Ueber die gediegenen chemischen Elemente in der Erdkruste. Von W. Vernadsky in St. Petersburg.

Bei der Bearbeitung des ersten Bandes meines "Versuchs einer deskriptiven Mineralogie: I. gediegene Elemente", welcher in russischer Sprache erschienen ist 1, habe ich, soviel es mir möglich war, das ganze Beobachtungsmaterial kritisch durchgesehen.

Als Resultat konnte ich eine Tabelle von wenigstens 106 Mineralien, welche den gediegenen Elementen entsprechen, zusammenstellen. Diese Tabelle, da sie in russischer Sprache 2 weniger zugänglich ist und den anderen neueren Zusammenstellungen (z. B. der Tabelle von P. v. Groth) nicht ganz entspricht, will ich hier wiedergeben.

Die Zahl von 106 Mineralien muß als Minimum angesehen werden. Ohne Zweifel haben wir noch Andeutungen über verschiedene andere Naturprodukte, welche hierher gehören, aber nicht in die Tabelle eingestellt sind, da ihre Eigenschaften oder Fundortsangaben noch einer Prüfung bedürfen. So z. B. wurden einige Goldfindlinge analysiert, welche sehr viel Zink³, oder Antimon⁴ enthalten; es bleibt aber noch zweifelhaft, ob dies natürliche Erzeugnisse waren. Wahrscheinlich ist auch in den Gruppen von Hg-Ag⁵ und von Os-Ir-Ru-Rh⁶ die Liste der Mineralien sehr unvollständig. Von anderer Seite ist zu erwarten, daß wir zwischen kolloidalen Erdprodukten noch viele hier nicht angenommene Mineralien finden werden, z. B. ist es sehr wahrscheinlich, daß Allemontit (As, Sb) auch eine kolloidale Form im ersten Stadium seiner Bildung besitzt; dasselbe ist sehr möglich für Palladiumplatin 7. Auch unter den vulkanischen Emanationen wird man gewiß andere Metalle - nicht nur Quecksilber und Silber wie in der Tabelle steht -- beobachten. Aber augenblicklich ist es vorsichtiger, alle diese Möglichkeiten nicht zu berühren, da bis jetzt keine bestimmten Beobachtungen in der Natur darüber vorliegen.

Von anderer Seite werden vielleicht einige von den in die Tabelle gestellten Mineralien später bei besserer Untersuchung

¹ В. Вернадскій, Опыт описательной минералогіи. 1. Химическіе элементы, Вын. 1-4. Съб. 1908-1912. р. 1-656. Die letzte, 5. Lieferung ist im Druck. Dieser erste Band enthält nur gediegene chemische Elemente.

² В. Вернадскій, Опыт описат. мин. Съб. 1908. р. 156 und Addenda u. Corrigenda in 5. Lieferung des Werkes.

³ В. Вернадскій, Опыт etc. 1909. р. 268.

⁴ l. c. 1910, p. 358.

⁵ l. c. 1910. p. 410 ff.

⁶ l. c. 1909. p. 248 ff.

⁷ l. c. 1909. p. 215.

Tabelle der gediegenen Elemente und deren Mischungen! I. Feste kristallisierte chemische Elemente. A. Metalle.

	Wallerius 1778, Osmond 1890.	Reichenbach 1861. A. Nordenskiöld 1874.	Reichenbach 1861. A. Nordenskiöld 1874.	SHEPARD 1867.	SKEY 1885.	Mossier 1778. Inostranzeff 1907.	Osann 1827.	Wollaston 1803.	Sobolewsky u. Warwinsky 1827. Vernadsky 1908.	ULLOA 1748, HAUSMANN 1813.	Berzelius 1829, Vernadsky 1908.	WOLLASTON 1804. MUCHIN 1842, VERNADSKY 1908.	Breithaupt 1833.	SVANBERG 1835.	HUSSAK 1904—1906.	HUSSAK 1906. VERNADSKY 1908.	Wollaston 1808.	ZINCKEN 1835. DANA 1868.
	Regulär	2	a 2.	\$	£	2	а	r,	ĸ	2	а		#1	£	3	t.	R	Hexagonal
=	Fe	(Fe, Ni)	(Fe, Ni)	(Ni Fe)	Ni ₂ Fe?	(Fe, C)	(Fe, Pt)	Pt	(Pt, Fe, Ir)	(Pt, Fe, Ir)	(Pt, Fe)		(Ir, Pt)	(Pt, Ir, Fe)	(Pt, Pd)	(Pt, Pd, Ir)	Pd	Pd
(1-3. a)	Ferrit	4. Kamacit α	5. Taenit α	6. Octibbehit	7. Awaruit	? 8. Gediegen Roheisen .	(? 9. Platineisen	10. Platin	11. α-Ferroplatin	f 12. α-Polyxen	13. 8-Ferroplatin	14. \(\beta\)-Folyxen	15. Iridiam	16. Iridiumplatin	17. a-Palladiumplatin	18. \alpha-Palladiumplatin	19. Palladium	(20. Allopalladium
		I. Eisen	Nickel				Platin	Delledium	r anadrum Eisen			Platin	Digon	Luidium	Delledinm	т апаптип		

