



**MERIT**

Der Rohstoffexperte

# Rohstoffe der Energiewende

von der brennstoffintensiven zur materialintensiven Energieversorgung

Fokus: Kobalt, Kupfer, Lithium, Nickel und Silber

# Erneuerbare Energien und Rohstoffverbrauch

Die „Energiewende“, also die Abkehr von fossilen Energieträgern hin zu erneuerbaren und CO<sub>2</sub>-neutralen („sauberen“) Energien fußt im wesentlichen auf zwei Säulen:

## Umstellung der Stromversorgung

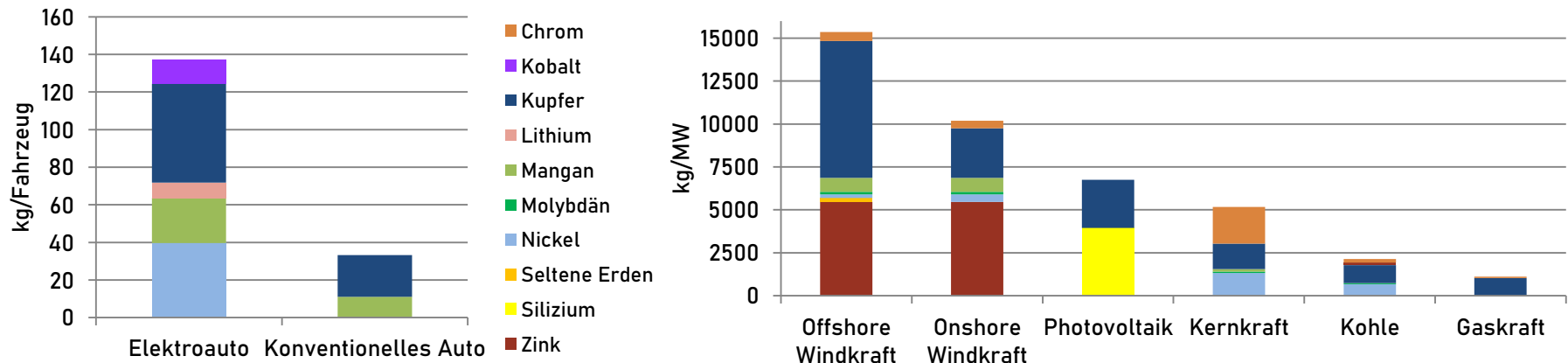
CO<sub>2</sub>-neutrale bzw. erneuerbare Energieerzeugung mittels Wind-, Wasser- und Solarkraft statt der CO<sub>2</sub>-intensiven und nicht nachhaltigen Verbrennung von Kohle und Erdgas\*.

## Umstellung des Individualverkehrs

Abkehr vom Verbrennungskraftmotor (Benzin, Diesel) zugunsten des Elektromotors (als Energiespeicher setzen sich hier aktuell Lithium-Ionen-Akkus von anderen Technologien wie Wasserstoff ab).

Neben technologischen, logistischen und politischen Herausforderungen führt dieser Wandel vor allem auch zu großen Änderungen beim Rohstoffbedarf. Während (als Hauptziel) der Bedarf an Öl und Kohle stark reduziert werden soll, gibt es eine Vielzahl von Rohstoffen die in Zukunft weit stärker nachgefragt werden dürften als bisher: Abgesehen von Stahl und Aluminium, benötigt beispielsweise die Herstellung eines typisches Elektroauto sechsmal mehr metallische bzw. mineralische Rohstoffe als die eines konventionellen Fahrzeuges und ein Windkraftwerk benötigt fünf- bis siebenmal mal mehr dieser Rohstoffe als ein Kohlekraftwerk mit derselben Kapazität:

Herstellung von Fahrzeugen und Kraftwerken - Vergleich des Bedarfs ausgewählter metallischer bzw. mineralischer Rohstoffe [IEA 2021]:



> Der Übergang zu sauberer Energie kann daher als Verlagerung von einer brennstoffintensiven zu einer materialintensiven Energieversorgung beschrieben werden.

# Rohstoffe der Zukunft: Erwartete Entwicklung des weltweiten Bedarfs.

Welche Rohstoffe im Zuge der „Energiewende“ wie stark nachgefragt werden, hängt natürlich in erste Linie von der zukünftigen Verbreitung der unterschiedlichen Technologien ab:

So werden beispielsweise für Windkraftanlagen (bzw. deren Magnete) insbesondere seltene Erden und Mangan, für Solarzellen Silizium, für Brennstoffzellen Nickel und Platin und für die Akkus von Elektroautos Lithium, Kobalt und Nickel benötigt. Aluminium (Strukturelemente) und Kupfer (elektrische Leitungen) kommen hingegen bei praktisch allen erneuerbaren Technologien zum Einsatz.

