



Schrott, Masseln, Legierungselemente: Die Einkaufspreise von Metallen tragen zum Erfolg von Gießereien bei, sind allerdings von zahlreichen Einflussfaktoren abhängig.

## Metallpreise

# Was auf den Rohstoffmärkten passiert – und wie die Zukunft aussieht?

Wer Metallpreise analysieren und eine Prognose über deren zukünftige Entwicklung stellen will, darf die gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nicht außer Acht lassen. Auch der laufende Diskurs zu Elektromobilität und Klimawandel hat Einfluss, ebenso wie die weltweite Bevölkerungsentwicklung und ein möglicher struktureller Wandel Chinas von einer Industrie- zu einer Dienstleistungsgesellschaft. Ein aktueller Überblick über die Marktposition verschiedener gießereirelevanter Metalle, der eine strategische Grundlage über deren Verfügbarkeit und künftige Einkaufspreise bietet.

### VON RÜDIGER DEIKE, DUISBURG

**A**b Mitte der 1990er-Jahre und verstärkt ab 2003 haben in der Welt im Bereich der nichtenergetischen Rohstoffe Veränderungen der Marktstruk-

turen auf der Angebots- sowie der Nachfrageseite stattgefunden, die im Weiteren zu extremen Preisschwankungen in sehr kurzen Zeitabständen geführt haben. Diese Entwicklungen werden in die Wirtschaftsgeschichte eingehen und nach

derzeitigem Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass diese veränderten Marktstrukturen auch in den nächsten 20 Jahren die Entwicklungen auf den globalen Rohstoffmärkten im Wesentlichen bestimmen werden.

## Werden Rohstoffpreise herbei „getalkt“?

Im Gegensatz zu naturwissenschaftlichen Problemen, wo die realen Tatsachen unabhängig von Aussagen sind, die über sie gemacht werden, sind wirtschaftliche Prozesse dadurch gekennzeichnet, dass sie durch Menschen, Unternehmen, politische und eine Vielzahl weiterer meinungsbildender Institutionen gestaltet werden, die durch ihre Vorstellungen die Regeln sozialer Systeme verändern. Das hat zur Konsequenz, dass Tatsachen zum Teil sehr deutlich, aber oft auch fast nicht erkennbar, durch Aussagen beeinflusst werden, die über sie gemacht werden [1]. Ein Rückblick auf die Entwicklungen der globalen Rohstoffmärkte in den letzten beiden Jahrzehnten zeigt, z.B. ganz besonders deutlich am Beispiel der Preisentwicklungen der Seltenen Erden [2], wie Tatsachen durch die über sie gemachten Aussagen beeinflusst worden sind. Hier kam es zu extremen Entwicklungen im Jahr 2011, als beispielhaft für die gesamte Gruppe der Seltenen Erden die Preise z.B. für Cer- und Lanthanoxid von 20 US-Dollar/kg im Jahr 2010 auf 110 US-Dollar/kg im Jahr 2011 gestiegen und dann wieder auf 27 US-Dollar/kg im Jahr 2012 gefallen sind. Im April 2021 betrug der Preis ca. 1,6 US-Dollar/kg [2,3] und in der Rückschau ergibt sich der Eindruck, dass diese Veränderungen herbei „getalkt“ und geschrieben worden sind.

Diese Entwicklungen haben dazu geführt, dass theoretische Gleichgewichtszustände gestört wurden, die auf Märkten dadurch charakterisiert sein sollen, dass die Preise durch reale Angebote und Nachfragen bestimmt werden. Dies ist ein Beispiel par excellence wie Aussagen über zu erwartende zukünftige Preisbewegungen bereits direkt den aktuellen Handel bei gegebenen Preisen beeinflussen können.

## Ihrem Wesen nach sind Märkte instabil

Dieser Zusammenhang zwischen Denken und Realität in der Wirtschaft, der nach George Soros [1] als „Reflexivität auf den Märkten“ bezeichnet wird, führt dazu, dass „Märkte ihrem Wesen nach instabil sind“ und von daher Aussagen nur mit einer gewissen Unbestimmtheit möglich sind. Ganz besonders spielt das auf Märkten eine Rolle, wo einzelne Marktteilnehmer entweder auf der Angebots- oder der Nachfrageseite eine dominierende Position haben. Hat ein Marktteilnehmer auf beiden Seiten eine dominierende Positi-

on, wie das im Bereich der globalen Rohstoffmärkte durchaus in einigen Bereichen der Fall ist, dann ist die Unbestimmtheit um ein Vielfaches höher.

Eine ganz neue Erfahrung ist die, dass durch weltweite Lockdowns das wirtschaftliche Leben in bestimmten Branchen, regional unterschiedlich und auch durchaus zeitlich versetzt, schlagartig drastisch heruntergefahren werden kann. Die Folgen sind in einem bisher nicht gekannten globalen Ausmaß persönliche und wirtschaftliche existenzielle Notlagen für Menschen und Unternehmen, so dass weltweit Versuche unternommen werden, durch kreditfinanzierte staatliche Unterstützungsmaßnahmen in sehr unterschiedlichen Ausprägungen totale Zusammenbrüche zu vermeiden. Die nicht vorhersehbaren Einbrüche der Nachfragen haben darüber hinaus zu Störungen globaler Lieferketten geführt, die bis zu diesem Zeitpunkt als selbstverständlich und gut funktionierend angenommen worden sind.

Im Anschluss daran führt jetzt das Wiederhochfahren des wirtschaftlichen Lebens mit regional sehr unterschiedlichen Geschwindigkeiten in Kombination mit dem Auffüllen von Lagerbeständen zu genauso drastischen temporären und globalen Anstiegen der Nachfragen, die aber auch hier nur mit einem gewissen Maß an Unbestimmtheit in all ihren Folgen kalkuliert werden können.

Nichtsdestotrotz ist es interessant darüber nachzudenken, ob sich nicht vielleicht doch Wegmarkierungen für die Entwicklungen auf den Rohstoffmärkten identifizieren lassen, die trotz der Unbestimmtheit ein gewisses Gefühl für zukünftige mögliche Entwicklungen vermitteln.

## Die Weltbevölkerung wächst weiter

Eine wachsende Weltbevölkerung wird auch zukünftig mehr energetische und nichtenergetische Rohstoffe verbrauchen. Doch vor dem Hintergrund, fundierte strategische gesellschaftliche und wirtschaftliche Entscheidungen treffen zu können, macht es Sinn sich Gedanken darüber zu machen, ob alle Rohstoffe gleichermaßen betroffen sein werden oder ob es stattdessen Rohstoffe gibt, deren Verbräuche weniger stark oder vielleicht überhaupt nicht mehr zunehmen, während die Verbräuche anderer sehr viel stärker zulegen.

Vorher ist allerdings der Frage nachzugehen, ob Aussagen darüber gemacht werden können, wie sich die Weltbevölkerung vermutlich entwickeln wird. Die Entwicklung der letzten 50 Jahre zeigt,

dass durch den gewachsenen Wohlstand auf der Welt [4-6], die Wachstumsrate der Weltbevölkerung, die zwischen 1965-1970 noch durchschnittlich 2,1 Prozent pro Jahr betrug, ihren Höhepunkt in dieser Zeit erreichte und sich mit < 1,1 Prozent pro Jahr in den Jahren 2015 -2020 nahezu halbiert hat. Die Weltbevölkerung wächst mit geringeren Wachstumsraten und somit kann nach heutigem Stand kein exponentielles, sondern ein logistisches Wachstum der Bevölkerungszahl angenommen werden, die sich asymptotisch einem Grenzwert nähert. Diese Tatsache wird voraussichtlich dazu führen, dass im Jahr 2100 die Weltbevölkerung mit einer 95 prozentigen Wahrscheinlichkeit asymptotisch auf einen Wert von 9,4-12,7 Milliarden anwachsen wird [6]. Dabei wird das Wachstum der Weltbevölkerung in den kommenden Jahrzehnten größtenteils durch das Wachstum der Bevölkerung in Afrika, südlich der Sahara hervorgerufen, während in einigen anderen Regionen, zu denen auch Europa gehört, die Bevölkerungszahlen abnehmen werden. Im Jahr 2019 waren China mit 1,43 Milliarden Menschen und Indien mit 1,37 Milliarden, die beiden bevölkerungsreichsten Länder der Welt, die 19 bzw. 18 Prozent der globalen Gesamtbevölkerung [6] ausmachten. China ist durch die industrielle Entwicklung, insbesondere seit der Jahrtausendwende, im Hinblick auf den Verbrauch und die Produktion vieler Rohstoffe zu dem wichtigsten globalen Marktteilnehmer (Bild 1) geworden und mit einem nominalen Bruttoinlandsprodukt (BIP) von 14,3 Billionen US-Dollar in 2019 zur zweitgrößten Volkswirtschaft hinter den USA (21,4 Billionen US-Dollar) [7] aufgestiegen. Im Vergleich dazu betrug das nominale BIP 2019 in Deutschland 3,9 Billionen US-Dollar und in Indien 2,9 Billionen US-Dollar. Hier ist zu erkennen, welches Entwicklungspotenzial für Indien angenommen werden kann.

Aus Bild 1 ist deutlich zu entnehmen, welche Bedeutung China hinsichtlich des globalen Verbrauchs an Rohstoffen zukommt und das aufgrund dieser Struktur zukünftige Entwicklungen auf den globalen Rohstoffmärkten dadurch bestimmt werden, wie die wirtschaftliche Entwicklung in China in den nächsten Jahrzehnten verlaufen wird. In diesem Zusammenhang ist mittel- bis langfristig die Tatsache zu berücksichtigen, dass nach der letzten Volkszählung [8] die Bevölkerung in China deutlich schneller abnehmen wird als angenommen und dass die Bevölkerungszahl vermutlich schon im nächsten Jahr und nicht erst 2030 ihr

Maximum erreichen wird. In einer alternativen Gesellschaft, in der eine geringere Anzahl von Menschen im arbeitsfähigen Alter eine wachsende Zahl von Rentnern versorgen muss, was auch für Deutschland gilt, ist tendenziell damit zu rechnen,

dass das Wirtschaftswachstum abnimmt. Diese Entwicklung kann dazu führen, dass „China alt wird, ehe es reich werden kann“ [8].

