

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 ist¹, 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 Sprache² 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 Palladiumplatin⁷. 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. Вернадский, Опыт описательной минералогии. I. Химические элементы. Вып. 1—4. Сбб. 1908—1912. p. 1—656. Die letzte, 5. Lieferung ist im Druck. Dieser erste Band enthält nur gediegene chemische Elemente.

² В. Вернадский, Опыт описат. мин. Сбб. 1908. p. 156 und Addenda u. Corrigenda in 5. Lieferung des Werkes.

³ В. Вернадский, Опыт etc. 1909. p. 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 Mischungen¹.

I. Feste kristallisierte chemische Elemente.

A. Metalle.

		Fe	Regulär	
I. Eisen	1—3. α	Fe	Regulär	WALLERIUS 1778. OSMOND 1890.
	β			
	γ			
Nickel	4. Kamaicit α	(Fe, Ni)	"	REICHENBACH 1861. A. NORDENSKIÖLD 1874.
	5. Taenit γ	(Fe, Ni)	" ?	REICHENBACH 1861. A. NORDENSKIÖLD 1874.
Platin Iridium Palladium Eisen	6. Octibebit	(Ni Fe)	"	SHEPARD 1867.
	7. Awaruit	Ni ₂ Fe ?	"	SKEY 1885.
	? 8. Gediegen Roheisen	(Fe, C)	"	MOSSIER 1778. INOSTRANZEFF 1907.
	? 9. Platineisen	(Fe, Pt)	"	OSANN 1827.
	10. Platin	Pt	"	WOLLASTON 1803.
	11. α -Ferroplatin	(Pt, Fe, Ir)	"	SOBOLEWSKY u. WARWINSKY 1827. VERNADSKY 1908.
	12. α -Polyxen	(Pt, Fe, Ir)	"	ULLOA 1748. HAUSMANN 1813.
	13. β -Ferroplatin	(Pt, Fe)	"	BERZELIUS 1829. VERNADSKY 1908.
	14. β -Polyxen	(Ir, Pt)	"	WOLLASTON 1804. MUCHIN 1842. VERNADSKY 1908.
	15. Iridium	(Ir, Pt)	"	BRITHAUPHT 1833.
Iridium Palladium	16. Iridiumplatin	(Pt, Ir, Fe)	"	SVANBERG 1835.
	17. α -Palladiumplatin	(Pt, Pd)	"	HUSSAK 1904—1906.
	18. β -Palladiumplatin	(Pt, Pd, Ir)	"	HUSSAK 1906. VERNADSKY 1908.
	19. Palladium	Pd	"	WOLLASTON 1808.
20. Allopalladium	Pd	Hexagonal	"	ZINCKEN 1835. DANA 1868.

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.

Iridium	21. Sysserskit	(Ir, Os)	Hexagonal	ROSE 1833. HADINGER 1845.
Osmium	22. Nevjanskit	(Ir, Os)	"	WOLLASTON 1805. HADINGER 1845.
Rhodium	23. Rutheniumnevjanskit	(Ir, Os, Ru)	"	STE. CLAIRE DEVILLE 1859. VERNADSKY 1908.
Ruthenium	24. Rhodiumnevjanskit	(Ir, Os, Rh)	"	" " " " "
	25. Platinanevjanskit	(Ir, Os, Pt)	"	" " " " "
	26. Osmit	(Os, Ir)	"	CLAUS 1854. VERNADSKY 1908.
Gold	27. Porpezit	(Au, Pd)	Regulär?	TENNANT 1802. HERMANN 1836.
Rhodium	28. Rhodit	(Au, Rh)	"	COUTOS 1798. FRÖBEL 1845.
Iridium	29. Platingold	(Au, Pt)	"	DEL RIO 1825. ADAM 1869.
Platin	30. Iridiumgold	(Au, Ir)	"	TSCHERNIK (ČERNIK) 1912.
Palladium	31. Gold	(Au, Ag)	Regulär	WÖHLER 1834. TSCHERNIK (ČERNIK) 1912.
	32. Electrum	(Au, Ag)	"	" " " " "
	33. Silber	Ag	"	KÜSTEL 1866. BREITHAUP 1866.
Gold	34. Küstelit	(Ag, Au, Pb)	"	GAUTIER 1850. VERNADSKY 1908.
Silber	35. Kupfergold	(Au, Cu, Ag)	"	WRIGHT 1880.
Kupfer	? 36. Kupfersilber	(Ag, Cu)	"	" " " " "
Blei	37. Kupfer	Cu	Regulär	FIELD 1850. VERNADSKY 1908.
	? 38. Silberkupfer	(Cu, Ag)	"	VON BIBRA 1865. VERNADSKY 1908.
	? 39. Eisenkupfer	(Cu, Fe)	"	WALLERIUS 1750.
	40. Blei	Pb	Regulär	VERNADSKY 1909.
	41. Cuprocuprit	(Cu, Cu ₂ O)	"	SHEPARD 1847. 1857.
Gold	42. Bismutaurit	(Au, Bi)	"	ULRICH 1870.
Silber	43. Malldonit	Au ₂ Bi?	"	AGRICOLA.
Bismut	44. Bismut	Bi	Hexagonal	DOMEYKO 1845. DANA 1868.
	45. Chilenit	(Ag, Bi)	"	" " " " "

