

DER SÜDOSTASIATISCHE ZINNGÜRTEL UND SEINE BEDEUTUNG FÜR DIE WELTROHSTOFFMÄRKTE HEUTE

von Harald Elsner & Maren Liedtke

EINLEITUNG

Der südostasiatische Zinngürtel ist eine der großen Lagerstättenprovinzen der Erde und hat im Zeitraum von 1800 bis 1990 rund 9,6 Mio. t Zinn geliefert, was ca. 54 % der Weltproduktion entspricht (SCHWARTZ et al. 1995). Seit 1990 sind weitere 1,8 Mio. t Zinn hinzugekommen. Zusätzlich zu Zinn (Sn) sind auch Wolfram (W) und die bei der Gewinnung dieser Metalle mit anfallenden Schwerminerale wie z. B. Ilmenit und Zirkon von wirtschaftlicher Bedeutung. So wurden zwi-

schen 1905 und 1995 in Südostasien 122.500 t Wolfram gefördert, was einem Anteil von fast 6 % der Weltproduktion in diesem Zeitraum entspricht (WERNER et al. 1998).

Zinn und Wolfram gehören zu den Rohstoffen, die die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) als potenziell kritisch einstuft (BUCHHOLZ et al. 2012) und für die eine angespannte Marktsituation prognostiziert wird (ELSNER 2014, LIEDTKE & SCHMIDT 2014).



Abb. 1: Eimerkettenbagger von PT Timah offshore Bangka Island, Indonesien.

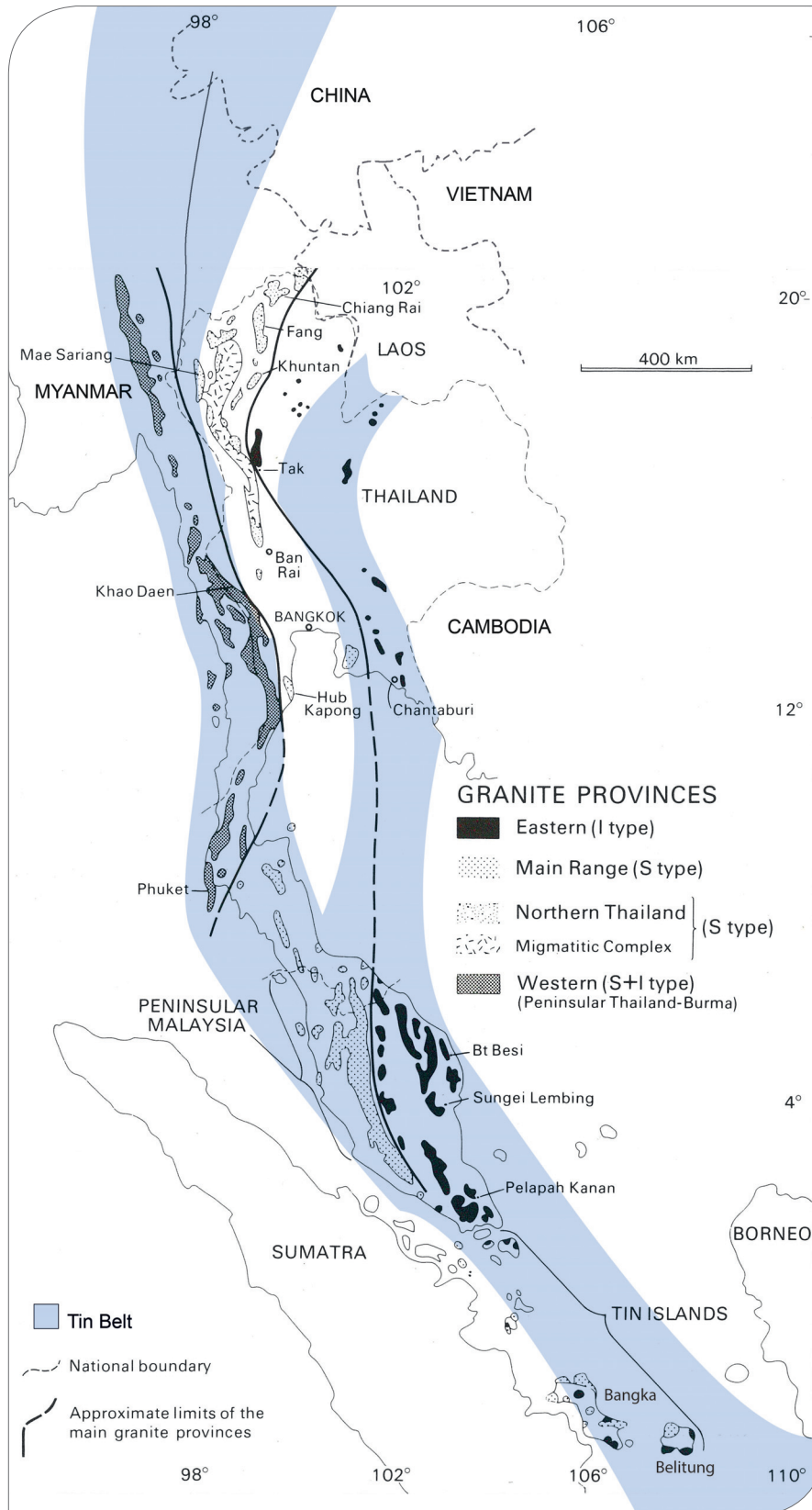


Abb. 2: Überblick über den südostasiatischen Zinngürtel, leicht verändert nach ANONYM (2010). Anm.: S-Typ-Granite entstehen durch Aufschmelzung von Gesteinen sedimentärer Herkunft, I-Typ-Granite dagegen aus solchen magmatischer Herkunft.

