

**31**

## **DERA Rohstoffinformationen**



**Rohstoffrisikobewertung – Tantal**

## Impressum

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

Autor: Sophie Damm  
Unter Mitarbeit von: Michael Schmidt

Datenstand: 2016

Titelbilder: © BGR  
© lionelpcn-Fotolia.com

Zitierhinweis: DAMM, S. (2018): Rohstoffrisikobewertung – Tantal  
– DERA Rohstoffinformationen 31: 82 S.; Berlin.

Berlin, 2018





**DERA Rohstoffinformationen**  
Rohstoffrisikobewertung – Tantal





<b>3 Fazit</b>	<b>65</b>
<b>4 Literaturverzeichnis</b>	<b>66</b>
<b>Anhang</b>	<b>71</b>
Indikatoren und Risikobewertung für Tantal	72
Glossar	79
Internationaler Handel (Nettoexporte)	81

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Typische Wertschöpfungskette für Tantal-, Zinn- und Wolframerze und -konzentrate aus dem Artisanal- und Kleinbergbau in der DR Kongo.	16
Abb. 2:	Artisanal- und Kleinbergbau in Ruanda (oben) und Brasilien (unten).	17
Abb. 3:	Schwereretrennung über Wendelscheider (links) und Rütteltische (rechts).	18
Abb. 4:	Fließdiagramm des primären Anreicherungsprozesses zur Erzeugung von zinn-tantalhaltigen Vorkonzentraten, wie er in bspw. Greenbushes durchgeführt wird.	19
Abb. 5:	Fließdiagramm des sekundären Anreicherungsprozesses zur Erzeugung von zinn-tantalhaltigen Konzentraten, wie er in bspw. Greenbushes durchgeführt wird.	19
Abb. 6:	Hydrometallurgische Aufbereitungsschritte und Gewinnung der Zwischenprodukte Tantalpentoxid und Kaliumheptafluorotantalat bis zu den Endprodukten.	21
Abb. 7:	Verwendungsgebiete von Tantal 2016.	23
Abb. 8:	Nominale und reale Preisentwicklung der Monatsdurchschnittspreise für Tantalkonzentrat von 1974 bis 2018. Die Realpreise sind mit dem Consumer-Price-Index der USA (CPI) ( $\emptyset$ 2016 = 100) deflationiert.	28
Abb. 9:	Historische Jahresvolatilität für die Monatsdurchschnittspreise von Tantal für den Zeitraum 1975–2018.	29
Abb. 10:	Entwicklung der Primärproduktion von Tantal und die nominale Preisentwicklung der Monatsdurchschnittspreise zwischen 1976 und 2016.	31
Abb. 11:	Historische Entwicklung des Herfindahl-Hirschman-Index der Bergwerksförderung von Tantal (HHI 1 = individuelle Förderländer; HHI 2 = Region der Großen Seen zusammengefasst).	33
Abb. 12:	Länder mit Förderung von Tantal im Jahr 2016 und deren Länderrisiko.	34
Abb. 13:	Beispiele nachgelagerter Produkte in der Wertschöpfungskette von Tantal.	39
Abb. 14:	Entwicklung der globalen Tantalnachfrage 2005–2016 nach Hauptanwendungsgebieten.	42
Abb. 15:	Angebot und Nachfrage, Marktdeckung: Entwicklung von Angebot (Bergwerksförderung, Zinnschlacken und Recycling) und Nachfrage zwischen 2005 und 2016.	43
Abb. 16:	Nettoexporte von tantal-, niob- und vanadiumhaltigen Erzen und Konzentraten 2016.	45
Abb. 17:	Exporte für das Jahr 2016 von Produkten der HS-Position 8103.	47
Abb. 18:	Herkunft der deutschen Importe im Jahr 2016 von Produkten der HS-Position 8103.	49
Abb. 19:	Aufteilung der Warengruppen innerhalb der HS-Position 8103 im Jahr 2016.	49
Abb. 20:	Herkunft der deutschen Importe im Jahr 2016 von Produkten der HS-Position 8103.20.	50
Abb. 21:	Herkunft der deutschen Importe im Jahr 2016 von Produkten der HS-Position 8103.30.	50
Abb. 22:	Herkunft der deutschen Importe im Jahr 2016 von Produkten der HS-Position 8103.90.	51
Abb. 23:	Gewichtetes Länderrisiko und Diversifizierung der deutschen Importe im Vergleich zur Bergwerksförderung von Tantal.	52
Abb. 24:	Weltweite Tantalreserven und wahrscheinliche Tantalressourcen 2010.	53
Abb. 25:	Tagebau der Firma Mineral Resources in Wodgina, Australien.	56
Abb. 26:	Entwicklungsszenario von Angebot und Nachfrage von Tantal bis 2026 (Angebotsszenario 1).	62
Abb. 27:	Entwicklungsszenario von Angebot und Nachfrage von Tantal bis 2026 (Angebotsszenario 2).	63
Abb. 28:	Veränderung der Angebotsquellen bis 2026.	64
Abb. 29:	Internationale Handelswege 2016 (Nettoexporte Erze und Konzentrate (HS 26.15.90)).	81
Abb. 30:	Internationale Handelswege 2016 (Nettoexporte HS 8103).	82

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Physikochemische Eigenschaften von Tantal.	13
Tab. 2:	Tantalminerale.	13
Tab. 3:	Beispiele ehemaliger und im Abbau befindlicher Tantallagerstätten weltweit.	14
Tab. 4:	Bergwerksförderung von Tantal.	30
Tab. 5:	Jährliche Wachstumsraten der Bergwerksproduktion (inkl. Zinnschlacken) 1976–2016.	32
Tab. 6:	Tantal produzierende und verarbeitende Unternehmen, zertifiziert nach Responsible Minerals Initiative (Stand Feb. 2018).	38
Tab. 7:	Führende Tantalkondensatorenhersteller weltweit.	39
Tab. 8:	Führende Hersteller von Superlegierungen in Europa.	39
Tab. 9:	Warengruppen nach dem Harmonized System (HS) der Weltzollorganisation (WCO 2016) für Tantal und Tantalprodukte.	43
Tab. 10:	Importe Deutschlands von Tantalverbindungen in Tonnen für das Jahr 2016.	48
Tab. 11:	Übersicht der aktuell wichtigsten Tantalprojekte und ihrer erwarteten zusätzlichen Jahreskapazitäten.	54
Tab. 12:	Übersicht der zusätzlichen möglichen Jahresförderkapazität für Tantal bis 2026.	57
Tab. 13:	Tantalprojekte mit Produktionsbeginn nach 2026.	57
Tab. 14:	Zuwachsraten für die Hauptanwendungsgebiete für den Zeitraum 2017–2026.	60



## Zusammenfassung

Die Rohstoffrisikoberichte der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) haben das Ziel, deutsche Unternehmen dabei zu unterstützen, potenzielle Preis- und Lieferrisiken auf den Rohstoffmärkten frühzeitig zu erkennen, um ggf. geeignete Ausweichstrategien in der Beschaffung zu entwickeln. In der vorliegenden Studie werden die aktuelle Versorgungslage sowie Risiken der zukünftigen Versorgung mit Tantal für den Zeitraum bis einschließlich **2026** detailliert betrachtet.

Tantal ist seit 2017 erneut Bestandteil der Liste kritischer Rohstoffe der Europäischen Union („Critical Raw Materials List“ – EUROPÄISCHE KOMMISSION 2017) und wird auch von der DERA als potenziell kritischer Rohstoff bewertet (DERA 2016).

Die langfristige Preisentwicklung für Tantal ist geprägt von relativ stabilen Preisen; zwischen 1974 und 2010 stieg der Tantalpreis jährlich um durchschnittlich 2,8 %. In der Vergangenheit kam es jedoch wiederholt zu kurzfristigen extremen Preissteigerungen. Ein Beispiel ist der Preispeak während des sogenannten DotCom-Booms in den Jahren 2000/2001, als rasante Technologienentwicklungen insbesondere in der Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik und optimistische Marktprognosen zu Verknappungsängsten und Panikkäufen führten. Der Tantalpreis stieg innerhalb weniger Monate um fast das Fünffache an. Ein Aufbau von Lagerbeständen und eine weniger als erwartet starke Nachfrage ließen den Preis kurz darauf jedoch wieder auf das vorherige Preisniveau fallen.

Die Primärförderung von Tantal umfasst den industriellen Bergbau, den Artisanal- und Kleinbergbau und die Gewinnung aus tantalhaltigen Zinnschlacken. Auf dem Tantalmarkt hat in den vergangenen Jahrzehnten eine Verschiebung von der industriellen Tantalproduktion aus den traditionellen Bergbauländern wie Australien, Kanada und Brasilien hin zu einer Förderung aus dem Artisanal- und Kleinbergbau insbesondere in Zentralafrika zu neuen Herausforderungen im Rohstoffbezug von Tantal geführt. Die Region der Großen Seen mit den Ländern Demokratische Republik Kongo und Ruanda nimmt im globalen Tantalmarkt eine Schlüsselposition ein; im Jahr 2016 stammten rund 880 t Ta-Inh. (51 %) aus der Produktion dieser Länder. Diese hohe Länderkonzentration in Kombination mit einer bedenklichen Länderrisikobewertung ist als wichtiger Hinweis auf potenzielle Preis- und Lieferrisiken zu werten.

Der Aufstieg Zentralafrikas zur bedeutendsten Förderregion Anfang der 2000er Jahre führte zu einer Reihe von internationalen staatlichen und nicht-staatlichen Initiativen zum Umgang mit Bergbauprodukten aus Konfliktregionen mit dem Ziel, die Transparenz entlang der Tantallieferkette zu erhöhen und die mit dem Tantalabbau assoziierten Konfliktrisiken in den Förderländern zu beseitigen bzw. zu minimieren.

Seit 2010 verpflichtet der sogenannte Dodd-Frank Act US-börsennotierte Unternehmen u. a. zur Offenlegung ihrer Liefer- und Produktionsketten für Tantal (Coltan), Zinn (Kassiterit), Wolfram (Wolframit) und Gold aus der DR Kongo und seinen Anrainerstaaten Angola, Burundi, Republik Kongo, Ruanda, Sambia, Sudan, Südsudan, Tansania, Uganda und der Zentralafrikanischen Republik. Die Unternehmen sind meldepflichtig, sofern diese Rohstoffe in ihren Produkten enthalten und für die Funktionalität notwendig sind. Ein EU-weites Äquivalent stellt die am 8. Juni 2017 verabschiedete EU-Verordnung zur Festlegung von Pflichten zur Erfüllung der Sorgfaltspflichten in der Lieferkette von Tantal sowie Wolfram, Zinn und Gold aus Konflikt- und Hochrisikogebieten dar. Als Konflikt- und Hochrisikogebiete gelten alle Gebiete, in denen bewaffnete Konflikte ausgetragen werden bzw. welche sich als Folge eines Konfliktes in einer instabilen Situation befinden. Sie gilt ab dem 1. Januar 2021 verbindlich für EU-Importeure von Tantalерzen und -konzentraten; eine Überprüfung ihrer Anwendung und Wirksamkeit ist erstmals für 2023 vorgesehen.

Ebenfalls auf Basis der OECD-Leitsätze zur Erfüllung der Sorgfaltspflicht und als Antwort auf die Konfliktmineralregulierung mittels des US Dodd-Frank Acts etablierten die Tantal- und Zinnindustrie sowie Industrievereinigungen der nachgelagerten Rohstofflieferkette verschiedene Initiativen, die eine Institutionalisierung der Sorgfaltspflicht anstreben. Diese Initiativen wirken ergänzend zur jeweiligen unternehmerischen

Eigenverantwortlichkeit. Im Segment der vorgelagerten Lieferkette wurden von der Industrie in mehreren Pilotprojekten, Provinzen bzw. Ländern der Region der Großen Seen, oft in Kooperation mit der jeweiligen Regierung, Systeme wie bspw. ITSCI (ITRI Tin Supply Chain Initiative) etabliert. International wurde das Conflict Free Smelter Program (mittlerweile Responsible Minerals Assurance Process) als ein zentrales Auditprogramm der Tantallieferkette installiert.

Historisch betrachtet ist der Markt für Tantal durch ein Wechselspiel zwischen Überschuss und Defizit gekennzeichnet. Marktüberschüsse führen zum Aufbau von Lagerbeständen, welche in Zeiten von Defiziten aufgebraucht werden. Im Jahr 2016 war die Marktdeckung aus Bergwerksförderung, Recycling und Nachfrage unbedenklich; der Tantalmarkt befand sich mit 12 % im Überschuss.

Für die Bewertung der zukünftigen Marktdeckung wurden zwei Angebotsszenarien bis zum Jahr 2026 entwickelt. Zusätzliche Bergwerkskapazitäten bis 2026 sind aus der Inbetriebnahme neuer Lithiumbergbauprojekte mit Tantal als Beiprodukt insbesondere in Australien sowie aus Betriebserweiterungen bestehender Bergwerke zu erwarten. Aus der Summe der zu erwartenden Jahresförderkapazität ergibt sich ein zusätzliches geschätztes Tantalangebot zwischen 654 t Ta-Inh. (Angebotsszenario 1) und 165 t Ta-Inh. (Angebotsszenario 2). Ein geschätzter Nachfragezuwachs für Tantal von rund 3,3 % würde für das optimistischere Angebotsszenario 1 einen Marktüberschuss von 6 % bedeuten. Allerdings sollte die Umsetzung der australischen Projekte beobachtet werden. Sollten diese Projekte nicht wie geplant verwirklicht werden, könnte es zu einem Angebotsdefizit für Tantal kommen (Angebotsszenario 2). Aufgrund der Fördergeschichte des Artisanal- und Kleinbergbaus in Afrika ist jedoch davon auszugehen, dass Lieferengpässe durch eine kurzfristige gesteigerte Produktion aus diesem Sektor aufgefangen werden können.

Vor dem Hintergrund der derzeitigen Marktdeckung von Tantal stellen die neuen Bergbauprojekte sowie die geplanten Kapazitätserweiterungen eine Möglichkeit der Diversifizierung auch außerhalb Afrikas dar. Langfristige Lieferverträge und eine Rückwärtsintegration über bspw. Joint Ventures können zusätzlich Planungssicherheit schaffen und potenzielle Versorgungsrisiken für die tantalverarbeitende Industrie minimieren.

## Executive Summary

The availability of mineral raw materials and their secure and sustainable supply is essential for the German economy. As a major industrialised nation, Germany is a leading consumer of tantalum and tantalum-containing products. With no domestic mine production, the country is entirely reliant on imports of tantalum raw materials. Low recycling rates for tantalum, its limited potential for substitution in key applications and a high share of global mine production concentrated in countries associated with high governance risks have increased the likelihood and severity of impact of supply disruptions on the German economy.

The commodity risk analysis reports published by the German Mineral Resources Agency (DERA, as part of the German Federal Institute for Geosciences and Resources (BGR)) have the principal goal to increase market transparency. Directed at German companies they aim to help identify potential price and supply risks and assist with mitigation and supply strategies for mineral raw materials.

This report was prepared as part of DERA Rohstoffinformationen and presents a comprehensive review of the tantalum market, the status quo and potential future supply up until **2026**.

Long-term price data for tantalum exhibits compound annual growth rates of 2.8 % p.a. between 1974 and 2010. Tantalum prices peaked in the early 2000s during the dot-com bubble when demand increased sharply, mainly attributed to technological advances in consumer electronics. Overly optimistic market forecasts led to a build-up of large consumer inventories and excessive speculation and resulted in a sharp drop in prices merely six months later.

The tantalum supply base has witnessed substantial shifts in the last 20 years. Supply in the early 2000s was dominated by conventional mining in Australia. Australian operations suspended production on the back of decreased global demand and low tantalum prices along with increased operating costs and have since been replaced by artisanal and small-scale mining predominantly in Africa. The Great Lakes Region in Central Africa, specifically Rwanda and DRC, accounted for over 50 % of tantalum mining in 2016 and has evolved to become the world's largest producer of mined tantalum. Tantalum mining in the Great Lakes Region is exclusively sourced from artisanal and small-scale mines (ASM) which are based on extensive use of labour, low wages and often with little to no mechanization, thus producing at lower costs than conventional modern mining operations.

Artisanal and small-scale mining (ASM) of tantalum has long been established in developing countries, particularly in Central Africa and to a lesser extent in South America. ASM is typically poverty-driven and provides daily sustenance and a form of livelihood for large parts of the population. A significant proportion of the sector's activities is informal and unregulated; its contributions to poverty alleviation and sustainable economic development are often limited.

In Central Africa, specifically in the DRC, tantalum mining has long been associated with rebel funding in the region. It should be noted, however, that tantalum is far from being the most important mineral mined in the DRC and tantalum mining in Eastern DRC, although potentially contributing to prolonging conflicts, is rather a symptom of the conflict than the cause for the conflict itself. Political instability and a weak governance of the country has been identified as the major factor to continue to hamper economic development of the ASM sector in the region.

The rise of Central Africa as the dominant supplier of tantalum has spawned a number of policy initiatives aimed at breaking the link between mineral trade and conflict and prompted the passage of legislation in the U.S. to curb the procurement of tantalum as well as tin, tungsten and gold from the region.

Section 1502 of the Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act (Dodd-Frank Act) requires companies listed on the American stock exchanges to disclose whether they are sourcing tantalum, tungsten, tin or gold from Central Africa, specifically the DRC and neighbouring countries. Signed into law in July

2010 and designed to create greater transparency in the supply chain, companies are required to carry out a due diligence review of their supply chain, report publicly and have their reports independently audited.

Signed into law in June 2017, the EU Conflict Minerals Regulation is the European counterpart and to a large extent based on the pre-existing Guidelines of the Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Its concept of supply chain responsibility and due diligence in relation to minerals imposes a form of supply chain liability. It focuses on conflict-affected or high risk areas such as areas in a state of armed conflict, fragile post-conflict areas, with weak or non-existent governance and security and with widespread and systematic violations of international law including human rights abuse. The regulation will affect EU importers (both individuals and companies) of tantalum, tin and tungsten will become effective on 1 January 2021.

As a response to the passage of Dodd-Frank and based on the OECD Guidelines, the tantalum and tin industries have established a number of international joint initiatives with the principal goal to increase transparency in the tantalum supply chain and to assist in the implementation and compliance of due diligence obligations. Independent third-party audits ensure compliance with the relevant certification schemes. For example, the ITRI Tin Supply Chain Initiative (ITSCI) focuses on the upstream segment of the tantalum supply chain with the aim of monitoring the supply chain from mine site to smelter. Current focus of ITSCI is the Great Lakes Region. Internationally, the Responsible Minerals Assurance Process (RMAP, formerly Conflict-free Smelter Program – CFSP) of the Responsible Minerals Initiative (RMI) has been established as one of the main audit processes for the tantalum supply chain.

Historically, the market for tantalum has mostly remained in balance, with demand deficits generally compensated by an increase in mine production. Owing to its flexible nature, output from artisanal sources has proven to pick up quickly in line with demand, particularly over the past 20 years. Tantalum inventories are maintained at all stages of the supply chain and are estimated to contribute to short-term supply deficits.

Demand for tantalum has been relatively stable, with compound annual growth rates for the past ten years of about 1.4 % p.a. Future tantalum consumption is estimated at an average of 3.3 % p.a., with demand likely to be driven by the electronics, aviation and aerospace industries. Tantalum demand for superalloys, sputter targets and capacitors is estimated to be 4.6 %, 4.5 % and 1.5 %, respectively.

Forecast scenarios of future supply volumes are uncertain and subject a number of variables and should be interpreted with caution. Estimates for future supply from artisanal sources are based on historical production rates and are likely to depend on market conditions.

As part of this study, future supply is modelled on two scenarios, ranging from a market surplus of approx. 168 t (6 %) for scenario 1 to a market deficit of approx. 321 t (–14 %) for scenario 2.

The more optimistic scenario 1 is based on planned expansions of existing mines and particularly strong growth on the back of Australian lithium production with tantalum a by-product for all of these projects.

Base-case scenario 2 is based on a less optimistic assumption that lithium/tantalum projects will not realise their tantalum potential and planned expansions at operating mines will not go ahead as planned.

Tantalum supply from tin slags is assumed to be steady at 2016 levels; recycling rates are tipped to increase slightly from currently 25 % to 30 % in 2026.

Artisanal and small-scale mining of tantalum, particularly in the Great Lakes Region of Central Africa, will continue to play a major role in future supply and it is likely that any potential future supply deficits will be compensated by an increase in artisanal supply from the region. Changes in the geopolitical and economic framework of the region could, however, have a significant impact on the supply chain of tantalum and needs to be closely monitored.

Conventional operations are expected to increase tantalum output as part of expansions of existing operations as well as new mines coming into production. Tantalum as a by-product on the back of increased lithium mining, particularly from Australia but also Zimbabwe and Canada, could increase the share of conventional mining until 2026 and thus reduce future reliance on artisanal suppliers.

Based on these findings, mitigation strategies such as long-term offtake agreements and a diverse supply chain for tantalum are recommended in order to help minimize exposure to supply shortages and price hikes and ensure a secure and sustainable supply of tantalum to the German industry.



## 1 Der Rohstoff Tantal

### 1.1 Einführung

Tantal (Ta) ist ein extrem hartes, graphitgraues, glänzendes Übergangsmetall mit der Ordnungszahl 73 und steht im Periodensystem der Elemente in der fünften Nebengruppe (Vanadiumgruppe). In der Erdkruste kommt es mit einer Häufigkeit < 2 ppm vor.

Tantal hat nach Wolfram, Rhenium und Osmium den vierthöchsten Schmelzpunkt aller Metalle (Tab. 1) und ist das mit Abstand beständigste Refraktärmetall. Durch eine dünne, jedoch sehr dichte, stabile Schicht aus Tantalpentoxid ( $Ta_2O_5$ ) entsteht die Passivierung, welche eine Korrosionsbeständigkeit gegen die meisten Säuren bewirkt. Tantal ist bis weit unter Raumtemperatur sehr gut formbar und seine extreme Korrosions- und Temperaturbeständigkeit machen es zu einem begehrten Werkstoff in einer Reihe von Anwendungen (s. Kap. 1.3).

Tantal kommt fast ausschließlich gemeinsam mit Niob vor. Beide haben ähnliche physikalische und chemische Eigenschaften, wobei Tantal mit durchschnittlich 2 ppm in der Erdkruste etwa zehnmalseltener ist als Niob (20 ppm). Beide Elemente liegen in der Natur nicht in ihrer reinen Form vor.

**Tab. 1: Physikochemische Eigenschaften von Tantal.**

	Tantal
Ordnungszahl	73
Atomgewicht	180,95u
Dichte (20 °C)	16,65 g/cm <sup>3</sup>
Härte (nach Mohs)	6,5
Schmelzpunkt	2.996 °C
Siedepunkt	5.450 °C

Die wirtschaftlich bedeutendsten Tantal- und Niobverbindungen sind Oxide. Hydroxide, Silikate und Borate sind relativ selten und spielen rohstoffwirtschaftlich keine Rolle. Im Gegensatz zu den meisten anderen Metallen sind keine Sulfidverbindungen bekannt, was Flotationsprozesse als Aufbereitungsmethode verteuert und erschwert.

Für die bergbauliche Gewinnung haben vor allem die Minerale der Columbit-Tantalit-Mischkristallreihe wirtschaftliche Bedeutung (FETHERSTON 2004) (Tab. 2). Das tantalreiche Endglied Tantalit ist mit Abstand das am häufigsten vorkommende Tantalmineral. Die reinen Endglieder sind vergleichsweise selten, es liegen meist sowohl Tantal als auch Niob in variablen Konzentrationen vor. Coltan ist eine Abkürzung für die Mischkristallreihe Columbit-Tantalit und ein gebräuchlicher

**Tab. 2: Tantalminerale (USGS 2017, BGS 2011, FETHERSTON 2004).**

Mineralgruppe	Mineral	Formel	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt (%)	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt (%)	Lagerstättentyp
Columbit-Tantalit-Gruppe	Tantalit	(Fe,Mn)(Ta) <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	56,5–86,2	0,3–26,8	Selten-Metall-Granite/ Selten-Metall-Pegmatite,
	Columbit	(Fe,Mn)(Nb,Ta) <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	5,3–31,2	46,8–81,2	Verwitterungszonen, eluviale und alluviale Seifen
Pyrochlor-Gruppe	Mikrolit	(Na,Ca) <sub>2</sub> (Ta,Nb,Ti) <sub>2</sub> (O,OH,F) <sub>7</sub>	73,7–86,0	≤ 3,4	Karbonatite, peralkaline Granite
Tapiolit-Gruppe	Tapiolit	(Fe,Mn)(Ta,Nb) <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	bis zu 86,0	0–35,0	Selten-Metall-Pegmatite
Wodginit-Gruppe	Wodginit	(Ta,Sn,Mn,Nb,Fe,Ti)O <sub>2</sub>	67,5–70,1	1,35–7,1	Selten-Metall-Pegmatite
Euxenit-Gruppe	Euxenit	(Y,Ca,Ce,U,Th)(Nb,Ti,Ta) <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	1–22	21–34	Selten-Metall-Pegmatite, peralkaline Granite
Ixiolit-Gruppe	Ixiolit	(Ta,Fe,Sn,Nb,Mn) <sub>4</sub> O <sub>8</sub>	68,96	8,3	Selten-Metall-Pegmatite, peralkaline Granite

Begriff für vor allem in Afrika gefördertes Tantal-konzentrat. Es ist jedoch keine mineralogische Bezeichnung.

Tantal gehört zu den inkompatiblen Elementen (High-Field-Strength-Elementen – HFSE) und verbleibt bei der fraktionierten Kristallisation von Magma als relativ immobiles Element bevorzugt in der Gesteinsschmelze. Die meisten wirtschaftlich abbauwürdigen Lagerstätten sind daher an hochspezialisierte und fraktionierte Granite und Pegmatite gebunden, wobei Tantal als Hauptwertmineral aus dem Festgestein und aus Verwitterungszonen sowie eluvialen und alluvialen Seifenlagerstätten gewonnen wird (MELCHER et al. 2015) (Tab. 3). Darüber hinaus wird Tantal auch als Nebenprodukt der Zinn- und Lithiumgewinnung sowie als Bestandteil von polymetallischen Lagerstätten gemeinsam mit den Seltenen Erden, Zirkon, Hafnium und Niob gefördert. Die typischen Gehalte für Tantalminerale liegen zwischen 0,01 % und 1 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, die Durchschnittsgehalte zwischen 0,02 und 0,05 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Die Selten-Metall-Pegmatite stellen die wirtschaftlich derzeit bedeutendste Form der Tantalvererzungen dar. Tantal tritt in diesen Gesteinen häufig gemeinsam mit Niob, Zinn, Scandium, Uran und den Elementen der Seltenen Erden auf.

Darüber hinaus kommt Tantal untergeordnet zu Niob in Karbonatiten und Alkalikomplexen vor (USGS 2017). Karbonatite sind wirtschaftlich aufgrund hoher Tonnagen interessant, die Tantalgehalte sind jedoch mit durchschnittlich < 0,01 % gegenwärtig nicht wirtschaftlich abbaubar.

Tantallagerstätten sind weltweit verteilt. Selten-Metall-Pegmatite und -Granite sind auf allen Kontinenten bekannt, der Abbau erfolgt derzeit in Australien, Asien, Südamerika und Afrika (Tab. 3). Aufgrund der klimatischen Bedingungen finden sich in den tropischen und subtropischen Regionen Afrikas und Südamerikas vor allem eluviale und alluviale Seifenlagerstätten. Durch die Verwitterung in den obersten Erdschichten kann das Erz im Vergleich zu den unverwitterten tieferen Gesteinsschichten angereichert sein. Dieses kann dort im Artisanal- und Kleinbergbau im Vergleich zum industriellen Abbau mit relativ geringem Mechanisierungsgrad gefördert werden.

## 1.2 Gewinnung und Verarbeitung

Tantal erreicht den Weltmarkt aus primärer und sekundärer Herkunft sowie aus der Lagerhaltung.

Die primäre Angebotsseite umfasst die folgenden Quellen:

**Tab. 3: Beispiele ehemaliger und im Abbau befindlicher Tantallagerstätten weltweit (USGS 2017, MELCHER et al. 2015, FETHERSTON 2004).**

Bergwerk	Land	Lagerstättentyp
Mibra	Brasilien	Selten-Metall-Pegmatit
Greenbushes	Australien	Selten-Metall-Pegmatit
Wodgina	Australien	Selten-Metall-Pegmatit
Bald Hill	Australien	Selten-Metall-Pegmatit
Mt Cattlin	Australien	Selten-Metall-Pegmatit
Nanping	China	Selten-Metall-Pegmatit
Kenticha	Äthiopien	Selten-Metall-Pegmatit
Marropino	Mosambik	Selten-Metall-Pegmatit
Tanco	Kanada	Selten-Metall-Pegmatit
Tantalite Valley	Namibia	Selten-Metall-Pegmatit
Échassières	Frankreich	Selten-Metall-Granit
Yichun	China	Selten-Metall-Granit
Pitinga	Brasilien	Alkalikomplex
Lovozero	Russland	Alkalikomplex



- Erze und Konzentrate aus artisanalem und kleinbergbaulichem Abbau
- Erze und Konzentrate aus industrieller Förderung im Tage- und Untertagebergbau
- Tantalhaltige Zinnschlacken aus der Aufbereitung von Zinnerzen

Im Jahr 2016 stammten etwa 60 % der Primärproduktion von Tantal aus artisanalen und kleinbergbaulichen Quellen, der Anteil des industriellen Bergbaus betrug 31 %. Der Anteil von Zinnschlacken am Tantalgesamtangebot lag 2016 trotz einer rückläufigen Entwicklung bei noch rund 9 % und stellt weiterhin eine wesentliche Quelle für das Gesamtangebot dar (ROSKILL 2017).

Die sekundäre Angebotsseite umfasst Tantal aus Recycling. Beim Recycling von Tantal kommt insbesondere Prozessschrotten und Verarbeitungsrückständen eine besondere Bedeutung zu. Das Recycling von End-of-Life/Post-Consumer-Schrotten ist von untergeordneter Bedeutung, wobei die Recyclingraten hier stark anwendungsabhängig sind (s. Kap. 2.3.3).

Lagerhaltung wird sowohl auf Staatsebene als auch auf Unternehmensebene betrieben. Auf Staatsebene war vor allem die Vorratshaltung der US-amerikanischen Defense Logistics Agency (DLA) von Bedeutung; sie stellte in der Vergangenheit bis zu 12 % der Gesamtangebotsseite dar. Seit den 1990er Jahren hat der Beitrag kontinuierlich abgenommen und spielt aktuell keine Rolle für die Angebotsseite. Auf Unternehmensebene findet Lagerhaltung entlang der gesamten Wertschöpfungskette statt (s. Kap. 2.3.4). Der betrieblichen Lagerhaltung durch tantalverarbeitende Unternehmen kommt ebenfalls eine Bedeutung zu. Daten hierzu werden jedoch firmenintern gehalten, der Beitrag zum Tantalgesamtangebot ist nicht bekannt.

### 1.2.1 Gewinnung aus Primärquellen

#### *Artisanal- und Kleinbergbau*

Der Artisanal- und Kleinbergbau (ASM – Artisanal and Small-Scale Mining) von Tantal ist aktuell insbesondere in Afrika und Südamerika von Bedeutung. ASM erfolgt oberflächennah in den Verwitterungszonen sowie eluvialen und alluvialen Seifenlager-

stätten, in denen Tantal aufgrund seines hohen spezifischen Gewichts angereichert vorliegt. Die Gewinnung ist manuell bzw. mit gering mechanisierten Fördermethoden möglich; Erze werden mittels Schwereretrennung und Magnetscheidung zu Konzentraten angereichert. ASM unterscheidet sich zum industriellen Bergbau durch einen geringen Mechanisierungsgrad; der Abbau erfolgt manuell und oberflächennah in mittels Hacke und Schaufel geschlagenen Schächten und Tunneln. Die Aufkonzentrierung erfolgt meist über Handklaubung und Anreicherung mittels Waschpfannen und -rinnen. Der Kleinbergbau kann im Vergleich zum Artisanalbergbau jedoch auch semi-industrielle Fördermethoden aufweisen. Insbesondere organisiert in Kooperativen können bspw. im Abbau und der Anreicherung zu Konzentraten mechanisierte Fördermethoden wie bspw. Bagger und Pumpen zum Einsatz kommen. Die Region der Großen Seen mit den Ländern DR Kongo und Ruanda ist das Zentrum der Tantalförderung Afrikas und aktuell weltweit bedeutendste Förderregion. Die gesamte Produktion dieser Länder stammt aus dem Artisanal- und Kleinbergbau. In der DR Kongo, Ruanda, Burundi und Uganda wird seit den 1940er Jahren Tantal, zumeist als Nebenprodukt der Zinnförderung, gewonnen (MELCHER et al. 2015). Nigeria, Äthiopien und Simbabwe waren in der Vergangenheit ebenfalls bedeutende Förderländer, in Sambia, Gabun, Südafrika, Niger und Côte d'Ivoire wurden historisch ebenfalls geringe Mengen Tantal artisanal gewonnen (FETTERSTON 2004, USGS 1998). In Südamerika ist neben Brasilien von einer artisanalen Produktion in Französisch-Guayana, Kolumbien, Venezuela und Bolivien auszugehen, Zahlen liegen jedoch nicht vor (USGS versch. Jahre).

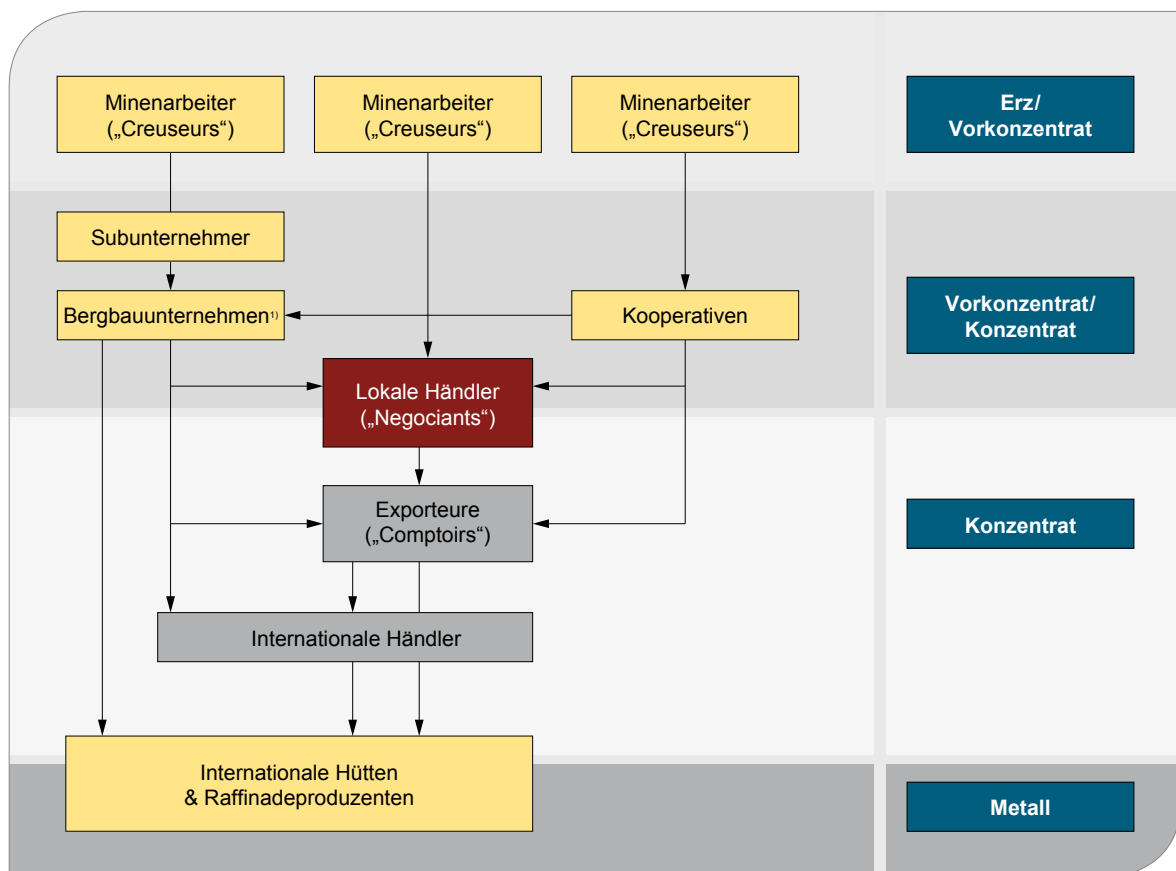
Neben seiner wirtschaftlichen Bedeutung stellt ASM insbesondere in Afrika seit Jahrzehnten eine wichtige Existenzgrundlage für die lokale Bevölkerung dar. Der hohe manuelle Arbeitsaufwand und die niedrigen Löhne, eine mangelnde Infrastruktur und marktferne Abbaugelände sind charakteristisch für ASM. Ebenfalls kennzeichnend sind jedoch auch eine hohe Flexibilität und das Potenzial kurzfristiger Produktionssteigerungen als Reaktion auf anziehende Rohstoffpreise. Diese Faktoren in Kombination mit einem vergleichsweise hohen Wert pro Gewichtseinheit geförderten Erzes machen Tantal zu einem profitablen Rohstoff für den Abbau durch ASM (USANOV et al. 2013).

Schätzungen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zufolge waren 2015 in der Region der Großen Seen rund 80.000 Menschen im Kleinbergbau von Tantal, Zinn und Wolfram beschäftigt (BGR 2018a). Genaue Schätzungen des Anteils der im Tantalabbau beschäftigten Menschen sind schwierig, da häufig ein gemeinsamer Abbau von Zinn und Tantal stattfindet.

Die **DR Kongo** hat eine lange Geschichte des Zinnabbaus, in dessen Zuge Tantal zumeist als Beiprodukt anfiel. Das größte Unternehmen bis in die 1980er Jahre war die Société Minière et Industrielle du Kivu (SOMINKI), gegründet 1976 von den Regierungen Belgiens und Zaires. SOMINKI verfügte über eine Reihe von Gold- und Zinnbergwerken und -konzessionen im Osten des Landes. Durch die politische und wirtschaftliche Instabilität der 1980er Jahre im damaligen Zaire kam es zur Schließung einer Reihe dieser Bergwerke und das führte dazu, dass das Unternehmen seine Konzessionen zum Teil für den Artisanalbergbau frei-

gab. Der zunehmende Zerfall der Infrastruktur und staatlichen Einrichtungen unter dem Mobutu-Regime führte zu einer steten Abnahme der Förderung in den 1990er Jahren. Mit Einsetzen des Ersten Kongokrieges 1996 kam die Tantalproduktion zum Erliegen (USANOV et al. 2013).

Der rapide steigende Preis für Tantal im Jahr 2000 führte in Kombination mit der Konfliktdynamik im Zweiten Kongokrieg zu einer rasanten temporären Steigerung der Produktion aus dem Kleinbergbau. Diese Entwicklung führte zu einer zunehmenden Bedeutung des Kleinbergbausektors als Einkommensquelle, insbesondere für die Bevölkerung im Ostkongo. Temporär stieg allerdings auch deutlich die Konfliktfinanzierung aus dem illegalen Abbau und Handel von Tantal. Trotz der schlechten Arbeitsbedingungen in den Bergwerken und den damit verbundenen Risiken stellte der Tantalabbau für die lokale Bevölkerung eine wirtschaftlich attraktive Alternative zu bspw. der Landwirtschaft dar.



