

TELLUR IN NATUR UND TECHNIK

Erich Schroll und Diets Sauer
Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Wien

8	16	34	52	84
O	S	Se	Te	Po
15,9994	32,064	78,16	127,60	210

Abb. 1: Die Stellung des Tellurs in der sechsten Vertikalreihe des Periodischen Systems.

Chemie

Das Element Tellur (Te) mit dem Atomgewicht $A = 127,60$ hat im Periodischen System der chemischen Elemente die Ordnungszahl $Z = 52$. Es gehört mit Schwefel (S) und Selen (Se) zu den der Chalkogenen (griechisch Erzbildner) in der sechsten Vertikalreihe, die mit Sauerstoff (O) beginnt und mit dem radioaktiven Element Polonium (Po) endet. Schwefel, Selen und Tellur sind jene Elemente, die mit chalkophilen Metallen Sulfide, Selenide und Telluride bilden und in der Natur als Erzminerale zu finden sind. In der Elementgruppe der Chalkogene ist Tellur am wenigsten elektronegativer, d. h. zeigt starke metallische Eigenschaften, mit einer Dichte von 6,2 am schwersten, mit dem Schmelzpunkt von 452 °C am höchsten und mit dem Siedepunkt von 1390 °C am wenigsten flüchtig.

Kristallines Tellur hat metallischen Glanz und ist am ehesten mit Antimon vergleichbar. Es ist spröde und zu Pulver zu verarbeiten. Wie bei Schwefel und Selen sind folgende wesentliche Wertigkeiten bekannt: -2 (Tellurwasserstoff H_2Te , Telluride), 0 (Element), +4 (tellurige Säure H_2TeO_3 , Tellurite) und +6 (Tellursäure, auch Orthotellursäure H_2TeO_4 , Tellurate). Das chemische Element setzt sich aus acht Isotopen zusammen, von denen das Isotop ^{130}Te mit einer relativ großen Halbwertszeit von 10^{21} Jahren radioaktiv ist. Kurzlebige radioaktive Isotope sind Produkte der Kernspaltung des Urans.

Geochemie

Tellur zählt zu den im Kosmos seltenen Elementen (6,5 Atome im Verhältnis zu einer Million Siliziumatome). Man findet es angereichert in der Eisensulfidphase der Meteorite (1 bis 5 ppm Te). Für Steinmeteoriten des Chondrittyps wird eine durchschnittliche Konzentration von 1,3 ppm angegeben. Das kosmische Se/Te-Verhältnis beträgt 10.

Die geochemischen Verteilungsgesetzmäßigkeiten in irdischen Gesteinen sind weniger gut bekannt. Der Krustendurchschnitt wird mit etwa 0,01 ppm (g/t) angenommen, der Krustendurchschnitt für Selen beträgt 0,8 ppm. Unter der Annahme, daß die Erde aus chondritischem Material gebildet worden ist, sollte der Durchschnittswert für Tellur bezogen auf die Gesamterde mit etwa 0,9 ppm eingeschätzt werden.

Die bekannten Konzentrationswerte in Magmagessteinen zeigen hohe Varianz. Wie Selen wird es als Ent-

gasungsprodukt in tonigen Sedimenten, vor allem aber in Tuffiten und anderen vulkanischen Produkten angereichert. Niedrige Gehalte in Sandsteinen zeugen von der Mobilität des Tellurs im sedimentären Kreislauf. Wie bei Selen sollte die Tellurkonzentration im Meerwasser ($x \cdot 10^{-10}$ g/l) niedriger sein als die von Süßwässern.

Die Geochemie des Tellurs ist noch unzureichend erforscht. Es fehlt an verlässlichem Datenmaterial, analytischen Methoden und Standardreferenzproben.

Mineralogie

Tellur weist trotz niedriger geochemischer Häufigkeit die Tendenz zu hoher Mineralzahl auf, da Tellur wegen seiner größeren Atom- und Ionenradien noch viel weniger als Selen den geochemisch häufigeren Schwefel in Kristallgittern zu ersetzen vermag. Man kennt bisher gut 60 Mineralarten, von denen eine Auswahl in der Tabelle angeführt werden. Für den Sammler sind sie - meist nur mikroskopisch sichtbar - Raritäten. Dem Mineraliensammler bekannte berühmte Fundorte sind u. a. in Siebenbürgen (Rumänien) Brad, Rosia Montana (Verespatak), Sacaramb (Nagyag) oder Baia de Aries (Offenbanya), ferner Cripple Creek (Colorado), Calaveras (Californien), Kalgoorlie (Westaustralien), Moctezuma (Mexiko) oder Boliden (Schweden).

