den Verlauf der Windströmungen und die Temperaturverhältnisse festzustellen vermögen, und zwar durch gewisse allgemeine Grundsätze über Verteilung von barometrischen Tiefdruck- und Hochdruckgebieten unter der angenommenen Festland- und Meeresverteilung nach analogen heutigen Verhältnissen. Es ist aber, wie *von Kerner* selbst meint, mehr als fraglich, ob die auf Grund der ehemaligen Festlandverteilung berechnete Wärmeverteilung und die daraus abgeleiteten Formeln die Temperaturverhältnisse der höheren Breiten speziell in den warmen Epochen nicht zu ungünstig darstellen, da sie ja, „auch wenn man sie auf von den heutigen abweichende Verhältnisse anwendet, doch noch die Zustände der Gegenwart widerspiegeln“, d. h. eben die winterlichen Effekte der großen Vereisungen der höheren Breiten in der Gegenwart. Das ist aber zweifellos der Fall!

Die an sich durchaus berechnete Ansicht *v. Kerners*, daß die paläogeographischen Rekonstruktionen für die Paläoklimatologie der wichtigste Lebensquell seien, wird auch besonders von mir in jeder Beziehung geteilt. Aber ich kann die weitere Anschauung *von Kerners*, daß speziell auch die Bezwingung des Problems der jungpaläozoischen Eiszeit durch Annahme von Verschiebungen der Erdkruste „einem durch den eigenen Tod erkauften Sieg gleiche“, nicht billigen, und zwar aus dem Grunde nicht, weil wir weder die klimatischen Verhältnisse der permokarbonen Eiszeit selbst, noch die paläogeographischen Rekonstruktionen der die Vereisungen tragenden Festlandsmassen ohne Zuhilfenahme der Hypothese von Verschiebungen nun und nimmer auch nur einigermaßen zu erklären vermögen. Erfährt doch vielmehr mit Hilfe der Wegenerschen Verschiebungstheorie das permokarbone Glazialproblem sogar eine sehr plausible Vereinfachung in dieser Beziehung dadurch, daß die Reste des nach alten Hypothesen größtenteils versunkenen Gondwanalandes einfach zusammenrücken und in höhere Breiten zu liegen kommen. Damit wird aber auch gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit ziemlich groß, daß die permokarbonen Vereisungen ebenso im wesentlichen gleichzeitig waren, wie die diluvialen. Das muß man aber schon z. T. auch

¹⁾ Die Frage der Klimadifferenzierung im Jura und in der Kreideformation im Lichte paläobotanischer Tatsachen, Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt 1908, Bd. 29, Teil II, Heft 2 sowie den Aufsatz: Die Jahresringlosigkeit der paläozoischen Bäume und die Bedeutung dieser Erscheinung für die Beurteilung des Klimas dieser Perioden, Nat. Wochenschrift N. F., Bd. 10, Nr. 28 (1911).

²⁾ Beiträge zur exakten Biologie, Sitzungsber. d. Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, Math.-naturwiss. Kl., Bd. 122, Hd. I, März 1913.

³⁾ Orogenesis und Klima, a. a. O., S. 46.

aus dem Grunde annehmen, weil irgend eine bedeutendere Klimaveränderung in einem Gebiete nicht vor sich gehen kann, ohne auch in anderen Gegenden Veränderungen mit sich zu führen; man wird vielmehr die Forderung erheben, daß bei einer so bedeutenden Klimaverschlechterung, wie sie z. B. die indische und australische Vereisung bedeutet, damit Hand in Hand gehende Erscheinungen auf der ganzen Erde sich haben offenbaren müssen. Können doch, wie von *Lozinski*¹⁾ wahrscheinlich gemacht hat, die für die „Wüsten“-Bildung im Rotliegenden angeführten Merkmale auch durch eine Klimaverschlechterung in Gestalt einer Temperaturherabsetzung ihre Erklärung finden, weil zwischen Wüstenwirkung und subarktischer (subpolarer) Klimawirkung eine große Übereinstimmung hinsichtlich der Verwitterung und der unter der Wirkung des Windes stattfindenden Anhäufung des Materials besteht. In der Tat wird denn auch ein derartiger Erklärungsversuch am besten den Forderungen gerecht, die sich aus dem Klima der Südhälfte ergeben, ganz abgesehen davon, daß nach *Tschernyschew*²⁾ am Ostabhange des Ural Glazialgerölle vorkommen, die als Äquivalente der südhemisphärischen Vereisungen anzusehen sind.

