

Ressourcensicherung – nationale Strategie und globale Verantwortung

Peter Buchholz

Entwicklung des globalen Ressourcenbedarfs

Bei Nacht, vom Weltraum aus betrachtet, fängt unser Planet Erde an zu leuchten. Dies ist sehr ungewöhnlich, weil Planeten – anders als Sterne – nicht leuchten. Vielleicht ist unser Planet der einzige in diesem Universum, von dem dieses Leuchten ausgeht. Denn es sind wir Menschen, die unseren Planeten zum Leuchten bringen.

Dieses Leuchten ist pure Energie, elektrischer Strom, produziert aus fossilen Energierohstoffen oder durch erneuerbare Energietechnologien. Beides sind Energiesysteme, die enorm ressourcenintensiv sind. Auf Satellitenbildern der Erde bei Nacht von NASA und ESA wird deutlich, wie stark sich unser Planet zwischen 1990 und 2016 verändert hat. In diesem Zeitraum hat sich der weltweite jährliche Stromverbrauch von 10.400 TWh auf 21.800 TWh mehr als verdoppelt (Statista 2019). China hatte im Jahr 2016 mit 27 % den größten Anteil am weltweiten Stromverbrauch, gefolgt von den USA mit 18 % und Europa mit 13 % Anteil (CIA Factbook 2019). Auch Indien hat in den letzten Jahrzehnten sein Stromnetz extrem ausbauen können und steht heute mit knapp 5 % Anteil am weltweiten Stromverbrauch an vierter Stelle. Und vielleicht wird in diesem Jahrhundert auch der nächste Kontinent, nämlich Afrika, seinen Stromverbrauch enorm steigern und damit auch dieser Kontinent seine Leuchtkraft bei Nacht erhöhen. Fest steht, dass diese Leuchtspuren auf unserem Planeten Spuren der Industrialisierung darstellen, und diese Industrialisierung ist extrem energie- und ressourcenintensiv. Ohne Rohstoffe kann weder die Infrastruktur

in aufstrebenden Industrienationen aufgebaut werden, noch können die Grundbedürfnisse der Menschen wie ausreichender Wohnraum, Nahrung oder Kommunikation erfüllt werden. Ohne Rohstoffe bleiben die Fließbänder in den Fabriken still. Sobald eine bevölkerungsreiche Nation einen neuen Industrialisierungsprozess durchläuft, führt dies automatisch zu einem hohen Ressourcenbedarf.

Historisch betrachtet haben alle Industrienationen typische Wachstums- und Materialintensitätskurven im Ressourcenbedarf entwickelt (Stürmer 2012; Abb. 1).

Das Vereinigte Königreich hatte die Hochphase seines Ressourcenbedarfs mit einem Anteil von rund 35 % am globalen Ressourcenbedarf bereits im 19. Jahrhundert durchlaufen (Stürmer 2012). Die große Industrialisierungswelle mit dem Ausbau der Infrastrukturen war bereits Ende des 19. Jahrhunderts abgeschlossen. Zur Wende vom 19. und 20. Jahrhundert hatte Deutschland seine Hochphase im Ressourcenbedarf von rund 25 % Anteil erreicht. Danach folgten die USA, die seit Ende des 19. Jahrhunderts einen gigantischen Wirtschaftsaufschwung erlebten und dessen Höhepunkt im Ressourcenbedarf mit einem Anteil von > 40 % bis knapp 60 % am globalen Bedarf im Zeitraum 1915 bis 1955 lag. Auf Basis dieser Datenlage ist auch verständlich, dass die Briten im 19. Jahrhundert und die US-Amerikaner im 20. Jahrhundert die Rohstoffmärkte nicht nur bei fossilen Energierohstoffen, sondern auch bei den Metallrohstoffen weitgehend dominiert haben. Japan und Südkorea hatten im Vergleich dazu ihren Höhepunkt im Ressourcenbedarf in den 1970er beziehungsweise Ende der 1990er Jahre mit einem Anteil von 5 % bis maximal 13 % (Japan) erreicht. Die letzte große Industrialisierungswelle wurde durch China seit Anfang der 2000er Jahre ausgelöst. Der enorme Wirtschaftsaufschwung Chinas, heute beteiligt mit einem Anteil von 50 % am globalen Ressourcenbedarf, ist mit dem hohen Ressourcenbedarf der USA im 20. Jahrhundert vergleichbar. China ist heute nicht nur der weltweit größte Rohstoffkonsument, sondern auch der weltweit größte Rohstoffproduzent. Aus diesem Grund ist die Annahme wenig erstaunlich, dass China zumindest bis Mitte des 21. Jahrhunderts die Rohstoffmärkte weiter bestimmen wird.