Bevor es durch diese demografische Entwicklung zu deutlich spürbaren Effekten

in der wirtschaftlichen Entwicklung kommen wird, ist aber davon auszugehen, dass sich China vorher von einer Industrie- zu einer Dienstleistungsgesellschaft wandeln wird, wie es die traditionellen Industrienationen in Europa und

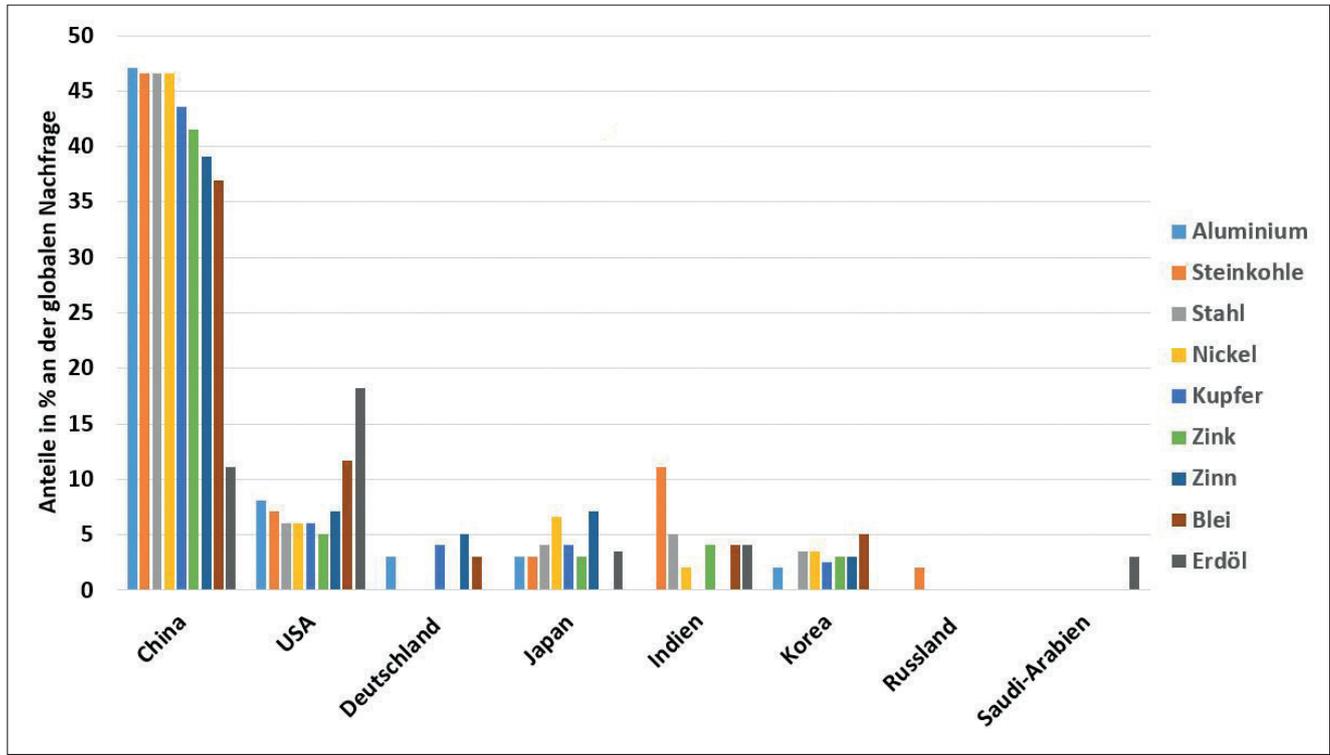


Bild 1: Anteile der 5 wichtigsten Nationen an der globalen Nachfrage nach Industriematerialien im Jahr 2017 nach Daten der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) [9].

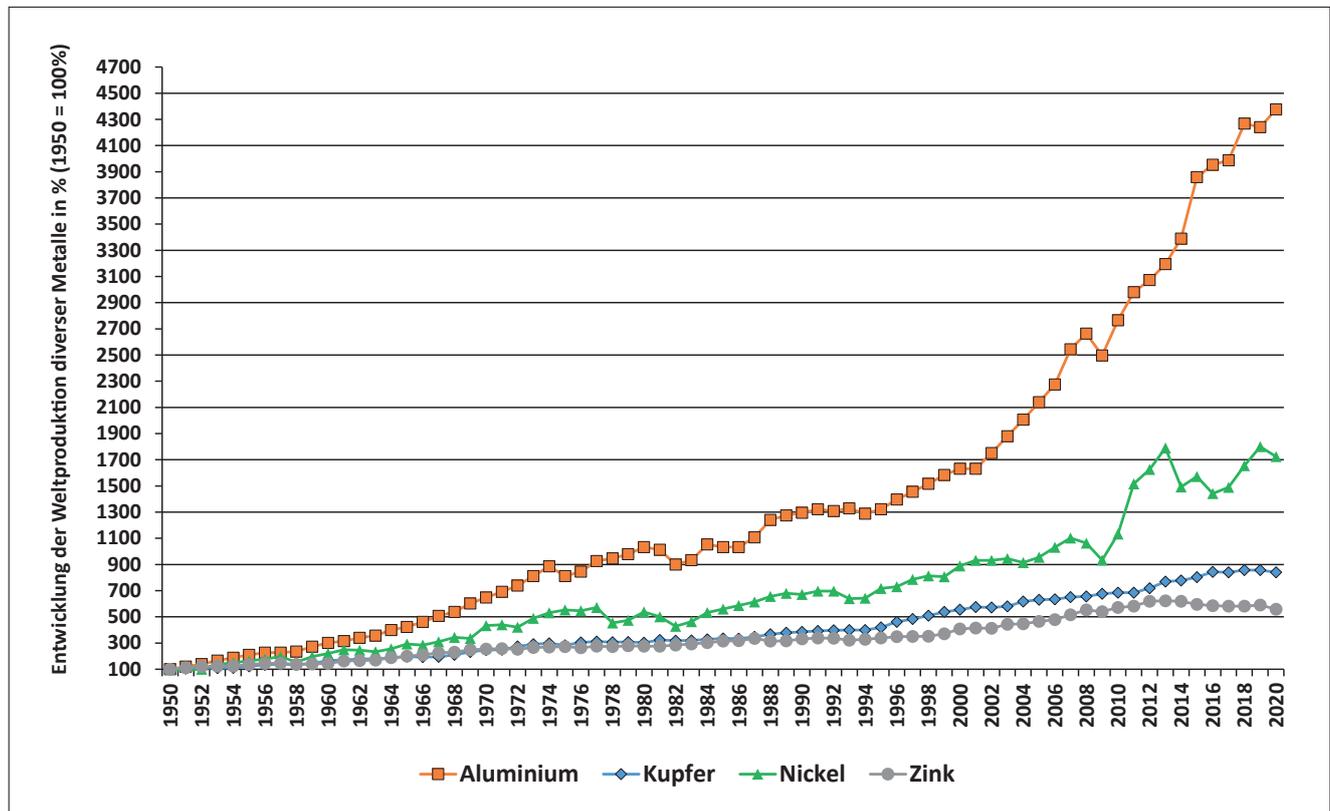


Bild 2: Die Entwicklungen der globalen Bergwerksproduktionen von Aluminium, Kupfer, Nickel und Zink normiert auf die Produktionsmengen des Jahres 1950 (100 Prozent) nach Daten der Mineral Yearbooks der U.S. Geological Survey [12].

Japan zu Beginn der 1970er-Jahre [10,11] getan haben.

### Der Wandel von der Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft

Der strukturelle Wandel von einer Industrie- zu einer Dienstleistungsgesellschaft führt in den betreffenden Volkswirtschaften dazu, dass Wachstumsraten bei Rohstoffverbräuchen geringer werden oder unter Umständen auch bestimmte Rohstoffe in geringeren Mengen verbraucht werden. So sind z.B. bei der Herstellung von Stahl sowie Eisen-, Stahl- und Temperguss [10,11] in Europa und Deutschland seit dem Beginn der 1970er-Jahre Sättigungseffekte zu erkennen, die trotz zwischenzeitlich durchaus stärker schwankender Produktionsmengen und Erholungsphasen in den letzten 50 Jahren zeigen, dass die Produktionsmengen nicht mehr dem Niveau zu Beginn der 1970er-Jahre entsprechen.

Tendenziell ähnliche logistische Wachstumsfunktionen, nicht so ausgeprägt wie bei der Weltrohstahlproduktion, sind ebenfalls bei den weltweit produzierten Mengen an Kupfer, Nickel und Zink (Bild 2) in der Zeit von 1970 bis ca. 1995 zu erkennen. Bei der Aluminiumproduktion ist ein solcher Effekt nur ansatzweise ausgeprägt. Die Sättigungseffekte in dieser Zeit sind demgegenüber

allerdings sehr deutlich auszumachen, wenn die globale Bergwerksproduktion der Metalle pro Kopf (Bild 3) betrachtet wird. Nach 1995 sind wieder deutliche durch die industrielle Entwicklung in China hervorgerufene Wachstumsraten bei der Produktion der Metalle zu erkennen, wobei aber auch hier ab 2013 möglicherweise wieder ein Trend zu eher konstanten Rohstoffverbräuchen pro Kopf erkennbar ist.

Der Anstieg der Nickelproduktion (Bild 2) in der Zeit von 2010 bis 2013 ist zu einem wesentlichen Teil auf den Anstieg der Nickelproduktion in Indonesien und den Philippinen [12] zurückzuführen. Indonesien war für China in dieser Zeit der wichtigste Lieferant von Nickelerzen und vor dem Hintergrund einer angenommenen Zunahme der globalen Produktion von legiertem Edelstahl, insbesondere von Edelstahl-Rostfrei, der zu 60 Prozent in China produziert wird, erfolgte der Anstieg der Nickelproduktion auf ca. 834 000 Tonnen im Jahr 2013, was 31 Prozent der Weltproduktion entsprach. Im Jahr 2014 führte ein Gesetz der indonesischen Regierung [13] zu einem Verbot der Nickelexporte mit dem Ziel die Wertschöpfungstiefe im eigenen Land zu erhöhen.

