

Zinn

Zinn ist ein chemisches Element mit dem Elementsymbol Sn (lateinisch *stannum*) und der Ordnungszahl 50. Im Periodensystem steht es in der 5. Periode und in der 4. Hauptgruppe, bzw. 14. IUPAC-Gruppe oder Kohlenstoffgruppe. Das silberweiß glänzende und sehr weiche Schwermetall lässt sich mit dem Fingernagel ritzen. Zinn hat einen für Metalle sehr niedrigen Schmelzpunkt. Seine Hauptverwendung lag früher im Bereich der Herstellung von Geschirr, das von Zinggießern innerhalb der städtischen Handwerkszünfte bis ins 19. Jahrhundert als weit verbreitete Gebrauchs- und Ziergegenstände Bestandteile der bürgerlichen Haushalte hergestellt wurden. Moderne Nutzung ist im Bereich von Elektrolöten sowie im Verzinnen von lebensmittelechten Konserven oder auch in der Medizin. Historisch hat der Mensch Zinn zuerst als Beimengung zum Kupfer als Legierungsmittel zur Herstellung der Bronze genutzt.^[12]

1 Etymologie

Das Wort *Zinn* (ahd., mhd. *zin*) ist vielleicht verwandt mit ahd. *zein* „Stab“, „Stäbchen“, „Zweig“ (siehe *Zain*). Der *Duden* weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass das Metall früher in Stabform gegossen wurde.^[13] Eine andere Erklärung geht davon aus, dass das Hauptzinnerz *Kassiterit* (Zinnstein) auch in Form von Nadeln oder „Stäbchen“ auftritt.

2 Geschichte

2.1 Vorgeschichte

Der Beginn der metallurgischen Verarbeitung von Zinn erfolgte etwas später als der von Kupfer. Während die Metallurgie von Kupfer vor 7000 Jahren für die Vinča-Kultur auf 5400–4800 v. Chr. auf dem Balkan datiert wurde, ist diese für den Vorderen Orient auf dem Gebiet des heutigen Iran und der Türkei zwischen 5200 und 5000 v. Chr. erfolgt.^[14] Die älteste datierte Legierung von Zinnbronze aus dem Zinnmineral *Stannit* wurde in der Ausgrabungsstätte *Pločnik* auf dem Gebiet des heutigen Serbien auf ca. 4650 v. Chr. datiert.^{[15][16]} Mit der Datierung der Zinnbronzen in *Pločnik*, das ebenfalls zur Vinča-Kultur zählt, wurde der Beginn der historischen Nutzung von Zinn um 1500 Jahre vorverlegt, was die gängige Meinung über die früheste angenommene Zinn-Metallurgie für 3600 v. Chr. auf dem Balkan bis 3000 v. Chr. in Ana-

tolien und Südkaukasus in Frage gestellt hat. Im südtürkischen *Taurusgebirge*, wo auch Zinnerz abgebaut worden sein könnte, wurden das Bergwerk *Kestel* und die Verarbeitungsstätte *Göltepe* entdeckt und auf etwa 3000 v. Chr. datiert. Ob es sich hier um die Quelle des großen vorderasiatischen Zinnverbrauches handelte, bleibt vorläufig offen. Dabei wurden Zinnbronzen, Gold und Kupfer zuerst nur wegen ihrer Farbigkeit als Schmuck verwendet. Die ersten Metallschmiede der *Vinča-Kultur* wählten die zinnhaltigen Mineralien mutmaßlich wegen deren schwarz-grünen Färbung aus, die Ähnlichkeit zu manganreichen Kupfererzen besaßen. Den Metallschmieden der Zinnbronzen waren die spezifischen Eigenschaften des neuen Metalls bewusst, was aus den angewendeten Techniken bei der Verarbeitung der zinnreichen Erze abgeleitet werden kann.^[17]

2.2 Ägypten, Vorderasiatische und Asiatische Hochkulturen

Durch die Legierung *Bronze*, deren Bestandteile *Kupfer* und *Zinn* sind, gelangte es zu größerer Bedeutung (*Bronzezeit*). Für Ägypten bestätigt sich die Verwendung von Zinn durch Funde kleiner Bronzestatuetten aus der Zeit der Pyramiden (4. Dynastie, um 2500 v. Chr.).^[12] Auch in einem ägyptischen Grabmal aus der 18. Dynastie (um 1500 v. Chr.) wurden Gegenstände aus Zinn gefunden. In Indien war die Bronzeherstellung bereits um 3000 v. Chr. bekannt. Seit dem 2. Jahrtausend v. Chr. wurde Zinn in Mittelasien an der Route der späteren *Seidenstraße* nachweislich in größerem Maße in Bergwerken abgebaut. Ab etwa 1800 v. Chr. (*Shang-Dynastie*) ist Zinn in China bekannt. Ein Schriftwerk über die Küste jener Zeit, das *K'ao kung chi* (*Chou-Dynastie*, ab 1122 v. Chr.), beschreibt eingehend die Mischungsverhältnisse von Kupfer und Zinn, die je nach Art der für sakrale Gefäße, Gongs, Schwerter und Pfeilspitzen, Äxte oder Ackerbaugerät zu verwendenden Bronze verschieden waren. Bereits früher dürfte es in den eigentlichen asiatischen Lagerstätten in *Yunnan* und auf der Halbinsel *Malakka* bekannt gewesen sein. Im Tal des *Euphrat* wurden seit 2000 v. Chr. Bronzegeräte und deren Herstellung zu einem bedeutenden Kulturfaktor; die Technik wurde dann von Griechen und Römern weiterentwickelt.

2.3 Phöniker

Die Ausbreitung des Handels mit Zinn bestätigt ebenfalls seine frühe und weitreichende Nutzbarmachung. Es wurde zunächst aus Zentralasien mit Karawanen in die Gebiete des heutigen Vorderen Orients gebracht. Dort holte man sich das Zinnerz ab dem 3. Jahrtausend v. Chr. aus den Lagerstätten des alten Reiches **Elam** östlich des **Tigris** und aus den Bergen von **Chorasan** an der persischen Grenze zu **Turkmenistan** und **Afghanistan**. Von dort scheint man es in das Land der Pharaonen weitergeliefert zu haben. Die **Phönizier** haben wahrscheinlich auf dem Seeweg ebenfalls Verbindungen mit den zinnreichen indischen Inseln **Malakka** und **Bangka** gehabt, ohne dass dazu genaue Angaben zu machen sind. Im Mittelalter trat die Inselgruppe in intensivere Handelsbeziehungen zu den Venezianern. Später transportierten die Phöniker das Zinnerz mit ihren Schiffen entlang der spanischen und französischen Küstengebiete bis zu den Inseln in der Nordsee. Auf diesen Fahrten entdeckten sie auf den so genannten **Zinninseln**, zu denen möglicherweise die Insel **Wight** gehörte, und in den Bergen von Cornwall zinnreiche Gebiete, bauten diese ab und führten das Erz in andere Länder aus. In kleinerem Maße begann der Zinnerzabbau in handelsmäßigen Ausmaßen auch in Frankreich (u. a. am Cap de l'Etain), in Spanien (Galizien) und in **Etrurien** (Cento Camerelle bei **Campiglia Marittima**).

In der Bibel wird Zinn im 4. Buch Mose erstmals erwähnt (Numeri 31,22).