<sup>1</sup> Bzw. Konzessionsinhaber

**Abb. 1:** Typische Wertschöpfungskette für Tantal-, Zinn- und Wolframerze und -konzentrate aus dem Artisanal- und Kleinbergbau in der DR Kongo.

Obwohl der Kleinbergbau theoretisch eine legale Bergbauaktivität in der DR Kongo darstellt und im Bergbaugesetz DRC Mining Code 2002 verankert ist, erfolgt der Tantalabbau in den Ostprovinzen in der Praxis überwiegend unreguliert und informell (BGR 2016). Trotz seiner informellen Struktur weisen die artisanalen Bergbauaktivitäten jedoch häufig einen gut organisierten Aufbau auf (USANOV et al. 2013).

Nach Auswahl der Abbaugelände und erfolgreichen Verhandlungen über Zugang und Beteiligung an den Gewinnen mit Landbesitzern und beteiligten ethnischen Gruppen erfolgt der Abbau durch eine Gruppe von Minenarbeitern („Creuseurs“). Häufig findet eine Aufteilung der Arbeit nach Spezialisierung statt wie bspw. Waldrodung und Tunnelgrabung. Die Überwachung der Arbeiten erfolgt durch einen Vorsteher („Chef de Coline“). Dieser kann den Besitzer des Bergwerkes oder den Vorsteher einer bewaffneten Gruppe repräsentieren, welche das Bergwerk kontrolliert. Das abgebaute Material wird von Kleinhändlern („Petits Négociants“) im Bergwerk an Großhändler in lokalen Handelszentren („Gros Négociants“) weiterverkauft, wel-

che das Erz in die regionalen Handelszentren in Goma und Bukavu transportieren. In diesen Handelszentren bestimmen sogenannte Händlerfirmen („Comptoirs“) den Tantalgehalt; das Material wird ggf. aufkonzentriert und der zu zahlende Preis festgelegt. „Comptoirs“ sind das Bindeglied zwischen den „Négociants“ und den internationalen Produzenten und weiterverarbeitenden Unternehmen, welche ihr Konzentrat von den „Comptoirs“ beziehen (Abb. 1).

Durch die Einrichtung formeller artisanaler Abbaugelände (ZEA – Zone d’Exploitation Artisanale), in denen der industrielle Bergbau „undurchführbar“ ist, können Kleinbergbauleute („Creuseurs“) legal Erz abbauen und das geförderte Material an Zwischenhändler („Négociants“) verkaufen. In der Realität allerdings findet der Großteil der artisanalen Bergbauaktivitäten in Gebieten ohne gültige ZEA-Lizenz bzw. in Gebieten mit aktuellen industriellen Explorations- oder Bergbaukonzessionen statt, was eine geduldete Informalität bedeutet, falls es keine Abkommen zwischen den Kleinbergbaukooperativen und den Konzessionsinhabern gibt.



**Abb. 2: Artisanal- und Kleinbergbau in Ruanda (oben) und Brasilien (unten)**  
(BGR 2016, BGR 2017).

In Ruanda ist der Kleinbergbau reglementierter als im Nachbarland DR Kongo, in seiner Abbaustruktur jedoch vergleichbar, wenn auch weniger Zwischenhändler involviert sind. Die Abbaulizenzen werden durch das ruandische Bergbauministerium ausgegeben, bis 2014 wurden 548 Abbaugenehmigungen an fünf Bergbauunternehmen und 208 Kooperativen erteilt (COOK & MITCHELL 2014).

Ähnlich der kongolesischen Bergbaugeschichte gehen die Wurzeln des Bergbausektors in Ruanda auf belgische Explorationsbemühungen zu Beginn des 20. Jahrhunderts zurück, als insbesondere Zinn- und Wolframvorkommen zu Investitionen und der Eröffnung einer Reihe von Bergwerken führten (COOK & MITCHELL 2014). Der ASM-Sektor Ruandas gehört zu dem am schnellsten wachsenden Industriezweig und die Exporte von Tantal-, Wolfram- und Zinnerzen und -konzentraten gehören zu den wichtigsten Exportprodukten (BGR 2018a). Der Bergbau hat jedoch mit 1,3 % Anteil am Bruttoinlandsprodukt einen relativ geringen Stellenwert. BGR-Schätzungen zufolge sind etwa 35.000 Menschen in rund 200 registrierten Kooperativen und Unternehmen beschäftigt (BGR 2018a); die Zahl der vom Einkommen durch den Bergbau abhängigen Personen wird auf 170.000 Menschen geschätzt. Dies entspricht einem Bevölkerungsanteil von 1,4 % (COOK & MITCHELL 2014).

Die Bergbaustrukturen **Äthiopiens** sehen eine Vergabe von Lizenzen für den Artisanalbergbau vor, Feldstudien kommen jedoch zu dem Ergebnis, dass nur 6 % der im Artisanalbergbau beschäftigten Bergleute gültige Lizenzen besitzen (TADESS 2015). Lizenzierte Bergleute sind in Kooperativen, Small- and Micro-Enterprises

(SME) und Mining Development Groups organisiert, wovon landesweit Tausende existieren. In der Provinz Oromia gibt es allein 360 Kooperativen, aber in Anbetracht der hohen Zahl an informellen Bergbauaktivitäten ist es fraglich, inwieweit diese operativ sind (TADESS 2015). Im Jahr 2013 wurden Kooperativen durch sogenannte „Small-Scale Mining“-Lizenzen ersetzt.

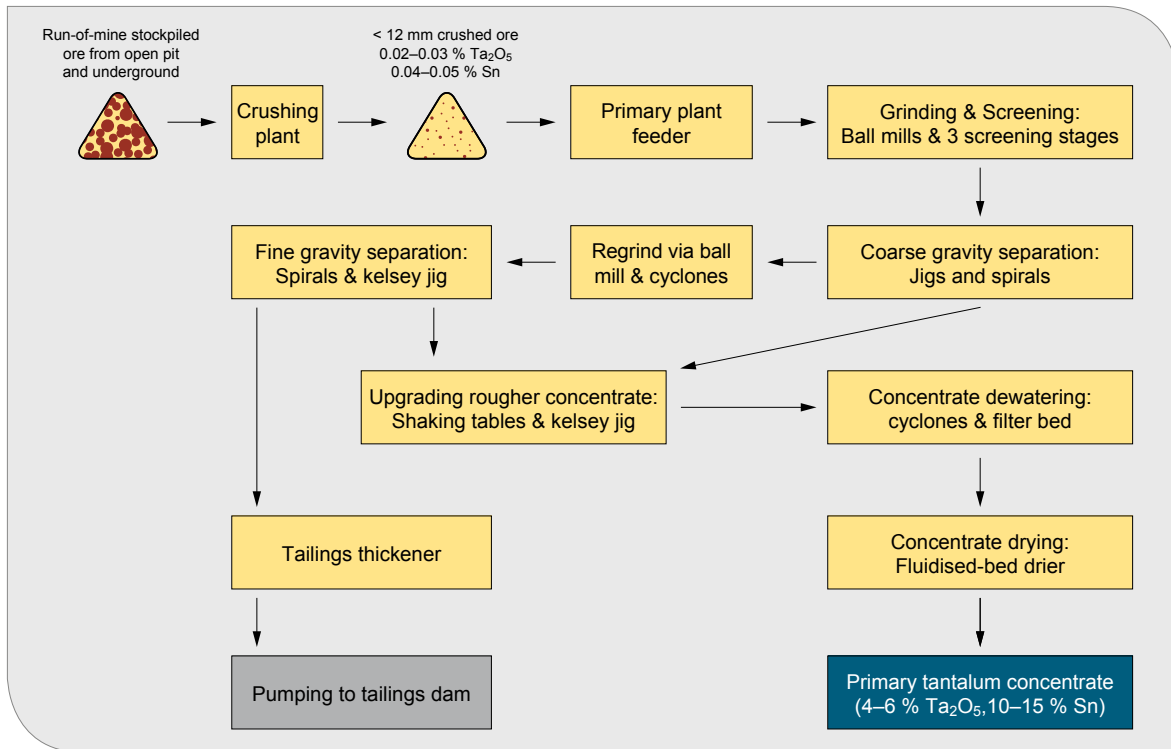
In **Nigeria** reformierte die Einführung des neuen Bergbaugesetzes im Jahr 2007 (Minerals Act 2007) den Bergbausektor signifikant, führte jedoch im artisanalen Sektor nur geringfügig zu Strukturänderungen. MALLO (2012) schätzt, dass 95 % der artisanalen Bergbauaktivitäten in Nigeria unregulierter und informeller Natur sind.

### Industrieller Bergbau

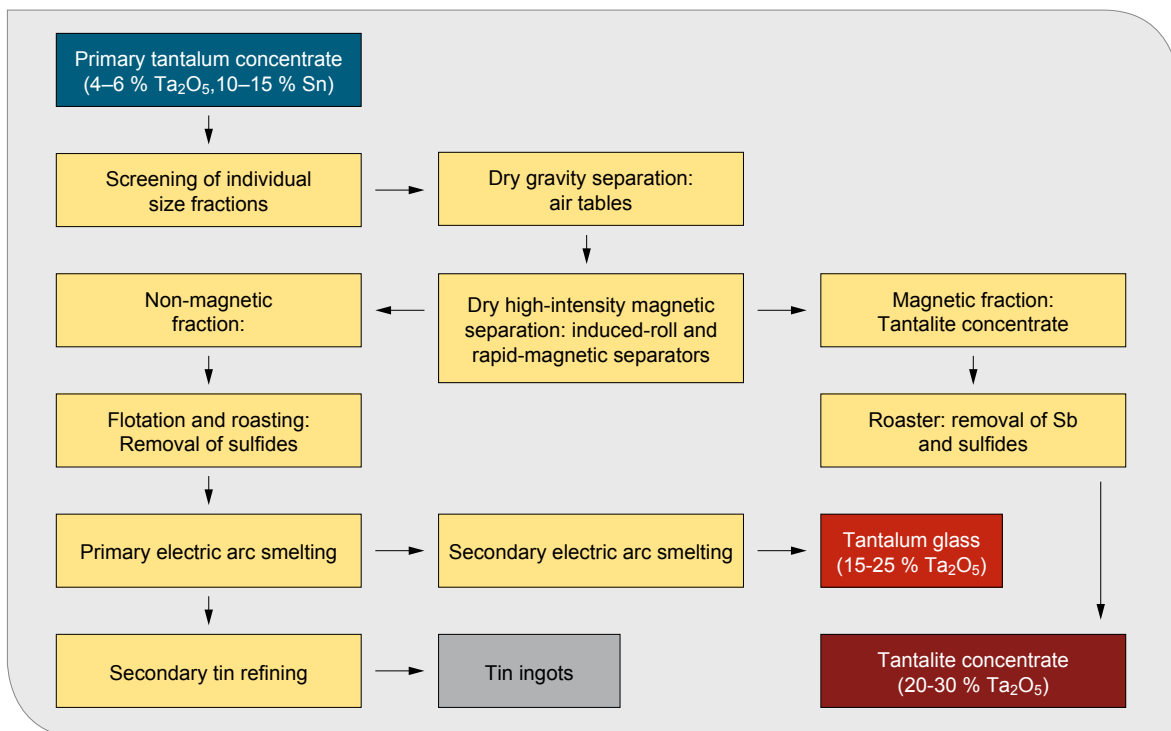
Die industrielle Förderung von Tantal umfasst aktuell Bergwerke in Brasilien, China, Australien, Russland und Frankreich und erfolgt dort überwiegend im Tage- und untergeordnet im Untertagebergbau. Mit Ausnahme des chinesischen Bergwerks Yichun sowie des brasilianischen Bergwerkes Mibra fördern alle aktuell im Abbau befindlichen industriellen Bergwerke Tantal als Beiprodukt. In den australischen Bergwerken Greenbushes und Mt Cattlin wird Tantal als Beiprodukt der Lithiumgewinnung gefördert. Im russischen Bergwerk Lovozero wird Tantal als Beiprodukt der Seltene-Erden-Förderung abgebaut. In Frankreich wird im Bergwerk Échassières ein Zinn-Tantal-Niob-Konzentrat als Beiprodukt der Kaolinförderung produziert. Das chinesische Bergwerk Nanping fördert neben Tantal weiterhin Zinn, Feldspat und Glimmer.



Abb. 3: Schwerentrennung über Wendelscheider (links) und Rütteltische (rechts) (BGR 2017).



**Abb. 4:** Fließdiagramm des primären Anreicherungsprozesses zur Erzeugung von zinn-tantalhaltigen Vorkonzentrat, wie er in bspw. Greenbushes durchgeführt wird (FETHERSTON 2004).



**Abb. 5:** Fließdiagramm des sekundären Anreicherungsprozesses zur Erzeugung von zinn-tantalhaltigen Konzentrat, wie er in bspw. Greenbushes durchgeführt wird (FETHERSTON 2004).

In Afrika ist in den Bergwerken Kenticha in Äthiopien, Marropino in Mosambik und Bikita in Simbabwe in der Vergangenheit ebenfalls Tantal industriell abgebaut worden.

Aus den geförderten Roherzen werden durch Sortieren, Brechen, Mahlen, Schwerentrennung und Magnetscheidung Tantalkonzentrate mit Gehalten von bis zu 30 %  $Ta_2O_5$  hergestellt (Abb. 3, Abb. 4, Abb. 5). Die Verarbeitung kann in einen primären und sekundären Prozess unterschieden werden. Der primäre Prozess wird mittels gravitativer Methode durchgeführt, wobei Tantal in Form von Schwermineralen mechanisch abgetrennt wird. Die Mineralzusammensetzung variiert je nach Lagerstätte. Im sekundären Verarbeitungsprozess zur Trennung der Tantalminerale von anderen Schwermineralen kann ein nasser oder trockener Prozess angewandt werden, wobei die trockene magnetische Trennung die am häufigsten angewandte Methode ist.

### Zinnschlacken

Tantal ist häufig Bestandteil von Zinnlagerstätten und geht bei der Zinnverhüttung in die Schlacke über. Tantalhaltige Zinnschlacken stellten bis in die 1980er Jahre mit bis zu 72 % (USGS versch. Jahre) den bedeutendsten Anteil an der Primärproduktion dar. Durch den mit fallenden Zinnpreisen einhergehenden Rückgang der Zinnproduktion nahm auch der Anteil an Schlacken an der Gesamtproduktion von Tantal ab und betrug im Jahr 2016 nur noch geschätzte 9 % (ROSKILL 2017).

Die Tantalgehalte hängen hierbei von den zu verarbeitenden Zinnerzen ab und stammen vorwiegend aus der Verarbeitung von Zinnkonzentraten aus Südostasien (Thailand, Malaysia, Indonesien, Singapur) und Zentralafrika, insbesondere der DR Kongo, sowie Brasilien.

Die geringen Tantalgehalte erfordern die Vorbehandlung über die Pyrometallurgie. Neben Tantal enthalten die Zinnschlacken auch Niob und werden gemeinsam mit tantalhaltigen Produktionschrotten und Rückständen (wie Schlämmen, Pulver und feindispersen Reststoffen) in einer Reihe von thermischen Prozessschritten aufbereitet und zu etwa 50 % (Ta + Nb)-Gehalten aufkonzentriert (SCHULENBURG et al. 2017). Die daraus resultierenden sogenannten synthetischen Konzentrate

(Syncons) werden in der weiteren Aufbereitung den Konzentraten und den Aufbereitungsschritten der Hydrometallurgie beigefügt.

Sogenannte Altschlacken (Low-grade Slags) liegen bereits auf Halde und stammen insbesondere aus der Zinnförderung der 1980er und 1990er Jahre in Südostasien. Die Gehalte wurden mit 2–3 %  $Ta_2O_5$  als zu gering für eine Weiteraufbereitung erachtet; die Schlacken wurden als Baumaterial für Straßen und als Substanz zur Landgewinnung eingesetzt. Mit einem steigenden Tantalpreis in den 1990er Jahren wurden diese Schlacken auch für die Tantalgewinnung interessant und ein Geschäftszweig mit dem Ziel der Rückgewinnung und des Handels mit diesen niedrighaltigen Schlacken entwickelte sich.

Große Mengen geringhaltiger Altschlacken (sogenannte Large Slag Dumps) liegen insbesondere in Pulau Brani, einer ehemaligen Zinnhütte auf einer vorgelagerten Insel vor der Südküste Singapurs und in Mamoré auf dem Gelände der Zinnhütte Pirapora in der Nähe von São Paulo in Brasilien auf Halde.

### 1.2.2 Verarbeitung der Konzentrate

In der Wertschöpfungskette für Tantal können drei Produktkategorien unterschieden werden:

- Vorprodukte (Tantalkonzentrate, -schrotte, synthetische Konzentrate (Syncons) aus tantalhaltigen Zinnschlacken)
- Zwischenprodukte (Tantalverbindungen: Kaliumheptafluorotantalat (K-Salt –  $K_2TaF_7$ ), Tantalpentoxid ( $Ta_2O_5$ ), Tantalcarbide (TaC), Tantalchlorid ( $TaCl_5$ ) sowie Lithiumtantalat ( $LiTaO_3$ ))
- Nachgelagerte Produkte (Tantalmetall, hochreines Tantalcondensatorenpulver, Tantallegierungen)

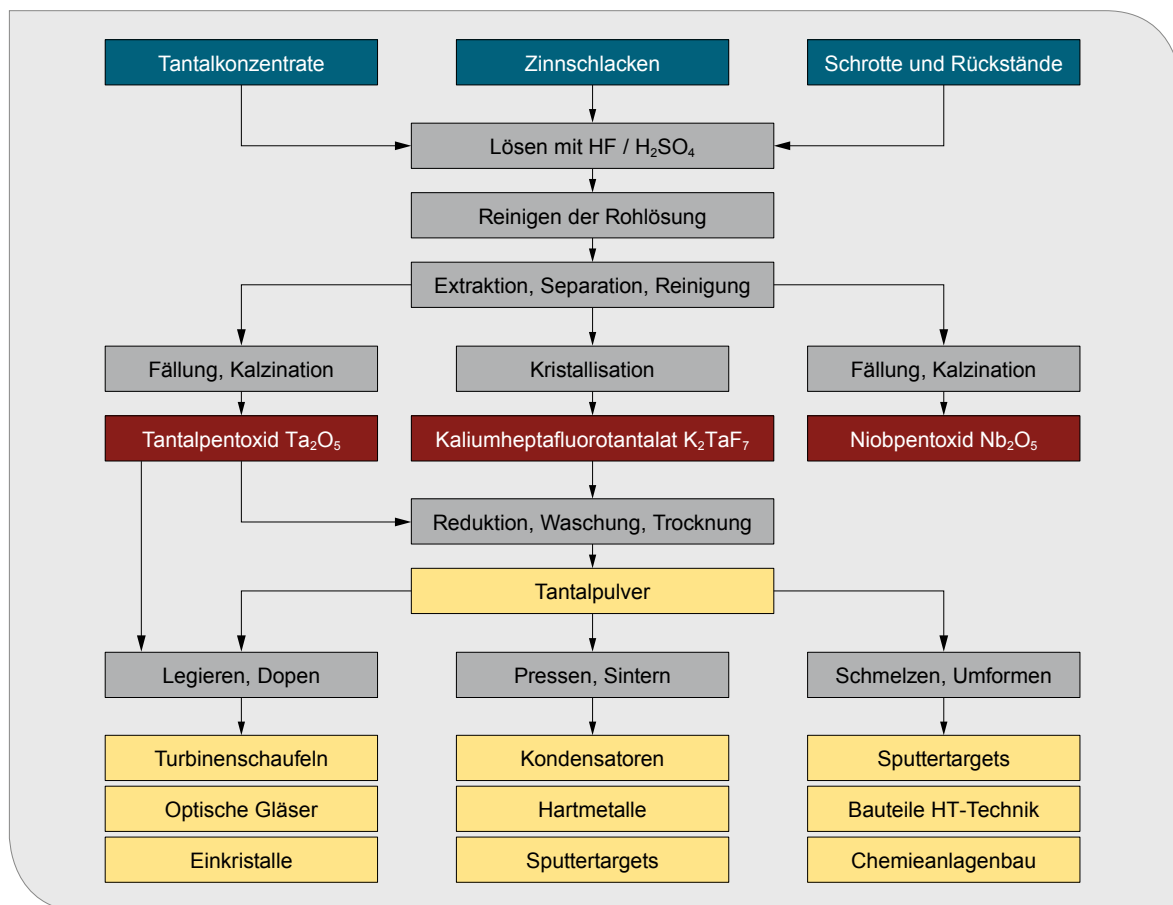
Tantalkonzentrate stellen den größten Anteil der Primärproduktion dar. Aufgrund der Beständigkeit von Tantal gegenüber den meisten Säuren erfolgt die hydrometallurgische Aufbereitung der Konzentrate und Syncons über einen Säureaufschluss mit Flusssäure oder einem Gemisch aus Flusssäure und Schwefelsäure. Nach der Reinigung der Rohlösung insbesondere von Arsen, Bismut und Zinn erfolgt die Abtrennung von Tantal und Niob über

eine Flüssig-Flüssig-Extraktion unter Einsatz eines organischen Extraktionsmittels. Über Fällung und Kalzination bzw. Kristallisation werden die industriell wichtigsten Zwischenprodukte Tantalpentoxid (99,9 %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ) bzw. Kaliumheptafluorotantalat ( $\text{K}_2\text{TaF}_7$  „K-Salt“) gewonnen (Abb. 6).

Das **Fray-Farthing-Chen-Cambridge-Verfahren** (FFC-Verfahren) ist ein in den 1990er Jahren von Derek Fray, Tom Farthing und George Chen an der Cambridge Universität entwickeltes und 1998 patentiertes elektrochemisches Verfahren, durch welches Metalloxide durch Elektrolyse in einer Salzlösung zu Metall reduziert werden (FENN et al. 2004). Ursprünglich entwickelt für Titan, ist die Methode auch für andere Metalle anwendbar, welche in Oxidverbindungen vorliegen, bspw. Tantal, Wolfram, Chrom, Vanadium und Niob. Das Tantalpentoxid liegt fein vermahlen vor und wird zu Pellets verpresst, welche als Kathodenmaterial dienen. Zusammen mit Grafit als Anodenmaterial

erfolgt die Schmelzflusselektrolyse in einem mit Calciumchlorid gefüllten Reduktionstiegel in Argon angereicherter Umgebung, um eine Re-Oxidierung der Pellets zu vermeiden. Das Endprodukt sind Tantalmetallpellets, welche als Schwamm vorliegen. Sie werden zu Metallpulver vermahlen, gereinigt und getrocknet. Die Rechte für das Verfahren liegen bei der britischen Firma Metalysis, das Verfahren für kommerzielle Zwecke befindet sich in der Entwicklungsphase. Eine Pilotanlage am Standort in Großbritannien hat eine Kapazität von 100 t Tantal pro Jahr.

Das kanadische Unternehmen AB Minerals gibt an, ein umweltfreundlicheres Verfahren zur Herstellung von hochreinen Tantal- und Niobprodukten entwickelt zu haben, welches mit geringerem Energieaufwand und ohne den Einsatz von Flußsäure auskommt (AB MINERALS 2017). Es besteht eine Absichtserklärung mit dem African Minerals and Geosciences Centre in Daressalam in Tan-



**Abb. 6: Hydrometallurgische Aufbereitungsschritte und Gewinnung der Zwischenprodukte Tantalpentoxid und Kaliumheptafluorotantalat bis zu den Endprodukten (nach GILLE & MEIER 2012).**

sania. Laut Unternehmensangaben steht die Errichtung einer Aufbereitungsanlage in Tansania unmittelbar bevor. Einzelheiten bezüglich der entwickelten Methode sowie Details zu Investoren gibt das Unternehmen nicht an.

### 1.2.3 Umweltaspekte

In seiner festen Form stellt Tantal keine Belastung für die Umwelt dar. Beim Abbau und der weiteren Verarbeitung (Brechen, Mahlen, Zerkleinern) entstehen Tantalstäube, die zu Verunreinigungen von Luft und Wasser führen können. Durch geeignete Arbeitsschutzmaßnahmen im Abbau sowie als Teil der Weiterverarbeitung können die Risiken einer unkontrollierten Freisetzung minimiert werden.

Tantal- und -konzentrate gehören aufgrund ihrer natürlich vorkommenden Thorium- und Urangehalte zur Klasse der natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien (NORM – Naturally Occurring Radioactive Materials). Unter natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien versteht man in der Natur allgegenwärtige Substanzen und Rohstoffe, welche radioaktive Minerale enthalten. Hierzu gehören neben Erzen und deren Konzentraten auch Sande, Tone und Rückstände der Verarbeitung, welche Thorium und Uran enthalten. Beide Elemente liegen als natürlicher Bestandteil der Tantal- und Niobminerale im Erz vor; durch den komplexen Verbau in der Kristallstruktur der Wertminerale ist eine Abtrennung der radioaktiven Bestandteile als Teil der mechanischen Aufbereitung nicht möglich, sondern muss im hydrometallurgischen Prozessschritt erfolgen.

Die metallurgische Aufbereitung erfolgt für gewöhnlich nicht direkt im Anschluss an die mechanische Aufbereitung in Bergwerksnähe, daher ist ein Transport gemäß UN-Gefahrgutklasse 7 erforderlich (Class 7 Dangerous Goods – Radioactive Materials). Spezielle Transportvorschriften für NORM-klassifiziertes Material orientieren sich an Richtlinien der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA). Ihre Auslegung obliegt den jeweiligen nationalen Aufsichtsbehörden. Des Weiteren existiert eine Reihe landesspezifischer Anforderungen, welche zum Teil über die Anforderungen der IAEA hinausgehen. Ein gesonderter Transport nach diesen Auflagen wird erforderlich, wenn Strahlungswerte von 10 Becquerel pro Gramm (Bq/g) überschritten werden (TIC 2018).

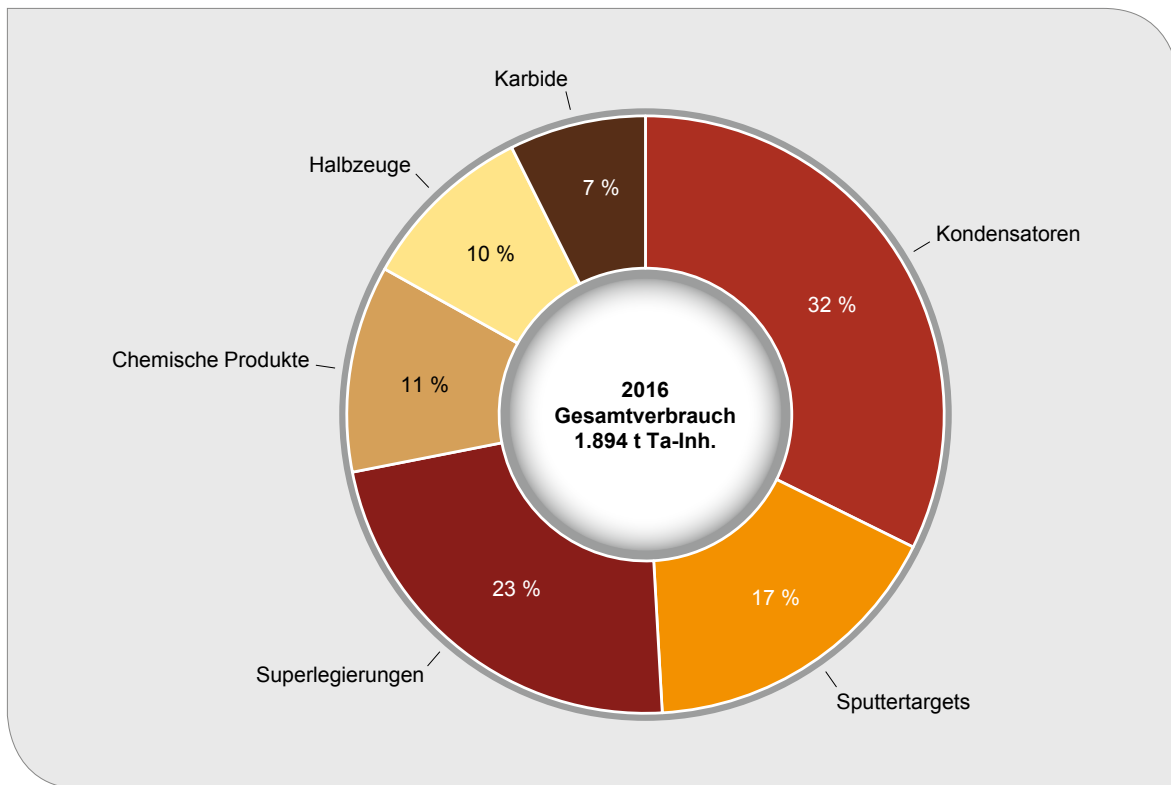
Die spezifische Radioaktivität von Tantal-erzen variiert je nach Herkunftsgebiet und Bergwerk und kann ebenfalls die  $Ta_2O_5$ -Gehalte des produzierten Konzentrates beeinflussen. Das in den Pegmatit-Lagerstätten Westaustraliens geförderte Tantal-erz verlässt die Bergwerke bspw. aktuell mit Konzentrationen von 2 bis 5 %  $Ta_2O_5$ , da höhere Konzentrationen einen Transport nach Gefahrgutklasse-7-Richtlinien erfordern würden und ggf. einen zusätzlichen Kostenfaktor für die Produzenten bzw. Käufer bedeuten. Eine Aufkonzentrierung auf bis zu 30 %  $Ta_2O_5$ -Gehalt erfolgt erst als nächster Prozessschritt in Gefahrgutklasse-7-zertifizierter Umgebung. Dies kann noch vor der Verschiffung zum Kunden oder als Vorbereitung zur hydro- bzw. pyrometallurgischen Aufbereitung bei der Chargenherstellung erfolgen.

## 1.3 Verwendung

Hauptanwendungsgebiet für Tantal ist die Elektroindustrie; für die Herstellung von Tantalkondensatoren und Sputtertargets werden weltweit etwa 50 % des globalen Tantalbedarfes verwendet (Abb. 7). Tantalkondensatoren finden breite Anwendung in der Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik wie Laptops, Tablets und Mobiltelefonen sowie in der Medizintechnik und Automobilindustrie.

Tantalkondensatoren enthalten ein aus hochreinem Tantalpentoxid bestehendes Dielektrikum, wobei die Reinheit entscheidend für die Qualität, Kapazität und den Anwendungsbereich der daraus gefertigten Kondensatoren ist. Hochkapazitives Tantalkondensatorenpulver kann mittels Elektronenstrahlschmelzen hergestellt werden. Lange Zeit war Kaliumheptafluorotantalat (K-Salt) das einzige Ausgangsmaterial für Tantalkondensatorenpulver, heute kann es jedoch auch über die Magnesium-Dampfphasenreduktion von Tantalpentoxid hergestellt werden. Die Reduktion von K-Salt mit Natrium wird vor allem im Bereich der niedrig- bis mittelkapazitiven Tantalkondensatoren für mittlere bis hohe Arbeitsspannungen in der Verbraucher-elektronik eingesetzt, in der die Bauteilgröße nicht entscheidend ist. Die Magnesium-Reduktion von Tantalpentoxidpulver wird vor allem für die Herstellung von hochkapazitiven Tantalkondensatoren mit kleinster Bauteilgröße verwendet, die bspw. in der Medizintechnik und Automobilindustrie zur Anwendung kommen. In der Medizintechnik wer-





**Abb. 7: Verwendungsgebiete von Tantal 2016 (Roskill 2017).**

den Tantalkondensatoren in bspw. Schrittmachern und Hörgeräten eingesetzt.

Sputtern, auch Kathodenzerstäubung genannt, ist eine physikalische Beschichtungsmethode zur Herstellung hochreiner Oberflächen. Tantal-Ingots bilden u. a. das Ausgangsmaterial für Anwendungen der Beschichtungsindustrie für die Elektroindustrie, können jedoch auch direkt über das Verpressen von Tantalpulver hergestellt werden. Tantal-Sputtertargets haben ein breit gefächertes Anwendungsfeld und werden in der Herstellung von Flash-Speichermedien und Flachbildschirmen verwendet. In den vergangenen 15 Jahren hat außerdem die Halbleiterindustrie als Anwendungsbereich besonders an Bedeutung gewonnen.

Tantalhalbzeuge und -bauteile werden über das Verpressen und Sintern von Tantal-Metallpulver hergestellt. Aufgrund seiner Korrosionsbeständigkeit werden Halbzeuge aus Tantal insbesondere für Bauteile wie Wärmeaustauscher, Heizelemente, Rohrleitungen, Behälter und Verkleidungen im Apparate- und Prozessanlagenbau sowie in der Messtechnik in der chemischen und pharmazeutischen Industrie verwendet.

Tantal ist außerdem ein Legierungsadditiv für die Herstellung von tantalhaltigen Superlegierungen. Als Bestandteil von Superlegierungen wird Tantal im Anlagenbau, der Luft- und Raumfahrtindustrie und für militärische Anwendungen eingesetzt.

Tantalpentoxid und Tantalpentachlorid werden nicht nur für die Herstellung von Tantalmetall verwendet, sondern auch direkt als Produkte für chemische Anwendungen eingesetzt, bspw. in der Produktion von optischen Linsen für Kameras, in der Röntgenlithografie und für Katalyse-Prozesse in verschiedenen chemischen Anwendungen sowie für die Produktion von CVD-Schichten (Chemical Vapour Deposition – chemische Gasphasenabscheidung).

Tantalpentoxid ist weiterhin Ausgangsmaterial für die Herstellung von Lithiumtantalat ( $\text{LiTaO}_3$ )-Einkristallen, welche als Substrat für die Herstellung von SAW-Filtern (Surface Acoustic Wave Filters – Akustische Oberflächenwellenfilter) in der Elektroindustrie dienen.

Tantalkarbid ( $\text{TaC}$ ) wird über die Reduktion von Tantalpentoxid mit Kohlenstoff gewonnen. Tantal-

karbid ist eine extrem harte, hitze- und verschleißfeste Verbindung und wird als Legierungszusatz bei der Herstellung von hochfesten und hochschmelzenden Legierungen in der Hartmetallindustrie verwendet.

Tantalsulfid ( $TaS_2$ ) und Tantalselenid ( $TaSe_2$ ) werden für die Herstellung von Festschmierstoffen benötigt.

### Substituierbarkeit

Im Hauptanwendungsgebiet der Elektroindustrie stellen Kondensatoren den Großteil des Tantalbedarfs dar. Weltweit produzieren etwa 25 Kondensatorenhersteller Hunderte verschiedene Serien an Tantalkondensatoren für eine Vielzahl von Anwendungen. Tantalkondensatoren zeichnen sich durch herausragende Stabilitätseigenschaften aus; die Kapazitäten können in einem hohen Temperatur- und Spannungsbereich aufrechterhalten werden und ihre Konstruktion macht sie gegen Vibration hoch beständig. Die potenzielle Substituierbarkeit von Tantalkondensatoren in einer gegebenen Anwendung hängt von den Anforderungen und Spezifikationen des jeweiligen Endproduktes ab. Insbesondere Vielschicht-Keramikkondensatoren (Multilayer Ceramic Chip Capacitors – MLCC) konkurrieren u. a. aufgrund geringerer Kosten und neuer Entwicklungen hinsichtlich verbesserter Spezifikationen zunehmend mit Tantalkondensatoren (ROSKILL 2017). Aluminium- und Niobkondensatoren können in bestimmten Anwendungen aufgrund geringerer Kosten ebenfalls Substitutionsalternativen darstellen (USGS versch. Jahre, US DEPARTMENT OF DEFENSE 2015). In großen- bzw. gewichtssensiblen Anwendungen mit höchsten Leistungsanforderungen wie bspw. in der Medizintechnik und der Kommunikationselektronik ist Tantal nur mit Qualitäts- und Leistungseinbußen substituierbar (USGS 2017).

Tantal eignet sich wegen seiner extremen Korrosionsbeständigkeit hervorragend als Konstruktionsmaterial für ein breitgefächertes Anwendungsfeld von Bauteilen in der chemischen und pharmazeutischen Industrie. Hier konkurriert Tantal vor allem mit Zirkon, Nickel, Molybdän und rostfreiem Stahl. Ein Einsatz dieser Materialien ist je nach konkreter Verwendung aufgrund der geringeren Korrosionsbeständigkeit mit Leistungseinbußen verbunden (USGS 2015).

Infolge seiner spezifischen chemischen Eigenschaften insbesondere bei Anwendungen verbunden mit dem Einsatz von Schwefelsäure unter  $150\text{ °C}$  ist Tantal aktuell lediglich durch Wolfram substituierbar, jedoch ist Tantal aufgrund seiner besseren Verarbeitbarkeit der bevorzugte Werkstoff (ROSKILL 2017).

In hochtemperaturfesten Anwendungen kann Tantal durch Niob, Hafnium, Iridium, Rhenium, Molybdän und Wolfram ersetzt werden. Hierbei ist jedoch zwischen Leistungs- und Wirtschaftlichkeitseinbußen abzuwägen (USGS 2015).

Als Legierungszusatz kann Tantal durch Niob, Wolfram, Molybdän und Hafnium ersetzt werden. Insbesondere im Flugzeugbau wird eine Substitution durch andere Materialien wegen Leistungs- und Qualitätseinbußen derzeit nicht in Betracht gezogen (US DEPARTMENT OF DEFENSE 2015, USGS 2015).

Im Anwendungsbereich der Medizintechnik gibt es kaum adäquate Substituiermöglichkeiten. Die Substitution von Stahl bei chirurgischen Klammern, eine der häufigsten Anwendungen von Tantal in der Medizintechnik, bedeutet Einbußen bei der Langlebigkeit (US DEPARTMENT OF DEFENSE 2015).

## 1.4 Transparenz in der Lieferkette

Tantalminerale und -konzentrate stellen insbesondere in den zentralafrikanischen Ländern Ruanda, Burundi und DR Kongo wichtige Bergbauprodukte dar und werden dort aktuell ausschließlich im Artisanal- und Kleinbergbau gewonnen. Bewaffnete Konflikte in den Abbauregionen, schlechte Abbaubedingungen, mangelnder Arbeitsschutz bis hin zu Zwangs- und Kinderarbeit sind seit dem Aufstieg Zentralafrikas zur größten Förderregion mit dem Abbau von Tantal assoziiert. Der Beitrag der Tantal- bzw. Coltanförderung in Zentralafrika bestimmte dabei die öffentliche Debatte zum Umgang mit Rohstoffen aus Konfliktregionen. Verstärkt wird dies u. a. durch die breite Verwendung von Tantal in Schlüsseltechnologien. Vor allem die Rolle bewaffneter Gruppen im Tantalabbau rückte in den Fokus der Öffentlichkeit (USANOV et al. 2013). Entgegen der verbreiteten öffentlichen Meinung spielt Coltan bzw. Tantal im Gegensatz zu Zinn (Kassiterit) und Gold in der Konfliktfinanzierung im Ost-

kongo eine untergeordnete Rolle (USANOV et al. 2013). Die Region der Großen Seen ist für den Tantalabbau lediglich seit 2010 von übergeordneter Bedeutung (s. Kap. 2.3.1).