Auswahl von Mineralen des Tellurs

Element:

Tellur Te
(Selentellur = Mischkristalle mit bis zu 30 % Se)

Telluride:

Sylvanit (Schriftez)	AuAgTe ₄
Krennerit (Weißtellur)	AuTe ₂
Calaverit	Au ₇ Te
Hessit	Ag ₂ Te
Weissit	Cu ₂ Te
Frohbergit	FeTe ₂
Melonit	NiTe ₂
Tellurowismuthit	Bi ₂ Te ₃
Tetradymit	Bi ₂ Te ₂ S
Joseit	Bi ₄ (Te, Se, S) ₃
Altait	PbTe
Coloradoit	HgTe
Nagyagit (Blättertellur)	Pb ₅ Au(Te, Sb) ₄ S _{5,8}
Moncheit	(Pb, Pd)(Te, Bi) ₂
Merenskyit	(Pd, Pb)(Te, Bi) ₂

Oxide:

Tellurit und Paratellurit TeO₂

Oxidische Verbindungen:

Emmonsit	$\text{Fe}_2(\text{TeO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Moctezumit	$\text{Pb}(\text{UO}_2)(\text{TeO}_3)_2$
Zemannit	$(\text{Zn}, \text{Fe})_2(\text{TeO}_3)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
Denningit	$(\text{Mn}, \text{Ca}, \text{Zn})\text{Te}_2\text{O}_5$

Wie Schwefel und Selen kommt Tellur in der Natur auch elementar als Mineral vor. Überwiegend handelt es sich um Verbindungen mit Schwermetallen, wie Gold, Silber, Kupfer, Quecksilber, Blei, Antimon, Wismut, Eisen, Nickel und Platinmetalle. Die Affinität, chemische Verbindungen einzugehen, ist mit Gold am höchsten. Tellur neigt zur Bildung intermetallischer Verbindungen ohne stöchiometrische Zusammensetzung, d.h. um feste Lösungen mit variablem Chemismus. Spurengehalte in Mineralien sind meist auf Beimengungen oder Verwachsungen mit tellurhaltigen Fremdphasen zurückzuführen.

Etwa ein Drittel der Mineralarten gehört zur Klasse der Oxide. Neben den zwei Modifikationen des Tellurdioxides (TeO_2) sind es durchwegs oxidische Verbindungen des vierwertigen Tellurs mit Eisen, Mangan, Zink, Blei, Kupfer, Wismut oder Uran. Neuerdings ist auch das Vorkommen von Verbindungen mit schwerwertigem Tellur in der Natur bekannt geworden.

In den Ostalpen ist das Wismutmineral Tetradymit das häufigste erzmikroskopisch nachweisbare Tellurmineral. Berichtet wird ferner über das Vorkommen von Altaït, Calaverit, Coloradoit, Hessit, Joseit, Nagyagit und Sylvanit.

Vorkommen

Tellurführende Erzmineralisationen sind im wesentlichen an hydrothermale Prozesse gebunden, wobei höhere Konzentrationen vor allem in den letzten Phasen höherthermaler Mineralisationen zu beobachten sind.

In erster Linie findet man Tellur in Erzlagerstätten, die genetisch mit basischen oder ultrabasischen Magmasteinen verbunden sind. Tellur kommt mit Selen dispers verteilt in liquidmagmatischen Sulfidparagenesen des Nickelmagnetkieslagerstättentyps vor, wie Sudbury (Canada) oder Pechenga und Monchegorsk (Kolahalbinsel, Rußland).

Tellurführend sind ferner pneumatolytische bis hydrothermale Erzmineralisationen mit Wolfram-Wismut, Zinn, im Typ der Porphyryerze (porphyry ores) mit Molybdän oder Kupfer-Molybdän, ferner Schwefelkies- und Goldlagerstätten. Nicht zuletzt zu erwähnen sind die subvulkanischen Goldvererzungen als jener Lagerstättentyp, in dem Müller von Reichenstein 1782 als erster das Element Tellur aus Goldzerz abgetrennt hat, dem er den Namen "aureum problematicum" gegeben hatte, als Element erkannt und benannt hat es in der Folge der damals berühmte Chemiker Klaproth.

Sedimentäre Telluranreicherungen in Mineralseifen sind in Form verwitterungsbeständiger Gold- und Wismuttelluride bekannt, ebenso wie in der Oxidationszone sulfidischer Erzmineralisationen, wo vor allem Eisentellurite an den Limonit (Eisenhydroxyde) vorkommen, gebunden sind.

Im sedimentären Kreislauf wird Tellur u.a. in Sand-

steinmineralisationen und in den Manganknollen der Tiefsee angereichert. Der Mansfelder Kupferschiefer enthält in seinen Metallanreicherungen etwa 2 ppm Te.

Umwelt

Über das Vorkommen dieses Spurenelementes in der Biosphäre ist noch relativ wenig bekannt. Tellur vermag mit verschiedenen organischen Hydroxylverbindungen Komplexe zu bilden und kann Schwefel in organischer Verbindung ersetzen. Bekannt ist die Anreicherung in Landpflanzen auf tellurreichen Böden und Gesteinen. Tellur gilt als Schadelement.

Tellurwasserstoff ist ein giftiges Gas. Tellurdioxid als Aerosol ist ein Atmungsgift, das Leber und Nieren schädigt und in Konzentrationen ab 0,1 bis 0,1 mg/m³ bereits toxische Wirkungen aufweist. Vierwertiges Tellur zeigt oral und intravenös stark toxische Eigenschaften.