2.4 Griechen und Römer

In den Epen **Homers** sowie bei **Hesiod** tauchen Zinneinlagen als Schmuckornament an Streitwagen und Wehrschilden des **Agamemnon** sowie des **Herakles** auf; für **Achilles** werden zinnerne (wohl »verzinnte«) Beinschienen beschrieben.^[18] Durch **Plautus** wird Zinn erstmals als Geschirr für Speisen erwähnt.^[19] Als Gebrauchsmetall für Geschirr war es bei den Griechen wohl nicht bekannt.^[19] Das Zinn, das die Griechen für den Bronzeguss benutzten, stammte nach **Herodot** von den **Kassiteriden**, deren geographische Lage diesem aber unbekannt war. Diese Inseln werden auch von **Strabon** erwähnt und beschrieben, der sie weit nördlich von Spanien lokalisiert, in der Nähe **Britanniens**.^[20]

Der römische Schriftsteller **Plinius** nannte Zinn in seiner Naturgeschichte *plumbum album* („weißes Blei“); Blei hingegen war *plumbum nigrum* („schwarzes Blei“). Er beschreibt daneben auch das Verzinnen von Kupfermünzen und berichtet von zinnernen Spiegeln und Ampullen und beschreibt, dass Bleiwasserrohre mit Zinnlegierung verlötet wurden.^[19] Die hohe Nachfrage nach dem in der Alchemie dem **Jupiter** zugeordneten Zinn^[21] wird sogar als ein Grund für die römische Besetzung **Britanniens** angeführt. In der südwestlichen Region **Cornwall** wurde von 2100 v. Chr. bis 1998 Zinnerz gefördert, in der Antike ein wichtiger Zinnlieferant des Mittelmeerraums und bis

ins späte 19. Jahrhundert der größte der Welt. Im Lateinischen heißt Zinn *stannum*, daher rührt auch das chemische Symbol (Sn).

2.5 Mittelalter

Während der Völkerwanderung erlahmte der bergmännische Abbau von Zinnerzen völlig. Nur wenige Kultgegenstände wurden noch gefertigt. Im Konzil von Reims (813) wird neben Gold und Silber ausdrücklich nur Zinn für die Herstellung solcher Gegenstände gestattet. Die Gräberfunde von Capetiennes bestätigen dies insofern, als es zur Zeit der ersten Kreuzzüge üblich war, Priester mit Zinnkelchen und Bischöfe wie auch Äbte mit Zinnkrummstäben beizusetzen.

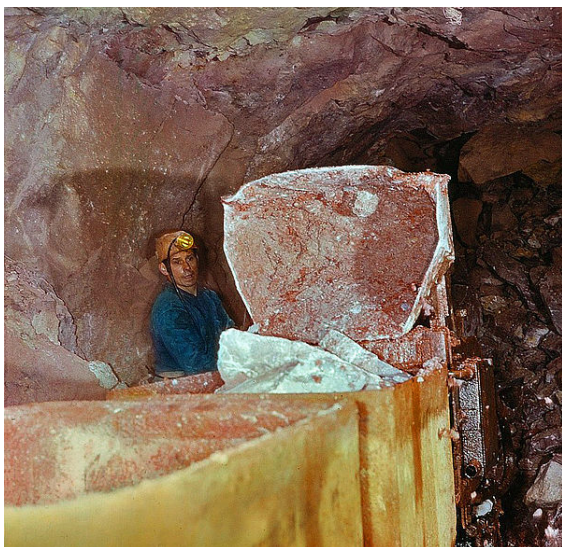
Der Brauch, kleine Bildnisse aus Zinnlegierung, sogenannte **Pilgerzeichen**, auf der Brust zu tragen, stammt vermutlich ebenfalls aus der Zeit der Kreuzzüge. Je nach Region waren dies in Mittel- und Südfrankreich St. Denis bzw. St. Nicolas, in England der Heilige Thomas von Canterbury. Die von den palästinischen Pilgerorten heimgebrachten religiösen Münzen und Ampullen, kleinen Glöckchen und Pfeifen waren aus Zinn. Sie mussten nach anerkanntem Vollzug der Pilgerfahrt zur Abwendung eventuellen Missbrauchs in Flüsse und Seen geworfen werden.^[22] Ab 1100 begann die Bevölkerung nach und nach an das bisher aus Ton und Holz bestehende Essgeschirr durch das stabilere Zinn zu ersetzen. Um 1200 begann in den größeren Städten die handwerkliche Verarbeitung des Zinns in **Zinngießereien**.

Lange nachdem Bronze durch **Eisen** verdrängt worden war (**Eisenzeit**), erlangte Zinn Mitte des 19. Jahrhunderts durch die industrielle Herstellung von **Weißblech** von Neuem große Bedeutung.

3 Herstellung und Vorkommen

Primäre Zinnvorkommen umfassen **Greisen-**, hydrothermale **Gang-** und seltener auch **Skarn-** und **Vulkanisch-exhalative-Lagerstätten (VHMS)**. Da das wirtschaftlich bedeutendste Zinnmineral **Kassiterit** SnO_2 , auch **Zinnstein** genannt, ein sehr stabiles Schwermineral ist, kommt ein großer Teil der Zinnproduktion auch aus sekundären **Seifenlagerstätten**. In einigen primären Lagerstätten besitzt auch das Sulfidmineral **Stannit** $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$ Bedeutung für die Zinnproduktion. Auf primären Zinnlagerstätten kommt das Element oft mit **Arsen**, **Wolfram**, **Bismut**, **Silber**, **Zink**, **Kupfer** und **Lithium** vergesellschaftet vor.

Zur Gewinnung von Zinn wird das Erz zuerst zerkleinert und dann durch verschiedene Verfahren (Aufschlammern, elektrische/magnetische Scheidung) angereichert. Nach der Reduktion mit Kohlenstoff wird das Zinn knapp über seine Schmelztemperatur erhitzt, so dass es ohne höher schmelzende Verunreinigungen abfließen kann. Heute gewinnt man einen Großteil durch **Recycling** und hier



Zinnerzgewinnung in Altenberg 1976



Oktaederförmige Kassiterit-Kristalle, ca. 30 mm Kantenlänge aus Sichuan, China

durch Elektrolyse.

In der kontinentalen Erdkruste ist es mit einem Anteil von etwa 2,3 ppm vorhanden.^[23]

Die aktuellen Reserven für Zinn werden mit 5,6 Millionen Tonnen angegeben, bei einer Jahresproduktion von 263.000 Tonnen im Jahr 2011.^[24] Zu über 80 % kommt die Produktion derzeit aus Seifenlagerstätten (Sekundärlagerstätten) an Flüssen sowie im Küstenbereich, vornehmlich aus einer Region beginnend in Zentralchina über Thailand bis nach Indonesien. Die größten Zinnvorkommen der Erde wurden 1876 im Kinta Valley entdeckt. Dort wurden bis heute etwa 2 Millionen Tonnen geschürft.^[25] Das Material in den Schwemmlandlagerstätten hat einen Metallanteil von etwa 5 %. Erst nach verschiedenen Schritten zur Konzentrierung auf etwa 75 % wird ein Schmelzprozess eingesetzt.