Im Vergleich zu anderen BRIC-Nationen, die heute einen Ressourcenbedarf von unter 5 % aufweisen, ist in den nächsten zehn Jahren nicht davon auszugehen, dass aus diesen Ländern ein neuer Wachstumsimpuls für die steigende Rohstoffnachfrage ausgehen wird. Zwar steigt der Ressourcenbedarf im bevölkerungsreichen Land Indien

Ressourcensicherung – nationale Strategie und globale Verantwortung

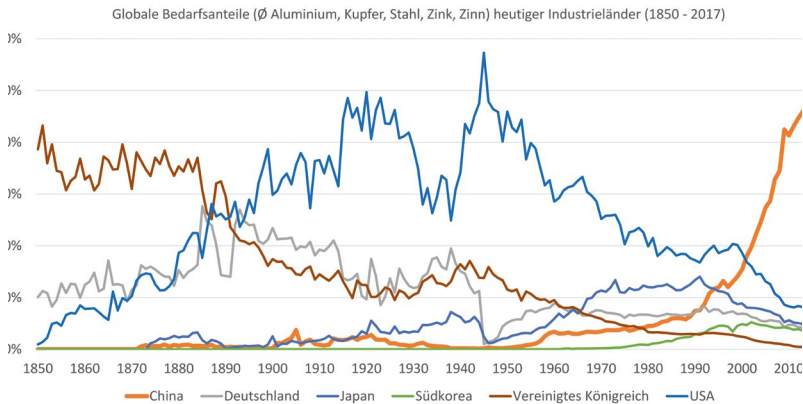


Abb. 1: Globaler Rohstoffbedarf von 1850 bis 2017 (aktualisiert und ergänzt nach Perger 2018; zur Methodik siehe Stürmer 2012).

kontinuierlich, das Land steht beim Ressourcenbedarf anteilig allerdings auf dem Stand Chinas vor über 30 Jahren. Sofern es in Indien zu einer neuen Industrialisierungswelle mit dem Ausbau einer modernen Infrastruktur kommt, wird auch dort der Ressourcenbedarf enorm steigen. Zwar unterscheidet sich die Wirtschaftsstruktur Indiens aufgrund des starken Dienstleistungssektors deutlich von der in China und westlicher Industrienationen, aber der Ausbau von Infrastrukturen wird immer mit einem hohen Ressourcenbedarf verbunden bleiben.

Rohstoffsituation Deutschland

Deutschland ist von Rohstoffimporten stark abhängig, insbesondere beim Import von Energierohstoffen und mineralischen Rohstoffen. Die deutsche Wirtschaft importierte im Jahr 2017 Rohstoffe im Wert von 162 Mrd. Euro aus der ganzen Welt (Abb. 2). Davon entfielen nach Wert 52% auf fossile Energierohstoffe und petrochemische Produkte und 48% auf Eisen und Stahl, Stahlveredler, NE-Metalle, Edelmetalle und Nichtmetalle (BGR 2018). Durch die Rohstoffeinfuhren „importiert“ Deutschland auch die mit der Rohstoffproduktion und -verarbeitung verbundenen Umweltrisiken sowie geopolitischen und sozialen Risiken. Beim Import der Rohstoffe und Zwischenprodukte pausen sich die Rohstoffe bedingten Risiken durch die gesamten Lieferketten hindurch,

