

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Elfter Jahrgang.

21. September 1923.

Heft 38.

Albrecht Kossel.

Zur Feier seines siebenzigsten Geburtstages am 16. September.

Von Friedrich Müller, München.

Allen Lesern dieser Zeitschrift und nicht nur den Medizinern ist *Albrecht Kossels* Name bekannt, obwohl er sich in seinen Schriften fast ausschließlich an den engeren Kreis seiner Fachgenossen gewandt hat und nur selten in der weiteren Öffentlichkeit hervorgetreten ist. Die Glückwünsche, welche ihn zu seinem siebenzigsten Geburtstag von allen Seiten in seiner stillen Zurückgezogenheit aufsuchen werden, sollen auch hier zum Ausdruck kommen.

Albrecht Kossel ist geboren am 16. September 1853 zu Rostock als ältester Sohn eines vornehmen und tatkräftigen Kaufmannes, und der Mannesstamm der *Kossel* läßt sich in ihrer Heimat bis zum dreißigjährigen Krieg, wahrscheinlich aber noch weiter zurückverfolgen; er hat hauptsächlich Juristen und Landwirte hervorgebracht. Dieser Familiengeschichte entsprechend hat *Kossel* die mecklenburgischen Stammeseigentümlichkeiten treu bewahrt, in seiner bedächtigen und festen Art, in seinem herzugewinnenden Sinn für Humor und nicht zuletzt auch in seinem Dialekt, den er bis zum klassischen Plattdeutsch beherrscht. Nur der kaufmännische Sinn des Vaters scheint in den Chromosomen des Sohnes zu Verlust gegangen zu sein.

Albrecht Kossel hat auf dem Gymnasium der Vaterstadt die Grundlagen für seine tiefe humanistische Bildung gelegt, doch war schon damals sein Interesse ganz überwiegend auf die Naturwissenschaften gerichtet, und er hätte sich diesen am liebsten ganz gewidmet. Aber der praktische Sinn des Vaters zwang ihn, ein gesichertes Brotstudium zu ergreifen und stellte ihn vor die Wahl, Arzt oder Apotheker zu werden. So bezog er 1872 als Studierender der Medizin die Universität Straßburg, deren junger Ruhm anfang, in die Welt hinein zu strahlen. Unter seinen Lehrern fesselten ihn neben *Waldeyer*, *Kundt* und *Baeyer* vor allem *de Bary*, und gerne wäre er ganz bei der Botanik geblieben. Bald aber überzog der Einfluß von *Hoppe-Seyler*, jenes genialen Forschers, der als erster die Chemie der Lebewesen auf exakte Grundlagen stellte und als der eigentliche Begründer der physiologischen Chemie angesehen werden muß. In seinem Laboratorium begann *Kossel* bald mit einer größeren Arbeit, deren Fragestellung aber zu weit gespannt war, als daß sie zu einem Resultat hätte führen können. Nach dem Physikum kehrte er in seine Heimatuniversität zurück, wo

er fortfuhr, neben dem regulären Studium der Medizin im chemischen Laboratorium zu arbeiten. In Rostock erledigte er 1877 das Staatsexamen, ohne jedoch näheres Interesse für die praktische Heilkunde zu gewinnen. Bald darnach rief ihn *Hoppe-Seyler* als Assistenten nach Straßburg zurück und dort trat er in jenen Kreis aufstrebender, junger Forscher ein, welche um *Hoppe-Seyler*, *Goltz*, *Waldeyer*, *Schmiedeburg*, *Recklinghausen*, *Kußmaul* und *de Bary* versammelt waren, und die sich nach getaner Arbeit des Abends im „Rindsfuß“ zu fröhlichen Gelagen vereinigten. *E. Baumann* war erster Assistent *Hoppe-Seylers*, und nachdem er als Abteilungsvorstand an das Berliner physiologische Institut berufen worden war, wurde *Kossel* sein Nachfolger. Im Jahre 1881 habilitierte er sich in Straßburg und 1883 berief ihn *du Bois-Reymond*, wieder als Nachfolger *Baumanns*, der den Ruf nach Freiburg angenommen hatte, an das Berliner physiologische Institut.

Wenn auch *Kossel* mit *du Bois-Reymond* und seiner Familie dauernd die freundschaftlichsten Beziehungen unterhielt, so waren doch des letzteren Ideen zu wenig der chemischen Seite zugewandt, als daß sich ein reger Gedankenaustausch hätte entwickeln können. *Kossel* war ganz auf sich selber angewiesen; als Vorsteher der physiologisch-chemischen Abteilung hatte er vor allem die Aufgabe, den praktischen Unterricht im Laboratorium zu leiten, und zwar nicht nur für die Studierenden der Medizin und speziell diejenigen der *Pépinière*, sondern auch für die Pharmazeuten, und gar mancher deutsche Apotheker ist stolz darauf, seine Lehrzeit in der Chemie unter *Kossels* Führung durchgemacht zu haben.

In Berlin verbrachte *Kossel* unter den bescheidensten Verhältnissen zwölf arbeitsvolle Jahre, zuletzt als außerordentlicher Professor. Dort schloß er seine glückliche Ehe mit der Tochter des bekannten Heidelberger Indogermanisten *Holtzmann*, dort sind seine drei Kinder geboren und eines davon begraben. Sein Sohn ist der bekannte Physiker *Walter Kossel*, dessen Arbeiten zur Atomlehre in dieser Zeitschrift lebhaft Beachtung gefunden haben.

Als im Jahre 1895 in Marburg die Professur für Hygiene frei wurde, entschloß sich die medizinische Fakultät, *Kossel* dafür in Vorschlag zu bringen, obwohl dieser sich nie mit Hygiene be-

schäftigt hatte, und er nahm den Ruf an. Als aber kurz nach den Verhandlungen der Physiologie *Külz* plötzlich starb, war es selbstverständlich, daß *Kossel* nunmehr für den Lehrstuhl der Physiologie gewonnen werden mußte. Den bald darauf erfolgenden Ruf nach Breslau als Nachfolger *Heidenhains* lehnte *Kossel* zur Freude Marburgs ab.

Während sich *Kossel* bis dahin in Forschung und Unterricht ausschließlich mit der physiologischen Chemie beschäftigt hatte, galt es nunmehr, sich in die gesamten übrigen Gebiete der Physiologie einzuarbeiten, und er widmete sich dieser großen Aufgabe mit voller Hingabe und der ihm eigenen Gründlichkeit. Der Erfolg blieb nicht aus. Die Studenten erkannten dankbar die Bemühungen ihres Lehrers um die Lehrtätigkeit an, und *Kossel* verstand es durch Erfindung immer neuer Experimente im Verein mit seinem treuen Mitarbeiter *Dr. Plenge* den Unterricht anschaulich zu machen. In diesen Jahren lernte *Kossel* die „Poesie des Katheders“ kennen, also die Freude am Unterricht und die anregende Wirkung, die von ihm auf den Lehrer zurückstrahlt. In Marburg verlebte *Kossel* schöne Jahre, Schüler aus allen Kulturländern der Erde kamen dorthin, um unter seiner Leitung zu arbeiten; ein Freundeskreis, zu dem *Marchand*, *Hans Horst Meyer*, *Küster*, *Korscheit* und *A. Meyer* gehörten, brachten in gemeinschaftlichen Referierabenden wie auch bei Ausflügen in die herrliche Umgebung Anregung in Fülle.

1901 erfolgte *Kossels* Berufung nach Heidelberg auf den Lehrstuhl, welchen vorher *Kühne* innegehabt hatte, und wo die Traditionen von *Helmholtz* noch treu bewahrt wurden. — In Heidelberg hat *Kossel* nach den Wanderjahren seines akademischen Lebens eine dauernde Heimat gefunden. Die Anerkennung und das Vertrauen, welche ihm von allen Seiten entgegengebracht wurden, äußerten sich auch darin, daß er zum Rektor der Universität und zum Sekretär der neugegründeten Akademie der Wissenschaft gewählt wurde. Ihm zu Ehren wurde der 7. internationale Physiologenkongreß in Heidelberg abgehalten und die berühmten Fachgenossen der ganzen Welt versammelten sich damals in seinem Hause. *Kossel* ist einer der ersten Deutschen gewesen, welche mit dem Nobelpreis ausgezeichnet worden sind. Ferner ist er zum Mitglied verschiedener Akademien, darunter derjenigen von Stockholm und Upsala und zum Ehrendoktor von Cambridge, Dublin, Gent, Greifswald und anlässlich des letzten Physiologentages auch von Edinburgh ernannt worden. Wiederholt wurde er zu Vorträgen nach England und Amerika berufen, und diese Reisen boten ihm die Gelegenheit, seinen Gesichtskreis zu weiten und sich Freunde in jenen Ländern zu erwerben. Alle diese Ehrungen vermochten nicht, *Kossels* stille Bescheidenheit zu verändern,

welche neben seiner Zuverlässigkeit den Grundzug seines Wesens bildet.

In Heidelberg traf ihn 1913 der schwerste Schlag seines Lebens, der Tod seiner geliebten Frau, mit der er in inniger Geistesverwandtschaft gelebt hatte. Mit der Gattin hat er die Verbindung mit der Geselligkeit verloren, und die Tochter führt ihm den vereinsamten Haushalt.

Das Arbeitsgebiet von *A. Kossel* ist die physiologische Chemie und er ist ein Beispiel dafür, daß man wirklich voller Chemiker sein muß, um den Problemen der Lebewelt näher zu treten. In der exakten Schule *Hoppe-Seylers* aufgewachsen, ist er allen Fortschritten nicht nur der organischen, sondern auch der anorganischen und physikalischen Chemie bis in die gegenwärtige Zeit gefolgt. Er hat weniger mit weitgespannten Theorien sein Gebiet befruchtet, sondern vielmehr in gewissenhaft durchgeführten Einzelforschungen zuerst seine Methoden aufgebaut und auf deren sicheren Grund Funde gemacht, welche seinen Namen in der Geschichte der Wissenschaft dauernd erhalten werden. In Straßburg begann er mit der Erforschung der Chemie des Zellkerns. Zwar hatte *Miescher* den Aufbau der Nukleinsubstanzen in der Hauptsache erkannt, es war aber *Kossel* vorbehalten, in die damals noch herrschende Unsicherheit Ordnung zu bringen, das Wesen der Nukleinsäuren aufzuklären und unter deren obligaten Bestandteilen neben dem Guanin und Hypoxanthin das Adenin zu entdecken; er konnte durch die Darstellung der Lävulinsäure die Existenz eines Kohlehydratbestandteiles in den Zellkernen sicherstellen. In dem Bestreben, die einfachsten eiweißartigen Körper aufzusuchen, um der chemischen Konstitution des Eiweißmoleküls auf die Spur zu kommen, wandte er sich dem Studium des Fischspermas zu und er konnte darin neben der Nukleinsäure als basischen Bestandteil die Protamine und in den kernhaltigen Blutkörperchen der Vögel die basischen Histone nachweisen. Bei dem Studium dieser einfachsten basischen Eiweißkörper entdeckte er das Histidin. Mehr aber als dieses schien ihm das Arginin als wichtigster zentraler Bestandteil des Eiweißmoleküls und diesem sind seine letzten Untersuchungen gewidmet, nachdem es ihm gelungen war, ein neues, ausgezeichnetes Fällungsmittel für diese Base und auch für manche andere schwer fällbare Stoffe zu finden. Durch solche Arbeiten methodologischer Art wird bekanntlich die Wissenschaft mehr gefördert, als durch weitschauende Hypothesen. Als Nebenprodukt bei der Aufarbeitung von Teeblätterrückständen konnte er das Theophyllin entdecken, das bekanntlich bald zu einem unentbehrlichen diuretischen Mittel der Ärzte geworden ist.

Es würde zu weit führen, die Arbeiten *Kossels* und vor allem diejenigen seiner Schüler im einzelnen zu skizzieren. Unter der großen Zahl der Männer aus allen Ländern, die aus seinem

Laboratorium hervorgegangen sind oder darin Anregung und Förderung erfahren haben, seien nur wenige genannt: *Thierfelder, Steudel, Dakin, Henderson, Ascoli, Noll, Jones, Folin, Mathews, Gulewitsch, Kutscher* und in neuester Zeit *Edelbacher, Felix* und *Groß*. Wer aber glaubt, daß *Kossel* über seinen Einzelarbeiten die großen Zusammenhänge nicht erkannt hätte, der sei auf seine Rektoratsrede (1908), sowie auf die Akademierede vom Jahre 1922 hingewiesen oder auf seine Vorträge vor der Deutschen chemischen Gesellschaft 1901 und auf der letzten Naturforscherversammlung in Leipzig.

Der Lehrtätigkeit in Vorlesungen und Kursen hat sich *Kossel* mit einer warmen Begeisterung für die Jugend und mit wirklicher Aufopferung gewidmet, und allen denjenigen, welche sich mit dem chemischen Unterricht der Medizin studierenden zu beschäftigen haben, sei das Studium seines Leitfadens der medizinisch-chemischen Kurse empfohlen, der nicht wie so viele seines gleichen aus andern Büchern zusammengestellt ist, sondern die Frucht eines viel durchdachten Planes, eines ganz auf der Höhe der For-

schung stehenden Mannes und eines begeisterten Lehrers ist.

