

XV.

Ueber ein bestimmtes Verhältniss zwischen dem Atomgewichte, der Härte und dem specifischen Gewichte isomorpher Minerale.

Von Dr. A. Kennigott.

Mitgetheilt in der Sitzung der k. k. geologischen Reichsanstalt am 22. December 1852.

Von der einfachen Annahme ausgehend, dass bei isomorphen Krystall-species, welche auf homologe Weise chemisch zusammengesetzt sind, durch eine bestimmte und übereinstimmende Gruppierung der Atome die Krystallgestalt bedingt werde, betrachtete ich die beiden Mineralspecies *Rotheisenerz* und *Korund*. Beide haben homologe Zusammensetzung, jenes wird durch die chemische Formel $Fe_2 O_3$, dieses durch die Formel $Al_2 O_3$ ausgedrückt, und sie sind isomorph.

Will man von einer Gruppierung der Atome sprechen, so muss man sich eine Gestalt der Atome denken, in der That nur denken, weil wir darüber nichts wissen, nichts wissen können. Den Atomen, welche sich zu Krystallen gruppieren, die Kugelform zu vindiciren, ist willkürlich, aber nicht unwahrscheinlich, denn die Kugelform ist diejenige, welche allen flüssigen Körpern in kleinen Quantitäten, daher auch den Atomen, gemeinschaftlich ist, und die Atome können oder müssen als flüssig vorausgesetzt werden, wenn sie sich zu Molecülen, und als solche zu Krystallen gruppieren sollen. Durch die Gruppierung in Verbindung mit dem Eintreten des starren Zustandes erhalten sie vielleicht eine andere Gestalt oder bilden durch die Aggregation festgewordener Kugeln die Krystallgestalten. Jenes ist das Wahrscheinliche.

Wir nehmen daher, unbekümmert um die Gewissheit darüber, die Atome in Kugelgestalt an und denken uns vorerst die Atome derselben Substanz gleich gross. Jede solche Kugel hat ein bestimmtes Gewicht, das Atom- oder Mischungsgewicht, welches auf irgend eine Einheit bezogen wird und bei den nachfolgenden Betrachtungen in Zahlen ausgedrückt werden soll, der Wasserstoff oder das Atomgewicht des Wasserstoffs = 1 angenommen.

Um die Sache recht anschaulich zu machen, construiren wir wie folgt: Man lege drei Sauerstoffatome oder drei Sauerstoffkugeln, welche die Atome repräsentiren, in eine Ebene, so dass sich je zwei berühren, wie diess die Kreise ausdrücken sollen, deren Mittelpuncte die Scheitelpuncte eines gleichseitigen Triangels bilden . Mitten darauf lege man ein Atom oder eine Kugel Eisen von jeder Seite, oben und unten, so entsteht durch die Gruppierung dieser fünf Kugeln, entsprechend den fünf Atomen der Formel $Fe_2 O_3$, eine Atomengruppe, welche eine rhomboedrische Moleculargestalt repräsentirt, wenigstens in sich den Charakter des rhomboedrischen Systems trägt.

Ein Atom Eisen wiegt 28·0 Gewichtseinheiten, die wir in der Folge abkürzend durch G bezeichnen wollen, oder die wir auch ganz unbenannt lassen können, da es allgemein verständlich ist, wenn wir sagen, ein Atom Eisen wiegt 28·0. Ein Atom Sauerstoff wiegt 8·0 Gewichtseinheiten.

Die Atomengruppe $Fe_2 O_3$ wiegt hiernach $80·0 G = 2 \cdot 28·0 + 3 \cdot 8·0$ Gewichtseinheiten.

Setzen wir voraus, dass ein Atom Aluminium dieselbe Grösse habe, wie ein Atom Eisen, so können wir zwei Atome Aluminium und drei Atome Sauerstoff entsprechend der Formel $Al_2 O_3$ ganz auf dieselbe Weise gruppieren, wie die zwei Atome Eisen und die drei Atome Sauerstoff, und wir erhalten zwei vollkommen übereinstimmende Atomengruppen.

Ein Atom Aluminium wiegt 13·7 G und die Atomengruppe $Al_2 O_3$ wird hiernach $2 \cdot 13·7 + 3 \cdot 8·0 = 51·4 G$ wiegen.

Nennen wir eine solche Atomengruppe ein Molecül, so können sich die Molecüle des Eisenoxydes, wie die der Thonerde in übereinstimmender Weise ferner gruppieren, wodurch die Krystalle des Rotheisenerzes und des Korunds hervorgehen, die wir als isomorphe bei beiden Species finden. Jeder Krystall beider Species von übereinstimmender Gestalt und Grösse, entstanden durch gleichmässige Gruppierung der gleichgestalteten Molecüle oder Atomengruppen, müsste sonach aus gleich vielen Molecülen zusammengesetzt sein, und jedes Stück von irgend einem Volumen müsste von dem einen so viele Molecüle enthalten, wie von dem anderen.

Das Gewichtsverhältniss als ein gleiches Vielfache müsste aus gleichem Grunde bei gleichgrossen gleichgestalteten Krystallen oder bei Stücken desselben Rauminhaltes dasselbe sein, wie das der Molecüle. Drücken wir ein solches Stück von einem gewissen Rauminhalte durch V aus, so können wir unter obigen Voraussetzungen sagen:

V Rotheisenerz wiegt 80·0 G , ein gleichgrosses V Korund wiegt 51·4 G , oder: wenn V Rotheisenerz 80·0 wiegt, so wiegt auch V Korund 51·4.