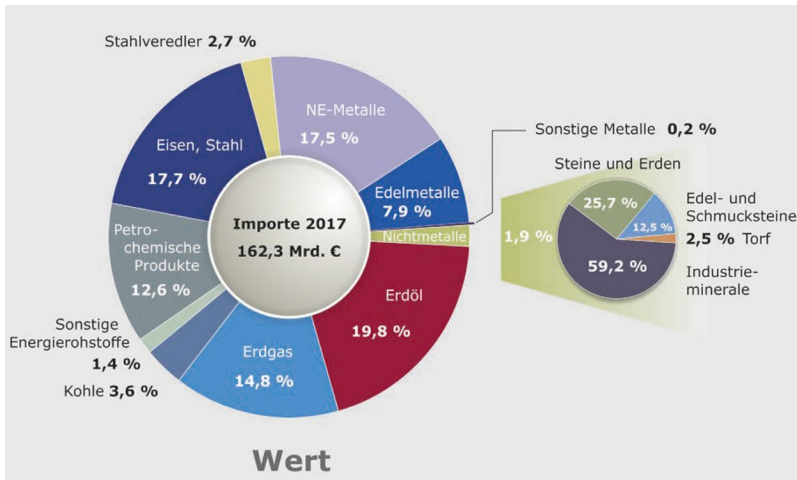


Abb. 2: Deutsche Rohstoffeinfuhren 2017 nach Wert (BGR 2018).

von der Primär- und Sekundärrohstoffgewinnung bis in die verarbeitende Industrie. Um Preis- und Lieferrisiken entlang der Lieferketten besser einzudämmen, entwickeln deutsche Unternehmen auch mit Hilfe der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) einschließlich der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) Ausweichstrategien, welche die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie stärken und Nachhaltigkeitsaspekte stärker berücksichtigen sollen.

Kurzfristige Ausweichstrategien beinhalten die üblichen Instrumente der Einkäufer, wie beispielsweise Hedging, Preisgleitklauseln oder Lagerhaltung. Deutlich aufwendiger sind prozessbedingte Ausweichstrategien wie unternehmensspezifisches Recycling, Substitution oder Erhöhung der Materialeffizienz. Weitaus schwieriger ist die Umsetzung von Ausweichstrategien, die eine längerfristige strategische Rohstoffsicherung umfassen wie zum Beispiel Unternehmensbeteiligungen oder der Abschluss langfristiger Abnahmeverträge. Zu Letzterem stellt die Bundesregierung ein Förderprogramm zur Verfügung, die sogenannten Garantien für ungebundene Finanzkredite (UFK), die speziell auf Rohstoffimporte zugeschnitten sind (Euler Hermes 2019).

Rohstoffstrategie der Bundesregierung

Im Zuge des Rohstoffbooms der 2000er Jahre, ausgelöst durch Chinas Wirtschaftswachstum, veröffentlichte die Bundesregierung als Resonanz auf die hohe Importabhängigkeit Deutschlands und die dramatischen Preissteigerungen und Wettbewerbsverzerrungen auf den internationalen Rohstoffmärkten die Rohstoffstrategie der Bundesregierung (BMWi 2010). Kernelemente dieser Strategie zur Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung waren Maßnahmen zur Verbesserung des Zugangs zu Rohstoffen, zur Diversifizierung von Rohstoffbezugsquellen, die Einrichtung bilateraler Rohstoffpartnerschaften, Bekämpfung von Handelshemmnissen und zahlreiche weitere Initiativen zur Förderung der Bereiche F&E, Materialeffizienz, Recycling sowie des Bereichs Transparenz und *Good Governance* im Rohstoffsektor. Strukturelle Maßnahmen der Strategie waren die Gründung der DERA in der BGR im Jahr 2010 sowie die Gründung des Helmholtz-Instituts Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF).

Mit der geplanten Fortschreibung der Rohstoffstrategie der Bundesregierung werden derzeit beschlossenen Maßnahmen und Aktivitäten der Bundesregierung im Rohstoffbereich auf aktuelle Entwicklungen hin angepasst. In diesem Aktualisierungsprozess werden rohstoffspezifische Fragen und Initiativen insbesondere im Hinblick auf den Ausbau von Schlüssel- und Zukunftstechnologien in Deutschland und damit verbundene Produktionsprozesse und Rohstoffbedarfe, zum Beispiel im Rahmen der E-Mobilität und der Batterieentwicklung, neu diskutiert und neue Maßnahmen entwickelt.