Quecksilber Gold Silber	46. Amalgama	(Ag, Hg) (Au, Ag, Hg) Sn Zn As As (As, Sb) (As, Sb) Sb Te (Te, Se) Ta	Regulär ? ? ? Tetragonal Hexagonal ? Hexagonal ? Hexagonal ? Regulär?	CRONSTEDT 1753. PISANI 1872. DOMEYKO 1841. BERTHIER 1842. MARCHAND 1848. GROTH 1898. WALLERIUS 1750. BECKER 1856. BREITHAUP 1823. HINTZE 1886. LESAGE 1772. HADINGER 1845. SCHULTZ 1860. SWAB 1748. KLAPROTH 1798. DURDEN, DANA, WELLS 1890. WALTHER 1909.
	47. Kongsbergit			
	48. Arguerit			
	49. Auramalgama			
Arsen Antimon	50. Zinn			
	51. Zink			
	52. Arsen			
	53. Arsenolamprit			
	54. Almonit			
	55. Antimonarsen			
	56. Antimon			
	57. Tellur			
	58. Selentellur			
	59. Tantal			

B. Metalloide.

Kohlenstoff	60. Diamant	C	Regulär	DANA 1868.
	61. Bort	C	?	DAMOUR 1853.
	62. Carbonat	C	?	WERNER 1789.
	63. Graphit	C	Hexagonal	LUZI 1892.
	64. Graphit	C	?	INOSTRANZEFF 1877. 1884.
	65. Schungit	C	?	
	66. α-Schwefel	S	Rhombisch	
	67. β-Schwefel	S	Monoklin	VOM RATH 1873. VERNADSKY 1908.
Schwefel	68. γ-Schwefel	S	?	

Schwefel	69. Volcanit	(S, Se)	Rhombisch?	STROMEYER 1829, HAIDINGER 1845, VOM RATH 1873.
Selen	70. Tellurschwefel	(S, Te)	"	DIVERS 1883, LEWIS 1892.
Arsen	?71. Selen	Se	Monoklin	DEL RIO 1823.
Tellur	72. Gelbes Arsen	As	Regulär	BETTENDORFF 1870, VERNADSKY 1908.
	?73. Sulfoselenarsen	(As, Se, S)	?	STE. CLAIRE DEVILLE 1857.

II. Feste kolloidale Elemente.

74. Gold	Au	—	CORNU 1909, VERNADSKY 1909.
?75. Arsen	As	—	CORNU 1909.
?76. Natrium	Na	—	SIEDENTOPFF 1905.
?77. Kalium	K	—	CORNU 1907.
?78. Silicium	Si	—	KÖNIGSBERGER u. MÜLLER 1906.
79. Sulfurit	S	—	RINNE 1902.
80. Selen	Se	—	ZAMBONINI 1910.
81. Arsensulfurit	(As, S)	—	PHEAPSON 1862, RINNE 1902.
?82. Phosphor	P	—	VERNADSKY 1908.
?83. Jod	J	—	SKEY 1877.

III. Flüssige Elemente.

84. Quecksilber	Hg	—	MARCHAND 1848.
85. Goldamalgam	(Hg, Au)	—	DOMEYKO 1841, VERNADSKY 1908.
86. Silberamalgam	(Hg, Ag)	—	VERNADSKY 1908.
?87. Brom	Br	—	

IV. Gasartige Elemente.

88. Quecksilber	Hg	—	RAMONDI 1876.
? 89. Silber	Ag	—	CLARKE 1908.
90. Schwefel	S	—	MONTICELLI u. COVELLI 1822. STE. CLAIRE DEVILLE 1857.
91. Selen	Se	—	
92. Luft	(O, N)	—	
93. Sauerstoff	N	—	SCHÉELE 1773. PRIESTELY 1774. LAVOISIER 1777. RUTHERFORD 1772.
94. Stickstoff	N	—	BUNSEN 1846.
95. Wasserstoff	H	—	RAMSAY u. RALEIGH 1895.
96. Argon	Ar	—	RAMSAY 1895.
97. Neon	Ne	—	" "
98. Krypton	Kr	—	" "
99. Xenon	Xe	—	" "
100. Helium	He	—	" " (PALMIERI 1881).
101. Fluor	F	—	LÖW 1881.
102. Chlor	Cl	—	WOLFF 1878. BRUN 1905.
103. Niton (Radiumema- natum)	Nt	—	DORN 1900. RUTHERFORD 1901. OWENS 1899.
104. Thoriumemanatium	—	—	DEBIERNE 1903.
105. Actiniumemanatium	—	—	
? 106. Curonium	—	—	NASINI, ANDERLINI, SALVADORI 1898.

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 ($\text{Ni}_2\text{Fe?}$) und Maldonit ($\text{Au}_2\text{Bi?}$). 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 Hypothese 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 ultravioletem 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 lassen¹. 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 habe² und welche auch keinen

¹ Вернадский, I. с. 1908. p. 132 ff.

² Вернадский, Парагенезисъ химич. элем. въ природѣ. М. 1910. „Дневникъ XIII съѣзда русск. естеств.“.

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, Actiniumemanation.

Gewiß ist es keine zufällige Erscheinung².

Loswida, Juli 1912.

¹ Вернадский, Опыт etc. 1908, p. 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 Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [1912](#)

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

Artikel/Article: [Ueber die gediegenen chemischen Elemente in der Erdkruste. 758-765](#)