In Deutschland sind größere Ressourcen im Erzgebirge vorhanden, wo das Metall vom 13. Jahrhundert an bis 1990 gewonnen wurde. Beispiele sind die Greisenlagerstätte Altenberg und die Skarnlagerstätte Pöhl. Durch verschiedene Firmen findet derzeit auch Exploration auf

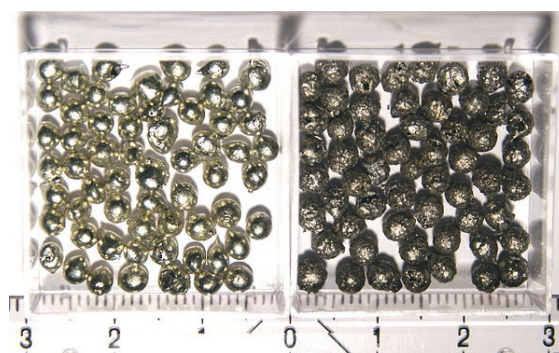
Zinn im Erzgebirge statt. Im August 2012 veröffentlichte erste Untersuchungsergebnisse für die Orte Geyer und Gottesberg, einen Ortsteil von Muldenhammer, lassen Vorkommen in Höhe von rund 160.000 Tonnen Zinn für beide Orte insgesamt vermuten. Diese Zahlen bestätigen prinzipiell auch Angaben, wie sie nach zu DDR-Zeiten vorgenommenen Prospektionen geschätzt wurden. Nach Aussage der *Deutschen Rohstoff AG* handelt es sich um das weltweit größte noch unerschlossene Zinnvorkommen. Da einerseits der Erzgehalt mit 0,27 Prozent für Gottesberg und 0,37 Prozent für Geyer verhältnismäßig gering ist, andererseits das Erz verhältnismäßig schwer aus dem Gestein zu lösen ist, ist offen, ob sich der Abbau wirtschaftlich lohnen würde. Sollte es dazu kommen, würden als Nebenprodukt auch Zink, Kupfer und Indium anfallen.^[26]

Die bedeutendste Fördernation für Zinn ist China, gefolgt von Indonesien und Peru. In Europa ist Portugal der größte Produzent, wo es als Beiprodukt der VHMS Lagerstätte Neves Corvo gefördert wird.

Kassiterit wurde von der US-Amerikanischen Börsenaufsicht SEC als so genanntes "conflict mineral" eingestuft,^[27] dessen Verwendung für Unternehmen gegenüber der SEC berichtspflichtig ist. Als Grund hierfür werden die Produktionsorte im Osten des Kongo angeführt, die von Rebellen kontrolliert werden und so im Verdacht stehen, bewaffnete Konflikte mitzufinanzieren.^[28]

Siehe auch: *Liste der Länder mit der größten Zinnproduktion*

4 Eigenschaften



(links) β - und (rechts) α -Zinn gegenübergestellt

Zinn kann drei Modifikationen mit verschiedener Kristallstruktur und Dichte annehmen:

- α -Zinn (kubisches Diamantgitter, $5,75 \text{ g/cm}^3$) ist unterhalb von $13,2 \text{ }^\circ\text{C}$ stabil und besitzt einen Bandabstand von $EG = 0,1 \text{ eV}$. Damit wird es je nach Interpretation als Halbmetall oder Halbleiter eingeordnet. Seine Farbe ist grau.

- β -Zinn (verzerrt oktaedrisch, 7,31 g/cm³) bis 162 °C, Oberfläche silberweiß.
- γ -Zinn (rhombisches Gitter, 6,54 g/cm³) oberhalb von 162 °C oder unter hohem Druck.

Daneben kann noch eine zweidimensionale Modifikation namens **Stanen** (ähnlich der Kohlenstoffmodifikation **Graphen**) synthetisiert werden.

Natürliches Zinn besteht aus zehn verschiedenen stabilen **Isotopen**; das ist die größte Anzahl unter allen Elementen. Außerdem sind noch 28 **radioaktive Isotope** bekannt.

Die **Rekristallisation** von β -Zinn zu α -Zinn bei niedrigen Temperaturen äußert sich als die so genannte **Zinnpest**.

Beim Verbiegen des relativ weichen Zinns, beispielsweise von Zinnstangen, tritt ein charakteristisches Geräusch, das **Zinneschrei** (auch Zinnschrei), auf. Es entsteht durch die Reibung der β -Kristallite aneinander. Das Geräusch tritt jedoch nur bei reinem Zinn auf. Bereits niedrig legiertes Zinn zeigt diese Eigenschaft nicht, z. B. verhindern geringe Beimengungen von Blei oder auch Antimon das Zinneschrei. Das β -Zinn hat einen abgeflachten **Tetraeder** als **Raumzellenstruktur**, aus dem sich zusätzlich zwei Verbindungen ausbilden.

Durch die **Oxidschicht**, mit der Zinn sich überzieht, ist es sehr beständig. Von konzentrierten **Säuren** und **Basen** wird es allerdings unter Entwicklung von **Wasserstoffgas** zersetzt. Jedoch ist Zinn(IV)-oxid ähnlich inert wie **Titan(IV)-oxid**. Zinn wird von unedleren Metallen (z. B. Zink) reduziert, dabei scheidet sich elementares Zinn schwammig oder am Zink haftend ab.

5 Isotope

Zinn besitzt insgesamt 10 natürlich vorkommende **Isotope**. Es sind dies ¹¹²Sn, ¹¹⁴Sn, ¹¹⁵Sn, ¹¹⁶Sn, ¹¹⁷Sn, ¹¹⁸Sn, ¹¹⁹Sn, ¹²⁰Sn, ¹²²Sn und ¹²⁴Sn. ¹²⁰Sn ist dabei mit 32,4 % Anteil an natürlichem Zinn das häufigste Isotop. Von den instabilen Isotopen ist ¹²⁶Sn mit einer **Halbwertszeit** von 230.000 Jahren das langlebigste.^[30] Alle anderen Isotope haben eine Halbwertszeit von nur maximal 129 Tagen, jedoch existiert bei ¹²¹Sn ein **Kernisomer** mit 44 Jahren Halbwertszeit.^[30] Als **Tracer** werden am häufigsten die Isotope ¹¹³Sn, ¹²¹Sn, ¹²³Sn und ¹²⁵Sn verwendet. Zinn hat als einziges Element drei stabile Isotope mit ungerader Massenzahl und mit zehn stabilen Isotopen die meisten stabilen Isotope von allen Elementen überhaupt.

