

FGH 9950



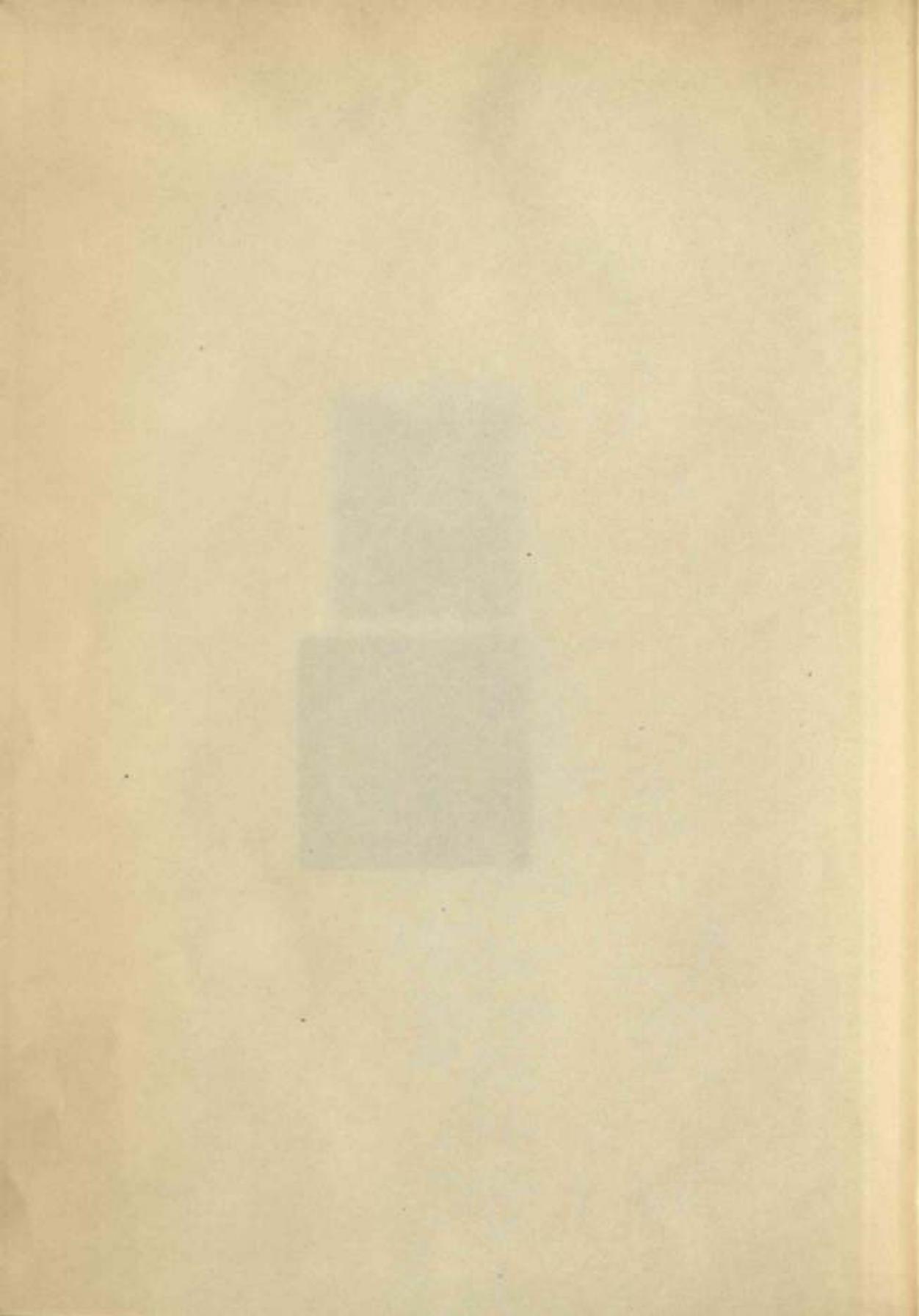
VERLAG VON ...

...

... UND ATOM ...
... UND RADISIN ...
... CONTACT ...
... PULSIEREN

...
... GOLDSCHMIDT

...



257
/4465_v

HEIDELBERGER AKTEN DER



VON-PORTHEIM-STIFTUNG

F
G
H

I2

9950

MATERIALIEN ZUR NATURPHILOSOPHIE

IV.

ATOMGEWICHT UND ATOMBAU

RAUM UND RAUMSINN

BLUTUMLAUF DURCH CONTACT-PROMOTION
UND PULSIEREN

VON

[iklor]

V. GOLDSCHMIDT

HEIDELBERG 1925

CARL WINTERS UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG

Verlags-Nr. 1885

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY



UNIVERSITÄT ZÜRICH

VI

ATOMGEWICHT UND ATOMORDNUNG

UND ATOMNUMMER

UND ATOMGEWICHT DURCH GONDAK-PROZENTEN
UND ATOMNUMMER



UNIVERSITY OF LONDON

WARBURG INSTITUTE

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

Atomgewicht und Atombau.

Von V. GOLDSCHMIDT (Heidelberg).

In einer Schrift »Chemisch-Mineralogische Betrachtungen« (Zeitschr. Kryst. 1889 · 17 · 25) habe ich folgendes dargelegt:

»Wir denken uns die Atome zu Molekülen zusammentretend. Innerhalb größerer Moleküle können gewisse Atomgruppen einen engeren Verband bilden (Radikale). Mehrere gleiche oder ungleiche Moleküle können sich zu einem weiteren Verband vereinigen. Sie bilden eine Molekulargruppe oder ein Gruppenmolekül.

Statt Gruppenmolekül wollen wir das Wort Partikel einführen. Es ermöglicht die Bildung von Wörtern, wie Partikulargröße oder Partikelgröße, Partikulargewicht oder Partikelgewicht, analog Molekulargröße, Molekulargewicht. Eine scharfe Trennung zwischen den Begriffen Molekül und Partikel (Molekulargruppe) ist nötig. — Die Partikel ist die Einheit des Krystallbaus, der Baustein des Krystalls . . . Es ist nötig, an dieser Stelle eine Bemerkung einzuschieben über die Arbeitsgebiete der in der Untersuchung der Krystalle verbundenen Wissenschaften. Die Chemie untersucht das Molekül und seinen Aufbau aus Radikalen und Atomen. Die Krystallographie (Physik) untersucht den Krystall und seinen Aufbau aus Partikeln. Dazwischen schiebt sich die Untersuchung über den Bau der Partikel aus Molekülen, ein wichtiges Gebiet, das bisher weder als selbständig angesehen, noch eingehend bearbeitet wurde. Wir wollen es als Metachemie bezeichnen. Metachemie ist somit die Lehre von den Partikeln und ihrem Aufbau aus Molekülen. Zu den metachemischen Untersuchungen gehören z. B. die Zusammenlegungen von Molekülen mit Krystallwasser und anderen Nebenmolekülen, die Frage der Polymerisation, welche teilweise die Ursache der Polymorphie ist, die Frage über die Lagerung und Verknüpfung innerhalb der Partikel u. A.

Beispiel. Für die Chemie gibt es nur Moleküle CaCO_3 ; für die Krystallographie nur Calcitpartikeln und Aragonitpartikeln. Die Metachemie untersucht den Aufbau der Calcitpartikel, wie der Aragonitpartikel aus den Molekülen CaCO_3 .

Die Trennung der Chemie von der Metachemie erscheint deshalb angezeigt, weil der Aufbau der Partikel aus Molekülen ein Vorgang ganz anderer Art ist und anderen Gesetzen zu folgen scheint, als der Aufbau der Moleküle aus Elementen (Atomen) ».

Es besteht seit Langem der Zweifel, ob die Atome wirklich, wie ihr Name sagt, das Einfachste, Unteilbare sind. Immer wieder wird der Versuch gemacht, die Atome zu spalten. Neuerdings, wie es scheint, mit einigem Erfolg.

Protatome. Man versucht, sich ein Bild vom Bau der Atome aus kleineren, einfacheren Teilchen zu machen, wir wollen sie, bis ein besseres Wort gefunden ist, Protatome nennen. Man glaubt solche Protatome derzeit in den Ionen von Helium- und Wasserstoff zu finden und in sogenannten Elektronen.

Protochemie. Es ist eine neue Wissenschaft entstanden, die heute im Vordergrund des Interesses steht, an deren Aufbau sich unsere ersten Chemiker, Physiker und Krystallographen beteiligen. **Die Lehre vom Aufbau des Atoms aus Protatomen.** Wir wollen sie **Protochemie** nennen. Von $\pi\rho\acute{o}\tau\omicron\nu$ (das erste). Sie bildet den Unterbau der Chemie, deren Object das Molekül ist und dessen Baustein das Atom. Wir haben nun folgende Reihe von Wissenschaften:

Wissenschaft:	Protochemie	Chemie	Metachemie	Krystallographie
Object:	Atom	Molekül	Partikel	Krystall
Baustein:	Protatom	Atom	Molekül	Partikel.

Die **Protochemie** studiert die Eigenschaften der Atome und sucht aus diesen eine Definition des Atoms zu gewinnen.

Die heute bevorzugte Hypothese betrachtet das Atom als bestehend aus einem Kern, umkreist von einer Anzahl Elektronen in ungleichem Abstand, so wie die Planeten die Sonne umkreisen. Gegen diese Hypothese bestehen schwere Bedenken. Eines möge ausgesprochen werden.

Wir betrachten das Atom als begabt mit einer Anzahl von Vorkräften von bestimmter Richtung und Intensität (Vektoren), vermöge deren die Atome einander anziehen, festhalten und ordnen. So bilden sie die Atomgruppe, das Molekül. Wir definieren:

»Molekül ist ein festes System einer bestimmten Zahl gleicher oder ungleicher Atome.«¹

Sollen nun die Protatome das Atom aufbauen, so müssen sie selbst Kräfte mit fester Richtung und Intensität (Vektoren) besitzen. Das ist im Widerspruch mit dem planetarischen Bau, denn bei diesem wechseln die Richtungen mit dem Lauf der kreisenden Teilchen. Nur ein Vector in der Drehaxe kann gedacht werden. 1 Vector aber genügt nicht. Es müssen mindestens 4 sein.

Wir wollen die Hypothese aufstellen:

Atom ist ein festes System einer bestimmten Zahl gleicher oder ungleicher Protatome.

Ist diese Auffassung haltbar, so fällt damit die planetarische Hypothese.

Protochemie ist die Lehre vom Bau der Atome aus Protatomen. Object dieser Wissenschaft sind die Atome. Sie teilt sich, wie jede Wissenschaft, in Induction, Definition und Deduction. Sie ist heute erst in ihren Anfängen. Ihre Aufgabe ist zunächst: Induction, d. h. Aufsuchen der Eigenschaften der Atome und deren Discussion zwecks

¹ Vgl. GOLDSCHMIDT »Das Wesen der Krystalle«. Ann. Nat. Phil. 1910, 9, 120 u. 368.