In der Folge kam es zu einer drastischen Verringerung der Nickelproduktion (177 000 t/a), aber bis zum Jahr 2017

wurden neun Schmelzanlagen gebaut und weitere sind in Planung. Im Jahr 2019 betrug die Produktion wieder 853 000 t/a. Das Exportverbot wurde zwischenzeitlich für Erze mit geringeren Nickelgehalten etwas gelockert, aber nach einer aktuellen Überarbeitung [14] ist es seit Januar 2020 wieder verboten, Nickelerze auch mit geringeren Nickelgehalten zu exportieren.

Eventuelle neue zukünftige Sättigungsgrenzen, die sich bei Nickel und Kupfer andeuten, sind allerdings unter dem Aspekt zu betrachten, dass beide Metalle im Zusammenhang mit der Entwicklung der Elektromobilität eine sehr wesentliche Rolle spielen und ihr Verbrauch somit davon abhängen wird, wie sich die Elektromobilität tatsächlich entwickelt. Nach einer Analyse der deutschen Rohstoffagentur (DERA) [15] ist bedingt durch die Länge der Produktzyklen von Lithium-Ionen-Batterien kurz- bis mittelfristig nicht mit signifikanten Nickel-mengen aus dem Batterierecycling zu rechnen, sodass sich die Nickelförderung bis zum Jahr 2025 auf rund 3,5 Mio. t erhöhen könnte. Hinsichtlich des Verbrauchs von Nickel ist an dieser Stelle ebenfalls anzumerken, dass Nickel aktuell auch in größeren Mengen in Superlegierungen eingesetzt wird, aus denen typische Bauteile für die Luftfahrtindustrie und die Turbinentechnik hergestellt wer-

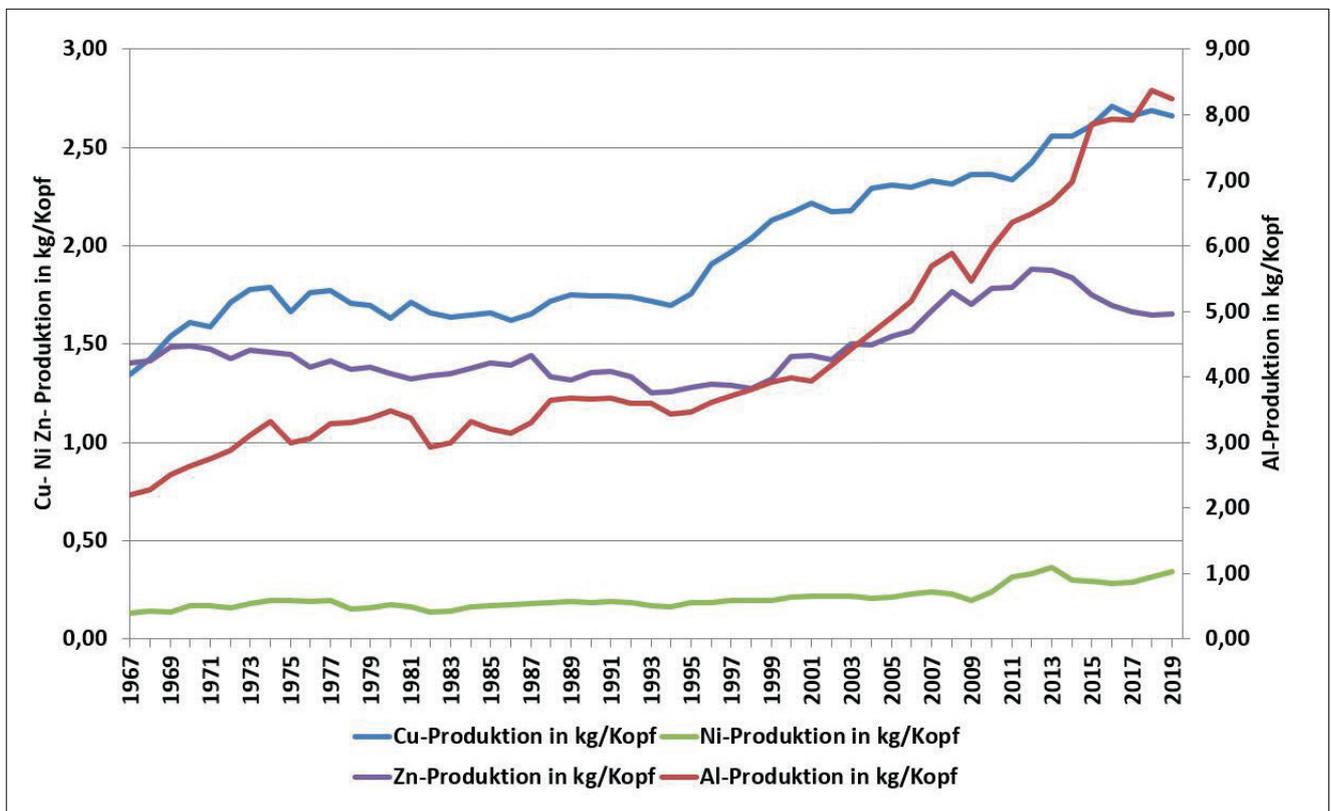


Bild 3: Die Entwicklungen der globalen Bergwerksproduktionen pro Kopf von Aluminium, Kupfer, Nickel und Zink nach Daten der Mineral Yearbooks der U.S. Geological Survey [12] und der Weltbank [7].

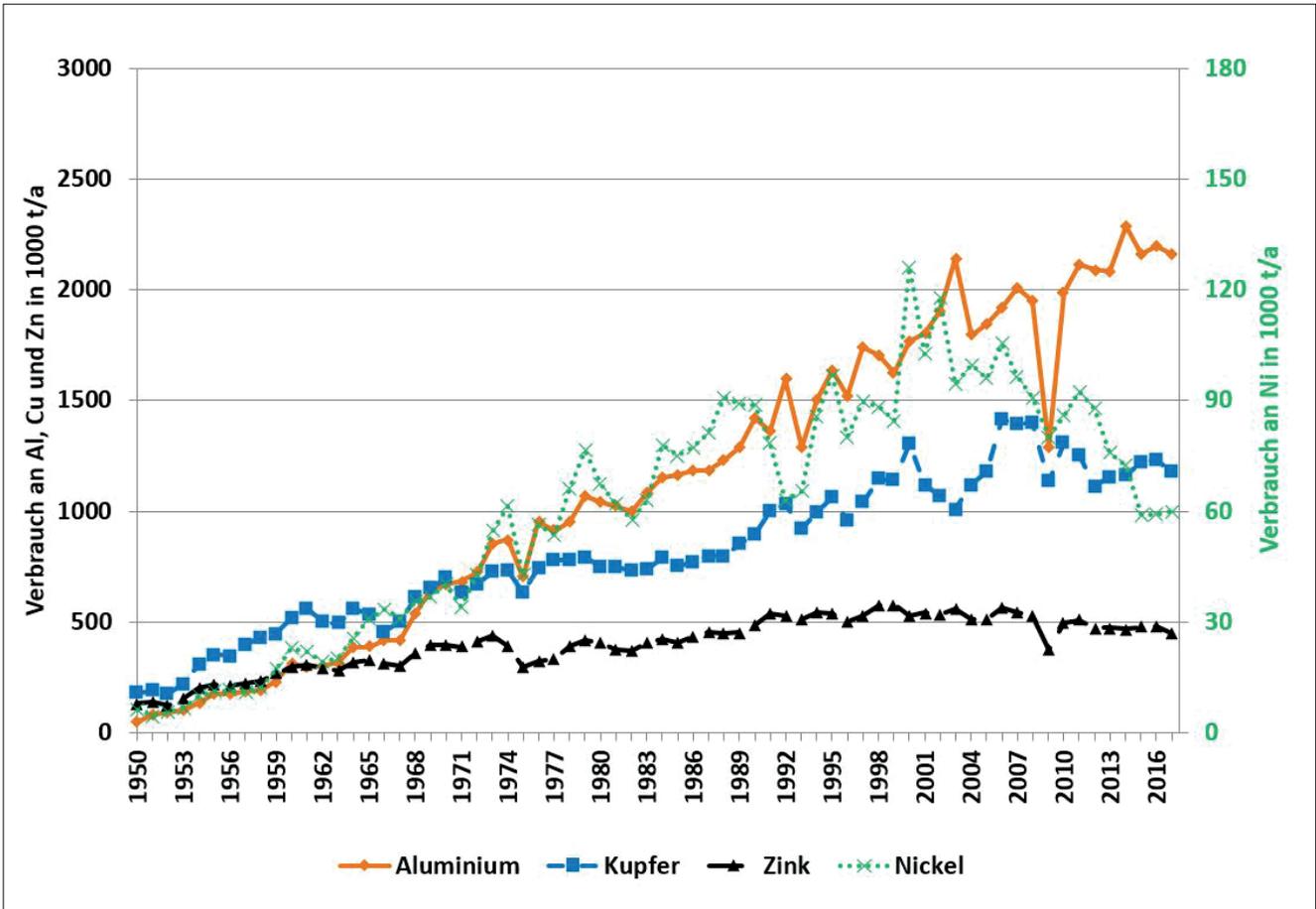


Bild 4: Metallverbräuche in Deutschland in der Zeit von 1950 bis 2017 nach Daten von [11].