Zu diesem Resultate sind wir für jetzt gelangt, wenn wir voraussetzen, dass in Rotheisenerz und Korund die Atome des Sauerstoffs gleiche Grösse haben und dass die Atome des Eisens dieselbe Grösse haben wie die Atome des Aluminiums.

Das specifische Gewicht des krystallisirten Rotheisenerzes ist im Durchschnitt = 5·2. Bei diesen und den nachfolgenden Betrachtungen muss eine Durchschnittszahl des specifischen Gewichtes genommen werden, und es wurde dabei darauf gesehen, diejenige Zahl zu wählen, welche die wahrscheinlich richtigste ist. Das Resultat ist zwar an diese Zahl gebunden und sie musste so gewählt werden, wenn auch anzunehmen ist, dass bisweilen spätere Untersuchungen eine andere mittlere Zahl ergeben werden, da bei vielen Mineralspecies das specifische Gewicht noch wiederholt zu bestimmen ist, namentlich, wenn es sich darum handelt, die Zahl des specifischen Gewichtes als Element in Rechnungen zu gebrauchen. Die Auswahl der betrachteten Stoffe musste

daher diess berücksichtigen und sie wird zeigen, dass ein wenig darüber oder darunter das Resultat nicht beirrt, weil die an die Unterschiede des relativen specifischen Gewichtes gebundenen Härteunterschiede so bedeutend sind, dass geringe Schwankungen des specifischen Gewichtes keinen Eintrag thun.

Ist das specifische Gewicht des Rotheisenerzes = 5·2 und wiegt V Rotheisenerz = 80·0, so muss ein gleichgrosses V Wasser 15·39 wiegen.

Wäre nun in der That obige Voraussetzung, dass die Atome des Eisens und des Aluminiums in Rotheisenerz und Korund gleich gross sind, wahr, so müsste das specifische Gewicht des Korunds = 3·34 sein.

Diess ist aber nicht der Fall, sondern das specifische Gewicht des Korunds wurde = 4·1 gefunden.

Hieraus geht hervor, dass ein gleichgrosses V Korund, von derselben Grösse wie V Rotheisenerz = 80·0 nicht 51·4 wiegen kann, sondern 63·099 wiegt, mithin mehr. Es enthält also ein gleichgrosses V Korund nicht gleichviel Molecüle und Atome, sondern mehr als ein gleichgrosses V Rotheisenerz.

Unsere obige Voraussetzung hat sich hiernach als unwahr erwiesen und wir könnten die proponirte Gruppierung der Atome zu Molecülen und der Molecüle zu Krystallen auch als unwahr, wenigstens als unwahrscheinlich betrachten. Diess wäre aber zu voreilig verfahren, da eine Aushilfe möglich ist, die die Hauptsache nicht umstösst, sondern uns im Gegentheile einen Schritt weiter führt und uns ein Verhältniss offenbart, welches zwischen dem Atomgewichte, der Härte und dem specifischen Gewichte isomorpher Mineralspecies stattfindet, ohne dass wir im Augenblicke beanspruchen wollen, man müsste die Erklärung für wahr halten, weil sie aushilft. Der Verlauf wird aber zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit spricht und dass das Verhältniss stattfindet, wenn man auch die Erklärung desselben nicht für richtig halten möchte.

Dass die sich gruppirenden Atome durch ein Etwas zusammengehalten werden, ist unumstösslich. Eine Kraft zu nennen, welche sie zusammenhält, ist eine schwierige Sache, weil man befürchten muss, sie nicht mit dem richtigen Namen zu benennen. Um daher am wenigsten anzustossen, nenne ich sie Krystallisationskraft. Sie möge es sein, welche die liquiden Atome zu Molecülen vereint während sie erstarren, welche die Molecüle zu Krystallen vereint, welche sie so lange zusammenhält, bis eine stärkere Kraft sie überwindet und das Leben der Krystalle beendet.

Man pflegt zwar sonst nicht die Krystalle als lebend zu betrachten, doch hindert die allgemeine Sprachweise (diess ist richtiger, als wenn ich sagte, die allgemeine Ansicht) nicht, diese Function des Krystalls mit dem Leben zu vereinbaren, wozu nicht eine poetische Anschauungsweise der Natur, auch in ihren starren Formen veranlasst, sondern wozu die Ueberzeugung drängt. Die Krystalle sind etwas Höheres, als wofür man sie gewöhnlich nimmt, die Darstellung und zeitweise Erhaltung eines Individuums ist nicht eine gewöhnliche

Aeusserung der unorganischen Massen. Eine Kraft oder Kräfte sind thätig, sie liegen nicht ausserhalb des Individuums, sondern in ihm, und so lange sie thätig sind, hat das Individuum Bestand; erliegen sie anderen Kräften, so hört das Individuum als solches auf zu sein und wir können dann höchstens noch seine Gestalt in den Pseudomorphosen oder Pseudokrystallen wiederfinden. Wenn auch das Leben der Pflanzen und Thiere ein gradatim weit höheres ist, so können wir dennoch auf Grund der Analogie auch die natürlichen unorganischen Individuen, die Krystalle, als lebende Individuen betrachten, deren einfache Lebensäußerung in der Erhaltung der Masse in der ursprünglichen Gestalt sich offenbart.