Ableitung der Definition. Nach Gewinnung der Definition setzt die Deduction ein.

Atomgewichte. Eine der best gesicherten Eigenschaften der Atome ist das Atomgewicht. Dieses wollen wir hier etwas näher betrachten.

Die neusten Untersuchungen lassen erkennen, daß das Atomgewicht jedes Elements innerhalb gewisser Grenzen schwankt oder, daß mehrere Elemente eine Gruppe bilden mit fast gleichen Eigenschaften, aber etwas verschiedenem Atomgewicht. Die Frage ist noch nicht geklärt. Man nennt die Elemente einer solchen Gruppe: **Isotope**. So hat Chlor 2 Isotope mit dem Atomgewicht 35 und 37. Es hat den Anschein, als bestehe das Atom aus einem festen Stamm und Accidentien von wechselnder Zahl und Art. Es ist zu prüfen, ob dies der Fall ist.

Analogon. Zum Wesen eines Menschen gehören Haut und Haar. Es können aber die Haare ausgehen und ganz oder teilweise wieder wachsen. Sie sind Accidentien.

Die Atomgewichte zeigen Regelmäßigkeiten, die zusammenfallen mit Regelmäßigkeiten in gewissen anderen Eigenschaften der Elemente. Sie haben dazu geführt, daß man die Elemente nach dem ansteigenden Atomgewicht in Reihen ordnet, wobei je 3–6 zusammengehörige Elemente sich zu Columnen (Gruppen) übereinander stellen. Diese Anordnung nennt man das **periodische System** und gibt ihm den Namen nach Meyer und Mendelejew. Es zeigt folgende Anordnung (nach A. WERNER und P. PFEIFFER). (Siehe Tabelle I.)

Das System zerfällt in eine Anzahl (18) Columnen. Jede Columnne besteht aus 1–6 Elementen, die nach ihren chemischen Eigenschaften verwandt sind. Die Elemente jeder Columnne nennen wir eine **Gruppe**.

Beispiele: Li Na K Rb Cs; Be Mg Ca Sr (Ba Ra); F I Cl Br J. Man glaubte u. A. folgende Eigentümlichkeiten feststellen zu können:

1. Die Atomgewichte sind ganze Zahlen.
2. Die Columnen folgen einander in gewissen Abständen. Das brachte den Namen: Periodisches System. 1 ist wahrscheinlich geworden, 2 schwankt und es erscheint zweifelhaft, ob der Name: »Periodisches System« festzuhalten ist.
3. Jedes Element erhält eine Ordnungszahl (1–92). Wesentliche Eigenschaften der Elemente sind Funktionen der Ordnungszahl.

Beispiel. Gewisse Eigenschaften des Calciums sind Funktionen der Zahl 20, solche des Wismut Funktionen von 83. Dies Gesetz bedarf der Bestätigung.

Innerhalb jeder Columnne bestehen Regelmäßigkeiten zwischen den Zahlen der Atomgewichte. Ich will versuchen, für diese Regelmäßigkeiten eine strengere Fassung (Formulierung) zu geben. Das soll im Folgenden geschehen und es sollen aus der Formulierung einige Schlüsse gezogen werden.

In Bezug auf eine Anzahl von Elementen bestehen Unklarheiten. So besonders über die seltenen Erdmetalle 59–72. Wir wollen sie zunächst von der Discussion ausscheiden.

Formeln. Wir erhalten (empirisch) folgende Formeln:

$$\begin{array}{l} \text{Unterreihe: I. } a = m + 32 (0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot \dots) = m + 16 (0 \cdot 1 \cdot 2 \cdot \dots) \\ \text{Oberreihe: II. } a' = m' + 90 (0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2) = m' + 45 (0 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 4) \end{array}$$

Wir bemerken folgende **Gesetzmäßigkeiten**:

1. Die Atomgewichte (a), sowie die Faktoren ($m \cdot m'$) sind wahrscheinlich ganze Zahlen.

2. Für jede Gruppe ist m resp. m' eine Constante.

3. An jede Untergruppe (I) schließt sich eine oder mehrere Obergruppen (II).

4. Die Obergruppe (II) ist selbständig, oder sie zweigt von einem Glied der Untergruppe (I) ab in der Weise, daß dieses gemeinsame Glied (Verknüpfer) Anfangsglied von II ist.

5. Das Endglied von I ist jedesmal Anfangsglied einer Obergruppe (II). Ausnahmsweise ist ein anderes Glied von I Verknüpfer.

Beispiele:

Li Na K (I) · K Rb Cs (II) Verknüpfer: das Endglied. $m' - m = 32$
 B Al Sc (I) { Al Ga In Tl (II) Verknüpfer: das Mittelglied. $m' - m = 16$
 { B Fe Rt Os (II) Verknüpfer: das Anfangsgl. $m' - m = 0$.

Die Differenz $m' - m$ hängt davon ab, von welchem Glied (von I) II abzweigt.

6. Im Fall solcher Verknüpfung besteht eine einfache Relation zwischen m und m' .

$$\text{Es ist: } m' - m = 0 \cdot 16 \cdot 32 = 16 (0 \cdot 1 \cdot 2)$$

7. Es ist zu prüfen, ob von dem selben Element von I mehrere Gruppen II abzweigen können.

$$\text{8. Wir haben: } \begin{cases} \text{B Al Sc} & \text{(I)} \\ \text{B Fe Rt Os} & \text{(II)} \end{cases}$$

Möglicherweise beruht die Verwandtschaft von Al · Fe auf der gemeinsamen Ableitung aus B. Die Verwandtschaft von Al · Fe zeigt die Isomorphie:

Korund ($\text{Al}_2 \text{O}_3$) isomorph mit Eisenglanz ($\text{Fe}_2 \text{O}_3$);

Diaspor ($\text{Al}_2 \text{O}_3 \cdot \text{H}_2 \text{O}$) isomorph mit Goethit ($\text{Fe}_2 \text{O}_3 \cdot \text{H}_2 \text{O}$).

B erscheint als isomorpher Vertreter von Al Fe in manchen Silicaten (Turmalin u. A.).

9. Die allgemeine Form ist für die

$$\text{Untergruppen: } a = m + \alpha (0 \cdot 1 \cdot 2 \cdot \dots); \alpha = 16$$

$$\text{Obergruppen: } a' = m' + \beta (0 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 4); \beta = 45.$$

Die folgende Tabelle II gibt eine Übersicht.

Tabelle II.

Elemente	n	Formel	Berechnet	Beobachtet	Varianten (Isotope)
· O S ·	0	0 + 16 (· 1·2 ·)	· 16·32 ·	· 16·32 ·	
· F Cl ·	3	3 + 16 (· 1·2 ·)	· 19·35 ·	· 19·35 ·	· 35·37
He Ne Ar ·	4	4 + 16 (0·1·2 ·)	4·20·36 ·	4·20·40 ·	20·21; 36·40
Li Na K ·	7	7 + 16 (0·1·2 ·)	7·23·39 ·	7·23·39 ·	6·7
Be Mg Ca ·	9	9 + 16 (0·1·2 ·)	9·25·41 ·	9·24·40 ·	· 24·25·26
B Al Sc ·	11	11 + 16 (0·1·2 ·)	11·27·43 ·	11·27·44 ·	10·11
C Si · ·	12	12 + 16 (0·1 · ·)	12·28 ·	12·28 ·	· 28·29
N P · ·	14	14 + 16 (0·1 · ·)	14·30 ·	14·31 ·	
S Se Te Po	32	32 + 45 (0·1·2·4)	32·77·122·212	32·79·127·210	· 74·76—80 82
Cl Br J ·	35	35 + 45 (0·1·2 ·)	35·80·125 ·	35·80·127 ·	35·37
Ar Kr Xe Nt	40	40 + 45 (0·1·2·4)	40·85·130·220	40·83·130·222	76·40; 78·80—83; 84·86
K Rb Cs ·	39	39 + 45 (0·1·2 ·)	39·84·129 ·	39·85·133 ·	124—129; 131—136
Ca Sr Ba (Ra)	40	40 + 45 (0·1·2·4)	40·85·130·220	40·87·137 (226)	
Al Ga In Tl	27	27 + 45 (0·1·2·4)	27·72·117·207	27·69·115·204	· 69·71
Sc Y ₁ La Ac	44	44 + 45 (0·1·2·4)	44·89·134·224	44·89·139·226	
Si Ge Sn (Pb)	28	28 + 45 (0·1·2·4)	28·73·118·207	28·73·118 (208)	28·29; 70·72·74; 116—120·122·124
P As Sb Bi	31	31 + 45 (0·1·2·4)	31·76·121·211	31·75·121·208	· 121·123
Ti Zr Ce Th	48	48 + 45 (0·1·2·4)	48·93·138·228	48·91·140·232	
· Vd Nb Ta	6	6 + 45 (· 1·2·4)	· 51· 96·186	· 51· 93·181	
· Cr Mo W	7	7 + 45 (· 1·2·4)	· 52· 97·187	· 52· 96·184	
· Mn · ·	10	10 + 45 (· 1 · ·)	· 55 · ·	· 55 · ·	
B Fe Rt Os	11	11 + 45 (0·1·2·4)	11·56·101·191	11·56·102·191	
(N) Co Rh Ir	14	14 + 45 (· 1·2·4)	(14) 59·104·194	· 59·103·193	
· Ni Pd Pt	15	15 + 45 (· 1·2·4)	· 60·105·195	· 59·107·195	· 58·60
· Cu Ag Au	18	18 + 45 (· 1·2·4)	· 63·108·198	· 63·108·197	· 63·65; 107·109
· Zn Cd Hg	20	20 + 45 (· 1·2·4)	· 65·110·200	· 65·112·200	64·66 · 197—200 66·70 · 202·204

Bemerkungen.

1. In der Tabelle nicht enthalten sind H·Pa·Ur; sowie die seltenen Erdmetalle Nr. 59—72. Pb paßt den Zahlen nach zu Si·Ge·Sn, aber nicht nach den Eigenschaften. Die Elemente H·Ur·Ra·Pb bedürfen einer besonderen Prüfung.

2. Es ist wol kein Zufall, daß gerade diese merkwürdigen Elemente sich der Regel nicht fügen. $H = 1$ scheint unter allen Elementen eine Ausnahmestellung zuzukommen. Bei Ur·Pb·Ra gehen, wie die neuere Chemie zeigt, eigenartige Dinge vor.

3. Nach dem krystallographischen Verhalten gehört das zweiwertige Pb an Stelle von Ra oder neben Ra zur Reihe Ca · Sr · Ba. Wir haben die Isomorphien:

Cerussit (Pb CO ₃)	Aragonit (Ca CO ₃)	Strontianit (Sr CO ₃)	Witherit (Ba CO ₃)
Anglesit (Pb SO ₄)	Anhydrit (Ca SO ₄)	Cölestin (Sr SO ₄)	Baryt (Ba SO ₄)
Pyromorphit (3 Pb ₃ P ₂ O ₈ · Pb Cl ₂)		Apatit (3 Ca ₃ P ₂ O ₈ · Pb F ₂)	

Das Atomgewicht des Blei ist aber zu niedrig (208). Es sollte 220 sein und auch unter den Isotopen des Blei gibt es keines vom Atomgewicht 220.