→ *Liste der Zinn-Isotope*

6 Nachweis

Als qualitative **Nachweisreaktion** für Zinnsalze wird die **Leuchtprobe** durchgeführt: Die Lösung wird mit

ca. 20%iger Salzsäure und Zinkpulver versetzt, wobei **naszierender Wasserstoff** frei wird. Der naszierende, atomare Wasserstoff reduziert einen Teil des Zinns bis zum **Stannan** SnH₄. In diese Lösung wird ein **Reagenzglas** eingetaucht, das mit kaltem Wasser und **Kaliumpermanganatlösung** gefüllt ist; das Kaliumpermanganat dient hier nur als **Kontrastmittel**. Dieses **Reagenzglas** wird im Dunkeln in die nichtleuchtende **Bunsenbrennerflamme** gehalten. Bei Anwesenheit von Zinn entsteht sofort eine typisch blaue **Fluoreszenz**, hervorgerufen durch SnH₄.^{[1][31]}

Zur quantitativen Bestimmung von Zinn eignet sich die **Polarographie**. In 1 M Schwefelsäure ergibt Zinn(II) eine Stufe bei -0,46 V (gegen **Kalomelektrode**, Reduktion zum Element). Stannat(II) lässt sich in 1 M Natronlauge zum Stannat(IV) oxidieren (-0,73 V) oder zum Element reduzieren (-1,22 V).^[32] Im **Ultraspurenbereich** bieten sich die **Graphitrohr-** und **Hydridtechnik** der **Atomspektroskopie** an. Bei der Graphitrohr-AAS werden **Nachweisgrenzen** von 0,2 µg/l erreicht. In der Hydridtechnik werden die Zinnverbindungen der **Probelösung** mittels **Natriumborhydrid** als gasförmiges **Stannan** in die **Quarküvette** überführt. Dort zerfällt das Stannan bei ca. 1000 °C in die Elemente, wobei der atomare Zindampf spezifisch die Sn-Linien einer **Zinn-Hohlkathodenlampe** absorbiert. Hier sind 0,5 µg/l als **Nachweisgrenze** angegeben worden.^[33]

Weitere qualitative **Nachweisreagenzien** sind **Biacetyldioxim**, **Kakothelin**, **Morin** und **4-Methylbenzol-1,2-dithiol**. Zinn kann auch mikroanalytisch über die **Bildung von Goldpurpur** nachgewiesen werden.^[34]

7 Biologische Wirkung

Metallisches Zinn ist auch in größeren Mengen an sich ungiftig. Die **Giftwirkung** einfacher Zinnverbindungen und Salze ist gering. Einige organische Zinnverbindungen dagegen sind **hochtoxisch**. Die **Trialkyl-Zinnverbindungen** (insbesondere **TBT**, engl. „**Tributyltin**“, **Tributylzinn**) und **Triphenylzinn** wurden mehrere Jahrzehnte in **Anstrichfarben** für Schiffe verwendet, um die sich an den Schiffsrümpfen festsetzenden **Mikroorganismen** und **Muscheln** abzutöten. Dadurch kam es in der Umgebung von großen **Hafenstädten** zu hohen Konzentrationen an **TBT** im Meerwasser, die die **Population diverser Meereslebewesen** bis heute beeinträchtigen. Die **toxische Wirkung** beruht auf der **Denaturierung** einiger **Proteine** durch die **Wechselwirkung** mit dem Schwefel aus **Aminosäuren** wie beispielsweise **Cystein**.

8 Verwendung

8.1 Traditionelle Verwendung und traditionelle Berufe



Barren aus legiertem Feinzinn (97,5 % Sn)



Kleiner Schmelzofen



Produktion von Zinnkrügen, Bayrischform-Kandl

Seit Jahrhunderten wird reines Zinnblech großflächig zur Herstellung von Orgelpfeifen im Sichtbereich verwendet. Diese behalten ihre silbrige Farbe über viele Jahrzehnte. Das weiche Metall wird aber in der Regel in einer Legierung mit Blei, dem so genannten *Orgelmetall* ver-



Eröffnung der Zinngießerwerkstatt Hermann Harrer im Volkskunde- und Freilichtmuseum Roscheider Hof



Reenactment Zinnputzer im Freilichtmuseum Roscheider Hof

wendet und hat für die Klangentfaltung sehr gute vibrationsdämpfende Eigenschaften. Zu tiefe Temperaturen sind wegen der Umwandlung in α -Zinn schädlich für Orgelpfeifen, siehe *Zinnpest*. Viele Haushaltsgegenstände, Geschirre, Tuben, Dosen und auch Zinnfiguren wurden früher ganz aus Zinn gefertigt, rundweg der einfacheren Verarbeitungstechnologie der Zeit entsprechend. Mittlerweile jedoch wurde das relativ kostbare Material meist durch preiswertere Alternativen ersetzt. Ziergegenstände und Modeschmuck werden weiterhin aus Zinnlegierungen, *Hartzinn* bzw. *Britanniametall* hergestellt.

Seit dem Mittelalter war der Zinngießer ein spezieller Handwerksberuf, der sich bis heute, allerdings in ganz geringem Umfang, erhalten hat. Er ist heute rechtlich in der Berufsbezeichnung *Metall- und Glockengießer/-in* aufgegangen. Aufgabe des Zinnputzers war die Reinigung von vor allem oxidierten, aus Zinn gefertigten Gegenständen mit einem Kaltwasserauszug des Ackerschachtelhalms, welcher volkstümlich deshalb auch *Zinnkraut* genannt wurde. Es war ein eher wenig angesehenes Wandergewerbe und wurde in den Häusern bürgerlicher oder großbürgerlicher Haushalte ausgeübt.

8.2 Heutige Verwendung

Der Jahresweltverbrauch an Zinn liegt bei etwa 300.000 t. Davon werden etwa 35 % für Lote, etwa 30 % für Weißblech und etwa 30 % für Chemikalien und Pigmente eingesetzt. Durch die Umstellung der Zinn-Blei-Lote auf bleifreie Lote mit Zinnanteilen > 95 % wird der jährliche Bedarf um etwa 10 % wachsen. Die Weltmarktpreise steigen in den letzten Jahren kontinuierlich. So wurden an der LME (London Metal Exchange) 2003 noch etwa 5000 US-Dollar pro Tonne bezahlt, im Mai 2008 jedoch bereits mehr als 24.000 US-Dollar pro Tonne.^[35] Die zehn größten Zinnverbraucher (2003) weltweit sind nach China auf Platz 1 die Länder USA, Japan, Deutschland, übriges Europa, Korea, übriges Asien, Taiwan, Großbritannien und Frankreich.

Die weltweite Finanzkrise ab 2007 sowie ein schwaches Wirtschaftswachstum in den Schwellen- und Entwicklungsländern setzte den Preis unter Druck. Im August 2015 sank der Preis je Tonne kurzfristig auf unter 14.000 US-Dollar. Im Oktober 2015 hatte der Preis sich wieder leicht auf rund 16.000 US-Dollar erholt. Durch den starken US-Dollar kommt der günstige Preis nur teilweise in vielen Verbraucherländern an.^[36] Die weltweite Produktion lag 2011 bei rund 253.000 Tonnen von denen alleine 110.000 Tonnen in China gefördert worden sind, weitere 51.000 Tonnen stammten aus Indonesien. Aufgrund des relativ niedrigen Erlöses durch den Export von Zinn, verglichen mit Erdöl oder Erdgas beispielsweise, spielt es in den Produktionsländern keine besondere wirtschaftliche Rolle.

Als Legierungsbestandteil wird Zinn vielfältig verwendet, mit Kupfer zu Bronze oder anderen Werkstoffen legiert. Nordisches Gold, die Legierung der goldfarbigen Euro-münzen, beinhaltet unter anderem 1 % Zinn.