In der folgenden Tabelle sind Einschätzungen aus verschiedensten Quellen (Fachartikel, Berichte, Papers etc.) bzgl. der mittelfristigen zukünftigen Entwicklung des Bedarfs an unterschiedlichen Schlüsselrohstoffen gesammelt:

Quelle	Fokus	Aluminium	Blei	Chrom	Eisen	Erdgas	Kobalt	Kupfer	Lithium	Mangan	Molybdän	Nickel	Platin	S. Erden	Silber	Silizium	Uran	Zink
AGORA 2017	Elektromobilität						++		++			++	+					
Australian Mining 2020	Rohstoffe	+			~			+	++			+		++	+		~	~
BHP 2020	Erneuerbare Energie				+		++	+				++					+	
Boer et al. 2021	Erneuerbare Energie					-	++	+	++			++						
COFACE 2021	Elektromobilität	+					+	+	+	+		+				+		
DERA 2021	Rohstoffe						++	+	++				+					
Fab4Lib 2019	Elektromobilität						++		++			++						
Giurco et al. 2019	Erneuerbare Energie						++		++						+			
Glencore 2020	Erneuerbare Energie					~	++	+				++						+
IEA 2021	Erneuerbare Energie						++	+	++	+	+	++	+	+	+	+	+	
IFPEN 2021	Erneuerbare Energie	+					+	+	+			+						
Månberger et al. 2019	Erneuerbare Energie						++	+	++	+		+		+	+	+		
Nikkei 2020	Erneuerbare Energie	+					+	+				+	+					
Patterson & Yao 2021	Elektromobilität	+					++	++	++			++						
Reuters 2020	Erneuerbare Energie	+					++	+	++		+	++						
SP Global 2021	Erneuerbare Energie						+	+	+			+						
SRC 2021	Elektromobilität						++	++	+			++						
Timperley 2018	Erneuerbare Energie						+	+	+	+		+		+				
US Energy 2020	Elektromobilität						+		++			++						
Watarai et al. 2020	Rohstoffe		+	+			+	+	++	~		+	+		+			+
World Bank Group 2020	Erneuerbare Energie	++	++	+	++			+			+	++			++			++
Xu et al. 2020	Elektromobilität	+					++	+	++	+		++				+		

Legende: ++ = stark steigender Bedarf erwartet, + = steigender Bedarf erwartet, ~ = konstanter Bedarf erwartet, - = sinkender Bedarf erwartet

Wenig überraschend ist, dass praktisch alle Autoren einen steigenden oder stark steigenden Bedarf der beiden boomenden „Akkumetalle“ Kobalt und Lithium erwarten. Interessanterweise trifft dies jedoch auch auf die beiden Industriemetalle Kupfer und Nickel zu, die im Unterschied zu den vorgenannten, bereits heute in großen Mengen in unterschiedlichsten Bereichen benötigt werden. Zusätzlich soll in dieser Kurzanalyse auch Silber (das ebenfalls laut einige Quellen verstärkt nachgefragt werden wird) etwas genauer beleuchtet werden: Ist es doch als Edelmetall gänzlich anderen Marktdynamiken ausgesetzt als die übrigen vier Metalle.

# Kobalt

Das Metall Kobalt hat die Besonderheit, dass es seine Festigkeit und seine magnetischen Eigenschaften auch bei extremen Temperaturen beibehält. Dies macht es zu einer Schlüsselkomponente in strategischen Bereichen, wie Luftfahrt (Gasturbinen), Verteidigung (Raketenleitsysteme) und Maschinenbau (Hartmetallwerkzeuge).

Dass die Nachfrage nach Kobalt im letzten Jahrzehnt geradezu explodiert ist liegt jedoch an einer anderen Anwendung: Es wird als Kathodenmaterial in praktisch allen aktuellen Akkutechnologien für Elektroautos, Smartphones und Laptops benötigt. Selbst unter Berücksichtigung aktueller Bestrebungen den Kobaltanteil stark zu reduzieren bzw. kobaltfreie Alternativen zu entwickeln, wird eine weitere Verdreifachung bis Versechsfachung des weltweiten Bedarfs bis 2040 erwartet [IEA 2021].

