

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Dreizehnter Jahrgang

26. Juni 1925

Heft 26

Wissenschaftspflege.

Von FRITZ HABER, Berlin-Dahlem.

Vor einigen Wochen bin ich von einer langen Reise um die Erde zurückgekehrt und habe von ihr die Überzeugung heimgebracht, daß wir nichts Nötigeres und Nützlicheres tun können, als alle Aufwendungen verdoppeln, die von den öffentlichen Körperschaften für die Wissenschaftspflege gemacht werden.

Es schien auch einen Augenblick, als ob dieser Schritt von den maßgebenden Stellen im Reich und in Preußen bereits so glücklich und vollständig vorbereitet sei, daß an seiner Ausführung kein Zweifel bestehen könne. Aber in diesem Augenblick ist alles wieder unsicher und zweifelhaft geworden, weil der Reichsfinanzminister eine große Beschränkung der Ausgaben fordert, und deshalb wende ich mich an alle, die helfen können, mit diesen Zeilen, die für den Sparschuß des Reichstags bei Gelegenheit der Beratung über die Bewilligungen für die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft geschrieben sind.

Es gibt eine Fülle von Darlegungen, die zeigen, wie wenig Aussicht ist, den Wohlstand des Landes unter dem Druck der Verbindlichkeiten, die auf uns liegen, durch Steigerung der Warenausfuhr wiederherzustellen. Für den einfachsten Verstand ist deutlich, daß es auch andere Länder mit größerem Reichtum an wertvollen Rohstoffen und bedeutenderem Kapitalbesitz gibt, die für den eigenen Bedarf und für den fremden Verbrauch industrielle Produkte erzeugen wollen, und es ist nicht zu sehen, wo die Käufer herkommen, die diesen Angeboten eine entsprechende Kaufkraft gegenüberstellen.

In dieser Verlegenheit treten bei uns diejenigen auf den Plan, die von neuen Fortschritten unserer Leistungsfähigkeit eine Abhilfe erwarten, und vereinigen sich in der Forderung, die Landwirtschaft auf einen höheren Stand zu bringen, so daß sie einige Milliarden im Jahre mehr aus dem heimischen Boden herausholt. Diese Leute haben ganz und gar recht, soweit es sich darum handelt, daß unsere Lage eine völlig andere wäre, wenn wir 10% oder 20% Steigerung unserer landwirtschaftlichen Leistung aufzuweisen hätten. Aber sie haben ganz und gar unrecht, wenn sie glauben, daß sich ein so großer Erwerbsstand durch irgendeine Art von energischen Ermahnungen zu schleuniger Erfüllung einer großen Forderung bringen ließe. Die Erhöhung des Könnens in einem großen Lebenskreise ist immer die Lösung einer großen Erziehungsaufgabe, weil es nicht nur darauf ankommt, daß die Hilfsmittel irgendwo vorhanden sind, sondern daß die Menschen in einem weiten Umfange lernen, sie mit Sicherheit und Leichtigkeit zu beherrschen.

Wenn es sich aber um die Erziehungsaufgaben handelt, deren Lösung einen großen Beitrag zum Wohlergehen unseres Landes stellen kann, dann ist wahrlich eine andere solche Aufgabe nicht weniger nahe gelegen.

Man kann nämlich den Reichtum nicht nur aus dem Boden holen, sondern auch aus dem menschlichen Verstande, weil man an das Ausland nicht nur Waren liefern kann, sondern auch Arbeitsweisen, und weil aus dieser Lieferung Beteiligungen erwachsen, aus denen Einkünfte fließen. Damit entsteht das, was die Nationalökonomien einen unsichtbaren Posten (invisible item) in der Bilanz nennen. Die nationalökonomischen Schriftleiter sprechen viel von solchen unsichtbaren Posten und betonen besonders die auswärtigen Anlagen, den See- und Landtransport und das Bank- und Versicherungswesen, unter denen die auswärtigen Anlagen nach ihnen früher für uns Deutsche der größte und wichtigste Posten gewesen sind. Aber wie diese Anlagen zusammenhängen mit der Abgabe deutscher Erfindungen und Fabrikationserfahrungen an das Ausland, davon reden sie nicht. Dies aber ist der Punkt, der mit jedem Jahre wichtiger wird. Denn wenn alle fremden Staaten seit dem Kriege darauf aus sind, von der Warenversorgung aus dem Auslande unabhängig zu werden, und hohe Mauern zu bauen, in deren Schutze sie eine eigene Industrie entwickeln, so sind sie nur um so bereitwilliger, diese Entwicklung zu beschleunigen dadurch, daß sie Arbeitsweisen und erfinderische Gedanken von anderen übernehmen. Dies sind die Tore in den wirtschaftlichen Schutzmauern, und es kommt nur darauf an, wie man am besten von ihnen Gebrauch macht. Dabei ist eines ganz klar. Alle gesättigten Menschen, deren Leben auf vergangene Leistungen aufgebaut ist, und die auf ihrem früheren Können ausruhen, sind voll des größten Bedenkens, ihre Erfahrungen an andere weiterzugeben, weil sie sie dann nicht mehr allein haben. Aber diese Leute helfen unserer Wirtschaft nicht zu einem neuen allgemeinen Wohlstande. Die aber, deren Leben und Zukunft auf dem gegenwärtigen Können und auf der schöpferischen Leistung sich aufbaut, die sie täglich neu vollbringen, die können viel abgeben an das Ausland, weil sie selbst viel Neues hervorbringen und durch das führend bleiben, was sie neu schaffen.

Nun haben wir eine Bevölkerung und ein Ausbildungssystem, die mehr geeignete Menschen für erfinderische Leistung auf naturwissenschaftlich-technischem Gebiete hervorbringen können, als irgendwo in der Fremde, Menschen, die vom Standpunkte der Nation mit den Hühnern vergleichbar

sind, die goldene Eier legen. Wir haben ihrer mehr, nicht weil wir von Hause aus begabter sind als andere, sondern weil wir den Weg, auf dem man die Begabungen entwickelt und nutzbar macht, besser ausgestaltet haben, und weil Charakter und Tradition bei uns dem Erfolge besonderen Vorschub leisten. Wir haben vor den Franzosen das Ausbildungssystem voraus, vor den Engländern den engen Zusammenhang von Hochschulleben und industriellen Betrieben, vor den Amerikanern die Geduld und die Nachdenklichkeit, die sich in langfristige Aufgaben vertieft. Aber wir machen uns unseren großen Vorteil selber zuschanden, indem wir die geringen Summen scheuen, die es zur Aufrechterhaltung unserer Leistungen bedarf, und das in einer Zeit, in der die fremden Völker, insbesondere die Amerikaner, keinerlei Summen scheuen, um den Mangel zu bessern, soweit er sich mit Geld bessern läßt. Denn das Wesentlichste bei uns für unsere weitere Entwicklung ist doch die Tatsache, daß eine gewisse mittlere Schicht der Bevölkerung, aus der vorzugsweise die verlangten Begabungen hervorgehen, verarmt ist und nicht mehr die Mittel besitzt, die sie früher hatte, um die Söhne auf das gründlichste ausbilden zu lassen.

Es kostet heute mindestens 3000 Mark im Jahre, um einem Menschen zu ermöglichen, daß er nach beendetem Studium sich zu einem selbständigen Können weiterbildet, und wir müssen mindestens 600 solche Stipendien neu schaffen, wenn wir das frühere Können angesichts des privaten Vermögensverfalls aufrechterhalten und dort, wo die deutschen Erzeugnisse nicht über die fremden Grenzen herüber können, auf dem Wege vorankommen wollen, auf dem keine internationale Schwierigkeit besteht und alles ausschließlich davon abhängt, daß unsere geistige Leistung hoch ist, nämlich bei den unsichtbaren Posten der internationalen Wirtschaft, die von den Arbeitsweisen und Erfindungen herkommen, die von uns in die Fremde wandern und uns dort Beteiligungen erwerben und Einkünfte, die aus diesen Beteiligungen erwachsen.

Zu diesem Punkte wäre noch vielerlei zu sagen, was hier zu lange aufhielte, weil es noch etwas Raum bedarf für den zweiten Gegenstand, der selbstverständlicher ist und öfter bereits erörtert. Das ist der Zustand unserer Forschungsmittel. Wenn man nämlich an den wissenschaftlichen Stellen Forschungsarbeit machen will, so muß man Apparate haben und Einrichtungen, die es früher reichlicher gab, weil es der Wirtschaft besser ging, und weil man sie von den Industriellen geschenkt bekam, wenn die Staatsverwaltungen hier und da vorsichtig mit dem Auftun des Geldbeutels waren. Dann ist der Krieg gekommen und die Nachkriegszeit, und wir haben allgemein eine Flicktätigkeit angefangen, ungefähr in der Art, wie man bei einem Anzuge, der nicht mehr ganz gut ist, sich doch noch behilft, indem man durch Kunststopferei ein Loch verdeckt und an einer Stelle, wo er sich dünn gescheuert hat, ein Stück einsetzt, und so ähnlich. Nun ist es wahrlich ehrenwert und würdig, sich der

Zeit anzupassen und den äußeren Lebensverhältnissen und das geflickte Beinkleid oder den kunstgestopften Rock mit Anstand zu tragen, wie wir es im deutschen Wissenschaftsbetriebe getan haben seit dem Kriege. Aber hier handelt es sich nicht um das, was ehrenwert und würdig ist, sondern um das, was uns im Wettbewerb mit den anderen Völkern in der Leistung an der Spitze hält, für die wir die Menschen, die Organisationen und die Verwertungsmöglichkeiten in gleichem Maße besitzen. Dazu müssen wir unsere wissenschaftlichen Einrichtungen erneuern, unsere Instrumentenbestände verbessern, kurz, das wenigstens im mittleren Maße tun, was im reichsten und vollsten Maße in den Vereinigten Staaten geschieht. Es ist nur wenige Monate her, seit ich in Pasadena in Kalifornien war und das physikalische Institut sah, das an der dortigen kleinen Hochschule vor nicht gar langer Zeit errichtet worden ist. Ich leite selber ein ähnliches Institut. Aber ich habe gefunden, daß die Anstalt in Pasadena soviel Quarzspektrographen hat als die meinige Schiebewiderstände. Und so steht es nicht nur in den Vereinigten Staaten, so steht es auch in dem aufgewachten Lande des fernen Ostens, in Japan, und ich denke, so steht es überall, wo die Menschen aufwachen und erkennen, daß ein Vorsprung vor den anderen Völkern niemals bei mäßigem Klima und bescheidenen Bodenschätzen zu erringen oder festzuhalten ist, ohne zunehmende Vertiefung, und zunehmende Vertiefung nicht ohne Förderung des Forschungsbetriebes.

Es wäre auch nur ein halbes Tun, wenn man die Menschen unterstützen wollte, damit sie eine gediegenere Ausbildung bekommen, und die Hilfsmittel verweigerte, die sie zu ihrer Forschungstätigkeit brauchen. Deswegen tritt bei der Notgemeinschaft neben das Bedürfnis nach Forschungsstipendien die Forderung nach Sachmitteln in verwandter Höhe. Nun kann man vielleicht einwenden, daß all dies schon geschieht und etwa auf den preußischen Haushaltplan hinweisen, der bei dem Titel „Kultusministerium“ einen großen Fortschritt zeigt, der in der Höhe der Ziffern im Jahre 1925 gegenüber dem Jahre 1924 und dem Jahre 1913 in Erscheinung tritt. Da sehen wir z. B., daß Kunst und Wissenschaft für die wir 1913 44 Millionen im Haushalt stehen hatten, 1924 mit 42 Millionen und 1925 mit 64 Millionen eingesetzt sind¹⁾. Das ist sicher gut, und es ist eine große Ehre für das Kultusministerium, wenn es diese Ziffer erfolgreich erstreitet, und die Wissenschaft schuldet dieser berühmten alten Verwaltungsbehörde den größten Dank. Es ist auch gewiß schwer, und vielleicht unwahrscheinlich, mehr zu erreichen, nachdem diese Instanz ihr Bestes getan hat, um die Ziffer zu erhöhen. Aber warum ist es schwer und unwahrscheinlich? Weil wir weniger in unserem Lande als in den Vereinigten

¹⁾ Ungerechnet 4,8 Millionen für spezielle wissenschaftliche Anstalten und Zwecke, zu denen z. B. die Kaiser Wilhelm-Gesellschaft zählt.

Staaten, ja selbst als in Japan den Zusammenhang dieser Ausgaben mit unserem Leben sehen, und weil wir ihre Bedeutung unzulänglich einschätzen. Denn wenn wir denselben preußischen Haushaltplan desselben Ministeriums daraufhin ansehen, was der Schule zufällt und der Kirche, dann finden wir, daß, verglichen mit 1913, die Ausgaben für die Kirche im Jahre 1925 um 71% und die Ausgaben für die Schule um 88% höher angesetzt sind, während bei der Kunst und Wissenschaft die Erhöhung 45% ausmacht¹⁾. Glaubt ernsthaft jemand, daß es für das wirtschaftliche Wohlergehen unseres Volkes mehr auf die Kirche und die Schule, als auf die Wissenschaft ankommt, oder ist das wirtschaftliche Wohlergehen in diesen unseren Tagen nicht wichtig genug, um dem, was Quelle und Ursprung ist, nämlich der Wissenschaft, gleiche materielle Fürsorge zuzuführen wie der Kirche und der Schule? Dies aber ist der Punkt, an dem die Bedürfnisse der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft auftreten. Denn wenn es auch in der Form und in der Eingliederung in das Verwaltungswesen Unterschiede macht, ob die Hilfe auf dem Weg über die Bundesstaaten oder auf dem Weg über die Notgemeinschaft erfolgt, so ist es doch für die Wissenschaft in letzter Linie nur wichtig, daß sie überhaupt erfolgt. Es ist aber auch bei dem Weg über die Notgemeinschaft ein besonderer vorteilhafter Umstand. Denn es gibt viele Dinge, bei denen man sich begnügen kann, daß sie an *einer* Stelle in Deutschland gepflegt werden, und es ist für die Notgemeinschaft leichter, solche Bedürfnisse zu befriedigen, ohne Eifersucht zu wecken, als für die Bundesstaaten, die untereinander willkommenerweise um den Rang ihrer Anstalten wetteifern.

Mir klingen im Ohr, bevor sie ausgesprochen sind, alle die Worte, welche dazu bestimmt sind, mit einer respektvollen Verneinung vor den Gründen, die für die Bewilligung vorgebracht werden, „nein“ zu sagen, und sie kommen alle darauf hinaus, daß es uns schlecht geht, weil wir den Krieg verloren haben, und daß es dringendere Forderungen gibt, die zuvor befriedigt werden müssen. Dazu habe ich nur zweierlei zu sagen. Das erste ist, daß auch Japan, auf das ich hingewiesen habe, ein Schicksal erfahren hat, welches gleichbedeutend ist mit einem verlorenen Kriege. Denn alle stimmen darin überein, daß das Erdbeben dem japanischen Staate und

¹⁾ Berücksichtigung der 4,8 Millionen der voranstehenden Fußnote ändert die Zahl auf 56%.

Volke mehr gekostet hat als die beiden Kriege, die es 1894 und 1904 gegen China und Rußland geführt hat. Trotzdem steht Japan auf dem Standpunkt, auf dem Friedrich der Große gestanden hat, als er das Neue Palais nach dem Siebenjährigen Kriege baute, der wirtschaftlich soviel für Preußen bedeutete als je ein verlorener Krieg für ein Land bedeutet hat. Die Japaner meinen nämlich, daß, so arm ein Land sein mag, es nie zu arm ist, wenigstens an *einer* Stelle das zu schaffen, was notwendig ist, und sie richten sich danach bei der Ausstattung von Forschungsstellen. Um ein Beispiel zu nennen, erscheint es ihnen nicht zu kostspielig, für die kolloidchemische Abteilung *eines* chemischen Forschungsinstituts zwei Destillationsapparate für reinstes Wasser zu beschaffen, von denen der eine aus reinem Golde und der andere gar aus Platin ist. Die wenigen Millionen, um die es sich für solche Ausgaben insgesamt handelt, werden gefunden, und ich denke, sie werden auch bei uns sich finden, wenn die Überzeugung der Notwendigkeit, von der ich erfüllt bin, sich ausbreitet, wie ich hoffe. Denn es handelt sich um einen Bruchteil der Reichsausgaben, der so klein ist, daß man die Lupe nötig hat, um ihn abzulesen.

Ich habe immer gefunden, daß in diesem unserem Lande derjenige stark ist, der nichts für sich will, und der mit seinem Herzen für eine neue große Aufgabe eintritt. Es ist aber eine neue große Aufgabe, uns aufzuhelfen durch Leistungen auf geistigem Gebiete, die durch unsere heimische Industrie hindurch den Weg ins Ausland nehmen und uns dort Beteiligungen erwerben und unsichtbare Einkommenposten im internationalen Wirtschaftsverkehr. Es ist das eine große Aufgabe, weil wir die Voraussetzungen zu ihrer Erfüllung in besonders reichem Maße in unserer Nation und in unseren Einrichtungen besitzen, und es ist eine neue Aufgabe, weil wir früher vor dem Kriege auf die Versorgung des Auslandes von der Heimat aus mit Waren gestellt waren und nicht mit dem leidenschaftlichen Wunsche der fremden Länder zu rechnen hatten, der erst aus dem Kriege hervorgegangen ist, alles Wichtige auf eigenem Boden zu erzeugen.

So hoffe ich, daß diese Worte bei den Stellen, die das Land regieren, Gehör finden, weil diese Stellen die alte Weisheit wissen, die in dem Satze sich ausspricht:

Regieren heißt voraussehen.

Die Ekamangane.

Chemischer Teil.

Von WALTER NODDACK und IDA TACKE, Berlin.

Von den wenigen noch vorhandenen Lücken im periodischen System der chemischen Elemente ist die interessanteste die unter dem Mangan, da hier zwei Elemente fehlen: das Ekamangan mit der Ordnungszahl 43 und das Dwimangan mit der Ordnungszahl 75.

Es hat daher seit der Erkenntnis der Lücken nicht an Versuchen gefehlt, diese beiden Elemente aufzufinden oder wenigstens den Ort ihres Vorkommens vorauszusagen¹⁾. In den letzten Jahren,

¹⁾ Vgl. ABEGG: Handb. d. anorg. Chem. Bd. IV. 2, S. 629. — G. BERG, Zeitschr. f. angew. Chem. 37, 352. 1924. — Die meisten Arbeiten über diesen Gegenstand sind leider nicht veröffentlicht worden.

seit man in der Röntgenspektroskopie ein einfaches Reagens auf neue Elemente besitzt, hat das Suchen nach denselben neu eingesetzt¹).

Andererseits sind Hypothesen aufgestellt worden, die die Existenz dieser Elemente auf der Erde in Frage stellen²).

Im Folgenden wollen wir unsere Untersuchungen, deren Ziel die Auffindung der Ekamangane war, mitteilen. Wir beginnen mit der Voraussage der wichtigsten geologischen und chemischen Eigenschaften, die zum Aufsuchen der unbekanntenen Elemente dienen.

I. Voraussage.

1. *Vorkommen.* Über das Vorkommen der Ekamangane lassen sich mehrere Vermutungen aufstellen. Zunächst werden die beiden Elemente, ähnlich den einander verwandten Metallen Y-La, Zr-Hf, Nb-Ta, Mo-W, Ru-Os usw. zusammen zu finden sein, und die Auffindung des einen wird wahrscheinlich auch die des anderen herbeiführen. Weiterhin bestehen zwei Möglichkeiten: Entweder die Elemente bilden spezifische neue Mineralien oder aber

Fe, Nb, Ta und enthalten mehrere Prozente von Ti, V, Cr, Mn, Zn, As, Y, Zr, Sn, W, Pb, U, daneben geringe Mengen (0,001–0,1 %) von Sc, Ga, Ge, Mo, Cd, In, Sb, La (und die folgenden Erden), Hf, Bi, Th.

Wie man an Fig. 1 sieht, handelt es sich bei b) um zwei geschlossene Elementgruppen, die durch den unter a) angegebenen Komplex getrennt sind. Man erkennt ferner, daß die beiden großen Sammelvorkommen sich an der Stelle Cr, Mn, Fe überschneiden. Für die unter dem Mangan fehlenden Elemente ist ohne nähere Kenntnis ihrer Eigenschaften das Vorkommen in den beiden genannten Zentren gleich wahrscheinlich. Bei einem Suchen nach den Ekamanganen mußten daher sowohl das gediegene wie das oxydische Vorkommen berücksichtigt werden.