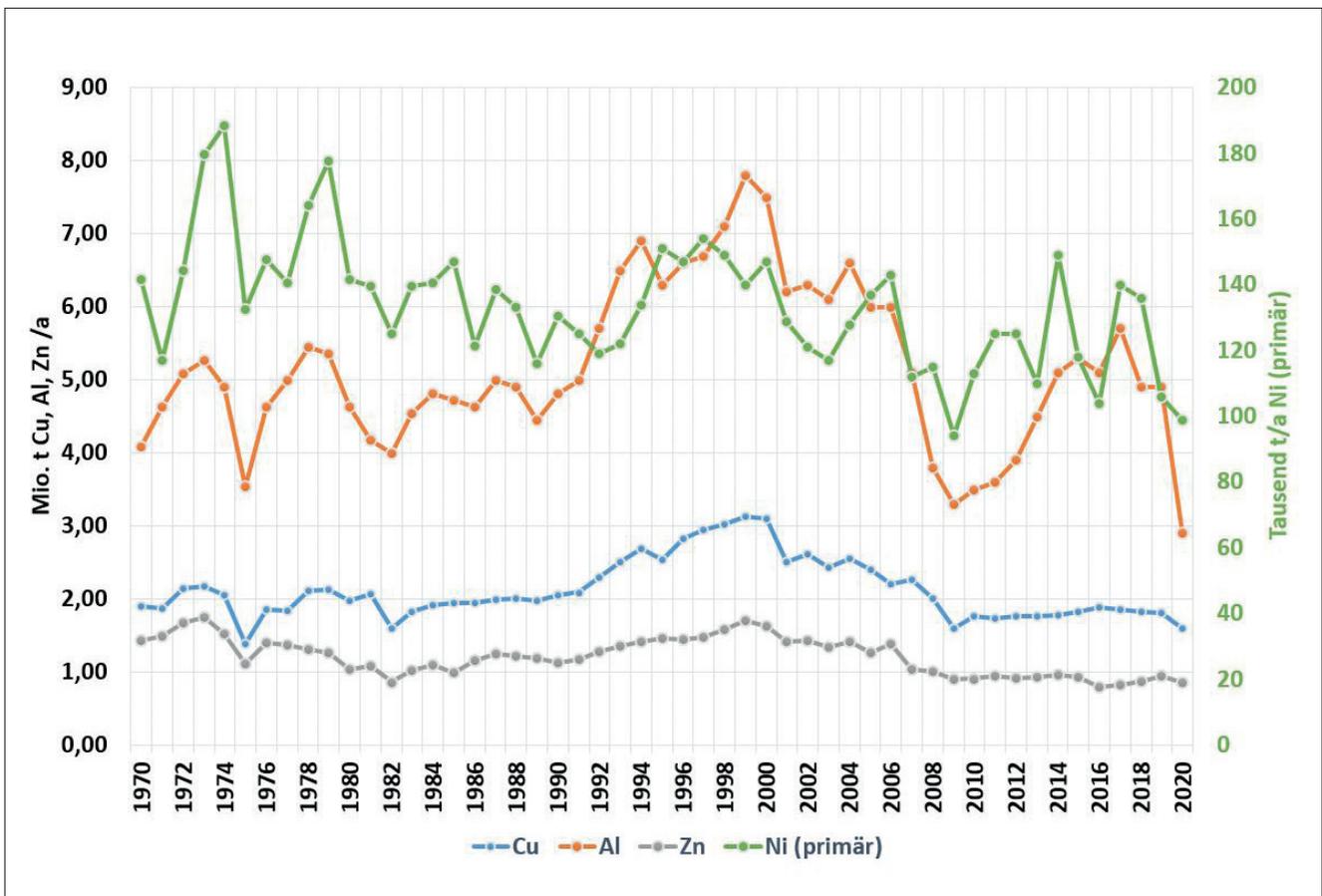


Bild 5: Metallverbräuche in den USA in der Zeit von 1970 bis 2020 nach Daten von [12].

den. Somit wird der Verbrauch von Nickel zukünftig auch davon abhängen, wie sich die Luftfahrtindustrie erholt und auf welche Weise Energie global künftig tatsächlich erzeugt wird.

### Deutschland

Die Entwicklungen der Metallverbräuche in Deutschland in der Zeit von 1950 bis 2017 sind **Bild 4** zu entnehmen. Es ist zu erkennen, dass der Aluminiumverbrauch, abgesehen von der Wirtschaftskrise 2008 in dem betrachteten Zeitraum nahezu linear zugenommen hat, was auf eine Zunahme der Anwendungen im Fahrzeugbereich, sowie der Bau- und Verpackungsindustrie zurückzuführen ist. Im Vergleich dazu ist der Kupferverbrauch in Deutschland in der Zeit von 1970 bis 1990 nahezu konstant gewesen und erst wieder ab 1990 angestiegen, wobei dieser Anstieg vermutlich im Zusammenhang mit der Wiedervereinigung zu sehen ist. Die weitere Entwicklung bis zur Weltwirtschaftskrise im Jahr 2008 ist im Einklang mit der allgemeinen Entwicklung der Weltwirtschaft in dieser Zeit zu sehen.

Des Weiteren ist aus **Bild 4** zu entnehmen, dass sich der Zinkverbrauch in Deutschland seit fast 30 Jahren nur unwesentlich verändert hat und dass trotz der Tatsache, dass Zink in dieser Zeit verstärkt zum Korrosionsschutz in der Automobilindustrie eingesetzt worden ist. Im Gegensatz dazu zeigt sich beim Nickelverbrauch eine deutliche Abnahme seit der Jahrtausendwende. Da Nickel aktuell zu ca. 70 Prozent in der Herstellung von legierten Stählen, insbesondere von Edelstahl-Rostfrei, verwendet wird, hängt der Nickelverbrauch im Wesentlichen von der Produktion dieser Stahlsorten ab, wobei mengenmäßig Edelstahl-Rostfrei, dessen Produktion im Jahr 2006 in Deutschland 1,7 Mio. t/a und im Jahr 2013 nur noch 1,1 Mio. t/a betrug, die größte Rolle spielt. Bei Nickelgehalten dieser Stähle von durchschnittlich 5-10 Prozent würde dies theoretisch einem Rückgang des Nickelverbrauchs von 30 000 bis 60 000 Tonnen Nickel entsprechen. Durch die Stilllegung zweier Elektrolichtbogenöfen (2014, 2015) zur Herstellung von Edelstahl-Rostfrei betrug die Produktion von Edelstahl-Rostfrei in Deutschland im Jahr 2017 nur noch 436 000 t/a [16] und der Nickelverbrauch liegt heute bei ca. 60 000 t/a.

### USA

In **Bild 5** sind die Metallverbräuche in den USA [12], der größten Volkswirtschaft der Welt, dargestellt und abgesehen von Nickel ist zu erkennen, dass die Metallver-

bräuche in der Zeit von 1970 bis 1990 nahezu konstant geblieben sind, abgesehen von der Weltwirtschaftskrise 1975, zu der es als Folge der Ölpreisteigerungen in der Zeit von 1973 (3 US-Dollar/Barrel) bis 1974 (12 US-Dollar/Barrel) kam. In der Zeit von 1990 bis 2000 ist ein Anstieg der Verbräuche und in der Zeit danach eine Abnahme der Verbräuche zu erkennen, in denen auch die Auswirkungen der Weltwirtschaftskrise in 2008 sichtbar werden. Hinsichtlich des Nickelverbrauchs ist darauf hinzuweisen, dass in **Bild 5** nur der Verbrauch an Primärnickel dargestellt ist, dass aber ab dem Jahr 1980 in steigenden Mengen Sekundärnickel eingesetzt wird, sodass im Jahr 2019 insgesamt 2 17 000 t Nickel in den USA verbraucht wurden, von denen aber nur noch die Hälfte (106 000 t) aus Primärnickel stammte [12].

Die in den **Bildern 4** und **5** dargestellten Metallverbräuche sind ein Indiz dafür, dass in einer Dienstleistungsgesellschaft das Bruttoinlandsprodukt (BIP) auf eine andere Art und Weise erwirtschaftet wird als in einer Industriegesellschaft. Mit dem Strukturwandel von einer Industrie zu einer Dienstleistungsgesellschaft geht auch ein sozialer Wandel einher, da Arbeitsplätze im industriellen Bereich verloren gehen und in den Dienstleistungsbereichen wie Handel, sozialen Diensten, Finanzen und öffentlicher Verwaltung zunehmen. Daraus ergibt sich, dass spezifisch weniger Rohstoffe und Energie (Öl-Äquivalente) [11] benötigt werden, um eine Einheit BIP (z.B. 1 Mio. US-Dollar) zu generieren. Die Entwicklung in Deutschland, aber auch in den übrigen traditionellen Industrienationen zeigt, dass in Dienstleistungsgesellschaften die Wachstumsraten der BIP geringer sind.

### Ist China auf dem Weg zur Dienstleistungsgesellschaft?

In China hat im Jahr 2012 der tertiäre Sektor erstmals mehr zum BIP beigetragen als der sekundäre Sektor. Von daher ist davon auszugehen, dass sich China in den nächsten Jahren zu einer Dienstleistungsgesellschaft [11] entwickeln wird. In der Folge dieser Entwicklung sind hinsichtlich der Rohstoffverbräuche Entwicklungen zu erwarten, wie sie in den traditionellen Industrienationen seit dem Beginn der 1970er-Jahre stattgefunden haben, was bedeuten würde, dass eher mit moderaten Zunahmen der Rohstoffverbräuche auf der Welt zu rechnen sein wird, die mittel- bis langfristig durch die wirtschaftlichen Entwicklungen in Indien und Afrika bestimmt sein werden. Aufgrund der komplett anderen politischen

Strukturen in diesen Ländern, bleibt es abzuwarten, mit welchen Geschwindigkeiten sich diese Volkswirtschaften entwickeln werden.

### Die Besonderheiten der Rohstoffmärkte

Die Märkte für energetische und nicht-energetische Rohstoffe werden in der Preisgestaltung, sofern ein Handel an Börsen stattfindet, sehr wesentlich durch Termingeschäfte beeinflusst, wobei die weit überwiegende Anzahl dieser Geschäfte (> 98 Prozent) nicht zu realen Waren- und Geldübergängen führt [17,18]. Durch den Handel an den Börsen wird der Markt transparent und die Entwicklungen werden überwiegend für alle Marktteilnehmer nachvollziehbar. Der Theorie nach sollten Märkte eigentlich objektiv sein, aber in der Realität sind sie es unter Umständen auch nicht, da sie jenseits der fundamentalen Daten durch psychologische und spekulative Elemente beeinflusst werden. Diese Gefahr ist im Zeitalter der umfassenden und schnellen Kommunikation und audiovisuellen Berichterstattung in modernen Medien heute um ein Vielfaches größer als es vor Jahrzehnten der Fall war, als sich psychologische und spekulative Einflüsse bei weitem nicht so schnell verbreiten konnten. Aber am Ende ist es doch so, dass Märkte bei mittel- und langfristiger Betrachtung durch reale Angebote und Nachfragen bestimmt werden. Da Rohstoffe in US-Dollar gehandelt werden, spielt tendenziell auch der Wechselkurs eine Rolle.

