

20

DERA Rohstoffinformationen



**Zinn –
Angebot und Nachfrage bis 2020**

Impressum

Editor: Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Wilhelmstraße 25–30
13593 Berlin
Tel.: +49 30 36993 226
Fax: +49 30 36993 100
dera@bgr.de
www.deutsche-rohstoffagentur.de

Autoren: Dr. Harald Elsner
mit Fachbeiträgen von:
Michael Schmidt (Risikobewertung), Philip Schütte (Ruanda)
und Uwe Näher (DR Kongo)

sowie fachlicher Unterstützung von:
Dr. Terzan Atmaca, Siyamend Ingo Al Barazi,
Simon Goldmann, Dr. Dieter Huy, Maren Liedtke,
Dr. Rolf Muff, Michael Schmidt, Dr. Martin Schmitz
und Dr. Jürgen Vasters

Layout: DERA, label D Druck + Medien GmbH, Berlin

Grafik: Jolante Duba

Stand: März 2014

ISSN: 2193-5319

ISBN: 978-3-943566-12-3

Titelbilder: Zinnbarren bei PT Timah
Eimerkettenbagger von PT Timah offshore Bangka Island,
Indonesien

Flaggen im Anhang von www.nationalflaggen.de

Titelinformation:
www.bgr.bund.de/DERA_Rohstoffinformationen

DERA Rohstoffinformationen

Zinn – Angebot und Nachfrage bis 2020



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	9
Zusammenfassung	13
Danksagung	14
1 Einführung	15
2 Zinn und Zinnminerale	16
2.1 Zinn	16
2.2 Zinnminerale	16
2.3 Lagerstättengenese	17
3 Verwendung und Anforderungen	19
3.1 Verwendung von Zinn	19
3.2 Recycling	26
3.3 Substitution	27
3.4 Physikalische und chemische Anforderungen an Zinnminerale und Raffinadezinn	28
3.5 Anforderungen an Zinnlagerstätten	28
3.6 Vergleich von Zinnlagerstätten und -projekten	33
4 Nachfrage	37
4.1 Datenquellen zur Nachfrage nach Zinn	37
4.2 Nachfrage nach Zinn in der Vergangenheit	37
4.3 Vorhersage der Nachfrage nach Zinn bis 2020	38
5 Angebot	39
5.1 Definitionen und Datenquellen zur Zinnproduktion	39
5.2 Bergwerksförderung	41
5.3 Raffinadeproduktion	42
5.4 Annahmen zur Berechnung der zukünftigen Zinnproduktion und -raffinade	45
5.5 Projekte	47
5.6 Lagerbestände	48
5.7 Berechnung des zukünftigen Zinnangebots	51
6 Bilanz von Angebot und Nachfrage	52
6.1 Entwicklung der Bilanz von Angebot und Nachfrage zwischen 2006 und 2012	52
6.2 Bilanz von Angebot und Nachfrage bis 2020	53
7 Preisentwicklung	54
7.1 Historische Zinnpreise	54
7.2 Vorhersage der zukünftigen Preisentwicklung von Zinn	56
8 Angebot und Nachfrage nach Zinn in Deutschland	57
8.1 Vorkommen und Gewinnung	57
8.2 Projekte	57
8.3 Import und Export	57
8.4 Verbrauch	58
9 Literatur	69
Anhang – Länderprofile	71
Anhang – Indikatoren und Risikobewertung	247

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Elektrolytische Veredelung von Rohzinn in der Zinnschmelze von PT Timah in Mentok, Bangka Island, Indonesien.	14
Abbildung 2:	Im Kleinbergbau gewonnenes Cassiteritkonzentrat aus der DR Kongo.	17
Abbildung 3:	Lötzinn (SnSb_8Cu_4) aus der Produktion der Yunnan Tin Company, China.	20
Abbildung 4:	Verzinnete Weißblechcoils bei der ThyssenKrupp Rasselstein GmbH, Andernach.	22
Abbildung 5:	Schwimmender Eimerkettenbagger von PT Timah in den dort 30 m tiefen Gewässern vor Bangka Island, Indonesien.	30
Abbildung 6:	Ungefähr die Abbaukosten deckende Erzgehalte (% Sn), nach Metals X Ltd.	31
Abbildung 7:	Sicherungsarbeiten vor weiterer Streckenauffahrung in der Renison Bell Zinnmine, Tasmanien.	33
Abbildung 8:	Durchschnittsgehalte (in % Sn) und Inhalte (in t Sn-Inhalt) von sich im Abbau befindlichen Zinnfestgesteinslagerstätten.	35
Abbildung 9:	Durchschnittsgehalte (in % Sn) und Inhalte (in t Sn-Inhalt) von sich im Projektstatus befindlichen und bei gegenwärtigen Zinnpreisen wirtschaftlich abbaubaren Zinnlagerstätten.	36
Abbildung 10:	Weltweite Nachfrage nach Zinn, nach ITRI.	37
Abbildung 11:	Vorhersage der weltweiten Nachfrage nach Zinn (in t).	38
Abbildung 12:	Rohzinnbarren in der Zinnschmelze von PT Timah in Mentok, Bangka Island, Indonesien.	39
Abbildung 13:	Trocknung von im Kleinbergbau gewonnenem Cassiteritkonzentrat in der DR Kongo.	40
Abbildung 14:	Gewinnung von Seifenzinn mittels „gravel pump“ durch Kleinbergleute („unconventional miners“) auf Bangka Island.	41
Abbildung 15:	Entwicklung der Weltbergbauproduktion von Zinn seit 2006.	43
Abbildung 16:	Entwicklung der Weltraffinadeproduktion von Zinn seit 2006.	43
Abbildung 17:	Gewinnung von Cassiterit aus fossilen Flusseifen, Projekt Abu Dabbab Alluvial, Ägypten.	48
Abbildung 18:	Aufgrund mangelnden Angebots fast leere Lagerhalle mit Cassiteritkonzentrat von den verschiedensten Produktionsstandorten von PT Timah in der Zinnschmelze von Mentok, Bangka Island, Indonesien.	49
Abbildung 19:	Historische und mutmaßliche zukünftige Produktion von Primärzinn bis zum Jahr 2020.	50
Abbildung 20:	Historische und mutmaßliche zukünftige Produktion von Raffinadezinn bis zum Jahr 2020.	50
Abbildung 21:	Angebot von Primär- und Raffinadezinn (in t Sn) und Verbrauch von Raffinadezinn (in t Sn) zwischen 2006 und 2012.	52
Abbildung 22:	Vermutetes Angebot von Primär- und Raffinadezinn (in t Sn) und vermuteter Verbrauch von Raffinadezinn (in t Sn) bis 2020.	53
Abbildung 23:	Vorhersage des zukünftigen Zinnpreises bis 2018.	56

Abbildung 24:	Zwischenlager mit unterschiedlichen Qualitäten von Raffinadezinn in der Zinnschmelze von PT Timah in Mentok, Bangka Island, Indonesien.	59
Abbildung 25:	Angewandtes Zinnschrottreycling bei der ThyssenKrupp Rasselstein GmbH, Andernach.	65
Abbildung 26:	Modernes Zingeschirr „Tischgeflüster“.	68
Abbildung 27:	Blick auf die Mt. Veteran Aufbereitungsanlage, Queensland.	84
Abbildung 28:	Karte des bolivianischen Zinngürtels.	93
Abbildung 29:	Zinnbarren von OMSA, Bolivien.	95
Abbildung 30:	Aufbereitungsanlagen der Changpo Processing Company in Dachang.	115
Abbildung 31:	Blick auf die nagelneuen Fabrikanlagen der Guangxi Thai Electronic Welding Materials Co., Ltd.	118
Abbildung 32:	Karte der bekannten Zinnvorkommen in Sachsen.	121
Abbildung 33:	Blick in den Haupttagebau der ehemaligen Herdon Ball Mine.	125
Abbildung 34:	Abraumgewinnung durch einen Subkontraktor von PT Timah zur Freilegung einer Cassiteritgangerzlagerstätte im Nordwesten von Bangka.	129
Abbildung 35:	Zinngusswanne in der Schmelze von PT Timah in Mentok.	131
Abbildung 36:	Kleinbergbau auf Cassiterit auf Bangka.	132
Abbildung 37:	Lagerhalle mit Raffinadezinn von PT Timah in der Zinnschmelze in Mentok.	133
Abbildung 38:	An Land gezogene, sonst durch Kleinbergleute im Flachwasserbereich offshore Bangka betriebene Saugbagger.	134
Abbildung 39:	Veränderung der indonesischen Ressourcen und Reserven von Zinn (Metallinhalt in t), hochgerechnet nach Firmenangaben.	137
Abbildung 40:	Statische Reichweite (in Jahren) der indonesischen Ressourcen und Reserven von Zinn (Metallinhalt), hochgerechnet nach Firmenangaben.	137
Abbildung 41:	Primitive Waschrinne zum Auswaschen von Cassiterit/Wolframit im Gebiet der Comunidad Piapoqua im Osten Kolumbiens.	149
Abbildung 42:	Lage von Zinnabbaugebieten in der Region Katanga.	153
Abbildung 43:	Lage von Zinnabbaugebieten in den Provinzen Maniema, Süd-Kivu und Nord-Kivu.	156
Abbildung 44:	Entwicklung der kongolesischen Zinnproduktion zwischen 1960 und 2012.	157
Abbildung 45:	Überblick über den Südostasiatischen Zinngürtel.	161
Abbildung 46:	Primärzinnproduktion in Thailand, Malaysia und Indonesien seit 1972.	162
Abbildung 47:	Bohrarbeiten im Achmmach Projektgebiet in Marokko.	166
Abbildung 48:	Alte Tagebaue im Modot Tal, Mongolei.	167
Abbildung 49:	Abbau der East Khujkhaan Sn-W-Seife durch die National Mongolian Company im Sommer 2008.	168
Abbildung 50:	Blick in die Aufbereitungsanlage der National Mongolian Company im Sommer 2008.	169
Abbildung 51:	Alter Prospektionsgraben im Oortsog Ovoo Polymetallprojektgebiet fernab jeglicher Infrastruktur im Sommer 2010.	171

Abbildung 52:	Blick auf die Aufbereitungsanlagen der Heinda Tin Mine.	175
Abbildung 53:	Aufbereitungsanlage für Zinn-Wolframerze von Delco Mining Co. Ltd. in Kanbauk.	177
Abbildung 54:	Mina San Rafael in den peruanischen Hochanden.	187
Abbildung 55:	Historischer Verlauf der gesamtruandischen Cassiteritförderung mit relativen Anteilen der drei wichtigsten Minen.	196
Abbildung 56:	Aktuelle Zusammensetzung (2012) des ruandischen Zinnbergbausektors.	198
Abbildung 57:	Gewinnung untertage in der Rutongo Zinnmine.	199
Abbildung 58:	Aufkonzentration angelieferter Cassiteritkonzentrate in der Gisenyi Zinnschmelze.	200
Abbildung 59:	Abfüllung von Cassiteritkonzentraten in Fässer für den Export.	202
Abbildung 60:	Blick auf die Bergwerksanlagen bei Pravourmiskoe.	205
Abbildung 61:	Luftbild der Bleischmelze Bergsöe in Südschweden.	216

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zinngehalte von derzeit oder früher in Abbau stehenden Seifen in SE-Asien.	29
Tabelle 2:	Größenbewertung von Zinnlagerstätten nach verschiedenen Quellen.	33
Tabelle 3:	Liste der Lagerstätten mit den weltweit größten (verbliebenen) Zinninhalten.	34
Tabelle 4:	Weltbergbauproduktion von Zinn (in t Sn-Inhalt).	42
Tabelle 5:	Weltraffinadeproduktion von Zinn (in t Sn-Inhalt).	44
Tabelle 6:	Weltweite Sekundärzinnproduktion (in t) soweit bekannt bzw. berechenbar.	53
Tabelle 7:	Deutsche Importe von Zinnerzen & -konzentraten, Raffinadezinn, Zinnlegierungen, Zinnhalbzeug und -waren, Zinnoxiden, Zinnabfällen und -schrott sowie zinnhaltigen Aschen und Rückständen (in t) zwischen 2006 und 2012.	57
Tabelle 8:	Deutsche Exporte von Zinnerzen & -konzentraten, Raffinadezinn, Zinnlegierungen, Zinnhalbzeug und -waren, Zinnabfällen und -schrott sowie zinnhaltigen Aschen und Rückständen (in t) zwischen 2006 und 2012.	58
Tabelle 9:	Lagerstättenparameter des Abu Dabbab Alluvial Tin Projekts.	75
Tabelle 10:	Produktion von Zinninhalt in Konzentrat (in t) bzw. Cassiteritkonzentrat (in t) in Australien.	82
Tabelle 11:	Produktion und Verkauf von Raffinadezinn (in t) in Australien.	82
Tabelle 12:	Produktion von Raffinadezinn (in t) aus Sekundärprodukten durch die Metallo Chimique N. V. in Belgien.	91
Tabelle 13:	Produktion von Zinn-Konzentrat (in t Sn-Inhalt) in Bolivien.	95
Tabelle 14:	Produktion von Raffinadezinn (in t) in Bolivien.	96
Tabelle 15:	Offizielle Produktion von Cassiteritkonzentrat (in t Sn-Inhalt) in Brasilien.	100
Tabelle 16:	Kapazität und Produktion von Raffinadezinn (in t) in Brasilien.	101
Tabelle 17:	Produktion von Cassiteritkonzentrat (@ 62 % Sn-Inhalt) (in t) in Burundi.	103
Tabelle 18:	Wirtschaftlich gewinnbare Reserven („Reserve Base“) und Ressourcen (inkl. Reserven, „Identified Resources“) von Zinn (in t Sn-Inhalt) in China.	105
Tabelle 19:	Produktion von Raffinadezinn (in t) in China.	108
Tabelle 20:	Liste der sehr großen, großen und mittelgroßen Zinnlagerstätten bzw. -distrikte in China mit ihren Kernparametern.	109
Tabelle 21:	Produktion von Zinnsteinkonzentrat (in t) in China.	119
Tabelle 22:	Zinnvorkommen in Sachsen, nach ROHSA-Projekt Sachsen.	122
Tabelle 23:	Produktion von Zinn-Konzentrat (@ 40 % Sn) (in t) in Indien.	127
Tabelle 24:	Produktion von Raffinadezinn (in t) in Indien.	127
Tabelle 25:	Produktion von Cassiteritkonzentrat (Sn-Inhalt in t) in Indonesien durch PT Timah, PT Koba Tin sowie durch Kleinbetriebe und vor allem artisanale Bergleute inkl. Kalimantan.	135
Tabelle 26:	Weltweiter Import von Cassiteritkonzentrat (in t) aus Indonesien.	136
Tabelle 27:	Liste der indonesischen Zinnschmelzen, Stand Oktober 2013.	138

Tabelle 28:	Export von Cassiteritkonzentrat, Rohzinn bzw. Zinnbarren i.w.S. (in t) durch Indonesien.	139
Tabelle 29	Produktion von Raffinadezinn (in t) in Indonesien mit den Produktionsanteilen von PT Timah, PT Koba Tin sowie durch private Schmelzen.	139
Tabelle 30	Produktion von Zinn (in t Sn-Inhalt) in Japan.	141
Tabelle 31	Export von Cassiteritkonzentrat aus Kolumbien.	149
Tabelle 32	Ressourcenabschätzung für die Manono-Lagerstätte.	154
Tabelle 33	Produktion bzw. Export von Cassiteritkonzentrat (in t) aus der DR Kongo.	158
Tabelle 34	Produktion von Cassiteritkonzentrat (Zinninhalt in t) in Laos durch die vier von der Zentralregierung lizenzierten und an diese ihre Produktion meldenden Abbaufirmen.	160
Tabelle 35	Produktion von Cassiteritkonzentrat (Zinninhalt in t) durch die Rahman Hydraulic Tin Sdn Bhd und andere Firmen in Malaysia.	163
Tabelle 36	Produktion von Raffinadezinn (in t) durch die Malaysia Smelting Corporation Bhd (MSC).	164
Tabelle 37	Import von Zinnerzen und -konzentraten (in t) nach Malaysia aus den wichtigsten Zinnbergbauländern bzw. Transitländern.	164
Tabelle 38	Export von Cassiteritkonzentrat (@ 50 % Sn-Inhalt) (in t) aus der Mongolei.	170
Tabelle 39	Produktion von Cassiteritkonzentrat (in t) in der Mongolei.	170
Tabelle 40	Offizielle Produktion von Cassiterit-, Cassiterit-Wolframit- und Cassiterit-Wolframit-Scheelit-Mischkonzentrat.	180
Tabelle 41	Importe von Cassiteritkonzentrat (in t) durch Malaysia, Thailand und China (= inoffizielle Produktion) aus Myanmar.	180
Tabelle 42	Importe von Rohzinn (in t) aus Myanmar.	180
Tabelle 43	Produktion von Cassiteritkonzentrat (@ 62 % Sn-Inhalt) (in t) in Nigeria.	183
Tabelle 44	Importe von Zinnerzen und -konzentraten (in t) aus Nigeria durch China, Malaysia und Thailand.	184
Tabelle 45	Produktion von Cassiteritkonzentrat (in t Sn-Inhalt) in Niger.	185
Tabelle 46	Produktion von Cassiteritkonzentrat (in t Sn-Inhalt) in Peru.	188
Tabelle 47	Produktion von Raffinadezinn (in t Sn-Inhalt) in Peru.	188
Tabelle 48	Produktion von Raffinadezinn (in t) durch Fenix Metals sp. z o.o. in Polen.	189
Tabelle 49	Produktion von Cassiteritkonzentrat (in t) in Portugal.	191
Tabelle 50	Zinnverhüttung in Ruanda.	200
Tabelle 51	Vergleich ruandischer Cassiteritkonzentrat-Export- und -Produktionsstatistiken (in t)	203
Tabelle 52:	Produktion von Zinnsteinkonzentrat bzw. Zinninhalt (in t) in der Russischen Föderation.	206
Tabelle 53	Entwicklungsplan (geplante Produktion in t) der Lagerstätte Pravourmiskoe.	207
Tabelle 54	Produktion von Raffinadezinn (in t) durch das Integrierte Hüttenkombinat Novosibirsk.	209
Tabelle 55	Export von Cassiteritkonzentrat (unbekannten Sn-Inhalts) (in t) aus Sambia.	213

Tabelle 56	Produktion von Zinnlegierungen (in t) am Standort Bergsöe durch die Boliden AB in Schweden.	215
Tabelle 57	Produktion von Raffinadezinn (in t) in Singapur.	219
Tabelle 58	Import von Cassiteritkonzentrat (in t) nach Singapur.	219
Tabelle 59	Import von Rohzinn (in t) aus Vietnam, Indien, Brasilien und einem ungenannten asiatischen Land (Myanmar?) durch Singapur.	220
Tabelle 60	Mutmaßliche Produktion von Raffinadezinn (in t Sn-Inhalt) durch die STI Schmelze in Singapur nach 2008.	220
Tabelle 61	Produktion von Cassiteritkonzentrat (in t) und dessen Sn-Inhalt (in t) in Spanien.	222
Tabelle 62	Export von Zinnsteinkonzentraten (in t) aus Südafrika und Import von Zinnsteinkonzentraten (in t) aus der Republik Südafrika nach Malaysia und Singapur.	225
Tabelle 63	Verteilung von Wertmineralen (M.-%) im Rohsand in Zinnseifen Thailands.	229
Tabelle 64	Produktion von Zinnsteinkonzentrat nach Provinzen in Thailand (in t).	230
Tabelle 65	Produktion von Raffinadezinn (in t) durch die Thailand Smelting and Refining Co., Ltd. (Thaisarco) bzw. Produktion von Raffinadezinn in Thailand.	230
Tabelle 66	Import von Zinnerzen und -konzentraten (in t) nach Thailand aus den wichtigsten Zinnbergbauländern bzw. -transitländern.	231
Tabelle 67	Produktion von Pb-Sn- sowie Pb-Sn-Sb-Legierungen (in t Sn-Inhalt) in Tschechien.	235
Tabelle 68	Produktion von Cassiteritkonzentrat (@ 75 % Sn-Inhalt) (in t) in Uganda.	239
Tabelle 69	Geschätzte Produktion von Zinn und Zinnlegierungen (in metrischen t Sn-Inhalt) aus Sekundärprodukten (Alt- und Neuschrott) in den USA.	241
Tabelle 70	Historische und erwartete Entwicklung der Produktion, der Nachfrage, des Inlandverbrauchs, des Imports und des Exports von Zinn (in t) in Vietnam.	243
Tabelle 71	Produktion von Cassiteritkonzentrat (@ 70 % Sn) (in t) durch die Tuyen Quang Non-Ferrous Metal Joint Stock Company.	245
Tabelle 72	Produktion von Raffinadezinn (in t) in Vietnam.	246

Zusammenfassung

Zinn ist ein silberweißes Metall, das in der Natur hauptsächlich in Form von Zinndioxid, dem Mineral Cassiterit, vorkommt. Cassiterit kann in abbauwürdigen Konzentrationen sowohl in Festgesteinslagerstätten, als auch in Sedimenten, sog. Seifen, angereichert sein. Im Jahr 2012 stammten rund 56 % des weltweit abgebauten Cassiterits aus Festgesteinslagerstätten und rund 44 % aus Seifen. Circa 86 % des Seifenzinns werden in Indonesien gewonnen.

Nach Berechnungen des International Tin Research Institute – ITRI – wird Zinn weltweit zu 52 % zur Herstellung von Lötzinn, zu 16 % zur Herstellung von Weißblech, zu 15 % in Chemikalien, zu 6 % zur Herstellung von Lagermetall und Bronze, zu 2 % in der Floatglasproduktion und zu 9 % in sonstigen Bereichen verwendet. Im Jahr 2012 lag die weltweite Nachfrage nach Zinn bei ca. 337.200 t Raffinadezinn.

In Deutschland werden jährlich rund 21.000 t Raffinadezinn benötigt. Damit steht Deutschland hinter China, Japan und den USA, aber noch vor der Republik Korea, an weltweit vierter Stelle der Zinnnachfrage. Auch werden in Deutschland jährlich Zinnabfälle und -schrotte sowie zinnhaltige Aschen und Rückstände mit einem Metallinhalt von rund 6.000 t Zinn recycelt und stehen damit zusätzlich der deutschen Industrie zur Verfügung. Rund 29 % des in Deutschland eingesetzten Zinns findet in der Herstellung von Lötzinn, je rund 26 % in der Produktion von Chemikalien bzw. von Lagermetall, Bronze und in der Verzinnung, rund 15 % in der Herstellung von Weißblech und rund 4 % in sonstigen Anwendungen Verwendung.

Zinnminerale werden gegenwärtig in 25 Ländern abgebaut, wobei die Bergbauproduktion von Indonesien, gefolgt von China und mit weitem Abstand von Peru und Bolivien dominiert wird. Diese vier Länder produzierten im Jahr 2012 rund 84 % des weltweiten Primärzinns in Höhe von rund 282.600 t Metallinhalt.

Zinn wird gegenwärtig, soweit bekannt, in 18 Ländern erschmolzen, wobei in drei Ländern (Polen, Belgien und vermutlich Indien) nur bzw. fast ausschließlich zinnhaltige Schrotte und Abfälle recycelt werden. Im Jahr 2012 wurden weltweit

Schrotte und Abfälle mit vermutlich rund 63.300 t Zinninhalt recycelt.

Die weltweite Produktion von Raffinadezinn wird von China, mit weitem Abstand gefolgt von Indonesien, Malaysia, Peru und Thailand dominiert. Diese fünf Länder produzierten im Jahr 2012 rund 88 % des weltweiten Raffinadezinns (ca. 337.500 t).

Bis zum Jahr 2017 wird die Zinnproduktion in Peru wegen Erschöpfung der Erzvorräte der einzigen Zinnmine auf ca. 50 % der heutigen Produktion sinken und auf diesem Niveau vorerst stabil bleiben.

Bedeutender sind die weltweiten Auswirkungen der vermutlich ab dem Jahr 2018 deutlich zurückgehenden Zinnproduktion in Indonesien, die durch eine seit Jahren nicht nachhaltige Produktion bei gleichzeitig stark zurückgehenden Vorräten aus heutiger Sicht unvermeidbar erscheint.

Im Zeitraum bis zum Jahr 2020 werden andererseits weltweit nur wenig neue Zinnprojekte in Produktion gehen, die auch in ihrer Gesamtheit nur wenig Einfluss auf die Weltzinnproduktion haben werden.

Auf Basis der gegenwärtig zur Verfügung stehenden Berechnungsgrundlagen ergibt sich dadurch – vermutlich ab 2018 – ein starkes, mit jedem weiteren Jahr zunehmendes Defizit auf dem Weltzinnmarkt. Dieses Defizit kann wahrscheinlich nicht durch Verkauf von Zinn aus Lagerbeständen, zunehmendes Recycling oder kurzfristige Inbetriebnahme von neuen Zinnminen, sondern nur durch Substitution derzeit noch nicht näher bestimmbarer Ausmaßes ausgeglichen werden. Noch nicht einschätzbar ist diesbezüglich das Zinnpotenzial Myanmars.

Danksagung

Die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) dankt allen deutschen Zinn verarbeitenden Unternehmen, die in telefonischen Erhebungen für diese Studie Informationen über ihre Zinnverbräuche, Einkaufsquellen und Mindestanforderungen an Zinn zur Verfügung gestellt haben. Mehrere ausländische Zinnproduzenten und Projektentwickler gewährten in Diskussionen ebenfalls Einblicke in ihre gegenwärtigen und zukünftigen Unternehmensstrategien.

Das International Tin Research Institute (ITRI), vertreten durch Mr. Peter Kettle, stand für Rückfragen und Diskussionen jederzeit kompetent zur Verfügung und ermöglichte freundlicherweise den Zugriff auf schwer zugängliche Produktions- und Verbrauchszahlen.

Besonderer Dank für die Ermöglichung der Teilnahme an Werks-, Schmelzen- oder Bergwerksbesichtigungen geht zudem an:

- Bluestone Mines Tasmania Joint Venture Pty Ltd., Australien
- Consolidated Tin Mines Ltd., Australien
- MGT Resources Ltd., Australien
- Ganzhou Non-ferrous Metals Smelting Co., Ltd., China
- Guangxi Gaofeng Mining Company, Ltd., China
- Nandan Huiyuan Tin Processing Company, China
- Tongkeng Mining, China
- Yunnan Tin Company Group, Ltd., China
- ThyssenKrupp Rasselstein GmbH, Deutschland
- PT Timah (Persero) Tbk, Indonesien



Abbildung 1: Elektrolytische Veredelung von Rohzinn in der Zinnschmelze von PT Timah in Mentok, Bangka Island, Indonesien. Foto: BGR.

1 Einführung

Im Oktober 2010 wurde innerhalb der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), einer Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) gegründet. Zu den Aufgaben der DERA zählt die Analyse und Bewertung der internationalen Rohstoffmärkte sowie die Beratung deutscher Firmen zu möglichen Preis- und Lieferrisiken bei der Versorgung mit mineralischen Rohstoffen.

Im Rahmen dieser Aufgaben hat die DERA deutsche Unternehmen bereits durch die Ausrichtung von Industrieworkshops bzw. Herausgabe von Studien zu Seltenen Erden (Februar 2011), Zirkon (Dezember 2012), Kupfer (April 2013), Antimon (Juni 2013) und Wolfram (Oktober 2013) beraten.

Während Informationen zu den Rohstoffen Seltene Erden, Antimon und Wolfram zuvor nur sehr lückenhaft vorlagen, ist dies bei Zinn nicht der Fall.

Das International Tin Research Institute (ITRI) mit Sitz in St. Albans, Großbritannien, und Niederlassung in Peking, China, ist ein Verband der Zinn produzierenden und verarbeitenden Industrie. Im Rahmen seiner Tätigkeit erfasst das ITRI unter anderem Daten zur Produktion, dem Verbrauch, dem Recycling und den Lagervorräten von Zinn, von Zinnbergbau- und Zinnverarbeitungsprojekten weltweit und publiziert Vorhersagen zum zukünftigen Verhalten des Zinnmarktes. Die recherchierten Daten werden in Form von kostenfreien Broschüren sowie kostenpflichtigen zweimonatlichen Newslettern, Studien und in jährlichen Fachtagungen den Mitgliedern und der Zinnindustrie vorgestellt.

Bezüglich des Verbrauchs von Zinn gibt es weltweit keine verlässlicheren Daten als vom ITRI. Auf sie wird in dieser Studie vollständig zurückgegriffen.

Zur Produktion von Zinnmineralien bzw. -konzentraten und Raffinadezinn erfasst das ITRI über seine Mitglieder anderweitig nicht frei verfügbare Daten, die auch für diese Studie unverzichtbar waren. Generell wurde jedoch versucht – größtenteils erfolgreich – eigene Angebotsdaten zu recherchieren. Diese weichen von den Vergleichszahlen des ITRI zum Teil, von den

veröffentlichten Produktionszahlen der Geologischen Dienste von Großbritannien (BGS) und der USA (USGS) jedoch stärker ab.

Zu den zukünftigen Zinnprojekten liegen dem ITRI dagegen generell nur unzureichende und häufig veraltete Daten vor, die zudem, da es sich häufig um Projekte von Mitgliedsunternehmen handelt, nicht ausreichend kritisch bewertet werden.

Nur durch eine Bilanzierung von möglichst präzisen Angebots- und Nachfragedaten, unter Berücksichtigung von realistischen Projekteintrittswahrscheinlichkeiten, lassen sich belastbare Aussagen zur zukünftigen Angebots-/Nachfragesituation auf dem Zinnmarkt ableiten. Diese Vorhersagen in Form von Szenarien kann die deutsche Zinn verarbeitende Industrie nutzen, um sich rechtzeitig gegen mögliche Preis- und Lieferrisiken abzusichern.

2 Zinn und Zinnminerale

2.1 Zinn

Zinn ist ein chemisches Element mit dem Elementsymbol Sn und der Ordnungszahl 50. Im Periodensystem steht es in der 4. Hauptgruppe (Kohlenstoffgruppe) sowie in der 5. Periode zwischen Indium und Antimon. In primären Zinnlagerstätten kommt Zinn oft mit Arsen, Wolfram, Bismut, Silber, Zink, Kupfer und Lithium vergesellschaftet vor.

Eine Legierung von Kupfer und Zinn heißt Bronze. Bronze wurde erstmals mit Zinn aus dem Hochkaukasus (s. Anhang: Tadschikistan), später mit Zinn aus dem südtürkischen Taurusgebirge und aus Yunnan/China und noch später aus dem südostasiatischen Zinnsteingürtel, d. h. aus Myanmar, Thailand, Malaysia und Indonesien, hergestellt.

Zinn kann drei Modifikationen mit verschiedener Kristallstruktur und Dichte annehmen:

- α -Zinn (kubisches Diamantgitter, Dichte: $5,77 \text{ g/cm}^3$) ist unterhalb von $13,2 \text{ }^\circ\text{C}$ stabil
- β -Zinn (tetragonal verzerrt oktaedrisch, Dichte: $7,29 \text{ g/cm}^3$) ist bis $162 \text{ }^\circ\text{C}$ stabil
- γ -Zinn (rhombisches Gitter, Dichte: $6,54 \text{ g/cm}^3$) ist oberhalb von $162 \text{ }^\circ\text{C}$ oder unter hohem Druck stabil.

Die Rekristallisation von β -Zinn zu α -Zinn bei niedrigen Temperaturen äußert sich als die so genannte Zinnpest, die Gegenstände aus Zinn zerstört.

Beim Verbiegen des relativ weichen Zinns, beispielsweise von Zinnstangen, tritt ein charakteristisches Geräusch, das Zinn(ge)schrei auf. Es entsteht durch 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 Zinn(ge)schrei.

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

Zinn ist ein silberweiß glänzendes Metall. Es lässt sich mit dem Fingernagel ritzen (Mohshärte 1,5). Zinn hat einen für Metalle sehr niedrigen Schmelzpunkt ($231,9 \text{ }^\circ\text{C}$); Siedepunkt: $2.602 \text{ }^\circ\text{C}$. Sein Gehalt in der Erdkruste (Clarke-Wert) liegt bei ca. 2 ppm.

2.2 Zinnminerale

Das mit Abstand wirtschaftlich wichtigste Zinnmineral ist Cassiterit, gefolgt mit weitem Abstand von Stannit. Daneben sind noch rund 30 weitere Zinnminerale (fast ausschließlich Sulfide und intermetallische Verbindungen) bekannt, die jedoch alle sehr selten sind und außer im bolivianischen Zinnngürtel (s. Kapitel 2.3) keine wirtschaftliche Bedeutung besitzen.

Cassiterit, SnO_2 , Kassiterit, auch Zinnstein genannt, findet sich aufgrund seiner Beständigkeit gegenüber chemischen und physikalischen Einflüssen nicht nur in Primärlagerstätten sondern ist auch als Schwermineral in Seifen von großer wirtschaftlicher Bedeutung (ELSNER 2010).

Reiner Cassiterit besitzt folgende Eigenschaften:

Chemie	78,8 M.-% Sn, 21,2 M.-% O_2
Dichte	$7,02 \text{ g/cm}^3$
Mohshärte	6 – 7
Farbe	schwarz, braunschwarz, gelblichbraun, rötlichbraun
magnetische Eigenschaft	unmagnetisch
elektrostatische Eigenschaft	leitend

In Cassiterit kann Sn durch Fe bis zu einem Verhältnis 1:6 sowie durch Nb und Ta bis zu einem Verhältnis 1:30 ersetzt werden. Weitere häufige Spurenelemente sind Ti, Li, Sc, Zn, W und Mn sowie untergeordnet Zr, Hf, V, In und Ga. Sauerstoff kann bis 1 M.-% durch (OH)-Gruppen substituiert sein. Der SnO_2 -Gehalt in natürlichen Cassiteriten beträgt dementsprechend nicht 100 %, sondern liegt meist zwischen 93 und 99 % (TIANREN et al. 1984).

Rutil, Lepidolith, Columbit und Tantalit sind die häufigsten Begleitminerale des Cassiterits. Einschlüsse in Cassiterit bilden geneseabhängig Rutil, Wolframit, Chalkopyrit und Pyrit, unterge-

ordnet auch Ilmenit, Zirkon, Columbit, Sphalerit, Pyrrhotin, Magnetit und Hämatit.

Submikroskopische Einschlüsse von Wolframit bewirken die Dunkelfärbung des ansonsten transparenten Cassiterits. Einschlüsse von Columbit wiederum verursachen den starken Pleochroismus mancher pegmatitischer Cassiterite (BINDE 1986).

Stannit, $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$, auch Stannin, bergmännisch auch Zinnkies oder Zinn-Kupferglanz genannt, ist ein typisches Mineral zinnführender hydrothormaler Gänge, wo es meist untergeordnet neben Cassiterit auftritt. Als eigenständiges Erzmineral ist es außer in Südamerika relativ unbedeutend, wird jedoch bei der Produktion von Cassiterit mit gefördert.

2.3 Lagerstättengnese

Das Element Zinn ist überwiegend lithophil und wird in der Restkristallisation saurer Magmen angereichert. Viele Granite enthalten deswegen Zinn in Form des Minerals Cassiterit. Cassiterit ist vor allem in den so genannten Zinngraniten angereichert, die z. B. im Erzgebirge 15 – 50 ppm Sn enthalten. Cassiterit findet sich als „Bergzinn“ bzw. „Primärzinn“:

- Intramagmatisch: in Kuppeln von Granitintrusionen (Abu Dabbab/Ägypten), in Topas-Graniten (Tschechische Republik, sächsisches Erzgebirge), in Zinnporphyren (Yinyan/Provinz Guangdong, China) und in Rhyolithen (Sierra Madre Occidental/Mexiko). Je SiO_2 -reicher das Gestein, desto höher sein Sn-Gehalt.
- Durch pneumatolytische Umwandlung von Graniten und ihrer Nebengesteine zu „Greisen“. Bekannte Lagerstätten dieses



Abbildung 2: Im Kleinbergbau gewonnenes Cassiteritkonzentrat aus der DR Kongo. Foto: BGR.

- Typs sind Altenberg und Gottesberg in Sachsen, Hemerdon/Großbritannien, Prouvourmiskoe/Russische Föderation, Pitinga/Brasilien, Sleitat/Alaska oder Daying und Lianghe/Provinz Yunnan, China.
- Pegmatitisch: Sn-W-Pegmatite enthalten neben Cassiterit häufig die Minerale Columbit, Tantalit und Lepidolith. Beispiele von Lagerstätten dieses Typs sind Kamativi/Simbabwe, Manono-Kitotolo/DR Kongo und Greenbushes/Western Australia.
 - Hydrothermale Gänge sind in zahlreichen Cassiteritvorkommen bauwürdig. Zu nennen sind hier vor allem die Zinnerzgänge Cornwalls, Achmmach in Marokko, Trudovoe in Kirgisistan, Panasqueira in Portugal sowie Perevalnoe, Festivalnoe oder Deputatskoe im Fernen Osten der Russischen Föderation. Im bolivianischen Zinngebiet (San Rafael, Pirquitas, Huanuni, Colquiri etc.) treten in den Gängen auch die sulfidischen Zinnminerale Cylinderit ($\text{Pb}_3\text{Sn}_4\text{FeSb}_2\text{S}_{14}$), Franckit ($\text{Pb}_5\text{Sn}_3\text{Sb}_2\text{S}_{14}$), Stannit ($\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$) und Teallit (PbSnS_2) auf, die dort bauwürdig sind. Weit untergeordnet sind auch Stockwerk-lagerstätten mit Zinnmineralisationen bekannt, so Taronga in NSW, Australien oder Limu, Provinz Guangxi/China.
 - Ebenfalls hydrothermal – als Skarn – entstanden eine Vielzahl von Zinnlagerstätten, wovon derzeit aufgrund der schwierigen Aufbereitung bzw. sich daraus ergebenden sehr niedrigen Ausbringungsrates nur einige in China in Abbau stehen. Beispiele für Skarnlagerstätten außerhalb Chinas sind Geyer, Tellerhäuser, Hämmerlein und Breitenbrunn in Sachsen, Mount Garnet in Queensland/Australien sowie Cleveland in Tasmanien. In Skarnlagerstätten ist Zinn häufig nicht nur in Form von Cassiterit, sondern auch in größeren Anteilen in den Kristallgittern von Andradit, Titanit/Malayait, Aktinolith, Ilvait, Epidot, Axinit und Rutil sowie sehr seltenen Zinnmineralen gebunden, was eine Bestimmung des ausbringbaren Zinngehaltes sehr erschwert.
 - Niedrigthermal als Karbonatverdrängungslagerstätte bildeten sich einige der bekanntesten Zinnlagerstätten der Welt: Tongken-Changpo und Bali-Longtoushan, beide Provinz Guangxi/China sowie Renison Bell in Tasmanien.
- In Brekziensystemen, die durch Zerrüttung entlang tektonischer Scherzonen oder explosives Eindringen heißer Gase/Fluide (Beispiel: Ardlethan in Australien) aufgrund von Überdruck entstanden sind.
- Da Cassiterit gegenüber allen Einflüssen der Verwitterung sehr beständig ist, ist es zudem ein typisches Seifenmineral. „Seifenzinn“ besaß über Jahrtausende wesentlich größere wirtschaftliche Bedeutung als „Bergzinn“ und wurde über weite Entfernungen gehandelt. Viele historisch bedeutende Zinnseifen, z. B. in Cornwall, in Sachsen oder in Australien, sind zwischenzeitlich (fast) vollständig abgebaut. Wichtige Seifenzinnvorkommen finden sich jedoch immer noch im gesamten südostasiatischen Zinnsteingürtel (Laos, Myanmar, Thailand, Malaysia, Indonesien), in Brasilien (Pitinga, Bom Futuro), in der Mongolei (Modot Valley), in Zentralafrika (DR Kongo, Ruanda, Burundi), in Indien (Bundesstaat Chhattisgarh), in Nigeria (Jos Plateau) sowie in der Russischen Föderation (Tirintjach).

3 Verwendung und Anforderungen

Die beiden hauptsächlichen Erzarten (Primärerze, Seifen) bedingen in der Regel auch verschiedene Abbau- und Aufbereitungsprozesse (GDB 2010).

Während bei den Primärerzen der Schwerkraft-Sortierung des Zinnsteins oft eine Sulfid-Flotation vorausgehen muss, werden Cassiterit-seifen mit einfachen Verfahren der Dichtesortierung (Setzrinnen, Setzmaschinen, Herde) mit anschließender Magnetscheidung konzentriert.

Die verunreinigten, niedrighaltigen Cassiteritkonzentrate aus Primärzinn-Minen müssen vor der Verhüttung noch gereinigt werden. Durch Oxidationsröstung lassen sich Schwefel und Arsen entfernen, bei nachfolgender Magnetscheidung lassen sich auch die Eisenminerale abtrennen. Lösliche Verunreinigungen lassen sich auch durch Säurelaugung abtrennen.

Der gebräuchliche Verhüttungsvorgang besteht aus einer thermischen Reduktion des Cassiterits mittels Kohlenstoff zu metallischem Zinn. Reine Erzkonzentrate oder das Röstgut der Vorreinigung werden reduzierend im Flammofen, mitunter auch im Drehrohrföfen oder im Elektroföfen auf Rohzinn (97 – 99 % Sn) geschmolzen. Für eine Raffination von Rohzinn aus sehr reinen Seifenerzkonzentrat en genügt eine Zweiphasenreduktion im Ausmelt-Ofen oder ein Umschreiben mit Polen, um Reinzinn mit 99,8 % Sn zu erzielen. Rohzinn aus Primärzinn muss dagegen einer thermischen Raffination in beheizten Schmelz-/Gusseisenkesseln unterzogen werden, damit handelsfähiges Reinzinn (min. 99,85 % Sn) entsteht. Hochreines Zinn mit mehr als 99,9 % Sn wird z. B. durch die Anwendung von elektrolytischer Raffination oder Krystallisatoren gewonnen, wobei die zinnreichen Nebenprodukte wiederum im Vakuumföfen oder elektrolytisch weiterverarbeitet werden können.

Ein wichtiges Verhüttungsverfahren im sog. Wassermantel- oder Volatilisationsofen für zinnarme Erzkonzentrate vermeidet z. T. das vorzuschaltende, übliche mehrstufige Röst-, Schmelz- und Verblaseverfahren und liefert neben zinnreichen Schlacken, v. a. hoch angereicherte Zinnstäube, die dann weiter reduziert und/oder raffiniert werden können.

Sekundärrohstoffe, wie zinnhaltige Flugstäube, Aschen, Rückstände und Schlacken, werden in Elektroföfen oder Rotationskonvertern (TBRC-Verfahren) eingeschmolzen und zu Rohzinn reduziert oder das Zinn wird durch Schwefelzusatz als Zinnsulfid verflüchtigt (Fumer) und in einem Flugstaub angereichert, der danach reduzierend zu Rohzinn verschmolzen wird.

Das Rohzinn wird entweder auf trockenem Wege ähnlich Werkblei raffiniert, in dem Cu, Fe durch Schwefelung und Seigern, As und Sb durch Aluminiumzusatz, Zn, Pb, Bi durch Vakuumdestillation abgetrennt werden oder es gelangt zur Raffinationselektrolyse.

3.1 Verwendung von Zinn

Die Verwendungszwecke von Zinn sind sehr vielfältig, wobei die fünf größten Einsatzgebiete Lötzinn, Weißblech, Chemikalien, Bronze sowie Floatglas rund 90 % des weltweiten Absatzmarktes abdecken.

Lötzinn

Als Lot bezeichnet man eine Metalllegierung, die je nach Einsatzzweck aus bestimmten Mischungsverhältnissen von Metallen besteht. Wichtige Lotmetalle sind dabei Zinn und Blei, weiterhin Silber, Zink, Kupfer, Antimon und Bismut. Sie dienen dazu, geeignete Metalle, wie Silber, Gold, Zink, Aluminium oder Eisen, und andere Legierungen, wie Kupfer, Bronze, Messing, Tombak oder Neusilber, zu verlöten, indem sie sich als Schmelze oberflächlich mit diesen verbinden bzw. legieren und nach Abkühlung erstarren. Diese Legierbarkeit des Lotes mit den metallischen Werkstücken, Materialien, (elektronischen) Bauelementen, Drähten, Schmuckstücken oder sonstigen Komponenten ist die Voraussetzung für eine dauerhafte und feste Lötverbindung. Der Schmelzpunkt des jeweiligen Lotes liegt dabei generell niedriger als der der zu verbindenden Werkstücke.

Lote werden definitionsgemäß über die Liquidustemperatur des Lotes in Hartlote und Weichlote unterschieden. Lote mit Erweichungstemperaturen unter 450 °C sind Weichlote mit geringer mechanischer Festigkeit, solche mit Erwei-

chungstemperaturen über 450 °C sind Hartlote mit hoher Festigkeit. Hartlote werden aus Silber, Kupfer und Zink, teils auch Cadmium, Aluminium, Silizium und Phosphor hergestellt.

Weichlote finden vor allem in der Elektrotechnik, Elektronik sowie Hausinstallation Verwendung. Die am häufigsten verwendeten Weichlote sind die Zinnlote, also Legierungen aus Zinn und Blei mit geringen Anteilen an Eisen, Antimon, Kupfer und Nickel. Der Schmelzpunkt der Zinnlote liegt unter 330 °C. Zinnlote finden je nach Sn-Anteil Verwendung zum:

- Verbinden von Kupferrohren, Bleikabeln und -muffen, Zinkdachrinnen (20 – 40 % Sn)
- Feinlöten von Blechen (50 % Sn)
- Verbinden und Verzinnen von elektrischen Leitungen, Drähten, Leiterplatten (60 – 63 % Sn = Sickerlot)
- Verlöten von Konservendosen (> 90 % Sn)

Wegen der guten technischen Beherrschbarkeit und des niedrigen Schmelzpunkts enthielten die meisten Weichlote früher toxisches Blei. Aufgrund der aktuellen Rechtslage, insbesondere in der EU, aber auch in China, gibt es weltweit starke Bemühungen, die bleihaltigen Weichlote durch bleifreie zu ersetzen. Die bisherige weltweite Ersatzquote wird vom ITRI auf 65 % geschätzt. Die bleifreien Lote haben jedoch meist einen geringeren Einsatzbereich und bringen z. T. technische Probleme wie Verspröden und Whiskerbildung mit sich. Aus diesem Grund ist die Umsetzung bei der Fertigung elektronischer Baugruppen für kritische Anwendungen, wie in der Medizin-, Feuerwehr- und Sicherheitstechnik, bei der Luft- und Raumfahrt, in der Bahntechnik sowie für militärische/polizeiliche Verwendungen, noch nicht weit fortgeschritten. Seit Juli 2006 darf ansonsten wegen Problemen beim vollständigen Recycling kein bleihaltiges Lötzinn mehr in elektronischen Geräten verwendet werden. Man setzt nun bleifreie Zinnlegierungen mit Kupfer und Nickel, aus Kostengründen ungern mit Silber, außerhalb Europas auch mit Bismut ein.

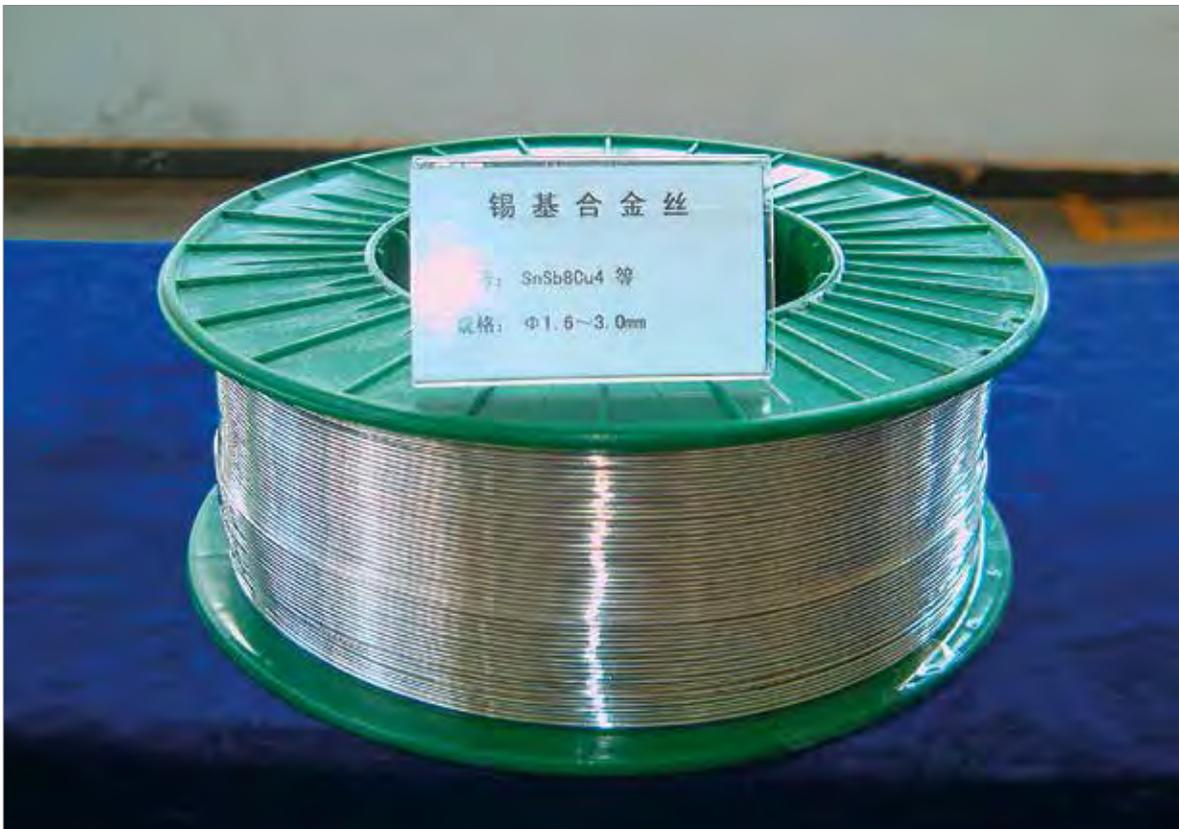


Abbildung 3: Lötzinn (SnSb_8Cu_4) aus der Produktion der Yunnan Tin Company Group, Ltd., China. Foto: BGR.

Das ITRI schätzt, dass derzeit zur Herstellung von Lötzinn ca. 52 % des weltweit erzeugten Raffinadezinns verbraucht wird. Allein aufgrund des verstärkten Einsatzes von bleifreiem und silberarmen Lotes wird sich eine zusätzliche Nachfrage nach ca. 20.000 t Sn-Metall bis 2020 ergeben, die allerdings größtenteils wohl schon in die derzeitige absolute Nachfrage nach Lötzinn eingeflossen ist.

Nachteilig auf den weltweiten Lötzinmarkt wirkt sich nach ITRI-Studien aus, dass

- die weltweite Elektronikindustrie zwar stark wächst, aber die Miniaturisierung noch schneller voranschreitet. Zudem werden Komponenten zunehmend gar nicht mehr auf Leiterplatten aufgelötet, sondern gleich als integrierte Verbindungen hergestellt – die Komponenten werden einfach in die Leiterplatten hineingedrückt. Auch gibt es zunehmend verklebte elektronische Bauteile oder nur aufgedruckte Schaltkreise. Hierdurch wird tendenziell immer weniger Lötzinn verbraucht. Nach ITRI wurden 2012 für die Herstellung eines Handys durchschnittlich 0,7 g, für ein iPad durchschnittlich 0,9 g, für ein Laptop 3,0 g, für einen kleinen Server 6,3 g und für einen großen Server 8,6 g Lötmaterial benötigt. Allein die fortgesetzten Miniaturisierungsanstrengungen der Elektronikindustrie werden nach ITRI die Nachfrage nach Lötzinn in einem Umfang von 40.000 t Sn-Metall bis 2020 reduzieren.
- im Hausinstallationsbereich Metallrohre zunehmend durch PVC-Rohre ersetzt werden, die nicht mehr gelötet werden müssen.
- besonders in China Autokühler nicht mehr aus Kupfer sondern aus Aluminium hergestellt werden, die geschweißt, aber nicht mehr gelötet werden.

Weißblech

Weißblech ist ein dünnes kaltgewalztes Stahlblech, dessen Oberfläche mit Zinn beschichtet ist. Zinn ist nach und als Folge der schnellen Bildung einer Oxidationsschicht sehr reaktionsträge und eignet sich daher hervorragend als Korrosionsschutz.

Eine Schicht von ca. 0,3 μm Sn, das entspricht etwa 2 g/m^2 , genügt, um den Stahl durch Versiegelung vor Korrosion zu schützen. Zink und Chrom sind elektrochemisch unedler als Stahl. Sie bieten deshalb, anders als Zinn, zusätzlich einen elektrochemischen Schutz vor Korrosion. Zink ist jedoch instabil gegenüber Säuren und sauren Lebensmitteln, Cr-Verbindungen sind giftig. Sn-Verbindungen sind zwar in geringem Maße ebenfalls giftig, wird aber die Zinnschutzschicht verletzt, so korrodiert zuerst der unedlere Stahl und es bilden sich unbedenkliche Fe-Salze. Daher ist Weißblech auch für die Aufbewahrung von wässrigen Lebensmitteln in Konservendosen geeignet. Bei Lufteinwirkung können jedoch Sn-Ionen freigesetzt werden. Daher sind Weißblechdosen innen oft zusätzlich lackiert oder folienbeschichtet. Diese Innenauflagen müssen ebenfalls völlig schadstofffrei sein.

Heute erfolgt das Verzinnen elektrolytisch. Bis zur Mitte des vergangenen Jahrhunderts war Feuerverzinnen üblich, bei dem das Zinn in geschmolzenem Zustand aufgetragen wurde. Derzeit sind Blechdicken von 0,100 bis 0,499 mm und einseitige Zinnauflagen von 1,00 – 11,20 g/m^2 üblich.

Nach Berechnungen des ITRI werden jährlich konstant rund 16 – 17 % des weltweit erzeugten Raffinadezinns in der Weißblechherstellung eingesetzt. Weißblech wiederum wird fast ausschließlich zur Herstellung von Verpackungen verwendet und zwar zu:

- ca. 44 % für Blechdosen für Lebensmittel und Tiernahrung,
- ca. 22 % für Verpackungen für chemisch-technische Produkte, z. B. Farben, und Sprühdosen für Aerosole
- ca. 18 % für Verschlüsse: Deckel und Kronkorken
- ca. 16 % für Getränkedosen.

Weitere Anwendungsbereiche von Weißblech sind Anschlüsse, Batteriekontakte, Batteriegehäuse und Abschirmgehäuse in der Elektrotechnik bzw. Elektronik, denn Weißblech ist mit säurefreien Flussmitteln lötbar.

Vorteilhaft für die weitere Entwicklung des Weißblechverpackungs- und damit des anteiligen Raffinadezinmarktes ist, dass in aufstrebenden

den Entwicklungsländern, wie Indien oder auch China, erst ein geringer Teil der Lebensmittel dauerhaft in Dosen verpackt wird. Hier besteht dementsprechend noch großes Potenzial. Auch chromoxidüberzogene Weißbleche könnten aufgrund der Toxizität von Chrom gegenüber verzinn-ten Weißblechen an Marktanteil verlieren.

In den USA oder Europa dagegen sinkt der Marktanteil für Verpackungsstahl generell, da zunehmend alternative Verpackungsmöglichkeiten (Tetrapack, Glas, PET, Klarsichtfolien) entwickelt und eingesetzt werden. Nach Schätzungen des ITRI wird hierdurch die Nachfrage nach Zinn bis 2020 in einem Umfang von 10.000 t Sn-Metall abnehmen. Auch die Entwicklung immer dünnerer Weißbleche mit immer dünneren Zinnaufträgen könnte bis 2020 die Nachfrage nach Sn-Metall um insgesamt 15.000 t reduzieren.

Chemikalien

Es gibt eine große und in ihrer Bedeutung wachsende Anzahl verschiedener Zinnchemikalien, die nach Berechnungen des ITRI für ca. 15 % des weltweiten Zinnbedarfs verantwortlich sind. Der weltgrößte Zinnproduzent, die chinesische Yunnan Tin Company Group, Ltd. (YTC), schätzt, dass sogar 23 % (entsprechend ca. 80.000 t Sn) der weltweiten Zinnnachfrage auf den Chemikaliensektor zurückzuführen ist. Nach YINGHUI (2013) ergibt sich folgende Untergliederung für industriell wichtige Zinnverbindungen:



Abbildung 4: Verzinnete Weißblechcoils bei der ThyssenKrupp Rasselstein GmbH, Andernach.
Foto: BGR.

1 Anorganische Zinnchemikalien (ca. 60 % des Bedarfs)

1.1 Oxide

- 1.1.1 Zinn(IV)-Oxid, SnO_2 ; mit In_2O_3 Halbleiterbestandteil (ITO) in der Photovoltaik; als transparente elektrisch leitfähige Schicht in Lichtleitfasern oder LC-Displays; in Gassensoren, wo es mit Widerstandsveränderung auf alle oxidierbaren Gase oder Dämpfe reagiert; Poliermehl für Stahl, Glas und Naturstein; weißes, durchsichtiges Trübungsmittel in Keramikglasuren, Milchglas und Email; zur Versiegelung von Rissen in Glas und als Katalysator bei chemischen Prozessen; Ersatz für Molybdänelektroden beim Schmelzen von Bleigläsern.
- 1.1.2 Zinn(II)-Oxid, SnO ; Reduktionsmittel in der Galvanik, der Glasherstellung, oder Zinnsalzherstellung
- 1.1.3 Metazinn(IV)-Säure, H_2SnO_3 ; Ausgangsprodukt zur Herstellung von Zinnsalzen und Keramikglasuren

1.2 Halogenide

- 1.2.1 Zinn(IV)-Chlorid, SnCl_4 ; zum Aufbringen einer dünnen Zinnoxidschicht auf Behälterglas; als Beize in der Zeugdruckerei; zur Darstellung von Teerfarben und Farblacken; als Stabilisator in Parfüms und Seifen; zum Verzinnen; Zwischenprodukt bei der Herstellung von organischen Zinnverbindungen
- 1.2.2 Zinn(II)-Chlorid, SnCl_2 ; elektrolytische Verzinnung in der Galvanik; Reduktion von Indigo in der Färberei; Beizmittel zum Färben mit Cochenille, zum Avivieren und Rosieren; Darstellung von Goldpurpur und Lackfarben; als Antichlor und zum Entfernen von Rostflecken aus Wäsche; zur Chromatreduzierung in der Zementherstellung; in der Lebensmitteltechnik als Antioxidationsmittel, Säuerungsmittel und Stabilisator zur Verhinderung der Verfärbung bei weißen Gemüsekonserven (z. B. Spargel)
- 1.2.3 Zinn(II)-Fluorid, SnF_2 ; Zusatzstoff zur Kariesprophylaxe in Zahnpasta

- 1.2.4 andere, z. B. Zinn(II)-Fluorborat, SnB_2F_8

1.3 Anorganische Salze

- 1.3.1 Zinn(IV)-Sulfat, SnSO_4 ; zur Chromatreduzierung bei der Zementherstellung; für die saure galvanische Verzinnung von Legierungen, Zinntellern, Zylindern, Kolben und Stahldraht; Verzinnung von elektronischen Teilen zur Steigerung der Helligkeit; Oxidationsmittel und zur Farbveränderung von Al-Legierungen; Färbemittel in der Textilindustrie; Entferner von H_2O_2 in der organischen Synthese
- 1.3.2 Natriumstannat, $\text{Na}_2\text{SnO}_3 \times 3\text{H}_2\text{O}$; Gelbildner; zur Herstellung von reinem Sn, anderen Stannaten und Sn-Verbindungen, Bestandteil von Elektrolyten zur Verzinnung; Beschichtungsmaterial von Papier; Imprägnationsmittel
- 1.3.3 Zinn(II)-Pyrophosphat, $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{O}_7$; als Emulgator von Fetten und Ölen und Wasserenthärter in Wasch- und Geschirrspülmitteln und Zahnpasta; in Backpulvern; Käsezubereitung; Stabilisierer von H_2O_2
- 1.3.4 Kaliumstannat, $\text{K}_2\text{SnO}_3 \times 3\text{H}_2\text{O}$; zur Beschichtung von Kathoden im Elektrobad; zur Erhöhung der Helligkeit und Haftung von Oberflächen; in der Galvanik in der Automobil- und Elektronikindustrie
- 1.3.5 Zinkstannat, $\text{ZnSnO}_3 \times 3\text{H}_2\text{O}$; Verwendung als Flammschutzmittel
- 1.3.6 andere, z. B. Zinncoat (Zinn(II)-2-ethylhexanoat), $\text{C}_{16}\text{H}_{30}\text{O}_4\text{Sn}$; als wichtiger Katalysator bei der Polyurethanherstellung

1.4 Sulfide

- 1.4.1 Zinn(II)-Sulfid, SnS ; Zusatz in der Pulvermetallurgie; als binärer Halbleiter in der Halbleitertechnik; Zusatzstoff bei der Bremsenherstellung
- 1.4.2 Zinn(IV)-Sulfid, SnS_2 ; als Farbpigment für Arzneimittel und Gips; zum Bronzieren (Goldimitat, Musivgold, Zinnbronze); Zusatzstoff bei der Bremsenherstellung

2 Organische Zinnchemikalien (ca. 40 % des Bedarfs)

2.1 Zinnalkyle

- 2.1.1 Tetramethylzinn, $\text{Sn}(\text{CH}_3)_4$; zur Herstellung von hochwertigem Zinn oder Zinnoxidfilmen für Solarzellen oder Gassensoren; als Cokatalysator bei der Polymerisation von Cycloolefinen (Metathese)
- 2.1.2 Butylzinn; $\text{C}_4\text{H}_9\text{Sn}$; als thermischer Stabilisator in PVC (z. B. PVC-Bodenbelägen) und anderen Kunststoffen
- 2.1.3 Tributylzinnoxid (TBTO), $\text{C}_{24}\text{H}_{54}\text{OSn}_2$; Fungizid, Antifoulingfarbe für Schiffe und Kühltürme; Holzschutzmittel
- 2.1.4 Dialkylzinchlorid; Reduktion des Reibungswiderstandes im Automobilreifen
- 2.1.5 Dialkylzinnoxid; Katalysator bei der Herstellung von plastisch verformbaren Polyurethanschaumstoffen
- 2.1.6 andere, z. B. Tetraalkylzinn

2.2 Zinnaryle

- 2.2.1 Triphenylzinn (TPT); zusätzliche Antifoulingfarbe, Fungizid in der Landwirtschaft
- 2.2.2 Azocyclotin, $\text{C}_{20}\text{H}_{35}\text{N}_3\text{Sn}$, u. a.

Fast alle zinnorganischen Verbindungen sind umweltschädlich und auch für den Menschen toxisch bis hoch toxisch. Tetrazinnverbindungen bauen sich im Körper zu den besonders toxischen Trizinnverbindungen ab. Di- und Monozinnverbindungen reduzieren sich in der Leber teilweise bis zu anorganischem Zinn. Alle zinnorganischen Verbindungen schädigen reversibel das zentrale Nervensystem, was zu Krämpfen, Narkose und Atemlähmung führen kann. Kurzkettige Organozinnverbindungen können zudem massive Haut- und Schleimhautschäden bis zum Absterben des Gewebes (Nekrosen) hervorrufen. Der Einsatz fast aller organischen Zinnverbindungen ist daher in der EU und den USA seit vielen Jahren verboten bzw. obliegt in chemischen Anlagen der strikten Überwachung.

Nach Schätzungen der Yunann Tin Company Group, Ltd. (YTC) wird der Markt für anorganische Zinnchemikalien in den nächsten Jahren nur wenig wachsen (YINGHUI 2013). Ausnahmen sind die – im Wesentlichen asiatischen – Märkte von:

- Zinnsulfat zur Chromatreduzierung bei der Zementherstellung, da diese Methode bisher nur in Europa eingesetzt wird. Das ITRI vermutet jedoch, dass sich hierfür mittelfristig eher das deutlich günstigere Eisensulfat durchsetzen wird.
- Zinnmethansulfonaten, die als umweltfreundliches und hocheffizientes Galvanisierungsmittel gelten.
- Flammschutzmitteln auf Sn-Basis (Zinkstannat (ZS), Zinkhydroxystannat (ZHS), u. a.) als Substitut für das teurere und karzinogene Antimontrioxid (ATO), besonders in Entwicklungsländern. Diese Flammschutzmittel weisen hohe Wachstumsraten auf und sollen nach YTC bis 2016/18 in einer Produktionshöhe von 10.000 t, nach ITRI bis zum Jahr 2020 um 5.000 t Sn-Inhalt anwachsen.
- Zinn(II)-Oxid, dessen jährlicher Bedarf zur Politur von LCD-Gläsern in Kürze 5.000 t betragen könnte.

Das ITRI sieht mögliche weitere Wachstumsmärkte – vor allem in den Industrieländern – für

- Zinnkatalysatoren durch die zunehmende Produktion von Polyurethanschäumen zur thermischen Gebäudeisolierung (+5.000 t Sn bis 2020)
- Zinn(IV)-Oxid als extrem dünner Glasüberzug auf Windschutzscheiben, elektroluminiszenten Displays und speziell weniger energiedurchlässigen Fensterscheiben („e-Glas“) (+5.000 t Sn bis 2020)
- Zinnsulfide als Substitut für Antimontrisulfid als leistungsfähiger Bremsenzusatzstoff (+3.000 t Sn bis 2016)
- Sn(II)-Fluorid in der Behandlung von Tierkrankheiten und für die Zahnpflege (+1.200 t Sn bis 2016)

Auch Einzelmärkte der organischen Zinnchemikalien wachsen, da diese noch toxischere Pb-, Cd- und Sb-Chemikalien ersetzen und weiterhin als thermischer Stabilisator besonders in der

PVC-Herstellung unverzichtbar sind. In PVC-Produkten zeichnen sie sich zudem durch ihre erweiterungsresistenz, Farbbeständigkeit, Transparenz und geringe Schwermetallbelastung aus. Dennoch wird erwartet, dass aufgrund der Toxizität, besonders von Butylzinn, weniger von Methylzinn oder Octylzinn, der Einsatz von Organozinnstabilisatoren in PVC-Produkten in den kommenden Jahren deutlich zurückgehen wird (–7.500 t Sn bis 2016). Auch der bereits drastisch reduzierte Einsatz von Zinn in Bioziden wird noch weiter zurückgehen.

Bronze und Rotguss

Legiert man reines Kupfer mit Zinn, verringert sich die Schmelztemperatur dieser Legierung, genannt Bronze, von 1.083 °C auf unter 1.000 °C (bei Zusatz von 8 – 10 % Sn). Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die Anwendung des technischen Verfahrens im großen Stil. Zudem wird dadurch die Gussdichte erhöht. Zinnbronzen haben im Vergleich zu Arsen-Kupfer-Legierungen zusätzlich eine verbesserte Härte, die bei einer idealen Bronze nahe an Stahl heranreicht (Brinellhärte 40 – 50 kp/mm² auf 230 kp/mm² (bei 10 % Sn) im Vergleich zu Stahl mit 0,55 % C auf 246 kp/mm². Die Bronzelegierungen des 4. Jahrtausends v. H. haben insgesamt zu einer Werkstoffverbesserung geführt, die im Fall der goldglänzenden Zinnbronze auch die Farbwirkung des Metalls einschloss. Insofern wurde Bronze vor rund 3.800 Jahren zum Grundwerkstoff der bronzezeitlichen Kulturen und blieb es in Zentraleuropa mindestens bis zur Einführung des Eisens ein Jahrtausend später.

Wie in historischer Zeit werden aus Bronze zwar keine Kanonen mehr, aber immer noch Glocken, Medaillen und Denkmäler hergestellt. Viele weitere moderne Anwendungsgebiete sind hinzukommen. So werden heute Cu-Sn-Gusslegierungen (Zinn-Bronzen), Cu-Sn-Pb-Gusslegierungen (Zinn-Blei-Bronzen) und Cu-Sn-Zn-Pb-Gusslegierungen (Rotguss) zur Herstellung von Gleitlagern, Armaturen, Schneckenrädern, Pumpengehäusen u. a. m. verwendet. Das ITRI schätzt, dass heutzutage immer noch 5 bis 6 % der weltweiten Zinnproduktion zur Herstellung von Bronzen bzw. Gusslegierungen eingesetzt wird.

Floatglas

Floatglas ist Flachglas, welches im Floatprozess, oder auch Floatglasverfahren, hergestellt wird. Das Verfahren wird seit 1966 industriell angewandt, hat seither die meisten anderen Methoden zur Flachglasherstellung weitgehend verdrängt und liefert inzwischen etwa 95 % des gesamten Flachglases aller Anwendungsbereiche wie Fensterglas, Autoscheiben und Spiegel.

Die Floatglasherstellung ist ein endlos-kontinuierlicher Prozess in rund um die Uhr produzierenden Anlagen. Die reine geläuterte, bei 1.100 °C teigig-flüssige Glasschmelze wird fortlaufend von einer Seite auf ein längliches Bad aus flüssigem Zinn geleitet, auf welchem das etwa $\frac{2}{3}$ leichtere Glas schwimmt und sich wie ein Film gleichmäßig ausbreitet. Durch die Oberflächenspannung des Zinns und des flüssigen Glases bilden sich sehr glatte Oberflächen.

Zinn hat mit 232 °C einen niedrigen Schmelzpunkt, so dass es bis zum völligen Erstarren des Glases noch flüssig bleibt; außerdem hat es bei den verwendeten 1.100 °C noch keinen hohen Dampfdruck, der zu Unebenheiten an der Glasunterseite führen könnte, und verhält sich gegenüber dem Glas fast inert. Auf der Zinnschmelze wird die Glasseite gering mit Zinn dotiert.

Das auf dem kühleren Ende des Bades erstarrte, noch ca. 600 °C warme Glas wird fortlaufend herausgezogen und durchläuft einen Kühllofen, in welchem es spannungsfrei heruntergekühlt wird. Nach einer optischen Qualitätskontrolle wird das Glas abschließend geschnitten. Das Floatglasverfahren ermöglicht Glasstärken von ca. 0,4 mm bis 24 mm.

Nach Berechnungen des ITRI werden jährlich fast konstant rund 2 % des weltweit raffinierten Zinns für die Floatglasherstellung verwendet. Für jede neue Beschickung der Anlage werden rund 200 t Zinn benötigt.

Sonstiges

Weitere altbewährte, teils sich aber auch erst entwickelnde Einsatzmöglichkeiten von Zinn sind:

- Guss von Zinnfiguren, -tellern, -schalen, -bechern und anderen Gerätschaften aus Zinn-guss (60 – 70 % Sn, 30 – 40 % Pb + zum Teil Sb und Bi)
- Herstellung von Orgelpfeifen aus reinem Sn oder Sn-Pb-Legierungen
- Nordisches Gold (Messinglegierung aus 89 % Cu, 5 % Al, 5 % Zn und 1 % Sn) als Münzmaterial für goldfarbige Euromünzen
- Lagermetall aus Pb-Sb-Sn-As-Cu-Legierungen zum Ausgießen von Lagerschalen
- Verzinnung von Kupferbändern, aber auch Töpfen, Pfannen und technischen Geräten
- Stanniollametta (ursprünglich nur aus Sn, heute auch aus Al oder metallisiertem Kunststoff) als Christbaumschmuck
- Zinnfolien für medizinische Anwendungen, für die Verpackungsindustrie oder die Elektronik
- Zinnpulver für Bremsbeläge und als Additiv in der chemischen Industrie
- zur Herstellung von Bronzepulvern für Filter, Füller und Bremsbeläge
- zusammen mit Ca zur Verstärkung der Pb-Elektroden in Batterien
- Herstellung von farbneutralem und wärmeabsorbierenden Sonnenschutzglas durch Aufbringen einer 300 nm dünnen Schicht aus Cassiterit, das mit F oder Sb dotiert wurde
- in Form von Sn-Cu-Legierungen als Substitut für Luftgewehrmunition aus Pb
- als höherwertiges Substitut von Graphit in Anoden von Lithium-Ionen-Batterien (Potenzial nach ITRI: +17.000 t Sn bis 2016)
- als Substitut für Ni und teilweise Cr in einigen Spezialstählen (0,11 bzw. 0,13 % Sn) (Potenzial nach ITRI: +15.000 t Sn bis 2020)
- als Granulat aus metallischem Zinn oder einer Sn-Pb-Sb-Hg-Legierung zur Effizienz-erhöhung und Abgasreduzierung bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe (Potenzial nach ITRI: +5.000 t Sn bis 2020)
- als flüssige Sn-Anoden in Festoxidbrennstoffzellen (SOFC) (Potenzial nach ITRI: +1.000 t bis 2020/2030) oder Sn-haltige Elektrokatalysatoren in Direkt-Ethanol-Brennstoffzellen (DEFC)

- Kesterit, $\text{Cu}_2(\text{Zn,Fe})\text{SnS}_4$, als Substitut von CdTe und $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ in CIGS-Solarzellen (Potenzial nach ITRI: +500 t Sn bis 2020)

3.2 Recycling

Die bei der industriellen Fertigung und des Einsatzes von Loten auf Zinnbasis anfallenden Sn-Metalloxidrückstände, die so genannte Löt-zinnkrätze, zwischenzeitlich aber auch die pastöse Löt-paste, wird aufgrund des hohen Preises von Zinn fast vollständig dem Recycling zugeführt. Hierbei werden bis zu 70 % der Zinnlegierungen zurückgewonnen. Eine sortenreine Trennung von bleihaltigen und bleifreien Loten erleichtert dabei das Recycling erheblich.

Beim Recycling von Weißblech kann Zinn nur dann zurückgewonnen werden, wenn der Weißblechschrött aluminiumfrei ist. Hierbei wird das Zinn elektrolytisch in heißer Natron-lauge entfernt. Eine Entzinnungsanlage liefert ca. 1,4 – 1,9 kg Sn pro Tonne eingesetzten Weißblechschrötts. Aufgrund der immer dün-neren Zinnüberzüge auf Weißblechen lassen sich Entzinnungsanlagen heute kaum noch wirt-schaftlich betreiben, so dass ihre weltweite Zahl kontinuierlich sinkt. Die letzte Entzinnungs-anlage Deutschlands, in Mülheim a. d. Ruhr wurde 2011 geschlossen. Bei einer Jahresproduktion von zum Schluss nur noch 20 – 30 t enthielt der dort hergestellte Zinnschwamm 96 – 97 % Sn. In Europa werden derzeit, soweit bekannt, nur noch Entzinnungsanlagen in der Schweiz (sehr klein), in den Niederlanden (klein), Italien (Jahresproduktion von ca. 420 – 450 t Zinnschwamm @ 85 % Sn) und Großbritannien (mittel) betrieben. Auch in den USA ist die Zahl der Entzinnungsanlagen von sieben im Jahr 1996 auf zwei im Jahr 2012 gesunken.

Nach der Müllverbrennung, z. B. durch einen Magnetscheider zurückgewonnene Weißblech-dosen, enthalten aufgrund der hohen Verbren-ningstemperaturen kein metallisches Zinn mehr. Der Zuschlag von unbehandeltem Weißblech-Do-senschrött bei der Stahlherstellung ist zwar mög-lich, das teure Zinn geht jedoch auch hier verloren bzw. stört sogar bei der Stahlherstellung. Vorteil-haft ist der Einsatz von Weißblechschrött dagegen bei der Produktion von zinnhaltigen Stählen.

Aufgrund der dissipativen Verteilung von Zinn in Chemikalien und deren Verbrauch während der Anwendung, z. B. in PVC-Belägen, können Sn-Chemikalien nur zum Teil recycelt werden.

Das in Bronze- und Rotgussprodukten enthaltene Zinn wird vollständig recycelt, sofern nicht aus alten Bronzegegenständen neue Produkte durch einfaches Umschmelzen hergestellt werden. So wurden in früheren Kriegszeiten stets Denkmäler aus Bronze zu Kanonen umgeschmolzen.

Das beim Floatglasverfahren verwendete Zinn wird unbegrenzt wiederverwendet, so es nicht in geringen Spuren den Boden des hergestellten Flachglases dotiert.

Nach Recherchen des ITRI ist die Recyclingrate von Zinn in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen. Der Anteil von recyceltem Zinn (inkl. direkt wiederverwendeten Sn-Legierungen, Sn-Schrotten und Lötzinnschmelzen = 74.000 t) an der Gesamtproduktion von Zinnprodukten (Recycling Input Rate, RIR) wurde vom ITRI für das Jahr 2010 auf 32,6 % bzw. für 2011 auf 34,0 % geschätzt.

Die UNEP (2011) schätzte für Zinn die End of Life-Recycling Rate (EOL-RR) auf > 50 %, den Recycled Content (RC, Sekundäranteil an der gesamten Metallproduktion) auf > 10 – 25 % und den Old Scrap Ratio (OSR, Anteil Altschrott am Gesamtschrott) auf > 25 – 50 %.

Nach Neuberechnungen für diese Studie müssen im Jahr 2012 rund 18,8 % (= 63.300 t) des weltweit produzierten Raffinadezinns aus Sekundärprodukten gestammt haben, wovon jedoch nur 52.200 t einzelnen Raffinationsländern (China, Belgien und Polen) zuzuordnen sind.

Als großes Importland, allerdings von niedrig zinnhaltigen Produkten (19.300 t im Jahr 2012 mit Importen vor allem aus Australien, Neuseeland, Malaysia und Großbritannien), tritt Indien auf. Es gibt auch anderweitig Hinweise auf hier arbeitende private (Sekundärzinn-)Schmelzen, die ihre Produktion nicht an die staatlichen Stellen melden.

Nach Umfragen in der deutschen Industrie ist in Deutschland durch die hohe Metallrecyclingrate der Anteil an direkt, d. h. ohne Raffination wiederverwendeten zinnhaltigen Schrotten, Abfällen und

Legierungen (Rotguss, Bronze, Lötzinnschmelzen, Bleibatterien, untergeordnet Galvanikschlamm u. v. a. m.) sehr hoch (s. Kapitel 8.4). Nach übereinstimmenden Angaben fließen in Deutschland auch weiterhin bedeutende Mengen von in früheren Jahrzehnten und Jahrhunderten hergestellten Zinngeschirrs an die Recyclingfirmen zurück. Zudem wird auch ein geringer Teil der hergestellten Zinnchemikalien von den deutschen Chemieunternehmen wieder recycelt.

3.3 Substitution

Cassiterit als häufigstes und wirtschaftlich wichtigstes Sn-Mineral ist nur begrenzt durch sulfidische Sn-Mineralien substituierbar. Abbauwürdige und große Vorkommen von Sn-Sulfiden sind fast ausschließlich auf den bolivianischen Zinngürtel beschränkt.

In vielen Loten wäre Zinn durch Blei substituierbar, das aber weltweit zunehmend geächtet ist. Andere Substitutionen wären nur sehr schwer möglich und dann mit Qualitätsverlusten oder Preiserhöhungen (Silber) verbunden.

Weißbleche können statt aus verzinnemtem Stahl auch aus Aluminium hergestellt werden. So sind in den USA alle Getränkedosen aus Aluminium. Die beginnende Debatte zur Toxizität von Aluminium, die allerdings auch irgendwann auf Zinn überspringen könnte, könnte hier jedoch möglicherweise sehr kurzfristig zu einem Bewusstseinswechsel führen. Neben Aluminium stehen aber zunehmend auch alternative Verpackungsmöglichkeiten (Tetrapack, Glas, PET, Klarsichtfolien) zur Lebensmittelkonservierung zur Verfügung.

Die Substitution von Sn-Chemikalien ist vielerseits möglich. So stehen z. B. für zinnorganische Schutzfarben auch kupferhaltige oder Silikonanstriche, als Stabilisatoren in PVC auch Ca-Zn-Ba-Verbindungen oder als keramische Glasuren auch Marmormehl, Bleiweiß, Zinkweiß, Lithopone oder Titandioxid zur Verfügung. Katalysatoren auf Zinnbasis lassen sich idealerweise durch den Einsatz von Bismut substituieren.

In Zinnbronzen könnte Zinn wie vor 4.000 Jahren durch Arsen ersetzt werden (sog. Arsenbronzen), was aber ein gewaltiger technischer Rückschritt wäre. Ansonsten stehen für Zinn in fast allen

Metalllegierungen ausreichend Substitute (häufig durch Kupfer, Bismut oder Antimon) zur Verfügung.

Die Herstellung von Flachglas ist auch durch andere als das Floatglasverfahren möglich, doch hat sich dieses seit Jahrzehnten als das Effizienteste und Kostengünstigste herausgestellt.

Zusammenfassend betrachtet ist Zinn in allen seinen Anwendungen – zumindest theoretisch und wenn auch mit Qualitätsverlusten – substituierbar. Eine Erhöhung des Zinnpreises führt daher stets automatisch zu einer Erhöhung der Substitutionsquote, die wiederum stets kurz- bis mittelfristig zur einer Reduzierung der Nachfrage und damit einem Preisrückgang führt. Langfristige Erhöhungen des weltweiten Zinnpreises nur ausgehend von einer erhöhten Nachfrage sind daher mit hoher Wahrscheinlichkeit auszuschließen.

In welchen Anwendungen Zinn bei welchen Preisen durch welche Substitute ersetzt werden kann, wurde bisher nicht zusammengestellt. Nach Schätzungen des ITRI setzt die Substitution von Zinn in ersten Anwendungen bereits bei einem Zinnpreis von 20.000 US\$/t ein. Nach Schätzungen der deutschen Weißblechindustrie hätte ein Preisanstieg auf über 30.000 US\$/t Zinn einen Verlust von mindestens 30 % des Absatzmarktes zu Folge. Ein Zinnpreis von 40.000 US\$/t würde auf jeden Fall in den meisten Anwendungen eine sehr starke Substitution bewirken und langfristige negative Folgen für den weltweiten Zinnverbrauch haben.

3.4 Physikalische und chemische Anforderungen an Zinnminerale und Raffinadezinn

Spezielle physikalische oder chemische Anforderungen an Zinnminerale oder deren Handelskonzentrate existieren nicht, da alle Zinnminerale stets direkt – nach Konzentration auf mind. 55 % Sn-Gehalt (OMSA, frdl. schriftl. Mitt.) – ohne weitere Aufbereitung verhüttet werden. Etwaige störende oder auch werthaltige Nebenbestandteile (Ta-Nb-W-Schlacken) werden dabei abgetrennt.

Raffinadezinn nach Anforderungen der London Metal Exchange (LME) muss mindestens 99,85 % Sn enthalten. Einige wenige Schmelzen produ-

zieren jedoch niedrig gradigeres Zinn, das dann andernorts weiter raffiniert werden muss, oder auch nach Kundenanforderungen höher gradigeres Zinn, dann v. a. mit sehr geringen Pb-Gehalten. Nach Umfragen in der deutschen zinnverarbeitenden Industrie sind die Mindestanforderungen sehr unterschiedlich (vgl. Kapitel 8.4). Zu einem hohen Anteil werden höhere Anforderungen als LME-Qualität gefordert und zudem der Einsatz von Sekundärzinn generell ausgeschlossen.

3.5 Anforderungen an Zinnlagerstätten

Zinnlagerstätten müssen wie alle abbauwürdigen Lagerstätten infrastrukturell möglichst günstig gelegen sein. Die enthaltenen Zinnminerale sollten möglichst groß und abtrennfähig sein. Aus letzterem Grund bestehen weltweit Vorbehalte gegen Skarn-Zinnlagerstätten, da hier der Cassiterit häufig zusammen mit anderen, vor allem sulfidischen Fe-, Cu-, Zn-, Mo-, Mn-, W-, In-, Ag-, Bi- oder U-Erzmineralen auftritt, von denen er durch Standardflotationsverfahren nur schwer zu trennen ist.

Weltweit werden Skarnlagerstätten auf Zinn derzeit nur in China abgebaut. Außerhalb Chinas gibt es jedoch rund 20 weitere Zinnprojekte, in denen Cassiterit aus Skarnerzen abgetrennt werden müsste – oder früher schon einmal abgetrennt wurde. Diese Skarn-Zinnlagerstätten liegen vor allem im deutschen und tschechischen Teil des Erzgebirges, im Osten Australiens bzw. in Tasmanien sowie untergeordnet in Kirgisistan, Kanada und der Mongolei.

Bezüglich der Mindestanforderungen (Gehalt, Tonnage) an Zinnlagerstätten sind ansonsten zu unterscheiden:

- Seifenzinnlagerstätten onshore oder offshore
- Festgesteinslagerstätten im Tagebau oder Untertageabbau

3.5.1 Mindestgehalte Seifenzinnlagerstätten

Literatur- bzw. Firmenangaben zu Mindestgehalten an Zinn bzw. Cassiterit in Seifenzinnlagerstätten sind (ELSNER 2010, ELSNER et al. 2011):

- Seifenabbau mit Schwimmbagger:
60 g Cassiterit/m³
- Seifenabbau mit Kiespumpe:
120 g Cassiterit/m³
- großindustrieller Seifenabbau:
240 g Cassiterit/m³
- artisanaler Seifenabbau:
300 g Cassiterit (+Columbotantalit)/m³
- Zinnseifen Modot Valley/Mongolei:
100 – 150 g Cassiterit/m³
- Zinnseifen Janchivlan/Mongolei:
150 g Cassiterit/m³
- Zinnseifen onshore Malaysia:
100 g Sn/m³ (= ca. 130 g Cassiterit/m³)
(SCHWARTZ et al. 1995) (vgl. Tab. 1)
- indonesische Lizenzgebiete: 200 g Sn/m³
(= ca. 260 g Cassiterit/m³) (PT Timah)
(vgl. Tab. 1)
- Projekt Andamanensee offshore Phuket/
Thailand: 100 bzw. 150 g Cassiterit/m³
(Tongkah Harbour plc)

Von besonderer Bedeutung sind die Angaben des mit Abstand weltgrößten Produzenten von Zinn aus Cassiteritseifen, der indonesischen PT Timah (Persero) Tbk, wonach es für die Berechnung der Zinnvorräte in seinen indonesischen Lizenzgebieten einen cut-off grade von 200 g Sn/m³, entsprechend ca. 260 g Cassiterit/m³ Erzsand ansetzt.

Zusammenfassend ergeben sich aus o. g. Literatur- bzw. Firmenangaben Mindestgehalte an Cassiterit in abbauwürdigen Seifenzinnlagerstätten von:

- 100 – 150 g/m³ für industriell abzubauenen Seifenlagerstätten onshore
- 260 g/m³ für industriell abzubauenen Seifenlagerstätten offshore
- 300 g/m³ für im Kleinbergbau abzubauenen Seifenlagerstätten onshore

Die Berechnung der Zinnvorräte der Tongkah Harbour plc in ihrem Projektgebiet Andamanensee (offshore), die auf einem cut-off grade von nur 100 bzw. 150 g Cassiterit/m³ beruhen, ist daher als zu optimistisch zu bewerten.

Tabelle 1: Zinngehalte von derzeit oder früher in Abbau stehenden Seifen in SE-Asien, nach SCHMIDT (1976), LAHNER (1982), LWIN (2012) und VAN DE (1996).

Land	Abbauregion	Schwankungsbreite (g Sn/m ³ Erzsand)	Durchschnitt (g Sn/m ³ Erzsand)
Indonesien	Bangka	400 – 1.400	750
	Bilitung	190 – 900	400
	Singkep	–	250
	Sumatra	–	260
Malaysia	Kinta bei Ipoh	150 – 350	–
	Berjantai	130 – 160	–
	Sungei Besi	76 – 15.310	–
Myanmar	Bokypin	–	330
	Kanbauk	–	330
	Theindaw	–	210
	Heinda	–	400
	Heinze Becken	120 – 180	–
	Pagaye Kyaukme Taung	–	300
Vietnam	Tinh Tuc	60 – 11.000	1.070
	Nam Keep	–	270
	Quy Hop	–	540



Abbildung 5: Schwimmender Eimerkettenbagger von PT Timah in den dort 30 m tiefen Gewässern vor Bangka Island, Indonesien. In Abbau steht unter bis zu 10 m Abraum eine 8 – 10 m mächtige, tonreiche, fossile Flussschicht. Eine Gewinnung von Zinnseifen in noch größerer Wassertiefe ist derzeit zwar technisch, aber nicht wirtschaftlich möglich. Quelle: BGR

3.5.2 Durchschnittliche Mindestgehalte Festgesteinszinnlagerstätten

Literatur- bzw. Firmenangaben zu Mindestgehalten an Zinn in Festgesteinszinnlagerstätten sind:

- Tagebau: 0,5 % Sn bzw. Sn+W (ELSNER 2010)
- Mt. Bischoff/Australien (Tagebau) Restvorräte: 0,5 % Sn (Metals X Ltd.)
- Tagebau @ 20.400 US\$/t Sn: 0,30 % Sn (Yunnan Tin Company Group, Ltd., s. u.)
- Untertageabbau: 1,0 % Sn (ELSNER 2010)
- Pravourmiskoe/Russische Föderation (Untertageabbau): 0,50 % Sn, jedoch für einen wirtschaftlichen Abbau geeigneter Mindestzinngesamt 1,06 % Sn (OAO Rusolovo)
- Collingwood/Australien (Untertageabbau) Restvorräte: 0,70 % Sn (Metals X Ltd.)

- Renison Bell/Australien (Untertageabbau): 0,70 % Sn (Metals X Ltd.) (reduziert von 0,80 % Sn bis Juni 2013), jedoch für einen wirtschaftlichen Abbau geeigneter Mindestzinngesamt im Oktober 2013 0,90 % Sn, vgl. Abb. 6 (Bluestone Mines Tasmania JV Pty Ltd.)

In diesem Zusammenhang erscheinen Zitate in russischen Zeitungen (s. Anhang: Russische Föderation), welche dem weltgrößten Zinnproduzenten, Yunnan Tin Company Group, Ltd., zugeschrieben werden, von besonderer Bedeutung. Demnach ist bei einem Zinnpreis von 20.400 US\$/t eine wirtschaftliche Gewinnung von Zinn aus Lagerstätten mit einem Gehalt von < 0,3 % Sn selbst im Tagebau nicht mehr möglich.

Dementsprechend ergeben sich bei Erlösen von aktuell rund 22.000 – 24.000 US\$/t Sn folgende Mindestgehalte für wirtschaftlich abbaubare Lagerstätten von Zinn:

- > 0,30 % Sn für im Tagebau abzubauen Lagerstätten (Yunnan Tin Company Group, Ltd.)
- > 0,70 % Sn für untertage abzubauen Lagerstätten (Metals X Ltd.)

Abb. 6. zeigt die aus Firmensicht (Metals X Ltd.) für einen wirtschaftlichen Abbau notwendigen Mindestzinngelhalte in Festgesteinslagerstätten im Vergleich zu den entsprechenden Zinnerlösen.

Basierend auf den Erfahrungen und Annahmen dieses seit Jahren in Tasmanien erfolgreich Zinn abbauenden Unternehmens ergeben sich die folgenden, für einen wirtschaftlichen Abbau angenommenen notwendigen Mindestzinngelhalte. Diese Annahmen sind entsprechend abhängig vom Zinnerlös und gelten nur für Festgesteinslagerstätten, die ausschließlich auf Zinn abgebaut werden sollen.