Der Wert der obigen Formeln hängt ab 1. von der Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Berechnung, 2. von der Tragweite der Schlüsse, die sich aus den Formeln ergeben.

ad. 1. Die Übereinstimmung ist befriedigend und es können die Formeln als gesichert gelten. Ganz besonders im Hinblick auf die Einfachheit der Zahlen $0 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 4$ resp. $0 \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2$. Die Abweichungen fallen da, wo die neuste Forschung mehrere Werte ergeben hat, innerhalb deren Grenzen. Der Grund der Abweichung der Beobachtung von der Berechnung dürfte der selbe sein, wie der der Schwankung der Messungsergebnisse, nämlich der, daß neben dem in der Formel ausgedrückten Hauptgesetz, secundäre Gesetze mitwirken, die das Schwanken mit sich bringen.

Analogon. So wird das Gesetz des freien Falls gestört durch den Widerstand der Luft.

Jedenfalls ist die Übereinstimmung so groß, daß die Gesetzmäßigkeit außer Zweifel steht und ein Zufall ausgeschlossen ist. Wir sind danach berechtigt, aus den Formeln Schlüsse zu ziehen.

ad. 2. Schlüsse aus den Formeln. Wir haben Formeln: A und B.

$$\begin{array}{l} \text{Unterreihe: } \mathbf{A: } a = m + \alpha (0 \cdot 1 \cdot 2) \\ \text{Oberreihe: } \mathbf{A': } a' = m' + \beta (0 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 4) \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} \mathbf{B: } a = m + \alpha' (0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1) \\ \mathbf{B': } a' = m' + \beta' (0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2) \end{array} \right.$$

wobei $\alpha = 16$; $\beta = 45$. wobei: $\alpha' = 32$, $\beta' = 90$.

Wir betrachten zunächst die Unterreihe in der Form

$$a = m + \alpha (0 \cdot 1 \cdot 2), \quad \alpha = 16.$$

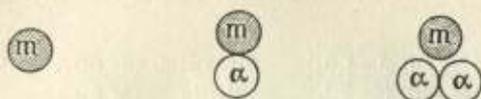
m ist variabel, aber constant für jede Gruppe. m ist für die Gruppe charakteristisch.

Das Atomgewicht a ist das Maß für eine Masse. Ebenso ist m und α das Maß für eine Masse. Unsere Formel sagt daher:

Neben der variablen Masse m tritt die constante Masse $\alpha = 16$ in jeder Gruppe $0 \cdot 1 \cdot 2$ mal auf. Die Massenart $\alpha = 16$ ist die gleiche für die Glieder aller Gruppen der Unterreihe.

Bestätigt sich das (und mir scheint, die Zahlen sprechen eindeutig), so haben wir hier einen wesentlichen Schritt vorwärts in unserer Kenntniß vom Bau der Atome.

Wir haben folgendes Bild einer Gruppe der Unterreihe:



Alle Atome der Unterreihe sind so gebaut. Dabei kann m ein Protatom sein oder eine Gruppe von Protatomen (sagen wir ein **Protoradical**). Seine Masse ist bekannt. α kann ein Protatom sein oder eine Gruppe von Protatomen, ein Protoradical. Sein Gewicht ist bekannt: $\alpha = 16$.

Jedes Atom der Unterreihe besteht aus 1 Protatom (oder Protoradical) m und 0 · 1 oder 2 Protatomen (oder Protoradicalen) α . Das wäre ein sehr einfacher Bau.

In der **Oberreihe** haben wir die Formel:

$$a' = m' + \beta (0 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 4), \text{ wobei } \beta = 45.$$

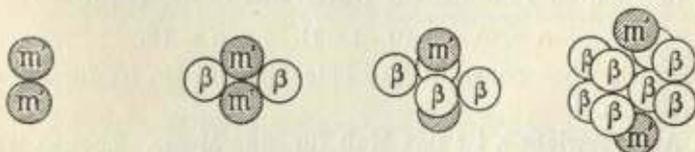
Hier gilt das von der Unterreihe Gesagte. m' ist für jede Gruppe constant. β ist für alle Gruppen der Oberreihe constant = 45.

Wir haben folgendes Bild einer Gruppe der Oberreihe:



Alle Atome der Oberreihe sind so gebaut. Dabei kann m' ein Protatom sein, oder eine Gruppe von Protatomen (ein Protoradical). Seine Masse ist bekannt. Ebenso kann β ein Protatom sein oder eine Gruppe von Protatomen, ein Protoradical. Seine Masse ($\beta = 45$) ist bekannt.

Anmerkung: Wir können die Zahl der Protatome (Protoradicalen) verdoppeln; dann halbieren sich $m m' e e'$. Wir haben dann das Bild:



Für gewisse räumliche Vorstellungen mag das gut sein. Wir wollen davon absehen.

Das **Fehlen der Zahl 3** in der Reihe ist auffallend. Wir finden nicht $0 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4$, sondern $0 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 4$. Dies läßt vermuten, daß in der Unterreihe ($16 \cdot 16$), in der Oberreihe ($45 \cdot 45$) zu einem geschlossenen Ganzen zusammentreten, das sich verdoppeln kann. Ebenso wie zwei Atome zu einem Molekül zusammentreten.

In der Form BB' erscheint die Reihe $0 \frac{1}{2} 1 2$. Das ist die harmonische Zahlenreihe $N_n = 0 \frac{1}{2} 1 2$. Diese Formel würde aussagen, daß eine harmonische Gliederung den Bau der Atome aus Protatomen bestimmt. Was unter dieser harmonischen Gliederung vorzustellen ist, ist nicht klar. Ein besonderes Studium müßte darüber entscheiden. Aber die Tatsache, daß die Zahlenreihe $0 \frac{1}{2} 1 2$ vorliegt, zwingt uns, die Möglichkeit einer **harmonischen Gliederung** ins Auge zu fassen. Einstweilen wollen wir von dieser Deutung absehen, die Reihe als eine **Gruppierung** $0 1 2 4$ auffassen und daraus die Consequenzen ziehen.

Bemerkung. Bewährt sich unser Gesetz vom Gruppenbau der Atome (woran ich nicht zweifle), so können wir, ausgerüstet mit diesem Werkzeug, an das Studium der merkwürdigen Ausnahms-Atome H Pb Ra Ur herangehen. Es ist gewiß kein Zufall, daß gerade diese die Ausnahmen sind.

Wir ordnen die Resultate in den Tabellen I · II. In dieselben ist einiges eingetragen, das sich erst aus den nachfolgenden Bemerkungen ergibt.

H = 1

Gruppen-System. Tabelle 1. Unterreihe.

Elem.	beob.	Formel I $m + \alpha_x \beta_y$	Zahlen	be- rechnet	Isotope	Formel II	Zahl der Prot.	Wer- tigkeit
F	19	$3 + \alpha$	3 + 16	19	35 · 37	ha · α	2	1
Cl	35	$3 + \alpha_2$	3 + 32	35		ha · α_2	3	
Br	79	$3 + \alpha_2 \beta$	3 + 32 + 45	80		ha · $\alpha_2 \beta$	4	
J	127	$3 + \alpha_2 \beta_2$	3 + 32 + 90	125		ha · $\alpha_2 \beta_2$	5	
He	4	4	4	4	20 · 21 36 · 40	he	1	?
Ne	20	$4 + \alpha$	4 + 16	20		he α	2	
Ar	40	$4 + \alpha_2$	4 + 32	36		he α_2	3	
Kr	84	$4 + \alpha_2 \beta$	4 + 32 + 45	81		he $\alpha_2 \beta$	4	
Xe	129	$4 + \alpha_2 \beta_2$	4 + 32 + 90	126		he $\alpha_2 \beta_2$	5	
Nt	220	$4 + \alpha_2 \beta_4$	4 + 32 + 180	216		he $\alpha_2 \beta_4$	7	
Li	7	7	7	7	6 · 7	li	1	1
Na	23	$7 + \alpha$	7 + 16	23		li α	2	
K	39	$7 + \alpha_2$	7 + 32	39		li α_2	3	
Rb	85	$7 + \alpha_2 \beta$	7 + 32 + 45	84		li $\alpha_2 \beta$	4	
Cs	133	$7 + \alpha_2 \beta_2$	7 + 32 + 90	129		li $\alpha_2 \beta_2$	5	
Be	9	9	9	9		24 · 25 · 26	be	
Mg	24	$9 + \alpha$	9 + 16	25	be α		2	
Ca	40	$9 + \alpha_2$	9 + 32	41	be α_2		3	
Sr	87	$9 + \alpha_2 \beta$	9 + 32 + 45	86	be $\alpha_2 \beta$		4	
Ba	137	$9 + \alpha_2 \beta_2$	9 + 32 + 90	131	be $\alpha_2 \beta_2$		5	
? Ra ? Pb	226 208	$9 + \alpha_2 \beta_4$	9 + 32 + 180	221			be $\alpha_2 \beta_4$	7
B	11					11		
Al	27	$11 + \alpha$	11 + 16	27	b α	2		
Ga	69	$11 + \alpha \beta$	11 + 16 + 45	72	b $\alpha \beta$	3		
I	114	$11 + \alpha \beta_2$	11 + 16 + 90	117	b $\alpha \beta_2$	4		
Tl	204	$11 + \alpha \beta_4$	11 + 16 + 180	207	b $\alpha \beta_4$	6		
C	12	12	12	12	28 · 29 70 · 72 · 74 $116-120 \cdot 122$ 124	c	1	4
Si	28	$12 + \alpha$	12 + 16	28		c α	2	
Ge	74	$12 + \alpha \beta$	12 + 16 + 45	73		c $\alpha \beta$	3	
Sn	120	$12 + \alpha \beta_2$	12 + 16 + 90	118		c $\alpha \beta_2$	4	
? (Pb)	(207)	$12 + \alpha \beta_4$	12 + 16 + 180	(208)		c $\alpha \beta_4$	6	
N	14	14	14	14	121 · 123	n	1	5
P	31	$14 + \alpha$	14 + 16	30		n α	2	
As	78	$14 + \alpha \beta$	14 + 16 + 45	75		n $\alpha \beta$	3	
Sb	121	$14 + \alpha \beta_2$	14 + 16 + 90	120		n $\alpha \beta_2$	4	
Bi	208	$14 + \alpha \beta_4$	14 + 16 + 180	210		n $\alpha \beta_4$	6	
O	16	16	16	16			o	
S	32	$16 + \alpha$	16 + 16	32	o α		2	
Se	80	$16 + \alpha \beta$	16 + 16 + 45	77	o $\alpha \beta$		3	
Te	127	$16 + \alpha \beta_2$	16 + 16 + 90	122	o $\alpha \beta_2$		4	
Po	210	$16 + \alpha \beta_4$	16 + 16 + 180	212	o $\alpha \beta_4$		6	

Gruppen-System. Tabelle 2. Oberreihe.