Durch seine ausgedehnten Verpflichtungen als Professor, Institutsvorsteher, Akademiesekretär und Herausgeber der von *Hoppe-Seyler* begründeten Zeitschrift für physiologische Chemie ist *Kossel* in seinen Heidelberger Jahren zu seinem Bedauern immer mehr von der eigenen Laboratoriumstätigkeit abgezogen worden. Nachdem er jetzt die Bürde seiner Ämter niedergelegt hat, will er sich nicht in beschauliche Ruhe zurückziehen, sondern mit Freude sieht er der Zeit entgegen, wo er sich wieder ungestört ganz seiner Lieblingsaufgabe, nämlich der praktischen Laboratoriumsarbeit widmen kann, für welche ihm *Krehl* gastfreundlich die Laboratorien der medizinischen Klinik eingeräumt hat. Hier sollen die Arbeiten des für *Kossel* gestifteten Eiweißinstitutes weiter geführt werden.

Der beste Wunsch, den wir dem Siebzjährigen widmen können, ist der, daß es ihm vergönnt sein möge, auf dem Gebiet seiner Lebensarbeit noch manche schöne und reife Frucht zu pflücken.

Stoffwechsel und Temperatur.

Von Hermann Freund, Heidelberg.

I.

Bei den meisten Tierarten ist die Körpertemperatur gleich der Temperatur der Umgebung. Veränderung der Umgebungstemperatur, und damit der Wärmeabgabe, führt zu einer gleichgerichteten Veränderung der Körpertemperatur. Wir bezeichnen diese Tiere deshalb als „wechselwarm“ oder „poikilotherm“. Die Bedingungen für die Wärmeabgabe sind bei ihnen so geartet, daß selbst Steigerungen der Wärmebildung, wie sie z. B. bei der Muskelarbeit oder — auch beim Kaltblüter — unter der Einwirkung von Infektionen vorkommen, die Körpertemperatur nicht über die Umgebung erhöhen. Dazu steht in keinem Gegensatz, daß solche Tiere in gewissen Fällen die Möglichkeit haben, ihre Körpertemperatur dadurch zu erhöhen, daß sich die Wärmeabgabe verringert: Beispiele dafür ergaben Temperaturmessungen im Innern von dicht zusammengeballten Bienenschwärmen und von zusammengeringelten Schlangen.

Anders bei den warmblütigen oder homöothermen Tierarten. Bei ihnen liegt die Körpertemperatur hoch über der Umgebungstemperatur und wird auch dann auf annähernd gleicher Höhe gehalten, wenn die Umgebungstemperatur sich innerhalb weiter Grenzen ändert. Diese Temperaturkonstanz wird durch einen zentralnervösen Regulationsmechanismus gewährleistet, der einerseits die Wärmeabgabe zweckentsprechend steigern oder herabsetzen kann („physikalische Regulation“), andererseits die Wärmebildung, also den Stoffwechsel, beherrscht („chemische Regulation“). Während beim wechselwarmen Tier die Wärmebildung den Verände-

rungen der Temperatur parallel geht, kann eine die Außentemperatur weit (durchschnittlich um etwa 20° C) übersteigende Körpertemperatur nur durch eine gewaltige Produktion von Wärme aufrecht erhalten werden, deren Ausmaß vom Wärmeregulationszentrum aus dem Bedarf angepaßt wird. Die Körpertemperatur kann nur so lange konstant bleiben, wie die Wärmebildung und die Wärmeabgabe gleichgehalten werden können. Dem Regulationsvermögen sind aber (nach oben und unten) Schranken gesetzt, deren Überschreitung zur Überhitzung oder Unterkühlung führt. Sowohl im Zustande der Überhitzung als im Zustande der Unterkühlung, d. h. wenn der gegenregulatorische Mechanismus insuffizient und durchbrochen ist, wird die Körpertemperatur des Warmblüters ebenso zu einer Funktion der Außentemperatur wie beim wechselwarmen Tier: sinkt die Außentemperatur noch weiter, so wird die Unterkühlung des Tieres um so stärker, und umgekehrt. Es gelingt ferner im Experiment, das Temperaturregulierungszentrum völlig auszuschalten oder seine Leitungsbahnen zu den Erfolgsorganen zu durchschneiden; auch nach diesen Eingriffen sinkt die Körpertemperatur bei ursprünglich homöothermen Tieren mit sinkender Außentemperatur und steigt bei Erhöhung der Außentemperatur. Der Zustand dieser experimentellen Poikilothermie unterscheidet sich aber dadurch von der natürlichen, daß dabei die Körpertemperatur noch um mehrere Grade höher liegt als die Außentemperatur. Neben wechselnden äußeren Bedingungen können aber auch innere Störungen, deren Sitz in das Regulationszentrum zu legen ist, zu einer Veränderung der

Körpertemperatur beim Warmblüter führen: im Fieber und im Kollaps.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß der Einfluß der Temperatur auf die Stoffwechselforgänge ganz verschieden ist, je nachdem es sich um eine Veränderung der Körpertemperatur handelt oder um eine Veränderung der Außentemperatur bei regulatorisch konstant gehaltener Körpertemperatur.

II.

Die Größe des Zellstoffwechsels ist das Ergebnis einer Reihe chemischer und physikalischer Vorgänge, die wir im einzelnen nicht messend verfolgen können; der Gesamtstoffwechsel höher organisierter Tiere ist die Summe der Stoffwechselforgänge in den einzelnen Organen, also von deren jeweiliger Funktion abhängig. Die einzige Energiequelle des Organismus sind exotherme chemische Prozesse. Diese chemischen Reaktionen werden durch Temperaturerhöhung beschleunigt, durch Temperaturerniedrigung verlangsamt. Nach der Regel *van't Hoff's* wird die Reaktionsgeschwindigkeit der meisten chemischen Prozesse bei einer Temperaturerhöhung um 10° annähernd verdoppelt: ihr Temperaturkoeffizient für 10° ist = 2—3. Im Tierkörper kommen aber rein chemische Prozesse nicht vor. Zur Beschleunigung seiner Reaktionen bedient er sich zweier Mittel, der Katalyse und der Konzentrationserhöhung an Oberflächen. Der vielphasige kolloide Aufbau der tierischen Zellen, ihre Struktur, schafft Oberflächen von unmeßbarem Umfang. Diese Oberflächen sind niemals konstant: sie werden von den reagierenden Stoffen und durch die Reaktionsprodukte fortdauernd geändert, und das Gleiche muß durch Temperaturveränderung eintreten. Neben der Einwirkung auf den Ablauf der rein chemischen Umwandlungen wird jede Temperaturänderung also auch durch mittelbare oder unmittelbare Veränderung der Kolloidstruktur auf die Stoffwechselgröße einwirken.

Alle chemischen Reaktionen führen zu einem Gleichgewicht; sie werden automatisch verlangsamt, wenn Reaktionsendprodukte sich anhäufen, beschleunigt, wenn sie weggeschafft werden. So ist für die Stoffwechselgröße die Abfuhr der Reaktionsprodukte ebenso bestimmend, wie die Zufuhr — vor allem von Sauerstoff, aber auch von Brennmaterial — zur Zelle. Der Transport von und zu der Zelle ist aber abhängig von der Diffusionsgeschwindigkeit. Damit gewinnt der physikalische Zustand der Grenzschichten der Zelle (worauf hier nicht eingegangen werden kann) und seine Abhängigkeit von der Temperatur entscheidende Bedeutung für die Größe des Stoffwechsels. Die Temperaturabhängigkeit der Diffusion durch pflanzliche und tierische Grenzschichten ist direkt beobachtet worden¹⁾. Beim

höher organisierten Tier, vor allem beim Warmblüter, mit dem wir uns vorwiegend beschäftigen wollen, vermittelt der Kreislauf den Transport von und zu den Zellen. Hier kommt also als weiteres Moment die Durchblutung in Betracht. Die Größe der Durchblutung wird dadurch bestimmt, wieviele der vorgebildeten Kapillargefäße blutdurchströmt oder geschlossen sind; je weniger Kapillaren Blut führen, um so weiter ist der Weg, der durchschnittlich zwischen Kapillarblut und Zelle liegt, um so weiter also die Strecke, welche beim Austausch durch Diffusion zurückgelegt werden muß. Auch die Zahl der offenen Kapillaren, die Durchblutung, ist temperaturabhängig: Kälte wirkt hemmend, Wärme fördernd.

Wenn also die Temperatur die Bedingungen für den Stoffwechsel der Einzelzelle von den verschiedensten Angriffspunkten aus beeinflussen kann, so kommen für die Verhältnisse beim höheren Tier noch weitere Probleme hinzu. Wenn wir beim höheren Tiere vergleichende Stoffwechseluntersuchungen anstellen wollen, so müssen wir Standardbedingungen schaffen, d. h. wir müssen möglichst alle nur gelegentlichen Organleistungen auszuschalten suchen, von denen wir wissen, daß sie den Stoffwechsel erheblich steigern. Hierher gehört zunächst die Muskel-tätigkeit, hierher gehört die Verdauungsarbeit. Wir haben uns deshalb gewöhnt, die Stoffwechselgröße im Hunger und bei völliger Muskelruhe als „Erhaltungstoffwechsel“ oder „Grundumsatz“ zu bezeichnen. Dabei gehen aber zum mindesten drei lebensnotwendige Organleistungen weiter, bei denen neben gerichteter Energie Wärme entsteht: Atmung, Kreislauf und Nierentätigkeit. Nach *Krogh*²⁾ macht die Nierensekretion etwa 5%, die Herztätigkeit 10—15% und die Atmung etwa 15% des Gesamtgrundumsatzes aus. Nur die letztere ist direkter Messung zugänglich; die Lungenventilation von 1 Liter verbraucht etwas mehr als 5 ccm Sauerstoff = ca. 25 kleine Kalorien³⁾. Wenn wir bedenken, daß die Ventilationsgröße pro Minute beim Menschen etwa 7 Liter, beim Hunde mittlerer Größe etwa 2 Liter beträgt, so verbraucht die Atmungsarbeit in 24 Stunden beim Menschen rund 250 große Kalorien, beim Hund rund 72 Kalorien. Wir wissen aber, daß Pulsfrequenz und Atemfrequenz der Körpertemperatur parallel gehen. Jede Veränderung der Körpertemperatur muß also auch auf diesem Wege den Gesamtstoffwechsel beeinflussen.

Da jeder einzelne der genannten Faktoren (und die Aufzählung macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit) in verschiedenen Temperaturbereichen durch Temperaturveränderungen verschieden stark und zum Teil in verschiedener Richtung beeinflusst werden kann, so ist jeder Versuch einer feineren Analyse des Temperatureinflusses auf Stoffwechsel und Lebensvorgänge

¹⁾ *Snyder*, Der Temperaturkoeffizient der Resorption bei tierischen Membranen, Zentrabl. f. Phys. 22 (1908). — *Van Rysselberghe*, Recueil de l'Inst. Bot. publ. par Errera Bd. 5 (1902), zit. nach *Pütter*, Temperaturkoeffizienten, Z. f. allgem. Phys. Bd. 16 (1914).

²⁾ *Krogh*, The respiratory exchange of animals and man. London (Longmans, Green and Co., 1916).

³⁾ *Bornstein* und *v. Gartzten*, Pflügers Arch. 103, S. 628 (1905).

überhaupt vor der Hand unmöglich. Der Gesamtüberblick zeigt aber soviel, daß der Stoffwechsel der Grundrichtung nach mit steigender Körpertemperatur ansteigen und mit sinkender Körpertemperatur abnehmen muß. Wir werden sehen, daß sich dabei nicht alle Temperaturbereiche gleich verhalten.

III.

Wenn wir zunächst den Grundumsatz poikilothermer Tiere, berechnet aus dem Sauerstoffverbrauch, bei verschiedenen Temperaturen untersuchen, so ergibt sich eine auffallende Gleichartigkeit des Stoffwechselverlaufs mit der Temperaturkurve. In folgender Tabelle seien als ein Beispiel dafür Untersuchungen von Krogh⁴⁾ an

steigernden Wirkung einer Temperaturerhöhung Grenzen gesetzt sind.

Bisher haben wir nur das Verhalten des Kaltblüterstoffwechsels bei Temperaturveränderungen besprochen. Wenn es beim Warmblüter gelingen soll, die Körpertemperatur zu verändern, so muß, wie oben ausgeführt, der physiologische Faktor der Wärmeregulation ausgeschaltet oder durchbrochen werden. Ist das der Fall, so verhält sich auch der Warmblüterstoffwechsel bei verschiedener Körpertemperatur ähnlich, wie wir es beim Kaltblüter sahen. Als Beispiel seien zunächst einige Zahlen⁶⁾ für den Sauerstoffverbrauch (in Liter pro Stunde) angeführt, die an einem Kaninchen nach Halsmarkdurchschneidung gewon-

Tabelle 1.