Die liquiden Atome, welche durch die chemische Affinität und durch die Krystallisationskraft gruppirt werden, und durch letztere als Molecüle weiter gruppirt im starren Zustande uns in ihren Gruppen zuletzt die Krystalle vorstellen, besitzen eine gewisse Compressibilität, welche in mehr oder minderem Grade allen Körpern eigen ist. Die Masse des Atoms kann vermöge dieser Compressibilität, verbunden mit einer gewissen Elasticität und der Cohärenz nach Umständen in verschiedener Grösse erscheinen, ohne dass das absolute Gewicht sich verändert, eine Thatsache, die wir auch aus dem Begriffe und den Eigenschaften der Atome und der Möglichkeit des Auftretens in den verschiedenen Zuständen des Starren und des Flüssigen, sowohl des tropfbaren als auch des gasigen folgern können.

Je stärker die Krystallisationskraft auf die Atome wirkt, um so mehr wird die Masse der einzelnen Atome zusammengezogen, wodurch sie wohl kleiner werden, ihre Gestalt aber dieselbe bleibt. So müssen wir uns auch bei der Bildung der krystallisirenden Thonerde und der Korundkrystalle die Krystallisationskraft mächtiger denken als bei der Bildung des krystallisirenden Eisenoxydes und der Rotheisenerzkrystalle, wodurch die Atome des Sauerstoffs und Aluminiums in den Molecülen des Korunds kleiner werden, während die Gestalt und Gruppierung mit derjenigen übereinstimmt, welche die grösseren Atome des Sauerstoffs und Eisens in den Molecülen des Rotheisenerzes zeigen. Es wird somit die Isomorphie der beiden Krystallspecies nicht aufgehoben, sondern es wird nur durch die Contraction der Masse in den Atomen und durch die stärkere Krystallisationskraft das specifische Gewicht erhöht, die Atome fester gebunden und die Härte, das ist der Widerstand gegen eine den Zusammenhang der Theile anhebende mechanische Kraft, eine höhere.

Was wir hier an den beiden Beispielen Korund und Rotheisenerz aufgefunden haben, dass bei der Bildung isomorpher Krystalle durch homologe Gruppierung der Atome und Molecüle die absolute Härte derjenigen Species eine höhere ist, bei welcher ein relativ höheres specifisches Gewicht gefunden wird, als die Berechnung auf Grund in der Grösse übereinstimmender Atome erfordert, finden wir auch bei anderen isomorphen Species, und die Uebersicht der nachfolgenden wird zeigen, dass dieses Verhältniss ein allgemeines ist. Dass es bis jetzt nicht an allen bekannten isomorphen Species nachgewiesen

werden kann, schmälert nicht die Richtigkeit des Verhältnisses, vielmehr ist der Grund bei den etwa ausfallenden Species in der mangelhaften Bestimmung zu suchen, da namentlich die Bestimmung der Härte noch nicht die Schärfe erreicht hat, welche wünschenswerth und nothwendig ist. Bisweilen mögen auch noch andere uns unbekanntere Gründe vorhanden sein.

Um bei der nachfolgenden Uebersicht nicht mit derselben Weitläufigkeit vorgehen zu dürfen, mit welcher das Sachverhältniss an dem Korund und Rotheisenerz betrachtet wurde, sollen die zur Entscheidung nöthigen Momente in der Weise angegeben werden, wie bei den beiden besprochenen Species, welche demnach allen anderen nochmals vorangestellt werden, so dass daraus ersichtlich wird, was in den übrigen zu ergänzen ist.

	<i>Al</i>	<i>Fe</i>	<i>O</i>
	<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃ Korund		<i>Fe</i> ₂ <i>O</i> ₃ Rotheisenerz
Atomgewicht	51·4 = 27·4 + 24·0		80·0 = 56·0 + 24·0
specifisches Gewicht	4·1		5·2
gleiches Volum Wasser	12·54		15·39
Atomvolumen	kleiner		grösser
relatives specifisches Gewicht....	grösser		kleiner
Härte.....	grösser		geringer

	<i>Pb</i>	<i>Ag</i>	<i>S</i>
	<i>Pb</i> <i>S</i> Bleiglanz		<i>Ag</i> <i>S</i> Silberglanz
Atomgewicht	119·7 = 103·7 + 16·0		124·0 = 108·0 + 16·0
specifisches Gewicht	7·4		7·2
gleiches Volum Wasser	16·17		17·22
Atomvolumen	kleiner		grösser
relatives specifisches Gewicht....	grösser		kleiner
Härte.....	grösser		geringer

	<i>Mn</i>	<i>Zn</i>	<i>S</i>
	<i>Mn</i> <i>S</i> Manganblende		<i>Zn</i> <i>S</i> Zinkblende
Atomgewicht	43·6 = 27·6 + 16·0		48·6 = 32·6 + 16·0
specifisches Gewicht.....	4·0		4·0
gleiches Volum Wasser	10·9		12·15
Atomvolumen	kleiner		grösser
relatives specifisches Gewicht....	grösser		kleiner
Härte.....	grösser		geringer

	<i>Mn</i>	<i>Fe</i>	<i>S</i>
	<i>Mn</i> <i>S</i> ₂ Hauerit		<i>Fe</i> <i>S</i> ₂ Pyrit
Atomgewicht	59·6 = 27·6 + 32·0		60·0 = 28·0 + 32·0
specifisches Gewicht	3·463		5·0
gleiches Volum Wasser	17·2		12·0
Atomvolumen	grösser		kleiner
relatives specifisches Gewicht....	kleiner		grösser
Härte.....	geringer		grösser