Elem.	beob.	Formel I $m' + \beta_y$	Zahlen	be- rechnet	Isotope	Formel II	Formel III	Zahl der Prot.	Wer- tigkeit
Vd	51	$6 + \beta$	6 + 45	51		$4 + h_2 \beta$	he $h_2 \beta$	4	5
Nb	93	$6 + \beta_2$	6 + 90	96		$4 + h_2 \beta_2$	he $h_2 \beta_2$	5	
Ta	181	$6 + \beta_4$	6 + 180	186		$4 + h_2 \beta_4$	he $h_2 \beta_4$	7	
? Pa	230	$6 + \beta_5$	6 + 225	231		$4 + h_2 \beta_5$	he $h_2 \beta_5$	8	
Cr	52	$7 + \beta$	7 + 45	52		$4 + h_a \beta$	he $h_a \beta$	3	3
Mo	96	$7 + \beta_2$	7 + 90	97		$4 + h_a \beta_2$	he $h_a \beta_2$	4	
W	184	$7 + \beta_4$	7 + 180	187		$4 + h_a \beta_4$	he $h_a \beta_4$	6	
? Ur	(238)	$7 + \beta_5$	7 + 225	232		$4 + h_a \beta_5$	he $h_a \beta_5$	7	
Mn	55	$10 + \beta$	10 + 45	55		?	?	3	3
Fe	56	$11 + \beta$	11 + 45	56		$4 + li \beta$	he li β	3	3
Ru	102	$11 + \beta_2$	11 + 90	101		$4 + li \beta_2$	he li β_2	4	
Os	191	$11 + \beta_4$	11 + 180	191		$4 + li \beta_4$	he li β_4	6	
Ni	58	$13 + \beta$	13 + 45	58	58 · 60	$4 + be \beta$	he be β	3	3
Rh	103	$13 + \beta_2$	13 + 90	103		$4 + be \beta_2$	he be β_2	4	
Ir	193	$13 + \beta_4$	13 + 180	193		$4 + be \beta_4$	he be β_4	6	
Co	59	$15 + \beta$	15 + 45	60		$4 + b \beta$	he b β	3	3
Pd	107	$15 + \beta_2$	15 + 90	105		$4 + b \beta_2$	he b β_2	4	
Pt	195	$15 + \beta_4$	15 + 180	195		$4 + b \beta_4$	he b β_4	6	
Cu	63	$18 + \beta$	18 + 45	63	63 · 65	$4 + n \beta$	he n β	3	1
Ag	107	$18 + \beta_2$	18 + 90	108	107 · 109	$4 + n \beta_2$	he n β_2	4	
Au	197	$18 + \beta_4$	18 + 180	198		$4 + n \beta_4$	he n β_4	6	
Zn	64	$20 + \beta$	20 + 45	65	64 · 66 · 68 · 70	$4 + o \beta$	he o β	3	2
Cd	112	$20 + \beta_2$	20 + 90	110		$4 + o \beta_2$	he o β_2	4	
Hg	202	$20 + \beta_4$	20 + 180	200	197—200 202 · 204	$4 + o \beta_4$	he o β_4	6	
Sc	44	44	44	44		$c \alpha_2$.	3	3
Y	89	$44 + \beta$	44 + 45	89		? $c \alpha_2 \beta$.	4	
La	139	$44 + \beta_2$	44 + 90	134		$c \alpha_2 \beta_2$.	5	
Ac	226	$44 + \beta_4$	44 + 180	224		$c \alpha_2 \beta_4$.	7	
Ti	48	48	48	48		$4 + c \alpha_2$	he $c \alpha_2$	4	4
Zr	91	$48 + \beta$	48 + 45	93		$4 + c \alpha_2 \beta$	he $c \alpha_2 \beta$	5	
Ce	140	$48 + \beta_2$	48 + 90	138		$4 + c \alpha_2 \beta_2$	he $c \alpha_2 \beta_2$	6	
Th	232	$48 + \beta_4$	48 + 180	228		$4 + c \alpha_2 \beta_4$	he $c \alpha_2 \beta_4$	8	

Bemerkungen.

1. Nach der heute in der Chemie geltenden Auffassung besteht das Atom aus einem Kern und einer Anzahl dasselbe (nach Art der Planeten) umkreisender Elektronen. Das Gewicht der Elektronen berechnet man auf etwa $\frac{1}{1800}$ vom Gewicht des H-Kerns. Das heißt, das Gewicht der Elektronen kommt im Atomgewicht nicht zum Ausdruck. Atomgewicht ist somit = Kerngewicht und die Schlüsse aus dem Atomgewicht beziehen sich nur auf den Kern. Atomstruktur sei im Folgenden = Kernstruktur. Sollte sich die planetische Elektronentheorie dauernd erhalten, so muß eine Beziehung zwischen dem Bau des Kerns und

der Anordnung der Elektronen angenommen werden. Anordnung und Wirkung der Elektronen erscheint danach als eine Funktion vom Bau des Kerns, beeinflußt durch die Umgebung.

2. **Analogon.** Die feste Erde mit dem flüssigen Meer umgibt eine gasförmige Atmosphäre. Deren Gewicht beträgt etwa $\frac{1}{2000}$ (?) vom Gewicht der Erde. Es kann bei Fragen über Struktur und Wirkung der Erdmasse vernachlässigt werden. In der Atmosphäre spielt sich alles Leben ab und die meisten für uns wichtigen Prozesse. Sie sind Funktionen vom Bau der Erde, von der Eigenart der Atmosphäre und von der Einwirkung der Nachbarn, Sonne und Mond.

Bei Studien über Planetenlauf, über die Struktur und das kosmische Verhalten der Erde kann die Atmosphäre vernachlässigt werden.

3. **Protatome** seien die Bausteine des Atoms (Atomkerns).

4. **Definition.** Wir wollen folgende (zunächst hypothetische) Definition aufstellen: **Atom (Atomkern) ist ein festes System einer beschränkten Zahl gleicher oder ungleicher Protatome von bestimmter Anordnung und Orientierung.**

5. Es fragt sich, ob wir die O-Gruppe schreiben sollen:

	O	S	Se	Te	Po	
I:	α	α_2	$\alpha_2 \beta$	$\alpha_2 \beta_2$	$\alpha_2 \beta_4$	($m = 0$)
oder II:	16	$16 + \alpha$	$16 + \alpha \beta$	$16 + \alpha \beta_2$	$16 + \alpha \beta_4$	($m = 16$)

Die Form II scheint mir die bessere. Dann sind die Gruppen: B C N O alle gleich gebaut, nämlich

$$m \quad m \alpha \quad m \alpha \beta \quad m \alpha \beta_2 \quad m \alpha \beta_4, \text{ wobei } m = 11 \cdot 12 \cdot 14 \cdot 16.$$

6. Es fragt sich, ob $\alpha = 16$ zugleich das m von O ist, das heißt, ob alle α -haltigen Elemente O-haltig sind, oder ob nur eine zufällige Gleichheit der Zahl (16) besteht. Das ist eine Frage von großer Bedeutung.

7. Jede Gruppe der Unterreihe beginnt mit einem von $\alpha \beta$ freien Element.

Beispiel:

$$\begin{aligned} \text{He} &= 4; \quad \text{Ne} = 4 + \alpha; \quad \text{Ar} = 4 + \alpha_2; \quad \text{Kr} = 4 + \alpha_2 \beta; \quad \text{Xe} = 4 + \alpha_2 \beta_2; \quad \text{Nt} = 4 + \alpha_2 \beta_4 \\ \text{Li} &= 7; \quad \text{Na} = 7 + \alpha; \quad \text{K} = 7 + \alpha_2; \quad \text{Rb} = 7 + \alpha_2 \beta; \quad \text{Cs} = 7 + \alpha_2 \beta_2 \\ \text{Be} &= 9; \quad \text{Mg} = 9 + \alpha; \quad \text{Ca} = 9 + \alpha_2 \dots \end{aligned}$$

Wir wollen das $\alpha \beta$ -freie Element den **Kopf** oder das **Kopfelement** der Gruppe nennen.

8. Wir nehmen an, daß in der Li-Gruppe das Protatom mit der Zahl 7 in allen Gliedern der Gruppe enthalten ist. Dies Protatom ist dem Atom des Lithium gleich. Wir wollen es mit li bezeichnen und **Lithion** nennen. Dann besteht das Atom Lithium aus nur einem Protatom. Wir schreiben:

$$Li = li = 7.$$

Entsprechend ist: $He = he = 4$; $Be = be = 9$; $B = b = 11$; $C = c = 12$; $N = n = 14$; $O = o = 16$ und es bestehen He Li Be B C N O aus je einem Protatom $he \cdot li \cdot be \cdot b \cdot c \cdot n \cdot o$.

9. Wir haben nun bereits eine Anzahl Protatome kennen gelernt:

Protatome: $he \cdot li \cdot be \cdot b \cdot c \cdot n \cdot o \cdot \alpha \cdot \beta$

Protatomgewicht: $4 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11 \cdot 12 \cdot 14 \cdot 16 \cdot 16 \cdot 45$.

10. o und α haben das gleiche Protatomgewicht 16. Es bleibt zu prüfen, ob materiell $o = \alpha$ ist, oder ob zufällig beide das gleiche Gewicht haben. Auf die gleiche Frage kamen wir oben bei 5.

11. Ist bei allen Elementen der Alkali-Gruppe $7 = li$, so können wir schreiben:

$Li = li$; $Na = li \alpha$; $K = li \alpha_2$; $Rb = li \alpha_2 \beta$; $Cs = li \alpha_2 \beta_2$

ebenso: $He = he$; $Ne = he \alpha$; $Ar = he \alpha_2$; $Kr = he \alpha_2 \beta$; $Xe = he \alpha_2 \beta_2$;

$Nt = he \alpha_2 \beta_4 \dots$

Wir schreiben diese als Formeln II in unserer Tabelle z.

12. Auffallend ist die Halogen-Gruppe. Ihr fehlt der Kopf, d. h. das Element vom Gewicht 3. Dagegen finden wir einen Kopf $H = 1$ ohne folgende Glieder. Es liegt die Vermutung nahe, daß das einwertige H den Kopf der einwertigen Halogen-Gruppe bildet. Die Lösung dieses Widerspruchs ist eine Frage von großer Tragweite.

13. Es liegen zwei Deutungen vor:

Deutung a. Den Kopf der Halogen-Gruppe bildet ein noch nicht gefundenes Element vom Gewicht 3. Wir wollen es **Halogenium** nennen. Es besteht aus einem Protatom $ha = 3$. Wir wollen es **Halogenon** nennen.

Deutung b. Den Kopf der Halogen-Gruppe bildet ein Element (Ha), das sich aus 3 h zusammensetzt, sodaß $ha = 3 h = h_3$ ist.