Zinnpreis (US\$/t)	Mindestzinngelhalt (%)	
	Tagebau	Untertageabbau
15.000	1,0	1,6
17.500	0,8	1,3
20.000	0,7	1,15
22.500	0,6	0,9
25.000	0,5	0,85
27.500	0,45	0,8
30.000	0,4	0,7

Im Gegensatz zu den Annahmen von Metals X Ltd. geben viele Junior Exploration Companies für ihre Ressourcenberechnungen häufig deutlich geringere Mindestgelhalte für Ihre Zinnprojekte an. Im Folgenden sind in aufsteigender Reihenfolge einige Beispiele gegeben:

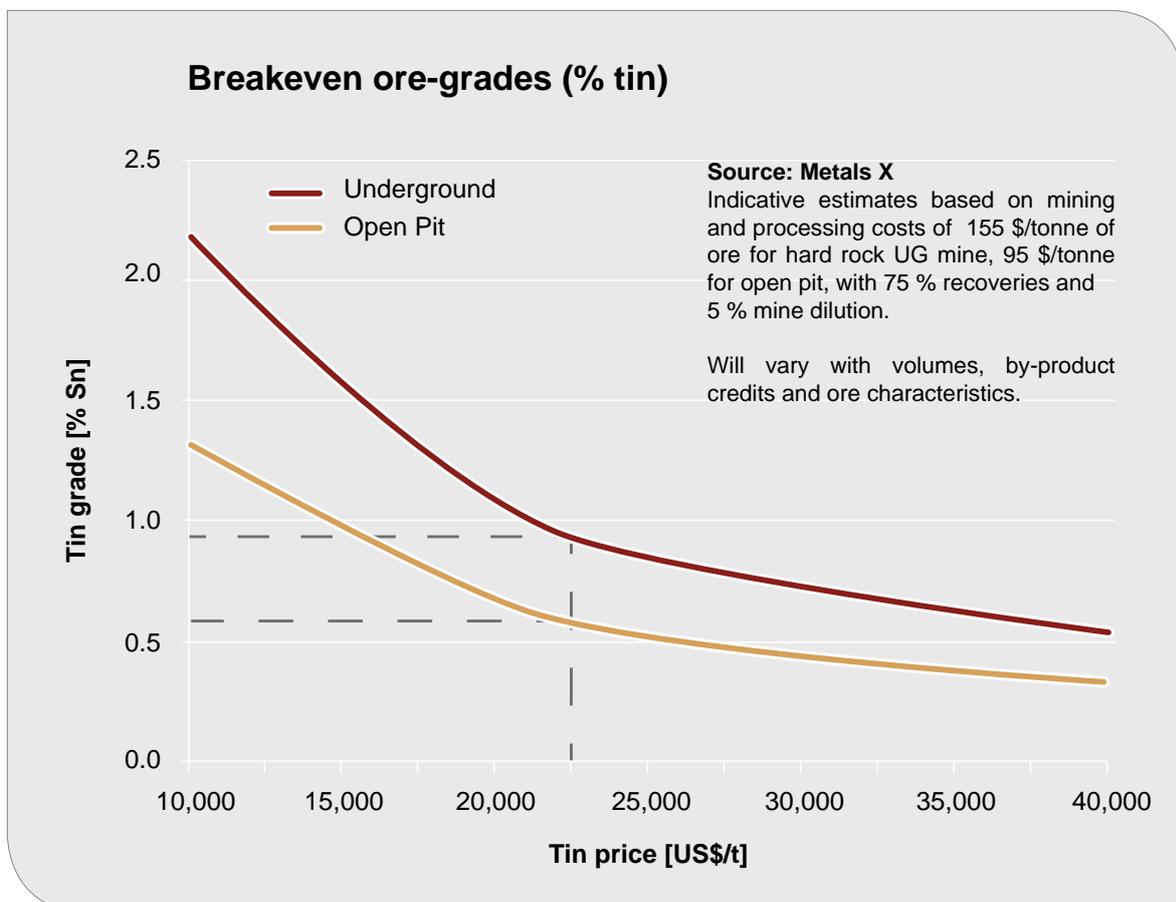


Abbildung 6: Ungefähr die Abbauskosten deckende Erzgelhalte (% Sn), nach Metals X Ltd. (nach KETTLE 2012).

- 0,07 % Sn (Zaaiplaats/Republik Südafrika)
(Tagebau geplant)
- 0,10 % Sn (Taronga/Australien)
(Tagebau geplant)
- 0,10 % Sn (Great Pyramid/Australien)
(Tagebau geplant)
- 0,10 % Sn (Mokopane/Republik Südafrika)
(Tagebau geplant)
- 0,10 % Sn, alternativ 0,30 % Sn
(Oropesa/Spain) (Tagebau geplant)
- 0,10 % Sn, alternativ 0,50 % Sn (Doradilla/
Australien) (Tagebau geplant)
- 0,15 % Sn (Tellerhäuser/Deutschland)
(Untertageabbau geplant)
- 0,15 % Sn (Hämmerlein/Deutschland)
(Untertageabbau geplant)
- 0,15 % Sn (Geyer/Deutschland)
(Untertageabbau geplant)
- 0,15 % Sn, alternativ 0,30 % Sn,
alternativ 0,35 % Sn (Gottesberg/
Deutschland) (Untertageabbau geplant)
- 0,20 % Sn (South Crofty/Großbritannien)
(Untertageabbau geplant)
- 0,20 % Sn (Federation/Sweeney/Australien)
(geplantes Abbauverfahren unbekannt)
- 0,20 % Sn, alternativ 0,30 % Sn
(Cinovec-Süd/Tschechien) (Untertageab-
bau geplant)
- 0,20 % Sn, alternativ 0,45 % Sn,
alternativ 0,60 % Sn-Äquivalent
(inkl. W + Magnetit) (Mount Lindsay/
Australien) (Tagebau, später Untertage-
abbau geplant)
- 0,25 % Sn (Royal George/Australien)
(geplantes Abbauverfahren unbekannt)
- 0,25 % Sn (Bisie/DR Kongo)
(Untertageabbau geplant)
- 0,30 % Sn (JC/Kanada)
(geplantes Abbauverfahren unbekannt)
- 0,35 % Sn (Eastern+Western Shallows
Zones/Achmmach/Marokko)
(Tagebau geplant)
- 0,35 % Sn (Cleveland/Australien)
(Untertageabbau geplant)
- 0,50 % Sn (Achmmach/Marokko)
(Untertageabbau geplant)
- 0,60 % Sn (Heemskirk/Australien)
(Untertageabbau geplant)

Aus den oben aufgeführten Mindestgehalten der Projekte wird deutlich ersichtlich, dass viele Junior Exploration Companies einen zu niedrigen „cut-off grade“ für Ihre jeweilige Ressourcenberechnung

ansetzen. Bei einem derzeitigen Zinnpreis von rund 22.000 – 24.000 US\$/t Sn erscheint eine wirtschaftliche Projektentwicklung daher in den meisten Fällen unrealistisch. Diese Aussage kann mit wenigen Ausnahmen auch auf Zinnpreise von 30.000 US\$/t oder deutlich darüber übertragen werden.

Basierend auf den Erfahrungswerten und Annahmen von Metals X Ltd., welche man hier als Näherungs- bzw. Orientierungswerte ansetzen kann, müssten für diese Projekte deutlich höhere „cut-off grades“ gewählt werden um den aktuellen Zinnpreisen Rechnung zu tragen. Dies würde jedoch die Gesamtressource der jeweiligen Projekte zum Teil deutlich verringern, was sich wiederum negativ auf den Wert und die Attraktivität der Junior Exploration Company am Finanzmarkt auswirken kann. An einer solchen „Abwertung“ wird daher kein Explorationsunternehmen Interesse haben.

Darüber hinaus sind Ausführungen von Junior Exploration Companies, über die Einbeziehung des potenziellen Erlöses anderer, meist ebenfalls nur in sehr geringen Mengen enthaltener beibehaltender Wertminerale aus einem sehr geringen Zinngehalt einer Lagerstätte ein höheres „Sn-Äquivalent“ abzuleiten, diesbezüglich ebenfalls kritisch zu hinterfragen und zu bewerten.

3.5.3 Tonnagen Zinnlagerstätten

Für die Größenbewertung von Zinnlagerstätten, sowohl Zinnseifen als auch Festgesteinslagerstätten, können die in Tabelle 2 aufgeführten Richtwerte gelten.

Eine Aufstellung der weltweit bedeutendsten Zinnlagerstätten (> 100.000 t Sn-Inhalt) findet sich in Tabelle 3. Aufgenommen sind dort allerdings nur diejenigen Lagerstätten, zu denen die Tonnage publiziert ist und die nicht als bereits größtenteils abgebaut gelten (v. a. Cerro Rico de Potosí und Llallagua in Bolivien).



Abbildung 7: Sicherungsarbeiten vor weiterer Streckenauffahrung in der Renison Bell Zinnmine, Tasmanien. Foto: BGR.

3.6 Vergleich von Zinnlagerstätten und -projekten

Abschließend sollen in diesem Kapitel in Diagrammen die Zinngehalte und -inhalte von sich im Abbau befindlichen Festgesteinszinnlagerstätten (s. Abb. 8) denen von sich im Projektstatus befindlichen und bei den gegenwärtigen Zinnpreisen wirtschaftlich abbaubaren Zinnlagerstätten (s. Abb. 9) gegenüber gestellt werden.

Bei den derzeitigen Zinnpreisen von ± 23.000 US\$/t erfüllen nur folgende 27 von insgesamt 157 erfassten Projekten mit ausgewiesenen Zinnressourcen und mit Zinn als Hauptwertmetall die Mindestanforderungen an Gehalt und Tonnage (s. o.) (Abb. 9). Bei vielen von ihnen ist jedoch die Finanzierung ungesichert, die Aufbereitungsfrage ungeklärt und/oder die infrastrukturelle Anbindung sehr schwierig.

Tabelle 2: Größenbewertung von Zinnlagerstätten nach verschiedenen Quellen.

	Sn-Inhalt (t)			
	Weltweit ¹⁾	Russ. Föderation ²⁾	China ³⁾	Ostasien ⁴⁾
klein	< 10.000	< 20.000	< 5.000	< 5.000
mittel	10.000 – 100.000	20.000 – 50.000	5.000 – 40.000	5.000 – 100.000
groß	100.000 – 500.000	50.000 – 100.000	40.000 – 200.000	> 100.000
sehr groß	> 500.000	> 100.000	> 200.000	

¹⁾ SUTPHIN et al. (1990), ²⁾ PETROW et al. (2008), ³⁾ NATIONAL COMMITTEE OF MINERAL RESOURCES OF CHINA (2007), ⁴⁾ KAMITANI et al. (2007)

Tabelle 3: Liste der Lagerstätten mit den weltweit größten (verbliebenen) Zinninhalten.

Land	Name	Typ	Sn-Inhalt (t)	Sn-Gehalt (%)
China	Xinzhai	Skarn	615.000	0,56
Portugal	Neves-Corvo ^{1) 7)}	Stockwerk	476.370	0,26
Kasachstan	Syrymbet ⁵⁾	Greisen/Verwitterung	463.510	0,49
Brasilien	Pitinga	Greisen	423.115	0,176
China	Dulong ⁷⁾	Skarn	296.000	0,56
China	Huanggang ⁷⁾	Skarn	290.300	0,31
Russische Föderation	Belskoe	n. v.	288.000	n. v.
China	Bailashui	Skarn, Gänge, Greisen	270.000	0,79
Russische Föderation	Deputatskoe ²⁾	Gänge	255.816	1,15
Russische Föderation	Pirkakai ²⁾	Stockwerk	254.510	0,24
China	Tongken-Changpo	Karbonatverdrängung	215.000	0,59
Australien	Renison Bell	Karbonatverdrängung	190.100	1,65
Peru	San Rafael	Gänge	190.009	3,85
China	Xitian ⁷⁾	Skarn, Gänge, Greisen	189.000	0,5
DR Kongo	Manono ^{6) 7)}	Pegmatit	169.920	0,36
Bolivien	Catavi	Halden	150.000	0,3
Kirgisistan	Trudovoe ³⁾	Gänge	149.100	0,64
DR Kongo	Gecamines/Bisie ⁶⁾	Stockwerk	141.200	3,5
China	Jinchuantang ^{7) 8)}	Skarn	140.000	0,4
Marokko	Achmmach	Gänge	131.000	0,85
Russische Föderation	Odinokoe	Greisen	127.563	0,31
China	Yejiwei ^{7) 8)}	Skarn, Gänge, Greisen	113.000	0,37
Russische Föderation	Pravourmiskoe ⁴⁾	Gänge	106.400	0,36
China	Yanbei ⁷⁾	Porphyry	102.400	0,84
Peru	Bofedal II	Halden	100.100	1,3

¹⁾ Ausbringen von Sn eingestellt, ²⁾ Lagerstätte gilt als nicht abbauwürdig, ³⁾ nur 11.979 t Sn-Inhalt wirtschaftlich abbaubar, ⁴⁾ davon 80.300 t abbauwürdig, ⁵⁾ Erz derzeit nicht aufbereitbar, ⁶⁾ für das Teilvorkommen Gecamines, gegenwärtig nur artisanaler Bergbau, ⁷⁾ polymetallische Lagerstätte, ⁸⁾ kein Ausbringen von Sn, n. v. = nicht verfügbar

- Gecamines/Bisie, DR Kongo (3,5 % Sn, 141.200 t Sn-Inhalt) [Fortsetzung der Exploration wegen Rebellenaktivitäten unterbrochen]
- Tschurpun'ja, Russische Föderation (1,52 % Sn / 20.500 t Sn-Inhalt) [gilt als ausgeerzt]
- Mount Wells, Australien (1,38 % Sn, 10.400 t Sn-Inhalt + Cu)
- Bofedal II (San Rafael Halden), Peru (1,3 % Sn, 100.000 t Sn-Inhalt) [langwieriges Genehmigungsverfahren]
- Ilintas, Russische Föderation (1,25 % Sn, 39.100 t Sn-Inhalt + W)
- Deputatskoe, Russische Föderation (1,15 % Sn, 255.816 t Sn-Inhalt) [gilt wegen schlechten Ausbringens und mangelnder Infrastruktur als nicht bauwürdig]
- Heemskirk, Australien (1,00 % Sn, 85.400 t Sn-Inhalt)
- Zlatý Kopec, Tschechische Republik (0,95 % Sn, 12.350 t Sn-Inhalt + Zn) [Skarn – Aufbereitung ungeklärt]
- Ulachan-Egeljach, Russische Föderation (0,92 % Sn, 47.002 t Sn-Inhalt)



Abbildung 8: Durchschnittsgehalte (in % Sn) und Inhalte (in t Sn-Inhalt) von sich im Abbau befindlichen Zinnfestgesteinslagerstätten.

- Sobolinoe, Russische Föderation
(0,88 % Sn / 91.983 t Sn-Inhalt + W + Cu)
- Achmmach, Marokko
(0,85 % Sn, 131.000 t Sn-Inhalt)
- Tiechang, China
(0,80 % Sn, 30.200 t Sn-Inhalt)
- Haobadi, China
(0,70 % Sn, 85.500 t Sn-Inhalt)
- Trudovoe, Kirgisistan
(0,64 % Sn, 149.100 t Sn-Inhalt + W)
[< 10 % wirtschaftlich abbaubar,
große Infrastruktur- und Aufbereitungsschwierigkeiten]
- Oortsog Ovoo, Mongolei
(0,64 % Sn, 36.850 t Sn-Inhalt + Zn + Cu + Pb)
[Skarn – Aufbereitung ungeklärt]
- Jeannie River, Australien
(0,60 % Sn, 13.440 t Sn-Inhalt)
-
- Oropesa, Spanien
(0,52 % Sn, 49.690 t Sn-Inhalt)
- Syrymbet, Kasachstan (0,49 % Sn, 463.510 t Sn-Inhalt) [Aufbereitung wegen Feinkörnigkeit ungeklärt]
- Rentails (Halden), Australien
(0,45 % Sn, 92.700 t Sn-Inhalt + Cu)
- Mushkistonskoe, Tadschikistan
(0,4 – 0,5 % Sn, 40.000 – 50.000 t Sn-Inhalt + Cu)
- Mount Garnet II, Australien
(0,39 % Sn, 51.160 t Sn + F + Fe)
- Manono, DR Kongo
(0,36 % Sn, 169.920 t Sn + Li)
- Odinkoe, Russische Föderation
(0,31 % Sn, 127.563 t Sn-Inhalt + W)
- Catavi Halden, Bolivien
(0,30 % Sn, 150.000 t Sn-Inhalt)
- Solnechny Halden (0,19 – 0,30 % Sn, 45.400 – 71.700 t Sn-Inhalt + Cu + W)

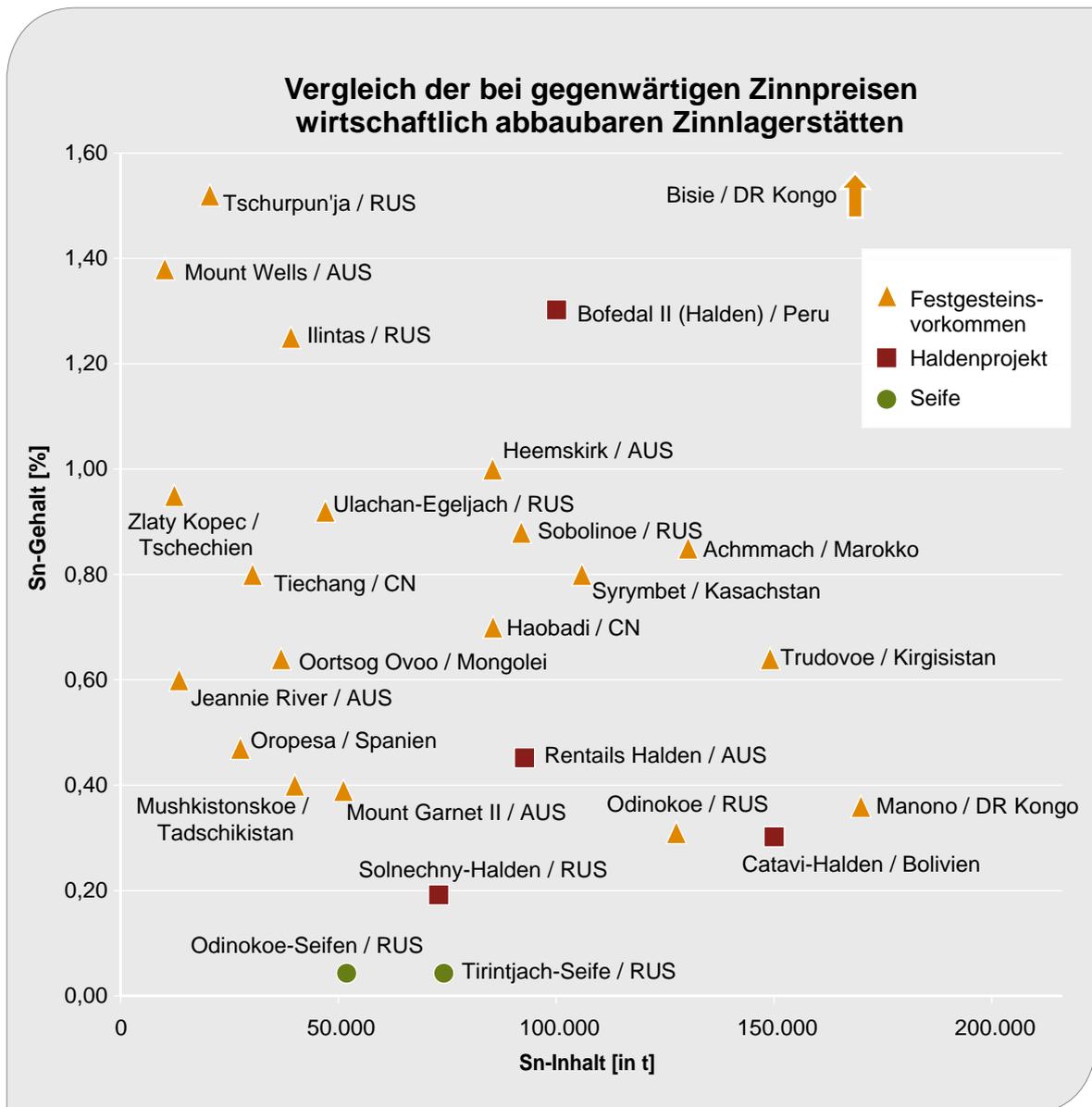


Abbildung 9: Durchschnittsgehalte (in % Sn) und Inhalte (in t Sn-Inhalt) von sich im Projektstatus befindlichen und bei gegenwärtigen Zinnpreisen wirtschaftlich abbaubaren Zinnlagerstätten.

- Odinokoe-Seifen, Russische Föderation
(829 g Sn/m³ = 1.063 g Cassiterit/m³,
51.900 t Sn-Inhalt)
- Tirintjach-Seife, Russische Föderation
(814 g Sn/m³ = 1.044 g Cassiterit/m³,
74.200 t Sn-Inhalt)

schen Föderation das Projekt Heemskirk in Tasmanien das größte Potenzial besitzen.

Aufgrund seiner Tonnage, seines relativ hohen Zinngehaltes und seiner geographischen Lage findet das Projekt Achmmach in Marokko bei den Investoren derzeit die größte Aufmerksamkeit. Danach dürfte außerhalb Perus und der Russi-

4 Nachfrage

4.1 Datenquellen zur Nachfrage nach Zinn

Soweit bekannt, erfasst nur das ITRI die weltweiten Verbräuche von Zinn und schätzt darauf aufbauend – und zusätzlich mit Unterstützung von Umfragen bei Produzenten – auch die zukünftige Verbrauchsentwicklung ab. Für diese Studie wurde vollständig auf die vom ITRI publizierten Daten (Stand August 2013) zurückgegriffen.¹

4.2 Nachfrage nach Zinn in der Vergangenheit

Das ITRI publiziert in seinen kostenpflichtigen Studien seine Ergebnisse zum historischen Verbrauch von Zinn, jeweils gegliedert nach den Hauptverbrauchsregionen (China, Japan, restliches Asien, USA, restliches Amerika, Europa, restliche Welt) und den Hauptverwendungsgebieten (vgl. Kapitel 2). Dabei zeigt sich, dass

China im Jahr 2012 rund 43 % des weltweit produzierten Zinns verbrauchte, rund fünfmal so viel wie die folgenden Verbraucherländer, Japan oder USA. Das ITRI schätzt, dass bis zum Jahr 2015 dieser Faktor auf das Sechsfache ansteigen wird.

Auch zeigt sich im historischen Trend seit 1980, dass der weltweite Verbrauch von Zinn – wenn auch mit Schwankungen – deutlich gewachsen ist, jedoch nicht überall gleich stark. Während durch die Auslagerung der Elektronikindustrie und des weitgehenden Verzichts auf Weißblech für die Herstellung von Getränkedosen in den USA immer weniger Zinn verwendet wird, ist das Gegenteil in Asien der Fall. Hier steigt, mit starkem Abstand geführt von China, der Zinnverbrauch stetig an.

Der hier näher betrachtete Zeitraum seit 2006 ist durch starke Schwankungen in der Zinnnachfrage gekennzeichnet, die durch die schon im Jahr 2008 einsetzende Weltfinanzkrise hervorgerufen wurden (Abb. 10).

¹ Das ITRI aktualisiert häufig auch zuvor bereits publizierte Daten zur Angebots-/Nachfrageentwicklung ohne gesonderte Erwähnung.

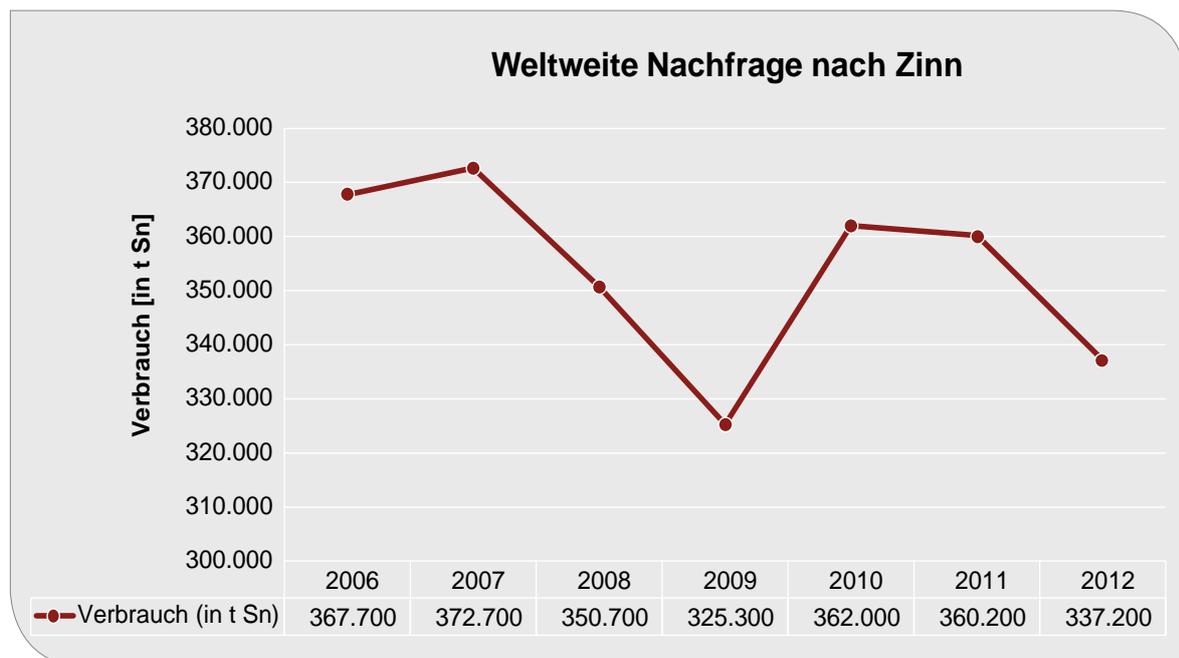


Abbildung 10: Weltweite Nachfrage nach Zinn, nach ITRI (verwendet wurden die jeweils aktuellsten Daten, s. o.).

4.3 Vorhersage der Nachfrage nach Zinn bis 2020

Die letzte Vorhersage der Nachfrageentwicklung von Zinn bis zum Jahr 2015 datiert aus dem Jahr 2010 (ITRI 2011). Sie ging von einem jährlichen Wachstum zwischen 2,0 und 3,5 % aus. Inzwischen wurde diese Vorhersage der Nachfrageentwicklung aufgrund der tatsächlichen Entwicklung deutlich nach unten korrigiert (vgl. Abb. 11). Im April 2013 prognostizierte das

ITRI noch ein jährliches Wachstum von 1,8 %, im Juni 2013 von 1,1 %, im August 2013 von nur noch 0,8 %, im Oktober 2013 wieder von 1,2 %, im Dezember 2013 von 1,1 % und im Februar 2014 wieder von 1,8 %. Für diese Studie wurde ein Szenario mit einem moderaten Wachstum von 1,1 % angesetzt, womit im Jahr 2015 hochgerechnet weltweit rund 357.000 t Zinn und 2020 rund 377.000 t Zinn verbraucht werden würden.

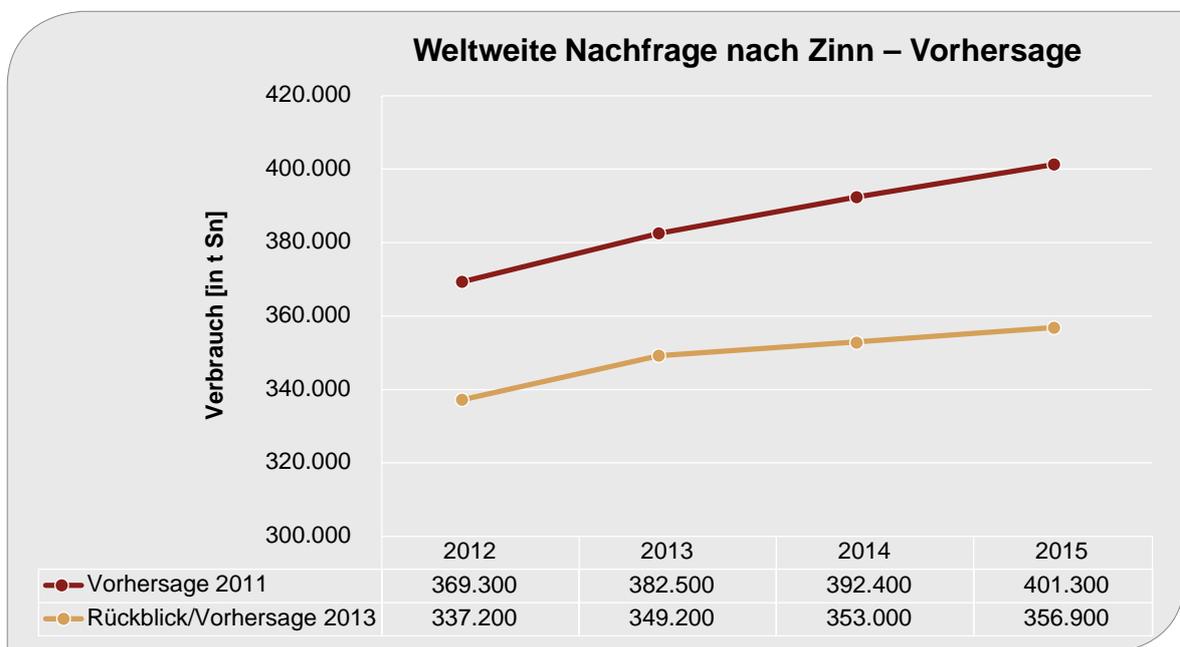


Abbildung 11: Vorhersage der weltweiten Nachfrage nach Zinn (in t), nach ITRI (2011) und bei moderater Wachstumsschätzung, nach BGR-Szenario (1,1 % yoy).

5 Angebot

5.1 Definitionen und Datenquellen zur Zinnproduktion

5.1.1 Definitionen

Bei den Angaben zur Produktion von Zinn sind zu unterscheiden:

Primärzinn: Aus bergmännisch abgebauten Zinnerzen, Seifen oder Halden gewonnenes Zinn.

Sekundärzinn: Aus dem Recycling von zinnhaltigen Schrotten, Abfällen oder Rückständen gewonnenes Zinn.

Rohzinn: Durch Einschmelzen von Zinnsteinkonzentraten gewonnenes metallisches Zinn < 99,85 % Sn-Anteil (LME-Spezifikation), das weiter raffiniert werden muss.

Raffinadezinn: Durch Einschmelzen von Zinnsteinkonzentraten oder Zinnschrotten gewonnenes metallisches Zinn > 99,85 % Sn-Anteil, das den physikalischen Anforderungen der LME (London Metal Exchange) entspricht.

Zinninhalt (Sn-Inhalt) von Erzen, Konzentraten [tin-in-concentrate], Legierungen, Roh- oder Raffinadezinn [refined tin] in Tonnen. Dies ist der Metallinhalt von (theoretisch) reinem Zinn, mit dem weltweit und in dieser Studie gerechnet wurde. Bei Raffinadezinn wurde nicht zwischen 99,85 % Sn- oder 99,99 % Sn-Inhalten unterschieden.

Export bzw. Produktion von Zinnstein- (bzw. Cassiterit-)konzentrat in Tonnen – Umrechnung in Zinninhalt: 1. Schritt Umrechnung in Prozentanteil von Cassiterit im Konzentrat (schwankt sehr stark zwischen 15 bis 90 %, nur durch mineralogische Analyse zu ermitteln) und im 2. Schritt Umrechnung in Prozentanteil von Sn im Cassiterit (SnO_2) (rein rechnerisch 78,8 M-% Sn, nur durch chemische Analyse, auch unter Umgehung von Schritt 1 zu ermitteln).



Abbildung 12: Rohzinnbarren in der Zinnschmelze von PT Timah in Mentok, Bangka Island, Indonesien. Foto: BGR.



Abbildung 13: Trocknung von im Kleinbergbau gewonnenem Cassiteritkonzentrat in der DR Kongo, Foto: BGR.

Für diese Studie verwendete, sicherlich für einige Länder aber zu hinterfragende Durchschnittsgehalte von Zinn in Cassiteritkonzentraten sind:

- 23 % Sn – unreines Konzentrat aus dem Murray Basin/Australien (Iluka Resources Ltd.)
- 35 % Sn – myanmarische Konzentrate (Mittelwert, vgl. Anhang: Myanmar)
- 41 % Sn – indische Konzentrate (Annahme basierend auf BGR-Untersuchungen)
- 55 % Sn – kongolesische Konzentrate (Banque Central du Congo)
- 62 % Sn – nigerianische Konzentrate (Federal Ministry of Mines and Steel)
- 62 % Sn – burundische, sambische Konzentrate (Annahme)
- 63 % Sn – ruandische Konzentrate (Mittelwert nach ITSCi-Analysen)
- 65 % Sn – thailändische Konzentrate (Annahme)
- 74 % Sn – portugiesische Konzentrate (Direcção Geral de Energia e Geologia)
- 75 % Sn – ugandische Konzentrate (Department of Geology and Mines)

5.1.2 Datenquellen zur Zinnproduktion

Auf Basis der Produktionsdaten des ITRI für Primär-, Raffinade- und untergeordnet auch Sekundärzinn aus allen relevanten Ländern, wurden für diese Studie unabhängig vom ITRI Produktionsdaten aus den verschiedenen Primärquellen (Firmenjahresberichte, Industrievereinigungen, Bergbehörden, Bergbauministerien, Geologische Dienste, Statistische Behörden, Zentralbanken) erfasst. Diese recherchierten Daten stimmen überwiegend mit denen des ITRI überein. Unterschiede ergaben sich vor allem bei den Daten für China, Myanmar und Indonesien. Auch wurden einige kleine Produktionsländer vom ITRI bisher nicht berücksichtigt.

Die im Internet leicht zugänglichen Daten zur weltweiten Raffinade- und Bergbauproduktion von Zinn des US Geological Surveys (USGS), des British Geological Surveys (BGS) und des österreichischen Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (BMWF) sind dagegen vielfach fehlerhaft und stimmen häufig nicht mit den Daten des ITRI und den eigenen



Abbildung 14: Gewinnung von Seifenzinn mittels „gravel pump“ durch Kleinbergleute („unconventional miners“) auf Bangka Island. Eine Rekultivierung findet nicht statt. Foto: BGR.

Recherchen überein. So wurden nur bezüglich der Zinnproduktion in Mexiko, Niger, Japan und den USA auf diese Quellen zurückgegriffen.

Anhaltspunkte für die Produktion von Bergbauzinn in und vor allem den Zinnhandel zwischen einzelnen Ländern liefern teilweise auch die Datenbanken Comtrade der UN (UN 2013) und des Global Trade Atlas. Diese Daten sollten jedoch immer im entsprechenden Kontext gesehen werden.

Völlig unabhängige Daten zur Zinnproduktion wurden zudem durch BGR-Mitarbeiter vor Ort in der DR Kongo, Ruanda, Laos und der Mongolei erhoben. Durch einen Consultant konnten zudem originäre Produktionsdaten in Vietnam und Myanmar recherchiert werden. In vielen Fällen war dankenswerter Weise jedoch auch das ITRI in der Lage, über publizierte Produktionsdaten hinausgehend, weitere Informationen zur Verfügung zu stellen.

5.2 Bergwerksförderung

Zinnminerale werden gegenwärtig, soweit bekannt, in 25 Ländern abgebaut, wobei die Bergbauproduktion von Indonesien, gefolgt von China und mit weitem Abstand von Peru und Bolivien dominiert wird. Diese vier Länder produzierten im Jahr 2012 rund 84 % des weltweiten Primärzinn.

Einen Überblick über die Entwicklung der weltweiten Bergbauproduktion von Zinn seit 2006 geben Tab. 4 und Abb. 15. Seit 2007 beträgt die Weltbergbauproduktion von Zinn im Mittel ca. 285.000 t \pm 14.000 t/a.

Im Einzelnen ergeben sich für die wichtigsten Produktionsländer folgende Entwicklungen:

- relativ konstante Bergbauproduktion in den letzten Jahren: Bolivien, Vietnam und Australien (seit 2009)
- stark schwankende Bergbauproduktion in den letzten Jahren: China, Indonesien, Brasilien, DR Kongo

Tabelle 4: Weltbergbauproduktion von Zinn (in t Sn-Inhalt).

Land	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ägypten	0	0	0	0	0	0	16
Australien	1.478	2.685	2.543	5.833	6.344	5.056	5.848
Bolivien	18.444	15.973	17.319	19.575	20.190	20.372	19.702
Brasilien	9.265	11.835	12.992	10.380	7.380	8.800	10.610
Burundi	40	19	60	12	18	13	13
China	104.702	94.836	85.261	79.828	86.441	93.569	87.233
Indien	42	26	25	24	25	20	25
Indonesien	119.067	84.315	116.997	106.190	98.034	102.570	108.257
Kolumbien	?	36	?	?	1	?	5
Kongo DR	3.040	8.828	11.007	9.121	6.569	4.907	3.954
Laos	790	810	551	598	925	674	1.041
Malaysia	2.398	2.264	2.606	2.380	2.668	3.344	3.725
Mexiko	25	25	0	0	0	0	0
Mongolei	0	14	42	8	22	32	51
Myanmar	938	6.550	1.122	1.311	3.270	8.102	7.994
Niger	13	11	0	6	6	6	6
Nigeria	546	2.105	1.141	1.076	1.040	1.446	1.990
Peru	38.470	39.019	39.036	37.502	33.848	29.028	26.105
Portugal	26	41	31	34	23	39	43
Ruanda	2.378	2.831	2.600	2.414	2.479	2.634	2.523
Russ. Föd.	2.514	990	400	127	144	75	249
Sambia	56	193	2	17	0	17	17
Spanien	< 1	< 1	4	< 1	< 1	9	69
Thailand	146	97	153	109	189	186	129
Uganda	0	18	32	0	24	0	10
Vietnam	2.229	2.378	3.366	1.801	1.987	2.217	2.247
Welt	306.607	275.864	297.288	278.346	271.626	283.117	281.862

- Zunahme der Bergbauproduktion in den letzten Jahren: Malaysia und Myanmar (seit 2009)
- Abnahme der Bergbauproduktion in den letzten Jahren: Peru

Vor allem die Schwankungen der Bergbauproduktion in den beiden größten Produktionsländern, China und Indonesien, um bis zu über 10.000 t/a je Land und die allmähliche Abnahme der Bergbauproduktion in Peru, die durch Erschöpfung der wichtigen Lagerstätte San Rafael hervorgerufen wird, beschäftigt die Investoren und den Markt. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die chinesischen und indonesischen Produktionszahlen nicht genau bekannt sind und der Betreiber der Lagerstätte San Rafael – vermutlich mit Erfolg – an Ersatzlösungen arbeitet.

Das ITRI schätzt, dass eine Preiszunahme von 5.000 US\$/t Zinn an der LME eine Zunahme der weltweiten Zinnerzförderung im Kleinbergbau von 16.000 t Sn-Inhalt/a hervorruft. Die stärksten Aktivitäten der Kleinbergleute werden dabei in Indonesien (+12.000 t Sn je 5.000 US\$/t Preisanstieg), in Zentralafrika und neuerdings auch in Myanmar verzeichnet.

5.3 Raffinadeproduktion

Zinn wird gegenwärtig, soweit bekannt, in 18 Ländern erschmolzen, wobei in drei Ländern (Polen, Belgien und vermutlich Indien) nur bzw. größtenteils zinnhaltige Schrotte und Abfälle recycelt werden. Die Produktion an Zinnschwamm (85 – 97 % Sn-Gehalt) in Entzinnungsanlagen sowie das Umschmelzen von zinnhaltigen Schrotten zu

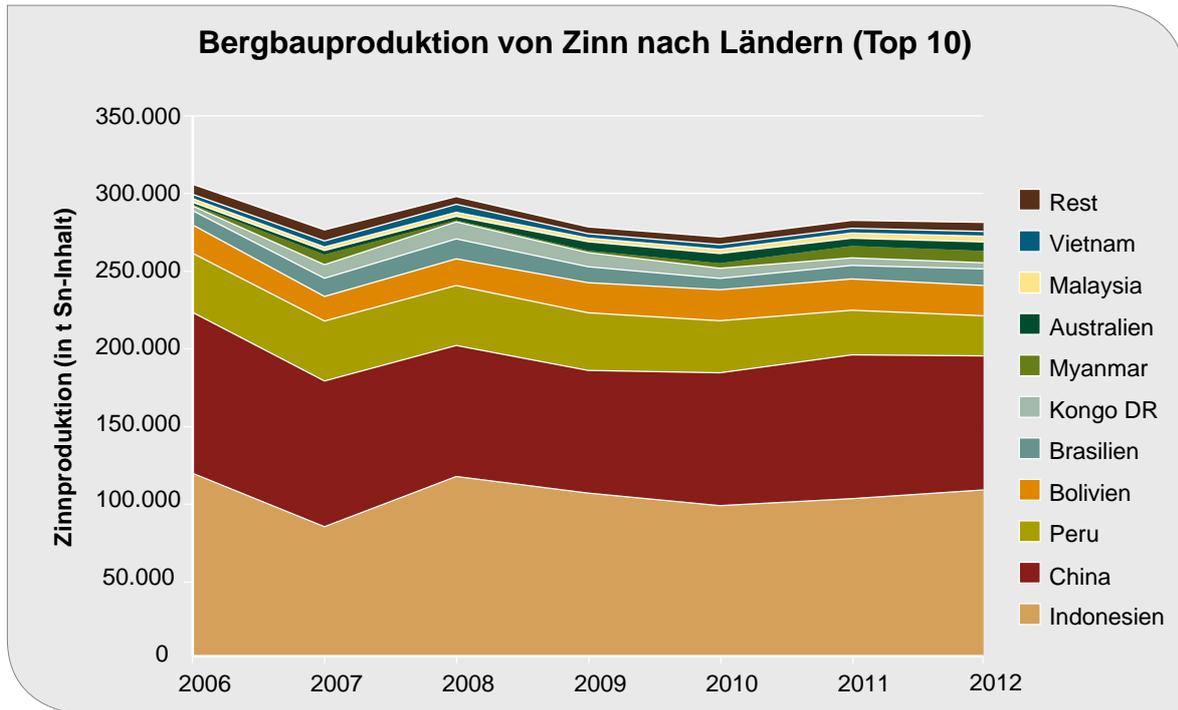


Abbildung 15: Entwicklung der Weltbergbauproduktion von Zinn seit 2006.

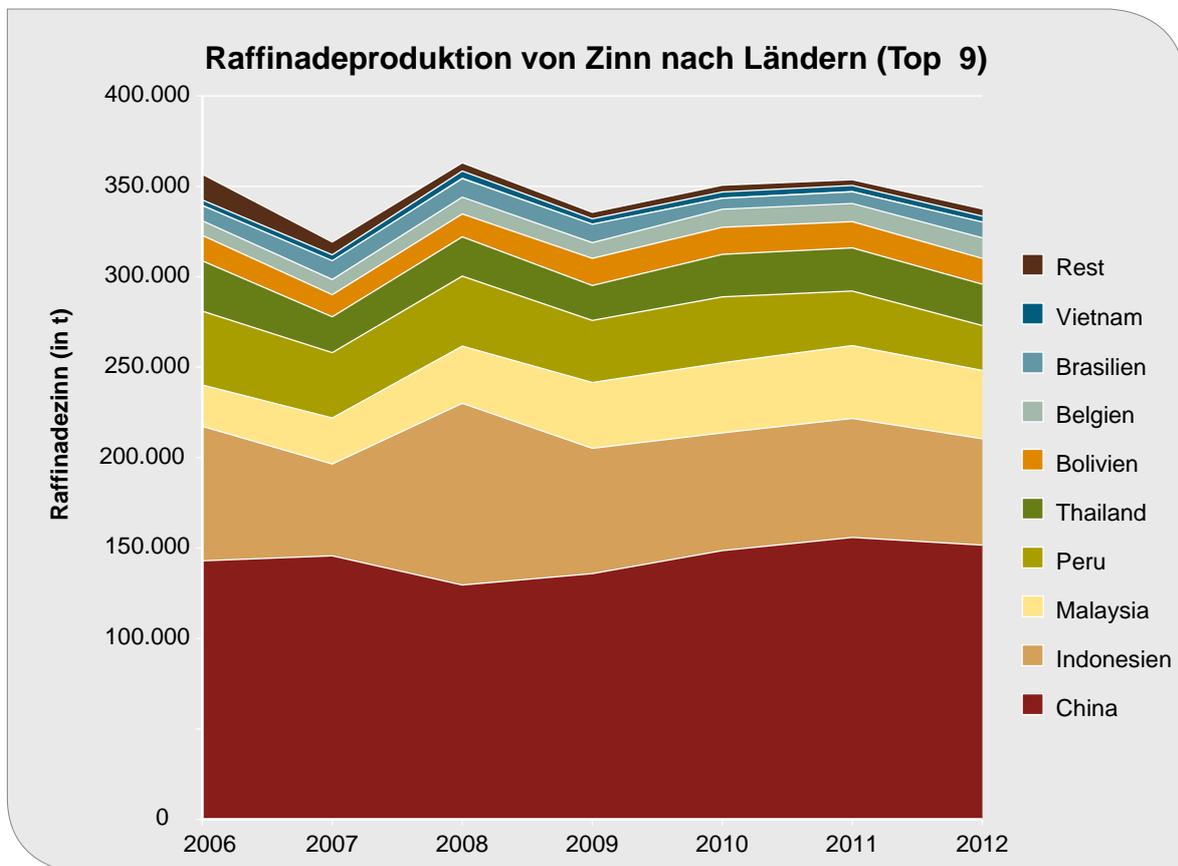


Abbildung 16: Entwicklung der Weltraffinadeproduktion von Zinn seit 2006.
 (Anm.: Für Indonesien nur statistischer Wert, s. Anhang: Indonesien).

Tabelle 5: Weltraffinadeproduktion von Zinn (in t Sn-Inhalt).

Land	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Australien	572	118	170	80	104	72	148
Belgien	8.049	8.372	9.228	8.690	9.945	10.007	11.350
Bolivien	14.089	12.251	12.666	14.996	14.975	14.517	14.280
Brasilien	8.871	10.294	10.904	10.446	6.513	7.000	9.501
China	142.916	145.672	129.544	135.836	148.575	155.855	151.586
Indien	25	28	27	27	24	23	24
Indonesien ¹⁾	74.382	50.762	100.461	69.268	65.093	65.798	58.801
Japan	854	879	956	757	841	947	1.133
Kongo DR	0	60	0	0	0	0	0
Malaysia	22.850	25.471	31.630	36.407	38.737	40.267	37.792
Mexiko	25	19	15	0	0	0	0
Myanmar	0	124	0	0	22	20	8
Nigeria	50	50	50	50	50	50	50
Peru	40.837	36.106	38.699	34.318	36.469	30.162	24.822
Polen	0	0	100	590	602	820	1.375
Ruanda	50	0	0	0	0	0	0
Russ. Föd.	3.928	2.898	1.725	1.429	1.381	726	900
Singapur ²⁾	8.738	2.914	1.500	658	735	523	388
Thailand	27.828	19.826	21.731	19.323	23.505	23.864	22.847
Vietnam	1.688	1.517	1.565	1.356	1.526	1.687	1.725
Welt	346.024	314.443	359.471	334.231	349.096	352.388	336.730

¹⁾ nur statistischer Wert, s. Anhang: Indonesien, ²⁾ bis 2008 in China enthalten, s. Anhang: Singapur

Zinnlegierungen (v. a. in den USA, Deutschland, der Tschechischen Republik, Schweden u. a.) wurde nicht berücksichtigt.

Die weltweite Produktion von Raffinadezinn wird von China, mit weitem Abstand gefolgt von Indonesien, und danach von Malaysia, Peru und Thailand dominiert. Diese fünf Länder produzierten im Jahr 2012 rund 88 % des weltweiten Raffinadezinns.

Einen Überblick über die Entwicklung der weltweiten Raffinadeproduktion von Zinn seit 2006 geben Tab. 5 und Abb. 16. Seit 2006 beträgt die Weltraffinadeproduktion von Zinn im Mittel rund 343.000 t/a + 18.000 t (2008) – 27.000 t (2007).

Im Einzelnen ergeben sich für die wichtigsten Länder mit Raffinationsanlagen folgende Entwicklungen:

- relativ konstante Raffinadeproduktion in den letzten Jahren: Bolivien, Thailand, Vietnam

- stark schwankende Raffinadeproduktion in den letzten Jahren: Malaysia, China
- Zunahme der Raffinadeproduktion in den letzten Jahren: Brasilien (seit 2010), Belgien (seit 2009)
- Abnahme der Raffinadeproduktion in den letzten Jahren: Indonesien, Peru

Die Zunahme der Raffinadeproduktion in Belgien (und Polen) geht ausschließlich auf das zunehmende Recycling von zinnhaltigen Abfällen zurück. Die Abnahme und im Sommer 2013 Einstellung der Raffinadeproduktion in der Russischen Föderation ist auf Verfügbarkeitsprobleme bei Zinnerzen zurückzuführen. Gravierender ist die starke Abnahme der Raffinadeproduktion in Peru (vgl. Bergbauproduktion) und in Indonesien, wobei das in Indonesien zum Teil nicht erschmolzene Zinnsteinkonzentrat in Singapur, Malaysia und China bzw. das erschmolzene Rohzinn in anderen asiatischen Ländern raffiniert wird.

5.4 Annahmen zur Berechnung der zukünftigen Zinnproduktion und -raffinade

Für die Berechnung des zukünftigen Angebots von Zinn auf dem Weltmarkt bis zum Jahr 2020 wurden folgende Annahmen getroffen.

Ägypten

Abu Dabbab Alluvial: Produktion von 100 t Sn-Inhalt/a bis 2018.

Australien

Greenbushes: Produktion von 100 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.

Renison Bell: Produktion von 6.000 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

Mount Garnet/MGT: Produktion von 50 t Sn-Inhalt 2014 und 100 t Sn-Inhalt/a ab 2015 ff.

Heemskirk: Produktion von 4.300 t Sn-Inhalt/a ab 2015 ff.

Belgien

Metallo Chimique: Produktion von 12.000 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.

Bolivien

Huanuni: Produktion von 10.000 t Sn-Inhalt 2014, 11.000 t Sn-Inhalt/a 2015 und 2016, 12.000 t Sn-Inhalt/a 2017 und 2018 sowie 13.000 t Sn-Inhalt/a ab 2019 ff.

Colquiri: Produktion von 3.000 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

kleine Minen/Kooperativen: Produktion von 8.000 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

EM Vinto: Produktion von 11.500 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.

OMSA: Produktion von 3.500 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.

Brasilien

Pitinga: Produktion von 5.700 t Sn-Inhalt 2013, 6.500 t Sn-Inhalt/a 2014 und 2015, 7.500 t Sn-Inhalt/a 2016 und 2017 sowie 8.500 t Sn-Inhalt/a ab 2018ff.

Kooperativen: Produktion von 8.000 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

Pirapora: Produktion von 5.200 t Raffinadezinn 2013, 6.000 Raffinadezinn 2014, 7.000 t Raffinadezinn/a von 2015 bis 2017 sowie 8.000 t Raffinadezinn/a ab 2018 ff.

andere: Produktion von 6.000 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.

Burundi

Kleinbergbau: Produktion von 13 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

China

gesamt: Produktion von 85.000 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

gesamt: Produktion von 150.000 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.

Großbritannien

Hemerdon: Produktion von 450 t Sn-Inhalt/a ab 2015 ff.

Indien

Kleinbergbau: Produktion von 25 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

Jagdapur: Produktion von 24 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.

Indonesien

gesamt:	Produktion von 110.000 t Sn-Inhalt/a bis 2017, 77.000 t Sn-Inhalt 2018, 54.000 t Sn-Inhalt 2019 und 38.000 t Sn-Inhalt 2020.
PT Timah:	Produktion von 25.000 t Raffinadezinn/a bis 2019 und 17.000 t Raffinadezinn 2020
andere:	Produktion von 40.000 t Raffinadezinn 2013, 30.000 t Raffinadezinn/a von 2014 bis 2017, 15.000 t Raffinadezinn 2018, 7.000 t Raffinadezinn 2019 und 5.000 t Raffinadezinn 2020 (Anm.: nur statistische Werte, s. Anhang: Indonesien!)

Japan

gesamt:	Produktion von 950 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.
---------	---

Kolumbien

gesamt:	Produktion von 1 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.
---------	---

Kongo, DR

gesamt:	Produktion von 5.000 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.
gesamt:	Produktion von 200 t Raffinadezinn/a ab 2015 ff.

Laos

gesamt:	Produktion von 700 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.
gesamt:	Produktion von 100 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.

Malaysia

Rahman Hydraulic Tin:	Produktion von 2.200 t Sn-Inhalt 2013, 2.300 t Sn-Inhalt 2014, 2.400 t Sn-Inhalt 2015, 2.500 t Sn-Inhalt 2016, 2.600 t Sn-Inhalt 2017, 2.700 t Sn-Inhalt 2018, 2.800 t Sn-Inhalt 2019 und 2.900 t Sn-Inhalt 2020.
andere:	Produktion von 1.000 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.
Malaysia Smelting Corp.:	Produktion von 39.000 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.

Marokko

Achmmach:	Produktion von 5.000 t Sn-Inhalt 2015 und 6.500 t Sn-Inhalt/a ab 2016 ff.
-----------	---

Mongolei

gesamt:	Produktion von 50 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.
---------	--

Myanmar

gesamt:	Produktion von 25.000 t Sn-Inhalt/a bis 2018 und 10.000 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.
Thanlyin:	Produktion von 20 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.

Niger

gesamt:	Produktion von 6 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.
---------	---

Nigeria

gesamt:	Produktion von 2.000 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.
Makeri Smelting Company:	Produktion von 50 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.

Peru

San Rafael:	Produktion von 23.500 t Sn-Inhalt 2013, 20.000 t Zinninhalt/a von 2014 bis 2016 und 8.000 t Sn-Inhalt/a ab 2017 ff.
Bofedal II:	Produktion von 7.000 t Sn-Inhalt/a ab 2017 ff.
Pisco:	Produktion von 24.000 t Raffinadezinn 2013, 20.000 t Raffinadezinn/a 2014 und 2015, 23.300 t Raffinadezinn 2016 und 13.500 t Raffinadezinn/a ab 2017 ff.

Polen

Fenix Metals: Produktion von 1.600 t Sn-Inhalt 2013, 1.800 t Sn-Inhalt 2014, 2.000 t Sn-Inhalt 2015, 2.200 t Sn-Inhalt 2016, 2.400 t Sn-Inhalt 2017, 2.600 t Sn-Inhalt 2018, 2.800 t Sn-Inhalt 2019 und 3.000 t Sn-Inhalt 2020.

Portugal

Panasqueira: Produktion von 40 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

Ruanda

gesamt: Produktion von 2.600 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

Russische Föderation

gesamt: Produktion von 200 t Sn-Inhalt 2013, 250 t Sn-Inhalt 2014, 300 t Sn-Inhalt 2015, 1.000 t Sn-Inhalt 2016 und 1.500 t Sn-Inhalt/a ab 2017 ff.

Sambia

gesamt: Produktion von 17 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

Spanien

Insuperable: Produktion von 1 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

La Parilla: Produktion von 25 t Sn-Inhalt/a ab 2014 bis 2020

Thailand

gesamt: Produktion von 150 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

Thaisarco: Produktion von 23.000 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.

Uganda

gesamt: Produktion von 10 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

Vietnam

gesamt: Produktion von 3.100 t Sn-Inhalt/a bis 2020 ff.

gesamt: Produktion von 3.000 t Raffinadezinn/a bis 2020 ff.

Für alle nicht aufgeführten Zinnprojekte wurde keine Aufnahme bzw. Wiederaufnahme der Zinnproduktion bis zum Jahr 2020 angenommen.

5.5 Projekte

Für diese Studie wurden die Projektdatenbanken des ITRI, der BGR und einschlägiger kommerzieller Rohstoffdatenanbieter ausgewertet und anhand von Internetinformationen aktualisiert.

Von den derzeit rund 200 bis 300 Bergbauprojekten außerhalb Chinas mit Zinn als primäres oder beibrechendes Wertmetall wurden in einem weiteren Schritt nur noch diejenigen 157 Projekte näher betrachtet, zu denen bereits Durchschnittsgehalte und Ressourcen publiziert wurden. Sowohl Ressourcenberechnungen nach JORC oder NI 43-101, wenn nicht vorhanden aber auch russischen Standards oder firmeninterne Berechnungen wurden berücksichtigt.

Eine vollständige Aufstellung aller auf diese Art näher betrachteten Zinnbergbauprojekte mit ihren wichtigsten Projektparametern ist den verschiedenen Länderprofilen im Anhang zu entnehmen.

Von nur sieben Projekten:

- Mount Garnet (MGT)/Australien
- La Parilla Tailings/Spanien
- Hemerdon/Großbritannien
- Achmmach/Marokko
- Bofedal II/Peru
- Heemskirk/Australien
- Xitian/China

kann nach interner Bewertung mit hoher Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass sie bis zum Jahr 2020 in Produktion gehen werden.



Abbildung 17: Gewinnung von Cassiterit aus fossilen Flusseifen, Projekt Abu Dabbab Alluvial, Ägypten, Foto: Gippsland Ltd. Quelle: BGR

Bei weiteren vier Projekten:

- Greenbushes/Australien
- Festivalnoe/Russische Föderation
- Andamanensee/Thailand
- Tongkeng-Changpo Erweiterung/China

besteht zudem zumindest die Möglichkeit einer (erneuten) Produktionsaufnahme bis zum Jahr 2020.

5.6 Lagerbestände

5.6.1 Staatliche Lagerbestände und Bestände der LME

USA

Die Defense Logistics Agency (DLA), die Beschaffungsbehörde der US-amerikanischen Streitkräfte, beendete 2008 den Verkauf von Zinn aus ihren strategischen Vorräten (National Defense Stockpile, NDS) und hält seitdem in ihrem Depot in Hammond, IN, Restvorräte von 4.020 t Zinn. Nach

dem Strategic and Critical Materials Report on Stockpile Requirements der DLA für 2013 besteht derzeit ein Defizit von 19.428 t Zinn. Um dieses aufzufüllen, plant die DLA in den Jahren 2014 und 2015 jeweils 804 t Zinn neu zu erwerben.

Republik Korea

Der Public Procurement Service (PPS) der Republik Korea führt seit 1967 für südkoreanische klein- und mittelständige Firmen Sammelbestellungen unter anderem von Industriemetallen durch. Für das Jahr 2013 sind Zukäufe von insgesamt 2.200 t Raffinadezinn vorgesehen. Durch Zukauf von mehr Zinn als abverkauft wird, wird ein strategischer Vorrat aufgebaut, der Ende 2013 3.418 t Zinn, entsprechend einem Bedarf von 75 Tagen, betragen sollte.

China

In China besitzen drei der wichtigsten Provinzen bzw. Städte mit Zinnproduktion, Yunnan, Guangxi und Chenzhou/Hunan, seit einigen Jahren Lager mit strategischen Vorräten an Raffinadezinn. Die derzeitige Höhe der Vorräte ist nicht bekannt, doch soll Yunann insgesamt bis zu 30.000 t und Chen-



Abbildung 18: Aufgrund mangelnden Angebots fast leere Lagerhalle mit Cassiteritkonzentrat von den verschiedensten Produktionsstandorten von PT Timah in der Zinnschmelze von Mentok, Bangka Island, Indonesien (Aufnahme vom 09.10.2013). Foto: BGR.

zhou bis zu 5.000 t Raffinadezinn erwerben wollen. Das chinesische State Reserve Bureau (SRB) besitzt dagegen keine strategischen Vorräte an Zinn.

London Metal Exchange

Die London Metal Exchange hält in ihren Warenlagern in Belgien (Antwerpen), Deutschland (Hamburg), Großbritannien (Hull, Liverpool, Tyne & Wear), Italien (Genua, Triest), Malaysia (Johor, Port Klang), Niederlande (Rotterdam, Vlissingen), Singapur, Spanien (Barcelona, Bilbao), Südkorea (Busan, Gwangyang) und USA (Baltimore, Mobile, New Orleans) physische Vorräte von gegenwärtig knapp 10.000 t Raffinadezinn > 99,85 % Sn-Inhalt. 99 % des Zinns soll jedoch in den Warenhäusern in Malaysia und Singapur lagern.

5.6.2 Privatwirtschaftlich gehaltene Lagerbestände

In China haben die Schmelzen unter den 28 Mitgliedsfirmen der neu gegründeten Zinnabteilung der China Non-Ferrous Metals Industry Associ-

ation (CNIA) vorgeschlagen, Vorräte von 4.000 – 5.000 t Raffinadezinn anzulegen und zu finanzieren. Eine Umsetzung ist bisher aber nicht erfolgt.

Nach Schätzung des US Geological Surveys betragen die Vorräte an Raffinadezinn der US-amerikanischen Firmen zum Jahresende 2012 ca. 6.470 t.

PT Timah verfügt über Einlagerungsmöglichkeiten für 5.000 t Raffinadezinn; Ende September 2013 betragen die Lagerbestände dieses Unternehmens 3.473 t Raffinadezinn.

Weitere Schätzungen zu den Vorräten an Zinn bei den industriellen Produzenten und Verbrauchern werden auf der Basis von Mitgliedsumfragen und Einzelmeldungen zweimonatlich vom ITRI veröffentlicht. Dabei ist nach ITRI (2011) zu beachten, dass Verbraucher und Händler und auch die meisten Produzenten in China gar keine Daten zu ihren Beständen an Zinn veröffentlichen. Die Schätzungen des ITRI sind daher spekulativ.

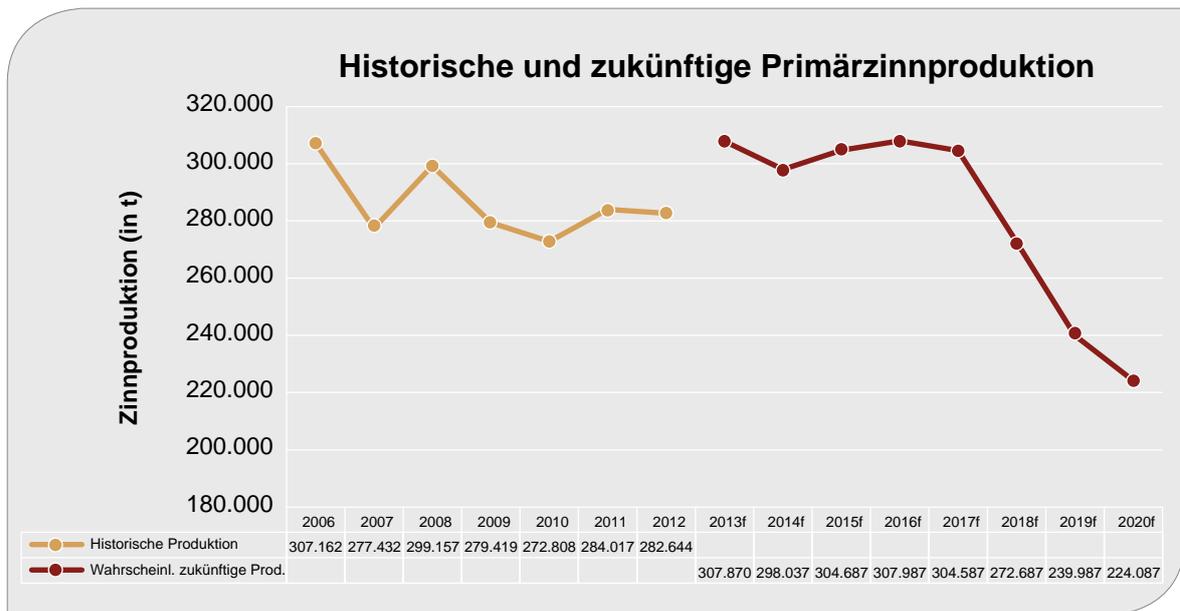


Abbildung 19: Historische und mutmaßliche zukünftige Produktion von Primärzinn bis zum Jahr 2020.

Rückblickend auf das Jahr 2012 schätzt das ITRI die durchschnittlichen Zinnbestände bei den Produzenten auf 6.500 t und die Bestände bei den Verbrauchern auf 11.800 t. Am Ende des Jahres 2013 sollen die Gesamtbestände 24.700 t Zinn betragen haben.

Alle bekannten/geschätzten Zinnvorräte reichen derzeit, um die weltweite Nachfrage für rund vier Wochen zu befriedigen.

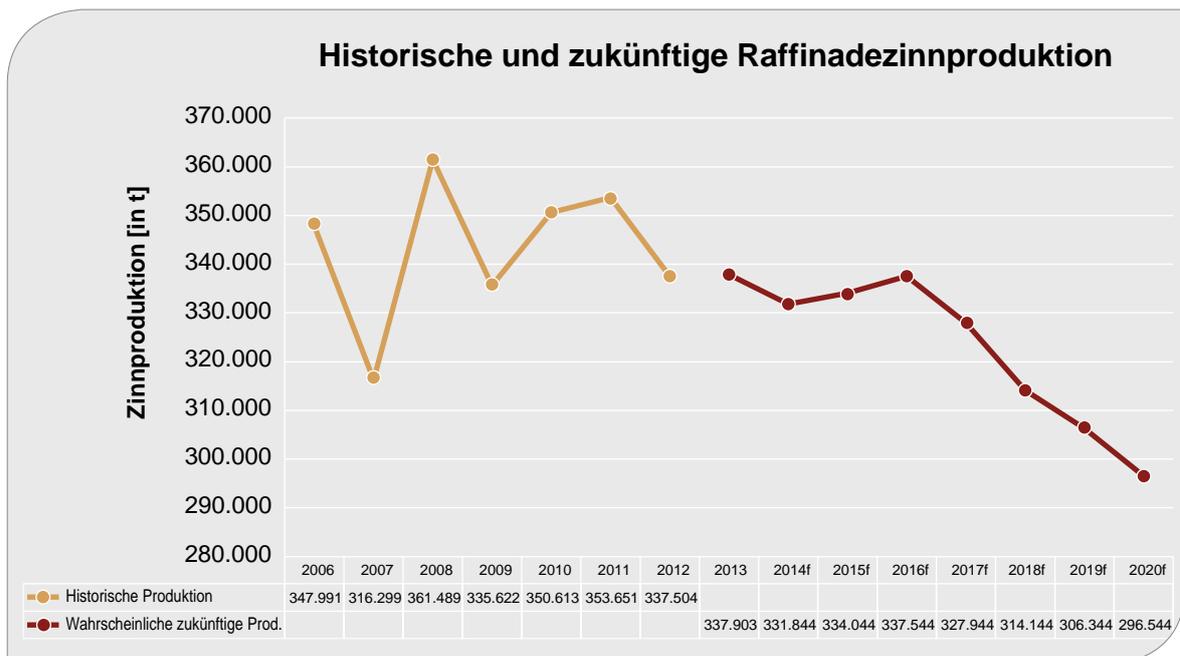


Abbildung 20: Historische und mutmaßliche zukünftige Produktion von Raffinadezinn bis zum Jahr 2020.

5.7 Berechnung des zukünftigen Zinnangebots

Auf Basis der in Kapitel 3.5 aufgeführten Mindestanforderungen an Zinnlagerstätten und den in den Kapiteln 5.4 und 5.5 daraus abgeleiteten Annahmen für die zukünftige Zinnproduktion in den einzelnen Ländern lässt sich das mutmaßliche weltweite Angebot an Zinn bis zum Jahr 2020 in einem entsprechenden Szenario hochrechnen (Abb. 21 und 22).

Obwohl sich die Entwicklungen auf dem Zinnmarkt durch derzeit noch unvorhersehbare Ereignisse um wenige Jahre nach vorne oder nach hinten verschieben können, ist das Gesamtbild dennoch relativ eindeutig:

Primärzinn

Die in den Jahren 2011 und 2012 noch weitgehend stabile Bergbauproduktion von Zinn hat sich im Jahr 2013 deutlich erhöht. Hintergrund sind die großen Cassiteritkonzentratimporte Chinas aus Myanmar. Diese werden vermutlich noch einige Jahre bis zur Erschöpfung der leicht abbaubaren onshore Lagerstätten in Myanmar anhalten. Auch durch Einsetzen der Zinnproduktion in Achmmach/Marokko im Jahr 2015 wird sich das Primärzinnangebot leicht erhöhen. Im Jahr 2016 sollte Zinn aus dem Haldenprojekt Bofedal II/Peru hinzukommen. Hierdurch sollte das weltweite Primärzinnangebot auf ein Maximum von 308.000 t Sn-Inhalt im Jahr 2016 steigen. Ab 2017 wird erwartet, dass durch Verringerung der Produktion aus San Rafael/Peru das Angebot wieder leicht sinkt, um danach, vermutlich ab 2018, immer deutlicher abzunehmen. Der genaue Beginn dieses Einbruchs des weltweiten Zinnangebots, der durch die zunehmende Erschöpfung der gesamt-indonesischen Zinnvorräte aus derzeitiger Sicht unvermeidbar erscheint (vgl. Indonesien), kann jedoch nicht sicher vorhergesagt werden. Selbst eine derzeit ebenfalls nicht ersichtliche Maximierung der Primärzinnproduktion in der Russischen Föderation, Nigeria und Zentralafrika kann einen Ausfall von Indonesien als wichtigsten Primärzinnproduzenten der Erde nicht kompensieren. Inwieweit die Zinnengewinnung aus derzeit nur vermuteten Lagerstätten offshore Myanmar Einfluss auf die Weltzinnbergbauförderung zu

Ende dieses Jahrzehnts haben wird, ist derzeit noch nicht absehbar.

Sekundärzinn

Aufgrund der schlechten Datenlage ist eine genaue Aussage über und eine Vorhersage der weltweiten Sekundärzinnproduktion nicht möglich. Sicherlich wird sich die Recyclingrate von Zinn in den nächsten Jahren aber erhöhen, um im nächsten Jahrzehnt ein Maximum zu erreichen.

Raffinadezinn

Die weltweite Raffinadezinnproduktion ist nach einem Minimum im Jahr 2007 (316.000 t) und einem im Jahr darauf folgenden Maximum (361.000 t) durch Rückgang der Produktion in Peru und Indonesien auf ein vorläufiges Minimum (337.500 t) im Jahr 2012 gefallen. Für 2013 kann nach bisher allerdings unvollständigen Daten von einer ähnlich hohen Produktion wie im Vorjahr ausgegangen werden. Bis zum Jahr 2016 wird die Raffinadezinnproduktion auf einem etwas niedrigeren Niveau von rund 335.000 t verharren. Für 2017 kann danach ein erster deutlicher Rückgang vorhergesagt werden.

Analog den obigen Aussagen zur Entwicklung des indonesischen und damit weltweiten Primärzinnangebots wird dann vermutlich ab dem Jahr 2018 auch das weltweite Angebot an Raffinadezinn deutlich zurückgehen. Das steigende Angebot an Sekundärzinn wird diesen starken Rückgang nicht ausgleichen können.

6 Bilanz von Angebot und Nachfrage

6.1 Entwicklung der Bilanz von Angebot und Nachfrage zwischen 2006 und 2012

Vergleicht man die Nachfrage nach Zinn zwischen 2006 und 2012 mit dem weltweiten Angebot in diesem Zeitraum, so gab es nach Berechnungen des ITRI in fast allen Jahren ein Defizit von bis zu 11.200 t, nur im Jahr 2009 kam es zu einem Überangebot von 10.300 t.

Unter Nutzung der Nachfragedaten von ITRI (s. Kapitel 4.2) und der für diese Studie aktualisierten Angebotsdaten (s. Kapitel 5.1 und 5.2) ergibt sich ein ähnliches Bild (Abb. 21). Einschließlich der Zinnverkäufe aus dem Lager der Defense Logistics Agency der USA bis zum Jahr 2008 existierte nur in den Jahren 2008 und 2009 bzw.

2012 ein Überangebot an Raffinadezinn auf dem Weltmarkt. Dieses betrug im Jahr 2008 knapp 15.000 t. In allen anderen Jahren gab es ein Defizit – maximal 49.000 t im Jahr 2007. Beachtet werden muss allerdings, dass die statistische Unschärfe aller Zinndaten bei ca ± 15.000 t liegt, so dass der Zinnmarkt wohl schon seit Jahren – mit Ausnahme des Jahres 2007 – mehr oder weniger ausgeglichen ist.

In der Gesamtsumme der Weltraffinadezinnproduktion ist die Sekundärzinnproduktion in China (Quelle: Schätzung des ITRI), Belgien (Quelle: Metallo Chimique N. V.) und Polen (Quelle: Fenix Metals sp. z.o.o.) bereits enthalten. Subtrahiert man diese Sekundärzinnproduktion und zudem unter Annahme eines Ausbringens von 97 % in den Schmelzen die Raffinadeproduktion aus Primärzinn, verbleibt ein Defizit, d. h. eine Resttonnage an Raffinadezinn, die ebenfalls aus zinnhaltigen Abfällen bereitgestellt worden sein muss (s. Tab. 6).

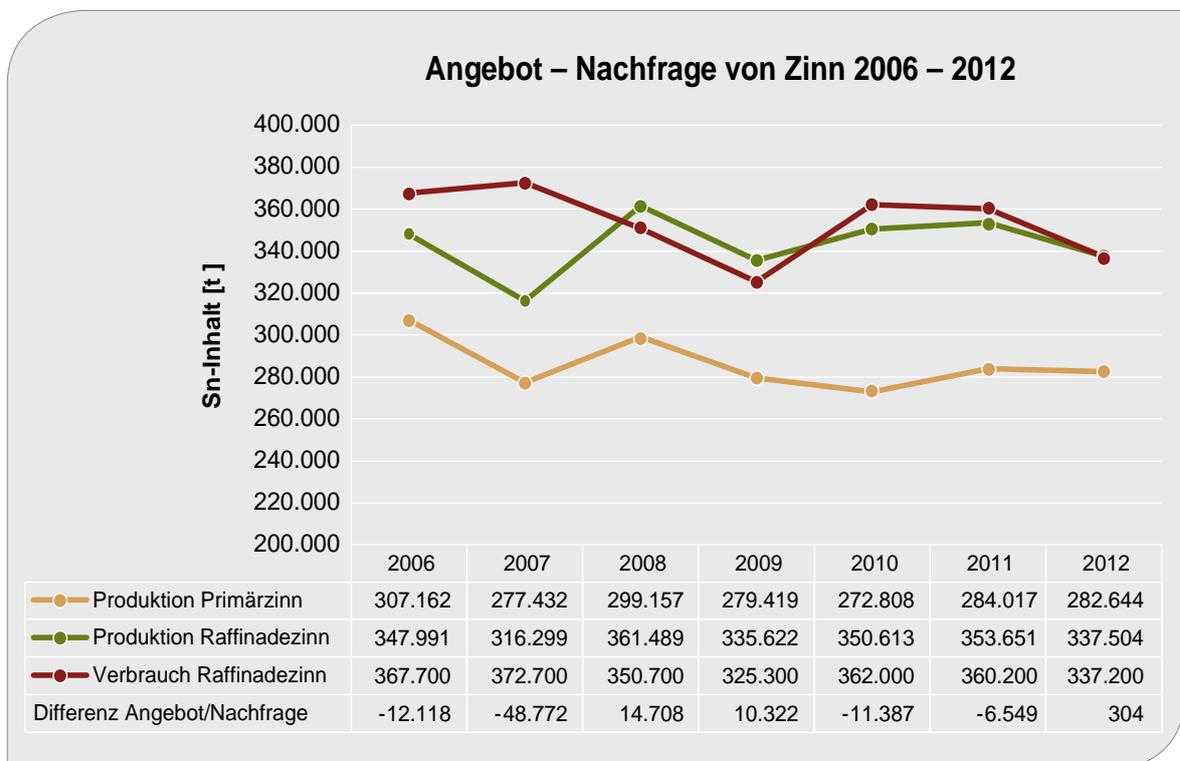


Abbildung 21: Angebot von Primär- und Raffinadezinn (in t Sn) und Verbrauch von Raffinadezinn (in t Sn) zwischen 2006 und 2012. Verbrauchsdaten nach ITRI. Angebotsdaten nach dieser Studie. Von der Defense Logistics Agency der USA wurden zusätzlich im Jahr 2006 7.591 t, im Jahr 2007 7.629 t und im Jahr 2008 3.919 t Zinnmetall veräußert. Diese Verkaufsmengen wurden in der Tabelle in der Differenzberechnung berücksichtigt.

Tabelle 6: Weltweite Sekundärzinnproduktion (in t) soweit bekannt bzw. berechenbar.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Raffinadeproduktion Welt	347.991	316.299	361.489	335.622	350.613	353.651	337.504
– Sekundärzinn China	27.500	41.000	39.200	41.700	46.800	45.100	39.500
– Sekundärzinn Belgien	8.049	8.372	9.228	8.690	9.945	10.007	11.350
– Sekundärzinn Polen	0	0	100	590	602	820	1.375
Rest	312.442	266.927	312.961	284.642	293.266	297.724	285.279
Raffinade aus Primärzinn	297.948	269.109	290.183	271.037	264.624	275.496	274.165
= Defizit	14.494	-2.182	22.778	13.605	28.642	22.228	11.114

6.2 Bilanz von Angebot und Nachfrage bis 2020

Interessanter und wichtiger als ein Blick in die Vergangenheit ist natürlich ein Versuch der Vorhersage der Angebots-/Nachfrageentwicklung für Zinn bis zum Jahr 2020.

Setzt man ein jährliches Wachstum des weltweiten Zinnverbrauchs von 1,1 % an (vgl. Kapitel 4.3) und übernimmt auf der anderen Seite die für diese Studie abgeleiteten wahrscheinlichen

Zinnproduktionsdaten aus Kapitel 5.7, ergibt sich folgendes Bild:

In den Jahren 2014 bis 2016 wird sich das weltweite Angebot von Primärzinn etwas stärker als das von Raffinadezinn erhöhen. Dies wirkt sich aber vor allem auf die aus dem Sekundärzinnaufkommen zu deckende Zinnmenge aus. Im Jahr 2013 gab es vermutlich ein Defizit von rund 11.000 t Zinn auf dem Weltmarkt. Ab 2014 müsste sich das Unterangebot bis auf 23.000 t Zinn deutlich erhöhen und damit größer sein als der

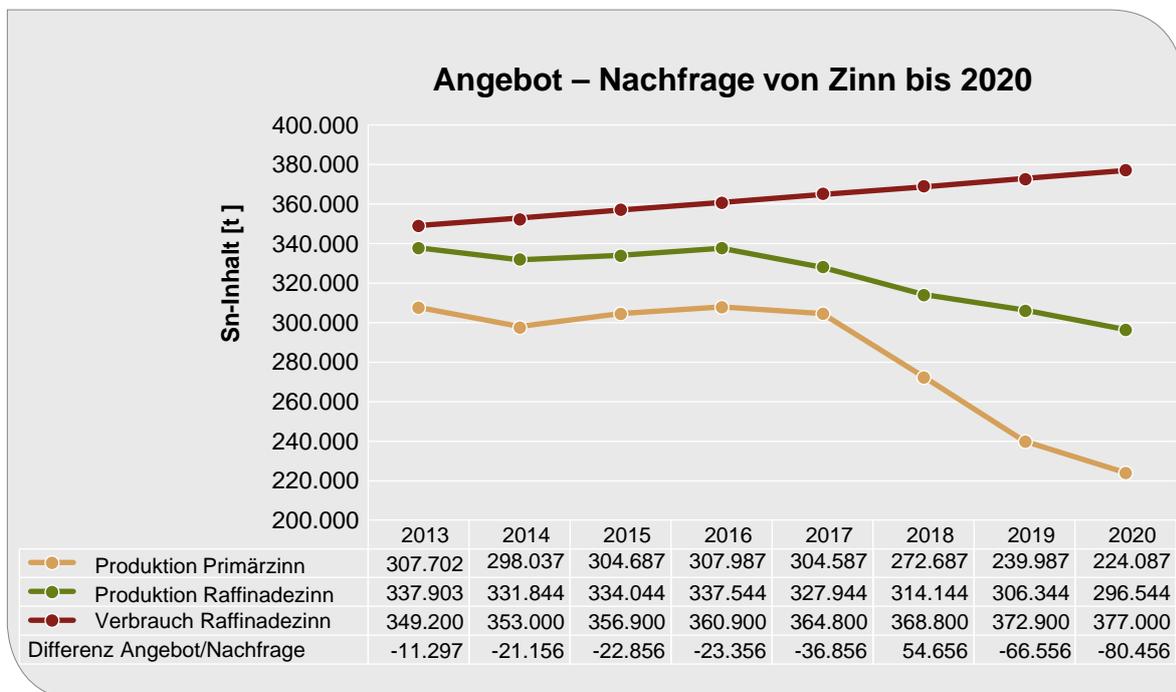


Abbildung 22: Vermutetes Angebot von Primär- und Raffinadezinn (in t Sn) und vermuteter Verbrauch von Raffinadezinn (in t Sn) bis 2020. Verbrauchsdaten nach derzeitiger Schätzung des jährlichen Wachstums nach ITRI. Angebotsdaten nach dieser Studie.

Unschärfbereich der statistischen Auswertungen (s. o.). Vermutlich kann dieses Unterangebot schon bald nicht mehr aus den Lagerbeständen bei den Produzenten gedeckt werden.

Ab 2017 wird sich die zurückgehende Produktion in Peru erstmalig sichtbar auf den Weltzinnmarkt auswirken – sofern keine neuen Zinnreserven in San Rafael entdeckt und aufgeschlossen werden. Für das Jahr 2017 ist von einem Unterangebot von ca. 37.000 t Zinn auszugehen.

In dem Szenario wirkt sich ab 2018 – in der Realität abhängig von dem tatsächlichen Verhalten der indonesischen Produzenten als Reaktion auf die schnell abnehmenden Primärzinnvorräte bzw. staatliche Vorgaben – das indonesische Marktgeschehen voll aus. So wurde für 2018 ein Defizit von rund 54.700 t, für 2019 von 66.600 t und für 2020 sogar von 80.000 t Zinn auf dem Weltmarkt errechnet. Ein so großer Fehlbetrag kann nicht mehr durch Auflösung von Lagerbeständen oder Erhöhung der Recyclingrate ausgeglichen werden. Kurzfristig muss ein so großes Defizit zu einer starken Preiserhöhung führen, die aber sofort wieder eine verstärkte Substitution in Gang setzen wird.

7 Preisentwicklung

7.1 Historische Zinnpreise

Ein Überblick über historische, inflationsbereinigte (reale) Zinn-Preispeaks (aktualisiert nach BRÄUNINGER et al., 2013) wird im Folgenden gegeben:

1918 – 1921: Zum Ende des Ersten Weltkriegs steigen die Preise aufgrund von Angebotsengpässen und erreichen im Mai 1918 einen realen Höchstpreis von 21.400 US\$/t. Verursacht wird dieser starke Preisanstieg durch Seeblockaden. Infolgedessen nimmt die Zinnproduktion zu. Als nach dem Krieg Zinn wieder über das Meer transportiert werden kann, fällt der Preis. Hinzu kommt eine weltweite Rezession, die zu Schließungen von diversen Zinnminen führt. Der reale Zinnpreis sinkt bis August 1921 auf 7.400 US\$/t.

1923 – 1925: Die Weltwirtschaft erholt sich langsam und im Vergleich zur Nachkriegszeit verdoppelt sich der Zinnverbrauch. Im März 1927 erreicht der reale Zinnpreis einen Höchstwert von 18.900 US\$/t.

1926 – 1931: Die Weltwirtschaftskrise führt zu einem starken Einbruch der Zinnnachfrage, sodass der reale Zinnpreis bis auf 7.700 US\$/t (April 1932) zurückfällt.

1931 – 1935: 1931 wird das erste Zinnkartell gegründet. Ziel dieses Kartells ist es, den Preis durch An- und Verkäufe aus Pufferbeständen zu stabilisieren. Gleichzeitig werden Produktionsquoten festgelegt. Der reale Zinnpreis erhöht sich in diesem Zeitraum von rund 7.700 US\$/t auf fast 19.700 US\$/t um mehr als das Doppelte.

1939 – 1945: Zweiter Weltkrieg. Die Alliierten kontrollieren die Produktion, den Verbrauch und die Allokation von Zinn. Deutschland wird vom weltweiten Zinnangebot ausgeschlossen. In Nigeria, Bolivien und in der DR Kongo steigt die Produktion, sodass der reale Preis für eine Tonne Zinn in diesem Zeitraum von maximal 21.000 US\$ auf 12.700 US\$ sinkt.

1950/1951: Mit Beginn des Koreakriegs kaufen die USA und andere Länder Zinn aus Angst vor Engpässen. Zinnkontrollen in den USA werden

verschärft. Der reale Zinnpreis explodiert infolgedessen und erreicht im Februar 1951 erneut einen Höchstwert von über 26.600 US\$/t.

1951/1952: Zinn-Einkaufsstreiks aufgrund von hohen Zinnpreisen in den USA. Der Einkauf von Zinn wird gestoppt, sodass der Preis wieder sinkt.

1956: Das International Tin Council (ITC) wird gegründet. Ziel: Preisstabilität mithilfe von Höchst- und Niedrigpreisen und An- und Verkäufen von Zinn aus Pufferbeständen. 29 Jahre ist das ITC in der Lage, den Preis von Zinn relativ stabil zu halten.

1963 – 1967: Wissenschaftler schätzen, dass die Zinnreserven in naher Zukunft aufgebraucht sein werden, sodass die Nachfrage und infolgedessen die realen Preise stark steigen (von rund 15.500 US\$/t im Februar 1963 auf mehr als 29.000 US\$/t im Oktober 1964). Das ITC kann dieser Entwicklung nicht gegensteuern. Verkäufe aus den US-nationalen Lagerbeständen verringern den Nachfrageüberschuss bis 1967, der reale Preis sinkt auf 20.400 US\$/t.

1972 – 1975: Da die leicht gewinnbaren Vorkommen nahezu erschöpft sind, sinkt die Zinnproduktion in Malaysia und es entsteht ein Nachfrageüberschuss. Da das ITC erneut keine ausreichenden Pufferbestände hält und die Export- und Preiskontrollen zu schwach sind, steigen die realen Preise. Dieser erreicht mit knapp 38.300 US\$/t im April 1974 seinen Höhepunkt.

1974 – 1976: Eine weltweite Rezession führt zu einem starken Rückgang der Zinnnachfrage. Der reale Zinnpreis fällt um gut 17.000 US\$/t auf unter 21.000 US\$/t, sodass das ITC große Mengen an Zinn aufkauft und Export- und Produktionskontrollen verhängt.

1976 – 1980: Die Exportkontrollen werden Mitte 1976 aufgehoben, da sich die Zinnnachfrage mit der Erholung der weltweiten Konjunktur wieder erhöht. Das ITC ist machtlos gegen diese Preissteigerungen, da seine Pufferbestände leer sind. Spekulanten und Streiks in verschiedenen US-Häfen verstärken die Zinnnachfrage und erhöhen den realen Preis weiter bis auf fast 42.300 US\$/t im Juni 1979.

1980–1986: Die weltweite Rezession nach dem zweiten Ölpreisschock führt zu einem Rückgang der Zinnnachfrage. Auf dem Zinnmarkt liegt ein leichtes Überschussangebot vor. 1981 erhöht sich die weltweite Zinnproduktion im Vergleich zum Vorjahr trotz sinkender Preise, sodass das Überschussangebot weiter wächst. Mitte 1986 beträgt der reale Zinnpreis nur noch rund 11.200 US\$/t.

2003 – 2008: Asiens Wirtschaft beginnt stark zu wachsen und fragt enorme Mengen an Zinn nach. Da in der Vergangenheit nur wenig in Zinnminen investiert wurde, stoßen deren Produktionskapazitäten schnell an ihre Grenzen. Die erhöhten Preise (real knapp 25.000 US\$/t im Mai 2008) führen dazu, dass einige, bereits geschlossene Minen wieder eröffnet werden

2009 – 2011: Der Einbruch der Weltwirtschaft 2008/2009 mindert die Nachfrage nach Zinn, der reale Preis sinkt zwischen Mai 2008 und März 2009 um 12.000 US\$/t und erreicht einen Wert von unter 13.000 US\$/t. 2010 springt die Weltwirtschaft schneller als erwartet wieder an, ohne dass das Angebot die Nachfrage decken kann. Gleichzeitig wird in Indonesien verstärkt gegen illegale Minen vorgegangen. Im Februar 2011 erreicht der reale Preis, unterstützt durch Börsenspekulationen, ein erneutes Maximum von knapp 24.700 US\$/t.

2011 – 2013: Zunehmende Verschuldung der Industrieländer und Sorgen um die Weltwirtschaft mindern die Nachfrage nach Zinn. Im August 2012 sinkt der reale Zinnpreis auf 18.800 US\$/t. Trotz Spekulationen über die auslaufende Produktion in wichtigen Produktionsländern (Peru, Indonesien, China) fällt der reale Zinnpreis von kurzfristigen Preispeaks immer wieder schnell auf durchschnittlich 20.000 – 22.000 US\$/t zurück.

7.2 Vorhersage der zukünftigen Preisentwicklung von Zinn

Die DERA erfasst die aktuellen und historischen Preise von mineralischen Rohstoffen, erstellt jedoch keine Preisprognosen.

In seiner Ausgabe vom 31. Januar 2014 veröffentlichte die Zeitschrift Metal Bulletin Preisschätzungen von Analysten zu den an der LME gehandelten Metallen. Für Zinn wurden die Preisvorhersagen

von insgesamt 13 Analysten bis maximal 2018 ausgewertet. Hierbei gab es zwar im Einzelnen große Varianzen, doch besagt der Mittelwert der Vorhersagen, dass der Zinnpreis bis Ende 2015 bei 23.500 US\$/t und 2018 bei rund 23.400 US\$/t liegen könnte.

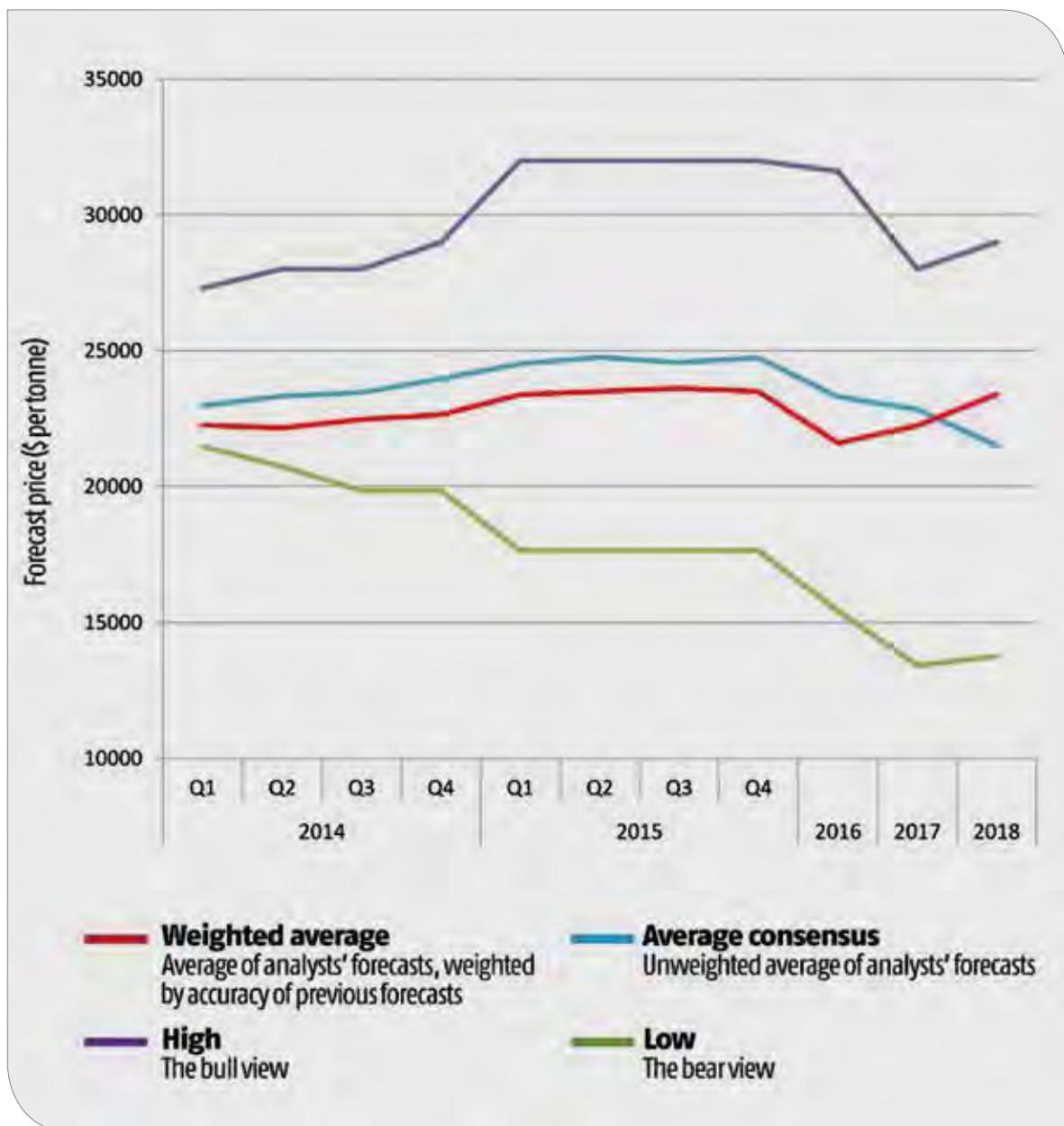


Abbildung 23: Vorhersage des zukünftigen Zinnpreises bis 2018 (Metal Bulletin 31.01.2014, Wiedergabe mit frdl. Genehmigung). Weitergehende Informationen unter: <http://www.metalbulletin.com/Apex>

8 Angebot und Nachfrage nach Zinn in Deutschland

8.1 Vorkommen und Gewinnung

In Deutschland wird seit Oktober 1991 (Stilllegung der Zinnerzgrube Ehrenfriedersdorf in Sachsen) kein Primärzinn mehr abgebaut. Die verbliebenen Zinnerzvorräte mit rund 680.500 t Sn-Inhalt liegen ebenfalls vollständig in Sachsen. Hiervon ist jedoch nur ein Bruchteil abbauwürdig und dies auch nur dann, wenn die Zinnpreise längerfristig über 25.000 US\$/t steigen (s. Anhang: Deutschland).