Rohstoffmonitoring der DERA

Auf Basis der Rohstoffstrategie der Bundesregierung und der Koalitionsverträge aus der 18. und 19. Legislaturperiode entwickelt die DERA ein Rohstoffmonitoring für Rohstoffnachfrage, -angebot und -preisentwicklung. Alle 5 Jahre erfolgt ein „Screening“ der Rohstoffnachfrage durch Schlüssel- und Zukunftstechnologien (DERA 2016). Hierbei werden über 160 Technologien nach zukünftigen rohstoffintensiven oder -sensitiven Bedarfen ausgewertet.

Entwicklung der Rohstoffnachfrage

Wesentliche aktuelle Marktreiber für die Rohstoffnachfrage sind neben dem globalen Wirtschaftswachstum (Perger 2018; Stürmer 2012) beispielsweise die Energiewende mit den damit verbundenen Solar- und Windkrafttechnologien, die fortschreitende Digitalisierung in Wirtschaft und Gesellschaft sowie die Automobil-, Luftfahrt- oder Leuchtmittelindustrie. Auf Basis dieser Technologieentwicklungen und Markthochlaufszenerarien deutet sich beispielsweise bis 2025/2026 für die Lithiumionenbatterie im Rahmen der Elektromobilität eine Verdreifachung des heutigen globalen Lithiumbedarfs und mindestens eine Verdoppelung des heutigen globalen Kobaltbedarfs an. Andere wichtige Rohstoffe sind Kupfer und Aluminium für die zunehmende Elektrifizierung der Welt, Seltene Erden für den Einsatz in Permanentmagneten für den Bau von Generatoren in Elektrofahrzeugen oder Windkraftanlagen. Silizium, Gallium, Cadmium, Arsen, Tellur und Indium werden für die Herstellung moderner Dünnschichtzellen für Solaranlagen verwendet, Germanium für den Ausbau der Glasfasernetze, Aluminium, Titan und Scandium für den Leichtbau oder Nebenmetalle wie Gallium, Indium und die Seltene Erden für die Herstellung von LEDs (Buchholz/Brandenburg 2018).

Mit dem Energiewende- und digitalen Zeitalter des 21. Jahrhunderts und dem zunehmenden Ausbau der erneuerbaren Energietechnologien wird sich der Rohstoffbedarf für die Energieerzeugung komplett verschieben. Waren im 20. Jahrhundert vor allem Erdöl, Erdgas, Kohle und Uran die wichtigsten Energierohstoffe, so werden im 21. Jahrhundert vor allem Rohstoffe wie Kupfer, Kobalt, Lithium, Silizium, die Seltene Erden oder Wasserstoff zu den wichtigsten Energierohstoffen zählen. Der Wandel vom Erdölzeitalter zum Energiewende- und digitalen Zeitalter wird jedoch fließend sein, so dass der komplette Rohstoffmix einschließlich der fossilen Energierohstoffe bis Mitte des 21. Jahrhunderts noch eine große Bedeutung haben wird.

Entwicklung des Rohstoffangebots

Neben dem „Screening“ der Rohstoffnachfrage führt die DERA alle 2 Jahre ein „Screening“ der Angebotskonzentration auf den Rohstoffmärkten durch und veröffentlicht die Ergebnisse in der „DERA-Rohstoffliste“

(DERA 2019). Für ausgewählte potentiell kritische Rohstoffe werden detaillierte Rohstoffrisikoberichte erstellt und die Ergebnisse in speziellen Industrieworkshops mit deutschen Unternehmen diskutiert (u. a. Al Barazi 2018; Abb. 3).

Aufgrund des „Screenings“ des globalen Rohstoffangebots für über 60 Metalle und Industriemineralien sowie von über 200 Handelsprodukten zeigt sich, dass China bei 24 der 53 untersuchten Bergwerksprodukte das größte Bergbauland ist und bei 11 weiteren Rohstoffen China unter den Top 3 Produzenten liegt. Bei 23 der 26 untersuchten Raffinadeprodukte ist China größter Metallproduzent (DERA 2019). Chinas Dominanz auf den Rohstoffmärkten betrifft auch Rohstoffe für die Elektromobilität, wie Seltene Erden, raffiniertes Kobalt und Graphit (Abb. 4). Zwar stammt beispielsweise der größte Anteil des raffinierten Kobalts aus China. Analysiert man die Lieferkette jedoch genauer, stellt man fest, dass die Demokratische Republik Kongo (DRC) die weltweit größte Bergbaunation für Kobalt ist. Aufgrund des hohen Länderrisikos der DRC (*World Governance Indicators*, Weltbank, DERA 2019) stellt sich damit zusätzlich die Frage, wie sicher und nachhaltig derartige Lieferquellen auch für die deutsche Zulieferindustrie sind (Vetter/Schütte 2019). Rohstoffrisikoanalysen der DERA zeigen, dass sich der Anteil der DRC an der globalen Kobaltproduktion bis 2026 von 60 % auf wahrscheinlich 70 % erhöhen wird (Al Barazi 2018).