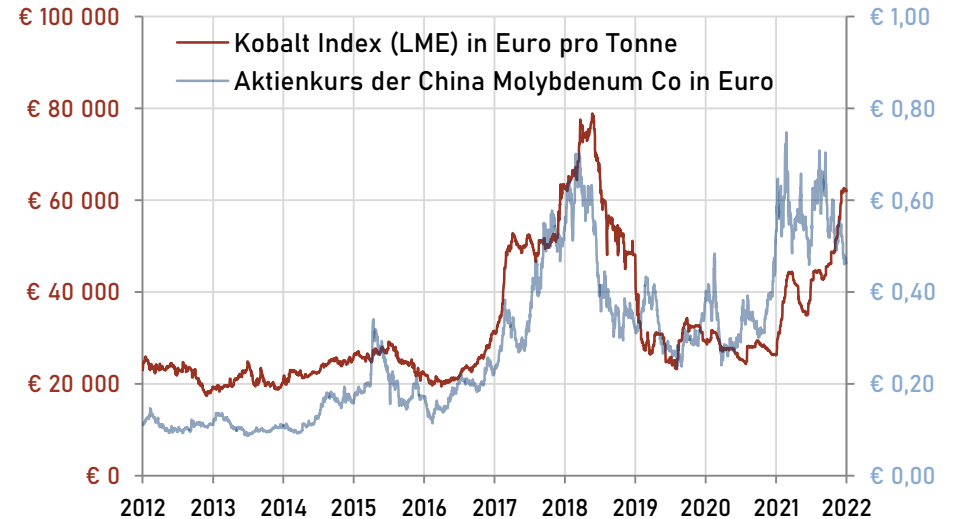
Diese gesteigerte Nachfrage spiegelt sich auch in der Preisentwicklung wider: Nach einer Entspannungsphase vor rund 3 Jahren, ist der Kobaltpreis Anfang 2022 mit rund 60.000 € pro Tonne wieder fast auf dem Niveau des letzten Booms im Jahr 2018 angelangt. Erwähnt sei, dass die aktuellen Verfügbarkeitsorgen weniger an den globalen Reserven liegen, sondern an deren geografischer Konzentration (rund 50% in der DR Kongo) und an der Sorge ob die Abbau- und Logistikkapazitäten schnell genug ausgebaut werden können. [AGORA 2017]

## > Einsatz in Zukunftstechnologien

Windenergie	Solarenergie	Wasserkraft	Biomasse	Kernkraft
Elektromobilität	Geothermie	Wasserstofftechnologien	CO2-Speicherung	Gaskraft

Legende: dunkelrot = sehr wichtig, hellrot = wichtig, grau = nicht wichtig

## > Preisentwicklung



## > Investitionsmöglichkeiten

Physisch	(✓)	> spezialisierte Metallhändler	+ direkte Preisabbildung - Lagerkosten - sehr aufwändiger Kauf/Verkauf
Derivate	✗	> LME (seit 2020)	- es existiert noch kein Kontrakt mit nennenswertem Volumen
Aktien	✓	> Minenbetreiber, Produzenten, Bergbauunternehmen etc.	+ hohes Handelsvolumen + einfacher Kauf/Verkauf - indirekte Preisabbildung
Fonds/ETFs	(✓)	> ETFs mit Aktien von „Kobaltunternehmen“	+ einfacher Kauf/Verkauf - höchste Gebühren - bisher keine Produkte mit physischer Hinterlegung

Legende: ✓ = empfohlen, (✓) = bedingt empfohlen, ✗ = nicht empfohlen/möglich

# Kupfer

Kupfer ist nach Silber das Metall mit der höchsten elektrischen Leitfähigkeit. Es wird daher vor allem für Kabel, Drähte und Wickelungen in Stromnetzen, elektrischen Geräten, Elektromotoren etc. eingesetzt.

Da es sich bei der Energiewende um eine "Elektrifizierung" des Energie- und des Mobilitätssektors handelt, wird diese - unabhängig davon welche Technologien sich durchsetzen - mit einem stark steigenden weltweiten Kupferbedarf assoziiert (Verdoppelung bis 2040 erwartet [BHP 2020, Schipper et al. 2018]). In Kombination mit den limitierten weltweiten Vorkommen führt dieser erwartete Bedarf dazu, dass z.B. die "IFPEN" Kupfer als das bzgl. der Verfügbarkeit "kritischste" Metall für die Energiewende einstuft.