8.2 Projekte

Alle 39 bekannten Zinnerzvorkommen bzw. -projekte in Deutschland sind im Anhang: Deutschland aufgeführt und kurz bewertet.

8.3 Import und Export

Aufgrund des hohen Bedarfs an Zinn durch die deutsche Industrie (s. Kapitel 8.4) und der fehlenden Primärförderung in Deutschland ist die hiesige Wirtschaft vollständig auf die Wiederverwertung von Zinn aus Schrotten und Abfällen (Sekundärzinn), aus Zinnchemikalien sowie Zinnimporten aus dem Ausland angewiesen.

Die deutschen Importe an Primärzinn, Raffinadezinn, Zinnhalbzeug und -waren, aber auch von Zinnschrotten und -abfällen sind in Tab. 7 aufgeführt. Tab. 8 listet entsprechend die Exporte auf. Die angegebenen Daten wurden aus den Datenbanken des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS) übernommen.

Aus Tabellen 7 und 8 wird ersichtlich, dass Deutschland bei Importen von im Mittel jährlich rund 22.000 t Raffinadezinn sowie Exporten von im Mittel jährlich rund 1.300 t Raffinadezinn zu den weltweit größten Verbrauchern von Zinn zählt. Im Jahr 2012 dürfte Deutschland ca. 6,1 % des weltweit produzierten Raffinadezinns verwendet haben und lag damit hinter China (43,3 %), USA (9,5 %), Japan (8,1 %) und vor der Republik Korea an weltweit vierter Stelle.

Auf der anderen Seite zählt Deutschland zu den großen Produzenten und Exporteuren von Zinnhalbzeug und -waren.

Die Zinnimporte Deutschlands stammen aus aller Welt und erreichen uns teils über Drittländer, die die Statistik verfälschen. Im Folgenden sind die wichtigsten Lieferländer der einzelnen Warengruppen aufgeführt (Quelle: Statistisches Bundesamt):

- Zinnerze & -konzentrate: fast ausschließlich Ruanda
- Raffinadezinn: Indonesien, Peru, Belgien, aber auch zahlreiche andere mit

Tabelle 7: Deutsche Importe von Zinnerzen & -konzentraten, Raffinadezinn, Zinnlegierungen, Zinnhalbzeug und -waren, Zinnoxiden, Zinnabfällen und -schrott sowie zinnhaltigen Aschen und Rückständen (in t) zwischen 2006 und 2012 (Quelle: Statistisches Bundesamt).

	Erze & Konzentrate	Raffinadezinn	Legierungen	Halbzeug & Waren	Zinnoxide	Zinnabfälle und -schrott	zinnhaltige Aschen und Rückstände
2006	0	22.064	1.026	1.984	240	917	681
2007	38	24.201	421	2.258	309	1.797	530
2008	121	24.421	6.719 ¹⁾	3.084	220	3.078	484
2009	0	15.902	460	2.896	232	1.647	449
2010	0	19.701	549	2.683	146	1.550	92
2011	0	24.150	397	2.573	156	1.721	54
2012	0	22.311	433	2.764	202	1.723	127

¹⁾ evtl. Zuordnungsfehler

Tabelle 8: Deutsche Exporte von Zinnerzen & -konzentraten, Raffinadezinn, Zinnlegierungen, Zinnhalbzeug und -waren, Zinnabfällen und -schrott sowie zinnhaltigen Aschen und Rückständen (in t) zwischen 2006 und 2012 (Quelle: Statistisches Bundesamt).

	Erze & Konzentrate	Raffinadezinn	Legierungen	Halbzeug & Waren	Zinnabfälle und -schrott	zinnhaltige Aschen und Rückstände
2006	331	1.149	437	4.488	965	855
2007	0	1.283	1.498	4.008	1.246	280
2008	124	1.934	1.911	4.093	1.693	677
2009	163	1.118	1.212	3.215	1.485	179
2010	32	1.285	1.548	3.565	1.555	236
2011	2	1.353	1.528	3.293	1.242	561
2012	0	1.223	1.503	4.149	1.173	394

- (z. B. Thailand, Malaysia, Brasilien, Bolivien) und ohne eigene Schmelzen (z. B. Großbritannien, Österreich)
- Legierungen: Polen, USA, Großbritannien und viele weitere
 - Halbzeug & Waren: Frankreich, China und viele andere
 - Zinnoxide: Irland/Großbritannien, Italien, Japan, USA
 - Zinnabfälle und -schrotte: alle europäischen Länder und wenige weitere
 - zinnhaltige Aschen und Rückstände: wechselnde europäische Nachbarländer

8.4 Verbrauch

Die Zinnnachfrage Deutschlands liegt nach den in Kapitel 8.3 genannten Import-/Exportdaten bei im Mittel jährlich rund 20.700 t Raffinadezinn und 200 t Zinnoxiden. Dazu kommt eine nicht bekannte, aber vermutlich große Menge an Sekundärzinn.

Belastbare Daten zur Sekundärzinnproduktion Deutschlands existieren nicht und konnten aufgrund der großen Zahl der im Zinnrecycling der verschiedensten Art tätigen, meist klein- bis mittelständischen und sich einander zuliefernden Firmen auch für diese Studie nicht erfasst werden. Von einem langjährigen Marktteilnehmer wurde das Sekundärzinnaufkommen in Deutschland auf 5.000 – 6.000 t Sn-Inhalt/a geschätzt. Telefonische Umfragen im Rahmen dieser Studie bei den Sekundärzinn

produzierenden und verbrauchenden deutschen Firmen bestätigen diese Schätzung sehr gut (ca. 6.000 t Sn-Inhalt/a). Zum Vergleich schätzt der USGS für die USA die im Jahr 2012 aus Schrotten und Abfällen recycelte Sekundärzinnmenge auf 13.100 t Sn-Inhalt.

Zur Herstellung von Sekundärzinn, der Zinnlegierungen aller Art, aber in Deutschland kein Zinnmetall umfasst, eignen sich eine Vielzahl von zinnhaltigen Neu- (Produktions-) und Altabfällen. Seit der Inbetriebnahme der Schmelze von Fenix Metals in Polen im Jahr 2008 hat sich der Wettbewerb um die zinnhaltigen Abfälle in Europa nochmals verstärkt. Deutsche Recyclingfirmen versuchen für sich bzw. ihre deutschen und ausländischen Kunden einen möglichst hohen Zinnabfallanteil im In- und europäischen Ausland zu sichern. Sie stehen dabei teil- und zeitweise im starken Wettbewerb vor allem mit Fenix Metals in Polen und Metallo Chimique in Belgien, sind aber zugleich deren Lieferanten.

Ungeachtet hiervon bleibt der Weißmetallschrott, von dem nur noch ein geringer, nicht quantifizierbarer Anteil weiterhin in den verbliebenen Entzinnungsanlagen in der Schweiz, in den Niederlanden, Italien und Großbritannien entzinkt wird.

Auch der aus Zinnchemikalien recycelbare Zinnanteil ist gesondert zu betrachten.

Aufgrund der großen Anzahl der in den verschiedensten Bereichen tätigen deutschen Zinn verarbeitenden und recycelnden Firmen, ist es nicht möglich, diese hier vollständig aufzulisten und zu



Abbildung 24: Zwischenlager mit unterschiedlichen Qualitäten von Raffinadezinn in der Zinnschmelze von PT Timah in Mentok, Bangka Island, Indonesien. Foto: BGR.

beschreiben. Die nachfolgende Übersicht führt daher nur die wichtigsten Firmen mit ihren verschiedenen Tätigkeiten auf:

Handelshäuser

Rund 2/3 des von deutschen Verarbeitungsbetrieben benötigten Raffinadezinns wird über drei große deutsche Handelshäuser importiert und vertrieben. Diese beziehen ihr Zinn vorwiegend aus Südostasien und Belgien. Die wenigen Firmen, die das von ihnen benötigte Raffinadezinn selber auf dem freien Markt beziehen (ca. 1/3), gaben dagegen häufig an, südamerikanisches Raffinadezinn vorzuziehen.

- Die 1919 gegründete und sich im Familienbesitz befindliche **Wilhelm Grillo Handelsgesellschaft mbH** mit Sitz in Duis-

burg, ein Tochterunternehmen der heutigen Grillo-Werke AG, ist ein weltweit tätiges Handelsunternehmen für Nichteisen (NE)-Metalle mit Schwerpunkt auf den börsenregistrierten Metallen Zink, Kupfer, Blei und Zinn. Darüber handelt das Unternehmen mit Aluminium, Nickel und Seltenen Metallen (Antimon, Arsen, Cadmium, Indium, Kobalt, Selen, Wismut, Magnesium, Mangan) sowie mit Sekundärmetallen wie Remelted Zink, Messing, Rotguss und Bronzen, die zum Teil aus der Produktion eines Tochterunternehmens in Österreich stammen. Die Wilhelm Grillo Handelsgesellschaft mbH ist das größte Zinnhandelshaus in Deutschland.

- Die **ThyssenKrupp Metallurgical Products GmbH** hat ihren Sitz in Essen und entstand 2011 durch die Fusion von ThyssenKrupp Metallurgie und ThyssenKrupp

MinEnergy. Mehr als ein Handelsunternehmen gehört zu den Kerngeschäften von ThyssenKrupp Metallurgical Products, die weltweite Beschaffung, die Umarbeitung und der Vertrieb von Aufkohlungsprodukten für die Giesserei- und Stahlindustrie, der Handel mit Koks und Kohlen, die Versorgung mit leitungsgebundenen Energien und technischen Gasen sowie der Handel mit Industriemineralen, Eisenerz und Ferrolegierungen, Aluminium, Magnesium, Mangan, Silizium, Titanschwamm, verschiedenen Pulvermetallen sowie den börsennotierten Metallen Blei, Kupfer, Zink, Zinn und Nickel.

- Die **Westmetall GmbH & Co. KG** mit Sitz in Wuppertal ist ein 1919 gegründetes und sich im Familienbesitz befindliches Handelsunternehmen mit dem Kerngeschäft Handel mit den Börsenmetallen Kupfer, Zinn, Zink, Nickel und Blei sowie Kupferlegierungen. Als zertifizierter Entsorgungsfachbetrieb ist die Westmetall zudem im Handel und in der Umarbeitung von NE-Metallschrotten aller Art tätig.
- Die **GMH Stachow-Metall GmbH** wurde 1989 in Goslar gegründet und ist seitdem im internationalen Handel mit NE-Metallen und deren Abfällen und Rückständen, mit Erzen und Rohstoffen aller Art sowie deren Aufbereitung, der Übernahme von Kommissions- oder Agenturgeschäften im Bereich des Erz-, Metall- oder Rohstoffhandels, sowie der Beratung hinsichtlich der Bewertung, Beschaffung, Verarbeitung oder des Vertriebs von Metallen tätig. Mit anfänglichem Schwerpunkt bei den Basismetallen Zink und Blei, erstreckt sich die Tätigkeit zunehmend auf den Bereich der Selten-, Elektronik- und Sondermetalle und auch auf Zinn. Gehandelt wird vorwiegend mit Primärzinn, aber auch Zinnabfällen aller Art.
- Die **Cronimet Metal Trading AG** mit Sitz in Steinhausen/Schweiz gehört zur Cronimet-Gruppe mit Hauptsitz in Karlsruhe. Ihr Schwesterunternehmen, die Cronimet Central Africa AG, erwirbt aus kontrollierten und zertifizierten Abbaustellen, derzeit ausschließlich in Ruanda, im Rahmen der Versorgung der Cronimet-Gruppe mit Wolfram-erzen auch Cassiteritkonzentrate. Diese

werden unter Beachtung aller für den Handel mit Rohstoffen aus Zentralafrika geltenden Richtlinien über den Hafen von Daressalam/Tansania nach Malaysia exportiert und dort von der Malaysia Smelting Corporation verhüttet. Die Cronimet-Gruppe ist damit das einzige deutsche im direkten Rohstoffhandel mit Zinnerzen tätige Unternehmen. Das monatliche Handelsvolumen liegt zwischen 75 und 150 t Cassiteritkonzentrat.

Lötzinn

Der Lötzinmarkt ist der größte Absatzmarkt für Zinn weltweit und auch in Deutschland. Rund 1/3 des in Deutschland verbrauchten Zinns (Raffinadezinn und Sekundärzinn) geht in die Lötmitteproduktion. Hierbei teilen sich in Deutschland mehrere Mittelständler den Markt. Zudem liefern große ausländische Lötzinproduzenten nach Deutschland. Einigen Mittelständlern sind zudem Recyclingfirmen und/oder Händler für Lötmitte angeschlossen.

- Bereits im Jahr 1612 erteilte Kurfürst Johann Georg I. die Genehmigung zum Betrieb einer Schmelzhütte mit vier Stichoefen auf der Flur Halsbrücke nahe Freiberg in Sachsen. Nach vielen Wirren ging hieraus im Jahr 1992 die heutige **Feinhütte Halsbrücke GmbH** hervor. Heute ist die Feinhütte Halsbrücke ein familiengeführtes mittelständisches Unternehmen und das am weitesten aufgestellte und der zweitgrößte Zinnverarbeiter in Deutschland. Die technische Ausstattung umfasst zwei Kurztrommelöfen und 37 Kesselanlagen mit Fassungsvermögen von 0,5 bis 30 t. Das Produktspektrum der Feinhütte Halsbrücke beinhaltet über das Recycling von Zinn- und Bleiabfällen aller Art die Herstellung von Hartblei sowie von Lagermetallen, Weichlot- und Sonderlegierungen in allen gängigen Formen und Sonderformaten. Die Feinhütte Halsbrücke ist das größte Zinnrecyclingunternehmen in Deutschland.
- Die **Balver Zinn Josef Jost GmbH & Co. KG** hat ihren Firmensitz im sauerländischen Balve und ist ein familiengeführtes Unternehmen in dritter Generation. Die Eintragung ins Handelsregister erfolgte 1976. Die Unterneh-

mensgruppe unterhält eine Zinkgießerei, ist ansonsten aber in der Produktion von Zinnloten, Sn-, Sn-Pb- und Zn-Anoden, Drähten zum Flamm- und Lichtbogenspritzen sowie Lotpasten & Flussmitteln (über die Tochterfirma COBAR Europe BV in Breda/ NL) tätig. Balver Zinn ist einer der großen Verbraucher von Raffinadezinn in Deutschland.

- Die Firmengründer der **Felder GmbH Löttechnik**, seit 1986 mit Sitz in Oberhausen, begannen 1979 mit der maschinellen Herstellung von Lötdrähten und Flussmitteln verschiedenster Art für Großhandelsunternehmen im Bereich Sanitär/Heizung, Schweißtechnik, Werkzeug und Automobilzubehör. Mittlerweile gehört die Firma zu den europaweit führenden Herstellern hochreiner Lötmetalle (Weichlote, Hartlote, Lotpasten, Flussmittel) und -zubehör und damit zu den großen Einzelverbrauchern von Zinn in Deutschland. Zum Firmenverbund gehört auch die 1980 gegründete Artenjak-Zinn GmbH mit Sitz in Loffenau im Schwarzwald. Die Artenjak-Zinn GmbH ist im größeren Umfang im Recycling von Zinn, Blei und zinnhaltigen Produktionsabfällen tätig und zudem seit 2000 Entsorgungsbetrieb.
- Die Geschichte der Firma Stannol mit Sitz in Wuppertal geht auf das Jahr 1879 zurück. Seit dem Management Buy-Out im Jahr 2001 hat sich die mittlerweile als **Stannol GmbH** firmierende Firma auf die Produktion von Lötmetallen und Flussmitteln sowie den Vertrieb von Lötgeräten, Mess- und Prüfgeräten, Schutzlacken und Lötzubehör für die Elektronikindustrie spezialisiert. Das von ihr verwendete Zinn – hier ist sie mittelgroßer Verbraucher – muss deshalb die höchsten Anforderungen erfüllen.
- Die JL Goslar GmbH ist ein weltweit führender Nischenanbieter für Bleierzeugnisse mit Sitz in Goslar im nördlichen Vorharz. Mit Wirkung zum 01.01.2011 wurde der Bereich Lot der JL Goslar im Rahmen eines Asset Deals auf die **ELSOLD GmbH & Co. KG**, seit Juni 2013 mit Sitz in Ilsenburg, übertragen. Der Bereich Lot hatte sich ab 1954 als eigenständiges Profitcenter im Bereich Produktion, Entwicklung und Vertrieb von Lotprodukten entwickelt. Inzwischen hat

sich ELSOLD als führender Hersteller von Lotprodukten für die elektrotechnische und elektronische Industrie, ebenso wie für die europäische Raumfahrt- und Solarindustrie etabliert. ELSOLD verwendet ausschließlich hochwertiges Raffinadezinn; die Firma ist ein mittelgroßer Verbraucher.

- Die **Westfalenzinn J. Jost KG** in Sundern ist seit 1953 in der Produktion von Legierungen aus Zinn (Feinzinkdraht zum Flamm- und Lichtbogenspritzverzinken, Feinzinktrüffel/Schüttgutanothen für galvanische Verzinkungsbäder), Blei (Anoden, Walzblei für den Strahlenschutz) sowie Zinn (Sn-Anoden, Sn-Pb-Anoden, Zinn Draht zum Flamm- und Lichtbogenspritzverzinne, Lötzinn) tätig. Zur Produktion der Zinnlegierungen werden sowohl Raffinadezinn nach LME-Qualität als auch hochwertige Sekundärzinnlegierungen eingesetzt.
- Die **Chemet GmbH** mit Sitz in Staudt produziert und vertreibt seit über 50 Jahren Weichlote, Hartlote und Flussmittel für die Elektronik und Elektrotechnik, Solarindustrie, die Kfz-Industrie und für die Sanitär-, Heizungs-, Dachdecker- und Klempnertechnik. Zur Lötzinnproduktion kommt in mittelgroßem Umfang Raffinadezinn in mindestens LME-Qualität zum Einsatz.
- Die Firma **Solder Chemistry** wurde 1994 gegründet und hat ihren Sitz in Landshut. Solder Chemistry ist vor allem in der Entwicklung und Produktion neuer anwendungsoptimierter Produkte (Lotpasten, Lötdrähte, Lötmetalle, SMT-Kleber, Reiniger und Fließmittel) für die Elektronik- und Automobilindustrie tätig.

Weißblech

- Die **ThyssenKrupp Rasselstein GmbH** mit Sitz in Andernach ist ein Tochterunternehmen der ThyssenKrupp Steel Europe AG. Ihre Geschichte als Eisenhütte mit Blechhammer geht bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts zurück. Die ThyssenKrupp Rasselstein GmbH ist der einzige deutsche Weißblechhersteller und einer der größten Einzelverbraucher von Zinn in Deutschland.

Am weltweit größten Produktionsstandort für Verpackungsstahl stellt Rasselstein verzinktes Weißblech, Feinstblech und spezialverchromtes Feinstblech mit Dicken von 0,100 bis 0,499 mm her. Die ThyssenKrupp Rasselstein GmbH betreut 400 Kunden in mehr als 80 Ländern – rund 75 % der gefertigten Produkte gehen in den Export – und gehört somit zu den drei größten Weißblechlieferanten in Europa. Rasselstein legt größten Wert auf die Verwendung von ausschließlich nachhaltig erzeugten Produkten. Die zinnhaltigen Produktionsabfälle des Unternehmens (Neuschrott) werden durch eine in der Nähe liegende Firma recycelt. Der durch eine Tochterfirma, die Deutsche Gesellschaft für Weißblechrecycling mbH, eingesammelte Altschrott wird dagegen im Stahlwerk von ThyssenKrupp in Duisburg zur Produktion von zinnhaltigen Stählen verwendet.

Chemikalien

In Deutschland sind, soweit bekannt, vier Unternehmen in der Produktion von organischen und anorganischen Zinnchemikalien tätig. Sie verbrauchen zusammen rund 1/3 des nach Deutschland importierten Primärzinns. Die größten deutschen Zinnverarbeiter in der Chemiebranche sind:

- Die **Vinnolit GmbH & Co. KG** mit Geschäftssitz in Ismaning bei München wurde 1993 gegründet und ist einer der führenden PVC-Rohstoffhersteller in Europa und der weltweite Markt- und Technologieführer bei PVC-Spezialitäten. Am Produktionsstandort Gendorf bei Burgkirchen der Vinnolit wird seit 1956 Zinntetrachlorid produziert – bis heute über 300.000 t – das z. B. als Rohstoff zur Produktion von PVC-Stabilisatoren, als Desinfektionsmittel für Krankenhäuser oder in Schädlingsmitteln zur Bekämpfung der Tropenkrankheit Bilharziose dient. Trotz sinkender Nachfrage ist Vinnolit weiterhin mit Abstand größter Produzent von Zinntetrachlorid in Europa und damit zugleich größter Verbraucher von Zinn, größtenteils von Kunden beigestellt, in Deutschland.
- Die Chemtura Corporation ist ein 2005 entstandenes Unternehmen der chemischen Industrie mit Hauptsitz in Middlebury, IN, USA. In Deutschland, am Standort Bergkamen, produziert ihr heutiges Tochterunternehmen, die **Chemtura Organometallics GmbH**, seit 1960 in erster Linie aluminium- und zinnorganische Verbindungen vor allem für die Kunststoffindustrie. Chemtura zählt zu den größten Verbrauchern von Zinn in Deutschland.
- Die Firmengeschichte der im Oktober 2007 gegründeten **TIB Chemicals AG** geht mit ihren Ursprüngen auf das Jahr 1872 zurück, als in Rheinau eine chemische Fabrik gegründet wurde, die wiederum 1912 in der Th. Goldschmidt-Gruppe aufging. Heute ist die inhabergeführte TIB Chemicals AG Anbieter von vielfältigen Basischemikalien, anorganischen Spezialchemikalien sowie Beschichtungssystemen mit Produktionsstandorten in Mannheim/Deutschland und San Luis Potosi/Mexiko. Zum Geschäftsbereich der anorganischen Spezialchemikalien zählen verschiedene Zinnsalze und -lösungen als Galvanochemikalien, diverse organische und anorganische Zinn-Katalysatoren sowie Zinnsulfate, -oxide, -chloride und -sulfide als Prozessadditive (keramische Farbpigmente, Glaseinfärbung). Die TIB Chemicals AG ist ein mittelgroßer Verbraucher von Zinn.
- Die **BNT Chemicals GmbH** wurde 1998 im Chemie-Park Bitterfeld-Wolfen gegründet und produziert seit dem Jahr 2000 eine Vielzahl von Alkylchloriden und Zinnchemikalien. Zu den Zinnchemikalien zählen Zinnchloride, Alkylzinnchloride, Alkylzinnoxide, Zinn(II)- und Zinn(IV)-Katalysatoren sowie Tetra-Alkyl-Zinnverbindungen, letztere als Stabilisatoren in der PVC-Herstellung. Das in sehr hohen Qualitäten von der BNT Chemicals benötigte Primärzinn stammt nur zu einem geringen Teil von Schmelzen, sondern wird zum Großteil aus dem Recycling aus von Kunden rückgelieferten Chemikalien gewonnen.

Bronze und Rotguss

In Deutschland fertigen eine Vielzahl von Firmen Bronze- und Rotgusslegierungen (Maschinenbronze) für den Guss meist durch andere Unternehmen zu Getriebeteilen, Zahnrädern, Pumpengehäusen, Armaturen, Lagergehäusen u. v. a. m. Diese Unternehmen verbrauchen insgesamt über 15 % des nach Deutschland importierten Raffinadezinns. Wichtige, in der Bronzelegierungsherstellung tätige deutsche Firmen sind:

- Die heutige Wieland-Gruppe begann 1820 mit dem Guss von Messingteilen in Ulm, ihrem Sitz, und 1865 mit der Produktion von Blechen, Drähten und Röhren in Vöhringen. Heute sind die **Wieland-Werke AG** einer der weltweit führenden Hersteller von Halbfabrikaten und Sondererzeugnissen aus Kupfer und Kupferlegierungen. In den deutschen Werken Vöhringen, Villingen-Schwenningen und Velbert-Langenberg werden Anlagen zur Verzinnung von Bändern aus Kupfer betrieben. Für die firmeneigene Produktion von Gleitlagern und Präzisionsteilen kommen Bronzelegierungen zum Einsatz, die selbst erschmolzen werden. Hierdurch zählt Wieland zu den großen Einzelverbrauchern von nachhaltig erzeugtem Raffinadezinn in Deutschland.
- Die seit ihrer Gründung im Jahr 1864 familiengeführte heutige **Gebr. Kemper GmbH + Co. KG** hat ihren Sitz in Olpe und ist in drei integrierten Geschäftsbereichen tätig: Guss (Herstellung von Rotguss- und Bronzelegierungen), NE-Metallhalbzeuge (Produktion von Bändern aus Kupfer und Kupferlegierungen für die Zulieferindustrie der Automobil-, Elektro- und Elektronikindustrie) sowie Gebäudetechnik (Fertigung von Armaturen und Trinkwasserschutzsystemen). Für die Herstellung der Gusslegierungen sowie die Verzinnung der Bänder setzt Kemper in großem Umfang Raffinadezinn mit mind. 99,9 % Sn-Gehalt ein.
- Die **Diehl Metall Stiftung & Co. KG** geht mit Ihren Anfängen auf das Jahr 1902 zurück. Am Standort Hemer, im 1958 übernommenen Sundwiger Messingwerk, heute ein Unternehmen der Diehl Metal Applications GmbH (DMA), wird Zinn für die Herstellung von Bronzen im Bandguss und für die Feuerverzinnung der gegossenen Bänder benötigt. Galvanische Verzinnung betreibt die Diehl Metall Gruppe in Frankreich und im kleineren Maßstab in Berlin. Wo immer möglich, versucht die Diehl Metall Gruppe Sn-haltige Schrotte zu recyceln und auf den Einsatz von Primärzinn zu verzichten. Die Versorgungs- und Recyclingaktivitäten werden dabei durch die Diehl-Tochter SMH Süddeutsche Metallhandelsgesellschaft mbH gesteuert.
- Die seit dem Jahr 2002 zum heutigen Aurubis-Konzern gehörige **Aurubis Stolberg GmbH & Co. KG** produziert am Standort Stolberg Bänder, Folien und Profildrähte aus Kupfer und Kupferlegierungen. Zinn, in mittlerer Größenordnung, wird zur Herstellung verschiedener Bronzelegierungen als auch zur Feuerverzinnung und galvanischen Verzinnung von Bändern benutzt. Dabei kommen sowohl Raffinadezinn als auch im Unternehmen recycelte Bronzelegierungen als Zinnquelle zum Einsatz.
- In der gemeinsamen Beteiligung, **Schwermetall Halbzeugwerk GmbH & Co. KG**, Stolberg, der Wieland-Werke AG und der Aurubis Stolberg GmbH & Co. KG spielt Zinn dagegen nur eine weit untergeordnete Rolle.
- Mit 13 Produktionsstätten, davon fünf in Europa und einer in China, ist KME, ein vom italienischen Unternehmen Intek Group S.p.A. kontrollierter Konzern, weltweit der größte Hersteller von Halbzeugen aus Kupfer und Kupferlegierungen (mit Ausnahme von Kupferdraht). Für die Verzinnung von Kupferbändern und Produktion von Bronzelegierungen setzt die **KME Germany GmbH & Co. KG** an ihrem Produktionsstandort Osnabrück jährlich in mittlerer Größenordnung Raffinadezinn, ausschließlich aus Primärzinn, ein.
- Die **KS Gleitlager GmbH** ist ein Unternehmen der Rheinmetall-Gruppe und in Deutschland an den Standorten St. Leon-Rot und Papenburg tätig. Als Spezialist für hochpräzise Gleitelemente setzt die Firma Zinn in jährlich mittelgroßem Umfang im

Wesentlichen zur Herstellung verschiedener Gleitlager- und Bronzewerkstoffe ein.

- Die Produktionsstätte in Oberhausen der heutigen **F. W. Hempel Legierungsmetall GmbH & Co. KG**, ein Unternehmen der familiengeführten F.W. Hempel & Co. Gruppe, wurde 1973 gegründet. Hempel Legierungsmetall fertigt aus Rotguss- und Bronzeschrotten sowie Raffinadezinn – die Firma ist ein mittelgroßer Verbraucher – Cu-Sn- und Cu-Sn-Zn-Legierungen in Blockform für die Gussindustrie.
- Die Siegfried Jacob Metallwerke (SJM) wurden im Jahr 1953 in Ennepetal gegründet. Heute ist die familiengeführte SJM Gruppe weltweit aktiv und befasst sich mit dem Handel, der Auf- und Verarbeitung von NE-Metallen, NE-metallhaltigen Rückständen und legierten Stählen sowie der Produktion von Cu-Basislegierungen, Cu-Kathoden und hochwertigen Nickel- und Zinkgrundstoffen für die chemische Industrie. Zur SJM-Gruppe gehören in Deutschland u. a. die **Nickelhütte Aue GmbH** in Aue und die **Siegfried Jacob Metallwerke GmbH & Co. KG** in Ennepetal. Beide Firmen recyceln zinnhaltige Schrotte und Rückstände aller Art und verarbeiten zudem in mittelgroßem Umfang zugekauftes Raffinadezinn zur Produktion von Bronzelegierungen.
- Die **Metallschmelzwerk Ulm GmbH** (MSU) ist ein mittelständisches und inhabergeführtes Unternehmen, das im Jahr 1980 aus der ehemaligen Ulmer Hüttenwerke GmbH hervorging. Die MSU hat sich auf das Recycling von Kupfer und Kupfergusslegierungsabfällen spezialisiert, wozu jährlich auch die Wiederverwendung von eher geringen Mengen von Sekundärzinn aus Rotgussabfällen gehört.

Sonstige

- Im Jahr 2010 wurden die beiden Firmen ECKA Granulate GmbH & Co. KG und ECKA Granulate Velden GmbH zur **ECKA Granules Germany GmbH** mit Sitz in Fürth zusammengefasst. Seit dem Jahr 1915 sind Vorgängerfirmen des heutigen Unterneh-

mens in der Herstellung von Lagermetallen auf Zinnbasis und seit 1918 in der Produktion von feinsten Bronzepulvern, zwischenzeitlich auch von Zinnpulvern, tätig. ECKA Granules ist einer der größten Verbraucher von hochwertigem Primärzinn in Deutschland, wobei der Einsatz in der Lagermetallproduktion dominiert. Produktionsstandort für alle Produkte auf Zinnbasis ist heute Velden südlich Landshut.

- Aus einem im Jahr 1852 gegründeten Blei-heriebetrieb in Eppstein nahe Frankfurt a. M. entstand im Jahr 2008 durch Management Buy-Out die heutige **EppsteinFOILS GmbH & Co. KG**. Schon 1897 waren in Eppstein erst Aluminium (Stanniol), dann ab 1999 zunehmend Blei- und Zinnfolien hergestellt worden. Heute werden im Unternehmen Blei- und Zinnfolien fast ausschließlich für technische Anwendungen, aber auch für dekorative Zwecke produziert. Dünne Zinnfolien von 0,005 bis 0,007 mm werden in der Nachrichtentechnik, im Automobilbau und in der Elektroindustrie für hochwertigste Präzisionskondensatoren ebenso benötigt, wie für Körperelektroden in der Medizintechnik (EKG, EEG, Defibrillatoren). Darüber hinaus ist EppsteinFOILS seit einigen Jahren Zulieferer für die Verpackungsindustrie (Schraubverschlüsse für Weinflaschen, Labeling) und in der Photovoltaik. Das Unternehmen zählt zu den kleineren, jedoch High-Tech-Verbrauchern von Zinn in Deutschland.
- Gegründet 1879 findet sich der Stammsitz der **Carl Schlenk AG** im mittelfränkischen Barnsdorf in Roth bei Nürnberg. Schlenk ist ein international führender Hersteller von Metallpulvern, Metallpigmenten und Metallfolien. Zinn wird im Unternehmen zur Herstellung von Bronzepulvern durch Luftverdüsung aus der Metallschmelze gewonnen und findet für die Herstellung von Reibelagen in der Fahrzeugindustrie Verwendung. Zinnfolien werden zur Plattierung von Cu-Drähten für die Photovoltaikindustrie verwendet. Auch Carl Schlenk zählt zu den kleineren, jedoch High-Tech-Verbrauchern von Zinn in Deutschland.
- Die mit ihren Anfängen auf das Jahr 1884 zurückgehende und heute weltweit tätige

Schott AG mit Hauptsitz in Mainz produziert als Technologiekonzern zwar kein Floatglas, setzt aber Zinnoxid in kleineren Mengen als Glasrohstoff bei der Schmelze von technischen und optischen Spezialgläsern ein. Das Zinnoxid geht in die Glasstruktur ein und bestimmt die jeweiligen optischen und physikalischen Eigenschaften des Glases.

- Die Geschichte der **MKM Mansfelder Kupfer und Messing GmbH** begann 1909 mit der Inbetriebnahme der ersten Anlagen des Hettstedter Kupfer- und Messingwerkes. Inzwischen ist die MKM GmbH einer von wenigen Herstellern von Kupferdrahtprodukten in der Welt mit einem geschlossenen Produktionsprozess beginnend vom Gießwalzdraht bis zu feinsten Drähten, Seilen und Litzen in blanker und verzinnter Ausführung. Dazu kommen zahlreiche andere Produkte aus Kupfer und Kupferlegierungen. Zinn in jährlich relativ kleinen Mengen wird bei der MKM vornehmlich zur Verzinnung von

gezogenen Kupferdrähten, Seilen und Litzen eingesetzt, die damit besser gegen Korrosion geschützt sind und sich besser löten lassen.

- Weitere Produzenten von verzinnten Kupferdrähten in Deutschland sind z. B. die **LEONI Draht GmbH** in Weißenburg, die **OTTO BRENSCHIEDT GmbH Co. KG** in Sundern oder die **Feindrahtwerk Adolf Edelhoff GmbH & Co. KG** in Iserlohn. Bronzedrähte werden in Deutschland gefertigt z. B. durch die **Berkenhoff GmbH** in Heuchelheim

Recycling

Neben den bereits genannten größeren Zinnrecyclingunternehmen Feinhütte Halsbrücke GmbH, Artenjak-Zinn GmbH, Siegfried Jacob Metallwerke GmbH & Co. KG, Nickelhütte Aue GmbH und Aurubis Stolberg GmbH & Co. KG sind auch zahlreiche andere Firmen im Zinnrecycling tätig.



Abbildung 25: Angewandtes Zinnschrottrecycling bei der ThyssenKrupp Rasselstein GmbH, Andernach. Foto: BGR.

Beispiele sind:

- Die **Metallverwertungsgesellschaft mbH Gottenheim**, nordwestlich von Freiburg, ist ein Handels-, Verwertungs-, Umarbeitungs- und Entsorgungsbetrieb für Metalle mit den Schwerpunkten Aluminium, Blei, Kupfer, Nickel, Zinn, Zink, Nebemetalle (Ti, Ga, Bi, Co, W, Mo, Si, Mg, In, Cr, Ag, Au) und metallische Rückstände/Schlämme. Zinn wird in jedweder Form von Geschirr, Legierungen, Blöcken, Stangen, Krätzen und Loten aus Industrie und Handel zurückgenommen und verwertet. In ihrer jahrzehntelangen Geschäftstätigkeit ist die Metallverwertungsgesellschaft mbH Gottenheim bei Zinn mittlerweile zum zweitgrößten Recyclingunternehmen Deutschlands aufgestiegen.
- Die **BSB Recycling GmbH** (BSB) in Braubach, ein Unternehmen der BERZELIUS METALL Gruppe, ist die größte Sekundärbleihütte Deutschlands. BSB recycelt jährlich bis zu 80.000 t Blei-Säure-Akkumulatoren aus dem Fahrzeug- und Industrieresektor, blei- und zinnhaltige Abfälle sowie Sekundärrohstoffe wie Altblei und bleihaltige Rückstände. Hergestellt werden daraus jährlich ca. 24.000 t Blei (Barren, Walzbrammen), 15.000 t Rohblei, 1.000 t Sn-Pb- und Sn-Pb-Sb-Legierungen sowie 40.000 t Seculene® PP – ein Material, das insbesondere die Automobilindustrie zur Herstellung von Kunststoffaußenverkleidungen einsetzt.
- Die **MET-ALLOY Production + Trading GmbH** ist eine NE-Metallhütte am Standort Hambergen, nördlich von Bremen, die sich im Zuge ihres allgemeinen Metallhandels auf die Wiederverwertung von Sn-haltigen Abfällen (Krätzen, Aschen, Pasten) und Zinngeschirr zu Weißmetall- und Lagermetall-Blöcken sowie Lötzinn- und Lagermetall-Vorlegierungsblöcken spezialisiert hat.
- Die **Deutsche Gesellschaft für Weißblechrecycling mbH** in Düsseldorf, eine Tochterfirma der ThyssenKrupp Rasselstein GmbH und Diehl Metall Stiftung & Co. KG, Röthenbach, sammeln und verwerten gezielt zinnhaltige Schrotte ohne das enthaltene Zinn bzw. Zinnlegierungen daraus abzutrennen.

Zinngießereien

Die deutschen Zinngießereien blicken auf eine jahrhundertlange Tradition und einen etablierten Meisterberuf zurück. Während die Mitgliedsunternehmen des Bundesverbandes des deutschen Zinngießereihandwerks vor 20 Jahren zusammen noch rund 200 t Zinn pro Jahr verbrauchten, ist der jährliche Bedarf der sechs bis acht aktiven Mitglieder auf inzwischen nur noch ein Zehntel davon zurückgegangen.

Eine Beschreibung der Geschichte des Zinngießereihandwerks für diese Studie stellte freundlicherweise der o. g. Bundesverband zur Verfügung:

„Im 13. Jahrhundert setzte eine verstärkte Zinn-gewinnung in Mitteleuropa, vor allem in bereits seit länger bestehenden Zinnminen in Cornwall und neuentdeckten im Erzgebirge ein. Sie ermöglichte eine Entstehung des Standes der Zinngießer, im Süden Kandler oder Kandelgießer, im Norden Kannemaker oder Tingether genannt.

Um 1285 entsteht die erste Zunft in Nürnberg, weitere entstehen in Bremen, Frankfurt, Augsburg und Lübeck. Ab 1400 bilden sich in vielen Städten Innungen. In kleineren Städten vereinten sich die Zinngießer mit artverwandten Berufen wie Gelbgießern, Bronzegießern, Glockengießern oder Gürtlern zu Verbänden. Der Beweis dafür ist das heute noch gültige Wappen der Zinngießer, das in seinem Wappenschild neben einem Zinnkrug und einer Zinnkanne auch eine Glocke und ein Geschützrohr führt. Außer dem Wappenschild und dem Helm, hat es als Helmzier neben einer Zinnkanne zwei Hörner mit 14 Fähnlein beige-schmückt, die die Teilnahme von 14 Zinngeßern an der Schlacht bei Amping unter Ludwig dem Bayern symbolisieren.

Das Ansehen der Zinngießer wuchs ständig und die Verfassung der Innungen wurde Bestandteil des Stadtrechts. Durch Auferlegen von Rechten und Pflichten für Zunftangehörige erlangte man einerseits die Kontrolle über die Innung, andererseits wurde der örtliche Bedarf an Werkstätten und so das Auskommen der Beschäftigten geregelt. So konnte nur Lehrling werden, wer „echt und recht“ geboren, fromm und ehrlich war. Deshalb musste ein Anwärter einen Echtheitsbrief, der in der Amtslade verwahrt wurde, und zwei Bürger

beibringen, die bezeugten, dass er nicht unehrlich geboren, also der Sohn eines Baders, Müllers, Scharfrichters, Schäfers, Kesselflickers oder Barbiers war. Eine weitere Selektierungsmöglichkeit war der Einstandstrunk, eine ausgiebige Verköstigung der Innungsoberen, den sich nicht jeder leisten konnte. Die Lehrzeit dauerte drei bis acht Jahre. Waren diese „ausgehalten“, konnte der Lehrling nach Anfertigung eines Probestücks vom Meister die Lossprechung verlangen. Hernach folgte das sogenannte Gesellenmachen oder Hänselein. Dies war ein vom Junggesellen auszurichtender Umtrunk in der Gesellenschänke, mit allerlei scherz- und schmerzhaften Ritualen, unter anderem die Handwerkstaufe, ein Backenstreich durch den Schleifmeister.

Im Kannengießergesellenbuch waren alle Gesellen erfasst und in deren Vereinigung einer strengen Ordnung unterworfen, die von den Meistern und den beiden Gesellschaftern oder Altgesellen einer Stadtzunft überwacht wurden. Strenge Strafen standen auf Vergehen wie z. B. Licht mit ins Schlafgemach mitnehmen, Unzucht in des Meisters Haus, Kartenspiel in der Stadt oder Anzetteln einer Rauferei, die mit empfindlichen Geldstrafen belegt wurden. Hatte ein Geselle vor, die Meisterwürde zu erlangen, musste er sich zunächst einer sechsjährigen Mutzeit unterwerfen, in der er nicht heiraten durfte und auf Wanderschaft oder Walz gehen musste, um sich das nötige handwerkliche Können in ganz Deutschland und benachbarten Ländern zu erwerben. In dem Wanderbuch wurde für geleistete Tätigkeit ein mit dem Amtssiegel der jeweiligen Stadt versehener „Beweis“ oder „Kundschaft“ ausgestellt. Da die Verfassungen der Zünfte mit dem Stadtrecht verbunden waren, wurden bereits bei der Anmeldung zur Meisterprüfung von einem Gesellen nach Ableistung der Mutzeit bestimmte Auflagen verlangt. Erforderlich war die namentliche Benennung der zukünftigen Ehefrau, die die Tochter oder Witwe eines Zinngießers sein musste, außer der Bewerber war der Sohn eines Meisters. Ferner waren erforderlich der Nachweis eines entsprechenden Geldbesitzes, Lehrbriefes und Dienstbeweises sowie das Zeugnis der ehelichen Geburt. Nach dem Entrichten des Bürgergeldes und Ablegung des Bürgereides wurde vom Rat der Stadt das Bürgerrecht verliehen, was die Verpflichtung des Bewerbers zum Schutz der Stadt und die Beteiligung an der Rüstung nach sich zog. Nachdem diese Bedingungen erfüllt waren, wurde

die Zulassung zur Anfertigung der drei Meisterstücke erteilt, in der Regel Teller, Weinkannen, Flaschen, Schüsseln, Wasserbehälter oder Waschbecken in ortsüblichem Maßinhalt, wobei die dazu erforderlichen Formen, meist aus Stein, Ton oder Messing, vom Gesellen selbst angefertigt werden mussten.

Die handwerkliche Befähigungsprüfung wurde in der Werkstatt des Altmeisters durchgeführt. Genügten den Altmeistern die Meisterprüfungsarbeiten nicht, musste der Geselle seine Mutzeit verlängern, bis er erneut zugelassen wurde. Nach bestandener Prüfung wurde der Geselle von den Innungsmeistern mit dem Zutrunke aus dem Willkommenspokal der Zunft losgesprochen und musste den Eid auf die Ordnung des Amtes leisten. Ferner musste er für die Amtsbrüder mit Ehefrauen und deren Gesellen ein üppiges und kostspieliges Festessen ausrichten, bei dem neben den Zunftkannen auch die sogenannten Schleifkannen verwendet wurden. Der Name stammt daher, da dieses Gefäß, vor allem, wenn es gefüllt war, nur von zwei oder mehreren Männern an den Tisch geschleift und nur mittels eines Hahnes ausgeschenkt werden konnte. Die Werkstatt des Jungmeisters wurde von den Amtskollegen oft mit vielen unangenehmen Auflagen belegt. Außerdem hatte er viele Pflichten, wie z. B. Botengänge, Einsammeln von Beiträgen und Bedienung von Altmeistern bei Versammlungen, bis er von einem Amtsjüngeren abgelöst wurde.

Von Anfang 1500 bis 1600 in der Zeit der Renaissance war die erste Hochkonjunktur der Zinngießer, vor allem im Raum Nürnberg.

1618 – 1648 wütete der 30-jährige Krieg in ganz Europa und fügte sowohl den Bürgern als auch dem Handwerk der Zinngießer einen herben Schlag zu. Durch Plünderung, Brandschatzung und Raub gingen viele Kunstwerke dieser Zeit verloren. Auch wurden viele Gegenstände eingeschmolzen, um zumindest den Wert des Metalls zu erhalten. Nach dem Krieg war es wiederum die Kirche, die den Zinngießern Arbeit brachte, da sie aus Geldmangel auf Gold und Silber verzichten musste und so ihre sakralen Gegenstände aus Zinn herstellen ließ. Doch in Folge der Materialknappheit wurde sehr stark mit Blei legiert, so dass die Gegenstände sehr dunkel und schwer waren. Doch das Verlangen nach besserer Lebensqualität, brachte auch das Bürgertum,

Spitäler und Gaststätten wieder zum Gebrauchszinn. Im Hochadel wurden bald sogar Sarkophage aus Zinn verwendet. Bald war die Blüte des Zinns wieder soweit im Gange, dass der Prediger Abraham a Santa Clara den Gebrauch des Zinns anprangerte, weil es in ausschweifender Weise zum Essen und Trinken verwendet wurde. Die Anfang des 18. Jahrhunderts aus Südeuropa, vor allem aus Italien, einfallenden Wanderzinngießer schaden dem Ansehen des Handwerks sehr, da sie aus minderwertigem Material Haushaltsgeräte herstellten. Sie wurden verächtlich welsche Plattengießer oder Katzelmacher genannt. Letzteres deswegen, weil sie sich auch als Löffel- und Kesselflicker betätigten und der altdeutsche Ausdruck für Schöpflöffel Gatzel ist.

Erst Mitte des 19. Jahrhunderts fand Zinn, vor allem durch die Weiterentwicklung des Halbröfils wieder etwas an Boden. Hier wäre vor allem der Name Ludwig Lichtinger aus München zu erwähnen, der von namhaften Künstlern Modelle für seine exzellenten Formen machen ließ. Bis zur Wende des 20. Jahrhunderts haben sich Zinnwaren wegen der mannigfaltigen Verzierungsmöglichkeiten in ihrem Grundcharakter, bis auf wenige Ausnahmen, vom Gebrauchs- zum Zier- oder Repräsentationsgegenstand gewandelt. Dieser Status ist bis in die Gegenwart in erster Linie erhalten geblieben.

Herbe Rückschläge erlitt das Zinngießerhandwerk durch die beiden Weltkriege. Vor und während der Kriege war Zinn als gefragtes Rüstungsmaterial fast nicht erhältlich und nachher gab es auf Grund der abertausend Kriegsoffer kaum Nachwuchs. Die wirtschaftlichen Folgen der Nachkriegszeit machten es den Meistern fast unmöglich, Gesellen zu beschäftigen oder Lehrlinge auszubilden.

In den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts kam Zinn sehr stark in Mode, so dass es viel Arbeit für die Zinngießer gab. Dieser Boom erbrachte aber auch einen neuen Konkurrenten. Die Industrie schaltete sich in die Produktion von Zinngegenständen ein und demzufolge kam eine immense Schwemme von Artikeln verschiedenster Güteklassen auf den Markt. Doch wie von alter Zeit her, setzt sich beim Zinngerät die Qualität und materialgerechte Verarbeitung gegenüber der Quantität durch.

Und so entstand Anfang des 21. Jahrhunderts, von den Zinngießern des Bundesverbandes (vorheriger Zinngießer-Innung) das edle hochglanzpolierte Geschirr „Tischgeflüster“. Dieses Geschirr ist ohne jegliche Verzierungen hochglanzpoliert verarbeitet, so dass es sich auch in modernen Einrichtungen sehr gut gestaltet und ebenso als edles Geschirr auf dem Tisch seinen Auftritt bekommt.“



**Abbildung 26: Modernes Zinn Geschirr „Tischgeflüster“, Foto: Kreiselmeier Zinn GmbH.
Quelle: BGR**

9 Literatur

- BINDE, G. (1986): Beitrag zur Mineralogie, Geochemie und Genese des Kassiterits.– Freiburger Forschungshefte, **C 411**: 60 S., 10 Fotos, 6 Tab.; Freiberg (VEB Grundstoffindustrie).
- BRÄUNINGER, M., LESCHUS L. & ROSSEN, A. (2013): Ursachen von Preispeaks, -einbrüchen und -trends bei mineralischen Rohstoffen.– Auftragsstudie für die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg): DERA Rohstoffinformationen, **17**: 123 S., 51 Abb., 13 Tab.; Berlin.
- ELSNER, H. (2010): Heavy Minerals of Economic Importance.– Assessment Manual: 218 S., 31 Abb., 125 Tab.; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Hannover.
- ELSNER, H., BUCHHOLZ, P., SCHMITZ, M. & ALTANGEREL, T. (2011): Industrial Minerals and Selected Rare Metals in Mongolia. An Investors' Guide.– Mineral Authority of Mongolia: 322 S., 136 Abb., 88 Tab., 26 Karten; Ulaanbaatar.
- GDB – GESAMTVERBAND DER DEUTSCHEN BUNT-METALLINDUSTRIE (2010): Zinn zum Legieren, zum Konservieren und zum Verbinden; Berlin. – URL: http://www.gdb-online.org/welcome.asp?page_id=249&sessionid
- HOSKING, K. F. G. (1988): The world's major types of tin deposit.– In: HUTCHINSON, C. S. (ed.): Geology of tin deposits in Asia and the Pacific.– Selected papers from the Int. Symp. on the Geology of Tin Deposits, Nanning, China, October 26 – 30, 1984.– Mineral concentrations and hydrocarbon accumulations in the ESCAP region, 3: **3** – 49, 22 Abb., 2 Tab.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- ITRI – INTERNATIONAL TIN RESEARCH INSTITUTE (2011): Tin at the crossroads. Tin Industry Review 2011. – 102 S., zahlr. Abb. und Tab.; St. Albans, Großbritannien.
- KAMITANI, M., OKUMURA, K., TERAOKA, Y., MIYANO, S. & WATANABE, Y. (2007): Explanatory notes for the Mineral Deposit Data of Mineral Resources Map of East Asia.– Geological Survey of Japan, 19 S., 3 Tab.; Tokyo. – URL: https://www.gsj.jp/Map/EN/docs/overseas_doc/mrm-e_asia.htm
- KETTLE, P. (2012): Tin Industry Outlook.– Vortrag auf dem ITRI China International Tin Forum, 23. – 25. April 2013, Kunming, China; Kunming.
- LAHNER, L. (1982): Malaysia und Brunei.– Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Rohstoffwirtschaftlicher Länderbericht, **XXVI**: 108 S., 29 Abb., 32 Tab., 6 Anh.; Hannover.
- LWIN, S. (2012): Data Base Building in Ministry of Mines Myanmar.– Präsentation: 54 S. o.O. – URL: [http://www.ccop.or.th/eppm/projects/36/docs/Myanmar_CCOPmetadata_presentation%20\(13-03-2012\).pdf](http://www.ccop.or.th/eppm/projects/36/docs/Myanmar_CCOPmetadata_presentation%20(13-03-2012).pdf)
- PETROW, O. W., MICHAILOW, B. K., KIMELMAN, S. A., LEDOWSKICH, A. A., BAWLOW, N. N., NEZHENSKII, I. A., WOROB'EW, J. J., SCHATOW, W. W., KOPINA, J. S., NIKOLAEVA, L. L., BESPALOW, E. W., BOIKO, M. S., WOLKOW, A. W., SERGEEW, A. S., PARSCHIKOWA, N. W. & MIRCHALEWSKAJA, N. W. (2008): Mineral resources of Russia (in Russian).– Ministry of the Natural Resources of the Russian Federation (VSEGEI): 302 S.; St. Petersburg.
- SCHMIDT, H. L. (1976): Indonesien. – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Rohstoffwirtschaftlicher Länderbericht, **X**: 118 S., 16 Abb., 24 Tab., 4 Anh.; Hannover.
- SCHWARTZ, M. O., RAJAH, S. S., ASKURY, A. K., PUTTHAPIBAN, P. & DJASWADI, S. (1995): Placer tin mining and environmental impact in Southeast Asia.– Erzmetall, **48**, 8: 554 – 563, 7 Abb., 3 Tab.; Clausthal-Zellerfeld.
- SUTPHIN, D. M., SABIN, A. E. & REED, B. L. (1990): International strategic minerals inventory report – tin.– U.S. Geol. Surv., Inf. Circ., **930-J**: 52 S., 15 Abb., 10 Tab.; Denver, CO.
- TIANREN, Z., YUEQING, Y. & WENYING, W. (1984): Ta, Nb, Fe contents of cassiterite as indicators for distinguishing types and formation conditions of mineral deposits.– Report on the International Symposium on the Geology of Tin Deposits, Nanning und Dachang, China, 27. Oct. – 8. Nov. 1984: 119 – 120, 1 Tab.; o.O.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) (2011): Recycling Rates of Metals – A Status Report. – A Report of the Working Group Global Metal Flows in the International Resource Panel.

REUTER, M. A., HUDSON, C., VAN SCHAİK, A., HEISKANEN, K., MESKERS, C., HAGELÜKEN, C. (2011): Recycling Rates of Metals – A Status Report. 44 S. – URL: <http://www.unep.org/resourcepanel/Publications/Recyclingratesofmetals-/tabid/56073/Default.aspx> [Stand 10.01.2013].

UNITED NATIONS (UN) (2013): United Nations Comtrade database, DESA/UNSD. – URL: <http://comtrade.un.org/db/default.aspx>.

VAN DE, L. (1996): Tin deposits in Vietnam. – Vortrag auf dem Seminar “Business opportunities in the mining sector of Vietnam”, Aachen, 22nd /23rd August 1996: 10 S., 4 Abb.; Aachen (unveröffentlicht).

YINGHUI, G. (2013): Development Trend of Tin Chemical Industry. – Vortrag auf dem ITRI China International Tin Forum, 23. – 25. April 2013, Kunming, China; Kunming.

Anhang

Länderprofile

Afghanistan (Projekte)



Aus Afghanistan sind durch die geologischen Kartierungen und Neubewertungen des USGS auch Informationen zu potenziellen Zinnlagerstätten bekannt geworden.

Projekt:	Taghawlor Field, Oruzgan Provinz
Betreiber:	k. A.
Homepage:	k. A.
Ziel:	k. A., Vorkommen auf 1,5 x 2 km Fläche mit 300 Pegmatitgängen à 2,5 km Länge und 2 – 20 m Breite mit Spodumen, Columbit, Tantalit, Cassiterit, Beryl, Mikroklin, Albit, Schörl und Muskovit
Ressource:	24 Mio. t Erz @ 0,075 % Sn (= 18.000 t Sn-Inhalt) (C-Kategorien?) + Li+Ta Erz @ 0,01 – 0,14 % Sn (= 17.600 t Sn-Inhalt) (Neubewertung, spekulativ)+ Li+Ta
recovery grade:	k. A.
Gestehungskosten:	k. A.
Produktionsbeginn:	k. A.
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Literatur:

ORRIS, G. J. & BLISS, J. D. (2010): Mines and mineral occurrences of Afghanistan.– USGS Open-File Report, **02–110**: 95 S.; Reston, VA.

Ägypten (Produktion)



Die australische Firma Gippsland Ltd. entwickelt seit einigen Jahren in Ägypten das Ta-Sn-Feldspat-Projekt Abu Dabbab. 50%iger Miteigentümer des Projektes ist die staatliche Tantalum Egypt JSC.

Die Abu Dabbab Lagerstätte liegt in der zentralen östlichen Wüste von Ägypten, ca. 25 km Straßenseite vom Roten Meer entfernt. Hier sind in einer apogranitischen Intrusion von 400 x 200 m Ausbissfläche Cassiterit und Niobo-Tantalit als Wertminerale fein verteilt. Die Intrusion wurde bis in mindestens 480 m Teufe nachgewiesen.

Bereits im Oktober 2004 wurde eine Bankable Feasibility Study abgeschlossen, die im September 2008 aktualisiert wurde. Alle notwendigen Genehmigungen liegen vor. Aufgrund des stark gefallen Weltmarktpreises für Tantal, unzureichender Investitionsmittel und geostrategischer Risiken wurde das Projekt dennoch bis heute nicht begonnen.

Die JORC-Ressourcen (measured + indicated + inferred) betragen bei einem cut-off grade von 100 ppm Ta₂O₅: 44,5 Mio. t Erz @ 250 ppm Ta₂O₅ + 0,09 % Sn (= 40.050 t Sn-Inhalt).

Die in den Ressourcen enthaltenen Reserven (proved + probable) beim gleichen cut-off grade sind: 33,18 Mio. t Erz @ 252 ppm Ta₂O₅ + 0,1312 % Sn (= 43.530 t Sn-Inhalt).

Nach derzeitiger Tagebauplanung sind insgesamt 38,7 Mio. t Erz @ 260 ppm Ta₂O₅ + 0,120 % Sn (= 46.440 t Sn-Inhalt) abbaubar.

Nach gegenwärtiger Planung sollen über 13 ½ Jahre jährlich 3 Mio. t Erz mit einem Wertinhalt von rund 420 t Ta₂O₅ in Schlacke, 2.250 t Sn und bis zu 2,4 Mio. t Feldspat gewonnen werden. Vom Sn-Inhalt könnten letztendlich rund 24.000 t ausgebracht werden.

Im Juli 2012 nahm Gippsland Ltd., um Barmittel zu generieren, eine semimobile Aufbereitungsanlage in Produktion, die seitdem aus den mineralisierten (1.800 – 2.000 g Sn/t) Sanden (0 – 2 mm) (Seifen) um Abu Dabbab (Abu Dabbab Alluvial Tin Project mit den Seifen im Wadi Mubarak und Wadi Quaria, s. Tab. 9) Cassiteritkonzentrat (@ 40 – 67 % Sn) produziert. Im Jahr 2012 wurde Cassiteritkonzentrat mit rund 16 t Sn-Inhalt und im Jahr 2013 Konzentrat mit rund 111 t Sn-Inhalt an die Malaysia Smelting Corporation verkauft. Bei voller Auslastung dieser Anlage sollen bei einem recovery grade von 90 % monatlich 40 t (ursprünglich geplant: 50 – 55 t) Sn-Inhalt im Konzentrat gewonnen werden. Sobald auch Material bis 4 mm Korngröße aufbereitet werden kann, soll sich die Kapazität um 20 – 25 t Sn-Inhalt/Monat erhöhen. Die derzeitige Produktionshöhe liegt wesentlich niedriger bei < 10 t Sn-Inhalt/Monat.

Die gewinnbaren Vorräte werden auf 630 t Sn-Inhalt geschätzt (vgl. Tab. 9).

Tabelle 9: Lagerstättenparameter des Abu Dabbab Alluvial Tin Projekts, nach Gippsland Ltd.

Seife	Abraum (m ³)	Seife (m ³)	Cassiteritinhalt (t)	Zinninhalt (t)
Mubarak	146.290	175.120	247,6	193,5
Quaria	293.630	262.770	724,0	566
Gesamt	439.920	437.890	971,6	759

Argentinien (Projekte)



Argentinien verfügt weder über eine Zinnmine, noch über ein Zinnprojekt, aber seit Dezember 2009 über ein produzierendes Silber-Zink-Bergwerk in Pirquitas, Jujuy Provinz, Nordargentinien, in dem auch Zinnkonzentrat ausgebracht werden könnte.

Projekt:	Pirquitas
Betreiber:	Silver Standard Resources Inc., Vancouver
Homepage:	www.silverstandard.com
Ziel:	ursprünglicher Plan: Produktion von 2.500 t Sn-Inhalt/a bis 2044 aus mit Ag-Sn-Zn(-Pb-Sb-As-Cu-Bi)-Sulfiden vererzten epithermalen Gängen; aufgrund unzureichenden Ausbringens und Fokussierung auf Ag und Zn Mitte 2011 auf unbestimmte Zeit verschoben
Ressource:	30,6 Mio. t Erz @ 0,21% Sn = 64.260 t Sn-Inhalt (measured + indicated), davon
Reserven:	13,1 Mio. t Erz @ 0,23 % Sn = 30.130 t Sn-Inhalt (proven + probable) Anm.: Erztonnagen zum 31.12.2012, Sn-Gehalte zum 30.09.2011, zum 31.12.2012 auf 0 gesetzt.
recovery grade:	k. A.
Gestehungskosten:	k. A.
Produktionsbeginn:	k. A.
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 unwahrscheinlich

Australien (Produktion)



In Australien sind abbauwürdige Zinnvorkommen in Teilen von Western Australia und aus dem ostaustralischen Zinngürtel bekannt. Letzterer zieht sich von Queensland im Norden über New South Wales bis nach Tasmanien im Süden, wo derzeit eine große Zinnlagerstätte in Abbau steht. Im südlichen Murray Basin/Victoria war Cassiterit zudem über einige Jahre ein bauwürdiges Beiprodukt der Schwermineralgewinnung.

Western Australia

Seit der Entdeckung der Ta-Li-Sn-Pegmatitlagerstätte Greenbushes im Jahr 1886 wurden dort fast kontinuierlich Zinnerze gewonnen. Der Abbau, zuerst von Seifen und stark verwitterten Erzen an der Oberfläche, begann im Jahr 1888 durch die Bunbury Tin Mining Co. und wurde bis Mitte des 20. Jahrhunderts durch verschiedene Unternehmen fortgeführt. Die Greenbushes Tin NL wurde 1964 gegründet und eröffnete 1969 bei Greenbushes den dortigen Cornwall Tagebau.

1992 startete der Abbau auf wenig verwitterte Ta-Erze, der wegen großer Nachfrage so schnell voranschritt, dass im April 2001 unterhalb des zwischenzeitlich auf Tantal fast völlig ausgeerzten Cornwall Tagebaus ein Untertageabbau in Betrieb genommen wurde. Im Jahr 2002 kollabierte der Welttantalmarkt und der Untertageabbau wurde gestundet. Zwischen 2004 und 2005 war er wieder in Betrieb und ist seit 2005 wieder dauerhaft gestundet.

Die Gewinnung und Aufbereitung von Lithium aus Spodumen begann in Greenbushes erst 1983. 1987 wurden die Li-Aktivitäten erst von der Lithium Australia Ltd. und 1989 dann durch die Sons of Gwalia Ltd. übernommen, die jedoch 2004 in Konkurs ging. 2007 wurde die Talison Minerals Gruppe gegründet, die bis 2010 die gesamten Li-Aktivitäten in Greenbushes aus der Konkursmasse erwarb.

Alle Ta- und Sn-Aktivitäten der ehemaligen Sons of Gwalia Ltd. übernahm die Global Advanced Metals Pty Ltd., USA/Australien. Diese konzentrierte sich von Beginn an auf die Verarbeitung und Veredelung von Tantal. Das Tantalerz und auch

das mit herein gewonnene Zinnerz stammte aus den Mount Cassiterite und Mount Tinstone Tagebauen der Wodgina Ta-Sn-Be-Pegmatit-Lagerstätte im Nordwesten von Western Australia, die zuvor ebenfalls der Sons of Gwalia-Gruppe gehört hatte. Zwischen Dezember 2008 und Januar 2011 war der Abbau in Wodgina gestundet, war dann bis Ende Januar 2012 wieder in Betrieb und ist seitdem wieder gestundet. Die Verhüttung der Zinnerze aus Wodgina in der Zinnschmelze von Greenbushes endete offiziell bereits 2007, doch wird immer noch Raffinadezinn vermarktet und dementsprechend sicherlich auch produziert.

Nach INGHAM et al. (2012) enthält Greenbushes Ressourcen von 118,4 Mio. t Erz @ 2,4 % Li_2O inkl. Reserven von 61,5 Mio. t Erz @ 2,8 % Li_2O . Der Zinngehalt sei rund doppelt so hoch wie der Tantalgehalt. Der Ta_2O_5 -Gehalt beträgt nach FETHERSTON (2004) 0,022 %, so dass man einen durchschnittlichen Gehalt von 0,044 % SnO_2 in Greenbushes annehmen kann. Die Ressourcen inkl. Reserven an Sn-Inhalt in **Greenbushes** betragen daher rund 40.600 t.

PARTINGTON et al. (1995) ermittelten Durchschnittsgehalte an Sn im Greenbushes Pegmatit von 0,0707 %, in den nördlichen Pegmatiten von 0,1363 % , im Hauptpegmatit von 0,0404 % und in der Albitzone von 0,1000 %.

Nach FETHERSTON (2004) ergaben sich nach Daten von Sons of Gwalia aus dem Jahr 2002 für die "Wodgina operating mine" (= Mount Cassiterite + Mount Tinstone) Ressourcen inkl. Reserven von 86,5 Mio. t Erz @ 0,027 % Ta_2O_5 bzw. Reserven von 63,5 Mio. t Erz @ 0,037 % Ta_2O_5 bei jeweils 0,025 % SnO_2 . Die Ressourcen inkl. Reserven an Sn-Inhalt in **Wodgina** beliefen sich im Jahr 2002 also auf rund 16.800 t.

Victoria

Schon zu Ende des 19. Jahrhunderts waren im Nordosten des Bundesstaates Victoria primäre Zinnlagerstätten entdeckt worden und einige wenige alluviale Seifen in ihrer näheren Umgebung lieferten auch geringe Mengen Cassiterit. Größere Mengen Cassiterit wurden Jahrzehnte

später als Beiprodukt aus fossilen Goldseifen gewonnen.

Pliozäne Seifen, allerdings litoraler und flach-mariner Genese, finden sich unter größerer Bedeckung im Murray Basin, das sich von South Australia nach Victoria und New South Wales erstreckt. Im Dezember 2005 eröffnete BEMAX Resources Ltd., jetzt Cristal Mining Australia Ltd., im südlichen Murray Basin einen ersten Schwermineralabbau. Im März 2006 folgte Iluka Resources Ltd. mit dem Abbau der Bondi Seifenlagerstätten (März 2006 – Januar 2012) und zusätzlich der Echo Lagerstätte (März 2010 bis September 2011) nahe Douglas. In der seit Februar 2007 produzierenden Aufbereitungsanlage von Iluka in Hamilton werden seitdem Ilmenit-, Rutil- und Zirkonkonzentrate produziert. Da im südlichen Murray Basin Cassiterit in erhöhten Anteilen im Schwermineralspektrum enthalten ist, konnte zwischen 2007 und 2011 auch ein unreines Cassiteritkonzentrat („tin pre-concentrate“) ausgebracht werden, das nach Angaben von Iluka 25 – 35 % Cassiterit, 40 – 50 % Rutil, 25 – 35 % Zirkon, 1 – 5 % Ilmenit und 2 – 3 % Monazit enthielt.

Queensland

Bis zu den 1980er Jahren stammte ein Großteil der Zinnproduktion in Queensland aus tertiären und quartären, alluvialen und eluvialen Seifenlagerstätten im nördlichen Queensland, die dort unter geringer Bedeckung und mit wenig Aufwand abgebaut werden konnten. Besonders viele Zinnvorkommen sind seit langem aus dem Cooktown Zinnfeld, ca. 150 km nordwestlich Cairns, und dem Herberton Zinnfeld in der Hodgkinson Province, ca. 100 km südwestlich Cairns, bekannt (LAM 2009).

Hohe Zinnpreise lockten über Jahrzehnte viele kleine Abbauunternehmen in diese Regionen, bis durch den Zusammenbruch des International Tin Council in der zweiten Hälfte 1985 die Zinnpreise einbrachen und zahlreiche Abbaubetriebe, nicht nur in Queensland, in wirtschaftliche Schwierigkeiten gerieten. Erst mit dem nachhaltigen Anstieg der Zinnpreise im Jahr 2004 kehrten die Explorationsfirmen zurück und sind seitdem wieder in der Exploration sowohl auf Seifenzinn als auch Bergzinn tätig. Zahlreiche Vorkommen wurden zwischenzeitlich näher untersucht (s. Projekte).

In Produktion war in der Zeit niedriger Zinnpreise zwischen 1995 und 1997 nur die Nornico Pty Ltd., die mittels Schwimmbaggern einen Teil der alluvialen/eluvialen Seifen am **Leichhardt Creek** nahe Mount Carbine ausbaggerte. Die Gesamtausbeute betrug 94 t Sn-Inhalt; die verbliebenen angezeigten Ressourcen liegen bei 1,3 Mio. m³ Erzsand @ 393 g Sn/m³ = 511 t Sn-Inhalt.

Die **Collingwood** Zinnlagerstätte liegt 35 km südlich Cooktown in den Collingwood Hügeln. Die Mineralisation ist vom Greisentyp innerhalb des Collingwood Granitkörpers. In Greisengängen findet sich Cassiterit als 0,5 bis 2 mm, selten 3 mm große, wenig gerundete Kristalle. Die durch Oberflächenausbisse schon seit 1900 bekannte Lagerstätte wurde ab 1987 auch durch Stollen näher untersucht und angezeigte Ressourcen von 2,2 Mio. t Erz @ 1 % Sn ausgewiesen.

Ende 2005 wurde durch die Bluestone Nominees Pty Ltd., eine Tochterfirma der Metals X Ltd., der Untertageabbau dieser Lagerstätte begonnen und im Februar 2006 das erste Konzentrat nach Malaysia zur Raffination verschifft. Zum 30.06.2006 wurden Reserven von 953.900 t Erz @ 1,19 % Sn und Ressourcen (inkl. Reserven) von 1.280.900 t @ 1,27 % Sn = 16.270 t Sn-Inhalt publiziert. 2008 gab die Firma jedoch bekannt, dass die angestrebten Ausbeuten und Gehalte nicht erreicht wurden, da die Lagerstättengeologie komplexer war als erwartet und nicht ausreichend qualifiziertes Personal angeworben werden konnte. Anfang Mai 2008 wurde der Abbau gestundet und Ende Mai das letzte Erz aufgemahlen. Insgesamt konnte Bluestone Nominees Pty Ltd. bis dahin Erz mit einem Sn-Inhalt von 3.840 t produzieren. Andere Firmen überlegen, den Abbau eventuell fortzuführen. Die verbliebenen Vorräte (cut-off grade: 0,70 % Sn) betragen 702.000 t Erz @ 1,49 % Sn = ca. 10.400 t Sn-Inhalt.

Innerhalb des Herberton Zinnfeldes liegt auch die ehemalige **General Gordon** Bi-Sn-W-Mine (Tagebau und Bergwerk), die auch als Glenlinedale Mine bekannt ist. Näheres ist nicht bekannt. Nach Angaben des Department of Natural Resources and Mines of Queensland geht hier seit wenigen Jahren erneut ein sehr bescheidener Zinnabbau durch eine Privatperson um.

New South Wales

Zinn wurde in New South Wales erstmals 1849 entdeckt und 1872 begann die kommerzielle Produktion. In den folgenden Jahrzehnten standen sowohl Primärvorkommen als auch verschiedene Seifen im Abbau. Die bisherige Zinnsteinproduktion endete Mitte 2004, als die Marlborough Resources NL (ihr größter Aktionär war die Malaysia Smelting Corporation – MSC) nach nur 2½-jähriger Tätigkeit ihre **Ardlethan** Tin Mine wegen Erschöpfung sowohl der Zinnreserven als auch ihrer finanziellen Ressourcen schloss.

Gegenwärtig laufen in New South Wales nur begrenzte Explorationskampagnen auf Zinn (s. Projekte).

Tasmanien

1871 entdeckte ein Prospektor namens James „Philosopher“ Smith erstmals Zinn führende Gesteine am **Mount Bischoff** bei Waratah in Tasmanien und löste damit einen bis heute anhaltenden Zinnboom in diesem Bundesstaat aus. Als die Mount Bischoff Mine 1947 schloss, war aus ihr Erz mit einem Zinninhalt von 62.000 t (andere Quellen: 81.000 t) gefördert worden.

Zum 30. Juni 2008 wurden die verbliebenen Reserven am Mount Bischoff auf 845.000 t Erz @ 1,20 % Sn = 10.140 t Sn-Inhalt geschätzt. Im gleichen Jahr wurde der alte Tagebau in wesentlich größerer Ausdehnung erneut eröffnet und bis Juli 2010 erneut Erz am Mount Bischoff gewonnen. Das Erz wurde in der Renison Bell Zinnmine weiterverarbeitet.

Die nach Abbauende am Mount Bischoff verbliebenen Ressourcen (measured + indicated) (cut-off grade: 0,50 % Sn) betragen 1.667.000 t Erz @ 0,54 % Sn = ca. 9.000 t Sn-Inhalt.

1874 wurden dann auch durch George Renison Bell in Tasmanien Zinnseifen gefunden, von deren Entdeckung er aber aufgrund der damaligen Gesetzeslage nicht profitieren konnte. 1890 gelang ihm aber nahe des Argent Rivers, 15 km nordöstlich von Zeehan, erneut die Entdeckung Zinn führender Gesteine, worauf er die Renison Bell Prospecting Association gründete. 1934 wurde diese Firma und andere Bergwerksbetriebe in die Renison Associated Tin Mines NL zusammengeführt, die 1936 erstmals Primärzinn förderte. 1958 übernahm die Mount Lyell Mining and Railway Company Ltd.

die Bergbauaktivitäten. In den 1970er Jahren war Renison Bell Namensgeber des weltweit tätigen Bergbauunternehmens Renison Goldfields Consolidated, das im August 1998 die **Renison Bell** Zinnmine an die australische Murchison United NL veräußerte. Murchison United betrieb die Renison Bell Mine in Zeiten sehr niedriger Zinnpreise, musste dann aber doch im Juli 2003 Konkurs anmelden. Im April 2004 wurde Renison Bell durch die Bluestone Tin Ltd. erworben, die Bergwerk und Aufbereitungsanlage wieder in Betrieb nahm – bis zur nächsten Stundung im September 2005. Erst im Juli 2008 konnte das Bergwerk wieder in Produktion gehen und Metals X Ltd., 2007 umbenannt von Bluestone Tin Ltd., im August 2008 wieder Zinnsteinkonzentrat produzieren.

Im März 2010 verkaufte Metals X 50 % seiner tasmanischen Zinnaktivitäten, bestehend aus dem Mount Bischoff Tagebau, der Renison Bell Mine, der Renison Zinnaufbereitungsanlage und dem Renison Erweiterungsprojekt Rentails (s. Projekte), an die chinesische Yunnan Tin Parksong Australia Holding Pty Ltd. Die daraufhin gegründete Bluestone Mines Tasmania Joint Venture Pty Ltd. (BMTJV) führt seitdem den Betrieb. Seit Dezember 2010 wurden zudem einige hundert Tonnen Kupferkonzentrat als Beiprodukt gewonnen.

Die Zinnvorräte von Renison Bell (cut-off grade: 0,80 % Sn @ 25.000 US\$/t) betragen zum 31.12.2013:

- 683.000 t Erz @ 2,11 % Sn = 14.400 t Sn-Inhalt (measured resource),
- 6.341.000 t Erz @ 1,56 % Sn = 94.700 t Sn-Inhalt (indicated resource) und
- 4.475.000 t Erz @ 1,72 % Sn = 76.800 t Sn-Inhalt (inferred resource),
- d. h. zusammen ca. 190.100 t Sn-Inhalt.

Die Ressourcen beinhalten zudem Reserven von:

- 623.000 t Erz @ 1,61 % Sn = 10.000 t Sn-Inhalt (proved reserve) und
- 4.887.000 t Erz @ 1,35 % Sn = 65.800 t Sn-Inhalt (probable reserve),
- d. h. zusammen ca. 75.800 t Sn-Inhalt.

Das in der Renison Aufbereitungsanlage bei einem durchschnittlichen recovery grade von 63 % (2012) und einem Gestehungspreis von 18.808 AUS\$ (2012) produzierte Zinnsteinkonzentrat enthält durchschnittlich 53 % Sn (2012). Es wird zur Raffinade nach Malaysia verschifft,

da bei einem Export nach China dort Importzölle anfallen würden.

Australien besitzt eine Zinnschmelze für Primärzinn und mindestens eine Schmelze für Recyclingzinn. Die Zinnschmelze in Greenbushes für Zinnerzkonzentrat aus Greenbushes und Wodgina wurde 2007 offiziell stillgelegt. Dennoch verkauft die Besitzerin, Global Advanced Metals Pty Ltd., jährlich weiterhin Raffinadezinn in nicht ganz unbedeutenden Mengen.

Auf der anderen Seite Australiens, in Woodridge/Queensland, betreibt die Familie Richardson die Firma Northern Smelters Pty Ltd., die seit fast 100 Jahren in der Produktion von Zinn und Blei tätig ist. Aufgrund der stark schwankenden Rohstoffpreise und der schwierigen Marktbedingungen wurde die eigene Produktion von Recyclingzinn und -blei jedoch schon vor mehreren Jahren eingestellt und das Kerngeschäft auf die Produktion von Legierungen aus hinzugekauften Metallen gelegt (Quelle: KATHRYN RICHARDSON/NORTHERN SMELTERS Pty Ltd., frdl. schriftl. Mitt.).

Literaturauswahl:

FETHERSTON, J. M. (2004): Tantalum in Western Australia.– Geological Survey of Western Australia, Mineral Resources Bulletin, **22**: 162 S., 104 Abb., 32 Tab., 3 Anh.; Perth, WA.

INGHAM, P. D., WHITE, I. R. & JACKSON, S. (2012): Greenbushes Lithium Operations. NI 43-101 Technical Report prepared for Talison Lithium Limited, 21.12.2012: 103 S., 26 Abb., zahlr. Tab.; North Sydney, NSW.

LAM, J. (2009): Tin deposits in the Hodgkinson Province. Current company exploration status.– Queensland Government Mining Journal, **Winter 2009**: 31 – 39, 3 Abb.; Brisbane, QLD.

PARTINGTON, G. A., McNAUGHTON, N. J. & WILLIAMS, I. S. (1995): A review of the geology, mineralization, and geochronology of the Greenbushes Pegmatite, Western Australia.– Economic Geology, **90**, 3: 616 – 635; Littleton, CO

Tabelle 10: Produktion von Zinninhalt in Konzentrat (in t) bzw. Cassiteritkonzentrat (in t) in Australien, nach verschiedenen Firmenberichten.

Lagerstätte	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Wodgina/WA	387	40	400 ¹⁾	0	0	n. v.	n. v.	n. v.
Murray Basin/VIC								
• Konzentrat ²⁾	0	2.588	1.563	900	n. v.	n. v.	0	0
• ca. Zinninhalt	0	600	360	200	80 ?	40 ?	0	0
Collingwood/QLD	1.091	2.045	704	0	0	0	0	0
General Gordon/QLD	0	0	0	3	1	2	n. v.	n. v.
Mt. Garnet/QLD	0	0	0	0	0	0	0	26
Mount Bischoff/TAS	0	0	1.079	5.630	6.263	0	0	0
Renison Bell/TAS	0	0				5.014	5.848	6.152
Summe	1.478	2.685	2.543	5.833	6.344	5.046	5.848	6.178

¹⁾ Nach mdl. Auskunft eines Firmenvertreters vor Ort, ²⁾ unreines Zinnsteinkonzentrat mit 25 – 35 % Cassiterit

Tabelle 11: Produktion und Verkauf von Raffinadezinn (in t) in Australien, nach Department of Mines and Petroleum of Western Australia (frdl. schriftl. Mitt.).

Sn-Inhalt	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Greenbushes/WA								
• Produktion	572	118	0	0	0	0	0	0
• Verkauf	426	148	170	80	104	72	148	30

Australien (Projekte)



In Australien sind zahlreiche Zinnprojekte in den verschiedensten Stadien in der Entwicklung, von denen folgende bereits Ressourcen, größtenteils nach JORC-Standard, ausgewiesen haben:

Western Australia

Projekt: Moolyella
Betreiber: Lithex Resources Ltd., WA
Homepage: www.lithex.com.au
Ziel: Gewinnung von Sn-, Ta- und Begleitmineralen aus alten Halden ehemaligen Seifenabbaus (1898 – 1986)
Ressource: 1,9 Mio. t Erz @ 0,016 % Sn (= 300 t Sn-Inhalt) + 0,002 % Ta (inferred)
recovery grade: 43,6 – 84,7 % Sn, i.M. 67,8 % Sn
Gestehungskosten: k. A.
Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Northern Territory

Projekt: Mt Wells
Betreiber: Outback Metals Ltd., SA
Homepage: www.outbackmetals.com.au
Ziel: Fortsetzung der Exploration mit dem Ziel der Etablierung einer JORC-Ressource mit Daten zu Sn, W, Cu, Ag und Au, Gewinnung von grobkörnigem Cassiterit aus Gängen zuerst im Tagebau, historischer Abbau (1885 – 1929 mit Unterbrechungen)
Ressource: 400.000 t Erz @ 0,4 % Sn (= 1.600 t Sn-Inhalt, im Tagebau gewinnbar) (non-JORC)
 737.000 t Erz @ 1,38 % Sn (= 10.170 t Sn-Inhalt, untertage gewinnbar) (non-JORC)
recovery grade: k. A.
Gestehungskosten: k. A.
Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Projekt: Maranboy
Betreiber: Outback Metals Ltd., SA
Homepage: www.outbackmetals.com.au
Ziel: Fortsetzung der Exploration, Gewinnung von feinkörnigem Cassiterit aus hydrothermalen Gängen und Greisen, historischer Abbau (1913 – 1952 mit Unterbrechungen)
Ressource: 500.000 – 600.00 t Erz @ 1,5 – 2,0 % Sn (= 7.500 – 12.000 t Sn-Inhalt, im Tagebau gewinnbar) (non-JORC)
 150.000 – 160.000 t Erz @ 2,5 – 3,0 % Sn (= 3.750 – 4.800 t Sn-Inhalt, untertage gewinnbar) (non-JORC)
recovery grade: k. A.
Gestehungskosten: k. A.
Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Queensland

Projekt: Mt. Garnet (Summer Hills, Dalcouth, Extended)

Betreiber: MGT Resources Ltd., NSW

Homepage: www.mgt.net.au

Ziel: Gewinnung von Cassiterit im Tagebau aus schon lange bekannten, gut untersuchten und bereits teilweise abgebauten Skarnlagerstätten; Verarbeitung zuerst von Halden (5.000 t Erz @ 1 % Sn, 40 t Konzentrat bereits verkauft), später des Erzes (zuerst aus dem Dalcouth Prospect) in der nahegelegenen Mount Veteran Aufbereitungsanlage (Plan: 2013: 70.000 t Erz/a, 2014: 250.000 t Erz/a, 2016: 500.000 t Erz/a)

Ressource: Smiths Creek: 200.000 t Erz @ 1,68 % Sn (= 3.360 t Sn-Inhalt) (inferred)
 Summer Hills: 491.000 t Erz @ 0,50 % Sn (= 2.455 t Sn-Inhalt) (indicated)
 Dalcouth: 102.400 t Erz @ 0,34 % Sn (= 348 t Sn-Inhalt) (inferred)
 SUMME: 793.400 t Erz @ 0,78 % Sn (= 6.163 t Sn-Inhalt)

recovery grade: k. A.

Gestehungskosten: k. A.

Produktionsbeginn: Q2/2013

Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr wahrscheinlich



Abbildung 27: Blick auf die Mt. Veteran Aufbereitungsanlage, Queensland. Foto: BGR.

Projekt: **Mt. Garnet (Gillian, Pinnacles, Windermere/Deadmans Gully)**
 Betreiber: Consolidated Tin Mines Ltd., QLD
 Homepage: www.csdtin.com.au
 Ziel: Gewinnung von feinkörnigem Cassiterit im Tagebau aus schon lange bekannten und gut untersuchten Skarnlagerstätten; Verarbeitung des Erzes in der Kagara Aufbereitungsanlage von Snow Peak Mining Pty Ltd. (s. Baal Gammon Mine), Produktion von Konzentrat (@ 68 – 72 % Sn) mit in den ersten drei Jahren 13.000 t Sn-Inhalt/a, später 2.500 – 2.000 t Sn-Inhalt/a
 Ressource: Gillian: 3.559.000 t Erz @ 0,65 % Sn (= 23.130 t Sn-Inhalt) + Fe (measured + indicated + inferred)
 Pinnacles: 7.035.000 t Erz @ 0,30 % Sn (= 21.100 t Sn-Inhalt) + F + Fe (indicated + inferred)
 Windermere: 2.040.000 t Erz @ 0,27 % Sn (= 5.510 t Sn-Inhalt) + Fe (inferred)
 Deadmans Gully: 444.000 t Erz @ 0,34 % Sn (= 1.510 t Sn-Inhalt) + Fe (indicated)
 SUMME: 13.118.000 t Erz @ 0,39 % Sn (= 51.160 t Sn-Inhalt) + F + Fe
 recovery grade: 68 %
 Gesteinskosten: 11.250 US\$/t (Ergebnis PSS, PFS in Vorbereitung)
 Produktionsbeginn: Q1/2014
Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 unwahrscheinlich

Projekt: **Jeannie River**
 Betreiber: Consolidated Tin Mines Ltd., QLD
 Homepage: www.csdtin.com.au
 Ziel: Gewinnung von Cassiterit aus mineralisierten Quarzgängen; Nachfolgeprojekt für Mt. Garnet
 Ressource: 2.240.000 t Erz @ 0,60 % Sn (= 13.440 t Sn-Inhalt) (measured + indicated + inferred)
 recovery grade: k. A.
 Gesteinskosten: k. A.
 Produktionsbeginn: > 2020
Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Projekt: **Baal Gammon Mine**
 Betreiber: Consolidated Tin Mines Ltd. für Snow Peak Mining Pty Ltd. für Monto Minerals Ltd., WA
 Homepage: www.montominerals.com
 Ziel: Fortsetzung der Produktion von Kupferkonzentrat aus der Baal Gammon Polymetallagerstätte
 Ressource: 2.800.021 t Erz @ 0,2 % Sn (= 5.600 t Sn-Inhalt) + Cu + Ag + In (inferred + indicated)
 recovery grade: Sn bisher nicht ausgebracht
 Produktionsbeginn: 10/2011, gestundet seit 4/2012
Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 unwahrscheinlich

Aus Queensland sind zudem folgende weitere Vorratsberechnungen bekannt (LAM 2009):

- Collingwood Greisenlagerstätte: 702.000 t Erz @ 1,28 % Sn = ca. 9.000 t Sn-Inhalt
- Mount Holmes Greisenlagerstätte: 10 Mio. t Erz @ 0,07 % Sn (+0,01 % W) = ca. 7.000 t Sn-Inhalt (inferred)
- Kings Plain Seifenvorkommen: 27,55 Mio. m³ Erzsand @ 230 g Cassiterit/m³ = ca. 4.900 t Sn-Inhalt (indicated)
- Sunnymount Primärzinnlagerstätte: 92.900 t Erz @ 1,04 % Cassiterit (+0,41 % Wolframit) = ca. 740 t Sn-Inhalt

- Leichhardt Creek Seifenlagerstätte: 1,3 Mio. m³ Erzsand @ 393 g Sn/m³ = ca. 510 t Sn-Inhalt (indicated)
- Battle Creek Greisenlagerstätte: 683.000 m³ Erz @ 838 g Cassiterit/m³ = ca. 440 t Sn-Inhalt

New South Wales

Projekt:	Ardlethan
Betreiber:	Torian Resources NL für Australian Tin Resources Pty Ltd., NSW
Homepage:	www.atresources.com.au
Ziel:	Aufbereitung von alten Halden und Dämmen des ehemaligen Ardlethan Zinn-tagebaus (Abbau 1961 – 1986) und Gewinnung/Aufbereitung noch nicht abgebauter tiefliegender Lagerstättenbereiche auf Cassiterit (teils sehr feinkörnig)
Ressource:	Dämme: 5.864.000 t @ 0,21 % Sn (= 12.600 t Sn-Inhalt) (inferred) Dämme: 4.871.000 t @ 0,19 % Sn (= 9.000 t Sn-Inhalt) (indicated) Halden: 21.307.000 t Erz @ 0,09 % Sn (= 20.200 t Sn-Inhalt) (inferred) Godfrey: 2,8 Mio. t Erz @ 0,42 % Sn (= 11.760 t Sn-Inhalt) (inferred) Keogh: 225.000 t Erz @ 0,42 % Sn (= 945 t Sn-Inhalt) + Cu (inferred)
recovery grade:	41 % Sn (Dammmaterial)
Gestehungskosten:	k. A.
Produktionsbeginn:	k. A.
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich
Projekt:	3KEL+Midway (Doradilla)
Betreiber:	YTC Resources Ltd., NSW
Homepage:	www.ytcreources.com
Ziel:	Deutliche Vergrößerung der Vorräte (Doradilla Tin Project), Gewinnung im Tagebau/Aufbereitung der Skarn- und Lateriterze zu einem Zinnsteinkonzentrat für das Mutterunternehmen Yunnan Tin Company, China
Ressource:	7.810.000 t Erz @ 0,28 % Sn (= 22.300 t Sn-Inhalt) (inferred) (@ cut-off grade: 0,1 % Sn) 940.000 t Erz @ 0,90 % Sn (= 8.480 t Sn-Inhalt) (inferred) (@ cut-off grade: 0,5 % Sn)
recovery grade:	noch unbekannt
Gestehungskosten:	k. A.
Produktionsbeginn:	k. A.
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 unwahrscheinlich, da Fokussierung auf andere Rohstoffprojekte
Projekt:	Elsmore
Betreiber:	Elsmore Resources Ltd., NSW
Homepage:	www.elsmoreresourcesltd.com.au
Ziel:	Gewinnung von Cassiterit (und Saphir) aus alluvialen Seifen
Ressource:	Karaula Alluvial: 1.015.000 m ³ Erzsand @ 750 g SnO ₂ /m ³ (= 585 t Sn-Inhalt) (indicated + inferred)
recovery grade:	noch unbekannt
Gestehungskosten:	k. A.
Produktionsbeginn:	k. A.
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Projekt: **White Rock**
 Betreiber: Paradigm Metals Ltd., WA
 Homepage: www.paradigmmetals.com.au
 Ziel: Fortsetzung der Exploration, Aufbereitungsversuche, Gewinnung von Ferberit, Scheelit sowie evtl. Magnetit und Cassiterit aus Skarnen
 Ressource: 260.0000 t Erz @ 0,15 % SnO₂ (= 300 t Sn-Inhalt) + W (inferred)
 recovery grade: noch unbekannt
 Gestehungskosten: k. A.
 Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich**

Projekt: **Conrad Silver**
 Betreiber: Malachite Resources Ltd., NSW
 Homepage: www.malachite.com.au
 Ziel: Fortsetzung der Exploration zum Ziel der Höherstufung der Ressourcen, Gewinnung/Aufbereitung der polymetallischen Silbergang- sowie evtl. der Greisenerze zu Ag-Cu-Pb-Zn-Sn-Konzentraten
 Ressource: Gänge: 2.651.758 t Erz @ 0,22 % Sn (= 5.800 t Sn-Inhalt) + Ag+Zn+Cu+Pb (indicated + inferred)
 Greisen: 478.643 t Erz @ 0,13 % Sn (= 600 t Sn-Inhalt) + Ag+Zn+Cu+Pb (indicated + inferred)
 recovery grade: noch unbekannt
 Gestehungskosten: k. A.
 Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 unwahrscheinlich**

Projekt: **Taronga**
 Betreiber: Aus Tin Mining Ltd., QLD
 Homepage: www.austinmining.com.au
 Ziel: Gewinnung im Tagebau und Aufbereitung der anstehenden Quarz-Cassiterit-Gangschwärme, Produktion von Konzentrat @ 55 % Sn bzw. 2.500 t Sn-Inhalt/a
 Ressource: 36.300.00 t Erz @ 0,16 % Sn (= 57.200 t Sn-Inhalt) + Cu + Ag (indicated + inferred) (@ cut-off grade: 0,10 % Sn)
 recovery grade: noch unbekannt
 Gestehungskosten: 70 %
 Produktionsbeginn: 2017
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich**

South Australia

Projekt: **Prospect Hill**
 Betreiber: Havilah Resources NL, SA
 Homepage: www.havilah-resources.com.au
 Ziel: Vergrößerung der Vorräte (vulkanogener Primärzinn + evtl. Seifen) und Gewinnung des Erzes im Tagebau; Exploration aufgrund großen Widerstands der Aborigines unterbrochen
 Ressource: South Ridge: 172.000 t Erz @ 1,15 % Sn (= 2.000 t Sn-Inhalt) (inferred)
 recovery grade: 79 – 84 % Sn
 Gestehungskosten: k. A.
 Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich**

Tasmanien

Projekt: Ringarooma Bay

Betreiber: TNT Mines Ltd., NSW

Homepage: www.tntmines.com.au

Ziel: Umweltstudien, Ableitung eines Gewinnungsmodells zum Abbau von alluvialen Cassiteritseifen aus 18 – 30 m Wassertiefe

Ressource: 194 Mio. m³ Erzsand @ 150–250 g Cassiterit/m³ (= ca. 30.000 t Sn-Inhalt) (inferred), darunter 16 Mio. m³ Erzsand @ 227 g Cassiterit/m³ (= 2.800 t Sn-Inhalt) (indicated),

recovery grade: noch unbekannt

Gestehungskosten: noch unbekannt

Produktionsbeginn: k. A.

Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Projekt: Oonah

Betreiber: TNT Mines Ltd., NSW

Homepage: www.tntmines.com.au

Ziel: Aufbereitungsversuche zur Evaluierung der Möglichkeit der Fortsetzung des Abbaus in tieferen Horizonten des Stannitganges der Cu-Ag-Sn-Lagerstätte Oonah, in Abbau auf Pb, Cu, Ag und Sn 1890 – 1952

Ressource: 440.000 t Erz @ 1,25 % Sn (= 5.500 t Sn-Inhalt) + Cu+Ag (inferred)

recovery grade: k. A.

Gestehungskosten: noch unbekannt

Produktionsbeginn: k. A.

Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Projekt: Moina

Betreiber: TNT Mines Ltd., NSW

Homepage: www.tntmines.com.au

Ziel: Prüfung der Eignung des mit Fluorits verwachsenen Magnetits für die Kohlenwäsche, ggf. Abbau von Sn-W-CaF₂-Skarnerzen

Ressource: 24,6 Mio. t Erz @ 0,1 % Sn (= 24.600 t Sn-Inhalt) + Fe+W+CaF₂ (inferred)

recovery grade: 22 %

Gestehungskosten: noch unbekannt

Produktionsbeginn: k. A.

Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Projekt: Great Pyramid

Betreiber: TNT Mines Ltd., NSW

Homepage: www.tntmines.com.au

Ziel: Untersuchung der Abbaumöglichkeit von Sn-Gangerzen im Tagebau

Ressource: 5,2 Mio. t Erz @ 0,18 % Sn (= 9.360 t Sn-Inhalt) (cut-off grade: 0,1 % Sn) (inferred)

recovery grade: k. A.

Gestehungskosten: noch unbekannt

Produktionsbeginn: k. A.

Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Projekt: Rossarden (Aberfoyle-Lutwyche, Storey's Creek, Royal George)

Betreiber: TNT Mines Ltd., NSW

Homepage: www.tntmines.com.au

Ziel: Fortsetzung der Exploration im historischen Sn-W-Abbauggebiet von Rossarden zur Bewertung der Möglichkeit der Fortsetzung des Abbaus auf mit Cassiterit und Wolframit mineralisierten Quarzgängen bzw. Greisen

Ressource: Lutwyche: 1.100.000 t Erz @ 0,45 % Sn (= 4.950 t Sn-Inhalt) + W (non-JORC)
 Royal George: 590.000 t Erz @ 0,41 % Sn (= 2.420 t Sn-Inhalt) + Zn+Ag
 (non-JORC)(cut-off grade: 0,25 % Sn)

recovery grade: k. A.

Gestehungskosten: noch unbekannt

Produktionsbeginn: k. A.

Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Projekt: Scotia, Endurance, Ringarooma

Betreiber: ex-Van Dieman Mines Pty Ltd. (2009 in Konkurs)

Homepage: keine

Ziel: Gewinnung von Cassiterit (Abnahmevertrag mit Thaisarco) und Saphir aus alluvialen Seifen onshore (Scotia, Endurance), wie onshore/offshore (Ringarooma)

Ressource: Scotia: 5,32 Mio. m³ Erzsand @ 1.300 g Cassiterit/m³
 (= 5.300 t Sn-Inhalt) + Saphir+Au

Ringarooma: 6,04 Mio. m³ Erzsand @ 890 g Cassiterit/m³
 (= 4.200 t Sn-Inhalt) + Saphir

recovery grade: k. A.

Gestehungskosten: k. A.

Produktionsbeginn: 2008 (Scotia: die vermuteten Gehalte konnten bei der Gewinnung nicht bestätigt werden).

Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Projekt: Cleveland

Betreiber: Rockwell Minerals Ltd./Elementos Ltd., QLD

Homepage: www.elementos.com.au

Ziel: Fortsetzung der Gewinnung von Sn-, Cu- und W-Erzen (Stockwerks- und Skarnvererzung) aus der Cleveland Mine (untertage), in Betrieb 1968 – 1986 (Produktion: 23.519 t Sn- + 9.691 t Cu-Inhalt).

Ressource: 6.119.000 t Erz @ 0,68 % Sn (= 42.000 t Sn-Inhalt) (indicated + inferred)
 (@ cut-off grade: 0,35 % Sn) + Cu+W

Halden: 3.850.000 t Erz @ 0,30 % Sn (= 11.600 t Sn-Inhalt) (inferred) + Cu

recovery grade: 60 % (historisch)

Gestehungskosten: k. A.

Produktionsbeginn: k. A.

Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 unwahrscheinlich

Projekt: Heemskirk (Zeehan)

Betreiber: Stellar Resources Ltd., VIC

Homepage: www.stellarresources.com.au

Ziel: BFS-Studie in Vorbereitung, übertägiger Abbau der St. Dizier Lagerstätte und untertägiger Abbau aus den Greisenlagerstätten Queen Hill, Montana, Severn, jährliche Produktion über neun Jahre von 4.327 t Sn-Inhalt

Ressource: St. Dizier: 2,26 Mio. t Erz @ 0,61 % Sn (= 13.790 t Sn-Inhalt) + Fe + W
 (indicated + inferred)

Queen Hill, Montana, Severn: 6.280.000 t Erz @ 1,14 % Sn (= 71.590 t Sn-Inhalt)
 (cut-off grade: 0,6 % Sn) (indicated + inferred)

recovery grade: Ziel: 70 % Sn

Gestehungskosten: 14.389 US\$/t

Produktionsbeginn: 2015

Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 (technisch frühestens ab 2018) möglich, falls die Finanzierung gesichert werden kann.

Projekt: **Federation/Sweeney**
 Betreiber: bis Ende 2009: Stonehenge Metals Ltd., WA
 Homepage: www.stonehengemetals.com.au
 Ziel: Fortsetzung der Erkundung dieses Greisen-Gang-Zinnvorkommens im Heemskirk Granite Complex
 Ressource: 562.000 t Erz @ 0,5 % Sn (= 2.869 t Sn-Inhalt) (cut-off grade: 0,2 % Sn) (inferred) + Zn+Ag
 recovery grade: k. A.
 Gestehungskosten: k. A.
 Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich**

Projekt: **Mt. Lindsay**
 Betreiber: Venture Minerals Ltd., WA
 Homepage: www.ventureminerals.com.au
 Ziel: BFS-Studie abgeschlossen, Unterlagen für Genehmigungsprozess und Abbau-planung werden zusammengestellt, Gewinnung von jährlich 1,75 Mio. t Erz im Tagebau, später auch Untertageabbau aus maximal zehn Skarn-Lagerstätten. Über neun Jahre Produktion eines Magnetit- und eines Cassiterit-Scheelit-Konzentrats (= ca. 2.500 t Sn-Inhalt/a).
 Ressource: 45 Mio. t Erz @ 0,2 % Sn (= 81.000 t Sn-Inhalt) (measured + indicated + inferred) (@ cut-off grade: 0,20 % Sn-Äquivalent) + W+Fe
 13 Mio. t Erz @ 0,3 % Sn (= 38.000 t Sn-Inhalt) (measured + indicated + inferred) (@ cut-off grade: 0,45 % Sn-Äquivalent) + W+Fe
 Reserve: 14 Mio. t Erz @ 0,2 % Sn (= 30.000 t Sn-Inhalt) (proved + probable) (@ 0,60 % Sn-Äquivalent) + W+Fe
 recovery grade: 62 – 72 % Sn
 Gestehungskosten: 12.500 AUS\$ (unter Berücksichtigung der Erlöse von Fe und Cu)
 Produktionsbeginn: 2014
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 unwahrscheinlich, da sehr hohe Genehmigungsaufgaben und hoher Kapitalbedarf.**

Projekt: **Renison Expansion, Renison Tailings (Rentails)**
 Betreiber: Metals X Ltd., WA
 Homepage: www.metalsx.com.au
 Ziel: BFS-Studie abgeschlossen, Aufbereitung der historischen Schlammteiche (seit 1968) mittels moderner Verfahren, über sechs Jahre Produktion eines Cu- und eines Cassiterit-Konzentrats mit ca. 5.300 t Sn-Inhalt/a.
 Ressource: 20.598.000 t Erz @ 0,45 % Sn (= 92.700 t Sn-Inhalt) (measured) + Cu davon
 Reserve: 19.757.000 t Erz @ 0,45 % Sn (= 88.900 t Sn-Inhalt) (probable) + Cu
 recovery grade: k. A.
 Gestehungskosten: 11.875 AUS\$/t
 Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich, da hoher Kapitalbedarf und ausreichende Zinnvorräte in der Renison Bell Primärlagerstätte vorhanden.**

Zusätzlich sind die verbliebenen Ressourcen der ehemals in Abbau stehenden Lagerstätte Mount Bischoff (Tasmanien) publiziert (s. Anhang: Australien Produktion).

Belgien (Produktion)



Belgien verfügt über keine Zinnlagerstätten, jedoch über zwei Zinnschmelzen.

Die in ihrer Geschichte bis auf das Jahr 1899 zurückblickende und seit 2007 zur luxemburgischen Metallum Holding S. A. gehörende Metallo Chimique N. V. begann erst 1974 mit dem Recycling von Zinn aus Sekundärabfällen. Heute werden von Metallo Chimique an ihrem Firmensitz in Beerse aus einer Vielzahl von Schrotten und anderen Sekundärabfällen vor allem Kupfer, Zinn, Blei, Nickel, Zinkoxid, Eisenschlacke sowie Edelmetallschlacken, letztere zur Weiterveredelung, produziert. Die Produktionskapazität von Raffinadezinn beträgt 12.000 t/a.

In Engis betreibt die belgische Recyclingfirma Hydrometal S.A. Engis, eine Tochterfirma des Chemieunternehmens Jean Goldschmidt International S.A., eine Recyclinganlage für niedriggradige Zinnabfälle. Zudem produziert die Firma auf elektrolytischem Weg aus Sekundärzinnbarren der Metallo Chimique hochreine Zinnbarren @ 99.997 % Sn (Marke 99.99+ JGI) (CARINE IN'T VEN, JEAN GOLDSCHMIDT INTERNATIONAL S.A., frdl. schrift. Mitt.)

Von der ebenfalls belgischen Umicore S.A. in Hoboken wird aus zinnhaltigen Schrotten, v. a. aus der Elektronikindustrie, dagegen nur Calciumstannat gewonnen, das durch andere Firmen weiterverarbeitet bzw. aus dem Zinn raffiniert wird.

Tabelle 12: Produktion von Raffinadezinn (in t) aus Sekundärprodukten durch die Metallo Chimique N.V. in Belgien, nach ITRI.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Beerse	8.049	8.372	9.228	8.690	9.945	10.007	11.350	10.344

Bolivien (Produktion)



Die bolivianischen Zinnlagerstätten liegen im Westen des Landes in den Hochanden, wo sich der bolivianische Zinn Gürtel über 900 km Länge in Nordwest- bis Nord-Süd-Richtung bzw. von der Pirquitas Ag-Zn-Sn-Mine in Argentinien (s. Anhang: Argentinien) bis zur San Rafael

Sn-Cu-Mine in Peru (s. Anhang: Peru) erstreckt. Der produktivste Abschnitt ist rund 250 km lang, befindet sich in der Mitte des Gürtels und wird von der Oruro Mine im Norden und der Potosí Mine im Süden begrenzt.



Abbildung 28: Karte des bolivianischen Zinn gürtels, aus REATEGUI (2013).

Ein Großteil der Zinnvorkommen findet sich in hydrothermalen Gängen von 100 m bis 10 km Länge und wenigen cm bis 10 m Stärke, aber auch Seifen-, Stockwerks- und porphyrische Lagerstätten sind bekannt. Der Zinngehalt in den Gängen nimmt scharf von 3 – 10 % an der Oberfläche auf 0,5 – 0,7 % in 400 bis 600 m Teufe ab. Bei hohen Mineralisationstemperaturen kristallisierten zuerst Cassiterit, Quarz, Turmalin, Topas, Fluorit, Wolframit, Bismuthinit, Arsenopyrit, Pyrit und Pyrrhotin, bei niedrigen Temperaturen später Tetraedrit, Stannit, Chalcopyrit, Bleiglanz, Zinkblende und andere Minerale aus.

Die bolivianischen Zinnlagerstätten werden seit dem frühen 16. Jh. auf Silber abgebaut, während die Gewinnung von Cassiterit auf das Jahr 1861 datiert. Heute werden oft neben Zinn und Silber auch Gold, Wolfram, Blei, Zink, Antimon und Wismut aus den Erzen extrahiert.

Die polymetallische Ganglagerstätte Cerro Rico de Potosí, die seit Mitte des 16. Jh. abgebaut wird, ist die größte Silberlagerstätte der Erde. Sie besitzt geschätzte Ressourcen von 540 Mio. t Erz @ 120 ppm Ag und 0,10 – 0,17 % Sn (= 540.000 – 918.000 t Sn-Inhalt).

Als größte Zinnganglagerstätte der Erde gilt dagegen Llallagua, aus der seit 1904 über 1 Mio. t Zinn gewonnen wurden. Das Gangerz am Rande der porphyrischen Mutterintrusion von Llallagua führte 12 – 15 % Sn, während die Gehalte im Zentrum nur bei 0,2 – 0,3 % Sn lagen.

Während Bolivien in der ersten Hälfte des 20. Jh. zahlreiche sog. „Zinnbarone“ hervorbrachte, ging mit der Verstaatlichung aller Minen im Jahr 1952 und zahlreicher bergbaustruktureller Probleme in den frühen 1980er Jahren auch der Zinnabbau deutlich zurück. Zwischen 1978 und 1985 fiel Bolivien vom 2. auf den 5. Platz der Weltzinnproduktion zurück. Durch das Engagement zahlreicher Bergbaukooperativen und der schweizerischen Glencore konnte die Zinnproduktion dennoch auf hohem Niveau gehalten werden. Im Oktober 2006 wurden dann aber erst die Bergbaukooperativen von Huanuni und im Februar 2007 die Vinto Zinnschmelze von Glencore verstaatlicht. Die im Jahr 2005 von Glencore erworbene Zinn-Zinkmine Colquiri folgte im Juni 2012.

Gegenwärtig betreibt die staatliche Corporacion Minera de Bolivia (COMIBOL) die

- Huanuni Zinnmine (Empresa Minera Huanuni) in der Dalence Provinz, Oruro Departamento,
- Colquiri Zinn-Zinkmine (Empresa Mineral Colquiri) in der Inquisivi Provinz, La Paz Departamento und die,
- Vinto Zinnschmelze (Empresa Metalúrgica Vinto) in Carretera Vinto, Oruro Departamento.

Alle diese Minen und Schmelzen arbeiten jedoch nicht vertikal integriert, sondern sind unterschiedlichen Machtgruppierungen und Interessen ausgesetzt.

Die genauen Vorräte der Huanuni Zinnmine sind nicht publiziert. Nach Angaben der MINSUR S.A. auf der ITRI Tin Conference 2013 in Kunming betragen die Reserven (wohl eher Ressourcen) 5,5 Mio. t Erz @ 3,3 % Sn = 185.000 t Sn-Inhalt. Nach Aussagen von COMIBOL im Januar 2013 (www.boliviaminera.blogspot.de) reichen die nachgewiesenen Reserven bei einer Erzproduktion (@ 1,65 % Sn) von 1.800 t/d für 18 Jahre. Bei einer geplanten Produktionserhöhung auf 3.000 t/d, die ab Q1/2014 erfolgen soll, reduziere sich die Lebensdauer der Mine auf acht Jahre.

In Huanuni werden ein hochgradiges (60 % Sn-Inhalt) und ein niedriggradiges (12 % Sn-Inhalt) Zinnsteinkonzentrat produziert.

Die Reserven und Ressourcen nach JORC-Standard der Colquiri Zinn-Zinkmine wurden letztmalig von Glencore vor der Verstaatlichung mit Stand vom 31.12.2011 publiziert. Danach betragen die Ressourcen in Colquiri:

- 4.182.000 t Erz @ 1,82 % Sn (= 76.110 t Sn-Inhalt) + Zn

und die darin enthaltenen Reserven

- 1.400.000 t Erz @ 1,40 % Sn (= 19.600 t Sn-Inhalt) + Zn

Nach Angaben der MINSUR S.A. auf der ITRI Tin Conference 2013 in Kunming betragen die Reserven (wohl eher Ressourcen, s. o.) 8 Mio. t Erz @ 1,2 % Sn (= 96.000 t Sn-Inhalt).

In Colquiri wird ein mittelgradiges (40 – 41 % Sn-Inhalt) Zinnsteinkonzentrat mit erhöhten Gehalten von As und Sb produziert.

Tabelle 13: Produktion von Zinn-Konzentrat (in t Sn-Inhalt) in Bolivien, nach ITRI und Ministerio de Minería y Metalurgia, Bolivia.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Huanuni ²⁾	3.851	7.669	7.875	9.968	9.751	9.683	10.247
Colquiri (mittelgroße Minen) ³⁾	n. v.	n. v.	2.655	2.017	2.026	2.377	1.559
kleine Minen und Kooperativen ¹⁾	n. v.	n. v.	6.789	7.590	8.414	8.312	7.895
Gesamt	18.444	15.973	17.319	19.575	20.190	20.372	19.702

¹⁾ Nach Schätzungen bolivianischer Marktteilnehmer vermutlich um rund 30 % höhere Produktion der Kooperativen durch Export falsch deklarierter Konzentrate (mit im Mittel ca. 45 % Sn-Gehalt), ²⁾ 2013: 7.897 t, ³⁾ 2013: 3.312 t

Die Zinnschmelze Operaciones Metalúrgicas S.A. (OMSA) wurde 1937 vom damaligen „Zinnbaron“ Mariano Perú Aramayo gegründet und ging 1940 in Produktion. Die Schmelze befindet sich östlich

von Oruro im Huajara Industriepark. Sie ist auf die Verarbeitung von niedrig gradigen und komplexen Konzentraten spezialisiert. Produziert werden Zinn und verschiedene Zinnlegierungen.



Abbildung 29: Zinnbarren von OMSA, Bolivien. Foto: BGR.

Die Empresa Metalúrgica Vinto ist eine Zinnschmelze ebenfalls in Oruro und wurde am 09.01.1971 eröffnet. Sie war geplant, um den Export von Zinnsteinkonzentraten zu stoppen und die Zinnerze aus Huanuni und Colquiri zu verarbeiten. 1999 wurde das Unternehmen privatisiert,

an Allied Deals Plc. verkauft, aber im Februar 2007 erneut verstaatlicht. Neben Zinn, werden Blei und Wismut gewonnen. Empresa Metalúrgica Vinto hat angekündigt, seine Verarbeitungskapazität von derzeit jährlich 12.000 t Zinnsteinkonzentrat ab 2014 zu verdreifachen.

Tabelle 14: Produktion von Raffinadezinn (in t) in Bolivien, nach ITRI und Ministerio de Minería y Metalurgia, Bolivia.

	Kapa- zität	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Empresa Metalúrgica Vinto (EM Vinto)	12.000	11.304	9.448	9.545	11.801	11.581	10.960	11.241	11.402
Operaciones Metalúrgicas S.A. (OMSA)	3.360	2.285	2.803	3.122	3.195	3.394	3.557	3.039	3.697
Gesamt	15.560	14.089	12.251	12.666	14.996	14.975	14.517	14.280	15.099

Bolivien (Projekte)



Neben den schon genannten Projekten zur Aufbereitung der Halden von Huanuni und Colquiri gibt es noch mindestens zwei weitere Zinnprojekte in Bolivien, aus denen die Vorräte bekannt sind.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass nur 25 % des bolivianischen Zinnürtels exploriert sind – allein COMIBOL hat zehn vorrangige Explorationsziele identifiziert (REÁTEGUI 2013).

Projekt: Catavi

Betreiber: Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL)
Homepage: www.comibol.gob.bo
Ziel: Wiedereröffnung der seit 1987 stillgelegten Catavi Zinnmine, um dort die alten Halden aufbereiten zu können, Produktion von Konzentrat mit 2.900 Sn-Inhalt/a
Ressource: 50 – 60 Mio. t Erz @ 0,3 % Sn (= 150.000 – 180.000 t Sn-Inhalt)
recovery grade: 64 %
Gestehungskosten: erst bei Preisen > 22.000 US\$/t Sn wirtschaftlich
Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 unwahrscheinlich**

Projekt: Totoral

Betreiber: Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL)
Homepage: www.comibol.gob.bo
Ziel: Wiedereröffnung der Mitte der 1990er Jahre stillgelegten Totoral Zinnmine, um dort die alten Halden, aber auch Primärerz aufbereiten zu können
Ressource: 1.050.000 t Erz @ 0,79 % Sn (= 8.295 t Sn-Inhalt)
recovery grade: k. A.
Gestehungskosten: k. A.
Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 unwahrscheinlich**

Literatur:

REÁTEGUI, R. E. (2013): Tin production outlook for South America.– Präsentation auf dem ITRI China International Tin Forum, 23. – 25. April 2013: 16 S.; Kunming.

Brasilien (Produktion)



Brasilien ist seit vielen Jahren ein Produzent von Zinnerzen und auch Raffinadezinn, wobei die Produktionshöhe mit 10.000 Jahrestonnen seit einigen Jahren relativ konstant ist. Früher war die Zinnproduktion jedoch teils wesentlich höher – nach Entdeckung und Aufschluss der Zinnseifen von Bom Futuro im Jahr 1987 erreichte sie zwei Jahre später 54.700 t Cassiteritkonzentrat. In diesem Jahr war Brasilien der größte Zinnproduzent der Erde. Bis zu 13 Schmelzen produzierten bis zu 47.500 t Raffinadezinn.

92 % der brasilianischen Zinnvorräte liegen in den Provinzen Mineral do Mapuera, Bundesstaat Amazonas (Pitinga) sowie Estanífera de Rondônia, Bundesstaat Rondônia (Bom Futuro, Santa Bárbara, Massangana, Cachoeirinha u. a.), an der Grenze zu Bolivien.

Derzeit trägt der Bundesstaat Amazonas nur noch rund 20 %, der Bundesstaat Rondônia dagegen 80 % zur Zinnproduktion Brasiliens bei. Kleinbergbau durch „Garimpeiros“ auf Cassiterit ist in Rondônia konzentriert. Dort findet sich Cassiterit feinverteilt als Imprägnation in quarzitischen Greisen, in Topaz führenden Gängen und in oberflächennahen Seifen.

Die zehn Zinnbergbauunternehmen bzw. Kooperativen, die im Jahr 2010 (neuere Daten liegen noch nicht vor) nach dem Anuário Mineral Brasileiro die größten Umsätze (Anteil in %, gesamt Top 10: 98,58 %) erzielten, waren

1. Mineração Taboca S/A in Pitinga, Bundesstaat Amazonas, seit Ende 2008 eine Tochterfirma des peruanischen Bergbaukonzerns Minsur S.A. (43,10 %), mit der Schmelze Pirapora (früher Marmore) bei Sao Paulo
2. Cooperativa de Garimpeiros de Santa Cruz Ltda. (Coopersanta) in Bom Futuro, Bundesstaat Rondônia (23,14 %), mit der 2009 eröffneten Schmelze der Tochterfirma Coopermetal. Untertage gewonnenes Cassiteritkonzentrat aus Bom Futuro soll 66 % Sn enthalten (ZAN et al., 2012)
3. Cooperativa Estanífera de Mineradores da Amazônia Legal Ltda. (CEMAL), Bundesstaat Rondônia (9,00 %)
4. Cooperativa dos Garimpeiros do Estado de Rondônia, Bundesstaat Rondônia (7,83 %)
5. Mineração Xacriabá Ltda., Bundesstaaten Amazonas und Rondônia (5,55 %)
6. Estanho de Rondônia S/A (ERSA), mit dem Tagebau Santa Bárbara [Reserven: 25.898 t, Ressourcen: 54.066 t Sn-Inhalt] in Itapuã do Oeste und einer Schmelze in Ariquemes, beide Bundesstaat Rondônia (4,27 %)
7. Mineração Céu Azul Ltda., Bundesstaat Rondônia (1,87 %)
8. Metalmig Mineração Indústria e Comércio Ltda., Bundesstaaten Paraíba und Rondônia (1,40 %), mit der Schwesterfirma Melt Metais e Ligas S/A (Schmelze)
9. Cooperativa dos Garimpeiros de Campo Novo de Rondônia, Bundesstaat Rondônia (1,27 %)
10. Cooperativa Mineradora dos Garimpeiros de Ariquemes Ltda. (COOMIGA), Bundesstaat Rondônia (1,15 %)

Die hochgradigen (durchschnittlich 2,5 kg Sn/m³ bis 10 – 20 kg Sn/m³) Sn-Ta-Nb-Zirkon-Xenotim-Seifen von Pitinga, 300 km nordöstlich von Manaus, wurden 1979 im Rahmen eines regionalen Explorationsprogrammes entdeckt. Sie besitzen durchschnittlich 6 m Mächtigkeit und gingen 1982 in Produktion.

Neben den Seifen geraten seit einigen Jahren aber auch immer mehr die primären Festgesteinsvorkommen aus niedrig gradigen Sn-Greisen in das Blickfeld der Erkundung. Stand 2011 betragen die bisher explorierten Festgesteinsressourcen 195 Mio. t Erz mit durchschnittlich 0,176 % Sn, 0,223 % Nb₂O₅ und 280 ppm Ta₂O₅. Mit insgesamt 628.064 t Sn-Inhalt (in Festgestein, Seifen und Halden) besitzt Pitinga nach Xinzhai/China die weltweit zweitgrößten (verbliebenen) Zinnreserven einer Einzellagerstätte.

Aus dem in den Jahren 2004 – 2007 aufgeschlossenen Festgesteinestagebau Rocha Sá bei Pitinga ausgebrachten Erz sowie den zahlreichen Seifen der Umgebung werden Cassiterit und Columbotantalit ausgebraucht, der stark radioaktive Zirkon und Xenotim dagegen bisher aufgehaldet. In der konzerneigenen Schmelze Pirapora bei Sao Paulo werden die Konzentrate eingeschmolzen. Nach Umstrukturierungen soll die gegenwärtig zurückgefahrenene Zinnproduktion wieder auf 5.000 – 6.000 tpa (2013: 5.200 tpa) und dann weiter auf 8.000 tpa steigen.

Nach Expertenaussagen auf der International Tin Conference 2006 sollen die nationalen Zinnreserven Brasiliens 875.000 t Sn-Inhalt betragen und könnten nach weiterer Exploration sogar 1,2 Mio t erreichen.

Literaturauswahl:

LARSSON, R. & SÖDERHOLM, P. (1996): International tin agreements & the rise of the Brazilian tin mining industry.– Journal of Mineral Policy, Business and Environment, Raw Materials Report, **12**, 2: 12 – 16, 2 Abb., 1 Tab; Stockholm.

ZAN, R. A., BRONDANI, F. M. M., BARBOSA, N. V., DE OLIVEIRA MENEGUETTI, D. U., DA SILVA, I. M. & BISSOL, F. M. (2012): O garimpo Bom Futuro como ferramenta para o ensino de química e du educação ambiental.– Monografias Ambientais, **7**, 7: 1657 – 1669, 7 Abb., 1 Tab.; Santa Maria, RS.

Tabelle 15: Offizielle Produktion von Cassiteritkonzentrat (in t Sn-Inhalt) in Brasilien, nach ITRI, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) und Sindicato Nacional da Indústria da Extração do Estanho (SNIEE). Nach Informationen des ITRI wird – ähnlich wie in Bolivien – auch aus Brasilien Cassiteritkonzentrat geschmuggelt bzw. vor dem Export falsch deklariert und erscheint damit nicht in den offiziellen Produktionsstatistiken.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Mineração Taboca S/A	5.538	6.602	6.257	2.626	1.451	1.355	3.393
Coopersanta – Cooperativa de Garimpeiros de Santa Cruz Ltda.	1.116	2.776	n. v.	2.609	2.154	2.526	2.154
andere ¹⁾	2.611	2.457	n. v.	n. v.	3.711	5.519	5.847
Gesamt nach SNIEE/ITRI	9.265	11.835	12.992	10.380	7.380	8.800²⁾	10.610
Gesamt nach DNPM	9.528	12.596	13.899	9.500	10.400	10.725	13.667

¹⁾ 2011/12 im Wesentlichen Coomiga – Cooperativa Mineradora dos Garimpeiros de Ariquemes Ltda., Coogampa – Cooperativa dos Garimpeiros de Mutum Paraná und CEMAL – Cooperativa Estanífera de Mineradores da Amazônia Legal Ltda. ²⁾ in Absprache mit ITRI korrigiert um 600 t/a, die von SNIEE falsch berechnet wurden

Tabelle 16: Kapazität und Produktion von Raffinadezinn (in t) in Brasilien, nach ITRI, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) und Sindicato Nacional da Indústria da Extração do Estanho (SNIEE).

	Kapa- zität	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Mineração Taboca S/A	30.000	5.047	5.967	5.935	2.744	1.123	1.253	3.026
White Solder Metalurgia e Mineração Ltda.	2.500	760	997	1.313	2.197	1.821	2.222	2.341
CEMAL – Cooperativa Estanífera de Mineradores da Amazônia Legal Ltda.	2.000	247	1.247	1.674	n. v.	n. v.	0	318
Coopersanta – Cooperativa de Garimpeiros de Santa Cruz Ltda.	1.000	19	406	575	n. v.	n. v.	1.660	1.125
Cesbra Químicos e Soldas Ltda.	n. v.	852	331	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.
ERSA – Estanho de Rondônia S/A	3.600	472	0	0	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.
andere ¹⁾	3.500	1.387 ³⁾	1.245 ⁴⁾	1.300 ⁵⁾	n. v.	n. v.	5.135	2.691
Gesamt nach SNIEE/ITRI	>42.000	8.784³⁾	10.193⁴⁾	10.797⁵⁾	10.446	6.513	7.000²⁾	9.501
Gesamt nach DNPM	n. v.	8.780	9.987	11.020	8.311	9.098	9.382	11.955

¹⁾ im Wesentlichen Melt Metais e Ligas S/A, Kapazität 2.500 t, ²⁾ in Absprache mit ITRI korrigiert, da die Raffinadezinnproduktion der kleinen Schmelzen von SNIEE falsch berechnet wurde, ³⁾ inkl. 87 t Sekundärzinn,

⁴⁾ inkl. 101 t Sekundärzinn, ⁵⁾ inkl. 107 t Sekundärzinn

Burundi (Produktion)



Der Abbau von Cassiterit, untergeordnet auch Wolframit und Columbo-Tantalit, wurde in Burundi in den frühen zwanziger Jahren von belgischen Firmen in Angriff genommen, nachdem das Land, einst Teil von Deutsch-Ostafrika, nach dem Ersten Weltkrieg Belgien zugeschlagen worden war. Im Jahr 1979 hob die burundische Regierung, wahrscheinlich aufgrund undurchsichtiger Praktiken der meist ausländischen Bergwerkseigner, alle Rohstoffkonzessionen auf. Gleichzeitig war sie bestrebt, einen geplanten Kleinbergbau auf der Basis nachgewiesener Reserven wiederaufzunehmen, zu dem auch der Abbau von Cassiterit zählte. Bis 1979 waren in Burundi rund 3.000 t Cassiterit produziert worden.

Im Norden Burundis tritt Cassiterit zusammen mit Wolframit sowie Columbit-Tantalit als Erzmineral in hydrothermalen Gangsystemen und Pegmatiten innerhalb metasedimentärer Gesteine bzw. leuko-krafer Zinngranitkörper auf. Im artisanalen Abbau stehen tief verwitterte Pegmatite, vor allem aber eluviale Seifen.

Alluviale Zinnseifen sind auf den Nordwesten Burundis beschränkt und dort bis auf Relikte bereits abgebaut worden. Der Cassiterit findet sich in den alluvialen Seifen unter 2–3 m humosen Ablagerungen in einer durchschnittlich 1 m mächtigen Grobsand-Kies-Schicht und ist daraus leicht gewinnbar. Der seitens BRINKMANN (1987) ermittelte durchschnittliche SnO_2 -Gehalt in den alluvialen Seifen beträgt 176 g/m^3 . In gehobenen Terrassenschottern des Muhokore-Flusses wurden sogar Gehalte von durchschnittlich $311 - 357 \text{ g SnO}_2/\text{m}^3$ bestimmt.

Für die beiden folgenden Lagerstätten konnten seitens BRINKMANN (1987) Vorräte ermittelt werden: Mulehe, Provinz Kirundo (Gänge + eluviale Seifen, i. M. @ $0,3 \text{ \% SnO}_2$):

- $711.220 \text{ m}^3 \text{ Erz @ } 642 \text{ g SnO}_2/\text{m}^3 = 456,3 \text{ t SnO}_2\text{-Inhalt (cut-off grade } 200 \text{ g SnO}_2/\text{m}^3)$ bzw.
- $387.799 \text{ m}^3 \text{ Erz @ } 943 \text{ g SnO}_2/\text{m}^3 = 365,8 \text{ t SnO}_2\text{-Inhalt (cut-off grade } 400 \text{ g SnO}_2/\text{m}^3)$ bzw.
- $223.722 \text{ m}^3 \text{ Erz @ } 1.204 \text{ g SnO}_2/\text{m}^3 = 269,4 \text{ t SnO}_2\text{-Inhalt (cut-off grade } 600 \text{ g SnO}_2/\text{m}^3)$ zzgl.
- $75.170 \text{ m}^3 \text{ Haldenmaterial @ } 893 \text{ g SnO}_2/\text{m}^3 = 67,1 \text{ t SnO}_2\text{-Inhalt}$

Nyamugali/Marangara:

- $368.692 \text{ m}^3 \text{ Erz @ } 525 \text{ g SnO}_2/\text{m}^3 = 193,6 \text{ t SnO}_2\text{-Inhalt (cut-off grade } 200 \text{ g SnO}_2/\text{m}^3)$ bzw.
- $183.518 \text{ m}^3 \text{ Erz @ } 760 \text{ g SnO}_2/\text{m}^3 = 139,4 \text{ t SnO}_2\text{-Inhalt (cut-off grade } 400 \text{ g SnO}_2/\text{m}^3)$

Die Lagerstätte Mulehe, die bereits seit 1948 in Abbau steht, wird nun bereits seit vielen Jahren durch Kleinbergleute abgebaut. Die Zinnlagerstätten bei Kabaraore (Kirenge, Kwirasaniro, Kivuvu und Kabuyu) sowie Ndora (Provinz Cibitoke) stehen durch die Comptoir Minier des Exploitations du Burundi S.A. (COMEBU) im Abbau.

Tabelle 17: Produktion von Cassiteritkonzentrat (@ 62 % Sn-Inhalt (Annahme)) (in t) in Burundi, nach Banque de La Republique du Burundi Rapport Annuel.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Cassiteritkonzentrat	65	31	96	20	29	21	n. v.
= Sn-Inhalt	40	19	60	12	18	13	n. v.

Literaturauswahl:

BRINKMANN, J. (1987): Deutsche Geologische Arbeitsgruppe Burundi. Exploration auf Zinn/Wolfram und Seltene Erden – Abschlußbericht.– Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Archivnr.: **101 300**: 91 S., 5 Abb., 3 Tab., 6 Anl.; Hannover.

MUTIMA, J. & LI, J. W. (2010): Au, Sn, W and Nb/Ta Mineralization in Northern and Northeastern Burundi.– *Academia Arena*, **2**, 2: 55 – 65, 3 Abb., East Lansing, MI.

China (Produktion)



Die Volksrepublik China ist hinter Indonesien der weltweit zweitgrößte Produzent von Zinnsteinkonzentrat und mit Abstand der weltgrößte Produzent von Raffinadezinn, Zinnhalbzeug, Zinnchemikalien und anderen Zinnprodukten.

In China sind die primären Zinnlagerstätten stets mit granitoiden Gesteinen („Zinngranite“) verbunden und bilden

- hochdifferenzierte, hydrothermal veränderte Gesteinskörper (Sn-Greisen, Sn-Ta-Leukogranite)
- Pegmatite (mit Sn, Li, Ta, Nb und/oder Be)
- polymetallische oder Magnetit-Zinn-Skarne sowie kontaktmetasomatische Erze in Karbonaten (mit Sn, W, Cu, Pb, Zn, u. a.) sowie
- hydrothermale Gänge und Gangfelder einschließlich Stockwerkerzkörpern (mit Sn, W und Ag)

Die wichtigsten Zinn-Lagerstätten befinden sich im südchinesischen W-Sn-Nanling-Gürtel der Provinzen Jiangxi, Hunan, Guangdong und Guangxi sowie in der Provinz Yunnan, wobei aber die Verbreitungsgebiete von Wolfram und Zinn nicht vollständig zusammenfallen. Der Schwerpunkt des Zinn-Bergbaus befindet sich in Yunnan, der von Wolfram in Jiangxi. Die meisten dieser Lagerstätten entstanden als komplexe W-Sn-Lagerstätten während der Frühen Yanshanian-Epoche im Jura, im Zusammenhang

mit dem Eindringen Zinn und Wolfram führender Biotitgranite in metamorphe altpaläozoische und devonisch bis jurassische Sedimente.

Eine zweite wichtige Lagerstättenprovinz ist die in drei metallogenen Gürteln unterteilte Da Hinggang Mountain Mineral Provinz in der Inneren Mongolei entlang des Da Hinggan-Gebirges, das sich auf über 1.400 km Länge im Nordosten der Inneren Mongolei erstreckt.

Der fehlende Nachweis entsprechender Zinnlagerstätten in West- und Nordwestchina ist vermutlich dem geringeren geologischen Untersuchungsgrad und weniger den geotektonischen Verhältnissen geschuldet.

1996 waren etwas niedrigere Ressourcen (inkl. Reserven) als heute von damals 4.074.100 t Sn-Inhalt bekannt gewesen, von denen sich 1.340.000 t (32,9 %) in Guangxi, 1.280.000 t (31,4 %) in Yunnan, 408.200 t (10,0 %) in Guangdong, 362.500 t (8,9 %) in Hunan, 328.700 t (8,1 %) in der Inneren Mongolei und 260.400 t (6,4 %) in Jiangxi befanden (XUN 2002).

Die gesicherten (bzw. wirtschaftlich gewinnbaren) Reserven („Reserve Base“) belaufen sich derzeit auf knapp 1,2 Mio. t Sn-Inhalt, die sich größtenteils auf die Provinzen Yunnan, Guangxi, Hunan und Jiangxi verteilen. In der Inneren Mongolei tritt Zinn

Tabelle 18: Wirtschaftlich gewinnbare Reserven („Reserve Base“) und Ressourcen (inkl. Reserven, „Identified Resources“) von Zinn (in t Sn-Inhalt) in China, Quelle: Ministry of Land and Resources und National Bureau of Statistics China.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011 ¹⁾	2012
Reserven	1.535.000	1.522.500	1.459.500	1.435.000	1.382.000	1.388.000	1.175.100
Veränderung		-12.500	-63.000	-24.500	-53.000	+6.000	-212.900
Ressourcen	4.769.000	4.837.000	4.843.000	4.983.000	4.319.000	4.411.000	n. v.
Veränderung		+68.000	+6.000	+140.000	-664.000	+92.000	

¹⁾ Im Jahr 2011 konnten durch Exploration u. a. die Ressourcen (inkl. Reserven) im Huangshaping Bergbaudistrikt, Guiyang County, Hunan Provinz um 131.000 t Sn und die Ressourcen der Yunnan Gejiudaqing Dongshenbu Cu-Sn-Mine um 66.000 t Sn erhöht werden.

in Verbindung mit Eisen (Magnetit-Zinnskarne) und anderen Erzen auf (s. u.).

Seifenzinn wird in China nur noch aus wenigen, dann meist kleinen Lagerstätten gewonnen. Wie auch die Daten in Tab. 20 zeigen, lagern nur 12 % der Zinnvorräte Chinas in reinen Zinnlagerstätten, dagegen 66 % in Lagerstätten mit Zinn als Hauptwertmetall und 22 % in polymetallischen Vorkommen mit beibrechendem Zinn (XUN 2002).

Der chinesische Bergbausektor ist dergestalt organisiert, dass die großen rohstoffgruppenbezogenen staatlichen Gesellschaften überregional mehrere Bergwerke sowie die nachgeschalteten Schmelzen und teils Verarbeitungsbetriebe steuern. Die Bildung dieser Staatsfirmen setzt sich auch weiterhin fort, da insbesondere in den letzten Jahren durch politische Veränderungen die Zentralregierung die Kontrolle über einige Rohstoffbereiche an die jeweiligen Provinzregierungen übergab. Den Provinzregierungen wiederum ist eine bessere bergbauliche Zulassung und Aufsicht möglich.

Die von den lokalen Behörden betriebenen Gruben gelten als wesentliche regionale Einnahmequelle. Seit den 1980er Jahren wurden viele Gruben, u. a. wegen sinkender Weltmarktpreise und schlechten Managements, privatisiert oder stillgelegt. Teils kam es aber auch zu Verstaatlichungen, um die Erzförderung bei niedriger werdenden Gehalten und zu geringen Investitionen seitens der privaten Betreiber aufrecht zu erhalten.

Bemerkenswert im chinesischen Bergbau ist, dass Privatpersonen auf der gleichen Lagerstätte mit großen staatlich geführten Bergwerken eine unübersehbare Anzahl von Klein- und Kleinstzechen betreiben, die hinsichtlich der Erzförderung große Bedeutung haben. So beträgt der Förderanteil der privaten Zechen bei Zinn 44 %. Zwischen beiden Abbauformen bestehen enge Wechselbeziehungen. Meist bauen die Privatzechen, deren Betreiber im Detail häufig nicht bekannt sind und wechseln, Lagerstättenteile ab, deren Abbau für die großen Gesellschaften unrentabel wäre. Gleichzeitig verkaufen sie ihre Erzkonzentrate an diese, da sie keine eigenen Weiterverarbeitungsbetriebe besitzen. In diesem informellen Klein- und Kleinstbergbau ist seit einigen Jahren ein Abbau hin zu größeren Maßstäben und mit zunehmender Mechanisierung zu erken-

nen. Die Explorationsleistung für die Lagerstätte wird dagegen immer von den staatlichen Gesellschaften erbracht.

Seit dem Jahr 2002 steigen die Produktion und der Verbrauch von Zinn in China an. Noch im Jahr 2002 belief sich der Gesamtverbrauch auf 65.000 t, erreichte aber 2012 bereits 156.000 t, was einem Wachstum um das 2,4-fache entspricht. Der Nettoexport ist seit 2004 rückläufig. Bis Ende 2007 lag die Zinnsteinproduktion in China über dem Verbrauch. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde auch mehr Zinn exportiert als importiert. Ab Anfang 2008 lag der Zinnimport über bzw. war gleich dem Export. Seit 2011 wird weniger Zinn produziert als aktuell verbraucht wird, d. h. ab diesem Zeitpunkt erfolgt die Deckung des tatsächlichen Bedarfs durch Importe.

Vor dem Gesamtkontext des stagnierenden Angebots und der steigenden Nachfrage nach Raffinadezinn wird die Entwicklung des Gesamtbedarfs an Zinnmetall im chinesischen Zinnmarkt weiter als fest angesehen und ein nachhaltiges Wachstum erwartet. Bezüglich des Angebots ist China auf Importe angewiesen, da die chinesische Produktion von Zinnsteinkonzentrat nicht weiter steigt (vgl. Tab. 20). Alle in China gewonnenen Zinnsteinkonzentrate werden auf dem nationalen Markt abgesetzt. Die zusätzliche Einfuhr von Rohzinn ist aufgrund der Knappheit auf dem nationalen Markt in China bereits eine übliche Praxis.

Die chinesische Regierung erhebt seit dem Jahr 2008 eine Exportabgabe von 10 % auf Raffinadezinn und Zinnsteinkonzentrat. Beim Import von Raffinadezinn, sofern es nicht nachgewiesenermaßen in die Weiterverarbeitung in zu exportierende Zinnprodukte gelangt, werden eine Mehrwertsteuer von 17 % und eine Importabgabe von 3 % erhoben. Durch diese Maßnahmen liegt der Zinnpreis in China fast immer höher als an der London Metal Exchange. Nur exportabgabefreie Zinnprodukte wie Lötzinn, Zinnanoden, Zinnchemikalien usw., aber nur sehr selten Raffinadezinn, werden exportiert. Letztmalig lag zwischen September 2010 und April 2011 der innerchinesische Zinnpreis niedriger als an der LME, so dass damals rund 13.000 t Raffinadezinn aus China an die LME Lagerplätze, vor allem in Singapur, verlagert wurden. Erneut liegt seit Oktober 2013 aufgrund übervoller Lager der innerchinesische Zinnpreis unter dem LME-Preis

und Exporte an Raffinadezinn aus China haben erneut eingesetzt.

Im Jahr 2013 durften bei seit Jahren fallender Tendenz Produkte mit insgesamt 17.000 t Sn-Inhalt exportiert werden, doch wird die Exportquote von Zinn aufgrund des hohen inländischen Eigenbedarfs seit Jahren nicht ausgeschöpft.

Durch die Nachfrage des Marktes und die Förderung der Politik ist in China der Anteil an Zinn aus Sekundärquellen bis zum Jahr 2010 auf knapp 47.000 t ständig gestiegen. Laut ITRI wurden dem Markt – nach Schätzungen – im Jahr 2012 bei fallender Tendenz knapp rund 39.500 t Sekundärzinn zugeführt (s. Tab. 21).

Im Jahre 2012 wurde in China eine neue Vorschrift „*The Notice on Adjustment of Applicable Taxation Standard for Tin and other Minerals*“ erlassen, die festlegt, dass Steuern für den Abbau von Zinn entsprechend der abgebauten Menge erhoben werden. Hierdurch sind einerseits die Steuereinnahmen aus dem Zinnbergbau um das 20-fache gestiegen, andererseits ergab sich für die Produzenten eine wesentliche Erhöhung der Abbaukosten.

Des Weiteren sind die Umweltkontrollen der Regierung wesentlich strenger geworden, so dass Umweltverschmutzungen bereits zur Schließung erster Minen geführt haben. Es gibt deutliche Anzeichen dafür, dass die chinesische Regierung in Zukunft noch strengere Kontrollen der Abbaubetriebe durchführen wird.

Anfang 2012 wurden zudem viele Verarbeitungsunternehmen, v. a. in der Provinz Guangxi, aufgrund von Umweltproblemen geschlossen. Derzeit sind dort nur noch große Staatsunternehmen in Betrieb. Es gibt keine Hinweise darauf, dass die kleinen geschlossenen Firmen ihren Betrieb wieder aufnehmen werden.

Auch die Prognosen für die Zinnschmelzen in China sind wenig optimistisch. Zum einen ergibt sich durch die Angebotsknappheit von Zinnsteinkonzentrat ein sehr starker Wettbewerb auf dem Markt. Die Verhüttungskosten sind hoch und die Gewinnmargen stark reduziert. Des Weiteren entstehen hohe Kosten durch die Entsorgung der Abfälle des Verhüttungsprozesses, da die Regierung strengere Umweltvorschriften erlas-

sen hat, s. o. Schließlich ist die Gesamtkapazität der chinesischen Zinnschmelzen zu hoch – zurzeit werden ca. 20 Schmelzen mit einer Kapazität größer 2.000 t und einer Gesamtkapazität von über 200.000 t Raffinadezinn betrieben. Es wird für jene Betreiber schwieriger zu bestehen, die mit ineffizienten Verfahren viel Abfall produzieren. Auch die Lohn- und Sozialversicherungskosten steigen, so dass eine allgemeine Tendenz zu höheren Betriebskosten festzustellen ist.

Die derzeit bedeutendsten Unternehmen mit Zinnschmelzen in China sind:

- Changning Great Wall Smelter in Changning City, Hunan Provinz
- Chenzhou Yunxiang Ore Smelting Co., Ltd. in Chenzhou County, Hunan Provinz
- CNMC (Guangxi) PGMA Co., Ltd. in Hezhou City, Guangxi Provinz (Kapazität: 8.000 t/a)
- Ganzhou Non-ferrous Metals Smelting Co., Ltd., in Ganzhou County, Jiangxi Provinz
- Gejiu Fengming Metallurgical and Chemical Plant in Gejiu City, Yunnan Provinz
- Gejiu Nonferrous Metal Processing Co., Ltd. in Gejiu City, Yunnan Provinz
- Gejiu Zili Mining and Metallurgy Ltd. in Gejiu City, Yunnan Provinz
- Guangxi China Tin Group Co., Ltd. mit Schmelze (Laibin China Tin Smelting Co., Ltd.) in Laibin, Guangxi Provinz (Kapazität: 30.000 t/a)
- Guangxi Nonferrous Metals Group Co., Ltd. (GXNF) (Hechi Xin Hua Metal-Smelting Co., Ltd.) mit Schmelze in Hechi City, Guangxi Provinz
- Jiangxi Huichang Jinshunda Tin Co., Ltd. in Huichang County, Jiangxi Provinz
- Jiangxi Huichang Jinlong Tin Industry Co., Ltd. in Huichang County, Jiangxi Provinz
- Linwu Xianggui Ore Smelting Co., Ltd. in Chenzhou County, Hunan Provinz
- Linwu Xianghualing Tin Co., Ltd. in Chenzhou County, Hunan Provinz
- Nankang Huashan Non-ferrous Metal Processing Plant in Xihua County, Jiangxi Provinz
- Nankang Kaiyuan Mining Co., Ltd. in Ganzhou County, Jiangxi Provinz
- Nankang Nanshan Tin Manufactory Co., Ltd. in Ganzhou County, Jiangxi Provinz
- Xianghualing Tin Industry Co., Ltd. in Linwu County, Hunan Provinz

- Yunnan Chengfeng Non-ferrous Metals Co., Ltd. in Gejiu City, Yunnan Provinz (Kapazität: 20.000 t/a)
- Yunnan Tin Group Co., Ltd. mit Schmelzen in Chenzhou (Kapazität: 20.000 t/a) und Gejiu (Kapazität: 50.000 t/a).

Zinn als Beiprodukt wird zudem produziert von der

- Daye Non-Ferrous Metals Co., Ltd. bei der Kupfererzverhüttung in Daye County, Hubei Provinz.

Der chinesische Zinnmarkt wird durch die großen Gesellschaften Yunnan Tin Group und Guangxi China Tin Group dominiert, die rund 60 % des nationalen Zinnbergbaus und zusammen mit dem Hüttenkombinat der Yunnan Chengfeng Non-ferrous Metals Co., Ltd. 2/3 der chinesischen Raffinadezinnproduktion in sich vereinen. Die Produktion der anderen zahlreichen Minen und wenigen Schmelzen ist dagegen meist klein und von eher untergeordneter Bedeutung.

Der Anteil der Sekundärzinnproduktion an der Gesamtraffinadezinnproduktion Chinas im Jahr 2012 wird vom ITRI auf ca. 26 % bzw. 39.500 t geschätzt (vgl. Tab. 21). Nach Untersuchungen der China Nonferrous Metals Industry Association Recycling Metal Branch (CMRA) stellt für die meisten der im Zinn-Recycling tätigen Unternehmen das Zinnrecycling nicht ihr Kerngeschäft dar. Zurzeit existiert auch kein großes Zinnrecycling-Unternehmen, was die Menge recycelten Zinns deutlich beschränkt. Nationale Unternehmen, die über die Genehmigung bzw. die finanziellen

Möglichkeiten verfügen, investieren nicht in fortschrittliche Recyclingtechnologien, weil sowohl die Menge an Zinnabfällen begrenzt als auch eine fortlaufende Versorgung mit entsprechenden Abfällen nicht sichergestellt ist.

In China stellt Elektronikschrott die Hauptquelle für Zinnrecycling dar, wobei der Großteil dieses Abfalls dem Markt willkürlich zugeführt wird (Sortieren des Mülls durch Einzelpersonen). Die chinesische Regierung plant mittelfristig den Aufbau eines hygienischeren Recyclingsystems und in der Zukunft Recycling-Unternehmen mit den Abfallentsorgungsunternehmen besser zu vernetzen.

Folgende chinesische Unternehmen sind derzeit im Recycling von zinnhaltigen Abfällen und Schrotten tätig:

- China Tin Group Recycling Metal Co.
- Dayu Donghong Tin Product Co., Ltd.
- Dongguan Xinda Tin Co., Ltd.
- Dross Recovery Hebei Guijin Smelting Co., Ltd.
- Gejiu Yingxin Metal Recycling Ltd.
- Guangdong Huangsheng Waste Recycling Co.
- Guangdong Longshen Waste Tin Recycling Co.
- Guangxi Tanghan Zinc & Indium Co., Ltd. Hengli Recycling
- Guangyuan Tin Co., Ltd.
- Hebei Xinyu Tin Timber Co., Ltd.
- Jiangxi Huichang Jinshunda Tin Co., Ltd.
- Luhuan Tin Recycling Co.

Tabelle 19: Produktion von Raffinadezinn (in t) in China, nach China Nonferrous Metals Industry Association (CNIA) bzw. ITRI News.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gesamt	142.916	145.672	129.544	135.836	148.575	155.855	151.586
– Yunnan Tin	52.399	61.129	58.371	55.898	59.127	56.114	69.760
– Yunnan Chengfeng	21.765	17.064	13.500	14.947	14.155	15.430	16.600
– Guangxi China Tin	13.499	13.193	12.037	10.500	14.300	15.372	14.034
– Gejiu Zili Metallurgy	8.990	8.234	7.000	5.600	9.000	8.600	7.000
– Jiangxi (Nankang) Nanshan Tin	n. v.	n. v.	n. v.	3.000	6.000	4.300	4.539
– Gold Bell Group	4.696	8.000	3.100	4.650	2.000	n. v.	n. v.

- Ningyuan Shunxin Waste Tin Recycling Co., Ltd.
- Shanghai Xinlong Solder Smelting Factory
- Shenzhen Hongfu Tin Recycling Co.
- Shenzhen Hongzhida Industry Materials Co., Ltd.
- Shenzhen Runxing Waste Recycling Co.
- Suzhou Mingchang Tin Co., Ltd.
- Suzhou Xiangbinhaixi Recovery Co., Ltd.

Unternehmen sind und deren Hauptgeschäft das Recycling von elektrischen Geräten und nicht von Zinn ist.

Je nach Quelle und Zählweise sollen in China gegenwärtig ca. 45 der über 70 bekannten, sehr großen (> 200.000 t Sn-Inhalt), großen (40.000 – 200.000 t Sn-Inhalt) bzw. mittelgroßen (5.000 – 40.000 t Sn-Inhalt) Zinnlagerstätten in Abbau stehen (s. Tab. 20). Häufig handelt es sich um polymetallische Lagerstätten.

Zudem existieren viele hundert weitere Recycling-Unternehmen, die jedoch kleine/Ein-Mann-

Tabelle 20: Liste der sehr großen, großen und mittelgroßen Zinnlagerstätten bzw. -distrikte in China mit ihren Kernparametern, ergänzt nach XUN (2002), KAMITANI et al. (2007) und Internetauftritten der jeweiligen Abbaufirmen.

Lagerstätte	Lage (Kreis, Provinz)	Erztyp	relative Größe	Gehalt (% Sn)	Status
Gejiu Sn-Polymetall-Distrikt (Sn, Cu, Pb, Zn, W, Ag)	Gejiu, Yunnan	Greisen, Skarn, stratiform, Gänge	sehr groß 1,82 Mio. t Sn		5 Minen in Abbau ¹⁾
Laochang Sn-W-Cu		Skarn, stratiform, Gänge	sehr groß	0,63	
Malage Sn-Cu		Skarn, stratiform	groß	0,02 – 0,05, 2,39	
Songshujiao Sn-Pb		Skarn (66 %) stratiform (34 %)	groß	0,75	
Gaosong Sn-Pb-Zn		Skarn, stratiform	groß	~ 0,5 – 1 ~ 2	
Kafang Cu-Sn		Skarn, stratiform	groß 70.000 t Sn	0,32	
Dachang Sn-W-Distrikt (+ Zn, Pb, Sb, As, Ag)	Nandan, Guangxi	Karbonatverdrängung, stratiform, Gänge	sehr groß 690.000 t Sn	0,32 ~ 0,71	7 Minen in Abbau
Tongken-Changpo Sn (Tongken Mine)		Karbonatverdrängung	sehr groß 215.000 t Sn	0,59	in Abbau ¹⁾
Bali-Longtoushan Sn (Gaofeng Mine)		Karbonatverdrängung	groß 43.000 t Sn	~ 1,5	in Abbau ¹⁾
Dafulou Sn-Zn		Gänge, stratiform	groß 40.000 t Sn	0,62	in Abbau
Lamo Sn-Zn-Cu (+Ag)		Gänge	mittelgroß 30.000 t Sn	0,45	in Abbau
Kengma Sn		Gänge	mittelgroß 20.000 t Sn	n. v.	in Abbau
Niumiao Sn-Ti		Seife	mittelgroß 7.560 t Sn	n. v.	in Abbau
Xinzhai Sn	Malipo, Yunnan	Skarn	sehr groß 632.000 t Sn	0,56	in Abbau
Furong Sn-Polymetalldistrikt	Beihu, Hunan	Skarn, Gänge, Karbonatverdrängung	sehr groß 420.000 t Sn	0,2 ~ 1,2	mehrere Minen im Abbau ¹⁾
Bailashui Sn		Skarn, Gänge, Greisen	sehr groß 270.000 t Sn	0,79	

Lagerstätte	Lage (Kreis, Provinz)	Erztyp	relative Größe	Gehalt (% Sn)	Status
Dulong Polymetall-Distrikt (Sn, Zn, As, Bi, Cu, Fe, Pb)	Maguan, Yunnan	Skarn	sehr groß 0,23 ~ 0,49	3 Tagebaue in Abbau	
Dulong Sn-Pb-Zn		Skarn	sehr groß 296.000 t Sn	0,56	in Abbau
Huanggang Fe-Sn-Polymetall (Pb, Zn, Mo, W, Fluorit)	Keshiketeng, Innere Mongolei	Skarn	sehr groß 290.300 t Sn	0,31	in Abbau ¹⁾
Yanbei Sn(-Cu-Ag)	Huichang, Jiangxi	Cu-Sn-Porphyr	groß 102.400 t Sn	0,84	in Abbau
Bainiuchang Ag-Polymetall (Pb, Zn, Sn)	Mengzi, Yunnan	Vulkanogen-sedimentär	groß 86.000 t Sn	0,30	in Abbau
Jiepailing Sn-Be-Polymetall (W, Pb, Zn)	Yizhang, Hunan	Gänge	groß 84.000 t Sn	0,8	in Abbau
Yidong-Wudi Sn (Baotang Sn-Feld)	Luocheng, Guangxi	Gänge, stratiform	groß 75.600 t Sn	0,43	in Abbau
Piaotang W(-Sn) (+ Cu)	Dayu, Jiangxi	Gänge	groß 63.400 t Sn	0,115	in Abbau
Lishan Fe(-Sn-Pb)	Boluo, Guangdong	Skarn	groß 55.600 t Sn	0,28	in Abbau
Xianghualing Sn-Pb-Zn	Linwu, Hunan	Greisen, Skarn	groß 54.200 t Sn	0,93 ~ 1,39	in Abbau ¹⁾
Xinlu/Pinggui Sn-Polymetall-Distrikt	Zhingshan, Guangxi	Skarn, Gänge, Seife	groß 54.000 t Sn	n. v.	in Abbau?
Lianghe (Lailishan) Sn	Lianghe, Yunnan	Greisen	groß 42.600 t Sn	0,63 ~ 1,58	in Abbau ¹⁾
Wuyi Sn-Zn	Nandan, Guangxi	n. v.	groß 42.000 t Sn	n. v.	in Abbau*
Chahe Sn	Huili, Sichuan	Skarn	mittelgroß 38.500 t Sn	0,5 ~ 1,0	in Abbau
Debao (Qinjia) Cu-Sn	Debao, Guangxi	Skarn, Gänge	mittelgroß 32.100 t Sn	0,24	in Abbau
Jiumao Sn-Cu	Rongshui, Guangxi	Sedimentär-metamorph	mittelgroß 31.900 t Sn	0,61	in Abbau ¹⁾
Tongyugou Cu-Polymetall (Sn, Pb, Zn)	Xinghai, Qinghai	VMS	mittelgroß 31.300 t Sn	n. v.	in Abbau
Tiezhang Sn	Zijin, Guangdong	stratiform	mittelgroß 30.000 t Sn	0,57	in Abbau
Shanhu W-Sn-As	Zhongshan, Guangxi	Gänge, stratiform	mittelgroß 23.100 t Sn	0,4	in Abbau ¹⁾
Dajingzi Sn-Polymetall (Cu, Zn, Pb, Ag)	Linxi, Innere Mongolei	Gänge	mittelgroß 21.900 t Sn	0,53	in Abbau
Ximeng Sn	Ximeng, Yunnan	Gänge	mittelgroß 21.700 t Sn	0,93	in Abbau
Zhengjialong Sn-Polymetall (Cu, Zn)	De'an, Jiangxi	Skarn	mittelgroß 18.400 t Sn	0,73	in Abbau ¹⁾
Rilonggou Sn-Polymetall (Pb, Zn, Cu)	Xinghai, Qinghai	stratiform	mittelgroß 16.500 t Sn	0,38	in Abbau

Lagerstätte	Lage (Kreis, Provinz)	Erztyp	relative Größe	Gehalt (% Sn)	Status
Changpu Sn-Pb-Zn	Haifeng, Guangdong	Gänge	mittelgroß	0,49	in Abbau
Jiuquling Sn-W	Yunan, Guangdong	Greisen, Gänge	mittelgroß 10.000 t Sn	0,33 ~ 0,46	in Abbau
Jishuimen (+ Pb, Zn)	Haifeng, Guangdong	Gänge	mittelgroß 6.900 t Sn	n. v.	in Abbau
Shilei W-Sn(-Cu)	Dayu, Jiangxi	Gänge	mittelgroß 6.500 t Sn	0,10 ~ 0,92	in Abbau ¹⁾
Dayishan Sn	Changning, Hunan	Seife	mittelgroß 4.100 t Sn	0,65 kg Sn/m ³	in Abbau
Baisha Sn	Guiyang, Hunan	Seife	mittelgroß	0,65 kg Sn/m ³	in Abbau?
Yinyan Sn	Xinyi, Guangdong	Sn-Porphyr	mittelgroß	0,53	in Abbau
Houpoau Sn-Pb-Zn	Chaozhou City, Guangdong	Gänge	mittelgroß	0,20 ~ 0,44	in Abbau
Limu Distrikt (Sn, Li, Ta, Nb)	Gongcheng, Guangxi	Stockwerk	mittelgroß	0,09 ~ 0,48	in Abbau
Jubakeng W(-Sn)	Lianping, Guangdong	Gänge	mittelgroß	0,14	in Abbau ¹⁾
Baoshan W-Pb-Zn (+ Ag, Sn)	Chongyi, Jiangxi	Skarn	mittelgroß	n. v.	in Abbau
Dongpo Distrikt Shizhuyuan Polymetall (Zn-Pb-W-Mo-Sn-Sb-Bi-Mo-Be)	Chenzhou, Hunan	Skarn, Greisen, Stockwerk	sehr groß 480.000 t Sn	0,17	kein Abbau auf Sn
Jinchuantang Sn-Bi		Skarn	groß 140.000 t Sn	n. v.	
Yejiwei Sn-Polymetall (Pb, Zn)		Skarn, Gänge, Greisen	groß 113.000 t Sn	0,37	
Xitian W-Sn Polymetall (Pb, Zn)	Xitian, Hunan	Skarn, Gänge, Greisen	groß 189.000 t Sn	0,5	kein Abbau
Haobadi Sn	Changning, Yunnan	Stockwerk	groß 85.500 t Sn	0,70	kein Abbau
Dading Fe-Sn (+Zn)	Lianping, Guangdong	Skarn	groß 80.000 t Sn	0,126	kein Abbau
Hongqiling Sn-Polymetall (Pb, Zn, Cu)	Chenzhou, Hunan	Gänge	groß 57.900 t Sn	0,36	kein Abbau
Shuiyanba Sn-W	He, Guangxi	Skarn, Gänge, Seife	groß 54.000 t Sn	n. v.	kein Abbau?
Maoping W-Sn	Chongyi, Jiangxi	Greisen, Gänge	groß 51.100 t Sn	0,12	kein Abbau
Tieshanzhang Fe-Sn	Xingning, Guangdong	Skarn	groß 45.400 t Sn	0,22	kein Abbau
Tiechang Sn	Yunlong, Yunnan	Gänge	mittelgroß 30.300 t Sn	0,80	kein Abbau?
Xiaolonghe Sn	Tengchong, Yunnan	Greisen, Gänge, Skarn	mittelgroß 26.200 t Sn	0,18 ~ 0,42	kein Abbau
Dashan/Mangchang Sn-Zn (+ Ag)	Nadan, Guangxi	Gänge	mittelgroß 25.900 t Sn	0,49	kein Abbau

Lagerstätte	Lage (Kreis, Provinz)	Erztyp	relative Größe	Gehalt (% Sn)	Status
Laozanggou Pb-Zn(-Sn)	Zeku, Qinghai	Stratiform	mittelgroß 23.500 t Sn	0,1 ~ 0,98	kein Abbau
Liuxiu Sn	Liubeii, Guangxi	Gänge	mittelgroß 19.700 t Sn	0,18 ~ 0,50	kein Abbau
Shaping Sn-Au-As (Cu) (Baotang Sn-Feld)	Luocheng, Guangxi	Gänge	mittelgroß 15.700 t Sn	n. v.	kein Abbau
Baihuanao Li-Nb-Ta (-Sn)	Tengchong, Yunnan	Gänge	mittelgroß 12.600 t Sn	0,014	kein Abbau
Zhailong Sn	Tibet	Gänge	mittelgroß 12.300 t Sn	0,33 – 1,09	kein Abbau
Dashunlong Cu (Pb-Zn) (+ Sn)	Guiyang, Hunan	Skarn, Gänge	mittelgroß 8.300 t Sn	0,28	kein Abbau
Geyuan Nb-Ta-W-Sn	Hengfeng, Jiangxi	Pegmatit	mittelgroß 8.300 t Sn	n. v.	kein Abbau
Shaliuhe Polymetall (Pb, Zn, W, Sn, Cu)	Dulan, Qinghai	Skarn	mittelgroß 7.600 t Sn	0,14 – 0,31	kein Abbau
Songling Sn	Sicheng, Jiangxi	Zinnporphyr	mittelgroß 7.480 t Sn	0,42	kein Abbau
Tashan Sn	Lufeng, Guang- dong	Zinnporphyr	mittelgroß 7.000 t Sn	0,64	kein Abbau
Modon Sn-Cu	Xiwuzhumuqin, Innere Mongolei	Gänge, Stockwerk	mittelgroß 5.900 t Sn	0,1 ~ 1,27	kein Abbau
Biaoshuiyan Sn-W (+Cu)	Yinjiang, Guizhou	Gänge, Greisen	mittelgroß 5.550 t Sn	0,22 ~ 0,99	kein Abbau
Qichan Sn	Xinyi, Guangdong	Skarn	mittelgroß	1,04	kein Abbau
Baoshanzhang Sn-W	Wuhua, Guang- dong	Gänge	mittelgroß	0,28	kein Abbau
Xishan Sn (+W, Cu, Pb, Zn)	Lianping, Guang- dong	Greisen, Gänge	mittelgroß	n. v.	kein Abbau

Lagerstättengrößen für Zinn nach NATIONAL COMMITTEE OF MINERAL RESOURCES OF CHINA (2007):

klein: < 5.000 t Sn-Inhalt, mittelgroß: 5.000 – 40.000 t Sn-Inhalt, groß: 40.000 – 200.000 t Sn-Inhalt, sehr groß: > 200.000 t Sn-Inhalt, ¹⁾ nähere Informationen im Text

Einige große, aber auch kleinere Zinnabbau- und -verarbeitungsbetriebe Chinas seien hier beispielhaft aufgeführt:

- Die **Yunnan Tin Company Group, Ltd.** (YTC), mit Sitz in Gejiu City, Provinz Yunnan, ist der weltweit größte Produzent von Raffinadezinn (20,0 % der Weltraffinadezinnproduktion im Jahr 2012) und der größte Hersteller von Zinnhalbzeug und -chemikalien in China. Im Inlandsmarkt hat YTC einen Marktanteil von knapp 42 %, international von rund 17 %.

YTC entwickelte sich aus dem Gejiu Handels- & Investmentbüro, das von den lokalen Behörden in der Qing Dynastie im Jahr 1883 gegründet wurde. Nach Gründung der Volks-

republik China gehörte YTC, lokal immer noch als Yunnan Gejiu Tin Company bekannt, zu den 156 staatlichen Aufbauprojekten und expandierte stark in Richtung geologischer Prospektion, Aufbereitung und Verhüttung. Durch die jahrzehntelange Förderung erwuchs YTC zu einem staatlichen, auf Zinn spezialisierten NE-Metallgroßkombinat, das alle Aspekte von der Exploration, dem Bergbau, der Aufbereitung (zwölf Anlagen), der Schmelze (Schmelzen in Gejiu und Chenzhou), der Chemieindustrie, der Forschung, der Grundstücksentwicklung, der Herstellung von Gesteinskörnungen für den Bausektor, die Anlagenproduktion, die Lagerung und die Logistik umfasst.

Neben Sn ist YTC auch in der Produktion von Pb-, Cu-, Zn-, Sb-, Ni-, As-, Ag-, In-, Bi-, Pt-, Pd-, Rh- und Os-Metall bzw. (bis auf Sb) Produkten daraus tätig.

YTC gehört zu den 520 größten chinesischen Unternehmen und zu den zehn größten Unternehmen in Yunnan. Die Tochterfirmen Yunnan Tin Co., Ltd und Sino-Platinum Metals Co., Ltd. sind börsennotiert. YTC verfügt über einen Personalstamm von rund 60.000 aktiven und ehemaligen Beschäftigten und Produktionsanlagen auf rund 200 km² Fläche.

Tochterfirmen der Yunnan Tin Group Co., Ltd. sind:

1. Yunnan Tin Laochang Company
2. Yunnan Tin Datun Tin Company
3. Yunnan Tin Kafang Company
4. Yunnan Tin Processing Company
5. Yunnan Tin Datun Processing Company
6. Yunnan Tin Chenzhou Mining Co., Ltd.
7. Chenzhou Yunxiang Mineral
8. Yunnan Tin Co., Ltd. Smelting Company
9. Yunnan Tin Lead Company
10. Gejiu Xinlong Metal Co., Ltd.
11. Yunnan Tin Co., Ltd. Chemical Materials
12. Yunnan Tin Chemicals Co., Ltd.
13. Yunnan Tin Microelectronic Materials Co., Ltd.
14. Yunnan Tin Materials Co., Ltd.
15. Yunnan Tin Co., Ltd. Copper
16. Yunnan Tin Raw Material Company
17. Yunnan Tin Sales Company
18. Transportation Branch
19. Gejiu Yingxin Metal Recycling Ltd.
20. Yunnan Tin Resources (USA) Ltd.
21. Yunnan Tin (Germany) Resources Limited
22. Yunnan Tin (Hong Kong) Resources Limited

Eine 50%ige Beteiligung besteht zudem mit anderen chinesischen Firmen an der Renison Bell Zinnmine in Tasmanien.

80 % des von der YTC benötigten Zinnsteins stammt aus den eigenen Abbaubetrieben (im Jahr 2012 vier große und einige kleinere Bergwerke) im rund 2.140 km² großen Gejiu Erzdistrikt (Laochang, Malage, Songshujiao, Gao-song und Kafang auf der Ostseite der N-S verlaufenden Gejiu-Störung, kleinere Lagerstätten wie Niushipo, Douyan und Zhuqin auf der Westseite der Gejiu-Störung, ca. 300 km süd-

lich von Kunming. Der dortige Abbau durch die Yunnan Tin Co., Ltd. erfolgt unter staatlicher Kontrolle. Bei der Mine in Laochang soll es sich um das Bergwerk mit der größten Zinnsteinförderung – 21.700 t Sn-Inhalt im Jahr 2012 – der Welt handeln. Noch 2010 war geplant, die Produktion aus diesem Bergwerk bis 2019 zu verdoppeln, doch ist derzeit keine Erhöhung oder Reduzierung der gegenwärtigen Produktion mehr geplant. Auch die Exploration verläuft stabil. In jüngerer Zeit wurden im Gejiu Erzdistrikt keine größeren neuen Rohstofflagerstätten nachgewiesen. Zudem besitzt Yunnan Tin Zinnminen in Huanlian/Yunnan (Förderung von 3.000 t Sn-Inhalt im Jahr 2012) und Wuchangping/Hunan (Förderung von 1.100 t Sn-Inhalt im Jahr 2012).

- Die **Guangxi China Tin Group Co., Ltd.** hat ihren Firmensitz in Liuzhou, Provinz Guangxi, und wurde im Dezember 2008 durch eine Restrukturierung aus dem Unternehmen Liuzhou China Tin Group Co., Ltd heraus gegründet. Zu den derzeitigen Hauptaktionären gehören die Guangxi Nonferrous Metals Group Co., Ltd., die China Huarong Asset Management Co., Ltd., die Guangxi Kaiyuan Investment Co., Ltd. und zehn weitere Firmen.

Guangxi China Tin Group Co., Ltd. baut mit einem Personalstamm von rund 11.000 Mitarbeitern jährlich rund 2,5 Mio. t Pb-Sb-, Sn-, In-, Zn- und Ag-Erze ab, und übernimmt zudem die Aufbereitung (Verarbeitungskapazität 25.000 t Sn-Inhalt) und das Schmelzen dieser Elemente (Zinnschmelze in Laibin, Kapazität 30.000 t/a). Die Hauptprodukte des Unternehmens sind Zinn, Sekundärintium, Blei, Antimon, Zink, Silber, Cadmium, Bismut und andere Metalle, sowie Zinnsulfat, Zinnchlorid, Zinn-, Antimon-, Blei- und Kupferbeschichtungen, Indium-Schmelzprodukte und andere Produkte aus der Weiterverarbeitung der geförderten Metalle.

Guangxi China Tin hat Zugriff auf die Minen des Dachang Zinn-Polymetallidistrikts in Guangxi. Dessen Reserven sollen 98,46 Mio. t Erz @ 2,41 % Zn, 0,7 % Sn, 0,31 % Pb, 0,25 % Sb, 1,16 % As und 24 ppm Ag betragen (KAMITANI et al. 2007), entsprechend einem Metallinhalt von 4,7 Mio. t, davon rund 690.000 t Sn (andere Schätzungen: 1 Mio. t Sn). Die Indium-Reserven

(Gehalte unbekannt) des Unternehmens sind die größten der Welt. Im Jahr 2011 förderte Guangxi China Tin Erz mit 10.974 t Sn-Inhalt.

- Das Staatsunternehmen **Tongkeng Mining** in Dachang, Nadang County, Provinz Guangxi, gehört zur Guangxi China Tin Group. Tongkeng Mining baut seit 1982 den Tongkeng Erzkörper der großen Tongkeng-Changpo Lagerstätte des polymetallischen Dachang Erzdistrikts im Untertagebetrieb auf derzeit 800 bis 1.000 m Teufe ab. Die derzeitige Abbaulizenz datiert vom 01.03.2011 und ist bis zum 23.05.2023 gültig. Der Tongkeng Erzkörper verfügte zu Ende 2011 über Reserven von 36,282 Mio. t. Erz @ 0,59 % Sn, entsprechend 215.329 t Sn-Inhalt, zzgl. großer Mengen an Zn, Pb, Ag, In u. a. (ITRI, 12.06.2012).

Die jährliche Produktionskapazität liegt bei 2,2 Mio. t Erz, die durchschnittliche Produktion der letzten fünf Jahre schwankte zwischen 1,5 und 2,0 Mio. t Erz. Im Jahr 2012 wurde Erz mit 8.000 t (nach ITRI: 6.800 t) Sn-Inhalt, 25.000 t Zn-Inhalt und 2.000 t Pb-Inhalt gewonnen und an die Verarbeitungsbetriebe der Guangxi China Tin Group veräußert (s. u.).

Bei den Abbauarbeiten wurden vor einiger Zeit neue Erzkörper entdeckt, mit deren Erschließung jedoch gewartet wird, bis die Regierung die Entscheidung hierzu fällt.

- Die **Chehe Processing Company** mit Sitz in Chehe Village, Nadang County, Provinz Guangxi ist eine private Tochterfirma der Guangxi China Tin Group Co., Ltd. Der Betrieb wurde in den 1970er Jahren errichtet und 1981 offiziell in Betrieb genommen. Es soll sich um den größten Zinnstein verarbeitenden Betrieb Chinas handeln. Im Jahr 2012 wurden von Chehe Processing aus dem über 5,4 km Entfernung per Drahtseilbahn angelieferten polymetallischen Erz v. a. aus der Tongken-Changpo Mine (s. o.) rund 20.000 t Zinnsteinkonzentrat @ 50 % Sn, 500 – 600 t Antimonkonzentrat sowie 7.000 – 8.000 t Pyritkonzentrat produziert. Die Chehe Processing Company plant keine Expansionen oder Erweiterungen.

- Die **Changpo Processing Company**, ebenfalls mit Sitz in Dachang, Provinz Guangxi ist eine weitere private Tochterfirma der Guangxi China Tin Group Co., Ltd. Ursprünglich hieß die Firma

Dachang Mining Bureau Changpo Processing Factory und wurde 1957 gegründet. Heute verarbeitet der Betrieb täglich rund 2.000 t Erz des von der Tongkeng Mining (s. o.) und weiteren Firmen aus der Tongken-Changpo Lagerstätte abgebauten Erzes. Dieses Erz führt je nach Typ durchschnittlich 0,27 – 0,68 % Sn, zudem als Wertmetalle Zn, Pb, Sb, As, Ag, In und Cu. Das von Changpo Processing hergestellte Zinnsteinkonzentrat enthält durchschnittlich 48 % Sn, das Blei-Antimon-Konzentrat 68 % Pb und das Zinkkonzentrat 47 % Zn.

Auch seitens der Changpo Processing Company sind keine Expansionen geplant.

- Die **Guangxi Gaofeng Mining Company** wurde im Januar 1997 gegründet. Das Unternehmen firmierte zuvor unter dem Namen Gaofeng Tin Mining Company. Danach wurde es zu einem Aktienunternehmen im Staatsbesitz umstrukturiert. Die Firma ist ein Joint Venture und wird von der Guangxi China Tin Group Co., Ltd., der Guangxi Investment Group Ltd., der Nandan Nanxing Antimony Industry Co., Ltd. und der Guangxi Guanghe Metal Co., Ltd. gesteuert.

Das Unternehmen verfügt über eine Bergbaulizenz, die bis zum 01. 05. 2017 gültig ist. Die verbliebenen Reserven der durch die Guangxi Gaofeng Mining Company im Untertageabbau stehenden Bali-Longtoushan Lagerstätte (Gaofeng Mine) des Dachang Erzdistrikts mit den Erzkörpern No. 1, 100 und 106 belaufen sich auf gegenwärtig 743.800 t Erz. Hiervon sind 482.200 t Erz mit Durchschnittsgehalten von 1,13 % Sn (= 5.450 t Sn-Inhalt), 6,23 % Zn, 3,03 % Pb, 2,59 % Sb, 51 ppm In und 6,11 % S wirtschaftlich abbaubar. Die Gesamtreserven (alle Erzkörper) der Bali-Longtoushan Lagerstätte zu Ende 2011 betragen 3,378 Mio. t Erz @ 1,16 % Sn, entsprechend 43.495 Sn-Inhalt (ITRI, 12.06.2012).

Die jährliche Abbaukapazität der Guangxi Gaofeng Mining Company liegt bei 330.000 t Erz, die Jahresproduktion bei 100.000 – 120.000 t Erz. Im Jahr wird rund 1.000 t Cassiteritkonzentrat produziert. Nach ITRI wurde im Jahr 2009 bzw. 2010 bzw. 2011 in der Gaofeng Mine Erz mit 2.414 t bzw. 2.411 t bzw. 3.711 t Sn-Inhalt gewonnen.

Es bestehen derzeit keine Planungen für Erweiterungen, weitere Aufschlüsse von Lagerstätten oder Expansionen.

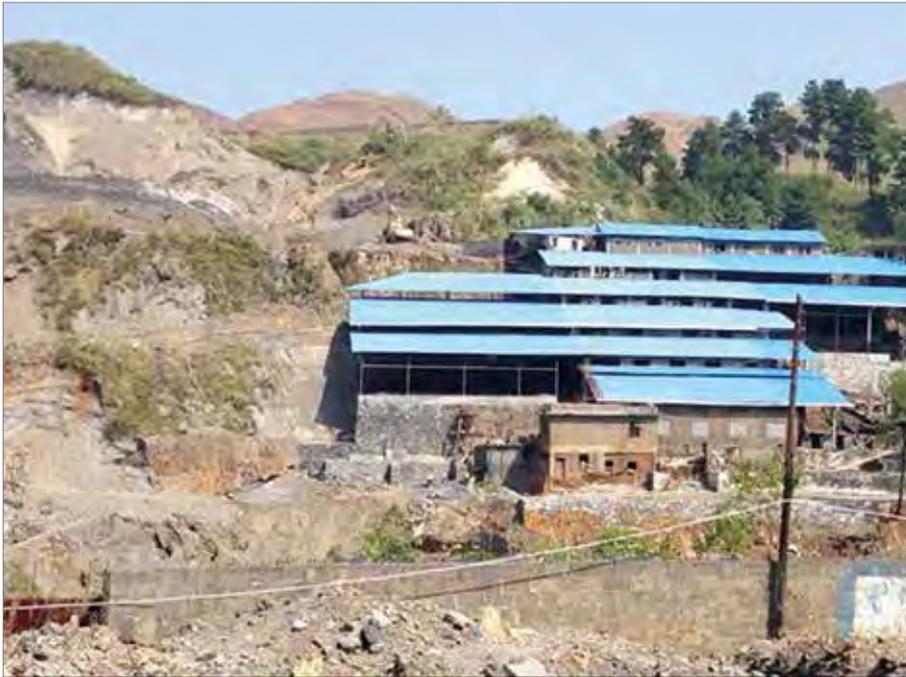


Abbildung 30: Aufbereitungsanlagen der Changpo Processing Company in Dachang. Foto BGR.

Das einzige Bergbauunternehmen in Staatsbesitz in Wuji Village, Rongshui County, Provinz Guangxi ist die **Jiumao Tin Mining Company**, heute ein Betrieb der Guangxi Nonferrous Metals Group Co., Ltd. Die zum Unternehmen gehörende Jiumao Zinn-Polymetall-Lagerstätte liegt in Guangxi Yuanbaoshan Ost, wurde im Jahre 1966 aufgefahren und 1967 offiziell in Betrieb genommen. Die jährliche Abbaukapazität beläuft sich auf 90.000 t Erz @ 0,61 % Sn. Die nachgewiesenen Reserven liegen bei 31.900 t Sn-Inhalt. Die dem Betrieb zugewiesene Produktionshöhe von Zinnsteinkonzentrat beträgt 800 t/a.

- Die **Guangxi Gui Hua Cheng Co. Ltd.** hat ihren Firmensitz in Hezhou City, Provinz Guangxi, ist seit 2003 ein Staatsbetrieb und gehört seit 2008 zur Unternehmensgruppe CNMC (Guangxi) PGMA Co., Ltd. Guangxi Gui Hua Cheng ist ein großer, auf Wolfram spezialisierter Bergbaubetrieb mit einer Jahreskapazität von 330.000 t Wolframerz, 1.600 t Wolframkonzentrat (65 % WO_3) sowie 8.000 t Raffinadezinn (Schmelze in Guihuacheng) und ist auch in der Exploration auf diese Metalle tätig.

Der Betrieb hat Zugriff auf die Shanhu Wolfram-Mine mit beibrechendem Sn (0,4 %), Cu, Zn, As, Au, Ag und Cd in Zhongshan County, Provinz Guangxi und eine 120 km² große Explorationsfläche in der unmittelbaren Umgebung. Die nachgewiesenen Reserven von Shanhu liegen bei 66.700 t W-Inhalt, 23.100 t Sn-Inhalt und 117.000 As-Inhalt. Die Ressourcen von W- und Sn-Inhalt betragen zusammen 210.000 t.

- Das staatliche Unternehmen **Chenzhou Beihu District Wazhashi Mining** mit Sitz in Liaojia-dong, Chenzhou Beihu Distrikt, Provinz Hunan, widmet sich dem Bergbau und der Weiterverarbeitung von Zinn. Hierfür verfügt es über eine Abbaulizenz auf die Bailashui Zinn-Lagerstätte im SW des großen polymetallischen Furong Erzfeldes. Auf der gleichen Lagerstätte geht der Abbau auch noch durch andere Unternehmen, wie Beihu District Mining, Furong Mining, Xintianling Mining und Lutang Mining um. Das Furong Erzfeld ist in drei Zinnerz führende Zonen unterteilt: Bailashui-Anyan, die 72 – 90 % (je nach Metall) der Erzvorkommen beinhaltet, sowie Heishanli-Maziping und Shanmen. Die Bailashui Lagerstätte ist aus über 40 erzführenden Gängen, Skarnen und Greisen aufgebaut. Die Sn-Erzkörper können

bis 1.650 m lang, 150 m breit und 150 m mächtig sein. Die Sn-Gehalte in den Erzen schwanken je nach Erztyp zwischen 0,2 – 0,8 % und 0,5 – 1,2 %, im Durchschnitt beträgt der Sn-Gehalt 0,79 %. Es sind gesicherte Reserven von über 270.000 t Sn bekannt.

Auf der sich über 36 km² Fläche erstreckenden Xianghualing Sn-Pb-Zn-W-Lagerstätte (eher ein Lagerstädtendistrikt mit zahlreichen Pb-Zn-, W-, W-Mo-Sn-Pb-Einzelerzkörpern) in den Nanling Mountains von Linwu County, Provinz Hunan, sind eine Vielzahl von kleinen Firmen im Untertageabbau und der Aufbereitung von Zinnerzen tätig.

Zu nennen sind hier die staatlichen Firmen

- **Linwu County Yingyun Tin Company**,
gegr. 1970,
- **Linwu County Shuangxi Diaojiaoxia Mining**, gegr. 1972,
- **Linwu County Zhennanxiang Xiaolong Mining**, gegr. 1986,
- **Linwu County Wanshuixiang Dahanfashun Mining**, gegr. 1992,
- **Linwu County Wanshuixiang Ersanba Mining**, gegr. 1995,
- **Linwu County Wanshuixiang Fumeihua Mining**, gegr. 1998,
- **Linwu County Wanshuixiang Chenzhouyunyou Mining**, gegr. 1998,
- **Linwu County Wanshuixiang Yindu Mining**, gegr. 1999 und
- **Linwu County Wanshuixiang Baba Mining**, gegr. 2000

Die Stadtregierung von Chenzhou gibt die Metallvorräte in Linwu County zum April 2011 mit 58.215 t W-Inhalt (verteilt über 21 Vorkommen), 363.210 t Sn-Inhalt (verteilt über 27 Vorkommen), 381.062 t Pb-Inhalt und 519.654 t Zn-Inhalt (verteilt über 48 Vorkommen), 7.478 t Ta-Nb-Inhalt (1 Vorkommen), 9.834 t Li-Inhalt (in mittelgroßen Vorkommen) und 60.320 t Rb-Inhalt (in großen Vorkommen) an.

Nach Schätzungen des ITRI gewann die Southern Mines, die eine Großzahl der in Linwu County tätigen Zinnabbauunternehmen kontrolliert, im Jahr 2012 Erz mit rund 5.000 t Sn-Inhalt.

- Die **Fangyuan (De'an) Mineral Investment Company** ist eine hundertprozentige Tochtergesellschaft der Jiangxi Rare Metals Tungsten Group Co., Ltd. Über die Muttergesellschaft

erfolgt auch der Handel der hergestellten Produkte. Die Unternehmensaktivitäten umfassen den Abbau von Zinnerz, die Herstellung von Zinnprodukten sowie die Weiterverarbeitung und den Verkauf von NE-Metallen, Eisen und Seltenen Metallen. Die Fangyuan (De'an) Mineral Investment Company gewinnt untertägig Zinnerz in der De'an Zinnmine der Zhengjialong Zinn-Polymetall-Lagerstätte der Provinz Jiangxi. Die gesicherten Ressourcen dieser Mine betragen 3,0 Mio. t Erz @ 0,73 % Sn, entsprechend 18.400 t Sn-Inhalt. Indium und andere NE-Metalle werden beibehaltend gewonnen. Es bestehen keine Planungen, die Produktion zu erhöhen.

- Das Unternehmen **Yunnan Tin Group Lianghe Mining Company** mit Sitz in Siguangping, Dehong Lianghe County, Provinz Yunnan, wurde Ende 1990 von der Bezirksregierung unter dem Namen Lianghe Tin Mining gegründet. Seit April 2004 ist es ein privates Joint Venture von Yunnan Tin Magela Mining, Linghe Tin Mining und Yunan Malage Mining Company. Die Rohstoffgewinnung erfolgt untertage in der Lianghe Zinnmine. Die Ressourcen sollen 42.600 t Sn-Inhalt bei Sn-Gehalten im Erz zwischen 0,63 und 1,58 % betragen. Im Jahr 2011 ergab eine Neubewertung der Lagerstätte verfügbare Reserven von 1.473.750 t Erz mit durchschnittlich 0,435 % Sn, entsprechend 6.411 Sn-Inhalt. 15 % des enthaltenen Zinns ist an Sulfide gebunden – der Schwefelgehalt beträgt rund 15 %. Die geschätzte Lebensdauer der Mine beläuft sich auf rund 18 Jahre. Der Verkauf des hergestellten Zinnsteinkonzentrats erfolgt nur innerhalb Chinas. Planungen für Erweiterungen oder Lagerstättenneuaufschlüsse bestehen nicht.
- Die Errichtung der **Yunnan Changning Tin Mining Development Ltd.** mit Sitz im Wanggang Village, Changning County, Baoshan City, Provinz Yunnan, startete im September 1978 und schon im Dezember desselben Jahres nahm die Firma den Abbau von Erz aus der im gleichen Dorf erschlossenen Rubadi Mine auf. Im Jahr 1982 fusionierte der Betrieb mit dem Eisenhüttenwerk des Landkreises als Changning County Tin Mining. Heute ist es ein kleines lokales Bergbauunternehmen in Staatsbesitz. Die jährliche Abbaukapazität liegt bei rund 30.000 Erz bzw. bei einer Produktion von

Zinnsteinkonzentrat mit rund 400 t Sn-Inhalt. Die Erzvorräte betragen nur 120.000 t Erz mit einem Durchschnittsgehalt von 0,35 % Sn. Seine Produkte, Zinnsteinkonzentrat und Antimonkonzentrat, vertreibt die Firma ausschließlich auf dem Inlandsmarkt.