Während früher die gesamte Exportwirtschaft der hier betrachteten Region neben Pfeffer und Kautschuk auf Zinn beruhte, hat sich die Situation heute weitgehend geändert. Die Bergwerksförderung von Zinnerz in Thailand und Malaysia ist wegen Erschöpfung der leicht zugänglichen Vorräte nahezu zum Erliegen gekommen. Das Erbe der Vergangenheit führen in diesen Ländern bedeutende Lohnzinnhütten fort. An die Stelle des einst großen Zinnförderlandes Malaysia ist vor 20 Jahren Indonesien getreten, das heute weltweit der bedeutendste Zinnproduzent ist. Doch auch hier gehen die Vorräte zur Neige. In Myanmar findet dagegen nach der wirtschaftlichen und politischen Öffnung der letzten Jahre eine rasante Entwicklung des Kleinbergbaus statt, in dem tausende von Familien und Einzelpersonen ihr Glück in der Zinngewinnung versuchen.

Welche Bedeutung der Zinnabbau in den einzelnen Ländern des südostasiatischen Zinngürtels hatte und welche zukünftigen Entwicklungen schon jetzt absehbar sind, wird im Folgenden genauer dargestellt.

GEOLOGISCHER RAHMEN

Der an Lagerstätten reiche Abschnitt des südostasiatischen Zinngürtels erstreckt sich über rund 3.200 km Länge von Zentral-Myanmar über Thailand und Malaysia bis zu den indonesischen „Zinninseln“ von Bangka und Belitung im Süden und dann nach Westen abbiegend weiter bis nach West-Kalimantan (vgl. Abb. 2). In Malaysia und weiter nördlich gliedert sich der Zinngürtel in zwei Teilstränge, wobei der westliche Teilstrang nach Myanmar und der östliche nach Zentral-Laos verläuft. Zwischen diesen beiden Teilsträngen erstreckt sich die nördliche Granitprovinz, die nur in der Provinz Chiang Mai in Nord-Thailand relativ unbedeutende Zinn-Wolfram-Lagerstätten enthält.

Der südostasiatische Zinngürtel entstand durch die Kollision bzw. Subduktion verschiedener Mikrokontinente (Terranes) der indisch-australischen Großplatte gegen bzw. unter die starre

eurasische Platte (SCHWARTZ et al. 1995). Durch die meist entlang großer Störungszonen seit dem mittleren Perm aufgedrungenen Zinngranite SE-Asiens wurden u. a. auch Metasedimente der kontinentalen Kruste aufgeschmolzen, die zum Teil primär schon höhere Gehalte an Zinnstein (Cassiterit) führten (fossile Seifen). Direkt von den Graniten lassen sich hochdifferenzierte Pegmatite ableiten, die neben Zinn auch reich an Wolfram (Wolframit, Scheelit) und anderen seltenen Elementen, wie Beryllium, Bor, Fluor, Lithium, Niob und Tantal sein können. Großräumige hydrothermale Konvektion führte zu Gang-, Stockwerks-, Greisen- und Skarnvererzungen, die ebenfalls wichtige primäre Zinn- und Wolfram-, aber auch Blei-, Zink- und Arsenvorkommen darstellen.

Nach SCHWARTZ et al. (1995) sind 52 % der primären Zinn-Wolfram-Lagerstätten des südostasiatischen Zinngürtels im Wesentlichen einfache Ganglagerstätten, 12 % sind Pegmatite, 10 % sind Stockwerkslagerstätten und je 9 % sind Skarne oder Greisen, während die verbleibenden 7 % anderen Lagerstättentypen zuzuordnen sind.

Die sekundären Zinn- und Wolframlagerstätten bildeten sich im tropischen Klima SE-Asiens durch die sehr schnelle Verwitterung der freiliegenden Granite und ihrer Begleitgesteine, wobei einige der sich dabei aus dem Gesteinsverband lösenden Minerale wiederum sehr verwitterungsresistent sind. Hierzu gehören die Schwerminerale Cassiterit, Zirkon, Ilmenit, Monazit, Xenotim und Columbit-Tantalit sowie untergeordnet auch Scheelit, Wolframit und Gold. Diese Schwerminerale setzen sich bei nachlassender Transportenergie bald wieder ab und bilden dabei Anreicherungen, sog. Seifen (ELSNER 2011). Seifen verschiedener Entstehungsart sind dabei in Südostasien von besonderer Bedeutung, da aus ihnen ein Großteil des gewonnenen Zinns und Wolframs sowie alle beibehaltenden Schwerminerale stammen. Im Pleistozän, während der Vereisungen, lag der Meeresspiegel bis zu 100 m tiefer, so dass diese Seifen heute auch im küstennahen Schelfgebiet, d. h. offshore, zu finden sind.

BERGBAU

Im Folgenden werden die einzelnen Länder des südostasiatischen Zinnürtels von Norden nach Süden beschrieben, wobei ihre Relevanz für die Weltrohstoffmärkte sehr unterschiedlich war und ist. In Abb. 3 ist die Bergwerksförderung von Zinn in den bisher wichtigsten drei Förderländern Malaysia, Thailand und Indonesien über die letzten vier Jahrzehnte im Vergleich dargestellt.

Laos

In Laos wird Zinn seit vielen Jahrhunderten, verstärkt aber seit Mitte des 19. Jh., damals noch durch französische Kolonialfirmen, abgebaut. Im Abbau standen und stehen ausschließlich stark verwitterte Primärerze sowie daraus hervorgegangene eluviale Seifen. Wichtigstes Abbaugelände 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 rus-

sischen Geologen bei relativ niedrigen Gehalten von 0,20 – 0,28 % Sn im Erz mit rund 21.000 t Zinninhalt 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 die Bergbehörde melden. Bei diesen handelt es sich um eine laotische und eine chinesische Firma sowie ein laotisch-vietnamesisch und ein laotisch-nordkoreanisches Joint Venture. Im Jahr 2012 wurde von diesen Abbaufirmen offiziell Zinnerzkonzentrat mit 1.041 t Zinninhalt abgebaut. Daneben gibt es aber auch noch mehrere durch die Provinzregierungen genehmigte Abbaubetriebe – auch der Armee – über die praktisch nichts bekannt ist, sowie zusätzlich Kleinbergbau unbekanntem Ausmaßes.