Nach alledem bleibt für die Lösung des Problems der permokarbonen Eiszeit die Hypothese einer relativen Polverschiebung ein notwendiges Postulat, wie ich schon in einer Erwiderung an *Fr. v. Kerner* in der Meteorologischen Zeitschrift 1910, Seite 74 betont habe. Es ist nicht nur möglich, sondern auch wahrscheinlich, daß die Anwendung dieses hypothetischen Hilfsfaktors auch für ältere geologische Perioden als die permokarbonen Eiszeit nicht zu umgehen sein wird³⁾. Für die diluviale Eiszeit sowie für die warmen geologischen Perioden verliert die Hypothese von Polverschiebungen dagegen ihren Wert als Arbeitshypothese durchaus. Denn die warmen Klimate der höheren Breiten können nicht durch Polverschiebungen erklärt werden, auch wenn solche stattgefunden haben sollten, und was die diluviale Eiszeit anlangt, so ist es, wie ich, z. T. im Sinne *v. Kerners*, ausführlicher gezeigt habe⁴⁾, mehr als unwahrscheinlich, daß zu ihrer Entstehung eine Polverlagerung in irgend einer Form mit beigetragen hat. Wollten wir zur Erklärung des Klimas der zuletzt genannten geologischen Perioden Polverschiebungen mitheranziehen, so würde

¹⁾ Zur Bildungsweise der Konglomerate des Rotliegenden, Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanst. Bd. 62, Wien 1912, Seite 209/218. Vgl. hierüber auch *E. Dacqué*, Grundlagen und Methoden der Paläogeographie, Jena 1915, Seite 412/417.

²⁾ Die oberkarbonischen Brachiopoden des Ural und des Timan, Mém. Comité géolog. Tome 16, No. 2, St. Petersburg 1902, Seite 713, 718.

³⁾ Vgl. hierüber *A. Penck*, Südafrika und die Sambesifälle, a. a. O., S. 610.

⁴⁾ Siehe „Die Naturwissenschaften“, 4. Jahrg. 1916, Heft 33.

im Gegensatz zu den Verhältnissen der permokarbonen Eiszeit die Lösung des Klimaproblems nicht nur nicht vereinfacht, sondern im Gegenteil erschwert und gänzlich unsicher. Schon in diesem Umstand ist die Unwahrscheinlichkeit von Polverschiebungen in jenen Perioden bis zu einem gewissen Grade begründet.

Besprechungen.

Offermann, Heinrich, Das nordwestdeutsche Erdölvorkommen. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1917. IV, 58 S. Preis M. 4,—.

Der Vorzug des Buches liegt zweifellos in den Analyseergebnissen, die, teils älteren, teils neuen Datums, in tabellarischer Anordnung nach den einzelnen Ölgeländen und innerhalb derselben nach Schweröl, Mittelöl und Leichtöl zusammengestellt sind und die Übereinstimmungen und die Verschiedenheiten der vielen Rohöle augenfällig in die Erscheinung rücken. Von besonderem Interesse sind diejenigen Laboratoriumsversuche, welche dazu führten, aus Wietzer Rohöl solches vom Charakter desjenigen von Hänigsen-Obershagen und aus letzterem solches vom Ölheimer Typus herzustellen und dadurch deren nahe Verwandtschaft wahrscheinlich zu machen. Der Verfasser zieht daraus auf die Wanderung des Wietzer Rohöls als des primären Muttererdöls in die anderen Erdölgelände sowie auf die Aussichten, dort in sehr tief gelegenen Lagerstätten reiche Ölmengen anzutreffen, weitgehende Schlüsse, denen, abgesehen von den eigenartigen, klar beleuchteten Verhältnissen innerhalb des Wietzer-Steinförder Erdölgeländes selbst, vom geologischen Standpunkte nicht unerhebliche Bedenken entgegenstehen, wie auch seine Öllinie-Flußtheorie in der vorliegenden Form wohl hinreichender Begründung entbehrt. Gleichwohl wird das Buch auch gerade in Hinsicht auf die wichtigen Beziehungen zwischen der chemisch-physikalischen Beschaffenheit der verschiedenen Öllarten und der Art ihres geologischen Vorkommens anregend wirken, so daß dasselbe nicht nur dem Ölfabrikanten, dem es manches Neue bringen dürfte, sondern auch dem Ölgeologen zum Studium zu empfehlen ist.

E. Stölley, Braunschweig.

Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Begründet von *Strasburger, Noll, Schenck, Schimper*. Dreizehnte umgearbeitete Auflage, bearbeitet von *H. Fitting, L. Jost, H. Schenck, G. Karsten*. Jena, G. Fischer, 1917. VIII, 666 S. und 845 zum Teil farbige Abbildungen. Preis M. 11,—.