	4°	8°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°
Kröte (dezebriert).....	68	113	172	209	258	317	386	460	536	618
Frosch (Urethan)	69	111	174	215	266	322	383	452	527	608
Frosch (Curare).....	—	116	178	218	264	316	373	435	502	—
Goldfisch (Urethan).....	67	111	178	218	266	318	379	448	534	630

Kröte, Frosch und Goldfisch zugrunde gelegt; um Muskelruhe zu erzwingen, waren die Tiere dezebriert, narkotisiert oder curarisiert; die Zahlen geben den Sauerstoffverbrauch in cem auf 1 kg und 1 Stunde berechnet. (Tab. 1.)

Wird die Temperatur aber weiter gesteigert, so hat Pütter⁵⁾ an Fröschen und Blutegeln gefunden, daß bei reiner Hautatmung (in geschlossenen, mit Wasser gefüllten Gefäßen) der Sauerstoffverbrauch nicht mehr entsprechend ansteigt, sondern vielmehr absinkt. Pütter konnte zeigen, daß der stoffwechselsteigernde Einfluß der Temperaturerhöhung sich deshalb nicht auswirken konnte, weil die Sauerstoffversorgung bei normalem O₂-Druck für den erhöhten Bedarf nicht ausreicht. Durch Erhöhung des O₂-Drucks im Wasser gelang es ihm, bei Fröschen bis etwa 30° eine steigernde Wirkung der Temperaturerhöhung auf den Stoffwechsel zu demonstrieren. Das Heruntergehen des Stoffwechsels bei höheren Temperaturgraden und normalem Sauerstoffdruck beruht nach ihm auf einer Schädigung der Zellen durch Anhäufung von Produkten unvollständiger Oxydation. Bei noch weiterer Steigerung der Temperatur nehmen dann zellschädigende Prozesse so überhand, daß auch eine weitere Verbesserung der O₂-Versorgung den Stoffwechsel nicht mehr vor dem Absinken zu bewahren vermag. Hier sind schädigende Wirkungen der Temperatur auf die Zelle anzunehmen, die schließlich zum Zelltode führen. Wir sehen also, daß zwar bei sinkender Temperatur der Stoffwechsel abnimmt, daß aber der stoffwechsel-

nen wurden — einem Eingriff, der das Regulationsvermögen aufhebt:

Tabelle 2.

Körpertemperatur	39,2°	38,3°	37,2°	34,9°
O ₂ -Verbrauch in l pro 24 Std.	1,39	1,13	1,08	0,78

Ferner ändert der Warmblüter seine Körpertemperatur infolge krankhaft veränderter Funktion des Wärmecentrums im Zustande des Fiebers. Wie sich dabei der Stoffwechsel durch die erhöhte Temperatur verändert, zeigt die folgende Tabelle⁷⁾, die in Durchschnittszahlen aus 137 Versuchen an fiebernden Menschen die Stoffwechselgröße bei verschiedener Fieberhöhe enthält (dabei ist die normale Stoffwechselgröße = 100 gesetzt):

Tabelle 3.

Körpertemperatur	36,6°—37°	38°	39°	40°
Stoffwechsel	100	115	127	138

Dies sind zwei Beispiele, bei denen die Regulation nicht hineinspielt und infolgedessen die reine Auswirkung der Temperaturveränderung auf den Stoffwechsel hervortritt.

Anders liegt es, wenn regulierende Tiere dadurch unterkühlt werden, daß ihre Fähigkeit, die

⁴⁾ Krogh, Internat. Zeitschr. f. physik.-chem. Biologie Bd. 1 (1914), zit. nach Krogh l. c.

⁵⁾ Pütter, Zeitschr. f. allgem. Phys. Bd. 16, S. 574 (1914).

⁶⁾ Freund u. Grafe, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 70, S. 135 (1912); vgl. Kaninchen Nr. 66.

⁷⁾ Du Bois, Journ. of americ. medic. associat. 77, S. 352 (1921), zitiert nach Grafe, Die path. Physiologie des Gesamtstoff- u. Kraftwechsels bei der Ernährung d. Menschen, Erg. d. Phys. Bd. XXI, II. Abt. (1923).

Körpertemperatur durch Regulation festzuhalten, überwunden wird. Das folgende Beispiel entstammt einer alten Versuchsreihe *Pflügers* an einem Kaninchen, welches im kalten Wasserbade abgekühlt wurde:

Tabelle 4.

Körpertemperatur	39,2°—38,3°	37,8°—37,3°	37,6°—23,6°	28,6°—24°	24°—20°
O ₂ in ccm per kg u. Stunde...	738	839	859	608	457

Ähnlich ist der Verlauf der Stoffwechseländerung bei verschiedener Temperatur nach Eingriffen, welche entweder infolge Lähmung der Hautgefäßnerven oder durch die Notwendigkeit künstlicher Atmung und durch abnorme Körperhaltung der Tiere infolge Lähmung der Muskelinnervation die Wärmeabgabe stark erhöhen, aber die chemische Regulation intakt lassen. Ein Beispiel dafür findet sich in Tab. 6 (siehe unten).

Wir haben hier das Bild angespanntester chemischer Regulation, die den Stoffwechsel hoch über den Anfangswert steigert. Trotz dieser regulatorischen Steigerung der Wärmebildung ist aber die Wärmeabgabe so groß, daß die Körpertemperatur sinken muß. Das Maximum der Wärmebildung trifft dabei unter Umständen mit einer Körpertemperatur zusammen, die mehrere Grade unter der Norm liegt. Erst bei weiterer

Bei höheren Gradzahlen beherrschen dagegen biologische Faktoren das Feld: ungenügende Sauerstoffversorgung, ungenügender Abtransport schädlicher Reaktionsprodukte, direkte lebensgefährdende Zellschädigung durch die Tempera-

tur und schließlich beim Warmblüter die Vorgänge der chemischen Regulation, die uns im Folgenden noch beschäftigen soll.

IV.

Über die Haupttatsachen der Wärmeregulation sind die Leser dieser Zeitschrift durch ein Referat von *H. H. Meyer* (1920) unterrichtet. Hier soll nur von den Stoffwechselvorgängen, der sogenannten „chemischen Regulation“, die Rede sein. Seit *Rubner* bezeichnen wir damit die Steigerung der Wärmebildung, welche bei sinkender Umgebungstemperatur und dadurch vermehrter Wärmeabgabe notwendig wird, wenn die Körpertemperatur konstant bleiben soll. Auch hierfür sei zunächst als Beispiel ein Stoffwechselversuch bei einer Ratte⁸⁾ angeführt, deren Körpertemperatur (zwischen 35 und 36°) sich von 5° bis 30° Außentemperatur normal hielt, bei 33° Außentemperatur auf 37,4° anstieg.

Tabelle 5.

Außentemperatur	5°	13°	21°	25°	28°	30°	33°
ccm O ₂ pro kg in 24 Std.	95	80	63	42	43	46	54
Körpertemperatur	35°	34,9°	35,6°	35,1°	35,2°	35,3°	34,4°—37,4°

Unterkühlung sinkt dann der Stoffwechsel mit der Temperatur ab, wie bei regulationslosen Tieren. Hier sind also biologische Vorgänge im Spiele, welche den herabmindernden Einfluß der Temperatursenkung zunächst überdecken und ihn erst bei tieferer Gradzahl der Körpertemperatur hervortreten lassen.

Wenn wir die Stoffwechselveränderungen unter dem Einfluß von Veränderungen der Körpertemperatur überblicken, so finden wir wohl im Grundsatz beide gleich gerichtet. Aber die Abhängigkeit ist doch nicht so, wie sie für rein chemische Vorgänge zu erwarten wäre. In gewissen kurzen Temperaturbereichen kann man wohl einen Temperaturkoeffizienten von 2—3 für 10° errechnen; beim Warmblüter sind das die Wärmegrade, die nahe um die normale Körpertemperatur liegen. Bei tieferen Gradzahlen ist aber die Stoffwechselabnahme viel schneller, ihr Temperaturkoeffizient also zunehmend größer.

Die Tabelle zeigt in einem Intervall zwischen 25° bis 30° annähernd gleiche Stoffwechselwerte; das ist in diesem Falle der Temperaturbereich, in welchem die „physikalische Regulation“ der Wärmeabgabe (Hautdurchblutung, Wasserverdunstung, Atmung) die Temperaturkonstanz gewährleistet. Geht die Außentemperatur tiefer, so zeigt das Tier die Fähigkeit, den Stoffwechsel bis über das Doppelte zu steigern. Nur durch gleichzeitige Einsparung und Mehrbildung von Wärme gelingt es ihm, die Körpertemperatur konstant zu halten. Oberhalb 30° Außentemperatur wird die Regulation durchbrochen: bei der Gefahr der Überhitzung werden die Maßnahmen zur Wärmeabgabe aufs äußerste gesteigert, d. h. eine stark beschleunigte und vergrößerte Atmung setzt ein; bei der hierfür notwendigen Arbeitsleistung der Atemmuskulatur, von deren Größenordnung oben die Rede war, ent-

⁸⁾ Goto, Biochem. Zeitschr. 135, S. 107 (1923).

steht aber Wärme, da der Nutzeffekt für die Muskularbeit nur etwa 20—30 % beträgt. In gleicher Weise muß die infolge dieser Muskularbeit und durch die Temperatur selbst beschleunigte Herzaktion zu einer Mehrbildung von Wärme führen. So wirkt die Maßnahme, welche den Organismus durch Erhöhung der Wärmeabgabe vor Überwärmung schützen soll, ihrem Ziele selbst entgegen, weil dadurch andererseits die Wärmebildung gesteigert wird.

Dieses Beispiel genüge, um die Tatsache der chemischen Regulation gegen Unterkühlung darzutun und andererseits auch wieder zu zeigen, wie verwickelt die Verhältnisse beim höher organisierten Tiere, besonders an der oberen Grenze der Regulationsbreite, liegen.

Der obige Versuch zeigt ferner, daß es Temperaturbereiche gibt, in denen der Organismus mit der physikalischen Regulation auskommt oder zum mindesten der Effekt der chemischen Regulation in der Stoffwechselgröße nicht in Erscheinung tritt. Überhaupt ist der Anteil, den die chemische Regulation zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur beiträgt, bei verschiedenen Tierarten keines-

macht fast $\frac{1}{2}$ des Körpergewichts aus und fraglos ist bei drohender Abkühlung das Kältezittern, beim Fieberanstieg der Schüttelfrost an der gesteigerten Wärmebildung beteiligt. Anders steht es aber um die Frage, ob auch ohne motorische Muskelinnervation eine chemische Regulation möglich ist.

Zur Entscheidung sind in erster Linie Versuche an Tieren heranzuziehen, die mit Curare vergiftet sind, einem Gift, das elektiv die motorischen Nervenendigungen lähmt, also die gesamte quergestreifte Muskulatur einschließlich der Atemmuskeln dem Einfluß der motorischen Nerven entzieht. Die Folgen einer solchen Vergiftung machen künstliche Atmung (d. h. meist Überventilation mit zu trockener kalter Luft) und Aufbinden der Tiere notwendig, also Steigerung der Wärmeabgabe durch abnorme Körperstellung. Solche Tiere sind denn auch viel leichter unterkühlbar als normale. Trotzdem sind sie aber nicht poikilotherm. Denn sie sind wesentlich schwerer überhitzbar als normale Tiere und man kann bei ihnen noch experimentelles Fieber erzeugen⁹⁾. Auch der Stoffwechselversuch¹⁰⁾ zeigt klar, daß sie noch chemisch regulieren können.

Tabelle 6.
Curarisierter Hund, Sauerstoffverbrauch in ccm pro Minute.

Körpertemperatur	39,75°	37,2°	32,25°	28,65°	28,15°	22,65°	14,1°
O ₂ -Verbrauch pro 1'..	11,2	13,0	9,8	6,8	7,65	4,8	2,15

wegs gleich, im allgemeinen um so größer, je kleiner die Tiere sind. Aber auch bei der gleichen Tierart bestehen große individuelle Unterschiede. Offenbar spricht der Stoffwechsel einzelner Tiere, ja auch des gleichen Tieres zu verschiedenen Zeiten, sehr verschieden leicht auf die nervösen Einflüsse des Wärmecentrums an. Der Ernährungszustand, Gewöhnung, die Verhältnisse der inneren Sekretion, umstimmende Nachwirkungen vorausgegangener Infektionen und vieles andere mehr können hier hineinspielen.

Durch den Nachweis der chemischen Regulation, also einer nervösen Beeinflussbarkeit des Gesamtstoffwechsels zum Zwecke der Aufrechterhaltung der Körpertemperatur, wird die interessante Frage aufgeworfen, wo und in welcher Weise der Nerveneinfluß angreift. Vorausgeschickt sei, daß wir in das feinere Geschehen an der Zelle dabei keinerlei Einblick haben. Wir müssen uns damit begnügen, die Wege zu erörtern, auf denen eine Änderung des Organstoffwechsels und damit des Gesamtstoffwechsels durch Nerveneinfluß möglich ist.