2. *Häufigkeit.* Da im periodischen System in der näheren Umgebung der Ekamangane die chemischen Eigenschaften starke Änderungen von Element zu Element zeigen, war nicht anzunehmen, daß die beiden fehlenden Elemente sich hinter bereits bekannten Elementen verbergen, wie

Tabelle 1.
Das vergesellschaftete Vorkommen der Elemente.

I	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
II	Y	Zr	Nb	Mo	—	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb
III	La	Hf	Ta	W	—	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi
IV		Th		U									

Platinerz

Columbite

sie finden sich vergesellschaftet mit anderen Elementen in bereits bekannten Mineralien. Der erste Fall erscheint nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnis von der Erdkruste unwahrscheinlich. Wir wählen deshalb den zweiten Fall als Ausgangspunkt.

Für das vergesellschaftete Vorkommen der Metalle vom Scandium bis zum Uran (mit Ausschluß der Alkali- und der Erdalkalimetalle) lassen sich zwei große Zentren angeben:

a) Das gediegene Vorkommen, dessen Hauptrepräsentant das Platinerz ist,

b) das oxydische Vorkommen, dessen Sammelpunkte die Columbite und Tantalite sind.

Das Platinerz besteht hauptsächlich aus Pt und Fe und enthält daneben wenige Prozente von Cr, Mn, Co, Ni — Ru, Rh, Pd, Os, Ir — Cu, Ag, Au, d. h. einen nahezu geschlossenen Komplex von Elementen im periodischen System (Tab. 1).

Die Columbite und Tantalite bestehen aus

¹ BAUSANQUET und KEELEY, Phil. Mag. 48, 145. 1924.

² LORING, Chem. News 225, 309 u. 386. 1922. — Vgl. auch PRANDL und GRIMM, Zeitschr. f. anorg. u. allg. Chem. 136, 283. 1923.

z. B. das Hafnium hinter dem Zirkon. Diese Überlegung und die Tatsache, daß man bisher nicht auf diese Elemente gestoßen ist, lassen vermuten, daß sie in der Erdoberfläche äußerst selten sein müssen. Auf ihre Seltenheit weisen auch die ungeraden Ordnungszahlen 43 und 75 hin. Da die Homologen in den in Frage kommenden Horizontalreihen (Tab. 1, 2 und 3) eine ähnliche Häufigkeit haben, kann man schließen, daß auch die Ekamangane in etwa gleicher Menge in der Erdoberfläche vorhanden sind. Im allgemeinen sind die Elemente mit ungerader Ordnungszahl etwa 10 bis 20 mal seltener als die darauf folgenden mit gerader Ordnungszahl. Deshalb nehmen wir an, daß sich die Häufigkeit von Eka- und Dwimangan zu der von Ru und Os verhält wie Mn zu Fe, die gesuchten Elemente also nach Tabelle 2 eine absolute Häufigkeit von etwa 10^{-12} bis 10^{-13} haben. Diese Abschätzung hat zwar keine große Sicherheit, sie gibt aber einen Anhalt bei der Untersuchung einzelner Mineralien, bis zu welcher Anreicherung in der vermuteten Richtung man nach der Wahrscheinlichkeit gehen muß, um überhaupt ein Auftauchen der vorausgerechneten chemischen Eigenschaften erwarten zu können. So müßte man

beim Platinerz auf Grund der Konzentration des Pt in der Erdoberfläche von 10^{-9} einen Gehalt an Ekamanganen von 10^{-3} bis 10^{-4} des Erzes erwarten, während beim Columbit die bekannte Konzentration des Nb von ca. 10^{-7} in der Erdrinde zu einem wahrscheinlichen Ekamangan-gehalt von 10^{-5} bis 10^{-6} in diesem Mineral führt.

3. *Einige physikalische Eigenschaften.* Da das Element 43 zwischen dem Mo mit dem Atomgewicht 96,0 und dem Ru mit dem Atomgewicht 101,7 steht, dürfte sein Atomgewicht zwischen 98,0 und 99,5 liegen. Entsprechend interpoliert man das Atomgewicht des zwischen W (184,0) und Os (190,9) liegenden Elementes 75 zu 187 bis 188.

Die Dichten der gesuchten Elemente ergeben sich aus denen von Mo (10,2), und Ru (12,26) für das Element 43 zu etwa 11,5 und für das Element 75 aus W (19,1) und Os (22,48) zu etwa 21.

Die Schmelzpunkte sollten bei etwa 2300° abs. für 43 und bei etwa 3300° abs. für 75 liegen.

4. *Chemische Eigenschaften.* Aus den Eigenschaften der umliegenden Elemente Cr, Mn, Fe, Mo, Ru, W, Os und U lassen sich eine Anzahl

Salze. Da alle Nachbarelemente weiße Salze vom Charakter Me_2XO_4 bilden, sollten auch 43 und 75 derartige Salze haben, außerdem könnten sich analog dem nahestehenden Cr beim Ansäuern

Salze von der Art $\text{Me}_2\text{O} \cdot (\text{XO}_3)_n$ bilden. Dem KMnO_4 sollten Salze vom Typus MeXO_4 entsprechen, die aber analog dem geringen Salzcharakter der Auflösung von RuO_4 und OsO_4 in Alkalien wenig beständig sein dürften.

Die Schwermetallsalze der Säuren H_2XO_4 sollten schwer löslich sein; nicht gewiß ist, ob auch die Schwermetallsalze von HXO_4 schwer löslich sind. Wahrscheinlich ist es, daß Mercuronitrat, das mit den Lösungen aller umstehenden Elemente Niederschläge gibt, auch mit den Ekamanganen schwer lösliche Salze bildet.

Sulfide. Im periodischen System macht sich zwischen der ersten Horizontalreihe und der zweiten und dritten (Tabelle 1) eine eigenartige Verschiebung bemerkbar. Ti hat manche Ähnlichkeit mit Nb und Ta, V mit Mo und W, Mn mit Ru und

Tabelle 2.
Häufigkeit der Elemente in der Erdrinde.

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
	$2 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$7 \cdot 10^{-2}$	10^{-2}	$3 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-5}$	10^{-7}	10^{-6}	10^{-9}		10^{-7}
Y	Zr	Nb	Mo	43	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb
$2 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-5}$	10^{-7}	10^{-7}	$\sim 10^{-13}$	$2 \cdot 10^{-12}$	10^{-11}	10^{-11}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-9}	$7 \cdot 10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-8}$
La	Hf	Ta	W	75	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi
$6 \cdot 10^{-7}$	$6 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-7}$	$\sim 10^{-12}$	$2 \cdot 10^{-11}$	$2 \cdot 10^{-11}$	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}	$4 \cdot 10^{-9}$	$4 \cdot 10^{-7}$	10^{-9}
	Th		U									
	$7 \cdot 10^{-8}$		$7 \cdot 10^{-8}$									

chemischer Eigenschaften der unbekanntenen Elemente voraussagen oder doch wenigstens wahrscheinlich machen.

Oxyde. Entsprechend den niedrigen Oxyden der Nachbarelemente müßten die Oxyde der Ekamangane vom Charakter XO , X_2O_3 und XO_2 dunkle, in Säuren unlösliche Stoffe sein. Dagegen könnte XO_3 entsprechend dem CrO_3 und dem MoO_3 heller gefärbt und als Anhydrid der Säure H_2XO_4 in Wasser löslich sein. Am interessantesten aber müßten die höchsten Oxyde vom Charakter des Mn_2O_7 sein. Durch Interpolation zwischen den flüchtigen Oxyden MoO_3 (Smp. 790°) und RuO_4 (Smp. 21°) findet man für 43 den Smp. von X_2O_7 bei 350 bis 400° , der Siedepunkt dürfte dicht darüber liegen. Ähnlich ergibt sich für 75 ein Smp. von 400 bis 500° und ein ähnlicher Sublimationspunkt. Da CrO_3 dunkelrot, Mn_2O_7 violett, MoO_3 in der Hitze gelb und RuO_4 orange gefärbt ist, sollte X_2O_7 für 43 hell (rosa oder gelb) gefärbt sein, für 75 als Mitte zwischen WO_3 (gelb) und OsO_4 (farblos) würde eine hellgelbe oder weiße Farbe folgen. Der Molekularstruktur von X_2O_7 nach sollten die Krystalle der höchsten Oxyde der Ekamangane monokline oder triklin Nadeln sein.

Os. Man geht daher vielleicht nicht fehl, wenn man die Ekamangane in mancher Beziehung dem Cr zuordnet. Nun ist Cr ein Element, das in wässriger Lösung im allgemeinen kein Sulfid bildet (nur in konzentrierten Chromosalzlösungen entsteht intermediär besonders bei erhöhtem Druck CrS), trotzdem es zwischen den sulfidbildenden Metallen V und Mn steht. Man kann daraus schließen, daß sich in der zweiten und dritten Horizontalreihe diese Unterbrechung der Sulfidbildung bei Eka- und Divamangan wiederholt, diese Elemente also nur schwierig oder gar nicht Sulfide in verdünnter Lösung bilden.

II. Die Aufsuchung der Ekamangane.

1. *Arbeitsweise*¹⁾. Durch die vermuteten Eigenschaften war im wesentlichen der Gang der Untersuchung, die die Anreicherung geringer Mengen der Elemente 43 und 75 erstrebte, vorgeschrieben.

Die Mineralien wurden in feingepulvertem Zustande in Mengen von ca. 1 kg mit Ätzalkali und Salpeter aufgeschlossen, die Schmelze mit Wasser

¹⁾ Eine eingehendere Darstellung der Arbeitsmethoden erfolgt demnächst in einer fachwissenschaftlichen Zeitschrift.

behandelt und der gelöste Anteil vom ungelösten abfiltriert. So wurde vor allem das in nahezu allen Mineralien in großer Menge vorkommende Fe entfernt. Enthielt die Lösung merkliche Mengen von Mn, so wurde dieses mit H_2O_2 gefällt. Die weitere Behandlung der Lösung richtete sich nach ihrer Zusammensetzung; enthielt sie große Mengen von säurebildenden Elementen (wie z. B. beim Chrom-eisenstein), so wurde mit HCl übersättigt und eingedampft, die sich ausscheidenden Krystallmassen wurden wiederholt mit konz. HCl ausgezogen, die Lösungen zusammengetan und schließlich auf ein möglichst kleines Volumen (ca. 10–50 ccm) gebracht.

Enthielt die Aufschlußlösung nur geringe Mengen von Schwermetallen, so wurde wiederholt abwechselnd in saurer und alkalischer Lösung mit H_2S behandelt, bis keine schwer löslichen Sulfide mehr ausfielen. Die Lösung wurde dann mit HCl angesäuert und unter dauerndem Auszug der ausgeschiedenen Salzmengen mit HCl eingeeengt. Bei dieser Behandlung war anzunehmen, daß vorhandene Oxyde der Ekamangane sich in der salzsaurer Restlösung befanden, soweit sie nicht mit den Sulfiden ausgefallen waren. Diese Restlösung wurde wiederholt mit H_2S behandelt. Alle Niederschläge wurden gesammelt und untersucht. Wir erhielten dadurch einen Überblick, welche Elemente vorzugsweise die Eigenschaft haben, bei der beschriebenen ersten Behandlung mit H_2S in verdünnter Lösung nicht quantitativ auszufallen. Es waren dies vor allem Ti, Zn, Ga, Nb, W, Os, Ir, U. Schließlich wurde die Lösung, aus der H_2S weder in ammoniakalischer noch in saurer Lösung mehr Sulfide fällte, von H_2S und NH_3 befreit, neutralisiert und mit Mercuronitrat im Überschuß versetzt. Dabei entstand meist ein geringer Niederschlag, der getrocknet, im Wasserstoffstrom geglüht und so vom Hg befreit wurde. Alle Sulfide und der Mercuronitratniederschlag wurden analysiert und je nach ihrer Zusammensetzung wurde versucht, den metallischen Hauptbestandteil zu entfernen, um eine weitere Anreicherung der gesuchten Elemente zu erzielen.

Neben dieser Methode wurden Mengen von etwa 500 g Mineral in feingepulvertem Zustande abwechselnd im Wasserstoff- und Sauerstoffstrom bei ca. 900° geglüht und es wurde dabei auf Sublimate geachtet. Die Sublimate wurden je nach ihrer Menge chemisch analysiert, oder für die Röntgenaufnahme aufgespart.

2. *Untersuchung einzelner Mineralien.* Für die Untersuchung kam in erster Linie Platinerz verschiedener Herkunft in Betracht. Es wurden untersucht Platinerz, Osmiridium und Sperryolith ($PtAs_2$), leider aus Mangel an Material nicht Laurit (RuS_2). Weiterhin haben wir alle uns erreichbaren Columbite und Tantalite untersucht, sowie die Mineralien, die eine der häufigeren Komponenten des Columbites als Hauptbestandteil enthalten. Es seien genannt: Columbit, Tantalit, Wolframit, Titan-eisen, Rutil, Vanadinit, Gadolinit, Fergusonit,

Monazit, Zirkon, Zinnstein, schließlich als mehr heterogene Mineralien Chromeisenstein, Pyrolusit, Manganblende, Zinkblende, Arsenkies und Grauspießglanz.

Wir begannen mit russischem Platinerz, von dem wir etwa 80 g besaßen. Das Erz wurde mit Königswasser behandelt, die Lösung zur Trockne eingedampft und die zurückbleibende Salzmasse im Wasserstoffstrom reduziert. Die reduzierte Substanz wurde dann mit dem unaufgeschlossenen Rest des Erzes zusammen abwechselnd im Wasserstoff- und Sauerstoffstrom stark geglüht. Dabei destillierte eine große Menge OsO_4 über, vermischt mit etwas RuO_4 . An der Wand des Quarzrohres zeigte sich ein starker schwarzer Anflug von RuO_2 , ein merkliches weißes Sublimat von As_2O_3 und ein sehr geringer weißer Anflug, der aus mikroskopisch kleinen Nadeln bestand. Beim Überleiten von H_2S färbten sich diese Nadeln dunkel, anscheinend unter Bildung eines Sulfids, beim Glühen im Sauerstoffstrom verschwand der dunkle Belag und an den kalten Stellen des Rohres setzten sich wiederum kleine weiße Krystalle ab. Sie wurden in Wasser gelöst, die Lösung reagierte sauer und ließ sich weder durch H_2S noch durch $(NH_4)_2S$ fällen. Da ein solches Verhalten für die Ekamangane zu erwarten war und sich keines der bekannten Elemente in der Lösung nachweisen ließ, nahmen wir an, daß es sich hier um die Ekamangane, wahrscheinlich um das Element 75 handelte. Beim Einengen wurde die H_2S -haltige Lösung gelb und hinterließ beim Eintrocknen keinen merklichen Rückstand.

Wir versuchten durch nochmaliges Aufschließen des schon behandelten Erzes, die sublimierende Substanz wiederzuerhalten, aber ohne Erfolg. Dagegen ließ sich beim Glühen von Osmiridium im Sauerstoffstrom das Sublimat in sehr geringer Menge erkennen. Wir versuchten, seine Lösung durch Schwermetallsalze zu fällen, verloren es aber bei diesen Versuchen.

Da unser Platinerz anscheinend erschöpft war und wir neue Mengen nicht beschaffen konnten, wandten wir uns dem oxydischen Vorkommen zu und richteten unser Augenmerk hauptsächlich auf den Columbit, bei dem allerdings eine relative Konzentration an Ekamanganen von nur 10^{-6} erwartet werden konnte. Als einfaches Reagens wurde von jetzt an das Röntgenspektrogramm benutzt.

Der Columbit (ca. 1 kg) wurde mit NaOH und $NaNO_3$ aufgeschlossen, um neben dem Fe die Hauptmenge des Nb und Ta als unlösliches Na-Niobat und -Tantalat im Rückstande zu halten. Die filtrierte Lösung des Aufschlusses wurde in bekannter Weise alkalisch und sauer mehrfach mit H_2S behandelt, dann unter Zusatz von konz. HCl bis auf ein Volumen von etwa 50 ccm eingeeengt. Aus der neutralisierten Lösung suchten wir mit Mercuronitrat einen Niederschlag zu fällen. Alle erhaltenen Niederschläge wurden zusammengebracht und reduziert. Da sie bei 1 kg Ausgangs-

substanz etwa 1 g betragen, konnte ihr Gehalt an Ekamanganen bei idealer Ausbeute theoretisch 1 $\frac{0}{00}$ betragen. In der Tat ließ sich im Röntgenspektrogramm in den meisten Fällen die Anwesenheit des Elements 43, seltener die des Elements 75 erkennen.

Die reduzierten Niederschläge wurden von neuem wie vorher aufgeschlossen und gefällt. Es gelang hierbei, das Nb und Ta relativ weitgehend zu entfernen, während As, Mo, W, Zn, Sn zusammen aus der Lösung des Aufschlusses durch H₂S gefällt wurden. Dadurch stieg die Konzentration der beiden neuen Elemente in dem Sulfidniederschlag bei dem Element 43 auf etwa 0,5%, bei dem Element 75 auf etwa 5%. Mit dieser angereicherten Substanz, die etwa 20 mg betrug, wurden noch einige Sublimationsversuche gemacht. Im Sauerstoffstrom entstand noch etwas weißes Sublimat, das wegen seiner geringen Menge nicht direkt auf die Antikathode gebracht werden konnte. Es wurde mit Niobsäure vermischt und ergab ebenfalls die Linien des Elementes 43. Eine weitere Anreicherung verbot bisher die geringe Menge der zum Schluß erhaltenen Substanz.

Ein erneuter Aufschluß der beim ersten Aufschließen ungelöst gebliebenen Masse des Colombits lieferte bei weiterer Verarbeitung keine Spuren der neuen Elemente mehr, so daß diese also beim ersten Aufschluß völlig in Lösung gegangen waren.

Bei der Untersuchung einiger anderer Mineralien in der geschilderten Weise ergaben sich sehr geringe Mengen vom Element 43 im Sperryolith, Gadolinit und Fergusonit, Spuren vom Element 75 im Tantalit und Wolframit.

III. Resultate der Untersuchung.

Aus unseren Untersuchungen geht hervor, daß die beiden Homologen des Mangans auf der Erde existieren und im Columbit beide in einer Konzentration von ca. 10⁻⁶ bis 10⁻⁷ enthalten sind, also etwas weniger als geschätzt war. Ihre Eigenschaften müssen im wesentlichen den vorausgerechneten entsprechen, da sie in der geschilderten Weise nach einer Anreicherung um den Faktor 1000 auftauchten. Die Identität der gefundenen Stoffe mit den gesuchten Elementen von den Ordnungszahlen 43 und 75 ist durch das Röntgenspektrogramm bewiesen. Eine genauere Erforschung der chemischen und physikalischen Eigenschaften der neuen Elemente werden wir vornehmen, sobald wir in der Lage sind, erheblich größere Mengen Ausgangsmaterial aufzuarbeiten.

Röntgenspektroskopischer Teil.

VON OTTO BERG und IDA TACKE, Berlin.

Das Röntgenspektrum einer Substanz ist nur durch die in ihr enthaltenen Elemente bedingt und in weitem Maße unabhängig von deren chemischer Bindung. Daher vermag das Röntgenspektrum die Frage der Anwesenheit eines Elementes eindeutig zu entscheiden. Das gilt nicht nur von den

Elementen, deren Spektren genau durchgemessen sind, sondern auch von solchen, die noch nie röntgenspektroskopisch untersucht wurden. Denn die Gesetzmäßigkeiten des Aufbaues der Röntgenspektren sind so einfach, daß die Wellenlängen der Linien auch eines unbekanntes Elementes aus denen der Nachbarn im periodischen System mit großer Genauigkeit berechnet werden können. (MOSELEYSche Regel, nach der die Quadratwurzel aus der reziproken Wellenlänge einer Linie proportional mit der Ordnungszahl ansteigt.) Die Vorteile der Röntgenspektroskopie gegenüber der in manchen Fällen weit empfindlicheren optischen Spektralanalyse beruhen auf den einfachen Gesetzmäßigkeiten im Bau der Spektren und auch auf den einfachen Anregungsbedingungen des Röntgenspektrums. Während das optische Spektrum einer Substanz je nach der Art der Anregung ein sehr verschiedenes Aussehen haben kann, ist das Emissionsspektrum der Röntgenstrahlen nur von der Betriebsspannung am Röntgenrohr abhängig. Sobald diese ausreichend hoch ist, erscheinen alle Linien einer Serie auf einmal, und zwar in einem ganz bestimmten Intensitätsverhältnis, das sich ebenso wie die Wellenlänge der Linien von Element zu Element nur wenig und kontinuierlich ändert. Daher gestattet das Röntgenspektrum nicht nur eine rein qualitative, sondern durch Beobachtung der Intensität der Linien auch eine mindestens schätzungsweise quantitative Analyse.