Für Deutung b spricht, daß der Halogen-Gruppe der Kopf fehlt und daß das so wichtige $h = 1$ keine Gruppe bildet. $ha = h_3$ erklärte die Rolle von h beim Bau der Atome. Ja es wiese diese Deutung hin auf $h = 1$ als **Urprotatom**, aus dem sich nicht nur $ha = h_3$ aufbaut, sondern auch die anderen Protatome. Dann wäre $li = 7 = h_7$; $be = 9 = h_9$. H als Urelement wurde schon verschiedentlich in Erwägung gezogen, z. B. bei Discussion des H-Spektrums¹. Diese fundamentale Frage dürfte ihrer Entscheidung dadurch näher gerückt sein, daß wir prüfen, ob in der Tat das hypothetische $Ha = h_3$ ist.

¹ GOLDSCHMIDT: Harmonie und Complication 1901, 80.

GOLDSCHMIDT: Farben in der Kunst 1919, 113–115 (ausführlicher).

LEMBERT: Die Hypothese von PROUT über das Urelement. Habil. Vortr. Karlsruhe 1920.

In Annahme einer der beiden Deutungen schreiben wir die Formeln II der Halogen-Gruppe:

$$\text{Ha} = \text{ha} = \text{h}_3; \text{F} = \text{ha } \alpha; \text{Cl} = \text{ha } \alpha_2; \text{Br} = \text{ha } \alpha_2 \beta; \text{J} = \text{ha } \alpha_2 \beta_2.$$

Es sind ferner Anzeichen vorhanden für ein Element von der Größe h_2 (vgl. Tabelle 2 Vanadin-Gruppe).

14. Wir finden im **Sonnenspektrum**¹ die Fraunhofer-Linien A B C D E F G H. Sie bilden eine harmonische Gruppe, einen Accord. Wir nannten ihn den **Hauptsonnenaccord**. Mit ihm nahe verwandt ist der Accord des Wasserstoff-Spektrums. Dessen Linien $\text{H}_\alpha, \text{H}_\beta, \text{H}_\gamma, \text{H}_\delta, \text{H}_\epsilon$ bilden ebenfalls einen Accord, der einen Teil des Hauptsonnenaccords ausmacht. Das Spektrum keines andern Elements ist dem Hauptsonnenaccord so nah verwandt. Das ist kein Zufall.

15. Folgende Deutungen liegen nah:

Deutung a. Der Hauptsonnenaccord rührt von einem Element (Protelement, Urelement) her, das auf der Erde frei nicht angetroffen wird.

Deutung b. Der Hauptsonnenaccord gehört dem H an. H liefert auf der Erde das ärmere Spektrum, auf der Sonne das verwandte reichere, den dortigen Verhältnissen entsprechend.

c. Nehmen wir an, daß H kein Uratom ist, sondern zusammengesetzt aus einer Anzahl von Uratomen (η), sodaß $\text{H} = \text{h} = n \eta = \eta_n$ ist, daß auf der Sonne das H in seine Urelemente η zerfällt, dann kann gedacht werden, daß der Hauptsonnenaccord von η herrührt, der irdische Wasserstoff-Accord vom Protomolekül, Urmolekül, Urradical: $\text{h} = \eta_n$.

d. Ist η das einzige Urelement, so bauen sich aus ihm die Protome $= \text{h} \cdot \text{he} \cdot \text{li} \dots \alpha \beta$ und aus diesen die Atome.

16. In den **Gruppen Sc Ti** finden wir die hohen Zahlen $m = 44 \cdot 48$. Es ist zu vermuten, daß sich diese aus kleineren Zahlen zusammensetzen. Wir wollen eine Zerlegung versuchen.

Gruppe Sc. Es sei $44 = 12 + 32 = c \alpha_2$. Dann ist:

Sc	Y	La	Ac
$= 12 + \alpha_2$	$12 + \alpha_2 \beta$	$12 + \alpha_2 \beta_2$	$12 + \alpha_2 \beta_4$
$= c \alpha_2$	$c \alpha_2 \beta$	$c \alpha_2 \beta_2$	$c \alpha_2 \beta_4$

Gruppe Ti. Wir wollen 2 Zerlegungen versuchen.

$$\text{Es sei: } 48 = 16 + 32 = 16 \alpha_2 = 0 \alpha_2$$

$$\text{oder: } 48 = 4 + 12 + 32 = 4 c \alpha_2 = \text{he } c \alpha_2$$

Es ist zu prüfen, welche von den beiden Deutungen die bessere ist.

¹ Siehe Note Seite 15.

Die Deutung 1: $48 = 16 + \alpha_2$ ist die einfachere. Sie läßt 16 in der Reihe der m' erscheinen, wo es als $4 + 12$ zu erwarten ist (vgl. Bem. 17).

Die Deutung 2: $48 = 4 + 12 + \alpha_2 = 4 c \alpha_2 = he c \alpha_2$ verbindet Gruppe Ti = Ti Zr Ce Th mit Gruppe C = C Si Ge Sn, mit der sie verwandt ist. Wir haben die Isomorphien.

Zinnerz	Rutil	Zirkon	Thorit
Sn O ₂	Ti O ₂	Zr O ₂ +Si O ₂	Th O ₂ +Si O ₂

Dann haben wir:

C	Si	Ge	Sn		Ti	Zr	Ce	Th
$12 + \alpha$	$12 + \alpha\beta$	$12 + \alpha\beta_2$	$12 + \alpha\beta_4$		$4 + 12 + \alpha_2$	$4 + 12 + \alpha_2\beta$	$4 + 12 + \alpha_2\beta_2$	$4 + 12 + \alpha_2\beta_4$
= $c\alpha$	$c\alpha\beta$	$c\alpha\beta_2$	$c\alpha\beta_4$		$he c \alpha_2$	$he c \alpha_2\beta$	$he c \alpha_2\beta_2$	$he c \alpha_2\beta_4$

Danach beruhte die Verwandtschaft auf dem gemeinsamen $c = 12$, der Unterschied auf dem Zutreten von $he = 4$. Wir haben Deutung 2 in unsere Formeln II und III (Tab. 2) eingesetzt.

17. Zwischen den m und den m' besteht eine Relation. Wir haben

	(H ₂)	(Ha)	He	Li	Be	B	C	N	O
$m =$	(2)	3	4	7	9	11	12	14	16
$m' =$	6	7	—	11	13	15	16	18	20
	Vd	Cr	—	Fe	Ni	Co	Ti	Cu	Zn
$m' = 4 + h_2$	$4 + ha$	—	$4 + li$	$4 + be$	$4 + b$	$4 + c$	$4 + n$	$4 + o$	$4 + \alpha$
= $he h_2$	$he ha$	—	$he li$	$he be$	$he b$	$he c$	$he n$	$he o$	$he \alpha$

wenn wir annehmen, daß das 4 jedesmal einem he entspricht. Diese Annahme bedarf der Bestätigung. Trifft sie zu, so ergeben sich die Formeln III unserer Tabelle 2.

18. Wir haben jetzt protochemische Formeln, d. h. Formeln, die den Aufbau der Atome aus Protatomen darstellen.

19. **Protelemente. Protatome.** Alle unsere protochemischen Formeln bauen sich aus folgenden Protelementen auf:

(h ₂)	(ha)	he	li	be	b	c	n	o	α	β
-------------------	------	----	----	----	---	---	---	---	----------	---------

Dabei ist ha der unbekannte Kopf der Halogengruppe vom Gewicht 3. α ist vielleicht $o = 16$.

20. **Namen der Protelemente.** Die Protelemente bilden die Köpfe der Gruppen. Wir haben sie ebenso bezeichnet, wie die ihnen gleichen Elemente, nur mit kleinen Buchstaben. Wir wollen ihnen auch den gleichen Namen geben, nur mit der Endung on statt um .

Wir haben dann:

H = Hydrogenium	Ha = Halogenium	He = Helium	Li = Lithium	Be = Beryllium
h = Hydrogenion	ha = Halogenion	he = Helion	li = Lithion	be = Beryllion

B = Borium	C = Carbonium	N = Nitrogenium	O = Oxygenium
b = Borion	c = Carbonion	n = Nitrogenion	o = Oxygenion

Dazu kommen α = Alphon; β = Beton. Das sind im Ganzen 11 Arten. Möglicherweise ist $\alpha = 0$. Auch ist möglich, ja wahrscheinlich, daß β sich aus mehreren der obigen Protatome zusammensetzt. Vielleicht ist $\beta = 45 = 1 + 12 + 32 = h c o_2$.

21. Vielleicht erscheint es richtig, die Gruppen zu teilen in **helionfreie** und **helionhaltige**:

he = freie Gruppen: F Li Be B C N O . . Sc . . . Gruppe

he = haltige Gruppen: He Vd Cr Mn Fe Ni Co Cu Zn Ti Gruppe

22. Bewährt sich unsere Auffassung, so kommt dem Helion (he) eine eigentümliche, besonders wichtige Rolle zu.

23. Wir fanden die Gruppen:

He	Ne	Ar	Kr	Xe	Nt
= he	he α	he α_2	he $\alpha_2 \beta$	he $\alpha_2 \beta_2$	he $\alpha_2 \beta_4$
.	.	Ti	Zr	Ce	Th
.	.	he c α_2	he c $\alpha_2 \beta$	he c $\alpha_2 \beta_2$	he c $\alpha_2 \beta_2$

Sollten etwa die Protomoleküle ar · kr · xe · nt als Ganzes in die Atome Ti Zr Ce Th eintreten, so daß wir hätten:

C	Si	Ti	Zr	Ce	Th
c	c α	c ar	c kr	c xe	c nt

Ich möchte diese Möglichkeit nicht unausgesprochen lassen.

24. Innerhalb jeder Gruppe ist die **Wertigkeit** (Valenz) der Elemente die gleiche. Wir sagen kurz: jede Gruppe hat ihre Valenz.

25. Eine merkwürdige Tatsache ist, daß in den Gruppen 3 · 4 · 5 · 6 · 7 die Wertigkeit der Reihe nach den Zahlen 1 · 2 · 3 · 4 · 5 ansteigt. Das ist kein Zufall. Ein Zufall wiederholt sich nicht 5 mal. Es ist die Aufgabe, zu finden, was das bedeutet. Wie es scheint, wiederholt sich das Ansteigen der Wertigkeit 1 · 2 · 3 · 4 in den 4 letzten Gruppen.

26. Statt Protatom wäre ein Wort **Atomon** ($\alpha\tau\omicron\mu\omicron\nu$) in Erwägung zu ziehen.

27. Die Zahl der Protatome (Atomone) im Atom ist nicht größer als 8.

28. Wir unterscheiden:

Kopf-Atomone: h ha he li be b c n o (9 Arten)

Rumpf-Atomone (Atomonoide): $\alpha \beta$ (2 Arten).

Das Wort Atomonoid, im Gegensatz zu Atomon, ist gebildet analog: Metalloid im Gegensatz zu Metall.