Das bekannte Lehrbuch ist auch in dieser neuen Auflage gründlich durchgearbeitet worden, sowohl im Inhalt, wie in der Stoffanordnung. Der kurze Abschnitt über Deszendenzlehre und Artbildung, der bisher in der physiologischen Abteilung stand, erscheint jetzt als Schlußkapitel der Morphologie. Daß die früher etwas stiefmütterlich in appendice erledigten fossilen Pteridophyten jetzt eingehender dargestellt und sachgemäß in das System aufgenommen sind, bedeutet einen dankenswerten Gewinn. Die Fortschritte der Forschung sind hier, wie sonst, gewissenhaft verwertet. Etwas bedenklich unter den Neuerungen erscheint mir die Aufnahme der Bezeichnung „Kutisgewebe“ (S. 45); sie kann wegen Kutikula Verwirrung stiften.

L. Diels, Berlin-Dahlem.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die pathogenen Protozoen und die durch sie verursachten Krankheiten

Zugleich eine Einführung in die
Allgemeine Protozoenkunde
Ein Lehrbuch für Mediziner und Zoologen

von

Prof. Dr. **Max Hartmann**

Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts
für Biologie, Berlin-Dahlem

und

Prof. Dr. **Claus Schilling**

Mitglied des Kgl. Instituts für Infektions-
krankheiten „Robert Koch“, Berlin

Mit 337 Textabbildungen. Preis M. 22.—; in Leinwand gebunden M. 24.—

Inhaltsübersicht:

I. Allgemeiner Teil.

- | | |
|---|---|
| <p>A. Allgemeine Morphologie und Physiologie.</p> <p>I. Einleitung.</p> <p>II. Die Grundsubstanz der Protozoenzelle, Protoplasma und Kern.</p> <p>A. Protoplasma.</p> <p>B. Kern und Kernteilung.</p> <p>III. Statik und Dynamik.</p> <p>A. Statik.</p> <p>B. Dynamik.</p> <p>IV. Stoffwechsel.</p> <p>A. Nahrungsaufnahme.</p> <p>B. Stoffverarbeitung.</p> <p>C. Stoffausscheidung. Defäkation, Exkretion.</p> <p>V. Formwechsel.</p> <p>A. Fortpflanzung.</p> <p>B. Befruchtung.</p> | <p>C. Entwicklung, Polymorphismus und Generationswechsel.</p> <p>D. Variabilität und Vererbung.</p> <p>B. Ökologie. Beziehungen zwischen Parasit und Wirtsorganismus, allgemeine Pathogenese.</p> <p>C. Systematische Übersicht.</p> <p>I. Sarcodina oder Rhizopoda im weiteren Sinn.</p> <p>II. Mastigophora oder Flagellata im weiteren Sinn.</p> <p>III. Amoebosporidia oder Cnidosporidia im weiteren Sinn.</p> <p>IV. Sporozoa.</p> <p>V. Infusoria.</p> <p>D. Allgemeine Technik der Protozoenuntersuchung.</p> |
|---|---|

II. Spezieller Teil.

- | | |
|---|---|
| <p>I. Die Entamoeben.</p> <p>II. Parasitische und pathogene Flagellaten. Protomonadinen.</p> <p>III. Die pathogenen Binucleaten und die durch sie verursachten Krankheiten.</p> <p>A. Allgemeine Morphologie und Entwicklung der Binucleaten.</p> <p>B. Die pathogenen Trypanosomen und die Trypanosen.</p> <p>C. Schizotrypanum cruzi (Chagas); Chagassche Krankheit.</p> <p>D. Die Leishmanien und Leishmaniosen.</p> <p>E. Die Piroplasmen und Piroplasmosen.</p> <p>F. Die Plasmodien; Malaria.</p> | <p>IV. Spirochäten, Spirochätosen.</p> <p>A. Allgemeines.</p> <p>B. Spirosomen und Spirosomosen.</p> <p>C. Treponema.</p> <p>V. Pathogene Myxosporidien.</p> <p>VI. Pathogene Microsporidien.</p> <p>VII. Pathogene Haplosporidien.</p> <p>VIII. Sarcosporidien.</p> <p>IX. Die pathogenen Coccidien.</p> <p>X. Pathogene Infusoria Ciliata.</p> <p>Literatur.</p> <p>Autorenregister.</p> <p>Sachregister.</p> |
|---|---|

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Allgemeine Physiologie

Eine systematische Darstellung der Grundlagen sowie der allgemeinen Ergebnisse und Probleme der Lehre vom tierischen und pflanzlichen Leben

von

A. von Tschermak

In zwei Bänden

Erster Band: Grundlagen der allgemeinen Physiologie

1. Teil: Allgemeine Charakteristik des Lebens
physikalische und chemische Beschaffenheit der lebenden Substanz

Mit 12 Textabbildungen — Preis M. 10,—

Aus der Vorrede.