Aus diesen Gründen wurde seit längerer Zeit im physikalischen Laboratorium des Wernerwerks M an der Ausarbeitung der qualitativen und quantitativen Röntgenspekttralanalyse nach verschiedenen Methoden gearbeitet. Während dieser Untersuchungen entstand auf Grund parallel gehender anderer Arbeiten die Vermutung, daß die Wolframminerale unbekanntes chemische Elemente enthalten, worauf der eine von uns gemeinsam mit Herrn HAUSSER nach den Elementen 43 und 75 mit Hilfe der Röntgenspekttralanalyse, die diesem Zweck nach Möglichkeit angepaßt wurde, systematisch suchte. Mitte 1924 erfuhr Herr HAUSSER von den Arbeiten von NODDACK und TACKE über diesen Gegenstand. Zur schnelleren Förderung des Problems wurde die Arbeit gemeinsam fortgesetzt.

Von den spektroskopischen Methoden kam für den Nachweis der Ekamangane in erster Linie die Emissionsmethode in Betracht, bei der die charakteristische Röntgenstrahlung durch den Aufbruch von Elektronen (Kathodenstrahlen) auf die zu untersuchende Substanz erzeugt wird. Von dieser wird eine kleine Menge auf die Antikathodenfläche eines geeigneten Röntgenrohres gebracht. Die Schwierigkeiten und Fehlerquellen der Methode, die hier nicht im einzelnen besprochen werden, bestehen hauptsächlich in der Gefahr der Veränderung der Untersuchungssubstanz durch das Elektronenbombardement, während die von diesem Fehler freie Absorptionsmethode bedeutend unempfindlicher ist. Wir haben alle Substanzen vor der

Untersuchung im Wasserstoffstrom reduziert, um bei der hohen Temperatur im Brennfleck der Antikathode die Gefahr des Zerstäubens oder Fortsublimierens, die bei den höchsten Oxydationsstufen am größten ist, nach Möglichkeit zu vermeiden.

Bei unserer Anordnung brauchen wir zur Erzeugung des Spektrums mindestens 1 mg Substanz. Enthält diese etwa 0,1% eines bestimmten Elementes, so kann bereits dessen stärkste charakteristische Emissionslinie beobachtet werden. Ihre Erzeugung erfordert also das Vorhandensein von etwa 0,001 mg des Elementes¹⁾. Die Möglichkeit einer Analyse so kleiner Substanzmengen machte diese Spektralmethode zum Hilfsmittel bei der vorstehend geschilderten chemisch-präparativen Arbeit hervorragend geeignet. Die Röntgenanalyse konnte in Fällen, wo die chemische Analyse gar nicht oder nur mit großem Zeitaufwand zum Ziel geführt hätte, in wenigen Stunden darüber Aufschluß geben, ob eine chemische Operation zu dem gewünschten Ziel geführt hatte. So bildete das Röntgenspektrum eine Kontrolle für den chemischen Arbeitsgang überhaupt, insbesondere für die Anreicherung der gesuchten Ekamangane, und diente schließlich als sicherer Beweis für deren Vorhandensein.

Für den Nachweis des Elementes 43 kam die *K*-Serie in erster Linie in Betracht, die wegen ihres einfachen Aufbaues am wenigsten Gelegenheit zur Verwechslung mit den Linien anderer Elemente bietet und in ein für die experimentelle Arbeit bequemes Wellenlängengebiet fällt. Beim Element 75 arbeiteten wir mit dem *L*-Spektrum, da die zur Erzeugung des *K*-Spektrums notwendige hohe Anregungsspannung die Arbeit unverhältnismäßig erschwert hätte.

Die zur Erzeugung der Röntgenspektren verwandte Apparatur bestand im wesentlichen aus einem Metallröntgenrohr mit Aluminiumfenster, Glühkathode und wassergekühlter Antikathode (meist Kupfer), BRAGGSchem Spektrographen mit Steinsalzdrehkristall. Die Beschreibung der Einzelheiten soll einer ausführlichen Mitteilung vorbehalten bleiben. Der Spektrograph gestattet den Nachweis der Elemente von der Ordnungszahl 22 (Titan) an aufwärts.

Wegen der großen Zahl der herzustellen Spektrogramme, vor allem mit Rücksicht auf die Beanspruchung der Untersuchungssubstanz auf der Antikathodenfläche war es wünschenswert, die Einzelaufnahmen möglichst zu beschleunigen. Es wurden daher auf dem Spektrographen 2 Steinsalzkristalle unter verschiedenen Winkelstellungen angeordnet, so daß 2 Bezirke des Spektrums gleichzeitig aufgenommen werden konnten.

Die Auswertung der Spektrogramme in Wellenlängen geschah relativ zu den Wellenlängen bekannter Linien. Wir benutzten dabei die von SIEGBAHN angegebenen Zahlenwerte der Wellen-

¹⁾ Diese Empfindlichkeit ist jedoch in gewissem Grade abhängig von der Zusammensetzung der aufgetragenen Substanz.

längen, die mit unseren relativen Messungen gut übereinstimmen.

In unseren Spektrogrammen entsprechen einem Linienabstand von 0,001 Å etwa 0,04 mm. Die Breite der Linien ist durch die Spaltbreite bedingt. Diese wurde je nach dem Zweck verschieden gewählt. Zur genauen Bestimmung der Wellenlänge von Linien wurde der Spalt so eng eingestellt, daß die Breite einer Linie etwa 0,001 Å betrug.

Die Empfindlichkeit der Röntgenanalyse ließ nach der oben angegebenen Häufigkeitsschätzung des Vorkommens der Ekamangane im allgemeinen nicht erwarten, daß diese Elemente ohne chemische Vorarbeit in Mineralien aufgefunden werden könnten. Am ehesten könnte der direkte Nachweis bei den Platinern gelingen, jedoch standen diese für die spektroskopischen Arbeiten zur Zeit nicht zur Verfügung.

Der Nachweis des Elementes 43 gelang nach weitgehender Anreicherung auf chemischem Wege in Präparaten, die aus Sperryolith, Gadolinit und Columbit gewonnen waren. In einer größeren Zahl von Fällen wurde die Linie $K\alpha_1$ des Elementes 43 als schwache Nachbarlinie neben $K\beta_1$ des Niobs festgestellt. Bei einigen Präparaten trat diese Linie stärker auf, und es konnten bei diesen Platten auch $K\alpha_2$ und $K\beta_1$ ausgemessen werden. Die Gefahr einer Verwechslung mit anderen Linien liegt nur bei 43 $K\alpha_1$ vor, das mit Neodym $K\alpha_2$ zweiter Ordnung nahezu zusammenfällt. Da in unseren Spektren die stärkere Linie $NdK\alpha_1$ jedoch fehlt, ist die Anwesenheit des Neodyms, die schon aus chemischen Gründen unwahrscheinlich war, ausgeschlossen. Die letzte einzig noch fehlende Linie 43 $K\beta_2$ war wegen ihrer relativ zu der anderen geringen Intensität nicht zu erwarten. Die gemessenen Wellenlängen des Elementes 43 sind in Tabelle 4 den berechneten gegenübergestellt.

Der Nachweis des Elementes 75 gelang in einigen aus dem Columbit stammenden Präparaten. Wir teilen in nachstehender Tabelle 3 die Ergebnisse der Auswertung einiger Spektrogramme mit.

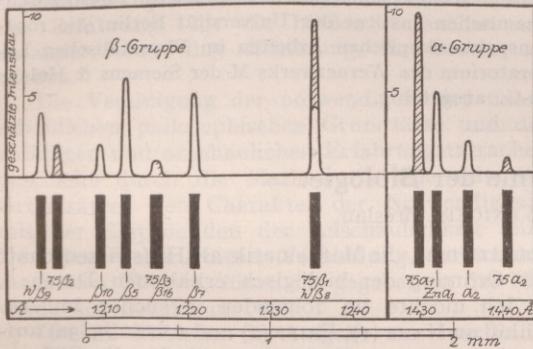
Die Tabelle zeigt die Linien der 75 $L\alpha$ -Gruppe in der Umgebung der Zinklinien, die der $L\beta$ -Gruppe inmitten der schwächeren β -Linien des Wolframs. Die Zinklinien erscheinen teils infolge von Verunreinigungen der Antikathode, teils infolge des chemischen Arbeitsganges auf fast allen Spektrogrammen mehr oder weniger stark. Die Wolframlinien erscheinen stets kräftig infolge der Zerstäubung des Wolframs von dem Glühfaden der Kathode auf die Antikathode.

Wie die Tabelle 3 und die schematische, aber in der Linienbreite maßstäblich richtige Abbildung zeigt, konnten die Linien 75 $L\alpha_1$ und 75 $L\alpha_2$ neben den Zinklinien klar getrennt beobachtet werden. Die schwache Zinklinie $K\alpha_3$ ist auf der Platte nicht enthalten. Sie würde etwa ebenso weit von 75 $L\alpha_1$ nach links entfernt liegen wie $ZnK\alpha_1$ nach rechts. Ebenso erscheint die Linie 75 $L\beta_2$ neben der nahen Wolframlinie $L\beta_3$. Dagegen deckt sich 75 $L\beta_1$ mit

Tabelle 3.
Spektrogramm mit Linien des Elements 75.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Intensitätsschätzung . . .	4	2	2	6	1	5	9	10	5	2	1
Gemessene Wellenlänge in Å	1,2020	1,2048	1,2094	1,2125	1,216	1,2212	1,2352	1,4299	als Bezugs- linie ange- nommen	1,4360	1,4407
Linienbezeichnung und zu- gehörige Wellenlängen	$W\beta_9$ 1,2021	$75\beta_2$ 1,2041	$W\beta_{10}$ 1,2094	$W\beta_5$ 1,2125	$75\beta_3$ 1,2169	$W\beta_7$ 1,2208	$75\beta_1$ 1,2355	$75\alpha_1$ 1,4306		$Zn\alpha_1$ 1,4321	$Zn\alpha_2$ 1,4359

Zeile 2 enthält die Wellenlängen der Linien der $L\alpha$ - und $L\beta$ -Gruppe des Elementes 75 und die benachbarten $ZnK\alpha$ -Linien bzw. $W\beta$ -Linien, Zeile 1 die geschätzten Intensitäten dieser Linien. Zeile 3 enthält die Deutung der Linien in der Bezeichnung von SIEGBAHN mit den Wellenlängen, die den SIEGBAHNSCHEN Tabellen entnommen oder aus bekannten Wellenlängen mit Hilfe der MOSELEYSCHEN Kurven graphisch interpoliert sind. Zur Auswertung der β -Linien wurden als Bezugslinien die Linien $AsK\alpha_2$ und $TaL\beta_3$ verwendet, die sich auf dem Spektrogramm befanden.



Schematische Darstellung¹⁾ des in Tabelle 3 enthaltenen Spektrums. Die Breite der Linien entspricht der Breite in unserer Originalaufnahme. Die Kurve über den Linien veranschaulicht die Intensität nach der in Tabelle 3 angegebenen Schätzung. Soweit die Linien dem Element 75 zuzuschreiben sind, sind die Flächen der Intensitätskurven schraffiert. Der nicht schraffierte Kurvenzug gibt die Intensität der Linien eines entsprechenden Spektrums ohne das Element 75.

der Linie $W\beta_8$ ²⁾, jedoch zeigt die relativ große Intensität dieser Linie, daß sie nicht allein dem Wolfram zugeschrieben werden kann. Wie nämlich einige Spektrogramme zeigen, welche die Linien des Elementes 75 nicht enthalten, wäre die Intensität der Linie $W\beta_8$ im vorliegenden Fall nur auf 4 zu schätzen. Die hier geschätzte Intensität 9 beruht also auf der Überlagerung von $75L\beta_1$ und $W\beta_8$. Ob bei der in Spalte 5 angeführten scheinbar unscharfen³⁾ Linie außer der von CROFUTT aufgefundenen und auch von uns beobachteten Linie $W\beta_{16}$ noch $75L\beta_3$ mitwirkt,

¹⁾ Wir geben diese Darstellung schematisch wegen der bekannten Schwierigkeiten der Reproduktion von Spektralaufnahmen.

²⁾ Mit $W\beta_8$ fallen die Linien $W\beta_{11}$ und $W\beta_{12}$ zusammen.

³⁾ Vermutlich besteht die Linie aus 2 sehr nahen Komponenten.

kann wegen der schwachen Intensität nicht mit Sicherheit entschieden werden.

Wir haben mit Sorgfalt untersucht, ob die in der Tabelle 3 dem Element 75 zugeschriebenen Linien noch auf andere Elemente evtl. als Linien höherer Ordnung zurückgeführt werden können. Die Deutung als Linien 2. und 3. Ordnung wurde durch das Fehlen der entsprechenden Linien 1. Ordnung in den Spektrogrammen ausgeschlossen. Alle Elemente, deren Linien erster Ordnung in die Nähe der gemessenen Linien des Elementes 75 fallen, ließen sich durch die Abwesenheit ihrer stärkeren Linien einwandfrei ausschließen.

Da im Röntgenspektrum außer der Wellenlänge auch die Intensitätsabstufung der Linien einer Serie charakteristisch ist, ist die Tatsache wichtig, daß auch das Verhältnis der geschätzten Intensitäten bei den Elementen 43 und 75 dem entsprechenden Intensitätsverhältnis der Nachbar-elemente entspricht.

Wir haben uns davon überzeugt, daß die in Frage kommenden Linien durch irgendwelche Fehler der Apparatur z. B. der Krystalle nicht vorgetäuscht sein können.

Nach diesen Beobachtungen ist das Element 43 durch 3 Linien, das Element 75 durch 4–5 Linien in der richtigen Intensitätsabstufung nachgewiesen¹⁾. Die gemessenen Wellenlängen sind in der folgenden Tabelle 4 zusammengestellt.

Zusammenfassung beider Teile.

1. Es wird eine Voraussage der wichtigsten geologischen und chemischen Eigenschaften der fehlenden Homologen des Mangans mit den Ordnungszahlen 43 und 75 gegeben. Die Konzentration der beiden Elemente in der Erdoberfläche wird zu 10^{-12} bis 10^{-13} geschätzt.

¹⁾ Die vorstehenden Mitteilungen sind im engen Rahmen dieser Zeitschrift gehalten. Eine ausführliche Darstellung der entwickelten Methoden und eine eingehende Kritik der Ergebnisse folgt an anderer Stelle.

Tabelle 4.
Wellenlängen in Å der gemessenen Linien der Elemente 43 und 75.

Benennung nach SIEGBAHN	43			75				
	$K\alpha_1$	$K\alpha_2$	$K\beta_1$	$L\alpha_1$	$L\alpha_2$	$L\beta_1$	$L\beta_2$	$L\beta_3$
Gemessen	0,672	0,675	0,601	1,4299	1,4407	1,235	1,2048	[1,216*]]
Berechnet	0,6734	0,6779	0,6000	1,4306	1,4406	1,2355	1,2041	1,2169

*) Durch Zusammenfallen mit $WL\beta_{18}$ unsicher.

2. Nach der Voraussage der chemischen Eigenschaften wird ein Anreicherungsverfahren auf eine Anzahl von Mineralien angewandt.

3. Angereicherte Präparate aus dem Columbit zeigten einen Gehalt von etwa 0,5% an Ekamangan und 5% an Dwimangan. Auch in einer Reihe von anderen Mineralien wurden Spuren der gesuchten Elemente gefunden.

4. Die Identität der gefundenen Stoffe mit den fehlenden Elementen 43 und 75 wurde durch das Röntgenspektrogramm bewiesen.

5. Vom Element 43 wurden die Linien $K\alpha_1$, $K\alpha_2$, $K\beta_1$, vom Element 75 die Linien $L\alpha_1$, $L\alpha_2$, $L\beta_1$, $L\beta_2$ ausgemessen.

Wir schlagen für die neu entdeckten Elemente folgende Namen vor:

Für das Element 43 nach unserer Ostmark den Namen *Masurium* (Ma) und für das Element 75 nach dem deutschen Rhein den Namen *Rhenium* (Re).

Die chemischen Arbeiten wurden teils in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, teils im Physikalisch-Chemischen Institut der Universität Berlin, die röntgenspektroskopischen Arbeiten im Physikalischen Laboratorium des Wernerwerks M der Siemens & Halske A.-G. ausgeführt.

Mathematische Probleme der Biologie.

VON F. CHRISTIANSEN-WENIGER, Breslau.

Immer weiter dringt jetzt auch in der Biologie die Anwendung der Mathematik vor. Auf den verschiedensten Gebieten wird versucht, die Erscheinungen in ihren Zusammenhängen mathematisch zu erfassen. Doch fehlt es bisher noch an grundsätzlicher Klärung der auftauchenden Probleme. Auf der einen Seite lehnen die Empiriker jede Anwendung von mathematischen Formeln ab, da das Leben in seiner Mannigfaltigkeit sich nicht in diese Formeln pressen läßt, auf der andern Seite stehen die Forscher, die danach streben, jede Erscheinung auf eine mathematische Formel zu bringen. Es scheint daher angebracht, einmal prinzipiell die grundlegenden Probleme zu erörtern.

Auch für die hier in ihren Grenzgebieten zusammenstoßenden Wissenschaften muß eine Klärstellung der gemeinsamen Aufgabe befruchtend wirken. Es wird dadurch vermieden, daß die spezielle Betrachtungsweise der einen Wissenschaft auf die andere übertragen wird, was immer zu Trugschlüssen und Verwirrungen führen muß.

Zwei verschiedene Anwendungen der Mathematik in der Biologie sind zu unterscheiden. Einmal soll versucht werden, die biologischen Gesetzmäßigkeiten aufzufinden und mathematisch zu fassen. Es handelt sich dabei um die letzte wissenschaftliche Formulierung der biologischen Tatsachen. Von dieser Anwendung der Mathematik sagt KANT: „Ich behaupte aber, daß in jeder besonderen Naturlehre nur soviel eigentliche Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin Mathematik anzutreffen ist.“ Dies ist also das eigentliche mathematische Problem der Biologie. Außerdem

benutzt man die Mathematik als Hilfswissenschaft zur Ordnung der biologisch erhaltenen Daten.

Ich möchte im folgenden versuchen im Anschluß an KANT (1), FRIES (2) und APELT (3, 3a) aufzuzeigen, warum die Mathematik für die Biologie ebensogut wie für alle anderen Naturwissenschaften Bedeutung hat, und warum sie in ihrer Anwendungsmöglichkeit hier begrenzt ist. Ich beschränke mich dabei ganz bewußt auf die Werke der drei genannten Philosophen, weil ich glaube, hier ein klares und einheitliches System unserer ganzen Erkenntnis zu finden. Das aber ist mir hier das Wesentliche, und ich lasse deshalb andere Autoren, die das gleiche Problem behandeln, außer acht. Zuletzt möchte ich ganz kurz auf die Mathematik als biologisches Handwerkszeug eingehen.

Das Wesen jeder Wissenschaft ist die Verbindung der Einzelerkenntnisse zu einem System. Nicht die einzelne empirische Tatsache ist das letzte Ziel der Forschung, sondern der synthetische Aufbau aller Einzelerfahrungen zu einem geschlossenen Weltbild wird erstrebt. — Es sind uns drei Erkenntnisweisen gegeben. Die empirische stützt sich auf die einfache Sinnesanschauung. Ihre Erkenntnisse sind a posteriori durch die Erfahrung gegeben. Sie sind zufällig, also nicht notwendig und anschaulich. Die zweite Art fußt auf der a priori gegebenen reinen Anschauung von Raum, Zeit und Zahl. Es ist die mathematische. Ihre Erkenntnisse sind anschaulich und zugleich notwendig, da sie alle in der a priori unserer Vernunft eigenen Anschauung begründet sind. Ihr steht als dritte die metaphysische Erkenntnisweise

gegenüber, die notwendig aber nicht anschaulich ist. Sie baut auf auf den unserer Vernunft wiederum a priori eigentümlichen Erkenntnissen von dem Zusammenhang von Wesen und Eigenschaft, von Ursache und Wirkung, von den Teilen und dem Ganzen. Diese sind durchaus nicht durch die Erfahrung oder durch die reine Anschauung gegeben, sie sind erst denkend zu erfassen und bilden die letzten Grundlagen unserer Erkenntnis. Es ist nun Aufgabe der Wissenschaft, alle besonderen Einzelkenntnisse zurückzuführen auf diese allgemeinen Grundlagen.