Diese Tendenz spiegelt sich auch in der jüngsten Preisentwicklung wider: Seit einem Tief kurz nach Ausbruch der COVID-19 Pandemie (4300 Euro pro Tonne am 23.3.2020) ist der Kupferpreis stark gestiegen und hat sich bis Anfang 2022 auf über 8500€ beinahe verdoppelt.

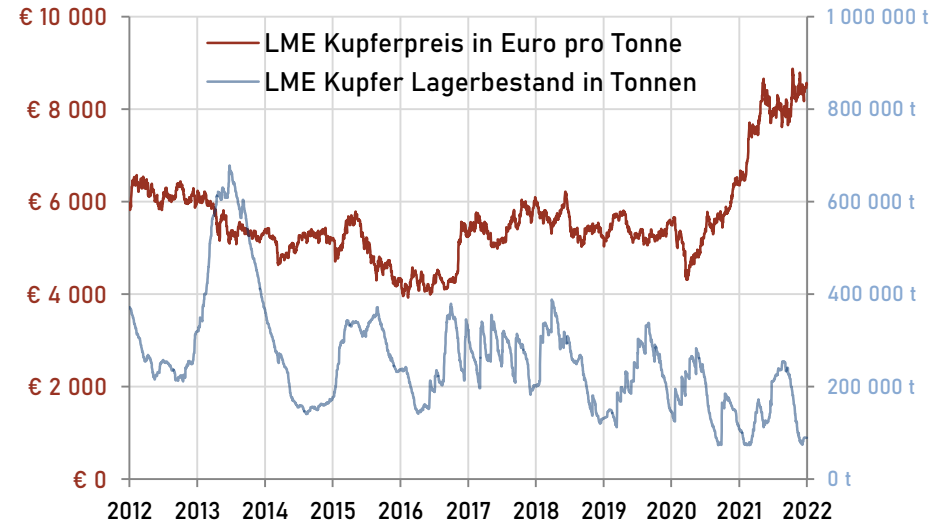
Kupfer-Futures werden täglich in sehr großen Mengen sowohl an der NYMEX (New York Mercantile Exchange) als auch an der LME (London Metal Exchange) gehandelt. Aufgrund der direkten Preisabbildung, der sehr geringen Gebühren (im Promillebereich) und der hohen Liquidität (auch große Mengen können jederzeit gekauft/verkauft werden) sind diese das Mittel der Wahl bei einem Investment.

## > Einsatz in Zukunftstechnologien

Windenergie	Solarenergie	Wasserkraft	Biomasse	Kernkraft
Elektromobilität	Geothermie	Wasserstofftechnologien	CO2-Speicherung	Gaskraft

Legende: dunkelrot = sehr wichtig, hellrot = wichtig, grau = nicht wichtig

## > Preisentwicklung



## > Investitionsmöglichkeiten

Physisch	(✓)	> Metallhändler	+ direkte Preisabbildung - hohe Lagerkosten - teils aufwändiger Kauf/Verkauf
Derivate	✓	> NYMEX > LME	+ direkte Preisabbildung + hohes Handelsvolumen + einfacher Kauf/Verkauf + red. Liquiditätsbedarf
Aktien	(✓)	> Aktien von Kupferminen, Explorationsunternehmen, Kupferhändlern etc.	+ hohes Handelsvolumen + einfacher Kauf/Verkauf - indirekte Preisabbildung
Fonds/ETFs	(✓)	> Fonds/ETFs/ETCs mit „Kupferaktien“ und/oder physischem Kupfer	+ einfacher Kauf/Verkauf - höchste Gebühren - indirekte Preisabbildung

Legende: ✓ = empfohlen, (✓) = bedingt empfohlen, × = nicht empfohlen/möglich

# Lithium

Kein anderes Material wird so stark mit der Energiewende in Verbindung gebracht wie Lithium. In modernen Akkus, und damit in der Herstellung von Smartphones, Laptops und Elektroautos, ist Lithium nicht ersetzbar. Im letzten Jahrzehnt hat sich der weltweite jährliche Lithium Bedarf daher vervierfacht und auch für das nächste Jahrzehnt geht die IEA von einer Vervielfachung bis Verzehnfachung aus [IEA 2021].