Wolfram wird in Laos nicht gewonnen.

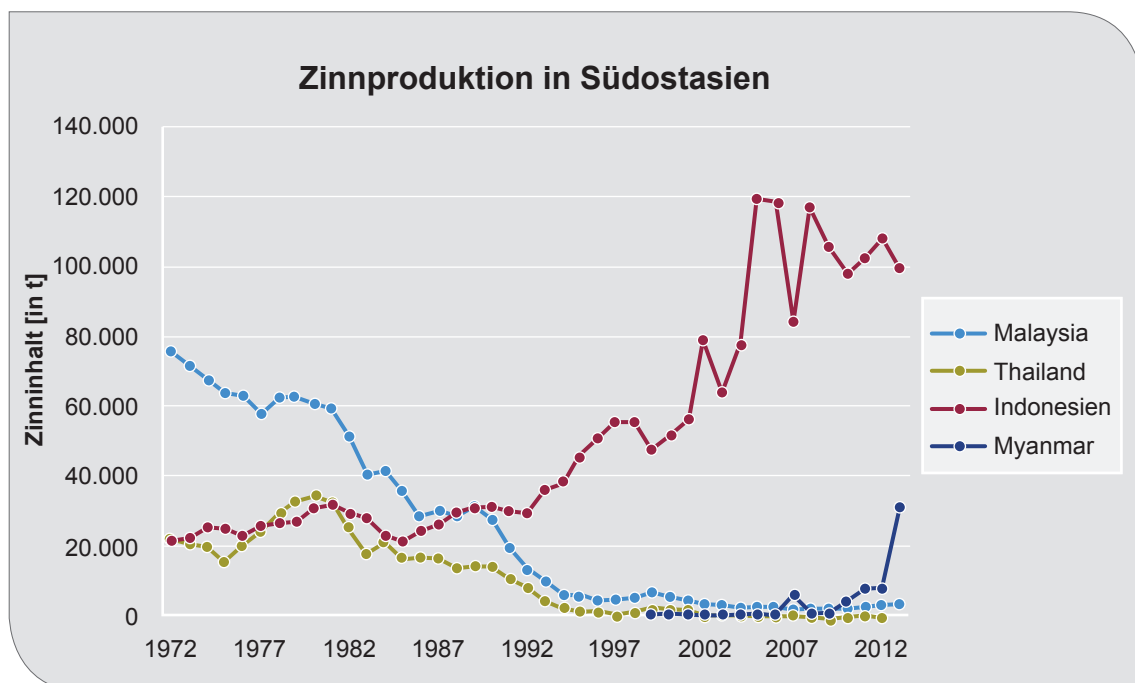


Abb. 3: Bergwerksförderung von Zinn (in t Sn-Inhalt) in Thailand, Malaysia, Indonesien und Myanmar seit 1972 und soweit bekannt, aktualisiert nach ANONYM (2010).

Myanmar

Myanmar ist bekannt für seine Zinn-, aber auch Wolframvorkommen, die seit Jahrhunderten im Abbau stehen. Dem Department of Geological Survey and Mineral Exploration of Myanmar sind derzeit 358 Lagerstätten und 125 Vorkommen von Zinn bzw. Wolfram im Land bekannt. Diese enthalten 39,4 Mio t Erz bzw. geschätzt 140.000 t Cassiterit-Wolframit-Konzentrat (LWIN 2012).

Nie kam es aber bisher in Myanmar, wie in den südlichen Nachbarländern Thailand, Malaysia oder Indonesien, zu einem großindustriellen Abbau. Die Mehrheit der zahlreichen Abbaustellen im Land 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.

Zentralmyanmar wird vom 2.170 km langen Irawadi durchflossen, der im Himalaya entspringt und im Golf von Martaban, der zur Andamanensee gehört, mündet. Östlich des zentralen Irawadi, zwischen den Städten Mandalay im Norden und um Pyinmana im Süden, liegen zahlreiche Festgesteinsvorkommen von Zinn und Wolfram. Richtung Norden gewinnen dabei Vorkommen von Wolfram gegenüber Zinnstein an Bedeutung. Sie bilden die nördlichsten Ausläufer des westlichen Teilstranges des südostasiatischen Zinngürtels. Die meisten Sn-W-Seifenvorkommen Myanmars liegen dagegen im Südosten von Nieder-Myanmar in der Verwaltungseinheit Tanintharyi, direkt an der Andamanensee.

Abbauunternehmen aus China, Thailand, Malaysia und Indonesien sind in Myanmar in der Exploration auf Zinn tätig. Besonders vor der Küste von Tanintharyi und im Golf von Martaban wird mit einem großen Potenzial an Seifenzinn gerechnet, doch liegen noch keinerlei gesicherte Daten vor.

Bedeutende Zinn-Wolfram-Lagerstätten, die sich im Abbau befinden, sind Heinda, Kanbawk und Hermyingyi im Dawei Distrikt von Tanintharyi sowie Mawchi in Kayah State.

Bei **Heinda** stehen großflächig verbreitete und mächtige lakustrine Zinnseifen seit 1928 im Abbau. Derzeitiger Besitzer ist die thailändische Myanmar Pongpipat Company, Ltd. (MPC), die im Juli 1999 mit dem No. 2 Mining Enterprise (ME-2) der burmesischen Militärregierung ein Joint Venture einging. Von MPC wurden erhebliche Finanzmittel, im Wesentlichen für moderne Aufbereitungsanlagen, in dieses Projekt investiert. Erwartet wurde ursprünglich eine Jahresproduktion von 1.500 t Cassiteritkonzentrat, die bisher aber nicht erreicht werden konnte. Im Jahr 2002 erwarb MPC einen Anteil von 65 % an der Heinda Mine. Im Geschäftsjahr 2011/12 wurden an diesem Standort 396 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 Zinninhalt bei einem Durchschnittsgehalt von 400 g Sn/m³ geschätzt (LWIN 2012).