Eine bekannte Form, die Wärmebildung zu vermehren, ist die Steigerung der Organarbeit, vor allem die motorische Innervation. Bei der Muskelzuckung wird etwa $\frac{3}{4}$ der verbrauchten Energie in Wärme umgewandelt, die Muskulatur

Der Sauerstoffwert steigt trotz der Abkühlung um 2,5° um etwa 15 % an und sinkt erst bei weiterer Unterkühlung ab. Das ist aber das gleiche Verhalten, wie es das nicht curarisierte Kaninchen *Pflügers* im kalten Bade zeigt (vergl. Tab. 4).

Schon die früher bekannte Tatsache¹¹⁾, daß der Stoffwechsel curarisierter Hunde nicht nur nicht herabgesetzt, sondern um etwa 10 % über die Norm erhöht ist, wenn die Körpertemperatur normal gehalten wird, mußte für eine zur Abwehr der erhöhten Wärmeabgabe regulatorisch gesteigerte Wärmebildung sprechen. Wenn wir noch in Rechnung setzen, daß hier der Grundumsatzwert durch Wegfall der bei der Atmungsarbeit benötigten Energie (künstliche Atmung!) um etwa 15 % verkleinert werden muß (nach *Krogh*), so muß die gesamte Stoffwechselsteigerung dieser Hunde auf etwa 30 % angesetzt werden, und das entspricht ungefähr den Werten, die auch sonst für die chemische Regulation normaler Hunde gefunden wurden. So zeigt also der Gesamtstoffwechsel auch ohne motorische Muskelinnervation die Möglichkeit einer chemischen Re-

⁹⁾ Freund u. Schlagintweit, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 77, S. 258 (1914)

¹⁰⁾ Krogh (2) l. c., zitiert nach Grafe l. c.

¹¹⁾ Frank und F. Voit, Zeitschr. f. Biologie Bd. 42, S. 309 (1901).

gulation. Damit ist aber die Frage keineswegs entschieden, ob nicht die Muskulatur auch nach Ausschaltung der motorischen Innervation noch für die vermehrte Wärmebildung vom Nervensystem herangezogen werden kann. Versuche darüber sind durch Messung des Sauerstoffverbrauchs einer Muskelgruppe im intakten Tier durch die Methode von *Barcroft* und *Verzár* möglich und in letzter Zeit ausgeführt worden¹²⁾. Dabei zeigte sich, daß nach Durchschneidung der motorischen Nerven, also nach Ausschaltung der Muskelzuckung und des „Muskeltonus“, der Ruhestoffwechsel der Muskulatur sich an der chemischen Regulation beteiligt: wurde das Tier der Kälte ausgesetzt, so stieg der Sauerstoffverbrauch des Muskels an; wurde es warm gehalten, so sank er ab. Die Impulse des Wärmezentrums müssen also den Muskel auch dann noch erreichen können, wenn der motorische Nerv durchschnitten ist. Dafür stehen drei Wege offen: 1. Veränderung der Durchblutung, 2. hormonale Einflüsse, die auf dem Blutwege dem Muskel zufließen, und 3. die vegetativen Nervenbahnen, welche längs der Arterien zu allen Organen ziehen und von deren Funktion bisher nur die zentripetale Leitung der Gefäßempfindlichkeit mit Sicherheit nachgewiesen ist¹³⁾. Die Versuche ergaben zunächst, daß die Veränderung des Ruhestoffwechsel des Muskels bei der Wärmeregulation von der Durchblutung unabhängig war. Überhaupt läßt sich durch vermehrte Blutzufuhr, d. h. im wesentlichen durch verbesserte Sauerstoffversorgung, der Muskelstoffwechsel nicht steigern, zum mindesten nicht, wenn die Durchblutung oberhalb eines niedrigen (im Leben kaum vorkommenden) Grenzwertes lag. Diese erste Möglichkeit war auch deshalb schon unwahrscheinlich, weil die wesentlichsten arterio-motorischen Nerven gemeinsam mit dem motorischen verlaufen und also in den genannten Versuchen zugleich mit diesen durchschnitten waren.

Wesentliche Argumente schienen dafür zu sprechen, daß innere Sekrete, vor allem die Schilddrüsenhormone, die chemische Regulation vermitteln. *Hans Horst Meyer*¹⁴⁾ hatte auf Grund von Versuchen *Mansfelds*¹⁵⁾ gefolgert,

¹²⁾ *Freund* u. *Janssen*, Pflügers Arch. Bd. 200 (im Druck) 1923.

¹³⁾ *Odermatt*, *Brunns' Beitr. z. klin. Chir.* Bd. 127, S. 1 (1922).

¹⁴⁾ *H. H. Meyer*, *Naturwissenschaften* (1920).

¹⁵⁾ *Mansfeld* u. *von Pap*, Pflügers Arch. Br. 184, S. 281 (1920).

daß die Nervenbahnen vom Wärmezentrum aus zur Schilddrüse liefen; dort nahm er die Umschlagestelle an, an der die nervöse Leitung aufhöre und statt ihrer chemische Stoffe — „Heiz- und Kühkhormone“ — gebildet werden, die dann auf dem Blutwege die Stoffwechseländerung hervorrufen. Aber die chemische Regulation des motorisch entnervten Muskels blieb auch dann in unveränderter Weise nachweisbar, wenn die Schilddrüse vor dem Versuch herausgenommen war. Durch diese Erfahrung wird die eben skizzierte Hypothese unhaltbar.

Schließlich glückte der Nachweis, daß es die dritte der angeführten Möglichkeiten ist, deren sich der Organismus zur Regulation des Stoffwechsels bedient. Eine einseitige Entfernung der Nervengeflechte, welche in der Adventitia der zu der betreffenden Muskelgruppe führenden Arterie verlaufen, hob die chemische Regulation der gleichseitigen Muskulatur auf, während der Muskel der anderen Seite chemische Regulation zeigte. Noch schlagender war das Resultat bei fiebernden Tieren. Hier liegt der Sauerstoffverbrauch des motorisch entnervten ruhenden Muskels (pro 1 g und 1 Minute) um 25—30 % höher als bei normalen Tieren. Wurde im Fieber einseitig die Durchschneidung der periarteriellen Nerven vorgenommen, so hörte das Bein der operierten Seite zu „fiebern“ auf; sein Sauerstoffverbrauch entsprach der Norm, während er zur gleichen Zeit auf der Gegenseite noch fieberhaft erhöht war.

Mit diesen Versuchen ist zum ersten Male eine direkte Innervation der Stoffwechselvorgänge ohne Steigerung spezifischer Organleistungen aufgedeckt, die in ihrer Bedeutung weit über das Problem der chemischen Regulation hinausgeht. Hier soll aber nur auf die letztere eingegangen werden. Periarterielle Nerven führen zu allen Organen des Körpers. Ihre Bedeutung für die chemische Regulation ist für den Muskelstoffwechsel bewiesen und für den Leberstoffwechsel sehr wahrscheinlich gemacht (Gesamtstoffwechseluntersuchungen; Ausbleiben der Stoffwechselerabsetzung bei Überhitzung nach periarterieller Entnervung der Leber)¹⁶⁾. Somit ist anzunehmen, daß das Wärmezentrum auf der Bahn dieser Nerven Einfluß auf die Stoffwechselgröße aller Teile des Körpers habe. Wie dieser Nerveneinfluß im einzelnen wirksam wird, darüber fehlt uns bisher jede Kenntnis.

¹⁶⁾ *Plaut*, *Zeitschr. f. Biol.* Bd. 76, S. 183 (1922).

Die Projektion der geologischen Karte.

Von *Max Eckert*, Aachen.

Mit der Projektion der geologischen Karte berühren wir ein Gebiet, an das man bisher nur zaghaft herangetreten ist. Vor 1900 kümmerte man sich kaum darum. Erst die paläogeographische Karte und die Internationale Geologische

Weltkarte (wir wollen sie I. G. K. nennen) rütteln im neuen Jahrhundert die geologischen Gemüter auf, der Projektion auf geologischen Karten etwas mehr Aufmerksamkeit als bisher zu schenken. Die alt üblichen winkeltreuen Pro-

jektionen haben in der Gunst des Geologen wesentlich eingebüßt. Mehr und mehr gibt man den flächentreuen den Vorzug, in der Erkenntnis, daß man die Areale der geologisch unerforschten Gebiete und der geologischen Gruppen, Provinzen und Einheiten nicht bloß in Tabellen auf dem Papier berechnet, wie es beispielsweise durch *A. v. Tillo* geschehen ist, sondern auch im Bilde auf der Karte veranschaulicht haben will.

Unter den älteren geologischen Kartenwerken sei auf *H. Berghaus'* Physikalischen Atlas, Gotha 1892, hingewiesen, in dem nach reiflicher Überlegung der Flächentreue schon einigermaßen Rechnung getragen wird. Die Mercatorprojektion ist gegenüber der älteren Auflage merklich zurückgedrängt. Viel könnte man über die Sünden schreiben, die durch die Mercatorprojektion auf geologischen Karten herbeigeführt worden sind, selbst auf den jüngeren paläogeographischen Karten. Alle Karten, die sich der Mercatorprojektion bedienen, krankten an einer unerquicklichen Flächenfälschung. Sie ist eben für ganz andere Zwecke geschaffen. Verwandt in der Flächenfälschung ist ihr die sogenannte stereographische Projektion. Sie alle sind in der Hauptsache für geologische Darstellungen zu verwerfen. Ferner sind auch sternförmige Entwürfe zu vermeiden, wie die von *A. Steinhauser*, *Aug. Petermann* u. a. Die Zerlappung der Erdbilder stört die kontinuierlichen Formen und schließlich das kontinuierliche Denken.

Bei den paläogeographischen Erdkarten herrschte bis ins erste Dezennium des neuen Jahrhunderts die Mercatorprojektion vor. Man wußte eben nichts anderes, obwohl die Bearbeiter der Karten hätten aufstützig werden müssen, auf eine Karte, die von vornherein falsche Flächen gibt, ein Bild zu konstruieren, dessen Richtigkeit vielfach von vornherein mancherlei Zweifeln unterworfen ist. Für paläogeographische Karten ist einzig und allein das flächentreue Netz die gegebene Projektion. Ausnahmen sind gestattet, wenn man z. B. mit einem kreisförmigen Umfang das gesamte Erdbild umfassen will, wenigstens das, soweit es sich in der Landhalbkugel wieder gibt. Dazu ist weder *Lamberts* flächentreues Erdbild noch ein Entwurf von *Grinten* geeignet; dagegen hätte man recht gut für gewisse geologische, insbesondere paläogeographische Zwecke auf *H. James'* Entwurf zurückgreifen können, der innerhalb eines Kreisumfangs nahezu $\frac{1}{2}$ der Erdoberfläche umfaßt. Das konnte allerdings nur der Projektionstheoretiker wissen; bei einem solchen scheint man leider nie angefragt zu haben. So wäre z. B. in *Fr. Kossmats* kleiner Paläogeographie *James'* Netz am Platze gewesen.

Ein erfreulicher Anstoß zum Gebrauch flächentreuer Karten führt auf *A. de Lapparent* zurück. Als ein durchaus kritischer Kopf sah *Lapparent* mit der Zeit ein, daß die Erdbilder, wie er sie in den ersten Auflagen seines *Traité de géologie* in Mercatorprojektion brachte, der

Paläogeographie nichts nützen konnten und hat infolgedessen in der 5. Auflage, Paris 1906, *Lamberts* flächentreue Azimutalprojektion für seine Erdhalbkarten angewendet, was er auf S. 732 seines Werkes eingehender begründet¹⁾. Von der Flächentreue geologischer Karten war außer *Lapparent* zuerst *E. Koken* überzeugt. Er hat dieselbe Wandlung seiner Ansichten wie *Lapparent* durchgemacht. In seinem Werke über die Vorwelt und ihre Entwicklungsgeschichte, Leipzig 1893, gebrauchte er noch die Mercatorkarte, dagegen 1907 bei der Zeichnung der Länder und Meere zur permischen Zeit die Hammersche Projektion²⁾. Im Text dazu heißt es: „Die Verzerrung der Umrißlinien der an der Peripherie gelagerten Länder wird reichlich aufgewogen durch den Vorteil, die wahren Größenverhältnisse jederzeit entgegenzunehmen.“ Dr. *Kreichgauer* hat sich der gleichen Projektion bedient. Auch *E. Daqué* hat sich von der Anwendung der flächentreuen Projektionen überzeugen lassen und einer meiner flächentreuen Projektionen wendet er seine besondere Aufmerksamkeit zu³⁾. Diese Projektion ist bereits für geologische Karten benutzt worden; so hat sie *Karl André* in seiner Geologie des Meeresbodens, II. Bd., zur Veranschaulichung der Verbreitung der rezenten Meeressedimente und des Treibeises gebraucht. In der Karte, die *Daqué* seinen Grundlagen und Methoden der Paläogeographie beigegeben und der Verbreitung der diluvialen Eiszeit gewidmet hat, ist von *F. Levy* in der flächentreuen Projektion von *Mollweide* entworfen und gezeichnet worden.