Ergänzend wird auf den weiteren Beitrag "Tellur und Medizin" hingewiesen.

Gewinnung

Tellur wird ausschließlich als Nebenprodukt, hauptsächlich aus Kupfer-, Nickel- und Kupfer-Molybdänen gewonnen, wenn sie 10 bis 100 ppm Te enthalten. Tellur fällt gemeinsam mit Selen bei der elektrolytischen Verhüttung des Kupfers in den Anodenschlamm mit Konzentrationen von 0,1 bis 4 % Te an. Die Gewinnung aus selektiven Flotationskonzentraten und Flugstäuben von Goldvererzungen ist nur von untergeordneter Bedeutung.

Die Weltproduktion liegt bei etwa 150 t. Die veröffentlichten Daten sind jedoch unvollständig. 1993 sind die Weltreserven (einschließlich marginaler und subökonomischer Reserven) mit 34.000 t angegeben worden. Die potentiellen Vorräte an Tellur in den Manganknollen der Tiefsee sollen 1 Million t betragen. Produzentenländer sind Canada, USA, Peru, Japan, GUS, Chile, Belgien, Deutschland, Zambia, Philippinen und Australien.

Verwendung

Gehandelt wird Tellur als Rein- und Reinstmetall, Tellurdioxid oder andere Verbindungen, ferner Vorprodukte, wie Konzentrate, Elektrolytschlämme u.a., da die Bergbauproduktion nicht immer lokal mit der Verhüttung verbunden ist. Reinsttellur für High-Tech-Verwendung wird an Reinheitsgraden bis zu sechs Neunern (99,999999 % Te) im Zonenschmelzverfahren hergestellt.

Der Preis ist stark von der Nachfrage abhängig. 1896 wurde etwa 99,5 %iges Tellur mit rund 450 öS pro Kilogramm gehandelt, 99,999 %iges Tellur hatte den vierfachen Preis. Im Juni 1992 wurde für Tellur mit einem Reinheitsgrad von vier Neunern ein Preis von 120 US\$ und einem solchen mit sechs Neunern von 1400 bis 1600 US\$ angegeben. (Preussag Pure Metals GmbH, Goslar, Deutschland)

Das jährlich erzeugte Tellur geht überwiegend in die Stahlindustrie und damit in den Maschinenbau; Zusätze bis zu 0,1 % Te (mit einem Reinheitsgrad von 99,5 % Te) kommen als Entgasungsmittel für den Rohstahl zu Anwendung. Diese Stähle sind maschinell besser bearbeitbar und weisen erhöhte Korrosionsbeständigkeit auf. Tellur ist ferner ein Legie-

rungselement für Kupfer (0,5 % Te), Zinn und Aluminium. Ebenso wird Kabelblei oder schwefelsäurefestes Blei bis zu 0,5 % mit Tellur legiert. Tellur kann auch als Stabilisator für Kohlenstoff im Gußeisen Verwendung finden.

In der chemischen Industrie dient Tellur bevorzugt zur Herstellung von Katalysatoren, die zu Oxidation und Halogenierung eingesetzt werden. Erwähnenswert ist der Einsatz bei der Produktion von Gummi. In der Glas- und Keramikindustrie ist es ein Färbungsmittel. Tellurverbindungen eignen sich als Fungizide (Pilzbekämpfungsmittel) und finden auch für pharmazeutische Zwecke Verwendung. In der bakteriellen Diagnostik wird Kaliumtellurid in Verdünnungen von 1:50.000 eingesetzt, da die lebende Zelle imstande ist, zu elementarem Tellur zu reduzieren.

In der Elektronikindustrie sind Tellur und Verbindungen des Tellurs wegen Halbleitereigenschaften von außerordentlicher Bedeutung. Zusammen mit Selen ist es Bestandteil von Fotorezeptoren in Ko-

pierapparaten. Wismut-, Blei- und Antimontelluride sind Halbleiterwerkstoffe für Thermoelektrogeneratoren und Thermoelektrokühlung, die u.a. in der Raumfahrt- und Satellitentechnik, für Navigation und Wetterdienstanlagen ihre Anwendung finden.

Cadmiumtellurid (CdTe) oder auch Quecksilber-Cadmium-Tellurid (MTC) sind für die fotoelektrische Umwandlung von Lichtenergie in Elektrizität, für die Herstellung von Solarzellen und Nachtsichtgeräten von Bedeutung. Cadmiumtellurid wird auch für die Herstellung von Fotowiderständen und mit Chlor gedopt als CdTe(Cl) als Gammadetektor für radiometrische Messungen benötigt. Der Anteil der Elektronikindustrie am Verbrauch liegt noch unter 10 %.

Die Wiederverwendung beschränkt sich auf die Aufarbeitung von Elektronikschrott. In der Metallurgie kann die Substitution durch Blei, Wismut oder Selen in Erwägung gezogen werden, in der Gummiindustrie durch Selen und Schwefel, in der Elektronik durch Selen oder Germanium.

Table with 2 columns: Name, Beschreibung. The text is extremely faint and illegible.

Table with 2 columns: Name, Beschreibung. The text is extremely faint and illegible.