29. Die heutige Chemie postuliert **Elektronen** neben dem Kern der Atome. Sie berechnet das Gewicht der Elektronen zu ca. $\frac{1}{1800}$ vom Atomgewicht des Wasserstoffs. Das ist so wenig, daß das Elektronengewicht

auf das Atomgewicht keinen Einfluß hat, somit auch nicht auf irgend welche Schlüsse, die aus dem Atomgewicht gezogen werden können.

30. Ein ähnliches Gewichtsverhältnis besteht zwischen Gasen und Flüssigkeiten. Wir haben:

1 cbm Wasserdampf bei 100° = 0,6 Kilo	}	Verhältnis 1 : 1600.
1 cbm Wasser bei 100° = 960 Kilo		

Die Größen-Ordnung ist etwa die gleiche. Wasser und Eis sind nahezu gleich schwer. Sollte etwa zwischen Atomkern und Elektronen ein ähnliches Verhältnis bestehen, wie zwischen einer Wasserkugel und ihrer Atmosphäre? Etwas wie Aggregat-Zustände? Es dürfte sich empfehlen, dieser Spur nachzugehen.

Schlußbemerkung. Es ist ein altes Problem der Naturwissenschaft und Philosophie, die Stoffe in einander zu verwandeln. Wir bitten mit dem alten OVID, die Götter, uns dabei zu helfen. Sie haben bei der Erschaffung der Welt aus dem Chaos die Verwandlung der Stoffe ja selbst besorgt und wissen, wie man es macht:

*In nova fert animus mutatas dicere formas
Corpora. Di coeptis, nam vos mutastis et illas
Aspirate meis.*

Besonders gern hätte man aus Blei, Eisen und Stein Gold gemacht. Der Wert des Goldes gab dem Problem praktischen Anreiz. Gold bedeutete Reichtum und Glück. Gold war Geld und wir lesen bei Hieronymus Jobs:

*Auf nichts in der Welt
Wird so allgemein speculiert, wie aufs Geld.*

Ein Weg war der, die Stoffe in Urstoffe zu spalten und aus diesen Urstoffen die verschiedenen Metalle nach Belieben aufzubauen. Das versuchte BÖTTCHER und erfand das Porcellan. Das versuchten andere Alchymisten und haben auf dem Weg zu diesem Ziel der Wissenschaft kostbare Schätze zugeführt.

Die Urstoffe glaubte man mit wunderbaren Kräften begabt, die uns das geben sollten, was uns (noch vor dem Gold) als das Wichtigste erscheint: die Gesundheit. Die Alchymisten waren zugleich Ärzte. Die bedeutenden Forscher, die versuchten, die Metalle zu spalten, denen das Verdienst zukommt, das Experiment zielbewußt in die Wissenschaft eingeführt und die Laboratorien geschaffen zu haben, die Alchymisten suchten aus den Spaltprodukten der Stoffe nicht nur Gold zu machen, sondern auch das Lebenselixir, das Gesundheit bringt.

Jetzt will es scheinen, als seien wir dem Ziel einen Schritt näher gekommen. Unsere heutigen Alchymisten, die Chemiker, Physiker und

Krystallographen gehen daran, in ihren nicht mehr ganz so schwarzen Küchen das Blei zu spalten und als Quint-Essenz die Radium-Emanationen auszutreiben. Diese lassen sie als Lebenselixir auf die leidende Menschheit los. Sie sind vorsichtiger geworden und es passiert ihnen nicht mehr so leicht, wie dem Vater des Doctor FAUST, von dem sein Sohn berichtet:

Erschien darauf in bunten Farben

Die junge Königin im Glas:

Hier war die Arznei, die Patienten starben

Und keiner fragte: Wer genas?

Sie wenden das Medikament erst auf Kaninchen und weiße Mäuse an, bevor sie die leidenden Frauen bestrahlen. Aber der Weg ist der gleiche und nicht nur bei uns geht man diesen Weg.

Als ich 1895 in Indien reiste, besuchte ich einen indischen Chemiker. Er hatte in Deutschland studiert und kannte die Probleme der Chemie. Er erzählte mir folgende merkwürdige Geschichte: Indische Weise verständen die Kunst, aus Gold, Silber oder Kupfer eine weiße Substanz zu machen, die merkwürdige Eigenschaften habe. Es sei wol die Ursubstanz der Metalle. Kein Chemiker könne sie analysieren und sie habe auf mancherlei Krankheiten einen wunderbar heilenden Einfluß. Es wurden an diese Gelehrten Münzen geliefert. Die Münzen, eingewickelt in gewisse Blätter, verwandelten sich nach mehrwöchentlichem Glühen im unterirdischen Ofen in die genannte weiße Substanz, genau in der Form der Münze. Mit Gold ging es am besten, mit Silber schwieriger. Mit Kupfermünzen ging es auch, aber nicht leicht. Ich war begierig, die Substanz zu sehen und versprach, wenn ich sie erhielt, sie unserem damaligen ersten Analytiker, CLEMENS WINKLER in Freiberg zur Prüfung zu übergeben. In der Tat erhielt ich eine Probe von der Substanz und brachte sie WINKLER. Der hat sie mit den chemischen Werkzeugen hart angegangen und die peinliche Inquisition ergab, daß es Gyps war. Die Münzen hatten sich in Gyps von der gleichen Form verwandelt. Nun war es begreiflich, warum es mit Gold so leicht ging, mit Silber nicht so gut und mit Kupfer nur mit besonderen Schwierigkeiten. Ich habe das Resultat der Analyse nach Indien berichtet, aber nichts mehr darüber gehört.

Das Ziel ist überall das gleiche. In manichfacher Weise mischen sich Phantasie und Erfahrung, Analyse, Synthese und Experiment. Manchmal ist ein kleiner Schwindel dabei. Heute gehen wir, mit neuen Mitteln ausgerüstet, wieder an die Arbeit, die Atome zu spalten und neu aufzubauen. Die neue und doch uralte Wissenschaft nennen wir nun Protochemie.

Heidelberg, 15. Juni 1924.

Raum und Raumsinn.

Von V. GOLDSCHMIDT (Heidelberg).

Nach KANT sind **Raum und Zeit** apriorische Anschauungsformen des menschlichen Geistes. Die Aufstellung dieses Satzes war eine der größten Taten KANTS. Wir wollen uns hier nur mit dem Raum befassen und zunächst den Satz in die Sprache der Naturwissenschaft übersetzen. Wir sagen: **Raumsinn ist eine Eigenschaft des menschlichen Geistes.** Alle Eigenschaften des Geistes sind apriorisch d. h. sie bestehen, solange der Geist besteht. Die Philosophie als Lehre vom menschlichen Geist beschränkt sich auf dessen wesentliche Eigenschaften. Zu diesen gehört der Raumsinn. Die Erfahrung läßt in dieser Eigenschaft eine Veränderung im Lauf der Zeit nicht erkennen.

Raumauffassung ist eine Betätigung des Raumsinns.

Analogon. Vögel können fliegen. Das ist eine ihrer Eigenschaften. Vögel fliegen. Das ist die Betätigung dieser Eigenschaft.

Die **Raumauffassung** wird vermittelt durch gewisse Sinnesorgane. Wir nennen sie **Raumsinnesorgane.** Jedes Sinnesorgan ist so eingerichtet, daß es auf gewisse Vorgänge der Außenwelt reagiert, in der Weise, daß in ihm sich Vorgänge abspielen, die Punkt für Punkt den correspondierenden Vorgängen der Außenwelt entsprechen. So decken sich Außenweltvorgänge und Organvorgänge und sind identisch.

Jedes Sinnesorgan ist mit dem Centralorgan (Gehirn) durch einen Nerv verbunden, der die Zuleitung besorgt, wie der Leitungsdraht am Telephon. Die Betätigung des Sinnesorgans löst im Centralorgan eine Punkt für Punkt entsprechende, somit identische Betätigung aus. Sie bildet sich da ab. Wir sprechen von **Abbildung (Bild)** im Aufnahmeorgan und im Gehirn. Wir haben Farbenbilder im Auge und Gehirn, Tonbilder im Ohr und Gehirn. Die Auffassung der Farben, Töne, Raumbilder ist mit Gefühlen verbunden. Das ist eine Tatsache der Erfahrung. Die Erfahrung geht von der Außenwelt durch die Sinnesorgane zu den Gehirnbildern. Andererseits setzt sie bei den correspondierenden Gefühlen und Gedanken ein. Zwischen beiden ist ein Connex, der uns (wenigstens mir) unbekannt ist. Von beiden Seiten kommt man an die gleiche Stelle, wie bei dem innern und dem äußeren Belag einer Leydener Flasche.

Beispiel. Farben der Außenwelt regen das Auge, speciell dessen Farborgane, die Zäpfchen der Retina, an und zwar in einer dem Bau dieser Zäpfchen entsprechenden Weise. Der Sehnerv vermittelt im Gehirn eine der Betätigung des Organs und damit den Farben

in der Außenwelt entsprechende Betätigung. Es entsteht ein Farbenbild im Auge und das selbe im Gehirn. Da alle drei identisch sind, indem sie einander Punkt für Punkt entsprechen, so sprechen wir von Farben in der Außenwelt, im Auge und im Gehirn, sowie in deren Denk- und Empfindungs-Äquivalent. Wir haben Rot in der Außenwelt, im Auge, im Gehirn, in der Empfindung und in der Anschauung.

Von den Dingen in der Natur existiert für uns nur das, was unsere Sinne aufnehmen und unser Geist verarbeitet. Unsere Fähigkeit, die Außenwelt zu verstehen, beruht darauf, daß sich in unserm Geist Vorgänge abspielen (Mikrokosmos), die Vorgängen in der Außenwelt (Makrokosmos) analog verlaufen¹. Die Vorgänge in der Natur decken sich Punkt für Punkt mit deren Abbild in den aufnehmenden Sinnesorganen und im Gehirn. Beide sind somit identisch. So sind zwei ähnliche Dreiecke identisch, wenn man von der Größe absieht. Eine Photographie ist die gleiche bei wechselnder Vergrößerung.

Analogon 1. Die Eingrabungen auf der Grammophonplatte entsprechen Punkt für Punkt den Tönen und sind deshalb mit diesen identisch. Wir können die Grammophoncurven wieder in die ursprünglichen Töne umsetzen.

Analogon 2. Wasser erstarrt zu Eis. Beide sind stofflich identisch. Sie können beliebig und restlos in einander übergeführt werden.

Alle Gleichnisse, alle Analoga hinken.

Es gibt in der Natur **Raum**, ebenso wie es in der Natur **Farben** gibt. Der Raumsinn ist ebenso eine Eigenschaft des Geistes, wie der Farbensinn und wie der Tonsinn. Es ist dem Raumsinn nicht die Ausnahmestellung unter den Eigenschaften des Geistes einzuräumen, die KANT ihm gibt. Wir haben den Raumsinn ebenso zum Object unseres Studiums zu machen, wie den Farbensinn. Ein Anfang zu solchem Studium soll hier gemacht werden.

