

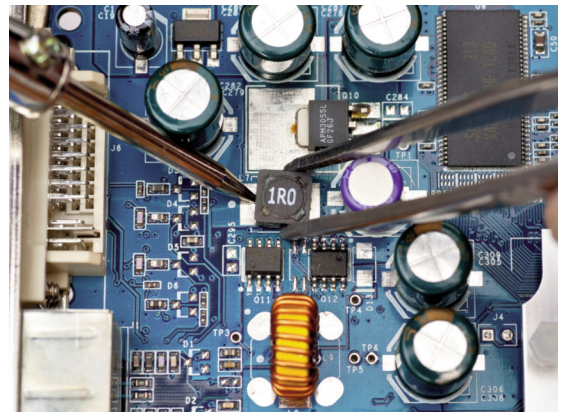
Tin

1	2																	18	19	20																									
H	He																	B	C	N	O	F	Ne																						
3	4																	13	14	15	16	17	18																						
Li	Be																	Al	Si	P	S	Cl	Ar																						
11	12																	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																
Na	Mg																	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr										
39	40	37	38	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																												
87	88	85	86	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
Cs	Ba	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																													
137	138	135	136	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
Fr	Ra	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg																																				
117	118	115	116	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Mn	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																											

50
Sn
Tin
118,71

Tin (Sn) er et sølvskinnende, blødt metal og et af de metaller, som mennesker først har udnyttet. Tin blev allerede 3.500 år f.v.t brugt til bronze, der er en legering af tin og kobber. Bronze blev efterfølgende en populær legering og var i bronzealderen det fremherskende materialevalg, som blev benyttet til redskaber og våben. Tin har bevaret sin betydning frem til i dag; i nyere tid i form af fortinning (overfladebehandling) af tynde stålplader, kaldet hvidblik, der bruges i fremstilling af fx konservesdåser. Tidligere blev tin benyttet til fremstilling af metalfolie, herfra det kendte navn stanniol fra ordet stannum, som er det latinske navn for tin. I dag er tin helt erstattet af aluminium til dette formål. Nu om dage bruges tin især som loddemetal til at forbinde komponenter i elektriske apparater, men tin anvendes også i glasproduktion (planglas), i den kemiske industri, til orgelpiber og meget andet. Der er betydelige geologiske tinforekomster, og produktionen finder sted i mange lande, så forsyningsikkerheden vurderes som relativ god. Men tinprisen er firdoblet over en tiårig periode, og der forventes en øget efterspørgsel, som kræver betydelige investeringer fra tinindustrien for at kunne efterkommes.

Nøgletal (2014)	
Pris:	123.000 kr./ton
Årlig metalproduktion:	296.000 ton
Opmålte reserver:	4,8 mio. ton (~15 års forbrug)
Estimerede ressourcer:	7 mio. ton (~25 års forbrug)
Genbrug (globalt):	ca. 27 %
Forsyningsikkerhed:	MIDDEL TIL GOD



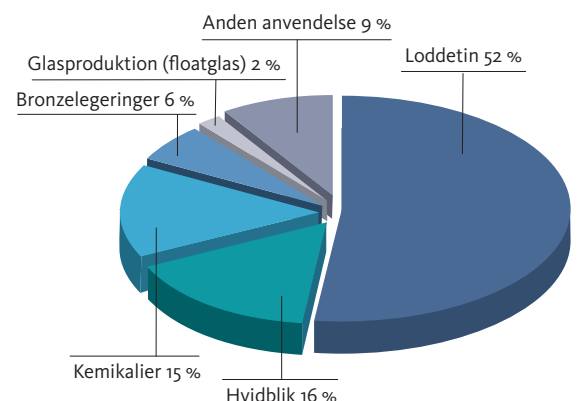
Tin har stor betydning for elektronikindustrien, hvor det anvendes til lodning. Der findes i dag ingen materialer, som kan erstatte tin i loddetin (foto: Shutterstock).