Aus den in **Bild 6** dargestellten globalen Preisentwicklungen lassen sich die folgenden Phasen entnehmen:

- > Ab dem Jahr 2003 bis zur Weltwirtschaftskrise im Herbst 2008 sind extreme Preissteigerungen in einem von der Nachfrage getriebenen Markt für Industrierohstoffe, in Folge der industriellen Entwicklung in China zu erkennen. Dabei ist die Tatsache interessant, dass die Nickel- und Zinkpreise bereits Mitte 2007, d.h. ca. 1 Jahr vor der Wirtschaftskrise eingebrochen sind.
- > In der Zeit von 2009 bis zum Jahr 2011 ist ein Anstieg der Metallpreise, insbesondere der Kupferpreise zu erkennen, der sehr wahrscheinlich im Zusammenhang mit Konjunkturpaketen zu sehen ist, die weltweit zur Überwindung der Krise geschnürt wurden.
- > Die Zeit von 2011 bis zum Herbst 2016 ist zwar mit Schwankungen aber tendenziell durch abnehmende Metallpreise gekennzeichnet. In diesem Zusam-

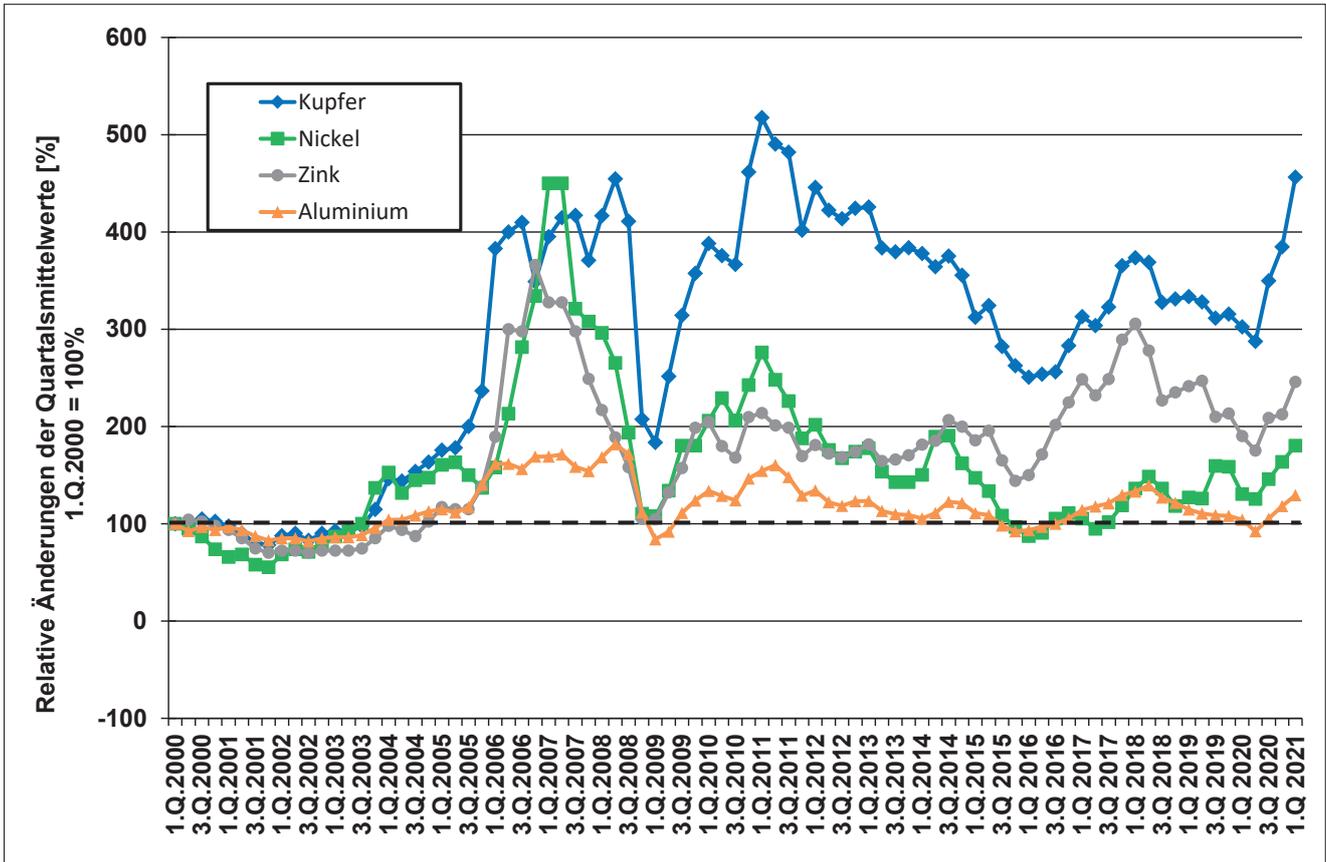


Bild 6: Globale Preisentwicklungen für Aluminium, Kupfer, Nickel, Zink in der Zeit von 2000 bis 2020 nach Daten von [19].

menhang ist unter Bezugnahme auf Bild 1 die Tatsache zu berücksichtigen, dass in China in der Zeit von 2003 bis 2010 das durchschnittliche jährliche Wirtschaftswachstum 10,8 Prozent und in der Zeit von 2012 bis 2016 nur noch 7,3 Prozent betrug. Für das Jahr 2019 wird das Wachstum des BIP mit 5,95 Prozent angegeben [7].

- > Der Anstieg der Metallpreise in der Zeit von 2016 bis 2018 ist möglicherweise im Zusammenhang mit der Entwicklung in den USA zu sehen: Nach der Präsidentenwahl in den USA im Herbst 2016 hatte dort das Wirtschaftswachstum von 1,64 Prozent im Jahr 2016 auf 2,9 Prozent im Jahr 2018 [7] zugenommen.
- > Die abnehmenden Preise seit 2018 sind vermutlich auf die Störungen im internationalen Handel [20] zurückzuführen, die in der Folge der Einführung diverser Sonderzölle durch die amerikanische Regierung entstanden sind.
- > Seit dem zweiten Quartal 2020 sind steigende Metallpreise zu erkennen, die sicherlich im Hinblick auf eine Überwindung der Coronakrise zu interpretieren sind. Aktuell ist bereits zu erkennen, dass die positive wirtschaftliche Entwicklung insbesondere in den USA und China zu Preissteigerungen führen wird, wobei zurzeit noch nicht wirklich zu erkennen ist, inwieweit diese Ent-

wicklungen fundamental begründet sind oder ob sie dadurch hervorgerufen werden, dass Aussagen über die zunehmende zukünftige Entwicklung intensiv medial kommuniziert werden.

In der aktuellen Situation muss davon ausgegangen werden, dass für die zukünftige Entwicklung einiger mineralischer Rohstoffe die tatsächliche Entwicklung der Elektromobilität eine wesentliche Rolle spielen wird. Im Jahr 2018 wurden weltweit 2,1 Mio. Fahrzeuge zugelassen, davon 1,2 Mio. in China, bei denen es sich um rein batteriebetriebene Fahrzeuge (BEV) und Plug-in-Hybride (PHEV) handelte [21]. Damit lag im Jahr 2018 der globale Anteil der neuzugelassenen Elektrofahrzeuge bei 2,2 Prozent der gesamten Zulassungen. In 2018 wurden in Deutschland insgesamt 3,4 Mio. Kraftfahrzeuge zugelassen, von denen 1 Prozent auf batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) und 3,8 Prozent auf Plug-in-Hybride (PHEV) entfielen. Das aktuelle Wachstumspotenzial dieser alternativen Antriebe ist daran zu erkennen, dass im Jahr 2020 in Deutschland 2,9 Millionen Kraftfahrzeuge zugelassen wurden, von denen 6,7 Prozent auf BEV und auf 6,9 Prozent auf PHEV entfielen [22].

Als Folge einer zunehmenden Elektromobilität wird damit zu rechnen sein,

dass es unter den Metallen, die in **Tabelle 1** aufgeführt und die für die Entwicklung der Elektromobilität wichtig sind, Preissteigerungen geben wird. Insbesondere ist davon auszugehen, dass dies für die Metalle Lithium, Kobalt und Nickel der Fall sein wird, wobei auch hier noch einmal ausdrücklich darauf hinzuweisen ist, dass Aussagen zu Märkten nur mit einer gewissen Unbestimmtheit möglich sind. Diese Unbestimmtheit resultiert hier zum einen aus der Frage, welcher Batterietyp sich langfristig durchsetzen wird. Nach [23] werden heute Batterien aller wesentlichen Chemien (NCA, NMC, LMO, LFP) verbaut, wobei derzeit angenommen wird, dass vor dem Hintergrund der Erhöhung der Energiedichte der Trend zu nickelreichen Hochkapazitäts-NMC (Nickel-Mangan-Cobalt) -Materialien (NMC 811) gehen wird. Zum anderen wird für das Jahr 2030 eine globale Batteriekapazität für die Elektromobilität von 2 TWh/a [24] mit ca. 1 TWh für Europa [23] angenommen, die aber durchaus auch größer und kleiner sein könnte. Vor diesem Hintergrund wurde für die Berechnungen angenommen, dass 2 TWh Batteriekapazität im Jahr 2030 dargestellt werden müssen. Aus Tabelle 1 sind die Rohstoffmengen zu entnehmen, die sich theoretisch ergeben würden, wenn dies nur über NMC 111-Batterien oder nur

**Tabelle 1:** Berechnungen möglicher zukünftiger jährlicher Metallbedarfe im Jahr 2030 unter der Annahme einer Batteriekapazität von 2 TWh, von der angenommen wird, dass sie rein aus Batterien des Typs NMC 111 (Nickel, Mangan, Kobalt 1:1:1) und vergleichend rein aus Batterien des Typs NMC 811 besteht [24,25].