Voranstehende kleine Auslese von neueren geologischen bzw. paläogeographischen Karten, die das ganze Erdbild umfassen, zeigt genugsam, daß in geologischen Kreisen sich das Gewissen geregt hat, auch in projektionstechnischer Hinsicht nicht mehr an alt Verschimmeltem hängen zu bleiben. Bei der internationalen geologischen Europakarte hätte man bereits auf eine bessere Projektion hinarbeiten können. Um so mehr ist man erstaunt, durch die Projektion der geplanten geologischen Weltkarte in 1 : 5 000 000 (I. G. K.) zur alten äquatorständigen winkeltreuen, sog. stereographischen Projektion zurückgeworfen zu werden, zu einer Projektion, die jahrhundertlang das Erdhemisphärenbild beherrscht hat — eben weil man damals keine bessere kannte —, und die nun glücklich aus jedem bessern Atlas und Erd-

¹⁾ Die Projektion ist von *Lambert* und nicht von *Lapparent*, wie *E. Daqué* annimmt. Wie auf seiten der Geologen falsche Anschauungen über Namen und Wesen verschiedener Projektionen herrschen, erörterte ich eingehender im II. Band meiner „Kartenwissenschaft“, der 1924 im Buchhandel erscheint.

²⁾ Daß *Koken* von „Bludauscher Projektion“ spricht, ist ein Irrtum, für den er nicht verantwortlich zu machen ist. Vgl. Anm. 4 auf S. 132 meiner Kartenwissenschaft, Bd. I.

³⁾ *E. Daqué*: Grundlage und Methoden der Paläogeographie. Jena 1915, S. 206.

halbenbild hinausgeworfen ist⁴⁾. Sie bei einem derartig bedeutenden Kartenwerke wie einer großmaßstabigen Weltkarte wieder aufzuwärmen, bedeutet einen ganz bedenklichen Rückschritt in der Wissenschaft. Entweder liegt hier ein bedauerlicher Irrtum vor oder eine starre Voreingenommenheit. Für die Auswahl der stereographischen Projektion scheint *Fr. Beyschlag* ausschlaggebend gewesen zu sein⁵⁾; in seinen Fußtapfen wandelt *J. Ahlburg*⁶⁾. Für die Anwendung der stereographischen Projektion werden folgende Gründe ins Feld geführt. Da „die Weltkarte eine übersichtliche Zusammenstellung des geologischen Wissens der Erde anstrebt“, soll „die Karte in erster Linie als Wandkarte verwendbar“ sein. Die Wandkarte, d. h. jede Erdhalbe, denn die Weltkarte soll in zwei Halbkugelansichten erscheinen, würde nach meiner Berechnung über eine Höhe, bzw. Breite von nicht ganz 4 m verfügen, nach *Beyschlag* 4,5 m (beide Erdhalben zusammen $4,5 \times 9$ m). Der Hörsaal dürfte wohl vielen erwünscht sein, wo es möglich ist, so große Wandkarten aufzuhängen. Ob man sie dann noch ohne Leiter studieren kann, ist zweifelhaft, und man wird sich bloß mit dem Hinweis auf allgemeine Züge begnügen müssen, falls die Farben einen dabei genügend unterstützen, was aber nur in den größten Umrissen möglich ist. Und ist dies bloß möglich, dann ist es nicht notwendig, ein Karten-Mastodon an die Wand zu zwingen, wo eine Wandkarte kleineren Maßstabes vollkommen genügt. Zu Studienzwecken wird die Weltkarte 1 : 5 000 000 doch Mappenkarte bleiben. Will man ein geschlossenes Halbkugelbild haben, dann wären flächentreue Bilder ebenso als „Wandkarte“ vorzuziehen, für vorliegenden Zweck am besten das nach *E. Hammer*. Auch das nach *J. H. Lambert* hätte sich ebenso geeignet. Man sehe sich doch einmal recht genau die physische Ausgabe der beiden Planiglobenkarten der Erde an (jede 160×160 cm), die *H. Haack* entworfen hat.

Da die stereographische Karte die Winkel-treue für sich hat, d. h. nur in kleinsten Teilen und nicht über größere Flächen (!), gebührt ihr nach *Beyschlag* und *Ahlburg* der Vorzug. Von den flächentreuen Projektionen sagt ersterer, daß sie „die Form der Landumrisse wie die Richtung der Faltengebirgszüge unerträglich verzerren“. Nun gut, die Verzerrung muß in Kauf genommen werden, aber gegenüber der „Verzerrung der

⁴⁾ Um die stereographische Projektion für die Halbkugelbilder in einem besseren deutschen Atlas zu sehen, muß man schon zu einer Ausgabe des großen Stiellerschen Atlas zurückgehen, die gegen Mitte des vergangenen Jahrhunderts erschienen ist. Heute fristet die Projektion ihr Dasein bloß noch in projektionstechnischen Schriften.

⁵⁾ *Fr. Beyschlag*: Die großen geologischen Übersichtskarten. Zeitschr. für prakt. Geol. Berlin 1913, S. 378—383.

⁶⁾ *Joh. Ahlburg*: Die Geologische Karte der Welt i. Maßst. 1 : 5 000 000. Der Geologe. Auskunftsbblatt f. Geologen u. Mineral. Leipzig 1913, S. 195—202.

Areale“ ist sie nicht unerträglich. Und es ist nicht bloß eine Vergrößerung der Flächen, sondern in der Tat eine Verzerrung, ja eine Übertreibung, wie *Emm. de Margerie* sagt⁷⁾, wenn z. B. die Randgebiete bei der stereographischen Projektion drei- bis sechsmal (vom Polarkreis aus äquatorwärts gerechnet) größer als die entsprechenden Mittelgebiete sind. Herrscht z. B. im Mittelpunkt der Karte ein Maßstab 1 : 600 000, so an der Peripherie einer von nahezu 1 : 3 000 000. Auch diesen Punkt hat *Ahlburg* ventiliert und trotzdem wirft er sich in die Arme der stereographischen Projektion, indem er besonders hervorhebt, daß auf flächentreuer Konstruktion die „alpinen Faltengebirgszüge völlig zerstört“ würden. Das ist mir nicht klar. Man mag nur diese Züge einmal auf *Haacks* Planiglobenkarte übertragen, dann wird man sicherlich zu einem andern Urteil gelangen. Richtig ist, daß am Rande der flächentreuen Karte die meridional streichenden Faltenzüge verlängert (im äußersten Falle 15 bis 20 %) und die äquatorial verlaufenden verkürzt sind (ebenfalls höchstens 15 bis 20 %); aber sie bleiben trotz allem flächengleich. Diese Verkürzung bzw. Verlängerung will man mit dem winkeltreuen Entwurf vermeiden und nimmt dafür lieber in Kauf, daß ganz ungebührliche Verlängerungen von der Mitte nach dem Rande der Karte zu erfolgen (bis 300 % und mehr), und daß die Randgebiete um rund 600 % zu groß gegenüber den mittleren Gebieten abgebildet werden und daß auf dem ganzen Kartenbild überhaupt kein richtiges Größenverhältnis herrscht, also kein Vergleich von Größe und Ausdehnung der Kettengebirgszüge möglich ist. Und sind diese Vergleiche für eine geologische Karte nicht wichtiger als die *halbwegs* richtige Schnitt-richtung der Gebirgskette durch den Meridian! Aus allem dem geht hervor, daß die Anwendung der stereographischen Projektion für eine geologische Weltkarte großen Maßstabes einen wissenschaftlichen Rückschritt bedeutet, wie ich oben schon hervorgehoben habe.

Doch will ich nicht bloß kritisieren, sondern mich auch bemühen, Mittel und Wege zu zeigen, wie es besser zu machen ist.

Wenn die geologische Weltkarte tatsächlich eine Karte der ganzen Erde sein soll, muß sie in einem geschlossenen Rahmen auftreten, nicht als West- und Osthalbe, wodurch die Erdhülle zweimal zerschnitten wird. Am besten ist meiner Meinung nach in vorliegendem Falle das *Netz von Mollweide*, wie es in *Berghaus'* Physikalischen Atlas oder bei *Dacqué-Levy* angewendet ist, aufgeschnitten im 180. Meridian. Praktischer ist der 190° ö. L., der durch die Beringstraße läuft und Asien von Nordamerika scheidet. Gegen den Maßstab 1 : 5 000 000 ist bei der jetzi-

⁷⁾ *E. de Margerie*: La carte géologique du monde. Rapport présenté au Congrès géologique International, le 7 août 1913. La Géographie XXVIII. Paris 1913, S. 389, Anm. 1.

gen allgemeinen geologischen Kenntnis nichts einzuwenden. Bei dem Mollweideschen Eirund wird der Äquator nach dem geforderten Maßstab rund 8 m lang und der mittlere Meridian 4 m, also die Gesamtkarte $\frac{1}{2}$ m kürzer in der Nord-südrichtung und 1 m kürzer in der Westostrichtung als die I. G. K. nach *Beyschlag*. Und wollte man die neue Weltkarte durchaus als Wandkarte aufhängen, dann könnte man ruhig im O und besonders im W des Eirundes abschneiden, ohne das geologische Gesamtbild der Erde wesentlich zu verletzen; denn die abgeschnittenen Teile fielen doch nur ins Wasser des Großen Ozeans. Die winzigen Inseln, die in Mitleidenschaft gezogen würden, wären bei dem sonst massigen Gesamtbild zu verschmerzen. Auf diese Weise wäre es möglich, sogar die westöstliche Ausdehnung von 8 m um 1 bis 2 m zu kürzen, was bei den Erdhalben in stereographischer Projektion vollständig ausgeschlossen ist. Die Schnittlinie durch den Pazifischen Ozean ist auch deshalb so günstig, weil nur geologisch belanglose Gebiete zerschnitten werden. Ferner bewahren die Kontinentalmassen noch einen gewissen Abstand von dem Rand des Bildes und bleiben infolgedessen von der vielleicht *etwas* unerträglichen Randverzerrung verschont. Ganz bedeutend gewinnen Europa und Afrika inmitten des Kartenbildes, und die kleine Längenverzerrung beider Kontinente, die für viele kaum wahrnehmbar ist, nimmt man gern in Kauf. Wohl zu beachten sind beim Mollweideschen Netz auch die gestreckten Parallelen, die den großen Vorteil bieten, daß die ostwestlichen Richtungen genau so wie auf dem Globus innegehalten werden, also sich naturgemäß verfolgen lassen.

Wichtig ist die Einteilung der Weltkarte in Sektionen, sowie deren Anzahl. Ich halte mich bei meinen Ausführungen an das, was *Beyschlag* auf einem der vier mittelsten Sektionsblätter bringen würde; denn von einem solchen Sektionsblatt muß bei der Bearbeitung der I. G. K. in der stereographischen Projektion ausgegangen werden, wenn eine einigermaßen einheitliche Arbeitsmethode auch für die anderen Blätter befolgt werden soll. Denn in der Mitte der stereographischen Projektion hat die kartographische Darstellung mit den größten Schwierigkeiten zu kämpfen, weil hier auf viel kleinerem Raum zu veranschaulichen ist, was sich in den Randgebieten auf vier- bis sechsmal größere Räume verteilt. Je eine der vier mittleren Sektionen umfaßt ungefähr 40 Grad in der Breite und 30 Grad in der Höhe, also rund 1200 Eingradfelder. Auf der äußerlich gleich großen Sektion 44 (alle Sektionen sind äußerlich gleich groß!), die in der Hauptsache Mitteleuropa umfaßt, werden nur ungefähr 600 Eingradfelder von dem Sektionsumriß

umschrieben. Wie hat man sich in der geologischen Kommission der I. G. K. die Bearbeitung so ungleicher Flächen vorgestellt? Kann da eine einheitliche Methode der Bearbeitung befolgt werden? Kann sodann diese Methode und später das fertige Bild einer tieferen wissenschaftlichen Kritik standhalten? — Meiner Überzeugung und Erfahrung nach darf bei einem so großen, wenn auch internationalen Werke nur die *gleiche* Methode überall walten; dazu gebraucht man, wenn ein in allen Teilen möglichst *gleichbürtiges* Bild erzeugt werden soll, *gleichgroße* Flächen. Das heißt mit anderen Worten: Die Sektion, in der Europa liegt, muß unbedingt dasselbe Areal besitzen wie die Sektion, in der sich Vorder- und Hinterindien ausbreiten. Nur unter dieser Voraussetzung ist eine gedeihliche gleichmäßige Arbeit gesichert — ganz gleich von welcher Sektion aus die Bearbeitung erfolgt — und ein wissenschaftlich befriedigendes Endergebnis gewährleistet.