	<i>Fe</i> <i>Fe S</i> Pyrrhotin	<i>Kd</i>	<i>S</i> <i>Kd S</i> Greenockit
Atomgewicht	44·0 = 28·0 + 16·0		71·9 = 55·9 + 16·0
specifisches Gewicht	4·584		4·8
gleiches Volum Wasser	9·6		14·98
Atomvolumen	kleiner		grösser
relatives specifisches Gewicht ...	grösser		kleiner
Härte	grösser		geringer

	<i>Fe</i> <i>Fe S</i> Pyrrhotin	<i>Ni</i>	<i>S</i> <i>Ni S</i> Millerit
Atomgewicht	44·0 = 28·0 + 16·0		45·6 = 29·6 + 16·0
specifisches Gewicht	4·584		4·601
gleiches Volum Wasser	9·6		9·9
Atomvolumen		fast dasselbe	
relatives specifisches Gewicht ...		" "	
Härte		" "	

	<i>Na</i> <i>Na Cl</i> Steinsalz	<i>Am</i>	<i>Cl</i> <i>Am Cl</i> Salmiak
Atomgewicht	58·5 = 23·0 + 35·5		53·5 = 18·0 + 35·5
specifisches Gewicht	2·25		1·6
gleiches Volum Wasser	26·0		33·4
Atomvolumen	kleiner		grösser
relatives specifisches Gewicht ...	grösser		kleiner
Härte	grösser		geringer

	<i>Ag</i> <i>Ag Cl</i> Hornsilber	<i>J</i>	<i>Cl</i> <i>Ag J</i> Jodsilber
Atomgewicht	143·5 = 108·0 + 35·5		235·0 = 108·0 + 127·0
specifisches Gewicht	5·55		5·5
gleiches Volum Wasser	25·9		42·7
Atomvolumen	kleiner		grösser
relatives specifisches Gewicht ...	grösser		kleiner
Härte	grösser		geringer

	<i>Al</i> <i>Al₂O₃</i>	<i>Fe</i> <i>Fe₂O₃</i>	<i>H</i> <i>HO</i>	<i>O</i> <i>HO</i>
	<i>HO·Al₂O₃</i> Diaspor	<i>HO·Fe₂O₃</i> Pyrrhosiderit		
Atomgewicht	60·4 = 9·0 + 51·4		89·0 = 9·0 + 80·0	
specifisches Gewicht	3·35		4·1	
gleiches Volum Wasser	18·0		21·7	
Atomvolumen	kleiner		grösser	
relatives specifisches Gewicht ...	grösser		kleiner	
Härte	grösser		geringer	

	<i>Mg</i> <i>Mg O</i>	<i>Al</i> <i>Al₂O₃</i>	<i>Fe</i> <i>Fe O</i>	<i>O</i> <i>Fe₂O₃</i>
	<i>Mg O·Al₂O₃</i> Spinell	<i>Fe O·Fe₂O₃</i> Magneteisenerz		
Atomgewicht	71·5 = 20·1 + 51·4		116·0 = 36·0 + 80·0	
specifisches Gewicht	3·53		5·0	
gleiches Volum Wasser	20·25		23·2	
Atomvolumen	kleiner		grösser	
relatives specifisches Gewicht ...	grösser		kleiner	
Härte	grösser		geringer	

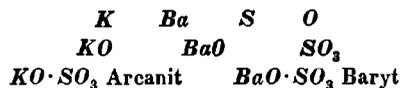
	<i>Ca</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>O</i>
	<i>CaO</i>	<i>MnO</i>	<i>SiO₃</i>	
	$3CaO \cdot 2SiO_3$ Wollastonit		$3MnO \cdot 2SiO_3$ Rhodonit	
Atomgewicht.....	176.4 = 84.0 + 92.4		199.2 = 106.8 + 92.4	
specifisches Gewicht.....	2.85		3.4	
gleiches Volum Wasser.....	61.9		58.6	
Atomvolumen.....	grösser		kleiner	
relatives specifisches Gewicht....	kleiner		grösser	
Härte.....	geringer		grösser	

	<i>Ca</i>	<i>Pb</i>	<i>W</i>	<i>O</i>
	<i>CaO</i>	<i>PbO</i>	<i>WO₃</i>	
	$CaO \cdot WO_3$ Scheelit		$PbO \cdot WO_3$ Scheelbleispath	
Atomgewicht.....	147.1 = 28.0 + 119.1		230.8 = 111.7 + 119.1	
specifisches Gewicht.....	6.0		8.0	
gleiches Volum Wasser.....	24.52		28.85	
Atomvolumen.....	kleiner		grösser	
relatives specifisches Gewicht....	grösser		kleiner	
Härte.....	grösser		geringer	

	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>S</i>	<i>O</i>
	<i>KO</i>	<i>CaO</i>	<i>SO₃</i>	
	$KO \cdot SO_3$ Arcanit		$CaO \cdot SO_3$ Karstenit	
Atomgewicht.....	87.2 = 47.2 + 40.0		68.0 = 28.0 + 40.0	
specifisches Gewicht.....	1.73		2.85	
gleiches Volum Wasser.....	50.4		23.9	
Atomvolumen.....	grösser		kleiner	
relatives specifisches Gewicht....	kleiner		grösser	
Härte.....	geringer		grösser	