Das Ganze der menschlichen Erkenntnis besteht demnach aus dem Inbegriff und der Vereinigung der zufälligen empirischen, der notwendigen mathematischen und der philosophischen Erkenntnisse. Reine Philosophie, durch Notwendigkeit ohne Anschaulichkeit, und reine Mathematik, durch Notwendigkeit und Anschaulichkeit charakterisiert, stellen ihre apodiktischen Sätze für sich auf, und die Erfahrung fügt die bloßen Tatsachen aneinander, ohne ihre Erklärung, ihr Gesetz, zu suchen.

Die Vereinigung der notwendigen und unanschaulichen philosophischen Grundsätze und der zufälligen und anschaulichen Erfahrungstatsachen geschieht durch die Mathematik, die mit den Grundsätzen den Charakter der Notwendigkeit, mit der Empirie den der Anschaulichkeit teilt. Der Weg, der zu dieser Verbindung, der mathematischen Theorie, führt, ist gegeben in der Methode der Induktion.

Die Induktion hat die Aufgabe, aus einer Reihe von Einzel Tatsachen das übergeordnete Allgemeine zu erschließen. Sie führt den Forscher zur Aufstellung einer Hypothese und im weiteren der Theorie über den Zusammenhang der einzelnen Erscheinungen. Da nie alle möglichen Erscheinungen dem Forscher bekannt sind, so kann die Induktion immer nur unvollständig sein.

Wenn z. B. der Physiker beobachtet, daß alle Körper, die ihm zur Verfügung stehen, zur Erde fallen, so schließt er daraus auf das Vorhandensein einer Kraft, die sie zur Erde zieht. Er forscht nach dem dieser Erscheinung zu Grunde liegenden Naturgesetz und findet als solches das Gesetz der Anziehung der Massen untereinander. Aus den Beobachtungen und dem ihnen übergeordneten Gesetz ist das Fallgesetz abzuleiten und mathematisch zu formulieren.

Die Erfahrung lehrt, daß Körper von verschiedenem spezifischen Gewicht ungleich schnell fallen. Das Fallgesetz als solches sagt über diese Erscheinung nichts aus. Aber infolge des Grundsatzes der Kausalität kann ich schließen, daß eine neue Ursache zu der Erdanziehung hinzgetreten ist. Durch Induktion wird sie als Widerstand oder Reibung der Luft festgestellt. Auch dies ist auf Naturgesetze zurückzuführen und mathematisch zu erfassen, so daß der Physiker nunmehr in der Lage ist, den Fall jedes beliebigen Körpers unter gegebenen Bedingungen im voraus zu bestimmen.

Dadurch wird die Erscheinung des freien Falls Bestandteil unserer Gesamterkenntnis.

So ist durch die Methode der Induktion das oben angedeutete Ziel der Einzelwissenschaft erreicht: Es wird die Gesetzmäßigkeit aufgedeckt, der die empirisch gefundenen Tatsachen unterliegen. Sie ist auf die allgemeinen Naturgesetze zurückzuführen. So kommen wir zu der Theorie der Erscheinungen. Diese ist ohne weiteres auch mathematisch zu fassen, da alle empirischen Erfahrungen an Raum und Zeit gebunden sind. Wir erhalten also als Endergebnis der Forschung das mathematische Naturgesetz. Durch dieses werden die Einzelerfahrungen Teile unserer Gesamterkenntnis. In diesem Sinne besteht also der angeführte Satz von KANT, daß eine besondere Naturlehre nur soweit Wissenschaft sei, als in ihr Mathematik vorhanden ist, zu Recht, denn die Mathematik ist hier das Mittel, die erkannten Erscheinungen auf die Urgründe unserer Erkenntnis zurückzuführen. Und doch bedarf dieser Satz Einschränkungen, wie noch gezeigt werden soll.

Die Definition, die MITSCHERLICH (4) neuerdings von dem Naturgesetz gibt, ist unvollkommen und daher irreführend. Er sagt: „Voraussetzungen möchte ich, daß ein Gesetz naturwissenschaftlich nur dann existiert, wenn sich die Beziehungen zwischen den Variablen mathematisch fassen lassen.“ Wie wir sahen, ist zwar jedes Naturgesetz mathematisch zu erfassen, und insofern hat MITSCHERLICH recht, aber nicht jede mathematische Formel, die aus den Erscheinungen abgeleitet wird, ist ein Naturgesetz. Der Satz würde vollständig lauten müssen: Wir sprechen naturwissenschaftlich von einem Gesetz, wenn es die Beziehungen verschiedener Variablen auf ein notwendiges Naturgesetz zurückführt und gleichzeitig mathematisch erfaßt.

Es ist nun festzustellen, ob in der Biologie bereits derartige mathematische Theorien bestehen, und ob damit also auch sie in die Reihe der exakten Wissenschaften mindestens auf Teilgebieten eingerückt ist.

Als erstes möchte ich hier auf die Versuche verschiedener Forscher hinweisen (BROWN und ESCOMBE (5), NOACK und SIERP (6) RENNER (7) u. a.), die die Transpiration auf rein physikalische Erscheinungen zurückführen und mathematisch erfassen wollen. Es ist ohne weiteres klar, daß für die Transpiration die Verdunstungsgesetze gelten müssen. Bisher sind aber alle Versuche, die Erscheinungen der Transpiration ihnen unterzuordnen, an der Unzahl der in Frage kommenden Variablen gescheitert. Die Transpiration wird nicht nur von der Luftfeuchtigkeit, der Luftbewegung, und der Temperatur als äußeren Einflüssen bestimmt, es wirken auf sie auch eine Unzahl innerer Faktoren des Pflanzenindividuums, z. B. osmotischer Druck, Größe und Lage der Spaltöffnungen, Stellung der Blätter und anderes. So erscheint es aussichtslos, diesen ganzen Komplex von Einzelerscheinungen unter ein zusammenfassendes Gesetz zu bringen. Es soll dabei nicht etwa gelehnet

werden, daß die Forschungen für die Erkenntnis der Einzeltatsachen von großem Wert sind. Es muß nur festgestellt werden, daß sie uns bisher kein Gesetz der Transpiration bringen konnten.

Auf einem anderen Gebiet der Biologie, in der Vererbungswissenschaft, haben wir scheinbar in den Spaltungsgesetzen tatsächlich bereits ein derartiges Naturgesetz.

MENDEL (8) fand bei seinen klassischen Versuchen, daß bei künstlicher Kreuzung zweier in verschiedenen Eigenschaften ungleicher Individuen in der Enkelgeneration bei Selbstbefruchtung, ganz bestimmte Gesetzmäßigkeiten immer wieder auftraten. Er leitete daraus induktiv sein Spaltungsgesetz ab, das besagt: Treten in eine Kreuzung verschiedene Unterschiede der Eltern ein und zeigt der Bastard immer einen der Unterschiede rein, d. h. besteht für alle Merkmale Dominanz, so treten in der F_2 -Generation n^2 äußerlich verschiedene Kombinationen auf, die in einem Zahlenverhältnis stehen, das sich aus dem Ausdruck $(3 + 1)^n$ ableitet.

Die Mendelschen Spaltungsgesetze setzen voraus, daß in der F_1 -Generation n^2 verschiedene Geschlechtszellen entstehen und daß die verschiedenen Faktoren unabhängig voneinander spalten. Diese Voraussetzungen scheinen durch die cytologischen Forschungen bestätigt zu sein, die abweichenden Ergebnisse sind auf besondere Ursachen zurückzuführen. Es gelten damit für das Mendelsche Gesetz die Gesetze des Zufalls und der Kombination. Beide sind in der reinen Anschauung gegeben und mathematisch zu erfassen. Es ist in diesem Sinne das Mendelsche Gesetz ein mathematisches Naturgesetz. Stellt man sich dagegen auf den Standpunkt, daß die der Spaltung zugrunde liegenden Ursachen noch unbekannt sind und damit die Rückführung der Spaltungserscheinungen auf allgemeine Naturgesetze unmöglich ist, so kann man hier nur von einer mathematisch zu formulierenden Regel der Erscheinung sprechen.

Eine andere Form tritt uns im Gesetz vom Minimum, wie LIEBIG (9) es gibt, entgegen. Es besagt, daß das Wachstum einer Pflanze abhängig ist von demjenigen Wachstumsfaktor, der im Minimum vorhanden ist. Dieses Gesetz ist ohne weiteres auf das Gesetz von der Erhaltung der Materie zurückzuführen. Es ist somit ein notwendiges Gesetz. Nun hat aber MITSCHERLICH durch zahlreiche Versuche nachgewiesen, daß die mathematische Konsequenz des Gesetzes, nämlich die Proportionalität zwischen dem gegebenen Wachstumsfaktor und dem erhaltenen Mehrertrag, nicht vorhanden ist. Es müssen hier also neue Einwirkungen hinzukommen, die das Gesetz vom Minimum nicht erfaßt. Soll daher das Gesetz vom Minimum ein mathematisches Naturgesetz werden, so muß es unbedingt erweitert oder durch ein anderes ersetzt werden.

MITSCHERLICH (4a) hat nun versucht, diese Umformung vorzunehmen. Er hat an zahlreichen Versuchen das Verhältnis zwischen Steigerung des

Minimumfaktors und Ertrag geprüft. Dabei kam er zur Aufstellung seiner logarithmischen Funktion. Er hat alle Ergebnisse dieser Funktion, die er im Verein mit BAULE weiter ausbaute, angeglichen. Er ist mit dem Erfolg vollkommen zufrieden und glaubt mit seiner Kurve den mathematisch faßbaren Zusammenhang zwischen Wachstumsfaktor und Ertrag ermittelt zu haben. Er nennt diese Formel das Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren. Von einem Naturgesetz, wie MITSCHERLINC es tut, kann hier aber nicht gesprochen werden. Es fehlt jede Zurückführung der Erscheinung auf allgemeine Gesetzmäßigkeiten. Es wird keine Erklärung für ihre Notwendigkeit geben. Es handelt sich auch hier nur um eine Regel der äußeren Erscheinung, wobei vollkommen unerörtert bleiben kann, ob diese tatsächlich in allen Fällen zu Recht besteht.

Unrichtig ist es, aus einer derartigen Regel, bevor die Induktion zu Ende geführt wurde, d. h. bevor das ihr zugrunde liegende Naturgesetz tatsächlich aufgedeckt wurde, schwerwiegende Schlüsse auf die Biologie zu ziehen. Wir haben hier den Fall, wo die Schlußweise aus dem Grenzgebiet der einen Wissenschaft, nämlich der Mathematik, unberechtigterweise übertragen wird auf die andere Wissenschaft, die Pflanzenphysiologie. Hiergegen wendet sich auch RIPPEL (10).

Diese wenigen Beispiele sollten zeigen, welche Wege bereits eingeschlagen sind, um auch in der Biologie der mathematischen Theorie zu ihrem Recht zu verhelfen. Es ist bisher, soweit ich das Gebiet übersehen kann, höchstens im Spaltungsgesetz gelungen, doch muß man sich klar sein, daß das mathematische Naturgesetz das Endziel aller Wissenschaft ist.

Ich glaube allerdings, daß die Unzahl der im Leben wirkenden Faktoren jeder Erfassung durch mathematische Formeln spottet und daß das Ziel, die Biologie in dem hier gezeigten Sinn zur exakten Wissenschaft zu erheben, unerreichbar bleiben wird. Daran ändert auch nichts, daß KANT wie PRZBIRAM (11) anführt, sich geirrt hat, indem er das gleiche für die Chemie annahm.

Es soll nun noch kurz auf die Anwendung der Mathematik als Hilfswissenschaft der Biologie eingegangen werden. Dafür gilt der Kantsche Satz nicht, denn hier sind die angewandten Formeln nur Handwerkszeug und nicht Selbstzweck. Es ist deshalb JOHANNSENS (12) Äußerung durchaus richtig, der sagt: „Mit Mathematik, nicht als Mathematik treiben wir Biologie“ und an einer anderen Stelle noch klarer: „Oder kurz gesagt, eine biologische Analyse muß der statistischen Betrachtungsweise vorausgehen, sonst wird das Resultat leicht biologisch wertlos.“ Einen solchen Fall, wo die biologische Analyse ungenügend ist, zeigt JOHANNSEN in Galtons Rückschlagsgesetz.

Zwei einander verwandte Gebiete sind es, die in der Biologie herangezogen werden, die Kollektivmaßlehre und die Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung.

Die erstere wird vor allen Dingen in der Vererbungswissenschaft angewandt. Alle biologischen Größen, auch wenn ihnen die gleiche erbliche Veranlagung zugrunde liegt, werden bei Messungen stets ungleiche Zahlen ergeben. Ursache hierfür sind die mannigfaltigen verschiedenen Einflüsse der Umwelt, die während der Entwicklung auf jedes Individuum einwirken. Das Problem für die Vererbungswissenschaft ist nun, zu ermitteln, welcher charakteristische Wert einer Individuengruppe zukommt und inwieweit dieser von dem entsprechenden Wert einer anderen klar unterschieden werden kann.

Die Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung muß überall dort angewandt werden, wo Experimente die Klärung von biologischen Einzelproblemen bringen sollen. Ebenso wie jedes einzelne Individuum wird auch jeder angestellte Versuch von den Umwelteinflüssen stark beeinflusst. Es schwanken also die einzelnen Ergebnisse. Will man ein gesichertes Resultat erhalten, so muß man mehrere Parallelversuche ansetzen. Aus ihnen wird der Mittelwert errechnet, dem als Genauigkeitsmaß der mittlere Fehler oder eine andere Fehlergröße zugeordnet wird. Bei der Auswertung der Ergebnisse finden die Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung Anwendung.

Soll in diesem Sinne die Mathematik als Hilfswissenschaft angewandt werden, so ist die Voraussetzung, daß das Material seiner Form und seiner Gewinnung nach den mathematischen Voraussetzungen genügt. Das muß in jedem einzelnen Fall nachgewiesen werden.

Zusammenfassend kann also gesagt werden: Auch in der Biologie ist die mathematische Theorie anzustreben, doch wird sie wohl kaum je voll erreicht werden können. Die Anwendung der Mathematik als Hilfswissenschaft ist jeder Zeit möglich, wenn die Daten die Voraussetzungen der anzu-

wendenden mathematischen Methode erfüllen und einer biologischen Analyse standhalten.

*Literatur*¹⁾:

1. IMANUEL KANT, Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. 1786.
2. JAKOB FRIEDRICH FRIES, Die mathematische Naturphilosophie. Heidelberg 1822.
3. ERNST FRIEDRICH APELT, Metaphysik 1857 (Neudruck Halle 1910).
- 3a. ERNST FRIEDRICH APELT, Theorie der Induktion. 1854.
4. EILHARD ALFRED MITSCHERLICH, Über allgemeine Naturgesetze. Schriften der Königsberger Gelehrten Gesellschaft. Heft 3. 1924.
- 4a. EILHARD ALFRED MITSCHERLICH, Die Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens. 1924.
5. H. T. BROWN and ESCOMBE, Static Diffusion of Gases and Liquids in Relation to the Assimilation of Carbon and Translocation in Plants. Philos. Transactions of the Royal Soc. of London S. B. Vol. 193, S. 223—291.
6. H. SIERP und K. L. NOACK, Studien über die Physik der Transpiration, Jahrb. f. wiss. Bot. 60. 1921.
7. O. RENNER, Beiträge zur Physik der Transpiration I. Ber. d. dtsh. Bot. Ges. 29. 1911, II. ebenda 30. 1912.
8. G. MENDEL, Versuche über Pflanzenhybriden. Verh. des Naturforscher-Vereins von Brünn 1866.
9. J. VON LIEBIG, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physik 1862.
10. A. RIPPEL, Zur Klarstellung einiger Fragen des Wirkungs- und Wachstumsgesetzes der Pflanzen. Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düng. 3, Jg. A, Heft 6. 1924.
11. H. PRZIBRAM, Anwendung elementarer Mathematik auf biologische Probleme. Vortr. u. Aufs. über Entwicklungsmech. d. Organism. 3., 1908.
12. JOHANNSEN, W., Elemente der exakten Erblichkeitslehre. II. Aufl. Jena 1913.

¹⁾ Das Literaturverzeichnis soll durchaus nicht vollständig sein, es führt nur einige charakteristische Arbeiten an.

Astronomie als angewandte Physik.

VON HANS KIENLE, Göttingen.

Es ist heute wohl auch dem Fernerstehenden nicht mehr ganz unbekannt, wie sehr die Astronomie in den letzten Jahren von physikalischen Gedanken durchdrungen worden ist. „Astrophysik“, um die Jahrhundertwende fast noch Neuland und ein verhältnismäßig beschränktes Gebiet, das nur als Anhängsel der klassischen „Astrometrie“ und Himmelsmechanik zu betrachten war, erfüllt heute so vollkommen das astronomische Denken, daß man gezwungen ist, überkommene Einteilungen des Lehrgebäudes fallen zu lassen und mit einiger dichterischen Übertreibung sich versucht fühlt zu sagen: Astronomie ist angewandte Physik.

In der klassischen Astronomie gab es vor allem ein alles beherrschendes Prinzip: *die unbeschränkte Gültigkeit des Newtonschen Gravitationsgesetzes, wo immer im Raume Massen aufeinander wirken.* Dieser Glaube war so stark und tragfähig, daß er

eine richtige „Astronomie des Unsichtbaren“ schuf, die in der Entdeckung des Neptun und der Begleiter des Sirius und Procyon ihre glänzendsten Erfolge sehen durfte und noch heute in der Erforschung der Bahnen der spektroskopischen Doppelsterne ein weites Anwendungsgebiet hat. Die neuere Astronomie ist noch viel mehr durchdrungen von dem Gedanken der physikalischen Einheit der Welt, als es die alte war mit dem Glauben an das Newtonsche Gesetz. Und dieser neue größere Glaube hat sich in der kurzen Spanne Zeit, seit er sich voll auszuwirken begann, von außerordentlicher praktischer Bedeutung und von nicht geringer schöpferischer Kraft erwiesen. Die Erkenntnis der wahren Natur der Spektren der Sterne hat uns zugleich in das Innere der Sterne und in die fernsten Tiefen des Weltenraumes geführt, hat uns große Züge der Sternentwicklung enthüllt und uns Erkenntnisse gerade da gebracht,

wo wir bislang noch im Dunkeln tappten und auf reine Spekulation angewiesen waren.

Als mit der Anwendung der Spektralanalyse auf die Gestirne die Astrophysik gewissermaßen aus der Taufe gehoben wurde, war es nicht eigentlich Physik, was man trieb, als vielmehr Chemie. Man suchte die Art der Stoffe zu ergründen, aus denen die Sterne zusammengesetzt sind, indem man die in den Spektren auftretenden Linien verglich mit denen der irdischen Elemente. Der Schluß von dem Vorkommen gewisser im Laboratorium bis dahin unbekannt Linien im Spektrum der Sonne auf die Existenz eines uns noch unbekanntes Elementes, des Heliums, ist eine der hervorstechendsten Geistesleistungen dieser Epoche. Die Bezeichnung „Heliumsterne“, „Wasserstoffsterne“, „Metallsterne“, wie sie früher üblich war, ist ohne Zweifel zunächst wörtlich aufzufassen in dem Sinn, daß man damit die Vorstellung verband, daß die Verschiedenheit der Spektren auf wirkliche Verschiedenheiten im chemischen Aufbau der Sterne zurückzuführen sei. Heute dagegen gehen wir, von gewissen Ausnahmen abgesehen, aus von der Annahme der völligen chemischen Gleichheit aller stellaren Materie — sofern man überhaupt noch strenge chemische und physikalische Eigenschaften unterscheiden kann —, und *das Spektrum charakterisiert uns in erster Linie den physikalischen Zustand*, in dem diese Materie sich in dem speziellen Fall befindet. War früher Zahl und Vorkommen der Linien überhaupt das Wesentliche, so richtet sich heute das Augenmerk auf Intensität und Breite derselben. Diese grundsätzliche Umstellung ist es, welche der Physik Eingang verschafft hat in bis dahin von ihr noch unberührte Gebiete der klassischen Astronomie und die es bedingt, daß Astronomie und Astrophysik im Sinne der alten Einteilung nicht mehr zu unterscheiden sind. Schon mit der Bestimmung der Radialgeschwindigkeiten, also einer der Komponenten der Bewegung der Sterne im Raume, aus den Dopplerverschiebungen der Spektrallinien griff die Physik ein in die klassische Astronomie. Die Bestimmung der Entfernungen der Sterne auf physikalischer Grundlage im Gegensatz zu der bis dahin allein möglichen trigonometrischen Messung hat ein weiteres Gebiet fast unbegrenzter Anwendungsmöglichkeiten erschlossen.