Der Abbau von Tantal ist nicht als Auslöser der Konflikte in Zentralafrika zu betrachten, sondern hatte mit Ausnahme der rapide zunehmenden Tantalproduktion zu Beginn des Jahrtausends nur einen geringen Anteil an einer Konfliktfinanzierung in der DR Kongo (USANOV et al. 2013). Faktoren wie eine anhaltende illegale Besteuerung und Diebstahl sowie die Kontrolle von Bergwerken und Zwangsarbeit der lokalen Bevölkerung wirken jedoch durchaus konfliktverlängernd (UN 2010) und tragen so potenziell zu weiteren Missständen im Artisanal- und Kleinbergbau bei. Die lokalen geografischen Gegebenheiten wie eine schlechte Infrastruktur, mangelnde Verwaltungsstrukturen sowie Korruption und Missmanagement in der DR Kongo haben außerdem die Bedingungen für informelle Bergbauaktivitäten und kriminelle Besteuerung begünstigt. Dieser informelle Charakter und die gering mechanisierte Arbeitsweise des Artisanal- und Kleinbergbaus bedeuten häufig eine Nichtberücksichtigung elementarer Arbeitsstandards.

Vor diesem Hintergrund ist in den vergangenen knapp zehn Jahren eine Reihe von internationalen staatlichen und nichtstaatlichen Initiativen zum Umgang mit Tantal und weiteren Rohstoffen aus Konfliktregionen sowie für den Bezug dieser Rohstoffe aus kritisch eingestuftem Standorten entlang der Lieferketten erarbeitet und eingeführt worden und wird im Folgenden kurz vorgestellt. Sogenannte als kritisch eingestufte Standorte („Red Flag“-Regionen) sind zum einen Länder, deren erwartete Förderraten aufgrund der bekannten Vorkommen oder Lagerstätten begrenzt sind, die tatsächlichen Exporte diese jedoch überschreiten. Zum anderen werden typische Transitregionen für den Transport von Tantal aus bekannten Konflikt- und Hochrisikogebieten ebenfalls den kritisch eingestuftem Standorten zugeordnet. Das Bedürfnis verantwortungsbewusster Verbraucher, Produkte zu erwerben, deren Produktion und Handel unter Berücksichtigung bestimmter Mindeststandards erfolgten, hat maßgeblich zu dieser Entwicklung beigetragen und wurde im Fall von Tantal sowohl von der Industrie- als auch der Regierungsseite initiiert. Die Formulierung dieser Standards beinhaltet das Risikomanagement zur Reduzierung

von Konfliktfinanzierungsbeiträgen, Zwangs- und Kinderarbeit sowie Korruption und Schmuggel zur Verschleierung der Rohstoffherkunft und erfolgt auf einer durch alle beteiligten Gruppen akzeptierten Grundlage. Eine anschließende Zertifizierung hat eine transparente Nachvollziehbarkeit der Einhaltung dieser Standards zum Ziel. Die Mechanismen dieser Zertifizierung geben den Unternehmen Instrumente zur Unterstützung bei der Umsetzung ihrer Sorgfaltspflichten in Bezug von Tantal und weiteren Rohstoffen aus Konfliktregionen an die Hand.

Die Leitsätze der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (**OECD – Due Diligence Guidelines**) für einen verantwortungsvollen Bezug von Tantal sowie Zinn, Wolfram und Gold aus konfliktreichen Regionen stellen seit 2011 eine der ersten Initiativen für Handlungsempfehlungen zur Einhaltung von Sorgfaltspflichten für Unternehmen dar. Die OECD-Richtlinien sind ein freiwilliges Instrument für Unternehmen und haben zum Ziel, einen verantwortungsvollen Rohstoffbezug aus Konfliktregionen zu ermöglichen (BMW 2014, KILLICHES et al. 2014).

Mit dem US-amerikanischen Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act (**Dodd-Frank Act**) wurde im Juli 2010 das erste gesetzlich verpflichtende Regelwerk für Berichtspflichten bezüglich der Verwendung von Tantal, Zinn, Wolfram und Gold für US-börsennotierte Unternehmen unterschrieben. Artikel 1502 des Dodd-Frank Act hat zum Ziel, eine verantwortliche Beschaffung und Transparenz im Handel mit sogenannten Konfliktrohstoffen aus der DR Kongo und seinen Anrainerstaaten (Angola, Burundi, Republik Kongo, Ruanda, Sambia, Sudan, Tansania, Uganda und der Zentralafrikanischen Republik) zu erhöhen (US SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION 2018). Seit 2014 verpflichtet die Verordnung US-börsennotierte Unternehmen u. a. zur Offenlegung ihrer Liefer- und Produktionsketten für Tantal (Coltan), Zinn (Kassiterit), Wolfram (Wolframit) und Gold, sofern diese Minerale in ihren Produkten enthalten und für die Funktionalität notwendig sind. Zur Berichterstattung verpflichtete Unternehmen sind aufgrund komplexer Lieferketten häufig auf ein starkes Engagement seiner Zulieferunternehmen angewiesen, um den Nachweis einer konfliktfreien Herkunft zu gewährleisten. Für Recyclingmaterial entfällt der Herkunftsnachweis, wenn nachvollziehbar belegt werden kann, dass es sich um solches handelt.

Als Empfehlung zur Einhaltung der Sorgfaltspflichten in der Handelskette verweisen die Umsetzungsbestimmungen der US-Börsenaufsicht explizit auf die „OECD-Leitsätze für die Erfüllung der Sorgfaltspflicht zur Förderung verantwortungsvoller Lieferketten für Minerale aus Konflikt- und Hochrisikogebieten“.

Zusammenfassend legt die Regulierung folgende Anforderungen zugrunde:

1. Produktanalyse – besteht eine Berichtspflicht?
2. Herkunftsanalyse – Herkunftsland bzw. Quelle des Recyclingmaterials
3. Nachweis der Sorgfaltspflicht bezüglich der Handelskette entsprechend internationaler Regulierungen (OECD u. a.) sowie Erstellung eines unabhängigen auditierten Berichts

Am 8. Juni 2017 trat nach vier Jahren Konsultationen und Verhandlungen die **EU-Verordnung zur Festlegung von Pflichten zur Erfüllung der Sorgfaltspflichten in der Lieferkette von Tantal, Zinn, Wolfram, deren Erzen und Gold aus Konflikt- und Hochrisikogebieten** in Kraft. Die Verordnung hat zum Ziel, die Rohstoffbeschaffung als Möglichkeit der Finanzierung bewaffneter Gruppen und deren Beitrag zu Konflikten durch die Gewinnung und den Handel von mineralischen Rohstoffen zu verhindern (BGR 2018c).

Inhalt der Verordnung ist eine Verpflichtung europäischer Unternehmen, Maßnahmen zur Sorgfaltspflicht in ihren Lieferketten zu ergreifen; die geforderten Maßnahmen basieren ebenfalls auf den „OECD-Leitsätzen“ und geben Unternehmen einen fünfstufigen allgemeinen Ansatz zur Implementierung von Sorgfaltsprüfungen in Bezug auf ihre Rohstoffbeschaffung sowie spezifische Ergänzungen zu Tantal, Zinn und Wolfram sowie zu Gold. Die fünf Stufen sind:

1. Aufbau eines Managementsystems
2. Risikobewertung in der Lieferkette
3. Einführung einer Risikomanagementstrategie
4. Unabhängiges Audit für ausgewählte Punkte der Lieferkette
5. Veröffentlichung

Die Verordnung ist verpflichtend für europäische Unternehmen, welche die genannten Rohstoffe oberhalb einer definierten Mengenschwelle in die EU einführen. Die Liste der Mengenschwellen wird

einem kontinuierlichen Aktualisierungsprozess unterzogen und wird sich an der Entwicklung der Einfuhrmengen des jeweiligen Vorjahres orientieren.

Als Konflikt- und Hochrisikogebiete (CAHRA – Conflict-Affected and High-Risk Areas) gelten alle Gebiete, in denen bewaffnete Konflikte ausgetragen werden bzw. welche sich als Folge eines Konfliktes in einer instabilen Situation befinden. Die Definition von CAHRA umfasst darüber hinaus Gebiete mit instabiler Staatsführung und Sicherheitslage sowie Gebiete, in denen weitverbreitete und systematische Verstöße gegen internationales Recht, insbesondere Menschenrechtsverletzungen, stattfinden (EUROPÄISCHE UNION 2017).

Zur Identifikation von Konflikt- und Hochrisikogebieten ist eine Erarbeitung und Veröffentlichung von EU-Leitlinien für Unternehmen vorgesehen; eine indikative CAHRA-Liste soll außerdem von externen Experten bis 2019 erarbeitet werden. Maßnahmen zur Einhaltung der Sorgfaltspflicht sind unabhängig von einem CAHRA-Bezug in der Lieferkette erforderlich. Liegt ein CAHRA-Bezug vor, ist eine größere Detailtiefe der Sorgfaltspflicht erforderlich.

Die Verordnung ist ab dem 1. Januar 2021 von EU-Importeuren umzusetzen, eine Überprüfung ihrer Anwendung und Wirksamkeit ist erstmals für 2023 vorgesehen. Die BGR ist vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) als zuständige nationale Behörde nominiert worden, um die Umsetzung der Verordnung in Deutschland zu kontrollieren.

Auf Basis der OECD-Leitsätze zur Erfüllung der Sorgfaltspflicht und als Antwort auf die Konflikt-mineralregulierung mittels des US Dodd-Frank Acts etablierte die Industrie Initiativen, die eine Institutionalisierung der Sorgfaltspflicht anstreben. Diese Initiativen wirken ergänzend zur jeweiligen unternehmerischen Eigenverantwortlichkeit. Im Segment der vorgelagerten Lieferkette wurden von der Industrie in mehreren Pilotprojekten, Provinzen bzw. Ländern der Region der Großen Seen, oft in Kooperation mit der jeweiligen Regierung, Systeme wie bspw. ITSCI (ITRI – Tin Supply Chain Initiative) etabliert. International wurde das Conflict Free Smelter Program (mittlerweile Responsible Minerals Assurance Process) als ein zentrales Auditprogramm der Tantallieferkette installiert.

## 2 Risikobewertung

### 2.1 Datenbasis

Datengrundlage der vorliegenden Rohstoffrisikobewertung bilden das Fachinformationssystem Rohstoffe der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR 2018) mit Zeitreihen zur weltweiten Bergwerksförderung sowie ein Volltextarchiv, in dem relevante Artikel aus einschlägigen Fachzeitschriften sowie der Tagespresse kontinuierlich abgelegt werden.

Informationen zu aktuellen Explorations- und Bergbauprojekten basieren auf eigenständigen Recherchen im Fachinformationssystem der BGR und im Internet, hier insbesondere auf den Internetseiten der Bergbauunternehmen (Jahresberichte, Firmenpräsentationen, Fact Sheets, News Releases), Bergbauministerien sowie in kostenpflichtigen Datenbanken und der Korrespondenz mit geologischen Diensten und Experten. Vor-Ort-Besuche in Australien im Jahr 2017 dienten insbesondere dazu, die zukünftige Tantalproduktion aus geplanten Lithium-Bergbauprojekten einzuschätzen.

Die Bergwerksförderung wird für den Zeitraum 1976–2016, die historische Preisentwicklung von 1974 bis 2018 dargestellt. Insbesondere seit 2009, bedingt durch die stetige Zunahme des Anteils des Artisanal- und Kleinbergbaus an der Weltbergwerksförderung, sind die Daten für die Bergwerksförderung mit Unsicherheiten behaftet. Die Förderquoten aus dem Artisanal- und Kleinbergbau sind Schätzungen. Insbesondere in den Ländern der Region der Großen Seen findet grenzüberschreitender Handel und Schmuggel statt, Doppelfassungen sind dadurch unvermeidlich. In diesem Kontext wurde in der vorliegenden Studie für diese Länder den Exportzahlen der Vorrang gegenüber den Förderquoten gegeben, um diese Problematik zu vermeiden.

Bei den Daten zur Jahresförderkapazität neuer Bergbauprojekte und Betriebserweiterungen handelt es sich um Planzahlen der Explorations- und Bergbaufirmen. Häufig werden geplante Bergbauvorhaben nicht umgesetzt bzw. der Zeitpunkt der Inbetriebnahme eines neuen Bergwerks wird verschoben.

Wachstumsraten basieren auf der jährlichen durchschnittlichen Wachstumsrate (Compound Annual Growth Rate – CAGR). Diese stellt den durchschnittlichen Prozentsatz dar, um den der Anfangswert einer Zeitreihe auf hypothetische Folgewerte für die Berichtsjahre wächst, bis der tatsächliche Endwert der Berichtsperiode erreicht ist. Tatsächliche Ausschläge der Zwischenzeiten wirken sich dabei nicht aus.

Die Berechnung der Preisvolatilität erfolgt mittels Standardabweichung der Differenz (Rendite) der logarithmierten Monatsdurchschnittspreise. Die Volatilität wird für zwölf Monate gleitend berechnet. Die Annualisierung erfolgt durch Multiplizieren mit  $\sqrt{12}$ .

Im Rahmen der vorliegenden Studie wird der Zeitraum 1976–2016 betrachtet, die Preisentwicklung liegt für den Zeitraum 1974 bis 2018 vor. Sofern nicht anders vermerkt, beziehen sich sämtliche Angaben auf das Jahr **2016**.

### 2.2 Preisentwicklung und -risiken

Tantalerze und -konzentrate werden nicht öffentlich gehandelt. Preisinformationen werden zwar zum Teil in der Fachliteratur veröffentlicht, jedoch vertraulich zwischen Produzenten, Händlern und Endabnehmern ausgehandelt. Die Produktion aus artisanaler und kleinbergbaulicher Förderung unterliegt meist Spotmarktpreisen, während die Produktion aus industriellem Bergbau von Langzeitlieferverträgen dominiert ist. Die in Langzeitverträgen festgelegten Tantalpreise sind für gewöhnlich signifikant höher als Spotmarktpreise, bedeuten jedoch Planungssicherheit für beide beteiligten Seiten.

Der hohe Anteil des industriellen Tantalbergbaus für den Weltmarkt bis in die frühen 2000er Jahre hatte eine Reihe von Langzeitverträgen zur Folge. Mit zunehmender Produktion aus dem Artisanalbergbau wurden diese nach und nach aufgekündigt bzw. liefen aus, sodass der gegenwärtige Markt von Spotpreisen dominiert wird. Ausnahmen bilden weiterhin Verträge über die Tantalproduktion aus den australischen Lithiumbergwerken, wobei ein Teil der Produktion ebenfalls den Spotmarkt erreicht. Für die Förderung der chinesischen und russischen Tantalbergwerke ist ebenfalls von Langzeitverträgen zwischen den Bergbauunter-

nehmen und der heimischen tantalverarbeitenden Industrie auszugehen.

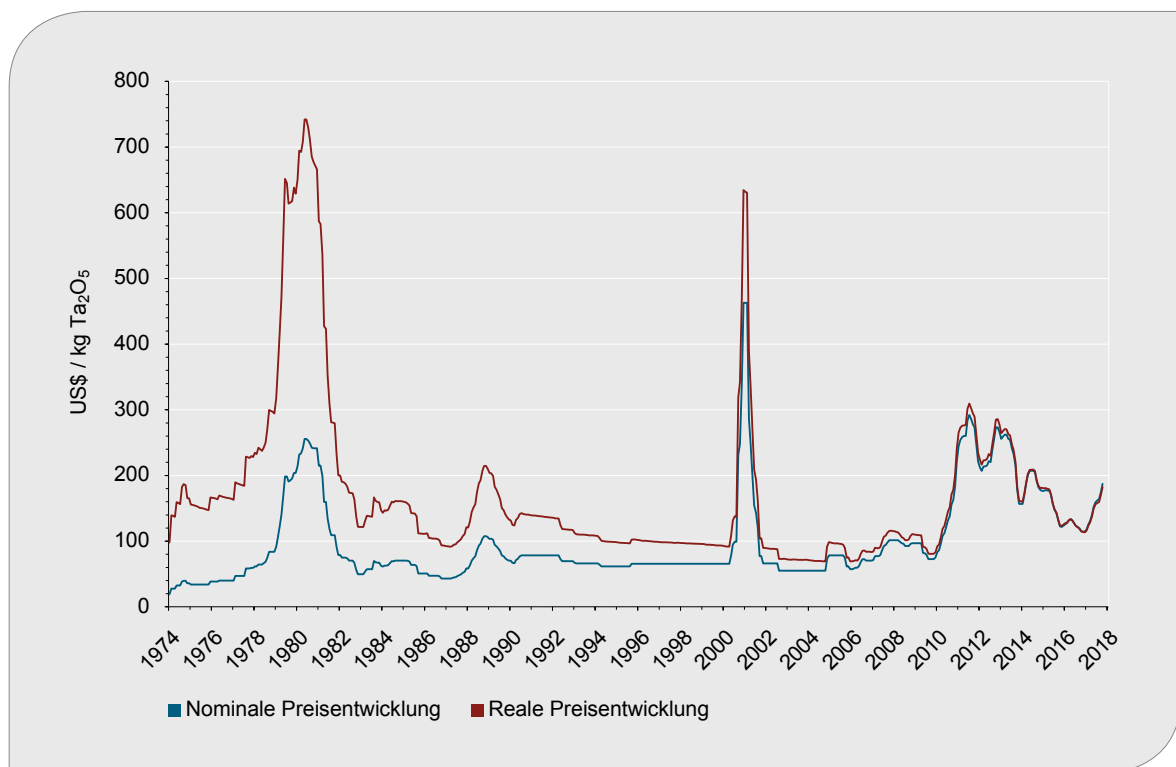
Tantalkonzentrate sollten mind. 25 %  $Ta_2O_5$  aufweisen, variieren in der Praxis typischerweise jedoch zwischen 10 und 50 %  $Ta_2O_5$ . Die Konzentrate enthalten ebenfalls Niob, werden jedoch bei einem gleichhohen oder höheren Gehalt an Tantal als Tantalkonzentrat gehandelt. Das enthaltene Niob geht hierbei für gewöhnlich nicht in die Preiskalkulationen ein, die Gewinnung von Niob aus Tantalkonzentraten im Zuge der Tantalweiterverarbeitung durch einige Unternehmen ist jedoch wahrscheinlich. Konzentrate mit einer Ratio von 10 : 1  $Nb_2O_5$ - $Ta_2O_5$  werden als Niobkonzentrate (Columbit) gehandelt. Die Preisfindung für Columbit basiert auf dem kombinierten Oxidgehalt aus  $Nb_2O_5$  und  $Ta_2O_5$  (\$/lb c.o.)

Die langfristige Preisentwicklung für Tantal ist geprägt von relativ stabilen Preisen; zwischen 1974 und 2010 stieg der Tantalpreis jährlich um durchschnittlich 2,8 %. In der Vergangenheit kam es jedoch wiederholt zu kurzfristigen extremen Preissteigerungen (Abb. 8).

In den Jahren 1979/1980 führte eine rasche Entwicklung elektronischer Geräte zu einer verstärkten Nachfrage nach Tantal. Die Sorge vor Versorgungsengpässen gekoppelt mit der hohen Nachfragesteigerung führten zu Panikkäufen und einer Preissteigerung auf über 250 US\$/kg  $Ta_2O_5$  (BRÄUNINGER et al. 2013). Die hohen Preise wurden an den Verbraucher weitergegeben und führten zu einem Rückgang des Tantalkonsums. Nur etwa zwei Jahre später lag der Tantalpreis mit etwa 75 US\$/kg  $Ta_2O_5$  deutlich niedriger.

Der sogenannte DotCom-Boom um die Jahrtausendwende führte zu einer erneuten rasant gestiegenen Nachfrage und übermäßig optimistischen Marktprognosen im Zuge der technologischen Entwicklungen auf dem Internet- und Handy Markt, was zu kurzfristigen Preissteigerungen führte. Die erwartete Verknappung verursachte erneut Panikkäufe. Anfang 2001 lag der Tantalpreis bei über 460 US\$/kg  $Ta_2O_5$ .

Daraus resultierende hohe Lagerbestände, eine weniger starke Nachfrage aus dem Elektroniksektor als erwartet sowie ein globaler Abschwung



**Abb. 8: Nominale und reale Preisentwicklung der Monatsdurchschnittspreise für Tantalkonzentrat von 1974 bis 2018. Die Realpreise sind mit dem Consumer-Price-Index der USA (CPI) ( $\bar{\varnothing}$  2016 = 100) deflationiert (BGR 2018).**

der Weltkonjunktur führten bereits nach wenigen Monaten zu fallenden Preisen. Ende 2001 lag der Tantalpreis bei unter 80 US\$/kg Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Dies führte in der Konsequenz zu der Schließung einer Reihe von industriellen Bergwerken und einer grundlegenden Verlagerung vom industriellen zum Artisanal- und Kleinbergbau. Die drei größten Förderländer Australien, Kanada und Brasilien wurden von Zentralafrika als Hauptförderregion abgelöst.

Nachdem die Preise für Tantalokonzentrat (30 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) Ende 2016 den tiefsten Stand seit sechseinhalb Jahren erreichten, legten die Handelspreise im Verlauf des Jahres 2017 um 73 % zu und notierten zu Beginn des Jahres 2018 knapp unter der Marke von 200 US\$/kg. Die Preise für Tantalpentoxid der Reinheiten 99,5 % und 99,99 % stiegen im Laufe des Jahres ebenfalls um 82 % bzw. 37 %.

Die Preisvolatilitäten reflektieren nur selten die makroökonomische Situation auf dem Weltmarkt. Die Preisvolatilitäten waren besonders hoch

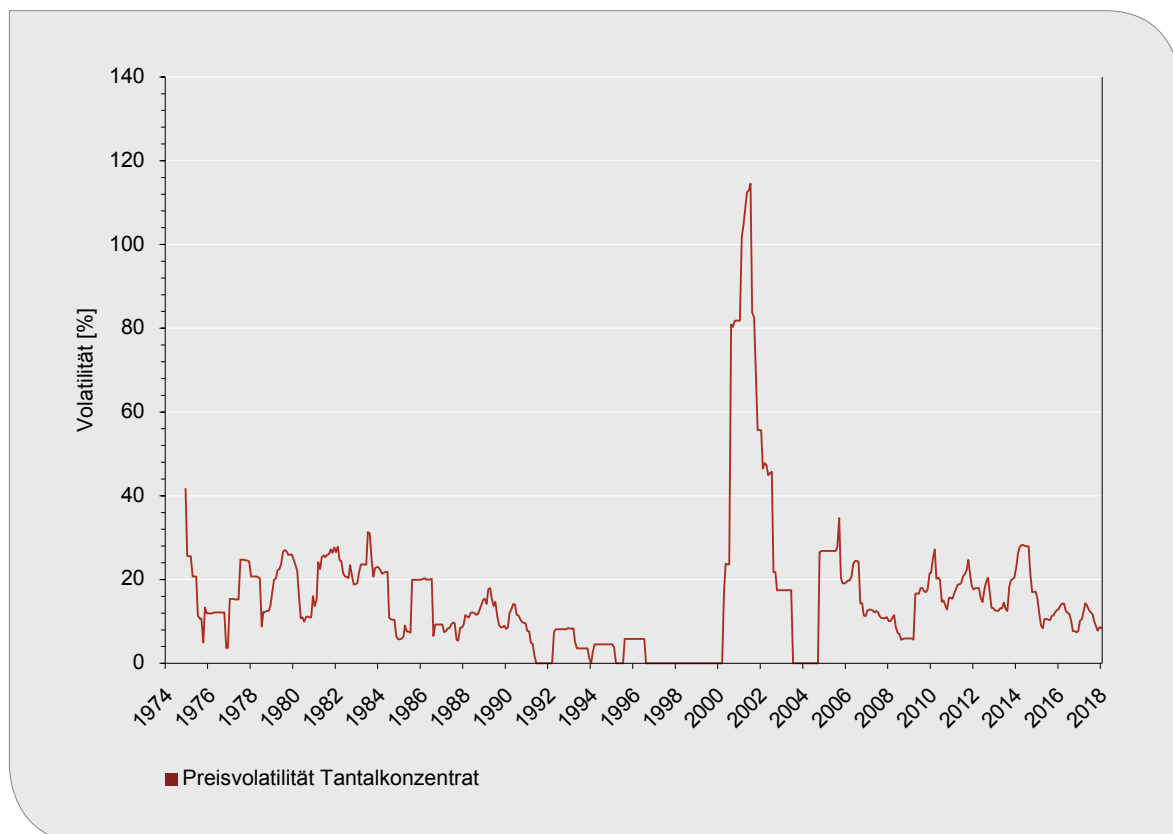
(> 100 %) während des DotCom-Booms in den Jahren 2000–2001 und spiegeln Spekulation und instinktiv gesteuerte Panikkäufe wider, wie sie typisch für die kleinen Märkte der Nebenmetalle sind (Abb. 9).

Das Hauptaugenmerk der Industrie lag in der Vergangenheit und liegt weiterhin mehr auf der Verfügbarkeit und der konfliktfreien Beschaffung von Tantal als auf dem Preis.

## 2.3 Angebot

### 2.3.1 Bergwerksförderung

Im Jahr 2016 wurden weltweit rund 1.730 t Tantal (Ta-Inh.) durch Bergwerksförderung gewonnen (Abb. 10, Tab. 4). Bedeutendste Förderregion war die zentralafrikanische Region der Großen Seen mit den Ländern Ruanda und DR Kongo mit einer Produktion von rund 880 t Ta-Inh. Dies entspricht einem Marktanteil an der Weltbergwerksförderung



**Abb. 9: Historische Jahresvolatilität für die Monatsdurchschnittspreise von Tantal für den Zeitraum 1975–2018 (BGR 2018).**

von knapp 51 %. Die gesamte Produktion dieser Länder stammt aus dem Artisanal- und Kleinbergbau. Die offiziellen Förderquoten sind aufgrund von grenzüberschreitendem Handel und Schmuggel mit Unsicherheiten behaftet; um Doppelerfassungen zu vermeiden, basieren die o. g. Produktionszahlen auf offiziellen Exportzahlen des kongolesischen Bergbauministeriums und der National Bank of Rwanda (MUPEPELE MONTI 2012; MINISTÈRE DES MINES REPUBLIQUE DRC versch. Jahre).

Mit großem Abstand mit rund 208 t Ta-Inh. der weltweit zweitgrößte Produzent war Brasilien (13 %), gefolgt von China mit 167 t Ta-Inh. (10 %). Nigeria, Mosambik und Äthiopien nahmen 2016 zusammen rund 8 % Marktanteil ein und unterstreichen die Bedeutung Afrikas für die Weltbergwerksförderung. Eine untergeordnete Förderung ist außerdem in Somalia, Sierra Leone, Namibia, der Republik Kongo und einer Reihe weiterer afrikanischer Länder wahrscheinlich; offizielle Zahlen

liegen jedoch nicht vor. Eine geringe Förderung ist auch aus Bolivien, Kolumbien und Venezuela möglich, hier liegen ebenfalls keine verlässlichen Zahlen vor (USGS versch. Jahre, ROSKILL 2017).

Die Datenlage zu Förderraten aus China und Russland ist ebenso unsicher. China ist der weltgrößte Importeur von Tantal und bedeutender Tantalverarbeiter; das geförderte Material verbleibt wahrscheinlich im Land und steht dem heimischen Markt zur Verfügung. Das russische Bergwerk Lovozero fördert ebenfalls Tantal als Beiprodukt der Seltenen-Erden-Produktion; die gesamte Produktion verbleibt ebenfalls im Land und wird im Werk Solikamsk Magnesium Works in der Perm-Region weiterverarbeitet.

Geringe Mengen Tantal (63 t, knapp 4 % Marktanteil) wurden 2016 in Australien als Beiprodukt der Lithiumförderung gewonnen.

Tab. 4: Bergwerksförderung von Tantal (BGR 2018, ROSKILL 2017, USGS versch. Jahre).

Land	Bergwerksförderung [t Ta-Inh.]				
	1995	2005	Weltanteil 2005 [%]	2016	Weltanteil 2016 [%]
Australien	274	854	52	63	4
Brasilien	50	216	13	208	12
Kanada	33	63	4	0	0
China	0 <sup>4</sup>	0 <sup>4</sup>	0 <sup>4</sup>	167	10
Äthiopien	0 <sup>4</sup>	49	3	28	2
Region der Großen Seen <sup>1</sup>	8	289	18	883	51
Mosambik	0 <sup>4</sup>	81	5	28	2
Nigeria	2	5	< 1	75	4
Übriges Afrika <sup>2</sup>	2	0 <sup>4</sup>	0 <sup>4</sup>	48	3
Übrige Welt <sup>3</sup>	0 <sup>4</sup>	0 <sup>4</sup>	0 <sup>4</sup>	83	3
Zinnschlacken	126	93	6	147	9
<b>Weltbergwerksförderung</b>	<b>495</b>	<b>1.650</b>	<b>100</b>	<b>1.730</b>	<b>100</b>
<b>HHI<sup>5</sup> der Weltbergwerksförderung</b>	<b>5.782</b>	<b>3.600</b>		<b>3.461</b>	
<b>GLR<sup>5</sup> der Weltbergwerksförderung</b>	<b>1,29</b>	<b>0,66</b>		<b>-0,69</b>	

<sup>1</sup> DR Kongo, Ruanda, Burundi = Zahlen basieren auf offiziellen Exportzahlen;

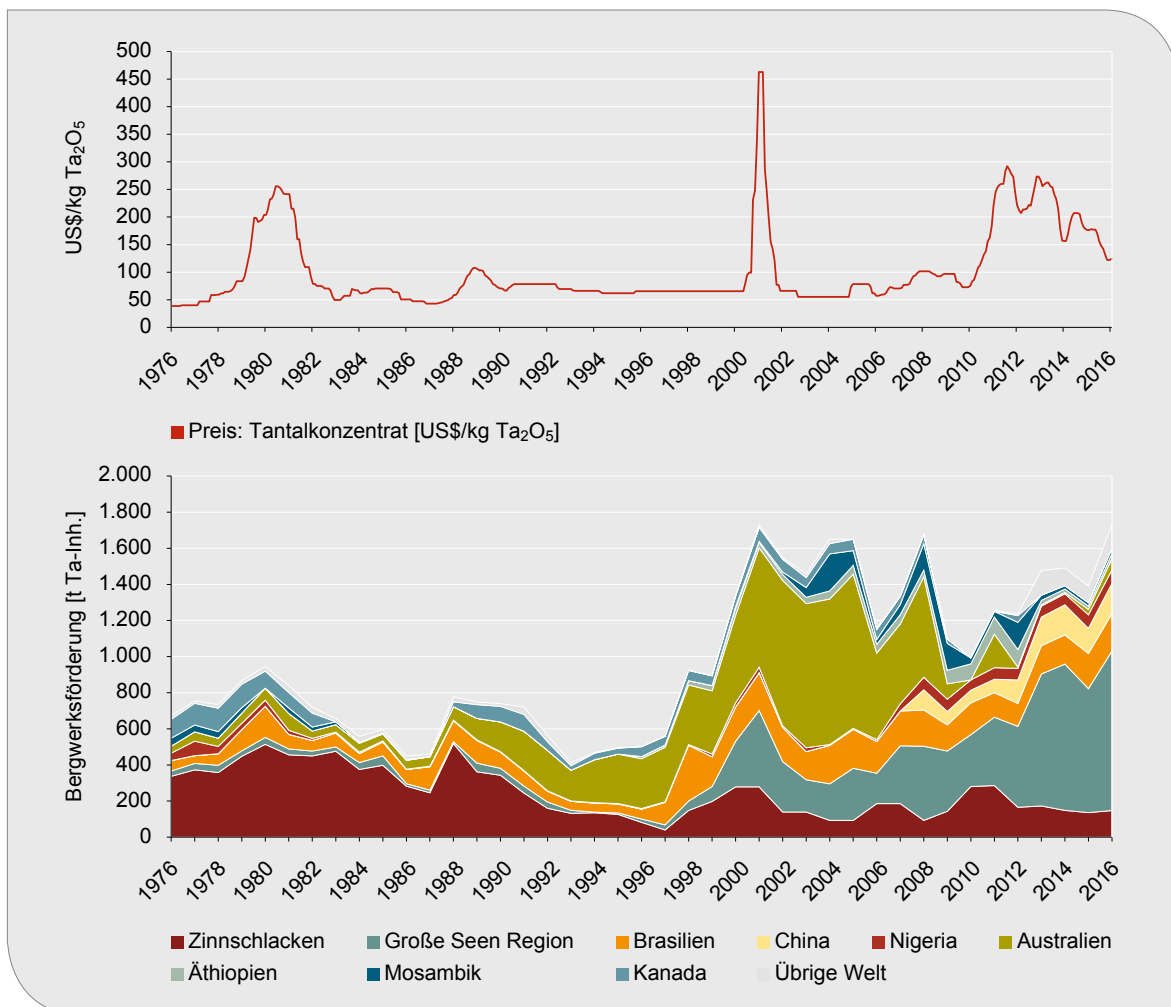
<sup>2</sup> Simbabwe, Namibia, Somalia, Uganda, Sierra Leone;

<sup>3</sup> Russ. Föderation, Portugal, Spanien, Bolivien, Kolumbien, Thailand, Malaysia;

<sup>4</sup> es liegen keine Daten vor, es ist jedoch von einer Förderung auszugehen;

<sup>5</sup> ohne Zinnschlacken.





**Abb. 10: Entwicklung der Primärproduktion von Tantal und die nominale Preisentwicklung der Monatsdurchschnittspreise zwischen 1976 und 2016 (BGR 2018).**

Die Primärproduktion von Tantal hat in den vergangenen 40 Jahren signifikante Veränderungen durchlaufen. Nachdem bis in die späten 1980er Jahre tantalhaltige Zinnschlacken die Hauptquelle für Tantal darstellten, gewann mit der Inbetriebnahme und dem Ausbau von Tantalbergwerken insbesondere in Australien, Brasilien und Kanada in den 1990er Jahren der industrielle Bergbau an Bedeutung. Eine rapide Preissteigerung für Tantalkonzentrat in den Jahren 2000/2001 führte zu kurzfristigen Kapazitätserhöhungen der traditionellen Förderländer, aber auch zu einer steigenden Artisanal- und Kleinbergbauproduktion, insbesondere in der DR Kongo und Ruanda, wodurch das infolge des sogenannten DotCom-Booms und der Technologieentwicklungen in der Informations- und Kommunikationselektronik prognostizierte Versorgedefizit aufgefangen wurde. Die Weltbergwerksproduktion nahm zwischen 1999 und 2001

um knapp 95 % von 894 t Ta (1999) auf 1.730 t (2001) zu. Insbesondere die Förderregion der Großen Seen reagierte auf die Preissteigerung mit einer Produktionserhöhung um das knapp Fünffache von 83 t (1999) auf 423 t (2001) und stieg im Jahr 2001 zum zweitgrößten Bergwerksproduzenten nach Australien auf.

Den Preisspitzen folgte ein Preisverfall (s. Kap. 2.2), die Bergwerksproduktion blieb jedoch bis etwa 2008 unverändert hoch. Ein Rückgang der globalen Produktion fand erst nach 2008 statt, als aufgrund niedriger Preise und günstiger produziertem Tantal aus Zentralafrika die industriellen Bergwerke in Australien und Kanada nicht mehr wirtschaftlich produzieren konnten und schlossen. Die brasilianischen Bergwerke fuhren ihre Kapazitäten in diesem Zeitraum ebenfalls um etwa 40 % zurück.

**Tab. 5: Jährliche Wachstumsraten der Bergwerksproduktion (inkl. Zinnschlacken) 1976–2016 (BGR 2018).**

Zeitraum	Wachstumsrate [%]				
	1976–2016	1976–1999	2000–2008	2008–2010	2010–2016
Australien	1,2	10,0	1,7	–	–
Brasilien	3,2	4,6	0,7	–6,3	2,8
Kanada	–	–2,8	–1,9	–	–
China	–	–	–	–21,0	15,6
Äthiopien	–	–	–0,3	55,1	–17,6
Region der Großen Seen <sup>1</sup>	8,9	4,6	6,2	–16,3	20,5
Mosambik	–1,1		39,8	–52,5	–2,8
Nigeria	1,5	–4,3	14,7	–9,8	4,6
Übrige Afrika <sup>2</sup>	12,4	–	–	–	–
Übrige Welt <sup>3</sup>	5,1	–	–	–	–
<b>Zinnschlacken</b>	<b>–2,0</b>	<b>–2,3</b>	<b>–12,8</b>	<b>73,7</b>	<b>–10,1</b>
<b>Bergwerke</b>	<b>3,9</b>	<b>3,2</b>	<b>5,2</b>	<b>–32,8</b>	<b>14,2</b>
<b>Bergwerksproduktion Gesamt</b>	<b>2,4</b>	<b>1,2</b>	<b>2,9</b>	<b>–23,0</b>	<b>9,7</b>

<sup>1</sup> DR Kongo, Ruanda, Burundi = Zahlen basieren auf offiziellen Exportzahlen;

<sup>2</sup> Simbabwe, Namibia, Somalia, Uganda, Sierra Leone;

<sup>3</sup> Russ. Föderation, Portugal, Spanien, Bolivien, Kolumbien, Thailand, Malaysia.

Zwischen 2008 und 2010 sank die weltweite Bergwerksförderung um durchschnittlich jährlich 23 % von 1.674 t auf 994 t (Tab. 5). Die Schließung der Bergwerke Greenbushes im Jahr 2005 und Wodgina 2012 beendete die Dominanz Australiens und etablierte die Region der Großen Seen seit 2009 als weltweit wichtigste Förderregion für Tantal.

Die Produktion aus tantalhaltigen Zinnschlacken erreichte 1983 mit 72 % ihren höchsten Anteil an der Weltbergwerksförderung. Aktuell beträgt der Marktanteil für Tantal aus Zinnschlacken rund 9 % an der Weltbergwerksförderung.

### 2.3.1.1 Länderkonzentration und gewichtetes Länderrisiko der Bergwerksförderung

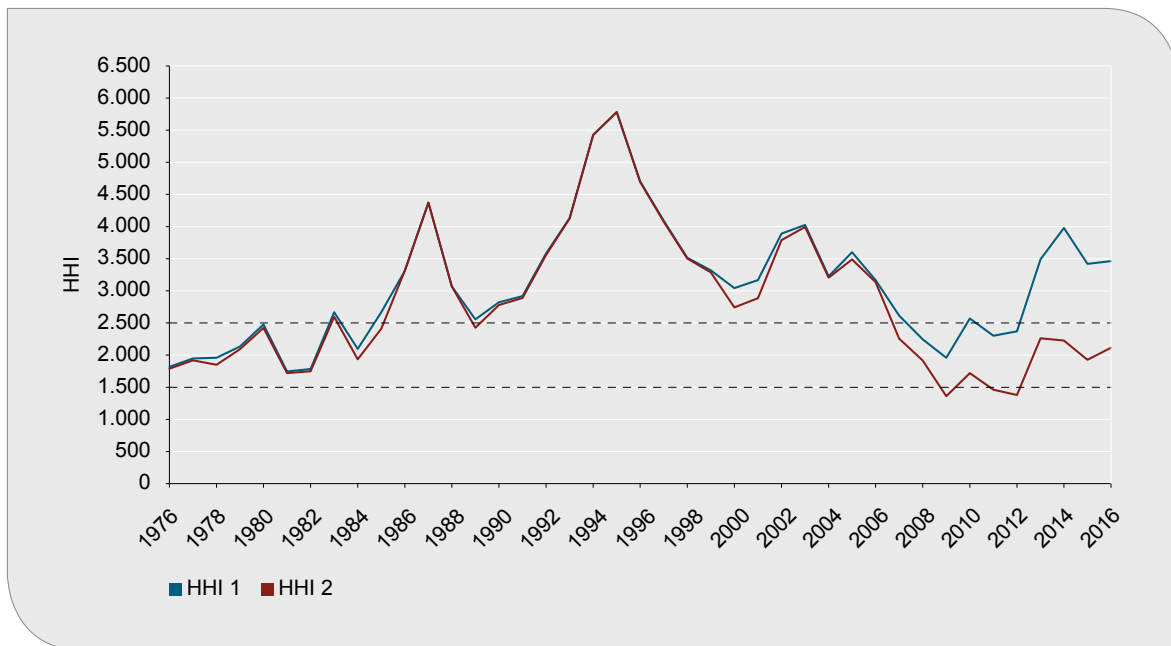
In den vergangenen knapp 20 Jahren haben insbesondere die DR Kongo und Ruanda ihre Förderung stark erhöht und sind in den letzten zehn Jahren zu den aktuell weltgrößten Tantalproduzenten aufgestiegen. Etwa 73 % der Weltbergwerksproduktion kamen 2016 aus den vier größten Bergbauländern DR Kongo, Ruanda, Brasilien und China (Tab. 4).