Die **Kanbawk Mine** liegt inmitten des Küstengebirges des Dawei Distrikts. Seifen stehen hier seit 1911 auf Cassiterit, Wolframit und untergeordnet Bismuthinit im Abbau. Der Abbau wird seit 1998 in einem Joint Venture zwischen ME-2 (s. o.) (30 %) und der lokalen Delco Mining Company Ltd. (70 %) betrieben. Im Geschäftsjahr 2011/12 konnten bei einer Produktionskapazität von 1.000 t nur 224 t Cassiterit-Wolframit-Mischkonzentrat gewonnen werden. Die wahrscheinlichen Reserven der Kanbawk Mine werden auf 865 t Zinninhalt bei Durchschnittsgehalten von 0,59 % Sn 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** ist seit über einem Jahrhundert eine der produktivsten Abbaustellen des Dawei Distriktes. Seit ihrer Erschließung im Jahr 1913 wurden zunächst vor allem Seifen abgebaut, die inzwischen aber als erschöpft gelten. Aktuell findet ein unsystematischer Untertageabbau der über 200 Wolframit und Cassiterit führenden Quarzgänge und der Zinngreisen statt. Im Geschäftsjahr 2011/12 wurden in einem Joint Venture von ME-2 (30 %) und Ngwe Tauk Tun

Company (70 %), einem Abbaununternehmen des Militärs, 72 t Cassiterit-Wolframit-Mischkonzentrat gefördert. Die verbliebenen wahrscheinlichen Reserven von Hermyingyi werden mit 695.000 t Erz mit einem Durchschnittsgehalt von 0,37 % Sn 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.

Im Süden des Distrikts Bawlakhe in Kayah State, ca. 260 km nordnordöstlich von Rangun, liegt die größte Zinnmine Myanmars, die **Mawchi Mines**. Eröffnet 1830 erreichte das Bergwerk 1939 mit einer Jahresproduktion von 3.143 t Cassiterit- und 2.771 t Wolframit-Scheelit-Konzentrat den Höhepunkt der Produktion. Seit 1952 wird die Mawchi Lagerstätte vom burmesischen Staat abgebaut. Betreiber ist seit 1991 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 Abbaulizenz mit Genehmigung der KMPC besitzt die Kayah Ngwe Kyae Company, ein Bergbauunternehmen der örtlichen Partei. Eine Erweiterung des Abbaugeländes ist geplant (ANONYM 2012). Die jährliche Produktionshöhe liegt bei rund 500 – 600 t Cassiterit-Wolframit-Scheelit-Mischkonzentrat mit im Mittel 40,5 % Sn und 24,3 % WO_3 . Die wahrscheinlichen Reserven in Mawchi werden gegenwärtig auf 31,4 Mio. t Erz mit durchschnittlich 0,31 % Sn geschätzt (LWIN 2012).

Praktisch alle Bergbaubetriebe in Myanmar werden wegen der unkontrollierten Zerstörung der Umwelt und der Verschmutzung der Flüsse, die seit Jahrtausenden die Lebensgrundlage der dort lebenden Bevölkerung darstellen, scharf kritisiert (ANONYM 2012).

In Thanlyin, nahe Rangun, betreibt das staatliche No. 2 Mining Enterprise (s. o.) seit über 20 Jahren auch eine Zinnhütte mit einer Jahreskapazität von 1.000 t Raffinadezinn. Die durchschnittliche Jahresproduktion soll derzeit aber bei nur rund 50 t liegen.

Nach den offiziellen Statistiken der Bergwerksförderung Myanmars werden im Land jährlich nur wenige hundert Tonnen Cassiteritkonzentrat bzw. Cassiterit-Wolframit-(Scheelit-) Mischkonzentrate produziert. Dies steht jedoch im Widerspruch zu den Einfuhrstatistiken Chinas, das in den letzten Jahren jeweils über 20.000 t, im Jahr 2013 sogar 89.000 t an Cassiteritkonzentraten mit wahrscheinlich bedeutsamen Wolframitbeimengungen aus Myanmar importierte. Diese Konzentrate stammen weit überwiegend aus dem Kleinbergbau, möglicherweise nicht nur aus der Tanintharyi Region. Durch diesen Kleinbergbau ist Myanmar zwischenzeitlich zum weltweit drittgrößten Bergbauproduzenten von Zinn aufgestiegen.

Thailand

Fluviatile Zinnseifen stehen in Thailand mindestens seit dem 13. Jh. 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 (Samoeng Sn-W-Sb-Lagerstätte), Kanchanburi im Zentrum (Pilik Sn-W-Lagerstätten-distrikt) sowie Ranong im Süden (Had Som Pan Sn-Lagerstätte) des Landes.

Die Offshore-Zinnengewinnung, 1907 erstmals in Phuket eingeführt, dominierte die Zinnsteingewinnung in Thailand bis über die Mitte des 20. Jh. hinweg. Mit ihrem Rückgang ging dann in den letzten Jahrzehnten auch die thailändische Bergwerksförderung von Zinnerz bis heute um rund 90 % zurück.

Zwischen 1800 und 1990 wurden in Thailand Erze mit insgesamt rund 1,4 Mio. t Zinninhalt gefördert. 2012 wurde den Behörden die Produktion von nur noch 199 t Cassiteritkonzentrat mit ca. 129 t Zinninhalt gemeldet.

Die kumulierte Förderung von Wolframern lag im Zeitraum von 1905 bis 1995 bei 46.000 t. Im Jahr 2012 waren es 130 t Scheelit (aus der Chiang Mai Provinz) und nur 2,5 t Wolframit (aus Kanchanburi) mit zusammen etwa 100 t Wolfram-

inhalt. Bis zum Jahr 2011 wurde Wolframkonzentrat ebenfalls aus der nördlichen Region in der Phrae-Provinz in Höhe von mehreren 100 t jährlich gefördert.