Die folgende Darstellung der allgemeinen Physiologie wendet sich an solche Leser, welche eine tiefe, schürfende, kritische Behandlung der Probleme und Ergebnisse dieses Forschungsgebietes suchen.

Das Ziel, das ich mir gesteckt habe, ist meiner Meinung nach nur durch eine gründliche, vielseitige Synthese und durch kritische Verwertung des schier unermesslichen Materials nach einem originell gewählten Bauplan zu erreichen.

Schon beim Entwerfen der allgemeinen Grundlinien für meine Darstellung ergab sich mir die Notwendigkeit, der eigentlichen Analyse der allgemeinen Lebenserscheinungen eine gesonderte, selbständige Behandlung der allgemeinen Grundlagen oder Voraussetzungen jenes Lehrgebietes voranzuschicken. Die äußere Folge dieser Erkenntnis war die Trennung des Werkes in zwei selbständige Bände, von denen der erste die Grundlagen der allgemeinen Physiologie, der zweite deren Ergebnisse und Probleme behandeln soll.

Die „Grundlagen“ bieten eine Charakteristik der allgemeinen Eigenschaften der lebenden Substanz von biologischen, physikalischen, chemischen und morphologischen Gesichtspunkten aus, der die wichtigsten Daten der Zellphysiologie (speziell des Verhaltens der Phasengrenzen) angeschlossen seien. Gerade diesbezüglich schien mir eine zusammenfassende, kritische Darstellung der führenden Ideen und Erfahrungsdaten, ihre gedankliche Synthese von einem einheitlichen Standpunkte aus bisher geradewegs zu fehlen, obzwar eine ganze Anzahl vorzüglicher Einzeldarstellungen der physikalischen und der physiologischen Chemie sowie der Kolloidchemie vorliegt, die für jeden Interessenten allgemein-physiologischer Fragen unentbehrlich zu nennen sind.

Inhaltsverzeichnis.

Kapitel. Allgemeine Charakteristik des Lebens.

1. Begriffsbestimmung.
2. Allgemeine Analyse des Lebensprozesses: A. Die drei Seiten des Lebensprozesses. — B. Lebensprozeß und physikalische Grundprinzipien. — C. Vitale Energieaufnahme und Energiespeicherung. — D. Grundlagen der vitalen Labilität.
3. Charakteristik des unbelebten Stoffes und Vergleich mit dem belebten Stoffe: A. Unsere Kenntnis des unbelebten Stoffes. — B. Entropietendenz des unbelebten Stoffes. — C. Entropieprinzip. — D. Rückblickender Vergleich von belebtem und unbelebtem Stoff.
4. Autonomie des Lebenden. Dualität von Belebtem und Unbelebtem: A. Vitale Autonomie. — B. Phänomenologischer Dualismus.
5. Naturphilosophische Lebenstheorien: A. Monismus. — B. Dualismus. Älterer Vitalismus.
6. Herkunft der lebenden Substanz: A. Naturwissenschaftliche Daten. — B. Monistische Urzeugungstheorien. — C. Dualistische Theorien vom Ursprunge des Lebens. — D. Schlußbemerkung.

II. Kapitel. Physikalische und physikalisch-chemische Beschaffenheit der lebenden Substanz.

1. Teil. Charakteristik des Protoplasmas nach Aggregatzustand und Formart: A. Der Protoplasma-begriff.

B. Der Aggregatzustand des Protoplasmas. — C. Die Lehre von der Formart oder Kolloidchemie des Protoplasmas. |

2. Teil. Physikalisch-chemische, speziell elektrochemische Charakteristik des Protoplasmas; Ionenchemie: A. Dissoziationslehre. — B. Chemische Reaktion des Protoplasmas. — C. Elektrochemie der Plasmasalze, Rolle der anorganischen Salzionen. — D. Elektrochemie der Eiweißkolloide.

III. Kapitel. Analytisch-chemische Beschaffenheit der lebenden Substanz.

1. Allgemeine Bedeutung der chemischen Analyse des Protoplasmas und chemische Natur der lebenden Substanz: A. Allgemeine Bedeutung der chemischen Analyse des Protoplasmas. — B. Chemische Natur der lebenden Substanz.
2. Elementaranalyse der lebenden Substanz.
3. Bausteinanalyse der lebenden Substanz: A. Allgemeines über die chemischen Bausteine der lebenden Substanz. — B. Wassergehalt. — C. Salzgehalt des Protoplasmas. — D. Kohlenhydrate. — E. Fette und Lipide. — F. Eiweißkörper. — G. Fermente und Fermentation.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.