Diese hohe Länderkonzentration drückt sich auch im Herfindahl-Hirschman-Index (HHI)<sup>1</sup> aus, der im Jahr 2016 mit > 3.400 im bedenklichen Bereich lag.

Abb. 11 stellt die historische Entwicklung des HHI dar. Für die vorliegende Studie wurden die Länder DR Kongo, Ruanda und Burundi als eine zusammengefasste Förderregion (Region der Großen Seen) betrachtet, in Abb. 11 als HHI 1 dargestellt.

Ein Maximum des HHI mit fast 6.000 trat im Jahr 1995 auf, als Australien mit 74 % Weltanteil das mit Abstand bedeutendste Tantalförderland war. Australien dominierte die Weltbergwerksförderung bis 2008 und der HHI lag im bedenklichen Bereich. Mit der steigenden Produktion Afrikas, insbesondere in der DR Kongo und Ruanda in den Jahren 2008–2010, wurde kurzfristig eine mäßig bedenkliche Länderkonzentration der Bergwerksförderung für Tantal erreicht. Mit den Schließungen

<sup>1</sup> Für die Ermittlung des Konzentrationsgrads wird der Herfindahl-Hirschman-Index (HHI) berechnet (s. Anhang). HHI-Werte zwischen 1.500 und 2.500 werden als mäßig risikoreich bewertet, Werte > 2.500 gelten als bedenklich. Diese Einteilung gilt auch für die Firmenkonzentration (U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE 2015).



**Abb. 11: Historische Entwicklung des Herfindahl-Hirschman-Index der Bergwerksförderung von Tantal (HHI 1 = Region der Großen Seen zusammengefasst; HHI 2 = individuelle Förderländer) (BGR 2018).**

bedeutender australischer Bergwerke in den darauffolgenden Jahren erlangte Zentralafrika seine bis heute bestehende vorherrschende Bedeutung in der Bergwerksförderung und der HHI stieg erneut an.

Der HHI auf Länderbasis (in Abb. 11 als HHI 2 dargestellt) bezieht die individuellen Förder- und Exportzahlen Ruandas, Burundis und der DR Kongo mit ein und lag mit 2.115 im Jahr 2016 im mäßig kritischen Bereich. Diese Einschätzung spiegelt jedoch nicht die aktuelle hohe Konzentration der Bergwerksförderung in der Förderregion in der Region der Großen Seen wider.

Das auf den „Worldwide Governance Indicators“ der Weltbank (WORLD BANK 2018) und der Bergwerksförderung basierende gewichtete Länderisiko (GLR, s. Glossar) der Weltbergwerksförderung von Tantal lag 2016 mit einem Wert von  $-0,69$  im kritischen Bereich. Diese Einschätzung basiert auf der Einbeziehung der Länderrisiken der DR Kongo, Ruanda und Burundis als individuelle Werte (Abb. 12).

Für die Bewertung sind insbesondere die hohen Förderanteile der DR Kongo und Ruandas sowie Brasiliens ausschlaggebend. Die DR Kongo wird

mit einem Länderrisikowert von  $-1,56$  als Land mit hohem politischen Risiko eingestuft; die offiziellen Exporte von Tantal der DR Kongo haben mit fast 40 % der Weltbergwerksförderung einen großen Einfluss auf das GLR. Aufgrund negativer Länderrisikobewertungen wirken sich Ruanda ( $-0,05$ ), Brasilien ( $-0,15$ ) und China ( $-0,42$ ) mit zusammen ebenfalls knapp 40 % Anteil an der Weltbergwerksförderung ebenfalls negativ auf das GLR aus.

Gegenüber dem Jahr 2005 (GLR = 0,66) hat sich das gewichtete Länderisiko der Weltbergwerksförderung extrem verschlechtert. Die Länderkonzentration der Weltbergwerksförderung sowie das gewichtete Länderisiko von Tantal liegen im bedenklichen Bereich. Damit ist das geopolitische Risiko der Weltbergwerksförderung insgesamt als stark bedenklich zu bewerten.

Zentralafrika als größte Förderregion gilt als unsichere Lieferregion. Die politischen Entwicklungen in der Region sowie insbesondere in der DR Kongo sollten beobachtet werden, da eine Destabilisierung des Landes Auswirkungen auf die gesamte Region haben kann.

Eine positive Entwicklung hinsichtlich des gewichteten Länderrisikos kann sich durch Australiens

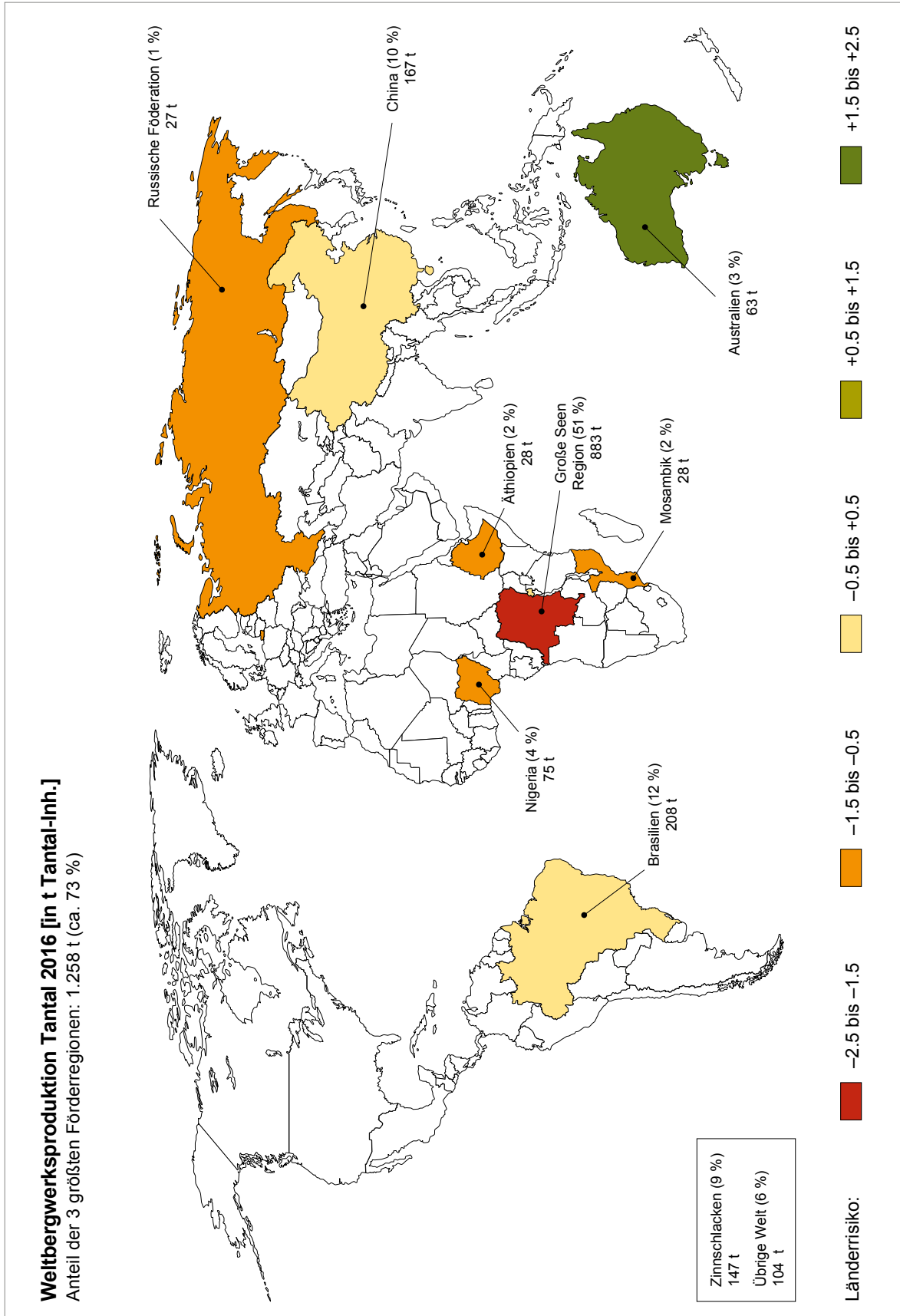


Abb. 12: Länder mit Förderung von Tantal im Jahr 2016 und deren Länderrisiko (BGR 2018, ROSKILL 2017, WORLD BANK 2018).

Potenzial einer Wiederaufnahme der Tantalproduktion ergeben. Australien gilt als sicheres Lieferland, ein Wiedereinstieg des Landes in die Tantalproduktion kann zu einer Verbesserung der aktuell hohen Länderkonzentration und assoziierten geopolitischen Risiken beitragen.

Die erneute Aufnahme bzw. die Steigerung der Tantalfördereraten weiterer afrikanischer Länder wie Simbabwe, Äthiopien, Mosambik und Nigeria kann die Länderkonzentration der Bergwerksförderung verringern. Aufgrund der aktuell mäßig bedenklichen bis kritischen Länderrisiken dieser Länder wären die geopolitischen Risiken dennoch als bedenklich zu werten.

### 2.3.1.2 Förderländer

#### *Region der Großen Seen – DR Kongo, Ruanda und Burundi*

Die Tantalproduktion ist insbesondere in Zentralafrika geprägt durch kurzfristige Steigerungen der Fördereraten als Reaktion auf anziehende Preise. Im Jahr 2000 verzeichnete die vom Krieg zerrütete DR Kongo trotz mangelnder Infrastruktur und ohne funktionierendes Verwaltungswesen Tantalexporte von ca. 133 t Ta-Inh. und stieg vorübergehend zu einem der führenden Tantalproduzenten weltweit auf. In der **DR Kongo** sind vor allem die Lockergesteinslagerstätten in den ostkongolesischen Provinzen Nord-Kivu, Süd-Kivu, Maniema und Tanganyika von Bedeutung für den Artisanal- und Kleinbergbau.

In **Ruanda** gehört Tantal neben Wolfram und Zinn zu den wichtigsten Bergbauprodukten. Der Abbau erfolgt ebenfalls überwiegend im Artisanal- und Kleinbergbau. Bestrebungen, die Effizienz im Tantalabbau zu erhöhen, haben zu einer zunehmenden Reglementierung des ASM-Sektors und zunehmend mechanisierten Abbaumethoden geführt.

Der Anteil **Burundis** an der Weltbergwerksförderung ist aktuell vergleichsweise gering und besteht hauptsächlich aus Tantal als Beiprodukt der artisanalen Zinn- und Wolframproduktion.

#### *Brasilien*

Brasilien ist führender Produzent industriell geförderten Tantals (ROSKILL 2017). Das Land verfügt mit den Bergwerken Mibra und Pitinga über zwei der weltweit größten Tantalbergwerke.

Mibra befindet sich etwa 80 km westlich von São João del Rei im Bundesstaat Minas Gerais und wird von AMG Mineração (AMG Brazil) betrieben, einem Tochterunternehmen des niederländischen Metallurgiekonzerns Advanced Metallurgical Group (AMG), einem der größten Tantalproduzenten weltweit. Die Kapazitäten des Bergwerkes liegen Unternehmensangaben zufolge bei jährlich 111 t Ta-Inh. Ein seit 2013 bestehender Langzeitvertrag über die gesamte Tantalproduktion mit Global Advanced Metals (GAM) wurde Mitte 2017 seitens GAM aufgekündigt. Ende September 2017 gab der Betreiber AMG Mineração die vollständige Reparatur der durch einen Brand im Januar 2017 beschädigten Aufbereitungsanlagen und die Rückkehr zur vollen Produktionskapazität bekannt.

AMG Mineração plant des Weiteren die Aufnahme einer Lithiumproduktion aus bestehenden Tailings, eine Pilotanlage wird seit 2010 betrieben (SCHMIDT 2017). Der Produktionsbeginn ist für Ende 2018 angesetzt.

Das Bergwerk Pitinga im Bundesstaat Amazonas im Nordwesten des Landes wird von Mineração Taboca betrieben, einem Tochterunternehmen des peruanischen Zinnproduzenten Minsur S.A., welches zu 50 % an dem Bergwerk beteiligt ist. In Pitinga werden neben Zinn auch Tantal und Niob abgebaut. Das Bergwerk befindet sich seit 1982 in Produktion. Bis 2006 wurde eine alluviale Seifenlagerstätte abgebaut, seit 2006 konzentriert sich die Förderung auf den Abbau der tieferen Festgesteinslagerstätte Rocha Sã. Die Produktion lag 2016 bei 208 t Ta-Inh. Das geförderte Tantal wird nicht als Konzentrat exportiert, sondern in der brasilianischen Hütte Pirapora zu einer Ferrotantalniob-Legierung (40 % Nb, 7 % Ta) weiterverarbeitet und anschließend exportiert.

In den Bundesstaaten Rio Grande do Norte und Amapá im Nordosten bzw. Norden Brasiliens werden außerdem geringe Mengen Tantal im Kleinbergbau gewonnen. Im Bundesstaat Rondônia, einer Zinnförderregion, wird neben Zinn vor allem Niob artisanal gefördert. Die Produktion für 2016

aus dem Artisanalbergbau Südamerikas wird von ROSKILL (2017) auf 37 t Ta-Inh. geschätzt.

### China

ROSKILL (2017) gibt Chinas Förderzahlen für 2016 mit 167 t Ta-Inh. an; die Produktion stammt wahrscheinlich zum überwiegenden Teil aus den beiden Bergwerken Yichun und Nanping. Produktionszahlen für China liegen erst ab 2008 vor, es ist jedoch von einer Förderung in den beiden Bergwerken seit mindestens den 1980er Jahren auszugehen (USGS versch. Jahre).

Das Bergwerk Yichun befindet sich in der Provinz Jiangxi und ist im Besitz der chinesischen Yichun Tantalum Co Ltd. Der Abbau erfolgt durch Ningxia Non-Ferrous Metals. Die Produktionskapazitäten liegen bei 282 t TaNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (50 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 31 % Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Das Bergwerk Nanping befindet sich in der Provinz Fujian und wird von dem chinesischen Unternehmen Minning Tantalum-Niobium Mining Development betrieben. Die Förderung erfolgt untertage, neben Tantal werden Niob, Zinn, Feldspat und Glimmer abgebaut. Abnehmer der gesamten Tantalproduktion ist die chinesische CNMC Ningxia Orient Group, eines der weltweit größten Verarbeitungsunternehmen von Tantal.

### Nigeria

Die Tantalgewinnung in Nigeria konzentrierte sich in der Vergangenheit auf die Förderung von alluvialen Zinnseifen mit hohen Niobgehalten und relativ geringen Tantalgehalten (KRAUSS et al. 1982). Tantal fiel als Beiprodukt sowie bei der Aufbereitung tantalhaltiger Zinnschlacken an. Aktuell ist der Niobabbau von größerer Bedeutung als der Tantalabbau.

Abbaugelände befinden sich in der Region des Jos-Plateaus im Bundesstaat Plateau sowie in Nasawara, Oyo, Kogi und Kwara. Nigerias Tantalförderung wird für das Jahr 2016 auf 75 t (4 % der Weltbergwerksproduktion) geschätzt (ROSKILL 2017). Die offiziellen Handelszahlen von Nigerias Exportmenge im Vergleich zum Wert lassen vermuten, dass es sich bei dem ausgeführten Material vorrangig um Niobkonzentrate mit geringen Tantalgehalten handelt (s. Kap. 2.6).

### Australien

Das 2016 in Australien geförderte Material stammte ausschließlich aus der Beiproduktgewinnung des Lithiumabbaus in Greenbushes durch Talison Lithium. Mit Greenbushes und Wodgina verfügte Australien in der Vergangenheit über zwei der weltweit größten Tantalbergwerke. Die ausgewiesenen Reserven und Ressourcen beider Lagerstätten gehören weiterhin zu den größten weltweit und könnten den globalen Bedarf bei heutigem Verbrauch über 40 Jahre decken (ROSKILL 2017).

Die Explorations- und Förderlizenzen für Tantal für beide Bergwerke liegen bei Global Advanced Metals (GAM), einem australischen Bergbauunternehmen und weltweit führendem Hersteller von Tantalprodukten. Das Unternehmen fördert derzeit nicht selbst, ist jedoch zu 100 % Abnehmer der Tantalproduktion in Greenbushes.

In Wodgina wird lediglich Lithium durch Mineral Resources gefördert, eine Beiproduktgewinnung von Tantal findet derzeit nicht statt.

### Mosambik

Der Tantalabbau in Mosambik hat mit den industriellen Bergwerken Marropino, Morrúa und Muiane in der Provinz Zambezia sowie dem artisanalen Bergbau eine lange Geschichte. Nach Ende des Bürgerkrieges 1992 wurde die Tantalproduktion wieder aufgenommen und das Land stieg zwischen 2003 und 2013 zu einem bedeutenden Tantalförderer auf (USGS 2017).

Marropino ist seit 2003 im Besitz der Highland African Mining Company (HAMC, hervorgegangen aus Noventa). Die jährliche Produktion betrug 2012 rund 75 t Ta-Inh. Im Jahr 2013 stellte HAMC den Betrieb ein, als Grund gab das Unternehmen hohe Radioaktivitätsgehalte der Konzentrate an, was einen Transport als Gefahrgutklasse-7-zertifiziertes Gefahrgut erforderte. Des Weiteren machten sinkende Tantalgehalte des Erzes sowie eine unzureichende Infrastruktur einen weiteren Betrieb des Bergwerkes unwirtschaftlich. Insbesondere der Transport vom Bergwerk zum Gefahrgutklasse-7-zertifizierten Hafen Walvis Bay in Namibia verteuerte die Konzentrate aus Marropino. ROSKILL (2017) schätzt die Produktion Mosambiks 2016 auf 28 t Ta-Inh. Es ist jedoch unklar, inwieweit Marro-

pino an der Produktion beteiligt ist; das geförderte Material ist wahrscheinlich artisanalen Ursprungs.

### Übrige Welt

In **Namibia** sind Tantalvorkommen insbesondere im Nordwesten und Süden des Landes bekannt. Das Bergwerk Tantalite Valley in der Nähe zur süd-afrikanischen Grenze wurde 2001 nach längerem Hiatus wiedereröffnet und wird aktuell von African Tantalite (AFTAN) betrieben. Unternehmensangaben zufolge erfolgte 2016 eine Lieferung von 1,6 t Tantalkonzentrat an einen Abnahmepartner in Großbritannien (BGR 2018b). Eine etwaige zusätzliche Produktion in Namibia stammt sehr wahrscheinlich aus artisanaler Produktion, verlässliche Zahlen liegen jedoch nicht vor.

In **Äthiopien** ist historisch neben dem artisanalen Tantalabbau die industrielle Förderung von Bedeutung. Das Tantal-Niob-Bergwerk Kenticha in der Verwaltungsregion Oromia wird vom staatlichen Unternehmen Ethiopian Mineral, Petroleum and Biofuel (EMPB) kontrolliert und betrieben. Die jährlichen Förderraten betragen bis 2012 bis zu 90 t Ta-Inh. (ROSKILL 2017). Im Jahr 2012 wurde die Produktion aufgrund hoher Radioaktivitätswerte der Konzentrate heruntergefahren. Der aktuelle Betrieb von Kenticha ist unklar, die Tantalproduktion für 2016 für Äthiopien beläuft sich auf 28 t Ta-Inh. (ROSKILL 2017).

Der artisanale Abbau von Tantal in **Simbabwe** hat wie viele afrikanische Länder ebenfalls eine lange Tradition. Unter anderem sind die Region um Kamativi in der Provinz Matabeleland im Südwesten des Landes und Shamva, Sutswe und Rusambo in der Provinz Mashonaland Central im Nordosten von Harare für den Tantalabbau relevant. Für 2016 liegen keine offiziellen Produktionszahlen vor, seit 2015 verzeichnet Simbabwe keine Tantalexporte. In der Region um Bikita wurden 1911 erstmals Tantal- und Niobvorkommen entdeckt. Bikita Minerals betreibt mit Bikita ein industrielles Bergwerk und fördert seit 1952 Lithiumkonzentrat. Seit Anfang 2017 wird in Bikita Tantal als Beiprodukt gewonnen, über den Landweg nach Beira (Mosambik) transportiert und von dort nach China exportiert.

Die Förderung **Russlands** wird für 2016 mit 33 t Ta-Inh. angegeben (ROSKILL 2017). Die gesamte Produktion stammt aus dem Bergwerk Lovozero

auf der Kola-Halbinsel; Betreiber ist das russische Unternehmen Lovozerskaja GOK. Lovozero ist eine Loparitlagerstätte, Tantal und Niob werden als Beiprodukte des Seltenen-Erden-Abbaus gewonnen. Die durchschnittlichen Erzgehalte liegen bei 0,024 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Das produzierte Konzentrat (0,5–0,8 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) verbleibt im Land und wird an die firmeneigene Solikamsk Magnesium Works (SMW) verkauft.

In Europa erfolgt ein geringer Tantalabbau aktuell in **Frankreich** durch den französischen Bergbaukonzern Imerys als Beiprodukt der Kaolingewinnung. Die jährlichen Tonnagen beliefen sich 2017 auf etwa 100 t Konzentrat (8–2 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, entspricht 6,5–10 t Ta-Inh.).

In **Bolivien, Kolumbien** und **Venezuela** ist von einer artisanalen Gewinnung auszugehen. Der Abbau erfolgt vorrangig für Zinn und Niob und findet insbesondere in den Grenzregionen Kolumbiens und Venezuelas zum brasilianischen Bundesstaat Amazonas statt. Es liegen keine verlässlichen Daten zu Förderraten dieser Länder vor.

### 2.3.2 Weiterverarbeitende Produktion

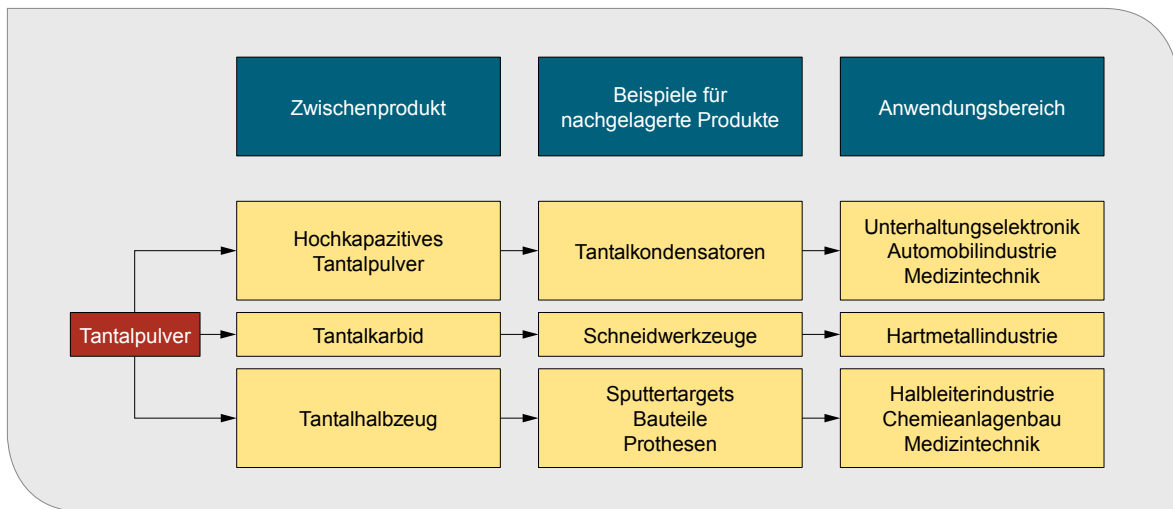
Die Weiterverarbeitung der Konzentrate erfolgt hydrometallurgisch über die Zwischenprodukte Kaliumheptafluorotantalat (K-Salt) und Tantalpentoxid (s. Kap. 1.2.2). K-Salt und Tantalpentoxid sind die Ausgangsstoffe für die Herstellung von Tantalpulver. Tantalpulver bildet das Ausgangsmaterial für eine Reihe von nachgelagerten Produkten für die Weiterverarbeitung in bspw. Turbinenschaukeln, Bauteilen für den Chemieanlagenbau und Tantalcondensatoren (Abb. 13). Da diese Informationen firmenintern gehalten werden, liegen keine Produktionszahlen dieser Ausgangsstoffe vor.

Der Markt der **Tantalverhüttung** wird von wenigen Unternehmen mit Produktionsstätten in einer Reihe von Ländern dominiert. Zu diesen gehören H.C. Starck mit Produktionsstätten in Deutschland, Thailand, Japan und den USA, Global Advanced Metals (GAM) mit Produktionsstandorten in Japan und den USA, Ulba Metallurgical Plant in Kasachstan, NPM Silmet in Estland sowie die chinesische CNMS Ningxia Orient Group, welche zu den größten Tantalproduzenten weltweit zählt (Tab. 6).

**Tab. 6: Tantal produzierende und verarbeitende Unternehmen, zertifiziert nach Responsible Minerals Initiative (Stand Feb. 2018) (Responsible Minerals Initiative (RMI 2018)).**

Firma	Land	Ort	
H.C. Starck	Deutschland	Goslar, Laufenburg	
H.C. Starck	USA	Newton, Massachusetts	
D Block Metals, LCC		Gastona, North Carolina	
Exotech Inc.		Pompano Beach, Florida	
Kemet Blue Powder		Mound House, Nevada	
QuantumClean		Fremont, Kalifornien	
Telex Metals		Croydon, Pennsylvania	
Global Advanced Metals		Boyertown, Pennsylvania	
Global Advanced Metals Aizu		Japan	Aizuwakamatsu, Fukushima
Asaka Riken Co. Ltd.			Tamura, Fukushima
Mitsui Mining and Smelting Co. Ltd.	Omuta, Fukuoka		
Taki Chemical Co. Ltd.	Harima, Hyogo		
H.C. Starck	Thailand	Mito, Ibaraki	
H.C. Starck		Map Ta Phut, Rayong	
LSM Brasil S.A.	Brasilien	São João del Rei, Minas Gerais	
Mineracao Taboca		Presidente Figueiredo, Amazonas	
Resind Industria e Comercio Ltda.		São João del Rei, Minas Gerais	
Solikamsk Magnesium Works OAO	Russland	Solikamsk, Perm	
Ulba Metallurgical Plant JSC	Kasachstan	Ust-Kamenogorsk	
NPM Silmet AS	Estland	Sillamäe, Ida-Virumaa	
Power Resources Ltd.	Mazedonien	Skopje	
Metallurgical Products India pvt. Ltd.	Indien	Distrikt Raigad, Maharashtra	
KEMET Blue Metals	Mexiko	Matamoros, Tamaulipas	
CNMC Ningxia Orient Group	China	Shizuishan, Ningxia	
F & X Electro-Materials Ltd		Jiangmen, Guangdong	
Guangdong Zhiyuan New Material Co. Ltd.		Yingde, Guangdong	
Guangdong Rising Rare Metals-EO Materials		Congshua, Guangdong	
XinXing HaoRong Electronic Material Co. Ltd.		YunFu, Guangdong	
Hengyang King Xing Lifeng New Materials Co. Ltd.		Hengyang, Hunan	
Changsha South Tantalum Niobium Co. Ltd.		Changsha, Hunan	
FIR Metals & Resource Ltd.		Zhuzhou, Hunan	
RFH Tantalum Smeltery Co. / Yanling Jincheng Tantalum & Niobium		Zhuzhou, Hunan	
Jiuiang Zhongao Tantalum & Niobium Co. Ltd.		Jiujiang, Jiangxi	
King-Tan Tantalum Industry Ltd		Yifeng, Jiangxi	
JiuJiang JinXin Nonferrous Metals		Jiujiang, Jiangxi	
Jiangxi Dinghai Tantalum & Niobium Co. Ltd.		Fengxin, Jiangxi	
Jiangxi Tuohong New Raw Material		Yi Chun, Jiangxi	
Jiujiang Janny New Material Co. Ltd.		Jiujiang, Jiangxi	
Yichun Jin Yan Rare Metal Co. Ltd.		Yichun, Jiangxi	
JiuJian Tanbre Co. Ltd.		Jiujiang, Jiangxi	





**Abb. 13: Beispiele nachgelagerter Produkte in der Wertschöpfungskette von Tantal.**

Beispiele nachgelagerter Produkte der Tantalwertschöpfungskette sind in Abb. 13 dargestellt. Die Herstellung von **Tantalkondensatoren** erfolgt aus Tantalpulver und -drähten und ist in Asien konzentriert (Tab. 7). Ähnlich den Tantalhütten dominieren einige wenige Unternehmen mit Produktionsstandorten in einer Reihe von Ländern den Markt. In den vergangenen Jahren haben Bestrebungen dieser Unternehmen zur Sicherung der Rohstoffversorgung mit Tantal zu einer zunehmenden Rückwärtsintegration durch Firmenzusammenschlüsse bzw. Übernahmen geführt. Eine große Bedeutung für den globalen Tantalmarkt nimmt zusätzlich die Lagerhaltung dieser Unternehmen ein.

Die Produktion von **Superlegierungen** ist vor allem in Europa und den USA konzentriert (Tab. 8). Die Unternehmen produzieren Legierungen nach eigenen Spezifikationen oder erwerben Lizenzen für firmenfremde Patente. Das Hauptanwendungsgebiet für Superlegierungen sind die Luftfahrtindustrie und die Energieindustrie; die weltweit führenden Unternehmen für Turbinen und Motoren für den Flugzeugbau und die Energieerzeugung wie bspw. General Electric, Pratt & Whitney und GE Energy (USA), Snecma (Frankreich), Rolls Royce (Großbritannien) sowie MTU, Siemens und MAN Diesel & Turbo (Deutschland) sind ebenfalls vorrangig in Europa bzw. Nordamerika ansässig.

**Tab. 7: Führende Tantalkondensatorenhersteller weltweit.**

Firma	Produktionsstätten
Kemet/NEC Tokin	Japan, China, Mexiko, Thailand, USA
AVX	Japan, China, El Salvador, Großbritannien, Tschechien, USA
Vishay	Japan, China, Taiwan, Israel, USA
Panasonic	Japan, China, Indonesien
Samsung	Südkorea, Philippinen
ROHM	Japan, Thailand
Matsuo Denki	Japan

**Tab. 8: Führende Hersteller von Superlegierungen in Europa.**

Firma	Produktionsstätten
Alcoa Howmet Exeter	Großbritannien
Caledonian Alloys	Großbritannien
Doncasters	Großbritannien
Firth Rixon	Großbritannien
Ross & Catherall Ltd.	Großbritannien
Aperam Alloys Imphy	Frankreich
Aubert & Duval (Eramet)	Frankreich
Böhler Edelstahl	Österreich
Foroni	Italien
Outokumpu VDM	Deutschland
Volvo Aero Corporation	Schweden

### 2.3.3 Recycling

Aktuell basieren rund 30 % des weltweiten Tantalangebotes auf Recycling (ROSKILL 2017). Den größten Anteil bilden relativ sortenreine **Neu- bzw. Prozessschrotte** wie Produktionsabfälle, nicht spezifikationsgerechte Materialien (bspw. Kondensatorenfehlchargen), bei der Aufbereitung anfallende Schlämme und Ofenrückstände sowie Bleche, Späne, Drahtreste etc.

Die Herstellung von insbesondere Tantalkondensatorpulver, aber auch Halbzeug zur Fertigung von Komponenten für den Anlagenbau erfolgt kundenspezifisch und über eine Reihe von maßgeschneiderten Prozessschritten. Die Komplexität der Fertigung und die hohe Anzahl verschiedener Herstellungsschritte bis zum fertigen Produkt führen zu Produktionsverlusten und Rückständen. Dabei anfallende Prozessschrotte müssen für das Recycling, mit Ausnahme schmelzmetallurgischer Produkte, den gesamten Materialkreislauf erneut durchlaufen. Fortschreitende Technologieentwicklungen insbesondere für Kondensatoren sehen stetige Prozessentwicklungen voraus, was entsprechende Prozessanpassungen voraussetzt. Dies hat zur Folge, dass über Jahre gereifte und perfektionierte Herstellungsprozesse in diesem Marktsegment die Ausnahme sind.

Nach Ablauf ihrer Nutzungsdauer lassen sich vor allem Sputtertargets, insbesondere aus der Halbleiterindustrie, sowie Komponenten und Bauteile aus dem Anlagenbau gut sammeln und recyceln. Aufgrund eines zunehmenden Verbrauches von Tantal durch den Anwendungsbereich der Sputtertargets ist von einer steigenden externen Recyclingquote in diesem Marktsegment auszugehen.

Der Recyclinganteil von Tantal aus Superlegierungen ist aufgrund des steigenden Bedarfes in diesem Marktsegment ebenfalls von zunehmender Bedeutung. Es liegen keine offiziellen Zahlen zu Recyclingraten vor; laut ROSKILL (2017) haben sich die Kapazitäten zum Recycling von Superlegierungen seit 2008 möglicherweise verdoppelt. Insbesondere Turbinenschaufeln, ein wichtiges Anwendungsfeld für tantalhaltige Superlegierungen, werden zunehmend recycelt oder stellen in Form von Lagerhaltung und späterer erneuter Zuführung zum Materialkreislauf eine weitere sekundäre Tantalquelle dar. In den Handelsstatistiken werden Schrotte aus Superlegierungen als Nickelschrotte

deklariert. Es ist jedoch davon auszugehen, dass Tantal als Teil der Wiederaufbereitung zurückgewonnen wird (ROSKILL 2017).

Tantalkarbide aus der Hartmetallindustrie werden ebenfalls zunehmend recycelt, was zu einem insgesamt sinkenden Tantalprimärbedarf in diesem Marktsegment führt.

Das Recycling von Tantal aus Altschrotten von bspw. Elektrogeräten wie Tantalkondensatoren in Mobiltelefonen ist aufgrund der starken Verdünnung des Materials aktuell nicht wirtschaftlich umsetzbar. Die Herausforderungen für eine höhere Recyclingquote in diesem Marktsegment liegen insbesondere in niedrigen Sammelraten sowie Prozessentwicklungen zur wirtschaftlichen Rohstoffrückgewinnung.

Die UNEP (2011) schätzt den Sekundäranteil an der gesamten Metallproduktion (Recycled Content, RC) und den Anteil des Altschrotts am Gesamtschrott (Old Scrap Ratio, OSR) auf jeweils 1–10 %. Entsprechend niedrig ist die Recyclingrate von Schrott aus Altprodukten (End-of-Life-Recyclingrate), die von der UNEP (2011) auf < 1 % geschätzt wird.

### 2.3.4 Lagerhaltung

Lagerhaltung spielt für Tantal entlang der gesamten Wertschöpfungskette eine wesentliche Rolle. Zur Lagerhaltung von Tantal bei Unternehmen und staatlichen Institutionen liegen allerdings keine ausreichenden Informationen vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Primärproduzenten gewisse Lagerbestände besitzen, um eine schwankende Förderung zu kompensieren und eine kontinuierliche Weiterverarbeitung entlang der Wertschöpfungskette zu garantieren. Die betriebliche Lagerhaltung richtet sich nach der aktuellen Preisentwicklung und hat ihren Ursprung Anfang der 2000er Jahre, als in Folge des Dot-Com-Booms der Preis für Tantal innerhalb weniger Monate stark anstieg (s. Kap. 2.2). Informationen zu Lagerbeständen werden firmenintern gehalten, sodass keine verlässliche Daten vorliegen. Unterschiedliche Quellen schätzen die Vorratshaltung verarbeitender Unternehmen auf bis zu einem Jahr ihres Tantalbedarfs (ROSKILL 2017).

In der Vergangenheit trugen insbesondere Verkäufe aus dem Defense National Stockpile Centre (DNSC) der US-Regierung maßgeblich zum globalen Angebot bei. Die Bestände wurden während des Kalten Krieges aus Sorge vor einer Verknappung aufgebaut und erreichten ihren Höchststand Anfang der 2000er Jahre. Zwischen 2001 und 2006 waren die strategischen Bestände die zweitwichtigste Lieferquelle für Tantal. Ab 2008 hat eine veränderte strategische Ausrichtung der Defense Logistics Agency einen sukzessiven Ausverkauf und somit die Erschöpfung der gehaltenen Tantalvorräte zur Folge.

## 2.4 Nachfrage

Im Jahr 2016 lag die Tantalnachfrage bei 1.894 t Ta-Inh. Gegenüber der Nachfrage von 1.630 t Ta-Inh. im Jahr 2005 ist dies ein Zuwachs von jährlich 1,4 % (ROSKILL 2017).

Der globale Bedarf an Tantal erreichte im Jahr 2008 mit knapp 1.900 t seinen vorläufigen historischen Höchststand, bevor die globale Wirtschaftskrise im Folgejahr zu einem Rückgang von etwa 40 % führte. Besonders stark betroffen war der Anwendungsbereich der Karbide mit rund 49 % Nachfragerückgang. Im Hauptanwendungsgebiet der Elektroindustrie ging die Tantalnachfrage zwischen 2008 und 2009 um knapp 43 % zurück.

Die Nachfrage erholte sich 2010 in allen Segmenten relativ schnell und befindet sich nach einer Phase der Stagnation seit 2014 im Auftrieb (Abb. 14).

Den größten Anteil am Gesamtbedarf stellte 2016 mit rund 930 t nach wie vor die Elektroindustrie, in der Tantal insbesondere in Kondensatoren und Sputtertargets Verwendung findet. Insgesamt ist der Bedarf an Tantal in der Elektroindustrie rückläufig. Zwischen 2005 und 2016 sank die Nachfrage aus diesem Sektor um insgesamt durchschnittlich 0,05 % pro Jahr, wobei die verschiedenen Marktsegmente gegenläufigen Trends folgen. Während die Nachfrage für die Herstellung von Tantalkondensatoren in diesem Zeitraum von 755 t um durchschnittlich 1,9 % pro Jahr auf 612 t sank, ist die Nachfrage nach Tantal für die Verwendung von Sputtertargets von 180 t (2005) auf 318 t (2016) um 5,3 % pro Jahr gestiegen (ROSKILL 2017).

Die Gründe hierfür sind vielschichtig und differenziert zu betrachten. Die zunehmende Miniaturisierung in der Elektroindustrie führte zu einem zu der Entwicklung von Kondensatoren mit zunehmend höheren Kapazitäten bei gleichzeitig sinkender Bauteilgröße. Zum anderen haben Technologieentwicklungen bei sowohl der Herstellung von Kondensatorpulvern als auch der Fertigung von Kondensatoren zu einer effizienteren Nutzung des Rohstoffes Tantal geführt (TIC 1998). Des Weiteren sieht sich Tantal weiterhin Substitutionsbemühungen durch andere Kondensatortypen ausgesetzt. Insbesondere Vielschicht-Keramikkondensatoren (MLCC), aber auch Aluminium- und Niobkondensatoren können Tantalkondensatoren in einer Reihe von Anwendungen ersetzen (ROSKILL 2017, TIC 1998).