- Die **Lianping Zhujiang Mining Ltd.** hat ihren Firmensitz in Heyuan City, Lianping County, Provinz Guangdong und wurde im Oktober 2003 als ein privates Unternehmen gegründet. Im August 2013 wurde das Unternehmen vom Staat übernommen, was mit umfangreichen Modernisierungsmaßnahmen verbunden war.

Lianping Zhujiang Mining besitzt Abbaurechte auf die polymetallische Wolfram-Zinn-Lagerstätte Jubakeng in Guangdong, die bereits 1918 entdeckt wurde. Die geologischen Untersuchungen dieser Lagerstätte begannen zwischen 1956 und 1958, von 1965 bis 1969 erfolgte die geologische Beurteilung und zwischen 1978 und 1983 wurde die erste Phase der geologischen Exploration abgeschlossen. Bis heute hat eine großformatige Erschließung jedoch noch nicht stattgefunden. Die Lagerstätte umfasst neun E-W-streichende Erzgänge mit einer Länge von 178 bis 1.114 m. Sie liegen in einer Teufe von 264 bis 923 m bzw. durchschnittlich bei 629 m u. GOK. Die Gesamtmächtigkeit der Erze beläuft sich auf 16 m, wobei durch Bohrungen durch den Haupterzkörper für diesen eine Mächtigkeit von 8 m ermittelt werden konnte. Die durchschnittlichen Gehalte liegen bei 0,33 % WO_3 bzw. 0,14 % Sn.

Neben dem Abbau ist Lianping Zhujiang Mining Ltd. auch in der Weiterverarbeitung tätig. Die Firma verkauft ihre Produkte auf dem nationalen Markt und verfügt über einen Marktanteil von teils mehr als 25 %. Die Produkte, die das Unternehmen anbietet sind Wolframit, Cassiterit, Sphalerit, Galenit, Pyrit, Chalkopyrit sowie deren Edukte Zinn, Kupfer, Blei, Zink usw. In den letzten drei Jahren belief sich die durchschnittliche Jahresproduktion auf 1.500 t Wolframkonzentrat, 280 t Zinn, 1.200 t Kupfer, 200 t Blei und 3.000 t Zink.

- Die 1993 gegründete Inner Mongolia Chifeng Huanggang Iron Ore Co., Sitz in Jingpeng Town, Keshenketengqi, Chifeng, Innere Mongolei, nahm 1996 ihren Betrieb auf. Nach 2000 gingen die Abbaurechte auf die private

Inner Mongolia Huanggang Mining Co. Ltd.

(Bergwerke 1 – 4) über, deren Gesellschafter die Baotou Steel (Group) Co., Ltd. (61,4 %), die Inner Mongolia Jitong Railway Co. (20,6 %), die Lianchi Share Holding Co., Ltd. (6 %), das People's Government of Kèshikètèng Banner (2,1 %) und weitere Minderheitsgesellschaften sind. An der Förderung in diesem Erzrevier ist weiterhin die North-West Mining and Geology Group Co., Ltd. (Bergwerke 5 – 7) beteiligt.

Das Lagerstättengebiet Huanggang-Sumugou befindet sich in der Präfektur Chifeng, Gebiet Linxi der Inneren Mongolei. Es ist das größte Sn-Lagerstättenrevier (Lizenzgebiet) im Norden Chinas und erstreckt sich über 19,5 km Länge und 2,5 km Breite. Es handelt sich um Fe-Sn-Skarnlagerstätten mit polymetallischem Charakter. Die Lagerstätten im Westen (Bergwerke I – IV) sind allgemein reicher an Eisen, während die östlichen reicher an Zinn sind (Bergwerke V – VII). Die Wertminerale bzw. -metalle sind Fe, Sn, As, Pb, Zn, Mo, W und Fluorit. Die Reserven werden mit 662 Mio. t Fe-Erz, 455.500 t Sn-Erz @ durchschnittlich 0,31 % Sn, 116.000 t Zn-Erz und 54.000 t W-Erz angegeben.

1959 wurde die Lagerstätte entdeckt, die Detailerkundung erfolgte 1965 bis 1979. Die Förderung begann 1996. Es handelt sich um sieben Haupterzkörper (Bergwerk I- VII), die wiederum aus mehreren Skarnlinsen aufgebaut sind. Anfangs fand die Förderung nur im Tagebau statt, seit 2011 erfolgt der Abbau im Tiefbau. Es wird im Stollenbetrieb mit Schachtanlagen gearbeitet, wobei Schachtteufen bis 700 m erreicht werden. Die auf den sieben Haupterzkörpern stehenden Schächte sind untereinander nicht verbunden. In den Bergwerken I – IV findet derzeit aktive Förderung statt. Bergwerk IV steht kurz vor der Schließung. Zu Nr. V gibt es keine Angaben. In den Bergwerken VI und VII ist die Erzförderung in Vorbereitung.

- Die private **Chongyi Zhangyuan Tungsten Co., Ltd.** wurde 1990 in Ganzhou City, Provinz Jiangxi, gegründet und ist im Wesentlichen im Abbau von Wolfram-, Zinn- und Kupfererzen aus vier eigenen Bergwerken tätig. Die zum Unternehmen gehörende Shilei Zinnmine wurde 2004 renoviert und befindet sich in Zuobo Stadt, Dayu County, mit optimaler Anbindung an die Staatstraße 323.

In Abbau stehen Wolframit-, Cassiterit-, Pyrit-, Sphalerit-, Galenit- und weitere NE-Metallerze. Daraus aufbereitet und vermarktet, bzw. im Fall von Wolfram (Aufbereitungskapazität 1.500 Erz/d) selber weiterverarbeitet, werden Wolframit-, Cassiterit- und Kupferkonzentrate. Ende Juni 2009 beliefen sich die abbaubaren Reserven der Shilei Mine auf 14.854 t W- und 6.477 t Sn-Inhalt.

Die **Guangxi Thai Electronic Welding Materials Co., Ltd.** ist ein Tochterunternehmen der privaten Guangxi Tanghan Zinc & Indium Co., Ltd. mit Hauptsitz im Chenhe Industriepark, Nadan County, Provinz Guangxi und wurde im März 2009 gegründet. Diese Tochterfirma ist im Abbau von Zinnerz sowie am Standort Thaixing in der Aufbereitung zu Cassiteritkonzentrat, der Schmelze zu Raffinadezinn und der Herstellung von Lötzinn tätig. Das Unternehmen verfügt mit der Wuyi Zinnmine über die angeblich zweitgrößten Zinnreserven in Guangxi. Das Gesamtvolumen der Investitionen für den Aufbau die-

ses Unternehmens, das sog. Thai Star Projekt, beliefen sich auf 325 Mio. Yuan. Die Fabrikanlagen wurden von der Material Science and Engineering School der Chongqing Universität geplant und – bis auf die Zinnschmelze – vor kurzem fertiggestellt. Diese Zinnschmelze soll eine Jahreskapazität von 8.000 t Raffinadezinn bzw. 10.000 t Lötmitte besitzen.



Abbildung 31: Blick auf die nagelneuen Fabrikanlagen der *Guangxi Thai Electronic Welding Materials Co., Ltd.* Foto: BGR.

Tabelle 21: Produktion von Zinnsteinkonzentrat (in t) in China. Berechnung aufbauend auf den Ansätzen in ITRI (2011: S. 32).

Bezeichnung	Einheit	Quelle	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Raffinadezinn China offiziell (1)	t Sn-Inhalt	CNIA/ ITRI	142.916	145.672	129.544	135.836	148.575	155.855	151.586
Sekundärzinn China Schätzung (2)	t Sn-Inhalt	ITRI/ Yunnan Tin	27.500	41.000	39.200	41.700	46.800	45.100	39.500
Rohzinnimport China (3) ¹⁾	Netto t	UN Com- trade	12.246	4.853	4.934	12.842	10.421	9.101	15.209
Primärzinn aus Konzentrat (4 = 1-2-3)	t Sn-Inhalt	Formel	103.170	99.819	85.410	81.294	91.354	101.654	96.877
eingesetztes Konzentrat (5 = 4/6)	t Sn-Inhalt	Formel	107.469	102.906	88.052	83.808	94.179	104.798	99.873
Ausbringen in der Schmelze (6)	%	ITRI	96 %	97 %	97 %	97 %	97 %	97 %	97 %
Import Konzentrat	Netto t	UN Com- trade	7.094	20.692	7.156	10.207	19.841	28.791	32.412
<i>Inhalt importiertes Konzentrat (@ 39 % Sn-Inhalt) (7) ²⁾</i>	<i>t Sn-Inhalt</i>	<i>Formel</i>	1.561	4.552	1.574	2.246	4.365	6.334	7.131
Chinesische Bergbauproduktion (8 = 5-7)	t Sn-Inhalt	Formel	105.908	98.354	86.477	81.563	89.814	98.464	92.743
– Bergbauproduktion China offiziell	t Sn-Inhalt	CNIA	51.832	60.252	65.145	72.470	83.637	93.449	85.245
davon in Yunnan	t Sn-Inhalt	CNIA	23.760	24.962	26.650	29.454	31.176	31.327	30.094
davon in Hunan	t Sn-Inhalt	CNIA	15.826	21.236	21.31	24.179	30.271	36.973	24.432
davon in Guangxi	t Sn-Inhalt	CNIA	9.184	9.869	11.590	12.693	15.771	18.111	17.091
davon in Jiangxi	t Sn-Inhalt	CNIA	2.300	2.645	3.566	4.214	4.637	4.755	4.436
davon in der Inneren Mongolei	t Sn-Inhalt	CNIA	480	690	1.006	1.169	824	959	5.474
davon andere	t Sn-Inhalt	CNIA	282	850	992	761	958	1.324	3.718
– inoffizielle Bergbauproduktion	t Sn-Inhalt	Formel	54.076	38.102	21.332	9.093	6.177	5.015	7.498

¹⁾ Annahme, dass alles aus Indonesien, Vietnam, Indien, den Philippinen und der Russischen Föderation (nur 2009) stammende und von China importierte Rohzinn dort umgeschmolzen bzw. höherraffiniert wird

²⁾ 2012 stammten aus Myanmar: 20.327 t @ 35 % Sn, aus Bolivien: 7.196 t @ 45 % Sn und aus Tansania (d. h. DR Kongo bzw. Ruanda): 1.607 t @ 62 % Sn = im Mittel 39 % Sn

Die offiziellen Angaben der China Nonferrous Metals Industry Association (CNIA) zur chinesischen Bergbauproduktion von Zinnstein müssen nach ITRI um die Produktionsmengen aus dem

inoffiziellen bzw. Kleinbergbau ergänzt werden. Wie weiter oben ausgeführt, ist diese inoffizielle Produktionsmenge seit Jahren am Sinken.

Literaturauswahl:

KAMITANI, M., OKUMURA, K., TERAOKA, Y., MIYANO, S. & WATANABE, Y. (2007): Mineral Deposit Data of Mineral Resources Map of East Asia 1:3.000.000.– Geological Survey of Japan, 1 Tab.; Tokyo. – URL: https://www.gsj.jp/Map/EN/docs/overseas_doc/mrm-e_asia.htm

NATIONAL COMMITTEE OF MINERAL RESOURCES OF CHINA (2007): Standards for Size Classification of Mineral Deposits.

XUN, Z. (2002): Mineral facts of China. – 776 S., zahlr. Abb. und Tab.; Beijing.

YANBO, C., JINGWEN M., ZHAOSHAN C., & FRANCO P. (2013): The origin of the world class tin-poly-metallic deposits in the Gejiu district, SW China: Constraints from metal zoning characteristics and ^{40}Ar – ^{39}Ar geochronology.– *Ore Geology Reviews*, **53**: 50 – 62, 6 Abb., 1 Tab., 2 Anh.; London, Amsterdam, New York (Elsevier).

Deutschland (Projekte)



Die Zinnerzvorkommen in Deutschland sind auf den deutschen Anteil des sächsischen Erzgebirges beschränkt.

Alluviale Zinnseifen wurden im frühen Mittelalter und wahrscheinlich bereits in vorgeschichtlicher Zeit im sächsischen und böhmischen Ost-Erzgebirge gefördert. Aus der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts, um 1130, stammen Berichte vom Auswaschen von Zinnseifen unterhalb von Graupen (Krupka) und oberhalb des Nordrands von Mariaschein (Bohosudov) im böhmischen Erzgebirge.

Auf sächsischer Erzgebirgsseite ist Zinnbergbau ab 1240 in Ehrenfriedersdorf (bis 03.10.1991) und Thum bekannt. Bereits 1241 brach das plötzlich reichhaltig und in guter Qualität vorhandene erzgebirgische Zinn auf dem Metallmarkt von Köln das bisherige britische Zinnmonopol. Spätestens im 13. Jh. setzte Zinnbergbau zudem bei Schwarzenberg (bis 1898), im Jahr 1315 in Geyer (bis 1961), im Jahr 1324 in Seiffen (bis 1855), ab dem Jahr 1378 in Neustädtel/Schneeberg (bis 1895), um 1380 in Breitenbrunn, ab Ende des 14. Jh. im Umkreis von Johanngeorgenstadt

sowie um 1440 in Altenberg „bei Geising“ (bis 28.03.1991) ein.

Der seit dem Jahr 1378 bekannte Zinnbergbau auf dem Kamm des Erzgebirges zwischen Altenberg (Sachsen) und Graupen (Böhmen) im „Zinn-Wald“ ließ dort 1562/1563 die Orte Böhmisches Zinnwald (Cínovec) und ab 1570 Sächsisches Zinnwald entstehen. Auf deutscher Seite endete hier der Zinnbergbau bereits 1939, auf böhmischer Seite erst am 22.11.1990.

Das aufgrund der Erteilung zahlreicher neuer Erlaubnisse und Bewilligungen durch das Sächsische Oberbergamt seit dem Jahr 2010 von den Medien postulierte neue „Bergeschrey“, umfasst auch ein wiederbelebtes Interesse an den Zinnvorkommen des Erzgebirges. Für 19 der auf deutscher Erzgebirgsseite bekannten fast 40 Zinnvorkommen (nach ROHSA-Projekt Sachsen, vgl. Tab. 22) wurden Erlaubnisse erteilt.

Bock (2009) berechnete aufgrund von Standardkapital- und Betriebskostenannahmen die zu erwartenden Abbaukosten für die sächsischen Zinnerzvorkommen. Nach seinen Ergebnis-

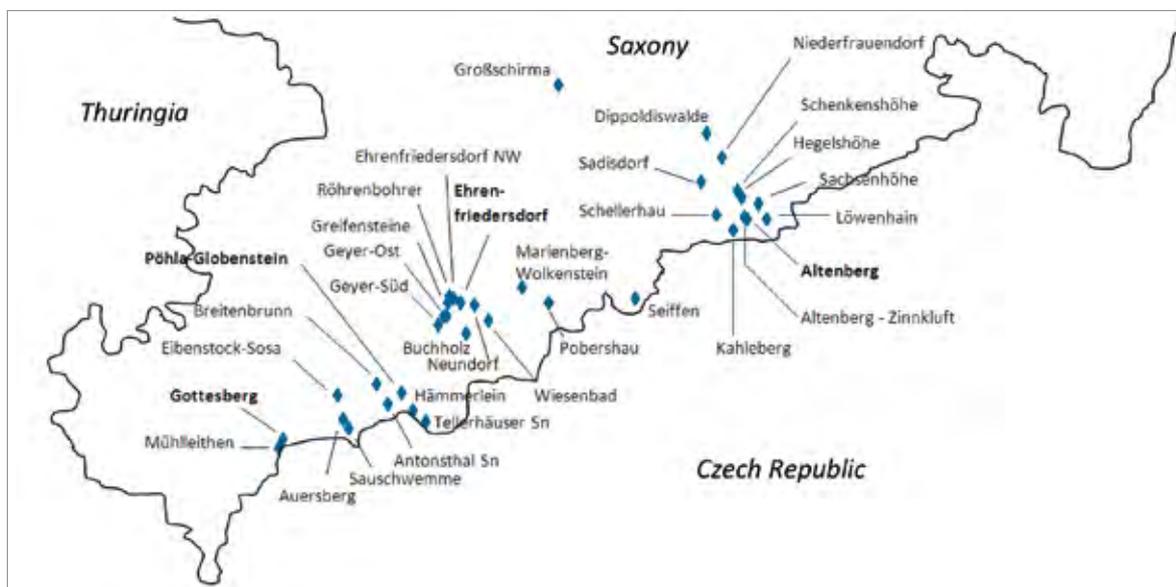


Abbildung 32: Karte der bekannten Zinnvorkommen in Sachsen (Bock 2009).

sen lässt sich keines der sächsischen Zinnerzvorkommen – ungeachtet der Problematik konkurrierender Nutzungen und ungelöster Aufbereitungsfragen – für weniger als 15.000 €/t Sn-Inhalt (= ca. 19.500 US\$/t Sn-Inhalt) wirtschaftlich abbauen.

Dies harmoniert mit mündlichen Aussagen von Vertretern der in Sachsen tätigen Zinnexplora-

tionsunternehmen im Jahr 2013, wonach eine Gewinnung von Zinnerzen in Sachsen – wiederum ungeachtet der Problematik konkurrierender Nutzungen und ungelöster Aufbereitungsfragen – nicht wirtschaftlich ist, solange nicht der Zinnpreis für mehrere Jahre über 25.000 US\$/t steigt. Diesbezüglich ist trotz großer Vorräte eine Neuaufnahme der Zinnerzförderung vor 2020 in Sachsen unwahrscheinlich.

Tabelle 22: Zinnvorkommen in Sachsen, nach ROHSA-Projekt Sachsen (LEHMANN 2010) und Bock (2009).

Lagerstätte	Erztyp	Sn-Gehalt	Zinninhalt und Vorratsklassifikation	Abbaukosten nach Bock (2009)	Lizenzinhaber
Tellerhäuser ¹⁾	Skarn	0,67 % 0,57 %	69.635 t (C1–C2) 24.939 t (D)	15.000 €/t Sn	Saxore Bergbau GmbH
Geyer-Süd	Skarn	0,56 %	46.000 t (C2)	~16.000 €/t Sn	Sachsenzinn GmbH
Großschirma (Nossen EL)	Skarn/ Felsit	0,36 %	70.000 t (p)	17.000 €/t Sn	Proto Resources & Investments Ltd.
Pöhla-Globenstein	Skarn	0,57 %	83.900 t (C1–C2)	~ 17.000 €/t Sn	Saxony Minerals & Exploration AG
Hämmerlein ¹⁾	Skarn	0,38 % 0,25 %	51.107 t (C1–C2) 3.803 t (D)	~ 17.500 €/t Sn	Saxore Bergbau GmbH
Gottesberg	Greisen	0,231 %	102.800 t (C2)	18.200 €/t Sn	Sachsenzinn GmbH
Altenberg ²⁾	Greisen	0,264 %	74.200 t (C1)	22.400 €/t Sn	Umbono Minerals & Mining LLC
Greifensteine-Süd	Greisen	0,17 %	2.200 t (C1–C2)	~ 36.000 €/t Sn	
Sadisdorf	Greisen	0,23 %	28.000 t (C2)	~ 38.000 €/t Sn	Sachsenzinn GmbH
Altenberg-Zinnkluft	Greisen	0,20 %	5.200 t (D)	~39.000 €/t Sn	
Buchholz	Greisen	0,23 %	8.400 t (D)	~ 43.000 €/t Sn	
Antonsthal	Skarn	0,19 %	28.000 t (D)	~ 49.000 €/t Sn	Saxore Bergbau GmbH
Breitenbrunn	Skarn	0,25 %	55.000 t (D)	~ 50.000 €/t Sn	Saxore Bergbau GmbH
Eibenstock-Sosa (Eibenstock EL)	Gang/ Greisen	0,26 %	6.000 t (D)	~ 52.000 €/t Sn	Saxore Bergbau GmbH
Schenkenshöhe	Greisen	0,211 %	13.500 t (D)	~ 53.000 €/t Sn	
Ehrenfriedersdorf-NW ³⁾	Gang/ Greisen	0,18 %	9.900 t (B–C2)	~ 55.000 €/t Sn	Sachsenzinn GmbH
Röhrenbohrer	Gang/ Greisen	0,20 %	10.000 t (C1–C2)	~ 59.000 €/t Sn	
Sachsenhöhe	Greisen	0,19 %	9.900 t (D) 18.000 t (p)	~60.000 €/t Sn	
Seiffen	Greisen	0,175 %	15.300 t (D)	~60.000 €/t Sn	–
Sauberg/Westfeld	Gang/ Greisen	0,20 %	8.800 t (C1)	~ 60.500 €/t Sn	

Lagerstätte	Erztyp	Sn-Gehalt	Zinninhalt und Vorratsklassifikation	Abbaukosten nach Bock (2009)	Lizenzinhaber
Neundorf	Greisen	n. v.	3.700 t (C2) 3.100 t (D)	~ 62.000 €/t Sn	
Zinnwald ⁴⁾	Greisen	0,20 %	5.350 t (D)	~ 75.000 €/t Sn	
Auersberg-Wildenthal (Eibenstock EL)	Gang/ Greisen	< 0,30 %	4.500 t (D) 28.000 t (p)	~76.000 €/t Sn	Saxore Bergbau GmbH
Geyer-Ost	Skarn	0,52 %	14.200 t (C2)	~ 88.000 €/t Sn	Sachsenninn GmbH
Marienberg-Süd	Greisen	n. v.	n. v.	~ 90.000 €/t Sn	Umbono Capital Projects GmbH
Pobershau	Gang/ Greisen	0,20 %	5.000 t (D)	~ 96.000 €/t Sn	
Geyer-Pinge	Skarn	0,19 % 0,50 % 0,27 %	500 t (C2) 1.500 t (D) 200 t (p)	~ 120.000 €/t Sn	
Mühlleithen (Kottenheide EL)	Greisen	0,75 %	2.200 t	~ 124.000 €/t Sn	Saxore Bergbau GmbH
Hegelshöhe	Greisen	0,199 %	6.600 t (D)	~ 136.000 €/t Sn	
Bernsbach SE	Skarn	0,04 %	50.400 t (D)	~ 137.000 €/t Sn	
Kahleberg	Greisen	0,20 %	n. v.	n. v.	
Sauschwemme (Eibenstock EL)	Seife	370 g/t	2.400 t (D)	n. v.	Saxore Bergbau GmbH
Wiesenbad	Gang/ Greisen	n. v.	n. v.	n. v.	
Löwenhain	Gang	n. v.	n. v.	n. v.	
Johanngeorgenstadt	Gänge	n. v.	n. v.	n. v.	
Altenberg-Nord	Greisen	n. v.	n. v.	n. v.	Erzgebirgische Zinn-Wolfram GmbH
Oelsnitz	Gang/ Greisen	0,50 %	teilabgebaut	n. v.	Beak Consultants GmbH
Niederfrauendorf	Greisen	0,17 – 0,21 %	abgebaut	n. v.	
Schellerhau	Greisen	n. v.	abgebaut	n. v.	

¹⁾ angenommener cut-off grade 0,15 % Sn, ²⁾ durchschnittliches Sn-Ausbringen nach 1980: 60 %, ³⁾ durchschnittliches Sn-Ausbringen 1949 – 1990 in Ehrenfriedersdorf: 67,8 %, ⁴⁾ Ausbringen ca. 65 %, ausbringbarer Sn-Inhalt ca. 2.600 t; nur deutsche Seite, zur tschechischen Seite, s. Anhang: Tschechien

Aus oben aufgelisteten Daten, inkl. der Ressourcenneuabschätzung für die Projekte Gottesberg und Geyer, s. u., ergeben sich für die sächsischen Zinnvorkommen Ressourcen von

- rund 431.600 t Sn-Inhalt in den Kategorien C1 und C2 bzw. indicated + inferred zzgl.
- rund 248.900 t Sn-Inhalt in der Kategorie D, insgesamt
- rund 680.500 t Sn-Inhalt.

Hiervon ist jedoch sicherlich nur ein Bruchteil gewinnbar.

Die Durchschnittsgehalte in den sächsischen Zinnvorkommen reichen von 0,04 % bis 0,67 % Sn, wobei nur in wenigen Projekten Durchschnittsgehalte von 0,30 % Sn erreicht werden, was international als Mindestgehalt für im Tagebau abbauwürdige Zinnlagerstätten gelten kann. Für im Untertagebetrieb abzubauenen Zinnlagerstätten – dies trifft auf alle verbliebenen Zinnlagerstätten im Erzgebirge zu – ist dagegen ein Mindestgehalt von 0,80 % Sn notwendig.

Für die Zinnprojekte Gottesberg und Geyer hat der Lizenzinhaber im Oktober 2012 erstmals eine Ressourcenabschätzung nach JORC-Standard vorgelegt:

Projekt: **Gottesberg**
 Betreiber: Tin International Ltd. (Deutsche Rohstoff AG / Sachsenzinn GmbH)
 Homepage: www.rohstoff.de, www.tininternational.com.au
 Ziel: Erhöhung der Ressourcensicherheit durch weitere Bohrungen, Scoping-Studie, BFS-Studie bis Ende 2014, letztendlich Gewinnung im Untertagebergbau
 Ressource: 42.000.000 t Erz @ 0,27 % Sn (= 114.736 t Sn-Inhalt) + Cu (indicated + inferred) (cut-off grade: 0,15 % Sn)
 7.000.000 t Erz @ 0,43 % Sn (= 46.124 t Sn-Inhalt) + Cu (indicated + inferred) (cut-off grade: 0,30 % Sn)
 6.800.000 t Erz @ 0,49 % Sn (= 33.300 t Sn-inhalt) + Cu (indicated + inferred) (cut-off grade: 0,35 % Sn)
 recovery grade: > 80 %
 Gestehungskosten: k. A.
 Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich**

Projekt: **Geyer**
 Betreiber: Tin International Ltd. (Deutsche Rohstoff AG / Sachsenzinn GmbH)
 Homepage: www.rohstoff.de, www.tininternational.com.au
 Ziel: Aufbereitungsversuche, Scoping-Studie, letztendlich Gewinnung im Untertagebergbau
 Ressource: 11.600.000 t Erz @ 0,37 % Sn (= 43.532 t Sn-Inhalt) + Zn (inferred) (cut-off grade: 0,15 % Sn)
 recovery grade: k. A.
 Gestehungskosten: k. A.
 Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich**

Literaturauswahl:

BOCK, P. (2009): Economic potential of tin, fluor spar and barite occurrences in Saxony.– IMRE Journal TU Bergakademie Freiberg, **3**, **1**: 10 S., 8 Abb.; Freiberg. – URL: <http://wordpress.hrz.tu-freiberg.de/wordpress-mu/journal/files/2010/11/bock.pdf>

LEHMANN, U. (2010): Erz- und Spatvorräte in Sachsen.– Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen. – 11 S., 10 Abb., 1 Tab.; Freiberg. – URL: http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/luft/Erze_Spate_Sachsen_deu.pdf

Großbritannien (Projekte)



Der Abbau von Metallerzen zur Gewinnung von Kupfer und Zinn, sowie später auch beibrechend Silber, Blei und Zink, im Südwesten Englands, in den Grafschaften Cornwall und Devon, begann in der Bronzezeit um 2150 B.C. Er endete vorerst mit der Stilllegung der South Crofty Mine

im Jahr 1998. Bis zum Beginn des 20. Jh. war Cornwall eines der wichtigsten Bergbaudistrikte Europas. Zinn in Form von Cassiterit entstammte den zahlreichen Greisen- und Gangvererzungen und wurde zu einem sehr kleinen Anteil auch aus Flusssseifen gewonnen.

Projekt:	Hemerdon, Devon
Betreiber:	Wolf Minerals Ltd., Subiaco, WA
Homepage:	www.wolfminerals.com.au
Ziel:	in Konstruktion, BFS liegt vor, Wiederaufnahme der Gewinnung von Greisen-erzen der historischen Hemerdon (Ball) Mine (mit Unterbrechungen in Abbau 1918 – 1944) in Höhe von 3 Mio. t Erz/a im Tagebau und Produktion von W- und Sn-Konzentraten (@ 40 % Sn, 462 t Sn-Inhalt/a) über mind. 9,25 Jahre
Ressource:	401,4 Mio. t Erz @ 0,02 % Sn = 80.280 t Sn-Inhalt (measured + indicated + inferred) + W, davon
Reserven:	26,7 Mio. t Erz @ 0,03 % Sn (= 8.010 t Sn-Inhalt) (proven + probable) + W (cut-off grade 630 ppm WO ₃)
recovery grade:	64 %
Gestehungskosten:	k. A.
Produktionsbeginn:	2015
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 sehr wahrscheinlich, da Finanzierung gesichert



Abbildung 33: Blick in den Haupttagebau der ehemaligen Herdon Ball Mine, Foto: Dr. Thomas Krassmann. Quelle: BGR

Projekt: **South Crofty, Cornwall**
Betreiber: Western United Mines Ltd., Redruth/ Großbritannien (in Konkurs)
Celeste Copper Corporation, Calgary (18 %)
Homepage: www.westernunitedmines.com
Ziel: Wiederaufnahme der Produktion von Sn, Cu und Zn aus den hydrothermalen Gängen der historischen South Crofty Mine (mit Unterbrechungen in Abbau 1592 – 1998)
Ressource: Dolcoath Section: 2.469.000 t Erz @ 0,46 % Sn = 11.360 t Sn-Inhalt (inferred) (cut-off grade 0,2 % Sn) + Cu + Zn
recovery grade: Plan: 85 %
Gestehungskosten: k. A.
Produktionsbeginn: 2014/2015
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich, da Finanzierung nicht gesichert und Lage in der Cornwall and West Devon Mining Landscape (UNESCO World Heritage Site)**

Projekt: **Redmoor, Cornwall**
Betreiber: New Age Exploration Ltd., Melbourne
Homepage: www.nae.net.au
Ziel: Wiederaufnahme der untertage Produktion von Sn-, W- und Cu-Konzentraten aus den Greisenerzen des historischen Redmoor Minendistrikts (mit Unterbrechungen in Abbau bis 1934)
Ressource: 9.100.000 t Erz @ 0,21 % Sn (= 19.110 t Sn-Inhalt) (inferred) + W + Cu + Zn + Ag
recovery grade: Plan: 64 %
Gestehungskosten: k. A.
Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich**

Indien (Produktion)



In Indien sind Vorkommen von Zinn aus Festgesteinen und Seifen aus den Bundesstaaten Bihar, Chhattisgarh, Haryana, Himachal Pradesh, Jammu & Kashmir, Karnataka, Odisha, Rajasthan und Westbengalen bekannt. Fein verteilter primärer Zinn in Gneisen und Schiefen des Koraput Distriktes, Odisha, besitzt wirtschaftliches Potenzial. Die einzigen tatsächlich in Abbau stehenden Vorkommen sind allerdings alluviale Seifen in den Bastar und Dantewada Distrikten des Bundesstaates Chhattisgarh. Sie stammen aus Cassiterit, Columbit, Tantalit und Lepidolith reichen Pegmatiten ab.

Die indischen Gesamtvorräte (Reserven und Ressourcen) an Zinn zum 01.04.2010 betragen 83,73 Mio. t Erz mit 102.275 t Sn-Inhalt. Die Ressourcen verteilen sich zu 85 % auf den Bundesstaat Haryana (86.221 t Sn-Inhalt), zu 14 % auf Chhattisgarh (14.354 t Sn-Inhalt) und zu 1 % auf Odisha (568 t Sn-Inhalt).

Die Zinnressourcen in Haryana sind auf das Tosham Gebiet des Biwani Distrikts konzentriert. Es handelt sich um polymetallische Cu-Sn-(Zn-Ag-In)-Gang- und Stockwerksvererzungen mit durchschnittlich 0,15 % Sn.

Vollständig in Chhattisgarh liegen die indischen Zinnreserven in Höhe von 7.131 t Erz mit 1.132 t Sn-Inhalt.

Im Govindpal-Tongpal Gebiet des Dantewada Distrikts von Chhattisgarh werden jährlich durch fünf private und eine staatliche Firma rund 50 – 60 t Cassiteritkonzentrat gewonnen. Bei der staatlichen Firma handelt es sich um die Chhattisgarh Mineral Development Corporation Ltd. (CMDC), die Zinnkonzentrat der Kleinbergleute aufkauft, die in ihrem Lizenzgebiet schürfen dürfen.

In Jagdalpur in Chhattisgarh befindet sich eine Schmelze der Precious Mineral and Smelting Ltd., in der das eingelieferte Cassiteritkonzentrat zu Zinnbarren, ausschließlich für den heimischen Bedarf, umgeschmolzen wird. Zudem existieren bzw. existierten Zinnschmelzen der HAMCO Mining and Smelting Ltd., Mumbai (Kapazität: 3.000 t Sn/a, in Konkurs), in Silvassa, Dadra & Nagar Haveli und der Sartin Alloys Pvt. Ltd. (Kapazität: 300 t Sn/a, gegr. 1987, Unternehmen der Saru Gruppe) in Choudhwar, Cuttack Distrikt, Odisha, die aber beide seit einigen Jahren keine Produktion mehr gemeldet haben. Eine Zinnschmelze der Koustuv Mining and Smelting Company (KMS) bei Khurda, Odisha, war zudem vor einigen Jahren noch in Planung.

Tabelle 23: Produktion von Cassiteritkonzentrat (@ 40 % Sn) (in t) in Indien, nach India Bureau of Mines.

Produktion	2006/7	2007/8	2008/9	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Cassiteritkonzentrat	102	62	60	59	61	49	n. v.
= Zinninhalt	41	25	24	24	24	20	n. v.

Tabelle 24: Produktion von Raffinadezinn (in t) in Indien, nach India Bureau of Mines.

Produktion	2006/7	2007/8	2008/9	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Raffinadezinn	n. v.	28	27	27	24	23	n. v.

Indonesien (Produktion)



Indonesien liegt am Südende des südostasiatischen Zinngürtels, der sich von Südchina über Myanmar, Laos, Thailand und Malaysia bis zu den bekannten indonesischen „Zinninseln“ von Bangka und Belitung, aber auch Singkep, Karimun und Kundur, und noch weiter bis an die Westspitze von Kalimantan erstreckt (s. Anhang: Malaysia).

Lagerstättegeologisch handelt es sich bei den indonesischen Zinnvorkommen weit vorwiegend um alluviale, untergeordnet auch eluviale Seifen, die sich von den weit verbreiteten Zinngraniten ableiten. Offshore lassen sich die Flusseifen – teils unter erheblicher Bedeckung von > 10 m

durch bindig-tonige fossile Verwitterungsböden – bis in ca. 100 m Wassertiefe verfolgen. Zusammensetzung und Gehalt der Flusseifen ändern sich dabei nicht.

Technisch ist heute ein Abbau bis 70 m, wirtschaftlich jedoch nur bis 50 m Wassertiefe möglich. Kleinbergleute können bis maximal 20 m Wassertiefe Zinnstein gewinnen. Wo sich viele Kleinbergleute zur Ausbeutung eines offshore-Vorkommens zusammengetan haben, stehen vermutlich kolluviale Seifen an.

Onshore stehen ausschließlich alluviale Seifen und durch PT Timah auf Bangka nur eine Gangergzlagerstätte im Abbau. Ein weiteres Primär-



Abbildung 34: Abraumgewinnung durch einen Subkontraktor von PT Timah zur Freilegung einer Cassiteritgangergzlagerstätte (links im Bild) im Nordwesten von Bangka. In der nahe gelegenen Aufbereitungsanlage wird ein Zinnsteinkonzentrat mit durchschnittlich 53 % Sn-Gehalt produziert, das dann in der Hauptzinnschmelze von PT Timah in Mentok verhüttet wird. Foto: BGR.

zinnvorkommen auf Bangka befindet sich in Exploration, ein drittes liegt in einem Schutzgebiet.

Zinnengewinnung in Indonesien reicht bis weit in die vorkoloniale Zeit zurück. Im 5. Jh. soll der Zinnabbau auf der kleinen Insel Bintan, heute Provinz der Riau Islands, begonnen haben. Auf Bangka setzte der Zinnabbau im 7. Jh. zu Zeiten des mächtigen südostasiatischen Sriwijaya Königreichs ein. Cassiterit wurde aus Sand ausgewaschen, der bei der Rodung des Urwaldes für die Landwirtschaft anfiel. Bis in das 18. Jh. wuschen die Bewohner von Bangka Cassiterit aus Flussablagerungen nur in den Monaten, in denen sie nicht in der Landwirtschaft oder im Fischfang tätig waren.

1717 gelangte Zinn von Bangka zusammen mit Pfeffer unter die Kontrolle der Niederländischen Ostindien-Kompanie (VOC), die mit dem Sultan von Palembang einen Liefervertrag unterzeichnete. Zusammen mit Zinn von Perak/Malaysia und Phuket/Thailand wurde das indonesische Zinn von nun an nach Kanton/China, in die Geschäftszentren von Indien oder in geringeren Mengen auch in den Mittleren Osten exportiert. Dort arbeiteten Handwerker, die Behälter aus Zinn für den Transport von Tee nach Europa herstellten. In Indonesien selber wurde Zinn nur für Dekorationsartikel und einige Münzen verwendet.

Zwischen 1812 und 1816 kontrollierten die Briten Bangka, die den Zinnabbau unter ihre strikte Kontrolle stellten und den ausufernden Schmuggel über See stark eindämmten. Chinesische Arbeiter wurden importiert, um die Zinnproduktion zu erhöhen. Ab 1816 übernahmen wieder die Niederländer die Herrschaft über die Zinninseln, die das britische System übernahmen. Ihre 1819 erlassenen Zinnregeln stellten alles Zinn 1) unter Kontrolle des örtlichen Gouverneurs, 2) unter monopolistischer Kontrolle der niederländischen Regierung und 3) verboten jeglichen privaten Zinnabbau. Bis 1850 kam es auf Bangka immer wieder zu blutig niedergeschlagenen Revolten, die sich vor allem gegen dieses Systems der vollständigen kolonialherrschaftlichen Kontrolle des Zinnabbaus richteten. Noch bis 1913 war die Zinnengewinnung allen anderen volkswirtschaftlichen Interessen in Indonesien nachgestellt. Zahlreiche Dörfer wurden umgesiedelt und Pfefferplantagen geopfert. Nach 1913 wurde der gesamte Zinnabbau auf Bangka der Kontrolle der Bangka Tin

Winning Bedrijft (BTW), gegr. 1819, unterstellt. Gleichzeitig existierten auf Belitung die Gemeenschappelijke Mijnbouw Maatschappij Billiton (GMB), gegr. 1852, und auf Singkep die Singkep TIN Exploitatie Maatschappij (SITEM), gegr. 1907. Seit 1916 (bis 2002) zählte Zinn in Indonesien zu den strategischen Rohstoffen.

1949 unterzeichneten die Niederlande nach vierjährigem Guerillakrieg die Übergabe der Souveränität. Zwischen 1953 und 1958 wurden die ehemals niederländischen Betriebe verstaatlicht und aus BTW wurde die PN Tambang Timah Bangka, aus der GMB die PN Tambang Timah Belitung und aus der SITEM die PN Tambang Timah Singkep. 1966 bis 1998 stand Indonesien unter Militärherrschaft, die den Kohle-, Öl- und Zinnabbau wieder strikt kontrollierte. Aus den Einzelunternehmen PN Tambang Timah Bangka, PN Tambang Timah Belitung und PN Tambang Timah Singkep wurde 1968 die staatliche PN Tambang Timah, dann 1976 die börsennotierte, aber immer noch staatliche PN Tambang Timah (Persero), die erst nach 1995 35 % ihrer Anteile an der Börse veräußerte.

1998 wurde die bisherige PN Tambang Timah (Persero) in die heutige PT Timah (Persero) Tbk umbenannt und zahlreiche Tochtergesellschaften ausgegründet: PT Tambang Timah (v. a. Zinnschmelze), PT Timah Industri (v. a. Herstellung von Aufbereitungsanlagen), PT Timah Investasi Mineral (Kohleabbau auf Borneo und Kohlehandel), PT Timah Eksplorasi (Exploration auf Zinn, Begleitminerale und Kohle), PT Dok & Perkapalan Air Kantung (PT DAK) (Schifffahrt und Seehandel) und Indometal London Ltd. (Zinnhandel).

PT Timah (Persero) Tbk verfügte 2012 über 117 Abbaukonzessionen mit 512.655 ha Fläche (89,8 % der lizenzierten Fläche mit Zinnvorkommen in Indonesien) auf und vor den Inseln Bangka, Belitung, Karimun und Kundur, die bis zum Jahr 2025 gültig sind. Offshore Bangka gehören 24 % (108.753 ha) der Lizenzgebiete PT Timah, alle liegen küstennah (= geringere Wassertiefe!), offshore Karimun & Kundur und dem Riau Archipel rund 60 % (45.010 ha) und offshore Belitung rund 40 % (30.075 ha).

Die in den Lizenzgebieten bei einem cut-off grade von 200 g Sn/m³ zum 31.12.2012 enthaltenen Zinnressourcen betragen 608.621 t Zinninhalt

(onshore: 208.440 t, offshore: 400.181 t), die Reserven 250.323 t Zinninhalt (onshore: 16.329 t, offshore: 233.994 t). Im Jahr 2013 kamen bei geringer Explorationstätigkeit rund 20.000 t Zinninhalt bei den Ressourcen und 6.000 t Zinninhalt bei den Reserven hinzu – allerdings wurden durch PT Timah auch rund 28.000 t Zinninhalt abgebaut.

Geschürft wurde 2012 onshore (Durchschnittsgehalt 2010: 286 g Sn/m³) mit Kiespumpen und offshore (Durchschnittsgehalt 2010: 264 g Sn/m³) mit zehn Eimerkettenbaggern zwischen 15 bis 50 m Wassertiefe sowie 69 eigenen und angemieteten Schneidkopfsaugbaggern bis 25 m Wassertiefe. Seit wenigen Jahren übertrifft die offshore-Produktion (2013 ca. 75 %) die onshore-Produktion (2013 ca. 25 %). PT Timah plant die verstärkte Ausweitung der offshore-Cassiteritgewinnung bis in 70 m Wassertiefe unter dem Motto: „Go offshore, go deeper“, wobei eine Gewinnung tiefer 50 m Wassertiefe wirtschaftlich jedoch noch nicht möglich ist.

Neben Cassiterit werden aus dem beibrechenden Schwermineralkonzentrat („amang“) auch Zirkon, Ilmenit, Rutil und Monazit/Xenotim abgetrennt und separiert, aber nicht verkauft. Dies liegt vor

allem daran, dass der Export von unverarbeiteten Erzen/Konzentraten aus Indonesien verboten ist, sich aufgrund der relativ geringen anfallenden Mengen eine eigene Weiterverarbeitung aber nicht lohnt.

PT Timah verfügt über eine Zinnschmelze mit einem Schmelzofen in Kundur (Kapazität: 6.000 t Raffinadezinn/a) und elf Schmelzöfen in der Hauptzinnschmelze in Mentok auf Bangka. Von diesen elf Schmelzöfen waren aber mangels Cassiteritkonzentrats im Oktober 2013 nur zwei in Betrieb. Um sich langfristig wieder mehr Cassiteritbezüge zu sichern, plant PT Timah seine Exploration im offshore-Bereich zu verstärken bzw. auf Kalimantan und in Myanmar zu explorieren.

Um im downstream-Bereich stärker engagiert zu sein, eröffnete das Unternehmen im Juni 2009 eine Lötzinnschmelze auf Kundur (PT Tambag Timah, Kapazität: 2.000 t Lötzinn/a, 2012 Produktion von 350 t Lötzinn) und im April 2010 eine Zinnchemikalienfabrik bei Cilegon (PT Timah Industri, 2012 Produktion von 1.974 t Sn-Chemikalien). Eine weitere Zinnchemikalienfabrik in Mentok ist in Planung.



Abbildung 35: Zinngusswanne in der Schmelze von PT Timah in Mentok. Foto: BGR.

Eine neue Ära der Regulierung des Zinnmarktes begann 1999 als das indonesische Handelsministerium Zinn nicht mehr als „controlled export commodity“ einstuft. 2001 wurden auch auf regionaler Ebene der Zinnabbau und der Export von Cassiteritkonzentrat erlaubt. Indonesische, aber auch ausländische Unternehmer empfanden dies als Signal nun endlich auch selbst – legal – auf und offshore Bangka und Belitung Zinn gewinnen zu dürfen. Zusammen mit den damals steigenden Zinnpreisen setzte ein Zinnabbauboom ein, der zur Gründung von 21 neuen Zinnbergbaugesellschaften führte. Da andererseits aber auch die Preise für Pfeffer fielen, wechselten zudem viele einfache Leute in den Zinnbergbau über. Über die Zahl dieser Kleinbergbauunternehmen gibt es nur ungenaue Zahlen. 2001 waren 1.320 Kleinbergbauunternehmen und 4.671 Kleinbergleute offiziell registriert. Im Januar 2002 soll es 10.000 Abbaufirmen mit 130.000 Bergleuten gegeben haben. Für Oktober 2003 errechnete PT Timah allein für West Bangka 871 Kleinbergbaufirmen, aber Anfang 2004 bereits das Vierfache dieser Zahl.

Wie überall in der Welt führte dieser staatlicherseits nicht mehr kontrollierbare Kleinbergbau zu

einer – auf Bangka jedoch besonders starken – Zerstörung der Ökologie. Sowohl Fischer, Farmer als auch Hoteliers verloren ihre Lebensgrundlage durch Verschmutzung des Fluss-, Grund- und Ozeanwassers. Ganz Bangka ist auch heute noch von Tausenden nicht rekultivierten Abbaugruben durchlöchert und entlang fast aller Flüsse entstehen ständig neue.

Vor allem aus Gründen dieser Umweltzerstörung wurde im Juni 2002 zumindest der Export von Cassiteritkonzentrat wieder generell verboten, nur der Export von Zinnbarren blieb erlaubt. Im Juli 2003 erhielten jedoch einige wenige Firmen auch wieder Exportlizenzen für Cassiteritkonzentrat. Um den dennoch stark wachsenden Schmuggel von Konzentraten einzudämmen, wurden zwischen 2002 und 2006 zusätzliche 33 lokale Zinnschmelzen lizenziert. Die Zinnschmelzen auf Bangka – Mitte 2006 waren insgesamt 38 Schmelzen lizenziert – waren nun ihrerseits wieder bestrebt, möglichst viel Cassiteritkonzentrat zu durchaus guten Preisen aufzukaufen, was wiederum zu einer Ausweitung des Kleinbergbaus führte. Sogar PT Koba Tin, s. u., verkaufte große Mengen Cassiteritkonzentrat illegal an private Schmelzen, trat



Abbildung 36: Kleinbergbau auf Cassiterit auf Bangka. Eine Rekultivierung ist nicht vorgesehen. Foto: BGR.

aber andererseits auch bis Juni 2010 immer wieder selbst als Aufkäufer von im Kleinbergbau produzierten Zinnsteinkonzentraten auf.

Zwischen Oktober 2006 und Ende 2007 wurde ein Großteil der in den Jahren zuvor eröffneten kleinen Schmelzen wieder geschlossen, die bis dahin rund 15 % der Weltraffinadezinnproduktion gestellt hatten. Exklusive PT Timah verblieben damals noch acht autorisierte Schmelzen mit Exportgenehmigung und einer Jahreskapazität von zusammen rund 72.000 t Raffinadezinn. Um eine Exportgenehmigung zu erhalten, mussten diese Schmelzen nicht nur über eigene Abbauflächen in Indonesien verfügen (derzeit sind 16.884 ha, d. h. 2,9 % der lizenzierten Fläche mit Zinnvorkommen in Indonesien unter Lizenz von kleineren Firmen) und eine Umweltverträglichkeitsprüfung bestanden haben, sondern auch in der Lage sein, Raffinadezinn mit einer Reinheit von 99,85 % Sn zu erzeugen. Zum April 2009 waren aber bereits 24 Schmelzen, im Juli 2009 29 Schmelzen und im September 2009 31 Schmelzen wieder autorisiert Raffinadezinn zu exportieren – gleichzeitig wurden aber auch ständig nicht-autorisierte Zinnschmelzen wieder geschlossen.

Im Februar 2011 kündigte die Regierung an, die (legale) Produktion an Raffinadezinn in Indonesien auf 100.000 t/a zu beschränken, um die natürlichen Ressourcen zu schonen. Diese Beschränkung trat allerdings bisher nicht in Kraft.

Zum 01. Juli 2013 wurde die Mindestanforderung an zu exportierendes Raffinadezinn auf 99,9 % Sn und < 300 ppm Pb sowie < 50 ppm Fe erhöht – zuvor waren weit stärkere Mindestanforderungen angekündigt, aber dann doch nicht umgesetzt worden.

Seit dem 30. August 2013 müssen alle Zinnverkäufe über die Indonesia Commodity and Derivatives Exchange (ICDX) in Jakarta abgewickelt werden. Da der Handel durch Kontrakte mit definierten Spezifikationen, nicht aber Produzenten abgewickelt wird, können Käufer keinen Einfluss mehr auf die Herkunft ihres Zinns nehmen.

Offiziellen Zugang zu den großen Zinnvorkommen auf Bangka hatte neben PT Timah ansonsten nur noch PT Koba Tin. Dieses Unternehmen wurde 1973 als Joint Venture mit einem



Abbildung 37: Lagerhalle mit Raffinadezinn von PT Timah in der Zinnschmelze in Mentok.
Foto: BGR.

australischen Investor gegründet und gehörte zu 25 % ebenfalls PT Timah und seit 2002 zu 75 % über einen „Contract of Work Mines“, s. u., der Malaysia Smelting Corporation (MSC), s. Anhang: Malaysia. PT Koba Tin hatte exklusiven Zugang auf 41.680 ha Fläche auf Bangka Island (7,3 % der lizenzierten Fläche mit Zinnvorkommen in Indonesien), der bis zum 31. März 2013 befristet war und dann nur noch bis zum 31. August 2013 verlängert wurde. Abgebaut wurde bis zur Stilllegung bereits im Oktober 2012 mittels zahlreicher Kiespumpen. Seit der offiziellen Stilllegung wird der Abbau im ehemaligen Lizenzgebiet von PT Koba Tin durch artisanale Bergleute fortgeführt.

Die Vorräte von PT Koba Tin nach JORC zum 30.06.2012 betragen:

- 70.133.000 m³ Erzsand @ 0,22 kg Sn/m³ = 15.219 t Sn-Inhalt (proven reserves)
- 2.350.000 m³ Erzsand @ 0,28 kg Sn/m³ = 661 t Sn-Inhalt (probable reserves)
- 10.353.000 m³ Erzsand @ 0,31 kg Sn/m³ = 3.190 t Sn-Inhalt (measured resource)
- 18.362.000 m³ Erzsand @ 0,21 kg Sn/m³ = 3.779 t Sn-Inhalt (indicated resource)

- 44.441.000 m³ Erzsand @ 0,20 kg Sn/m³ = 8.705 t Sn-Inhalt (inferred resource)

d. h. zusammen

- 145.639.000 m³ Erzsand @ 220 g Sn/m³ = 31.644 t Sn-Inhalt

Nur PT Timah vergab Abbaulizenzen auch an lokale Unternehmer, die nicht wirtschaftliche oder nicht mehr wirtschaftlich abbaubare Gebiete abgraben durften. Diese Unternehmer operierten unter einem „Contract of Work Mines“ (Tambang Kontrak Karya) oder vereinfacht „Work Mines“ (Tambang Karya TKK). 1985 gab es 87 solcher „Contract of Work Mines“. Die meisten von ihnen standen unter Kontrolle ethnischer Chinesen und produzierten die Hälfte des Zinns auf Bangka. Seit dem 01. Oktober 2012 ist diese Art von Subunternehmertum aber nicht mehr zulässig. PT Timah hat den Ankauf von Cassiteritkonzentraten von externen Quellen vollständig eingestellt, wodurch aber auch zumindest die eigene Schmelze in Mentok kaum noch ausgelastet ist.

Daneben gibt es weiterhin noch illegal produzierende, artisanale Bergleute („informal/unconventional miners“, „tambang inconvensional“), deren



Abbildung 38: An Land gezogene, sonst durch Kleinbergleute im Flachwasserbereich offshore Bangka betriebene Saugbagger. Foto: BGR.

Anzahl auf Bangka und Belitung derzeit auf rund 20.000 geschätzt wird. Zusätzlich operieren in den Gewässern um Bangka, nicht jedoch offshore Belitung oder Kundur, rund 6.000 Bergleute auf Booten und Schwimmbaggern aller Art („floating informal miners“) an der Grenze der Legalität. Ihre Anzahl wächst seit Jahren konstant, was wiederum zu organisierten Protesten der Mitarbeiter von PT Timah führt, die durch den illegalen Abbau auch in ihren Lizenzgebieten (onshore und offshore) um ihre Arbeitsplätze fürchten. Rund 70 % der artisanalen Bergleute stammen dabei nicht von Bangka sondern aus Sumatra.

Neben dem Problem des meist illegalen artisanalen Bergbaus auf Zinn gibt es seit Jahrhunderten das Problem des weit verbreiteten Schmuggels. Der Schmuggel wird durch die geographische Lage der Insel Bangka erleichtert, die von offener See mit tausenden kleiner Inseln umgeben ist sowie leichten Zugang zu den freien Handelsplätzen von Singapur (Import als „Bangka Coffee“) und Penang/Malaysia besitzt. Immer in Zeiten politischer, vor allem aber auch wirtschaftlicher Krisen, steigt der Schmuggel stark an. So soll in den Jahren des politischen Übergangs nach 1949 90 % des BIP Bangkas durch Schmuggel generiert worden sein. Andere Schätzungen gehen davon aus, dass Mitte

der 1980er Jahre, also selbst während der Militärherrschaft, rund 30 % der Produkte der „Contract of Work Mines“ nicht an die PT Timah Tbk abgeliefert, sondern außer Landes geschmuggelt wurden. In der zweiten Jahreshälfte 2001 wurden 50 % der 40.000 t Cassiteritkonzentrat, die im Kleinbergbau erzeugt wurden, außer Landes, größtenteils nach Singapur, geschmuggelt. Diese große Schmuggelmenge beeinflusste sogar den Weltzinnpreis.

Aufgrund der derzeitigen liberalen Gesetzgebung auf lokaler und regionaler Ebene sowie der zahlreichen Zinnschmelzen auf Bangka und Belitung ist der Schmuggel zurzeit auf Cassiteritkonzentrat aus Kalimantan beschränkt, wo es (noch) keine Zinnschmelze gibt, s. u.

Auf großkommerzieller Seite ließ der Einsatz erster Schwimmbagger zu Beginn des 20. Jahrhunderts auch in Indonesien die weitflächige wirtschaftliche Gewinnung von Zinnseifen zu niedrigen Preisen zu, die speziell dieses Land seit vielen Jahrzehnten zum größten Produzenten von Zinnsteinkonzentraten machen. Mit weitem Abstand ist Indonesien auch heute noch zweitgrößter Produzent von – legal und illegal – gewonnenem Zinnstein und größter und bedeutendster Exporteur von Raffinadezinn.

Tabelle 25: Produktion von Cassiteritkonzentrat (Sn-Inhalt in t) in Indonesien durch PT Timah (Quelle: Annual Reports PT Timah), PT Koba Tin (Quelle: Annual Reports Malaysia Smelting Corporation) sowie durch Kleinbetriebe und vor allem artisanale Bergleute inkl. Kalimantan, s. u.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
PT Timah ³⁾	51.847	58.086	47.074	37.701	37.615	37.487	29.776
– davon offshore	10.836	12.008	13.840	18.208	20.444	18.351	18.630
– davon onshore	41.011	46.078	33.234	19.493	17.172	19.136	11.146
PT Koba Tin	29.086	8.051	6.154	8.377	6.091	7.100 ¹⁾	1.901
andere Firmen/artisanal							
– Schätzung ITRI	60.000	37.000	44.000	57.000	56.000	61.000	65.000
– Umrechnung aus den gemeldeten Zinnexporten, s. Tab. 29, abzgl. PT Timah und PT Koba Tin ²⁾	36.881	13.021	62.047	57.922	52.445	56.892	75.897
– Cassiteritkonzentrat aus Kalimantan @ 70 % Sn	1.253	5.157	1.722	2.190	1.883	1.091	683
Indonesien gesamt	119.067	84.315	116.997	106.190	98.034	102.570	108.257

¹⁾ Schätzung, genauer Wert nicht publiziert, ²⁾ unter Zugrundelegung eines smelter recovery factor von 97 %, ³⁾ 2013: 26.204 t, davon offshore 19.744 t und onshore 6.460 t

Seit einigen Jahren gelangt auch Cassiterit aus Kalimantan auf den Weltmarkt, wo es

- beibrechend mit Zirkon im alluvialen Goldbergbau in West Kalimantan derzeit besonders nahe des Dorfes Batu Menangis
- alluvial am Ende des südostasiatischen Zinnsteingürtels, d. h. ebenfalls in West Kalimantan sowie
- aus genetisch noch nicht untersuchten Vorkommen in Zentral Kalimantan

auftritt.

Auch offshore West Kalimantan wird nach Zinn exploriert (Sambas Project), bisher im Wesentlichen noch ohne großen Erfolg. Einzelheiten zu Vorräten sind nicht bekannt, jedoch lässt sich zumindest die Produktionshöhe sehr gut aus den weltweiten Importen von Cassiteritkonzentrat (@ 70 % Sn) aus Indonesien ableiten, das aus Kalimantan im Wesentlichen nach Malaysia, China und Singapur geschmuggelt wird (s. Tab. 26), da es auf Kalimantan (noch) keine Zinnschmelze gibt. Dagegen macht es keinen Sinn, Cassiteritkonzentrat aus Bangka oder Belitung zu schmuggeln, wo die zahlreichen Schmelzen gerne und im Wettbewerb zueinander allen verfügbaren Zinnstein aufkaufen.

Betrachtet man die indonesische Vorratssituation an Zinn so ist hier zwischen offiziellen staatlichen Daten und den Reserven-/Ressourcenberechnungen der Abbaufirmen zu unterscheiden.

Nach letztmalig mit Stand Dezember 2011 vom Indonesian Directorate of Mineral and Coal publizierten Daten (Indonesia Mineral and Coal Mining Statistics 2012) verfügte Indonesien zu dieser Zeit über Ressourcen mit 2.081.629 t (im Vergleich Ende 2010: 661.628 t) Sn-Inhalt

und Reserven mit 396.502 t (im Vergleich Ende 2010: 581.324 t) Sn-Inhalt.

Zu ganz anderen Tonnagen gelangen die Abbaufirmen PT Timah (512.655 ha = 89,8 % der Lizenzflächen) und PT Koba Tin (41.680 ha = 7,3 % der Lizenzflächen). Im Jahr 2008 ließ PT Timah seine Vorräte von einem externen Gutachter berechnen, der Ressourcen mit 1,08 Mio. t Sn-Inhalt ermittelte. Dazu kamen von PT Timah berechnete Reserven mit 276.147 t Sn-Inhalt. Zum 31.12.2012 waren die Ressourcen (durch Überführung in zwischenzeitlich abgebaute Reserven) auf 608.621 t Sn-Inhalt (zu 65,7 % offshore) und die Reserven auf 250.323 t Sn-Inhalt gefallen (zu 93,5 % offshore) (s. o.). PT Koba Tin ermittelte letztmalig zum 30.06.2012 in seinen Lizenzgebieten verbliebene Ressourcen mit 15.674 t Sn-Inhalt und Reserven mit 15.880 t Sn-Inhalt (NUGROHO 2012). Drittgrößter Lizenzgebietsinhaber mit ca. 1.500 ha Fläche offshore Bangka und ca. 4.600 ha Fläche offshore Kundur ist PT Tenaga Anugerah (zusammen 6.163 ha). Die Ressourcen dieser Firma, die zu 40 % zur Malaysia Smelting Corporation Bhd. gehört und ihre Schmelze erst im Januar 2014 in Betrieb nehmen wird, umfassen ca. 30.000 t Zinninhalt (frdl. mdl. Mitt.).

Rechnet man die 1,8 % (10.430 ha) Abbaufäche für die anderen kleineren Firmen hinzu, ergeben sich für das Jahr 2012 für ganz Indonesien rein rechnerisch Ressourcen mit 666.288 t Sn-Inhalt und Reserven von 274.436 t Sn-Inhalt (vgl. Abb. 39).

Die statische Reichweite der indonesischen Zinnressourcen liegt dementsprechend bei 6,2 Jahren, die statische Reichweite der Reserven bei 2,5 Jahren (vgl. Abb. 40), d. h. rein mathematisch – bei gleichbleibender Produktion und ohne Exploration – wird die Zinnengewinnung in Indonesien in knapp

Tabelle 26: Weltweiter Import von Cassiteritkonzentrat (in t) aus Indonesien, nach UN Comtrade Database, DESA/UNSD 2013.

Cassiteritkonzentrat	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Welt	1.253	5.157	1.722	2.190	1.883 ¹⁾	1.091	683
– davon Singapur	621	2.190	219	140	30	33	145
– davon Malaysia	542	2.885	1.396	1.942	1.327	1.058	518
– davon Thailand	90	0	33	0	0	0	0
– davon China	0	82	74	108	508	n. v.	20

¹⁾ 18 t importiert durch Belgien

neun Jahren zu Ende gehen. Soweit bekannt, explorieren nur PT Timah und PT Tenaga Anugerah in ihren Lizenzgebieten. Inwieweit durch diese Firmen schneller neue Ressourcen nachgewiesen werden können als in ganz Indonesien abgebaut werden, wird die Zukunft zeigen. Wahrscheinlich

ist jedoch eine ähnliche Entwicklung wie im Nachbarland Malaysia, in dem die hohe Zinnproduktion durch Erschöpfung der Vorräte ab 1990 jährlich über vier Jahre um 30 % abnahm, danach über zehn Jahre gleichblieb, um danach weiter abzunehmen.

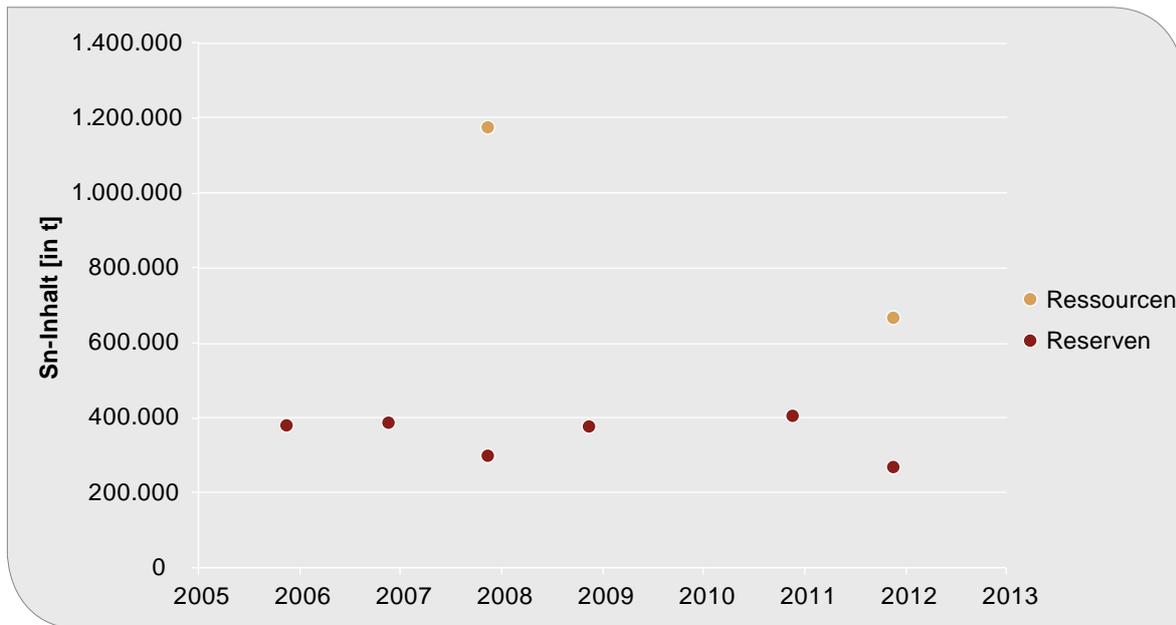


Abbildung 39: Veränderung der indonesischen Ressourcen und Reserven von Zinn (Metallinhalt in t), hochgerechnet nach Firmenangaben.

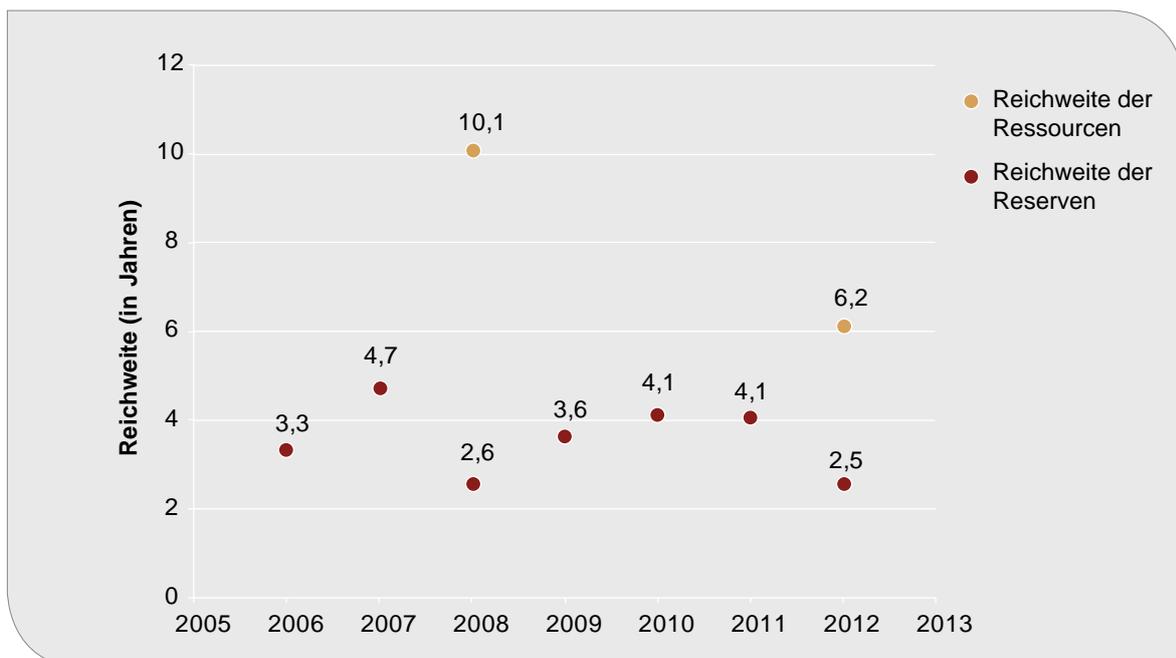


Abbildung 40: Statische Reichweite (in Jahren) der indonesischen Ressourcen und Reserven von Zinn (Metallinhalt), hochgerechnet nach Firmenangaben.

**Tabelle 27: Liste der indonesischen Zinnschmelzen, Stand Oktober 2013
(erstellt mit frdl. Unterstützung von PT Timah).**

Firma	Raffinade- kapazität [t/a]	Zinnexport 2008 – 2012 [t]	lizenzierte Abbaufäche [ha]
PT Timah ⁴⁾ / PT Tambang Timah ³⁾	60.000	171.999	512.764
PT Koba Tin ¹⁾	25.000	29.564	41.680
PT Bangka Putra Karya	11.000 (?)	28.554	100
PT Bukit Timah	12.000	20.334	71
PT Billitin Makmur Lestari	3.000	17.208	298
PT Tinindo InterNusa	3.000	15.246	426
PT Refined Bangka Tin ⁴⁾	24.000	14.548	200
PT Belitung Industri Sejahtera	9.000	14.419	230
CV United Smelting	3.000	13.688	503
PT DS Jaya Abadi	18.000	13.212	189
CV Prima Timah Utama		13.141	116
PT Bangka Timah Utama Sejahtera		12.244	55
CV Nurjanah		9.087	61
CV Venus Inti Perkasa		8.820	559
PT Donna Kembara Jaya ²⁾	6.000	8.463	100
PT Bangka Kudai Tin		8.425	161
PT Alam Lestari Kencana		7.266	45
PT Mitra Stania Prima	6.000	6.242	2.158
PT Tujuh SW		5.218	19
PT Babel Inti Perkasa ²⁾		4.421	0
PT Pelat Timah Nusantara (PT Latinusa)		4.263	130
PT Duta Putra Bangka ²⁾	3.000 (?)	4.127	200
PT Serumpun Sebalai		3.535	686
CV Stanindo Inti Perkasa ⁴⁾		3.049	0
PT Makmur Jaya ²⁾		3.037	0
CV Justindo ²⁾		1.862	8
PT Sumber Jaya Indah		1.439	50
PT BGMI ²⁾		1.320	0
PT Babel Surya Alam Lestari ²⁾		1.215	0
PT ATD Makmur Abadi		1.139	104
PT Yinchendo Mining Industry ²⁾	6.000	850	1.009
PT Panca Megah Perkasa		837	500
PT Artha Cipta Langgeng		579	1.299
PT Tommy Utama		473	298
CV Gita Pesona ³⁾		432	50
PT Sariwiguna Bina Sentosa		403	43
PT Inti Stania Prima		317	59
PT Bangka Kudai Tin ²⁾		313	0
PT Citra Logam Alfa Sejahtera ³⁾		194	0
PT Vangdi Multindo ^{2) 3)}		152	0
PT Seirama Tin Invest		100	599
PT ATD Makmur Mandiri		100	104
PT Bangka Tin Industri		64	0
PT Solder Indonesia ³⁾		53	0
PT Patria Wiyata Vico ²⁾		17	0

¹⁾ gestundet, ²⁾ keine Zinnexport 2012, ³⁾ Lötzinnschmelze, ⁴⁾ Hersteller von 99,99 % Sn

Tabelle 28: Export von Cassiteritkonzentrat, Rohzinn bzw. Zinnbarren i.w.S. (Zinnbarren, -drähte, -stangen, -profile) (in t) durch Indonesien, nach UN COMTRADE DATABASE, DESA/UNSD 2013.

Export Indonesien	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
– Cassiteritkonzentrat	43	< 1	< 1	0	0	0	0
– Rohzinn	112.932	75.492	110.131	99.332	92.277	97.404	101.236
– Zinnbarren i.w.S.	1.348	1.291	1.686	1.548	989	1.031	3.111

Generell erfolgt die Zinnsteingewinnung in Indonesien seit vielen Jahren nicht nachhaltig. Nur ganz wenige Schmelzen (s. u.) beziehen kein Cassiteritkonzentrat aus dem inkonventionellen und mit starken ökologisch negativen Folgen behafteten Kleinbergbau. Wird die Cassiteritproduktion auf dem derzeitigen hohen Niveau fortgesetzt, wird der Ressourcenverbrauch zudem in wenigen Jahren zum Ende des Zinnbooms in Indonesien führen.

Die Anzahl der legal, aber auch illegal in Indonesien operierenden Zinnschmelzen, mit und ohne Exportlizenz, wechselt ständig. Im Januar 2013 waren der OECD 34 legal operierende Zinnschmelzen bekannt. Im Oktober 2013 gab es nach PT Timah (frdl. schriftl. Mitt.), exkl. der eigenen Schmelzen, 43 private Zinnschmelzen, von denen vier ausschließlich in der Lötzinproduktion tätig waren (s. Tab. 27). An diesen privaten indonesischen Zinnschmelzen sind sowohl indonesische und ausländische Geschäftsleute bzw. Firmen als auch die indonesische Polizei beteiligt bzw. haben sich, wenn es sich um Firmen handelt, dort durch langfristige Lieferverträge abgesichert.

Tabelle 29: Produktion von Raffinadezinn (in t) in Indonesien mit den Produktionsanteilen von PT Timah (Quelle: Annual Reports PT Timah), PT Koba Tin (Quelle: Annual Reports Malaysia Smelting Corporation) sowie durch private Schmelzen nach a) Directorate of Foreign Trade (DFT) (exkl. PT Koba Tin), zitiert durch NUGROHO (2013) bzw. b) Schätzungen von ITRI bzw. c) nach Exportdaten (Quelle: UN COMTRADE DATABASE, DESA/UNSD 2013) abzgl. der Produktion (2006/2007) bzw. der Exporte (ab 2008) von PT Koba Tin und PT Timah (Quelle: PT Timah, frdl. schriftl. Mitt.).

Sn-Inhalt	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
PT Timah ³⁾	44.689	58.325	49.029	45.086	40.413	38.132	29.512
PT Koba Tin	20.930	7.724	7.109	7.455	6.644	6.332	1.882
a) DFT-private Schmelzen ¹⁾	n. v.	n. v.	32.711	27.795	47.885	52.538	68.552
b) ITRI-private Schmelzen ¹⁾	63.000	40.000	43.000	52.000	57.000	60.000	68.000
c) Export von Rohzinn und Zinnbarren i.w.S. nach UN Comtrade abzgl. Exporte ²⁾ von PT Timah und PT Koba Tin	48.661	10.734	63.062	50.686	54.842	60.401	68.279
Summe	114.280	76.783	119.200	103.227	101.899	104.865	99.673
davon Import und Rebranding von Rohzinn durch Thailand und Malaysia bzw. Weiterraufarbeitung in China	37.898	26.021	18.739	33.959	36.806	39.067	46.473
= statistische Raffinadezinnproduktion	74.382	50.762	100.461	69.268	65.093	65.798	53.200

¹⁾ ohne PT Koba Tin, ²⁾ für 2006 und 2007 liegen keine Exportdaten von PT Timah und PT Koba Tin vor, daher wurden die Produktionsdaten verwendet, ³⁾ 2013: 23.718 t

ITRI geht davon aus (ITRI 2011), dass 80 % des in Indonesien von den privaten Schmelzen produzierten Raffinadezinns nicht die weltweiten Anforderungen erfüllen und deshalb zur Weiterrefination nach China, Thailand und Malaysia (bzw. früher Singapur) exportiert wird. Nach frdl. mdl. Auskunft von leitenden Mitarbeitern von PT Timah und PT Tenaga Anugerah im Oktober 2013 ist dies jedoch nicht der Fall. Da fast alle indonesischen Schmelzen Raffinadezinn mit 99,85 % Sn-Inhalt (LME-Qualität) bzw. inzwischen die meisten Schmelzen auch schon Raffinadezinn mit 99,9 % Sn-Inhalt (indonesische Mindestanforderung an Exportqualität seit Juli 2013) produzieren können, findet zumindest in Malaysia (durch MSC) und Thailand (durch Thaisaro) weniger eine Weiterrefination als vielmehr ein Rebranding statt. Aus Thailand und Malaysia gelangt das umgeschmolzene Zinn dann als einheimisches Produkt auf den Weltmarkt. Ein Großteil des auf offiziellen und inoffiziellen Wegen nach China gelangenden Zinns aus Indonesien wird dort aber vermutlich weiterrefiniert und danach zur Produktion von Lötzinn und Halbzeug genutzt.

Als statistischer Wert der Raffinadezinnproduktion Indonesiens (als Teil der Weltproduktion) wurde für diesen Bericht die Summe der durch Indonesien gemeldeten Exporte von Rohzinn und Zinnbarren i.w.S. abzgl. der Importe von Rohzinn durch Thailand, Malaysia und China gebildet. Zumindest das durch Thailand und Malaysia importierte Rohzinn wird in diesen Ländern umgeschmolzen und dann dort als eigene Raffinadezinnproduktion gezählt.

Literaturauswahl:

ERMAN, E. (2007): Rethinking legal and illegal economy: a case study of tin mining in Bangka Island.– Institute of International Studies. UC Berkeley: 34 S. – URL: <http://globetrotter.berkeley.edu/GreenGovernance/papers/Erman2007.pdf>

NUGROHO, A. (2012): PT Timah (Persero) Tbk.– Präsentation auf dem ITRI China International Tin Forum, 23. – 25. April 2013: 23 S.; Kunming.

Japan (Produktion)



Japan verfügte über mehrere Zinnlagerstätten, die jedoch alle wegen Erschöpfung geschlossen sind:

- Akenobe (ausgebracht wurden W, Sn, Cu, Zn, Pb, Ag; Abbauezeitraum: 1936– 1987)
- Kuga (ausgebracht wurden W, Cu, Zn, Sn; Abbauezeitraum: 1911 – 1993)
- Ohtani (ausgebracht wurden W, Sn, Cu, Zn; Abbauezeitraum: 1912 – 1983).

In Japan operieren mehrere Zinnschmelzen. Diese sind sowohl im Recycling von zinnhaltigen Produkten als auch in der Veredelung von importiertem Rohzinn (jährlich 20.000 – 35.000 t) tätig.

Die Mitsubishi Materials Corporation gewinnt am Standort Naoshima, Präfektur Kagawa, seit 1974 im großkommerziellen Maßstab und seit 2003 mit einer Jahreskapazität von 270.000 t Kupfer aus Kupfererzkonzentraten und kupferhaltigen Schrotten. Die dabei anfallenden Koppelprodukte Zinn, Blei, Indium und weitere Metalle werden ebenfalls raffiniert.

Weitere Zinnschmelzen, nach OECD (Stand: Januar 2013), werden betrieben durch:

- Japan New Metals Co., Ltd.
- Mitsui Mining and Smelting Co., Ltd.
- Sumisho Material Corp.
- Nippon Micrometal Corp.
- Sumitomo Metal Mining Co., Ltd.
- JX Nippon Mining & Metals
- Mitsubishi
- Pan Pacific Corp.
- Senju Metal Industry Co., Ltd.
- Sumitomo Metal Mining

Tabelle 30: Produktion von Zinn (in t Sn-Inhalt) in Japan, nach USGS Minerals Yearbook.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Produktion	854	879	956	757	841	947	1.133

Kanada (Projekte)



Kanada besitzt drei Zinnlagerstätten, von denen die sehr niedriggradige (\emptyset 0,18 % Sn) Greisenlagerstätte East Kemptville, Nova Scotia, zwischen 1986 und 1991 in Produktion stand.

Zu den beiden anderen Lagerstätten, beide in unterschiedlichen Projektstadien, liegen Vorratsberechnungen vor, wovon die ältere nicht NI 43-101 Standard entspricht:

Projekt:	Mount Pleasant, New Brunswick
Betreiber:	Adex Mining Inc., Toronto
Homepage:	www.adexmining.com
Ziel:	Produktion von Zink, Indiumschwamm und Cassiteritkonzentrat aus der polymetallischen (Sn, Zn, In, Mo, W, Bi, Pb, Cu, As) Mount Pleasant North Zone porphyry type Lagerstätte im Tage- und Untertagebergbau, Produktion über 26 Jahre von jährlich 3.200 t Cassiteritkonzentrat @ 46 % Sn (= 1.470 t Sn-Inhalt) bei 0,71 % Sn im Fördererz
Ressource:	12,4 Mio. t Erz @ 0,38 % Sn (= 47.000 t Sn-Inhalt) (indicated) + Zn+In 2,8 Mio. t Erz @ 0,30 % Sn (= 8.600 t Sn-Inhalt) (inferred) + Zn+In
recovery grade:	75 %
Gestehungskosten:	k. A.
Produktionsbeginn:	2015 (Fire Tower Zone)
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 unwahrscheinlich, da Fokussierung auf die Fire Tower Zone (W-Mo-Bi), die kein Sn enthält
Projekt:	JC, Yukon Territory
Betreiber:	Osisko Mining Corp., Montreal
Homepage:	www.osisko.com
Ziel:	1977 entdeckte Skarn-Lagerstätte, 2005 letztmalig durch Brett Resources Inc. exploriert
Ressource:	1.250.000 t Erz @ 0,54 % Sn (= 6.750 t Sn-Inhalt) (cut-off grade: 0,30 % Sn) (inferred) (vor-NI 43-101)
recovery grade:	k. A.
Gestehungskosten:	k. A.
Produktionsbeginn:	k. A.
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Kasachstan (Projekte)



In der staatlichen Bilanz der Vorräte an Bodenschätzen in der Republik Kasachstan sind per 01.01.2010 15 Zinnlagerstätten erfasst, davon drei als Seifenlagerstätten. Diese Lagerstätten enthalten bilanzierte Vorräte in Höhe von zusammen 69.266 t Sn-Inhalt (Kategorien A+B+C1) bzw. 69.163 t Sn-Inhalt (Kategorie C2). Die nicht bilanzierten Vorräte betragen zusätzliche 18.643 t Sn-Inhalt.

Die Vorräte der Seifenlagerstätten sind sehr klein: Dolina Jushnaja (89 t Sn-Inhalt, C, Abbaulizenz

erteilt, aber kein Förderung), Shalanasch (319 t Sn-Inhalt, C2) und Assubulak (noch nicht ausreichend exploriert). Ebenfalls eine Abbaulizenz wurde 2003 der TOO „Karaoba 2005“ erteilt, die die Lagerstätte Karaobinsk sowohl im Tagebau als auch unter Tage abbauen will. Der mittlere Sn-Gehalt des dortigen Erzes beträgt 0,012 %, die Bilanzvorräte 24.000 Sn-Inhalt.

Aussichtsreicher ist ein anderes Projekt, das seit 2010 von der Eurasian Development Bank finanziert wird:

Projekt:	Syrymbet, Region Wolodarskoje in Nordkasachstan
Betreiber:	Syrymbet JSC (Lancaster Group, Singapur)
Homepage:	www.syrymbet.kz
Ziel:	Aufgrund extremer Feinkörnigkeit der Erzminerale im Verwitterungshorizont weitere Aufbereitungsversuche notwendig, polymetallische (Sn-Ta-Nb-W-Mo-Bi-Be)-Greisenlagerstätte, Gewinnung von 1,06 Mio. t Erz/a über vorerst 6,75 Jahre im Tagebau bis 210 m Teufe, später auch im Untertagebergbau, Produktion von Konzentrat @ 48 % Sn bzw. 4.327 t Sn-Inhalt/a
Ressource:	94,466 Mio. t Erz @ 0,49 % Sn (= 463.510 t Sn-Inhalt) (measured + indicated + inferred)
recovery grade:	70 %
Gestehungskosten:	14.389 US\$.
Produktionsbeginn:	2017
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Kirgisistan (Projekte)



Kirgisistan besitzt mehrere, teils große Zinnlagerstätten, die zum Teil auch schon in Produktion standen. Das Tianshanolovo JV, eine 50%-Beteiligung des Novosibirsk Zinnkombinats, baute zwischen April 2001 und Juli 2002 und dann wieder für kurze Zeit ab 2005 die Sn-W-Lagerstätte Trudovoe (= Arbeit, Beschäftigung) im Ak-Suu Distrikt ab. Das Erz wurde in der Kara-Balta Aufbereitungsanlage konzentriert, jedoch behinderten steter Kapital- und Wassermangel sowie Aufbereitungsschwierigkeiten von Anfang an die Produktion. Ende 2014, spätestens aber 2016, soll Trudovoe nun unter Leitung der chinesischen „Central Asian Tin Company“ LLC erneut in Produktion gehen (s. u.).

Das Enilchek Bergbauunternehmen war im Abbau der beiden At-Zhajloo Zinnlagerstätten, s. u., aktiv. Die gemeinsame Produktionsleistung beider Firmen lag dennoch nur bei rund 140 t Cassiteritkonzentrat @ 30 – 40 % Sn, das von dem Novosibirsk Zinnkombinat (s. Anhang: Russische Föderation) aufgekauft und verhüttet wurde. Gegenwärtig gewinnen nur einige kleine Privatfirmen Cassiterit im artisanalen Bergbau.

Die bestätigten Zinnreserven Kirgistans werden aktuell mit rund 246.000 t Sn-Inhalt angegeben. Alle abbauwürdigen Sn-Lagerstätten liegen im Gebiet von Sary-Jaz innerhalb der Lagerstättenbezirke Enilchekskom und Ak-Shyirak im Issyk-Kul Oblast.

Die wichtigsten Lagerstätten sind:

- Uch-Koshkon, im Jeti-Oguz Distrikt (Lizenzinhaber: „Central Asian Tin Company“ LLC). Die dortige Sn-Mineralisation ist hauptsächlich an 68, bis maximal 425 m Teufe nachgewiesene Gänge von 50 – 10.500 m Länge und 0,1 – 48,5 m Mächtigkeit sowie Skarne gebunden. Die Ressourcen betragen 11,5 Mio. t Erz @ 0,54 % Sn (= 60.656 t Sn-Inhalt) (C1+C2-Kategorien) + 17 % Cu + 0,01 % Bi.
- Sary-Bulak, ebenfalls im Jeti-Oguz Distrikt. Bis in 500 m Teufe nachgewiesene Skarnlagerstätte von 55 – 105 m Länge (teufenabhängig) und 3,5 – 21,9 m Mächtigkeit. Die Ressourcen betragen 1,6 Mio. t Erz @ 0,62 % Sn (= 10.004 t Sn-Inhalt) (C1-Kategorie) + 3,04 % Sb + 2,75 % Zn + 0,65 % Cu + 93 ppm Ag.
- At-Zhajloo, im Ak-Suu District des Issyk-Kul Oblasts. Zwei einzelne Skarnlagerstätten von 55 – 95 m Länge und 1,8 – 3,18 m Mächtigkeit. Die Ressourcen betragen 11,5 Mio. t Erz @ 0,5 – 1,2 % Sn (= 1.338 t Sn-Inhalt) (C1-Kategorie) + CaF₂+Ag+Bi.

Kleinere Sn-Vorkommen sind auch aus dem westlichen Teil von Kyrgyz Ala-Too, aus der Ak-Tuz-Boordinskom Erzregion sowie aus den zentralen und westlichen Teilen von Kungei Ala-Too in den Chatcal-Kurama Bergen bekannt.

Projekt:	Trudovoe
Betreiber:	Tsentrally: „Central Asian Tin Company“ LLC Lesisty + Tashkoro: „Saryjaz Mineral Mining Company“ LLC
Homepage:	http://muc.kg/Osoo_Central_Asian_Tin_Company
Ziel:	W-Sn-Fluorit-Skarn-/Gang-/Greisenlagerstätte auf 2.900 – 4.100 m ü. NN, 330 km von der Balykchi Eisenbahnstation entfernt; 195 Quarz- und/oder Turmalin-Gänge von 30 – 1.200 m Länge und durchschnittlich 0,98 m Mächtigkeit; Wiederaufnahme der Produktion mit einer Kapazität von am Beginn 2.000 t Sn-Inhalt/a, letztendlich 100.000 t Erz/a (= 3.000 t Sn-Inhalt/a) ab Ende 2014, spätestens 2016, entsprechend einer Lebensdauer von elf Jahren geplant

Ressource: Tsentralny: 88.800 t Sn-Inhalt
Lesisty: 26.600 t Sn-Inhalt
Tashkoro: 33.700 t Sn-Inhalt
Gesamt: 22,3 Mio. t Erz @ 0,64 % (0,42 – 0,86 %) Sn
(= 149.100 t Sn-Inhalt, davon 11.979 t wirtschaftlich abbaubar) + 0,83 % WO₃

recovery grade: 71 %

Gestehungskosten: 5.652 US\$/t (2005)

Produktionsbeginn: Plan war: Ende 2010, Plan derzeit: Ende 2014, spätestens: 2016

Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 unwahrscheinlich

Kolumbien



Seit einigen Jahren gibt es unbestätigte Gerüchte, dass auch in Kolumbien Cassiterit gewonnen und exportiert wird (vgl. Tab. 31). Weitergehende Informationen sind bisher weder aus Publikationen noch aus lokalen Internetquellen/Tageszeitungen verfügbar.

Dr. Thomas Cramer, Profesor Asociado am Departamento de Geociencias der Universidad Nacional de Colombia, arbeitet in Kolumbien an diesem Thema und stellte auf Anfrage gerne seinen

Kenntnisstand für diese Studie zur Verfügung (frdl. schriftl. Mitt.):

„Artisanaler und recht chaotischer Abbau kolluvialer und alluvialer Kassiterite findet im Gebiet der Comunidad Piapoqua an der Einmündung des Río La Ceiba in Río Orinoquo am Cerro Mono statt. Teilweise sind die Kassiterite auch in frisch wirkenden Quarzgangresten enthalten. Ob das eine der Quellen der im Jahr 2006 gemeldeten Exporte ist, kann ich nicht sagen.“

Tabelle 31: Export von Cassiteritkonzentrat aus Kolumbien, nach UN COMTRADE DATABASE, DESA/UNSD 2013.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Export	n. v.	60	n. v.	n. v.	2	n. v.	8



Abbildung 41: Primitive Waschrinne zum Auswaschen von Cassiterit/Wolframit im Gebiet der Comunidad Piapoqua im Osten Kolumbiens, Foto: Dr. Thomas Cramer. Quelle: BGR

Generell ist solchen Zahlen allerdings nicht unbedingt zu trauen. Meines Wissens gibt es gegenwärtig keine einzige gültige Abbaukonzession im kolumbianischen Osten. Eine Konzession auf „Blacksands (Seifen) einschließlich Wolframit, Coltan, Kassiterit“ in einer Umgebung, wo wir nur Gabbros und Ilmenite-Magnetite gefunden haben, wird (wurde?) offensichtlich zum Reinwaschen des Exports von illegal abgebauten Wolframiten im Naturschutzgebiet am Cerro Tigre (Zancudo, Río Inírdia) benutzt.

Während die Wolframite ganz klar aus Gängen abgebaut werden (wir konnten da aber noch nicht hin, weil das Gebiet von der FARC kontrolliert wird, die natürlich niemanden rein lässt) scheinen mir die Kassiterite eher an stärker verwittertes Material gebunden zu sein.“

Bei den aus Kolumbien exportierten „Cassiteritkonzentraten“ scheint es sich daher eher um Wolframit zu handeln, so dass die kolumbianischen Exportzahlen von „Cassiterit“ nicht mit in die weltweite Produktion von Zinn mit einbezogen wurden.

Kongo, Demokratische Republik (Produktion)



von: Uwe Naeher (P.Geol.), BGR-Projektleiter in der DR Kongo

1 Einführung und Geschichte

Die ersten Zinnlagerstätten (und vergesellschafteten Metalle) wurden in der DR Kongo im Jahr 1904 in der Nähe des Sees Upemba in Katanga entdeckt. Eluvialer Cassiterit wurde 1910 in den Gebieten Manono und Muika gefunden und zwischen 1910 und 1919 durch das belgische Unternehmen Geomines erkundet. Dies führte zu der Entdeckung der alterierten, metallreichen Pegmatite von Manono und Kitotolo. Diese Erzkörper wurden industriell durch das Unternehmen Zaire Etain bis 1994 abgebaut. Die jährliche Produktion aus Manono und Muika erreichte in der Blütezeit des Bergbaus bis zu 5.000 t Cassiteritkonzentrat. Seitdem wird aus dieser Region nur noch im Rahmen von artisanalem Bergbau Zinnerz abgebaut.

In der Provinz Süd-Kivu wurde Zinn im Jahr 1926 entdeckt und seit 1932 abgebaut. Infolge der Entdeckung von anderen Zinnlagerstätten in der so genannten „Großen Kivu“ Region (zu der Nord-Kivu, Süd-Kivu und die Maniema Provinzen gehören) wurden zahlreiche koloniale Bergbaugesellschaften gebildet, wie z. B. COBELMIN (Compagnie Belge d'Entreprises Minières), SYM-ETAIN (Syndicat Minière d'Etain), SOKAMINES (Société Minière de Kalulu), MGL (Minière des Grands Lacs), KIVUMINES (Mines du Kivu) und PHIBRAKI (Philip Brothers and Kivumines). Die Fusion dieser Gesellschaften führte zur Bildung der parastaatlichen Gesellschaft SOMINKI (Société des Mines du Kivu) im Jahr 1976. In mehreren Bergbaucentern wie Kamituga, Kalima und Lulingu wurden durch die SOMINKI kleine mechanisierte Aufbereitungsanlagen installiert sowie effektivere Bergbaumethoden eingeführt. Der Zusammenbruch des internationalen Zinnmarktes im Jahr 1985 führte zur Schließung von zahlreichen Bergwerken in den Kivu-Provinzen. Dieser Niedergang wurde durch die fallenden Zinnpreise im Jahr 1991 beschleunigt, die zur Schließung von allen halbmechanisierten Gewinn-

nungsbetrieben führten. Die beiden Kongokriege von 1996 – 1997 (die AFDL Rebellion) und von 1998 – 2003 führten dann zum Aus von fast allen Bergbauaktivitäten bereits im Jahr 1996 sowie zur Zerstörung von vielen Bergwerken.