Bei der Mollweideschen Karte wird — vorausgesetzt, daß wir eine mittlere Sektion der stereographischen Projektion als maßgebend gelten lassen — eine Sektion in der Höhe 30 Grad umfassen, in der Breite nicht ganz 40 Grad. Auf diese Weise ergeben sich für die gesamte Karte 56 Sektionen, je eine zu 66×80 cm. Es ist ein großes, aber immerhin noch brauchbares Blattformat. Das der I. G. K. ist etwas handlicher, 56×75 cm. Dagegen umfaßt sie im ganzen 80 Sektionsblätter. Darunter sind 8, die die Teilgebiete von 16 Randsektionen bringen, und zwar da, wo nur Bruchteile des Sektionsblattes von der Projektion angefüllt werden. Unter der gleichen Voraussetzung wie bei der I. G. K. verringert sich die Anzahl der Sektionen bei *Mollweide* noch um weitere 4, so daß im ganzen bloß 52 Sektionen notwendig sind. Die Einteilung in 52 Sektionen ist zweifelsohne praktischer und vorteilhafter als die in 80 Sektionen. Nicht allein, daß alle Gebiete in einem einheitlichen Maßstab dargestellt sind, werden bei dem Mollweideschen Entwurf auch Papier und Areal viel besser als bei der stereographischen Projektion ausgenutzt; denn bei der geologischen Weltkarte, wie sie bis jetzt geplant und eingeteilt ist, sind unter den 80 Sektionen rund 40, die geologisch belanglos sind, sozusagen „leere“ Karten; so wird tatsächlich nur Papier verschwendet. Dagegen bei der von mir vorgeschlagenen Projektion kommen bloß 10 Sektionen in Betracht, die geologisch nicht viel bieten.

Vielleicht ist es möglich, noch gut zu machen, was versehen ist, vielleicht ist es ein Segen, daß die Ausgabe der internationalen geologischen Weltkarte durch die Kriegswirren ins Stocken geraten ist.

Besprechungen.

Niggl, Paul, Gesteins- und Mineralprovinzen. Band I. Einführung. Zielsetzung. Chemismus der Eruptivgesteine, insbesondere der Lamprophyre, von P. Niggl und P. J. Beger. Berlin, Gebr. Borntraeger, 1923. XVI, 602 S. und 202 Abb. 17 × 28 cm. Preis Gz. 36.

Die zeitliche und räumliche Verteilung der Gesteine und Mineralassoziationen in der Erdrinde ursächlich zu erkennen und die in ihr waltenden physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten aufzudecken, ist seit langem ein wichtiges Endziel der Petrographen und Geologen. Je mehr die Erkenntnis der Einzeltatsachen wuchs, je größer die ungeheure Fülle der Beobachtungen im Schrifttum aller Länder answoll, um so größer war aber auch für jeden, der verallgemeinernde Schlüsse zu ziehen versuchte, die Gefahr der Einseitigkeit und der Vernachlässigung großer Teile der gemachten Beobachtungen. So ergab sich die Notwendigkeit der statistischen Zusammenstellung der Erkenntnisse. H. Rosenbuschs Werke über die Mikrographie der Eruptivgesteine, die Analysenzusammenstellungen und Verarbeitungen von Justus Roth, A. Osann und H. S. Washington berücksichtigten nur Teile des Gesamtgebietes, ebenso H. E. Boekes „Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie“. Zahlreiche mehr oder minder gelungene Mineraltopographien verschiedener Länder und Lagerstättenwerke behandelten vorzugsweise schöne und bedeutende Mineralfunde, Erze oder sonstige nutzbare Mineralien. Aber das bedeutete alles immer wieder nur Teillösungen. Entweder war der zugrunde liegende Gesichtspunkt zu eng, oder aber der verfügbare Stoff zu begrenzt. Niggls Werk soll nicht Halt machen, wenn der Chemismus oder die Mikrographie oder die Mineralogie der Gesteine behandelt ist, oder soll sich nicht beschränken auf die als „Gesteine“ bezeichneten weltweit verbreiteten Mineralassoziationen, oder auf solche Mineralien, die dem Menschen Nutzen bringen: er will alle Gesteins- und Mineralassoziationen der Erdrinde nach allen Gesichtspunkten regional und temporal unter Berücksichtigung der geologischen Verknüpfung vergleichen, statistisch übersichtlich darstellen und so versuchen, die obwaltenden physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten herauszuarbeiten. Er will, um es kurz zu sagen, die *Physiologie der festen Erdrinde* darstellen.

Dieses Wissenschaftsgebiet steht als die „Lehre von den Mineralgesellschaften und Mineralagerstätten“ in weitestem Umfang gleichartig der Lehre von den homogenen mineralischen Einzelorganismen, der eigentlichen Mineralogie, gegenüber. Umfassend wurde diese Wissenschaft von den Mineralgesellschaften und den Mineralagerstätten bisher noch nicht behandelt. Teile von ihr sind Gesteinskunde und Erzlagerstättenlehre. Die Aufgabenkreise dieser umfassenden „*Minerocönologie*“ präzisiert der Verfasser folgendermaßen:

1. Analytische Untersuchung der Mineralgesellschaften in qualitativer und quantitativer Hinsicht, zum Teil unter Berücksichtigung statistischer Methoden.
2. Studium des Vorkommens und der Verbreitung der Mineralgesellschaften. Chronologische und topographische Lagerstättenlehre.
3. Studium der Entstehung der Mineralagerstätten und der Beziehungen der einzelnen Mineralarten zueinander. Innere Korrelationslehre.
4. Studium der Beziehungen der Mineralgesellschaften

zueinander vom provinziellen und allgemein genetischen Standpunkte aus. Äußere Korrelationslehre.

5. Ausarbeitung einer allgemeinen minerocönologischen Systematik.

Diese Aufgaben stellen zugleich das Programm des mehrbändig gedachten Werkes dar, von dem der erste Band nun hier vorliegt.

Nach einer Einleitung werden im zweiten Abschnitt die Umriss der Problemstellung skizziert und eine erste Übersicht über die mineralbildenden Prozesse und die Mineralagerstätten gegeben. Als Beispiel, wie sich Verf. die Behandlung des Gegenstandes denkt, werden im dritten Abschnitt einige ausgewählte gut bekannte *magmatische Gesteins- und Mineralprovinzen* vorweggenommen. Es ergibt sich dabei Gelegenheit, die eigenartige und neuartige Untersuchungsweise und Beschreibungsmethodik des Verf. kennen zu lernen. Von *magmatischen Gesteinsprovinzen* werden gewählt das Gotthardmassiv in der Schweiz und das Kristiania-gebiet in Norwegen. Gegensätzliche chemische und mineralogische Beziehungen lassen den Begriff der provinziellen Verwandtschaft aller Gesteine eines Gebietes schärfer hervortreten. Es werden bereits Hinweise gegeben auf tiefere Zusammenhänge zwischen Magmenaufwärtsbewegung, Abkühlung, Differentiation und Kristallisation. Es wird bereits hier als ein zwar nicht neues, aber in den letzten Jahren stets schärfer erkanntes Gesetz formuliert: *Die Verwandtschaft der Gesteine einer magmatischen Provinz ist eine Blutsverwandtschaft; die Differentiation ist eine durch äußere Umstände (Temperaturgefälle, Druckgefälle, Gravitation) bedingte Sonderung der auskristallisierenden festen Phasen.* Noch tiefer in die Erdphysiologie dringen die Beziehungen ein zwischen magmatischer Aktivität und allgemeiner Erdtektonik. Sie sind gleichfalls schon lange als in einem gewissen Zusammenhang stehend erkannt, aber es fehlte die Grundlage hierzu, ein wirklich eingehender Vergleich der verschiedenen magmatischen Provinzialtypen.

Ähnlich wird ein Beispiel der magmatischen Mineralagerstätten behandelt. Hier interessiert vor allem des Verf. Art, die Mineralvergesellschaftungen quantitativ zu erfassen. Auch die kristallographische Ausbildung der Mineralien als Ausdruck physikalisch-chemischer Bildungsbedingungen wird zahlenmäßig zu erfassen gesucht.

Ein ganz besonders wichtiges Kapitel ist aber die Darstellung der *bauschalchemischen Verhältnisse der Gesteine*. Hier bespricht Verf. ausführlich eine schon aus seinen früheren Arbeiten bekannte schaubildliche Darstellungsart des Chemismus eines Gesteins, die gleicherweise auf Eruptivgesteine, Sedimente und metamorphe Gesteine angewandt werden kann, und die gestattet, rasch und einfach Hunderte von petrographischen Provinzen chemisch miteinander zu vergleichen. Hier berührt Niggl eine große Schwierigkeit der Gesteinskunde: die Vergleichung des aus der Bauschanalyse sich ergebenden rechnerischen oder „normativen“ mit dem wirklichen oder „modalen“ Mineralbestand. Das eigentliche hier dahinter steckende Problem wird auch sofort schon an dieser Stelle diskutiert: das ist die Frage nach einer *natürlichen Klassifikation der Gesteine* oder die Überbrückung der von allen Forschern betonten Inkongruenz zwischen mineralogischer und chemischer Klassifikation. Eine radikale Änderung der Nomenklatur scheint dem Verf. heute unmög-

lich zu sein. Er befürwortet nur die Einführung eines mehr „hierarchischen“ Prinzips, also einer Art Doppelnamen, und im Verein damit will er gewissen Namen eine sinngemäß erweiterte oder eingengte Bedeutung verleihen. Die Grundlage der Systematik soll chemisch sein, und die Einteilung soll eine solche in *Magmentypen* sein. Dabei behält der eigentliche Gesteinsname seinen mineralogischen Inhalt, aber zu seiner genaueren Präzisierung gehört eine Magmenbezeichnung. Beispiele: engadinischer Biotitgranit, normalgranitischer Augitgranit, ijolithischer Ijolith. Da im zweiten Band des Werkes nach Behandlung der magmatischen Gesteinsprovinzen auf diese Frage noch einmal genauer eingegangen wird, soll die Besprechung dieses äußerst wichtigen Punktes dann ausführlicher geschehen.

Das fünfte Kapitel endlich bringt einen *Überblick über die hauptsächlichsten Magmentypen und über die silikatischen Eruptivgesteine*, gegliedert nach der vom Verf. schon früher vorgeschlagenen Dreiteilung, Kalkalkalireihe, Natronreihe, Kalireihe. Es ist hier eine außerordentliche Fülle von Material auf kürzestem Raum zusammengedrängt. Zahlreiche Zahlentafeln erläutern den Chemismus und einige Schaubilder die chemischen und Verwandtschaftsverhältnisse. Den Schluß bildet die summarische Zusammenfassung der Mittelzahlen und ihre Darstellung in Differentiationsdiagrammen, ferner die Anleitung zur Berechnung der Norm eines Gesteins (der „Standardminerale“).

Damit schließt Verf. die Einführung in das Werk ab, die in einer etwas ungewöhnlichen essayistischen Art dargeboten wird. Es läßt sich nicht verkennen, daß ein streng systematischer geschlossener Aufbau des ersten Bandes fehlt. Der Verfasser betont aber selbst, daß es ihm nur dann möglich war, die nächsten Bände einheitlich und geschlossen darzustellen, wenn er zunächst eine Reihe nur lose miteinander zusammenhängender Begriffe und Berechnungsmethoden vorweg bringt. Das erzeugt sogar ein gewisses unbefriedigtes Gefühl beim Lesen des Buches, denn fort und fort möchte man viel mehr und viel eingehender das wissen, was Verfasser nur andeutet. Der Verfasser möge aber dieses Unbefriedigtsein zu seinen Gunsten deuten, denn es entspringt dem lebhaftesten Wunsch, die oft sehr kühnen und weittragenden Folgerungen des Verfassers im Zusammenhange in geschlossenerem Aufbau und in systematischer Anordnung ausführlich dargestellt zu sehen. An dieser Form der Einleitung mag es auch liegen, daß manchmal Literaturhinweise hier noch nicht gebracht werden. Der Handbuchcharakter des Buches, die erdrückende Fülle der Einzelheiten und die weitreichenden Schlüsse, die daraus gezogen werden, verlangen eine möglichst lückenlose und sorgfältige Angabe aller Quellen.

Eine Art Zwischenstellung nimmt der folgende Teil VI ein, der die Seiten 217—582 umfaßt. Er ist von *J. P. Beger* (Tübingen) verfaßt und behandelt den *Chemismus der Lamprophyre*. Teils ist dieser Abschnitt noch als Beispiel der Behandlung des Chemismus einer Gesteinsgruppe gedacht, sein großer Umfang und die eingehende Bearbeitung lassen ihn aber schon als einen Teil des eigentlichen Hauptwerkes, außerhalb der Einleitung erscheinen. Als Lamprophyre werden heute gewöhnlich gangförmige Nachschübe oder Schlieren und Randfaziesbildungen in Intrusivgesteinen zusammengefaßt, die chemisch in einem gewissen polaren Gegensatz zu den geologisch gleicherweise auftretenden Apliten stehen, indem in ihnen die Al-freien Kerne gegenüber den feldspatbildenden Kernen und dem Quarz

bedeutend angereichert sind. Ihre gesonderte Behandlung hat einmal eine gewisse allgemeine Bedeutung für die Differentiationsprozesse im Magma überhaupt. Aus dem chemischen Gegensatz der lamprophyrischen Schlieren und Gänge zu ihrem Tiefengestein hat man von jeher, und mit Recht, auf ähnliche Sonderungsprozesse innerhalb größerer Magmenräume geschlossen. Ferner stellt die Gesamtheit der Lamprophyre eine Gesteinsgruppe dar, in der viele Glieder zwar gleichen Chemismus, aber ganz verschiedene Mineralzusammensetzung oder Struktur haben, so daß die gegenseitigen Beziehungen zwischen diesen drei Faktoren an ihnen genau verfolgt werden können. Auch das Umgekehrte kommt öfters vor.