¹ Die Mineralien, deren Selbständigkeit etwas zweifelhaft ist, sind mit "?" notiert. Der Name des ersten Beobachters oder des ersten Verfassers, der sie als Mineral bestimmt hat, ist bei jedem Mineral mit dem Jahre der Publikation angegeben,

Rose 1833, Haidinger 1845, Wollaston 1805, Haidinger 1845. Ste. Claire Deville 1859. Vernadsky 1908. " " " " " " " " Claus 1854. Vernadsky 1908. Tennany 1802. Hermann 1836.	COUTOS 1798, FRÜBEL 1845. DEL RIO 1825. ADAM 1869. TSCHERNIK (ČERNIK) 1912. WÖHLER 1834. TSCHERNIK (ČERNIK) 1912. KÜSTEL 1866. BREITHAUPT 1866. GAUTIER 1850. VERNADSKY 1908. WRIGHT 1880. FIELD 1850. VERNADSKY 1908. VON BIBRA 1865. VERNADSKY 1908. VALLERIUS 1750. VERNADSKY 1909.	Shepard 1847, 1857. Ulrich 1870. Agricola. Domeyko 1845. Dana 1868.
Hexagonal	Regulār? Pegulār Regulār Regulār	F. Hexagonal
(Ir, 0s) (Ir, 0s) (Ir, 0s, Ru) (Ir, 0s, Rh) (Ir, 0s, Pt) (Os. Ir)	(Au, Pd) (Au, Bh) (Au, Pt) (Au, Pt) (Au, Ag) (Au, Ag) Ag (Au, Cu, Ag) (Au, Cu, Ag) (Cu, Ag) (Cu, Fe) Pb (Cu, Cu, Cu, Cu, Cu, Cu, Cu, Cu, Cu, Cu,	(Au, Bi) Au ₂ Bi? Bi (Ag, Bi)
21. Sysserskit	27. Porpezit	42. Bismutaurit
Exidium 22 23 24 25 24 25 24 25 25 26 26 27 27 27 27 27 27	Gold 27 Rhodium 28 Platin 29 Palladium 31 31 32 33 34 50 50 50 70 81 82 83 84 84 84 85 86 86 87 88 88 89 80 90	Gold (42) Silber (44) Bismut (45)

CRONSTEDT 1753. PISANI 1872. DOMEYNO 1841. BERTHIER 1842. MARCHAND 1848. GROTH 1898. WALLERIUS 1750. BECKER 1856. BREITHAUPT 1823. HINTZE 1886. LESAGE 1772. HAIDINGER 1845. SCHULTZ 1860.	KLAPROTH 1798. DURDEN, DANA, WELLS 1890. WALTHER 1909.	Dana 1868. Danour 1853. Werner 1789. Luzi 1892. Inostranzeff 1877. 1884.	vom Rath 1873. Vernadsky 1908,
Regulār " Tetragonal Hexagonal ? Hexagonal	nezagonar ? ? Regulăr? B. Metalloide.	Hexagonal	Khombisch Monoklin "
(Au, Ag, Hg) (Au, Ag, Hg) Sn Zn As As (As, Sb) (As, Sb)	$\begin{array}{c} \mathrm{Te} \\ \mathrm{Te} \\ \mathrm{Ta} \end{array}$) ซ ซ ซ ซ ซ ซ	သလလ
46. Amalgama	50. Aubunou	66. Bort	66. a-Schwefel
Quecksilber 46. Gold 48. Silber 49. 50. 50. Arsen 53. Antimon 255.	97. 97. 99.	Kohlenstoff (63. (65. (65.)	Schwefel $\begin{cases} 66. \\ 67. \\ 68. \end{cases}$