Element	Metallproduktion aktuell in t/a nach [12]	Metallbedarf nach [24,25] für NMC 111 in kg/KWh	Metallbedarf nach [24,25] für NMC 811 in kg/KWh	Metallbedarf in 2030 für NMC 111 in t	Metallbedarf in 2030 für NMC 811 in t
Lithium	77 000	0,148	0,107	296 471	214 118
Nickel	2 500 000	0,395	0,749	790 588	1 498 824
Cobalt	140 000	0,395	0,033	790 588	65 882
Mangan	16 600 000	0,371	0,091	741 176	181 176
Kupfer	20 400 000	0,300	0,300	600 000	600 000

über kobaltärmere, dafür aber nickelreichere NMC 811-Batterien geschehen würde.

Nach dem Szenario NMC 111 ergeben sich für das Jahr 2030 jährliche Produktionsmengen, die für Lithium ca. das 3,8-fache und für Kobalt das 5,6-fache der heutigen Produktionsmengen betragen würden. Im Szenario NMC 811 würde der zusätzliche Kobaltbedarf für die Elektromobilität allerdings deutlich auf ca. die Hälfte des heutigen Bedarfs reduziert werden. Im Gegensatz dazu würde dann aber im Jahr 2030 der Nickelbedarf durch die Elektromobilität auf zusätzliche 1,5 Millionen t/a ansteigen, was ca. 60 Prozent der heutigen Produktion entspricht.

In verschiedenen Studien [23, 27] wird unabhängig von betrachteten Szenarien darauf hingewiesen, dass Rohstoffe wie Lithium, Kobalt, Nickel, Grafit und Platin für ein schnelles weltweites Wachstum der Elektromobilität ausreichend vorhanden sind. Es ist richtig, dass hinsichtlich der Reserven und Ressourcen aktuell keine Probleme zu erkennen sind, allerdings lassen diese Tatsachen, aufgrund der Oligopole und Monopole, die zum Teil im Rohstoffbereich existieren, keine Prognosen auf Preissteigerungen zu. An dieser Stelle sei angemerkt, dass der Nickelpreis, der im Jahr 2003 im Mittel 10 000 US-Dollar/t betrug, auf 37 000 US-Dollar/t in 2007 (Bild 6) angestiegen ist und sich in dieser Zeit die Nickelproduktion aber nur von 1,37 Millionen t/a in 2003 auf 1,60 Millionen t/a in 2007 erhöht hat.

Die rein theoretisch berechneten Metallkosten für eine 30 kWh-Batterie des Typs NMC 111 mit aktuellen Metallpreisen [9] dürften von der Größenordnung her bei ca. 1100 US-Dollar und für eine Batterie des Typs NMC 811 bei 580 US-Dollar liegen. Die geringeren Metallkosten für den nickelreicheren Typ NMC 811 sind auf den geringeren Kobaltgehalt zu-

rückzuführen, da Kobalt mit ca. 52 US-Dollar/kg aktuell das teuerste Metall in der Batterie ist.

Kobalt gehört mit zu den Metallen, für die seit der Jahrtausendwende extreme Preisschwankungen nicht ungewöhnlich waren. Die dargestellten Zeitreihen [28] für die Preisentwicklungen diverser Metalle in den Bildern 7- 11 zeigen verschiedene Beispiele dafür, wie durch dominierende Positionen von Marktteilnehmern auf der Angebots- sowie Nachfrageseite in Kombination mit entsprechenden Aussagen über mögliche zu erwartende Entwicklungen, Preissteigerungen sehr plötzlich auftreten und auch wieder verschwinden können. Die globalen Märkte für Metalle sind in vielen Fällen dadurch gekennzeichnet, dass auf die drei jeweils wichtigsten Länder, in denen die Metalle abgebaut werden, ca. 50-70 Prozent der gesamten Weltproduktion entfallen. Dieselbe Verteilung von 50-70 Prozent auf die drei wichtigsten Länder liegt beim globalen Verbrauch der Metalle vor, allerdings handelt es sich dabei oft nicht um dieselben Länder. Wie bereits in Bild 1 dargestellt, ist China in vielen Fällen die Nation, die die größten Mengen der betreffenden Metalle verbraucht und in nicht wenigen Fällen auch die Nation ist, die die größten Mengen der Metalle produziert, sodass die wirtschaftliche Entwicklung in China unter dem Aspekt der Nachfrage, aber auch des Angebots die Entwicklung der globalen Rohstoffmärkte in den letzten 20 Jahren bestimmt hat und in der absehbaren Zukunft bestimmen wird. Die globalen Märkte der Metalle, deren Preisentwicklungen in den Bildern 7-11 dargestellt sind, lassen sich wie folgt charakterisieren.

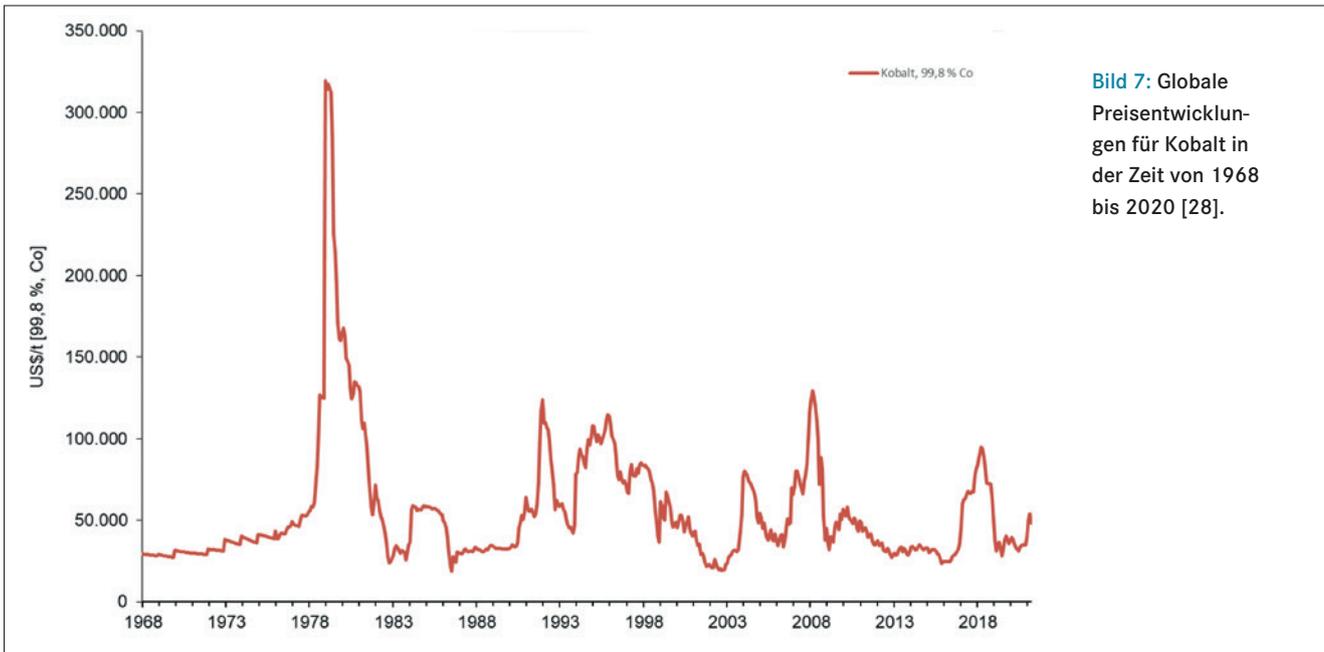
#### Kobalt

Wie bereits erwähnt ist Kobalt aktuell eines der wichtigsten Metalle in der Produktion von Lithium-Ionen-Akkus. Im Jahr 2020 wurden 140 000 Tonnen Kobalt [12]

gewonnen, die zu 61 Prozent in der Demokratischen Republik Kongo abgebaut wurden. Kobalt wird aktuell zu 50-60 Prozent in Lithium-Ionen-Akkus verwendet, wobei derzeit noch die Marktrelevanz des Elektroniksektors in etwa doppelt so hoch ist, wie die der Elektromobilität. In der Metallindustrie wird Kobalt als Legierungselement in Werkzeugstählen und zur Herstellung von Superlegierungen eingesetzt [29]. Die Herstellung von Kobaltchemikalien findet im Wesentlichen in China statt, wo auch mit einem globalen Marktanteil von ca. 75 Prozent die Herstellung von Lithium-Ionen-Akkus erfolgt. Durch chinesische Beteiligungen in der Demokratischen Republik Kongo (DR Kongo) und in weiteren Ländern konnte China seine Nettoimportabhängigkeit bezüglich kobalthaltiger Erze und Zwischenprodukte in 2016 von ursprünglich 97 Prozent auf geschätzte 68 Prozent reduzieren [30]. Die Preissteigerungen im Jahr 1978 sind darauf zurückzuführen, dass die USA Kobaltverkäufe aus ihren Beständen [31] beendete. In der Zeit um 1994 kam es durch den Krieg in Ruanda und die Flucht von Hunderttausenden von Flüchtlingen in die DR Kongo zu nahezu unkontrollierbaren politischen Auseinandersetzungen [32], in deren Folge die Preise für Kobalt anstiegen. Die Preissteigerungen ab 2015 (Bild 7) sind vermutlich darauf zurückzuführen, dass Aussagen über die zukünftige mögliche Entwicklung der Elektromobilität kommuniziert wurden und auch hier zeigt sich, dass die tatsächliche Entwicklung der Preise anders erfolgte.