Als Bestandteil von Metall-Legierungen mit niedrigem Schmelzpunkt ist es unersetzlich. Weichlot (sogenanntes Lötzin) zur Verbindung elektronischer Bauteile (beispielsweise auf Leiterplatten) wird mit Blei (eine typische Mischung ist etwa 63 % Sn und 37 % Pb) und anderen Metallen in geringerem Anteil legiert. Die Mischung schmilzt bei etwa 183 °C. Seit Juli 2006 darf jedoch kein bleihaltiges Lötzin in elektronischen Geräten mehr verwendet werden (siehe RoHS), man setzt nun bleifreie Zinnlegierungen mit Kupfer und Silber ein, z. B. Sn95.5Ag3.8Cu0.7 (Schmelztemperatur ca. 220 °C).

Da man aber diesen Legierungen nicht traut (Zinnpest und „Tin whiskers“), ist bei der Fertigung elektronischer Baugruppen für Medizintechnik, Sicherheitstechnik, Messgeräte, Luft- u. Raumfahrt sowie für militärische/polizeiliche Verwendung der Einsatz bleifreier Lotes nicht zulässig.

Hochreine Zinn-Einkristalle eignen sich auch zur Herstellung von elektronischen Bauteilen.

In der Floatglasherstellung schwimmt die zähflüssige Glasmasse bis zur Erstarrung auf einer spiegelglatten flüs-

sigen Zinnschmelze.

Zinnverbindungen werden dem Kunststoff PVC als Stabilisatoren beigemischt. Tributylzinn dient als sog. Antifouling-Zusatz in Anstrichstoffen für Schiffe und verhindert den Bewuchs der Schiffskörper, es ist mittlerweile jedoch umstritten und weitgehend verboten.

In Form einer transparenten Zinnoxid-Indiumoxid-Verbindung ist es elektrischer Leiter in Anzeigegeräten wie LC-Displays. Das reine, weiße, nicht sehr harte Zinndioxid besitzt eine hohe Lichtbrechung und wird im optischen Bereich und als mildes Poliermittel eingesetzt. In der Zahnheilkunde wird Zinn auch als Bestandteil von Amalgamen zur Zahnfüllung eingesetzt. Die sehr toxischen organischen Zinnverbindungen finden als Fungizide oder Desinfektionsmittel Verwendung.

Zinn wird anstelle von Blei auch zum Bleigießen verwendet. *Stannum metallicum* („metallisches Zinn“) findet auch bei der Herstellung von homöopathischen Arzneimitteln sowie als Bandwurmgegenmittel Verwendung.

Unter der Bezeichnung Argentin wurde Zinnpulver früher zur Herstellung von unechtem Silberpapier und unechter Silberfolie verwendet.

Weißblech ist verzinntes Eisenblech, es wird beispielsweise für Konservendosen oder Backformen verwendet. *Tin*, das englische Wort für Zinn, ist gleichzeitig ein englisches Wort für Dose bzw. Konservenbüchse.

Zu dünner Folie gewalzt nennt man es auch Stanniol, das beispielsweise für Lametta Verwendung findet. Jedoch ist Zinn im 20. Jahrhundert durch das viel preiswertere Aluminium verdrängt worden. Bei manchen Farbtuben und Weinflaschenverschlüssen findet Zinn ebenfalls Verwendung.

Zinn wird in der EUV-Lithografie zur Herstellung von integrierten Schaltkreisen („Chips“) – als notwendiger Bestandteil bei der Erzeugung von EUV-Strahlung durch Zinn-Plasma – eingesetzt.^[37]

9 Verbindungen

Zinnverbindungen kommen in den Oxidationsstufen +II und +IV vor. Zinn(IV)-Verbindungen sind stabiler, da Zinn ein Element der IV. Hauptgruppe ist und zudem der Effekt des inerten Elektronenpaares noch nicht so stark ausgeprägt ist wie bei den schwereren Elementen dieser Gruppe, z. B. dem Blei. Zinn(II)-Verbindungen lassen sich deshalb leicht in Zinn(IV)-Verbindungen umsetzen. Viele Zinnverbindungen sind anorganischer Natur, es ist aber auch eine Reihe von zinnorganischen Verbindungen (*Zinnorganynlen*) bekannt.

9.1 Oxide und Hydroxide

- Zinn(II)-oxid SnO

- Zinn(II,IV)-oxid Sn_2O_3
- Zinn(IV)-oxid SnO_2
- Zinn(II)-hydroxid $\text{Sn}(\text{OH})_2$
- Zinn(IV)-hydroxid $\text{Sn}(\text{OH})_4$, CAS: 12054-72-7

9.2 Halogenide

- Zinn(II)-fluorid SnF_2
- Zinn(II)-chlorid SnCl_2
- Zinn(IV)-chlorid SnCl_4
- Zinn(IV)-bromid SnBr_4
- Zinn(II)-iodid SnI_2
- Zinn(IV)-iodid SnI_4

9.3 Salze

- Zinn(II)-sulfat SnSO_4
- Zinn(IV)-sulfat $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$, CAS: 19307-28-9
- Zinn(II)-nitrat $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$
- Zinn(IV)-nitrat $\text{Sn}(\text{NO}_3)_4$
- Zinn(II)-oxalat $\text{Sn}(\text{COO})_2$
- Zinn(II)-pyrophosphat $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{O}_7$, CAS: 15578-26-4
- Zinkhydroxystannat $\text{ZnSnO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$, CAS: 12027-96-2

9.4 Chalkogenide

- Zinn(II)-sulfid SnS
- Zinn(IV)-sulfid SnS_2
- Zinn(II)-selenid SnSe , CAS: 1315-06-0

9.5 Organische Zinnverbindungen

→ Hauptartikel: *Zinnorganische Verbindungen*

- Dibutylzinnlaurat (DBTDL) $\text{C}_{32}\text{H}_{64}\text{O}_4\text{Sn}$, CAS: 77-58-7
- Dibutylzinnnoxid (DBTO) $(\text{H}_9\text{C}_4)_2\text{SnO}$
- Dibutylzinndiacetat $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_4\text{Sn}$, CAS: 1067-33-0
- Diphenylzinndichlorid $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{Cl}_2\text{Sn}$, CAS: 1135-99-5

- Tributylzinnhydrid $\text{C}_{12}\text{H}_{28}\text{Sn}$
- Tributylzinnchlorid (TBTCL) $(\text{C}_4\text{H}_9)_3\text{SnCl}$
- Tributylzinnfluorid (TBTF) $\text{C}_{12}\text{H}_{27}\text{FSn}$, CAS: 1983-10-4
- Tributylzinnsulfid (TBTS) $\text{C}_{24}\text{H}_{54}\text{SSn}_2$, CAS: 4808-30-4
- Tributylzinnnoxid (TBTO) $\text{C}_{24}\text{H}_{54}\text{OSn}_2$
- Triphenylzinnhydrid $\text{C}_{18}\text{H}_{16}\text{Sn}$, CAS: 892-20-6
- Triphenylzinnhydroxid $\text{C}_{18}\text{H}_{16}\text{OSn}$
- Triphenylzinnchlorid $\text{C}_{18}\text{H}_{15}\text{ClSn}$, CAS: 639-58-7
- Tetramethylzinn $\text{C}_4\text{H}_{12}\text{Sn}$
- Tetraethylzinn $\text{C}_8\text{H}_{20}\text{Sn}$
- Tetrabutylzinn $\text{C}_{16}\text{H}_{36}\text{Sn}$
- Tetraphenylzinn $(\text{H}_5\text{C}_6)_4\text{Sn}$, CAS: 595-90-4

9.6 Weitere Verbindungen

- Stannan SnH_4
- Natriumstannat Na_2SnO_3
- Kaliumstannat K_2SnO_3 , CAS: 12142-33-5
- Zinndifluorborat $\text{Sn}(\text{BF}_4)_2$, CAS: 13814-97-6
- Zinn(II)-2-ethylhexanoat $\text{Sn}(\text{OOCCH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}_4\text{H}_9)_2$, CAS: 301-10-0
- Zinn(II)-oleat $\text{Sn}(\text{C}_{17}\text{H}_{34}\text{COO})$, CAS: 1912-84-1
- Zinntellurid SnTe

10 Siehe auch

- Indiumzinnoxid
- Zum historischen Zinnabbau im Erzgebirge siehe Plattner Kunstgraben#Der Zinnbergbau


11 Literatur

- Ludwig Mory, E. Pichelkastner, B. Höfler: *Bruckmann's Zinn-Lexikon*. München 1977, ISBN 3-7654-1361-5.
- Vanessa Brett: *Zinn*. Herder, Freiburg 1983, ISBN 3-451-19715-4.