Anvendelse og forbrug

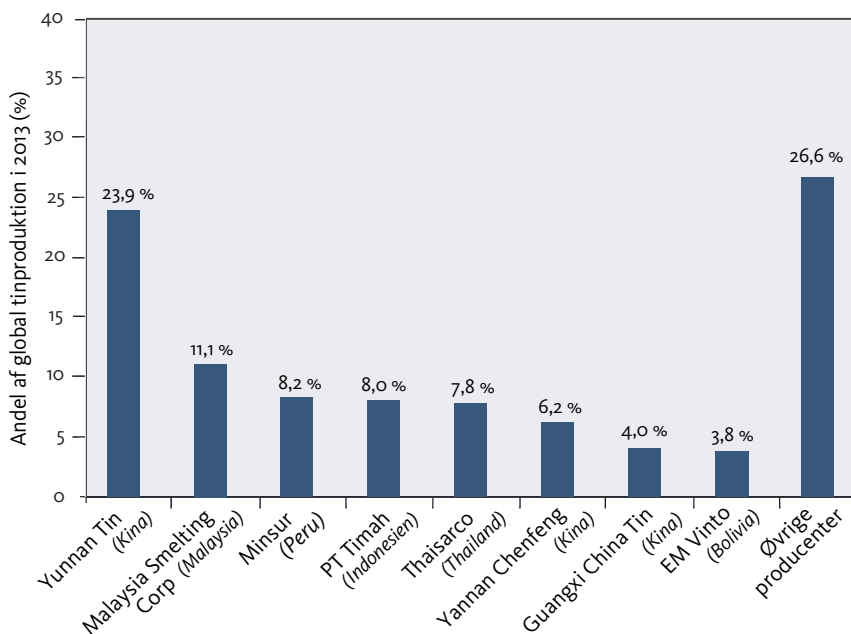
Tin har en fordelagtig kombination af en række egenskaber; det har et lavt smeltepunkt (232 °C), er let formbart, modstandsdygtigt over for korrosion og indgår nemt i legeringer med andre metaller. Desuden er tin ugiftigt og relativt nemt at genbruge og har som mange andre metaller også god ledningsevne. Tin er specielt derved, at det findes i to former med forskellige krystalstrukturer: gråtin (også betegnet α -tin), som ændres til hvidtin (også betegnet β -tin) ved temperaturer over 13° C. Ved afkøling vender β -tin tilbage til α -tin, hvilket kan føre til 'tinpest' som medfører, at metallet bliver plettet og danner et pulver, som let smuldrer. For at undgå tinpest i kommercielle kvaliteter tilsættes ofte små mængder af andre metaller, fx sølv eller antimon. Den engelske betegnelse 'pewter' dækker over en lang række legeringer, som primært er baseret på tin, men hvor indholdet af andre metaller varierer.

Tin er, næst efter guld, kobber og sølv, et af de tidligst kendte og udnyttede metaller. Historisk er tin især blevet anvendt i bronze, som er en legering af tin (5-25 %) og kobber (70-95 %) og evt. mindre mængder af andre

metaller. Bronzelegeringen giver materialet en større styrke og hårdhed end det rene metal. Bronze benyttes til bl.a. medaljer, musikinstrumenter, kunst og industrielle formål, men det største anvendelsesområde for tin er til



Anvendelsesområder for tin.



Andel af den globale tinproduktion i 2013 for verdens otte største producenter.

lodninger i elektriske installationer og kredsløb. Her benyttes loddetin, som typisk fremstilles af ca. 63 % tin og 37 % bly, der er en legering med god ledningsevne, lavt smeltepunkt og lang holdbarhed.

Anvendelse af tungmetallet bly er dog problematisk, da det er giftigt, og siden 2006 har det i EU været forbudt at bruge bly til elektriske artikler. Loddetin, der anvendes i EU, består derfor nu af eksempelvis tinsølv-kobber-legeringer. Tin-bly-lodninger benyttes dog stadig i mange andre lande til dette formål, og har også, hovedsagelig på grund af legeringens lave smeltepunkt, udbredt anvendelse som loddemetaller til ikke-elektronisk anvendelse, bl.a. samlinger af bilkølere, blyrør og metalplader.

Et andet stort brugsområde for tin er som beskyttende belægning eller i legeringer med andre metaller, fx zink eller jern (hvidblik). Fortinnede stål- og jernbeholdere anvendes fx til fødevareremballage, da tin beskytter mod korrosion, er relativt let og ugiftigt. Tin i hvidblik er i dag ofte yderligere belagt med et lag plast, som sikrer mekanisk styrke.