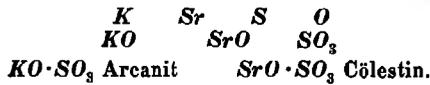
	<i>K</i>	<i>Pb</i>	<i>S</i>	<i>O</i>
	<i>KO</i>	<i>PbO</i>	<i>SO₃</i>	
	$KO \cdot SO_3$ Arcanit		$PbO \cdot SO_3$ Anglesit	
Atomgewicht.....	87.2 = 47.2 + 40.0		151.7 = 111.7 + 40.0	
specifisches Gewicht.....	1.73		6.3	
gleiches Volum Wasser.....	50.4		24.1	
Atomvolumen.....	grösser		kleiner	
relatives specifisches Gewicht....	kleiner		grösser	
Härte.....	geringer		grösser	

	<i>Ca</i>	<i>Pb</i>	<i>S</i>	<i>O</i>
	<i>CaO</i>	<i>PbO</i>	<i>SO₃</i>	
	$CaO \cdot SO_3$ Karstenit		$PbO \cdot SO_3$ Anglesit	
Atomgewicht.....	68.0 = 28.0 + 40.0		151.7 = 111.7 + 40.0	
specifisches Gewicht.....	2.85		6.3	
gleiches Volum Wasser.....	23.9		24.1	
Atomvolumen.....	fast ganz dasselbe			
relatives specifisches Gewicht....	" " "			
Härte.....	" " "			

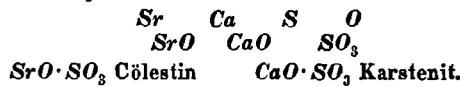


Diese stehen in demselben Verhältnisse wie Arcanit zu Karstenit.

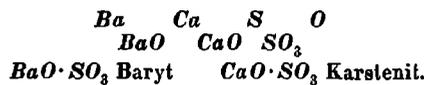
	<i>Sr</i> <i>SrO</i>	<i>Pb</i> <i>PbO</i>	<i>S</i> <i>SO₃</i>	<i>O</i> <i>SO₃</i>
	<i>SrO</i> · <i>SO₃</i> Cölestin		<i>PbO</i> · <i>SO₃</i> Anglesit	
Atomgewicht	92·0 = 52·0 + 40·0		151·7 = 111·7 + 40·0	
specifisches Gewicht	3·8		6·3	
gleiches Volum Wasser	24·2		24·1	
Atomvolumen	fast ganz dasselbe			
relatives specifisches Gewicht ...	" " "			
Härte	" " "			



Diese stehen in demselben Verhältnisse wie Arcanit zu Anglesit oder zu Karstenit, oder zu Baryt.



Diese stehen in demselben Verhältnisse wie Cölestin zu Anglesit oder wie Karstenit zu Anglesit.



Diese stehen in demselben Verhältnisse wie Cölestin und Karstenit.

	<i>Mg</i> <i>MgO</i>	<i>Zn</i> <i>ZnO</i>	<i>H</i> <i>HO</i>	<i>S</i> <i>SO₃</i>	<i>O</i> <i>SO₃</i>
	<i>MgO</i> · <i>HO</i>		<i>ZnO</i> · <i>HO</i>		<i>6HO</i> · <i>SO₃</i>
	<i>MgO</i> · <i>HO</i> + <i>6HO</i> · <i>SO₃</i> Bittersalz		<i>ZnO</i> · <i>HO</i> + <i>6HO</i> · <i>SO₃</i> Zinkvitriol		
Atomgewicht	123·1 = 29·1 + 94·0		143·6 = 49·6 + 94·0		
specifisches Gewicht	1·75		2·0		
gleiches Volum Wasser	70·4		71·8		
Atomvolumen	nahezu dasselbe				
relatives specifisches Gewicht	" "				
Härte	" "				

	<i>Ca</i> <i>CaO</i>	<i>Mg</i> <i>MgO</i>	<i>C</i> <i>CO₂</i>	<i>O</i> <i>CO₂</i>
	<i>CaO</i> · <i>CO₂</i> Kalkspath		<i>MgO</i> · <i>CO₂</i> Talkspath	
Atomgewicht	50·0 = 28·0 + 22·0		42·1 = 20·0 + 22·0	
specifisches Gewicht	2·7		3·0	
gleiches Volum Wasser	18·52		14·03	
Atomvolumen	grösser		kleiner	
relatives specifisches Gewicht ...	kleiner		grösser	
Härte	geringer		grösser	

	<i>Ca</i> <i>CaO</i>	<i>Fe</i> <i>FeO</i>	<i>C</i> <i>CO₂</i>	<i>O</i> <i>CO₂</i>
	<i>CaO</i> · <i>CO₂</i> Kalkspath		<i>FeO</i> · <i>CO₂</i> Eisenspath	
Atomgewicht	50·0 = 28·0 + 22·0		58·0 = 36·0 + 22·0	
specifisches Gewicht	2·7		3·85	
gleiches Volum Wasser	18·52		15·06	
Atomvolumen	grösser		kleiner	
relatives specifisches Gewicht ...	kleiner		grösser	
Härte	geringer		grösser	