Stromeyer 1829. Haidinger 1845. vom Rath 1873. Divers 1883. Lewis 1892. Del Rio 1823. Bettendorff 1870. Vernadsky 1908. Ste. Claire Deville 1857.	Elemente.	CORNU 1909. VERNADSKY 1909.	CORNU 1909.	SIEDENTOPPE 1905.	CORNU 1907.	Königsberger u. Müller 1906.	RINNE 1902.	Zambonini 1910.	Pheapson 1862. Rinne 1902.	Vernadsky 1908.	Skey 1877.	mente.	;	Marchand 1848. Domeyko 1841. Vernadsky 1908. Vernadsky 1908.
Rhombisch ? Monoklin Regulär ?	11. Feste Kolloidale Elemente.		1	1					-	1	1	III. Flüssige Elemente.	1	
(S, Se) (S, Te) Se As (As, Se, S)	II. Feste	Au	As	Na	К	Si	∞	Se	(As, S)	Ъ	J.	III. F	Hg	(Hg, Ag) (Br
69. Volcanit		74. Gold	fo. Arsen	7.6. Natrium	277. Kalium	778. Silicium	79. Sulfurit	80. Selen	81. Arsensulfurit	82. Phosphor	. 85. Jod		84. Quecksilber	86. Silberamalgam
Schwefel Selen Arsen Tellar														

IV. Gasartige Elemente.

RAIMONDI 1876. CLARKE 1908. Montigelli u. Covelli 1822. Ste. Claire Deville 1857.	Scheele 1773. Priestely 1774, Lavoisier 1777. Rutherford 1772. Bunsen 1846.	Ramsay u. Raleigh 1895. Ramsay 1895. " "	" " (Palmeri 1881). Löw 1881. Wolff 1878. Brun 1905.	Dorn 1900. Rutherford 1901. Owens 1899. Derient 1903. Nasini, Anderlini, Salvadori 1898.
1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1	1 1 1 1	1111
Hg Ag S	O, N H	$\begin{array}{c} A r \\ Ne \\ Kr \\ X \\ \end{array}$	He F	Nt At
88. Quecksilber	93. Sauerstoff	96. Argon	100, Helium	natium)

gestrichen werden. Es sind meistens die Mineralien, welche mit "?" in der Tabelle angedeutet sind. Es ist aber sehr unwahrscheinlich, daß diese Reinigung viele von diesen Mineralien berühren wird. In der Tabelle sind 18 derartige Mineralien angenommen.

Es ist möglich, daß wir unter diesen elementaren Mineralien einige Metallverbindungen haben, die in eine andere Gruppe chemischer Stoffe eingestellt werden müssen. Das ist wahrscheinlich für Awaruit (Ni₂Fe?) und Maldonit (Au₂Bi?). Außerdem in der Gruppe Iridium-Osmium-Rhodium-Ruthenium haben wir vielleicht nicht isomorphe Mischungen von Elementen, sondern isomorphe Mischungen von Osmiuren und Ruthenuren der Metalle Ir-Rh-Pt. Aber die analytischen Daten oder die Synthesen erlauben uns nicht eine solche Hpothese wissenschaftlich einzustellen.

Wir können alle Elemente in drei oder vier große Gruppen trennen. I. Feste Körper (A kristallisierte; B kolloidale); II. Flüssige Körper; III. Gasartige Körper. Gewiß ist die richtige Stellung von kolloidalen Mineralien eine andere, aber in chemischen Prozessen der Erdkruste entsprechen sie ganz den festen Körpern nach ihren mechanischen Eigenschaften.

Ohne Zweifel entspricht eine so große Zahl — von wenigstens 106 Mineralien als freie gediegene Elemente in der Erdkruste — einem eigentümlichen chemischen Zustand der Erdoberfläche, da die Zahl von allen anderen Mineralien 2000 nicht viel überschreiten kann. Daraus folgt, daß wenigstens 5 % aller bekannten Mineralien nicht stöchiometrische Verbindungen, sondern freie Elemente oder deren homogene Mischungen sind.