Dieser sehr starke Nachfragenanstieg macht sich auch am Weltmarktpreis bemerkbar: Er hat sich alleine im Jahr 2021 mehr als Verdreifacht. Ähnlich wie bei Kobalt sind die weltweiten Reserven zwar mehr als ausreichend – selbst unter den extremsten Szenarien werden bis ins Jahr 2050 höchstens 30% der aktuell bekannten Lithiumreserven benötigt. Fraglich ist jedoch, ob Abbau, Transport und Verarbeitung mit der Nachfrage mithalten können. Insbesondere da sowohl die Abbaustätten (80% der Vorkommen in Australien+Chile) als auch die Verarbeitung (60% China) geografisch stark konzentriert sind [DERA 2021].

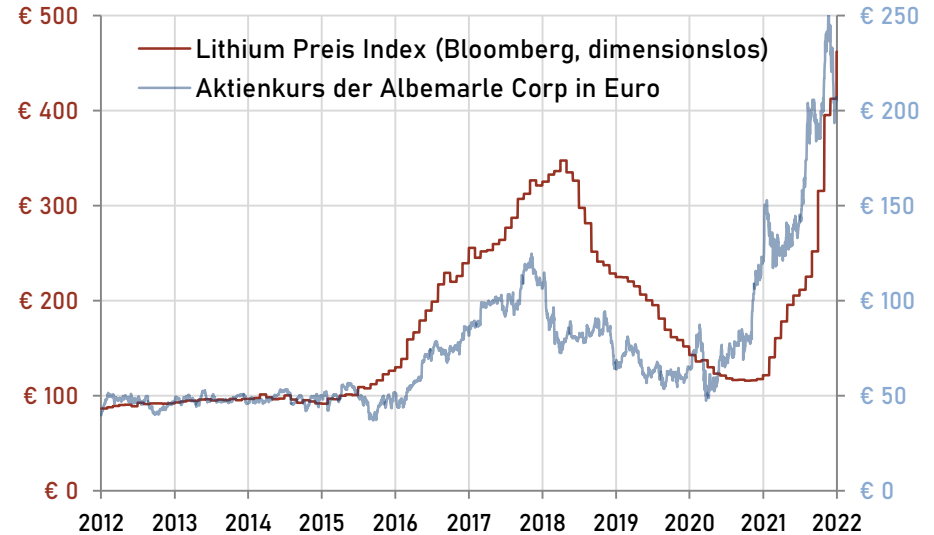
Da reines Lithium bzw. Lithiumcarbonat und Lithiumhydroxid (Akkumaterialien) sehr reaktiv sind, ist deren Lagerung sehr aufwändig und damit teuer. Außerdem existieren aktuell (Anfang 2022) keine handelbaren Derivate mit nennenswerten Volumina. Die beste Möglichkeit in Lithium zu investieren sind daher die Aktien von Lithiumproduzenten. Wie im Chart rechts zu erkennen ist, korreliert beispielsweise die Aktie der Albemarle Corporation sehr gut mit der Entwicklung des Lithiummarktpreises.

## > Einsatz in Zukunftstechnologien

Windenergie	Solarenergie	Wasserkraft	Biomasse	Kernkraft
Elektromobilität	Geothermie	Wasserstofftechnologien	CO2-Speicherung	Gaskraft

Legende: dunkelrot = sehr wichtig, hellrot = wichtig, grau = nicht wichtig

## > Preisentwicklung



## > Investitionsmöglichkeiten

Physisch	✗	> spezialisierte Händler	+ direkte Preisabbildung - sehr hohe Lagerkosten - sehr aufwändiger Kauf/Verkauf
Derivate	✗	> CME (seit 2021) > LME (seit 2021)	- es existiert noch kein Kontrakt mit nennenswertem Volumen
Aktien	✓	> Aktien von Produzenten, Explorationsunternehmen, Batterieherstellern etc.	+ hohes Handelsvolumen + einfacher Kauf/Verkauf - indirekte Preisabbildung
Fonds/ETFs	(✓)	> ETFs mit Aktien von Lithiumproduzenten und/oder Batterieunternehmen	+ einfacher Kauf/Verkauf - höchste Gebühren - bisher keine Produkte mit physischer Hinterlegung

Legende: ✓ = empfohlen, (✓) = bedingt empfohlen, ✗ = nicht empfohlen/möglich

# Nickel

Nickel findet aktuell hauptsächlich in der Herstellung von Edelstahl Verwendung: Einerseits als Legierungselement zur Erhöhung von Härte und Zähigkeit und andererseits als Überzug zur Verbesserung des Korrosionsschutzes ("Vernickelung").