Sinn und Bedeutung der Hypothesen, welche der „physikalischen“ Bestimmung der Entfernungen zugrunde liegen, möchte ich im folgenden versuchen zu beleuchten. Den Ausgang nehmen all diese Bestimmungen von dem Zusammenhang, der besteht zwischen der „scheinbaren Helligkeit“ h , der „absoluten Helligkeit“ J und der Entfernung r . Definiert man die absolute Helligkeit J als die scheinbare Helligkeit in der Entfernung 1, so ist die scheinbare Helligkeit h in der Entfernung r gegeben durch $h = J/r^2$. Kennt man J und h , so läßt sich die Entfernung r berechnen aus der Gleichung

$$r = \sqrt{J/h}$$

Bei irdischen Lichtquellen pflegen wir die absolute Helligkeit oder „Leuchtkraft“ anzugeben in „Kerzenstärken“, d. h. in Einheiten der Intensität einer bestimmtem definierten Normallichtquelle (Hefnerkerze). Ganz analog kann die absolute Leuchtkraft eines Sternes ausgedrückt werden in Einheiten der Intensität der Sonnenstrahlung. Wir denken uns nun das folgende Experiment angestellt: Wir beobachten eine in unbekannter Entfernung von uns befindliche Glühlampe und vergleichen das Licht, das sie uns zusendet, d. h. ihre scheinbare Helligkeit h , mit unserer Normallampe. Ein Fernrohr ermöglicht es uns, die auf dem Gewinde der Lampe angeschriebene „Kerzenstärke“, d. h. also die absolute Helligkeit J , abzulesen. Dann haben wir die beiden Größen h und J (beide in Kerzenstärken ausgedrückt), die wir nach der obigen Beziehung brauchen, um die Entfernung r zu berechnen.

Wie gestaltet sich die Übertragung dieses Experimentes auf die Sterne? Die Bestimmung der scheinbaren Helligkeit macht keine Schwierigkeiten und ist eine der ältesten astronomischen Aufgaben. Durch passende photometrische Einrichtung ist es prinzipiell jederzeit möglich, die scheinbare Helligkeit eines Sternes mit der der Sonne zu vergleichen. Praktisch wählt man natürlich nicht die Sonne, sondern irgendeinen Normalstern, auf den man die anderen Sterne bezieht und den man seinerseits an die Sonne anschließt. Aber das Ablesen der „Kerzenstärke“? Das eben gestattet uns das Spektrum! *Die Intensitätsverhältnisse der Linien in den Spektren variieren nicht nur mit dem Typus* (soll heißen der „effektiven Temperatur“), *sondern auch mit der absoluten Helligkeit*, also eben mit der „Kerzenstärke“. Diese von HERTZSPRUNG 1905 zuerst empirisch an einem Beispiel aufgedeckte Gesetzmäßigkeit, die dann von KOHLSCHÜTTER und ADAMS neu gefunden und in großzügiger Weise zur Bestimmung absoluter Sternhelligkeiten angewandt wurde, ist uns heute theoretisch vollkommen verständlich durch die Kenntnis der Anregungsbedingungen, die erfüllt sein müssen, damit bestimmte Linien in bestimmter Intensität auftreten. Wir wissen, daß sich hier nichts weiter ausspricht als der Ionisationszustand der Sternatmosphären, der eine Funktion von Temperatur und Dichte ist.

Vorläufig zwar gehen wir bei dieser Art von physikalischen Entfernungsbestimmungen noch den empirischen Weg, indem wir die Abhängigkeit der Linienintensität von Spektraltypus und absoluter Helligkeit bestimmen mit Hilfe von Sternen, deren Entfernung r aus trigonometrischen Messungen bekannt ist und deren absolute Helligkeit sich berechnet aus $J = h \cdot r^2$. Noch kann also die Methode nicht für sich bestehen, sondern bedarf der klassischen Entfernungsbestimmung als Unterlage. Aber es ist zum mindesten berechtigt, den Gedanken spekulativ in der Richtung auszuspinnen, daß wir auf Grund der Ex-

perimente im physikalischen Laboratorium und vertrauensvoll bauend auf die Anwendbarkeit der Atomtheorie auf alle Materie, wo immer im Raume sie sich auch befindet, dazu gelangen werden, die Intensitätsverhältnisse in Spektren von Sternen bestimmter vorgegebenen Temperatur und Leuchtkraft theoretisch vorauszusagen. Die Einordnung irgendeines beobachteten Spektrums in diese Reihe gibt dann nicht nur die physikalischen Bedingungen, die auf dem fraglichen Stern herrschen, sondern zugleich auch noch auf dem skizzierten Wege über absolute und scheinbare Helligkeit die Entfernung.

Der Glaube an die physikalische Einheit der Welt geht und trägt noch einen Schritt weiter. Ein Beispiel sei als Vergleich vorausgeschickt. Auf der Erde bedienen wir uns zur Schätzung von Entfernungen mit Vorteil unserer Kenntnis von der wahren Größe der Gegenstände. Ein Mensch von bestimmter Körperlänge l erscheint uns um so kleiner, je größer seine Entfernung von uns ist. Bezeichnen wir seine „scheinbare“ Größe, d. i. der Winkel, unter dem wir ihn sehen, mit α , die Entfernung wieder mit r , dann gilt die Beziehung $\text{tg } \alpha = l/r$. Genähert kann man die Funktion $\text{tg } \alpha$ stets durch den Wert α/k ersetzen, wo k eine Zahl ist, die folgende Werte hat, je nach der Einheit, in der α gemessen wird.

α in Grad	$k = 57.3$
α in Bogenminuten	$k = 3438'$
α in Bogensekunden	$k = 206265''$

Die Entfernung eines Gegenstandes von der scheinbaren Größe α und der wahren Größe l ist also gegeben durch

$$r = k \cdot l/\alpha$$

Wir denken uns nun folgendes Experiment angestellt. An unserem Beobachtungsort werde ein Pendel aufgehängt (einfach aus einem Faden und einer Kugel bestehend), dessen Länge l wir willkürlich verändern können. Wir beobachten die Schwingungsdauer T des Pendels bei verschiedener Länge des Fadens. Das Ergebnis ist allgemein bekannt: die Längen verhalten sich wie die Quadrate der Schwingungszeiten; in mathematischer Form ausgedrückt:

$$l = c T^2$$

Die Konstante c ist nichts weiter als der Zahlenwert für die Länge des „Sekundenpendels“. Ausgerüstet mit dieser Erfahrung, beobachten wir nun ein in unbekannter Entfernung r von uns schwingendes Pendel. Seine Schwingungsdauer T können wir von unserem Beobachtungsort aus ermitteln mit Hilfe einer Uhr. Machen wir nun die Annahme, daß der an unserem Beobachtungsort empirisch festgestellte Zusammenhang zwischen l und T auch an dem entfernten Ort gilt, und zwar mit dem gleichen Werte der Konstanten c , dann können wir der beobachteten Schwingungsdauer T eine ganz bestimmte Länge l des Pendels zuordnen. Messen wir außerdem die scheinbare Länge α

des Pendels, etwa mit Hilfe eines Theodoliten, dann sind unsere obigen Bedingungen für die Bestimmung der Entfernung aus scheinbarer und wahrer Größe erfüllt, und wir haben $r = k \cdot l/\alpha = C \cdot T^2/\alpha$, wo $C = kc$ ein bekannter Zahlenwert ist.

Wir sind rein empirisch vorgegangen, als ob wir nichts wüßten über die Ursache der Schwingungen des Pendels. Wir haben hinsichtlich der letzteren aber eine ganz wesentliche Hypothese eingeführt, nämlich die: *wo immer wir auf der Erde ein Pendel schwingen sehen, da ist die gleiche Ursache und in gleicher Stärke* (Konstanz von c) *wirksam*. Auf keinem anderen als diesem Prinzip beruht SHAPLEYS Methode zur Bestimmung der Entfernung der Sternhaufen. Die schwingenden Pendel sind die in ihrer Helligkeit in ganz charakteristisch-periodischer Weise schwankenden δ Cephei-Sterne; der Pendellänge entspricht die mittlere absolute Helligkeit. Nur der empirisch festgestellte Zusammenhang zwischen der Periode T der Helligkeitsschwankung und der absoluten Helligkeit J ist durch eine andere Funktion gegeben. Wir wollen einfach schreiben:

$$J = f(T)$$

Die Hypothese, die wir in Analogie zu unserem Beispiel mit dem Pendel einführen, ist die: *wo immer im Raum ein Stern den charakteristischen Lichtwechsel der δ Cephei-Sterne zeigt, da entspricht der Periode T dieses Lichtwechsels eine ganz bestimmte absolute Helligkeit J des Sternes*, die aus der empirischen Kurve $J = f(T)$ zu entnehmen ist. Aus der errechneten absoluten Helligkeit J und der beobachteten scheinbaren Helligkeit h ergibt sich wieder die Entfernung $r = \sqrt{J/h}$.

Der kausale Zusammenhang zwischen J und T ist uns bislang noch verborgen — obwohl Hypothesen darüber aufgestellt wurden —, so wie wir das bei dem Pendel fingiert hatten. Trotzdem wagen wir die oben genannte Hypothese, die nur getragen wird von unserem Glauben daran, daß die δ Cephei-Sterne einen ganz bestimmten physikalischen Zustand verkörpern von eindeutigen Eigenschaften. Kann dieser Glaube uns nicht irreführen? Wir wollen noch einmal an das Pendel anknüpfen. Bei ihm kennen wir ja die wahre Ursache der Schwingung, und wir wissen, daß die oben als Konstante eingeführte Zahl c in Wahrheit keineswegs eine Konstante ist, daß in ihr vielmehr noch der Wert für die Schwerebeschleunigung g an dem Aufhängeort steckt (es ist nämlich $c = g/4\pi^2$). Wenn sich, wie in unserem Beispiel, das Pendel nur längs der Erdoberfläche verschiebt, dann ist allerdings g und damit auch c konstant. Bringen wir aber das Pendel in verschiedene Höhen oder Tiefen, dann hat dort g verschiedene Werte, und die Schwingungsdauern von Pendeln der gleichen Länge l sind verschieden. Unsere Hypothese würde uns aus den beobachteten Schwingungszeiten auf falsche Werte dieser Länge l schließen lassen, weil wir mit konstantem g (der

Schwerebeschleunigung an unserem Beobachtungs-ort) rechneten.

Die Möglichkeit einer solchen Fehlerquelle bei den δ Cephei-Sternen ist natürlich so lange gegeben, als wir reine Empirie treiben und uns der Einblick in die ursächlichen Zusammenhänge fehlt. Es kann noch ein unbekannter Parameter die Periode der Helligkeitsschwankungen beeinflussen. Aber wie überall versuchen wir es eben auch hier zunächst mit der einfachsten Annahme. Auf Widersprüche hat sie uns jedenfalls bisher noch nicht geführt.

Trotz mancher schwerwiegenden Bedenken ist dieser Glaube an die physikalische Einheit und Eindeutigkeit der Welt, dessen mögliches Irren wir hier andeuteten, von einzelnen noch weiter getrieben und auf eine andere Kategorie von Sternen übertragen worden, die „neuen Sterne“, die gekennzeichnet sind durch einen einmaligen Anstieg ihrer scheinbaren Helligkeit zu einem Maximum und darauffolgendes allmähliches Abklingen, meist in mehr oder weniger periodischen Schwankungen. Solange diese Sterne zu den seltenen Erscheinungen am Himmel zählten, konnte man sie mit Fug und Recht als Ergebnisse zufälliger Katastrophen irgendwelcher Art erklären. Seit wir sie aber in größerer Zahl kennen und einen offenbaren Zusammenhang mit den Spiralnebeln sehen, ist die Annahme zum mindesten nicht ganz von der Hand zu weisen, daß wir es auch hier mit bestimmten Stadien der Sternentwicklung zu tun haben, denen ganz bestimmte Ursachen zugrunde liegen. Aus solchen Überlegungen heraus ist in neuerer Zeit die Hypothese gewagt worden: *Alle Neuen Sterne erreichen im Maximum die gleiche absolute Helligkeit.* Kein Zweifel, daß diese Hypothese viel weiter geht als die bei den δ Cephei-Sternen aufgestellte. Kein wirklicher empirischer Zusammenhang wie die Periodenhelligkeitskurve der Cepheiden liegt hier vor; denn wir kennen von keinem einzigen neuen Stern zuverlässig die Entfernung, mit Hilfe deren die absolute Helligkeit zu berechnen wäre. LUNDMARK hat alles erreichbare Material

zusammengetragen, um die Hypothese zu stützen. Aber mehr als eine untere Grenze für die Maximalhelligkeit kann er auch nicht angeben. So steht die Hypothese, die vor allem wichtig ist als Ausgangspunkt für die Entfernungsbestimmung der Spiralnebel, noch auf schwachen Füßen. Sie gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn sich die neuesten Mitteilungen von HUBBLE bestätigen, der in zwei Spiralnebeln auch δ Cephei-Sterne gefunden hat, die eine Kontrolle der Hypothese LUNDMARKS durch die ältere, gesichertere SHAPLEYS ermöglichen. Nach den vorläufigen Mitteilungen stehen die aus den δ Cephei-Sternen von HUBBLE abgeleiteten Entfernungen in Einklang mit den aus den neuen Sternen von LUNDMARK errechneten. Wir befinden uns damit zugleich an der Schwelle möglicher neuer Einblicke in die wahre Natur der neuen Sterne und der Sternentwicklung überhaupt.

Man könnte die vorstehenden Betrachtungen ohne Mühe weiterführen und noch auf anderen Gebieten die Bedeutung der Physik für die heutige Astronomie nachweisen. Ich möchte mich damit begnügen, gezeigt zu haben, wie eines der ureigsten Gebiete klassischer Astronomie, die Bestimmung der Entfernungen der Gestirne und im weiteren des Aufbaues der Welt, von physikalischen Gedanken durchdrungen worden ist. Für den Rest möge es diesmal mit der Andeutung genug sein: die Astronomie hat durch kühne Extrapolation der im physikalischen Laboratorium erhaltenen Ergebnisse auf Verhältnisse, die keinem Experiment zugänglich sind, ungeahnte und wertvolle Aufschlüsse erhalten über die Natur und Entwicklung der Sterne. Sie wird dankbar der Physik zur Verfügung stellen, was sie jenen fernen Laboratorien mit ihren Instrumenten abzuringen vermag, Laboratorien, in denen mit Massen und Energien gearbeitet wird, die weit jegliches irdische Maß übertreffen. Und so wird ein wechselseitiger Strom von Anregungen fließen zwischen Astronomie und Physik, wie er in der klassischen Zeit geflossen ist zwischen Astronomie und Mathematik.

Über die die Gonadenbildung bei Süßwasserpolyphen auslösenden Bedingungen.

Von J. GROSS, Neapel.

Die Süßwasserpolyphen pflanzen sich bekanntlich sowohl durch Knospung, als durch Keimzellen fort; und zwar gehen vegetative und geschlechtliche Vermehrung neben einander her, ohne daß man von einem Generationswechsel, wie bei vielen marinen Hydroiden, sprechen könnte. Während aber die Knospung ein dauernder Vorgang ist, so lange die Tiere sich in erträglichen Lebensbedingungen befinden, tritt die Gonadenbildung nur zu gewissen Zeiten und unter ganz bestimmten, für die einzelnen Genera der Süßwasserpolyphen verschiedenen Bedingungen auf.

P. SCHULTZE (1907), der die sehr im argen liegende Systematik der Gruppe einer ebenso notwendigen, wie gut gelungenen Revision unterzogen hat, unterscheidet 3 Genera. Das eine, *Chlorohydra*, umfaßt die durch Symbiose mit Zoochlorellen grün gefärbten Formen,

während die braunen Polyphen in die beiden Genera *Hydra* und *Chlorohydra* zerfallen, von welcher das zweite sich von *Hydra* und *Pelmatohydra* durch einen farblosen, histologisch differierten Stiel unterscheidet.

Der erste, der die Ursachen der Gonadenbildung experimentell untersuchte, war NUSSBAUM (1892). Er schloß aus seinen, leider sehr wenig exakten Versuchen, daß die Geschlechtsreife einträte, wenn man die Tiere nach Ablauf einer Periode reichlicher Fütterung eine Zeitlang hungern läßt. KRAPPENBAUER (1908) fand dagegen, daß wenigstens bei *Pelmatohydra* der Ernährungszustand gänzlich gleichgültig sei, die Gonadenbildung dagegen durch niedrigere Temperaturen ($8-10^{\circ}$) ausgelöst werde. FRISCHHOLZ (1909) und KOCH (1911) bestätigten die Angaben von KRAPPENBAUER und fügten die interessante Entdeckung hinzu, daß *Hydra*

im Gegenteil bei hoher Temperatur (Optimum 20°) geschlechtsreif wird. Und nach WHITNEY (1907) verhält sich *Chlorohydra* ebenso. Neuerdings hat USPENSKAJA (1921) die Temperatur, bei welcher *Hydra* zur Gonadenbildung schreitet, auf 13–24° festgestellt. Diese Ergebnisse stehen in erfreulicher Übereinstimmung mit Beobachtungen in der freien Natur. Von *Hydra* und *Chlorohydra* findet man den ganzen Sommer über geschlechtsreife Tiere, von *Pelmatohydra* dagegen nur in einer kurzen Periode, die in gemäßigten Klimaten in den Spätherbst fällt.

NUSSBAUMS Hypothese der Auslösung der Gonadenbildung durch Hunger ist zwar in neuerer Zeit durch E. SCHULTZ (1906) und BERNINGER (1910) aufrecht erhalten worden; doch sind, wie ich von anderer Stelle nachweisen werde, beide Forscher in Irrtümer verfallen.

Gelegentlich einer größeren, in der Hauptsache ganz anderen Problemen gewidmeten, demnächst im Biol. Zentralbl. erscheinenden Arbeit habe ich ebenfalls Versuche über die Bedingungen angestellt, unter welchen die Süßwasserpolyphen Gonaden bilden. Mein Material bestand in *Pelmatohydra oligactis*, *Hydra attenuata* und *Hydra vulgaris*. Auch nach meinen Ergebnissen kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Temperaturverhältnisse, und zwar nur diese, für die Gonadenbildung ausschlaggebend sind. Für *P. oligactis* kann ich die Angaben von KRAPPENBAUER, FRISCHHOLZ und KOCH vollinhaltlich bestätigen. Für die beiden Hydraspezies fand ich dagegen, daß die Geschlechtsreife auch bei beträchtlich tieferen Temperaturen eintreten kann, als meine Vorgänger angaben. Bei *H. attenuata* habe ich Hodenbildung schon bei 8°, bei *H. vulgaris* sogar bei 6° beobachtet. Als obere Grenze, bei der es noch zur Bildung von Geschlechtsprodukten kam, erwies sich für *H. vulgaris* eine Temperatur von 24°, für die ♂♂ von *H. attenuata* sogar erst von 32°, doch war die Hodenbildung auch bei 29° schon auffallend spärlich. Während die früheren Forscher den Gegensatz zwischen *Pelmatohydra* und *Hydra* so formulierten, daß einfach jene bei tiefen, diese bei hohen Temperaturen geschlechtsreif werden, liegen die Verhältnisse tatsächlich etwas verwickelter.