- K. A. Yener, A. Adriaens, B. Earl, H. Özbal: *Analyses of Metalliferous Residues, Crucible Fragments, Experimental Smelts, and Ores from Kestel Tin Mine and the Tin Processing Site of Göltepe, Turkey*. In: P. T. Craddock, J. Lang (Hrsg.): *Mining and Metal Production Through The Ages*. The British Museum Press, London 2003, ISBN 0-7141-2770-1, S. 181–197.

12 Weblinks

 **Commons: Zinn** – Album mit Bildern, Videos und Audiodateien

 **Wiktionary: Zinn** – Bedeutungserklärungen, Wortherkunft, Synonyme, Übersetzungen

 **Wikibooks: Praktikum Anorganische Chemie/ Zinn** – Lern- und Lehrmaterialien

- archaeologie-online.de: Prähistorischer Bergbau auf Zinn und »Bronze« in Mittelasien.

13 Einzelnachweise

- [1] Harry H. Binder: *Lexikon der chemischen Elemente*. S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1999, ISBN 3-7776-0736-3.
- [2] Die Werte für die Eigenschaften (Infobox) sind, wenn nicht anders angegeben, aus www.webelements.com (Zinn) entnommen.
- [3] CIAAW, Standard Atomic Weights Revised 2013.
- [4] Ludwig Bergmann, Clemens Schaefer, Rainer Kassing: *Lehrbuch der Experimentalphysik*. Band 6: *Festkörper*. 2. Auflage. Walter de Gruyter, Berlin 2005, ISBN 3-11-017485-5, S. 361.
- [5] Die Werte für die Eigenschaften (Infobox) sind, wenn nicht anders angegeben, aus www.webelements.com (Zinn) entnommen.
- [6] N. N. Greenwood, A. Earnshaw: *Chemie der Elemente*. 1. Auflage. VCH, Weinheim 1988, ISBN 3-527-26169-9, S. 482.
- [7] David R. Lide (Hrsg.): *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 90. Auflage. (Internet-Version: 2010), CRC Press/Taylor and Francis, Boca Raton, FL, *Properties of the Elements and Inorganic Compounds*, S. 4-142 – 4-147. Die Werte dort sind auf g/mol bezogen und in cgs-Einheiten angegeben. Der hier angegebene Wert ist der daraus berechnete maßeinheitslose SI-Wert.
- [8] Yiming Zhang, Julian R. G. Evans, Shoufeng Yang: *Corrected Values for Boiling Points and Enthalpies of Vaporization of Elements in Handbooks*. In: *Journal of Chemical & Engineering Data*. 56, 2011, S. 328–337, doi:10.1021/jc1011086.
- [9] G. G. Graf: *Tin, Tin Alloys, and Tin Compounds*. In: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH Verlag, Weinheim 2005, doi:10.1002/14356007.a27_049.
- [10] Die Werte für die Eigenschaften (Infobox) sind, wenn nicht anders angegeben, aus www.webelements.com (Zinn) entnommen.
- [11] Eintrag zu *Zinn, Pulver* in der GESTIS-Stoffdatenbank des IFA, abgerufen am 6. September 2012 (JavaScript erforderlich).
- [12] Ludwig Mory: *Schönes Zinn – Geschichte Formen und Probleme*. Bruckmann, München 1977, ISBN 3-7654-1416-6, S. 11.
- [13] Zinn bei Duden online.
- [14] Miljana Radivojević, Thilo Rehren, Ernst Pernicka, Dušan Šljivar, Michael Brauns, Dušan Borić: *On the origins of extractive metallurgy: new evidence from Europe*. In: *Journal of Archaeological Science*. Volume 37, Issue 11, November 2010, S. 2775–2787 (PDF)
- [15] Miljana Radivojević, Thilo Rehren, Julka Kuzmanović-Cvetković, Marija Jovanović, Peter Northover: *Tainted ores and the rise of tin bronzes in Eurasia, c. 6500 years ago*. In: *Antiquity*. Volume 87, Issue 338, Dezember 2013, S. 1030–1045. (PDF)
- [16] Miljana Radivojević, Thilo Rehren, Julka Kuzmanović-Cvetković, Marija Jovanović: *Why are there tin bronzes in the 5th millenium Balkans?* In: Selena Vitezović, Dragana Antonović (Hrsg.): *Archaeotechnology: studying Technology from prehistory to the Middle Ages*. Srpsko Arheološko Društvo, Belgrad 2014, S. 235–256 (Academia.edu)
- [17] Miljana Radivojević, Thilo Rehren, Julka Kuzmanović-Cvetković, Marija Jovanović, J. Peter Northover: *Tainted ores and the rise of tin bronzes in Eurasia, c. 6500 years ago*. 2015, S. 1041.
- [18] Homer: *Ilias* 18, 613.
- [19] Ludwig Mory: *Schönes Zinn – Geschichte Formen und Probleme*. Bruckmann, München 1977, ISBN 3-7654-1416-6, S. 12.
- [20] Strabon: *Geografie*. 3,5,14.
- [21] Jörg Barke: *Die Sprache der Chymie: am Beispiel von vier Drucken aus der Zeit zwischen 1574-1761*. (= Germanistische Linguistik. 111). Tübingen 1991, S. 385.
- [22] Ludwig Mory: *Schönes Zinn – Geschichte Formen und Probleme*. Bruckmann, München 1977, ISBN 3-7654-1416-6, S. 13.
- [23] K. H. Wedepohl: *The composition of the continental crust*. In: *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 59/7, 1995, S. 1217–1232; doi:10.1016/0016-7037(95)00038-2.
- [24] USGS – Tin Statistics and Information – Mineral Commodity Summaries 2012 (PDF-Datei; 26 kB).
- [25] Tin chapter (PDF-Datei; 2,56 MB), S. 112.