Raumsinnesorgane. Der Farbensinn hat nur ein Organ, das Auge, und auch von diesem nur einen Teil, die Zäpfchen der Retina. Der Tonsinn hat nur ein Organ, das Ohr. Beim Raumsinn ist das nicht so einfach. Er hat mehrere Organe und zwar:

1. Das Auge.
2. Die Fortbewegungsorgane.
3. Die Tastorgane.
4. Den Gesamtkörper.

ad 1. Das Auge bildet Lichtstrahlen auf der Retina ab. Die Retina (Bildebene im Auge) hat die Gestalt einer Kugelcalotte. Auf ihr entstehen, senkrecht zum Lichtstrahl, Bilder der Außenwelt. Die Netzhautbilder sind so klein, daß man ihr Gebiet als Ebene ansehen kann. Wir nennen die Abbildungsfläche: **Bildebene**. Die Bildebene steht senkrecht zum Sehstrahl. Die Richtung des Sehstrahls nennen wir **Länge**. Alle unsere Gemälde und Zeichnungen sind vergrößerte Wiedergaben des Retinabildes.

¹ Vgl. GOLDSCHMIDT Harmonie und Complication 1901. I, 84, 136.

Die **Bildebene** hat **zwei Vorzugsrichtungen** auf Grund der Stellung der Augen und ihrer Bewegungsmöglichkeiten. Die beiden Augen stehen seitlich neben einander. Man kann die Augen (den Augapfel) nach oben und unten drehen (**Höhe = Tiefe**) sowie nach rechts und links (**Breite**). Ebenso kann man den Kopf mit den Augen heben und senken (**senkrecht**), sowie seitlich drehen (**wagrecht**). Das sind die 3 Vorzugsrichtungen des Auges und damit des Raumes, wie er sich im Auge und hierdurch in Gehirn und Psyche abbildet. Wir nennen sie die 3 Dimensionen. Sie sind die natürlichen Vorzugsrichtungen. Wir sprechen von Dreidimensional-Raum. Eine vierte Vorzugsrichtung des Auges gibt es nicht. Damit entfällt der mehr als dreidimensionale Raum. Die 3 Dimensionen sind nicht willkürlich gewählt, wie die Cordinaten der Geometrie. Sie sind Naturmaße, vorgezeichnet durch den Körper und seine Organe.

Die 3 Dimensionen: **Länge, Breite, Tiefe** sind ihrem Wesen nach (**qualitativ**) **verschieden** vermöge der Verschiedenheiten im Organ, sie wirken deshalb verschieden auf die Psyche. Jede hat ihre Eigenart, deshalb eigenen Begriff und Namen.

ad 2. Die **Fortbewegungsorgane**, besonders die Beine und Füße. Sie haben die Vorzugsrichtung der Bewegung (des Gehens): **vorwärts** (Länge), die zusammenfällt mit der Blickrichtung. Dann **aufwärts** (stehen und steigen) und **abwärts** (absteigen, fallen). Die Richtung **seitwärts** (Breite) ist von untergeordneter Bedeutung: Praktisch ein Ausweichen.

ad 3. Die **Tastorgane**, besonders die Hände und Finger, bemerken den Widerstand. Sie greifen nach den Objecten und tasten sie ab, unterstützt durch das Auge. Ihre Vorzugsrichtung ist **vorwärts**, dann **seitwärts**, besonders einander zu, wobei beide Hände zusammenwirken, untergeordnet: **aufwärts, abwärts** und **rückwärts**.

In der **äußeren Natur** bilden die selben 3 Dimensionen die Vorzugsrichtungen. In erster Linie die **Höhe**. So fällt der Stein und der Regen. So wachsen die Bäume und wir selbst (lotrecht, senkrecht). Lotrecht und wagrecht stehen senkrecht aufeinander. Wagrecht breiten sich Wasser und Erde aus. Unser Körper (das uns am meisten interessierende Naturobjekt) hat sein oben und unten, rechts und links, vorn und hinten.

Wir sehen, die 3 Dimensionen **Länge, Breite, Höhe** (oder Tiefe) decken sich in unsern Sinnesorganen und in der Außenwelt. Länge, Breite, Tiefe setzen den Raum zusammen.

ad 4. **Raum als Ganzes.** Der **Gesamtkörper** braucht einen Schutz gegen die Umgebung. Der primitive Mensch zieht sich in seine Höhle zurück (wie die Schnecke in ihr Haus) zum Schutz gegen Regen, Wind

und Kälte, sowie gegen Tiere und Menschen. Nach unten muß ein Boden sein zum Stehen und Liegen, nach oben ein Dach gegen Regen und Schnee. Der Abstand vom Boden zum Dach ist die **Höhe**, ausgemessen durch den Menschen vom Kopf bis zur Sohle und darüber, soweit die Hände reichen. **Vorn** ein Eingang mit vorgewälztem Stein (wie beim alten Polyphamos) gegen das Eindringen unwillkommener Gäste. **Hinten** das Ende mit der Rückwand. Da geht es nicht weiter. Von Eingang bis Hinterwand ist die **Länge**. Rechts und links die Seitenwände; deren Abstand die **Breite**.

Da kann er sich hinsetzen und hinlegen. Mit ihm Frau und Kind, auch Hund und Schaf und das Hausschwein. Da hat er das Gefühl der Ruhe und Sicherheit. Da kann er schlafen, Vorräte sammeln, seine Familie und seine Vorräte schützen. Da fühlt er sich sicher und glücklich, wie **Reinecke**, der Fuchs, in seiner Feste Malepartus.

Dieses Gefühl der Sicherheit wird durch seine gesamten Organe gewonnen: Gesicht, Gehör, Tastsinn, Wärme-Empfindung, Geruch. Diesem Gefühl entspricht der Raumsinn; der Begriff **Raum** als Ganzes. So ist er historisch entstanden.

Raum ist die Höhle, in der der Mensch wohnt. Wo sich keine Höhle findet, macht er sie künstlich. Er baut das Haus, den künstlichen Wohnraum. **Raum** ist ursprünglich: **Wohnraum**. Dieser Sinn ist ihm geblieben. Wenn wir lesen:

Raum für alle hat die Erde (Schiller)

so heißt das: Jedes Wesen, Mensch oder Tier, hat die Möglichkeit, sich einzunisten, geschützt gegen die Gefahren der Umgebung. Wenn wir lesen:

Raum ist in der kleinsten Hütte
Für ein zärtlich liebend Paar,

so heißt das: Innerhalb dieser Abgrenzung können sie ruhig und ungestört sein. Sie haben das Gefühl des Raums, der allein ihnen gehört, mit Decke und Boden und seinen 4 Wänden. Das ist das **Raumgefühl**.

Das **Haus** ist eine künstliche Höhle, ein künstlicher Wohnraum. Den Menschen interessiert das **Innere**, das **Äußere** ist Nebensache. So ist es noch heute. Ich kenne mein Zimmer von innen; seine Außenwand ist mir gleichgültig. Der erste Schritt von der Höhle zum Haus war wol eine Erweiterung beim Eingang durch vorgesetzte Steine oder Hölzer, eventuell überdeckt. Die 3 Dimensionen, wie sie unsere Augen, sowie Arme und Beine vorschreiben, geben dem künstlichen Wohnraum, dem Haus seine 4 Wände, Boden und Decke. Sie schließen dem Men-

schen seine Welt ab. Die 3 aufeinander senkrechten Dimensionen, Länge, Breite, Höhe machen das Haus zu einem rechteckigen Kasten.

R a u m ist unser Wohnraum, das englische room (Raum, Zimmer). Der geschlossene Raum des Zimmers erweitert sich zum Weltraum, wie das Haus zum Weltgebäude mit seiner Abgrenzung im Unendlichen. Der Wohnraum wird zur festen Burg, die den ruhigen Aufenthalt sichert.

My inn is my castle
Meine Wirtsstube ist mein Schloß,

sagt FALSTAFF. Die Wände der Wirtsstube begrenzen seine Welt, seinen Raum. Da fühlt er sich ruhig, sicher und glücklich.

Der gesicherte Raum bändigt die Furcht, das stärkste von allen Gefühlen. Er gibt die beglückende Ruhe. Außer dem eigenen Wohnraum gibt es die Räume der Nachbarn und die Räume der fernwohnenden Menschen. Mit der erweiterten Tätigkeit des Menschen erweitert sich sein Raum und er verengt sich wieder in dem Maß, wie die Tätigkeit nachläßt.

Wenn Phantasie sich sonst mit kühnem Flug
Und hoffnungsvoll zum Ewigen erweitert,
So ist ein kleiner Raum ihr nun genug,
Wenn Glück auf Glück im Zeitenstrudel scheidert. (Goethe. Faust.)

Der letzte, engste Raum, in den der Mensch sich nach dem Treiben des Lebens zurückzieht, ist das Grab.

Wer hat das Haus so schlecht gebaut
Mit Schaufeln und mit Spaten?
Dir, dumpfer Gast im häßlichen Gewand
Ist's viel zu gut geraten. (Goethe. Faust.)

Auch das Grab hat Decke und Boden und seine 4 Wände, oben und unten, vorn und hinten, links und rechts, wie sie unser Körper vorschreibt.

R a u m s i n n ist ein zusammengesetzter Sinn, da ihm gemeinsam mehrere Organe dienen und der Gesamtkörper, im Gegensatz zum Farbensinn, für den nur die Zäpfchen der Retina da sind und dem Tonsinn für den nur das Ohr arbeitet. Der Raumsinn ist ein merkwürdiges (vielleicht das wichtigste) Beispiel, wie mehrere, ja vielleicht alle Sinne zu einer Gesamtempfindung und entsprechend zur Bildung eines Gesamtbegriffs zusammenwirken. Wir können das beim Raum aufs beste verfolgen.

Zusammenfassung. Raumsinn ist eine der **Eigenschaften** des menschlichen Geistes. Aber auch die Tiere haben Raumsinn.

Kennt doch der Ochse seinen Stall und der Esel die Krippe seines Herrn.

Wir können den Raumsinn ebenso studieren, wie den Farben- oder Tonsinn. Die Ausnahmsstellung, die KANT ihm gibt, ist ihm nicht zuzumessen.

Heidelberg, 12. August 1924.

Blutumlauf durch Kontakt-Promotion und Pulsieren.

Von V. GOLDSCHMIDT (Heidelberg).

In einer Abhandlung: *Zur Mechanik des organischen Lebens*¹ wurde der Versuch gemacht, das Problem der organischen Bewegung strenger zu fassen, sodaß es zu einer Molekular-Mechanik ausgebaut werden könnte. Die Grundlage bildeten an den Krystallen gemachte Erfahrungen über Vorgänge an der Grenze vom Festen und Flüssigen. Wir kamen zu folgenden Feststellungen (S. 139).