Die thailändische Firma Tongkah Harbour Public Company Ltd. plant mittelfristig die Offshore-Gewinnung von Cassiterit in der Andamanensee, 70 km nördlich der Insel Phuket, aus bei dort 40 bis 70 m (Ø 61 m) Wassertiefe und 1 bis 12 m (Ø 3,3 m) mächtigen Sedimenten wieder aufleben zu lassen. Die in der Konzessionsfläche dieser Firma festgestellten Ressourcen betragen 163 Mio. m³ Sediment mit durchschnittlich 250 g Cassiterit/m³ (= 41.460 t Zinninhalt).

Die Thailand Smelting and Refining Co., Ltd. (Thaisarco), die einzige große Zinnhütte 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. Heute verarbeitet Thaisarco Zinnerzkonzentrate und Rohzinn aus vielen Ländern und ist mit einer Raffinadezinnproduktion von 22.986 t im Jahr 2013 die fünfgrößte Zinnhütte der Erde.

Malaysia

In Malaysia gliedert sich der südostasiatische Zinnürtel in zwei Teilstränge. 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 Zinnürtel verläuft bei maximal 100 km Breite entlang der Ostküste Malaysias vom Bundesstaat Terengganu im Norden bis über Singapur hinaus nach Süden.

Malaysia dominierte die Weltzinnproduktion über viele Jahrhunderte bis 1987. Ein Jahr später übernahm Indonesien diese Führungsposition, verlor sie jedoch kurz danach wieder für einige Jahre



Abb. 4: Zinnerzgewinnung in der Rahman Hydraulic Tin Mine, Malaysia.

an China. Zwischen 1851 und 2008 wurden nach einer Untersuchung der malaiischen Chamber of Mines (ANONYM 2010) in Malaysia 5.628.882 t Zinn (Metallinhalt) ausgebracht, mehr als im gleichen Zeitraum in Bolivien und China zusammen, viermal so viel wie in Thailand und 48 % mehr als in Indonesien.

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,



Abb. 5: Abraumgewinnung durch einen Subkontraktor von PT Timah zur Freilegung einer Cassiteritgangerzlagertstätte (links im Bild) im Nordwesten von Bangka Island. In der nahe gelegenen Aufbereitungsanlage wird ein Zinnsteinkonzentrat mit durchschnittlich 53 % Sn-Gehalt produziert, das dann in der Hauptzinnhütte von PT Timah in Mentok verhüttet wird.

Perak nahe der thailändischen Grenze. Im Abbau stehen stark verwitterte Cassiterit führende Quarzgänge. Die Firma wurde 2004 von der Malaysia Smelting Corporation Bhd (MSC) übernommen. Nach erheblichen Investitionen konnte diese sowohl die durchschnittliche Jahresproduktion verdoppeln (2.223 t Zinninhalt im Jahr 2013) als auch die Vorräte (zum 01.01.2014 wurden 19.638.505 m³ Erz mit durchschnittlich 1,88 kg Sn/m³ (= 36.910 Zinninhalt) ausgewiesen) deutlich erweitern.

Produziert wird hier in fünf Aufbereitungsanlagen ein Vorkonzentrat mit rund 70 % Sn, das danach direkt zur Hütte von MSC am Standort Butterworth (s. u.) transportiert wird. Aus dem als Nebenprodukt anfallenden Amang (s. Schwerminerale) werden zudem Ilmenit, Zirkon und Monazit abgetrennt.

Von anderen kleineren Firmen in Malaysia – Abbaustellen existieren bei Sungai Durian nahe Tanjung Tualang und bei Kuala Dipang, nahe Kampar – wurden im Jahr 2013 zusätzlich Konzentrate mit 1.494 t Zinninhalt ausgebracht.

Mit Ausnahme des Untertagebergwerks von Sungai Lembing und der Tagebaue von Sungei Besi und RHT standen die Festgesteinzzinnvorkommen Malaysias bisher nicht im Abbau. Untersuchungen zeigen jedoch, dass besonders im Norden Peraks Potenzial für weitere abbaubare Zinnlagerstätten besteht.

Nach jahrhundertlangem Abbau ist die Wahrscheinlichkeit, dass wieder Zinnseifen in Abbau genommen werden, dagegen gering. Alle der zahlreichen Zinnfelder auf dem Festland Malaysias wurden nach intensiver Exploration stellenweise bereits mehrfach abgebaut und dabei auch die alten Halden aufgewältigt.

Die Malaysia Smelting Corporation Bhd (MSC) in Penang ist die einzige Zinnschmelze in Malaysia, weltweit eine der größten Zinnhütten und die größte Lohnzinnhütte. Im Jahr 2013 produzierte MSC 32.668 t Raffinadezinn.

Indonesien

Mit einer Jahresbergwerksförderung von über 100.000 t Zinn ist Indonesien seit Jahren weltweit größtes Förderland für Zinn. Im Zeitraum von 1800 bis 1990 stellte Indonesien bereits 28 % der Zinnproduktion Südostasiens (SCHWARTZ et al. 1995).

Bei den im Abbau stehenden indonesischen Zinnvorkommen handelt es sich vorwiegend um fluviatile, untergeordnet auch um eluviale Seifen, die sich von den weit verbreiteten Zinngraniten ableiten. Offshore lassen sich die Flusseifen – teils unter erheblicher Bedeckung von > 10 m – bis in ca. 100 m Wassertiefe verfolgen. Zusammensetzung und Gehalt der Flusseifen ändern sich dabei nicht. Technisch gesehen ist heute eine Gewinnung von Offshore-Seifenlagerstätten mittels großer Eimerkettenbagger bzw. Saugbagger bis in 70 m Wassertiefe (wirtschaftlich jedoch nur bis 50 m Wassertiefe) möglich. An einer Erhöhung der kommerziellen Gewinnung unter dem Motto „Go offshore, go deeper“ wird gearbeitet. Kleinbergleute können dagegen nur bis maximal 20 m Wassertiefe Zinnstein gewinnen.