Da unsere Erde nur zu einem Bruchteil erkundet ist, meist nur bis in eine Tiefe von 300 Metern, und mit heutigen modernen Explorationsmethoden neue Rohstofflagerstätten bis in 1.000 Metern Tiefe entdeckt werden, besteht aus geologischer Sicht auch für einen langen Zeitraum betrachtet keine Verknappung auf den Rohstoffmärkten. Obwohl die geologische Verfügbarkeit von Rohstoffen wenig kritisch ist, so bleiben technische Probleme beim Zugang zu neuen Rohstoffvorkommen, Länderrisiken, Handelskonflikte oder Umwelt- und Sozialkonflikte bestehen oder nehmen zu.

Insbesondere die Herausforderung zur Verbesserung von Umwelt- und Sozialproblemen in Bergbauregionen vor Ort sind enorm und nur durch verbesserte *Good-Governance*-Strukturen in der Regierung unter Einbindung der Bergbauunternehmen zu lösen. Ohne die gesellschaftliche Einbindung der lokalen Bevölkerung vor Ort und Möglichkeiten, bei denen die lokale Bevölkerung von den Bergbauaktivitäten auch finanziell profitiert und Umweltauswirkungen minimiert werden, wird die sogenannte *Licence to Operate* für Bergbauunternehmen zukünftig

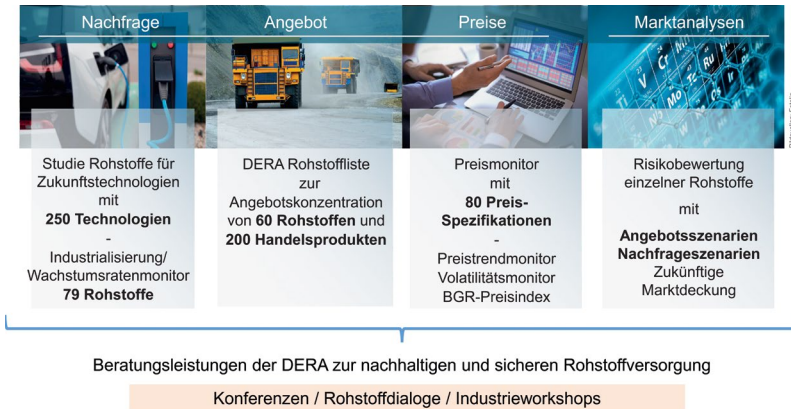


Abb. 3: Konzept des Rohstoffmonitorings bei der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR).

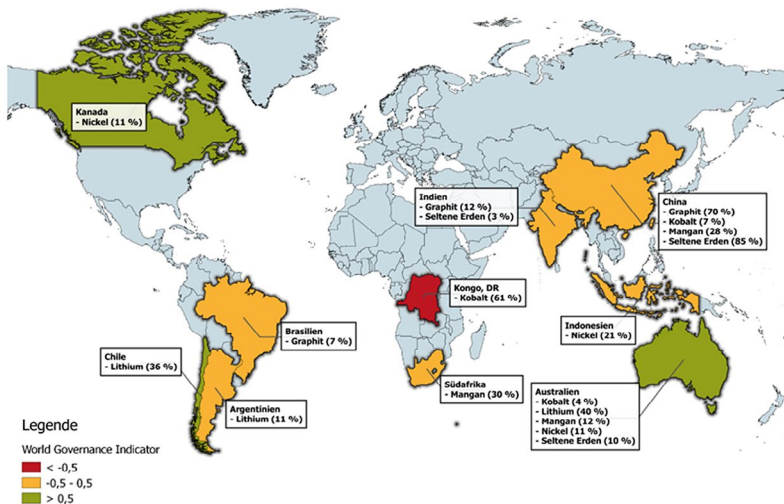


Abb. 4: Rohstoffnachfrage durch Elektromobilität: Bedeutende Produzentenländer für Lithium, Kobalt, Nickel, Graphit, Mangan, Seltene Erden (Datenbasis 2016).