Die Pelmatohydran schreiten zur Gonadenbildung, wenn die Lebensbedingungen beginnen ungünstig zu werden, die Hydran dagegen entwickeln Geschlechtsprodukte gerade unter optimalen Lebensbedingungen. Bei diesen ist die geschlechtliche Tätigkeit eine Folge üppigen Gedeihens und reger Aktivität der Individuen, bei jenen dagegen offenbar eine vorbeugende Funktion, die der Erhaltung der Spezies dient, wenn die Individuen durch zu tiefe Temperatur gefährdet werden.

Daß zwei sonst so nah stehende Genera, die noch vor kurzem als ein einziges angesehen werden konnten, sich in einer der wichtigsten Lebensfunktionen so verschieden verhalten, ist gewiß sehr auffallend. Das hier vorliegende Problem ist aber einer weiteren experimentellen Analyse nicht zugänglich. Dagegen kann die vergleichende, phylogenetische und historische Betrachtung hier, wie so oft in der Biologie, tiefer eindringen.

Über die geographische Verbreitung der verschiedenen Süßwasserpolyphen ist noch wenig bekannt. Doch gibt es gerade für *P. oligactis* zahlreiche Angaben über polare und alpine oder subalpine Fundorte. So ist sie

in Grönland, auf der Insel Solowetz im Weißen Meer und wieder in Gletscherseen der Alpen und des Kaukasus, in der Hohen Tatra und den amerikanischen Felsengebirgen zu Hause. ZSCHOKKE (1900), der sie im Lünnersee viele Jahre hindurch beobachtet hat, steht daher auch nicht an, sie für ein Eiszeitrelikt zu erklären. Dem widerspricht scheinbar, daß sie sich gegen Kälte empfindlicher erweist, als die beiden von mir beobachteten Hydraspezies. Hielt ich *P. oligactis* längere Zeit bei 6°, so hatte ich regelmäßig einigen Abgang durch „Erfrieren“, während die Hydran so niedere Temperaturen scheinbar ohne Schädigung ertragen. Aber auch gegen Hitze ist *P. oligactis* wenig widerstandsfähig. Bei 29° starb schon die Mehrzahl der Versuchstiere, während ich *H. attenuata* z. B. noch bei 32° bis 20 Tage am Leben erhalten konnte. *Pelmatohydra* ist also ausgesprochen stenotherm, und auch das ist eine charakteristische Eigenschaft von Eiszeitrelikten, wie z. B. *Planaria alpina* und *Cyclops strenuus*.

Die auffallende Verschiedenheit im Verhalten der beiden sonst so nahe verwandten Genera geht also zurück auf Einwirkungen, denen ihr Keimplasma in einer früheren Erdperiode ausgesetzt war.

Eine solche historische Erklärung physiologischer Vorgänge ist nicht modern, weil nicht durch Experimente gewonnen. Kausal ist sie aber auch und oft die einzig zureichende. Denn die Vererbungsfähigkeit einer der wichtigsten Wesenszüge der Organismen bringt es mit sich, daß die causa efficiens von Lebenserscheinungen oft in weit zurückliegenden Zeiten gesucht werden muß und sich durch Experimentieren allein nicht mehr feststellen läßt.

Literaturverzeichnis.

- BERNINGER, J. (1910), Über Einwirkung des Hungers auf *Hydra*. Zool. Anz. 36.
 FRISCHHOLZ, E. (1909), Zur Biologie von *Hydra*. Biol. Zentralbl. 29.
 KOCH, W. (1911), Über die geschlechtliche Differenzierung und den Gonochorismus von *Hydra fusca*. Biol. Zentralbl. 31.
 KRAPPENBAUER, A. (1908), Einwirkung der Existenzbedingung auf die Fortpflanzung von *Hydra*. Inaug.-Diss. München.
 NUSSBAUM, M. (1892), Die Geschlechtsentwicklung bei Polyphen. Sitzungsber. Niederrhein. Ges. Nat.-Heilk. Bonn.
 SCHULTZ, E. (1906), Über Reductionen. II. Hunger und Geschlechtsreife bei *Hydra fusca*. Roux' Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organismen 21.
 SCHULTZE, P. (1907), Neue Beiträge zu einer Monographie der Gattung *Hydra*. Arch. Biontol. 4.
 USPENSKAJA, W. J. (1921), Der Einfluß von Temperatur und Hunger auf die Bildung von Geschlechtsprodukten bei *Hydra grisea*. Nachr. Inst. Exper. Biol. Moskau I. (Russisch.)
 WHITNEY, D. D. (1907), The Influence of External Factors in Causing the Development of Sexual Organs in *Hydra viridis*. Roux' Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organismen 24.
 ZSCHOKKE, F. (1900), Die Tierwelt der Hochgebirgsseen. Denkschr. Schweiz. Nat.-Ges. 16.
 Neapel, Februar 1924.

Mitteilungen aus dem Gebiet der physikalisch-chemischen Mineralogie und Petrologie¹⁾.

Der Auflösungsprozess bei Mischkristallen (Na, Ag), Cl und das Tammannsche $\frac{1}{8}$ -Mol.-Gesetz. Die von G. TAMMANN (s. Zeitschr. f. anorg. Chemie 107, 1919 u. 109–123) aufgestellte Theorie diskontinuierlicher Resistenzgrenzen an Mischkristallen, welche nach Vielfachen von $\frac{1}{8}$ Molbrüchen sich einstellen sollen, beruht auf stereometrisch-atomistischer Betrachtungsweise der Mischkristalle, nach welcher diese in einheitlichem Gitterverbande und im Falle „normaler“ Verteilung die stabilste Anordnung erfüllen sollen. Einwände gegen diese Anschauungsweise wurden mannigfach erhoben, so von GRIMM und HERZFELD (Zeitschr. f. Physik 16, 77 u. 84, 1923) auf thermodynamischer Grundlage, von VEGARD und SCHJELDERUP (Physikal. Zeitschr. 18, 93, 1917) auf Grund der Röntgenanalyse; wie auch M. v. LAUE (Ann. d. Physik

wäre (vgl. auch BORELIUS, Ann. d. Physik 74, 216, 1924).

TAMMANN hat seine Theorie durch zahlreiche Proben an metallischen Mischkristallen mit Hilfe bestimmter oberflächlicher Färbungserscheinungen zu erhärten versucht; die messenden galvanischen Versuche an metallischen Mischkristallen sind nur z. T. als Bestätigung des $\frac{1}{8}$ -Gesetzes ausgefallen. Vor allem aber wichtig wurden Auflösungsversuche an Mischkristallen von NaCl und AgCl, welche K. W. SCHMIDT (Inaug.-Diss. Göttingen 1917) durchführte, nach denen ein Verlauf der Lösungsfunktion ganz im Sinne der Tammannschen Theorie abgeleitet wurde. In einer soeben erschienenen Arbeit (Zeitschr. f. anorg. Chemie 143, 1–59, 1925) wird das jedoch von M. LEBLANC und A. RÖSSLER bezweifelt; sie geben an, daß ebenso gut eine stetig gekrümmte S-Kurve an Stelle der von SCHMIDT eingetragenen gezeichnet werden könnte, welche ebenso exakt die Resistenzgrenzen $\frac{5}{8}$ und $\frac{6}{8}$ liefere (Fig. 1). LEBLANC und RÖSSLER beabsichtigen deshalb, eine möglichst scharfe Prüfung des $\frac{1}{8}$ -Gesetzes erneut an (Na, Ag)Cl durchzuführen. Sie legten besonderen Wert auf Feststellung des zeitlichen Verlaufs der Auflösungsprozesse an getemperten und nichtgetemperten Mischkristallen, sowie auf Berücksichtigung des Einflusses der Korngröße. Zur Kontrolle der in Lösung gehenden NaCl-Mengen diente die Messung des elektrolitischen Leitvermögens der Lösung, weshalb die Auflösung direkt in kalibrierten Leitfähigkeitsgefäßen im Thermostaten bei $25^\circ \pm 0,03^\circ$ vorgenommen wurde. Die Herstellung der NaCl-AgCl-Mischkristalle erfolgte teils so, daß direkt Schmelzen verschiedener Mischungsverhältnisse abgeschreckt wurden, oder unter Umrühren 3 Stunden im Kristallisationsintervall langsam sich abkühlten, teils die so erhaltenen Proben durchschnittlich 4 Wochen lang getempert wurden. Die nichtgetemperten Kristalle sind doppelbrechend und makroskopisch nicht allenthalben homogen, die getemperten aber durchsichtig mit großen Facetten an der Oberfläche (durch Sammelkristallisation), aber noch immer doppelbrechend. Sicherlich sind jedenfalls die abgeschreckten Schmelzen stark heterogen. Die mittlere Korngröße betrug 160μ . Die in Prozenten angegebene Menge p von gelöstem NaCl, bezogen auf die ursprünglich vorhandene NaCl-Menge, ist in Abhängigkeit von der Zeit bei den nichtgetemperten Schmelzen charakterisiert durch anfänglich schnellen Anstieg, dann bald einsetzende Abflachung der p - z -Kurve bis zu fast geradlinigem Verlauf (Fig. 2). Dies gilt bis zu einem AgCl-Gehalt von 82,60 Mol.-%; von da ab gilt das Umgekehrte. Die getemperten Schmelzen geben ein wesentlich anderes Bild; die p - z -Kurven der Schmelzen von 50–37 Mol.-% NaCl-Gehalt liegen oberhalb der entsprechenden Kurven nichtgetemperteter Proben; von 34,71% bis 5,92% NaCl-Gehalt liegen die p - z -Kurven der getemperten unterhalb der nichtgetemperten Schmelzen (Übergang bei $\frac{5}{8}$ AgCl 37,07% NaCl). Bei $\frac{5}{8}$ Konzentration ist die p - z -Kurve eine typische S-Kurve. Alle Versuche erwiesen sich als gut reproduzierbar. p wächst mit abnehmender Korngröße. Es läßt sich aus den p -Werten berechnen, wie tief das Lösungsmittel jeweils vorgedrungen ist; es ergibt sich, daß bei den „resistenten“ Schmelzen nicht bloß einige Atomschichten abgetragen werden, sondern daß ein wirkliches Eindringen und Fortschreiten des Lösungsmittels stattfindet. Die Leitfähigkeitsversuche ergaben

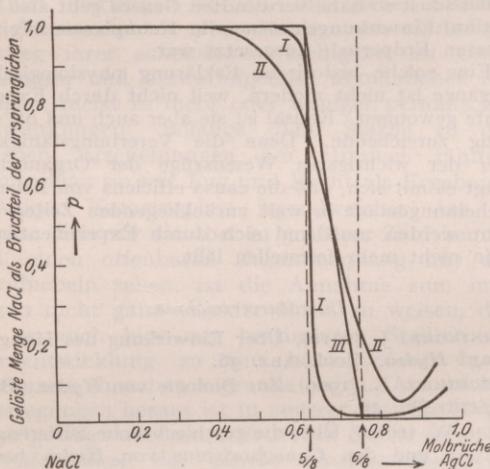


Fig. 1. Übersicht der Ergebnisse von LEBLANC-RÖSSLER (I u. II) und SCHMIDT (III) an (Na, Ag)Cl-Mischkristallen. I und III getempert; II nicht getempert.

56, 497, 1918) erwies, daß eine streng periodische Verteilung der Komponenten bzw. ihrer Ionen im Gitter mit bestimmten „neuen“ charakteristischen Interferenzen verbunden sein müsse, welche indessen noch nicht an speziellen Beispielen beobachtet wurden. MASING (Zeitschr. f. anorg. Chemie 118, 293, 1921) hat auch auf Grund von Wahrscheinlichkeitsansätzen nachzuweisen vermocht, daß auch an isotropen Gläsern Resistenzgrenzen auftreten könnten, so daß also eine stereometrisch-periodische „normale“ Anordnung im Gitter von Mischkristallen nicht einmal notwendig

¹⁾ In Wiederaufnahme eines Versuches des Referenten, der in den Jahrgängen 1918ff. unternommen wurde, beabsichtigt er in zwangloser Folge die Berichterstattung über genetisch und allgemein physikalisch-chemisch wichtige Arbeiten aus dem Gebiete der Kristallographie, Mineralogie und Petrologie. Für Anregungen, wie diese „Mitteilungen“ noch auszugestalten wären und zu schneller Berichterstattung dienstbar gemacht werden können, ist Referent den Fachgenossen dankbar.

auch nach 800stündiger Einwirkung immer noch weitergehende Auflösung. Von einer wirklichen Resistenz kann nach LEBLANC und RÖSSLER gar nicht die Rede sein. Die Genannten konnten auch erweisen, daß die Auflösungsversuche ganz irreführende Ergebnisse erbringen können, wenn nicht für dauernde Durchmischung von Bodenkörper und Lösung gesorgt wird; gelegentliches Umschütteln ist jedenfalls nicht ausreichend.

Bei Einwirkung von trockenem H_2S auf die Schmelzen ergab sich kein ausgesprochener Unterschied zwischen getemperten und nichtgetemperten Proben. Bereits die $\frac{2}{8}$ AgCl-Präparate wurden durchgehend verfärbt, so daß der hohe NaCl-Gehalt hier gar nicht schützend gewirkt haben kann. Die ganz NaCl-reichen Schmelzen sind im Sonnenlicht ziemlich beständig und färben sich nicht an (vgl. *Huantajayit* mit 11% AgCl); bereits bei $\frac{3}{8}$ AgCl aber war die Verfärbung mit voller Intensität vorhanden.

Die Resultate von LEBLANC und RÖSSLER bestätigen im großen und ganzen die Arbeit von K. W.

(vgl. GRIMM-HERZFELD) ist dies leicht verständlich; wie auch W. EITEL (Zentralbl. f. Min. 1919, S. 173) durch Wärmeexposition unterhalb des kritischen Entmischungspunktes in solchen Koagulation herbeiführen konnte, so ist Peptisation durch Diffusion bei höheren Temperaturen infolge weitergehender Dispersion möglich, so im Falle der Temperversuche an (Na, Ag)Cl.

Bei der Bildung von Mischkrystallen kommen beide Fälle vor, daß sie durch Verwachsung submikroskopischer Teilchen, die größer sind als das chemische Molekül, entstehen, oder daß auch eine innige Vereinigung der Komponenten in einem Raumgitter stattfindet. Wenn man den Reinstoffkrystall als reell homogenes Diskontinuum definiert (NIGGLI), so wäre das nächstliegende, auch für den Mischkrystall das Postulat der strukturellen vollständigen Homogenität aufzustellen (normale Verteilung im Sinne TAMMANN'S); es wäre indessen denkbar, daß dieser Idealfall nicht wirklich wird. Wirklich vorkommend sind aber wohl (im Sinne von VEGARD, Zeitschr. f. Physik 5, 17. 1921)

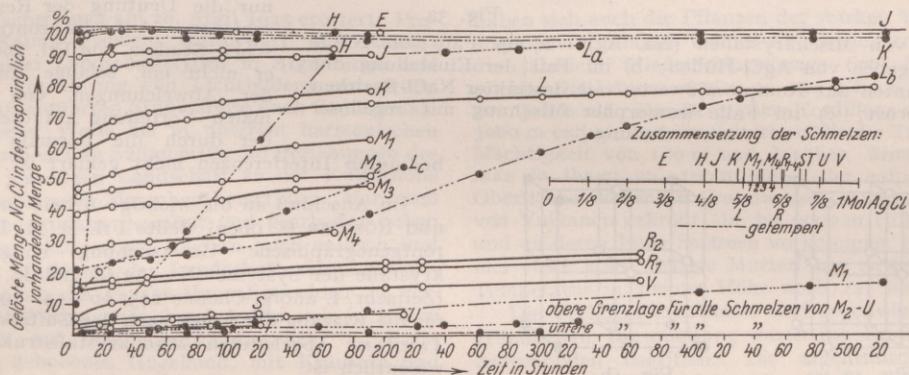


Fig. 2. Übersicht der Lösungskurven von (Na, Ag)Cl-Mischkrystallen nach LEBLANC-RÖSSLER.

SCHMIDT; sie verneinen aber die Gültigkeit des $\frac{n}{8}$ -Gesetzes, weil sie keine scharfen Resistenzgrenzen (innerhalb erträglicher Abweichungsgrenzen) anerkennen können, ist doch selbst bei 94–97 Gew.-% AgCl-Gehalt kein Mischkrystall wirklich resistent gefunden worden. Daß TAMMANN angibt, die Einwirkung des Wassers auf die Mischkrystalle sei in wenigen Stunden schon „praktisch“ beendet, widerspricht den Beobachtungen von LEBLANC und RÖSSLER. Auch sind die Mischkrystalle mit 67,86 Mol.-% AgCl genau so resistent wie die von 75% ($\frac{6}{8}$) AgCl. Vor allem aber zeigen auch die Ergebnisse der röntgenographischen Untersuchung (von Frl. B. BROOMÉ, s. unten), daß die von TAMMANN geforderten normalen Verteilungen nicht den Tatsachen entsprechen, selbst an den getemperten Stücken. LEBLANC und RÖSSLER stellen auf Grund der Anschauungen von Frl. BROOMÉ die Theorie auf, daß die Verschiedenheiten der getemperten und nichtgetemperten Proben auf *Zerteilungsunterschieden* beruhen; die abgeschreckten Schmelzen sind jedenfalls stark entmischt, also echte *Aggregationsdispersoide*, wie F. W. KÜSTER (Zeitschr. f. physikal. Chemie 5, S. 601 u. 8, S. 537) schon 1890 fand, daß die Schmelzflüsse isomorpher Gemenge im allgemeinen nicht homogen sich verfestigen. Es kommt zur Ausbildung kolloid- bis grobdispenser Phasen, z. B. von AgCl-armen NaCl-Aggregaten in einem AgCl-reichen Grundgerippe. Bei der Zerfallstendenz vieler Mischkrystalle

Mischkrystalle mit geometrischer Periodizität, also einheitlichem Gitter, in denen aber die homogene Verteilung der Atomarten eine *statistische* ist, wie auch F. RINNE das Vikariieren feinbaulicher Elemente in isomorphen Mischkrystallen als wesentlich betrachtet. In diesem Falle könnte man nach LEBLANC und RÖSSLER definieren:

„Isomorphe Stoffe bilden dann einen Mischkrystall, wenn ihre Atome (oder elementare Baugruppen) homogen auf die Punkte eines gemeinsamen Raumgitters verteilt sind.“

Damit ist eine strenge Scheidung von isomorphen Verwachsungen, isomorphen Mischungen und festen Lösungen durchgeführt. Im Falle der isomorphen Verwachsung könnten

- a) die Stoffe kein gemeinsames Gitter haben, aber gleiche räumliche Orientierung besitzen;
- b) sie ein gemeinsames Gitter annehmen, ohne jedoch homogen verteilt zu sein.

Im Fall a) ist das röntgenographische Bild nicht zu unterscheiden von dem einer Mischung der Reinstoffe (Überlagerung), im Fall b) nicht von dem homogenen Mischkrystall.

Im Fall der isomorphen Mischungen ist das Verhalten im Röntgenbilde gleich dem der Fälle a) und der gewöhnlichen Mischung. Solche Mischungen können z. B. durch Abschrecken aus der Schmelze (oder auch aus der Gasphase) entstehen. So sind die abge-

schreckten, nicht getemperten NaCl-AgCl-Schmelzen isomorphe Mischungen oder isomorphe Verwachsungen verschiedenartiger Gitter; die getemperten Schmelzen stellen richtige Mischkristalle vor, die bei der Röntgenanalyse als einheitliche Gebilde erscheinen (vgl. die KCl-KBr-Mischkristalle sowie den *Mondstein* nach KÖZU, ENDŌ und SUZUKI).

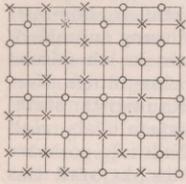


Fig. 3c.

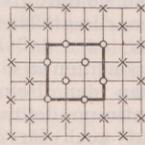


Fig. 3b.

○ Na
× Ag
Clwert bezeichnet

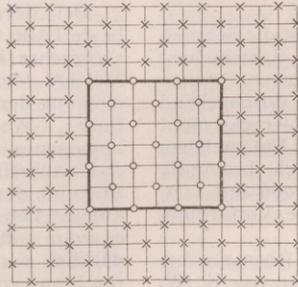


Fig. 3a

Strukturen von Mischkristallen (Na, Ag)Cl a) im Fall von NaCl-Kernen, umgeben von AgCl-Hüllen; b) im Fall der Einstellung der Gitterkonstanten auf Kompromißwerte, mit destinkter NaCl-Bezirken im AgCl-Gerüst; c) im Falle isomorpher Mischung mit regelloser Atomverteilung.