	<i>Ca</i>	<i>Mn</i>	<i>C</i>	<i>O</i>
	<i>Ca O</i>		<i>Mn O</i>	<i>CO₂</i>
	<i>CaO · CO₂</i> Kalkspath		<i>MnO · CO₂</i> Manganspath	
Atomgewicht	50·0 = 28·0 + 22·0		57·6 = 35·6 + 22·0	
specifisches Gewicht	2·7		3·45	
gleiches Volum Wasser	18·52		16·69	
Atomvolumen	grösser		kleiner	
relatives specifisches Gewicht ...	kleiner		grösser	
Härte	geringer		grösser	

	<i>Ca</i>	<i>Zn</i>	<i>C</i>	<i>O</i>
	<i>Ca O</i>		<i>Zn O</i>	<i>CO₂</i>
	<i>CaO · CO₂</i> Kalkspath		<i>ZnO · CO₂</i> Zinkspath	
Atomgewicht	50·0 = 28·0 + 22·0		62·6 = 40·6 + 22·0	
specifisches Gewicht	2·7		4·3	
gleiches Volum Wasser	18·52		14·56	
Atomvolumen	grösser		kleiner	
relatives specifisches Gewicht ...	kleiner		grösser	
Härte	geringer		grösser	

	<i>Mg</i>	<i>Zn</i>	<i>C</i>	<i>O</i>
	<i>Mg O</i>		<i>Zn O</i>	<i>CO₂</i>
	<i>MgO · CO₂</i> Talkspath		<i>ZnO · CO₂</i> Zinkspath	
Atomgewicht	42·1 = 20·0 + 22·0		62·6 = 40·6 + 22·6	
specifisches Gewicht	3·0		4·3	
gleiches Volum Wasser	14·03		14·56	
Atomvolumen	nahezu dasselbe			
relatives specifisches Gewicht ...	"		"	
Härte	"		"	

	<i>Sr</i>	<i>Pb</i>	<i>C</i>	<i>O</i>
	<i>Sr O</i>		<i>Pb O</i>	<i>CO₂</i>
	<i>SrO · CO₂</i> Strontianit		<i>PbO · CO₂</i> Cerussit	
Atomgewicht	74·0 = 52·0 + 22·0		133·7 = 111·7 + 22·0	
specifisches Gewicht	3·7		6·4	
gleiches Volum Wasser	20·0		20·9	
Atomvolumen	fast ganz dasselbe			
relatives specifisches Gewicht ...	"		"	
Härte	"		"	

	<i>Ca</i>	<i>Pb</i>	<i>C</i>	<i>O</i>
	<i>Ca O</i>		<i>Pb O</i>	<i>CO₂</i>
	<i>CaO · CO₂</i> Aragonit		<i>PbO · CO₂</i> Cerussit	
Atomgewicht	50·0 = 28·0 + 22·0		133·7 = 111·7 + 22·0	
specifisches Gewicht	2·95		6·4	
gleiches Volum Wasser	16·9		20·9	
Atomvolumen	kleiner		grösser	
relatives specifisches Gewicht ...	grösser		kleiner	
Härte	grösser		geringer	

	<i>Ba</i>	<i>Ca</i>	<i>C</i>	<i>O</i>
	<i>BaO</i>	<i>CaO</i>	<i>CO₂</i>	
	<i>BaO · CO₂</i> Witherit		<i>CaO · CO₂</i> Aragonit	
Atomgewicht	98·8 = 76·6 + 22·0		50·0 = 28·0 + 22·0	
specifisches Gewicht.....	4·25		2·95	
gleiches Volum Wasser	23·25		16·9	
Atomvolumen	grösser		kleiner	
relatives specifisches Gewicht ...	kleiner		grösser	
Härte.....	geringer		grösser	

	<i>Fe</i>	<i>Co</i>	<i>H</i>	<i>As</i>	<i>P</i>	<i>O</i>
	<i>FeO</i>	<i>CoO</i>	<i>HO</i>	<i>As₂O₅</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>O</i>
	<i>FeO · HO</i>			<i>5HO · As₂O₅</i>		<i>5HO · P₂O₅</i>
	<i>3[FeO · HO] + 5HO · P₂O₅</i> Vivianit			<i>3[CoO · HO] + 5HO · As₂O₅</i> Erythrin		
Atomgewicht ...	252·0 = 135·0 + 117·0			299·5 = 139·5 + 160·0		
spec. Gewicht ..	2·65			3·0		
gl. Vol. Wasser .	95·1			99·8		
Atomvolumen ...	nahezu gleich					
rel. spec. Gewicht	" "					
Härte	" "					

	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>H</i>	<i>As</i>	<i>P</i>	<i>O</i>
	<i>FeO</i>	<i>NiO</i>	<i>HO</i>	<i>As₂O₅</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>O</i>
	<i>3[FeO · HO] + 5HO · P₂O₅</i> Vivianit			<i>3[NiO · HO] + 5HO · As₂O₅</i> Nickelblüthe		
Atomgewicht ...	252·0 = 135·0 + 117·0			299·8 = 139·8 + 160·0		
spec. Gewicht ..	2·65			3·1		
gl. Vol. Wasser .	95·1			96·7		
Atomvolumen ...	nahezu gleich					
rel. spec. Gewicht	" "					
Härte.....	" "					

3[NiO · HO] + 5HO · As₂O₅ Nickelblüthe *3[CoO · HO] + 5HO · As₂O₅* Erythrin.
 Diese stehen in demselben Verhältnisse zu einander wie zum Vivianit.