Im Bereich der Sputtertargets ist der Anwendungsbereich breit gefächert; sie werden vor allem in der Herstellung von Flash-Speichermedien, Flachbildschirmen und in der Halbleiterindustrie eingesetzt. Die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten haben in der Vergangenheit zu einem steigenden Bedarf geführt. Der Verbrauch durch die Halbleiterindustrie verzeichnet nach wie vor den größten Bedarf.

Der Anteil am Tantalbedarf für Superlegierungen ist seit 2005 um jährlich durchschnittlich rund 4,2 % gestiegen; diese Zuwachsraten sind auch in Zukunft auf diesem Sektor zu erwarten. Die Nachfrage lag 2016 mit 275 t Ta um das rund 1,5-Fache höher als 2005 (180 t). Den größten Bedarf für Tantal in Superlegierungen haben die Luftfahrt- und die Energieindustrie, wobei eine wachsende Nachfrage insbesondere aus der Luftfahrtindustrie zu erwarten ist.

Rund 532 t wurden 2016 auf die Produktion chemischer Produkte, Halbzeuge und Karbide verwendet. Chemische Produkte haben einen breit gefächerten Anwendungsbereich. In der Elektroindustrie werden sie bspw. direkt in der Herstellung von Kameralinsen eingesetzt. Von größerer Bedeutung sind chemische Produkte allerdings für die Produktion von nachgelagerten Produkten wie Halbzeugen und Karbiden, Kondensatoren und als Additiv in Superlegierungen.

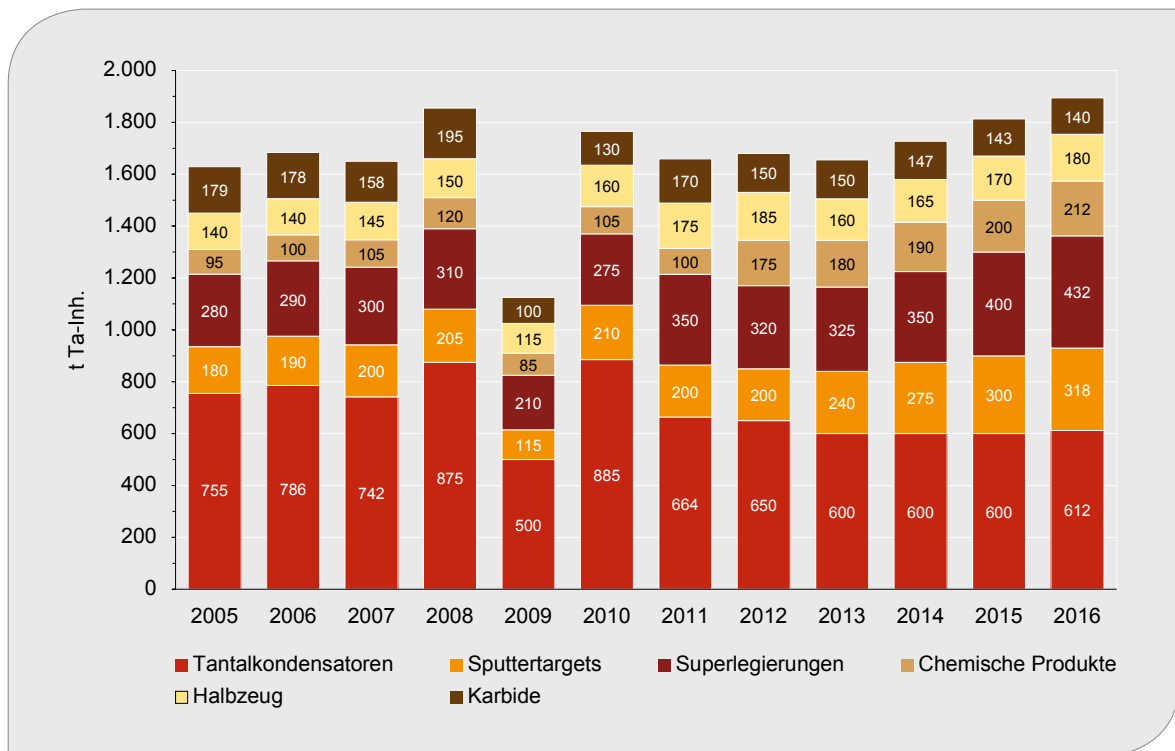


Abb. 14: Entwicklung der globalen Tantalnachfrage 2005–2016 nach Hauptanwendungsgebieten (modifiziert nach ROSKILL 2017).

## 2.5 Derzeitige Marktdeckung

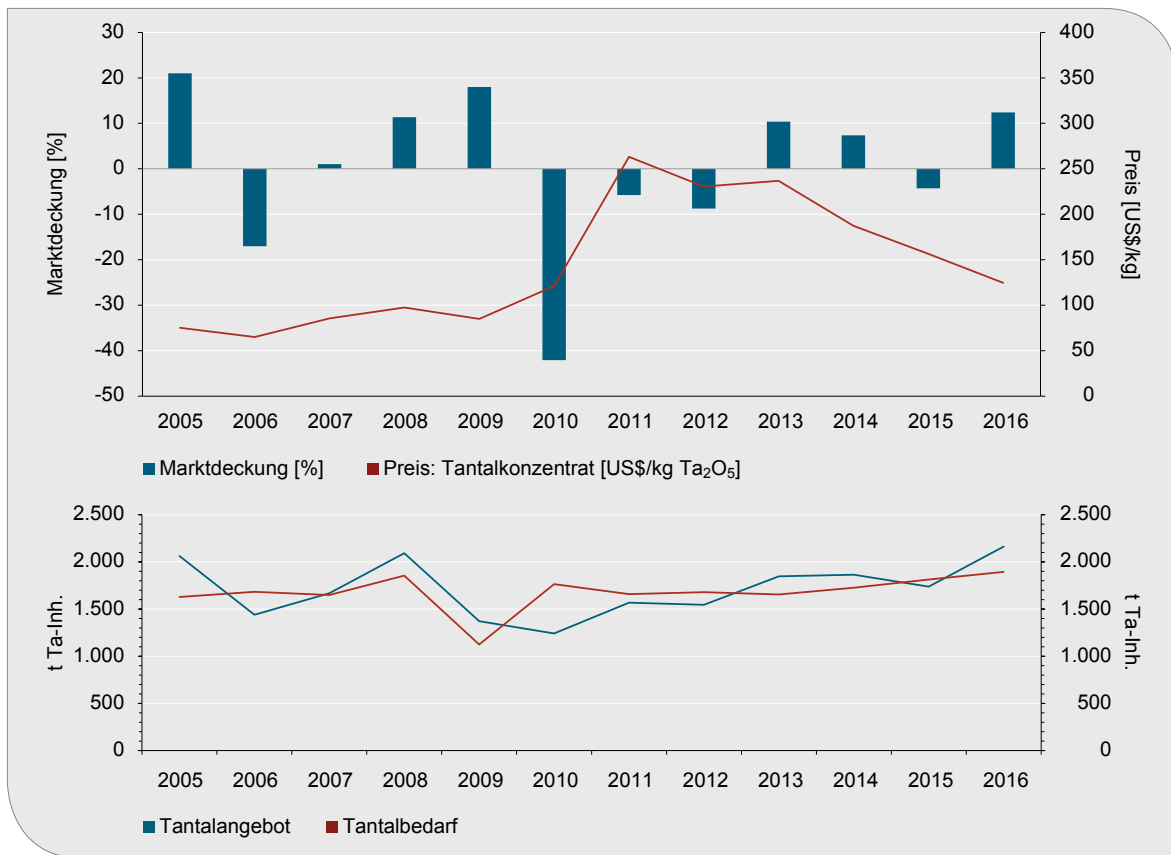
Aus der Differenz von Angebot und Nachfrage ergibt sich die Marktdeckung für Tantal. Marktüberschüsse bzw. -defizite werden ins Verhältnis zum Angebot gesetzt und in Prozent angegeben. Das Angebot ergibt sich aus der Bergwerksförderung, dem Angebot aus Zinnschlacken und Recycling, die Nachfrage basiert auf Daten von ROSKILL (2017).

Historisch betrachtet befindet sich der Markt für Tantal in einem Wechselspiel zwischen Überschuss und Defizit (Abb. 15). Die positive Markt-bilanz im Jahr 2005 ist begründet durch eine unverändert hohe Bergwerksproduktion als Reaktion auf extreme Preisspitzen in den Jahren 2000 und 2001. Ein anschließend dauerhaft niedriger Tantalpreis führte u. a. zu Schließungen industrieller Bergwerke in Kanada und Australien. Das Tantalangebot ging zurück, was zu einem Marktdefizit von 17 % (245 t Ta-Inh.) führte. Kurzfristige Produktionssteigerungen im Artisanal- und Kleinbergbau fingen dieses Defizit auf. Insbesondere Ruanda, Nigeria und die DR Kongo erhöhten ihre Produktion und der Markt befand sich bereits 2007 erneut in einem leichten Überschuss.

Bedingt durch die Weltwirtschaftskrise verzeichnete der Markt im Jahr 2009 einen Einbruch sowohl in der Nachfrage nach Tantal als auch in der Bergwerksförderung. Die industrielle Tantalproduktion Australiens und Kanadas wurde fast komplett eingestellt, die brasilianischen Bergwerke fuhren ihre Kapazitäten zum Teil deutlich zurück. Die Nachfrage wurde erstmals überwiegend durch die Tantalförderung in Afrika gedeckt. Während sich die Nachfrage bereits 2010 auf das vorherige Niveau erholte, bedeuteten die Schließungen der industriellen Bergwerke ein Marktdefizit von über 40 % (–523 t Ta-Inh.).

In den Folgejahren steigerten insbesondere Ruanda und die DR Kongo sowie in geringem Maße Nigeria ihre Produktionen; der Markt schwankte in diesen Jahren zwischen geringen Produktionsüberschüssen bzw. -defiziten.

Im Jahr 2016 lag der Angebotsüberschuss bei knapp 268 t (12 %). Basierend auf diesen Annahmen ist die Marktdeckung für das Jahr 2016 als unbedenklich zu bewerten.



**Abb. 15: Angebot und Nachfrage, Marktdeckung: Entwicklung von Angebot (Bergwerksförderung, Zinnschlacken und Recycling) und Nachfrage zwischen 2005 und 2016 (BGR 2018, ROSKILL 2017).**

Eine betriebliche Lagerhaltung sowie eine Vorratshaltung auf Staatsebene stellen ein zusätzliches Angebot dar. Es ist davon auszugehen, dass Lagerhaltung entlang der gesamten Wertschöpfungskette für Tantal die Marktdeckung positiv beeinflusst und Versorgungsdefizite durch Materialzuflüsse aus Vorratshaltung gedeckt bzw. Lagerbestände in Zeiten von Versorgungsüberschüssen aufgebaut werden.

## 2.6 Globaler Handel

Neben tantalhaltigen Erzen bzw. Konzentraten wird Tantal weltweit in Form von Metall (Barren, Stangen, Pulver), tantalhaltigen Abfällen und Schrotten sowie Chemikalien gehandelt. Daten zu diesen Waren und dem entsprechenden globalen Handel liegen in eingeschränkter Form für die in Tab. 9 aufgeführten Spezifikationen vor.

**Tab. 9: Warengruppen nach dem Harmonized System (HS) der Weltzollorganisation (WCO 2016) für Tantal und Tantalprodukte (GTIS 2018).**

Handelsname	HS-Code
Tantalhaltige Erze und Konzentrate	2615.90 <sup>1</sup>
Tantaloxide	2825.90 <sup>2</sup>
Tantal in Rohform, einschließlich gesinterte Stangen „Stäbe“, Pulver aus Tantal	8103.20 <sup>3</sup>
Abfälle und Schrott (exklusive tantalhaltige Aschen und Rückstände)	8103.30 <sup>3</sup>
Waren aus Tantal (a. n. g.)	8103.90 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Die Warengruppe 2615.90 enthält neben tantalhaltigen Erzen noch niob- und vanadiumhaltige Erze bzw. deren Konzentrate;

<sup>2</sup> diese Warengruppe umfasst sechs weitere Untergruppen, von denen eine neben Tantaloxiden weitere nicht näher differenzierbare Produkte enthält

<sup>3</sup> zusammengefasst unter der HS-Position 8103.

Prinzipiell gilt es zu bemerken, dass die Datenverfügbarkeit und deren Qualität stark eingeschränkt sind. Die Ursachen hierfür sind vielschichtig und sollen im Folgenden anhand einzelner Warengruppen erläutert werden.

Tantalhaltige Erze bzw. deren Konzentrate werden zusammen mit niob- und vanadiumhaltigen Erzen bzw. deren Konzentraten in der HS-Position 2615.90 geführt. Nur wenige Länder wie bspw. Australien, Kanada, Thailand und die USA geben spezifische Warencodes auf Länderebene zu tantalhaltigen Erzen bzw. Konzentraten an. Daher ist eine vollständige Einzelbetrachtung des Handels nur eingeschränkt möglich bzw. fehlerbehaftet. Hinzu kommt, dass der überwiegende Teil der Länder, die Tantalbergbau betreiben, keine Exportdaten veröffentlichen. Die Exporte dieser Länder müssen daher über den Import der entsprechenden Partnerländer abgeleitet werden (s. Glossar). Weiterhin ist festzustellen, dass die identifizierten Lieferländer nicht zwangsläufig die tatsächlichen Länder darstellen, in denen Tantal gewonnen wurde. Dies betrifft vor allem Länder in Zentralafrika. Über den Warenwert der Exporte pro Tonne eines Landes sind näherungsweise Aussagen über den Tantalinhalt möglich.

Der Handel von Tantal in oxidischer Form kann aufgrund fehlender länderspezifischer Warencodes nicht betrachtet werden. Dieses Produkt wird zusammen mit Basen, Metalloxiden und -hydroxiden in der Untergruppe 2825.90.85 der HS-Position 2825.90 geführt.

Die HS-Position 8103 enthält die drei Tantal-spezifischen Untergruppen 8103.20, 8103.30 und 8103.90. Bei diesen Untergruppen handelt es sich jeweils um Produktkörbe, die ihrerseits mehrere unterschiedliche Tantalprodukte enthalten können. Da aber nicht alle Länder warenspezifische Codes ausweisen, ist der Handel dieser einzelnen Produkte (z. B. Stangen, Stäbe, Pulver) nicht nachvollziehbar.

Als Beispiel sei die Warengruppe 8103.20 genannt. Der größte Exporteur, die USA, weisen in dieser Gruppe die Produkte „Tantalum Powders“ (8103.20.00.30) und „Tantalum Bars and Rods“ (8103.20.00.90) aus. Der zweitgrößte Exporteur (Thailand) fasst diese beiden Produkte jedoch unter 8103.20 zusammen. China als drittgrößter Exporteur trennt wiederum in „Tantalum Powders

with a Density of 2,2 g/cm<sup>3</sup>“ (8103.20.11), „Other Tantalum Powders“ (8103.20.19) und „Tantalum Bars and Rods“ (8103.20.90). Somit ist theoretisch nur die Betrachtung der HS-Warengruppe 8103.20 möglich. Die gleiche Problematik betrifft auch die Warengruppen 8103.30 und 8103.90.

Erschwerend kommt hinzu, dass einzelne Produkte der Position 8103 vermutlich in falschen Untergruppen gemeldet werden, um möglicherweise Import- bzw. Exportzölle zu umgehen. Als Beispiele seien hier tantalhaltige Schrotte genannt. Die USA meldeten im Jahr 2016 bspw. Importe in Höhe von etwa 60 t aus China. China meldete jedoch keine Exporte, da hierauf eine Exportsteuer von 10 % entfällt (ROSKILL 2017). In den USA fallen hingegen keine Importzölle auf solche Schrotte an, jedoch auf Tantal in metallischer Form.

Zusätzlich kommt es zu Re-Exporten und Warenverschiebungen innerhalb von global agierenden Unternehmen, bspw. H.C. Stark und GAM als wichtige Produzenten.

Aus den genannten Gründen ist die Einzelbetrachtung der Warengruppen 8103.20, 8103.30 und 8103.90 nicht sinnvoll. Im Folgenden wird daher die zusammengefasste HS-Position 8103 betrachtet. Die Berechnung der Nettoexporte (s. Glossar) ist für diese HS-Position nicht sinnvoll, da die genauen Mengen an spezifischen Importen und Exporten einzelner Produkte in diesem Warenkorb nicht bekannt sind. Die ermittelten Nettoexporte eines Landes würden daher ein falsches Bild der jeweiligen Warenströme abgeben.

Ausgenommen hiervon sind die ermittelten Handelsdaten zu tantalhaltigen Erzen bzw. Konzentraten, da keines der identifizierten Länder als Importeur auftrat und die ermittelten Daten somit als Nettoexporte interpretiert werden können.

### 2.6.1 Globale Exporte tantalhaltiger Erze und Konzentrate

Im Jahr 2016 wurden weltweit rund 9.600 t tantal-, niob- und vanadiumhaltige Erze und Konzentrate (Warengruppe der HS-Position 2615.90) exportiert. Die weltweiten Importe betragen ca. 10.604 t. Keines der als Exporteure identifizierten Länder importierte 2016 Produkte dieser Warengruppe.

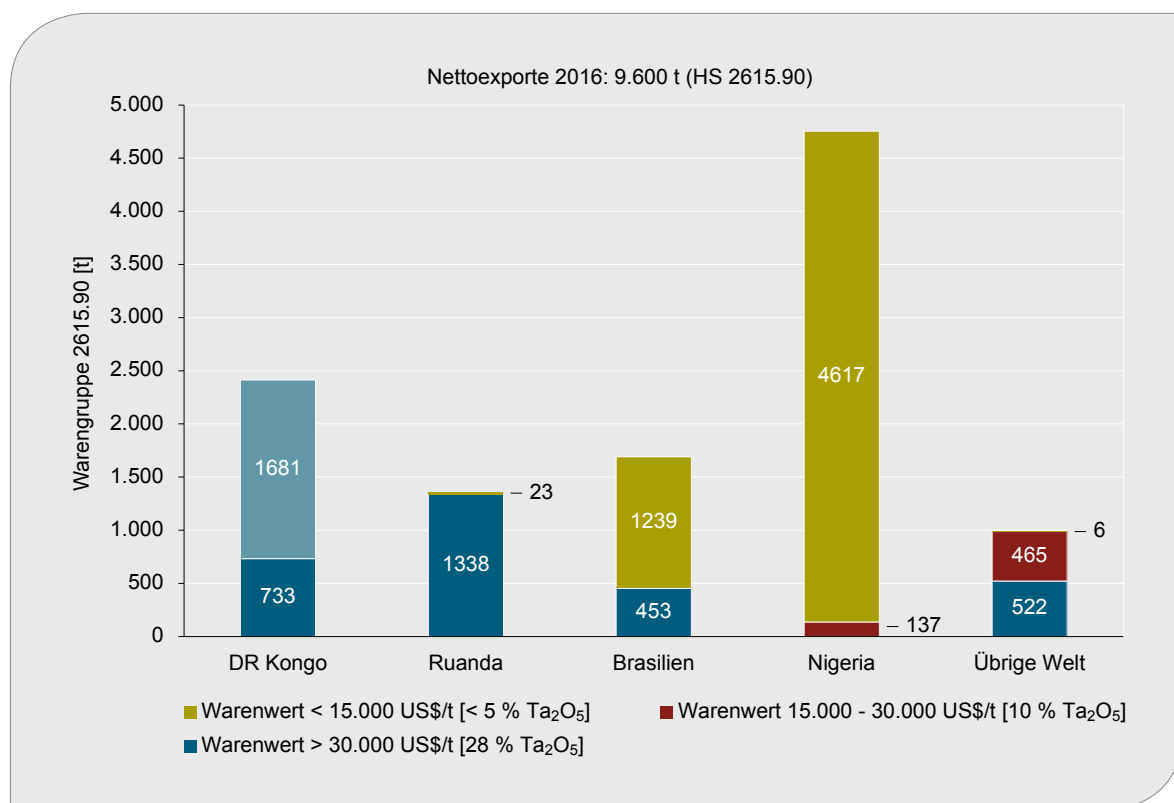
Die ermittelten Exporte können daher als Nettoexporte ( $NX > 0$ ) (s. Glossar) bezeichnet werden.

Basierend auf den jeweiligen Tonnagen und dem entsprechenden Warenwert können Rückschlüsse auf den  $Ta_2O_5$ -Gehalt gezogen werden. Bei Warenwerten ab 30.000 US\$/t wird von einem  $Ta_2O_5$ -Gehalt von ca. 28 % ausgegangen. Liegen die Warenwerte zwischen 30.000 und 15.000 US\$/t werden Gehalte von ca. 10 %  $Ta_2O_5$  angenommen. Bei noch geringeren Warenwerten wird von Gehalten  $< 5\%$  ausgegangen. Von den angegebenen Exporteuren der Warengruppe 2615.90 fördert lediglich Brasilien Vanadium, es findet jedoch bereits im Land eine Weiterverarbeitung zu Vanadiumpentoxid statt. Vanadium als Bestandteil der Gesamtexporte der Warengruppe 2615.90 kann somit für die betrachteten Länder ausgeschlossen werden.

Nach dieser Interpretation waren die drei größten Nettoexporteure von tantalhaltigen Erzen und Konzentraten im Jahr 2016 die DR Kongo, Ruanda und Brasilien (Abb. 16).

Bei den Ländern Ruanda und DR Kongo kann aufgrund der hohen Warenwerte von  $> 30.000$  US\$/t davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem exportierten Material vollständig um Tantalkonzentrat handelt. Zielländer für Ruandas Exporte waren 2016 überwiegend China (713 t, 52 %) gefolgt von Thailand (380 t, 28 %) und Japan (131 t, 10 %). Rund 11 % fielen auf Exporte nach Kasachstan, in die USA, Mexiko und Tschechien (GTIS 2018)

Die aus den Importen abgeleiteten Exporte der DR Kongo von 733 t weisen gegenüber den offiziellen Exporten von 2.414 t des kongolesischen Bergbauministeriums eine erhebliche Diskrepanz



**Abb. 16: Nettoexporte von tantal-, niob- und vanadiumhaltigen Erzen und Konzentraten 2016 (GTIS 2018, MINISTÈRE DES MINES DRC 2017). Die über Reimporte ermittelten Ausfuhrmengen der DR Kongo weisen gegenüber den offiziellen Exportzahlen des kongolesischen Bergbauministeriums eine Diskrepanz auf, was auf Fehldeklarationen bzw. einen Sperrvermerk hinweisen kann. Unter Einbeziehung der Daten des kongolesischen Bergbauministeriums aus dem Jahr 2016 waren die drei größten Exporteure von Tantalerzen- und konzentraten demnach die DR Kongo, gefolgt von Ruanda und Brasilien.**

auf und reflektieren nicht die aktuelle Situation der DR Kongo als bedeutendstes Tantalförderland. Die offiziellen Exportangaben des Landes durch das kongolesische Bergbauministerium sowie die Handelsdaten der kommerziellen Datenbank GTIS (2018) sind in Abb. 16 gemeinsam dargestellt. Die widersprüchlichen Angaben können auf Fehldekloration des exportierten Materials bzw. Sperrvermerke durch aus der DR Kongo importierende Unternehmen hindeuten (s. Kap. 2.6.2).

Die in GTIS (2018) angegebenen Exporte der DR Kongo aus dem Jahr 2016 gingen überwiegend nach China (425 t, 58 %), gefolgt von Kasachstan (225 t, 31 %) und den USA (83 t, 11 %). Das kongolesische Bergbauministerium gibt lediglich die Exportmenge an, Informationen zu importierenden Ländern werden nicht angegeben.

Brasilien nimmt eine Sonderstellung ein; das Land verfügt neben zwei Tantalbergwerken und einer artisanalen Produktion auch über eine weiterverarbeitende Industrie. Das geförderte Tantal ist somit nicht ausschließlich für den Export bestimmt. Des Weiteren ist Brasilien mit Abstand größter Niobproduzent, was eine genaue Betrachtung der Warengruppe 2615.90 erschwert. Im Jahr 2016 exportierte Brasilien, abgeleitet aus globalen Importen, rund 1.700 t tantal-, niob- und vanadiumhaltige Erze und Konzentrate. Davon entfielen rund 450 t (27 %) auf Exporte in die USA mit einem Warenwert von knapp 60.000 US\$/t. Der hohe Wert lässt auf Tantalerze und -konzentrate schließen. Die USA als Zielland lassen auf das Bergwerk Mibra schließen, betrieben von AMG Brazil, einem Tochterunternehmen des niederländischen Metallurgiekonzerns Advanced Metallurgical Group (AMG), welcher in den USA Produktionsstätten unterhält. Die verbleibenden 75 % der angegebenen Exporte entfielen zum überwiegenden Teil auf China, Taiwan, Estland und Thailand. Warenwerte < 15.000 US\$/t legen nahe, dass es sich bei diesem Material um Nioberze und -konzentrate handelt.

Die aus Importen abgeleiteten Exporte Nigerias betragen 2016 knapp 4.700 t der Warengruppe 2615.90. Der Großteil (3.100 t bzw. 88 %) entfiel auf Exporte nach China. Aufgrund von Warenwerten < 15.000 US\$/t handelte es sich bei diesen Lieferungen wahrscheinlich um Niobkonzentrate. Nigeria hat einen bedeutenden Artisanal- und Kleinbergbausektor, die Produktion ist jedoch

anders als in Ruanda und der DR Kongo auf Niob konzentriert. Weitere Exporte gingen nach Estland (415 T, 9 %) und Indien (137 t, 3 %). Bei den geringfügig höheren Warenwerten von knapp 16.000 US\$/t handelt es sich bei letzteren vermutlich um niedrighaltige Tantalkonzentrate.

Untergeordnete Mengen der Warengruppe 2615.90 wurden 2016 von Äthiopien, Mosambik, Sierra Leone, Republik Kongo, Burundi, Uganda, Venezuela und Australien exportiert und sind in Abb. 16 in der Kategorie „Übrige Welt“ zusammengefasst.

Die mithilfe des Herfindahl-Hirschman-Index (HHI) berechnete Länderkonzentration der Nettoexporte mit einem Warenwert > 30.000 US\$/t lag im Jahr 2016 mit einem Wert von 2.835 im bedenklichen Bereich. Das gewichtete Länderrisiko ist mit einem Wert von -0,57 ebenfalls als bedenklich zu bewerten. Vor allem die hohen Liefermengen aus Ruanda und der DR Kongo, in Verbindung mit den Länderrisikobewertungen von -0,05 und -1,56 wirken sich negativ auf das gewichtete Länderrisiko aus. Von allen Exportländern wird lediglich Australien als risikoarmes Land (1,54) eingestuft. Aufgrund der geringen Exportmengen hat dies jedoch keinen nennenswerten Einfluss auf das GLR.

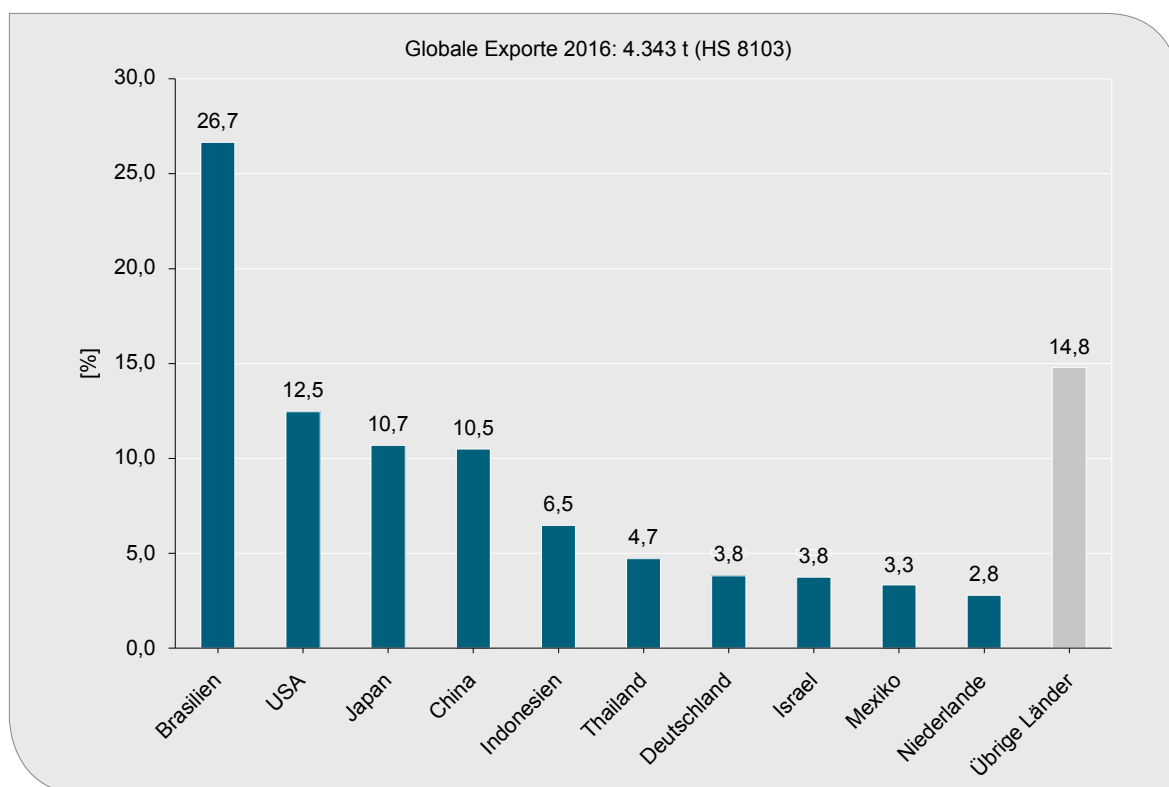
Unter Einbeziehung der offiziellen Ausfuhrmengen des kongolesischen Bergbauministeriums lag der HHI der Nettoexporte mit einem Warenwert > 30.000 US\$/t im Jahr 2016 bei 3.069 und somit sogar in einem noch bedenklicheren Bereich. Diesen Zahlen zufolge stellte die DR Kongo im Jahr 2016 den größten Exporteur von Tantalerzen und -konzentraten dar. Die höheren Exportmengen aus der DR Kongo wirkten sich ebenfalls zusätzlich negativ auf das gewichtete Länderrisiko aus, welches mit -0,81 im bedenklichen Bereich lag.

### **Export von Waren der HS-Position 8103**

Im Jahr 2016 wurden weltweit ca. 4.343 t der in der HS-Position 8103 gelisteten Produkte global exportiert. Dem gegenüber stehen jedoch globale Importe von nur rund 2.892 t.

Die Berechnung von Nettoexporten dieser HS-Position ist nicht zielführend, da zwar die Summe der jeweiligen Importe bzw. Exporte eines Landes bekannt sind, jedoch nicht die mengenmäßige Ver-





**Abb. 17: Exporte für das Jahr 2016 von Produkten der HS-Position 8103 (Tantal und Waren daraus, a. n. g.; Abfälle und Schrott aus Tantal (ausg. Aschen und Rückstände, Tantal enthaltend)) (GTIS 2018).**

teilung der Produkte in den einzelnen Sub-Warengruppen. Der größte Exporteur von Produkten der HS-Position 8103 war 2016 Brasilien mit rund 1.158 t (Weltanteil 26,7 %), gefolgt von den USA (ca. 541 t, 12,5 %), Japan (ca. 464 t, 10,7 %), China (ca. 456 t, 10,5 %), Indonesien (28 t, 6,5 %) und Thailand (ca. 205 t, 4,7 %). Kleinere Mengen wurden von Deutschland (166 t, 3,8 %), Israel (163 t, 3,8 %) und Mexiko (145 t, 3,3 %) exportiert. Die Exporte Israels wurden aus globalen Importen abgeleitet, da es keine offiziellen Exporte des Landes gibt. Laut GTIS (2018) betragen die globalen Importe aus Israel 163 t, wobei der wichtigste Importeur China (95 %) war. Auf die Kategorie übrige Länder entfallen etwa 17,4 % der globalen Exporte. Hierunter fallen Länder wie Kasachstan, Tschechien, Südkorea, Österreich, Estland, Frankreich und Großbritannien.

Der Konzentrationsgrad der Exporte liegt mit einem HHI von 1.222 im unbedenklichen Bereich. Das gewichtete Länderrisiko ist mit einem Wert von 0,43 als mäßig bedenklich, mit Tendenz in den unbedenklichen Bereich zu bewerten. Maßgeblich

hierfür sind die Exportmengen Brasiliens, Chinas, Indonesiens und Thailands in Verbindung mit den jeweiligen Länderrisikobewertungen von  $-0,15$  (Brasilien),  $-0,42$  (China),  $-0,18$  (Indonesien) und  $-0,32$  (Thailand). Die Länderrisikobewertung der USA (1,24) und Japans (1,36) wirken sich, verbunden mit den Liefermengen, positiv auf das GLR aus.

## 2.6.2 Importe Deutschlands

Die folgenden aufgeführten Angaben zu deutschen Importen basieren auf Daten des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS) und wurden dem Global Trade Atlas (GTIS) entnommen. In Tab. 10 sind die verfügbaren Daten zu den Importmengen Deutschlands für das Jahr 2016 im Vergleich zu den weltweiten Importen der betrachteten Warengruppen dargestellt.

Daten zur Höhe der deutschen Importe der Warengruppe 2615.90 werden laut DESTATIS nicht mehr veröffentlicht, da diese einer Sperrfrist bzw. einem

**Tab. 10: Importe Deutschlands von Tantalverbindungen in Tonnen für das Jahr 2016 (GTIS 2018, DESTATIS 2018).**

HS-Warennummer <sup>1</sup>		Importe Global [t]	Importe Deutschland [t]	Anteil Deutschland [%]	Weltrang Deutschland
Tantalhaltige Erze und Konzentrate	2615.90	10.604	k. A. <sup>2</sup>	k. A.	k. A.
Basen, anorganisch sowie Metalloxide, Metallhydroxide und Metallperoxide, a. n. g.	2825.90	45.063	28.576 <sup>3</sup>	63,4	2
Tantal und Waren daraus, a. n. g.; Abfälle und Schrott, aus Tantal (ausg. Aschen und Rückstände, Tantal enthaltend)	8103	2.892	126 <sup>4</sup>	4,4	9
Tantal in Rohform, einschließlich gesinterte Stangen „Stäbe“, Pulver aus Tantal	8103.20	1.268	31	2,4	8
Abfälle und Schrott (exklusive Tantal-haltige Aschen und Rückstände)	8103.30	866	70	8,1	3
Waren aus Tantal (a. n. g.)	8103.90	739	23	3	7

<sup>1</sup> HS = Harmonized System der Weltzollorganisation (WCO);

<sup>2</sup> Importe können nicht quantifiziert werden, da sie einem Sperrvermerk unterliegen;

<sup>3</sup> die Warengruppe 2825.90 enthält Tantaloxide, wobei quantitative Angaben nicht möglich sind;

<sup>4</sup> angegebener Wert entspricht der Warengruppe 8103, a. n. g = anderweitig nicht genannt.

Sperrvermerk unterliegen. Aufgrund fehlender Daten können die Importe von Tantaloxiden, die in der Warengruppe 2825.90 bzw. einer darin enthaltenen Sub-Warengruppe enthalten sind, nicht bestimmt werden.

Neben der HS-Warenposition 8103 werden im Folgenden zusätzlich auch die Sub-Warengruppen 8103.20, 8103.30 und 8103.90 betrachtet.

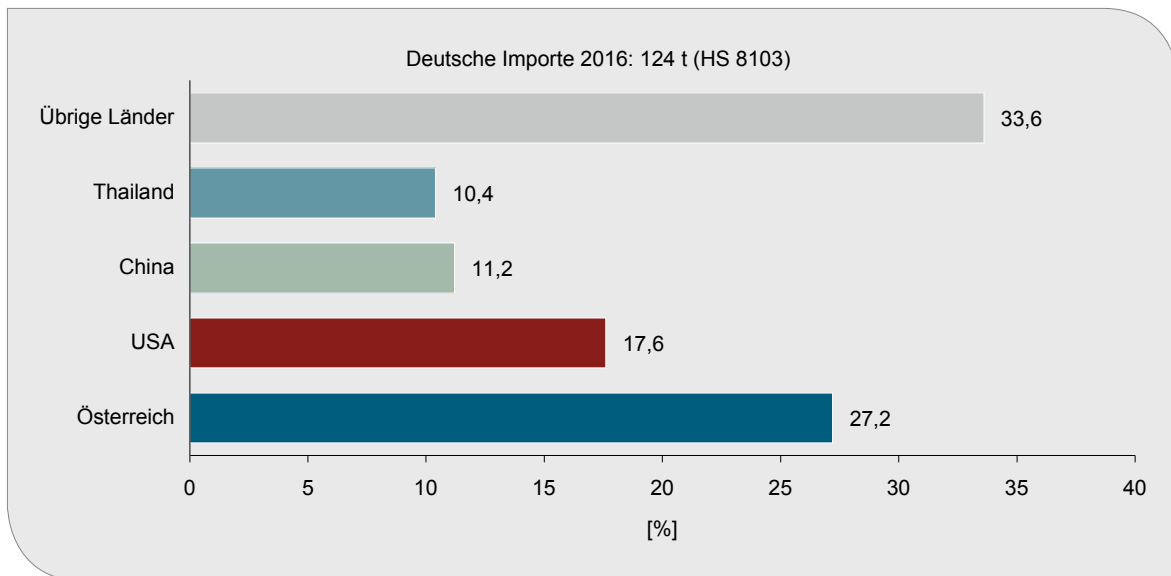
#### **Tantal und Waren daraus (HS-Position 8103)**

Im Jahr 2016 wurden 124 t Ta bzw. Waren daraus mit einem Gesamtwarenwert von 29,4 Mio. € nach Deutschland eingeführt (GTIS 2018). Damit lag der Anteil der deutschen Importe an den weltweiten Gesamtimporten von 2.892 t bei ca. 4,4 % (Weltrang 9).

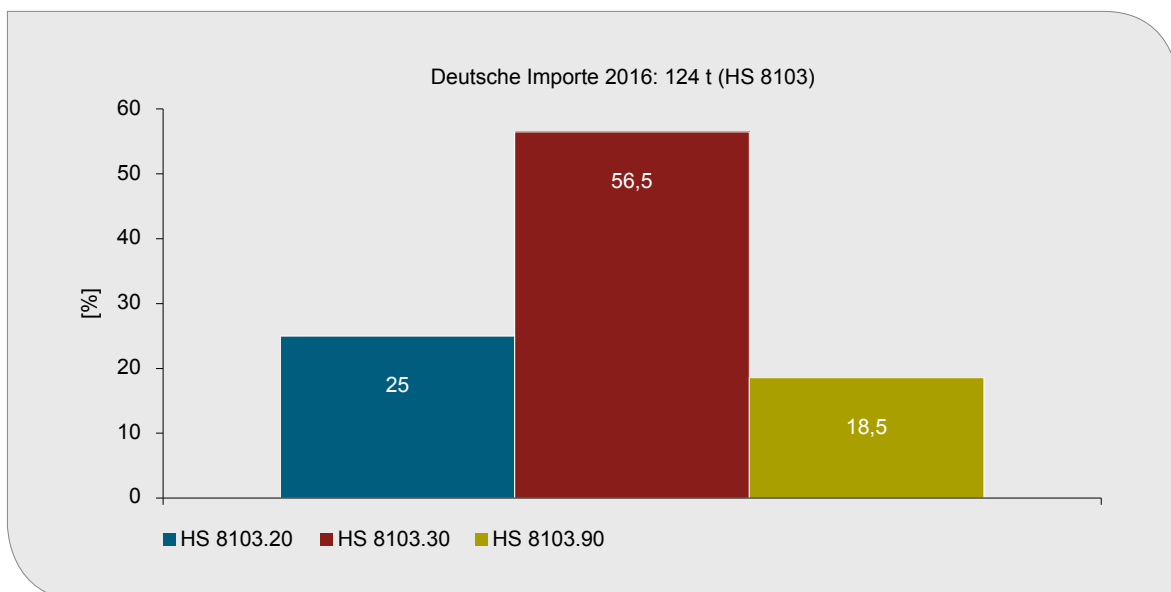
Die Importe erfolgten hauptsächlich aus Österreich (ca. 34 t, 27,2 %), den USA (ca. 22 t, 17,6 %), China (ca. 14 t, 11,2 %) und Thailand (ca. 13 t, 10,4 %) (Abb. 18). In Summe stammten etwa 66,4 % der deutschen Importe aus vier Lieferländern.