#### Vanadium

Die Vanadiumproduktion betrug im Jahr 2020 ca. 86 000 Tonnen und die wichtigsten Länder waren: China (62 Prozent), Russland (21 Prozent), Südafrika (9 Prozent), die zusammen einen Anteil von 92 Prozent an der globalen Bergwerksproduktion haben. Vanadium ist ein Metall, das zu 91 Prozent in Eisenlegierungen und



hochfesten Stählen sowie in Mischungen aus Eisen und Aluminium verwendet wird. Es wird in der Luft- und Raumfahrtindustrie, in Katalysatoren, für Rohrleitungen in der Öl- und Gasindustrie und auch für chirurgische Ausrüstungen verwendet. Der Verbrauch von Vanadium entfällt zu ca. 51 Prozent auf China und damit hat China hier sowohl auf der Angebotsseite als auch auf der Nachfrageseite die dominierende Position. Der drastische Preisanstieg im Jahr 2018 (Bild 8) wird darauf zurückgeführt, dass die chinesische Regierung durch eine Änderung der Normen die Vanadiumgehalte in Baustählen [33] erhöhen wollte, um dadurch die Festigkeitseigenschaften zu verbessern. Die tatsächliche Umsetzung erfolgt aber langsamer als ursprünglich gedacht [12] und zusätzlich sank der Verbrauch von Vanadium in den USA von 9980 Tonnen im Jahr 2018 auf 4800 Tonnen im Jahr 2020, wobei die globale Produktion in dieser Zeit von 71 000 t/a auf die o.g. 86 000 t/a im Jahr 2020 angestiegen ist, mit der Folge, dass die Preise für Vanadium wieder drastisch eingebrochen sind.

**Molybdän**

Die Molybdänproduktion betrug im Jahr 2020 ca. 300 000 t und die wichtigsten Länder waren: China (40 Prozent), Chile (19 Prozent), Australien (16 Prozent) [12], die zusammen einen Anteil von 75 Prozent an der globalen Bergwerksproduktion haben. Molybdän wird zu ca. 70 Prozent in legierten Stählen eingesetzt. Da diese Stähle zu fast 60 Prozent in China produziert werden, entfällt der Verbrauch von Molybdän zu ca. 40 Prozent auf China und damit hat China hier ebenfalls so-

wohl auf der Angebotsseite als auch auf der Nachfrageseite die dominierende Position. Die Preisentwicklung des Molybdäns (Bild 9) verläuft ab dem Jahr 2011 ähnlich, wie sie für die Metalle in Bild 6 beschrieben worden ist.

**Wolfram**

Die Wolframproduktion betrug im Jahr 2020 ca. 84 000 Tonnen und das wichtigste Land war China mit einem Weltmarktanteil von 82 Prozent an der Bergwerksproduktion. Wolfram wird für Produkte in der Transportindustrie (34 Prozent), im Bergbau und der Bauindustrie (21 Prozent) und im Maschinenbau (11 Prozent) verwendet. Das weltweite Wolframangebot wird durch die Produktion in China und den Export aus China dominiert. Die chinesische Regierung regulierte die Wolframindustrie, indem sie die Anzahl der Bergbau- und Exportlizenzen begrenzte, Quoten für die Konzentratproduktion festlegte und Beschränkungen für den Abbau und die Verarbeitung auferlegte. Im Jahr 2020 sollte die Produktion von Wolframkonzentrat außerhalb Chinas bei weniger als 20 Prozent der Weltproduktion [12] bleiben. Bei Wolfram hat China ebenfalls sowohl auf der Angebotsseite als auch auf der Nachfrageseite die dominierende Position. Die Preisentwicklung für Wolfram (Bild 10) verläuft von der Tendenz her ab dem Jahr 2011 ähnlich wie beim Molybdän.

**Zinn**

Die Zinnproduktion betrug im Jahr 2020 ca. 270 000 Tonnen und die wichtigsten Länder waren: China (30 Prozent), Indonesien (24 Prozent) und Myanmar (12

Prozent) [12], die zusammen einen Anteil von 66 Prozent an der globalen Bergwerksproduktion haben. Das im Jahr 2019 weltweit produzierte Raffinadezinn [34] wurde überwiegend verwendet um Lötzinn (49 Prozent), Chemikalien (18 Prozent) und Weißblech (12 Prozent) herzustellen. Der Verbrauch von Zinn entfällt zu ca. 45 Prozent auf China, was vermutlich in dem hohen Anteil elektronischer Produkte begründet ist, die in China gefertigt werden. Damit hat China hier ebenfalls sowohl auf der Angebotsseite als auch auf der Nachfrageseite die dominierende Position. Die Preisentwicklung des Zinns (Bild 11) verläuft ab dem Jahr 2011 ähnlich, wie sie für die Metalle in Bild 6 beschrieben worden ist, wobei der Preisanstieg im Jahr 2020 deutlich stärker ausfällt als bei den anderen Metallen. Diese Tatsache kann möglicherweise darin begründet sein, dass Myanmar als wichtiges Produktionsland von der Covid-19-Pandemie schwerer betroffen war als die Nachbarländer [35], somit weniger Zinn produzieren konnte. Von daher könnte das begrenzte Angebot bei einer gestiegenen Nachfrage in China und den USA zu deutlich steigenden Preisen führen.

**Zusammenfassung**

Wirtschaftliche Prozesse sind dadurch gekennzeichnet, dass sie durch Menschen, Unternehmen, politische und eine Vielzahl weiterer meinungsbildender Institutionen gestaltet werden, die durch ihre Vorstellungen die Regeln sozialer Systeme verändern. Aktuell befinden wir uns in der gesellschaftlichen Diskussion hinsichtlich Energiewende und Elektromobi-

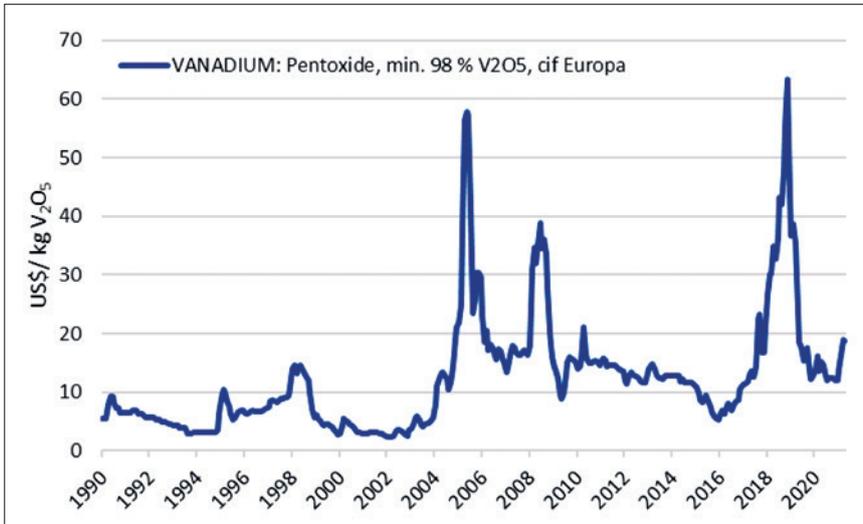


Bild 8: Globale Preisentwicklungen für Vanadiumpentoxid in der Zeit von 1990 bis 2020 [28].



Bild 9: Globale Preisentwicklungen für Molybdän in der Zeit von 1990 bis 2020 [28].

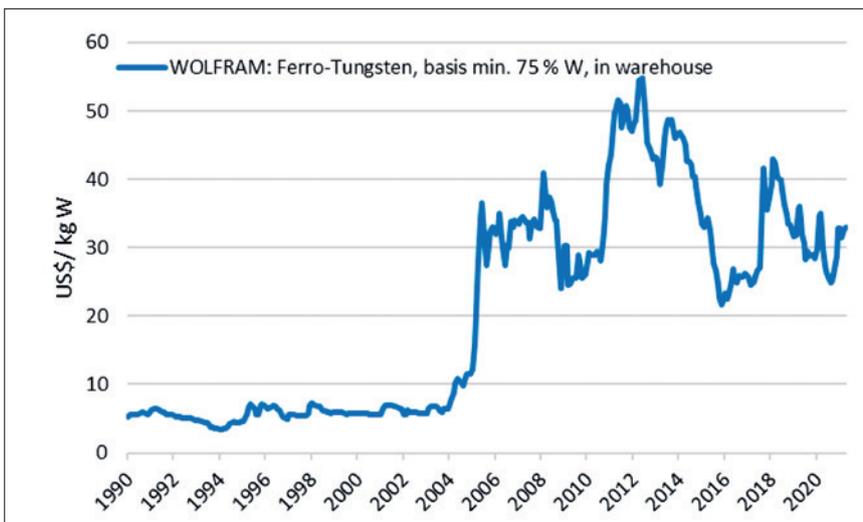


Bild 10: Globale Preisentwicklungen für Wolfram in der Zeit von 1990 bis 2020 [28].

lität mitten in einem Prozess der zu tiefgreifenden Veränderungen in der Gesellschaft und der Wirtschaft führen wird, wobei die realen Effekte allerdings nur mit einer gewissen Unschärfe tatsächlich beschrieben werden können, denn Tat-

sachen werden dadurch beeinflusst, dass Aussagen über sie gemacht werden.

Was damit gemeint ist, lässt sich aktuell sehr gut an einem ganz anderen Beispiel erklären, nämlich der Diskussion um Impfstoffe und deren tatsächliche Wirk-

samkeit. Hier beeinflusst die sehr stark durch Nicht-Fachleute bestimmte öffentliche Diskussion über die Nebenwirkungen der Impfstoffe, deren tatsächliche Akzeptanz und damit deren aktuelle Absatz- bzw. Nicht-Absatzmöglichkeiten. Hier zeigt sich, dass der Zusammenhang zwischen Denken und Realität dazu führen kann, dass sich Märkte unvorhersehbar und extrem schnell ändern können und von daher Aussagen nur mit einer gewissen Unbestimmtheit möglich sind.

Es ist nach aktuellem Kenntnisstand davon auszugehen, dass sich China von einer Industrie- zu einer Dienstleistungsgesellschaft wandeln wird, wie es die traditionellen Industrienationen in Europa und Japan zu Beginn der 1970er-Jahre getan haben. Die Erfahrungen zeigen, dass ein struktureller Wandel von einer Industrie- zu einer Dienstleistungsgesellschaft dazu führt, dass Wachstumsraten bei Rohstoffverbräuchen geringer werden und unter Umständen auch bestimmte Rohstoffe absolut in geringeren Mengen verbraucht werden. Die Entwicklungen in Deutschland und in den übrigen traditionellen Industrienationen zeigen darüber hinaus, dass in Dienstleistungsgesellschaften die Wachstumsraten der BIP geringer sind. Da China im Hinblick auf den Verbrauch und die Produktion vieler Rohstoffe zu dem wichtigsten globalen Marktteilnehmer geworden ist, wird sich ein Strukturwandel in der chinesischen Wirtschaft zwangsläufig auf die Entwicklung der globalen Rohstoffmärkte auswirken.