	<i>Ca</i>	<i>U</i>	<i>Cu</i>	<i>H</i>	<i>P</i>	<i>O</i>
	<i>CaO</i>	<i>U₂O₃</i>	<i>CuO</i>	<i>HO</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>O</i>
	<i>CaO · HO</i>		<i>HO · U₂O₃</i>		<i>5HO · P₂O₅</i>	
	<i>(2[CaO · HO] + 5HO · P₂O₅) + (4[HO · U₂O₃] + 5HO · P₂O₅)</i> Uranit			<i>(2[CuO · HO] + 5HO · P₂O₅) + (4[HO · U₂O₃] + 5HO · P₂O₅)</i> Chalkolith		
Atomgewicht	920·0 = 191·0 + 729·0			942·4 = 213·4 + 729·0		
specifisches Gewicht	3·1			3·5		
gleiches Volum Wasser	296·8			269·2		
Atomvolumen	grösser			kleiner		
relatives specifisches Gewicht ...	kleiner			grösser		
Härte.....	geringer			grösser		

	<i>Ca</i>	<i>Pb</i>	<i>P</i>	<i>O</i>
	<i>CaO</i>	<i>PbO</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>O</i>
	<i>10CaO · 3P₂O₅</i> Apatit		<i>10Pb · O · 3P₂O₅</i> Pyromorphit	
Atomgewicht	496·0 = 280·0 + 216·0		1333·0 = 1117·0 + 216·0	
specifisches Gewicht	3·1		7·0	
gleiches Volum Wasser	160·0		190·4	
Atomvolumen	kleiner		grösser	
relatives specifisches Gewicht ...	grösser		kleiner	
Härte.....	grösser		geringer	

	$10 Ca O, Cl \cdot 3 P_2 O_5$	$10 Pb O, Cl \cdot 3 P_2 O_5$
	$(9 Ca O + Ca Cl) \cdot 3 P_2 O_5$	$(9 Ca O + Ca Cl) \cdot 3 P_2 O_5$
Atomgewicht	523·5	1360·5
gleiches Volum Wasser	168·9	194·4

Da in Apatit und Pyromorphit Chlor oder Fluor oder beide gleichzeitig als einen Theil des Sauerstoffs vertretend vorkommen, wesshalb man die Formel $Ca Cl + 3 (3 Ca O \cdot P_2 O_5)$ für den Apatit $Pb Cl + 3 (3 Pb O \cdot P_2 O_5)$ für den Pyromorphit aufgestellt findet, während die allgemeine Formel für Sauerstoff allein $10 RO \cdot 3 P_2 O_5$ ist, worin neben *O* verschiedene Mengen Chlor und Fluor eintreten können, ohne dass dadurch die Formel eine andere wird, so habe ich vorerst die allgemeine Formel mit Sauerstoff allein zur Darstellung des Verhältnisses verwendet, und nachher gezeigt, wie auch bei der besonderen Formel dasselbe noch sichtbar ist. Streng genommen müsste in beiden Fällen das specifische Gewicht, welches als Divisor verwendet wird, etwas verschieden sein, bei Chlorgehalt etwas höher oder bei Sauerstoffgehalt allein etwas niedriger, der Unterschied würde aber sehr gering sein, wesshalb er ausser Acht gelassen werden konnte.

	Pb	As	P	O
	$Pb O$	$As_2 O_5$	$P_2 O_5$	
	$10 Pb O \cdot 3 P_2 O_5$	Pyromorphit	$10 Pb O \cdot 3 As_2 O_5$	Mimetesit
Atomgewicht	1333·0	= 1117·0 + 216·0	1462·0	= 1117·0 + 345·0
specifisches Gewicht	7·0		7·2	
gleiches Volum Wasser	190·4		203·1	
Atomvolumen	etwas kleiner		grösser	
relatives specifisches Gewicht.	etwas grösser		kleiner	
Härte	etwas grösser		geringer	

Die Differenz der Atomvolumina ist in Anbetracht der hohen Zahlen gering, dasselbe findet bei der Härte statt, jedoch ist die des Mimetesits entschieden geringer, wenn auch nur sehr wenig. Durch den eintretenden Phosphorgehalt in dem letzteren und den des Chlors in beiden, werden die Schwankungen innerhalb dem Bereich der einzelnen Minerale grösser und dadurch die Differenzen der relativen specifischen Gewichte und der Härte weniger wahrnehmbar, die ohnehin sehr gering sind.

	Ca	Pb	As	P	O
	$Ca O$	$Pb O$	$As_2 O_5$	$P_2 O_5$	
	$10 Ca O \cdot 3 P_2 O_5$	Apatit	$10 Pb O \cdot 3 As_2 O_5$	Mimetesit	
Atomgewicht	496·0	= 280·0 + 216·0	1462·0	= 1117·0 + 345·0	
specifisches Gewicht	3·1		7·2		
gleiches Volum Wasser	160·0		203·1		
Atomvolumen	kleiner		grösser		
relatives specifisches Gewicht ...	grösser		kleiner		
Härte	grösser		geringer		

Wenn die hier vorgeführten Beispiele zeigen, dass bei isomorphen Species, welche homolog zusammengesetzt sind, ein bestimmtes Verhältniss zwischen dem Atomgewicht, dem Atom- oder Molecül-Volumen, dem specifischen Gewichte und der Härte vorhanden ist, so dass mit dem relativen specifischen