Der mithilfe des HHI berechnete Grad der Diversifizierung der Importe von Produkten der HS-Position 8103 lag im Jahr 2016 mit einem Wert von 1.409 im unbedenklichen Bereich. Mit einem Wert von 0,89 ist das GLR ebenfalls als unbedenklich zu bewerten. Vor allem die Importmengen aus Österreich und den USA, verbunden mit den jeweiligen Länderrisikobewertungen von 1,41 (Österreich) und 1,24 (USA), führen zu dem berechneten GLR. Von den nach Deutschland exportierenden Ländern wurden 2016 China, Thailand und Indien als mäßig risikoreich bewertet, was verbunden mit den kumulierten Liefermengen von ca. 28 t zu einer Abwertung des GLR führt.

Insgesamt ist die Importabhängigkeit Deutschlands für Produkte dieser Warengruppe basierend auf den Indikatoren HHI und GLR als unbedenklich zu bewerten (Abb. 23). Diese Aussage bezieht sich jedoch ausschließlich auf die gesamte Warengruppe 8103. Für einzelne Produkte innerhalb der Warengruppe gilt diese Aussage nicht zwangsläufig.



**Abb. 18: Herkunft der deutschen Importe im Jahr 2016 von Produkten der HS-Position 8103 (Tantal und Waren daraus, a. n. g.; Abfälle und Schrott aus Tantal (ausg. Aschen und Rückstände, Tantal enthaltend)) (GTIS 2018).**



**Abb. 19: Aufteilung der Warengruppen innerhalb der HS-Position 8103 im Jahr 2016 (GTIS 2018).**

### Tantal in Rohform (8103.20)

Im Jahr 2016 wurden 31 t mit einem Gesamtwert von knapp 5,7 Mio. € nach Deutschland eingeführt (GTIS 2018). Damit lag der Anteil der deutschen Importe an den weltweiten Gesamtimporten von 1.268 t bei ca. 2,4 % (Weltmarkt 8).

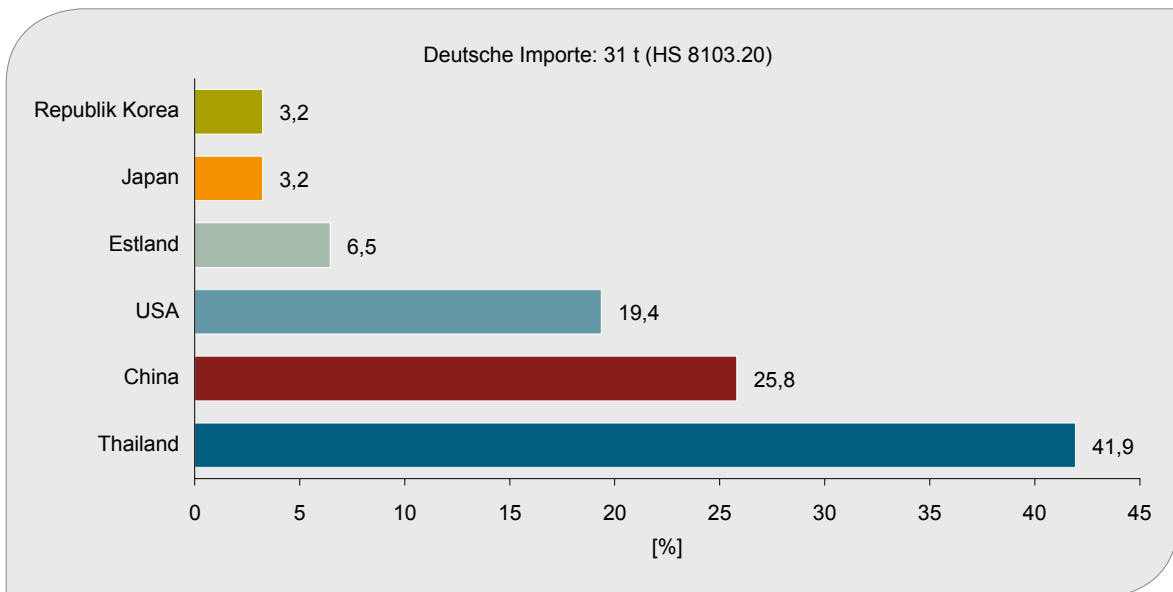
Die Importe erfolgten hauptsächlich aus Thailand (13 t, 41,9 %), China (8 t, 25,8 %) und den USA (6 t, 19,4 %) (Abb. 20). Die übrigen Importe stammten aus Estland, Japan und Südkorea.

Der mithilfe des HHI berechnete Grad der Diversifizierung der Importe nach Deutschland dieser

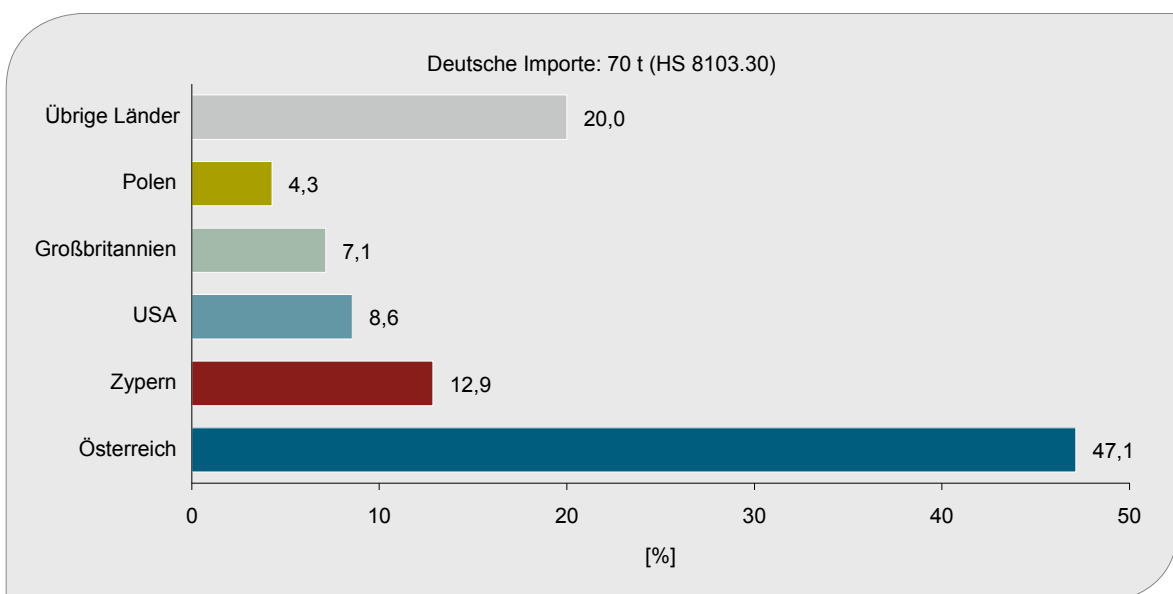
Warengruppe lag im Jahr 2016 mit einem Wert von 2.861 im bedenklichen Bereich. Mit einem Wert von 0,14 ist das GLR hingegen als mäßig bedenklich zu bewerten. Vor allem die Importmengen aus Thailand und China, verbunden mit den jeweiligen Länderrisikobewertungen von  $-0,32$  (Thailand) und  $-0,42$  (China), führen zu dem berechneten GLR. Alle anderen nach Deutschland exportieren-

den Ländern wiesen 2016 unbedenkliche Risikobewertungen auf, welche sich positiv auf das GLR auswirken.

Insgesamt ist die Importabhängigkeit Deutschlands für Produkte dieser Warengruppe basierend auf den Indikatoren HHI und GLR als mäßig bedenklich zu bewerten.



**Abb. 20:** Herkunft der deutschen Importe im Jahr 2016 von Produkten der HS-Position 8103.20 (Tantal in Rohform) (GTIS 2018).



**Abb. 21:** Herkunft der deutschen Importe im Jahr 2016 von Produkten der HS-Position 8103.30 (Abfälle und Schrotte) (GTIS 2018).

### Abfälle und Schrott (8103.30)

Insgesamt wurden im Jahr 2016 70 t Abfälle und Schrott aus Tantal bzw. Waren daraus mit einem Gesamtwarenwert von 9,3 Mio. € nach Deutschland eingeführt (GTIS 2018). Damit lag der Anteil der deutschen Importe an den weltweiten Gesamtimporten von 866 t bei ca. 8,1 % (Weltrang 3).

Die Importe erfolgten hauptsächlich aus Österreich (ca. 33 t, 47 %), Zypern (ca. 9 t, 12,9 %) und den USA (ca. 6 t, 8,6 %) (Abb. 21). In Summe stammten etwa 68,6 % der deutschen Importe aus drei Lieferländern.

Der mithilfe des HHI berechnete Grad der Diversifizierung der Importe von Produkten der Warengruppe 8103.30 lag im Jahr 2016 mit einem Wert von 2.584 knapp im bedenklichen Bereich. Mit einem Wert von 1,18 ist das GLR als unbedenklich zu bewerten. Vor allem die Importmengen aus Österreich verbunden mit der Länderrisikobewertung von 1,40 sind für das GLR ausschlaggebend. Von den nach Deutschland exportierenden Ländern wurde 2016 lediglich Indien als risikoreich bewertet, was verbunden mit den geringen Liefermengen (< 2 t) keine Auswirkung auf das GLR hat.

Insgesamt ist die Importabhängigkeit Deutschlands für Produkte dieser Warengruppe basierend auf den Indikatoren HHI und GLR als mäßig bedenklich zu bewerten.

### Waren aus Tantal (a. n. g.) (8103.90)

Im Jahr 2016 wurden 23 t mit einem Gesamtwarenwert von knapp 11,7 Mio. € nach Deutschland eingeführt (GTIS 2018). Damit lag der Anteil der deutschen Importe an den weltweiten Gesamtimporten von 739 t bei ca. 3 % (Weltrang 7).

Die Importe erfolgten aus lediglich fünf Lieferländern. Die größten Mengen wurden aus den USA importiert (9 t, Weltanteil 39,1 %), gefolgt von China (6 t, Weltanteil 26,1 %) und den Niederlanden (5 t, Weltanteil 21,7 %) (Abb. 22). Die übrigen Importe stammten aus der Schweiz und Frankreich.

Der HHI, als Maß der Diversifizierung der Importe nach Deutschland dieser Warengruppe, lag im Jahr 2016 mit einem Wert von 2.779 im bedenklichen Bereich. Mit einem Wert von 0,94 ist das GLR hingegen als unbedenklich zu bewerten. Vor allem die Importmengen aus den USA, den Niederlanden, der Schweiz und Frankreich, verbunden mit den jeweiligen Länderrisikobewertungen, führen zu dem berechneten GLR. Negativ auf das GLR wirkt sich die Risikobewertung Chinas (-0,42) in Verbindung mit den relativ hohen Liefermengen aus.

Insgesamt ist die Importabhängigkeit Deutschlands für Produkte dieser Warengruppe basierend auf den Indikatoren HHI und GLR als mäßig bedenklich zu bewerten.

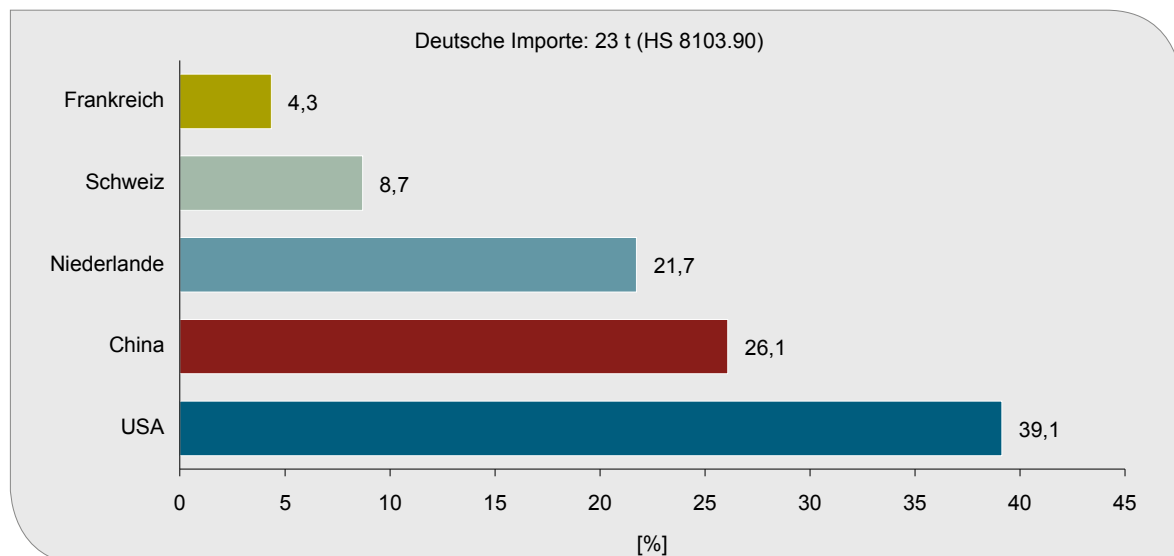
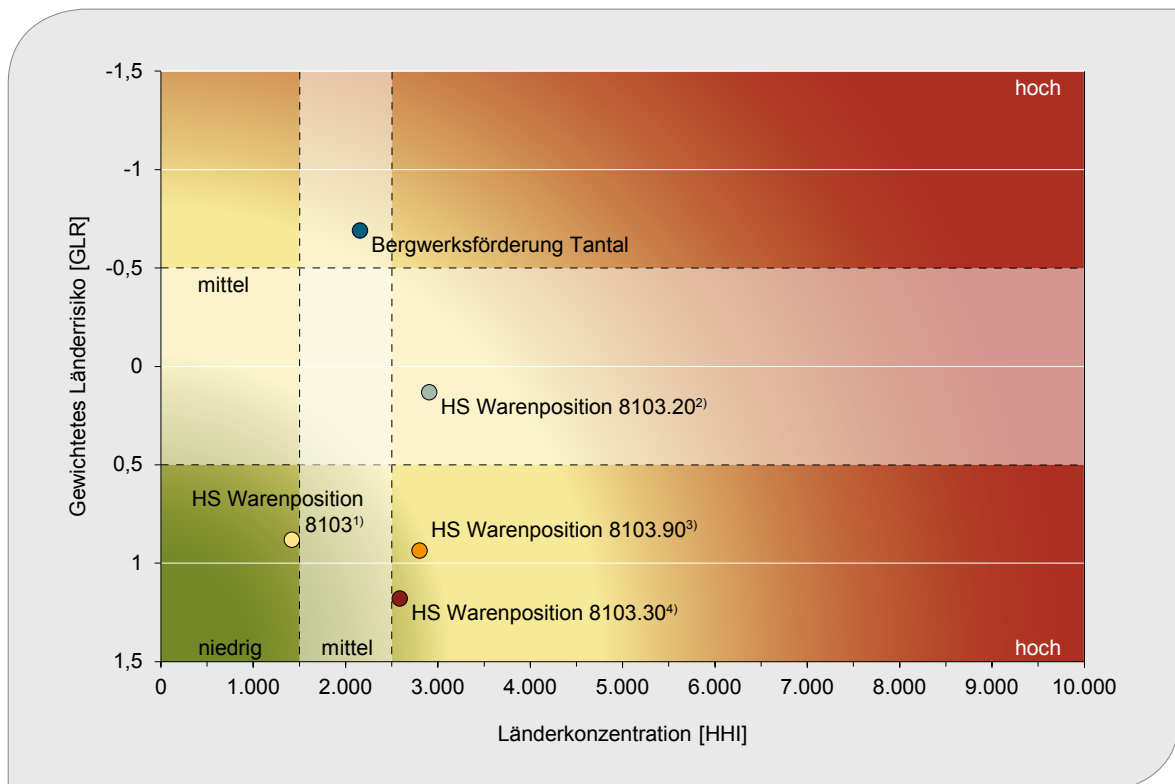


Abb. 22: Herkunft der deutschen Importe im Jahr 2016 von Produkten der HS-Position 8103.90 (Waren aus Tantal (a. n. g.)) (GTIS 2018).



<sup>1</sup> Gesamtwarengruppe; <sup>2</sup> Tantal in Rohform; <sup>3</sup> Waren aus Tantal (a. n. g.); <sup>4</sup> Abfälle und Schrotte.

**Abb. 23: Gewichtetes Länderrisiko und Diversifizierung der deutschen Importe im Vergleich zur Bergwerksförderung von Tantal.**

## 2.7 Angebots- und Nachfragetrends

### 2.7.1 Vorräte und statische Reichweite

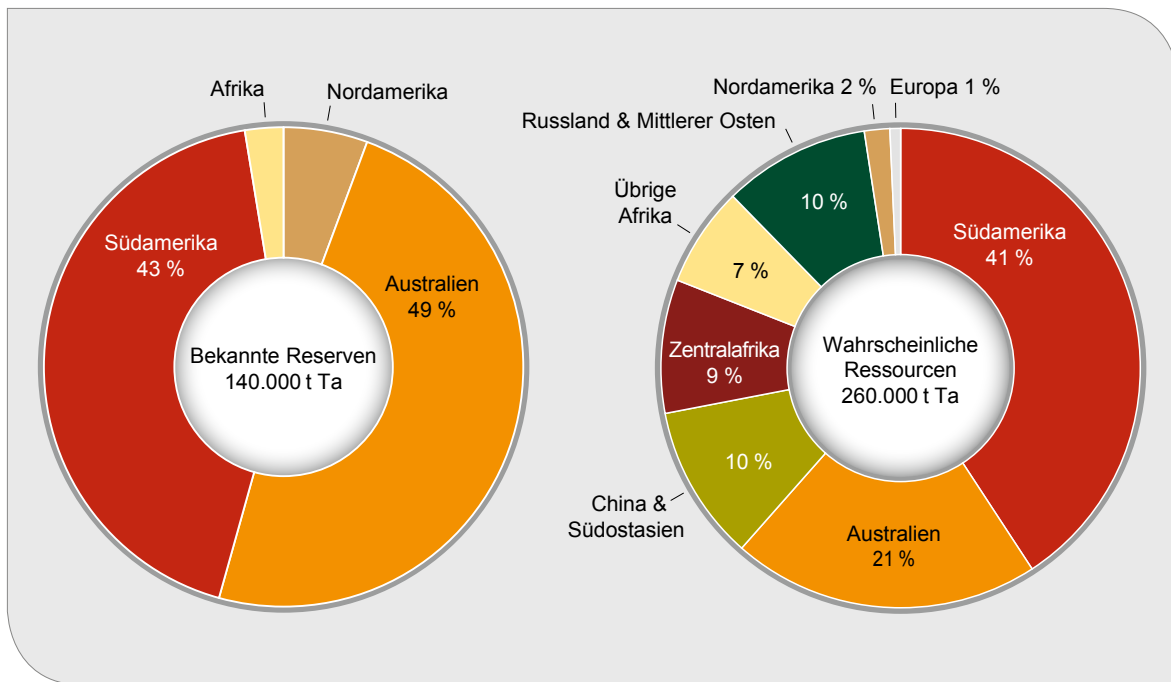
Die Mehrheit der weltweit bekannten Tantalvorkommen ist an Pegmatit- und Granitprovinzen gebunden, die sich auf alle Kontinente verteilen (MELCHER et al. 2015).

Aus rein geologischer Sicht kann die langfristige Versorgung in Bezug auf die Reserven als entspannt angesehen werden. Die bekannten vorhandenen Tantalreserven liegen bei knapp 140.000 t Ta (Abb. 24). Knapp 97 % der weltweit ausgewiesenen Tantalreserven sind in Südamerika, insbesondere Brasilien, Australien und Nordamerika, insbesondere Kanada, konzentriert (S&P GLOBAL 2018). Diese traditionellen Bergbauländer sind aktuell bzw. waren in der Vergangenheit die bedeutenden industriellen Förderländer von Tantal. Industrieller Bergbau zusammen mit Investitionen in Exploration bedeuten eine kontinuierliche

Erschließung neuer Reserven und erklären die hohen Tantalreserven.

Die bekannten Tantalreserven in Afrika (2 %) entfallen auf Mosambik. Die DR Kongo und Ruanda als aktuell bedeutendste afrikanische Förderländer von Tantal verfügen demnach über keine ausgewiesenen Reserven oder Ressourcen.

Aufgrund des hohen Anteils des Artisanal- und Kleinbergbaus in Afrika, insbesondere in Zentralafrika, stellt sich die Abschätzung der Tantalreserven in diesen Regionen als schwierig dar. Artisanal- und Kleinbergbau ist flexibel und richtet sich zumeist nach den Marktbedingungen. Tantal wird in der Region der Großen Seen ausschließlich im Artisanal- und Kleinbergbau gefördert und wird hierbei oberflächennah in den verwitterten Gesteinsschichten abgebaut. Eine Exploration oder Ressourcenabschätzung findet nicht statt. Die in den vergangenen Jahren in den Medien verbreitete Aussage, 80 % der globalen Tantalvorkommen befänden sich in der DR Kongo, ist nicht durch verlässliche Daten belegbar (BURT 2010). Es



**Abb. 24: Weltweite Tantalreserven und wahrscheinliche Tantalressourcen 2010**  
(S & P GLOBAL 2018, BURT 2010).

werden jedoch aufgrund der Abbaugeschichte und der geologischen Gegebenheiten weitere Tantalvorkommen in einer Reihe von afrikanischen Ländern vermutet.

Die Lebensdauer kennziffer (s. Glossar im Anhang) errechnet sich aus dem Verhältnis der weltweiten Reserven zur weltweiten Bergwerksförderung eines Jahres. Die Ziffer gibt einen Hinweis auf den Stand der Exploration. Ausgehend von der aktuellen Weltbergwerksförderung von Tantal von 1.730 t für das Jahr 2016 liegt die berechnete statische Reichweite der bekannten Reserven bei über 80 Jahren und damit im unbedenklichen Bereich.

Die wahrscheinlichen Vorräte werden von Burt (2010) mit knapp 260.000 t angegeben und stellen ein differenzierteres Bild dar. Demnach befinden sich 16 % der wahrscheinlichen Tantalressourcen in Afrika (Abb. 24). Für das Jahr 2016 betrug die statische Reichweite der wahrscheinlichen Tantalressourcen 150 Jahre.

## 2.7.2 Zukünftiges Angebot

Die Abschätzung des zukünftigen Angebotes basiert auf geplanten Bergwerksprojekten, deren

Jahresförderkapazität und dem geplanten Produktionsbeginn. Zuverlässig kann dies lediglich für die industriellen Bergwerke und für in der Entwicklung befindliche Bergbauprojekte erfolgen. Die informelle Struktur und Flexibilität des Artisanal- und Kleinbergbaus erschweren eine Abschätzung der zukünftigen Produktion.

Die Entwicklungen für Lithium im Bereich der Batterietechnologien und Elektromobilität haben zu einer rasanten Preissteigerung und erhöhten Explorations- und Abbaubemühungen für Lithium geführt. Kapazitätserhöhungen dieser Bergwerke sowie neue Bergbauprojekte im Bereich der Pegmatitlagerstätten in Australien bedeuten eine Möglichkeit zur zusätzlichen Gewinnung von Tantal als Beiprodukt.

### 2.7.2.1 Bergbauprojekte

Alle Projekte und Bergwerke mit wahrscheinlichem Produktionsbeginn bis 2026 sind in Tab. 11 zusammengefasst.

**Tab. 11: Übersicht der aktuell wichtigsten Tantalprojekte und ihrer erwarteten zusätzlichen Jahreskapazitäten.**

Projekt	Land	Firma	Status	Erwartete zusätzliche Jahreskapazität [t Ta-Inh.]
Pitinga	Brasilien	Minsur S.A., Brescia Group	Betriebserweiterung	275
Greenbushes <sup>1</sup>	Australien	Talison Lithium/ Global Advanced Metals <sup>1</sup>	Betriebserweiterung	30
Mt Cattlin	Australien	Galaxy Resources	Betriebserweiterung	29–37
Échassières	Frankreich	Imerys	Betriebserweiterung	11
Bikita	Simbabwe	Bikita Minerals	Betriebserweiterung	22–99
Pilgangoora	Australien	Pilbara Minerals	Betriebsaufnahme	119–205
Bald Hill	Australien	Tawana Resources	Betriebsaufnahme	98
Wodgina	Australien	Mineral Resources/ Global Advanced Metals <sup>1</sup>	Betriebsaufnahme	56–130
Rose	Kanada	Critical Elements	Feasibility	70
Arcadia V	Simbabwe	Prospect Resources	Pre-Feasibility	33

<sup>1</sup> Talison Lithium (Greenbushes) und Mineral Resources (Wodgina) fördern aktuell Lithium; die Tantalkonzessionen liegen bei Global Advanced Metals.

### Betriebserweiterungen

Informationen zu geplanten Betriebserweiterungen liegen aktuell von fünf Bergwerken vor (Tab. 11).

**Pitinga:** Das brasilianische Bergwerk Pitinga wird von Mineração Taboca betrieben und befindet sich für Tantal, Niob und Zinn im Abbau. Pitinga ist aktuell das größte industrielle Tantalbergwerk. Das geförderte Niob-Tantal-Konzentrat wird jedoch nicht als Konzentrat exportiert, sondern in der firmeneigenen Hütte Pirapora zu einer Ferroniobtantal-Legierung weiterverarbeitet. Die aktuelle Jahresproduktion beläuft sich auf rund 97 t Ta-Inh. Das Unternehmen plant Kapazitätserhöhungen im Abbau als auch bei der Weiterverarbeitung und könnte eine schrittweise Produktionssteigerung auf insgesamt 372 t Ta-Inh. bis zum Jahr 2026 verwirklichen (ROSKILL 2017).

**Greenbushes:** Das Bergwerk Greenbushes im Südwesten von Westaustralien (WA) war bis zu seiner Schließung im Jahr 2005 eines der weltweit größten Tantalbergwerke. Zusammen mit dem Bergwerk Wodgina, ebenfalls in WA, verfügen beide Lagerstätten nach wie vor über die größten Tantalreserven und -ressourcen Australiens. Nach

der Insolvenz des Bergwerksbetreibers Sons of Gwalia gingen die Lithiumkonzessionen in dem australischen Unternehmen Talison Lithium auf, dem aktuellen Betreiber des Bergwerkes. Talison Lithium ist ein Joint Venture zwischen dem amerikanischen Unternehmen Albemarle (49 %) und der chinesischen Firma Tianqi (51 %). Die Tantalkonzessionen gingen in dem ebenfalls australischen Unternehmen Talison Tantalum, mittlerweile Global Advanced Metals (GAM), auf, welches weiterhin die Rechte an den Tantalreserven und -ressourcen hält.

In Greenbushes wird aktuell Tantal als Beiprodukt der Lithiumproduktion gefördert. Im Jahr 2017 betrug die Produktion 63 t Ta-Inh. Die gesamte Tantalproduktion ist Teil eines Langzeitvertrages mit GAM und geht an die Produktionsstätten in den USA und Japan. Talison Lithium plant bis Mitte 2019 eine Verdopplung der Lithiumförderung von aktuell 15.000 t auf 30.000 t Li-Inh. (SCHMIDT 2017). Die beabsichtigte Produktionsausweitung wird aktuell von GAM vor dem Obersten Gerichtshof Westaustraliens angefochten, da GAM durch die Expansion die Tantalreserven in Greenbushes bedroht sieht. Im Verlauf des Disputes gab GAM im Februar 2018 Pläne für einen eigenen Tantalabbau in Greenbushes in den nächsten zwölf Monaten



bekannt. Ein im gleichen Monat von GAM bei Talison Lithium eingereichter Mine Development Plan beinhaltet Details und Konditionen zum Abbau und Betrieb des Bergwerkes durch zwei Betreiber. Es bleibt abzuwarten, inwieweit die Kapazitätserhöhungen eine Steigerung der Tantalproduktion bedeutet, eine Verdopplung der Tantalproduktion könnte jedoch zu einer Jahresproduktion von 93 t Ta-Inh. bis 2026 führen (pers. Mitteilung GAM).

**Mt Cattlin:** Mt Cattlin befindet sich knapp 200 km westlich von Esperance im Bundesstaat Westaustralien. Das Bergwerk gehört zu 100 % der australischen Firma Galaxy Resources. Aktuell wird seit 2016 ein Spodumenkonzentrat produziert und über den Hafen von Esperance nach China exportiert. Seit Mai 2017 produziert Galaxy Resources Tantal als Beiprodukt, die Konzentratgehalte liegen bei durchschnittlich 2,5–3 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Für 2017 gibt das Unternehmen eine Jahresproduktion von knapp 9 t Ta-Inh. an (Galaxy Resources 2017). Die gesamte Produktion ist derzeit Bestandteil eines Langzeitvertrages mit Global Advanced Metals und beinhaltet die Lieferung von 20 t Ta-Inh. pro Jahr. Angaben von Galaxy Resources zufolge kann das Unternehmen eine zusätzliche Produktion auf dem Spotmarkt verkaufen. Langzeitverträge über Spodumenkonzentrate bestehen aktuell mit vier Firmen in China, wobei nach Angaben von Galaxy Resources das im Spodumenkonzentrat enthaltene Tantal nicht gewonnen wird. Es ist bis 2026 von zusätzlichen Tantalkapazitäten zwischen 29 und 37 t Ta-Inh. auszugehen. Diese sind jedoch an die Lithiumproduktion gekoppelt.

**Échassières:** Der französische Bergbaukonzern Imerys betreibt das Kaolinbergwerk Site des Kaolins de Beauvoir in Échassières; als Beiprodukt werden jährlich etwa 100 t Zinn-Tantal-Niob-Konzentrat produziert mit durchschnittlichen Gehalten von 45 bis 50 % Sn, 8 bis 12 % Ta und 4 bis 5 % Nb. Für 2017 belief sich die Tantalproduktion auf etwa 9 t Ta-Inh. Unternehmensangaben zufolge ist ab 2018 eine Kapazitätserhöhung der Kaolinproduktion geplant, im Zuge dessen soll die Produktion des Beiprodukt-Konzentrates auf 110 t jährlich gesteigert werden (rund 11 t Ta-Inh.) (pers. Mitteilung Imerys). Hohe Uran-Thorium-Gehalte erfordern einen Transport nach Gefahrgutklasse-7-Kriterien, das Material wird aktuell auf dem Spotmarkt verkauft.

**Bikita:** Bikita ist ein Lithiumbergwerk in Zentralwest-Simbabwe und wird von Bikita Minerals betrieben. Tantal wird aktuell als Nebenprodukt gefördert. Neben Petalit-Konzentrat exportiert das Unternehmen Tantalkonzentrat mit durchschnittlich 27 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> über den Hafen Beira (Mosambik) nach China. Das Unternehmen plant eine Produktionssteigerung für Petalit um ca. 80 % für 2017 (SCHMIDT 2017). Im Zuge dessen ist ebenfalls eine Erhöhung der Tantalproduktion von aktuell 22 t Ta-Inh. (2017) auf 99 t Ta-Inh. (2019) geplant (pers. Mitteilung Bikita Minerals).

### **Bergwerke in Bau/Betriebsaufnahme**

Aktuell befinden sich drei Tantalbergwerke im Bau bzw. im Wiederaufnahmestatus (Stand April 2018), wobei es sich ausnahmslos um Lithiumbergwerke mit Potenzial zur Gewinnung von Tantal als Beiprodukt handelt. Zwei Bergbauprojekte in der Entwicklung mit einer möglichen Produktion bis 2026 sind ebenfalls primär Lithiumprojekte mit Tantal als Beiprodukt.

**Pilgangoora:** Das Lithium-Tantal-Projekt Pilgangoora in der Pilbara-Region im Nordwesten des Bundesstaates Westaustralien ist zu 100 % im Besitz des australischen Unternehmens Pilbara Minerals. Pilgangoora ist aktuell im Bau befindlich, der geplante Produktionsbeginn für Lithium wird laut Unternehmensangaben mit Mitte 2018 angegeben. Die Firma hat Abnahmeverträge über 100 % der Lithiumproduktion der ersten sowie zweiten Ausbaustufe mit chinesischen Lithiumproduzenten (SCHMIDT 2017). Für die erste Ausbaustufe bis Ende 2019 gibt das Unternehmen Kapazitäten von 119 t Ta-Inh. an (Pilbara Minerals 2017a). Im Dezember 2017 gab das Unternehmen den Abschluss eines Abnahmeabkommens mit GAM über etwa 37 t Ta-Inh. über 24 Monate bekannt (PILBARA MINERALS 2017b); für weitere Abnahmeabkommen befindet sich das Unternehmen in Kundengesprächen.

**Bald Hill:** Das ehemalige Tantalbergwerk Bald Hill befindet sich 340 km nördlich von Esperance im Süden des australischen Bundesstaates Westaustralien. Aktuell befindet sich das Projekt in der Entwicklung hinsichtlich einer Lithiumgewinnung mit Tantal als Beiprodukt. Zwischen 2001 und 2005 förderte das Unternehmen Haddington Resources in Bald Hill rund 260 t Ta-Inh. Seit 2014 ist das

Bergwerk im Besitz des australischen Unternehmens Alliance Mineral Assets Limited (AMAL) mit Sitz in Singapur. Das ebenfalls australische Unternehmen Tawana Resources ist zu 50 % an den Lithiumrechten beteiligt und hält über Investitionen von 12,5 Mio. AUD die Option auf eine Beteiligung zu 50 % an den Tantallizenzen sowie bestehender Infrastruktur. Im April 2018 gaben beide Unternehmen ihre Fusionierung bekannt. Seit 2014 überholt Tawana die Aufbereitungsanlagen und Infrastruktur und baut sie aus. Die Kapazitäten von Bald Hill liegen laut Unternehmensangaben bei 98 t Ta-Inh. pro Jahr. Im Januar 2018 verkündete das Unternehmen den Abschluss eines Eckdatenpapiers („Term Sheet“) zum Abschluss eines beabsichtigten Langzeitvertrages zur Abnahme des in Bald Hill produzierten Tantals mit H.C. Starck. Inhalt des Abkommens sollen nach Unternehmensangaben mind. 272 t Tantalkonzentrat (mind. 25 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ab Produktionsbeginn bis Ende 2020 sein. Der Produktionsbeginn ist mit April 2018 angegeben (TAWANA RESOURCES 2018).

**Wodgina:** Das Bergwerk Wodgina in der Pilbara-Region in Westaustralien war unter GAM bis zu seiner Schließung 2008 eines der weltweit größten

Tantalbergwerke. Nach einer kurzzeitigen Wiederaufnahme der Tantalproduktion zwischen 2010 und 2011 wurde Wodgina 2012 erneut in den Wartungs- und Instandhaltungsmodus versetzt. 2017 verkaufte Global Advanced Metals das Bergwerk und die gesamte bestehende Infrastruktur an das australische Unternehmen Mineral Resources. Die Tantalkonzessionen waren nicht Teil des Verkaufs und liegen weiterhin bei GAM. Der Fokus von Mineral Resources liegt auf der Lithiumproduktion, die im März 2017 aufgenommen wurde. Eine Tantalproduktion bzw. -aufbereitung findet nach Angaben von Mineral Resources aufgrund der derzeitigen Marktbedingungen aktuell nicht statt. Das abgeschlossene Abkommen zwischen Mineral Resources und GAM zum Verkauf von Wodgina verpflichtet Mineral Resources allerdings zum Bau einer Tantal aufbereitungsanlage und zur Tantalförderung; die gesamte Produktion ist demnach Bestandteil eines Langzeitvertrages mit GAM (pers. Mitteilung GAM). GAM geht von einer Aufnahme der Tantalförderung bis Ende 2019 aus. Die zukünftigen Kapazitäten werden auf anfänglich 56 t Ta-Inh. (2020) geschätzt, mit einer erwarteten Kapazitätenerhöhung auf bis zu 130 t ab 2021.



Abb. 25: Tagebau der Firma Mineral Resources in Wodgina, Australien (BGR 2017).

### Bergbauprojekte

**Rose:** Rose ist ein Lithium-Tantal-Projekt der kanadischen Firma Critical Elements in der James-Bay-Region im Nordwesten der kanadischen Provinz Quebec. Critical Elements legte im November 2017 eine NI 43-101-konforme Feasibility-Studie für das Projekt vor (CRITICAL ELEMENTS 2017). Rose ist primär ein Lithium-Projekt mit einem Fokus auf Spodumenförderung für den Batteriemarkt; ein Förderbeginn für Lithium mit Tantal als Beiprodukt ist für 2021 geplant. Die jährlichen Kapazitäten für Tantal sind mit 429 t Tantalkonzentrat (20 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) angegeben.

**Arcadia V:** Das Lithium-Tantal-Projekt Arcadia V etwa 40 km östlich von Harare in Simbabwe befindet sich zu 63 % im Besitz des australischen Explorationsunternehmens Prospect Resources mit Sitz in Perth sowie zu 27 % im Besitz der simbabwischen Firma Farvic Consolidated Mines. Im Juni 2017 wurde eine Prefeasibility-Studie abgeschlossen, die ausgewiesenen Ressourcen belau-

fen sich auf 8.664 t Ta-Inh. Arcadia V ist primär ein Lithium-Projekt mit dem Potenzial für Tantal als Beiprodukt. Für Ende 2018 ist die Inbetriebnahme einer Aufbereitungsanlage zur Herstellung von Spodumen-, Petalit- und Tantalkonzentraten vorgesehen. Förderbeginn ist für die erste Jahreshälfte 2018 geplant, die Kapazitäten belaufen sich auf durchschnittlich etwa 40 t Tantalkonzentrat mit > 25 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (33 t Ta-Inh.) pro Jahr (PROSPECT RESOURCES 2017).

### Bergbauprojekte nach 2026

Neben den genannten Bergbauprojekten gibt es eine Reihe weiterer Projekte, die bedingt durch ihren frühen Explorationsgrad oder aus legislativen Gründen dem zukünftigen Angebot bis 2026 nicht zur Verfügung stehen (Tab. 13). Ausgewählte Projekte dieser Art werden im Folgenden näher beschrieben, da sie zum Tantalangebot nach 2026 möglicherweise substantiell beitragen könnten.

Tab. 12: Übersicht der zusätzlichen möglichen Jahresförderkapazität für Tantal bis 2026.

Status	Anzahl	Geplante Kapazität bis 2026 [t Ta-Inh./Jahr]
Betriebserweiterungen	5	452
Im Bau/Wiederaufnahme	3	433
Bergbauprojekte bis 2026	2	103
Bergbauprojekte nach 2026	8	k. A.
<b>Summe</b>	<b>18</b>	<b>988</b>

Tab. 13: Tantalprojekte mit Produktionsbeginn nach 2026.