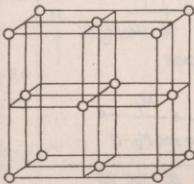


Fig. 4a.

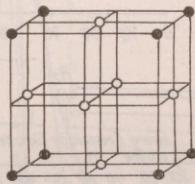


Fig. 4b.

Atomverteilung nach TAMMANN a) im Elementarbereich einer reinen Komponente; b) im Elementarbereich des Mischkristalls $p = \frac{2}{8}$.

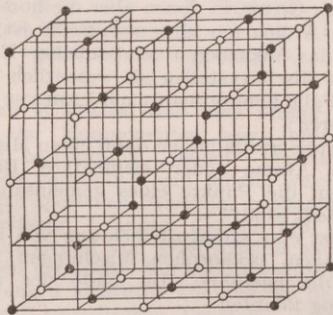


Fig. 4c. Elementarbereich eines Mischkristalls für $p = \frac{4}{8}$ im Falle ideal-gleichmäßiger Atomverteilung nach TAMMANN.

In Erwiderung auf die vorstehend besprochene Arbeit von LEBLANC und RÖSSLER entgegnet TAMMANN (Zeitschr. f. anorg. Chemie 143, 76-79. 1925), daß die Wahl des Systems NaCl-AgCl zur scharfen Nachprüfung des $\frac{n}{8}$ -Gesetzes keine glückliche sein könne, da die Bildung von Schichtkristallen verschiedener Konzentration (s. das Diagramm bei SANDONINI, Rendic. d. R. Accad. d. Linc 20, Nr. 1, S. 758. 1911)

nur durch innere Diffusion ausgeglichen werden müsse, was bei den großen Unterschieden der Zusammensetzung der einzelnen Zonen praktisch nicht erreicht werden kann. Jedenfalls aber hat die Arbeit von SCHMIDT nach TAMMANN'S Feststellung ergeben, daß mit zunehmender Zeit des Temperns die bei kleinen Zeiten S-förmigen Kurven sich einer Geraden nähern, die von $\frac{6}{8}$ AgCl ($p = 0$) zu $\frac{5}{8}$ AgCl ($p = 1$) verläuft. Eine größere Homogenität der AgCl-NaCl-Mischkristalle sei nur durch Tempern unter Pressung zu erlangen. Die Abgabe von NaCl aus Mischkristallen mit $> \frac{6}{8}$ AgCl erklärt TAMMANN durch die Auflösung und Wiederabscheidung von AgCl bei längerer Einwirkung des Lösungsmittels infolge geringer Temperaturschwankungen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Ergebnissen von LEBLANC-RÖSSLER und SCHMIDT ist nach TAMMANN nicht vorhanden, nur die Deutung der Resultate verschieden. Auf die röntgenographischen Studien von Frl. BROOMÉ geht er nicht ein, solange die Wirkung der Abweichungen von der normalen Verteilung auf die Intensität der durch die normale Verteilung bedingten Interferenzen nicht geklärt ist.

Im Anschluß an die wichtige Arbeit von LEBLANC und RÖSSLER (s. oben) stellte Frl. B. H. BROOMÉ die röntgenographische Untersuchung einiger Mischkristalle der Systeme (Na, Ag)Cl und K (Cl, Br) an (Zeitschr. f. anorg. Chemie 143, 60-75. 1925), welche für die Klärung der Frage nach der Gültigkeit der von TAMMANN abgeleiteten Mischkristallstrukturen sehr wesentlich ist.

Im allgemeinen Teil behandelt die Arbeit zunächst die Frage, inwieweit die Röntgenanalyse imstande ist, disperse Gebilde (in unserem Falle z. B. von NaCl-Würfeln in AgCl-Grundmasse) von Mischkristallgebilden zu unterscheiden, wenn in den letzteren für die Gitterkonstante ein Kompromißwert zwischen der für reines NaCl und AgCl gilt. Im Falle der Einlagerung von NaCl-Würfeln in Hüllen von AgCl (Fig. 3a) muß sich Übereinanderlagerung der beiden Reinstoffgitter ergeben; die NaCl-Linien und die von AgCl kommen dabei durch Reflexionen an verschiedenen Einzelkristallen zustande. Umfaßt die AgCl-Hülle nur wenige Schichten und können die Substanzen in ein gemeinsames Gitter eingehen (Fig. 3b), so erscheint das disperse Gebilde bei der Röntgenanalyse als einheitlicher Mischkristall mit einer Serie von Linien. Man kann indessen noch nicht entscheiden, ob die Atome gleichmäßig durchmischt oder in Gruppen verteilt sind (Fig. 3c). Nur im Falle der periodischen Verteilung (Fig. 4) im Sinne der Tammann'schen Hypothese müßten charakteristische neue Interferenzlinien entstehen; deren Intensität berechnet sich indessen meist so klein, daß die Möglichkeit ihrer Beobachtung in Frage gestellt wird. Im Falle der AgCl-NaCl- und KCl-KBr-Mischkristalle liegen hierzu die Verhältnisse angesichts der großen Unterschiede der Ordnungszahlen der einander ersetzenden Atome sehr günstig. Für die Mischkristalle $\frac{2}{8}$ NaCl, $\frac{6}{8}$ AgCl, $\frac{4}{8}$ KCl, $\frac{4}{8}$ KBr berechnet Frl. BROOMÉ nach der Tammann'schen Struktur die Intensität aus Flächenzahl \times Lorentzfaktor \times Strukturfaktor für die Ionenzahlen der auszutauschenden Ionen und des gemeinsamen Ions. Für $\frac{2}{8}$ zeigt

sich, daß im Falle gemischter Indices der Strukturfaktor das Auftreten „neuer“ Linien verlangt; für $\frac{4}{8}$ müssen in diesem Fall alle Indices ungerade sein ($= 4n + 1$ oder $4n + 3$). Auch der Einfluß von zufälligen Fehlern in der Ausbildung der normalen Verteilung läßt sich aus dem Strukturfaktor bestimmen; es bedarf jedenfalls recht beträchtlicher Fehlerprozent, um die Beobachtbarkeit der „neuen“ Linien aus diesem Grunde in Frage zu stellen.

Die Ergebnisse der Röntgenuntersuchung mit Hilfe der Debye-Scherrerschen Methode haben in keinem Falle die Tammannschen normalen periodischen Verteilungen erkennen lassen, auch nicht bei lang getemperten Präparaten. Die rasch abgeschreckten Präparate $\frac{6}{8}$ AgCl sind Gemische; die getemperten und langsam abgekühlten Schmelzen zeigen Mischkristalle mit homogener, aber zufälliger Verteilung. Selbst bei den völlig einheitlichen getemperten $\frac{4}{8}$ KCl-, $\frac{4}{8}$ KBr-

Mischkristallen ist keine Spur der Tammannschen „neuen“ Linien zu erkennen.

In den abgeschreckten heterogenen Gemengen ist die AgCl-reiche Phase auch homogen NaCl-haltig, da die NaCl-Gitterlinien schwach erscheinen. Bei gewöhnlicher Temperatur ist also im System NaCl-AgCl eine Mischungslücke vorhanden, die bei höherer Temperatur (beim Tempern) verschwindet. Bezüglich der Gitterdimensionen der Mischkristalle ergibt sich, daß $\frac{2}{8}$ NaCl, $\frac{6}{8}$ AgCl eine kleinere Gitterkonstante (beobachtet 5,54 Å.-E.), als nach der Berechnung zu erwarten, zeigt (berechnet 5,56 Å.-E.); es entspricht dies den von BAIN, HOLGERSSON und SEDSTRÖM an Mischkristallen von Legierungen gefundenen Verhältnissen.

Die Dispersionstheorie von LEBLANC und RÖSSLER bestätigt sich nach Frl. BROOMÉ in allen Teilen.

W. EITEL.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung am 20. April 1925 erörterte Professor F. KLUTE (Gießen) Kulturwert und Kulturnutzung einiger Landschaftstypen in Argentinien und Chile unter Vorführung von Lichtbildern auf Grund einer 1924 ausgeführten Studienreise nach Südamerika. In deutlicherer Weise als in unserem harmonischen Klima machen sich in Südamerika die Beziehungen des Typus der jeweiligen Landschaft zu der Kulturböhe des sie bewohnenden Menschen bemerkbar. Man muß aber dort monatelang gewohnt und gearbeitet haben und nicht nur körperlich, sondern auch seelisch und geistig den Einflüssen der Landschaft ausgesetzt gewesen sein, um die Psyche ihrer Einwohner zu verstehen. Der Vortragende beschränkte sich in seinen Darlegungen auf drei Landschaftstypen: 1. Patagonien, ein gehobenes Hügelland, mit Kräutern und Steppengräsern bedeckt, das bis zu 500 km breit, sich über 14 Breitengrade in nordsüdlicher Richtung erstreckt. 2. Die Kordillere mit ihrem chilenischen Vorland, ein feuchtes Gebiet, in dem alle natürlichen Beckenformen Seen darstellen, die das Resultat einer früheren Vergletscherung sind und nach Norden zu immer kleiner werden. Die Hänge des Gebirges sind bis zu Höhen von 1500—1600 m bewaldet. 3. Die Wüste Atacama, ein Gebirgsland ohne Flüsse, ohne Vegetation und ohne Spuren einer früheren Vergletscherung. Die Modellierung ist nur schwach, denn die meisten Unebenheiten des Bodens sind unter Schutt begraben.

Diese Landschaftstypen unterscheiden sich in erster Linie durch ihr Klima, und zwar spielt dabei die Niederschlagsmenge eine Hauptrolle. Patagonien hat in der geographischen Breite von Rom etwa halb so viel Regen wie Deutschland, wogegen in der Kordillere die Niederschlagshöhe etwa 3 m beträgt. Ein Teil der vom Gebirge herabkommenden Flüsse frißt sich durch die Pampa bis zum Atlantischen Ozean durch, während andere unterwegs verdunsten.

In der Pampa ist Anbau nur in den tief eingeschnittenen Tälern möglich, weil deren Wände mehrere hundert Meter hoch aufsteigen und das Wasser bis zu solchen Höhen nicht emporgepumpt werden kann. Die starke Sommerdürre läßt eine vollständige Bedeckung des Bodens mit Kulturpflanzen nicht zu, die nur in einzelnen von einander getrennten Büscheln vorkommen. Das Klima ist gesund, aber reich an Gegensätzen. Von der Kordillere her einbrechende Winde können die Lufttemperatur gelegentlich von 30° auf 5° herabdrücken. Da diese Winde meist trocken sind, so

haben sich auch die Pflanzen der starken Verdunstung angepaßt. Ständige Wälder finden sich erst dort, wo die jährliche Niederschlagsmenge 600—800 mm erreicht. Die Bäume werden 20—30 m hoch und 600 bis 700 Jahre alt. Die Berge der Kordillere steigen über 3000 m empor, und ihr Schutt erfüllt die Täler in einer Mächtigkeit von 100 m und darüber. Mitunter findet man in ihnen 20—100 m unter der salpeterhaltigen Oberfläche fließendes Grundwasser. Das Gebirge wird von Vulkanen gekrönt, die bis 6000 m Höhe erreichen und an deren Fuße Salzseen vorkommen, die im Sommer stark konzentrierte Mutterlauge enthalten, deren Temperatur in 3000 m Höhe noch 24° betrug.

Die Verkehrsverhältnisse sind gegenwärtig in einer gründlichen Umwandlung durch die Einführung von Automobilen begriffen. Die argentinischen Randgebiete der Kordillere führen ihre Waren westwärts über das Gebirge nach Chile aus, denn die atlantische Seite ist nur auf einigen Linien durch Eisenbahnen erschlossen. Das häufigste Verkehrsmittel war der mit sechs Maultieren bespannte Karren, der überall in der Steppe fahren kann und etwa 25 km pro Tag zurücklegt. So dauert es mitunter 20—25 Tage, bis die Strecke von der letzten Bahnstation bis zur Farm durchgemessen ist. Hier sind also die Bedingungen für leistungsfähige Automobile von einem Monotypus besonders günstig, und daher findet man überall Fordwagen, die in Buenos Aires 2000 M. kosten und mindestens 10 Jahre lang brauchbar bleiben. Im Sommer wirbelt der starke Wind nicht nur große Staubwolken auf, sondern erschleudert dem Reisenden auch Kieselsteine von Bohnengröße mit ziemlicher Gewalt ins Gesicht, was im Verein mit der hohen Temperatur von mehr als 30° äußerst belästigend empfunden wird.

Der Weizenbau wird in der Pampa an vereinzelten Stellen betrieben. Im Rio Negro-Tal gedeihen sogar Wein und Obstbäume. Im allgemeinen aber ist die Pampa Viehzuchtland und besonders für Schafe geeignet. Da jedoch der spärliche Pflanzenwuchs nur für ein bis zwei Schafe auf einem Hektar ausreicht, so haben die mit Drahtzaun umfriedeten Viehfarmen (Estancias) mitunter die Größe des Bodensees, und solche von 20 km Seitenlänge sind keine Seltenheit. Manche Estancia enthält 10 000—20 000 Schafe, deren jedes 4—7 Pfund Wolle liefert. Da die Schafe sich zudem jährlich um ein Drittel ihres Bestandes vermehren, so ist ihre Zucht ein recht einträglicher Beruf. Trotzdem in Patagonien noch bei weitem nicht alles Land für die Schafzucht ausgenutzt ist, sind dort 12—16 Mil-

lionen Tiere vorhanden. Rinder, deren Zahl etwa eine Million beträgt, werden hauptsächlich des Fleisches wegen gezogen, das zu Gefrierfleisch verarbeitet wird.

Noch vor 50 Jahren war Patagonien fast nur von Indianern bewohnt, die nach langen Kämpfen in den achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts von General Roca endgültig unterworfen wurden. Die jetzige Bevölkerung ist eine Mischung aus Spaniern und Indianern. Trotzdem Patagonien anderthalbmal so groß ist wie Deutschland, hat es 100 000—120 000 Einwohner, so daß durchschnittlich etwa ein Mensch auf den Quadratkilometer kommt, wenn man von den Städten absieht. Die Viehhirten (Gauchos) führen ein sehr einförmiges Leben, das ihren Charakter hart und ihr Wesen verschlossen macht. Sie sind von Jugend auf gute Reiter und können 200 km an einem Tage zurücklegen. Ihre erstaunliche Indolenz wird durch ihren Beruf verstärkt, und auch dem Europäer, der lange hier lebt, prägt sich diese Wesensart auf. Patagonien wird immer ein dünnbesiedeltes Viehzuchtland bleiben, denn die Steigerungsmöglichkeit der Produktion ist bei der Ungunst der natürlichen Lebensbedingungen nicht sehr groß.

In der Kordillere finden sich überall Spuren früherer stärkerer Vergletscherung. Die Seen sind von Endmoränenwällen eingedämmt; fjordartige Täler mit glattgeschliffenen Wänden schneiden tief in das Gebirge ein; die Seitentäler münden als Hängetäler hoch über der Sohle des übertieften Haupttales; das Bodenrelief der Seen zeigt die für ehemalige Vergletscherung typische Auflösung in einzelne Becken usw. In den Sohlen der Täler, wo die Gletscherablagerungen einen guten Nährboden geschaffen haben, wird von Kleinbauern Ackerbau getrieben und Obst gezogen. Die Besitzungen sind 100—150 ha groß und werden von kinderreichen Familien, auch vielen Deutschen, bewirtschaftet. Sie liefern das Brot für die benachbarte Pampa und bilden eine glückliche Ergänzung zu deren Viehzucht. Dieses Ackerbaugesbiet der Täler greift nach Westen auf die chilenische Seite der Kordillere hinüber. Im Gebirge selbst herrscht der Wald. Tannen und immergrüne Buchen bilden wertvolle Bestände, doch fehlt die Verwendungsmöglichkeit. In den höheren Regionen wird der Wald durch Latschen und Krüppelholz ersetzt.

Südkile war früher nur Waldgebiet und ist heute erst teilweise unter Kultur genommen. Dem Bauerntum bietet sich daher hier noch eine weite Ausbreitungsmöglichkeit. Die Städte sind im allgemeinen ziemlich primitiv. Santiago ist eine Großstadt von mediterranem Charakter mit Kirchen im Barockstil der Jesuiten. Die Küste ist siedlungsfeindlich. Kühle, nach Norden setzende Meeresströmungen und kaltes, von unten her aufquellendes Tiefenwasser wirken abkühlend auf die Luft, deren relative Feuchtigkeit beim Übertritt auf das wärmere Land vermindert wird und ein trockenes Klima in den Küstenregionen zur Folge hat. Die Pinguine, jene typischen Vertreter der antarktischen Zone, kommen an der Küste bis 22° Süd vor, während andererseits auf der Landseite die tropischen Kolibris südwärts bis Feuerland das ihnen zusagende Klima finden. Ihren höchsten Grad erreicht die Trockenheit in den Salpeterwüsten, deren Boden mit Salzkrusten bedeckt ist. Einen drastischen Beweis für den Regenmangel konnte der Vortragende anführen. Im Jahre 1921 hatte sich bei einem Regenfall ein 20 km langer Schlammstrom gebildet. Einige Tage später fielen einige Regentropfen, welche in dem noch weichen Tonschlamm Eindrücke hinterließen, die sich bis 1924 in dem Ton erhalten hatten.

Der Reichtum der Wüste besteht aus Salzen, hauptsächlich Salpeter und Erzen, die vor allem Kupfer führen. Die Chuquicamata-Mine liefert in einem Jahre 100 000 Tonnen reines Kupfer und von ihrem Betrieb leben 15 000 Menschen. Die Hälfte der chilenischen Staatseinnahmen stammt von dem Salpeter. Da jedoch die Vorräte an natürlichem Salpeter in starker Abnahme begriffen sind und die Konkurrenz durch den künstlichen Salpeter immer stärker wird, so leidet das Land unter einer Salpeterkrise.

Die Bevölkerung dieser Wüstengebiete bringt vielfach ihr ganzes Leben dort zu und hat zum Teil noch niemals grüne Vegetation gesehen. Ist eine Mine erschöpft, so wandern die Arbeiter, die hohe Löhne erhalten, ab und finden bei anderen Minen Beschäftigung. Alle Nahrungsmittel und Bedarfsartikel müssen eingeführt werden. Immerhin gibt es in der Wüste an solchen Stellen, wo das aus der Kordillere herabfließende Grundwasser bis nahe an die Oberfläche reicht, gelegentlich Oasen, in denen Mais, Weizen, Hirse und Tomaten auf terrassierten Abhängen angebaut werden und kleine Dörfer entstanden sind. Die absolute Wüste reicht bis 2500 m hinauf. Darüber findet sich eine Wüstensteppe, in der das anspruchslose Lama fortkommt, so daß hier noch Viehzucht getrieben werden kann.

In der Sitzung am 2. Mai 1925 machte der Vorsitzende, Professor L. DIELS (Berlin-Dahlem) einige Mitteilungen über die von der Marineleitung, zusammen mit der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft ausgesandte **Deutsche Atlantische Expedition**, die vor kurzem auf dem Vermessungsschiff „Meteor“ ihre Ausreise angetreten hat. Ihre Hauptaufgabe ist die Untersuchung der Strömungen in den südlicheren Teilen des Atlantischen Ozeans, der zu diesem Zwecke in den verschiedensten geographischen Breiten durchquert werden soll, doch ist auch eine Erforschung der höheren Luftschichten über dem Meere mittels der modernen aerologischen Hilfsmittel und Methoden in Aussicht genommen. Die Gesellschaft für Erdkunde gibt dieser, erstmalig nach dem Kriege organisierten, großen deutschen Forschungsexpedition ihre besten Wünsche mit auf den Weg.