Aktuell und höchstwahrscheinlich auch zukünftig ist jedoch die Nachfrage für die Akkuherstellung der größte Wachstumstreiber: Die beiden in der Elektromobilität hauptsächlich verwendeten Lithium-Ionen-Akkutypen „NCA“ (Nickel Kobalt Aluminium) und „NMC“ (Nickel Mangan Kobalt) bestehen, je nach Hersteller, zu 40 bis 80% aus hochreinem Nickel. Zusätzlich ist Nickel für Wasserstofftechnologien (Brennstoffzelle) und Geothermie (Bohrungen und Leitungen in extrem korrosiver Umgebung) unabdingbar. In Summe wird eine Verdoppelung bis Verdreifachung des weltweiten Nickelbedarfs in den nächsten 20 Jahren erwartet. [BHP 2020, NIDE 2018, Watari et al. 2020]

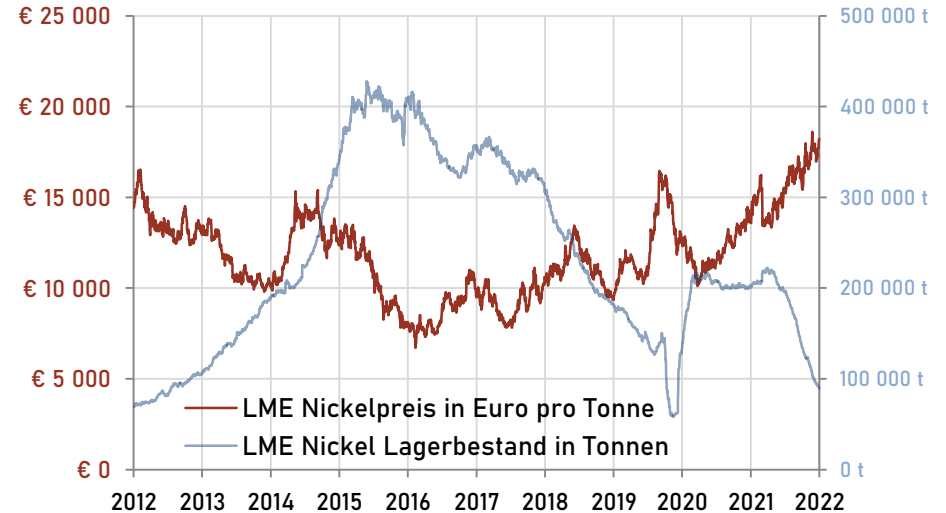
Auch im Weltmarktpreis wird dieser zukünftige Bedarf bereits antizipiert: So befindet sich der Nickelpreis am wichtigsten Nickelmarktplatz, der LME (500 000 Tonnen tägliches Handelsvolumen), seit einem Tief am Beginn des Jahres 2016 (knapp unter 7000 € pro Tonne) in einem kontinuierlichen Aufwärtstrend: CAGR 1.1.2016 bis 1.1.2022 = 14,4%.

## > Einsatz in Zukunftstechnologien

Windenergie	Solarenergie	Wasserkraft	Biomasse	Kernkraft
Elektromobilität	Geothermie	Wasserstofftechnologien	CO2-Speicherung	Gaskraft

Legende: dunkelrot = sehr wichtig, hellrot = wichtig, grau = nicht wichtig

## > Preisentwicklung



## > Investitionsmöglichkeiten

Physisch	(✓)	> Metallhändler	+ direkte Preisabbildung - hohe Lagerkosten - aufwändiger Kauf/Verkauf
Derivate	✓	> LME	+ direkte Preisabbildung + hohes Handelsvolumen + einfacher Kauf/Verkauf + red. Liquiditätsbedarf
Aktien	(✓)	> z.B. Bergbauunternehmen, Produzenten, Akkuhersteller...	+ hohes Handelsvolumen + einfacher Kauf/Verkauf - indirekte Preisabbildung
Fonds/ETFs	(✓)	> Fonds/ETFs/ETCs mit „Nickelaktien“ und/oder physischem Kupfer	+ einfacher Kauf/Verkauf - höchste Gebühren - indirekte Preisabbildung

Legende: ✓ = empfohlen, (✓) = bedingt empfohlen, × = nicht empfohlen/möglich

# Silber

Silber wird seit zumindest 5000 Jahren zu Schmuck und Münzen verarbeitet – dies liegt vor allem an der hohen Reflexionsfähigkeit, der Seltenheit, und der guten Bearbeitbarkeit von Silber. Mittlerweile entfällt der Großteil des jährlich Bedarfes jedoch auf technische Anwendungen: Silber verfügt sowohl über die höchste thermische als auch über die höchste elektrische Leitfähigkeit aller Metalle und wird daher in Elektrik, Elektronik, Fotografie und Optik eingesetzt. Zusätzlich wird Silber, aufgrund seiner antibakteriellen Wirkung, auch in der Medizin, z.B. als Beschichtung von Endoskopen oder Prothesen, verwendet.