Projektname	Land	Firma	Status	Ressourcen/Reserven [t Ta-Inh.]
Nechalacho	Kanada	Avalon Advanced Materials	Feasibility	275.800/k. A.
Abu Dabbab	Ägypten	Arrowhead Resources/EMRA*	Feasibility	10.658/k. A.
Nuweibi	Ägypten	Arrowhead Resources/EMRA*	Geplant	14.200/k. A.
Ghurayyah	Saudi-Arabien	Tertiary Minerals	Geplant	96.000/k. A.
Mabounié	Gabun	Eramet/Unbekannt	Geplant	36.000/k. A.
Motzfeldt Centre	Grönland	Regency Mines	Geplant	40.800/k. A.
Blue River	Kanada	Commerce Resources	Geplant	10.586/k. A.
Separation Rapids	Kanada	Avalon Advanced Materials	Geplant	k. A./k. A.

**Abu Dabbab und Nuweibi:** Abu Dabbab befindet sich in Ost-Ägypten, 16 km von der Küste des Roten Meeres entfernt; Nuweibi befindet sich etwa 20 km entfernt von Abu Dabbab. Die Projekte sind Tantal-Zinn-Feldspat-Lagerstätten, für Abu Dabbab liegt eine abgeschlossene Feasibility-Studie vor. Die ausgewiesenen JORC- und NI 43-101-konformen Reserven sind mit 8.357 t Ta-Inh. angegeben. Die assoziierten Abbaukonzessionen werden zu jeweils 50 % von dem australischen Unternehmen Arrowhead Resources (vormals Gippsland Resources) bzw. seinem Tochterunternehmen Tantalum International und der ägyptischen Behörde für mineralische Rohstoffe (Egyptian Mineral Resources Authority – EMRA) gehalten. Der Produktionsstart wurde wiederholt verschoben, seit 2015 befinden sich beide Joint-Venture-Partner im Rechtsstreit. Arrowhead bezichtigt EMRA der Enteignung, während EMRA seinerseits Arrowhead Resources vorwirft, das Projekt aufgegeben zu haben. Arrowhead Resources' Schwerpunkt liegt mittlerweile auf anderen Projekten. Das Unternehmen ist wenig optimistisch, die Kontrolle an Abu Dabbab zurückzuerlangen (ARROWHEAD RESOURCES 2016), die aktuellen Bestrebungen zielen daher auf eine Entschädigung durch die ägyptische Regierung ab. Im August 2017 verkündete Arrowhead Resources den Abschluss eines Finanzierungsabkommens zur Prozesskostenfinanzierung für ein Verfahren vor einem Schiedsgericht, um den Konflikt beizulegen. Eine rasche Einigung ist nicht absehbar und es ist wenig wahrscheinlich, dass Abu Dabbab in naher Zukunft in Produktion gehen wird. Sollte EMRA eine Kompensation an Arrowhead Resources zahlen und somit alleiniger Eigentümer des Projektes werden, so wird die Suche nach einem geeigneten neuen Joint-Venture-Partner voraussichtlich ebenfalls geraume Zeit in Anspruch nehmen. Mit Kapazitäten von bis zu 345 t Ta-Inh. pro Jahr hätte Abu Dabbab das Potenzial zu einem der weltweit bedeutendsten Tantalbergwerke. Die Weiterentwicklung von Nuweibi ist aktuell ebenfalls ausgesetzt.

**Ghurayyah:** Das Tantal-Niob-Projekt gehört seit 2002 zu 100 % dem britischen Unternehmen Tertiary Minerals und befindet sich im Nordwesten Saudi-Arabiens. Die Lagerstätte verfügt über JORC-konforme Ressourcen von 96.000 t Ta-Inh., was in etwa den zusammengefassten Ressourcen der ehemals größten Tantalbergwerke Greenbushes und Wodgina in Australien entspricht. Die angestrebten jährlichen Kapazitäten von 370 t

Ta-Inh. würden für über 200 Jahre Abbau ausreichen (ROSKILL 2012). Das Projekt befindet sich in der Prefeasibility-Phase, allerdings ist die Weiterentwicklung momentan aufgrund der Nichterteilung einer neuen Explorationslizenz durch die Regierung Saudi-Arabiens seit 2007 ausgesetzt. Als offizielle Begründung wurden die erhöhten Urangelhalte der Lagerstätte angegeben. Tertiary Minerals' Fokus liegt mittlerweile auf der Entwicklung seiner Flussspat-Projekte in Europa und den USA, die Weiterentwicklung von Ghurayyah ist vorerst unwahrscheinlich.

**Nechalacho:** Nechalacho ist ein Seltene-Erden-Projekt in den Northwest Territories im Norden Kanadas. Das Projekt befindet sich zu 100 % im Besitz des kanadischen Unternehmens Avalon Advanced Materials. Laut abgeschlossener Feasibility-Studie aus dem Jahr 2013 hat Nechalacho das Potenzial zur Beiproduktgewinnung von Tantal, Niob und Zirkon. Die geplanten jährlichen Kapazitäten gibt das Unternehmen mit 199 t Ta-Inh. an. Mit ausgewiesenen NI 43-101-konformen Ressourcen von 275.800 t Ta-Inh. verfügt Nechalacho über die größten Tantalvorkommen weltweit. Obwohl Genehmigungen zur Bergwerksplanung vorliegen, ist die weitere Projektentwicklung bezüglich eines Förderbeginnes aktuell seit 2016 aufgrund niedriger Seltene-Erden-Preise ausgesetzt. Das Unternehmen hat seinen Fokus bis auf Weiteres auf die Weiterentwicklung seiner Lithium- und Zinn-Projekte verlagert.

**Separation Rapids:** Das Lithium-Projekt Separation Rapids gehört zu 100 % dem kanadischen Unternehmens Avalon Advanced Materials und befindet sich etwa 70 km nördlich von Kenora in der kanadischen Provinz Ontario. Unternehmensangaben zufolge hat das Projekt das Potenzial zur Beiproduktgewinnung von Tantal, Cäsium und Rubidium. Frühe Explorationsaktivitäten konzentrierten sich auf die Entwicklung hinsichtlich des Tantalpotenzials, später verlagerte sich der Fokus auf eine Lithiumförderung mit einer Beiproduktion von Feldspat. Aufgrund des steigenden Lithiumbedarfes wird Separation Rapids aktuell als Lithiumprojekt vermarktet. Eine Prefeasibility-Studie befindet sich derzeit in Arbeit.

**Motzfeldt Centre:** Das Motzfeldt-Centre-Projekt ist ein Multi-Element-Projekt der britischen Firma Regency Mines. Das Projekt wurde bereits in den 1980er Jahren durch den Dänischen Geo-

logischen Dienst (GEUS) exploriert, aktuell wird das Projekt jedoch nicht aktiv weiterentwickelt. Die Explorationslizenzen umfassen 555 km<sup>2</sup> im Süden Grönlands und befinden sich unweit der großen Seltenen-Erden-Vorkommen Kvanefjeld und Kringlerne. Die Tantalgehalte sind mit durchschnittlich 0,012 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> relativ gering. Die hohen Tonnagen machen das Projekt laut Unternehmensangaben jedoch zu einem der größten Tantalagerstätten weltweit. Neben Tantal liegen für Motzfeldt Centre JORC-konforme Ressourcen für Niob, Seltene Erden, Thorium und Uran vor.

**Mabounié:** Der französische Bergbau- und Metallurgiekonzern Eramet ist durch seine Anteile an dem gabunischen Manganproduzenten Comilog (Compagnie Minière de l'Ogooue) und dessen Tochterunternehmen Maboumine zu 48,51 % an dem Projekt Mabounié in Gabun beteiligt. Die verbleibenden 51,49 % werden von einem unbekanntem Anteilseigner gehalten. Mabounié ist ein Seltene-Erden-Niob-Projekt mit potenzieller Beiproduktion von Tantal, Scandium und Uran und auch bekannt unter dem Namen Maboumine. Es befindet sich in West-Gabun, etwa 200 km südöstlich von Libreville. Laut Unternehmensangaben ist Mabounié das am weitesten fortgeschrittene Bergbauprojekt des Landes. Seit Oktober 2015 ist die Weiterentwicklung des Projektes ausgesetzt, seit 2017 ist Eramet aktiv auf der Suche nach Joint-Venture-Partnern, um die Weiterentwicklung von Mabounié wieder aufzunehmen und voranzutreiben. Unternehmensangaben zufolge liegt der Fokus auf der Gewinnung von Niob und Phosphat, eine Wiederaufnahme und Weiterentwicklung des Projektes für diese Rohstoffe ist für 2018 geplant. Tantal spielt in den aktuellen Entwicklungsszenarien von Eramet und Comilog keine Rolle (pers. Mitteilung Eramet).

**Blue River:** Das Blue River-Projekt, auch unter den Namen Verity und Upper Fir bekannt, ist zu 100 % im Besitz des kanadischen Unternehmens Commerce Resources. Das Lizenzgebiet im Osten der kanadischen Provinz British Columbia umfasst eine Anzahl von prospektiven Karbonatiten. Für die Lagerstätte wurde 2015 eine NI 43-101-konforme Ressourcenabschätzung durchgeführt. Im Juli 2017 wurde eine Absichtserklärung mit Alexander Krupin aus Estland unterzeichnet mit dem Ziel, metallurgische Testarbeiten zur Anwendbarkeit von Krupins patentierter Trennmethode für Erze aus Commerce Resources' Blue River-La-

gerstätte durchzuführen. Im Februar 2018 gab das Unternehmen den erfolgreichen Abschluss der Testarbeiten bekannt und plant nun eine Vereinbarung zum Erwerb der Rechte an diesem Verfahren (COMMERCE RESOURCES 2018). Der Hauptfokus des Unternehmens liegt jedoch weiterhin bei seinem Seltene-Erden-Projekt Ashram in Nord-Quebec.

### 2.7.2.2 Zinnschlacken und Tailings

Tantalhaltige Zinnschlacken werden auch zukünftig eine bedeutende Rolle am Tantalgesamtangebot spielen. Aufgrund einer erwarteten geringen Produktionssteigerung für Zinn, bedingt durch eine stagnierende Nachfrage und Bergwerksproduktion (ITRI 2017, 2018), wird der Anteil von Tantal aus Zinnschlacken sich ebenfalls nicht wesentlich erhöhen.

Eine potenzielle zukünftige Quelle stellen die sogenannten Altschlacken dar, welche im Zuge der historischen Zinnproduktion auf Halde gelegt wurden. Hier ist insbesondere das Zinnbergwerk Pitinga in Brasilien des Unternehmens Mineração Taboca zu nennen. Neben einer aktuellen Beiproduktgewinnung von Tantal befinden sich große Zinnschlackenhalden auf dem Gelände der zum Unternehmen gehörenden Zinnhütte Pirapora bei São Paulo. Die Tantalgehalte liegen bei etwa 2 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Eine erfolgreiche Prozessentwicklung zur Gewinnung sowie abgeschlossene Genehmigungsprozesse vorausgesetzt, könnten die Altschlacken jährlich bis zu 185 t Ta-Inh. (227 t Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) über Jahrzehnte produzieren (ROSKILL 2017).

Die Wiederaufbereitung von Tailings könnte zukünftig ebenfalls eine zunehmend wichtige Rolle bei der globalen Tantalversorgung spielen. Insbesondere im Artisanal- und Kleinbergbau gewinnen Tailings zunehmend an Bedeutung, um Kapazitäten und Effizienz zu erhöhen (HEIZMANN & LIEBETRAU 2017), und haben in einigen Regionen insbesondere Zentralafrikas zu einem gesteigerten Engagement von ausländischen Investoren geführt.

In Simbabwe hat das chinesische Unternehmen Beijing Pinchang Investment seit 2015 eine Beteiligung zu 49 % an dem ehemaligen Zinnbergwerk Kamativi und plant im Rahmen eines Joint Ventures mit der Zimbabwe Mining Development Corporation (ZMDC) eine erneute Inbetriebnahme

des seit 1994 geschlossenen Bergwerks. Bei einer erneuten Produktionsaufnahme könnte potenziell Tantal zum einen als Beiprodukt anfallen. Zum anderen könnten die vorhandenen Tailinghalden bei einer Wiederaufbereitung ebenfalls eine Tantalquelle darstellen (S & P GLOBAL 2018).

In Bolivien plant das australische Unternehmen Victory Mines Ltd. die Gewinnung von vornehmlich Zinn und potenziell Tantal und Silber aus acht Tailing-Projekten. Der Abschluss einer Feasibility-Studie ist für Anfang 2018 geplant (VICTORY MINES 2017).

### 2.7.2.3 Recycling

Für die Berechnung des zukünftigen Angebots liegen im vorliegenden Bericht Recyclingraten von 30 % zugrunde.

Für die Rückführ- und Sammelraten von Tantal sind aktuell insbesondere das Recycling von Superlegierungen (insbesondere aus der Luftfahrtindustrie), die Hartmetallindustrie sowie die Rückführung gebrauchter Sputtertargets aus der Elektroindustrie verantwortlich. Insbesondere für die Marktsegmente der Superlegierungen und Sputtertargets wird von einem Nachfragezuwachs für den Tantalbedarf ausgegangen (ROSKILL 2017). Es ist davon auszugehen, dass insbesondere diese Nachfragesteigerung einen zunehmenden Anteil des Recyclings am Gesamtangebot Tantal haben wird.

### 2.7.3 Zukünftige Nachfrage

Zwischen 2010 und 2016 stieg die Nachfrage jährlich im Durchschnitt um etwa 1,2 % und damit weniger stark als im langjährigen Mittel. Für den Zeitraum 2017–2026 wird von einem Nachfragewachstum von etwa 3,3 % ausgegangen (ROSKILL 2017) (Tab. 14).

#### Zukünftige Nachfrage wichtiger Anwendungsgebiete

Für den Anwendungsbereich der **Elektroindustrie** ist von einem Nachfragezuwachs von jährlich durchschnittlich 3 % auszugehen. Die einzelnen Marktsegmente der Tantalkondensatoren und Sputtertargets wachsen jedoch unterschiedlich stark. Der prognostizierte Bedarf von Tantal für die Herstellung von Sputtertargets liegt mit einem CAGR von 4,5 % deutlich höher als die jährlichen Wachstumsraten für Kondensatoren (1,5 %). Tantalkondensatoren werden jedoch trotz der geringen Zuwachsraten weiterhin den größten Anteil sowohl am Tantalbedarf durch die Elektroindustrie als auch am globalen Bedarf haben. Die höheren prognostizierten Zuwachsraten für Sputtertargets sind auf die breiten Anwendungsmöglichkeiten zurückzuführen, insbesondere in der Halbleiterindustrie, was das Risiko eines Nachfragerückganges reduziert.

Die Gesamtnachfrage von Tantal in der Elektroindustrie anteilig am Globalbedarf wird seinen leicht rückläufigen Trend von 57 % (2005) auf 44 % im Jahr 2026 fortsetzen (Roskill 2017), da

Tab. 14: Zuwachsraten für die Hauptanwendungsgebiete für den Zeitraum 2017–2026 (ROSKILL 2017).

Anwendungsbereich	CAGR 2017–2026 [%]	Zukünftiger Bedarf 2026 [t Ta-Inh.]
Tantalkondensatoren	1,5	725
Sputtertargets	4,5	427
Superlegierungen	4,6	549
Halbzeuge	4,0	266
Chemische Produkte	5,0	570
Karbide	-2,0	110
<b>Gesamtnachfragewachstum</b>	<b>3,3</b>	<b>2.647</b>

das Wachstum der Elektroindustrie unterhalb des Gesamtnachfragewachstums liegt.

Im Marktsegment der **Superlegierungen** kann von einem durchschnittlichen Nachfragezuwachs von etwa 4,6 % ausgegangen werden. Dieser Anwendungsbereich wird auch zukünftig den zweithöchsten Anteil an der Gesamtnachfrage nach Tantal stellen und weist zusammen mit dem Marktsegment der Sputtertargets die zweithöchsten Zuwachsraten auf. Insbesondere die Nachfrage aus der Luftfahrtindustrie wird dank zunehmender Passagierzahlen zu einer Produktionssteigerung im Flugzeugbau führen; die mit steigenden Flugzeugzahlen assoziierte Wartung und Instandhaltung stellen ein weiteres Anwendungsfeld mit Wachstumspotenzial dar. Airline Monitor (in ROSKILL 2017) rechnet mit durchschnittlichen Zuwachsraten für Triebwerkslieferungen von 3,2 % pro Jahr.

Der Bedarf von Tantal in Superlegierungen in der Energieerzeugung wird als rückläufig prognostiziert. Gründe sind bspw. zunehmende Substitutionsbemühungen durch keramische Faserverbundstoffe im Anwendungsbereich von Turbinen in der Elektrizitätserzeugung.

Aufgrund des breiten Anwendungsspektrums für **Tantalhalbzeuge** kann von jährlichen Zuwachsraten von knapp 4 % ausgegangen werden.

Der Tantalbedarf für **chemische Produkte** weist mit durchschnittlich knapp 5 % pro Jahr das höchste Nachfragewachstum aller Tantalwendungen auf. Tantalchemikalien sind bedeutende Vorprodukte für die Herstellung von Halbzeug und Tantalmetallpulver, was dieses Marktsegment eng an die Nachfrageentwicklungen nachgelagerter Industrien wie bspw. der chemischen Industrie, Werkzeug- und Elektroindustrie koppelt.

In der **Hartmetallindustrie** wird mit einem sinkenden Tantalbedarf von knapp 2 % gerechnet. Die Hauptgründe hierfür sind insbesondere eine zunehmende Substituierung von Tantalkarbid durch günstigere Materialien wie Titankarbid, Niobkarbid und Titanitrid bzw. die Verwendung von Mixkarbiden (s. Kap. 1.3). Effizientere Herstellungstechnologien mit einem geringeren Materialeinsatz sowie ein erhöhtes Recycling in der Hartmetallindustrie bedeuten ebenfalls einen geringeren Einsatz von Primärtantal.

## 2.7.4 Zukünftige Marktdeckung

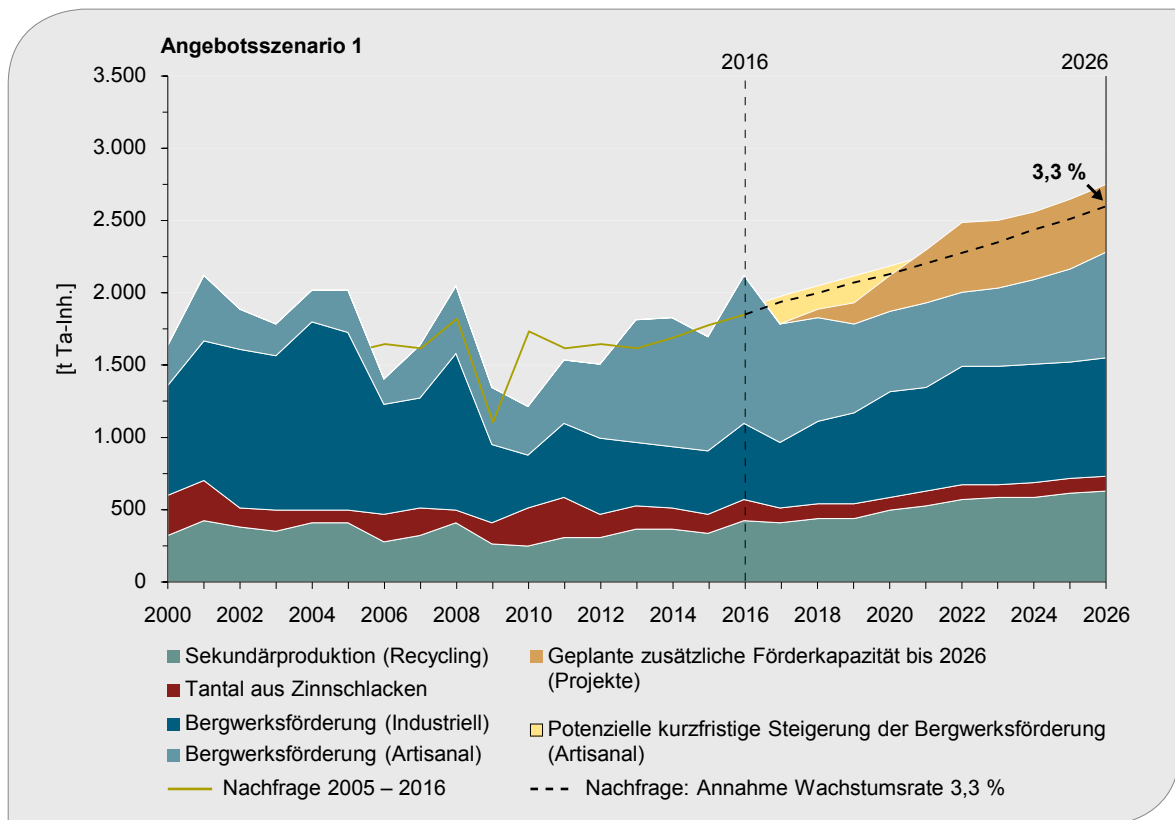
Für die zukünftige Marktdeckung wird von den nachfolgenden Angebotsszenarien ausgegangen. Die zukünftige Nachfrage bis 2026 basiert auf einem durchschnittlichen jährlichen Nachfragewachstum von 3,3 % (ROSKILL 2017) (s. Kap. 2.7.3).

### Angebotsszenario 1

Diesem optimistischen Szenario liegen folgende Angebotsparameter zugrunde:

- Die globale Bergwerksförderung von Tantal aus im Abbau befindlichen Bergwerken fällt nicht unter die Mengen aus dem Jahr 2016.
- Das Angebot von Tantal aus Zinnschlacken bleibt konstant bei 102 t Ta-Inh.
- Die Recyclingrate von Produktions- und Neuschrotten liegt bei 30 %.
- Die Betriebserweiterungen im industriellen Bergbau, insbesondere des brasilianischen Bergwerkes Pitinga durch Mineração Taboca, werden realisiert.
- Das brasilianische Bergwerk Mibra schließt einen neuen Langzeitvertrag ab und verbleibt in Produktion.
- Die Verdopplung der Lithiumkapazitäten des australischen Bergwerks Greenbushes wird wie geplant realisiert, die Tantalkapazitäten werden ebenfalls verdoppelt.
- Das australische ehemalige Tantalbergwerk Wodgina geht für Lithium in Produktion; die anvisierte Beiproduktgewinnung von Tantal wird realisiert.
- Weitere geplante Lithiumbergbauprojekte mit Potenzial zur Beiproduktgewinnung von Tantal in Australien werden realisiert (Pilgangoora, Bald Hill).
- Die hauptsächlich auf Niob konzentrierte artisanale Produktion mit Tantal als Beiprodukt in Nigeria und Südamerika erholt sich aufgrund steigender Preise für Niob.
- Kurzfristige Produktionssteigerungen aus dem Artisanal- und Kleinbergbau, insbesondere in Zentralafrika, fangen potenzielle Kapazitätsengpässe auf.

Für das Jahr 2026 ergibt sich in diesem Szenario gegenüber dem Jahr 2016 ein zusätzliches geschätztes Tantalangebot von rund 654 t Ta-Inh. aus der Bergwerksförderung inkl. Recycling



**Abb. 26: Entwicklungsszenario von Angebot und Nachfrage von Tantal bis 2026 (Angebotszenario 1) (BGR 2018, ROSKILL 2017). Kurzfristige Produktionssteigerungen als Reaktion auf ein Angebotsdefizit und steigende Preise sind vor allem aus dem Artisanal- und Kleinbergbau zu erwarten.**

(Abb. 26). Dem Markt stünden somit insgesamt rund 2.816 t Ta-Inh. aus der Bergwerksförderung inkl. Recycling zur Verfügung. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 5 % und würde damit deutlich über dem langfristigen Trend von 1,6 % pro Jahr (2000–2016) liegen.

Nach Angebotsszenario 1 ergibt sich eine Marktdeckung von 6 %; dies entspricht einem Marktüberschuss von rund 168 t Ta-Inh. Aufgrund zusätzlicher TantalKapazitäten aus neuen Lithiumbergwerken könnte der Anteil der industriellen Bergwerksförderung in Angebotsszenario 1 von aktuell 31 % (2016) auf bis zu 61 % (2026) steigen.

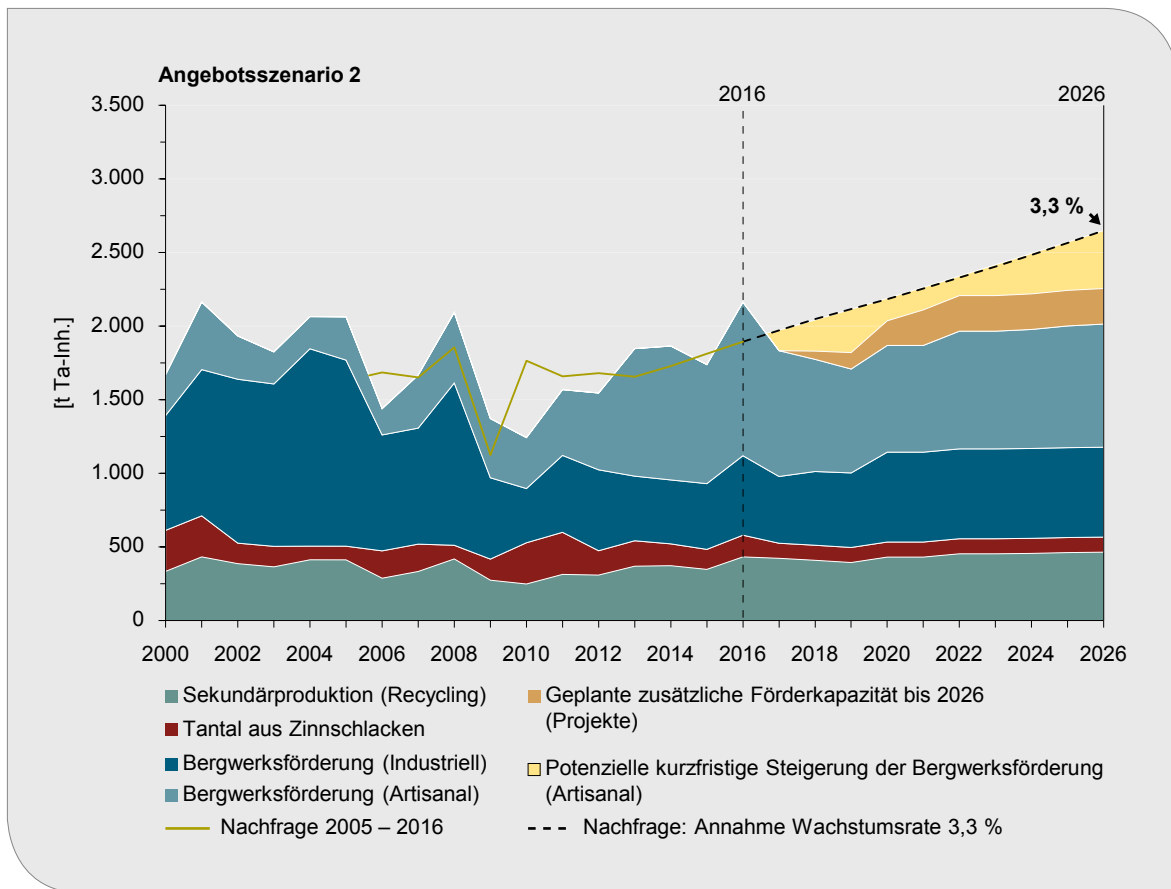
Betrachtet man lediglich die Bergwerksförderung ohne den Anteil der Zinnschlacken, steigt der Anteil der industriellen Produktion in Angebotsszenario 1 aufgrund der neuen Bergbauprojekte von 31 % (2016) auf 64 % (2026) an. Unter Einbeziehung der Zinnschlacken und des Recyclings sinkt der Anteil des artisanalen Bergbaus im selben Zeitraum von knapp 48 % auf unter 27 % (Abb. 28).

### Angebotszenario 2

Diesem konservativen Szenario liegen folgende Angebotsparameter zugrunde:

- Die globale Bergwerksförderung von Tantal aus im Abbau befindlichen Bergwerken fällt nicht unter die Mengen aus dem Jahr 2016.
- Das Angebot von Tantal aus Zinnschlacken bleibt konstant bei 102 t Ta-Inh.
- Die Recyclingrate von Produktions- und Neuschrotten liegt bei 30 %.
- Die geplante Betriebserweiterung des industriellen Bergwerkes Pitinga in Brasilien wird lediglich bis 2022 realisiert; die geplanten Kapazitätssteigerungen nach 2022 werden nicht umgesetzt.
- Die Kapazitäten des ebenfalls brasilianischen Bergwerkes Mibra in Brasilien bleiben aufgrund des Scheiterns eines erneuten Abnahmevertrags über die Tantalproduktion unter der Produktion von 2016 zurück.





**Abb. 27: Entwicklungsszenario von Angebot und Nachfrage von Tantal bis 2026 (Angebotsszenario 2) (BGR 2018, ROSKILL 2017). Es ist von einer kurzfristigen Steigerung der Bergwerksförderung aus dem Artisanal- und Kleinbergbau als Reaktion auf ein Angebotsdefizit und steigende Preise auszugehen.**

- Die geplante Produktionssteigerung für Lithium in Greenbushes wird umgesetzt, eine zusätzliche Tantalförderung als Beiprodukt bleibt unter den geplanten Kapazitäten.
- Die geplanten neuen Lithiumprojekte mit Potenzial zur Beiproduktgewinnung von Tantal in Australien werden nur teilweise realisiert, bzw. die angekündigten Kapazitäten werden nicht planmäßig umgesetzt.
- Außerhalb Australiens werden keine neuen Bergbauprojekte realisiert.
- Kurzfristige Produktionssteigerungen aus dem Artisanal- und Kleinbergbau, insbesondere in Zentralafrika, fangen potenzielle Kapazitätsengpässe auf.

Für das Jahr 2026 ergibt sich in diesem Szenario gegenüber dem Jahr 2016 ein zusätzliches geschätztes Tantalangebot von rund 165 t Ta-Inh. aus der Bergwerksförderung inkl. Recycling

(Abb. 27). Dem Markt stünden somit insgesamt rund 2.327 t Ta-Inh. aus der Bergwerksförderung inkl. Recycling zur Verfügung. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 2,7 % und würde damit ebenfalls über dem langfristigen Trend von 1,6 % pro Jahr (2000–2016) liegen.

Nach Angebotsszenario 2 ergibt sich eine Marktdeckung bis 2026 von etwa –14 %. Dies entspricht einem Defizit von rund 321 t Ta-Inh. und stellt eine bedenkliche Entwicklung dar.

Bezieht man ausschließlich die Bergbauförderung sowie neue industrielle Bergbauprojekte ein, ist die Förderung durch den artisanalen und industriellen Bergbau bis zum Jahr 2026 mit jeweils 50 % Anteil ausgeglichen. Unter Betrachtung des Tantalgesamtangebotes sinkt der Anteil des artisanalen Abbaus nur gering.

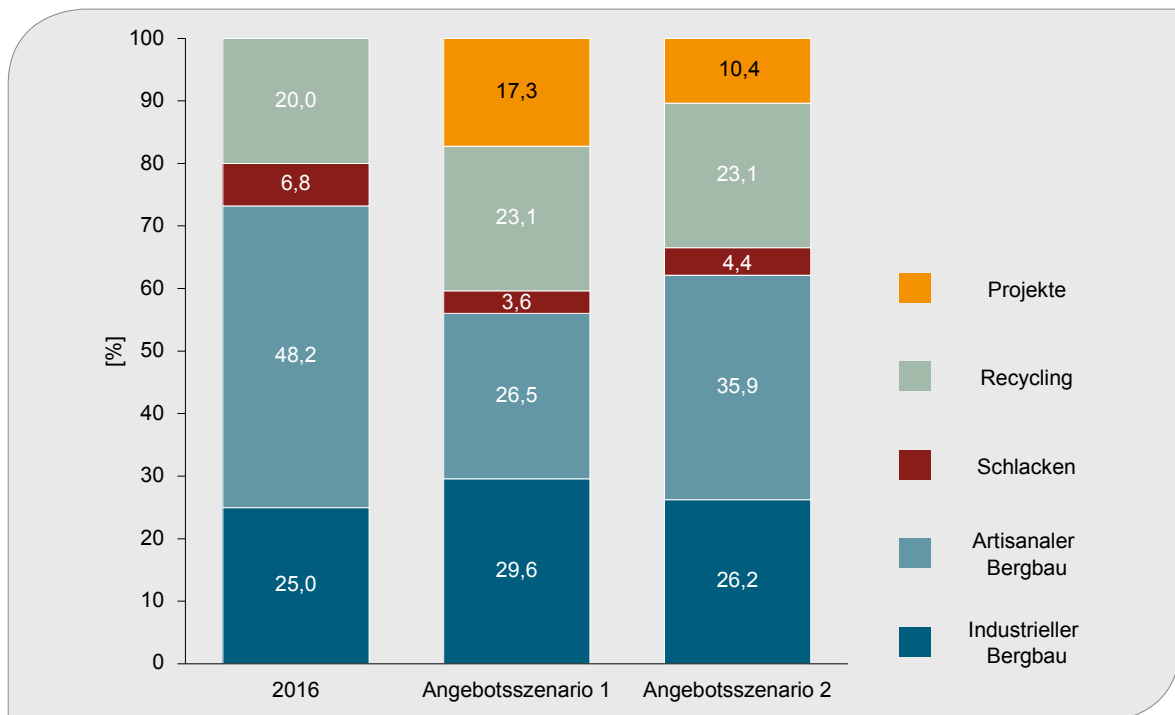


Abb. 28: Veränderung der Angebotsquellen bis 2026.

### 2.7.5 Länderkonzentration und gewichtetes Länderrisiko des zukünftigen Angebots aus dem Bergbau

Gegenüber der Produktion aus dem Bezugsjahr 2016 verändert sich die Länderkonzentration für beide Angebotsszenarien deutlich (Abb. 28).

Legt man Angebotsszenario 1 zugrunde, verändert sich der HHI von aktuell 3.466 auf 1.812 und liegt damit im mäßig bedenklichen Bereich. Der Anteil Australiens am weltweiten Gesamtangebot würde sich durch die Inbetriebnahme neuer Projekte auf 27 % deutlich erhöhen (2016 = 4 %). Kapazitätserweiterungen bestehender brasilianischer Bergwerke würden den Anteil Brasiliens an der Gesamtproduktion von 12 % (2016) auf 23 % ebenfalls erhöhen. Die Inbetriebnahme eines kanadischen Projektes würde sich ebenfalls positiv auf die Entwicklung der Länderkonzentration auswirken. Gleichzeitig würde die Bedeutung der Region der Großen Seen als bedeutender Tantalproduzent auf knapp 19 % zurückgehen (2016 = 51 %). Aufgrund dieser Entwicklungen würde das gewichtete Länderrisiko, berechnet mit den Weltbankindikatoren für 2016, bis 2026 bei 0,08 und somit im mäßig bedenklichen Bereich liegen. Im Vergleich

dazu lag das gewichtete Länderrisiko im Bezugsjahr 2016 mit  $-0,69$  noch im bedenklichen Bereich. Australien gilt mit einer Risikobewertung von 1,54 als sehr risikoarmes Land; der hohe prozentuale Anteil an der Gesamtförderung wirkt sich positiv auf das GLR aus. Brasilien als zweitgrößtes Förderland mit  $-0,15$  gilt als mäßig risikoreiches Land. Die Länder der Region der Großen Seen als drittgrößte Förderregion gelten mit Länderrisiken von  $-0,05$  (Ruanda) und  $-1,56$  (DR Kongo) ebenfalls als mäßig bzw. als sehr risikoreiche Länder.

Für Angebotsszenario 2 liegt die Länderkonzentration mit einem HHI von 1.623 in einem mäßig bedenklichen Bereich, mit Tendenz zum unbedenklichen Bereich. Der Anteil Australiens am weltweiten Angebot läge in diesem Szenario bei knapp 19 %; das Land würde zusammen mit Brasilien (18 %) den zweit- und drittgrößten Anteil am Gesamtangebot stellen. Größte Förderregion wäre nach wie vor die Region der Großen Seen mit etwa 26 % Anteil an der Weltbergwerksförderung. Das gewichtete Länderrisiko für dieses Angebots-szenario, berechnet mit den Weltbankindikatoren für 2016, würde mit  $-0,17$  im mäßig bedenklichen Bereich liegen, ebenfalls vor allem bedingt durch die Zunahme der Produktion aus Australien im Vergleich zum Bezugsjahr 2016.

### 3 Fazit

Tantal stellt für die deutsche Wirtschaft aufgrund seiner spezifischen Eigenschaften einen unverzichtbaren Rohstoff für zahlreiche Anwendungen dar bspw. in der Luftfahrt, als Hartmetall und der chemischen Industrie. Deutschland verfügt über eine bedeutende weiterverarbeitende Industrie von Tantal, ein Abbau von Tantal findet jedoch nicht statt.

Rund 60 % der globalen Bergwerksförderung stammten 2016 aus dem Artisanal- und Kleinbergbau, die bedeutendste Förderregion ist aktuell die Region der Großen Seen in Zentralafrika. Basierend auf den von uns berechneten Angebotsszenarien wird dem Artisanal- und Kleinbergbausektor aufgrund seiner Flexibilität und Möglichkeiten zu kurzfristigen Produktionssteigerungen auch in Zukunft eine signifikante Bedeutung zukommen. Allerdings könnten sich die wirtschaftlichen und politischen Entwicklungen insbesondere in der DR Kongo negativ auf eine zukünftige Tantalproduktion in der Region auswirken.

Neue Explorations- und Bergbauprojekte sind insbesondere aus Australien zu erwarten, sodass wir einen Anstieg des industriellen Primärangebotes außerhalb Afrikas und eine erneute Verschiebung der Angebotssituation erwarten.

Die geplanten Betriebserweiterungen und neuen Bergbauprojekte können voraussichtlich den globalen Tantalbedarf bis 2026 decken. Sollten die Fördermengen im industriellen Bergbau hinter den geplanten Kapazitäten zurückbleiben, könnte es zu Versorgungsengpässen bei der Verfügbarkeit von Tantal kommen. Aufgrund der Fördergeschichte des Artisanal- und Kleinbergbaus in Afrika ist jedoch davon auszugehen, dass Lieferengpässe durch eine kurzfristige gesteigerte Produktion aus diesem Sektor aufgefangen werden können.

Industriell produziertes Tantal wird überwiegend über Langzeitverträge vermarktet. Die Preise können zwar signifikant über den aktuellen Spotmarktpreisen liegen. Sie bedeuten jedoch auch Planungssicherheit für beide beteiligten Seiten. Insbesondere für in der Entwicklung befindliche Explorations- und Bergbauprojekte mit Tantal als Beiprodukt sind Langzeitverträge ausschlaggebend für die Realisierung einer Produktion.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse sollten deutsche Unternehmen in der tantalverarbeitenden Industrie die Entwicklungen in den Abbaugebieten Afrikas beobachten und ihre Versorgung mit Tantalkonzentrat über langfristige Lieferverträge mit Produzenten, auch außerhalb Afrikas, diversifizieren.

## 4 Literaturverzeichnis

AB MINERALS (2017): A new Made for Africa Eco-Friendly Smelter Technology for Tantalite Bearing Minerals. – Firmenpräsentation, November 2017. [Online]. – URL: <https://www.abmineralscorp.com/presentations-and-news.html> [Stand 04/2018].

ARROWHEAD RESOURCES (2016): Annual Report 2016. – URL: <http://www.arrowheadresources.com.au/wp-content/uploads/2016/10/Annual-Report-2016.pdf> [Stand 04/2018].