Professor C. UHLIG (Tübingen) hielt einen Vortrag mit Lichtbildern über die **Beßarabische Frage vom geographischen Standpunkt**, die uns Deutsche nicht nur wegen der in Beßarabien ansässigen Landsleute interessiert, sondern auch darum, weil diese Frage mit anderen europäischen von größter Wichtigkeit zusammenhängt. Beßarabien liegt zwischen den Flüssen Dnjestr und Pruth, die sich im Norden bis auf 22 km einander nähern, während das Land im Süden, wo es von dem Donau-Delta und dem Schwarzen Meere begrenzt wird, fast 200 km breit ist. Mit Ausnahme des südlichsten Teiles ist fast das ganze Gebiet bergig und erreicht im Nordwesten stellenweise Höhen von nahezu 500 m. Das Klima trägt im Süden, der den besonderen Namen Budschak trägt, Steppencharakter; je weiter nördlich, desto mehr kommen wir in altes Waldgebiet; der Wald macht jedoch jetzt nur noch 6% der Fläche aus, während früher große Buchenwälder das Land bedeckten.

Beßarabien hat im Laufe der Geschichte für den Osten Europas eine große Bedeutung als Durchgangsgebiet für zahlreiche Völker gehabt. Hier kreuzen sich die Wege von Südrußland zur Balkanhalbinsel und nach Ungarn mit denen von der Ostsee nach dem Schwarzen Meere. Hunnen, Avarn, Magyaren und manche andere Völker sind durch Beßarabien nach

Westen vorgedrungen, und bis in das 14. Jahrhundert hinein ist ein häufiger Besitzwechsel zu verzeichnen.

Der Dnjestr unterscheidet sich von den anderen Flüssen des Landes, die in breiten Tälern fließen, dadurch, daß er seinen stark gewundenen Lauf bis zur Stadt Bender durch die tertiären Ablagerungen bis in das Urgestein hinab mit steilen Wänden tief eingeschnitten hat. So bietet der Dnjestr vom Standpunkt der Landesverteidigung ein starkes Hindernis. Der Pruth bildet bei Hochwasser und zur Zeit der Schneeschmelze gleichfalls eine wichtige Verteidigungsgrenze. Rumänien betrachtet daher Beßarabien als ein den übrigen Teilen seines Gebietes vorgelagertes Glacis, während das Land vom russischen Standpunkt eine Zange darstellt, welche die Moldau umfaßt und schwer auf der Donaumündung lastet.

An Mineralschätzen ist Beßarabien arm. Es fehlt ihm das Petroleum der Karpathen, das Eisen und die Kohle der Ukraine. Alles Holz muß aus den Karpathen bezogen werden und man feuert daher größtenteils mit Stroh und Mist. Die Wasserkraft der Flüsse ist nicht ausgenutzt, trotzdem der Dnjestr 70 kleine Höhenstufen aufweist, die sich zur Anlage von Kraftwerken eignen. Auch für die Schifffahrt spielen Pruth und Dnjestr, die einzigen Flüsse, welche während des ganzen Jahres Wasser führen, keine wesentliche Rolle. Die künstliche Bewässerung wird dadurch fast unmöglich, daß der Wasserspiegel der Flüsse tief unter dem umgebenden Lande liegt, selbst unterhalb Bender noch gut 100 m tiefer.

Der ganze Reichtum Beßarabiens beruht auf seinem durchweg guten Ackerboden. 58% der Bodenfläche sind bereits angebaut und weitere 20% können noch in intensive Kultur genommen werden. Auch die Niederschläge sind reichlicher als in der benachbarten ukrainischen Steppe. Als Getreide spielen Weizen und Mais, deren jeder ein Drittel der gesamten Anbaufläche bedeckt, die erste Rolle. Ohne jede Düngung werden vorzügliche Ernten erzielt. An zweiter Stelle stehen Tabak und Wein. Beßarabien, namentlich sein südlicher Teil, der Budschak, hat früher fast die Hälfte des russischen Weinertrages geliefert.

Der Name Beßarabien hat verschiedene Erklärungsveruche gefunden. Der Vortragende macht sich die rumänische Auffassung zu eigen, nach welcher er auf das walachische Fürstenhaus Beßaraba zurückzuführen ist. Bis 1812 war dieser Name nur an ein verhältnismäßig schmales Gebiet im Süden geknüpft, während die Mitte und der Norden als Teile der unteren und oberen Moldau bezeichnet wurden.

Etwa um die Mitte des 14. Jahrhunderts drangen zuerst Vorposten des rumänischen Volkes in das ziemlich menschenarme Land. Später kam es in Abhängigkeit von den Türken, welche die Tataren in den Budschak riefen. Nach einem 1711 unternommenen, aber mißglückten Versuch Peters des Großen begann ein Kleinkrieg der Russen mit zahlreichen Einfällen der

Kosaken. Durch den Frieden von Jassy faßte Rußland Fuß auf dem westlichen Dnjestr-Ufer und in dem Frieden von Bukarest 1812, der den Abschluß der fünf, von den Russen so genannten Befreiungskriege bildete, fiel auch das übrige Land, einschließlich des Budschak Rußland zu. Nach dem Krimkrieg mußte es freilich in dem Pariser Frieden den Südwestzipfel an die Moldau zurückgeben, wodurch es von der Donau abgeschnitten wurde, ein Verlust, der erst durch den Berliner Kongreß wieder rückgängig gemacht wurde.

Diese politische Entwicklung ist der Ausbildung einer einheitlichen Nationalität nicht förderlich gewesen. Seit 1812 nahm unter der russischen Herrschaft die Einwanderung von Bulgaren zu. Von 1814 an zog man deutsche Kolonisten in das Land, die jetzt etwa 83 000 Köpfe stark sind und namentlich im Budschak sitzen. Der größte und wirtschaftlich bedeutendste deutsche Ort ist Tarutino, etwa 100 km westlich der Mündungsbucht des Dnjestr gelegen, mit einem Marktplatz von einem Kilometer Länge und einem Viertel Kilometer Breite. Überhaupt findet man in allen deutschen Dörfern außerordentlich breite Dorfstraßen und sehr umfangreiche Gehöfte. Der Deutsche arbeitet oft mit den modernsten landwirtschaftlichen Geräten, und in jedem größeren Dorf gibt es eine Dampfmaschine, die mit Stroh geheizt wird. Der Kinderreichtum ist groß, und Familien mit mehr als 15 Kindern sind keine Seltenheit. An Bildung steht der Deutsche turmhoch über der Durchschnittsbevölkerung. Es gibt deutsche Gymnasien, sowie eine Lehrerbildungsanstalt, und zahlreiche Kolonisten lassen vielfach ihre Söhne in Deutschland studieren.

Von den 140 deutschen Siedelungen sind nur 3 katholisch. Bei der Anlage der Häuser ist der russische Kolonialstil maßgebend, aber veredelt durch deutsche Sauberkeit. Für die Wasserversorgung ist man fast gänzlich auf Grundwasser angewiesen. Im allgemeinen erfreuen sich die Deutschen einer gewissen Wohlhabenheit. Der größte deutsche Weinbauer konnte im Jahre 1923 300 000 l Wein produzieren.

Trotz ihrer großen wirtschaftlichen Bedeutung spielen die Deutschen aber politisch eine sehr bescheidene Rolle, da sie nur 3% der Bevölkerung ausmachen. Von den anderen Nationen entfällt $\frac{1}{25}$ der Gesamt-Einwohnerzahl auf die Bulgaren, $\frac{1}{12}$ auf die Juden, $\frac{1}{7}$ auf die Russen. Die Deutschen stehen loyal zu den Rumänen, den gegenwärtigen Herren des Landes und treten gegen den russischen Bolschewismus auf. Das rumänische Volkstum ist sowohl durch eine sehr starke natürliche Vermehrung als auch durch dauernden Zuzug aus dem Mutterland stark fortgeschritten. Dazu kommt ein ganz ungewöhnlich zähes Festhalten der völkischen Eigenart einschließlich der Sprache. Auch der Umstand, daß die rumänische Sprache leichter zu erlernen ist als die russische, trägt dazu bei, das Rumänentum gegenüber den russischen Annektionsgelüsten zu stärken. O. B.

Biologische Mitteilungen.

Der heutige Stand der Inzuchtfrage. (C. KRONACHER, Zeitschr. f. Tierzüchtung u. Züchtungsbiol. 2, 1924.) Die vorliegende Arbeit stellt eine überaus klare Zusammenfassung der theoretisch wie praktisch gleich interessanten und wichtigen Probleme der Inzucht dar. Hier ist es nur möglich, auf einige Hauptpunkte des Gedankenganges von KRONACHER hinzuweisen. Bei Pflanzen wie Tieren hat sich gezeigt, daß verschiedene Gattungen, Rassen, Stämme und Individuen sich sehr verschieden gegen engere und engste

Verwandschaftszucht verhalten. In sehr verschiedenem Umfang und in sehr verschiedener Zeit ergeben sich häufig sog. „Inzuchtschäden“ (verringerte Lebens- und Widerstandsfähigkeit, Verfeinerung, Überbildung, verminderte Wüchsigkeit und Fortpflanzungsfähigkeit bzw. herabgesetzte Fruchtbarkeit, Auftreten von Mißbildungen usw.). Andererseits finden sich aber auch stets Rassen, Stämme oder Individuen, die unempfindlich gegenüber engster Verwandtschaft bleiben. Daraus aber geht klar hervor, daß die Inzucht und Inzestzucht

an sich, d. h. die Vereinigung zweier aus verwandten Körpern stammender Keimzellen als Grundlage eines neuen Individuums, nicht die Ursache der Inzuchtschäden bilden kann. Vielmehr steigert dieser Vorgang nur mehr oder minder stark die Möglichkeit, daß sonst selten sich treffende, die Grundlage dieser Schädigungen bildende Anlagen allgemeiner oder spezieller Natur zusammenkommen. Die Methode der Inzucht bringt nur bei Beginn der Zucht schon vorhandene oder in ihrem Verlauf spontan entstandene allgemeine oder spezielle Schädigungsanlagen *rascher und nachhaltiger ans Tageslicht*. KRONACHER ist der Ansicht, daß es sich bei den Inzuchtschäden, die ja fast durchweg Domestikationserscheinungen darstellen, meist um Veränderungen und Schädigungen nach Richtung von Art und Energie des Stoffwechsels der Körper- und Organzellen und damit auch der Keimzellen, d. h. um plasmatische Schädigungen handelt. Die Natur solcher plasmatischer „Untervorgänge“, die durchaus keine Spezifität der Inzucht sind, zu ergründen ist eines der brennendsten Probleme für die züchterische Praxis (Konstitutionsforschung). So scheiden sich klar die Inzuchtschäden in 2 große Gruppen: 1. spezifische, erbliche Schädlichkeitsanlagen, die durch Inzucht gehäuft und zur deutlichen Erscheinung gebracht werden und 2. allgemein-ungünstige plasmatische Beschaffenheiten mit ihren konstitutionellen Folgeerscheinungen.

Aus dieser Sachlage wird klar, daß der Inzucht die Auslese (Zuchtwahl) zur Seite stehen muß, um alle solche konstitutionelle, Fortpflanzungs- oder Leistungsschwächen aufweisenden und vererbenden Inzuchtnachkommen auszuschneiden. Dadurch wird es dann gelingen, ingezüchtete Individuen von dauernd guter Konstitution und Fruchtbarkeit zu erhalten.

Viel erörtert wurde die Frage, ob und inwieweit bei der Durchführung der Inzucht Fütterung, Haltung, Pflege und Nutzung, also die gesamten Umgebungsbedingungen, für das Auftreten von Konstitutionschwächen und ähnlichen Inzuchtfolgen von Bedeutung sind. Nach KRONACHER liegt kein zwingender Grund oder Beweis dafür vor, daß ingezüchtete Tiere zu ihrem Gedeihen übernormal günstiger Lebensbedingungen bedürfen.

Die Frage nach Tatsächlichkeit und Ursachen der günstigen Inzuchtfolgen ergibt sich so von selbst. Verallgemeinerung zweckmäßigster Körpergestaltung und angemessener Höchstleistungen ist nur auf dem Wege einer Vereinheitlichung der allgemeinen stofflichen Grundlagen und der spezifischen Erbanlagen zu erreichen; der sicherste Weg dazu ist die Inzucht. Die schnellste und sicherste Art, vollkommene Homozygotät (Einheitlichkeit der Erbanlagen) zu erhalten, ist natürlich die Selbstbefruchtung; nach Berechnungen von JENNINGS sind 6 Generationen Selbstbefruchtung wirksamer als 17 Generationen Bruder- und Schwesterpaarung. Grad und Schnelligkeit der Erfolge der Inzucht ist also abhängig von dem Grade der Inzucht, aber in jedem Falle führt andauernde Inzucht zur Verringerung der Heterozygotät. W. WRIGHTS Berechnungen ergaben, daß bei Bruder- und Schwesterpaarung 8 Generationen notwendig sind, um von 50% ab 90% Homozygoten zu erreichen und von der 11. Generation ab sind es 95%. Demgegenüber vergrößert z. B. die Geschwisterkinderpaarung die Homozygotät nach 14 Generationen von 50% erst auf 65%, und die

noch schwächeren Grade, z. B. Halbgeschwisterkinderpaarung, führen theoretisch überhaupt nicht zum Ziele. Ein nachhaltiger Erfolg der Inzucht ist also keineswegs so rasch zu erwarten, wie meist angenommen wird. Neuerdings hat BAASHUUS-JESSEN darauf hingewiesen, daß er, im Gegensatz zu WRIGHT, die Rückpaarung von Vater und Tochter bzw. Sohn und Mutter für die engste Form der Inzucht hält, weil diese nur auf einem, jene aber auf zwei Ahnen fuße; nach Ansicht des Ref. ist das nicht richtig; unter der Voraussetzung der Homozygotät beider Eltern, wie sie BAASHUUS-JESSEN macht, müssen sowohl bei Geschwister- als auch bei Kinder-Elternpaarung die Nachkommen stets zu 50% homozygot und zu 50% heterozygot sein (c. JENNINGS, ROBBINS). Die Verminderung der Heterozygotät erfährt bei der Inzucht in der Praxis selbstverständlich eine starke Komplikation und Änderung durch verschiedene Einflüsse (Homomerie, Kopplungen, Faktorenaustausch, Letalfaktoren, vermehrte Fruchtbarkeit stark heterozygoter Kombinationen usw.).

KRONACHER bespricht dann die verschiedenen Methoden, den Wert eines ingezüchteten Individuums nach dem Grade der Inzucht bzw. seine vermutliche Homozygotät rechnerisch zu bestimmen (Inzucht- und Verwandtschaftskoeffizient usw.) und erläutert dieselben an interessanten Beispielen. Natürlich gibt es auch Fälle, in denen die Inzucht versagen muß, so z. B. wenn erwünschte und unerwünschte Eigenschaftsanlagen in einer nicht oder nur sehr schwer zu brechenden Koppelung vereinigt sind, wenn unerwünschte Eigenschaften sich unvollkommen dominant verhalten und so äußerlich nicht sichtbar werden usw.

WALTER LANDAUER.

MERCIER weist in seiner Arbeit: *Diptères „buveurs de sang“ et diptères „suceurs de sueur“*. Leur association possible dans la propagation de certaines maladies d'origine microbienne. (Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. 92, Nr. 3, S. 135–136. 1925) auf folgenden hin. Er beobachtet die bekannten Formen: *Stomoxys calcitrans L.*, *Lyperosia irritans L.*, *Musca corvina F.*, *Musca vitripennis Meig.*, *Morellia aenescaens Rob. Desv.*, *Morellia simplex Lw.*, *Hydrotaea irritans Fal.* Die allbekanntesten Arten *Stomoxys* und *Lyperosia* sind echte Bluttrinker, d. h. sie stechen ihre Wirtstiere an und saugen aus den Stichwunde Blut. Dagegen saugen die Formen wie: *Musca*, *Morellia* und *Hydrotaea* Blut oder Schweiß, d. h. die Körperflüssigkeiten, welche aus der Stichwunden, von *Stomoxys* und *Lyperosia* gesetzt, *nachträglich* aussickern. MERCIER hält seine Beobachtungen für wichtig, weil sie die engen biologischen Beziehungen zwischen Blutsaugern und Schweißsaugern aufdecken. Die letzteren ziehen Nutzen von der Tätigkeit der ersteren. Es finden sich Übergänge von den Schweißsaugern zu den Blutsaugern, insofern als die Schweißsauger ebenfalls in die Rolle der krankheitsübertragenden, blutsaugenden Insekten eintreten. Die Möglichkeit besteht, daß die schweißsaugenden Insekten, die aber auch gern an frisch blutenden Wunden saugen auch Krankheiten zu übertragen vermögen durch ihren Kot, vielleicht auch durch ihren Saugrüssel. Die Frage, welche MERCIER hier anschnidet, ist natürlich von den deutschen Parasitologen auch schon berücksichtigt worden. Es geht daraus hervor, daß man auch in anderen Ländern die Bedeutung der Insekten als Krankheitsüberträger erneut in den Vordergrund stellt. ALBRECHT HASE.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Fünf Vorträge aus den Jahren 1920—1923

*

Über die Darstellung des Ammoniaks aus Stickstoff und Wasserstoff

*

Die Chemie im Kriege

*

Das Zeitalter der Chemie, seine Aufgaben und Leistungen

*

Neue Arbeitsweisen. Wissenschaft und Wirtschaft nach dem Kriege

*

Zur Geschichte des Gaskrieges

Von

Fritz Haber

98 Seiten — 1924 — 2.70 Goldmark

Naturwissenschaftliche Monographien und Lehrbücher

Herausgegeben von der **Schriftleitung** der „Naturwissenschaften“

VI. Band

Kristalle und Röntgenstrahlen

Von

Dr. P. P. Ewald

Professor der theoretischen Physik an der Techn. Hochschule zu Stuttgart

337 Seiten mit 189 Abbildungen, 1923

25 Goldmark; gebunden 26.50 Goldmark

*Die Bezieher der „Naturwissenschaften“ genießen einen gegenüber dem Ladenpreis
um 10% ermäßigten Vorzugspreis*

Inhaltsübersicht:

Von der Atomtheorie. — Kristallographische Grundbegriffe. — Kristallographische Strukturtheorie. — Interferenz. — Über Röntgenstrahlen. — Übersicht über die experimentellen Verfahren. — Bragg'sches Verfahren; Spektroskopie. — Interferenz in Gittern mit Basis; Strukturermittlung aus Bragg'schen Aufnahmen. — Die Laue-Methode und die Bezifferung der Laue-Bilder. — Die Entstehung der Laue-Bilder und die Strukturkontrolle mit ihnen. — Das Debye-Scherrer-Verfahren. — Vollständige Diagramme, Faserstruktur, Metallbau. — Darstellung der erforschten Strukturen. — Gittergeometrie. — Ionengitter; Isomorphie; Mischkristalle. — Chemische Gesichtspunkte zur Deutung der Kristallstrukturen. — Gitterkräfte und stoffliche Eigenschaften. — Zur Gittergeometrie: Das reziproke Gitter. — Die Interferenzbedingungen im Translationsgitter. — Die Bezifferung der Laue-Aufnahmen mittels gnomonischer Projektion. — Debye-Scherrer-Verfahren und quadratische Form. — Die Bezifferung der Drehkristallaufnahmen. — Die Geometrie der Gitter mit Basis. — Der Strukturfaktor. — Die photographische Wirkung der Röntgenstrahlen. — Zusammenstellung über Strukturen.

Zeitschrift für wissenschaftliche Biologie

Abteilung A:

Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere

Redigiert von

P. Buchner und **P. Schülze**
Greifswald Rostock

Abteilung B:

Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie

Fortsetzung des Schultze-Waldeyer-Hertwigschen Archivs für mikroskopische Anatomie und der Zeitschrift für Zellen- und Gewebelehre

Redigiert von

R. Goldschmidt und **W. von Möllendorff**
Berlin Kiel

Abteilung C:

Zeitschrift für vergleichende Physiologie

Redigiert von

K. von Frisch und **A. Kühn**
Breslau Göttingen

Abteilung D:

Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen

Organ für die gesamte kausale Morphologie

Redigiert von

H. Spemann **W. Vogt** **B. Romeis**
Freiburg i. Br. München München

Abteilung E:

Archiv für wissenschaftliche Botanik

Redigiert von

W. Ruhland und **H. Winkler**
Leipzig Hamburg

Jede Abteilung der Zeitschrift erscheint in zwanglosen, einzeln berechneten Heften

Abnehmer von drei gleichzeitig bezogenen Abteilungen erhalten die Zeitschrift zu einem gegenüber dem jeweils festgesetzten Verkaufspreis um 10% ermäßigten Vorzugspreis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9