Endlich ist vor allem durch frühere Arbeiten *Begers* selbst bei ihnen eine Reihenvermischung nachgewiesen, d. h. geologisch zusammengehörige Glieder gehören chemisch und mineralologisch teils einer Alkali-, teils der Kalkalkalireihe an. Eine nach der Nigglichschen Berechnungsweise durchgeführte Untersuchung der Lamprophyre war somit der stärkste Prüfstein für die Berechnungsweise sowohl, als auch für die von *Niggli* angegebene Klassifikation in die drei Reihen. *J. P. Beger* hat nun in einer außerordentlich fleißigen und mühevollen Studie alles zusammengetragen, was von anderen und von ihm selbst über den Chemismus der Lamprophyre gearbeitet wurde, hat das Material kritisch gesichtet, es nach *Niggli*s Methode ungerechnet und passend gruppiert. Es werden zunächst die einzelnen Lamprophyarten gruppenweise zusammengefaßt und in ihren chemischen Verhältnissen charakterisiert, sodann die chemischen Beziehungen untereinander diskutiert. Stets wurde das ungeheure Zahlenmaterial in anschaulichen Kurven dargestellt. Außerordentlich wichtig sind die vielen Häufigkeitskurven. Das wichtigste Ergebnis ist, daß die *gebräuchlichen Einzelnamen innerhalb der Lamprophyre*: Minette, Kersantit usw. *nicht einem chemischen Typus, sondern nur einem mineralologisch-strukturell scharf definierten Typus entsprechen*, neben dem geologisch-genetischen Moment natürlich, das überhaupt im Begriff „Ganggestein“ liegt. Jede Einzelgruppe aber hat eine große chemische Variationsbreite. Die mittlere Zusammensetzung aller Lamprophyrr Reihen ist fast gleich, und zwar entspricht sie dem gabbroiditischen Magmentypus. Sehr wichtig sind auch die Vergleiche der lamprophyrischen Randfazien mit den eigentlichen Lamprophyrgängen. Erstere sind im allgemeinen wesentlich saurer als das Mittel der Gänge. Ihre mineralologisch-strukturellen Eigenschaften als Ausdruck der physikalisch-chemischen Verhältnisse bei der Erstarrung sind wesentlich andere, so daß Verf. den Namen „lamprophyrisch“ bei den Schlieren und Randfazies ganz vermeiden und durch „basisch“ ersetzen möchte. Der Untersuchung der einzelnen Typen schließt sich die regionale Bearbeitung der einzelnen petrographischen Provinzen an. Jede Provinz wird nach den chemischen Eigentümlichkeiten charakterisiert, und es stellte sich heraus, daß trotz aller verwandtschaftlichen Beziehungen mit anderen Provinzen doch jede Provinz ein Individuum für sich ist mit bestimmten individuellen Charakteren. Was nun den Gang der Differentiation anlangt, durch den sich aus einem Magma lamprophyrische Gesteine abspalten können, so entspricht er völlig der durch *Bowen* heute zur Herrschaft gelangten *gravitativen Kristallisations-Differentiation*, unter Berücksichtigung der Wiederauflösung der zu Boden gesunkenen Kristalle und unter Mitbeteiligung leichtflüchtiger Bestandteile, die leichtbewegliche Additionsverbindungen bilden.

Aufs beste vermag diese Differentiationstheorie die auffällige Einheitlichkeit aller Lamprophyre zu erklären. — Jeder Petrograph wird *J. P. Beger* dankbar sein für die ausgezeichnete Untersuchung, für die Sichtung und bequeme Darbietung eines ungeheuren Tatsachenmaterials, für die Klärung mancher schiefer Auffassungen, für die jetzt eine statistisch-quantitative Grundlage gelegt ist. Auch wenn der eine oder andere Spezialforscher nicht allen seinen Schlüssen zustimmen wird, ist der bleibende Wert der Arbeit gesichert. Im Rahmen des Nigglichschen Werkes aber bedeutet das Begersche Lamprophyrkapitel mehr: es gibt uns einen Vorgeschmack von der Behandlungsweise der anderen Gesteinstypen und Mineralassoziationen und ihres provinziellen Verhältnisses, und wahrlich keinen schlechten!

H. Schneiderhöhn, Gießen.

Deecke, W., Die Fossilisation. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1923. VI, 216 S. 16×25 cm. Preis Gz. 6.

Seitdem das biologische Denken in der Paläontologie eine immer anwachsende Bedeutung erhalten und die rein systematisch-morphologische, klassifizierende Arbeitsrichtung nebst der chronologischen Betrachtungsweise der Fossilien ihre dominierende Stellung in der Paläontologie eingeübt hat, sind naturgemäß auch alle Fragen und Probleme in den Vordergrund des Interesses gerückt worden, die sich mit der Stellung der fossilen Organismen im Rahmen ihrer einstigen Umwelt beschäftigen. Dazu gehören nun nicht allein die Verfolgung aller Fragen, die die Klärung der Beziehungen des einst lebend gewesenen Organismus zu seiner einstigen Umwelt betreffen, sondern auch alle jene Probleme, die auf die Schicksale des verendeten und fossil gewordenen Lebewesens Bezug nehmen. Schon vor einer Reihe von Jahren habe ich, und seither immer wieder, auf die Notwendigkeit hingewiesen, auf das sorgfältigste jene Prozesse zu verfolgen, die vom Momente des Todes eines vorzeitlichen Lebewesens bis zu seiner heutigen Gestalt als „Fossil“ führen oder geführt haben. Vielfach sind in früherer Zeit die drei sehr verschiedenen Dinge: Lebensort, Todesort und Begräbnisort eines fossil gewordenen Lebewesens miteinander verwechselt worden und diese Verwechslungen haben zu sehr folgenschweren Irrtümern in der Beurteilung der Beziehungen der fossilen Lebewesen zu ihrer einstigen Umwelt geführt.

Es muß daher jeder Versuch, in das Problem der Fossilwerdung der Organismen tiefer hineinzuleuchten, mit Freude begrüßt werden. Obwohl es sich dabei zum Teil um Fragen handelt, die schon seit dem Beginn einer wissenschaftlichen Erforschung der vorzeitlichen Lebewesen aufgerollt und verfolgt worden sind, so hat es doch bis jetzt an einer übersichtlichen Zusammenstellung und einheitlichen methodologischen Behandlung derselben gefehlt. Diese Lücke sucht das vorliegende Buch auszufüllen und es ist sehr dankenswert, daß der Verfasser, dem ausgedehnte Kenntnisse auf diesem Gebiete zur Verfügung stehen, sich dieser Aufgabe unterzogen hat, die keineswegs eine leichte genannt werden kann.

Der Stoff des Buches erscheint in folgende Abschnitte gegliedert: Wesen der Fossilisation; Normale Veränderungen während und nach dem Absterben; Besondere, auf die Fossilisation günstig einwirkende Umstände; Für die Fossilisation ungünstige Bedingungen; Die Umsetzungen; Die Erhaltungsformen; Die Versteinerungsmittel; Häufigkeit der Fossilien; Über die Lage der Fossilien im Gestein; Mechanische Veränderungen der Fossilien im Gestein; Sammeln und Präparieren; Rekonstruktionsmethoden.

Der Verfasser betont im Vorworte, daß seine Schrift nicht für seine Fachgenossen bestimmt ist, sondern für die werdenden. Ich möchte jedoch, ohne mich von der Kategorie der „werdenden“ auszuschließen (denn jeder Forscher, der nicht vorzeitig senil verknöchert, bleibt bis an sein Lebensende ein lernender), hervorheben, daß dieses Buch ganz besondere Wichtigkeit für alle Fachgenossen besitzt, wenn auch zweifellos dies und das dem erfahrenen Fachgenossen geläufig sein dürfte. Vieles ist ja allerdings noch recht ungeklärt, steht noch mitten in der wissenschaftlichen Diskussion oder läßt sich doch auch von anderen Gesichtspunkten aus betrachten, als sie der Verfasser einnimmt. Aber dadurch wird der Wert des Buches in keiner Weise beeinträchtigt. Gerade in der übersichtlichen Zusammenstellung der verschiedenen, wenn auch zum Teil noch recht diskussionsbedürftigen Fragen aus dem Gesamtgebiete des Fossilisationsprozesses wird zweifellos das Interesse für diese Fragen in Fachkreisen von neuem angefeuert werden. Darin liegt ja aber der Wert einer solchen synthetischen Arbeit: zu erneuter Forschung und zu erneuten Lösungsversuchen verschiedener, noch nicht befriedigend gelöster Probleme anzuregen.

Ich kann nicht verschweigen, daß ich in manchen Einzelheiten, wie bezüglich der Frage der Rekonstruktionsmethoden fossiler Tiere anderer Meinung bin als mein verehrter Kollege. Vielfach handelt es sich aber dabei um bloße Mißverständnisse. Dies betrifft z. B. die Bemerkung (S. 199), daß meine Methode, ein fossiles Tier so lange „umzuzeichnen“, bis es einigermaßen „wahrscheinlich“ aussieht, als eine verkehrte anzusehen sei. Ich fürchte, daß zu dieser Bemerkung eine mißverständene Äußerung meinerseits Veranlassung gegeben haben könnte; nicht die wiederholte „Umzeichnung“ an und für sich sehe ich als einen Weg dazu an, allmählich zu einer richtigeren Vorstellung von dem Aussehen eines fossilen Tieres zu gelangen, sondern durch die wiederholte zeichnerische Festlegung der Anschauungen, die ein Forscher von dem Aussehen und der Körperhaltung usw. eines fossilen Lebewesens hat, muß er eben zur deutlicheren Erkenntnis der Fehler gelangen, die einer unfertigen Rekonstruktion noch anhaften, und die man dann allmählich zu beseitigen imstande ist. Aber dies ist eine Nebensächlichkeit. — Das Buch ist auffallend frei von Druckfehlern und sonstigen Übersehen, was von einer sehr gründlichen Behandlung und Verarbeitung des Stoffes zeugt. Daß sich auch bei größter Sorgfalt immer da und dort ein böser Lapsus calami einschleichen kann, weiß jeder von uns, und wenn ich nur flüchtig erwähnen möchte, daß ein solcher Lapsus die zweimalige (S. 24 und 192) Erwähnung eines Fundes von *Elasmotherium* im Erdwachs von Starunia in Ostgalizien ist (es handelt sich um den Kadaver eines wollhaarigen Nashorns, nicht um *Elasmotherium*), so liegt es mir durchaus fern, bei dieser Gelegenheit etwa hervorheben zu wollen, daß der Verfasser da und dort eine Kleinigkeit übersehen hat. Überhaupt ist es eine in der letzten Zeit sich immer mehr verbreitende Unsitte geworden, die Position des Referenten dahin auszunützen, um die eigene vermeintliche Überlegenheit oder den eigenen vermeintlichen Kenntnisreichtum im Vergleiche zu dem referierten Buche eines Autors bei dem Leser in besonders helles Licht zu setzen. Ich möchte mich an dieser leider verbreiteten Geschmacklosigkeit nicht beteiligen. Durch ein solches Vorgehen wird ja doch der Wert eines Buches in den Augen des Publikums herabgesetzt. Das möchte ich

gerade in diesem Falle vermieden wissen und nachdrücklich meiner Freude darüber Ausdruck geben, daß wir nun zum erstenmal eine Zusammenstellung aller die Fossilisation betreffenden Fragen besitzen, deren Erörterung sicher dazu beitragen wird, der Paläo-

biologie neue Freunde und Schüler zu gewinnen, die mithelfen, die von Tag zu Tag anwachsenden Probleme, die mit dem Leben und Sterben der fossilen Lebewesen zusammenhängen, in möglichst großer Zahl ihrer Lösung näher zu bringen.
O. Abel, Wien.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Gleichzeitige atmosphärische Störungen in der drahtlosen Telegraphie. Die atmosphärischen Störungen in der drahtlosen Telegraphie werden nach den Geräuschen, die sie im Fernhörer hervorrufen, gewöhnlich in Krachgeräusche, scharfe Knacker und Brodeln eingeteilt, von denen bisher nur die durch die Blitzentladungen hervorgerufenen Krachgeräusche, soweit sie von Nahgewittern herrühren, nach ihrer Herkunft sicher erkannt werden konnten, während der Ursprung der anderen Störungen noch unbekannt ist.