1. Organisches Leben tritt nur da auf, wo sich Festes und Flüssiges berühren. Weder ein fester, noch ein flüssiger, noch ein gasförmiger Körper allein, noch die Vereinigung von Gas und Flüssigkeit, noch endlich von Gasförmigem und Festem bildet Organismen.

2. Organisches Leben ist eine Bewegung unter Einfluß der Wärme. (Mitverstanden die anderen Energieformen Licht, Elektrizität . . .) Zuführte Wärme wird in Lebensbewegung umgesetzt. Der direkte oder indirekte Lieferant der zum Leben nötigen Wärme ist die Sonne.

3. Die Bewegungen des Organischen sind Massenbewegungen, d. h. Bewegungen größerer zusammenhängender Massen; die Wärme aber wird als Molekularbewegung zugeführt. Die Mechanik des organischen Lebens behandelt also die Frage: Wie wird die Molekularbewegung der Wärme in organische Massenbewegung umgesetzt?

4. Die organische Bewegung beruht auf einer Kontaktwirkung an der Grenze zwischen dem Festen und dem Flüssigen. Die mechanische Frage ist also: Durch welche Grenz Wirkung zwischen dem Festen und dem Flüssigen wird die Wärmebewegung der Partikel in die Massenbewegung des organischen Lebens umgesetzt?

Überall, wo Festes und Flüssiges sich berühren, entsteht an der Oberfläche des Festen hingleitend ein **Kontaktstrom**. Die Stöße der randständigen festen Partikel bewegen die berührende Flüssigkeit. Der Kontaktstrom ist bedingt durch die Wärme sowie die Eigenart und die Anordnung (Struktur) der randständigen festen Partikel. Haben die Stöße der Randteilchen eine seitliche Komponente in der gleichen Richtung, so entsteht Strömung in dieser Richtung, wir nennen sie

¹ Ann. Nat. Phil. 1913, 12, 138-161.

Contact-Promotion. Die Wirkung solcher Contact-Promotion wurde an einigen Beispielen durchgeführt. Wir lesen:

S. 149. **Saftsteigen in Pflanzen.** Dasselbe erfolgt in capillaren Röhren. Denken wir die Wände dieser Röhren von Partikeln besetzt, deren Stöße eine einseitige, eventuell schraubenförmige Randströmung (Contact-Promotion) erzeugen, so wird die Flüssigkeit in solchem Rohr nach der einen Richtung fortschreiten, in umgekehrter Richtung nicht. Das stimmt mit den Beobachtungen der Botaniker. Zu diesem Randtransport durch Stöße kommt das Einsaugen in das Rohr durch Capillarität.

S. 150. Auch das Blut in den Adern mit seiner einseitigen Strömung dürfte durch die Stöße der Randpartikel transportiert werden. Danach erscheinen als wichtigste Transportierer des Blutes die feinsten Capillaren; das Herz mehr als Regulator. Wäre dies nicht der Fall, so müßte die Kraft des Herzens enorm sein, um das Blut durch die feinsten Capillaren hindurchzutreiben. Eine Berechnung des Widerstandes durch Reibung beim Fließen durch solch capillare Röhren dürfte das widerspruchsfrei darlegen.

So erklärt sich die Möglichkeit eines Blutstromes auch ohne Herz, wie dies bei niederen Tieren bekannt ist. Ist die Anschauung richtig, so hat sie weittragende Konsequenzen für die Auffassung und ärztliche Behandlung vieler Vorgänge im menschlichen Körper. — Bewirken die capillaren Blutgefäße die Cirkulation und zwar die feinsten am wirksamsten, so sind wir im Stand, ein schwaches Herz zu entlasten, indem wir die Tätigkeit der Capillaren in irgend einem Körperteil begünstigen und fördern, so durch Erwärmen, Reiben, Massieren, Gymnastik.

Die einseitige (schraubenförmige) Strömung kann bewirkt sein:

1. Durch die Eigenart der Randpartikel. Dadurch, daß dieselben unsymmetrisch gebaut sind, und dadurch, trotz paralleler Orientierung, einseitige Stöße ausüben, so wie die Partikel des rechts und links drehenden Quarz. Bei dem jedenfalls complicierten Bau der organischen Partikel wäre eine solche Unsymmetrie und Einseitigkeit nicht auffallend.

2. Durch die Anordnung der Randpartikel, die nicht so einfach anzunehmen ist, als bei den Krystallen. Die Ursache dieser complicierten Anordnung dürfte wieder in den einseitigen Randströmungen zu suchen sein, indem der Randstrom das Material zuführt und im Fließen absetzt. In solchem Strom geschieht also die Anordnung der festen Teilchen nicht allein nach den Attraktionen und Bewegungen der aufbauenden Partikel, wie bei den Krystallen, sondern zugleich unter dem Einfluß der organischen Strömung. Hieraus ergibt sich der Unterschied zwischen der Struktur des krystallisierten und des organisch Festen.

Beim Organisch-Festen besteht eine Wechselbeziehung zwischen Struktur und Strömung: Die Strömung ist eine Funktion der Struktur und die Struktur ist eine Funktion der Strömung.

Außer der Contact-Promotion wirkt beim Blutumlauf noch ein rhythmisches Contrahieren und Erweitern der Adern und des Herzens, das einseitig transportiert. Wir nennen es Pulsieren. Das Blut fließt unter beiden Wirkungen nur in einer Richtung, nicht zurück.

Es fragt sich: Kann man das Pulsieren im Verein mit der Contact-Promotion wärme-mechanisch ableiten? Wir wollen eine Ableitung versuchen:

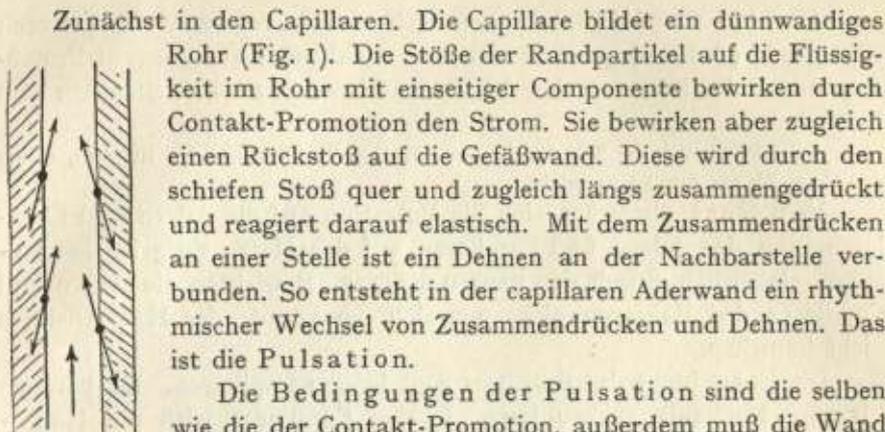


Fig. 1.

Zunächst in den Capillaren. Die Capillare bildet ein dünnwandiges Rohr (Fig. 1). Die Stöße der Randpartikel auf die Flüssigkeit im Rohr mit einseitiger Componente bewirken durch Kontakt-Promotion den Strom. Sie bewirken aber zugleich einen Rückstoß auf die Gefäßwand. Diese wird durch den schiefen Stoß quer und zugleich längs zusammengedrückt und reagiert darauf elastisch. Mit dem Zusammendrücken an einer Stelle ist ein Dehnen an der Nachbarstelle verbunden. So entsteht in der capillaren Aderwand ein rhythmischer Wechsel von Zusammendrücken und Dehnen. Das ist die Pulsation.

Die Bedingungen der Pulsation sind die selben wie die der Kontakt-Promotion, außerdem muß die Wand der Capillare dünn und elastisch sein. Ein leeres Blutgefäß pulsiert nicht. Ist die Pulsation eingeleitet, so pflanzt sie sich in der Längsrichtung der Capillaren fort und findet auch noch da statt, wo, wegen Weite der Adern und Dicke der Wände, die Kontaktstöße allein die Bewegung nicht mehr bewirken können.

Auch der Strom wirkt mit. Er fließt nicht stetig, sondern mit dem Pulsieren der Wände selbst rhythmisch pulsierend.

Das treibende Agens ist die Wärme. Das ist die lebendige Kraft der Partikelbewegung. Die Struktur der Wand bewirkt den Strom und zugleich das Pulsieren. Die Mechanik der Pulsation führt sich zurück auf die Kontaktmechanik (zwischen Festem und Flüssigem) in den Capillaren. Auch der Pulsationstransport erscheint mechanisch als eine Funktion der Struktur und der Wärmebewegung am Rand und im Inneren der Capillarwand.

Der Vorgang hat Ähnlichkeit mit der rhythmischen Bewegung der Flimmerhaare¹. Die Struktur aber bildet sich in der Bewegung und paßt sich derselben an.

Die weiteren Blutgefäße haben sich aus Capillaren gebildet. Sie haben deren Struktur und Funktionieren gleichsinnig weitergebildet. Wo wegen Weite und Dicke der Adern die Randwirkung nicht ausreicht, mag die Nerven-Anregung unterstützen. Die Struktur aber verdankt ihre Eigenart der Randwirkung der Capillaren.

Die Nerven können ein Organ anregen, in seiner Weise zu funktionieren. Die Eigenart des Funktionierens liegt aber nicht in den Nerven, sondern in der Struktur des Organs. Die Nerven dürften Anreger und Regulatoren sein, aber nicht Motoren. Hauptmotor ist die Wärme.

¹ Ann. Nat. Phil. 1913, 12, 151.

Aus den Capillaren haben sich durch Wachsen die weiteren Blutgefäße (Adern) gebildet mit ihrer Struktur, ihrer Contact-Promotion und Pulsation; aus den Adern das Herz mit seiner Struktur und Pulsation.

Anmerkung: Wie der Schädel aus den Wirbeln, die Blüte aus den Blättern, so hat das Herz sich aus den Adern gebildet.

Vom Herz überträgt sich die Pulsation auf die Adern und Capillaren, von den Adern und Capillaren auf das Herz. So geht das Pulsieren einheitlich durch den ganzen Körper. Bewirkten die Adern und Capillaren das Pulsieren nicht aus sich, so könnte das Herz allein es nicht bewirken.

Die Entstehung des Prozesses liegt in den Capillaren. Dort haben wir seine Mechanik zu studieren. In den Capillaren wird die Hauptarbeit geleistet.

Für den ganzen Blutumlauf erhalten wir folgendes Bild:

In den Capillaren: Contact-Promotion, sekundär Pulsieren.

In den Adern: Fließen des eingetretenen Stromes, unterstützt durch Contact-Promotion und Pulsieren.

Im Herz: Wesentlich Pulsieren.

Die Wirkung des Herzens reicht in die weiten Adern, dort versagt die Wirkung der Capillaren. In den engen Adern versagt das Herz. Sie transportieren selbst und mit Hilfe der Capillaren.

Ein Blutumlauf ohne Herz kann geschehen, solange die Adern nicht zu weit sind, nicht aber ein Blutumlauf ohne Capillare.

Heidelberg, 15. Januar 1916.



Johs. Jarchow
Buchbinder
Hamburg