Gewichte in geradem, oder dem Atomvolumen in umgekehrtem Verhältniss die Härte steigt und fällt, und bei gleichen gleich ist, während die Krystallgestalten wegen der übereinstimmenden Gruppierung übereinstimmend sind, weil die gleichgeordneten Atome der einen die Masse in einem dichteren Zustande enthalten als die Atome der anderen, so zeigen sie auch gleichzeitig, dass auf diese Differenzen der Härte und des relativen specifischen Gewichtes die Stellung in der elektrochemischen Reihe oder das elektrochemische Verhältniss der verbundenen Atome ohne Einfluss ist. Aus diesem Grunde habe ich die Atome in der elektrochemischen Reihenfolge vorangestellt, darunter die Verbindungen der ersten Ordnung und in denselben die höheren, wo es dergleichen gibt, und es wird daraus ersichtlich, dass nicht durch den stärkeren elektrochemischen Gegensatz die grössere Härte und das grössere relative specifische Gewicht hervorgerufen wird.

Da es für jetzt nur mein Zweck war, auf dieses Verhältniss die Aufmerksamkeit hinzulenken und jede Schlussfolgung vermieden wird, um noch nicht zu weit zu gehen, so kann ich doch nicht unbemerkt lassen, dass auch bei einzelnen Elementen dieses Verhältniss hervortritt, wie z. B.

	<i>Ag</i> Silber	<i>Au</i> Gold
Atomgewicht	108·0	196·4
specifisches Gewicht	10·0	19·0
gleiches Volum Wasser	10·8	10·3
Atomvolumen	fast ganz dasselbe	
relatives specifisches Gewicht ...	" "	"
Härte	" "	"

	<i>Ag</i> Silber	<i>6 Ag, Hg</i>	<i>Ag, 2 Hg</i>	<i>Ag, 3 Hg</i>	Amalgam	<i>Hg</i> Quecksilber
Atomgewicht ...	108·0	106·9	102·7	102·0		100
spec. Gewicht ..	10·0	10·8	13·7	14·2		15·6
gl. V. Wasser ...	10·8	9·9	7·5	7·2		6·4
Atomvolumen ...	von <i>Ag</i> bis <i>Hg</i> abnehmend					
rel. sp. Gewicht.	von <i>Ag</i> bis <i>Hg</i> zunehmend					
Härte	von <i>Ag</i> bis <i>Hg</i> zunehmend.					

	<i>Ag</i> Silber	<i>Fe</i> Eisen
Atomgewicht	108·0	28·0
specifisches Gewicht	10·0	7·5
gleiches Volum Wasser	10·0	3·73
Atomvolumen	grösser	kleiner
relatives specifisches Gewicht ...	kleiner	grösser
Härte	geringer	grösser

	<i>Ir</i> Iridium	<i>Pt</i> Platin
Atomgewicht	98·6	98·7
specifisches Gewicht	23·0	18·0
gleiches Volum Wasser	4·29	5·43
Atomvolumen	kleiner	grösser
relatives specifisches Gewicht ...	grösser	kleiner
Härte	grösser	geringer

	Fe Eisen	C Diamant
Atomgewicht	28·0	6·0
specifisches Gewicht	7·5	3·6
gleiches Volum Wasser	3·73	1·66
Atomvolumen	grösser	kleiner
relatives specifisches Gewicht	kleiner	grösser
Härte	geringer	grösser.

XVI.

Arbeiten in dem chemischen Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt.

1) Eisenerze aus der Umgegend von Fünfkirchen zur Bestimmung des Eisengehaltes, übergeben von den Hrn. Hocheder, k. k. Ministerial-Secretär, und Fr. Foetterle. Die Untersuchung wurde von Hrn. Dr. Ragsky mittelst der von ihm angegebenen colorimetrischen Eisenprobe (siehe Sitzungsberichte in diesem Hefte, Sitzung vom 22. December) ausgeführt.

Nr.	Localität	Gibt pCt. an ge- reitem Erz	Eisen pCt. im gerir- steten Erz	Eisen pCt. im rohen Erz
1	Kohlenbergwerk nordöstlich von Fünfkirchen	74	37·7	27·8
2	„	90·77	1·5	1·35
3	„	86	17·7	15·22
4	„	72	50·2	36·14
5	„	88	2	1·76
6	Kohlenbergwerk des Fünfkirchner Domcapitels nördlich von Szaboles	70	49·1	34·4
7	„	89·19	32·9	29·4
8	„	79	34·4	27·17
9	„	87·67	17·5	15·34
10	„	95·1	27·1	25·7
11	„	77·8	20·8	16·18
12	„	83·75	37	30·98
13	„	85·2	40·2	34·2
14	„	72·8	43·4	31·59
15	„	90·51	7·3	6·60
16	Nordwestlich von Somogy auf dem von dem Fünfkirchner Domcapitel von Hrn. A. Miesbach gepachteten Terrain	76·1	4	3·04
17	„	95·2	4	3·80
18	„	81·8	58·8	48·09
19	„	75·4	25	18·85
20	„	74·5	45·4	33·82
21	Nördlich von Vassas	75·7	59·3	44·89
22	Vassas	85·9	6·01	7·00
23	Vassas	75·7	33·3	25·10
24	Oestlich von Vassas	86	14·5	12·47
25	Oestlich von Vassas	96·7	5·2	5·02

2) Proben von Viehlecksalz, zur Untersuchung der Quantität und Qualität seiner Beimischungen eingesendet von dem k. k. Ministerium für Landescultur und Bergwesen. Untersucht von Herrn Dr. Ragsky.