Onshore stehen ausschließlich fluviatile Seifen und auf Bangka, durch das große staatliche Zinnunternehmen PT Timah (Persero) Tbk, nur eine Gangerzlagerstätte im Abbau. Ein weiteres Primärzinnvorkommen auf Bangka befindet sich in Exploration, ein Drittes liegt in einem Schutzgebiet.

Zinnengewinnung in Indonesien reicht nachweislich bis in das 5. Jh. zurück und war später auch für alle früheren Kolonialmächte von großer Bedeutung. Erst 1999 stufte das indonesische Handelsministerium Zinn nicht mehr als „controlled export commodity“ ein und 2001 wurden auch auf regionaler Ebene der Zinnabbau und der Export von Cassiteritkonzentrat erlaubt. Zusammen mit den damals steigenden Zinnpreisen setzte ein Zinnabbauboom ein, der zur Gründung von zahlreichen privaten Zinnbergbaugesellschaften führte. Damit stieg auch der Anteil des Kleinbergbaus an der Zinnproduktion, der bis heute z. T. illegal und unkontrolliert erfolgt. Zwar stellt dieser auch eine Einkommensquelle für die Bevölkerung dar,



Abb. 6: Kleinbergbau auf Cassiterit auf Bangka. Eine Rekultivierung ist nicht vorgesehen.

andererseits hinterlässt er aber nicht rekultivierte Abbaugruben und führt zur Umweltzerstörung entlang der Flüsse und des küstennahen Meeres.

Das größte indonesische Zinnunternehmen PT Timah verfügte 2013 über 117 Abbaulizenzen mit 512.480 ha Fläche (89,8 % der lizenzierten Fläche mit Zinnvorkommen in Indonesien) auf und vor den Inseln Bangka, Belitung, Karimun und Kundur. Offshore Bangka gehören 24 % (108.753 ha) der Lizenzgebiete PT Timah, offshore Karimun & Kundur und dem Riau Archipel rund 60 % (45.010 ha) und offshore Belitung rund 40 % (30.075 ha).

Die in den Lizenzgebieten zum 31. Dezember 2013 enthaltenen Zinnressourcen betragen 699.325 t Zinninhalt (onshore: 228.937 t, offshore: 470.388 t), die Reserven 259.432 t Zinninhalt (onshore: 19.697 t, offshore: 239.735 t).

Geschürft wurde 2013 onshore (Durchschnittsgehalt 2010: 286 g Sn/m³) mit Kiespumpen bzw. Hydraulikbaggern und offshore (Durchschnittsgehalt 2010: 264 g Sn/m³) mit zehn Eimerkettenbaggern zwischen 15 und 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 %).



Abb. 7: An Land gezogene, sonst durch Kleinbergleute im Flachwasserbereich offshore Bangka Island betriebene Saubagger.

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 Ende des Jahres 2013 nur zwei in Betrieb. Um sich langfristig wieder mehr Cassiteritbezüge zu sichern, plant PT Timah daher seine Exploration im offshore-Bereich zu verstärken bzw. auf Kalimantan und in Myanmar zu explorieren.

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 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. 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. 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 145.639.000 m³ Erzsand @ 220 g Sn/m³ = 31.644 t Zinninhalt.

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 TTK). 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 Hütte in Mentok kaum noch ausgelastet ist.

Daneben gibt es weiterhin noch zum Teil illegal produzierende, artisanale Bergleute („informal / unconventional miners“, „tambang inconvensional“), deren 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“). Ihre Anzahl wächst seit Jahren konstant, was wiederum zu organi-

sierten 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 artisana- len Bergleute stammen dabei nicht von Bangka, sondern aus Sumatra.

Aufgrund der derzeitigen liberalen Gesetzgebung auf lokaler und regionaler Ebene sowie der zahl- reichen Zinnhütten auf Bangka und Belitung ist der früher weit verbreitete Schmuggel zurzeit auf Cassiteritkonzentrat (mit 638 t Zinninhalt im Jahr 2012) aus West-Kalimantan beschränkt, wo es (noch) keine Zinnschmelze gibt.

Mit weitem Abstand ist Indonesien auch heute noch hinter China zweitgrößter Produzent von Zinnstein (mit ca. 108.300 t Zinninhalt im Jahr 2012) und größter und bedeutendster Exporteur von Raffinadezinn (Produktion von ca. 105.300 t im Jahr 2012). Betrachtet man die indonesische Vorratssituation an Zinn, so ist hier zwischen of- fiziellen staatlichen Daten und den Reserven-/ Ressourcenberechnungen der Abbaufirmen zu unterscheiden.

Im Jahr 2008 ließ PT Timah seine Vorräte von einem externen Gutachter berechnen, der Res-

ourcen mit 1,08 Mio. t Zinninhalt ermittelte. Dazu kamen von PT Timah berechnete Reser- ven mit 276.147 t Zinninhalt. Zum 31. Dezember 2013 waren die Ressourcen (durch Überfüh- rung in zwischenzeitlich abgebaute Reserven) auf 699.325 t Zinninhalt (zu 67,3 % offshore) und die Reserven auf 259.432 t Zinninhalt ge- fallen (zu 92,4 % offshore) (s. o.). Das Jahr 2013 zeichnete sich dabei durch verstärkte Explorationsaktivitäten aus (vgl. Abb. 8). PT Koba Tin ermittelte letztmalig zum 30. Juni 2012 in seinen Lizenzgebieten verbliebene Res- sourcen mit 15.674 t Zinninhalt und Reserven mit 15.880 t Zinninhalt (NUGROHO 2012). Drittgrößter Lizenzgebietsinhaber mit ca. 1.500 ha Fläche off- shore Bangka und ca. 4.600 ha Fläche offshore Kundur ist PT Tenaga Anugerah. Die Ressourcen dieser Firma, die zu 40 % zur Malaysia Smelting Corporation Bhd. gehört und ihre Hütte erst im Jahr 2014 in Betrieb genommen hat, umfassen ca. 30.000 t Zinninhalt.