Während im vergangenen Jahrhundert die analoge Fotografie eine der Hauptanwendungen für Silber war, könnte es im 21. Jahrhundert die Photovoltaik werden: Pro 100 Watt installierter Leistung werden aktuell ca. 2g Silber für elektrische Kontakte benötigt [Bellini 2021]. Damit entfallen rund 10% der Kosten einer Solarzelle auf den Silberpreis. Bis zu 50% der weltweiten Silberproduktion könnte im Jahr 2050 für die Gewinnung von Sonnenenergie benötigt werden [World Bank Group 2020].

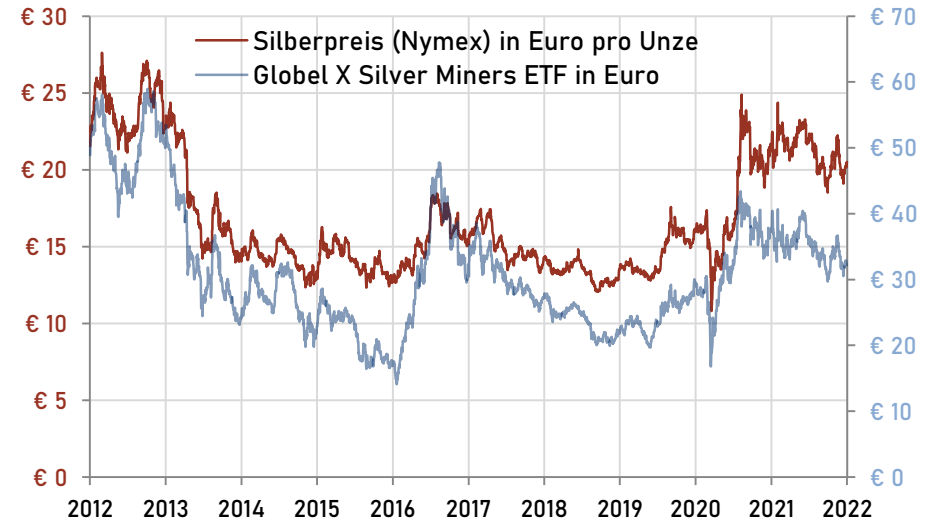
Aufgrund seines hohen Wertes (rund 100 mal teurer als Kupfer und 10 mal teurer als Kobalt) kann Kupfer kosteneffizient physisch gelagert werden. Es wird, ähnlich wie Gold, als Inflationsschutz und „sicherer Hafen“ in turbulenten Zeiten gesehen. In den ersten Monaten der COVID-19 Pandemie war physisches Silber daher bei vielen Banken ausverkauft und die Weltmarktpreise haben sich innerhalb kürzester Zeit verdoppelt.

## > Einsatz in Zukunftstechnologien

Windenergie	Solarenergie	Wasserkraft	Biomasse	Kernkraft
Elektromobilität	Geothermie	Wasserstofftechnologien	CO <sub>2</sub> -Speicherung	Gaskraft

Legende: dunkelrot = sehr wichtig, hellrot = wichtig, grau = nicht wichtig

## > Preisentwicklung



## > Investitionsmöglichkeiten

Physisch	✓	> Banken > Metallhändler	+ direkte Preisabbildung + einfacher Kauf/Verkauf
Derivate	✓	> Nymex	+ direkte Preisabbildung + hohes Handelsvolumen + einfacher Kauf/Verkauf + red. Liquiditätsbedarf
Aktien	(✓)	> z.B. Aktien von Silberminen, Silverstreaming-Unternehmen und Edelmetallhändlern	+ hohes Handelsvolumen + einfacher Kauf/Verkauf - indirekte Preisabbildung
Fonds & Co	(✓)	> Produkte mit „Silberaktien“ und/oder physischem Silber	+ einfacher Kauf/Verkauf - höchste Gebühren - indirekte Preisabbildung