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2018): Fachinformationssystem Rohstoffe. – unveröff.; Hannover. [Stand 04/2018].

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2018a): Artisanal Mining (ASM) in the Great Lakes Region. – URL: [https://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Min\\_rohstoffe/CTC/Concept\\_MC/ASM-great-lakes/ASM\\_node\\_en.html](https://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Min_rohstoffe/CTC/Concept_MC/ASM-great-lakes/ASM_node_en.html) [Stand 06/2018].

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2018b) – Steckbrief Ta-Pegmatitbergwerk (Li, Be, Feldspat, Muskovit, Quarz) des Unternehmens African Tantalite (AFTAN, Windhoek) im Tantalite Valley, Südnamibia - Dienstleistungsbericht April 2018. – unveröff.; Hannover.

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2018c): EU-Sorgfaltspflichten in Rohstofflieferketten. – URL: [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/UeberUns/EU-Sorgfaltspflichten/EU-sorgfaltspflichten\\_node.html](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/UeberUns/EU-Sorgfaltspflichten/EU-sorgfaltspflichten_node.html) [Stand 04/2018].

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2016 ): DR Kongo – Stärkung der Kontrolle im Rohstoffsektor. – URL: [https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Zusammenarbeit/TechnZusammenarbeit/Projekte/Laufend/Afrika/2000\\_2008-2225-4\\_Kongo\\_Kontrolle\\_Rohstoffsektor.html](https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Zusammenarbeit/TechnZusammenarbeit/Projekte/Laufend/Afrika/2000_2008-2225-4_Kongo_Kontrolle_Rohstoffsektor.html) [Stand 03/2018].

BGS – BRITISH GEOLOGICAL SURVEY (2011): Niobium – Tantalum: Mineral Profile: 28 S.; Nottingham. – URL: <https://www.bgs.ac.uk/downloads/start.cfm?id=2033> [Stand 06/2018].

BMWi – BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (2014): OECD-Leitsätze zur Erfüllung der

Sorgfaltspflicht zur Förderung verantwortungsvoller Lieferketten für Minerale aus Konflikt- und Hochrisikogebieten: 80 S.; Berlin. – URL: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/M-O/oecd-leitsaetze-fuer-die-erfuellung-der-sorgfaltspflicht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/M-O/oecd-leitsaetze-fuer-die-erfuellung-der-sorgfaltspflicht.pdf?__blob=publicationFile&v=5) [STAND 06/2018].

BRÄUNINGER, M., LESCHUS, L. & ROSSEN, A. (2013): Ursachen von Preispeaks, -einbrüchen und -trends bei mineralischen Rohstoffen. – DERA Rohstoffinformationen 17: 125 S.; Berlin. – URL: [https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA\\_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-17.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-17.pdf?__blob=publicationFile&v=3) [Stand 06/2018].

BURT, R. (2010): Tantalum – A rare metal in abundance? – Tantalum-Niobium International Study Center Bulletin No. 141: 8 S. – URL: [https://www.tanb.org/images/Bulletin\\_141\\_final.pdf](https://www.tanb.org/images/Bulletin_141_final.pdf) [Stand 06/2018].

COMMERCE RESOURCES (2018): Commerce Resources Corp. Announces Successful Processing of Tantalum and Niobium from the Upper Fir Deposit, British Columbia. – URL: <https://www.commerceresources.com/en/news/commerce-resources-corp-announces-successful-processing-of-tantalum-and-niobium-from-the-upper-fir-deposit-british-columbia> [Stand 04/2018].

COOK, R. & MITCHELL, P. (2014): Evaluation of Mining Revenue Streams and Due Diligence Implementation Costs along Mineral Supply Chains in Rwanda. – Analysis Report for Rwanda Natural Resources Authority & Federal Institute for Geosciences and Natural Resources: 78 S. – URL: [https://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Min\\_rohstoffe/CTC/Downloads/mining\\_revenues\\_due\\_diligence\\_costs\\_rwanda\\_en.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Min_rohstoffe/CTC/Downloads/mining_revenues_due_diligence_costs_rwanda_en.pdf?__blob=publicationFile&v=2) [Stand 03/2017].

CRITICAL ELEMENTS CORPORATION (2017): Rose Lithium-Tantalum Project Feasibility Study NI 43-101 Technical Report: 491 S. – URL: [https://www.cecorp.ca/wp-content/uploads/rose-43-101\\_revised\\_november\\_2017.pdf](https://www.cecorp.ca/wp-content/uploads/rose-43-101_revised_november_2017.pdf) [Stand 04/2018].

DERA – DEUTSCHE ROHSTOFFAGENTUR IN DER BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2017): DERA-Rohstoffliste 2016. – DERA Rohstoffinformationen 32: 116 S.; Berlin. – URL:

[https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Downloads/rohstoffliste-2016.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Downloads/rohstoffliste-2016.pdf?__blob=publicationFile&v=4) [Stand 04/2018].

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2017): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über die Liste kritischer Rohstoffe für die EU 2017. – 8 S.; Brüssel. – URL: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2017/DE/COM-2017-490-F1-DE-MAIN-PART-1.PDF> [Stand 04/2018].

EUROPÄISCHE UNION (2017): Verordnung (EU) 2017/821 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2017 zur Festlegung von Pflichten zur Erfüllung der Sorgfaltspflichten in der Lieferkette für Unionseinführer von Zinn, Tantal, Wolfram, deren Erzen und Gold aus Konflikt- und Hochrisikogebieten: 20 S.; Straßburg. – URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0821&from=DE> [Stand 04/2018].

FENN, A., COOLEY, G. & FRAY, D. (2004): Exploiting the FFC Cambridge Process. – *Advanced Materials & Processes* February/2004: S. 51–53. – URL: <https://www.asminternational.org/documents/10192/1884362/amp16202p051.pdf/c40e8850-2fc7-456b-a0ec-b4b6e650e9bd> [Stand 04.2018].

FETHERSTON, J. M. (2004): Tantalum in Western Australia. – *Geological Survey of Western Australia, Mineral Resources Bulletin* 22: 162 S.; Perth.

GALAXY RESOURCES LTD. (2017): Mt Cattlin Sales Update. – ASX Announcement/Media Release – URL: <http://www.galaxyresources.com.au/announcements-1/mt-cattlin-sales-update> [STAND 04/2018].

GILLE, G. & MEIER, A. (2012): Recycling von Refraktärmetallen. – *Recycling und Rohstoffe – Band 10*. (Hrsg.) – S. 137–153; Berlin.

GTIS – GLOBAL TRADE INFORMATION SERVICES INC. (2018): Global Trade Atlas. – konstenpflichtige Online-Datenbank. – URL: [www.gtis.com/gta/](http://www.gtis.com/gta/) [STAND 04/2018].

HEIZMANN, J. & LIEBETRAU, M. (2017): Efficiency of Mineral Processing in Rwanda's Aartisanal

and Small-Scale Mining Sector – Quantitative Comparison of Traditional Techniques and Basic Mechanized Procedures. – Auftragsstudie Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: 97 S.; Hannover. – URL: [https://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Min\\_rohstoffe/Downloads/studie\\_efficiency\\_Rwanda\\_ASM\\_Sector.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/studie_efficiency_Rwanda_ASM_Sector.pdf?__blob=publicationFile&v=3) [Stand 03/2018].

ITRI – INTERNATIONAL TIN ASSOCIATION (2018): Tin Market Trends and Creating Responsible Supply – Präsentation der International Tin Association auf der Argus Metal Week 2018 in London, 27.02.2018: 23 Folien.

ITRI – INTERNATIONAL TIN ASSOCIATION (2017): Tin Market Outlook – Is Pressure Building? – Präsentation der International Tin Association auf der ITRI 6th London Tin Seminar in London, 1.06.2017. 23 Folien. – URL <https://www.stellarresources.com.au/wp-content/uploads/2017/06/8.-Tin-market-outlook-Tom-Mulqueen-ITRI.pdf> [Stand 03/2018].

KILLICHES., F., SCHÜTTE, P., FRANKEN, G., BARUME, B. & NÄHER, U. (2014): Sorgfaltspflichten in den Lieferketten von Zinn, Tantal, Wolfram und Gold. – *Commodity Top News* Nr. 46: 9 S.; – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover. – URL: [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity\\_Top\\_News/Rohstoffwirtschaft/38\\_rohstoff-zertifizierung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/38_rohstoff-zertifizierung.pdf?__blob=publicationFile&v=5) [Stand 04/2018].

KRAUSS, U., SCHMIDT, H., KIPPENBERGER, C., EGGERT, P., KAMPHAUSEN, D., PRIEM, J. & WETTIG, E. (1982): Tantal – Untersuchungen über Angebot und Nachfrage mineralischer Rohstoffe XVII: 279 S. – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.); Berlin-Hannover.

MALLO, S. (2012): The Nigerian Mining Sector: An Overview. – *Continental Journal of Applied Sciences* 7 (1): S. 34–45.

MELCHER, F., GRAUPNER, T., GÄBLER, H.-E., SITNIKOVA, M., HENJES-KUNST, F., OBERTHÜR, T., GERDES, A. & DEWAELE, S. (2015): Tantalum- (niobium-tin) mineralisation in African pegmatites and rare metal granites: Constrains from Ta-Nb oxide mineralogy, geochemistry and U-Pb geochronology. *Ore Geology Reviews*, 64: S. 667–719.

MINISTÈRE DES MINES DRC (versch. Jahre): Les Statistiques Minières. – URL: <https://www.mines-rdc.cd> [Stand 04/2018].

MUPEPELE MONTI, L. (2012): L'Industrie Minérale Congolaise - Chiffres et défis. – Editions L'Harmattan. – 322 S.; Paris.

PILBARA MINERALS (2017a): Pilgangoora – The World's Leading Lithium Development Project. – Präsentation auf der Diggers and Dealers Conference in Kalgoorlie, 08/2017. – URL: [http://www.pilbaraminerals.com.au/site/PDF/1931\\_0/CorporatePresentationAugust2017](http://www.pilbaraminerals.com.au/site/PDF/1931_0/CorporatePresentationAugust2017) [Stand 04/2018].

PILBARA MINERALS (2017b): Pilbara Signs Off-take Agreement with Global Advanced Metals for Tantalum Concentrates. – ASX/Media Announcement, 20.12.2017. – URL: [http://www.pilbaraminerals.com.au/site/PDF/2072\\_0/PilbaraSignsTantalumOfftakeAgreement](http://www.pilbaraminerals.com.au/site/PDF/2072_0/PilbaraSignsTantalumOfftakeAgreement) [Stand 04/2018].

PROSPECT RESOURCES (2017): Arcadia Lithium Project Delivers Robust Pre-Feasibility Study, On Track for Development. – ASX Announcement 07/2017. – URL: <http://www.prospectresources.com.au/sites/default/files/asx-announcements/6841771.pdf> [Stand 04/2018].

RESPONSIBLE MINERALS INITIATIVE (2018): Conformant Tantalum Smelters. – URL: <http://www.responsiblemineralsinitiative.org/tantalum-conformant-smelters> [Stand 04/2018].

ROSKILL INFORMATION SERVICES LTD. (2017): Tantalum: Global Industry, Markets & Outlook 2017: 172 S.; London, Großbritannien.

ROSKILL INFORMATION SERVICES LTD. (2012): Tantalum: Global Industry, Markets & Outlook 2017. – 164 S., London, Großbritannien.

SCHMIDT, M. (2017): Rohstoffrisikobewertung – Lithium. – DERA Rohstoffinformationen 33. 134 S.; Berlin. – URL: [https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Downloads/Studie\\_lithium\\_2017.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Downloads/Studie_lithium_2017.pdf?__blob=publicationFile&v=2) [Stand 04/2018].

SCHULENBURG, F., ROSSEL, H., BARTMANN, U. (2017): Tantalrecycling. Vortrag Berliner Recycling- und Rohstoffkonferenz. Berlin 2017.

S & P GLOBAL (2018): SNL Metals & Mining, a group within S & P Global Mining Intelligence. – Kostenpflichtige Online-Datenbank; Charlottesville, USA. [Stand 04/2018].

TAWANA RESOURCES (2018): Lithium Production Commences at Bald Hill. – Corporate Presentation. – Paydirt's Battery Minerals Conference – März 2018. – URL: <http://spcagent.co/tawana/wp-content/uploads/sites/37/2018/03/1782548.pdf> [Stand 04/2018].

TADESS, B. (2015): Artisanal Mining Operations and Its Economic Values, Ethiopia – Ethiopian Extractive Industries Transparency Initiative – A Final Draft Report, 54 S. – URL [https://eiti.org/sites/default/files/documents/artisana\\_mining\\_3\\_0.pdf](https://eiti.org/sites/default/files/documents/artisana_mining_3_0.pdf) [Stand 03/2018].

TIC – TANTALUM-NIOBIUM INTERNATIONAL STUDY CENTRE (2018): Transporting NORM: A Guide to the Transport of Niobium (Nb) and Tantalum (Ta) Raw Materials that are Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM). – URL: <https://www.tanb.org/view/transport-of-norm> [Stand 04/2018].

TIC – TANTALUM-NIOBIUM INTERNATIONAL STUDY CENTER (1998): Tantalum Supply and Demand, Bulletin No. 96. – URL: <https://www.tanb.org/images/Bulletin96.pdf> [Stand 04/2018].

USANOV, A., DE RIDDER, M., AUPING, W., LINGEMANN, S., TERCERO ESPINOZA L., ERICSSON, M., FAROOKI, M., SIEVERS, H. & LIEDTKE, M. (2013): Coltan, Congo, Conflict: POLINARES Case Study. – The Hague Centre for Strategic Studies No. 21/05/13; 87 S.; Den Haag, Niederlande.

UN – UNITED NATIONS (2010): Group of Experts on the Democratic Republic of the Congo, S/2010/596: Final Report 2010 of the Security Council Committee Established Pursuant to resolution 1533 (2004) Concerning the Democratic Republic of the Congo. – URL: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=S/2010/596](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=S/2010/596) [Stand 04/2018].

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2011): Recycling Rates of Metals – A Status Report. – A Report of the Working Group Global Metal Flows in the International Resource Panel. Graedel, T. E., Allwood, J., Birat, J.-P., Reck, B. K., Sibley, S. F., Sonnemann, G., Buchert, M. &

Hagelücken, C. 44 S. – URL: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8702> [Stand 04/2018].

US DEPARTMENT OF DEFENSE (2015): Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics - Strategic and Critical Materials 2015 Report on Stockpile Requirements: 72 S. – URL: <https://www.hsdl.org/?view&did=764766> [STAND 03/2018].

US DEPARTMENT OF JUSTICE (2015): Herfindahl-Hirschman-Index. – URL: <https://www.justice.gov/atr/herfindahl-hirschman-index> [STAND 04/2018].

US SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION (2018): Implementing the Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act. – URL: <https://www.sec.gov/spotlight/dodd-frank.shtml> [STAND 04/2018].

USGS – U.S. GEOLOGICAL SURVEY (versch. Jahre): Niobium (Columbium) and Tantalum Commodity Summaries; Reston. – URL: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/niobium/> [STAND 04/2018].

USGS – U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2017): Chapter M of Critical Mineral Resources of the United States. – Economic and Environmental Geology and Prospects for Future Supply. – US Geological Survey 2017 Professional Paper 1802 – M. – URL: <https://pubs.usgs.gov/pp/1802/m/pp1802m.pdf/> [Stand 03/2018].

USGS – U.S. GEOLOGICAL SURVEY (1998): Minerals Yearbook 1998: 14 S. – URL: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/niobium/230498.pdf> [Stand 03/2018].

USGS – U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2015): Mineral Commodity Summaries 2015: 196 S. – URL: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2015/mcs2015.pdf> [Stand 03/2018].

USGS – U.S. GEOLOGICAL SURVEY (1983): Minerals Yearbook 1983: 266 S. – URL: <http://digicoll.library.wisc.edu/cgi-bin/EcoNatRes/EcoNatRes-idx?id=EcoNatRes.MinYB1983v1> [Stand 03/2018].

VICTORY MINES LTD (2017): Market Update Bolivia. – ASX Announcement 16 August 2017. – URL:

(<http://victorymines.com/investors-publications/asx-announcements>) [Stand 08/2017].

WCO – WORLD CUSTOMS ORGANIZATION (2014): What is the Harmonized System (HS)? – URL: <http://www.wcoomd.org/en/topics/nomenclature/overview/what-is-the-harmonized-system.aspx> [STAND 04/2018].

WORLD BANK GROUP (2017): Worldwide Governance Indicators. – URL: <http://info.worldbank.org/governance/WGI/#home> [Stand 04/2018].





## Anhang

---

Indikatoren und Risikobewertung für Tantal	72
Glossar	79
Internationaler Handel	81

## Indikatoren und Risikobewertung für Tantal

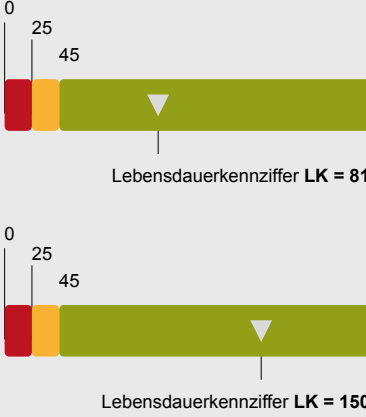
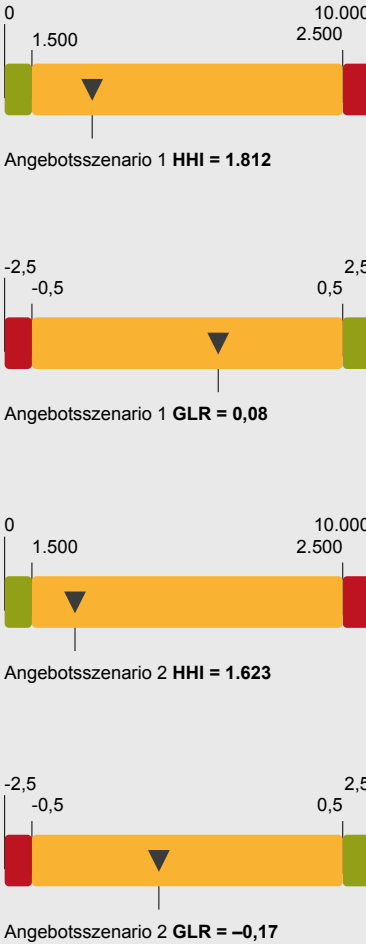
Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2016)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
<b>Angebot und Nachfrage</b>				
<p><b>Recyclingrate (EOL-RR):</b></p> <p>End-of-Life-Recyclingrate der UNEP: Quotient aus der Menge des zum Recycling eingesammelten Abfälle und der Gesamtmenge an anfallendem Abfallstoffen</p> <p><i>Bewertungsskala:</i>            &lt; 10 % = <i>bedenklich</i>            10 % – 50 % = <i>mäßig</i>            &gt; 50 % = <i>unkritisch</i></p>	<p>End-of-Life-Recyclingrate</p> <p>Tantal  <b>EOL-RR &lt; 0,1 %</b></p>	<p>0 %      10 %      50 %</p> <p>EOL - RR &lt; 0,1 %</p>		
<p><b>Derzeitige Marktdeckung (Md):</b></p> <p>Quotient aus Nachfrage zu Angebot. Md gibt den Anteil von Angebotsüberschuss oder -defizit in Prozent an.</p> <p><i>Bewertungsskala:</i>            &lt; 0 % = <i>bedenklich</i>            0 % – 10 % = <i>mäßig</i>            &gt; 10 % = <i>unkritisch</i></p>	<p>Derzeitige Marktdeckung:</p> <p>Tantal  <b>Md = 12 %</b></p>	<p>0 %      10 %</p> <p>Derzeitige Marktdeckung <b>Md = 12</b></p>		

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2016)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
<b>Geopolitische Risiken und Marktmacht</b>				
<p><b>Länderkonzentration der Produktion (HHI):</b></p> <p>Summe der quadrierten Anteile an der Bergwerksförderung</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>Bergwerksförderung:  <b>HHI = 3.461</b></p>	<p>Bergwerksförderung HHI = 3.461</p>		
<p><b>Gewichtetes Länderrisiko der Produktion (GLR):</b></p> <p>Summe der Anteile der Bergwerksförderung multipliziert mit dem Länderrisiko</p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i>                      -2,5 bis -0,5 = <i>bedenklich</i>                      -0,5 bis 0,5 = <i>mäßig</i>                      0,5 bis 2,5 = <i>unkritisch</i></p>	<p>Bergwerksförderung:  <b>GLR = -0,69</b></p>	<p>Bergwerksförderung GLR = -0,69</p>		
<p><b>Diversifizierung der globalen Nettoexporte (HHI):</b></p> <p>Summe der quadrierten Anteile der Nettoexportländer</p>	<p>Tantal- niob- und vanadiumhaltige Erze und Konzentrate:  <b>HHI = 3.069</b></p>	<p>Tantalhaltige Erze, Konzentrate: HHI = 3.069</p>		
<p><b>Gewichtetes Länderrisiko der globalen Nettoexporte (GLR):</b></p> <p>Summe der Anteile der Nettoexporte multipliziert mit dem Länderrisiko der Nettoexportländer</p>	<p>Tantal- niob- und vanadiumhaltige Erze und Konzentrate:  <b>GLR = -0,81</b></p>	<p>Tantalhaltige Erze, Konzentrate: GLR = -0,81</p>		

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2016)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
<b>Geopolitische Risiken und Marktmacht</b>				
<p><b>Diversifizierung der globalen Exporte (HHI):</b></p> <p>Summe der quadrierten Anteile der Nettoexportländer</p>	<p>Tantal und Waren daraus: <b>HHI = 1.222</b></p>	<p>Tantal und Waren daraus: <b>HHI = 1.222</b></p>		
<p><b>Gewichtetes Länderrisiko der globalen Nettoexporte (GLR):</b></p> <p>Summe der Anteile der Nettoexporte multipliziert mit dem Länderrisiko der Nettoexportländer</p>	<p>Tantal und Waren daraus: <b>GLR = 0,43</b></p>	<p>Tantal und Waren daraus: <b>GLR = 0,43</b></p>		
<p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> &lt; 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i> –2,5 bis –0,5 = <i>bedenklich</i> –0,5 bis 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 bis 2,5 = <i>unkritisch</i></p>				
<p><b>Diversifizierung der Importe Deutschlands (HHI):</b></p> <p>Summe der quadrierten Anteile der deutschen Importe</p>	<p>Tantal- niob- und vanadiumhaltige Erze und Konzentrate: <b>HHI = k. A.</b> (Sperrvermerk)</p>	k. A.		
<p><b>Gewichtetes Länderrisiko der deutschen Importe (GLR):</b></p> <p>Summe der Anteile der Nettoexporte multipliziert mit dem Länderrisiko der Lieferländer</p>	<p>Tantal- niob- und vanadiumhaltige Erze und Konzentrate: <b>GLR = k. A.</b> (Sperrvermerk)</p>	k. A.		

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2016)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
<b>Geopolitische Risiken und Marktmacht</b>				
<p><b>Gewichtetes Länderrisiko der deutschen Importe (GLR):</b></p> <p>Summe der Anteile der Nettoexporte 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>                      &lt; 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i>                      –2,5 bis –0,5 = <i>bedenklich</i>                      –0,5 bis 0,5 = <i>mäßig</i>                      0,5 bis 2,5 = <i>unkritisch</i></p>	<p>Tantal und Waren daraus (Gesamtwarengruppe 8103):  <b>HHI = 1.409</b></p>	<p>Tantal und Waren daraus: <b>HHI = 1.409</b></p>		
	<p>Tantal und Waren daraus (Gesamtwarengruppe 8103):  <b>GLR = 0,89</b></p>	<p>Tantal und Waren daraus: <b>GLR = 0,89</b></p>		
	<p>Tantal in Rohform (HS 8103.20):  <b>HHI = 2.861</b></p>	<p>Tantal in Rohform: <b>HHI = 2.861</b></p>		
	<p>Tantal in Rohform (HS 8103.20):  <b>GLR = 0,14</b></p>	<p>Tantal in Rohform: <b>GLR = 0,14</b></p>		
	<p>Abfälle und Schrott (exkl. tantalhaltige Aschen und Rückstände) (HS 8103.30):  <b>HHI = 2.584</b></p>	<p>Abfälle und Schrott: <b>HHI = 2.584</b></p>		
	<p>Abfälle und Schrott (exkl. tantalhaltige Aschen und Rückstände) (HS 8103.30):  <b>GLR = 1,18</b></p>	<p>Abfälle und Schrott: <b>GLR = 1,18</b></p>		

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2016)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
<b>Geopolitische Risiken und Marktmacht</b>				
<p><b>Gewichtetes Länderrisiko der deutschen Importe (GLR):</b></p> <p>Summe der Anteile der Nettoexporte 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>  &lt; 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i>  –2,5 bis –0,5 = <i>bedenklich</i>  –0,5 bis 0,5 = <i>mäßig</i>  0,5 bis 2,5 = <i>unkritisch</i></p>	<p>Waren aus Tantal (HS 8103.90):  <b>HHI = 2.279</b></p> <p>Waren aus Tantal (HS 8103.90):  <b>GLR = 0,94</b></p>	<p>Waren aus Tantal: <b>HHI = 2.779</b></p> <p>Waren aus Tantal: <b>GLR = 0,94</b></p>		

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2016)	Bewertung unkritisch   mäßig   bedenklich
<b>Angebot- und Nachfragetrends</b>		
<p><b>Lebensdauer kennziffer (Lk):</b></p> <p>Quotienten aus den Reserven und aktueller Weltbergwerksförderung</p> <p><i>Bewertungsskala Lk:</i>                      &lt; 25 Jahre = <i>bedenklich</i>                      25–45 Jahre = <i>mäßig</i>                      &gt; 45 Jahre = <i>unkritisch</i></p>	<p>Lebensdauer kennziffer Reserven: <b>Lk = 81 Jahre</b></p> <p>Lebensdauer kennziffer Wahrscheinliche Ressourcen: <b>Lk = 150 Jahre</b></p>	 <p>Lebensdauer kennziffer LK = 81</p> <p>Lebensdauer kennziffer LK = 150</p>
<p><b>Länderkonzentration der zukünftigen Produktion (HHI):</b></p> <p>Summe der quadrierten Anteile an den angenommenen Bergwerksförderung im Jahr 2025</p> <p><b>Gewichtetes Länderrisiko der zukünftigen Produktion (GLR):</b></p> <p>Summe der Anteile der möglichen Bergwerksförderung 2025 multipliziert mit dem Länderrisiko von 2015</p> <p><i>Bewertungsskala HHI:</i>                      10.000–2.500 = <i>bedenklich</i>                      2.500–1.500 = <i>mäßig</i>                      &lt; 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i>                      –2,5 bis –0,5 = <i>bedenklich</i>                      –0,5 bis 0,5 = <i>mäßig</i>                      0,5 bis 2,5 = <i>unkritisch</i></p>	<p>Angebotsszenario 1: <b>HHI = 1.812</b></p> <p>Angebotsszenario 1: <b>GLR = 0,08</b></p> <p>Angebotsszenario 2: <b>HHI = 1.623</b></p> <p>Angebotsszenario 2: <b>GLR = –0,17</b></p>	 <p>Angebotsszenario 1 HHI = 1.812</p> <p>Angebotsszenario 1 GLR = 0,08</p> <p>Angebotsszenario 2 HHI = 1.623</p> <p>Angebotsszenario 2 GLR = –0,17</p>

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2016)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
<b>Angebot- und Nachfragetrends</b>				
<p><b>Zukünftige Marktdeckung (Mz) bis 2026:</b></p> <p>Quotienten aus einer angenommenen Nachfrage zu einem angenommenen Angebot im Jahr 2025. Mz gibt den Anteil von Angebotsüberschuss oder -defizit in Prozent an</p> <p><b>Bewertungsskala:</b>  <i>&lt; 0 % = bedenklich</i>  <i>0 % – 10 % = mäßig</i>  <i>&gt; 10 % = unkritisch</i></p>	<p>Angebotsszenario 1: <b>Mz = 6 % (a)</b></p> <p>Angebotsszenario 2: <b>Mz = -14 %</b></p>	<p>Angebotsszenario 1 Mz = 6 %</p> <p>Angebotsszenario 1 Mz = -14 %</p>		



## Glossar

Diversifizierung der Importe	Die Diversifizierung der Importe errechnet sich mithilfe des HHI, wobei die mengenmäßigen Anteilswerte am Import auf Länderebene herangezogen werden.
Firmenkonzentration	Die Firmenkonzentration wird mithilfe des HHI berechnet, wobei Anteilswerte an der weltweiten Gesamtproduktion der Bergbaufirmen herangezogen werden.
Gewichtetes Länderrisiko	Das gewichtete Länderrisiko (GLR) errechnet sich aus der Summe der Anteilswerte der Länder an der Produktion, dem Nettoexport oder dem deutschen Import, multipliziert mit dem Länderrisiko (LR). Das gewichtete Länderrisiko liegt 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, welche die unternehmerische Konzentration in einem Markt angibt. Sie 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 gering und zwischen 1.500 und 2.500 Punkten als mäßig konzentriert definieren. Bei einem Indexwert über 2.500 gilt ein Markt als hoch konzentriert.
Länderkonzentration	Die Länderkonzentration wird mithilfe des HHI berechnet, wobei jahresbezogene Anteilswerte der Bergwerksförderung, der Raffinadeproduktion oder der weltweiten Nettoexporte auf Länderebene herangezogen werden.
Länderrisiko	Das Länderrisiko (LR) ergibt sich aus dem Mittelwert der sechs „Worldwide Governance Indicators“ der Weltbank, die jährlich die Regierungsführung von 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.
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.
Marktdeckung	Die Marktdeckung ergibt sich aus dem Quotienten der Nachfrage (Raffinadeverbrauch) und des Angebots (Raffinadeproduktion).
Nettoexporte	Unter Nettoexporten versteht man die Differenz von Exporten und Importen einer Volkswirtschaft. Nettoexporte können sowohl positive als auch negative Werte annehmen. Im Rahmen der Studie wurden für die einzelnen Handelsprodukte die positiven Nettoexporte ( $NX > 0$ ) verwendet, da der Fokus auf der Angebotsseite liegt. Negative Nettoexporteure sind hingegen Verbraucherländer (Nettoimporteure) der jeweiligen Rohstoffe. Die Summe der positiven Nettoexporte stellt dementsprechend die in den internationalen Handel gelangte Produktionsmenge dar.
Recyclingrate (EOL-RR)	Die End-of-Life-Recyclingrate (EOL-RR) ist der Quotient aus der Menge des dem Recycling zugeführten Altschrotts eines Rohstoffs und der Gesamtmenge des theoretisch in den End-of-Life-Produkten angefallenen Rohstoffs.
Reserven	Reserven sind die zu heutigen Preisen und mit heutiger Technik wirtschaftlich gewinnbaren Rohstoffmengen.

Wachstumsraten CAGR	Wachstumsraten basieren auf der jährlichen durchschnittlichen Wachstumsrate (engl.: Compound Annual Growth Rate, CAGR). Diese stellt den durchschnittlichen Prozentsatz dar, um den der Anfangswert einer Zeitreihe auf hypothetische Folgewerte für die Berichtsjahre wächst, bis der tatsächliche Endwert der Zeitreihe erreicht ist. Tatsächliche Ausschläge der Folgejahre in der Zwischenzeit wirken sich dabei nicht aus.
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.

Internationaler Handel (Nettoexporte)

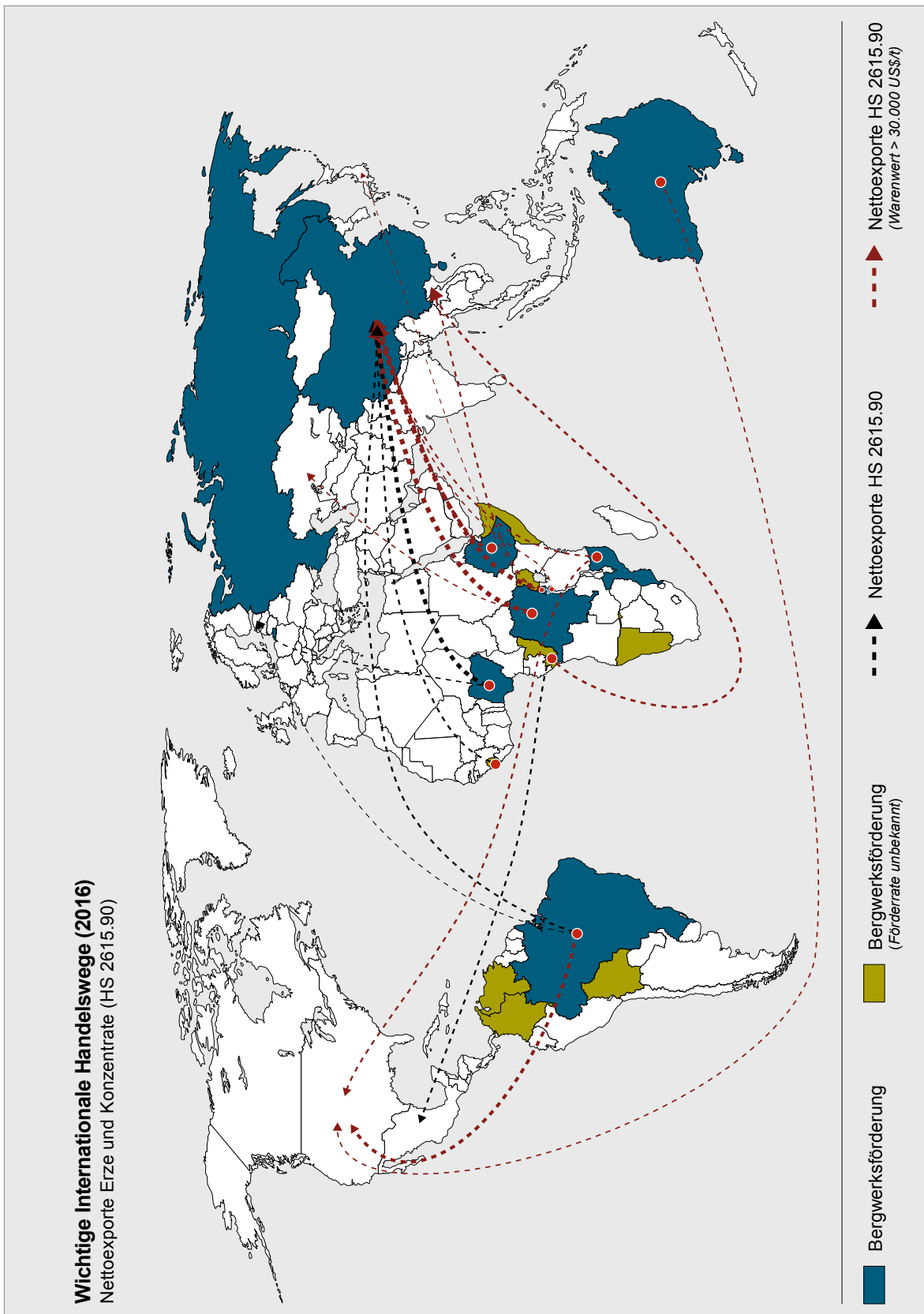


Abb. 29: Internationale Handelswege 2016 (Nettoexporte Erze und Konzentrate (HS 26.15.90)) (GTIS 2018).

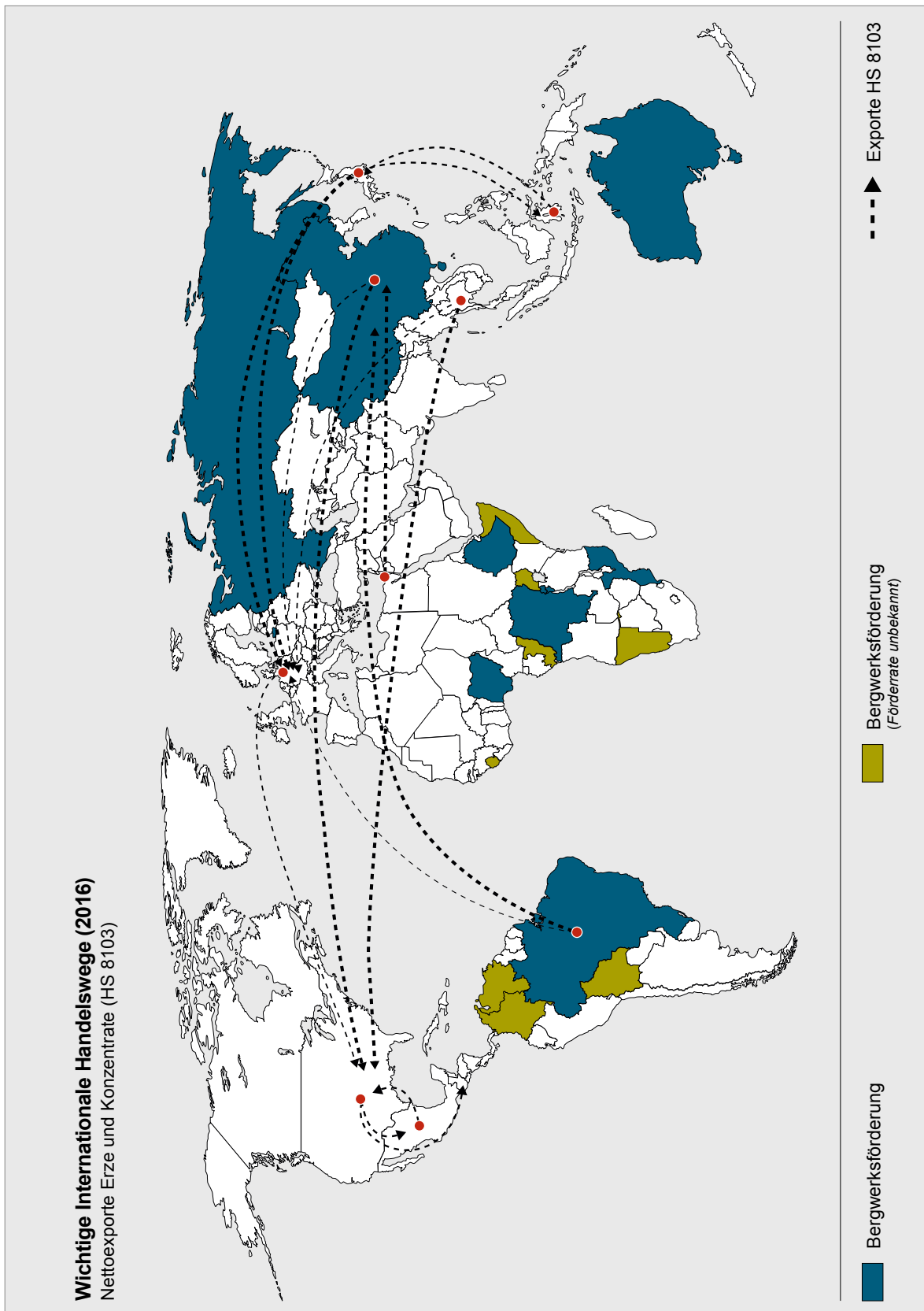


Abb. 30: Internationale Handelswege 2016 (Nettoexporte HS 8103) (GTIS 2018).

**Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der  
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)**

Wilhelmstraße 25–30  
13593 Berlin  
Tel.: +49 30 36993 226  
dera@bgr.de  
www.deutsche-rohstoffagentur.de

ISBN: 978-3-943566-46-8 (Druckversion)  
ISBN: 978-3-943566-47-5 (PDF)  
ISSN: 2193-5319