- [26] Christoph Seidler: *Probebohrung bestätigt riesiges Zinnvorkommen*. In: *Spiegel online*. 30. August 2012, abgerufen am gleichen Tage.
- [27] SEC, Conflict Minerals – Final Rule (2012), S. 34f. (PDF, 1,96 MB, engl.)
- [28] SEC Adopts Rule for Disclosing Use of Conflict Minerals (engl.), abgerufen am 3. September 2012.
- [29] USGS – Tin Statistics and Information – Mineral Commodity Summaries 2010 (PDF-Datei; 86 kB).
- [30] G. Audi, O. Bersillon, J. Blachot, A.H. Wapstra: *The NUBASE evaluation of nuclear and decay properties* (PDF-Datei; 1018 kB), in: *Nuclear Physics*. Bd. A 729, 2003, S. 3–128.
- [31] Im *Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie* wird als Ursache der Leuchterscheinung eine – wahrscheinlich unzutreffende – Reduktion zu Zinn(II)-chlorid SnCl_2 genannt.
Jander, Blasius: *Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie*. 2006, ISBN 3-7776-1388-6, S. 499.
- [32] J. Heyrovský, J. Kůta: *Grundlagen der Polarographie*. Akademie-Verlag, Berlin 1965, S. 516.
- [33] K. Cammann (Hrsg.): *Instrumentelle Analytische Chemie*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/ Berlin 2001, S. 4–47.
- [34] Eintrag zu *Zinn*. In: *Römpp Online*. Georg Thieme Verlag, abgerufen am 19. März 2014.
- [35] London Metal Exchange: Tin Prices (Memento vom 14. Mai 2008 im *Internet Archive*) Abgerufen am 24. November 2015.
- [36] Zinnpreis je Tonne.
- [37] Christian Wagner, Noreen Harned: EUV lithography: Lithography gets extreme. In: *Nat Photon*. Band 4, Nr. 1, 2010, S. 24–26, doi:10.1038/nphoton.2009.251.

Periodensystem der Elemente

Normdaten (Sachbegriff): GND: 4190888-0 | LCCN: sh85135484 | NDL: 00571788

14 Text- und Bildquellen, Autoren und Lizenzen

14.1 Text

- **Zinn** *Quelle:* <https://de.wikipedia.org/wiki/Zinn?oldid=160598532> *Autoren:* Brion VIBBER, Wst, Kurt Jansson, Ben-Zin, Thomasium, Kku, Aka, Extrawurst, Mikue, Suisui, Stufli, Head, El, Exil, GNosis, Gandalf~dewiki, Katharina, Firebat, WolfgangRieger, Crux, Jmsanta, ApeBot, Fedi, Andrvoss, Hokanomono, Schusch, Aglarech, Baldhur, Ilja, Romanm, Paddy, Zwobot, HaeB, Rjh, Stern, Karl-Henner, Jpp, Wiegels, APPER, Rdb, Naddy, Erdal Ronahi, Sinn, Peter200, Minos, Harry20, Dnaber, Prissantenbär, Dantis, Hystrix, Hardenacke, °, Bertonymus, Martin-vogel, Ot, WilhelmRosendahl, Aloiswuest, Thiesi, Solid State, MAK, TheK, Aineias, Backwahn, AHZ, Nobikles, Cepheiden, Flemnra, Xvlun, Lunus, DasBee, PAB, Kam Solusar, 1-1111, Onkelkoeln, Schuppi, Ngajoh, Kallewirsch, BWBot, Botteler, SKopp, Tinux, Ixitixel, BLuFiSH.as, Transcendor, Heinte, Annos, Diba, Luke Skywodka, He3nry, Wikibach, Jergen, FlaBot, Saperaud, Ulfbastel, Bleichi, AkaBot, Dan-yell, XRay, Boemmels, Hunding, AchimP, Leyo, Blaue Orchidee, Itti, Firefox13, Orjen, Density, Wahldresdner, JuTa, Tomihahndorf, Eschbaumer, Cruccone, Roxanna, Flamenkador, WikiPimpi, 0r14nd0, Uwe W., Jka, ArminKow, Ra'ike, HH58, Chobot, Dufo, SehLax, Drahhreg01, DB1BMN, Suirenn, Sven-steffen arndt, Ulm, Dachris, Gardini, RobotQuistnix, Bota47, YurikBot, Patrick.flechtner, Andy king50, Bärski, Wela49, Hardy42, Kreusch, WAH, MelancholieBot, Augiasstallputzer, Eskimbot, KaHi, Kaisersoft, Fullhouse, Archaeometallurg, NEUROtiker, PortalBot, GPinarell0, Jü, Tango8, CHK, Shadak, Feldkurat Katz, Saippuakauppias, Logograph, UvM, Thornard, HJJHolm, HardDisk, Uellue, Geist, der stets verneint, Wdwd, Mika2001, Carol.Christiansen, Church of emacs, Graphikus, Furfur, Roland.chem, Roo1812, Spuk968, Thijs!bot, Dr.cueppers, Reiner Stoppok, GiordanoBruno, Escarbot, Horst Gräbner, Gustav von Aschenbach, Superzerocool, Siebzehnwolkenfrei, Tobi B., Sbaitz, PaulT, Gohnarch, YourEyesOnly, Sebbot, MaxBE, Frankee 67, Orci, Twiss, HelgeRieder, Kreuvf, Kuebi, Alchemist-hp, Primus von Quack, Xqt, Giftmischer, Don Magnifico, Ulamm, Cvfps, Bashir001, SashatoBot, Complex, VolkovBot, TheWolf, XV HTV 1352, RudolfSimon, Michileo, TXiKiBoT, Aibot, Rei-bot, Regi51, eXotech, Gereon K., Hannes Röst, Idioma-bot, Dubbidub, CeGe, Trinidad, Synthebot, JWBE, Zeldia F. Scott, Krawi, YonaBot, SieBot, Wasserseele, Der.Traeumer, S.lukas, Kibert, Wer8olf, Rosebud23, Engie, Tiroinmundam, Lutheraner, Avoided, Gary Dee, Umherirrender, Pittimann, Maxus96, Se4598, DragonBot, HexaChord, Matthias M., Ute Erb, Geomartin, Dansker, Cookie58, Roan Shryne, Fish-guts, Tesseraktierer, SilvonenBot, Sevofluran, Sprachpflieger, Badlydrawnboy22, LinkFA-Bot, Schnederpelz, Peter in s, CarsracBot, Janny bunny, Numbo3-bot, Hadibe, PM3, Luckas-bot, Bwbuz, GrouchoBot, Cgoe, Xqbot, ArthurBot, Schonrath, Howwi, Tom D. okay, Horst Emischer, Geierkrächz, Acky69, CactusBot, RibotBOT, Bert Kilanowski, LucienBOT, Kopiersperre, Jivee Blau, HRoestBot, Rameshngbot, MorbZ-Bot, AmphBot, Jashuah, Timk70, TobeBot, Antonsusi, Mabschaaf, Murma174, HsBerlin01, JamesP, Giftpflanze-II, ChemoBot, Hahnenkleer, EmausBot, Sokonbud, Vorräuslöscher, Kilon22, 100 Pro, PieRat, Rabax63, RonMeier, Ctebert, WikitanvirBot, Randolph33, ChuispastonBot, Taugenutz, Monsieurbecker, Mjbmrbot, Movses-bot, EberBot, MerlIwBot, Frze, Snaevar-bot, Boshomi, Jmv, Datu Dong, Rmcharb, Partynia, Charlotte Heinenberg, BrankoJ, JakeG313, Lektor w, Molekularbiologe, Altsprachenfreund, .js, Iwesh, Emeldir, WikiWurm2014, HeicoH, Centenier, FNDE, Senechthon, Plüschhai und Anonyme: 208