deutlich schwieriger zu erreichen sein (ACATECH 2018; Wellmer et al. 2019). Diese und andere Herausforderungen gilt es zukünftig zu meistern und durch geeignete Maßnahmen seitens Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zu flankieren.

Literatur

- ACATECH (2017): Rohstoffe für die Energiewende – Wege zu einer sicheren und nachhaltigen Versorgung. Stellungnahme, Schriftenreihe zur wissenschaftsbasierten Politikberatung, Akademienprojekt Energiesysteme der Zukunft, Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V., Acatech – deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V., Union der deutschen Akademien der Wissenschaften, München, 104 S. Abgerufen am 06. 12. 2019, <https://www.acatech.de/publikation/rohstoffe-fuer-die-energie-wende-wege-zu-einer-sicheren-und-nachhaltigen-versorgung/>
- Al Barazi, S. (2018): Rohstoffrisikoanalyse Kobalt. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 124 S. Abgerufen am 06. 12. 2019, https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-36.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- BGR (2018): Rohstoffsituation 2017. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 190 S. Abgerufen am 29. 11. 2019, https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2017.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- BMWi (2010): Rohstoffstrategie der Bundesregierung. BMWi, 27 S. Abgerufen am 29. 11. 2019 <http://www.rohstoffwissen.org/fileadmin/downloads/160720.rohstoffstrategie-der-bundesregierung.pdf>
- Buchholz, P. und Brandenburg, T. (2018): Demand, supply and price trends for mineral raw materials relevant to the renewable energy transition – wind energy, solar photovoltaic energy, energy storage. *Chemie-Ingenieur-Technik, Themenheft Energieträger*, 141–153.
- CIA Factbook (2019): Electricity Consumption. Abgerufen am 29. 11. 2019 <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2233rank.html>
- Euler Hermes (2019): UFK Garantien, AGAPortal. Abgerufen am 29. 11. 2019 <https://www.agaportal.de/>

- DERA (2016): Rohstoffe für Zukunftstechnologien. DERA-Rohstoffinformationen Nr. 28, Auftragsstudie Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 353 S. Abgerufen am 29. 11. 2019 https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Downloads/Studie_Zukunftstechnologien-2016.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- DERA (2019): DERA-Rohstoffliste 2019: Angebotskonzentration bei mineralischen Rohstoffen und Zwischenprodukten – potenzielle Preis- und Lieferrisiken. *DERA Rohstoffinformationen* Nr. 24, Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Berlin, 116 S.
- Perger, J. (2018): Der Einfluss des Wirtschaftswachstums aufstrebender Industrienationen auf die Märkte mineralischer Rohstoffe – Update 2018, *Commodity Top News* 58, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 8 S.
- Statista (2019): Weltweiter Stromverbrauch in den Jahren 1980 bis 2016. Abgerufen am 29. 11. 2019 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/239764/umfrage/weltweiter-stromverbrauch/>
- Stürmer, M. (2012): Der Einfluss des Wirtschaftswachstums aufstrebender Industrienationen auf die Märkte mineralischer Rohstoffe, *DERA Rohstoffinformationen* Nr. 11, Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Berlin, 114 S. Abgerufen am 06. 12. 2019, https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-11.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- Vetter, S. und Schütte, P. (2019): Analyse des artisanalen Kupfer-Kobalt-Sektors in den Provinzen Haut-Katanga und Lualaba in der Demokratischen Republik Kongo. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 62 S. Abgerufen am 06. 12. 2019, https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/studie_BGR_kupfer_kobalt_kongo_2019.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- Wellmer, F.-W., Buchholz, P., Gutzmer, J., Hagelüken, Ch., Herzig, P., Littke, R. und Thauer, R. K. (2019): *Raw materials for future energy supply*. Springer, 225 S.