Tin indgår også i glasfremstilling til såkaldt floatglas (eng. float, 'flyde'), også kaldet planglas, som produceres ved at hælde smeltet glas ud på flydende tin. Planglas bruges i byggeri og til ruder i transportmidler. Desuden indgår metallet i en bred vifte af kemiske anvendelser. Uorganiske, kemiske tinforbindelser benyttes fx i keramik og glasurer, mens organiske, kemiske tinforbindelser anvendes i plast, træbeskyttelsesmidler, pesticider og brandhæmmende midler.

Forbruget af tin har de seneste år været svagt stigende, bl.a. fordi de nuværende blyfri lodninger indeholder større mængder af tin end de tidligere lodninger. Den største forbruger af tin er Kina, som alene står for 43 % af det globale forbrug. Andre store forbrugslande er USA, Japan og Tyskland.

Geologi og ressourcer

Tin er et relativt sjældent grundstof med et gennemsnitligt indhold i jordskorpen på ca. 2 ppm (dvs. 2 g tin/ton bjergart). Lødligheden for tinforekomster varierer meget og er desuden afhængig af forekomsttypen, men er typisk 0,1-1,0 % Sn. Langt størstedelen af

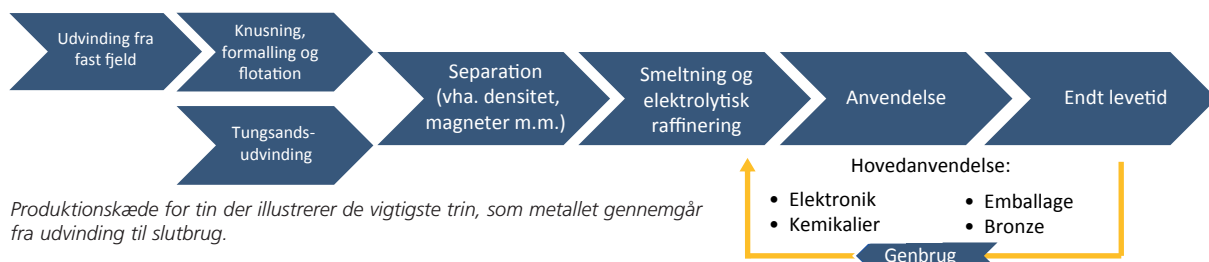
verdens tinudvinding sker fra oxidmineralet cassiterit (SnO₂). Der udvindes dog også mindre mængder tin fra andre mineraler såsom sulfidmineralet stannite (Cu₂FeSnS₄). Tin udvindes fra to forekomsttyper: primære og sekundære. De primære malmforekomster er knyttet til granitter, hvor tinmineralerne dannes sent i krystallisationsforløbet og derfor udskilles fra restsmelten, i gange og årer i granitterne eller bjergarterne omkring dem. De sekundære tinforekomster er knyttet til tungsandsaflejringer, der dannes ved, at tinholdige mineraler fra forvitrede bjergarter med tinholdige årer bliver aflejret i bunden af floder og langs kyster. På grund af deres høje vægtfylde bliver tinmineralerne opkoncentreret der, hvor energiniveaet ændres fra højt til lavt. Sådanne forekomster findes bl.a. til havs, hvor tidligere oversvømmede flodkanaler er vigtige kilder til tin. Dette ses bl.a. i Sydøstasien, som er en af verdens største tinprovinser.

Verdens kendte tinreserver og estimerede tinressourcer er opgjort til henholdsvis 4,8 mio. ton og 7 mio. ton. En stor del af tinudvindingen foregår ved såkaldt små-skala minedrift, og mange af disse operatører gennemfører ikke efterforskning eller rapporter om reserver på samme måde som de større mineselskaber. Både tinreserver og de estimerede tinressourcer kan således være væsentlig større end opgjort.