Wahrscheinlich ist aber diese Zahl noch größer, da an der Erdoberfläche verschiedene sehr günstige Verhältnisse für die Zerstörung der chemischen Verbindungen zu herrschen scheinen. So z. B. während vulkanischer Ausbrüche treffen sich viele Elemente im gasförmigen Zustand, alle Gase auf der Erdoberfläche sind durch verschiedene elektrische Einwirkungen oder durch Strahlungen von ultraviolettem Licht oder verschiedene radioaktive Emanationen verändert. In Lösungen sehen wir an der Oberfläche sehr verschiedene verdünnte Zustände der Lösungsgenossen, die keine Möglichkeit für stöchiometrische Verbindungen der darin enthaltenen Elemente lassen 1. In jedem kleinsten Teil der Erdkruste können wir fast alle — vielleicht alle — Elemente finden, wenn nur unsere Untersuchungsmethoden die notwendige Genauigkeit besitzen. Diese Elemente sind da in einer äußerst deutlichen Verdünnung zu finden, die ich eine, nicht den Gesetzen der isomorphen Mischungen entsprechende, mikrokosmische Mischung genannt habe 2 und welche auch keinen

¹ Вернадскій, 1, с. 1908. р. 132 ff.

² Вернадскій, Парагенезисъ химиъ. элем. въ природъ. М. 1910. "Іневникъ XIII съъзда русск, естеств".

Ueber die gediegenen chemischen Elemente in der Erdkruste. 765

Platz für stöchiometrische Verbindungen läßt. Der eigentümliche Zustand der Elementenzerstreuung in den oberflächlichsten Schichten der Erdkruste scheint zweifellos anzudeuten, daß die Zahl von Mineralien, die den gediegenen Elementen entspricht, noch viel größer, als die angegebene 106 sein wird.

Die meisten von diesen Mineralien sind "seltene" Mineralien oder solche, die man niemals in großen Quantitäten findet. Ich habe einen Versuch gemacht, die Quantität der gesamten gediegenen Elemente in der Erdkruste zu berechnen; es scheint, daß nur ungefähr 0,1 % der Gesamtmasse der Erdkruste von freien Elementen gebildet wird¹. Aber diese Zahl hat eine große Bedeutung, da'die gediegenen chemischen Elemente die sich immer bildenden und verbrauchenden Produkte der chemischen Reaktionen der Erdkruste sind. Sie sind immer im Schaffen und Wandeln. Man kann sagen, daß ihre Bildung an der Erdoberfläche durch vollkommenen Verbrauch der chemischen Energie der chemischen Verbindungen bedingt wird, und diese kleine Zahl — 0,1 % gibt uns eine Vorstellung von dem Maßstab dieser Reaktionen in der Erdoberfläche. Wir dürfen nicht vergessen, daß die Quantität der "lebendigen Materie" in der Gesamtmasse der Erdkruste durch eine Größe von derselben Ordnung zu bestimmen ist, aber wir wissen, welche ungeheure Bedeutung die organische Substanz in den chemischen Reaktionen der Erdkruste hat.

Auf der Erdoberfläche haben wir günstige Bedingungen für den vollständigen Zerfall der chemischen Verbindungen und für den Verbrauch dadurch befreiter chemischer Energie für andere Erscheinungen. Das wird noch klarer, wenn man sich die Zahl der chemischen Elemente vorstellt, die im gediegenen Zustand—frei oder in homogenen Mischungen — in der Erdkruste bis jetzt gefunden sind.

Folgende 47 chemische Elemente finden sich in der Erdkruste in solchem Zustand:

Ag, Ar, As, Au, Bi, Br, C, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, Fe, F, H, He, Hg, Ir, J, K?, Kr, Mn, N, Na?, Ne. Ni. Nt, O, Os, P?, Pb, Pd, Pt, Ra?, Ru, S, Sb, Se, Si?, Sn, Ta, Te, Tl, Zn, Xe, Thoremanation, Actinium manation.

Gewiß ist es keine zufällige Erscheinung².

Loswida, Juli 1912.

¹ Вернадскій, Опыт etc. 1908, р. 142.

² l. c. 1908. p. 125 ff.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Centralblatt für Mineralogie, Geologie und

<u>Paläontologie</u>

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: 1912

Autor(en)/Author(s): Vernadsky W.

Artikel/Article: <u>Ueber die gediegenen chemischen Elemente in der</u>

Erdkruste. 758-765