Zur Erkenntnis der Natur der atmosphärischen Störungen war es nun wichtig zu wissen, ob die Störungen, abgesehen von den durch Blitzentladungen hervorgerufenen, an verschiedenen Orten verschieden sind oder ob sich dieselben Störungen an zwei entfernten Orten nachweisen lassen. Das Telegraphentechnische Reichsamt hat zu diesem Zweck umfangreiche Beobachtungen angestellt, an denen sich das Physikalische Institut der Universität Hamburg, die luftelektrische und drahtlose Versuchsstation in Gräfelting b. München sowie die Empfangsstation Riverhead (Long Island) der Radio Corporation of America beteiligt haben. Die Beobachtungen sind in der

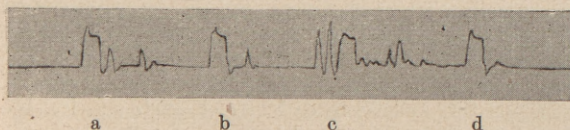
den Ausschläge sind Störungen; ihre Übereinstimmung ist einwandfrei zu erkennen. In derselben Weise ist es gelungen, gleichzeitige Störungen in Strelitz und Riverhead (Amerika), also auf eine Entfernung von 6400 km, festzustellen. Durch die Versuche ist nachgewiesen worden, daß die funktelegraphischen Störungen Gebiete bedecken und Entfernungen überbrücken, die weit größer sind, als man bisher angenommen hat.

Nähere Angaben über die Beobachtungsmethode und die Ergebnisse finden sich in den Abhandlungen von M. Bäumler „Das gleichzeitige Auftreten atmosphärischer Störungen“ im Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, Bd. 19, 1922, Heft 2; Bd. 20, 1922, Heft 6 und Band 23, 1923, Heft 1.

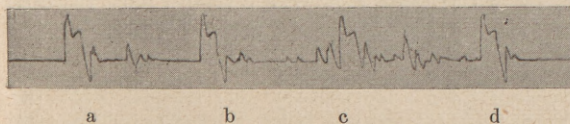
K. W. Wagner.

Die Wasserbilanz in Nährlösung, Salzlösung und Hochmoorwasser ist der Gegenstand experimenteller Untersuchungen von C. Montfort (Zeitschr. f. Bot. 14, 1922). Den Ausgangspunkt bildeten Versuche, bei denen Individuen von *Zea Mays*, *Impatiens parviflora* und *Phaseolus vulgaris* in Nährlösung verbracht und Transpiration (durch Gewichtsverlust) und Wasseraufnahme (durch Potometerablesungen) quantitativ bestimmt wurden. Entgegen den Angaben früherer Autoren konnte festgestellt werden, daß bei mittleren atmosphärischen Bedingungen der Transpirationskoeffizient T (Transp.): A (Aufnahme) weit größer ist als 1, daß also ein Defizit vorhanden ist, dessen Größe von den Außenbedingungen in hohem Maße abhängig ist. Durch Förderung der Transpiration (Trockenheit) kann es gesteigert, durch Hemmung der Assimilation (sehr feuchte Luft) herabgesetzt werden. Setzt man bei konstanten Außenbedingungen die Wasseraufnahme durch Verbringen der Objekte in starke konzentrierte Salzlösung herab, dann geht auch die Transpiration zurück. Da aber die Hemmung der Aufnahme derjenigen der Abgabe voraneilt, so tritt häufig ein Welken der Versuchspflanzen ein. Anschließend daran wendet sich Montfort der Frage nach der Wasserbilanz in Hochmoorwässern zu. Er gelangt, wie schon früher von anderer Seite aus, zu einer ablehnenden Beurteilung der Schimper'schen Theorie der physiologischen Trockenheit (der Moore¹). Aufenthalt in Sphagnumwasser, der mehrere Stunden bis 2 Tage andauerte, vermochte die Wasseraufnahme nicht herabzusetzen. Das tatsächliche Vorkommen von typischen „Xerophyten“ — wohlgernekt aber stets im Verein mit Hygrophyten — im Hochmoor erfordert eine andere Erklärung. Möglicherweise liegt der Schlüssel für dieses seltsame Verhalten darin, daß diese Xerophyten Frühjahrspflanzen oder immergrüne Objekte sind, die also zu einer Zeit gedeihen, wo der Boden noch gefroren, die Wasseraufnahme demnach aus anderen Gründen erschwert ist. Orientierende Versuche über die Wasserbilanz der Salzpflanzen ergaben, daß anscheinend auch die ebenfalls von Schimper verfoch-

Gräfelting



Strelitz



Störungen in Strelitz und Gräfelting am 19. Okt. 1922 um 9^h a. m.

Weise ausgeführt worden, daß die Störungen zusammen mit den funktelegraphischen Zeitzeichen von Lyon und Eiffelturm auf zwei Beobachtungsstellen mit gleichen Empfangsapparaturen aufgenommen und mit dem in der Kabeltelegraphie gebräuchlichen Heberschreiber aufgezeichnet worden sind. Die Zeitzeichen dienten dabei als Zeitmarke, damit gleichzeitige Störungen festgestellt werden konnten. Durch längere Beobachtungen ist der einwandfreie objektive Nachweis erbracht worden, daß die scharfen Knacker auf sehr großen Entfernungen gleichzeitig auftreten. Zwischen der Versuchsfunkstelle des Telegraphentechnischen Reichsamts in Strelitz und Gräfelting konnten 98 v. H. der geschriebenen Knackstörungen als gleichzeitig festgestellt werden. In der obenstehenden Figur ist der Ausschnitt eines Streifenpaares von zwei Aufnahmen in Strelitz und Gräfelting dargestellt. Die Zeitmarken befinden sich bei a, b, c und d. Die dazwischen liegen-

¹) Nach Schimper soll das Hochmoorwasser hemmend auf die Wasseraufnahme wirken.

tene physiologische Trockenheit der Salzböden nicht zu Recht besteht. Das Auftreten von „Salzlaugen“ auf den Blättern und Transpirationsversuche weisen darauf hin, daß auch hier, wie bei den Hochmoorpflanzen, ein normaler Wasserzstrom stattfindet. Doch sollen hierüber noch weitere Untersuchungen Aufschluß geben.

Hitzewellen und heiße Winde in Nordamerika. Die Hitzewellen, die in manchen Sommern über weite Teile der Vereinigten Staaten hinweggehen und sich besonders in den großen Städten unangenehm bemerkbar machen, sind als eine Eigentümlichkeit des nordamerikanischen Klimas auch in Deutschland ziemlich allgemein bekannt. Trifft eine solche Hitzeperiode mit kühler Witterung bei uns zusammen, dann taucht häufig in den Tageszeitungen die durchaus irrige Vermutung auf, auch wir bekämen in absehbarer Zeit diese Hitzewelle. In diesem Zusammenhange kann ein Aufsatz von *R. de C. Ward*¹⁾ größeres Interesse beanspruchen, der zwar dem Meteorologen nichts Neues bringt, aber doch in ansprechender Form für einen größeren Leserkreis die bisher in einer weit zerstreuten Literatur behandelten Vorgänge beim Auftreten der Hitzewellen und der heißen Winde erörtert, und ich komme gern einem Wunsche der Redaktion nach, hier kurz darüber zu berichten.

Wenn auch der Begriff einer Hitzewelle nicht besonders scharf umrissen ist, so läßt sie sich vielleicht am ehesten noch als eine Periode von 3 oder 4 Tagen definieren, an denen die höchsten Temperaturen 32°C überschreiten. Die Höchstwerte unterscheiden sich also von den bei uns auftretenden heißen Tagen nicht so sehr. Die erwähnten Zeitungsmeldungen übersehen aber manchmal, daß es sich bei den aus Amerika übermittelten Temperaturgraden um Angaben der Fahrenheitskala handelt. Was die Hitze besonders unangenehm macht, ist die geringe Abkühlung in der Nacht. In manchen Jahren folgen auch mehrere Hitzeperioden unmittelbar aufeinander, so daß die Hitze fast ohne Unterbrechung zwei oder drei Wochen über dem Lande lasten kann. Juni bis September sind die Hauptmonate ihres Auftretens, besonders bevorzugt ist der Juli. Die Entstehung ist gut geklärt. Es handelt sich dabei um einen von Süden kommenden warmen Luftstrom, der einer flachen Depression an der Nordgrenze der Vereinigten Staaten zuströmt (warmer Sektor). Die Hitzewelle kann sich besonders gut entwickeln, wenn das ganze Windsystem stationär wird oder sich nur langsam ostwärts bewegt. Daneben wird bei geringer Bewölkung die anhaltende Einstrahlung eine große Rolle spielen. Die einzelnen Teile der Vereinigten Staaten leiden in verschieden starkem Maße unter den Wärmewellen. Am intensivsten treten sie in den „Großen Ebenen“ auf, wo sie bei geringer Feuchtigkeit die extremsten Temperaturen erreichen, die Nächte dagegen eine etwas stärkere Abkühlung bringen. Im Osten wird das körperliche Unbehagen besonders durch die höhere relative Feuchtigkeit gesteigert. Verhältnismäßig begünstigt sind noch die Nordoststaaten, da hier die auf der Rückseite der Depressionen einströmenden kühleren Luftmassen die Hitzeperiode zeitweise unterbrechen.

¹⁾ Hot waves, hot winds and chinook winds in the United States. The Scientific Monthly XVII, 146—167, 1923.

Der wirtschaftliche Schaden wird immer als sehr groß geschildert. Nicht allein die anhaltende Trockenheit, sondern auch die ausdörrende Hitze wirkt verheerend. Eine Minderung der Ernte um 20 bis 30 % kann die Folge sein. Die körperlichen Schädigungen äußern sich in Hitzschlägen und in tödlichen Erkrankungen bei kleinen Kindern. Bei einer Hitzewelle, die nach dreiwöchiger Dauer am 22. August 1896 endete, wurden 2036 Todesfälle durch Hitzschlag nachgewiesen; vermutlich erreichte die Zahl der wirklichen Schädigungen aber mehr als 12 000. *Phillipps*, der diese Hitzeperiode näher untersucht hat, machte die Luftfeuchtigkeit weniger für die Hitzschläge verantwortlich, sondern stellt die These auf, daß Hitzschlag nur dann auftritt, wenn die Temperatur die Grenze überschreitet, die der Betroffene gewöhnt ist, d. h. die Hitzschlaggefahr soll in dem Maße zunehmen, als die Mitteltemperatur des betreffenden Tages die zugehörige mittlere maximale Temperatur überschreitet. Gegen diese Ansicht spricht, daß Hitzschläge im Südwesten bei viel höheren Temperaturen fast ganz fehlen.

Die großen Ebenen am Osthang des Felsengebirges werden zu den Zeiten der Wärmewellen in den Monaten Juli und August noch durch besonders heiße Winde heimgesucht, die von vielen Beobachtern mit dem Gluthauch einer Esse verglichen werden und die Temperaturen von 38 bis 43° im Schatten mit sich bringen. Glücklicherweise treten diese Winde nicht über große Flächen, sondern nur in schmalen Streifen auf, die durch Gebiete mit niedrigeren Temperaturen unterbrochen werden. Auch sind sie meist nur von kurzer Dauer, können sich aber mehrfach hintereinander wiederholen. Für die Ernte sind sie eine wahre Landplage. In einem Fall wurden 10 Millionen Bushel Getreide vernichtet, in einem anderen sprangen die Eisenbahnschienen infolge der Ausdehnung. Obst kann buchstäblich an den Bäumen gedörrt werden. Ihrer Entstehung nach dürften sie als Föhnwinde aufzufassen sein, und ihre außerordentliche Trockenheit und Wärme sind dann dynamisch als Folge des Herabsinkens der Luft von den Höhen des Felsengebirges bedingt.

In den Staaten Montana, Wyoming und südwärts bis nach Colorado hinein werden Winde ähnlicher Natur mit dem Namen „Chinook“ belegt. Er wurde zuerst in Astoria, einem Posten der Hudsonbay company, angewandt für einen warmen, aber feuchten SW-Wind, der aus der Gegend der Mündung des Columbiaflusses herwehte, wo der Indianerstamm der Chinook wohnte. Später ging diese Bezeichnung auf die warmen, aber trockenen Winde im Osten des Felsengebirges über. Der Chinook, der in schönster Ausbildung im Westen weht, ist von hoher wirtschaftlicher Bedeutung, denn als „Schneefresser“ bringt er eine Schneedecke von 30 cm Höhe in kurzer Zeit zum Verschwinden und ermöglicht in jenen Gegenden winterliche Viehweide. Trotz der raschen Schneeschmelze kommt es wegen der großen Verdunstung nicht zu stärkeren Überschwemmungen. Ein anderer bekannter Föhnwind ist der „Norther“. Er weht von Norden her in das Tal von Kalifornien von den Siskiyou-Bergen herab. Die auch vom Alpenföhn bekannte Wirkung auf das menschliche Gemüt soll so stark sein, daß man früher einem Mörder mildernde Umstände zubilligte, wenn er seine Tat nach einem Streite während des Auftretens des Norther begangen hatte. *Knoch*.