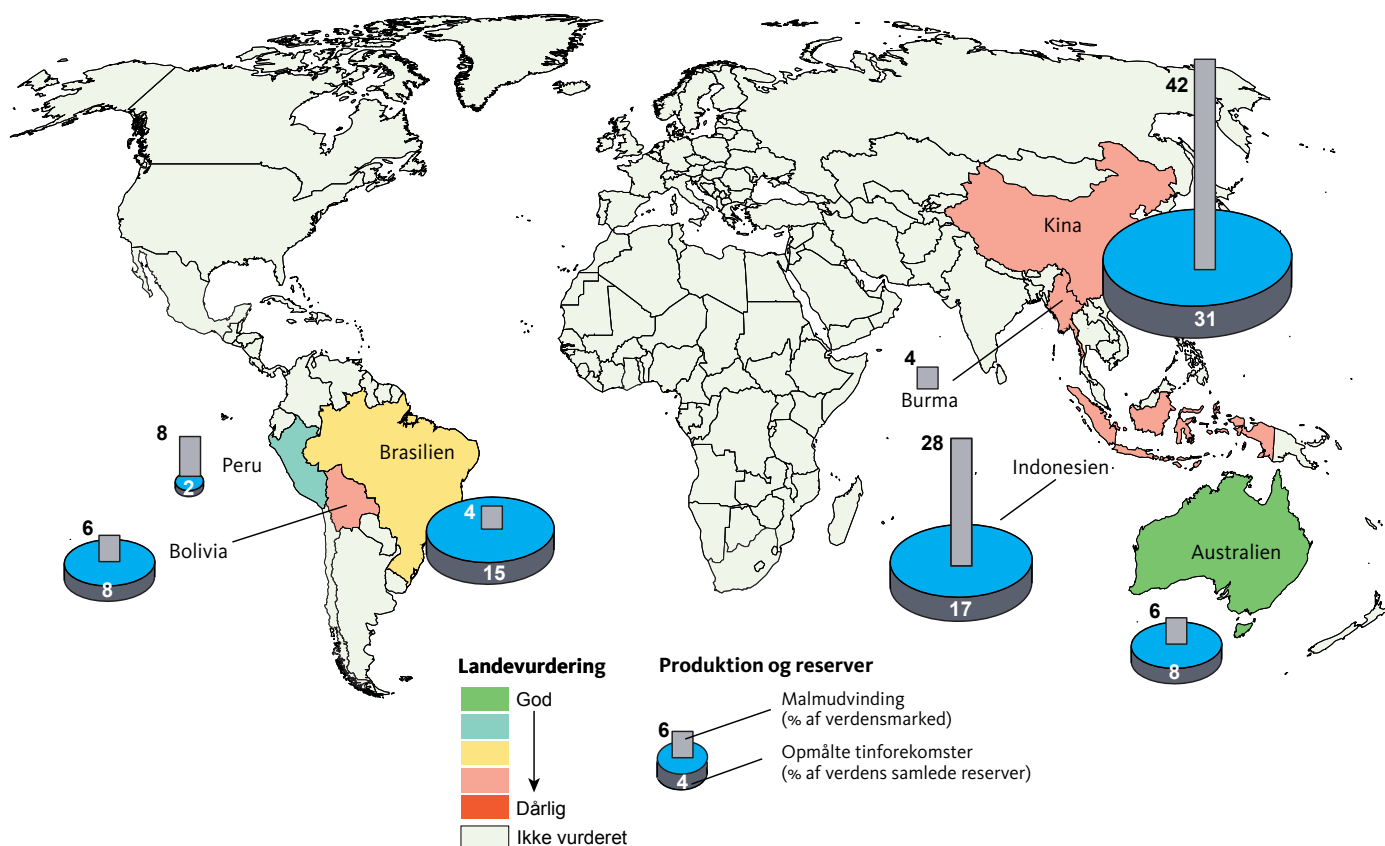
I Grønland kendes flere lokaliteter med forhøjede tinkoncentrationer knyttet til både primære og sekundære mineraliseringstyper, som kan være økonomisk interessante, fx granitter ved Hudson Land og Parkinson Mountain i Østgrønland med op til 0,35 % Sn.