Der Theorie nach sollten Märkte eigentlich objektiv sein, aber in der Realität sind sie es unter Umständen nicht, da sie jenseits der fundamentalen Daten durch psychologische und auch spekulative Elemente beeinflusst werden, deren Wirkungskräfte allerdings im Zeitalter der umfassenden und schnellen Kommunikation in modernen Medien heute um ein Vielfaches größer sind, als sie es vor Jahrzehnten waren.

Unter diesem Aspekt sind auch die Entwicklungen und Berichterstattungen im Zusammenhang mit der Elektromobilität zu betrachten, da diese sehr wesentlich die Märkte für Lithium, Kobalt, Nickel und Kupfer zukünftig bestimmen werden. Es ist richtig, dass hinsichtlich der Reserven und Ressourcen zukünftig keine Probleme zu erkennen sind, allerdings lassen diese Tatsachen keine Prognosen auf Preissteigerungen zu, die sich einstellen werden. Hier lässt sich noch nicht einmal mit einer gewissen Unbestimmtheit erahnen, wie sich die Preise entwickeln werden, wenn die Nachfragen für Metal-

le wie Lithium und Kobalt möglicherweise auf das drei- bzw. fünffache der heutigen Produktionsmengen ansteigen sollten.

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Deike, Institut für Technologien der Metalle, Universität Duisburg-Essen.

Der Autor dankt der Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) für die Zeitreihen zu den Entwicklungen der Metallpreise.

**Literatur:**

[1] Soros, G. (1998) *Die Krise des globalen Kapitalismus* Alexander Fest Verlag, Berlin  
 [2] *Chemie Ingenieur Technik* 84 (2012), Issue 10, S. 1685-1693  
 [3] Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, *Preismonitor April 2021*, [www.bgr.bund.de/DERA/DE/Aktuelles/Monitore/2021/04-21](http://www.bgr.bund.de/DERA/DE/Aktuelles/Monitore/2021/04-21)  
 [4] [www.un.org/depts/german/millennium/MDGProzent20ReportProzent202015Prozent20German.pdf](http://www.un.org/depts/german/millennium/MDGProzent20ReportProzent202015Prozent20German.pdf), 2015  
 [5] Rosling, H. (2018) *FACTFULNESS*, 7. Aufl., Ullstein Buchverlage GmbH, Berlin  
 [6] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, *World Population Prospects 2019: Highlights*, (ST/ESA/SER.A/423), 2019  
 [7] <https://data.worldbank.org/indicator>(abgerufen 30.05.2021)  
 [8] *Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ)*, Nr. 109, 12.05.2021, Autor: H. Ankenbrand.  
 [9] BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2018): *Deutschland – Rohstoffsituation 2017*. – 190 S.; Hannover.  
 [10] *Giesserei* 107 (2020), Nr. 1, S. 26-31, online veröffentlicht unter: [https://duepublico2.uni-due.de/receive/duepublico\\_mods\\_00071307](https://duepublico2.uni-due.de/receive/duepublico_mods_00071307)  
 [11] *Chemie Ingenieur Technik* 92 (2020), Issue 4, S. 331-340, online veröffentlicht unter: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cite.201900136>  
 [12] [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov) (abgerufen 30.05.2021)  
 [13] Terauds, K., *United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), Using trade policy to drive value addition: Lessons from Indonesia’s ban on nickel exports*, Geneva, 2017, [https://unctad.org/system/files/non-official-document/suc2017d8\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/non-official-document/suc2017d8_en.pdf)  
 [14] *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor*

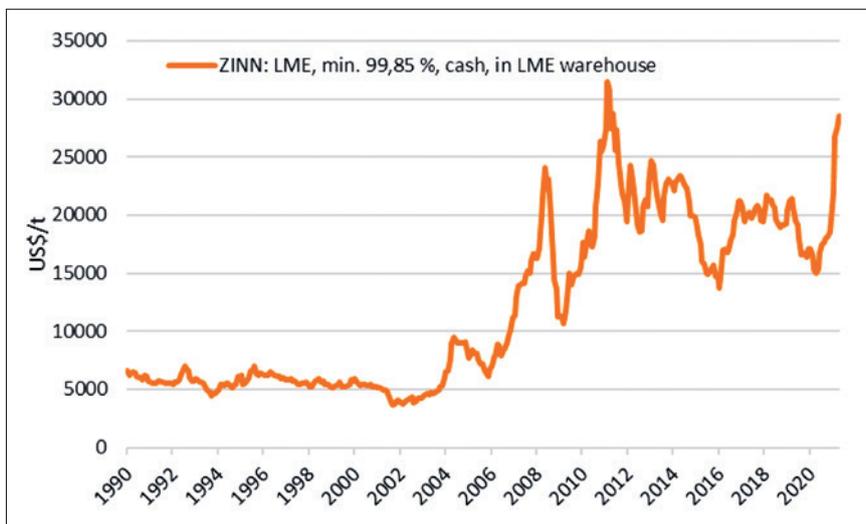


Bild 11: Globale Preisentwicklungen für Zinn in der Zeit von 1990 bis 2020 [28].

11 Tahun 2019 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 25 Tahun 2018 tentang Pengusahaan Pertambangan Mineral dan Batubara. <https://jdih.esdm.go.id/peraturan/PermenProzent20ESDMProzent20NomorProzent2011Prozent20TahunProzent202019>  
 [15] Szurlies, M.: *Rohstoffrisikobewertung – Nickel*. – DERA Rohstoffinformationen Nr. 48, Berlin 2021  
 [16] [www.worldstainless.org](http://www.worldstainless.org)  
 [17] Kleinmann, G. (1977), *Rohstoffe und Financial Futures handeln*, 6. Aufl., Rowohlt Verlag GmbH, Hamburg  
 [18] Rogers J. (2006), *Rohstoffe, Der attraktivste Markt der Welt!*, 1. Aufl., FinanzBuch Verlag GmbH, München  
 [19] [www.lme.com/](http://www.lme.com/) (abgerufen 27.04.21)  
 [20] [www.nzz.ch/wirtschaft/die-usa-und-europa-wollen-die-handelskonflikte-schrittweise-beseitigen-ld.1392086](http://www.nzz.ch/wirtschaft/die-usa-und-europa-wollen-die-handelskonflikte-schrittweise-beseitigen-ld.1392086)  
 [21] Steinbach, V., *Stellungnahme zum Thema „Rohstoffe unter besonderer Berücksichtigung der E-Mobilität“*, [www.bundestag.de/resource/blob/666042/79f694e3c38c722c2c422cfc61f10da9/05\\_stellungnahme-bgr-data.pdf](http://www.bundestag.de/resource/blob/666042/79f694e3c38c722c2c422cfc61f10da9/05_stellungnahme-bgr-data.pdf)  
 [22] [www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen](http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen) (abgerufen 06.06.21)  
 [23] Fraunhofer ISI, *Batterien für Elektroautos: Faktencheck und Handlungsbedarf*, Karlsruhe Januar 2020, [www.isi.fraunhofer.de](http://www.isi.fraunhofer.de)  
 [24] *ATZ Elektronik* (2019), 14, 24–27. <https://doi.org/10.1007/s35658-019-0112-7>  
 [25] Emilsson, E., Dahllöf, L. (2019) *Lithium-Ion Vehicle Battery Production*, IVL Swedish Environmental Research Institute,

ISBN 978-91-7883-112-8, [www.ivl.se](http://www.ivl.se), Stockholm  
 [26] *Transport & Environment* (2021), *From dirty oil to clean batteries*, Brussels, [www.transportenvironment.org](http://www.transportenvironment.org), (abgerufen 06.06.21)  
 [27] [www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017](http://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017)  
 [28] Bastian, D., Dt. Rohstoffagentur (DERA) i. d. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Berlin, 27.05.21  
 [29] Schütte, P., *Kobalt-Informationen zur Nachhaltigkeit*, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, Januar 2021, [www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de)  
 [30] *Resources Policy* 62 (2019), S. 317-323  
 [31] Barazi, S.AI., *DERA Rohstoffinformationen 36: Risikobewertung von Kobalt*, Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Berlin, 2018  
 [32] Ansorg, N., *Demokratische Republik Kongo*, Bundeszentrale für politische Bildung, Lizenz CC BY-NC-ND 3.0 DE, Oktober 2020, [www.bpb.de/internationales/weltweit/innerstaatliche-konflikte/54628/kongo](http://www.bpb.de/internationales/weltweit/innerstaatliche-konflikte/54628/kongo)  
 [33] Nühlen, J., *Untersuchungen des Einflusses technologischer Innovationen auf Stoffströme am Beispiel von Vanadium für Redox-Flow-Batterien*, Dissertation Ruhr-Universität Bochum, 2020  
 [34] *International Tin Association*, „Tracking Tin Use“, [www.internationaltin.org/](http://www.internationaltin.org/)  
 [35] [www.bpb.de/politik/hintergrund-aktuell/327681/militaerputsch-in-myanmar](http://www.bpb.de/politik/hintergrund-aktuell/327681/militaerputsch-in-myanmar)

# DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

Offen im Denken

ub | universitäts  
bibliothek

Dieser Text wird via DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

**DOI:** 10.17185/duepublico/74988

**URN:** urn:nbn:de:hbz:464-20211116-140114-3

Deike, Rüdiger: Was auf den Rohstoffmärkten passiert – und wie die Zukunft aussieht?  
Auszug aus: *Giesserei : die Zeitschrift für Technik, Innovation und Management* (2021),  
Heft 8, Seite 36 - 47. ISSN 0016-9765 (print)

**Rechteinhaber:** © DVS Media GmbH, Düsseldorf. Nachdruck verboten.  
Alle Rechte vorbehalten.