Ab dem Jahr 2000 begann die erneute Zunahme der artisanalen Bergbauaktivitäten in den Kivus. Diese wurde durch den Staat unterstützt. Der größte Teil der Zinnproduktion wurde damals über Ruanda exportiert. Die Abbaurechte der SOMINKI wurden 2001 an das neugegründete private Bergbauunternehmen SAKIMA (Société Aurifère du Kivu et du Maniema) transferiert, das zu dem kanadischen Unternehmen Banro Corp. gehört. SAKIMA sucht derzeit Investoren für die zahlreichen noch nicht entwickelten Zinnvorkommen auf ihren für den Abbau gültigen Konzessionsgebieten. Der artisanale Abbau von Zinnerz erreichte sein bisheriges Maximum von über 19.000 t Cassiteritkonzentrat im Jahr 2008.

Nach der aktuellen Mine Site Database für die DR Kongo von BGR und dem International Peace Information Service (IPIS) gibt es derzeit mindestens 200 Abbaubetriebe im Kongo, bei denen Zinnstein als Hauptwertmineral gewonnen wird. In diesen Betrieben sind mindestens 21.000 Bergleute beschäftigt. Die tatsächliche Anzahl dürfte noch wesentlich höher sein, da für rund 60 % der Vorkommen keine Zahlen über die Anzahl der Beschäftigten vorliegen.

Die Zinnlagerstätten kommen in der DR Kongo in einem 700 km langen Gürtel vor, der von NNE nach SSW streicht. Dieser Lagerstättengürtel liegt in der Kibarischen Metallogenetischen Provinz (KMP) und zieht sich von Kolwezi in Katanga über Maniema, den Süd-Kivu bis zu der Provinz Nord-Kivu hin. Die metallführenden Gesteinsschichten der KMP bestehen hauptsächlich aus Glimmerschiefern, Phylliten mit kleineren Einbettungen von Quarz sowie Amphiboliten. Zinnmineralisationen treten im hydrothermalen Gefolge von granitischen Intrusionen („S-Type Zinn-Granite“, nach MILESI et al., 2006) und von Pegmatiten des Neoproterozoikums (1000 – 950 Ma) auf.

Das primäre Zinnmineral ist gewöhnlich Cassiterit, der oft mit Gold, Wolframit, Columbo-Tantalit (Coltan), Ilmenit, Monazit und Turmalin vergesellschaftet ist. In der Pegmatitlagerstätte Manono ist Cassiterit neben Coltan mit Spodumen assoziiert. Neben den Primärerzlagerstätten in Pegmatiten und Quarzgängen gibt es ebenfalls zahlreiche bauwürdige alluviale und eluviale Zinnseifen. Die derzeitigen Reserven an Zinn in der DR Kongo werden von MUPEPELE (2012) mit 327.955 t Cassiterit mit dementsprechend 258.000 t Sn-Inhalt angegeben.

2 Bergbaumethoden und Handelskette

In der Periode zwischen 1950 und 1956 wurden massive Investitionen in den Ausbau der hydroelektrischen Energie in Maniema und Süd-Kivu getätigt. Das Vorhandensein von günstiger Energie ermöglichte es, elektrische Pumpen zur Wasserhaltung in hydraulischen Gewinnungsbetrieben einzusetzen. Damit wurde es möglich, die relativ geringhaltigen eluvialen Zinnsteinvorkommen durch ein kostengünstiges Abbauverfahren mit großer Leistungsfähigkeit abzubauen. Seit der Schließung des Bergbaubetriebs in Manono im Jahr 1994 und der Minen in den Kivus 1996 stammt die gesamte Zinnsteinproduktion der DR Kongo aus dem artisanalen Bergbausektor.

Der artisanale Bergbau zeichnet sich dadurch aus, dass er einfache Abbaubaumethoden verwendet sowie wenig mechanisiert und technologisch begrenzt ist. Die Ausrichtung der Untertagebetriebe besteht aus Schächten und Stollen, die in den mineralisierten Quarzgängen aufgeföhren werden. Diese dienen gleichzeitig der Erkundung und dem Abbau. Da der Erkundungsgrad der Vorkommen sehr gering ist, ist eine Bergbauplanung häufig nicht möglich.

Bohren und Sprengen zum Lösen des Erzes wird relativ selten eingesetzt. Zum einen, da das oberflächennahe Erz stark verwittert ist und relativ einfach mit Schlägel und Eisen zu lösen ist und zum anderen, da die infrastrukturellen Gegebenheiten für den Sprengbetrieb nur selten vorhanden sind.

Arbeitsunfälle sind besonders im Untertagebergbau an der Tagesordnung. Die häufigsten Unfallursachen sind Steinfall und das Kollabieren

von Grubenbauten aufgrund von mangelhafter Gebirgsbeherrschung. Eine weitere Gefahrenquelle ist Erstickung durch Sauerstoffmangel in den schlecht belüfteten Grubenbauten.

Das geförderte Erz wird durch Hämmern zerkleinert. Selten kommen für die Mahlung auch kleine geschlossene Kugelmöhlen zum Einsatz. Die Erzeugung eines Cassiteritvorkonzentrats geschieht durch eine Dichtesortierung in Erdriinnen oder einfachen hölzernen Waschrinnen.

Das Vorkonzentrat wird durch akkreditierte Aufkäufer „negociants“ auf dem Bergwerk in kleinen Chargen aufgekauft. Diese verkaufen das Vorkonzentrat in größeren Partien an Handelshäuser „comptoirs“ weiter, die in den vier regionalen Zentren Bukavu, Kalemie, Lubumbashi und Goma ihre Niederlassungen haben. Diese Regionalzentren stellen auch die offiziell erlaubten Exportpunkte für Cassiteritkonzentrat aus der DR Kongo dar. In den Handelshäusern wird eine weitere Aufbereitung des Vorkonzentrats durchgeführt, um den für den Export legal erforderlichen Zinnsteingehalt (Quelle: Bergbauministerium) von 70 % SnO₂ (= 55 % Sn) zu erreichen. Das Cassiteritkonzentrat wird nach der Aufbereitung für den Export in 200-Liter-Fässer gefüllt und in versiegelten Containern exportiert.

3 Zinnreviere in der DR Kongo

3.1 Provinz Katanga

Die Lage von einigen der wichtigsten Abbaugebieten in der Region Katanga ist in Abb. 42 dargestellt.

3.1.1 Upemba und Mitwaba

Im Upemba-Mitwaba Zinn-Distrikt wurden kibarische Metapelite, Konglomerate und Quarzite von zahlreichen granitischen Plutonen intrudiert. Die Zinnlagerstätten wurden 1904 durch Robbins von der Tanganyika Concession Ltd. entdeckt und beinhalten die alluvialen Vorkommen Busanga und Kikole-Wuto. Der Betrieb der Busanga Mine begann 1905. Von 1921 – 1946 wurden die Mwaale-Kalumbeye und die Lukena Lagerstätten durch die Firma UMHK abgebaut. Zurzeit gibt es artisanale Bergbauaktivitäten in Luena, das zu dem Gebiet Bukama gehört. Die dortige Produktion soll

im Jahr 2009 bei 29 t Cassiteritkonzentrat gelegen haben. Weitere Minen sind nahe der Stadt Mitwaba (Kansobwe, Kalimengongo, Kasomo, Mwelwa, Bujito, Bunkululu, Kiombi/Shiombio und Mandwe-Tompwe). Die Produktion dieser Minen wird fast vollständig von der 2009 gegründeten Firma Mining Mineral Resources (MMR) aus Lubumbashi aufgekauft und nach Malaysia zur Verhüttung exportiert.

3.1.2 Manono

Bei der Lagerstätte Manono-Kitotolo handelt es sich um einen ca. 14 km langen, ca. 800 – 1.000 m breiten Pegmatit, der als flacher, ca. 100 – 140 m mächtiger Lakolith in kibarische Glimmerschiefer, Granit und Dolerit eingebettet ist (BASSOT & MORIO 1989). In Manono begann der mechanisierte Bergbau von alluvialen and eluvialen Zinnlagerstätten im Jahr 1919. Für die Gewinnung wurden Bagger und für die Förderung Transportbänder eingesetzt. Die Sortierung des Erzes erfolgte durch Setzmaschinen. Nach der Ausbeutung der

Lockergesteinsvorkommen wurde das primäre pegmatitische Erz (Roche Dure) gewonnen, das unterhalb des verwitterten eluvialen Erzkörpers liegt. Im Jahr 1920 wurde ein erstes Wasserkraftwerk bei Luvwa errichtet, das 1958 auf eine Leistung von 28 MW ausgebaut wurde.

Mit der verfügbaren Leistung konnte eine Zinnhütte mit einer jährlichen Schmelzkapazität von 10.000 t Rohzinn installiert werden. Die Hütte wurde mit einem 3-Phasen Lichtbogenreduktionsofen mit einer installierten elektrischen Leistung von 1.000 KVA sowie einem zweiten Ofen mit einer installierten elektrischen Leistung von 850 KVA ausgerüstet. Als Produkt wurden Zinnbarren mit einem Reinheitsgehalt von 99,3 % Sn gegossen. In den frühen 1980er Jahren wurden hydraulische Gewinnungsmethoden eingesetzt (die Verwendung von Hochdruck-Hydromonitoren für den Abbau und die Vorkonzentration in Erdrinnen). Allerdings waren diese Bemühungen nicht wirklich erfolgreich. Zu Beginn der 1990er Jahre wurde der industrielle Abbau eingestellt, da geeignete



Abbildung 42: Lage von Zinnabbaugebieten in der Region Katanga (Quelle: MINE SITE DATA BASE DRC von BGR und IPIS auf Basis Kartengrundlage von Google Earth).

Ausrüstung für die Gewinnung des harten Erzes aus dem unverwitterten Pegmatitkörper nicht vorhanden war. Die Hütte wurde 1993 geschlossen. Das Bergwerk wurde während der beiden Bürgerkriege mehrfach durch ruandische militärische Einheiten und Rebellentruppen geplündert und im Endeffekt zerstört.

Gegenwärtig wird die Möglichkeit der Bergbauaktivitäten in dieser Region durch das öffentlich-rechtliche Unternehmen COMINIÈRE (Société Commerciale et Minière) geprüft. Für das Projekt sollen internationale Investoren gewonnen werden. COMINIÈRE wurde 2011 gegründet und gehört zu 90 % dem kongolesischen Staat sowie zu 10 % dem INSS (der kongolesischen Sozialversicherung). Die Bergbaurechte wurden von dem früheren Unternehmen ZAIRE ETAIN übernommen. Mehrere internationale Unternehmensgruppen (GTC-Manomin, Global Tin-Manono Minerals) haben bereits ihr Interesse an dem Erwerb von Bergbaurechten geäußert.

Die wichtigsten Abbauzonen in und um Manono-Kitotolo (zurzeit alle artisanal) heißen: Bondo Beach, Djibende, Dragon, Fonderie, Hospital Hill, Kamalenge, Kahungwe, Kapongolo, Kitotolo 1&2, Kyamwidji, Kyato 1&2, La Plage, Mille Beches, Mpete, Ngobo, Njanja, Roche Dure, Tupata und Wakumwanza.

3.1.3 Nord Katanga

Mehrere Cassiteritminen liegen in dem Gebiet Malemba-Nkulu, insbesondere Kabala, Petengwe, Katondo, Kanunka und Kaboya sowie in dem Gebiet Mitwaba, wo die Minen Kisanji, Kanoda, Kangombe, Kyonabio, Kanyowe und Bouleval in Betrieb sind. Alle der vorgenannten Abbaue sind artisanaler Natur.

In dem Gebiet Nyunzu gibt es die produzierenden Zinnminen Tambwe und Luba und in dem Gebiet Kongolo die Minen Kilubi, Kansazi, Namilono, Munono und Kitulu Zinnstein.

Die zusammengefasste Cassiteritproduktion für Katanga betrug im Jahr 2009 1.435 t. Zusätzlich wurden auch rund 120 t Coltan produziert (KITUNGWA 2010).

3.2 Provinz Süd-Kivu

Das erste Zinnvorkommen wurde hier im Jahr 1926 in der Nähe von Zalya entdeckt und von 1932 an abgebaut. Der Bergbaubetrieb begann zuerst in dem alluvialen Lagerstättenteil und wurde mit sehr wenig und einfacher Ausrüstung durchgeführt. Die Hauptabbaugebiete in Süd-Kivu liegen um Kamituga herum (Kabereke und Kakanga). Hier wird ein stark verwittertes pegmatitisches Erz gewonnen.

Große alluviale Zinnvorkommen liegen bei Tshonka und Lulingu in dem Gebiet Shabunda. Diese Vorkommen wurden semi-industriell durch die Bergbauunternehmen COBELMIN und SOMINKI unter der Verwendung von Wurfschaufelbaggern und Transportbändern gewonnen, bzw. gefördert. Zur Vorkonzentration des Erzes kamen Setzmaschinen zum Einsatz. In demselben Gebiet gibt es auch zahlreiche Primärzinnlagerstätten, die zu einem 30 km langen Pegmatitgürtel gehören, der sich von Suiza über die Stadt Nyabembe (Bionga und Mont Tukutu Minen) bis nach Lulingu (Lutongo Mine) hinzieht. Die monatliche Gesamtproduktion dieses Gebiets wird auf rund 100 t Cassiterit geschätzt.

Die Kalimbi Zinnmine in der Nähe der Stadt Nyabibwe in dem Gebiet Kalehe ist eine der

Tabelle 32: Ressourcenabschätzung für die Manono-Lagerstätte (GLOBAL TIN CORPORATION 2011).

	Volumen (Mio. m ³)	Dichte (t/m ³)	Tonnage (Mio. t)	Gehalt (kg SnO ₂ /m ³)	Cassiterit (t)	Ressourcen Kategorie
Primäres Erz	126,10	2,65	334,17	1,71	215.780	wahrscheinlich
Alluviales Erz	54,70	1,90	103,93	0,32	17.720	vermutet
Eluviales Erz	29,26	2,30	67,30	0,59	15.850	vermutet
Aufbereitungs- abgänge	65,40	1,90	124,26	0,24	15.710	vermutet
Gesamt	275,46		629,65	0,96	265.070	

größten Zinnproduzenten des Süd-Kivus. Es wird berichtet, dass hier monatlich 100 bis 110 t Cassiteritkonzentrat erzeugt werden. Die Lagerstätte wurde durch den französischen geologischen Dienst BRGM mit geophysikalischen Untersuchungsmethoden sowie mit Kernbohrungen erkundet. Im Jahr 1980 begann hier ein erster Abbaubetrieb, der 1996 eingestellt wurde. Die Mine besteht zum einen aus einem Primärerz-Lagerstättenteil, der in der so genannten T-20-Zone abgebaut wird. Es handelt sich hierbei um ein System mit Quarzgängen mit gleichförmiger räumlicher Orientierung. Die Gänge weisen Mächtigkeiten von 0,2 m bis 1 m auf und die Gehalte im Erz liegen zwischen 2 und 15 % Cassiterit. Daneben gibt es noch eine eluvial/alluviale Erzzone, die Koweit genannt wird. Seit 2002 wird das Vorkommen durch die beiden artisanalen Bergbaukooperativen COMIKA (Compagnie Minière de Kambove) und COMBECKA (Coopérative Minière pour le Bien-Etre Communautaire de Kalehe) abgebaut. Mehrere kleinere Satellitenerzkörper in demselben Gebiet, die ebenfalls abgebaut werden und täglich zwischen 10 und 600 kg Cassiterit liefern, heißen Kiboto, Kibuye, Lijiwe, Nkwiro und Manga.

3.3 Provinz Maniema

In der Provinz Maniema gibt es mehrere wichtige Zinn- und Coltan-Revier. Die wichtigsten Zinnproduzenten arbeiten in dem Pangi-Gebiet und betreiben die Minen bei Lutala, Bimpombe und Moka. Die Produktion hier beträgt bis zu 54 t Cassiterit pro Monat.

Daneben gibt es in dem Kasese-Ona Gebiet die Minen Comimba und Kamabeya. Die Lagerstätten sind hier in einer verwitterten Gneis-Granit-Domstruktur eingebettet und liegen im Umfeld der Stadt Kailo (Minen Lonyoma, Metsera, Tokomeka und Tshamabondo) sowie in dem Punia-Gebiet (Minen Mokoso, Mekenge und Meleba).

Wichtige Zinnminen liegen auch südlich der Stadt Kalima, wo sich in dem alluvialen Flachland nahe der Stadt Kamisuku (Kaminsuka) sowie in einem durch zahlreiche Pegmatitgänge durchsetzten Granit-Batholithen die Minen Tulu, Isongo, Bunza, Bengombiri, Kikambe, Kakaleka, Masimelo, Batamba, Baselele, Kalima, Nakenga, Salukwango, Kwanga, Atondo, Moga und Messaraba befinden (KOKONYANGI 2004).

3.4 Provinz Nord-Kivu

Die Zinnlagerstätte Bisie liegt ca. 40 km NNE der Stadt Walikale im Nord-Kivu. Das Vorkommen wurde in den 1960er Jahren entdeckt und von 2002 bis 2012 durch artisanale Bergleute abgebaut. Diese sind überwiegend in den Kooperativen COMIMPA, COCABI und COMIDER organisiert, die nach eigenen Angaben 20.000 Bergleute repräsentieren. In diesem Zeitraum gab es keine systematische Erkundung des Vorkommens. Es wurde berichtet, dass allein aus Bisie rund 75 % der kongolesischen Zinnproduktion stammen und dass die tägliche Produktion an Cassiteritkonzentrat 16 t betragen soll. Die Zinnlagerstätte Bisie wird in vier Hauptabbauzonen abgebaut (die lokal „Chantiers“ genannt werden) und in den Ausläufern des Mpama Gebirges liegen. In zwei Abbauzonen wird Primärerz gewonnen (Golghota und Gecamines), und die beiden anderen Abbauzonen liegen in alluvialen Seifen im Vorfeld des Gebirges (Bawana und Ma-Noire).

Im Jahr 2012 führte das Schweizer Unternehmen Alphamin/MPC ein Kernbohrprogramm mit einer Länge von 2.400 m Diamantkernbohrungen durch, um die wahre Mächtigkeit der Lagerstätte sowie ihre Sn-Gehalte in zwei Zielgebieten zu bestimmen. Bei den Bohrungen wurden Abschnitte mit mehr 6 % Sn-Inhalt gefunden. In einer zweiten Phase der Erkundung sollten die Bohrungen verdichtet werden. Im November 2013 gab das Unternehmen dann eine erste Ressourcenabschätzung (inferred resources nach NI 43-101) für das Gecamines Teilvorkommen von 4,0 Mio. t Erz @ 3,5 % Sn (= 141.200 t Sn-Inhalt) bekannt, wobei die höchsten Sn-Gehalte im Tiefsten der bis dahin niedergebrachten Bohrungen festgestellt wurden. Alphamin vermutet, dass Bisie insgesamt bis zu 500.000 t Sn beinhalten könnte, musste aber aufgrund von Rebellenaktivitäten im August 2013 erst einmal alle weiteren Explorationsaktivitäten unterbrechen.

Das gegenwärtige Lagerstättenmodell für Bisie ist das einer Cassiterit-Stockwerksvererzung oder eines Gangsystems, welche über einer möglicherweise entfernt liegenden granitischen Intrusion als Quelle liegen. Basierend auf der mineralogischen Zusammensetzung von 38 Gesteins- und Konzentratproben, die im Rahmen einer von MPC veranlassten Studie untersucht

wurden, zeigt es sich, dass die Bisie-Lagerstätte eine im Vergleich zu anderen Zinnlagerstätten ungewöhnliche Zusammensetzung aufweist. Das Vorhandensein von SEE (bis zu 0,5 %) zusammen mit den sehr hohen Zinngehalten (50 – 90 % SnO₂ in den Proben) ist besonders bemerkenswert (PEARL 2011).

Weitere wichtige Zinn produzierende Reviere befinden sich in dem Gebiet Walikale bei Obaye, Ndimu und Idambo sowie Gakombe, Luzirandaka und Bishasa in der Nähe der Stadt Rubaya in dem Gebiet Masisi.

Die Lage einiger der wichtigsten Abbaugelände in den Kivu Provinzen und in der Provinz Maniema ist in Abb. 43 dargestellt.

4 Zinnhütten in der DR Kongo

Zurzeit gibt es vier Projekte für Zinnhütten in der DR Kongo.

- Das zum indischen SOMIKA Konzern gehörende Unternehmen MMR (s. Upemba-Mitwaba Zinn-Distrikt) baute zwischen 2010 und 2012 eine Zinnhütte in Lubumbashi mit einer Kapazität von 3.500 t Rohzinn/a. Die Hütte, die durch die Africa Smelting Corporation (ASC) betrieben werden soll, an der wiederum die Malaysia Smelting Corporation (MSC) zu 40 % beteiligt ist, ist mit einem 3-Phasen Lichtbogenreduktionsofen mit einer installierten elektrischen Leistung von 750 KVA zur Verhüttung von Cassiterit-

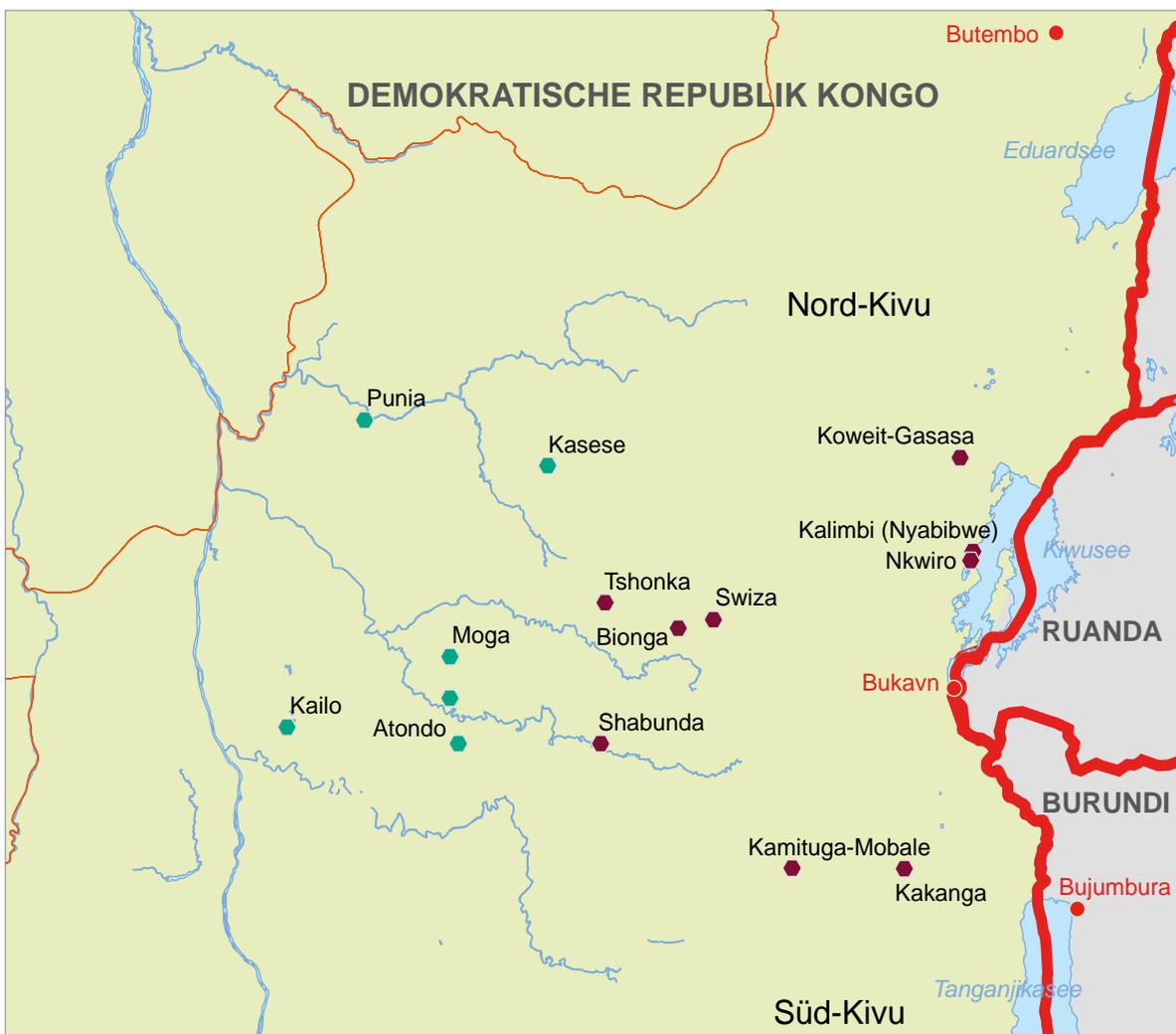


Abbildung 43: Lage von Zinnabbaugeländen in den Provinzen Maniema, Süd-Kivu und Nord-Kivu (Quelle: MINE SITE DATA BASE DRK von BGR und IPIS auf Basis Kartengrundlage von Google Earth).

- konzentrat, sowie einem zweiten Ofen mit einer installierten elektrischen Leistung von 750 KVA ausgerüstet, in welchem Schlacken aufbereitet werden sollen. Als Produkt sind vorerst nur Rohzinnbarren mit einer Reinheit von 98,5 % Sn geplant, welche zur Weiterverhüttung zur MSC nach Malaysia versandt werden sollen. Die Hütte sollte im November 2012 in Betrieb gehen, was aber bisher aufgrund von Strombeschränkungen noch nicht möglich war.
- Von dem sich in US-Einzelpersonenbesitz befindlichen und auf den Cayman Islands registrierten Unternehmen RAMIKA (Les Raffineries de Minerais de Kalemie SARL) existiert der Vorschlag für den Bau einer Zinnhütte in Kalemie (Katanga). Hier sollen Cassiteritkonzentrate aus den Gebieten Maniema und Nord Katanga eingeschmolzen werden.
 - In Kisangani (Provinz Oriental) soll es eine Zinnhütte geben, die der Firma Congo Premium Sprl. gehört, und die Cassiteritkonzentrate

aus den Maniema-Lagerstätten verarbeiten kann. Wahrscheinlich stammen die 60 t Rohzinn, die im Jahr 2007 von Malaysia aus der DR Kongo importiert wurden, von dieser Firma.

- Das Unternehmen ACK Smelting Group plant den Bau und Betrieb einer Zinnhütte in Sake in der Nähe der Stadt Goma im Nord-Kivu. Der Betrieb dieser Hütte würde die Verarbeitung der Zinnsteinkonzentrate aus der Region Kalehe (Süd-Kivu) sowie aus den Betrieben der Regionen Masisi und Walikale (Nord-Kivu) erlauben.

5 Zusammenfassung der kongolesischen Zinnproduktion

Abb. 44 gibt einen Überblick über die Zinnproduktion in der DR Kongo seit 1960. Die durchaus widersprüchlichen Daten zur Zinnsteinproduktion in der DR Kongo in den letzten Jahren sind in Tab. 33 aufgeführt.

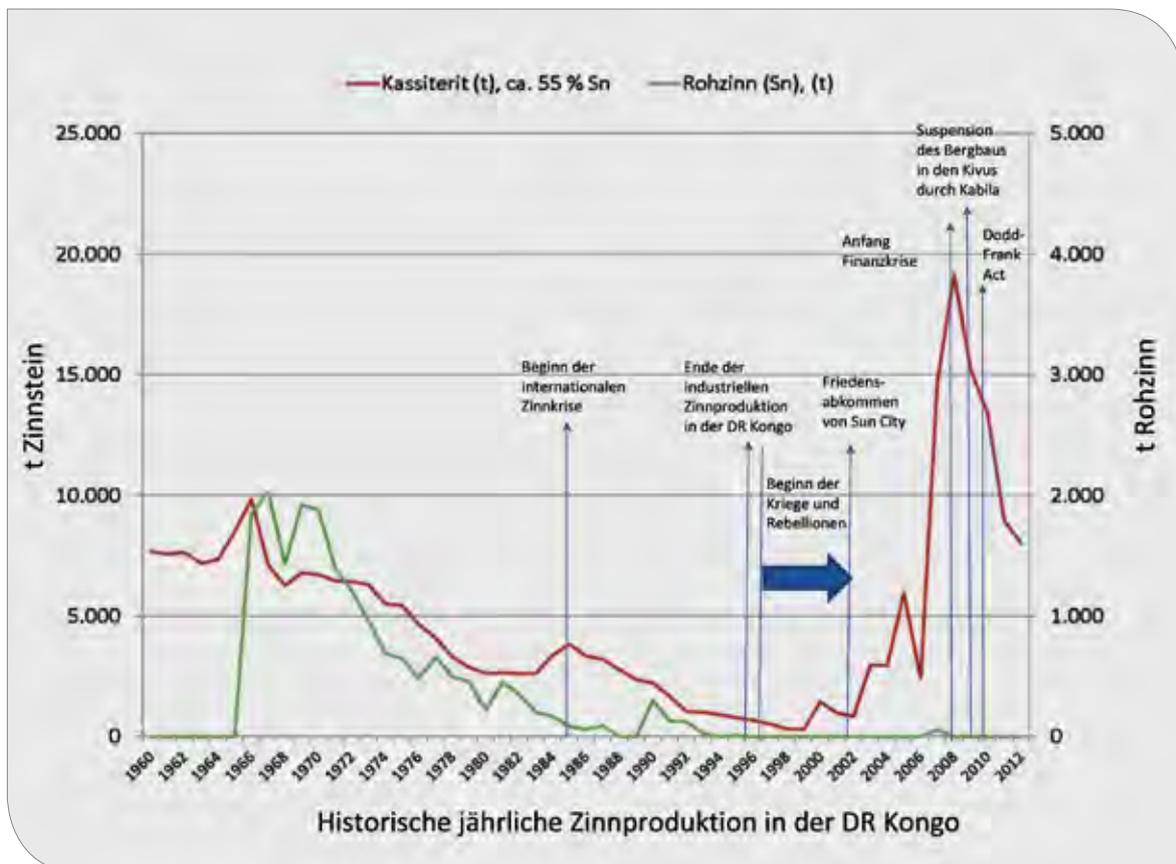


Abbildung 44: Entwicklung der kongolesischen Zinnproduktion zwischen 1960 und 2012 (nach MUPEPELE 2012, C.T.C.P.M. 2006 und USGS 2012).

Tabelle 33: Produktion bzw. Export von Cassiteritkonzentrat (@ 55 % Sn nach Banque du Congo) (in t) aus der DR Kongo nach verschiedenen Quellen.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Produktion ¹⁾	5.878	14.903	19.335	15.195	13.255	6.900	n. v.
Sn-Inhalt ¹⁾	3.800	9.700	12.600	9.900	8.600	4.500	n. v.
Produktion ²⁾	7.803	14.694	19.719	15.512	16.963	18.598	18.981
Produktion ³⁾	5.527	16.050	20.013	16.584	11.943	8.921	7.189
= Sn-Inhalt	3.040	8.828	11.007	9.121	6.569	4.907	3.954
Export ³⁾	2.388	14.694	19.189	15.512	13.414	9.267	8.018

¹⁾ USGS Minerals Yearbook 2010, 2011, ²⁾ Banque du Congo: Production Minière et Metallurgique mit den Originalquellen Ministère des Mines, C.E.E.C. und Société Minières, ³⁾ Ministère des Mines: Statistiques Minières de 2003 a 2012 – Edition Septembre 2013 mit der Originalquelle: C.E.E.C. (Centre d'Evaluation, d'Expertise et de Certification des substances minérales précieuses et semi précieuses): Rapports Synthèses des expertises et exportations des substances minérales produites en RDC.

Literatur:

ALPHAMIN RESOURCES CORPORATION (2013): New drilling results for Bisie Tin, Republic of the Congo. Pressemitteilung 10.09.2013; Zug, CH.

BASSOT, J.-P. & MORIO, M. (1989): Morphologie et mise en place de la pegmatite kibarienne à Sn, Nb, Ta, Li de Manono (Zaire).– Chronique de la Recherche Minière, **496**: 41 – 56.

C.T.C.P.M. (CELLULE TECHNIQUE DE COORDINATION ET DE PLANIFICATION MINIÈRE) (2006): Bulletin des Statistiques Minières: de 1992 – 2004, Janvier 2006; Kinshasa.

GLOBAL TIN CORPORATION (2011): Manono Tin – Tantalum Mine. Prospectus Field Trip Manono Mine November 2011.

KITUNGWA, J. (2010): Gouvernement Provincial du Katanga, Ministère Provincial en charge des mines et des affaires foncières.– Présentation Atelier BGR Kinshasa, 24.02.2010.

KOKONYANGI, J. (2004): Structural constraints on cassiterite and colombite-tantalite mineralization in the Kibaran belt, D. R. Congo (central Africa): implication for the timing of ore formation. Journal of Geosciences, **47**, 11: 127–140; Osaka.

LEPERSONNE, J. (1974): Carte géologique du Zaïre, 1 : 2 000 000 République du Zaïre, Commissariat d'Etat aux Mines, Service Géologique, 1 carte en couleur et notice

MILESI et al. (2006): An overview of the geology and major ore deposits of Central Africa: Explanatory note for the 1:4,000,000 map „Geology and major ore deposits of Central Africa“. Journal of African Earth Sciences, **44**: 571–595; Philadelphia, PA.

MUPEPELE, L. (2012): L'Industrie Minérale Congolaise. Chiffres et Défis. Tome 1. L'Harmattan DRC; Kinshasa.

PEARL, L.M. (2011): Report on the Bisie Tin Project.– Technical Report for Alphamin Resources Corp. in compliance with NI 43-101; Zug, CH.

USGS (U.S. GEOLOGICAL SURVEY) (2012): Tin.– Mineral Commodity Summaries: p. 171; Reston, VA.

Laos (Produktion)



Laos liegt auf dem östlichen Teilstrang des südostasiatischen Zinngürtels, der sich beginnend in Malaysia und weiter nördlich aufgabelt (s. Anhang: Malaysia).

In Laos wird Zinn seit vielen Jahrhunderten, verstärkt aber seit Mitte des 19. Jh. durch französische Kolonialfirmen abgebaut. In Abbau standen und stehen ausschließlich stark verwitterte Primärerze, deren Originalgefüge durch die starke Laterisierung nicht mehr zu erkennen ist sowie daraus hervorgegangene eluviale Seifen. Wichtigstes Abbauggebiet ist das Nam Pa Ten Tal im Hin Boun Distrikt, Khammouan Provinz. Hier wurden chinesische Abbaustellen auf die Mitte des 12. Jh. datiert. Nach mehreren Explorationskampagnen wurden 1984 die Ressourcen im Nam Pa Ten Tal von russischen Geologen mit

- 2.187.000 t Erz @ 0,28 % Sn = 6.220 t Sn-Inhalt (C1-Kategorie)
- 7.516.000 t Erz @ 0,20 % Sn = 15.030 t Sn-Inhalt (C2-Kategorie)
- 20.332.000 t Erz @ 0,24 % Sn = 49.800 t Sn-Inhalt (P-Kategorie)

berechnet.

Daneben sind aber auch aus zahlreichen anderen Provinzen Zinnvorkommen (insgesamt 33) bekannt, die aber unzureichend exploriert oder sehr klein sind.

In Laos sind nur vier durch die Zentralregierung genehmigte Firmen im Zinnabbau tätig, die auch ihre Produktionsdaten an das Bergamt melden (s. Tab. 34). Daneben gibt es aber auch noch mehrere – eigentlich illegal – durch die Provinzregierungen genehmigte Abbaubetriebe, über die praktisch nichts bekannt ist, sowie Kleinbergbau unbekanntes Ausmaßes.

Die vier staatlich lizenzierten Zinnabbauunternehmen sind:

- Die russische Bo Baikol Company hielt bis 2012 eine staatliche Abbaulizenz auf 40 ha Fläche im Bo Neng Gebiet, Hin Boun Distrikt, die von einem wesentlich größeren Explorationsgebiet umgeben ist. Die Bo

Neng Lagerstätte befindet sich im Nordosten des Nam Pa Ten Tals und stellt eine komplexe Gang-Stockwerkslagerstätte dar. Die C1 + C2-Ressourcen im Abbauggebiet liegen bei 2.389.000 t Erz @ 0,22 % Sn = 5.279 t Sn-Inhalt. Die Bo Baikol Company produzierte jährlich ca. 550 t Zinnsteinkonzentrat mit einem Gehalt von durchschnittlich 50 % Cassiterit. Im Jahr 2012 übernahm die chinesische Firma **Lao Resource Development Boneng-Bansao** die Abbaulizenz. Derzeit werden die Daten neu bewertet und eine neue Aufbereitungsanlage geplant.

- Die **Lao-Korea Tin Mining Company**, ein staatliches Gemeinschaftsunternehmen der DVR Laos und der DVR Korea, besitzt neben einem ebenfalls sehr großen Explorationsgebiet eine 143,5 ha Fläche umfassende Abbaulizenz im Phon Tiou Gebiet, ebenfalls Hin Boun Distrikt. Die Phon Tiou Lagerstätte liegt in der südlichen Hälfte des Nam Pa Ten Tals auf den östlichen Hängen der Phou Toun-Phou Soung Gebirgskette. Vermutlich handelt es sich um einen hydrothermal überprägte Skarnlagerstätte. Die C1+C2-Ressourcen im Abbauggebiet betragen 5.689.000 t Erz @ 0,19 % Sn = 10.980 t Sn-Inhalt. Das JV fördert dort jährlich rund 500 – 600 t Cassiteritkonzentrat mit durchschnittlich 70 % Cassiterit, das nach Thailand (Thaisarco) verkauft wird.
- Die laotische **Laotaixing Co., Ltd.** (SRS) besitzt eine staatliche Abbaulizenz für Zinn ebenfalls in der Khammouan Provinz im Süden von Laos und eine Aufbereitungsanlage mit einer monatlichen Kapazität von 1.200 t Konzentrat @ 62 – 65 % Sn. Der Gehalt des abgebauten Erzes soll 0,5 % Sn betragen und die Vorräte für eine Produktion über zwölf Jahre reichen.
- Erst vor kurzem in Produktion durch das sog. „**Lao-Vietnam Joint Venture**“ ging die Lagerstätte Huoi Chun in der Hua Phan

Provinz. JV Partner auf vietnamesischer Seite ist die private VQB Mineral and Trading Group Joint Stock Company, die in Vietnam auch die ebenfalls kleine Zinnlagerstätte Ho Quang Phin, Provinz Ha Ginag, abbaut. Die laotische Lagerstätte Huoi Chan verfügt über Ressourcen von rund 4.000 t Sn-Inhalt. Die Produktionskapazität liegt bei 500 t Cassiteritkonzentrat (@ 70 % Sn)/a. Geplant ist zudem die Errichtung einer Schmelze „Tin Refinery Factory in the People’s Democratic Republic of Laos“ mit einer geplanten Jahreskapazität von 200 t Raffinadezinn @ 99,75 % Sn.

Weiterhin sollen folgende Betriebe ebenfalls Zinnerz abbauen:

- S V Mining/Trading Co., Ltd., Abbaulizenz auf 500 ha Fläche
- Keoblualapha Tin, Abbaulizenz auf 600 Fläche
- Nong Xeun Chaluen Phattana, Abbaulizenz auf 500 ha Fläche
- Chantha vong, Abbaulizenz auf 40 ha Fläche, die derzeit von der Bergbehörde überprüft wird
- Armeeeinheit Khammouan Provinz, 24 ha Explorationsfläche

Tabelle 34: Produktion von Cassiteritkonzentrat (Zinninhalt in t) in Laos durch die vier von der Zentralregierung lizenzierten und an diese ihre Produktion meldenden Abbaufirmen, nach Department of Mines, DVR Laos.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Sn-Inhalt	790	810	551	598	925	674	1.041
Lao Resource Development Boneng-Bansao	Produktionsdaten nicht verfügbar						259
Lao-Korea Tin Mining Company							608
Laotaixing Co., Ltd.							119
Lao-Vietnam JV							55

Malaysia (Produktion)



Malaysia liegt im Zentralteil des südostasiatischen Zinngürtels, der sich von Südchina über Laos bzw. Myanmar, Thailand und Malaysia bis zu den indonesischen „Zinninseln“ von Bangka und Belitung erstreckt. Dieser Zinngürtel gliedert sich in Malaysia und weiter nördlich in zwei Teilstränge, wobei der westliche nach Myanmar verläuft, während der östliche nach Laos abbiegt.

In Malaysia existieren also genau genommen zwei Zinngürtel. Der westliche erstreckt sich bei durchschnittlich 120 km Breite von Perlis an der thailändischen Grenze im Norden bis über Malakka hinaus im Süden. Er lieferte bisher über 95 % der Zinnproduktion Malaysias und umfasst die großen Zinnfelder von Ipoh und Kuala Lumpur. Der östliche Zinngürtel verläuft bei maximal 100 km

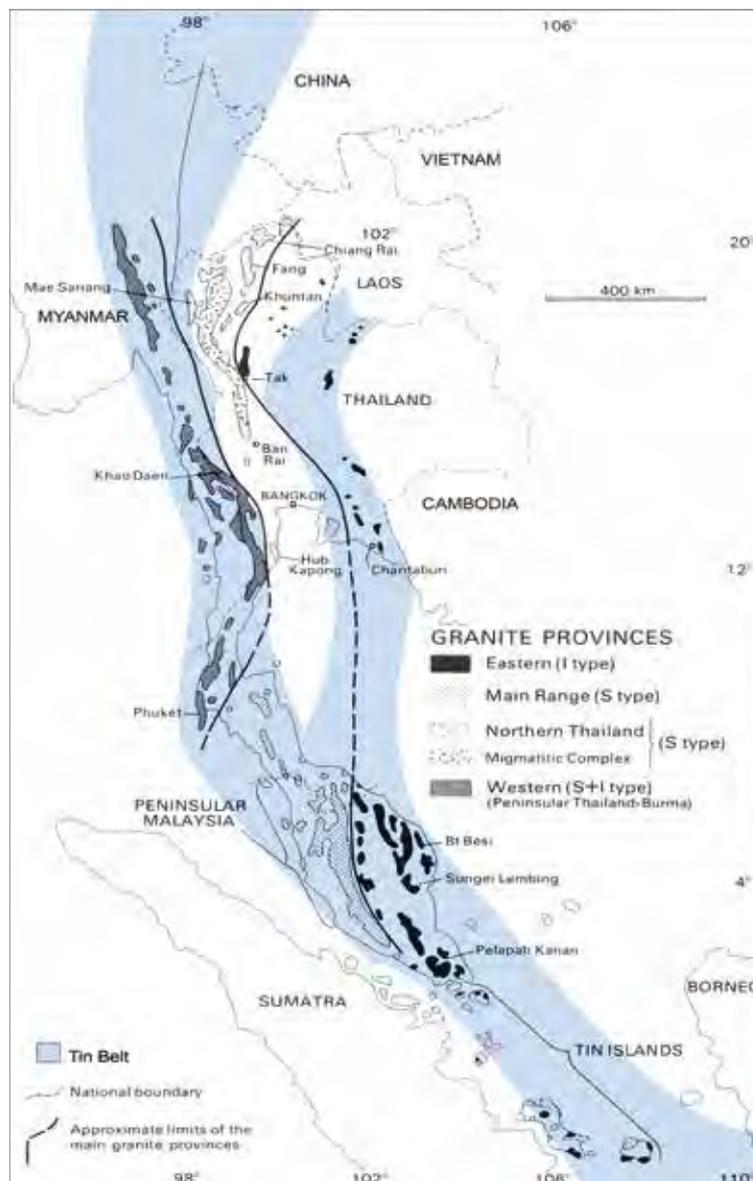


Abbildung 45: Überblick über den südostasiatischen Zinngürtel, leicht verändert nach ANONYM (2010).

Breite entlang der Ostküste Malaysias vom Bundesstaat Terengganu im Norden bis über Singapur hinaus nach Süden (Abb. 45).

Zinnengewinnung in Malaysia lässt sich seit mindestens dem 12. Jahrhundert nachweisen. Als die Portugiesen Malakka im Jahr 1511 eroberten, war Zinn bereits ein wichtiges Handelsgut und Münzmetall. Seit der Eroberung weiterer Teile Malaysias durch die Holländer im Jahr 1641 kontrollierten diese den regionalen Zinnhandel, überließen die Gewinnung jedoch den Malaien. 1793 lässt sich der erste Chinese im Zinnbergbau Malaysias nachweisen, dem bald zehntausende Landsleute folgten. Ende des 19. Jahrhunderts, 1883, stiegen die ersten Europäer, Franzosen, in den Zinnbergbau ein. Die von ihnen produzierte Zinnmenge war jedoch gegenüber derjenigen der zehntausenden von Chinesen völlig unbedeutend. Dies änderte sich erst 1913 mit dem Einsatz des ersten Schwimmbaggers in Malaysia. 1915 waren elf, 1921 schon 30 und 1929 sogar die Rekordzahl von 105 Schwimmbaggen im Einsatz.

Der in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts große Einfluss europäischer Firmen im malaiischen Zinnbergbau wurde mit der Nationalisierung der Bergbauindustrie zwischen 1970 und 1985 stark zurückgedrängt. 1981 konnte als größte staatlich kontrollierte Zinnbergbaugesellschaft, die Malay-

sia Mining Corporation Bhd (MMC), gegründet werden. 1986 kontrollierte die MMC eine Flotte von 42 Schwimmbaggen und einen Tagebau, ließ mit abnehmenden Vorräten ihren letzten Schwimmbagger jedoch 2002 verschrotten.

Malaysia dominierte die Weltzinnproduktion über viele Jahrhunderte bis 1987. Indonesien übernahm 1988 diese Führungsposition, verlor sie jedoch kurz danach für einige Jahre wieder an China. Zwischen 1851 und 2008 wurden nach einer Untersuchung der malaiischen Chamber of Mines (ANONYM 2010) in Malaysia 5.628.882 t Sn (Metallinhalt) ausgebracht, mehr als im gleichen Zeitraum in Bolivien und China zusammen, viermal so viel wie in Thailand und 48 % mehr als in Indonesien.

Zu den Höchstzeiten der Produktion waren in Tagebauen in Malaysia mehr als 1.000 Wasserstrahlkanonen und über einhundert Schwimmbagger im Einsatz. Die Sungai Lembing Tin Mine der Pahang Consolidated Company Ltd. (PCCL) war bei ihrer Schließung Ende der 1960er Jahre das größte (322 km Stollenlänge) und tiefste (610 m Abbauteufe) Zinnbergwerk der Welt. Auch der Hong Fatt Zinntagebau der Sungei Besi Mines war mit einer Abbautiefe von 193 m und einer Ausdehnung von 0,8 x 1,6 km einst der größte Zinntagebau der Welt. Später wurde dieser Tage-

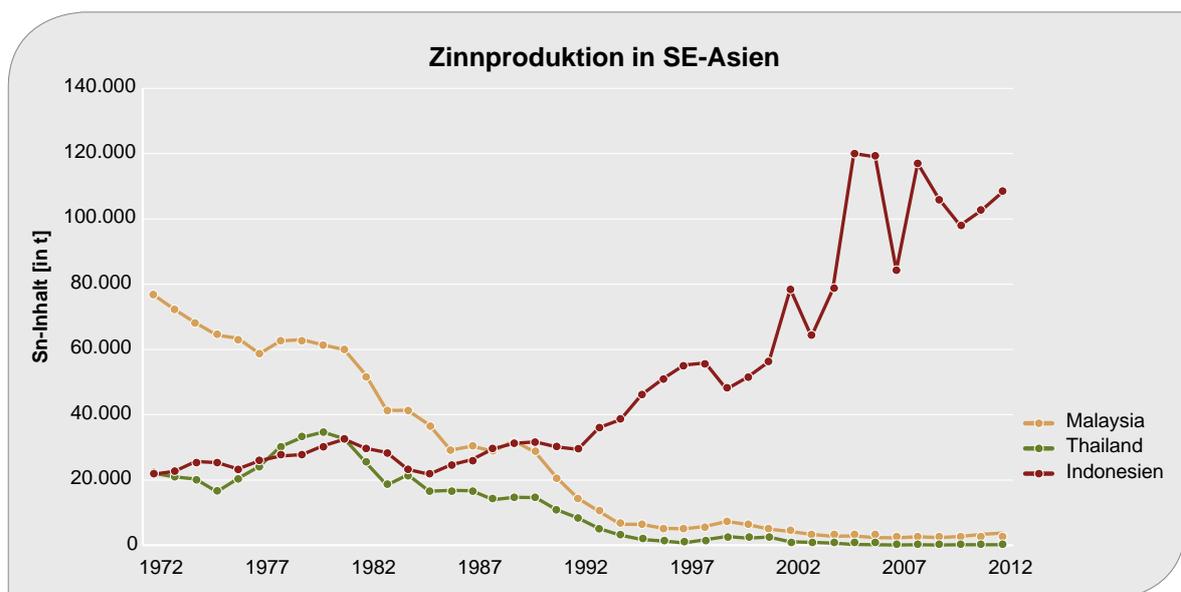


Abbildung 46: Primärzinnproduktion (in t Sn-Inhalt) in Thailand, Malaysia und Indonesien seit 1972, aktualisiert nach ANONYM (2010). Ein Ende der indonesischen Primärzinnengewinnung durch Erschöpfung der Vorräte ist absehbar, vgl. Indonesien.

bau geflutet und das Abbauareal, wie andere auch, zu einem Luxusresort umgestaltet.

Der größte heute noch aktive und schon seit über 100 Jahren produzierende Zinntagebau Malaysias ist die Rahman Hydraulic Tin Mine der Rahman Hydraulic Tin (RHT) Sdn Bhd in Klian Intan, Perak. Das weite und zerfurchte Abbauareal der Firma liegt in den Hügeln ganz im Norden von Perak nahe der thailändischen Grenze. In Abbau stehen angewitterte Cassiterit führende Quarzgänge. Die Firma wurde im Jahr 1907 von zwei Briten gegründet und nach einer wechselvollen Geschichte im November 2004 von der Malaysia Smelting Corporation Bhd (MSC) übernommen. Diese investierte nach der Übernahme erhebliche Summen in den damals unwirtschaftlichen Betrieb und konnte als Erfolg sowohl die durchschnittliche Jahresproduktion verdoppeln als auch die Vorräte deutlich erweitern.

Die Vorräte von RHT nach JORC betragen zum 01.01.2013:

- 2.250.742 m³ Erz @ 2,70 kg Sn/m³ = 6.072 t Sn-Inhalt (measured resource),
- 2.572.292 m³ Erz @ 2,67 kg Sn/m³ = 6.862 t Sn-Inhalt (indicated resource) und
- 15.629.305 m³ Erz @ 1,66 kg Sn/m³ = 25.995 t Sn-Inhalt (inferred resource), d. h. zusammen
- 20.452.339 m³ Erz @ 1,90 kg Sn/m³ = 38.929 t Sn-Inhalt.

Die derzeitige Abbaugenehmigung endet am 28.09.2030.

Produziert wird in fünf Aufbereitungsanlagen ein Vorkonzentrat mit rund 70 % Sn, das in 35 kg-Säcken abgefüllt direkt zur Schmelze von MSC am Standort Butterworth (s. u.) transportiert wird. Aus dem als Beiprodukt anfallenden Amang werden zudem Ilmenit, Zirkon und Monazit abgetrennt.

Zu den in Tab. 35 genannten anderen Firmen zählen vor allem noch einige kleine Seifenabbaubetriebe. Bekannt sind Abbaustellen bei Sungai Durian nahe Tanjung Tualang (Dollar Valley (M) Sdn Bhd) und Kuala Dipang, nahe Kampar.

Mit Ausnahme des Untertagebergwerks von Sungai Lembing und der Tagebaue von Sungei Besi und RHT standen die Festgesteinszinnevorkommen Malaysias bisher nicht in Abbau. Untersuchungen zeigen jedoch, dass besonders im Norden Peraks Potenzial auf weitere abbaubare Zinnlagerstätten besteht. Eine Abbaulizenz mit zehn Jahren Gültigkeit in diesem Gebiet wurde im Jahr 2008 an die HWG Tin Mining Sdn Bhd, eine Tochtergesellschaft der Ho Wah Genting Bhd, verliehen.

Schlechter verhält es sich nach jahrhundertlangem Abbau mit der Wahrscheinlichkeit, neue oder erneut alte Zinnseifenareale in Abbau zu nehmen. Alle der zahlreichen Zinnfelder auf dem Festland Malaysias wurden nach intensiver Exploration bereits teils mehrfach abgebaut und dabei auch alle alten Halden aufgewältigt. Die Abraummächtigkeit beträgt zudem bis 20 m, so dass sich ein Abbau niedrig gradiger, unverritzter Teilgebiete bei den heutigen hohen Kapital- und Betriebskosten nicht lohnt. Die meisten alten Abbauareale wurden zudem inzwischen renaturiert bzw. rekultiviert und zu Obst- und Gemüseplantagen, Aquakulturen, Einkaufszentren, Wohn- und Gewerbegebieten, Golfplätzen sowie Luxusresorts umgewandelt.

Die erste Zinnschmelze westlichen Typs in Malaysia wurde 1886 errichtet. 1902 wurde durch die damalige Straits Trading Company die Seng Kee Smelting Works am Standort Butterworth in Penang eröffnet, aus der eine der heute weltweit größten Zinnschmelzen und die größte Lohnzinnschmelze der Welt, die Malaysia Smelting Corporation Bhd (MSC) hervorging. Seit Mitte 1998 ist die MSC die einzige verbliebene Zinnschmelze in Malaysia. Das in ihr verarbeitete

Tabelle 35: Produktion von Cassiteritkonzentrat (Zinninhalt in t) durch die Rahman Hydraulic Tin Sdn Bhd und andere Firmen in Malaysia, nach MSC Annual Reports.

Sn-Inhalt	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Rahman Hydraulic	2.398	1.163	1.526	1.693	1.769	2.010	2.179
andere Firmen	0	1.101	1.080	687	899	1.134	1.546
Malaysia gesamt	2.398	2.264	2.606	2.380	2.668	3.344	3.725

Cassiteritkonzentrat stammt von ihrem Tochterunternehmen RHT (s. o.), Beteiligungen in Indonesien sowie weit vorwiegend aus Zukäufen aus aller Welt. MSC verfügt über eine Raffinadekapazität von 35.000 t Sn in Malaysia; das Beteiligungsunternehmen Koba Tin in Indonesien, mit einer Raffinadekapazität von 25.000 t ist seit Oktober 2012 gestundet. Schwerpunktinvestitionsländer von MSC sind Malaysia, Indonesien und die DR Kongo.

Literaturauswahl:

ANONYM (2010): Tin Story. Heritage of Malaysia.- Kuala Lumpur Tin Market: 204 S., zahlr. Abb. und Tab.; Kuala Lumpur.

Tabelle 36: Produktion von Raffinadezinn (in t) durch die Malaysia Smelting Corporation Bhd (MSC), nach MSC Annual Reports.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Sn-Inhalt	22.850	25.471	31.630	36.407	38.737	40.267	37.792

Tabelle 37: Import von Zinnerzen und -konzentraten (in t) nach Malaysia aus den wichtigsten Zinnbergbauländern bzw. Transitländern, nach UN Comtrade Database, DESA/UNSD 2013 bzw. MSC Annual Reports.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Australien	1.423	3.427	1.937	6.673	8.053	8.224	10.985
Belgien	1.057	741	434	243	684	404	798
Bolivien	136	123	60	201	169	433	191
Brasilien	21	393	682	1.985	230	1.057	910
China	2.327	1.673	0	0	0	475	189
Kongo, Republik	0	1.296	1.917	2.784	7.135	2.457	3.486
Kongo, DR	842	729	0	0	0	< 1	50
Indonesien	542	2.885	1.396	1.942	1.327	1.058	518
Japan	44	34	0	63	70	27	27
Kanada	0	26	0	0	0	806	0
Myanmar	155	74	0	223	433	1.201	551
Nigeria	325	543	369	570	912	1.874	3.063
Philippinen	0	0	0	0	0	42	0
Ruanda	44	650	792	21	1.226	5.716	4.653
Singapur	0	0	12	0	0	3	24
Spanien	60	0	0	42	35	35	31
Südafrika, Republik	3.259	5.594	2.414	6.745	9.285	5.658	438
Tansania	0	0	0	0	0	25	0
USA	898	850	714	1.284	886	498	449
Gesamt nach UN Comtrade	12.224	19.993	10.779	22.899	30.589	30.031	26.536
Gesamt nach MSC	15.064	20.643	20.987	22.928	31.359	33.031	29.719

Marokko (Projekte)



In Marokko wurde im Jahr 1985 durch das staatliche marokkanische Bureau des Recherches et de Participations Minières ("BRPM") ca. 140 km südöstlich der Hauptstadt Rabat ein Zinnvorkommen entdeckt, das nach 1991 vom BRPM intensiv exploriert wurde. 1997 setzte die australische Kasbah Resources Ltd. die Exploration

fort und brachte das Projekt bis zur Genehmigungsreife. Zwischenzeitlich haben sich große Zinnhandelsunternehmen inkl. Toyota Tsusho Corporation und die Zinnschmelze Thaisarco an dem Projekt beteiligt bzw. Aktien von Kasbah Resources gezeichnet.

Projekt:	Achmmach
Betreiber:	Kasbah Resources Ltd., South Perth
Homepage:	www.kasbahresources.com
Ziel:	BFS März 2014 vorgelegt, Abbau der Eastern und Western Zone Shallows im Tagebau, später Untertageabbau von 1,0 Mio. t Erz/a aus turmalinisierten und mit Cassiterit vererzten Quarzgängen sowie Produktion von 5.300 t Sn-Inhalt/a (Konzentrat @ 54,5 % Sn) über 9 Jahre
Reserven:	8,445 Mio. t Erz @ 0,78 % Sn = 65.780 t Sn-Inhalt (proven + probable) (cut-off grade 0,55 % bzw. 0,3 % Sn)
Ressource:	14,6 Mio. t Erz @ 0,85 % Sn = 123.100 t Sn-Inhalt (measured + indicated + inferred) (cut-off grade 0,5 % Sn) 700.000 t Erz @ 0,85 % Sn = 5.800 t Sn-Inhalt (Eastern Zone Shallows, indicated) (cut-off grade 0,35 % Sn) 221.000 t Erz @ 0,95 % Sn = 2.100 t Sn-Inhalt (Western Zone Shallows, indicated) (cut-off grade 0,35 % Sn)
recovery grade:	71 %
Gestehungskosten:	15.309 US\$/t
Produktionsbeginn:	Q2 2016
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 sehr wahrscheinlich



Abbildung 47: Bohrarbeiten im Achmmach Projektgebiet in Marokko, Foto: Kasbah Resources Ltd. Quelle: BGR

Mongolei (Produktion)



Aus der Mongolei sind nur wenige Primärlagerstätten von Zinnerzen bekannt, die, soweit es sich um Gänge handelt, volumenmäßig meist sehr begrenzt und niedriggradig sind. Die bisher größte bekannt gewordene Ganglagerstätte von Narsiin Khundlen besteht aus vier Erzgängen von 300 bis 400 m Länge und 1,25 bis 5,1 m Mächtigkeit. Die Zinngehalte betragen durchschnittlich 0,85 %, maximal 3,72 % Sn (s. Projekte).

Die Magnetit reiche Skarnlagerstätte von Oortsog Ovoo enthält C2-Ressourcen von 36.850 t Sn (Erz @ 0,2 – 1,95 % Sn), 13.137 t Zn, 5.292 t Cu und ca. 1.000 t Pb. Bisherige Aufbereitungsversuche verliefen, wohl aufgrund der geringen Korngröße des Cassiterits (0,01 – 1,0 mm), sehr unbefriedigend (s. Projekte).

Einzig von wirtschaftlicher Bedeutung sind eluviale und alluviale Seifen. Sie kommen in verschiedenen Regionen der östlichen Mongolei (Tuv Aimag, Khentii Aimag) vor.

Seit 1949 – in den Anfangsjahren auch durch deutsche Kriegsgefangene, derzeit nur noch durch chinesische Kleinfirmer und artisanal – werden Cassiterit und teils auch Wolframit aus den Seifen des rund 10 km langen und maximal 0,5 km breiten Modot Tals und seiner Nebentäler bei Tsernamandal gewonnen. Die Mächtigkeit der dortigen fluvialen Sedimente schwankt zwischen 5 und 50 m. Es sind mindestens zwei Seifenhorizonte ausgebildet. Sie führen neben Cassiterit und Wolframit in größeren Mengen auch Granat, Ilmenit, Magnetit und Leukoxen. Der cut-off



Abbildung 48: Alte Tagebaue im Modot Tal, Mongolei. Foto: BGR.

grade für alle Seifen im Modot Tal betrug stets 100 – 150 g Cassiterit/m³ Sediment. Der Durchschnittsgehalt schwankte zwischen 170 g/m³ und 450 g/m³, überstieg lokal aber auch 700 g/m³. Die WO₃-Gehalte waren dagegen wesentlich geringer und lagen bei wenigen g/m³ bis < 200 g/m³.

Durch die BGR im Jahr 2008 aus einem chinesischen Abbaubetrieb entnommene Einzelproben erbrachten umgerechnet Gehalte von 218 g SnO₂ und 56 g WO₃ pro Tonne Sediment bzw. 191 kg SnO₂ (15 % Sn) und 51 kg WO₃ pro Tonne Vorkonzentrat. Die Gehalte an Pb und Zn waren leicht erhöht, die Gehalte an U und Th dagegen niedrig.

Die in verschiedenen Abbauperioden aus den verschiedenen Horizonten des Modot Tals produzierten Cassiteritkonzentrate sollen durchschnittlich 30 bis 50 % Sn enthalten haben. Nach den historischen Aufzeichnungen wurden bis 1990 insgesamt mindestens 9.765 t Sn (Inhalt im

Konzentrat) und 1.300 t WO₃ (Inhalt im Konzentrat) ausgebracht.

Die Aufbereitungsverluste sollen 8 – 15 % beim Cassiterit, aber 87 – 88 % beim WO₃ (im Wolframit) betragen haben. Besonders in den Anfangsjahren des Abbaus waren die Aufbereitungsverluste aber wohl wesentlich höher, denn in den großen Halden am Talausgang finden sich in den Geröllen verbreitet bis 3 cm große Cassiteritkristalle (@ 72 % Sn), die von Kindern herausgepickt und dann von ihren Eltern an Zwischenhändler verkauft werden.

Die im Modot Tal nach fast 65 Jahren Abbau verbliebenen Sn-Reserven sind unbekannt, aber vermutlich gering. Die abbaubaren Vorräte in den unzureichend erkundeten, fast vollständig noch unverritzten Nachbartälern des Modot Tals werden dagegen auf mindestens 6.500 t Sn (in Cassiterit) und 900 t WO₃ (in Wolframit) geschätzt.



Abbildung 49: Abbau der East Khujkhaan Sn-W-Seife durch die National Mongolian Company im Sommer 2008. Foto: BGR.

Das einige Kilometer östlich des Modot Tals gelegene Khujkhaan Tal ist 12 km lang und stand – wohl am Talausgang – zwischen 1949 und 1955 für wenige Jahre bereits ebenfalls in Abbau. Im Jahr 2008 begann im oberen Talabschnitt die mongolische National Mongolian Company neu mit dem Abbau und der Aufbereitung der dortigen East Khujkhaan Sn-W-Seife, die nach Neuerkundung der Firma abbaubare Vorräte von rund 2.000 t Sn- und WO_3 -Inhalt enthalten soll.

In den wenigen Sommermonaten werden durch die Firma seitdem in einem 20 bis 30 m tiefen Tagebau mittels Standardraupenbagger drei jeweils 1,5 m mächtige Seifen abgebaut, von denen die tiefste nach einer Einzelanalyse der BGR die höchsten Gehalte von rund 590 g SnO_2 und 141 g WO_3 pro Tonne führt.

Die in 3 km Entfernung errichtete, relativ moderne Aufbereitungsanlage besitzt eine Kapazität von

90.000 bis 100.000 m^3 Sediment pro Jahr und soll über einen Zeitraum von 16 Jahren jährlich ca. 100 t Konzentrate mit einem Sn-W-Verhältnis von 1 : 1 produzieren. Bei einer Beprobung durch die BGR im Jahr 2008 wurden im Cassiteritkonzentrat Gehalte von 68 % Sn und 4 % W, im WolframtKonzentrat von 48 % W, aber noch 15 % Sn festgestellt. Damalige Abnehmer für diese noch recht unsauberen Konzentrate stammten aus der Tschechischen Republik und der Schweiz. Weitere Interessensbekundungen lagen aus China und Südkorea vor.

Die National Mongolian Company war zu dieser Zeit an technischer Unterstützung und einem Investment interessiert. Dieses kam wohl zwischenzeitlich aus China, denn die Abbaufirma heißt jetzt Hongchanli und ist ein chinesisch-mongolisches JV.

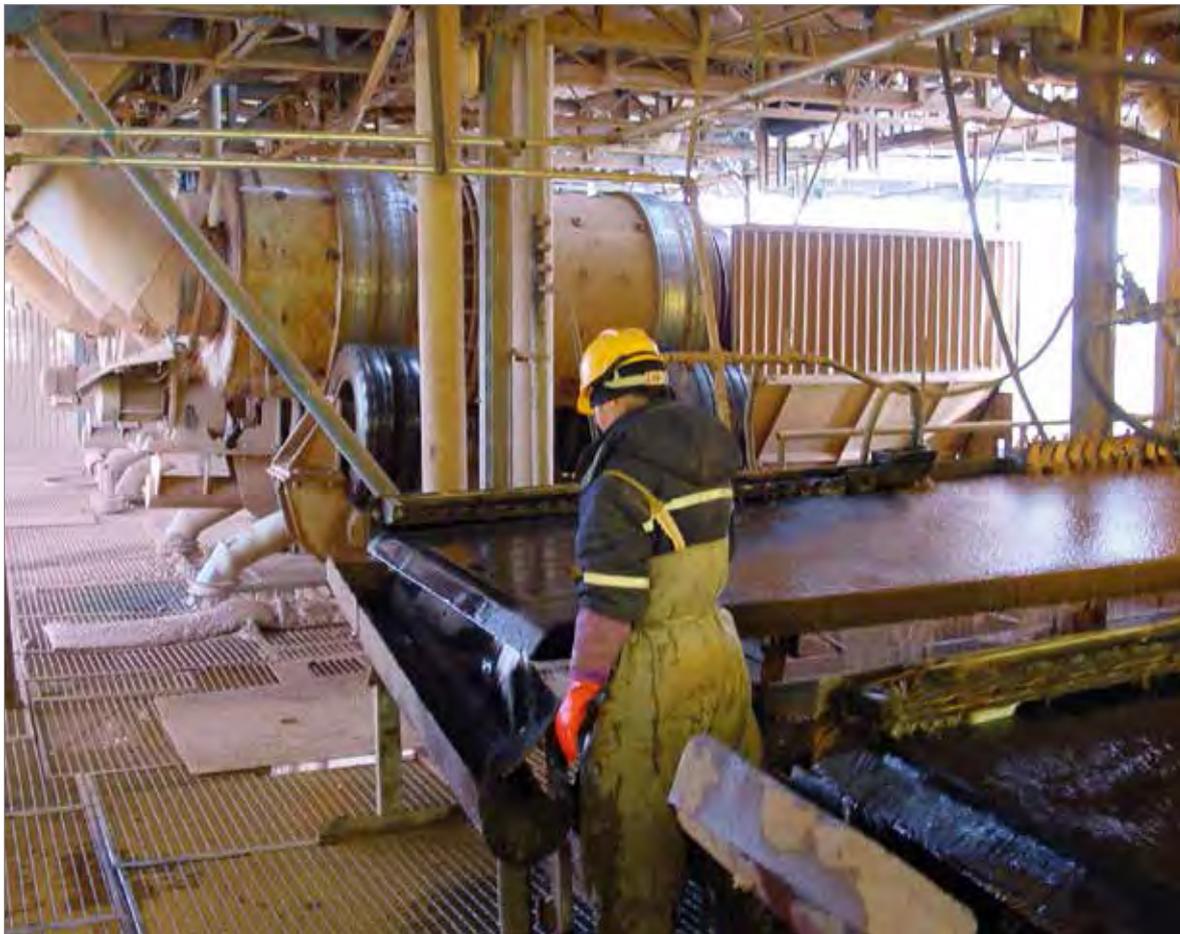


Abbildung 50: Blick in die Aufbereitungsanlage der National Mongolian Company im Sommer 2008. Foto: BGR.

Rund 50 km südöstlich von Ulaanbaatar, im Tuv Aimag, liegt in einem bekannten Weide-, Wasser- und Naherholungsgebiet die Zinnprovinz von Janchivlan-Elstein, die ebenfalls schon seit Jahrzehnten bekannt ist. Ungefähr 20 Seifen mit jeweiligen Inhalten von meist nur wenigen hundert Tonnen Sn wurden näher erkundet. Die Seifen enthalten zwischen 100 und 600 g Cassiterit/m³ und zusammen ca. 6.000 t Sn (Metallinhalt). Die größte Seife, Elstein, enthält B+C1+C2-Reserven/Ressourcen von 3.000 bis 3.500 t Sn-Inhalt. Die Urt Gozgor Seife führt zudem 25 g Columbium-Tantalit/m³. Seit 2012 steht das dortige Teilvorkommen Avdarant mit seinen sechs Einzelseifen (300 – 550 g Cassiterit/m³) und Gesamtvorräten von 637 t Sn-Inhalt (C1+C2-Kategorie) in Abbau (s. Tab. 39).

Als cut-off grade während der russischen Explorationskampagnen wurde ein Minimumgehalt von 150 g Cassiterit/m³, für die spätere Ressourcenberechnung ein Mindestgehalt von 380 g Cassiterit/m³ angesetzt.

Neben den genannten Seifen sind in der Mongolei noch rund 80 weitere Cassiteritseifen bekannt, die zum Teil durchaus hohe Gehalte bei aber durchweg geringen Tonnagen, schlechter Infrastruktur und ganzjährig gefrorenem Boden aufweisen.

Literatur:

ELSNER, H., BUCHHOLZ, P., SCHMITZ, M. & ALTANGEREL, T. (2011): Industrial Minerals and Selected Rare Metals in Mongolia. An Investors' Guide.- Mineral Authority of Mongolia: 322 S., 136 Abb., 88 Tab., 26 Karten; Ulaanbaatar.

Tabelle 38: Export von Cassiteritkonzentrat (@ 50 % Sn-Inhalt) (in t) aus der Mongolei, nach Mineral Resources Authority of Mongolia (MRAM), basierend auf Daten der Customs General Administration.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Cassiteritkonzentrat (@ 50 % Sn)	0	27,5	87,5	15	13	84,3	108,3
= Sn-Inhalt	0	14	42	8	7	42	54

Tabelle 39: Produktion von Cassiteritkonzentrat (in t) in der Mongolei, nach detaillierten Recherchen der Mineral Resources Authority of Mongolia (MRAM) für diese Studie.

Provinz	Subprovinz	Firma	Sn-Gehalt (%)	2010	2011	2012
Khentii	Tsernhamandal	Hongchanli ¹⁾	35,46 – 58,45	13,3	54,8	98,5
Khentii	Tsernhamandal	Bayanmodot uul ²⁾	40 – 48	36,96	13,3	–
Tuv	Erdene	Olova ³⁾	35,46 – 58,45	–	–	9,8
= ca. Sn-Inhalt				22	32	51

¹⁾ Chinesisch-mongolisches JV, ²⁾ Lizenzinhaber: „Richway Holding“ aus Hongkong, Grube: Bayanmod,

³⁾ Lizenzinhaber: 80 % Rin Hami, Guernsey Islands, 20 % mongol. Teilhaber, Grube: Avdarant

Mongolei (Projekte)



In der Mongolei gibt es neben den bekannten Seifenzinnlagerstätten noch zwei, teils bereits erkundete Vorkommen von Primärzinn, zu denen Vorratsberechnungen des Zinninhalts vorliegen.

Projekt: Narsiin Khundlen (Narsiin Hundlun), Dornod Aimag
Betreiber: Amerilangui Ujin LLC, Ulaan Bataar
Homepage: k. A.
Ziel: Gewinnung von Gangerzen im Tagebau
Reserven: 924.000 t Erz @ 0,61 % Sn = 5.635 t Sn-Inhalt (B- + C-Kategorien)
recovery grade: k. A.
Gestehungskosten: k. A.
Produktionsbeginn: Plan: 1.300 t Sn-Inhalt/a in 2010, 5.250 t Sn-Inhalt/a ab 2012
Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Projekt: Oortsog Ovoo, Dundgovi Aimag
Betreiber: Mogul Ventures Corp., Toronto
Homepage: www.mogulvc.com
Ziel: Gewinnung von Magnetit reichen Skarnerzen mit Sn-Zn-Cu-Pb-Vererzung in fünf einzelnen Tagebauen
Ressource: 6,7 Mio. t Erz @ 0,64 % Sn = 36.850 t Sn-Inhalt (C2-Kategorie) + Zn+Cu+Pb
recovery grade: < 20 %
Gestehungskosten: k. A.
Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich



Abbildung 51: Alter Prospektionsgraben im Oortsog Ovoo Polymetallprojektgebiet fernab jeglicher Infrastruktur im Sommer 2010. Foto: BGR.

Myanmar (Produktion)



Myanmar, früher Burma, liegt am Nordende des westlichen Seitenarms des südostasiatischen Zinnsteingürtels (s. Malaysia).

Myanmar ist bekannt für seine Zinn-, aber auch Wolframvorkommen, die seit Jahrhunderten in Abbau stehen. Dem Department of Geological Survey and Mineral Exploration of Myanmar sind derzeit 358 Lagerstätten und 125 Vorkommen von Zinn/Wolfram bekannt. Diese enthalten 39,39 Mio. t Erz bzw. 140.000 Cassiterit-Wolframit-Konzentrat (LWIN 2012).

Nie kam es aber bisher, wie in den südlichen Nachbarländern Thailand, Malaysia oder Indonesien, zu einem großkommerziellen Abbau. Ein Großteil der Abbaustellen in Myanmar wird immer noch durch sog. Tributäre, d. h. kleine selbständige Unternehmer, betrieben, die verpflichtet sind, die gewonnenen Erze, möglichst bereits in Konzentratform, an die Lizenzinhaber abzuliefern. Das Ausbringen in den Lagerstätten ist dementsprechend schlecht.

Auch die Exploration auf Zinn verlief bisher nur begrenzt und nicht systematisch, so dass das wahre Potenzial an Zinn in Myanmar sowohl onshore, als auch besonders offshore noch unbekannt ist.

Ganz Zentralmyanmar wird vom 2.170 km langen Irawadi durchflossen, der im Himalaya entspringt und im Golf von Martaban, der zur Andamanensee gehört, mündet. Unweit östlich des zentralen Irawadi, zwischen den Städten Mandalay im Norden und um Pinyinmana im Süden, liegen zahlreiche Festgesteinszinn- bzw. -wolframvorkommen.

Die meisten Seifen-Zinn-Wolframvorkommen Myanmars liegen dagegen in der Verwaltungseinheit Tanintharyi. Diese bildet ein lang gestrecktes waldreiches Küstenland im Südosten von Nieder-Myanmar und liegt direkt an der Andamanensee. Nach Osten steigt das Tenasserim-Gebirge bis auf 1.600 m Höhe an und bildet so eine natürliche Grenze zum benachbarten Thailand.

In den Gewässern offshore Tanintharyi und im Golf von Martaban wird mit einem großen Potenzial an Seifenzinn gerechnet, doch liegen noch keinerlei gesicherte Daten vor. Zinnabbauunternehmen aus China, Thailand (Myanmar Pongpipat Company Ltd.), Malaysia (MSC) und Indonesien (PT Timah) engagieren sich bereits in Myanmar und wollen das vermutete Zinnpotenzial des Nachbarlandes erforschen und – natürlich – auch für ihre Zwecke nutzen.

Die bekanntesten zinnhöflichen Distrikte Myanmars mit ihren wichtigsten Einzellagerstätten sind (von Süden nach Norden):

Tanintharyi Region (mit den Distrikten Kawthaung, Myeik und Dawei)

Kawthaung Distrikt

Ein kleiner Zinndistrikt im äußersten Süden Myanmars, in dem der (legale) Zinnsteinabbau völlig zum Erliegen gekommen ist.

- Die wichtigsten Abbaustellen lagen bei Yadanabon (Namyen Mine), nur 4 km westlich der Grenze nach Thailand. In verwitterten Sedimenten und Graniten standen dort über viele Jahre durch die Mineral Resources Development Corporation Quarzlinsen und -gänge mit Wolframitknollen und fein verteiltem Cassiterit im Abbau. Molybdänit, Turmalin, Lepidolith und Fluorit wurden als Nebenbestandteile beobachtet. Greisen sind in diesem Gebiet ebenfalls weit verbreitet und enthalten durchschnittlich 1,3 % Sn, etwas Bi, aber nur selten W. Verwitterte Pegmatitgänge erbrachten bis 0,3 % Sn. Seifen, meist aber mit nicht abbauwürdigen Gehalten, finden sich an zahlreichen Stellen. Während der Regenzeit wurde mit hydraulischen Methoden, in der Trockenzeit auch durch kurze Stollen, an vier Stellen die Produktion aufrechterhalten. Wolframit war das Hauptprodukt. Die im Abbauggebiet enthaltenen wahrscheinlichen Reserven wurden auf 7.000 t Cassiterit-Wolframit-Inhalt im Erz geschätzt.

- Kleinbergbau fand im Bokpyin Gebiet auf rund 2 m mächtige, alluviale und eluviale Seifen und auf die darunter lagernden Pegmatitgänge statt. Die verbliebenen wahrscheinlichen Reserven der Atwin Bokypin Seife werden vom Department of Geological Survey and Mineral Exploration of Myanmar mit 360 t Sn-Inhalt bei einem Durchschnittsgehalt von 330 g Sn/m³ angegeben (LWIN 2012). Die Ressourcen in den unzureichend explorierten Pegmatitgängen werden dagegen auf 12.000 t Sn-Inhalt geschätzt.
- Während der Regenzeit wurden am Migyaung chaung Seifen als auch Pegmatitgänge auf Cassiterit hin abgebaut.

Myeik (Meguie) Distrikt

Im Geschäftsjahr 2011/12 standen in diesem Distrikt 13 Lagerstätten mit 21 Abbaustellen im Abbau. Aus ihnen wurden 315,5 t Cassiteritkonzentrat sowie 1,3 t Wolframit-Cassiterit-Mischkonzentrat gewonnen.

- Die Abbaustellen um Mayinhla stehen unter Kontrolle der Firma Shwe Pin Lel und erbrachten in 2011/12 rund 106 t Cassiteritkonzentrat.
- Der Palaw Fluss und sein Zufluss, der Impon, entwässern ein Gebiet mit zahlreichen Granitvorkommen. Im Oberlauf dieser Flüsse, von Shanthé bis Kadinngepya, über rund 30 km Länge, erstrecken sich zahlreiche Ausbisse von Pegmatitlinsen, die teils reich an Cassiterit sind. Im Geschäftsjahr 2011/12 wurden hier durch die Firma Ngwe Myanmar immerhin 101 t Cassiteritkonzentrat gewonnen. Früher bestand hier auch ein Zinnschmelze.
- Dieselbe Firma ließ 2011/12 aus den Mangrovensümpfen südlich von Mergui, nahe Yamon, an der Einmündung des Tenasserim Flusses, 16 t Cassiteritkonzentrat auswaschen.
- 2011/12 wurden durch die Firma Lay Kyun Myintmo aus alluvialen Seifen bei Kazat 41 t Cassiteritkonzentrat gewonnen.
- Bei Theindaw, oberhalb Tagu, am linken Ufer des Tenasserim Flusses, stehen seit 1926 Seifen aus grobkörnigem Quarzkies mit Cassiterit in Abbau. Im Geschäftsjahr 2011/12 produzierte

dort die Myanmar Sn & W Company in einem 70:30 Joint Venture mit dem No. 2 Mining Enterprise (s. Hainda) 29 t Cassiteritkonzentrat. Die verbliebenen wahrscheinlichen Reserven bei Theindaw werden vom Department of Geological Survey and Mineral Exploration of Myanmar mit 160 t Sn-Inhalt bei einem Durchschnittsgehalt von 210 g Sn/m³ angegeben (LWIN 2012).

- Die Monoron Seifenzinnabbaue liegen im Quellgebiet des Khe chaung und lieferten im Jahr 2011/12 rund 2 t Zinnsteinkonzentrat
- Bei Thabawleik, 30 km südöstlich von Tenasserim, wurden schon vor dem Zweiten Weltkrieg alluviale Seifen durch die Thabawleik Tin Dredging Company und später auch durch die Anglo-Burma Tin Company abgebaut. Trotz ungünstiger Transport- und Wasserverhältnisse sowie einer harten Lateritkruste handelte es sich bei Thabawleik um eines der produktivsten Zinnvorkommen Myanmars, in dem über Jahrzehnte hochgradige Cassiteritkonzentrate mit 72 % Sn-Gehalt produziert wurden. 2011/12 wurden dort in drei Abbaustellen durch die Wai International Company jedoch nur noch 1,3 t Cassiteritkonzentrat produziert.
- Im Cheokling Tagebau wurden früher W-Sn-Konzentrate aus vererzten Quarzgängen unter 6 – 7 m Abraum Abbau gewonnen.
- Die Kyein chaung und Thandaung Abbaue lieferten früher aus den dortigen alluvialen und eluvialen Seifen bis zu 2 t Cassiteritkonzentrat pro Monat und Abbau.
- Die Abbaustellen bei Palauk, am bekanntesten sind Kathay und Mwehauk chaung, liegen in unwegsamem Gelände. Dortige Gänge führen Molybdänit, Cassiterit und Wolframit. In Seifen wurde auch gediegen Bismut gefunden.

Dawei (Tavoy) Distrikt

Wegen seiner guten Zugänglichkeit ist der Dawei Distrikt relativ gut exploriert und Dutzende von Primär- und Seifenzinnvorkommen sind bekannt. Im Geschäftsjahr 2011/12 standen in diesem Distrikt 23 Lagerstätten mit 23 Abbaustellen im Abbau. Aus ihnen wurden durch 18 Firmen 454,8 t Cassiteritkonzentrat sowie 467,2 t Wolframit-Cassiterit-Mischkonzentrat gewonnen.

- Mit Abstand wichtigste Gewinnungsstätte im Dawei Distrikt sowie einziges bisheriges Joint Venture mit einer thailändischen Abbaufirma ist die Heinda Mine. Diese liegt rund 30 km Luftlinie und 65 km per Straße östlich der Regionshauptstadt Tavoy. Die Hauptlagerstätte bei Hpolontaung befindet sich zwischen dem Heindu chaung im Norden und dem Heinda chaung im Süden. Ein Schacht, der auf dem Hpolontaung Hill bis in 115 m Teufe niedergebracht wurde, hat das Liegende der großflächig anstehenden Sedimente noch nicht angetroffen. Dabei handelt es sich um lakustrine Ablagerungen aus geschichteten Tonen, Sand- und Kieshorizonten. Der Seifencassiterit stammt aus der Verwitterung von Greisen, Quarzgängen und evtl. Pegmatiten. Beginnend ab 1928 standen die Seifen von Heinda durch die Anglo-Burma Tin Company, Ltd. in Abbau, die 1938 Reserven von 17,1 Mio. m³ Erz mit 280 g Sn/m³ (= 4.788 t Sn-Inhalt) ermittelte. 1946, nach dem Zweiten Weltkrieg, wurde der Abbau, ab 1956 durch ein Joint Venture zwischen der Anglo-Burma Tin Company (49 %) und der Regierung von Burma (51 %) fortgesetzt. Aus dem Jahr 1962 stammt eine weitere Berechnung der Reserven mit insgesamt 13,92 Mio. m³ Erz bzw. 11.557 t Cassiteritkonzentrat @ 72 % Sn (= 8.321 t Sn-Inhalt). 1970 wurden nach weiterer Exploration Reserven von 20,5 Mio. m³ @ 688 g Cassiterit/m³ (= 542 g Sn/m³) (= 11.100 t Sn-Inhalt) ermittelt.
- Im Juli 1999 ging die thailändische Myanmar Pongpipat Company, Ltd. (MPC) mit dem No. 2 Mining Enterprise (ME-2) der burmesischen Militärregierung, der zu dieser Zeit alle Zinn- und Wolframminen in Myanmar unterstellt waren, ein Joint Venture zur Abnahme von Cassiterit und Wolframit aus der Heinda Mine ein. Von MPC wurden daraufhin erhebliche Finanzmittel, im Wesentlichen für moderne

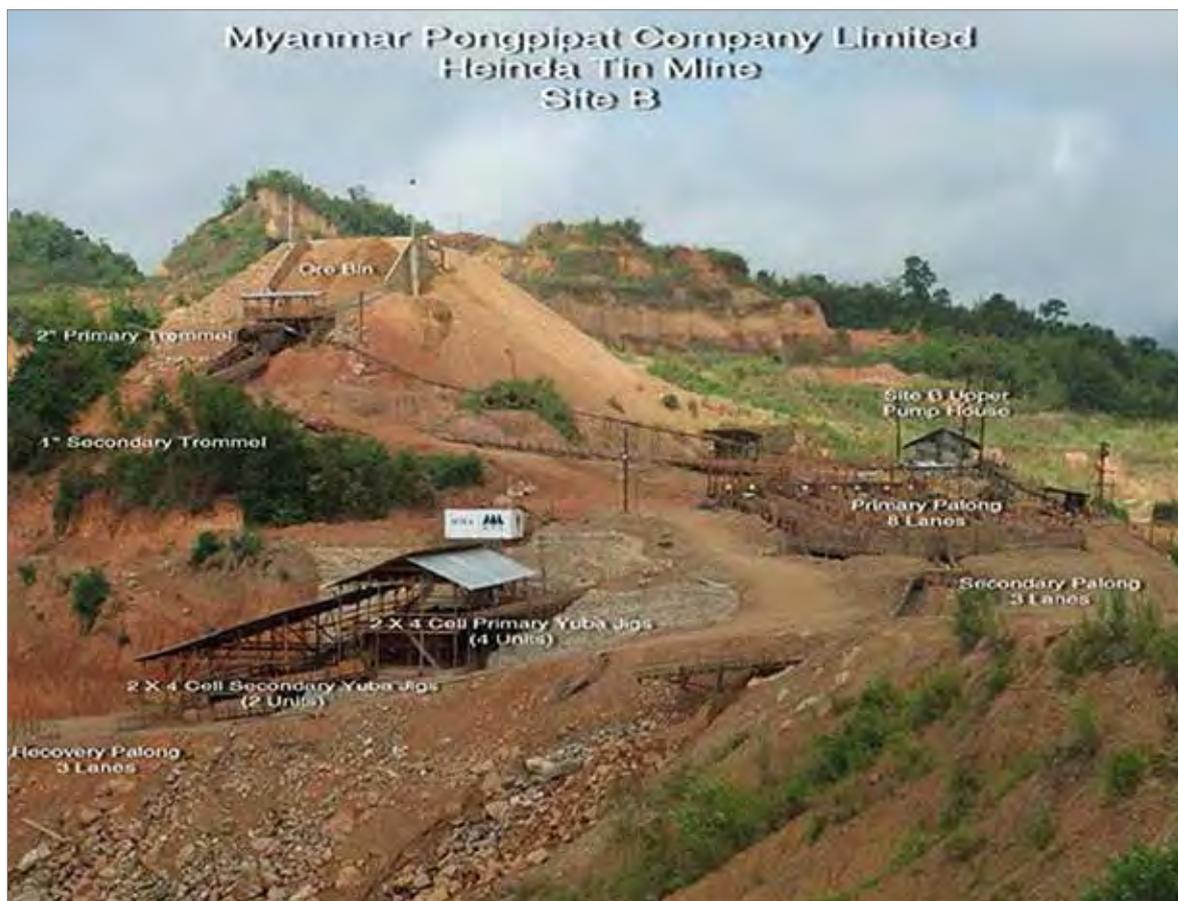


Abbildung 52: Blick auf die Aufbereitungsanlagen der Heinda Tin Mine, Foto: Myanmar Pongpipat Company Ltd. Quelle: BGR

Aufbereitungsanlagen, in dieses Projekt investiert. Erwartet wurde eine Jahresproduktion von 1.500 t Cassiteritkonzentrat @ 72 % Sn, die bisher aber nicht erreicht werden konnte. Im Rahmen einer weiteren Beteiligung von Privatfirmen in der Cassiterit-/Wolframitgewinnung in Myanmar im Jahr 2002 konnte MPC sich einen Anteil von 65 % an der Heinda Mine sichern. Im Geschäftsjahr 2011/12 wurden an diesem Standort 396,3 t Cassiteritkonzentrat produziert. Die noch verfügbaren wahrscheinlichen Reserven im Lizenzgebiet werden vom Department of Geological Survey and Mineral Exploration of Myanmar derzeit auf rund 13.000 t Sn-Inhalt bei einem Durchschnittsgehalt von 400 g Sn/m³ geschätzt (LWIN 2012).

- Im Gezeitenbecken von Heinze produzierten schon vor dem Zweiten Weltkrieg Schwimmbagger der Tavoy Tin Dredging Company, Ltd. und des Heinze (Burma) Tin Syndicate Ltd. mehrere hundert Tonnen Cassiteritkonzentrat pro Jahr. Die verbliebenen wahrscheinlichen Reserven im Heinze Becken werden vom Department of Geological Survey and Mineral Exploration of Myanmar auf rund 68 Mio. m³ Erzsand bei jedoch relativ niedrigen Durchschnittsgehalten von 120 – 180 g Sn/m³, entsprechend rund 10.000 – 12.000 t Sn-Inhalt geschätzt (LWIN 2012), so dass bei den gegenwärtigen Weltmarktpreisen für Zinn ein wirtschaftlicher Abbau nicht mehr möglich ist.
- Das Bawapin Vorkommen liegt 5½ km nordwestlich der Heinda Mine. Im Abbau stehen – in der Trockenzeit aus Stollen und Gruben, in der Regenzeit durch hydraulische Methoden – dünne Gänge und Linsen in verwittertem Granit und eluviale Seifen. Während früher durch die damalige Consolidated Tin Mines of Burma, Ltd. mehrere zehner Tonnen Cassiteritkonzentrat pro Jahr gewonnen wurden, produzierte die Dawei Myay Mining Co., Ltd., ein Joint Venture mit ME-2 (s. o.), im Geschäftsjahr 2011/12 nur eine Tonne Zinnsteinkonzentrat.
- Die Kanbawk Mine liegt in einem engen Tal des Küstengebirges des Dawei Distrikts, inmitten von Sedimentgesteinen, die hier von bis zu 25 m mächtigen alluvialen und eluvialen Ablagerungen überdeckt sind. Das Bergwerk liegt an der Ostflanke einer isolierten Granitintrusion mit zahlreichen erzführenden Gängen mit Drusen. Seifen stehen hier seit 1911 auf Cassiterit, Wolframit und untergeordnet Bismutinit im Abbau. Schon während des Ersten Weltkriegs wurde in der Trockenzeit auch untertage gefördert. Nach verschiedenen Eigentümerwechseln nach dem Krieg wird der Abbau seit 1996 (Abnahmevertrag) bzw. 1998 in einem Joint Venture zwischen ME-2 (s. o.) (30 %) und der Delco Mining Company Ltd. (70 %) betrieben. Im Geschäftsjahr 2011/12 konnten bei einer Produktionskapazität von 1.000 t nur 223,5 t Cassiterit-Wolframit-Mischkonzentrat gewonnen werden. Die wahrscheinlichen Reserven der Kanbawk Mine werden vom Department of Geological Survey and Mineral Exploration of Myanmar auf 865 t Sn-Inhalt und 458 t WO₃-Inhalt bei Durchschnittsgehalten von 0,585 % Sn+WO₃ im Erz bzw. 330 g Sn/m³ in den Seifen geschätzt (LWIN 2012). Die Ressourcen sind zwar wesentlich größer, zu einem Großteil aufgrund des Raubbaus durch die Tributäre aber nicht mehr nutzbar.
- Die Hermyingyi Mine, früher auch als Taungpila bekannt, liegt 3,5 km südöstlich des Dorfes Hermyingyi und ist seit über einem Jahrhundert eine der produktivsten Abbaustellen des Distriktes. Das Vorkommen wurde 1913 durch die Consolidated Tin Mines of Burma, Ltd. erschlossen. Standen früher vor allem Seifen im Abbau, gelten diese zwischenzeitlich als erschöpft, und der unsystematische Untertageabbau der über 200 Wolframit und Cassiterit führenden Quarzgänge und der Zinngrisen steht im Vordergrund. Im Geschäftsjahr 2011/12 wurden in einem Joint Venture von ME-2 (30 %) und Ngwe Tauk Tun Company (70 %), einem Abbaunternehmen des Militärs, 72 t Cassiterit-Wolframit-Mischkonzentrat gefördert. Die verbliebenen wahrscheinlichen Reserven von Hermyingyi werden vom Department of Geological Survey and Mineral Exploration of Myanmar mit 695.000 t Erz mit einem Durchschnittsgehalt von 0,37 % Sn (= 2.572 t Sn-Inhalt) angegeben (LWIN 2012). Die Ressourcen von Hermyingyi dürften deutlich höher liegen, doch ist ein Großteil davon aufgrund des jahrzehntelangen unkontrollierten Raubbaus durch die Tributäre auch hier nicht mehr abbaubar.
- Kamaungthwe ist der größte nördliche Nebenfluß des Tenasserim im zentralen östlichen Gebiet des Tavoy Distrikts. Sowohl an seinem



Abbildung 53: Aufbereitungsanlage für Zinn-Wolframerze von Delco Mining Co. Ltd. in Kanbauk, Foto: Delco Mining.