Produktion

Som nævnt udvindes hovedparten af tin fra mineralet cassiterit, som bliver separeret fra andre mineraler, som findes i malmen. De vigtigste teknikker, der anvendes hertil, er sigtning, våd- og tørtyngdeseperation (jig og spiraler), samt magnetisk og elektrostatisk separation. Malmens øvrige minera-



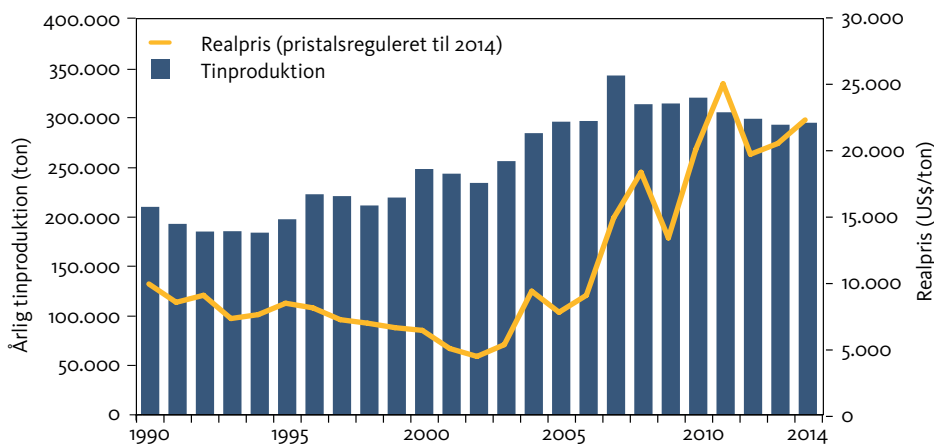
Produktionskæde for tin der illustrerer de vigtigste trin, som metallet gennemgår fra udvinding til slutbrug.



Lande med de største tinreserver og produktion i 2014. Lande og produktionsmængder med mindre end 2 % af det globale marked er udeladt. Landevurderingen viser de lande, som efterforsknings- og mineselskaber vurderer som gode henholdsvis dårlige for minedrift; vurderingen er baseret på udvalgte faktorer (retssystemet, handelsbarrierer og politisk stabilitet) fra Fraser Institute (2014).

ler afgør, hvilke metoder der anvendes. Tinmineralkoncentratet behandles efterfølgende under opvarmning i en ovn til metallisk tin, hvor mineralet reduceres med kulstof. Under denne proces fjernes også mange andre ikke ønskede urenheder, som ender i slaggen. Eventuelle resterende urenheder behandles ved raffinering, fx ved opvarmning i en støbejernskedel eller ved elektrolytisk raffinering, hvor den raffinerede tin af den ønskede renhed til sidst støbes i barrer, der kan sælges. Barrerne har som regel en renhed på 99,5 % Sn eller højere. Som nævnt legeres tin nemt med andre metaller eller kan bruges direkte til fortinning, hvor påføring sker enten elektrolytisk eller ved at overhælde smeltet tin på det pågældende materiale. Den typiske tykkelse, der opnås ved begge metoder, er i dag nede på ca. 1 µm (1/1.000 mm).

Tin bliver udvundet i ca. 35 lande beliggende på de fleste kontinenter, men hovedparten udvindes af store mineproducenter i relativt få lande. Tidligere var tinsmelteværker koncentreret i den vestlige industrialiserede verden, men siden 1950'erne finder en stadig stigende andel af tinsmeltingen sted i oprindelseslandet. Fem lande tegner



Pris- og produktionsudvikling for tin fra 1990 til 2014.

sig for næsten 90 % af verdens samlede tinsmelteproduktion. Den geografiske koncentration af produktionen ses som moderat i forhold til metalproduktionen generelt. Kina dominerer med knap 45 % af verdens tinsmelteproduktion, mens andre betydelige producenter er Indonesien, Peru og Bolivia.

Genbrug og substitution

En stor og vigtig andel af tin stammer fra genanvendelse af tidligere produceret tin. Estimer af den samlede genanvendelses-

andel varierer dog betydeligt, fra 19 til 34%. Genanvendt tin benyttes især til bronze, hvor det udgør op til 20 %, og i loddetin, der kan indeholde ca. 40 % genanvendt tin. Materialeadskillelse af blyholdigt og blyfrit loddemetal, som udelukkende anvendes i EU, giver øget genbrugsrate. Genanvendt tin stammer overvejende fra elektriske apparater, byggeri og transportmidler, samt fra bronze, konservesdåser og beholdere. Genanvendelse fra sidstnævnte kategori sker ved aftinning, som er en proces, der isolerer det værdifulde tin fra masseaffald



Tinudvindingen sker bl.a. fra marine tungsandsforekomster, hvor flydende ponton-spandkædemaskiner udvinder tin fra ca. 30 meters dybde som her ved Bangka Island, Indonesien (foto: © DERA).

af hvidblik. Tidligere antog dette en langt større andel af genanvendelsen af tin, men det har i dag mindre betydning i takt med, at tinbelæggningerne er blevet tyndere.