Rechnet man die Abbauflächen für die anderen kleineren Firmen hinzu, ergeben sich für das Jahr 2013 für ganz Indonesien rein rechnerisch Res- sourcen mit 758.655 t Zinninhalt und Reserven von 283.827 t Zinninhalt (vgl. Abb. 8).

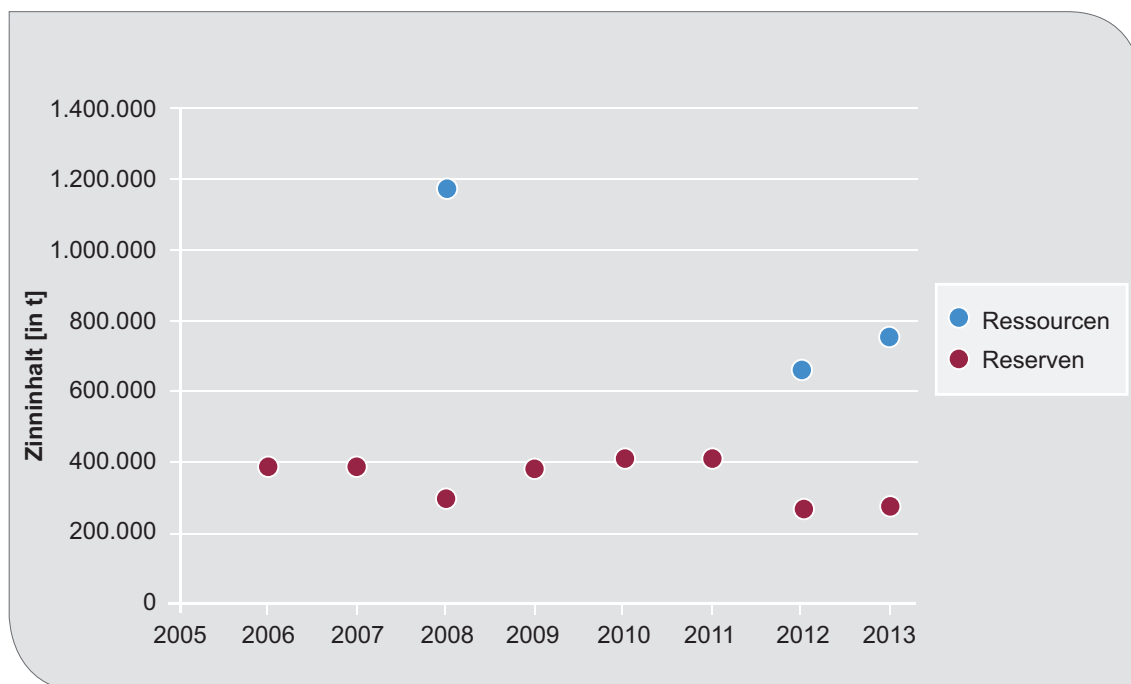


Abb. 8: Veränderung der indonesischen Ressourcen und Reserven von Zinn (Metallinhalt in t), hochgerechnet nach Firmenangaben.

Die statische Reichweite der indonesischen Zinnressourcen liegt dementsprechend bei 7,5 Jahren, die statische Reichweite der Reserven bei 2,8 Jahren, d. h. rein mathematisch – bei gleichbleibender Produktion und ohne Exploration – wird die Zinnengewinnung in Indonesien in rund zehn Jahren zu Ende gehen.

Die Anzahl der legal, aber auch illegal in Indonesien operierenden Zinnhütten, mit und ohne Exportlizenz, wechselt ständig. Im Oktober 2013 gab es nach PT Timah (frdl. schriftl. Mitt.), exkl. der eigenen Hütten, 43 private Zinnhütten, von denen vier ausschließlich in der Lötzinproduktion tätig waren. An diesen privaten indonesischen Zinnhütten 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.

Das aus Indonesien nach Thailand und Malaysia exportierte Raffinadezinn wird durch die dortigen großen Hütten (Thaisarco und MSC) noch einmal umgeschmolzen, mit eigener Handelsmarke versehen und gelangt danach als malaysisches bzw. thailändisches Zinn auf den Weltmarkt. Auch in China sollen große Mengen des aus Indonesien importierten Zinns noch einmal umgeschmolzen werden.

SCHWERMINERALE

Bei der Aufbereitung der Vorkonzentrate aus den Seifenabbaubetrieben fällt neben Cassiterit auch ein beibrechendes Schwermineralkonzentrat an, das in malaiisch „amang“ genannt wird. Es enthält die wirtschaftlich interessanten Schwerminerale Zirkon, Ilmenit, Rutil, Monazit und Xenotim sowie regional auch Wolframit, Scheelit, Columbotantalit, Strüverit oder Gold (ELSNER 2011). Noch 1989 wurden 89 kg Gold aus Amang in Malaysia separiert (SCHWARTZ et al. 1995). Zu den Hochzeiten des Zinnbergbaus in Thailand und Malaysia existierten dort zahlreiche, auf die Aufbereitung von Amang hochspezialisierte Verarbeitungsbetriebe. Viele von ihnen haben zwischenzeitlich ge-

schlossen, da der dortige Nachschub mit Amang nahezu versiegt ist (ELSNER 2013). Andererseits fallen bei der Aufbereitung der Zinnsteinvorkonzentrate in den indonesischen Zinnschmelzen weiterhin große Mengen an Amang an. Die enthaltenen Schwerminerale werden z. B. durch PT Timah – im Jahr 2013 2.495 t Ilmenit, 1.009 t Monazit, 303 t Zirkon und 88 t Xenotim unterschiedlicher Konzentration – 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. So lagern alleine in der Hauptzinnschmelze von PT Timah in Mentok auf Bangka zwischenzeitlich rund 50.000 t Zirkon und etliche tausend Tonnen Monazit/Xenotim.