- kleinen Zufluss Nawlaw chaung, wie auch entlang des Malawpu chaung und in Kiesen auf der Ostseite des Kamaungthwe Tales wurde Seifencassiterit gefunden und abgebaut. In diesem Gebiet liegt auch die derzeit nicht produzierende Kyaukmedaung Mine, an der ME-2 (s. o.) zu 30 % beteiligt ist.
- Die Abbaustellen von Pagaye liegen rund 2 km südöstlich des gleichnamigen Dorfes, 16 km von Mergui bzw. 5 km von den bekannten Wolframerzausbissen bei Peneichaung. Schon ab 1934 standen die besonders Wolframit, aber auch Cassiterit reichen (bis 10 % Cassiterit) Quarzgänge und Pegmatite sowie die daraus ableitbaren alluvialen und eluvialen Seifen von Pagaye durch die Rangoon Mining Company, Ltd. und später die Bombay-Burma Trading Company, Ltd. in Abbau. Im Geschäftsjahr 2011/12 förderte hier die Firma Mining World 10 t Wolframit-Cassiterit-Mischkonzentrat. Die verbliebenen wahrscheinlichen Reserven der benachbarten Seifen von Pagaye und Kyaukme Taung schätzt das Department of Geological Survey and Mineral Exploration of Myanmar auf nur 100 t Sn-Inhalt bei einem Durchschnittsgehalt von 300 g Sn/m³ (LWIN 2012). Die Pegmatite enthalten 0,283 % bzw. 6.050 t Wertinhalt, wobei Sn : WO₃ = 1 : 8.
 - Sehr reich an Cassiterit war zumindest früher das Gebiet um Taungthonlon. Hier arbeiteten vor dem Zweiten Weltkrieg drei Schwimmbagger der Tavoy Tin Dredging Company, Ltd. und stellten teils, besonders im Heindu chaung, Produktionsrekorde auf.
 - Bei Wagon, etwas südlich von Taungpila, wurden früher sowohl Gänge in Granit als auch alluviale und eluviale Seifen abgebaut und lieferten teils hohe Erträge von Wolframit-Cassiterit-Mischkonzentraten. Die verbliebenen Ressourcen der Seifen, die noch nicht ausreichend exploriert sind, belaufen sich auf wenige tausend Tonnen gewinnbares Mischkonzentrat.
 - Im Geschäftsjahr 2011/12 produzierte auch die Bergbaubeteiligung der im Jahr 1993 gegründeten privaten Myanmar Oriental Bank, Ltd., größere Mengen an Cassiterit-Wolframit-Mischkonzentraten im Dawei Distrikt und zwar 55,2 t aus dem Vorkommen Yebu Taung, 29,5 t aus der Abbaustelle B-4 und 21,2 t von Chaung-u-toe.
- Mon State (mit den Distrikten Thaton und Mawlamyine)**
- Im Geschäftsjahr 2011/12 standen in diesem State keine Abbaustellen im kommerziellen Abbau auf Zinn.
- Thaton Distrikt**
- Der Thaton Distrikt ist eher durch seine, wenn auch geringe Wolframit-, als durch seine Zinnsteinproduktion bekannt. Frühere Abbaustellen lagen bei Zingyaik (Zingyaik Taung Mine der Myanmar Kankaw Co., Ltd.: Quarzgänge und Pegmatite mit Cassiterit/Wolframit) und Kadeik (Seifen).

Mawlamyine Distrikt

Auch der Mawlamyine Distrikt ist nicht durch bedeutende Cassiteritvorkommen bekannt, allerdings besteht erheblicher Explorationsbedarf.

- Eluviale und alluviale Seifen mit unbekanntem Potenzial sind aus dem Mündungsbereich des Salween Flusses von der Insel Bilugyun bekannt.
- Die Dawna Range, ein Höhenzug Richtung thailändischer Grenze, besitzt vermutlich nur kleinere Zinn-Wolframvorkommen, die im Kleinbergbau abgebaut werden.
- Seifenzinn, meist unweit von Pegmatitgängen, findet sich auch westlich und östlich der Seludaung Range (Taung nyo Taungdan), u. a. bei Dayingouk Chaung, Kawalawa Chaung, Kunhnikway, Mawpalawtaung/Sakangyi, Thanbaya und Paya.

Bago Region (mit den Distrikten Bago, Pyay, Tharrawaddy und Taungoo)

Im Geschäftsjahr 2011/12 wurde auch in dieser Region durch Firmen kein Zinn gewonnen.

- Der Taungoo Distrikt besitzt mit der ehemaligen Maw-day Mine, rund 30 km östlich von Kyaukyi gelegen, nur ein Zinn-/Wolframvorkommen. Dieses liegt in sehr stark verwitterten Graniten mit kleinen Cassiterit und Wolframit führenden Linsen. Im Abbau standen früher eluviale Seifen und untertage in bis 20 m Teufe auch geringmächtige Quarzgänge vor allem aber auf Wolfram.

Kayah State (mit den Distrikten Bawlakhe und Loikaw)

- Im Süden des Distrikts Bawlakhe, ca. 260 km nordnordöstlich von Rangoon, liegt die größte Zinnmine Myanmars, die Mawchi Mines. Eine eigens gebaute Straße, 155 km lang, verbindet die Mine mit der Stadt Toungoo und damit der Rangoon-Mandalay Eisenbahnlinie. Die Mine wurde 1830 von den Briten eröffnet und von ihnen bis 1942 betrieben. Größerer kommerzieller Abbau in Mawchi begann 1909 und erreichte 1939 mit einer Jahresproduktion von 3.143 t Cassiterit- und 2.771 t Wolframitkonzentrat seinen Höhepunkt.

Die Lagerstätte von Mawchi liegt am Rand eines isolierten Biotitgranitkörpers, 30 km östlich der Hauptgranitkette, der dort in verschiedene Sedimentgesteine intrudiert ist. Quarz- und Pegmatitgänge mit ineinander verwachsenem Cassiterit und Wolframit, aber auch Scheelit, Arsenopyrit, Pyrit, Magnetit, Fluorit, Chalcopyrit und Turmalin, finden sich in unmittelbarer Umgebung des Granits. Schon vor dem Zweiten Weltkrieg standen, damals durch die britische Mawchi Mines Company, bis zu 64 einzelne Gänge mit bis zu 1,5 m Breite und 570 m Länge in acht Abbaustellen und in über 100 Schächten und Stollen bis 300 m Teufe im Abbau. Zudem wurden umgebende Seifen durch bis zu neun Schwimmbagger abgebaut. 1938 wurden die Reserven der Lagerstätte auf 712.540 t Erz mit durchschnittlich 3,02 % Metallinhalt berechnet.

Während ihrer Besetzung, 1943 – 1945, bauten auch die Japaner Zinn-Wolframerze in Mawchi ab. 1949 ergab dann eine Neuberechnung durch die Mawchi Mines Ltd. „prospektive Reserven“ von 764.164 t Erz mit durchschnittlich 1,64 % Sn und 0,81 % WO_3 . 1954 wurden die wirtschaftlich abbaubaren Reserven auf 616.455 t Erz mit 1,54 % Sn und 0,75 % WO_3 erneut bestimmt.

Seit 1952 wird die Mawchi Lagerstätte vom burmesischen Staat abgebaut. Betreiber seit 1991 ist die Kayah State Mining Product Company Ltd. (KMPC), derzeit ein Joint Venture der Union of Myanmar Economic Holdings Ltd. (UMEHL) (70 %), die sich im Besitz des Militärs befindet, und dem No. 2 Mining Enterprise (ME-2) (30 %, s. o.). Eine weitere Abbau-licence mit Genehmigung der KMPC besitzt die Kayah Ngwe Kyae Company, ein Bergbauunternehmen der örtlichen Partei. Der staatlich gelenkte Bergbau geht in neun Abbaustellen mit über 260 Schächten und Stollen um, zudem gibt es von Privatpersonen illegal betriebene Schächte und Stollen. Eine Erweiterung des Abbaugeländes ist geplant (ANONYM 2012). Im Geschäftsjahr 2011/12 wurden 531 t Cassiterit-Wolframit-Scheelit-Mischkonzentrat mit im Mittel 40,5 % Sn und 24,3 % WO_3 produziert.

Die wahrscheinlichen Reserven in Mawchi werden vom Department of Geological Survey

and Mineral Exploration of Myanmar gegenwärtig auf 31,4 Mio. t Erz mit durchschnittlich 0,31 % Sn (= 97.340 t Sn-Inhalt) geschätzt (LWIN 2012). Das Sn:WO₃-Verhältnis im Erz ist 1,8:1.

Mandalay Region (mit den Distrikten Kyaukse, Mandalay, Meiktila, Myingyan, Nyaung, Pyinoolwin und Yamethin) bzw. Naypyidaw Union Territory (Regierungssitz seit 2005)

- Das Pyinmana Township, früher ein Teil des Yamethin Distrikts, heute administrativ zum Regierungssitz Napyidaw gehörig, liegt unweit westlich der Grenze zum benachbarten Shan State. In diesem Township ist ein Gebiet, das grob durch ein Dreieck mit den drei Gipfeln Moksomadaung (1.320 m), Tinyudaung (1.846 m) und Mekondaung begrenzt wird, reich an Wolfram-, untergeordnet auch Zinnvorkommen. Die Mineralisation ist dabei an dünne, Biotitgranit querende Quarzgänge gebunden. Zentrum des Wolframitabbaus ist Hman-pyantaung, während Cassiterit 25 km nordöstlich von Yeni seine größte Verbreitung findet.

Das Gebiet um Padatchaung-Peinnedaik-Hmanpya, 39 km östlich von Pyinmama, ist bei weitem das hoffigste und produktivste der Gegend. Einzelne der dortigen Abbaustellen erreichten eine Jahresproduktion von 100 t Mischkonzentrat, wobei das Wolframit-Cassiterit-Verhältnis im Mittel 4 : 1 beträgt. Diejenigen Abbaustellen, in denen auch Cassiterit gewonnen werden, sind Hmanpya, Kansan, Ko-in chaung, Byingye, Padatchaung (auch Seifenabbau), Peinnedaik, Paunglaung, Sandaung und Thitketaung.

Die verbliebenen wahrscheinlichen Reserven dieses Zinn-Wolfram-Reviers schätzt das Department of Geological Survey and Mineral Exploration of Myanmar auf rund 460.000 t Erz mit durchschnittlich 0,11 % Sn (= 500 t Sn-Inhalt) und 0,81 % WO₃ (LWIN 2012).

Nach den sehr genauen offiziellen Produktionsstatistiken der registrierten Minen in Myanmar, werden im Land jährlich nur wenige hundert Tonnen Cassiterit- bzw. Cassiterit-Wolframit-(Scheelit-)Mischkonzentrate produziert (s. Tab. 40).

Dies steht jedoch im Widerspruch zu den Einfuhrstatistiken Chinas, das in den letzten Jahren große Mengen an Cassiteritkonzentrat aus Myanmar importierte (s. Tab. 41). Das ITRI nimmt für diese Konzentrate nach Rückmeldungen chinesischer Importeure einen Durchschnittsgehalt von nur 10 – 15 % Sn an. Nach frdl. schriftl. Mitt. von Mr. Kriangkrai Chavaltanpipat, Eigentümer der Myanmar Pongpipat Company, Ltd., stimmt dies jedoch nicht. Auch diese, durch China importierten Cassiterit-Wolframit-Mischkonzentrate enthielten die für Myanmar üblichen 25 – 45 % Sn und 20 – 35 % W und stammten weit überwiegend aus kleinen und kleinsten Abbaustellen in der Tanintharyi Region, in der v. a. in der Monsunzeit durch unzählige Kleinbergleute Abbau auf Zinnerze umgeht.

Dem Ministry of Mines (frdl. schriftl. Mitt.) waren im Jahr 2011 im Land 91 Abbaustellen bekannt (Kachin State: 6, Kayah State: 9, Tanintharyi Region: 67, Mon State: 1, Shan State (South): 4, Shan State (East): 4) in denen Kleinbergbau auf Zinn bzw. Wolfram umging. Dabei handelte es sich zu rund 2/3 um Seifenvorkommen mit (behördlich festgestellten) Ressourcen von ca. 34.000 t Cassiterit-Wolframit-Mischkonzentrat-Inhalt und zu rund 1/3 um Festgesteinsvorkommen mit Ressourcen von ca. 120.000 t Sn-Inhalt bzw. 1.300 t WO₃-Inhalt. In Kachin State wurden ausschließlich Festgesteinsvorkommen und diese vorwiegend auf Wolfram abgebaut.

Nach Informationen der Myanmar Federation of Mining Association (frdl. schriftl. Mitt.) erwerben die in ganz Myanmar aktiven chinesischen Käufer Cassiterit-(Wolframit-)Mischkonzentrat mit ca. 20 – 50 % Sn(+W)-Inhalt vor Ort für derzeit rund 6.200 US\$/t. An zentralen Sammelstellen auf Distriktebene werden 8.000 US\$/t bezahlt und vor Grenzübertritt 9.500 US\$/t. An der chinesischen Grenze wird das Mischkonzentrat auf 50 – 60 % Sn(+W)-Inhalt aufkonzentriert und dann für 13.000 US\$/t exportiert. Natürlich wird dieser Wert in dieser Höhe nicht dem chinesischen Zoll gemeldet.

Bei den verhältnismäßig geringen Importen von Cassiteritkonzentraten durch Thailand und Malaysia aus Myanmar handelt es sich dagegen vermutlich um die Produktion der offiziell registrierten Minen.

Tabelle 40: Offizielle Produktion von Cassiterit-, Cassiterit-Wolframit- und Cassiterit-Wolframit-Scheelit-Mischkonzentrat, letztere aus Mawchi, (in t) sowie enthaltener Sn-Inhalt (in t) in Myanmar, nach USGS Minerals Yearbooks (nur ME-2 Joint Ventures) bzw. Ministry of Mines (frdl. schriftl. Mitt. für das Geschäftsjahr 2011/12).

	2006/7	2007/8	2008/9	2009/10	2010/11	2011/12
Sn-Inhalt in Sn-Konzentrat (USGS)	566	499	499	518	374	350
Sn-Inhalt in Sn-W-Mischkonzentraten (USGS)	357	331	242	154	298	184
Summe Sn-Inhalt (USGS)	923	830	741	672	672	534
Cassiterit-Konzentrat @ 65 % Sn	786	809	729	n. v.	n. v.	> 770
= ca. Sn-Inhalt	511	526	474	n. v.	n. v.	> 501
Cassiterit-Wolframit-Mischkonzentrat @ 35 % Sn	63	109	156	n. v.	n. v.	> 469
= ca. Sn-Inhalt	22	38	55	n. v.	n. v.	> 164
Cassiterit-Wolframit-Scheelit-Mischkonzentrat @ 40,5 % Sn	761	923	454	n. v.	n. v.	531
= ca. Sn-Inhalt	308	374	184	n. v.	n. v.	215
Summe Sn-Inhalt	841	938	713	n. v.	n. v.	> 880

Tabelle 41: Importe von Cassiteritkonzentrat (in t) durch Malaysia, Thailand und China (= inoffizielle Produktion) aus Myanmar, nach UN Comtrade Database, DESA/UNSD 2013 bzw. Global Trade Atlas.

Importe	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Malaysia @ 65 % Sn	155	74	n. v.	223	433	1.201	551	627
Thailand @ 65 % Sn	457	395	487	399	12	48	323	332
China @ 35 % Sn	276	16.036	1.169	1.825	7.423	20.634	20.327	89.102
= Sn-Inhalt	494	5.917	836	1.043	2.887	8.034	7.683	31.809

Cassiterit wurde in Myanmar schon ab 1910 von einzelnen Unternehmen aufgeschmolzen. In Kamyawgin, nahe Dawei, betreibt das staatliche No. 2 Mining Enterprise (s. o.) seit über 20 Jahren eine Aufbereitungsanlage (2011/12 Produktion von 140,2 t Cassiteritkonzentrat) und in Thanlyin, nahe Rangoon, eine Zinnschmelze mit

einer Jahreskapazität von 1.000 t Raffinadezinn @ 99,85 % Sn. Die durchschnittliche Jahresproduktion dieser Schmelze soll bei derzeit rund 50 t/a liegen. Nach den Importstatistiken von UN Comtrade ergeben sich die in Tab. 42 aufgeführten Werte.

Tabelle 42: Importe von Rohzinn (in t) aus Myanmar, nach UN Comtrade Database, DESA/UNSD 2013.

Importe	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
China		124					
Malaysia					22		
Indien						20	2
Frankreich							6
Summe		124			22	20	8

Literaturauswahl:

ANONYM (2012): Damaging impact of Mawchi Tin Mines in Burma's Karenni State. – Molo Women Mining Watch Network: 25 S., zahlr. Abb.; o.O. – URL: <http://www.burmalibrary.org/docs14/LostParadise-MawchiMining-English-red-.pdf>.

GOCHT, W. (1987): Mining and dressing of primary tin-tungsten ore with special reference to the Hermyingyi Mine, Burma. – in: GOCHT, W. & JÜTTE-RAUHUT, J. (Eds.): Proceedings of the Seminar on Importance of Primary Tin Mining in Southeast Asia.- Bandung 16 – 26 November 1986, inter-technik, **28**: 201-207, 3 Abb.; Aachen.

LWIN, S. (2012): Data Base Building in Ministry of Mines Myanmar. – Präsentation: 54 S. o.O. – URL: [http://www.ccop.or.th/eppm/projects/36/docs/Myanmar_CCOPmetadata_presentation%20\(13-03-2012\).pdf](http://www.ccop.or.th/eppm/projects/36/docs/Myanmar_CCOPmetadata_presentation%20(13-03-2012).pdf).

MINERAL DEVELOPMENT CORPORATION (1971): A resume of Burma's tin-tungsten mining industry.- BGR Archiv, Nr. 0089717: 11 S., 5 Tab., Rangoon (unveröff.).

SWE, Y. M. (2013): Geological outlook, Survey of Myanmar's Minerals & Resources. – Präsentation: 28 S. o.O. – URL: <http://www.oilseedcrops.org/wp-content/uploads/2013/03/Myanmar-Mineral-Resources-Presentation-2013.pdf>.

Nigeria (Produktion)



Cassiterit, zusammen mit Wolframit, Columbit-Tantalit und anderen Schwermineralen, sind wichtige Erzminerale in Gängen und jüngeren Graniten und vor allem den damit verbundenen Seifen auf dem Jos Plateau, Bundesstaat Plateau, im Zentrum Nigerias. Die Zinngewinnung auf dem Jos Plateau datiert auf das Jahr 1904 zurück und lieferte mehr als 80 % der bisherigen gesamt-nigerianischen Zinnproduktion. Der Abbau auf dem Jos Plateau konzentriert sich auf ein Gebiet von 90 km Länge mal 40 km Breite.

Weitere, im Wesentlichen historische und kleinere Zinnabbaugebiete Nigerias liegen in der Nähe junger Granitmassive in den Bundesstaaten Bauchi, Kaduna, Benue und Kano. Geringe Mengen Zinn wurden auch aus Pegmatiten in den Bundesstaaten Cross River, Oyo, Niger, Kwara und Plateau gewonnen.

Die Zinnförderung Nigerias wuchs in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs konstant an. 1908 wurden 458 t Cassiteritkonzentrat gewonnen. 1937 waren 37 größere und 44 kleinere Abbaugesellschaften registriert, deren Gesamtausbeute 15.035 t Konzentrat betrug. In den folgenden Kriegsjahren wurden sogar jährlich Konzentrate mit bis zu 17.000 t Sn-Inhalt ausgebracht, wodurch Nigeria zum sechstgrößten Zinnbergbauland der Welt aufstieg. 1968 kontrollierten elf größere Gesellschaften, alle mit Stammsitz in Großbritannien, 66 % der nigerianischen Zinnförderung. 1972 wurde dann im Zuge der Nationalisierung die staatliche Nigerian Mining Corporation gegründet, an die bis 1978 54 % der Gesellschaftsanteile aller im ausländischen Besitz befindlichen Zinnfirmen

übertragen werden mussten. Diese verloren damit zusehend ihr Interesse, sich in Nigeria weiter zu engagieren.

Nach Jahrzehnten hoher Produktion ging die Zinnfördermenge nach 1970 stark zurück und ist auch heute noch ohne internationale Bedeutung. Große Anteile eigentlich abbauwürdiger verbliebener Zinnvorkommen sind teils von einer 15 m mächtigen Basaltlage überdeckt. Die nachgewiesenen Zinnreserven auf dem Jos Plateau sollen immerhin 31.773 t Sn-Inhalt betragen. Die gut erkundete Ririwai Sn-Zn-Gang-Stockwerkstagerstätte im Bundesstaat Kano soll ursprüngliche Ressourcen/Reserven von > 5 Mio. t Erz @ 0,5 % Cassiterit (= 20.000 t Sn-Inhalt) + 1,5 % Sphalerit enthalten haben, stand aber bis 1984 nur wenige Jahre in Produktion.

Die heutige Zinnproduktion Nigerias ist fast vollständig artisanalen Charakters. Nach älteren Untersuchungen beträgt die durchschnittliche Ausbringungsrate dabei 71 % des Cassiterits.

Jüngste Ankündigungen von Firmen nun bald wieder ganz groß in die Zinnproduktion in Nigeria einzusteigen – es werden Produktionsraten von kurzfristig 50.000 tpa, langfristig sogar 100.000 tpa diskutiert – sind mit Skepsis zu begegnen. Mit der Verabschiedung eines neuen Bergbaugesetzes im Jahr 2007 ist in den letzten Jahren jedoch zumindest die legale Cassiteritproduktion aus dem Kleinbergbau wieder am Steigen.

In den Jahren 1961 bzw. 1962 wurden auf staatlichem Druck in Jos zwei Zinnschmelzen in Pro-

Tabelle 43: Produktion von Zinnsteinkonzentrat (@ 62 % Sn-Inhalt) (in t) in Nigeria, nach Central Bank of Nigeria Annual Reports.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Cassiteritkonzentrat	1.818	229	27.853 ¹⁾	58.986 ²⁾	79.409 ³⁾	85.776 ⁴⁾	92.143 ⁵⁾
= Sn-Inhalt	1.127	142	173	366	492	532	571

¹⁾ vermutlich 278,5 t, ²⁾ vermutlich 589,9 t, ³⁾ vermutlich 794,1 t, ⁴⁾ vermutlich 857,8 t, ⁵⁾ vermutlich 921,4 t

duktion genommen, in der über Jahrzehnte hinweg fast die gesamte nigerianische Cassiteritproduktion zu Raffinadezinn umgeschmolzen wurde. Die größere von beiden, die Schmelze der Makeri Smelting Company Ltd., besaß eine Kapazität von 18.000 t Cassiteritkonzentrat bzw. 14.000 t Raffinadezinn pro Jahr. Vor wenigen Jahren ging diese Schmelze wieder in Produktion und produziert seitdem jährlich bis zu 50 t an Zinnbarren. Genaue Produktionszahlen sind unbekannt. Nur im Jahr 2007 wurde einmalig von Zollbehörden der Import von Rohzinn aus Nigeria vermerkt:

Thailand importierte immerhin 376 t (Quelle: UN Comtrade Database, DESA/UNSD 2013).

Der Export von Cassiterit aus Nigeria bleibt dagegen offiziell weiter verboten (2009 wurden 50 kg, 2011 dagegen offiziell 94 t Cassiteritkonzentrate exportiert), so dass die großen Mengen in anderen Ländern verarbeiteten Cassiteritkonzentrate alle illegal exportiert wurden und werden (s. Tab. 44). Diese Importzahlen dürften der Zinnsteinproduktion Nigerias eher entsprechen, als die offiziellen Produktionszahlen.

Tabelle 44: Importe von Zinnerzen und -konzentraten (in t) aus Nigeria durch China, Malaysia und Thailand, nach UN Comtrade Database, DESA/UNSD 2013 bzw. Thai Customs Department.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
China	n. v.	n. v.	4	n. v.	125	459	126
Malaysia	325	543	369	570	912	1.874	3.063
Thailand	556	2.852	1.467	1.166	640	0	0
Gesamt nach UN Comtrade	881	3.395	1.840	1.736	1.677	2.333	3.210¹⁾
= Sn-Inhalt	546	2.104	1.141	1.076	1.040	1.446	1.990

¹⁾ plus 21 t durch Indien

Niger (Produktion)



Der S-NNE streichende Sn-W-Nb-Ta-Gürtel, der metallogenetisch mit den jungen Graniten Nigerias in Verbindung steht, erstreckt sich nordwärts bis in den Niger und weiter nach Algerien (Laouini in der Hoggar Region) hinein. Die bedeutendsten Sn-W-Nb-Ta-Vorkommen in Niger finden sich im Gebiet von El Micki und Taraouji, rund 110 km nördlich

von Agadez. Sie stehen seit 1948 in Abbau. Die Zinnvorkommen in dieser Region wurden bis in die 1980er Jahre mittels einfachster Methoden durch Kleinbergleute im Auftrag der Société Minière du Niger abgebaut. Zwischenzeitlich tritt die Farn S.A. als Lizenznehmer auf.

Tabelle 45: Produktion von Cassiteritkonzentrat (in t Sn-Inhalt) in Niger, nach US Geological Survey.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
El Micki	13	11	0	6	6	6	n. v.

Peru (Produktion)



Peru ist seit vielen Jahren hinter China und Indonesien drittgrößter Bergbauproduzent von Zinn, hat aber seine Stellung als drittgrößter Raffinadezinnproduzent bereits an Malaysia abtreten müssen. Auch die Bergbauproduktion geht seit Jahren zurück und wird ab 2017/18 noch weiter an Bedeutung verlieren. Hintergrund ist, dass Peru nur über eine, jedoch sehr wichtige Zinnmine, San Rafael, verfügt, deren Reserven in wenigen Jahren erschöpft sein werden.

San Rafael liegt am Nordwestende des bolivianischen Zingürtels in den peruanischen Hochanden, an den Flanken des vergletscherten Quenamari Berges, auf einer Höhe von 4.500 bis 5.200 m über Meeresspiegel. Regionalpolitisch befindet sie sich im Distrikt von Antauta, Provinz Melgar, Region Puno. Die Mine wird seit 1977 als Untertagebergwerk von der peruanischen Minsur S.A. mit einer Kapazität von 2.850 t Sn-Erz/d betrieben. In Abbau stehen hochgradig mit Sn, untergeordnet auch Cu, vererzte Gänge und Scherzonen. Die ursprünglichen Vorräte werden auf 1 Mio. t Sn-Inhalt geschätzt, so dass San

Rafael hinter Llallagua in Bolivien die zweitgrößte bekannte Gangzinnlagerstätte der Erde darstellt. Das Erz führte ursprünglich durchschnittlich 4,7 % Sn, heute noch 3,3 % Sn.

In der Zinnschmelze von Pisco (s. u.), die ebenfalls der Minsur S.A. gehört, wird das in der Aufbereitungsanlage von San Rafael erzeugte Zinnsteinkonzentrat mit einer Kapazität von 70.000 t/a aufgeschmolzen und Barrenzinn für den Export produziert.

Im Jahr 2012 wurden in der Mina San Rafael 945.319 t Erz mit einem Durchschnittsgehalt von 3,03 % Sn abgebaut (2011: 900.866 t Erz @ 3,53 % Sn). In der angrenzenden Aufbereitungsanlage wurden bei einem Ausbringen von 88,71 % (2011: 89,56 %) 903.447 t (2011: 916.888 t) Erz mit einem Durchschnittsgehalt von 3,26 % Sn (2011: 3,53 % Sn) aufbereitet. Die hieraus hergestellten 43.661 t (2011: 46.603 t) Zinnsteinkonzentrate enthielten durchschnittlich 59,79 % Sn (2011: 62,29 % Sn) = 26.105 t Sn-Inhalt (2011: 29.028 t Sn-Inhalt).



Abbildung 54: Mina San Rafael in den peruanischen Hochanden, Foto: www.minem.gob.pe.

Tabelle 46: Produktion von Cassiteritkonzentrat (in t Sn-Inhalt) in Peru, nach Memoria Anual Minsur S.A. (2006 – 2013).

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
San Rafael	38.470	39.019	39.036	37.502	33.848	29.028	26.105	23.668

Zum 31.12.2012 betragen die Ressourcen von San Rafael:

- 3.780.971 t Erz @ 4,08 % Sn (= 154.082 t Sn-Inhalt) (medidos + indicatos) bzw.
- 1.142.403 t Erz @ 3,14 % Sn (= 35.927 t Sn-Inhalt) (inferidos).

Als Teil der Ressourcen beliefen sich die Reserven zum 31.12.2012 auf:

- 3.128.101 t Erz @ 2,57 % Sn (= 80.509 t Sn-Inhalt) (probado + probable).

In wenigen Jahren wird das einst gigantische Zinnvorkommen von San Rafael weitestgehend ausgeerzt sein. Minsur setzt die Exploration in größeren Teufen und benachbart in der Umgebung der alten Carabaya Mine fort und hofft, dort bauwürdige Zinnanreicherungen zu finden. Weiteres Potenzial ergibt sich in der Aufbereitung der alten Aufbereitungshalden von San Rafael (Bofedal II Projekt), die 2016 beginnen soll – vorliegende Genehmigungen vorausgesetzt. Das Haldenvolumen beträgt 5,4 Mio. m³ bzw. 7,7 Mio. t (@ Ø1,3 % Sn = 100.000 t Sn-Inhalt), das potenzielle Ausbringen liegt bei 70 t Konzentrat/d (@ 50 % Sn) bzw. 7.000 – 8.000 t Sn-Inhalt/a.

In der 1996 eröffneten Schmelze von Pisco (Planta de Fundición y Refinería de Pisco), auf Höhe von km 238,5 der Panamericana de Sur, Provinz Ica, wurden 2012 von Minsur an 346 Arbeitstagen (2011: 331 Tage) aus 41.389 t (2011: 48.537 t) Zinnsteinkonzentrat mit einem Durchschnittsgehalt von 60,40 % Sn (2011: 62,24 % Sn) bei einem Ausbringen von 98,8 % (2011: 99,0 %) 24.822 t (2011: 30.162 t) Raffinadezinn mit einem Mindestgehalt von 99,94 % Sn erschmolzen. Zudem werden in Pisco Zinnlegierungen hergestellt.

Nach OECD (Stand Januar 2013) sollen in Peru auch noch Zinnschmelzen, wenn überhaupt wohl vornehmlich zur Lötzinproduktion, der kanadischen Amalgamet Inc., der japanischen Senju Metal Industry Co., Ltd. und sogar der indonesischen PT. Refined Bangka Tin operieren.

Literaturauswahl:

MLYNARCZYK, M. S. J., SHERLOCK, R. L. & WILLIAMS-JONES, A. E. (2003): San Rafael, Peru: geology and structure of the worlds richest tin lode. – Mineralium Deposita, **38**: 555-567, 12 Abb.; Berlin.

Tabelle 47: Produktion von Raffinadezinn (in t Sn-Inhalt) in Peru, nach Memoria Anual Minsur S.A. (2006 – 2013).

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Pisco	40.837	36.106	38.699	34.318	36.469	30.162	24.822	24.132

Polen (Produktion)

Polen verfügt zwar über keine eigenen Zinnlagerstätten, aber seit Anfang 2004 über eine Zinnverarbeitende Firma, die im Oktober 2008 eine eigene Schmelze in Produktion nahm. Diese Zinnschmelze der Fenix Metals sp. z o.o. in Tarnobrzeg ist ein Joint Venture der dänischen Dan Engineering A.S., einer international tätigen Spezialfirma für die Errichtung von Metallschmelzen, und der

belgischen Stoop N. V., eines renommierten Metallverarbeiters mit Schwerpunkt Zinn.

Fenix Metals recycelt alle Arten von zinnhaltigen Vorprodukten und produziert daraus Zinn und Zinnlegierungen. Die gegenwärtige Kapazität liegt bei 3.500 t Sn/a.

Tabelle 48: Produktion von Raffinadezinn (in t) durch Fenix Metals sp. z o.o. in Polen, nach ITRI.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Tarnobrzeg	0	0	100	590	602	820	1.375

Portugal (Produktion)



Die portugiesischen Zinnvorkommen wurden wohl schon vor 4.000 Jahren entdeckt und standen immer wieder im Abbau. Das heute noch bedeutendste Vorkommen liegt bei Panasqueira, 30 km westsüdwestlich von Covilha, in den südlichen Ausläufern der Serra de Estrela im zentralen Ostteil des Landes. Hier treten Schwärme von dünnen Wolfram-Zinn-Quarzgängen am Exo-Endo-Kontakt von metamorphen Schiefen am Top eines vergreisten Zweiglimmergranits herzynischen Alters auf. Die Lagerstätte besteht aus einer sulfidreichen Wolframitmineralisation mit untergeordnet Cassiterit.

Der kommerzielle Abbau in Panasqueira startete im Jahr 1896 auf die Zinn reichen Abschnitte der Lagerstätte, doch mit den Jahren gelangte die Wolframitgewinnung in den Vordergrund. Die Hauptmineralisationszone ist rund 75 m breit und wurde bisher untertage auf ca. 1 km streichender Länge ausgebeutet. Abbauwürdiges Erz wurde jedoch noch über eine größere Erstreckung und auch in größeren Teufen nachgewiesen. Das Erz führt durchschnittlich 0,18 % WO_3 , 0,02 % Sn und 0,18 % Cu (FERNÁNDEZ 2007).

Gegenwärtiger Lizenzinhaber ist die Sojitz Beralt Tin & Wolfram S.A., die jährlich rund 1.500 t

Wolframit- und 2.000 t Chalcopyrit-, aber weniger als 100 t Cassiteritkonzentrat ausbringt. Die monatliche Durchschnittsproduktion wird von FERNÁNDEZ (2007) mit 145 t Wolframitkonzentrat (@ > 73 % WO_3), 30 t Chalcopyritkonzentrat (@ 28 % Cu + 500 ppm Ag) und 2 t Cassiteritkonzentrat (@ 74 % Sn) angegeben. Das Cassiteritkonzentrat wird durch die Thaisarco in Thailand raffiniert.

Die abbauwürdigen Reserven – Schätzungen der ursprünglichen geologischen Vorräte belaufen sich auf 25.000 t Sn-Inhalt – sollen ungeachtet der Exploration auf weitere W-Sn-Vorkommen in der näheren Umgebung bis 2021 reichen (FERNÁNDEZ 2007). Im Jahr 2007 meldete der Vorbesitzer, die kanadische Primary Metals Inc., Ressourcen nach NI 43-101 Standard von 4,68 Mio. t Erz inkl. Reserven von 2,43 Mio. t Erz, entsprechend 968 t bzw. 486 t Sn-Inhalt.

Literatur:

FERNÁNDEZ, F. J. P. (2007): La mina de wolframio de Panasqueira (Portugal). – Boletín Informativo, 9: 11 S., 21 Abb.; Escuela Universitaria Politécnica de Almadén; Almadén.

Tabelle 49: Produktion von Cassiterit-Konzentrat (in t) in Portugal, nach Direção Geral de Energia e Geologia, Portugal.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Panasqueira	35	56	42	46	31	53	58
= Sn-Inhalt	26	41	31	34	23	39	43

Portugal (Projekte)



Eine aktuelle Beschreibung der portugiesischen Zinnvorkommen mit Angaben zu ihrer Entstehung liegt von MARTINS (2012) vor. Danach gibt es neben Panasqueira ein weiteres Vorkommen, Tuela/Ervedosa (s. u.), dessen Vorräte berechnet wurden – von wem ist nicht bekannt.

Zudem führt das Cu-Pb-Zn-Ag-Erz der seit 1989 in Abbau stehenden Neves Corvo Mine, 220 km südöstlich von Lissabon gelegen, auch abbau-

würdige Anteile an Sn, jedoch hat sich der Betreiber schon 2006 entschlossen, die ehemalige, seit 1990 betriebene Aufbereitungsanlage für Zinn in eine Aufbereitungsanlage für Zink umzubauen, da die Sn-Gehalte stark zurückgegangen waren. Zwischen 1990 bis 2004 waren 4,32 Mio. t Erz @ 1,74 % Sn gewonnen worden. Die Ressourcen von Zinn wurden dementsprechend letztmalig zum 31.12.2006 publiziert.

Projekt: Tuela/Ervedosa

Betreiber: k. A.
Homepage: k. A.
Ziel: k. A.

Sn-As-Stockwerkslagerstätte mit zahlreichen mineralisierten Gängen, historischer Abbau „Couto Mineiro de Ervedosa“ am Fluss Tuela auf Sn und As_2O_3 (mit Unterbrechungen zwischen 1908 und 1965)

Ressource: 464.057 t Erz @ 0,21 % Sn (= 975 t Sn-Inhalt) (measured + indicated)
recovery grade: k. A.
Gestehungskosten: k. A.
Produktionsbeginn: k. A.

Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Projekt: Neves-Corvo Mine

Betreiber: Lundin Mining Corporation, Toronto
Homepage: www.lundinmining.com
Ziel: VMS-Stockwerkslagerstätte mit sechs massiven Sulfidlinen, kein erneutes Ausbringen von Sn geplant

Ressource: 19.421.245 t Cu-Erz @ 0,2 % Sn (= 38.840 t Sn-Inhalt) (measured + indicated) (Stand: 31.12.2006)
75.623.000 t Cu-Erz @ 0,2 % Sn = (151.240 t Sn-Inhalt) (measured + indicated + inferred) (Tonnage zum 30.06.2012)
30.671.543 t Zn-Erz @ 0,3 % Sn (= 92.000 t Sn-Inhalt) (measured + indicated) (Stand: 31.12.2006)
(108.377.000 t Zn-Erz @ 0,3 % Sn (= 325.130 t Sn-Inhalt) (measured + indicated + inferred) (Tonnage zum 30.06.2012)

recovery grade: k. A.
Gestehungskosten: k. A.
Produktion (Sn): 1990 – 2006

Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Literatur:

MARTINS, L. P. (2012): Mineral resources of Portugal. 72 S.; Direcção Geral de Energia e Geologia; Lissabon.

Ruanda (Produktion)



von: Dr. Philip Schütte¹, BGR-Mitarbeiter (Ruanda)

Hintergrund

Ruanda ist ein kleinflächiger, dicht besiedelter Staat in der Großen Seen Region Zentralafrikas, der ausschließlich von Landmassen umschlossen ist. Exporte (und Importe) der meisten Güter (inkl. Mineralkonzentrate) aus Ruanda, wie auch der Nachbarstaaten Burundi, Uganda und der östlichen DR Kongo, werden dementsprechend vornehmlich über den Straßentransport abgewickelt, hin zu den Seehäfen von Dar-es-Salaam (Tansania) und Mombasa (Kenia); Ruanda fungiert dabei als ein zentrales Transitland.

Zinnmineralisation in Form von Cassiterit wurde in Ruanda zu Beginn des 20. Jahrhunderts erstmals beschrieben, die erste signifikante Lagerstätte, Gatumba, wurde 1926 entdeckt. Zu diesem Zeitpunkt stand Ruanda unter belgischer Mandatszeit (zunächst im Rahmen des Völkerbundes, anschließend als Gebiet der Vereinten Nationen unter belgischer Verwaltung); entsprechend waren es belgische Investoren die, beflügelt durch die Entdeckung reichhaltiger Vorkommen im nahegelegenen Katanga, die initiale Erkundung und Entwicklung des ruandischen Bergbausektors maßgeblich vorantrieben.

Die Zinnerzvorkommen Ruandas sind an pegmatitische und hydrothermale Prozesse gebunden, die mit der Platznahme neoproterozoischer Granite („Zinngranite“) assoziiert sind. Pegmatit gebundene Zinnmineralisation tritt dabei in Form von Cassiterit auf und ist mit wirtschaftlich relevanter „Coltan“ (Columbit-Tantalit) Mineralisation vergesellschaftet; in hydrothermalen Quarz-Gängen tritt Cassiterit i. d. R. als alleiniges Wertmineral auf.

Neben den o. a. Primärvererzungen sind auch abbauwürdige alluviale und eluviale Seifenlagerstätten bekannt.

Sehr ähnliche Zinnlagerstätten gibt es auch in den Nachbarstaaten Ruandas, so z. B. in den Kivu-Provinzen der DR Kongo. Dieser Umstand, in Kombination mit der oben skizzierten exportlogistischen Situation sowie dem geopolitischen und lokalwirtschaftlichen Umfeld, insbesondere seit den 1990er Jahren, führte dazu, dass häufig Zweifel bzgl. des tatsächlichen Ursprungs von Cassiterit und Coltan aus der Region bestehen, insbesondere was die Unterscheidung ruandischer und ostkongolesischer Förderung angeht. Auch wenn in den letzten Jahren Fortschritte hin zu transparenteren Rohstoff-Lieferketten in der Region gemacht wurden, bleibt diese Fragestellung weiterhin akut. Dies wird dadurch verstärkt, dass der Abbau traditionell überwiegend als (teilweise semi-mechanisierter) artisanaler und Kleinbergbau (artisanal and small-scale mining, ASM) erfolgt, mit den für den ASM-Sektor typischen Formalisierungsschwierigkeiten.

In den letzten Jahren repräsentierten Mineralkonzentrate das wichtigste Exportprodukt Ruandas. Wirtschaftlich (auf Tonnage und Wert bezogen) dominiert dabei Cassiterit den ruandischen Bergbausektor deutlich im Vergleich zu anderen historischen Hauptförderprodukten (Coltan, Wolframit, Beryl, Gold). Erst in den vergangenen Jahren konnte Coltan signifikant an Bedeutung gewinnen und in Punkto Exporterlösen Cassiterit teils übertreffen. Da die genaue Herkunft von aus Ruanda exportiertem Cassiterit sowie insbesondere von Coltan jedoch teils unklar ist (Schmuggelrisiken), lässt sich aus dieser jüngeren Entwicklung nicht zwangsläufig ein repräsentativer Rückschluss im Hinblick auf die Wertigkeiten innerhalb der tatsächlichen ruandischen Primärförderung ziehen.

¹ Sämtliche in diesem Bericht präsentierten Daten stammen aus Publikationen, Berichten und Statistiken, die der ruandischen Bergaufsicht/dem geologischen Dienst (RNRA) vorliegen. Auf eine separate Zitierung von Datenquellen wird daher i. d. R. verzichtet. Der Autor dankt P. Mwambarangwe (BGR Ruanda), P. Nkomezi und J. Kanyangira (RNRA), J. Ruzindana (MINIRENA), sowie den Firmen Tinco und WMP für die Unterstützung bei der Datenrecherche.

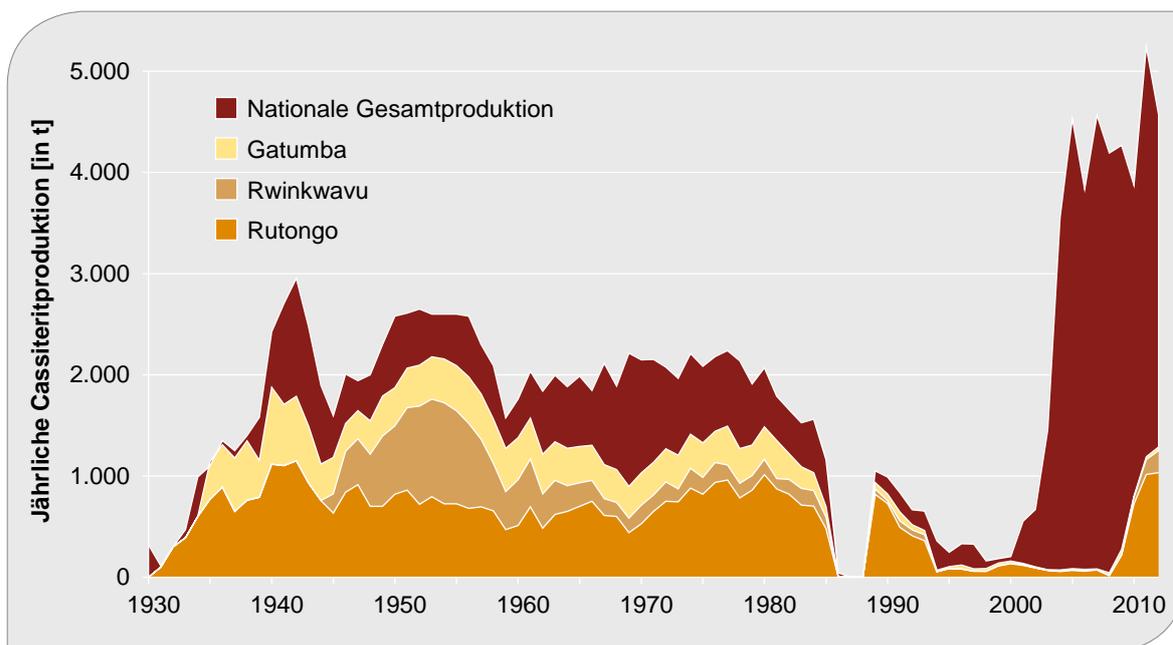


Abbildung 55: Historischer Verlauf der gesamtrwandischen Cassiteritförderung mit relativen Anteilen der drei wichtigsten Minen².

Historische Entwicklung des ruandischen Zinnbergbaus

Frühe Phase (1926 – 1973)

Die größten Zinnerzminen Ruandas wurden in den 1930er Jahren (teils auch bereits gegen Ende der 1920er Jahre) entdeckt und sind seitdem mehr oder weniger kontinuierlich in Produktion (Abb. 55). Die Minen mit der größten kumulativen³ Cassiteritproduktion sind Rutongo (40.195 t), Gatumba (17.661 t) und Rwinkwavu (15.259 t). Seit 1939 wurde in Gatumba Coltan als Nebenprodukt zu Cassiterit gefördert. Die Betreiber dieser Minen waren zunächst lokale belgische Abbaufirmen

(SOMUKI, MINETAİN⁴ und Géorwanda, eine Tochterfirma der in Katanga aktiven Géomines), die letztlich durch belgische Bankenkonsortien kontrolliert wurden. Ruandische Privatpersonen hatten bis zur Unabhängigkeit im Jahr 1962 bis auf Ausnahmefälle nicht das Recht, eigenständige Abbauproduktionen zu unternehmen, sie wurden jedoch als Kleinbergleute von den belgischen Firmen eingesetzt.

Die historische Cassiteritproduktion Ruandas erreichte ihre frühen Höhepunkte zu Beginn des Zweiten Weltkriegs sowie während des Koreakriegs mit einer Jahresförderung von 2.500 – 3.000 t. In dieser frühen Phase des ruandischen Zinnbergbaus wurden bevorzugt oberflächennahe Seifenlagerstätten (mit begrenzten Reserven) oder leicht zugängliche Bereiche der Primärlagerstätten abgebaut. Nur in wenigen Minen (z. B. Rutongo, Rwinkwavu) wurde sukzessive eine signifikante Untertageförderung zum Abbau der tieferliegenden Bereiche der Primärlagerstätten etabliert.

2 Für Gatumba konnten, bis auf zwei Jahre (1956 und 1969), keine Förderdaten für den Zeitraum von 1950 – 1975 recherchiert werden. Die Daten im Diagramm wurden daher für diese Periode, unter der Annahme einer linearen Beziehung zwischen den vorliegenden Jahresfördermengen als Kalibrationsdaten, interpoliert. In Einzelfällen wurde bei unzureichenden Angaben zur gesamtrwandischen Fördermenge auf Exportzahlen zurückgegriffen. Teils auftretende Diskrepanzen der Förderangaben zwischen unterschiedlichen eingesehenen Quellen weisen darauf hin, dass die Daten mit einer gewissen Unsicherheit behaftet sind und als Abschätzung, nicht jedoch als exakte Angaben verstanden werden sollten. Die Aussagekraft des Diagramms bleibt davon jedoch unberührt.

3 Die genannten Daten beziehen sich auf die kumulative Produktion vom Zeitpunkt der Entdeckung der jeweiligen Mine bis zum Jahr 1985; post-1985 Produktion ist in den genannten Zahlen nicht berücksichtigt, folgt prinzipiell jedoch den gleichen Trends.

4 SOMUKI: Société de Muhinga et Kigali (Filiale der Compagnie du Kivu); MINETAİN: Société des Mines d'Étain du Rwanda-Urundi (Tochtergesellschaft der Société Générale sowie der Banque de Bruxelles). Beide Firmen, sowie Géomines, wurden nach dem Zweiten Weltkrieg sukzessive durch die Van den Branden Investorengruppe übernommen, die die Firmengeschäfte sodann konsolidierte.

Die in Ruanda aktiven Abbaufirmen legten den Fokus auf eine (kurzfristige) Produktionsmaximierung, ohne jedoch parallel in weitergehende bergbauliche Infrastruktur, Ausrüstung oder Explorationsarbeiten zu investieren. Dies hatte eine sinkende Produktivität der Minen zur Folge. Mit der zunehmenden Überalterung der Ausrüstung gingen viele Abbaubetriebe sukzessive dazu über, Mineralkonzentrate von Kleinbergbaubetreibenden aufzukaufen, anstatt die Förderung direkt selbst zu kontrollieren, insbesondere nachdem im Nachgang der ruandischen Unabhängigkeit der ASM-Sektor liberalisiert wurde und die Zahl lokaler, unabhängiger kleiner Bergbaulizenzinhaber stark zunahm.

Beteiligung des Staates und Krisen (1973 – 2005)

In einem Versuch diese Entwicklung zu korrigieren, wurde der nationale Bergbausektor seit 1973 sukzessive durch die SOMIRWA-Gesellschaft monopolisiert⁵. Die von SOMIRWA vorgelegten Pläne zur Restrukturierung und Entwicklung des Bergbausektors scheiterten jedoch in der praktischen Umsetzung durch Kostenüberläufe und Fehleinschätzungen des Marktes. Bedingt zudem durch ungünstige Rahmenbedingungen (Verfall des Zinnpreises; Kopplung des ruandischen Franc an den US Dollar) sowie divergierende Interessen der Anteilseigner musste die Gesellschaft im Jahr 1985 schließlich Bankrott erklären und liquidiert werden. Der ruandische Staat übernahm treuhänderisch die Aufsicht über die Minen, ehe im Jahr 1989 die vom Staat neu gegründete REDEMI⁶ Gesellschaft die Abbauproduktion übernahm. Zwar konnte REDEMI eine kurzfristige Förderung re-etablieren, der ruandische Genozid im Jahr 1994 und die darauffolgenden Jahre der internen Unruhen machten jedoch eine effiziente Förderung unmöglich.

Ende der 1990er und zu Beginn der 2000er Jahre war Ruanda in die beiden Kriege im benachbarten Ostkongo intensiv involviert. Während dieses Zeitraums und in dessen Nachgang kontrollierten ruandische Privatpersonen und Sicherheitsorgane teils Abbau und Handel,

zunächst insbesondere von ostkongolesischem Coltan; nachfolgend auf dessen Preisverfall (2001 – 2002) erfolgte eine Re-Fokussierung auf Cassiterit. Entsprechende Mineralkonzentrate wurden häufig als „Product of Rwanda“ verkauft; solange eine gewisse Wertsteigerung durch Aufbereitung im Lande erfolgte, war diese Praxis legal zulässig. Insofern muss die seit 2004 zu beobachtende deutliche Steigerung der ruandischen Cassiteritexporte auch vor diesem Zusammenhang bewertet werden.

Reprivatisierung (seit 2005)

Seit dem Jahr 2005 erfolgte eine progressive Reprivatisierung des ruandischen Bergbausektors. Dabei kamen ausländische Investoren (insbes. aus Südafrika) zum Zuge, die häufig Joint Ventures mit lokalen Partnern oder dem ruandischen Staat zum gemeinsamen Abbau auf den historischen Konzessionsgebieten eingingen. Von den neuen Betreibern wurden teils bis zu zweistellige US\$-Millionenbeträge als Investitionen in Abbaumethoden und Explorationsarbeiten auf einzelnen Konzessionen zugesagt und teils realisiert; zudem wurden die seit der Krise der 1990er Jahren beeinträchtigten Beziehungen mit den aktiven Kleinbergbaubetreibenden zunehmend formalisiert (z. B. durch deren Registrierung, Versicherung und Arbeitsschutzmaßnahmen), so dass einige Minen entsprechende Produktivitäts- und Produktionssteigerungen herbeiführen konnten.

Parallel ist seit diesem Zeitpunkt ein deutlicher Anstieg an kleinen Abbaulizenznehmern (auf heutzutage insg. ca. 200 für Cassiterit-, Coltan-, und Wolframit-Minen kombiniert) zu beobachten, die marginal abbauwürdige Vorkommen im gesamten Land mit ASM-typischen manuellen Abbaumethoden bearbeiten, wie es bereits in den 1970er – 80er Jahren der Fall war. Im Unterschied zu damals können diese kleinen Firmen und Kooperativen ihre Produktion jedoch heute, bedingt durch die Liberalisierung des nationalen Marktes, uneingeschränkt an andere Privatunternehmen weiterverkaufen, während in früheren Zeiten SOMIRWA das Ankauf- (und Preis)monopol innehatte. Eine effektive Aufsicht und Kontrolle des Bergbausektors und eine damit einhergehende Lieferkettentransparenz ist somit für diese Vielzahl an kleingeschäftlichen Akteuren schwieriger durchzusetzen als für die größeren Betreiber konsolidierter Minen (Abb. 56).

5 SOMIRWA: Société des Mines du Rwanda (Anteilseigner: ruandischer Staat – 49 %; konsolidierte belgische Abbaufirmen – 51 %).

6 REDEMI: Régie d'Exploitation et de Développement des Mines. Zusätzlich wurden kleine ASM-Operationen in der COPIMAR-Initiative (Coopérative de Promotion de l'Artisanat Minier) zusammengefasst.

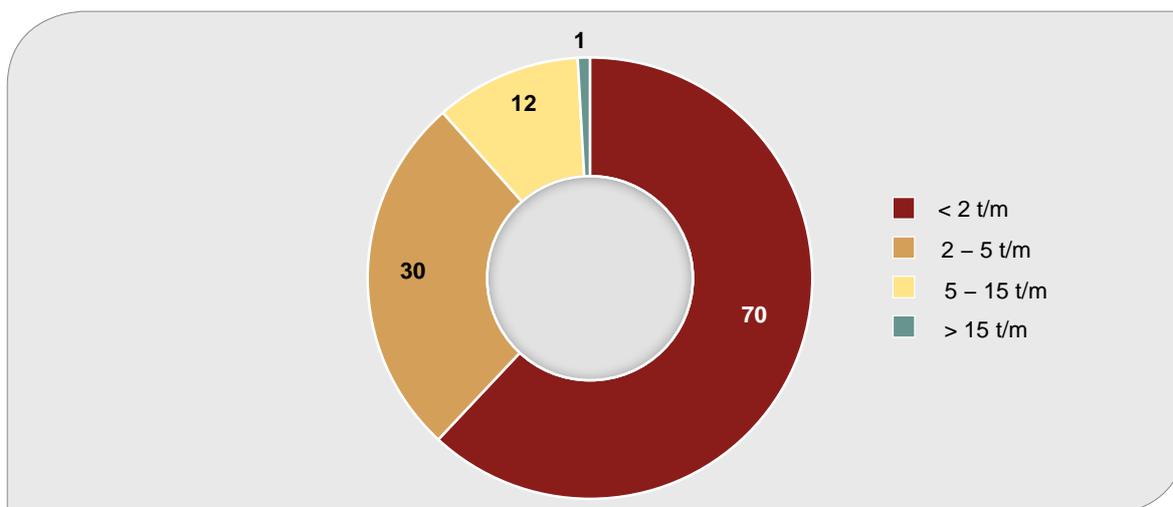


Abbildung 56: Aktuelle Zusammensetzung (2012) des ruandischen Zinnbergbausektors nach Cassiterit Median-Monatsproduktion (RNRA-Daten⁷) der registrierten Produzenten. Lediglich eine Mine, Rutongo (88 t/m), fördert momentan > 15 t/m. Historisch förderten zwei weitere Minen, Rwinkwavu und Gatumba (mit Abstrichen zudem auch Musha, Nemba und Bisesero) deutlich mehr Cassiterit, als es momentan der Fall ist.

Fördermethoden

Die prinzipiellen Fördermethoden haben sich in Ruanda seit den 1930er Jahren nicht verändert. Der Abbau erfolgt manuell (mittels ground sluicing, Spitzhacken/Hämmern und Waschpfannen) oder, vereinzelt, teilmechanisiert (mit schwerem Gerät) im Tagebau oder Untertage. Bzgl. der Untertage-Förderung werden im Normalfall Löcher und Stollen gegraben, die direkt den vererzten Strukturen folgen. Nur in wenigen Fällen (z. B. in Rutongo) erfolgt eine geplante Entwicklung der Untertage-Mineninfrastruktur. In diesen Fällen kann durch den Einsatz von Drilling & Blasting-Prozeduren und entsprechender Abbauequipment die Produktivität der Minen gesteigert werden. Generell wird der Abbau in Ruanda aufgrund der hohen Energiekosten vorzugsweise mit energiesparenden Methoden betrieben⁸.

7 RNRA: Rwanda Natural Resources Authority (bis 2011: OGMR – Rwanda Geology and Mines Authority): Nationale Bergaufsicht und geologischer Dienst, dem Ministerium für natürliche Ressourcen unterstellt.

8 Dies stellt einen deutlichen Unterschied zur Entwicklung des ostzairischen Bergbausektors bis in die 1980er Jahre dar. Da die dortige Staatsfirma SOMINKI über eigene Anlagen (Wasserkraftwerke) zur Energieerzeugung verfügte, waren ihre Energiekosten pro Einheit 20 mal niedriger als während der gleichen Zeitperiode in Ruanda. Dementsprechend kamen teils andere Abbaumethoden zur Anwendung.

Abnehmer und Export

Historisch wurde der überwiegende Anteil des in Ruanda geförderten Cassiterits als Konzentrat zur Verhüttung exportiert. In der frühen Periode der ruandischen Förderung (in den 1940er Jahren) gingen diese Konzentrate teils an die von Géomines in Manono betriebene Hütte in der Katanga-Provinz im nahegelegenen Ostkongo (damals: Zaire); die dabei erfolgende Kontrolle des Zinngehaltes der Konzentrate erschien den ruandischen Lieferanten jedoch als mangelhaft, so dass dazu übergegangen wurde, bevorzugt nach Übersee zu exportieren. Die entsprechenden Transaktionen wurden und werden weiterhin häufig von belgischen Handelsfirmen dominiert⁹, in jüngerer Zeit erhöhte sich jedoch der Einfluss von Gesellschaften, hinter denen teils deutsche und südafrikanische Investoren stehen.

Hauptabnehmer von Cassiterit aus Ruanda ist seit Mitte 2010 die Malaysia Smelting Corporation (MSC); MSC hat dabei eine Monopolstellung inne, die dadurch zustande kam, dass im Hinblick auf antizipierte Regelungen der US-amerikanischen

9 z. B. SOGEM (Groupe Société Générale de Belgique) in den 1990er Jahren, nachfolgend Traxys (aus SOGEM hervorgegangene Handelsgesellschaft).



Abbildung 57: Gewinnung untertage in der Rutongo Zinnmine. Foto: BGR.

Börsenaufsicht durch den Zinnverband ITRI ein spezielles Nachverfolgungssystem für Mineralkonzentrate (Cassiterit Coltan und Wolframit, die sog. Konfliktminerale) verpflichtend in Ruanda eingeführt wurde (s. u.). Zuvor (2008 – 2009) ging ein Hauptanteil der ruandischen Zinnproduktion an die Thaisarco.

Aufbereitete, zum Export vorgesehene Cassiteritkonzentrate haben typische Metallgehalte von 60 – 64 % Sn, wobei die Förderung mehrerer Dutzend kleiner Minen vom Exporteur aufgekauft und in einem Exportcontainer zusammengefasst wird. Lieferungen aus Konzentraten der Rutongo-Mine, des größten Einzelproduzenten, weisen charakteristische Gehalte von 71 – 73 % Sn auf.

Zinnverhüttung in Ruanda

Es gab wiederholt Bestrebungen, insbesondere von Regierungsseite, die Zinnverhüttung direkt im Lande selbst durchzuführen, wobei auch der Ankauf von Cassiterit aus Nachbarländern (insbesondere DR Kongo, damals Zaire) zur Auslastung der Anlagen vorgesehen war. SOMIRWA errichtete dazu im Jahr 1982 eine Schmelzhütte mit zwei Schmelzöfen mit einer Jahreskapazität von insg. 3.000 t in Kigali (Karuruma smelter), musste sich dabei jedoch stark verschulden, so dass diese Entscheidung letztlich zur Insol-

venz der Gesellschaft beitrug. Die Karuruma-Hütte produzierte von 1982 – 1984 jährlich ca. 1.000 t Raffinade-Zinn bis zu ihrer Stilllegung (im Rahmen der SOMIRWA-Insolvenz) Mitte 1985 (Tab. 50).

In den 1990er Jahren schloss die Firma Alicom einen Vertrag mit der ruandischen Regierung zur Fortsetzung des Hüttenbetriebs ab und unterzeichnete dazu einen Abnahmevertrag mit der staatlichen Abbaufirma REDEMI. Eine erfolgreiche Zinnproduktion konnte von Alicom letztlich jedoch nicht aufgenommen werden, da REDEMI die vertraglich vereinbarten Liefermengen nicht einhielt¹⁰. Im Vorfeld der Reprivatisierung des Sektors erwarb im Jahr 2002 schließlich die Firma Niobium Mining Company die Hütte und führte erfolgreiche Schmelzversuche zum Test der mittlerweile veralteten Ausrüstung durch. Der für einen kontinuierlichen Schmelzprozess erforderliche hohe Elektrizitätsbedarf ließ jedoch im Hinblick auf die hohen örtlichen Energiekosten einen wirtschaftlichen Betrieb der Hütte nicht zu, zudem konnte die Auslastung der Hütte nicht

¹⁰ Unter anderem, da REDEMI einen parallelen Abnahmevertrag mit SOGEM schloss, die bei der Lieferung bevorzugt behandelt wurden. REDEMI diskutierte auch einen Abnahmevertrag mit der deutschen Klöckner & Co. AG (Klöckner Legierungen).



Abbildung 58: Aufkonzentration angelieferter Cassiteritkonzentrate in der Gisenyi Zinnschmelze. Foto: BGR.

garantiert werden. Momentan verhandelt der in Phoenix Metal umbenannte Betreiber mit der ruandischen Regierung über eine mögliche Subventionierung des Elektrizitätspreises im Hinblick auf die Re-Etablierung des Schmelzbetriebs; dabei könnten laut Firmenmanagement Zinnbarren mit einer Qualität von 99,4 – 99,7 % Sn erzeugt werden.

Die Firma MPA¹¹ betrieb seit dem Jahr 2001 eine kleinere Schmelzhütte in der ruandischen Grenzstadt Gisenyi, direkt benachbart zu der ost-kongolischen Provinzmetropole Goma (Nord-

¹¹ MPA: Metal Processing Association, eine Tochter der südafrikanischen Gesellschaft Kivu Resources; die assoziierte kongolische Tochterfirma ist MPC: Mining Processing Congo

Tabelle 50: Zinnverhüttung in Ruanda (Quelle: interne Berichte in ruandischen Archiven und Interviews mit Firmenmanagement).

Hütte	Betreiber mit Schmelzbetrieb	Produktion
Karuruma (auch: Kabuye), Kigali	SOMIRWA, 1982 – 1985	Insg. 5.486 t Konzentrat verhüttet (davon 200 t aus Zaire/DR Kongo); 3.560 t Raffinade-Zinn (99,8 % Sn)
	Niobium Mining Company/ Phoenix Metal (umbenannt im Jahr 2005), seit 2002	Testschmelzbetrieb, keine reguläre Produktion; möglicher subventionierter Betrieb ab 2014?
Gisenyi	Metal Processing Association, 2002 – 2006	Verhüttung ruandischen und kongolischen Materials (ca. 20 % vs. 80 %); Insg. 1.300 t Raffinade-Zinn (99,9 % Sn) von 2002 – 2004

kivu). MPA verhüttete dort teils Cassiterit aus der ebenfalls zur MPA gehörenden Gatumba-Mine in Zentralruanda, sowie überwiegend Cassiterit ostkongolesischen Ursprungs, den die Firma über eine in Goma lokal etablierte Tochterfirma, MPC, erwarb. Bedingt durch eine seit 2007 anhaltende Elektrizitätskrise in Gisenyi stellte MPA den Schmelzbetrieb ein und verkaufte die Anlagen im Jahr 2010.

Ruandische Cassiteritproduktion und -export als „Konfliktmineral“

Der Dodd-Frank Act

Im Jahr 2010 verabschiedeten die USA mit dem Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act (DFA) ein Gesetz, das in Absatz 1502 Cassiterit – neben Coltan, Wolframit und Gold – als „Konfliktmineral“ klassifiziert, für das besondere Berichterstattungspflichten gegenüber der US-Börsenaufsicht, SEC, gelten¹². Berichterstattungspflichtige Unternehmen sind demnach verpflichtet, ihre Lieferketten bzgl. der Verwendung von Konfliktmineralen zu analysieren und, falls dies der Fall ist, gesondert die Herkunft der Konfliktminerale genau zurückzuverfolgen. Falls eine Herkunft aus der DR Kongo und deren Anrainerstaaten (inkl. Ruanda) nicht ausgeschlossen werden kann, wird die Einhaltung bestimmter unternehmerischer Sorgfaltspflichten in der Lieferkette eingefordert¹³.

Hintergrund des DFA ist die Erkenntnis, dass Förderung, Handel und illegale Besteuerung von Konfliktmineralen zur Finanzierung der seit Ende der 1990er Jahren existierenden Konflikte im Ostkongo und den assoziierten Menschenrechtsverletzungen beitragen. Absatz 1502 des DFA stellt einen Versuch dar, diesen Finanzierungsmechanismus zu unterbrechen; ein prinzipiell ähnlich ausgelegtes Gesetz wird derzeit auf EU-Ebene diskutiert.

Ruandische Cassiteritproduktions- und -exportstatistiken

Die öffentliche Diskussion ruandischer Cassiteritförderung im Vergleich zu den registrierten Exporten ist teils von polemisierenden Aussagen geprägt, im Sinne, dass Ruanda über keine

eigenen Rohstoffvorkommen verfügen würde und sämtliche ruandischen Exporte aus der DR Kongo geschmuggeltes Material darstellten. Wie aus der historischen ruandischen Produktionsstatistik (Abb. 55) ersichtlich, sind derartige Pauschalisierungen unzulässig. Bis 1980 förderte Ruanda kontinuierlich etwa 2.000 t Cassiterit pro Jahr. Dieser Prozess wurde durch die globale Zinnmarktkrise sowie den SOMIRWA-Bankrott in den 1980er Jahren und die katastrophale politische Entwicklung und Sicherheitslage in Ruanda und der DR Kongo während der 1990er Jahre massiv gestört.

Die Reprivatisierung und Internationalisierung des Bergbausektors seit dem Jahr 2005 lässt prinzipiell erwarten, dass die größeren Produzenten mit ihren Investitionen mittelfristig Produktivitäts- und Produktionssteigerungen, letztlich auch über historische Höchstmarken hinaus, bewirken könnten. Es fällt jedoch auf, dass Kleinproduzenten im historischen Vergleich derzeit einen erhöhten Förderanteil im Vergleich zu konsolidierten Minen aufweisen (vgl. Abb. 55). Teils ist dies darauf zurückzuführen, dass die meisten historisch bedeutenden Minen momentan noch deutlich unterhalb ihrer einstmaligen Förderkapazität liegen, bedingt durch Faktoren wie Mangel an qualifiziertem Personal, begrenztes Wissen über die lagerstättengeologischen Merkmale und entsprechende Abbauplanung sowie Diebstahl (Konzessions-externe Verkäufe Minen-eigener Konzentrate durch die Bergleute).

Zudem hat die merkliche Erholung des Zinnpreises seit 2007 hin zu neuen Höchstständen, die sich auch auf die Ankaufpreise für Cassiterit in Ruanda in den letzten Jahren niedergeschlagen hat, den ASM-Bergbau als Einkommensquelle für arme Bevölkerungsschichten wieder zunehmend attraktiver gemacht. Letzteres äußert sich sowohl in einer steigenden Anzahl registrierter kleiner Firmen und Kooperativen als Lizenznehmer, als auch in illegalem Bergbau von Kleinbergbaubetreibenden innerhalb und außerhalb anerkannter Konzessionsgebiete (resultierend in intra-ruandischem Mineralschmuggel). Insofern erscheint ein Anstieg der ruandischen Cassiterit Gesamtproduktion seit 2005 teils plausibel.

Nichtsdestotrotz ist in Ruanda, als zentrales Transitland insbesondere für Cassiterit aus den ostkongolesischen Kivu-Provinzen, weiterhin ein signifikantes Schmuggelrisiko festzustellen, dass durch die Berichte einer UN-Expertengruppe zur Lage in

12 SEC: Securities and Exchange Commission. Die SEC veröffentlichte im August 2012 spezielle Regeln zur Umsetzung des DFA-Absatzes 1502.

13 Als Referenz dienen dabei entsprechende Richtlinien der OECD aus dem Jahr 2010.



Abbildung 59: Abfüllung von Cassiteritkonzentraten in Fässer für den Export. Foto: BGR.

der DR Kongo mehrfach definiert und konkretisiert werden konnte. Die ruandischen Cassiteritexporte und Produktionsdaten/-abschätzungen der letzten Jahre sind in Tab. 51 dargestellt. Die sukzessiven Revisionen der Produktionsabschätzungen des US Geological Survey für diesen Zeitraum verdeutlichen die Schwierigkeiten in der Differenzierung nationaler gegenüber ausländischer aus Ruanda exportierter Cassiterit-Produktion.

Eine evaluierende Abschätzung der legalen ruandischen Cassiterit-Förderung lässt sich mittels der Analyse der bei der RNRA intern vorliegenden firmenspezifischen Monatsfördermengen¹⁴ unter folgender Prämisse vornehmen: Schwankungen in der gemeldeten Fördermenge individueller Firmen/Kooperativen während des Jahresverlaufs sind

zu einem gewissen Grad zu erwarten¹⁵. Isolierte Monatsspitzenproduktionswerte, die wesentlich über dem jährlichen Monatsmittel liegen, erscheinen hingegen weniger plausibel und können auf einen externen Ursprung des Materials hindeuten (d. h. entweder auf einen ausländischen oder auf einen illegalen inländischen Ursprung). Der Einfluss derart isolierter Produktionsspitzen lässt sich aus der Statistik herausfiltern, indem für jede Firma individuell der Medianwert der Monatsförderung über das Gesamtjahr bestimmt wird. Durch Aufsummieren der firmenspezifischen Medianwerte (jeweils auf das Gesamtjahr hochgerechnet) ergibt sich ein erster Schätzwert für die ruandische Cassiterit-Jahresförderung¹⁶ von 4.115 t (2011)

¹⁴ RNRA erhält monatliche Berichte von sämtlichen ruandischen Bergbaufirmen/-kooperativen bzgl. ihrer jeweiligen Förderung und wertet diese statistisch aus. Allerdings ist anzumerken, dass die Verlässlichkeit der Firmenberichterstattung teils mangelhaft ist und Daten unvollständig übermittelt werden. Insofern sollten diese Daten eher als Abschätzung denn als exakte Angaben verstanden werden. Nichtsdestotrotz erlauben diese Daten eine differenziertere Analyse der Frage der Produktionskapazität als Pauschalabschätzungen, die auf der Interpretation aggregierter Angaben beruhen.

¹⁵ Bedingt durch Fluktuationen der Minenarbeiterzahl (bspw. durch konkurrierende landwirtschaftliche Tätigkeiten der Beschäftigten), durch die Verfügbarkeit von Wasser zur Konzentrat-Aufbereitung während des Trocken-/Regenzeit-zyklus, oder durch Ausfallzeiten von schlecht gewarteter Ausrüstung.

¹⁶ Diese Abschätzung berücksichtigt vereinfachend systematisch das Gesamtjahr (d. h. zwölf Einzelmonate) bei der Medianwert-Berechnung. Falls eine Firma erst gegen Ende des jeweiligen Jahres die Produktion einsetzte, können somit Verzerrungen entstehen, da für die vorherigen Monate die Produktion als = 0 gewertet wird; insofern würde der so erhaltene Schätzwert einer Mindestangabe entsprechen. Gleichzeitig würde durch diese Abschätzmethode jedoch kein gleichmäßig-systematischer Schmuggel (ohne abnormale monatliche Produktionsspitzen) erkannt werden können.

Tabelle 51: Vergleich ruandischer Cassiteritkonzentrat-Export- und -Produktionsstatistiken (in t).

Jahr	Exporte (UN Comtrade) ¹⁾	Exporte (ruandischer Zoll) ²⁾	Produktion (USGS) ³⁾	Produktion (RNRA) ⁴⁾	Getaggte Exporte (iTSCi) ⁵⁾
2006	4.024 t Export, 2.081 t Re-Export	3.835 t Export, k. A. zu Re-Export	600 t (revidiert von zunächst 3.835 t)		
2007	4.578 t Export 2.372 t Re-Export	4.566 t Export, k. A. zu Re-Export	3.580 t (revidiert von zunächst 1.141 und 4.566 t)		
2008	4.193 t Export, 6.137 t Re-Export	4.193 t Export, k. A. zu Re-Export	2.848 t (revidiert von zunächst 1.400 und 1.500 t)		
2009	4.060 t Export, 1.164 t Re-Export	4.269 t Export, 1.346 t Re-Export	4.205 t (revidiert von zunächst 1.300 und 1.700 t)		
2010	3.874 t Export, 2.603 t Re-Export	3.874 t Export, 2.603 t Re-Export	5.293 t (revidiert von 2.500 t)		
2011	6.928 t Export, 387 t Re-Export	6.952 t Export, 387 t Re-Export	6.011 t	5.242 t	5.013 t (ab April 2011)
2012	4.637 t Export, 21 t Re-Export	4.637 t Export, 21 t Re-Export		4.572 t	4.524 t

¹⁾ UN Comtrade Database Daten für ruandische Exporte von Cassiterit beinhalten irrtümlicherweise stets auch Re-Exporte. Die Exportdaten in der Tabelle wurden entsprechend den Comtrade-internen Angaben für Re-Exporte korrigiert.

²⁾ Jahresdaten wurden aus den aufsummierten monatlichen Zollangaben errechnet.

³⁾ USGS Minerals Yearbook Rwanda (aktuelle Version für 2011, herausgegeben 2013, mit Angaben der letzten fünf Jahre (für 2007 – 2006 entsprechende Vorjahresberichte); Angaben revidierter Zahlen aus vorhergehenden USGS-Jahresberichten).

⁴⁾ Jahresdaten wurden aus den aufsummierten firmenspezifischen monatlichen Angaben errechnet.

⁵⁾ Jahresdaten wurden aus den iTSCi-Quartalszahlen für Cassiteritexporte errechnet. iTSCi: ITRI tin supply chain initiative („tagging“).

und 3.942 t (2012)¹⁷. Diese Schätzwerte erscheinen im Hinblick auf die oben diskutierte historische und jüngere Entwicklung des ruandischen Bergbausektors als relativ plausibel. Die Differenz zwischen diesen Werten und der registrierten Produktion bzw. den Exporten (Tab. 51) gibt einen Anhaltspunkt für die Größenordnung kurzfristig-abnormaler Produktionsspitzen und einer entsprechenden Risikobehaftung der gehandelten Cassiteritkonzentrate. [Anm.: Für die Berechnung der Weltzinnproduktion in den Jahren 2006 bis 2010 wurden die Cassiteritexportkennzahlen des ruandischen Zolls als Näherungswerte der ruandischen Cassiteritproduktion herangezogen. Diese enthalten jedoch in großem Umfang auch Cassiterit DR kongolesischen Ursprungs.]

17 Die daraus abgeleiteten Metallinhalte betragen 2.634 t Sn (2011) bzw. 2.523 t Sn (2012), wenn man einen mittleren Zinngehalt von 72 % Sn (Rutongo-Material) bzw. 62 % Sn (restliche Exporte) ansetzt und einen mittleren Anteil Rutongos von 20 % an den jeweiligen Gesamtexporten annimmt.

Sorgfaltsverpflichtungen ruandischer Cassiteritproduzenten

Um Schmuggelrisiken zu verringern und die Lieferkettentransparenz zu erhöhen, wurde in Ruanda flächendeckend ein sog. Tagging-System¹⁸ eingeführt. Das System beruht auf der wiederholten Versiegelung individueller Konzentrat-Transportsäcke von der Mine zum Aufbereiter bis hin zum Export. An jedem Teilschritt entlang der Lieferkette werden die Siegeldaten von Regierungsmitarbeitern dokumentiert und, in Zusammenarbeit mit dem ITRI, im Nachhinein in ein Datenbanksystem eingespeist. Zudem erfolgen regelmäßige Audits und Risikobewertungen des Systems durch eine Drittpartei. Das System refinanziert sich durch eine von der Industrie zu entrichtenden Abgabe, die pro Tonne Cassiterit-

18 iTSCi: ITRI tin supply chain initiative; auf Konzentrate von Cassiterit, Coltan und Wolframit anwendbar.

konzentrat (an RNRA) bzw. pro Tonne Zinninhalt (an ITRI¹⁹) abzuführen ist.

Bei den momentanen Abnahmepreisen für ruandische Cassiteritkonzentrate (ca. 11.000 US\$/t) ergeben sich daraus relative Kosten von ca. 3 – 4 % des Verkaufswertes, die somit als globaler Wettbewerbsnachteil auf Cassiteritkonzentrat-Exporte aus Ruanda wirken²⁰. Das Tagging-System soll mittelfristig in ein umfassenderes Zertifizierungssystem integriert werden, in dem vermehrt Kontrollen durch RNRA (Mineninspektionen, Exportverifizierung) sowie durch unabhängige Drittparteien (Audits) stattfinden.

Perspektiven

Im Rahmen der laufenden Bergbaulizenzvergabe bzw. -erneuerung sowie einer anstehenden Revision des Bergbaugesetzes werden Investoren von der ruandischen Regierung zunehmend strenge Vorgaben bzgl. des erwarteten Investments in den Bereichen Exploration und Abbau/Aufbereitung gemacht. Ziel der Regierung ist es, die Entwicklung des Bergbausektors sowohl auf kurz- als auch auf mittelfristige Sicht voranzutreiben, um ehrgeizig gesetzte nationale Exportziele (400 Mio. US\$ in den Jahren 2017/18; zum Vergleich: 136 Mio. US\$ im Jahr 2012) zu realisieren. Noch sind die im ruandischen Zinnbergbausektor vorzufindenden Bedingungen, trotz dieser Vorgaben, attraktiv für ausländische Investoren, die bereit sind, im ein- bis zweistelligen US\$-Millionenbereich zu investieren²¹. Letzteres könnte dazu führen,

das volle Potenzial von Cassiteritlagerstätten mit historisch relevanter Förderung (z. B. Bisesero, Musha) zu erschließen. Falls sich dieser Trend bestätigt und fortsetzt, wäre eine Erhöhung der gesamtruandischen Cassiteritförderung (sowie evtl. auch eine Re-Aktivierung der Zinnverhüttung bei entsprechender Subventionierung) möglich.

Demgegenüber steht die Frage, wie lange die große Anzahl von Kleinproduzenten ihre momentane Förderung aufrechterhalten kann. Lagerstättengeologisch rechtfertigen die meisten der entsprechenden Vorkommen kein größeres Investment über längere Zeit. Eine mittelfristige Konsolidierung des Sektors erscheint in diesem Zusammenhang notwendig.

Daneben besteht ein unterschwelliges Risiko, dass für in Ruanda geförderten Cassiterit, bedingt durch dessen Klassifizierung als Konfliktmineral, der Marktzugang zu westlich-orientierten Lieferketten²² eingeschränkt wird. Dieses Risiko wird durch die momentan existierende Monopolstellung von MSC als Abnehmer (bzw. von ITRI als Bereitsteller des einzigen akzeptierten Nachverfolgungssystems) weiter akzentuiert. Durch die in Ruanda erforderlichen Sorgfaltspflichten in der Lieferkette, bzw. den Berichterstattungsverpflichtungen dazu, entstehen beteiligten Unternehmen momentan erhöhte Kosten im Vergleich zum Cassiterit-Bezug aus anderen Förderregionen der Welt. In Abhängigkeit von der Entwicklung bestimmter Rahmenbedingungen (z. B. Zinnpreisvolatilität, Marktzugangsoptionen) besteht demnach ein Risiko, dass der Standort Ruanda für Rohstoffinvestoren an Attraktivität verlieren kann. Mit der resultierenden Verknüpfung interner und externer Parameter sind Prognosen über die künftige Entwicklung der ruandischen Zinnförderung somit zwangsläufig mit einer relativ hohen Unsicherheit behaftet und die Umsetzbarkeit der ambitionierten Exportziele der ruandischen Regierung dementsprechend als ungewiss zu bewerten.

19 Die Budgetrechtfertigung sowie die genauen Abgabemodalitäten erscheinen dabei teils intransparent. Es fällt auf, dass MSC – als ein wichtiges ITRI-Mitglied – von der Umsetzung des Systems in Ruanda in den vergangenen Jahren massiv profitieren konnte und mittlerweile eine Monopolstellung als Abnehmer einnimmt. Gleichzeitig wird die ITRI-Abgabe teils direkt von MSC der smelter treatment charge hinzugerechnet und somit von den ruandischen Firmen de facto zunächst an MSC, anstatt an ITRI entrichtet.

20 Die ruandische Regierung hat zudem die Erhebung einer 4 % Förderabgabe (Royalty) beschlossen. Es wird z. Z. die Möglichkeit diskutiert, die erwarteten Einnahmen aus der Förderabgabe teils zur Refinanzierung der Tagging- und Zertifizierungssysteme zu nutzen, um damit deren separate Gebühren zu senken. Es sollte auch erwähnt werden, dass die momentan zum Tragen kommenden Kosten letztlich häufig an die Kleinbergbaubetreibenden in Form von angepassten Ankaufpreisen weitergereicht werden.

21 Von ausländischen Firmen an die ruandische Regierung zugesagte Bergbauinvestitionen für den Zeitraum 2006 – 2018 für – im nationalen Maßstab – größere Projekte liegen momentan (2013) bei ca. 80 Mio. US\$, allerdings wurden mehrere Zusagen bislang nur teilweise realisiert und müssen evtl. angepasst werden. Der überwiegende Anteil dieser Zusagen bezieht sich auf die Entwicklung von Cassiterit (-Coltan) Lagerstätten.

22 Andere, insbesondere intra-chinesisch orientierte Lieferketten, bei denen entsprechende Sorgfaltspflichten nicht eingefordert werden, sind momentan mit Preisabschlägen verbunden.

Russische Föderation (Produktion)



In der Russischen Föderation sind große Vorräte geringhaltiger Zinnerze bekannt. Sie sind zu 92 % im Fernen Osten des Landes konzentriert. Mehr als die Hälfte liegen in schwer zugänglichen, klimatisch ungünstigen Gebieten der Provinzen Sacha (z. B. Lagerstätten Deputatskoe und Odinkoe, s. u.) und Tschukotka (Lagerstätte Pyrkakai).

Der Versuch, letztere Lagerstätte, bei der es sich um die viertgrößte Zinnlagerstätte (Pyrkakai-Krutoi + Pyrkakai-Wostok + Pyrkakai-Zentral: 244.351 t Sn + 11.421 t W (A - C1) bzw. 10.159 t Sn + 7.149 t W (C2)) der Erde handeln soll, Ende 2012 an den einzigen potenziellen Interessenten, die chinesische Yunnan Tin Group (YTG), zu verkaufen, scheiterten an dem zu niedrigen Sn-Gehalt des dortigen Erzes von durchschnittlich nur 0,24 %. YTG soll erklärt haben, dass selbst

bei Zinnpreisen von damals 20.400 US\$/t, eine Gewinnung von Zinnerzen mit Gehalten < 0,3 % sogar im Tagebau, wie in Pyrkakai geplant, nicht wirtschaftlich möglich sei.

Bei einer Dauer von fünf Jahren wird die Entwicklung der Pyrkakai Lagerstätte auf 300 Mio. US\$ geschätzt. Nach Fertigstellung könnte sie über 29 Jahre jährlich bis zu 6 Mio. t Erz mit 11.000 t Sn- und 814 t W-Inhalt liefern (DZHUMAILO 2012, URAZOVA & BUCHHOLZ 2012).

Insgesamt sind in der Russischen Föderation 270 Zinnlagerstätten nachgewiesen, davon 123 Primärlagerstätten (\varnothing 0,28 % Sn) mit 88 % der Vorräte und 147 Seifenlagerstätten (\varnothing 630 g Sn/m³). Nur 33 % dieser Zinnlagerstätten sind selbst nach russischer Einschätzung abbauwürdig und nur wenige sind entwickelt.



Abbildung 60: Blick auf die Bergwerksanlagen bei Pravourmiskoe, Foto: www.rus-olovo.ru.

Wie auch die Lagerstätten, ist die Produktion von Zinnerzen auf den Fernen Osten der Russischen Föderation beschränkt und stammt mittlerweile fast vollständig aus nur noch zwei Primärlagerstätten. Vor 1991 stand dagegen noch eine Vielzahl von heute unrentablen Lagerstätten in Produktion, um durch ihre Förderung die Autarkie Russlands in der Versorgung mit dem auch für die Rüstungsindustrie wichtigen Zinn zu sichern. Zwischen 1991 und 2000 ging dann die Zinnerzproduktion auf ein Viertel zurück und brach seitdem um weitere 98 % ein. Fast alle ehemaligen Abbaubetriebe mussten Bankrott anmelden und sind zumindest gestundet. Der Abbau der Lagerstätten in den Gebieten Magadan, Tschita und Tschukotka, die 1991 noch 22 % der russischen Förderung erbrachten, wurde zuerst eingestellt. Auch die einst umfangreiche Bergbauförderung aus den Primärlagerstätten in den Provinzen Sacha, Chabarowsk und Primorje wurde inzwischen deutlich zurückgefahren bzw. ganz eingestellt.

Die größte, derzeit noch in Produktion befindliche Zinnerzlagerstätte der Russischen Föderation ist Pravourmiskoe in der Region Chabarowsk. Der Abbau dieser Lagerstätte war durch die 2002 gegründete OOO Vostolokovo begonnen

und dann ab Ende 2007 durch die OOO Pravourmiskoe fortgeführt worden. Im August 2012 ging diese dann in der ein Jahr zuvor gegründeten Holdinggesellschaft OAO Rusolovo auf. Die Holdinggesellschaft OAO Rusolovo („Russischer Zinn“) übernahm daneben die Lagerstätten Perevalnoe und Festivalnoe der ehemaligen OOO Vostokolovo sowie diverse Explorationslizenzen und führt diese unter dem Dach der Betriebs- und Aufbereitungsgesellschaft OOO ORK.

Die Gewinnung des Erzes aus Pravourmiskoe wird durch den Mangel an günstiger Energie sowie die schlechte Infrastruktur (117 km Straßenpiste zum nächstgelegenen Bahnhof Suluk der Baikal-Amur-Strecke bzw. 8 km Bergstraße zur derzeitigen Aufbereitungsanlage) behindert.

Bei Pravourmiskoe handelt es sich um eine große Greisenlagerstätte mit Sn, W, Cu, Ag, In und Bi als Wertmetallen und Vorräten nach JORC (Stand: März 2012) von 23,1 Mio. t Erz @ 0,46 % Sn = 106.470 t Sn-Inhalt (74.760 t Sn indicated-, 31.710 t Sn in inferred-Kategorie). Als davon wirtschaftlich gewinnbar werden Vorräte von 7,6 Mio. t Erz @ 1,06 % Sn = 80.300 t Sn-Inhalt angesehen, von denen wiederum 57.000 t Sn-Inhalt ausge-

Tabelle 52: Produktion von Zinnsteinkonzentrat bzw. Zinninhalt (in t) in der Russischen Föderation, nach www.mineral.ru, www.rudmet.ru bzw. Jahresbericht 2012 der OAO Rusolovo.

Gesellschaft	Lagerstätte	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
OAO Rusolovo (OOO ORK)	Perevalnoe ¹⁾	80	96	24	150	296	0	0
	Festivalnoe ²⁾	65	135	90	0	0	0	0
	Pravourmiskoe	313	385	–	–	–	–	–
OOO Pravourmiskoe	Pravourmiskoe ³⁾	–	–	272	142	163	318	311
OOO Sachalovo	Tschurpun'ja ⁴⁾	1.430	514	115	0	0	0	0
	Tirintjach-Seife ⁵⁾	959	362	224	0	0	0	0
Andere ⁶⁾		102	101	89	46	68	11	73
Summe Konzentrat		2.949	1.593	814	338	527	329	384
Summe Sn-Inhalt		2.514	990	400	127	144	75	249

¹⁾ 0,53 % Sn im Erz, Reserven 01.01.2012: 30.200 t Sn (B-C1), 13.000 t Sn (C2), 2012 Aufbereitung von 54.800 t Erz und 52.400 t Haldenmaterial

²⁾ 0,65 % Sn im Erz, Reserven 01.01.2012: 57.400 t Sn (B-C1), 29.500 t Sn (C2)

³⁾ 1,23 % Sn im Erz (@ cut-off grade: 0,5 % Sn), Reserven 01.01.2012: 61.692 t Sn (B-C1), 22.391 t Sn (C2), 2011 stammten 155 t von 318 t gewonnenem „Erz“ aus hochgradigen Cassiteriterzgängen

⁴⁾ 2,52 % Sn im Erz, Reserven 01.01.2012: 6.800 t Sn (B-C1), 13.700 t Sn (C2)

⁵⁾ 814,13 g Sn/m³, Reserven 01.01.2012: 68.900 t Sn (B-C1), 5.300 t Sn (C2), ⁶⁾ 2010, 2011 und 2012 beibehrend aus der Pb-Zn-Bi-Lagerstätte Yuzhnoe Süd durch die OJSC "MMC" Dalpolimetall

bracht werden können. Die staatlicherseits bestätigten Reserven liegen etwas höher und betragen 84.000 t Sn, 40.000 t Cu, 3.853 WO₃ und 89 t Ag. Diese bestätigten Reserven reichen aus, um die Lagerstätte bis 2032 bei einer ab 2016 geplanten Produktionskapazität von 400.000 t Erz/a (derzeit 100.000 t Erz/a) zu betreiben. Zusätzlich sollen ab 2016 verstärkt und über mindestens fünf Jahre rund 100.000 t Haldenmaterial/a aufbereitet werden. Das derzeitige Ausbringen soll von 50 – 60 % auf 70 % Sn erhöht und zukünftig neben Sn- und W- auch Cu-Konzentrate erzeugt werden.