Der er i nogen grad mulighed for substitution af tin med andre materialer og metaller. Eksempelvis kan glas, papir, plastik eller stål erstatte tin i konservesdåser og beholdere. Andre materialer, som kan erstatte tin, er epoxyharpikser til (ikke-elektronisk) lodning; aluminiumlegeringer, kobberlegeringer og plast til bronze; plastik i stedet for metaller og forbindelser med bly og natrium i stedet for tin i visse typer tinholdige kemikalier.

Marked og priser

Handel med tin var i perioden 1956 til 1985 i høj grad styret af the International Tin Council (ITC), som forsøgte at regulere prisen ved opkøb af tin på verdensmarkedet. Faldende efterspørgsel på tin i begyndelsen af 1980'erne pressede organisationen, som gik konkurs og reelt frigav markedet i 1985/

1986. I dag handles tin først og fremmest på åbne metalbørser; primært på London Metal Exchange (LME), men også andre steder som Kuala Lumpur Tin Market (KLTM) og Indonesia Tin Exchange (INATIN).

Prisen på tin var i 2014 omkring 123.000 kr. per ton og er steget kraftig fra 2002 og frem med markante fald i 2009 og 2012. De store prisfald er dels et resultat af den globale økonomiske krise, og dels afspejler det, at tinmarkedet er skrøbeligt, relativt lille og er præget af få store producenter og industrier, som dominerer udbud og efterspørgsel.

Forsyningsikkerhed

Der forventes ikke vanskeligheder med at fremskaffe tin i fremtiden, men tinmarkedet står over for en række udfordringer: tilbagegang i produktionsmængder i dele af Sydøstasien de seneste år (trods relativt gunstige priser) samt generelt faldende lagerbeholdninger og forventninger om

øget efterspørgsel. Hertil kommer, at der ikke umiddelbart er gode substitutionsmuligheder for metallet til loddetin. Tin er helt afgørende for den vigtige og voksende elektronikindustri, selvom teknologisk udvikling i stigende grad reducerer mængden af anvendt loddetin, der bruges per produceret enhed. De ovennævnte parametre vil næppe påvirke forsyningssikkerheden i nævneværdig grad, men kan få afgørende betydning for den fremtidige prisudvikling for tin.

Kilder og videre læsning

Fraser Institute Annual: Survey of Mining Companies 2014: <http://www.fraserinstitute.org/uploadedFiles/fraser-ca/Content/research-news/research/publications/survey-of-mining-companies-2014.pdf>

ITRI interesseorganisation for tinindustrien www.itri.co.uk

London Metal Exchange: www.lme.com

Report on critical raw materials for the EU – Non-Critical raw material profiles: ec.europa.eu/enterprise/policies/rawmaterials/files/docs/crm-non-critical-material-profiles_en.pdf

Tin Statistics and Information USGS: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/tin/>

Zinn – Angebot und Nachfrage bis 2020. – DERA Rohstoffinformationen nr. 20: www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-20.pdf?__blob=publicationFile&v=7

Zinn Rohstoffwirtschaftliche Steckbriefe: www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief_sn.html

World Mineral Statistics data – British Geological Survey: bgs.ac.uk/mineralsuk/statistics/worldStatistics.html



GEUS

Adresse
Videncenter for Mineralske
Råstoffer og Materialer

De Nationale Geologiske Undersøgelser
for Danmark og Grønland
Øster Voldgade 10
1350 København K, Danmark

E-post: info@mima.dk
Internet: mima.geus.dk

Kontakt
Per Kalvig, centerleder
Telefon: 91 33 38 64
E-post: pka@geus.dk

ISSN: 2246-7246

Mi
Ma

VIDENCENTER
FOR MINERALSKE
RÅSTOFFER OG
MATERIALER