14.2 Bilder

- **Datei:Cassiterite.jpg** *Quelle:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/Cassiterite.jpg> *Lizenz:* GFDL 1.2 *Autoren:* Eigenes Werk *Ursprünglicher Schöpfer:* Alchemist-hp (talk) (www.pse-mendelejew.de)
- **Datei:Commons-logo.svg** *Quelle:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Commons-logo.svg> *Lizenz:* Public domain *Autoren:* This version created by Pumbaa, using a proper partial circle and SVG geometry features. (Former versions used to be slightly warped.) *Ursprünglicher Schöpfer:* SVG version was created by User:Grunt and cleaned up by 3247, based on the earlier PNG version, created by Reidab.
- **Datei:Disambig-dark.svg** *Quelle:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Disambig-dark.svg> *Lizenz:* CC-BY-SA-3.0 *Autoren:* Original Commons upload as Logo Begriffsklärung.png by Baumst on 2005-02-15 *Ursprünglicher Schöpfer:* Stephan Baum
- **Datei:Flag_of_Australia.svg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b9/Flag_of_Australia.svg *Lizenz:* Public domain *Autoren:* Eigenes Werk *Ursprünglicher Schöpfer:* Ian Fiegeen
- **Datei:Flag_of_Bolivia.svg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Flag_of_Bolivia.svg *Lizenz:* Public domain *Autoren:* Eigenes Werk *Ursprünglicher Schöpfer:* SKopp
- **Datei:Flag_of_Brazil.svg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Flag_of_Brazil.svg *Lizenz:* Public domain *Autoren:* SVG implementation of law n. 5700/1971. Similar file available at Portal of the Brazilian Government (accessed in November 4, 2011) *Ursprünglicher Schöpfer:* Governo do Brasil
- **Datei:Flag_of_Indonesia.svg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9f/Flag_of_Indonesia.svg *Lizenz:* Public domain *Autoren:* Law: s:Id:Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2009 (http://badanbahasa.kemdiknas.go.id/lamanbahasa/sites/default/files/UU_2009_24.pdf) *Ursprünglicher Schöpfer:* Drawn by User:SKopp, rewritten by User:Gabbe
- **Datei:Flag_of_Malaysia.svg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/66/Flag_of_Malaysia.svg *Lizenz:* Public domain *Autoren:* Create based on the Malaysian Government Website (archive version) *Ursprünglicher Schöpfer:* SKopp, Zscout370 and Ranking Update
- **Datei:Flag_of_Peru.svg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/Flag_of_Peru.svg *Lizenz:* Public domain *Autoren:* Peru *Ursprünglicher Schöpfer:* David Benbennick
- **Datei:Flag_of_Portugal.svg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Flag_of_Portugal.svg *Lizenz:* Public domain *Autoren:* <http://jorgesampaio.arquivo.presidencia.pt/pt/republica/simbolos/bandeiras/index.html#imgs> *Ursprünglicher Schöpfer:* Columbano Bordalo Pinheiro (1910; generic design); Vítor Luís Rodrigues; António Martins-Tuválkin (2004; this specific vector set: see sources)
- **Datei:Flag_of_Russia.svg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Flag_of_Russia.svg *Lizenz:* Public domain *Autoren:* Государственный флаг Российской Федерации. Цвета флага: (Blue - Pantone 286 C, Red - Pantone 485 C) взяты из [1][2][3][4] *Ursprünglicher Schöpfer:* Zscout370

- **Datei:Flag_of_Thailand.svg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a9/Flag_of_Thailand.svg *Lizenz:* Public domain *Autoren:* Eigenes Werk *Ursprünglicher Schöpfer:* Zscout370
- **Datei:Flag_of_Vietnam.svg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/21/Flag_of_Vietnam.svg *Lizenz:* Public domain *Autoren:* http://vbqpl.moj.gov.vn/law/vi/1951_to_1960/1955/195511/195511300001 http://vbqpl.moj.gov.vn/vbqq/Lists/Vn%20bn%20php%20lut/View_Detail.aspx?ItemID=820 *Ursprünglicher Schöpfer:* Lưu Ly vẽ lại theo nguồn trên
- **Datei:Flag_of_the_Democratic_Republic_of_the_Congo.svg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Flag_of_the_Democratic_Republic_of_the_Congo.svg *Lizenz:* Public domain *Autoren:* Eigenes Werk *Ursprünglicher Schöpfer:* Nightstallion
- **Datei:Flag_of_the_People's_Republic_of_China.svg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fa/Flag_of_the_People's_Republic_of_China.svg *Lizenz:* Public domain *Autoren:* Eigenes Werk, http://www.protocol.gov.hk/flags/eng/n_flag/design.html *Ursprünglicher Schöpfer:* Drawn by User:SKopp, redrawn by User:Denelson83 and User:Zscout370
- **Datei:Fotothek_df_n-11_0000078.jpg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Fotothek_df_n-11_0000078.jpg *Lizenz:* CC BY-SA 3.0 de *Autoren:* Deutsche Fotothek *Ursprünglicher Schöpfer:* Eugen Nosko
- **Datei:Mory_Krüge.jpg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/22/Mory_Kr%C3%BCge.jpg *Lizenz:* CC BY-SA 4.0 *Autoren:* Eigenes Werk *Ursprünglicher Schöpfer:* Orjen
- **Datei:Rhof-zinngiesser.ogg** *Quelle:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/Rhof-zinngiesser.ogg> *Lizenz:* CC BY-SA 3.0 *Autoren:* Eigenes Werk *Ursprünglicher Schöpfer:* HelgeRieder
- **Datei:Sn-Alpha-Beta.jpg** *Quelle:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2b/Sn-Alpha-Beta.jpg> *Lizenz:* CC BY-SA 3.0 de *Autoren:* Eigenes Werk *Ursprünglicher Schöpfer:* Alchemist-hp (http://commons.wikimedia.org/wiki/User_talk:Alchemist-hp title='User talk:Alchemist-hp'>talk) (www.pse-mendelejew.de)
- **Datei:Wikibooks-logo.svg** *Quelle:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fa/Wikibooks-logo.svg> *Lizenz:* CC BY-SA 3.0 *Autoren:* Eigenes Werk *Ursprünglicher Schöpfer:* User:Bastique, User:Ramac et al.
- **Datei:Wiktfavicon_en.svg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c3/Wiktfavicon_en.svg *Lizenz:* CC BY-SA 3.0 *Autoren:* ? *Ursprünglicher Schöpfer:* ?
- **Datei:Zinn_Mory_Barren.jpg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/Zinn_Mory_Barren.jpg *Lizenz:* CC BY-SA 4.0 *Autoren:* Eigenes Werk *Ursprünglicher Schöpfer:* Orjen
- **Datei:Zinnofen_flüssig.jpg** *Quelle:* https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c7/Zinnofen_fl%C3%BCssig.jpg *Lizenz:* CC BY-SA 4.0 *Autoren:* Eigenes Werk *Ursprünglicher Schöpfer:* Orjen
- **Datei:Zinnputzer2010.ogg** *Quelle:* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cd/Zinnputzer2010.ogg> *Lizenz:* CC BY-SA 3.0 *Autoren:* Eigenes Werk *Ursprünglicher Schöpfer:* Helge Rieder

14.3 Inhaltslizenz

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0