Die Gesteungskosten betragen im Jahr 2009 umgerechnet 12.610 US\$/t Sn-Inhalt, waren dann im Jahr 2010 auf 20.180 US\$/t steil angestiegen und im Jahr 2011 wieder leicht auf 19.940 US\$/t Sn-Inhalt angefallen. Sie sollen durch zahlreiche Modernisierungsmaßnahmen bis 2016 auf 9.913 US\$/t Sn gedrückt werden.

Die Aufbereitung der Zinnerze aus den zahlreichen anderen Lagerstätten (u. a. Festivalnoe, ca. 53.700 t Sn-Restinhalt und Perevalnoe, ca. 30.200 t Sn-Restinhalt, Neuberechnungen beider Lagerstätten nach JORC in Vorbereitung) der Region Chabarowsk erfolgt seit 1963 in der Kleinstadt Solnechny, die 38 km von der Baik- al-Amur-Eisenbahnstrecke entfernt liegt. Ausge- bracht wurden Sn-, Cu-, W- und Pb-Konzentrate.

Die mittlerweile in Solnechny angefallenen Auf- bereitungshalden sollen nach RHYZOV (2012) 73.000 t Sn-Inhalt besitzen. Die australische Firma Magna Mining NL berichtet von einem Damm aus Rückständen der Erzaufbereitung bei Solnechny mit einer Tonnage von 23,9 Mio. t. Nach Unter- suchungen von Magna Mining NL besitzen die

dortigen Halden Gehalte von 0,19 – 0,30 % Sn (= 45.400 – 71.700 t Sn-Inhalt), 0,11 – 0,74 % Cu, 0,14 – 0,88 % W, 7– 22 ppm Ag, 100 – 500 ppm Zn und 500 – 900 ppm Pb (ASX-Announcement vom 02.12.2011).

Die für die kommenden Jahre geplanten Pro- duktionsziele für Pravourmiskoe sind in Tab. 53 wiedergegeben.

Zusätzlich verabschiedete die OAO Rusolovo im August 2012 für die kommenden Jahre folgende Strategie:

1. Inbetriebnahme einer zentralen Aufbereitungsanlage zur Verarbeitung von Haldenmaterial bei Pravourmiskoe – 2015
2. Wiederaufnahme der Erzförderung aus der Solnechnoe Lagerstätte – 2015
3. Inbetriebnahme eines neuen Schachtes bei Pravourmiskoe – 2016
4. Wiederaufnahme der Erzförderung aus der Festivalnoe Lagerstätte – 2017
5. Inbetriebnahme eines neuen Schachtes bei Perevalnoe – 2020

Über die bedeutendsten Zinnvorkommen des ark- tischen Anteils der Russischen Föderation ist aus URAZOVA & BUCHHOLZ (2012) näheres bekannt:

- Die Großlagerstätte Deputatskoe enthält 198.298 t Sn (A – C1) bzw. 57.518 t Sn (C2) oder 11,5 % der Zinnvorräte der Russischen Föderation. Sie liegt in jurassischen Sand-

Tabelle 53: Entwicklungsplan (geplante Produktion in t) der Lagerstätte Pravourmiskoe, nach Jahresbericht 2012 der OOO Pravourmiskoe und tatsächliche Produktion (in t) nach Jahresbericht 2012 OAO Rusolovo.

		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ist	Erzkonzentrat	44.400 ¹⁾						
	Sn-Inhalt	311						
Plan	Erzkonzentrat	79.300					400.000	400.000
	Cassiteritkonzentrat		632	975	1.287	3.589	4.913	4.913
	Sn-Inhalt	344	350	540	727	2.101	2.828	2.828

¹⁾ Zzgl. Aufbereitung von 27.200 t Haldenmaterial

- steinen, die von mehreren, von einer liegenden Granitintrusion ausgehenden Gängen durchschlagen wurden. Die erzführenden Gänge und gangähnlichen Mineralisationszonen erreichen 250 – 2.100 m Länge und besitzen durchschnittlich 1,2 – 4,4 m Mächtigkeit. Die Erstreckung der Vererzung in die Tiefe ist unbekannt. Die Quarzgänge führen Cassiterit, Turmalin und Sulfide. Der mittlere Sn-Gehalt in den Primärerzen beträgt 1,15 %. Wegen des schlechten Ausbringens und der sehr schlechten infrastrukturellen Anbindung wird die Lagerstätte als nicht bauwürdig eingestuft. Die Verwitterungserze führen dagegen höhere Sn-Gehalte und bilden die Muttergesteine sekundärer Seifen, die bereits abgebaut sind (1951 – 1997). Deputatskoe war über mehrere Jahre die bedeutendste Zinnerzproduktionsstätte der Russischen Föderation.
- Im Tschau Rayon Zentraltschukotkas sind einige sehr große (> 100.000 t Sn) Sn-Lagerstätten bekannt, die als Nebenprodukt oft Wolfram und/oder Gold führen. Das größte Vorkommen dieser Art ist Pyrkakai (s. o.) mit sieben Erzstockwerken. Die Erze besitzen geringe Gehalte (0,22 – 0,25 % Sn); Cassiterit ist aber leicht anzureichern. In unmittelbarer Nachbarschaft, bei „Artel Staratelei Tschukotki“, steht die Mlelüweem-Seife in Abbau.
 - Ressourcen der Greisenlagerstätte Odinokoe im Nord-Jana Gebiet Sachas wurden mit rund 125.791 t Sn + 10.300 t W (A – C1) bzw. 1.772 t Sn + 300 t W (C2) entsprechend 3,2 % der russischen Vorräte berechnet. Die Lagerstätte besteht aus einem Quarz-Cassiterit-Gangstockwerk in einer Granitkuppel mit Anteilen von Wolframit und etwas Molybdänit. Die Erzlager treten nestartig verteilt auf. Die Vererzung reicht nur 30 – 100 m tief. Der durchschnittliche Sn-Gehalt ist relativ niedrig und beträgt 0,31 %. Zudem wurden Gehalte bis zu 0,12 % Li, 0,92 % Bi, 0,01 % Be, 0,01 % (durchschnittlich 0,028 %) W und 0,005 % Ta gemessen. Auch im Umkreis von Odinokoe existieren einige kleine Seifen-vorkommen mit Vorräten von insgesamt immerhin 50.900 t Sn (A – C1) bzw. 1.000 t Sn (C2) und einem Durchschnittsgehalt von 828,7 g Sn/m³.
 - Die mittelgroße Lagerstätte Ulachan-Egeljach besteht aus triassischen Sandsteinen und Tonschiefern, die von Diorit- und Lamprophyr-Gängen durchschlagen wurden. Die Sn-Vorräte betragen bei einem Durchschnittsgehalt von 0,92 % 25.710 t (A – C1) bzw. 21.292 t (C2) (2,3 % der russischen Vorräte). Die Erzkörper bilden sehr unterschiedlich stark einfallende mineralisierte Zonen von maximal 1 km Länge und Mächtigkeiten bis zu 12 m. Als Erzminerale finden sich Pyrit, Chalkopyrit, Cassiterit, Arsenopyrit, Wolframit u. a.
 - Die ebenfalls mittelgroße Sn-W-Lagerstätte Ilintas liegt im Süd-Jana Gebiet Sachas und bildete sich im Exokontakt einer Granitoid-Intrusion zu Sedimentgesteinen. Die Erzkörper treten als steil einfallende Gänge mit Mächtigkeiten von 0,15 – 6 m und Längen bis zu 700 m auf. Nur zwei Gänge (Wesna und Nagornaja) beinhalten den Hauptanteil der erkundeten Reserven. Als Hauptwertminerale treten Wolframit und Cassiterit auf. Die wichtigsten Nebenminerale sind Chalkopyrit, Pyrit, Turmalin, Pyrrhotin, Zinkblende und Bleiglanz. Die durchschnittlichen Erzgehalte betragen 1,25 % Sn und 0,64 % WO₃, die Vorräte 31.500 t Sn und 15.042 t WO₃ (A – C1) bzw. 7.600 t Sn und 7.045 t WO₃ (C2).
 - Eine kleine Lagerstätte in der Republik Sacha, Tschurpun'ja, ist vulkanogenen Ursprungs und wurde bei einer Fläche von 1.650 x 550 m bis in eine Tiefe von 220 m nachgewiesen. Sie besteht aus 34 einzelnen Erzkörpern, von denen der erste Erzkörper 75 % der Gesamtvorräte beinhaltet. Dieser Erzkörper besitzt eine Länge von 1.200 m und führt in seinem Zentrum hohe Anreicherungen (bis 29,5 % Sn, durchschnittlich 2,16 % Sn) von Cassiterit. Die ursprünglichen Vorräte betragen 6.684 t Sn (A – C1) bzw. 21.128 t Sn und 600 t WO₃ (C2). Seit den 1990er Jahren bis in das Jahr 2008 wurde die Lagerstätte Tschurpun'ja untertägig abgebaut. Zwischenzeitlich gilt die Lagerstätte als nahezu ausgeerzt.
 - Die Tirintjach-Seife gehört zu den großen polygenetischen Seifenlagerstätten (alluvial, eluvial und lakustrin-alluvial). Sie ist bis zu 240 m mächtig, über 4.000 m lang und führt durchschnittlich 844,5 g Sn/m³. Das Hauptwertmineral ist Cassiterit (95 %) mit erhöhten Gehalten von W, Nb, Sc und In, die isomorph im Cassiterit gebunden sind. Die Seife wurde

sowohl untertage (z. B. 2005: 268.000 m³ Erzsand mit durchschnittlich 3.839 g Sn/m³) als auch übertage (z. B. 2005: 70.000 m³ Erzsand mit durchschnittlich 3.819 g Sn/m³) abgebaut. Obwohl die Restvorräte der Lagerstätte (68.900 t Sn (A – C1) bzw. 5.300 t Sn + 700 t WO₃ (C2)) für einen Abbauzeitraum von 60 Jahren reichen würden, wurde der Abbau im Jahr 2008 aus wirtschaftlichen Gründen gestundet, womit die Sn-Förderung in der gesamten Republik Sacha zum Erliegen kam. Eine vom 01.01.2013 bis 31.12.2017 befristete Befreiung der Zinnproduzenten im Fernen Osten der Russischen Föderation von der Entrichtung des Förderzinses soll sie wieder wirtschaftlich attraktiv machen.

Im Zalarinsky Distrikt, Irkutsk Oblast, existiert zudem die Großlagerstätte Belskoye mit C1-Ressourcen von 288.000 t Sn-Inhalt. Angaben über den Sn-Gehalt dieser Lagerstätte liegen nicht vor.

Durch den starken Rückgang der primären Bergwerksförderung war auch die einzige Zinnhütte der Russischen Föderation, das seit 1942 produzierende Integrierte Hüttenkombinat Novosibirsk (OAO „NOK“), schon seit mehreren Jahren immer wieder akut von der Insolvenz bedroht. Zusätzlich erschwert wurde die Lage von NOK durch seine große Entfernung von den Zinnerzvorkommen im Fernen Osten, die rund 5.000 km beträgt. Bemühungen, sich direkt an den dortigen Bergbauunternehmen oder auch Zinnerzproduzenten in Kirgisistan (Tianshanolovo JV, s. Kirgisistan) zu beteiligen, um so auch langfristig die Zinnerzversorgung sicherzustellen, war nur kurzfristiger Erfolg vergönnt. Im Juli 2013 musste NOK bei Außenständen von umgerechnet 30,5 Mio. € Insolvenz anmelden. Russischen Presseberichten zufolge ist eine wirtschaftliche Raffinadezinnproduktion erst wieder ab einer Jahresproduktion von 3.000 t möglich.

Im Jahr 2011 stammten bereits 24,6 % des durch NOK verarbeiteten Rohzinns (835,2 t) aus Importen und 26,3 % aus Sekundärprodukten (Recyclingzinn). NOK hatte bereits im Jahr 1997 mit dem Recycling von Zinnabfällen begonnen.

NOK produzierte Raffinadezinn, Zinnlegierungen und diverse Zinnprodukte. Zusätzlich wurden die bei der Zinnerzraffinade anfallenden Koppelprodukte (Pb, Sb, Bi, As, In, Cu u. a.) vermarktet.

Nach OECD (Stand: Januar 2013) sind in der Russischen Föderation auch noch sehr spezialisierte und kleine Zinnschmelzen der Firmen CSC Pure Technologies bzw. Pure Technology in Betrieb.

Literaturauswahl:

DZHUMAILO, A. (2012): Chinese turn down Roman Abramovich. Chinese not interested in Russia's largest tin deposit.– Russia beyond the headlines, 13.11.2012; Moskau.– URL: http://rbth.asia/articles/2012/11/13/chinese_turn_down_roman_abramovich_17859.html.

RYZHOV, S. (2012): Russian tin industry. History, realities and prospects.– Präsentation auf der ITRI International Tin Conference, 23. – 26. April 2012: 14 S.; Kapstadt.

URAZOVA, K. & BUCHHOLZ, P. (2012) : Das Rohstoffpotenzial der russischen Arktis.– DERA Rohstoffinformationen, 4: 54 S., 21 Abb., 8 Tab.; BGR; Hannover.

Tabelle 54: Produktion von Raffinadezinn (in t) durch das Integrierte Hüttenkombinat Novosibirsk, nach NOK Jahresberichten und www.mineral.ru.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Sn-Inhalt	3.928	2.898	1.725	1.429	1.381	726	900

Russische Föderation (Projekte)



Aus der Russischen Föderation ist außer den bereits genannten Vorkommen bzw. ehemals in Abbau stehenden Lagerstätten folgendes Zinnprojekt bekannt, zu dem auch eine Vorratseinschätzung existiert:

Projekt:	Sobolinoe, Khabarovsk Territorium
Betreiber:	OJSC Baikal Mining Co.
Homepage:	www.bgk-udokan.ru
Ziel:	Gewinnung von 3.000 t Sn-Inhalt/a
Ressource:	4.380.000 t Erz @ 1,07 % Sn (= 46.872 t Sn-Inhalt) C1-Kategorie + W+Cu 6.096.000 t Erz @ 0,74 % Sn (= 45.111 t Sn-Inhalt) C2-Kategorie + W+Cu
recovery grade:	k. A.
Gestehungskosten:	k. A.
Produktionsbeginn:	2015
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 unwahrscheinlich

Sambia (Produktion)



Sambia verfügt über relativ kleine Zinnsteinvorkommen, die 1933 entdeckt wurden und auf das Choma-Kalomo-Gebiet im südlichen Sambia konzentriert sind.

Der „Zinngürtel“ von Choma erstreckt sich über rund 100 km von der Bergbausiedlung Chirobi bis zur Bergbausiedlung Monzuma. Er ist rund 4 km breit und verläuft subparallel zur Hauptstreichrichtung (WSW) der dortigen Grundgebirgseinheiten, die aus Schiefen und Gneisen bestehen. Er grenzt zudem westlich an den Kaloma Batholithen an.

Die Zinnsteinkonzentratproduktion aus dem Choma Zinngürtel erreichte in der Mitte des 20. Jh. bis 25 t jährlich (DRYSDALL 1967). Auch geringe Mengen an Columbotantalit und Wolframit sind aus den dort ausstreichenden komplexen Quarz-Muskovit-Feldspat-Pegmatitgängen schon gewonnen wurden. Der enthaltene Cassiterit

ist grobkörnig und kann aus dem angewitterten Gestein meist leicht gewonnen werden. Zudem standen und stehen eluviale Vorkommen im (meist artisanalen) Abbau.

Die Höhe der einheimischen Cassiteritproduktion wird von den sambischen Behörden nicht publiziert – Kupfer und Kobalt besitzen volkswirtschaftlich eine wesentlich größere Bedeutung. Anhaltspunkte sind jedoch der Datenbank von UN Comtrade zu entnehmen.

Literatur:

DRYSDALL, A. R. (1967): The tin belt of the Southern Province. A summary report.- Rep. of Zambia, Min. of Lands and Mines. Geol. Surv. Dept., Economic Report, 1, 2nd ed.: 42 + iv. S., 3 Tab., 1 Anh.; Lusaka.

Tabelle 55: Export von Cassiteritkonzentrat (unbekanntem Sn-Inhalts) (in t) aus Sambia, nach UN COMTRADE DATABASE, DESA/UNSD 2013.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Export	91	312	3	27	< 1	28	n. v.

Schweden (Produktion)



Schweden verfügt über keine Zinnlagerstätten, jedoch über eine Hütte, in der auch Sn-haltige Legierungen anfallen.

Die schwedische Boliden AB recycelt am Standort Bergsöe in Landskrona, Provinz Skåne län, Südschweden, seit 1942 gebrauchte Autobatterien aus Blei. Zudem werden Blei- und Antimonabfälle recycelt. Gewonnen werden daraus nicht nur Blei und Bleilegierungen (42.558 t im Jahr 2012) sondern auch Zinnlegierungen und andere Begleitprodukte.

Tabelle 56: Produktion von Zinnlegierungen (in t) am Standort Bergsöe durch die Boliden AB in Schweden, nach Boliden AB Annual Reports und mutmaßlicher Sn-Inhalt (in t) dieser Legierungen, errechnet analog den Daten der Kovohutě Příbram a.s. (s. Tschechien).

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Sn-Legierungen	841	701	516	428	497	11	0
= ca. Sn-Inhalt	93	77	57	47	55	1	0



Abbildung 61: Luftbild der Bleischmelze Bergsöe in Südschweden, Foto: Boliden AB.

Simbabwe (Projekte)



Simbabwe besaß von 1936 bis 1994 ein produzierendes Zinn-Tantal-Bergwerk, das auf Wunsch der simbabwischen Regierung möglichst kurzfristig wieder in Produktion gehen soll.

Im Jahr 2012 exportierte Simbabwe 195 t Cassiteritkonzentrat nach Südafrika, das wohl im Kleinbergbau gewonnen wurde.

Projekt:	Kamativi Mine
Betreiber:	Zimbabwe Mining Development Corporation
Homepage:	k. A.
Ziel:	Wiederaufnahme der Produktion von Cassiterit, Tantalit, Columbit und Amblygonit aus Pegmatiten im Kamativi Gebiet, nahe Hwange
Ressource:	28.143.000 t Erz @ 0,179 % Sn (= 50.376 t Sn-Inhalt), wovon 4.435.000 t Erz @ 0,195 % Sn (= 8.650 t Sn-Inhalt) im Tagebau gewinnbar + Ta + Nb + Li + Be
recovery grade:	k. A.
Gestehungskosten:	k. A.
Produktionsbeginn:	k. A.
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Singapur (Produktion)



In Singapur operiert seit März 2006 eine Zinnschmelze, die sich bis Ende 2008 im Eigentum der chinesischen Yunnan Tin-Gruppe (42 %) und der lokalen KJP International Pte Ltd. (58 %) befand. [Anm.: In diesem Bericht ist die Zinnproduktion in Singapur zwischen 2006 und 2008 statistisch in der Raffinadezinnproduktion der Yunnan Tin-Gruppe in China enthalten.]

Die Kapazität dieser Zinnschmelze der Singapore Tin Industries Pte Ltd. (STI) liegt bei 36.000 t Sn/a. Aufgrund der indonesischen Exportbeschränkungen für Zinnerz erreichte die Produktion jedoch nie

diese Höhe und das Produktionsziel wurde bereits Mitte 2007 auf 15.000 t Sn/a gesenkt. Zinnerz wurde vornehmlich aus Australien, Myanmar und Vietnam importiert. Während der zweiten Hälfte des Jahres 2008 ruhte die Produktion aufgrund von Reparaturarbeiten und Ende 2008 entschieden die damaligen Eigentümer, ihr Joint Venture Unternehmen zu veräußern. Die Schmelze wurde im Januar 2009 verkauft, ist aber nach übereinstimmenden Berichten leitender Mitarbeiter der indonesischen Zinnsteinproduzenten PT Timah und PT Tenaga Anugerah bis heute aktiv.

Tabelle 57: Produktion von Raffinadezinn (in t) in Singapur, nach USGS Minerals Yearbook und ITRI.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Produktion	8.738	2.914	1.500 ¹⁾	0	0	0	0

¹⁾ Schätzung

Informationen über die heutigen Besitzer oder die heutige Produktion der STI Schmelze liegen nicht vor. Hinweise auf die mögliche Produktion ergeben sich jedoch durch die Importe von Cassiteritkonzentrat durch Singapur.

Die wichtigsten Herkunftsländer dieser Konzentrate sind Indonesien und die Philippinen sowie im Jahr 2012 Tansania (d. h. der Cassiterit stammt aus Ruanda oder DR Kongo), Brasilien und Südafrika (aus Zentralafrika und Simbabwe).

Tabelle 58: Import von Cassiteritkonzentrat (in t) nach Singapur, nach UN Comtrade Database, DESA/UNSD 2013 bzw. Global Trade Atlas.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Import	716	2.288	232	140	1.204	119	460	368

Zudem werden vermutlich Rohzinnbarren zumindest aus Vietnam, Indien, Brasilien und einem

ungenannten asiatischen Land – möglicherweise Myanmar – umgeschmolzen.

Tabelle 59: Import von Rohzinn (in t) aus Vietnam, Indien, Brasilien und einem ungenannten asiatischen Land (Myanmar?) durch Singapur, nach UN Comtrade Database, DESA/UNSD 2013.

Import aus	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Vietnam	20	0	0	50	61	408	23
Indien	0	0	220	270	24	0	0
Brasilien	0	0	0	259	0	0	0
asiatisches Land	2	23	2	4	1	51	120
Summe	22	23	222	583	86	459	143

Tabelle 60: Mutmaßliche Produktion von Raffinadezinn (in t Sn-Inhalt) durch die STI Schmelze in Singapur nach 2008.

	2009	2010	2011	2012
durch Verhüttung von Cassiteritkonzentrat @ 55 % Sn	75	642	64	245
durch Umschmelzen von Rohzinn	583	86	459	143
Summe	658	735	523	388

Die mutmaßliche Raffinadezinnproduktion der STI Schmelze in Singapur liegt dementsprechend bei einigen hundert Tonnen pro Jahr.

Spanien (Produktion)



Spanien, besonders der westliche Landesteil, verfügt über eine große Auswahl und Anzahl von Cassiteritvorkommen, die jedoch mit ganz wenigen Ausnahmen unter den heutigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nicht mehr abbauwürdig sind. Eine Vielzahl von ihnen stand jedoch vom Bronzezeit- über das Mittelalter bis noch in die 1980er Jahre in Produktion.

GONZALO CORRAL & GRACIA PLAZA (1985) unterscheiden für das westliche Spanien folgende Lagerstättentypen:

a. Gänge

- I. Einzelgänge (1985 ca. 10 % der spanischen Produktion von 637 t Sn-Metall)
 - 1) mit Cassiterit, z. B. Lumbrales und Barquilla in Salamanca
 - 2) mit Cassiterit und Wolframit, z. B. San Fix, Santa Comba, Las Sombras.

Diese Lagerstätten wurden untertage abgebaut und ihr Erz ließ sich durch ihren grobkörnigen Cassiterit sehr einfach aufbereiten.

- II. Schwarmgänge (1985 ca. 25 % der spanischen Zinnproduktion)
 - 1) mit Cassiterit, z. B. Arcillera, Mina Teba, La Fregeneda, Calabor
 - 2) mit Cassiterit und Wolframit oder Scheelit, z. B. La Parrilla, Monte Neme, La Carolina.
Diese Lagerstätten zeichneten sich durch hohe Ton- und Glimmer-, bei gleichzeitig niedrigen Sn-Gehalten von < 0,1 % aus.
 - 3) Pegmoaplitische Gänge mit Columbotantalit, von denen 1985 wegen der komplizierten und stark wechselnden lagerstätteengeologischen Verhältnisse nur wenige in Abbau standen. Beispiele sind Doade (Orense) und La Nava (Cáceres).

b. Fein verteilt und schichtgebunden

- I. mit Columbotantalit fein verteilt in Apo- und Zweiglimmergraniten (Penouta, Fuentes de añoro, El Traquilón, Golpejas). Aufgrund der geringen Korngröße und der zahlreichen Verwachsungen zeichnen sich diese Erze durch ein niedriges Ausbringen aus. Sie machten dennoch 1985 den Großteil der spanischen Gesamtproduktion an Zinn aus.

II. Mischtypen

- 1) mit Chlorit und Quarz sehr feinkörnig in Chloritschiefern (Otero de Herreros in Segovia)
- 2) mit Scheelit und Sulfiden in Skarnen (Carro del Diablo in Guadarrama)
- 3) mit Scheelit und Malachit in kalksilikatischen Skarnoiden (San Pedro de Rozados-Morille in Salamanca)

c. Seifen

- I. Tertiäre Seifen mit Cassiterit, Fe-Oxiden, Ilmenit, Granat, Monazit, Mn-Oxiden, gelegentlich Gold u. a. Schwermineralen. Beispiele sind El Cubito und Santa María in Salamanca oder Cerro Gordo in Cordoba. Typisch sind geringe Gehalte, aber gute Aufbereitbarkeit.
- II. Quartäre Seifen mit geringen Gehalten von meist < 1 kg Cassiterit/t, aber sehr guter Aufbereitbarkeit. Diese werden daher meist im Familienverband mit einfachsten Methoden abgebaut, trugen aber 1985 15 % zur spanischen Gesamtzinnproduktion bei. Die bekanntesten Beispiele sind Puebla de Azaba, Santo Tomé de Rozados und Martinamor, alle in der Provinz Salamanca.

Einzige derzeit und seit langem aktive Zinnmine in Spanien ist „Insuperable“ (Die Unbesiegbare) in Puebla de Azaba, Provinz Salamanca, die von Emilio de Lózar Granado betrieben wird. Wie in allen anderen ehemals in Abbau stehende Seifenzinnvorkommen in dieser Grenzregion Spaniens zu Portugal (Becken von Ciudad Rodrigo) entstammt der Cassiterit benachbarten an Zinn angereicherten Leukograniten.

In Abbau stehen in Puebla de Azaba deluviale, bis 3 m mächtige Cassiterit-Ilmenit-Seifen, deren absolute Gehalte zwar gering (2 – 3 kg Ilmenit/t, 300 – 500 g Sn/t, maximal 800 g Sn/t), aber deren Aufbereitung mit einfachsten Mitteln möglich ist. Die durchschnittliche Schwermineralverteilung in den deluvialen Seifen dieser Region liegt bei 58 % Ilmenit, 20 % Cassiterit, 11 % Glimmer, 5 % Zirkon, 5 % Andalusit sowie Spuren zahlreicher anderer Minerale einschließlich Gold (FORT & GONZALO CORRAL 1985).

Im Jahr 2011 sollte zudem das historische Wolfram-Zinn-Bergwerk San Finx im Dorf Vilacoba, Stadtgebiet von Lousame, Provinz A Coruña, Galizien, d.h. im äußersten Nordwesten Spaniens gelegen, wiedereröffnet werden. Das Bergwerk war im Ersten Weltkrieg von der britischen „The San Finx Tin Mines Ltd.“ aufgeföhren worden und operierte bis 1990. Anfang 2008 erwarb die galizische Investorengruppe „Incremento Grupo Inversor“ das weiter nördlich gelegene, ebenfalls stillgelegte W-Sn-Bergwerk Santo Comba sowie das Areal um San Finx und restaurierte die dortigen verfallenen Gebäude und die ehemalige Aufbereitungsanlage mit EU-Fördermitteln. Auch mit einer kleinmaßstäblichen Produktion wurde wieder begonnen und im Jahr 2012 immerhin 98,1 t Cassiteritkonzentrat@ 70 % Sn ausgebracht. Ende 2012 mussten die Pläne, auch die langfristige kommerzielle Produktion wieder aufzunehmen, wegen Liquiditätsproblemen jedoch aufgegeben werden; derzeit sucht der Lizenzinhaber nach Investoren.

In San Finx sind mit Cassiterit und Wolframit vererzte Quarzgänge von bis 2.500 m streichender Länge und 20 bis > 200 cm Breite bis in 250 m Teufe aufgeschlossen. Reservenberechnungen liegen nicht vor, doch wurden früher bei einem geschätzten Ausbringen von 50 – 60 % Gehalte von 0,28 – 0,32 % Sn und 0,19 – 0,22 % WO₃ ausgebracht. Die verfügbaren Erzressourcen werden auf 870.000 m³ geschätzt.

In Santa Comba, das 1942 entdeckt wurde, stehen dünne, hochgradiger vererzte Gänge mit Wolframit, Scheelit und Cassiterit an. 1986 wurden Vorräte von 402.000 m³ Gangerz mit 15,35 kg WO₃/m³ und 3,41 kg Sn/m³, entsprechend 1.370 t Sn-Inhalt errechnet.

Literaturauswahl:

FORT, R. & GONZALO CORRAL, F. J. (1985): Las mineralizaciones de Sn-Ti del borde occidental de la Cuenca de Ciudad Rodrigo. – *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, **9**: 203-220, 5 Abb.; Universidade da Coruña; Coruña.

GONZALO CORRAL, F. J. & GRACIA PLAZA, A. J. (1985): Yacimientos de estaño del oeste de España: Ensayo de caracterización y clasificación económicas. – *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, **9**: 265-303, 20 Abb.; Universidade da Coruña; Coruña.

Tabelle 61: Produktion von Cassiterit-Konzentrat (in t) und dessen Sn-Inhalt (in t) in Spanien, nach Estadística Minera de España, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, España.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Konzentrat	< 1	1	6,5	< 1	< 1	12,5	98,4
= Sn-Inhalt	< 1	< 1	3,9	< 1	< 1	8,7	68,8

Spanien (Projekte)



Aufgrund seiner großen Höflichkeit für Zinn existieren in Spanien mehrere Zinnprojekte, die im Wesentlichen von der kanadischen Eurotin Inc. (Oropesa, La Grana, Santa Maria Seife) vorangetrieben und propagiert werden. Für das Projekt Oropesa liegt eine Ressourcenberechnung nach NI 43-101 Standard vor.

Projekt: **Oropesa, Provinz Cordoba**
Betreiber: Eurotin Inc., Toronto
Homepage: www.eurotin.ca
Ziel: Fortsetzung der Exploration zur Verbesserung des geol. Modells (nicht aushaltende Sn-Mineralisation in komplexen Faltenstrukturen), Abbau der sulfidischen Fe-Cu-Pb-Zn-Sn-Erze im Tagebau
Ressource: 14,87 Mio. t Erz @ 0,37 % Sn (= 54.690 t Sn-Inhalt) (inferred)
 4,34 Mio. t Erz @ 0,37 % Sn (= 16.078 t Sn-Inhalt) (indicated)
 (cut-off grade 0,10 % Sn) bzw. 7,44 Mio t Erz @ 0,52 % Sn (= 38.430 t Sn-Inhalt) (inferred) 2, 14 Mio. t Erz @ 0,53 % Sn (= 11.261 t Sn-Inhalt) (indicated)
 (cut-off grade 0,30 % Sn)
recovery grade: k. A.
Gestehungskosten: k. A.
Produktionsbeginn: Mitte 2016
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich**

Projekt: **La Parilla Tailings, Provinzen Caceres-Badajoz**
Betreiber: W Resources plc., UK
Homepage: www.wresources.co.uk
Ziel: Aufbereitung der alten Halden der La Parilla Wolframmine (in Abbau 1985 – 2006), über 7 ½ Jahre Produktion von 28.000 mtu W/a und 26 t Sn-Inhalt/a
Ressource: Halden: 2,5 Mio. t grobes Material @ 0,12 % WO₃ + 0,008 % Sn (= 195 t Sn-Inhalt)
 Mine: 36,0 Mio. t Erz @ 0,09 % WO₃ + 0,01 % Sn (= 3.600 t Sn-Inhalt) (inferred, Stand 2008)
recovery grade: 60 % Sn
Gestehungskosten: k. A.
Produktionsbeginn: H1/2014
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 sehr wahrscheinlich**

Südafrika (Projekte)



Die Republik Südafrika war von Beginn des 20. Jh. bis in die 1990er Jahre ein steter Produzent von Zinnerzen mit zahlreichen Bergwerken in der ersten Hälfte des Jahrhunderts. Von den zum Schluss noch verbliebenen, alle im Bushveld-Komplex aktiven Zinnabbaufirmen, beendete als Letzte die Roiberg Tin Mines Ltd. (zuletzt im Eigentum von Maranda Mines (Pty) Ltd.) im Jahr 1994 ihre Gewinnungstätigkeit.

Eine Firma möchte mit dem Mokopane oder wahlweise auch dem Zaaiplaats Projekt gegenwärtig die alte Zinnbergbauproduktion wieder aufleben lassen.

Derzeit ist Südafrika aber vor allem noch Transitland von Cassiteritkonzentraten aus Zentralafrika, s. Tab. 62, ohne eigene Produktion.

Tabelle 62: Export von Zinnsteinkonzentraten (in t) aus Südafrika und Import von Zinnsteinkonzentraten (in t) aus der Republik Südafrika nach Malaysia und Singapur. Andere Länder melden keine Importe aus Südafrika, nach UN Comtrade Database, DESA/UNSD 2013.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Export aus Südafrika	87	93	55	8	5.002 ¹⁾	81	50
Import durch Malaysia	3.259	5.594	2.414	6.745	9.285	5.658	438
Import durch Singapur	–	–	–	–	–	–	25

¹⁾ fraglicher Wert

Projekt: Mokopane
 Betreiber: Bushveld Minerals Ltd., Guernsey
 Homepage: www.bushveldminerals.com
 Ziel: Fortsetzung der Erkundung der Mokopane Gang- + Greisen- und anderer Zinnlagerstätten bis zur Etablierung von 50.000 t Sn-Inhalt in Südafrika, Gewinnung von Sn-Konzentraten > 2.000 t Sn-Inhalt/a
 Ressource: Groenfontein: 4 Mio. t Erz @ 0,15 % Sn (= 5.995 t Sn-Inhalt) (measured + indicated + inferred) (cut-off grade 0,10 % Sn)
 recovery grade: k. A.
 Gestehungskosten: k. A.
 Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Projekt: Zaaiplaats
 Betreiber: Bushveld Minerals Ltd., Guernsey
 Homepage: www.bushveldminerals.com
 Ziel: Fortsetzung der Gewinnung (Abbau bis 1989) von Zinnerzen aus der Zaaiplaats Greisenlagerstätte
 Ressource: 11,734 Mio. t Erz @ 0,106 % Sn (= 12.452 t Sn-Inhalt) (indicated + inferred) (cut-off grade 0,07 % Sn)
 recovery grade: k. A.
 Gestehungskosten: k. A.
 Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Projekt:	Van Rooi's Vley
Betreiber:	–
Homepage:	–
Ziel:	Detailexploration zwischen 1978 und 1981 durch Shell SA (Pty) Ltd., Gangerzvorkommen, selbst im Tagebaubetrieb als nicht wirtschaftlich abbaubar eingestuft
Ressource:	2,5 Mio. t Erz @ 0,23 % Sn (= 5.750 t Sn-Inhalt)
recovery grade:	k. A.
Gestehungskosten:	k. A.
Produktionsbeginn:	k. A.
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Literaturauswahl:

FALCON, L. M. (1985): Tin in South Africa. – J. South African Institute of Mining and Metallurgy, **85**, 10: 333–345, 5 Abb., 8 Tab.; Johannesburg.

Tadschikistan (Projekte)



Zinnmineralisationen finden sich im Pamirgebirge Zentral- und Süd-Tadschikistans. Die bedeutendste Lagerstätte ist Mushkistonskoe (Mushiston) am Nordhang des Zeravshanskiy Berges im Tal von Zarafshan, 76 km östlich von Panjakent. Hier, auf rund 3.000 m ü. NN, ließ sich historischer Bergbau bereits zwischen 5.000 – 3.000 vor heute nachweisen.

Mushkistonskoe besitzt eine sulfidische Mineralisation, ohne dass ein Zusammenhang mit einer granitischen Intrusion bekannt ist. In mehreren, in 80 – 500 m Länge und 0,5 – 17 m Mächtigkeit mineralisierten Quarzgängen, seltener Stockwerksimpregnationen, finden sich Stannit, Varlamoffit $(\text{Sn,Fe})(\text{O,OH})_2$ und Muschistonit $(\text{Cu,Zn,Fe})\text{Sn}(\text{OH})$ als Hauptwertminerale sowie Cassiterit, Malachit, Azurit und Arsenopyrit. Daneben treten verschiedene Ag-, Pb- und Zn-Sulfide auf.

Der Sn-Gehalt schwankt von wenigen Zehntel bis einigen Prozent (\varnothing 0,4 – 0,5 % Sn). Die Ressourcen an Zinnerz betragen rund 10 Mio. t (= 40.000 – 50.000 t Sn-Inhalt). Eine Feasibility-Studie kam im Jahr 1990 zu dem Ergebnis, dass die Lagerstätte wirtschaftlich abbaubar sei – Details sind nicht bekannt.

Thailand (Produktion)



Thailand ist zentraler Bestandteil des südostasiatischen Zinngürtels. Die Süd- und Südwestprovinzen gehören dabei zum westlichen Teilstrang, während der Norden – wichtig ist hier die Provinz Chiang Mai – zum östlichen Teilstrang zählt (vgl. Malaysia).

Alluviale Zinnseifen stehen in Thailand mindestens seit dem 13. Jahrhundert im Abbau. Über Jahrhunderte konzentrierte sich die Zinnerzgewinnung auf die Provinzen Phuket und Phang Nga im Südwesten des Landes. Nach Auszehrung fast aller Vorkommen in dieser Region verlagerte sich der Abbau zwischenzeitlich nach Chiang Mai im Norden, Kanchanburi in der Mitte sowie Ranong im Süden. Die Zinnengewinnung offshore, 1907 erstmals offshore Phuket in Thailand eingeführt, dominierte die Zinnsteingewinnung in Thailand bis über die Mitte des 20. Jahrhunderts hinweg. Mit ihrem Rückgang ging dann in den letzten Jahrzehnten

auch die thailändische Zinnproduktion bis heute um rund 90 % zurück.

Zwischen 1800 und 1990 wurden in Thailand Erze mit insgesamt rund 1,4 Mio. t Zinninhalt gefördert.

Die heutige Zinnproduktion in der Chiang Mai Provinz dürfte aus bzw. der unmittelbaren Umgebung der 1953/4 entdeckten Samoeng Sn-W-Sb-Lagerstätte, 70 km südwestlich von Chiang Mai Stadt, stammen. Verschiedenste Firmen haben hier in den letzten Jahrzehnten in kleinem Maßstab Zinn- und Wolframerze gewonnen. Cassiterit findet sich in Form 0,5 – 3 cm großer Kristalle in Gängen und Pegmatiten sowie verteilt in Biotit-Turmalien-Brekzien, die alle mit einem Leukogranitkörper in Verbindung stehen.

Nordöstlich von Chiang Mai Stadt standen früher mehrere Wolframerzminen (Mae Chedi, Mae Lama und Do Ngom) in Abbau. In der Umgebung von Mae Chedi in der Provinz Chiang Rai wurden

Tabelle 63: Verteilung von Wertmineralen (M.-%) im Rohsand in Zinnseifen Thailands, nach PRADITWAN (1985, 1988b, c, 1989a).

Mineral	Insel Phuket		Zentral-Thailand		Süd-Thailand		Nord-Thailand	
	Streubereich	Mittelwert	Streubereich	Mittelwert	Streubereich	Mittelwert	Streubereich	Mittelwert
Cassiterit	15,24 – 89,15	62,16	1,4 – 93,7	66,7	6,1 – 90,8	52,7	24,6 – 81,9	71,52
Columbit-Tantalit	0,08 – 0,83	0,24	0,1 – 3,4	0,9	0,2 – 2,5	1,1	–	
N-Ta Rutil	0,01 – 6,09	0,34	Sp. – 3,3	0,4	0,1 – 5,0	1,0	–	
Wolframit	0,01 – 0,52	0,18	0,1 – 0,3	0,2	0,1 – 1,1	0,3	0,7 – 36,8	0,8
Scheelit	–	Sp. – 1,6	0,3	–	0,1	0,1		
Monazit	0,32 – 5,01	1,5	Sp. – 11,8	0,9	0,1 – 3,4	0,6	0,9 – 20,4	9,5
Ilmenit	0,37 – 51,14	10,7	0,5 – 49,6	6,5	0,1 – 38,6	4,0	0,3 – 3,5	2,5
Leukoxen	–	Sp. – 41,0	0,1	–	–			
Rutil	–	Sp. – 5,6	0,3	–	0,1 – 0,6	0,3		
Anatas	–	–	–	13,5	13,5			
Zirkon	–	–	0,1 – 3,5	0,7	0,1 – 3,2	1,0		
Sphalerit	–	–	0,1	0,1	–			
Bleiglanz	–	–	0,1	0,1	–			

Sp. = Spuren

zwischenzeitlich in Explorationskampagnen stark erhöhte Werte von Sn und W nachgewiesen (s. Projekte).

Die Zinnproduktion in Kanchanaburi in der Zentralregion stammt aus dem 30 km langen und 2 bis 4 km breiten Pilok Sn-W-Lagerstättendistrikt, in dem seit fast 80 Jahren Abbau auf Zinn und Wolfram umgeht. Cassiterit und Wolframit liegen hier als Erzminerale in unregelmäßigen und dünnen Quarzadern und -linsen (Stockwerkstyp) vor, die in einen örtlichen Granitkörper eingedrungen sind.

In der Provinz Ranong ist Zinn in einem Höhenzug östlich von Ranong Stadt in einem mittelkörnigen, Turmalin reichen Zinngranit fein verteilt, jedoch nur in der Granitkuppel und im Kontaktbereich zu den Umgebungsgesteinen in bauwürdigen Konzentrationen angereichert. Die dortige Had Som Pan Zinnlagerstätte ist daher nur ca. 2,5 km lang und 35 m breit. In einigen Teilgebieten wird der Zinngranit auch von auf Zinn bauwürdigen Quarz- und Pegmatitgängen durchschlagen.

Die Thailand Smelting and Refining Co., Ltd. (Thaisarco), die einzige große Zinnschmelze Thailands, wurde 1963 gegründet und ging 1965 auf Phuket in Produktion. Ab diesem Zeitpunkt galt ein Exportverbot für Zinnerz aus Thailand, das in den folgenden Jahren erst nach Penang/Malaysia, später nach Singapur geschmuggelt wurde. 1972 wurde Thaisarco eine Tochterfirma der niederländischen Billiton B.V., ein Unternehmen der Royal Dutch/Shell Gruppe. Im Juli 1995 wurde die Firma dann von der britischen Amalgamated Metal Corporation plc. (AMC) und der malaiischen Escoy Holding Bhd übernommen, in deren Eigentum sie sich weiterhin befindet. Heute ist Thaisarco die fünftgrößte Zinnhütte der Erde und verarbeitet Zinnerzkonzentrate und Rohzinn aus aller Welt.

Weitere Zinnschmelzen, allerdings vornehmlich zur Lötzinnproduktion, werden nach OECD (Stand: Januar 2013) in Thailand betrieben durch:

- die thailändische Koki Products Co., Ltd.,
- die indonesische PT. Bukit Timah sowie
- die japanische Senju Metal Industry Co., Ltd.

Tabelle 64: Produktion von Zinnsteinkonzentrat nach Provinzen in Thailand (in t), nach Mineral Statistics Department of Primary Industries and Mines (DPIM) bzw. Bank of Thailand.

Region	Provinz	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Northern Region	Chiang Mai	64	82	183	105	216	228	154
	Chiang Rai	0	1	0	0	0	0	0
	Tak	0	2	0	0	0	0	0
Central Region	Kanchanaburi	4	11	11	15	5	5	13
	Phetchaburi	0	0	0	6	10	8	0
Southern Region	Phang Nga	21	0	0	0	0	0	0
	Ranong	40	19	41	42	60	45	32
	Songkhla	5	0	0	0	0	0	0
	Yala	91	34	0	0	0	0	0
Summe DPIM		225	149	235	168	292	286	199
Summe Bank of Thailand		208	144	235	166	291	282	n. v.

Tabelle 65: Produktion von Raffinadezinn (in t) durch die Thailand Smelting and Refining Co., Ltd. (Thaisarco), nach ITRI (Quelle: THAISARCO) bzw. Produktion von Raffinadezinn in Thailand, nach Department of Primary Industries and Mines (DPIM).

Raffinadezinn	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Thaisarco nach ITRI	27.828	19.826	21.732	19.323	23.505	23.864	22.847
Thailand nach DPIM	27.542	22.742	21.618	19.248	23.319	23.714	22.797

Tabelle 66: Import von Zinnerzen und -konzentraten (in t) nach Thailand aus den wichtigsten Zinnbergbauländern bzw. -transitländern, nach Global Trade Atlas bzw. UN COMTRADE DATABASE, DESA/UNSD 2013.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Australien	0	0	4.782	5.486	1.583	2.079	2.144	24
Brasilien	0	0	0	22	35	190	234	128
Burundi	0	19	15	0	0	0	0	0
China	0	560	0	0	0	0	0	0
Kongo, Republik	3.968	8.338	8.990	7.826	897	0	0	0
Indonesien	89	0	33	0	0	0	0	0
Kolumbien	26	0	0	0	0	0	0	0
Laos	518	356	418	132	135	342	75	23
Myanmar	457	395	487	399	12	48	323	332
Nigeria	556	2.852	1.467	1.166	640	0	0	25
Portugal	50	46	50	50	17	45	66	100
Ruanda	829	942	2.501	2.889	96	0	0	0
Russische Föderation	21	0	0	0	0	0	0	0
USA	0	0	203	0	2	0	0	0
Gesamt nach UN Comtrade	6.545	12.974	18.771	17.985	3.432	2.716	2.842	648

Literaturauswahl:

KHOO-ARON, V. & SUTHAKORN, P. (1986): The importance of primary tin mining in Thailand.- in: GOCHT, W. & JÜTTE-RAUHUT, J. (Hrsg.): Proceedings of the Seminar on Importance of Primary Tin Mining in Southeast Asia in Bandung/Indonesia, November 16–26, 1986.– *intertechnik*, **28**: 172–182, 1 Abb., 4 Tab., RWTH Aachen.

PRADITWAN, J. (1985): Mineral distribution study for cassiterite and associated heavy minerals in Phuket, Thailand.– SEATRAD Centre, Report of Investigation, **47**: 71 S., 62 Abb., 5 Tab.; Ipoh, Malaysia.

PRADITWAN, J. (1988a): Mineral distribution study for cassiterite and associated heavy minerals in Suratthani, Nakhon Sri Thammarat, Trang, Songkhla and Yala provinces, Thailand.– SEATRAD Centre, Report of Investigation, **63**: 40 S., 32 Abb., 8 Tab., 1 Anh.; Ipoh, Malaysia.

PRADITWAN, J. (1988b): Mineral distribution study for cassiterite and associated heavy minerals in Uthai Thani, Suphanburi, Kanchanaburi, Ratchaburi and Prachuap Khiri Khan provinces, central Thailand.– SEATRAD Centre, Report of Investigation, **66**: 40 S., 24 Abb., 10 Tab., 1 Anh.; Ipoh, Malaysia.

PRADITWAN, J. (1989): Mineral distribution study for cassiterite and associated heavy minerals in Chiang Rai, Chiang Mai, Lamphun, Lampang and Tak provinces, northern Thailand.– SEATRAD Centre, Report of Investigation, **72**: 41 S., 30 Abb., 11 Tab., 1 Anh.; Ipoh, Malaysia.

Thailand (Projekte)



Aus Thailand sind zwei Zinnprojekte bekannt. Zu einem dieser beiden Projekte liegen Vorratsberechnungen vor:

Projekt: **Andamanensee**
Betreiber: Tongkah Harbour Public Company Ltd., Bangkok
Homepage: www.tongkahharbour.com
Ziel: Gewinnung von Cassiterit und beibrechenden Schwermineralen 25 km offshore (70 km nördlich) Phuket Island auf ca. 8.000 ha Konzessionsfläche aus 40 – 70 m (Ø 61 m) Wassertiefe aus 1 – 12 m (Ø 3,3 m) mächtigen Sedimenten, Produktion von jährlich 4.000 t Sn-Inhalt über > 12 Jahre
Ressource: 163 Mio. m³ Erzsand @ 0,25 kg Cassiterit/m³ = 41.460 t Sn-Inhalt (cut-off grade 150 g Cassiterit/m³) bzw. 64.320 t Sn-Inhalt (cut-off grade 100 g Cassiterit/m³)
recovery grade: k. A.
Gestehungskosten: ca. 11.000 US\$/t
Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 möglich, sollte die Finanzierung gesichert sein und alle Genehmigungen vorliegen**

Projekt: **Mae Chedi Sn-W, Chiang Rai Provinz**
Betreiber: Amanta Resources Ltd., West Vancouver, CDN
Homepage: www.amantaresources.com
Ziel: Projekt wurde aufgegeben, da sich Amanta Resources nun vollständig auf die Exploration von Lagerstätten in Laos konzentriert, ursprünglich: Fortsetzung der Exploration um die alten Abbaustollen (1972 – 1982) und Wiederaufnahme der Gewinnung von Cassiterit und Scheelit aus Gang-Stockwerk-lagerstätten
Ressource: nicht berechnet, größeres Areal mit max. 1,5 % Sn und kleineres Areal mit max. 7 % WO₃ aufgrund von Bodenproben vermutet
recovery grade: k. A.
Gestehungskosten: k. A.
Produktionsbeginn: k. A.
Bewertung: **Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich**

Tschechische Republik (Produktion)



Zinn-Wolframerze wurden in Tschechien spätestens seit dem frühen Mittelalter abgebaut. Das Zentrum des Abbaus lag im Erzgebirge mit zahlreichen Abbaustellen. Die bedeutendsten mit der größten Produktion waren Cínovec und Krupka im Osterzgebirge (Region Ústí, Bezirk Teplice) sowie Horní Slavkov-Krásno, Rolava und Přebuz im Westerzgebirge (Region Karlovy Vary, Bezirk Sokolov). Bei allen handelt es sich um Zinn-Wolfram-Gangerz- und -Greisenlagerstätten. Im November 1990 wurde auch im tschechischen Teil des Erzgebirges der Abbau von Zinnerzen eingestellt.

Zwischen 1311 und 1972 standen auch in der Region Příbram NE-Metallerze im Abbau, wobei hier die Gewinnung von Blei- und Silbererzen im Vordergrund stand. 1786 wurde in Příbram eine neue Hütte gegründet, die nach dem Ersten Weltkrieg ihren Namen von „k.k. Silber und Bleihütte zu Příbram“ in „Státní huť na stříbro a olovo v

Příbrami“ änderte. 1951 ging hieraus die unabhängige „národní podnik Kovohutě Příbram“ hervor. Seit Einstellung des Bergbaus in der Region, im Jahr 1972, ist die heutige „Kovohutě Příbram nástupnická, a. s.“ nur noch im Recycling von Bleibatterien sowie bleihaltigen Abfällen tätig. Produziert werden hieraus verschiedenste Produkte aus Blei und Zinn, Blei- und Zinnlegierungen, Lote auf Blei- und Zinnbasis, Anoden, Luftgewehrmunition sowie verschiedene Edelmetalle.

Seit 1973 fallen bei der Raffination in Příbram auch Sn-haltige Legierungen an. Im Jahr 2012 wurden aus Sn-haltigen Abfällen 17 t Pb-Sn-Legierungen mit 8,2 t Sn-Inhalt sowie 254 t Pb-Sn-Sb-Legierungen mit 30,3 t Sn-Inhalt gewonnen. Demgegenüber stand ebenfalls im Jahr 2012 die Produktion von 45.348 t Rohblei, entsprechend 41.495 t Reinblei, sowie von 12 t Edelmetallen aus insgesamt 58.975 t Pb-haltigen Abfällen (v. a. Batterien).

Tabelle 67: Produktion von Pb-Sn- sowie Pb-Sn-Sb-Legierungen (in t Sn-Inhalt) in der Tschechischen Republik, nach frdl. schriftl. Mitt. Kovohutě Příbram nástupnická, a. s.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Sn-haltige Legierungen	145	154	232	222	65	267	271
= Sn-Inhalt	86	89	106	65	35	60	30

Tschechische Republik (Projekte)



Die Tschechische Republik hat derzeit noch drei geschützte (strategische) Zinnvorkommen ausgewiesen: Cínovec-Süd (s. u.), Krásno sowie Krásno-Horní Slavkov (s. u.). Sie besitzen zusammen „möglicherweise wirtschaftlich gewinnbare Reserven“ von 163.809 t Sn-Inhalt.

Die 14 Erzgänge der Lagerstätte Cínovec, unmittelbar an der Grenze zu Sachsen und wenige Kilometer südlich von Zinnwald bzw. Altenberg im Erzgebirge gelegen, standen seit 1378 in unregelmäßigem Abbau. Von 1959 bis zur Einstellung des Abbaus im Jahr 1978 wurden untertage 658.700 t Erz @ 0,222 % Sn (= 1.460 t Sn-Inhalt), 0,207 % W und 0,307 % Li gefördert. Die Greisenlagerstätte von Cínovec-Süd stand von 1980 bis 22.11.1990 im Abbau und lieferte 451.300 t Erz @ 0,183 % Sn (= 825 t Sn-Inhalt) und 0,024 % W. Die verbliebenen Ressourcen werden staatlicherseits mit 53.371.000 t Erz @ 0,183 % Sn (= 97.669 t Sn-Inhalt) + W + Li angegeben.

Der gesamte Zinndistrikt von Cínovec wurde 1992 stillgelegt, die Stollen geflutet, das Abbaugelände renaturiert und die alten Halden und Schlammteiche saniert. Ein erneuter Abbau der Greisenlagerstätte Cínovec-Süd wird derzeit angedacht, eine aktuelle Ressourcenberechnung nach JORC inzwischen vorgelegt (s. u.).

Bei Krásno-Horní Slavkov begann der Zinnabbau im Wesentlichen auf Cassiterit führende Quarzgänge im 13. Jh. Die wichtigsten Gänge, Huber's Gang und Schnöd's Gang, wurden im frühen 16. Jh. mit Dutzenden von Stollen und Schächten und auch im Tagebau aufgefahren. Der historische Abbau erreichte 250 m Teufe.

Zwischen 1945 und der Einstellung des Abbaus wurden 3.949.000 t Erz @ 0,237 % Sn (= 9.360 t Sn-Inhalt) und 0,053 % W hereingewonnen und mit anderen Erzen in der Aufbereitungsanlage in Krásno verarbeitet. Die verbliebenen Ressourcen werden staatlicherseits mit 13.665.000 t Erz @ 0,237 % Sn (= 32.385 t Sn-Inhalt) + W angegeben.

Zwar wurden auch hier alle alten Stollen geflutet, doch besteht das Krásno Bergbaufeld innerhalb des seit 1975 geschützten Bergbaudistrikts von Horní Slavkov fort. Auch gibt es dort noch möglicherweise wirtschaftlich gewinnbare Cassiterit-Wolframit-Seifen.

Ein komplexes Skarnerzvorkommen mit Magnetit sowie untergeordnet Cassiterit, Sphalerit und Chalcopyrit ist aus Zlatý Kopec nahe Boží Dar (Region Karlovy Vary, Bezirk Karlovy Vary) bekannt. Hier bestehen vor Jahrzehnten geschätzte Ressourcen von 1,3 Mio. t Erz @ 0,95 % Sn (= 12.350 t Sn-Inhalt) + 0,5 % Zn.

Projekt:	Cinovec (Süd)
Betreiber:	Staatsunternehmen DIAMO, Máchova bzw. European Metals plc.
Homepage:	www.diamo.cz
Ziel:	keine Wiederaufnahme des Abbaus durch das tschechische Staatsunternehmen DIAMO, jedoch derzeit Exploration und später Abbau der Greisenlagerstätte Cínovec-Süd durch European Metals plc. geplant
Ressource:	28.100.000 t Erz @ 0,37 % Sn (= 103.970 t Sn-Inhalt) + Li+W (inferred) (cut-off grade: 0,2 % Sn) 3.400.000 t Erz @ 0,51 % Sn (= 68.640 t Sn-Inhalt) + Li+W (inferred) (cut-off grade: 0,3 % Sn)
recovery grade:	56,55 % (historisch)
Gestehungskosten:	k. A.
Produktionsbeginn:	k. A.
Bewertung:	Produktionsbeginn vor 2020 sehr unwahrscheinlich

Uganda (Produktion)



Der Abbau von Zinnerzen begann in Uganda schon vor über 80 Jahren im Jahr 1927. Zwischen 1927 und 2001 wurden fast 12.000 t Cassiteritkonzentrat exportiert. Gute Jahre des Zinnbergbaus in Uganda waren auch die 1960er und 1970er Jahre, als die Weltmarktpreise hoch waren.

Zinn wurde aus den Lagerstätten Mwerasandu im Ntungamao Distrikt, Kikagati im Insiungiro Distrikt, und Rweminyinya im Kisoro Distrikt, sowie aus unzähligen kleinen Vorkommen im Südwesten des Landes gewonnen. Die bekannten Vorkommen gehören zu einem größeren Mineralisationsgebiet, das sich vom Südwesten Ugandas im Süden nach Tansania und im Westen nach Ruanda und Burundi erstreckt.

Grobkörniger Cassiterit findet sich hier primär zusammen mit Beryll und Wolframit in geringmächtigen und unregelmäßig verbreiteten Quarz-Muskovit-Gängen. Rweminyinya stellt dagegen eine Stockwerkslagerstätte dar.

Bei Mwerasandu geht Kleinbergbau durch rund 300 Personen auf alten Halden sowie in alten Stollen um, doch auch in anderen Gebieten sind Kleinbergleute im Zinnbergbau aktiv. Die Höhe der offiziellen Cassiteritproduktion wechselt durch den Kleinbergbau stark (s. Tab. 68). Nach DEPARTMENT OF GEOLOGICAL SURVEY AND MINES OF UGANDA enthält ugandisches Cassiteritkonzentrat durchschnittlich 75 % Sn, was ein sehr hoher Gehalt wäre.

Tabelle 68: Produktion von Cassiteritkonzentrat (@ 75 % Sn-Inhalt) (in t) in Uganda, nach Department of Geological Survey and Mines of Uganda.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Cassiteritkonzentrat	0	24	40	< 1	32	< 1	n. v.
= Sn-Inhalt	0	21	32	0	24	0	n. v.

Vereinigte Staaten von Amerika (Produktion)



Die Vereinigten Staaten von Amerika verfügen über einige niedriggradige Zinnvorkommen, die alle in Alaska beheimatet, meist aber nur unzureichend exploriert oder sehr klein sind. Ein Beispiel ist das Sleitat Vorkommen in SW-Alaska, 415 km von Anchorage entfernt. Es enthält in einer Greisenvererzung vermutete Ressourcen von 23,5 Mio. t (25,9 Mio. short tons) Erz @ 0,22 – 0,37 % Sn (= 51.700 – 86.950 t Sn-Inhalt), 0,04 % W und 17 g Ag/t. Weitere kleine Zinnvorkommen (Festgestein + Seifen) sind seit über einem Jahrhundert von der Seward Peninsula, Alaska, bekannt.

Seit 1993 wird kein Zinnerz mehr in den USA bzw. Alaska abgebaut. Die letzte Primärzinnschmelze,

TexTin Corp. in Texas City, TX, stellte 1989 die Produktion ein. Die Defense Logistics Agency beendete 2008 den Verkauf von Zinn aus ihren strategischen Vorräten und hält seitdem in ihrem Depot in Hammond, IN, Restvorräte von 4.020 t Zinn, die nun aber wieder erhöht werden sollen.

Wichtiger für die Versorgung der USA mit Zinn ist neben dem Import von Raffinadezinn die Gewinnung von Zinn bzw. Zinnlegierungen aus Sekundärprodukten (Kupfer-, Blei- und Zinnschrotte). Nach Angaben des US Geological Survey verfügt die USA gegenwärtig über zwei Entzinnungsfabriken und 74 Zinnrecyclinganlagen und ist damit der größte Zinnrecycler der Welt.

Tabelle 69: Geschätzte Produktion von Zinn und Zinnlegierungen (in metrischen t Sn-Inhalt) aus Sekundärprodukten (Alt- und Neuschrott) in den USA, nach USGS Mineral Commodity Summaries.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Altschrott	11.600	12.200	11.700	11.100	11.100	11.100	10.500
Neuschrott	2.340	2.800	2.640	2.310	2.680	2.530	2.600
Summe	13.940	15.000	14.340	13.410	13.780	13.630	13.100

Vietnam (Produktion)



Der Abbau von Zinnerzen zur Bronzeherstellung in Vu Nong im Gebiet der Pia Oac Berge, Cao Bang Provinz, Nordvietnam, lässt sich bis weit vor die koloniale Zeit zurück verfolgen. Im Jahr 1902 begann dann eine französische Gesellschaft Cassiterit aus der Tinh Tuc Seife im Gebiet von Pia Oac zu gewinnen. Bis 1945 hatte diese Firma 32.417 t Cassiteritkonzentrat produziert. In den 1960er Jahre fand man dann auch in vielen anderen Gebieten Vietnams abbauwürdige Zinnvorkommen (VAN DE 1996).

Heute ist Vietnam ein eher kleiner bis mittelgroßer Zinnproduzent, wobei seit kurzem die inländische Nachfrage nach Zinn die einheimische Produktion übertrifft. Mit einer weiteren starken Erhöhung der Nachfrage, die durch Importe gedeckt werden müsste, wird gerechnet, vgl. Tab. 70.

Nach den offiziellen Statistiken verfügt Vietnam über Ressourcen, inkl. Reserven, von Zinnerz mit 295.495 t Sn-Inhalt. Davon sind 136.682 t Sn-Inhalt Seifenlagerstätten und 158.813 t Sn-Inhalt Primärlagerstätten zuzuordnen.

Die Hauptverbreitungsgebiete von Zinnerzen in Vietnam sind Pia Oac und Tam Dao im Norden und Quy Hop – Dalat im Süden des Landes. Die ersten beiden Gebiete, auf die sich in den nächsten Jahrzehnten die staatliche Exploration konzentrieren soll, gehören zur gleichen geologischen Formation wie die südchinesische Zinnprovinz

(Da Chang). Primäre Mineralisationen (hauptsächlich Quarzadern mit Wolframit, Cassiterit und untergeordnet Molybdänit) lassen sich dort genetisch mit dem Eindringen von Zinngraniten in der Kreidezeit korrelieren.

Die Zinnvorkommen von Pia Oac liegen 40 km westlich von Cao Bang bzw. 340 km nördlich von Hanoi im Gebiet von Pia Oac – Nguyen Binh, Provinz Cao Bang, in der Nähe der chinesischen Grenze. Die Pia Oac Berge bestehen geologisch aus einem kreidezeitlich eingedrungenen Zweiglimmergranit bzw. -granodiorit von rund 20 km² Ausbissfläche. In der Umgebung des Granits führen mineralisierte Quarzgänge von bis zu 400 m Länge und 1,5 m Mächtigkeit sehr unterschiedliche Gehalte an Cassiterit, aber auch Wolframit, mit beibrechendem Arsenopyrit, Molybdänit, Chalcopyrit, Galenit, Fluorit sowie weit untergeordnet Bismutinit und Gold. Die Gänge enthalten 0,04 – 0,24 % Sn und durchschnittlich 0,23 % WO₃ und standen vor dem 2. Weltkrieg in den Lagerstätten Saint Alexandre, Lung Moi und Ta Song im Abbau. Um die primären Cassiteritvorkommen bildeten sich weitflächig eluviale, vor allem aber alluviale Seifen (VAN DE 1996).

Die **Tinh Tuc Seife** liegt in einem verkarsteten Tal nördlich des Granitmassivs und erstreckt sich über 2,2 km Länge und 260 m Breite. Auf der Westseite des Tales beträgt die Sedimentmächtigkeit 40 – 60 m und auf der Ostseite 26 – 29 m. Die Schwerminerale sind im basalen Teil der san-

Tabelle 70: Historische und erwartete Entwicklung der Produktion, der Nachfrage (Inlandsverbrauch zzgl. Importe), des Inlandsverbrauchs (Produktion abzgl. Exporte), des Imports und des Exports von Zinn (in t) in Vietnam. (Quelle: Ministerium für Industrie und Handel, Entscheidung 05/2008/QD-BCT vom 04.03.2008).

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2015	2020	2025
Produktion	2.250	2.340	2.420	2.490	2.570	2.630	2.710	2.820	3.040	3.020	3.000
Nachfrage	1.030	1.310	1.590	1.990	2.150	2.230	2.510	2.990	3.850	6.900	8.500
Verbrauch	480	640	730	1.040	1.170	1.160	1.320	1.720	2.040	2.520	2.500
Import Zinn und Zinnprodukte	550	670	860	950	980	1.070	1.190	1.270	1.810	4.380	6.000
Export	1.770	1.700	1.690	1.450	1.400	1.470	1.390	1.100	1.000	500	500

digen Ablagerungen konzentriert. In 15 m Teufe liegt der Cassiteritgehalt bei $< 80 \text{ g/m}^3$, zwischen 20 – 30 m Teufe bei $80 - 100 \text{ g/m}^3$, $> 30 \text{ m}$ Teufe aber bis zu 1.000 g/m^3 bzw. teils sogar bis zu 14.000 g/m^3 . Die Durchschnittsgehalte im bauwürdigen Bereich der Ablagerung liegen dementsprechend bei sehr hohen $1.361 \text{ g Cassiterit/m}^3$ bzw. $111 \text{ g Wolframit/m}^3$ (VAN DE 1996).

Die **Nam Keep Seife** ist die zweitgrößte des Gebietes und liegt rund 3 km östlich der Tinh Tuc Seife am gleichen Vorfluter. Hier ist das Tal rund 2 km lang und 400 – 500 m breit. Die Sedimentmächtigkeit beträgt 40 – 106 m, wobei der Cassiterit in den basalen 10 – 12 m der Ablagerung angereichert ist. Der Durchschnittsgehalt liegt bei $342 \text{ g Cassiterit/m}^3$. Da der Cassiterit hier jedoch sehr feinkörnig (0,03 – 0,1 mm) ist, treten hohe Aufbereitungsverluste auf (VAN DE 1996).

Neben Tinh Tuc und Nam Keep sind im Gebiet von Pia Oac noch fünf weitere, jedoch wesentlich kleinere Seifenvorkommen bekannt, von denen zwei in Abbau stehen. Die Gesamtvorräte aller Seifen im Gebiet um die Berge von Pia Oac sollen 23.000 t SnO_2 - und 1.500 t WO_3 -Inhalt bei durchschnittlich $596 \text{ g Cassiterit/m}^3$ betragen.

Der Abbau von Tinh Tuc und Nam Keep erfolgt durch die JSC Minerals and Metallurgical Cao Bang, einer Tochterfirma der staatlichen Vinacomin – Minerals Holdings Corporation (VIMICO). JSC Minerals and Metallurgical Cao Bang ging aus der "Zinn Mine Tinh Tuc Cao Bang" hervor, die bereits im Jahr 1955 gegründet wurde.

Zu den weiteren Zinnlagerstätten, die der VIMICO unterstehen, gehören Teile von Quy Hop (s. u.) in der Provinz Nghe An mit Ressourcen von rund 36.000 t SnO_2 , Day Chay in der Provinz Lam Dong in Südvietnam mit Ressourcen von 40.000 t SnO_2 und Dalat, ebenfalls in Lam Dong, mit Ressourcen von ursprünglich 111.750 t SnO_2 und 20.000 t WO_3 .

In **Da Chay** wurden in einem Gebiet von 5 km x 2 km Fläche insgesamt 20 Quarz-Cassiterit-Turmalin-Gänge mit Cassiterit, Arsenopyrit, Pyrit, Pyrrhotin, Chalcopyrit, Ilmenit und Rutil nachgewiesen. Der größte Gang ist 100 m lang, 5 m breit und führt 0,67 – 1,7 % Sn sowie 0,015 – 0,62 % W (VAN DE 1996).

In den Endokontaktzonen der Zinngranite von **Dalat**, aber auch Du Long, Ma Ti, Thap Charn und Ba Na finden sich Greisen, aber auch Wolframit-Molybdänit-, seltener Cassiteritführende Quarzgänge. Um die Primärerzlagerstätten

von Da Chay und Dalat bildeten sich teils in Abbau befindliche Seifen mit 200 bis 1.200 g Cassiterit/ m^3 , durchschnittlich $273 \text{ g Cassiterit/m}^3$. Aufgrund des starken Reliefs in diesem Gebiet sind die wirtschaftlich gewinnbaren Vorräte jedoch begrenzt (VAN DE 1996). Bei einer Abbaukapazität von 1.000 t Cassiteritkonzentrat/a liegt die derzeitige Förderung bei rund 700 – 800 t/a. Lagerstätterweiterungen oder Produktionserhöhungen sind seitens VIMICO für die nächsten Jahre nicht geplant.

Die Seifenlagerstätte **Quy Hop**, Provinz Nghe An, ca. 250 km südlich von Hanoi, setzt sich aus den Teilgebieten Quy Hop, Ban Chieng, Phu Loi und Thuong Xuan, jeweils mit mehreren Einzelvorkommen, zusammen. Der Durchschnittsgehalt aller bauwürdigen Seifen von Quy Hop beträgt $694 \text{ g Cassiterit/m}^3$ (VAN DE 1996). Derzeitige Abbauunternehmen sind neben der VIMICO (s. o.) auch die private Nghe Tinh Nonferrous Metal Joint Stock Company (MENETCO), die im Juli 2004 gegründet wurde. Bereits zuvor, zwischen 1980 und 2004, existierte die gleiche Firma unter dem Namen: „Zinn Unternehmen Ha Tinh“, so dass das Unternehmen nun schon seit 33 Jahren Raffinadezinn @ 99,75 – 99,95 % Sn produziert. Zukünftig soll die Produktion von Raffinadezinn @ 99,95 % Sn verstärkt werden, das bereits jetzt in einer Höhe von 400 – 500 t/a unter der Produktbezeichnung MENETCO exportiert wird.

Auf der Quy Hop Lagerstätte stehen im Na Ca Teilvorkommen durch die MENETCO drei Abbaustellen in Abbau:

- 1) Tagebau Ban Poong mit Ressourcen von 2.271 t Sn-Inhalt. Im Jahr 2006 wurden dort 42,1 t Cassiteritkonzentrat @ 68 % Sn und im Jahr 2007 46,7 t Cassiteritkonzentrat @ 78 % Sn produziert.
- 2) Tagebau und Untertageabbau Suoi Pac mit prognostischen Ressourcen von 1.200 t Sn-Inhalt. Im Jahr 2006 wurden dort 47,0 t Cassiteritkonzentrat @ 63,3 % Sn und im Jahr 2007 29,6 t Cassiteritkonzentrat produziert.
- 3) Seit dem Jahr 2008 Abbau im Tagebau Ban Co mit prognostischen Ressourcen von 2.200 t Sn-Inhalt. Im Mittel werden dort 76 t Cassiteritkonzentrat/a produziert.

Ebenfalls im Norden von Vietnam, in der Provinz Vinh Phuc, rund 130 km nördlich von Hanoi, liegen die erst teilerschlossenen sulfidi-

schen Zinn-Wolfram-Bismut-Beryll-Primärlagerstätten von **Tam Dao (Son Duong, Thien Ke, Khuon Phay (Ngoi Lem), Nui Phao und Da Lien)**. Es handelt sich um mineralisierte Quarzgänge und Skarne. Die Ressourcen dieser Primärlagerstätten werden auf rund 45.000 t SnO₂ – inkl. Reserven von 13.582 t SnO₂ – und 45.000 t WO₃ geschätzt.

Die Täler um den Tam Dao Höhenzug sind zudem reich an deluvialen und alluvialen Cassiteritseifen, wobei die abbauwürdigen Vorkommen im Nordwesten des Gebietes konzentriert sind. Selbst bei Annahme eines hohen cut-off grades von 990 g Cassiterit/m³ lagern hier Vorräte von mehreren zehntausend Tonnen Cassiterit (VAN DE 1996).

Im Gebiet von Son Duong, im Nordwesten des Tam Dao Gebirgszuges, wurden fünf Seifen und zwei Cassiteritzgänge (**Son Duong, Bac Lung**) mit durchschnittlich 0,8 % Sn exploriert. In Thien Ke, in den westlichen Ausläufern von Tam Dao, sind die Mineralisationen an Greisen und Quarzgänge gebunden. Alle drei Lagerstätten stehen gegenwärtig durch die private Tuyen Quang Non-Ferrous Metal Joint Stock Company in Abbau, die im Jahr 2007 gegründet wurde. Weiterhin gehören zu diesem Unternehmen noch die Zinkpulverproduktionsstätte Tuyen Quang sowie die Antimonmine Chiem Hoa, deren Lizenz jedoch schon 2003 abgelaufen ist. Die Antimonmine Dam Hong soll an ihrer Stelle Ende 2014 in Produktion gehen. Im Jahr 2010 gründete die Tuyen Quang Non-Ferrous Metal JSC zudem die JSC Investition und Mineralien Yen Bai und errichtete im Son Duong Kreis der Provinz Tuyen Quang eine Fabrik für die Produktion von Zinnbarren mit 99,75 % Sn. Die geplante Produktion beträgt 500 t Raffinadezinn pro Jahr, aber in einer ersten Phase hat die Firma nur eine Kapazität von 250 t/a erreicht.

Das Gebiet um **Khuon Phay (Ngoi Lem)**, am äußersten nordwestlichen Rand des Tam Dao Gebirgszuges gelegen, stellt das bisherige Hauptabbaugebiet dar. Hier standen bereits die Seifen von Khuon Phay, Ngoi Lem, Ngoi Tu Tram und Ngoi Co in Abbau. Zudem wurden

hier 16 größere und 61 schmalere mineralisierte Gänge von 0,5 – 1,5 m Mächtigkeit, bis zu 2 km streichender Länge sowie bis in 250 m Teufe exploriert (VAN DE 1996).

Die **Nui Phao** Greisen- und **Da Lien** Skarn-Wolfram-Polymetallagerstätten liegen mehrere zehner km östlich des Tam Dao Gebirgszuges. Nui Phao ist die wichtigere und bekanntere Lagerstätte. Sie befindet sich im Dai Tu Distrikt der Thai Nguyen Provinz, rund 80 Straßenkilometer nordwestlich von Hanoi, und erstreckt sich über 9,2 km². Das Nui Phao Wolframbergwerk der Masan Resources Thai Nguyen Corporation ist gut gelegen und über eine Straße an den Highway 37 angeschlossen. In der Nähe befindet sich zudem eine Schmalspurbahn, die eine Verbindung zum Vinarail-Schienennetz hat. Der Hai Phong Hafen und der neue Cai Lan Hafen in der Provinz Quang Ninh liegen 180 km bzw. 240 km entfernt. Die Reserven der Greisenlagerstätte Nui Phao wurden auf 52,54 Mio. t Erz mit durchschnittlich 0,21 % WO₃, 8,0 % CaF₂, 0,1 % Bi, 0,22 % Cu, 240 ppm Sn und 0,22 ppm Au berechnet. Der Sn-Inhalt des Vorkommens beträgt dementsprechend rund 13.000 t, wobei eine Ausbringung aber nicht wirtschaftlich ist.

Potenzial besteht auch bei **Kim Cuong** im Nordwesten der Ha Tinh Provinz. Hier wurden 17 Pegmatitgänge von 400 – 600 m Länge und 1 – 2 m, maximal sogar 5 m Breite identifiziert. Cassiterit ist das Hauptwertmineral, gefolgt von Columbit-Tantalit, Rutil u. a. Der Sn-Gehalt liegt bei rund 1 % und die Vorräte belaufen sich auf mehrere zehntausend Tonnen Zinn. Dazu kommen noch alluviale Cassiteritseifen in den umgebenden Tälern, deren Wertmineralinhalt aber noch nicht bestimmt wurde (VAN DE 1996).

Im Abbau durch die im Jahr 2005 gegründete private VQB Mineral and Trading Group Joint Stock Company steht in Vietnam die kleine Zinn-Wolfram-Seifenlagerstätte **Ho Quang Phin**, Doug Van Distrikt, Provinz Ha Giang, mit Ressourcen von rund 4.500 t SnO₂. Die dort erbaute Aufbereitungsanlage verfügt über eine Jahreskapa-

Tabelle 71: Produktion von Cassiteritkonzentrat @ 70 % Sn (in t) durch die Tuyen Quang Non-Ferrous Metal Joint Stock Company.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Konzentrat	–	127,6	166,0	87,7	217,2	205,8	140,0	90,0

azität von 450 t Cassiteritkonzentrat @ 70 % Sn. Im Dorf Phung Chi Kien, My Hoa Distrikt, Provinz Hung Yen, betreibt die VQB Mineral and Trading Group JSC zudem eine eigenen Zinnschmelze, in der bei einer Jahreskapazität von 1.000 t gegenwärtig jährlich rund 700 t Raffinadezinn @ 99,75 % Sn und 99,95 % Sn hergestellt werden. Ein Teil des zur Produktion dieses Raffinadezinns benötigten Cassiterits wird dabei aus Laos importiert. Seit dem Jahr 2012 ist diese Firma auch selbst in Laos (s. dort) in der Gewinnung von Zinnerzen tätig.

Die Seifenlagerstätte **Thuan Bac**, Provinz Ninh Thuan, enthielt ursprünglich Vorräte von 6.600 t Cassiterit und wurde durch die private, im Jahr 2007 zu diesem Zweck gegründete Minerals Thuan Phu Ltd. abgebaut. Die Firma konnte mit der Gewinnung und der Verarbeitung des aus dieser Lagerstätte geförderten Cassiterits jedoch nicht ausreichend Geld verdienen und ist nun in der Produktion von Ilmenit tätig.

Neben den genannten, staatlich genehmigten Zinnabbaubetrieben wird auch in Vietnam Cassiterit im Kleinbergbau gewonnen. Diese zusätzliche Produktion wird auf 10 – 30 % der offiziellen Bergbauproduktion geschätzt.

Literatur:

VAN DE, L. (1996): Tin deposits in Vietnam. – Vortrag auf dem Seminar "Business opportunities in the mining sector of Vietnam", Aachen, 22nd /23rd August 1996: 10 S., 4 Abb.; Aachen (unveröffentlicht).

Tabelle 72: Produktion von Raffinadezinn (in t) in Vietnam nach unterschiedlichen Quellen.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
JSC Minerals and Metallurgical Cao Bang	487,5	412,4	364,9	48,7	225,5	254,7	300	300
Nghe Tinh Nonferrous Metal JSC	500	400	500	550	600	600	600	600
Tuyen Quang Non-Ferrous Metal JSC	–	–	–	57	0	131,7	124,7	60,0
VQB Mineral and Trading Group JSC	700	700	700	700	700	700	700	700
SUMME	1.688	1.513	1.565	1.356	1.526	1.687	1.725	1.660
Gesamt nach USGS	2.665	3.369	3.583	2.747	3.042			
Gesamt nach Ministerium für Industrie und Handel	2.250	2.340	2.420	2.490	2.570	2.630	2.710	2.820

Anhang

Indikatoren und Risikobewertung

Indikatoren und Risikobewertung für Zinn

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2012)	Bewertung			
		unkritisch	mäßig	bedenklich	
Angebot und Nachfrage					
<p>Recyclingrate (EOL-RR):</p> <p>End of life recycling rate der UNEP: Quotient aus der Menge der zum Recycling eingesammelten Abfälle und der Gesamtmenge an anfallenden Abfallstoffen.</p> <p><i>Bewertungsskala:</i> < 10 % = <i>bedenklich</i> 10 % – 50 % = <i>mäßig</i> > 50 % = <i>unkritisch</i></p>	<p>End of life-recycling rate EOL-RR > 50 %</p>				
<p>Derzeitige Marktdeckung (Md):</p> <p>Quotient aus Nachfrage zu Angebot. Md gibt den Anteil von Angebotsüberschuss oder -defizit in Prozent an.</p> <p><i>Bewertungsskala:</i> < 0 % = <i>bedenklich</i> 0 % – 10 % = <i>mäßig</i> > 10 % = <i>unkritisch</i></p>	<p>Derzeitige Marktdeckung: Md = -0,18 %</p>				

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2012)	Bewertung			
		unkritisch	mäßig	bedenklich	
Geopolitische Risiken und Marktmacht					
<p>Länderkonzentration der Produktion (HHI):</p> <p>Summe der quadrierten Anteile an der Bergwerksförderung</p> <p>Gewichtetes Länderrisiko der Produktion (GLR):</p> <p>Summe der Anteile der Bergwerksförderung multipliziert mit dem Länderrisiko</p> <p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> < 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i> –2,5 – –0,5 = <i>bedenklich</i> –0,5 – 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 – 2,5 = <i>unkritisch</i></p>	Bergwerksförderung: HHI = 2.591	<p>Bergwerksförderung HHI = 2.591</p>			
	Bergwerksförderung: GLR = –0,43	<p>Bergwerksförderung GLR = –0,43</p>			
	Raffinadeproduktion: HHI = 2.584	<p>Raffinadeproduktion HHI = 2.584</p>			
	Raffinadeproduktion: GLR = –0,29	<p>Raffinadeproduktion GLR = –0,29</p>			

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2012)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Geopolitische Risiken und Marktmacht				
<p>Diversifizierung der Importe Deutschlands (HHI):</p> <p>Summe der quadrierten Anteile der deutschen Importe</p> <p>Gewichtetes Länderrisiko der globalen Importe Deutschlands (GLR):</p> <p>Summe der Anteile der Importe multipliziert mit dem Länderrisiko der Lieferländer</p> <p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> < 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i> -2,5 – -0,5 = <i>bedenklich</i> -0,5 – 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 – 2,5 = <i>unkritisch</i></p>	<p>Zinnkonzentrate: (keine Importe)</p>			
	<p>Raffinadezinn: HHI = 1.893</p>	<p>Raffinadezinn HHI = 1.893</p>		
	<p>Raffinadezinn: GLR = 0,55</p>	<p>Raffinadezinn GLR = 0,55</p>		
	<p>Zinnlegierungen: HHI = 2.891</p>	<p>Zinnlegierungen HHI = 2.891</p>		
	<p>Zinnlegierungen: GLR = 1,02</p>	<p>Zinnlegierungen GLR = 1,02</p>		
	<p>Halbzeug & Waren: HHI = 1.326</p>	<p>Halbzeug & Waren HHI = 1.326</p>		
	<p>Halbzeug & Waren: GLR = 0,83</p>	<p>Halbzeug & Waren GLR = 0,83</p>		

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2012)	Bewertung			
		unkritisch	mäßig	bedenklich	
Geopolitische Risiken und Marktmacht					
Diversifizierung der Importe Deutschlands (HHI): Summe der quadrierten Anteile der deutschen Importe	Zinnabfälle & -schrotte: HHI = 3.392	<p>Zinnabfälle & -schrotte HHI = 3.392</p>			
Gewichtetes Länderrisiko der Importe Deutschlands (GLR): Summe der Anteile der Importe multipliziert mit dem Länderrisiko der Lieferländer	Zinnabfälle & -schrotte: GLR = 1,27	<p>Zinnabfälle & -schrotte GLR = 1,27</p>			
<i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> < 1.500 = <i>unkritisch</i>					
<i>Bewertungsskala GLR:</i> –2,5 – –0,5 = <i>bedenklich</i> –0,5 – 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 – 2,5 = <i>unkritisch</i>					
Wettbewerbsverzerrungen: <i>Qualitative Bewertung</i>	W = mäßig (qualitativ)	<p>Wettbewerbsverzerrungen W = mäßig</p>			
Firmenkonzentration (HHI): Summe der quadrierten Anteile der Bergwerksförderung/ Weiterverarbeitung einzelner Firmen	Bergbaufirmen: HHI = > 1.259	<p>Bergbaufirmen HHI = > 1.259</p>			
	Weiterverarbeiter (Raffinadeproduktion): HHI = ~ 804	<p>Weiterverarbeiter HHI = ~ 804</p>			
<i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> < 1.500 = <i>unkritisch</i>					

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2012)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Angebot- und Nachfragetrends				
<p>Explorationsgrad Setzt sich zusammen aus Lebensdauer kennziffer und Investitionen in die Exploration</p> <p>Lebensdauer kennziffer (Lk): Quotienten aus den derzeitigen Reserven und der aktuellen Weltbergwerksförderung</p> <p><i>Bewertungsskala Lk:</i> < 25 Jahre = <i>bedenklich</i> 25 – 40 Jahre = <i>mäßig</i> > 45 Jahre = <i>unkritisch</i></p> <p>Investitionen in die Exploration (IE) Quotienten aus den weltweiten Explorationsausgaben und der aktuellen Weltbergwerksförderung</p>	<p>Lebensdauer kennziffer (Reserven): Lk = ~ 8 Jahre</p> <p>Lebensdauer kennziffer (Ressourcen): Lk = ~ 46 Jahre</p> <p>Investitionen in die Exploration: (IE) nicht bekannt</p>	<p>Lebensdauer kennziffer Lk = 8 Jahre</p> <p>Lebensdauer kennziffer Lk = 46 Jahre</p>		
<p>Länderkonzentration (HHI) und gewichtetes Länderisiko (GLR) der Reserven</p> <p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> < 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i> -2,5 – -0,5 = <i>bedenklich</i> -0,5 – 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 – 2,5 = <i>unkritisch</i></p>	<p>Reserven: HHI = 3.495</p> <p>Reserven: GLR = -0,26</p>	<p>Reserven HHI = 3.495</p> <p>Reserven GLR = - 0,26</p>		

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2012)	Bewertung			
		unkritisch	mäßig	bedenklich	
Angebot- und Nachfragetrends					
<p>Länderkonzentration der zukünftigen Produktion (HHI)</p> <p>Summe der quadrierten Anteile an der angenommenen Bergwerksförderung im Jahr 2020</p>	<p>Angebotszenario 2020: HHI = 2.027</p>	<p>Angebotszenario (2020) HHI = 2.027</p>			
<p>Gewichtetes Länderrisiko der zukünftigen Produktion (GLR):</p> <p>Summe der Anteile der möglichen Bergwerksförderung 2020 multipliziert mit dem Länderrisiko von 2011</p> <p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> < 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i> -2,5 – -0,5 = <i>bedenklich</i> -0,5 – 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 – 2,5 = <i>unkritisch</i></p>	<p>Angebotszenario 2020: GLR = -0,39</p>	<p>Angebotszenario (2020) GLR = - 0,39</p>			
<p>Zukünftige Marktdeckung (Mz) und 2020:</p> <p>Quotient aus einer angenommenen Nachfrage zu einem angenommenen Angebot im Jahr 2017 und 2020. Mz gibt den Anteil von Angebotsüberschuss oder Angebotsdefizit in Prozent an.</p> <p><i>Bewertungsskala:</i> < 0 % = <i>bedenklich</i> 0 % – 10 % = <i>mäßig</i> > 10 % = <i>unkritisch</i></p>	<p>2020:</p> <p>Angebotszenario: Mz = -19,4 %</p> <p>Nachfragewachstum 1,1 % pro Jahr</p>	<p>Angebotszenario (2020) Mz = - 19,4 %</p>			

Glossar

Marktdeckung	Die Marktdeckung ergibt sich aus dem Quotienten der Nachfrage und des Angebots.
Diversifizierung der Importe	Die Diversifizierung der Importe errechnet sich mithilfe des HHI, wobei die mengenmäßigen Anteilswerte am Import auf Länderebene herangezogen werden.
Explorationsgrad	Gemittelter Wert aus Lebensdauer kennziffer (Lk) und Investitionen in die Exploration (IE). Lk ist das Verhältnis aus Reserven und Bergwerksförderung. IE ist der Anteil der Explorationsbudgets an der Bergwerksförderung.
Firmenkonzentration	Die Firmenkonzentration wird mithilfe des HHI berechnet, wobei Anteilswerte an der weltweiten Gesamtproduktion der Bergbaufirmen herangezogen werden.
Gewichtetes Länderrisiko der Produktion	Das gewichtete Länderrisiko (GLR) der Produktion errechnet sich aus der Summe der Anteilswerte der Länder an der Bergwerksförderung multipliziert mit dem Länderrisiko (LR). Das gewichtete Länderrisiko liegt in der Regel in einem Intervall zwischen +2,5 und -2,5. Bei Werten über 0,5 wird das Risiko als niedrig eingestuft, zwischen +0,5 und -0,5 liegt ein mäßiges Risiko vor und Werte unter -0,5 gelten als kritisch.
Herfindahl-Hirschman-Index (HHI)	Der Herfindahl-Hirschman-Index (HHI) ist eine Kennzahl, die die unternehmerische Konzentration in einem Markt angibt. Er wird durch das Summieren der quadrierten Marktanteile aller Wettbewerber errechnet. Die Bewertungsskala für den HHI richtet sich nach den Vorgaben des U.S. Department of Justice und der Federal State Commission, die einen Markt bei einem HHI unter 1.500 als niedrig, zwischen 1.500 und 2.500 Punkten als mäßig konzentriert definieren. Bei einem Indexwert über 2.500 gilt der Markt als hoch konzentriert.
Länderkonzentration	Die Länderkonzentration wird mithilfe des HHI berechnet, wobei jahresbezogene Anteilswerte der Bergwerksförderung auf Länderebene herangezogen werden.
Länderrisiko	Das Länderrisiko (LR) ergibt sich aus der Aggregation der sechs „Worldwide Governance Indicators“ der Weltbank, die jährlich die Regierungsführung über 200 Staaten weltweit bewertet. Gemessen werden (1) Mitspracherecht und Rechenschaftspflicht, (2) politische Stabilität und Abwesenheit von Gewalt, (3) Leistungsfähigkeit der Regierung, (4) Regulierungsqualität, (5) Rechtsstaatlichkeit und (6) Korruptionsbekämpfung.
Länderrisiko der Importe	Das Länderrisiko der Importe errechnet sich aus der Summe der Anteilswerte an den Ländern, aus denen Deutschland importiert, multipliziert mit dem Länderrisiko.
Lebensdauer kennziffer	Die Lebensdauer kennziffer ergibt sich aus dem Quotienten der derzeitigen Reserven und der aktuellen Weltbergwerksförderung. Die Lebensdauer kennziffer (statische Reichweite) gibt einen Hinweis auf den Stand der Exploration und in welchem Maße zukünftig Explorationsaktivitäten notwendig sind. Die Kennziffer sagt nichts über den Erschöpfungszeitpunkt eines Rohstoffes aus.
Recyclingrate (EOL-RR)	Die Recyclingrate (EOL-RR) ist der Quotient aus der Menge der zum Recycling eingesammelten Abfälle und der Gesamtmenge an anfallenden Abfallstoffen.
Reserven	Reserven sind die zu heutigen Preisen und mit heutiger Technik wirtschaftlich gewinnbaren Rohstoffmengen.
Ressourcen	Ressourcen sind nachgewiesene, aber noch nicht ausreichend explorierte, technisch und/oder wirtschaftlich nicht gewinnbare Rohstoffmengen.
Zukünftige Marktdeckung	Die zukünftige Marktdeckung ergibt sich aus dem Quotienten der zukünftigen Nachfrage und des zukünftigen Angebots. Für das zukünftige Angebot sowie die zukünftige Nachfrage werden jeweils zwei Szenarien erstellt. Das zukünftige Angebot errechnet sich aus der Summe der derzeitigen Bergwerksförderung und einer zusätzlichen Jahresförderkapazität aus neuen Bergbauprojekten.

Wilhelmstraße 25–30
13593 Berlin
Germany
Tel.: +49 30 36993 226
Fax: +49 30 36993 100
dera@bgr.de
www.deutsche-rohstoffagentur.de

ISSN: 2193-5319
ISBN: 978-3-943566-12-3