Legende: ✓ = empfohlen, (✓) = bedingt empfohlen, × = nicht empfohlen/möglich



# Quellen

- AGORA 2017 Buchert, M.; Degreif, S.; Dolega, P. (2017): *Strategien für die nachhaltige Rohstoffversorgung der Elektromobilität*. Studie im Auftrag von Agora Verkehrswende.
- Australian Mining 2020 Constable, T. (2020): *Commodity Demand Outlook 2030*. Minerals Council of Australia, Kingston, Australien.
- Bellini 2021 Bellini, E. (2021): *Silver accounts for 10% of PV module costs*. PV magazine group GmbH & Co. KG, Berlin.
- BHP 2020 Henry, M. (2020): *Climate Change Report 2020*. BHP Group, Melbourne & London.
- Boer et al. 2021 Boer, L.; Pescatori, A.; Stuermer, M.; Valckx, N. (2021): *Metals may become the new oil in net-zero emissions scenario*. VoxEU, London.
- COFACE 2021 Compagnie Française d'Assurance pour le Commerce Extérieur (2021): *Will the electric vehicle metals boom last?* Bois-Colombes, Frankreich.
- DERA 2021 Deutsche Rohstoffagentur und Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (2021): *Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2021*. Berlin.
- Fab4Lib 2019 Buchert, M.; Dolega, P.; Degreif, S. (2019): *Gigafactories für Lithium-Ionen-Zellen – Rohstoffbedarfe für die globale Elektromobilität bis 2050*. Fab4Lib, Darmstadt.
- Giurco et al. 2019 Giurco, D.; Dominish, E.; Florin, N.; Watari, T. (2019): *Requirements for Minerals and Metals for 100% Renewable Scenarios*. University of Technology Sydney, Australia.
- Glencore 2020 Glencore plc (2020): *Pathway to net zero*. Glencore Climate Reports, Baar, Switzerland.
- IEA 2021 International Energy Agency (2021): *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. IEA Publications, Paris, Frankreich.
- IFPEN 2021 Hache, E.; Seck, G. S. (2021): *A criticality analysis on lithium, copper, cobalt, nickel and aluminium for low-carbon technologies*. IFP Énergies nouvelles, Paris, Frankreich.
- Månberger et al. 2019 Månberger, A.; Johansson, B. (2019): *The geopolitics of metals and metalloids used for the renewable energy transition*. Energy Strategy Reviews 26.
- NIDE 2018 Nickel Institute (2018): *Neue Energien: Nickel hilft im Kampf gegen den Klimawandel*. Toronto, Canada.
- Nikkei 2020 Imashashi, R. (2020): *Green trend stirs copper and nickel markets as supply tightens*. Nikkei Inc., Tokyo, Japan.
- Patterson & Yao 2021 Patterson, W.; Yao, W. (2021): *Transportation & power sectors are key for metals outlook*. ING Asia, Singapore.
- Reuters 2020 Home, A. (2020): *Which metals will gain most from a green energy revolution*. Thomson Reuters, New York.
- Schipper 2018 Schipper, B.; Line, H.C.; Meloni, M. (2018): *Estimating global copper demand until 2100 with regression and stock dynamics*. Resources, Conservation & Recycling 132 28–36.
- SP Global 2021 Soares, A.; Yu, A.; Sappor, J.; Sumangil, M. (2021): *Green energy revolution – Boost for industrial metals demand*. S&P Global Inc., New York City.
- SRC 2021 Staiger, J.; Rödel, T. (2021): *Battery Metals Report 2021*. Swiss Resource Capital AG, Herisau, Schweiz.
- Timperley 2018 Timperley, J. (2018): *These six metals are key to a low-carbon future*. Carbon Brief Ltd, London.
- US Energy 2020 Howell, D.; Khazdozian, H.; Porse, S.; Gillard, S. (2020): *Battery Critical Materials Supply Chain Opportunities*. U.S. Department of Energy, Washington, D.C.
- Watari et al. 2020 Watari, T.; Nansai, K.; Nakajima, K. (2020): *Review of critical metal dynamics to 2050 for 48 elements*. Resources, Conservation & Recycling 155.
- World Bank Group 2020 Hund, K.; La Porta, D.; Fabregas, T.; Laing, T. (2020): *Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition*. The World Bank, Washington, D.C.
- Xu et al. 2020 Xu, C.; Dai, Q.; Gaines, L.; Hu, M.; Tukker, A. (2020): *Future material demand for automotive lithium-based batteries*. Commun Mater 1, 99