FAZIT

Der südostasiatische Zinngürtel liefert seit Jahrhunderten bedeutende Mengen an Zinn- und Wolframerzen. Im Jahr 2013 entstammten über 45 % der Weltbergwerksförderung von Zinn diesem Gebiet. Der Großteil des Zinnerzes wird aus Seifen gewonnen. Der Anteil Südostasiens an der weltweiten Produktion von Raffinadezinn lag im Jahr 2013 bei 35 % (ELSNER 2014). Besonders Indonesien spielt seit Jahren eine herausragende Rolle bei der Zinnproduktion. Im Jahr 2013 war Indonesien mit einer Bergwerksförderung von rund 100.000 t Zinn weltweit größtes Förderland und mit über 95.000 t nach China zudem zweitgrößter Produzent von Raffinadezinn. Die Bedeutung der Bergwerksförderung von Wolframerz ist hingegen deutlich geringer, nur in Thailand und Myanmar wird Wolframerz gewonnen.

Der Abbau von Zinn-Wolframerzen im südostasiatischen Zinngürtel bildet die Lebensgrundlage vieler Kleinbergleute. Verbunden damit ist allerdings oft ein nicht nachhaltiger Bergbau ohne soziale und ökologische Mindeststandards. Besonders der Kleinbergbau aber auch Teile des kommerziellen Bergbaus auf Zinn und Wolfram gehen in Südostasien mit einer Zerstörung der

Umwelt einher, da die entsprechende Kontrolle fehlt. Nur wenige Hütten in dieser Region beziehen kein Cassiteritkonzentrat aus Indonesien, das größtenteils aus z. T. illegalem und mit signifikanten negativen ökologischen Auswirkungen behafteten Kleinbergbaus stammt.

Kurz- bis mittelfristig ist nicht mit einer Steigerung des Abbaus von Zinn- und Wolframerzen in der Region des südostasiatischen Zinngürtels zu rechnen. Wird die Cassiteritproduktion in Indonesien auf dem derzeitigen hohen Niveau fortgesetzt, dann wird der Ressourcenverbrauch bereits in wenigen Jahren zum Ende des dortigen Zinnbooms führen. Das mögliche Wegbrechen bedeutender Fördermengen Indonesiens kann aber nicht durch steigende Gewinnung in Laos, Thailand, Malaysia oder Myanmar ausgeglichen werden und würde so vermutlich zu einem noch größeren Zinndefizit auf dem Weltmarkt führen.

LITERATUR

- ANONYM (2010): Tin Story. Heritage of Malaysia. – Kuala Lumpur Tin Market: 204 S., zahlr. Abb. und Tab.; Kuala Lumpur.
- 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>.
- BUCHHOLZ, P., HUY, D. & SIEVERS, H. (2012): DERA-Rohstoffliste 2012 – Angebotskonzentration bei Metallen und Industriemineralen – Potenzielle Preis- und Lieferrisiken. – DERA-Rohstoffinformationen, **10**: 45 S., 9 Abb., 2 Tab.; Berlin. – URL: http://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-10.pdf?__blob=publicationFile&v=6.
- ELSNER, H. (2011): Assessment Manual: Heavy Minerals of Economic Importance.- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: 218 S., 31 Abb., 125 Tab.; Hannover. – URL: www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/heavy-minerals-economic-importance.pdf?__blob=publicationFile.
- ELSNER, H. (2013): Zircon – insufficient supply in the future? – DERA Rohstoffinformationen, **14**: 289 S., 44 Abb., 54 Tab., 3 Anh.; Berlin. – URL: http://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-14.pdf?__blob=publicationFile&v=2.
- ELSNER, H. (2014): Zinn – Angebot und Nachfrage bis 2020.– DERA Rohstoffinformationen, **20**: 255 S., 61 Abb., 72 Tab., 2 Anh.; Berlin. – URL: http://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-20.pdf?__blob=publicationFile&v=7.
- 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/bwep/greengovernance/papers/Erman2007.pdf>.
- LIEDTKE, M. & SCHMIDT, M. (2014): Rohstoffrisikobewertung – Wolfram. – DERA Rohstoffinformationen, **19**: 105 S., 46 Abb., 13 Tab.; Berlin. – URL: http://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-19.pdf?__blob=publicationFile&v=2.
- 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).
- NUGROHO, A. (2012): PT Timah (Persero) Tbk. – Präsentation auf dem ITRI China International Tin Forum, 23. – 25. April 2013: 23 S.; Kunming.
- SCHWARTZ, M. O., RAJAH, S. S., ASKURY, A. K., PUTT-HAPIBAN, P. & DJASWADI, S. (1995): The Southeast Asian Tin Belt. – Earth Science Reviews, **38**, 2-4: 95 – 293, 109 Abb., 22 Tab.; Philadelphia, PA.

UNITED NATIONS (1997): Geology and Mineral Resources of Myanmar. – Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region Vol. 12: 193 S., 51 Abb., 32 Tab., 2 Karten; Thailand.

WERNER, A. B. T., SINCLAIR, W. D. & AMEY, E. B. (1998): International Strategic Mineral Issues Summary Report – Tungsten. – U.S. Geological Survey Circular 930-0: 71 S., 11 Abb., 10 Tab.; Reston, VA.

IMPRESSUM

Herausgeber:

© **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, Juli 2014**

B1.2 Geologie der mineralischen Rohstoffe
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
Stilleweg 2
30655 Hannover

E-Mail: mineralische-rohstoffe@bgr.de
www.bgr.bund.de

Fotos: © BGR