HEISSES EISEN

FÜR KALTES KLIMA?!

Wie der Metallverbrauch zur Klimakrise beiträgt und warum wir eine klimagerechte Rohstoffwende brauchen!

GESTERN - HEUTE - MORGEN?

KLIMAKRISE

DIE GRÖSSTE KRISE UNSERER ZEIT!?

Hitzewellen, Dürren, Waldbrände, Taifune und Tornados, Starkregenfälle, Überschwemmungen und der Anstieg des Meeresspiegels aufgrund der Eisschmelze, die Klimakrise ist das große umwelt- und gesellschaftspolitische Thema unserer Zeit. Ganze Landstriche drohen unbewohnbar oder vom Meer verschluckt zu werden. Menschen werden aus ihren Dörfern und Städten vertrieben, landwirtschaftliche Anbauflächen gehen verloren und das Trinkwasser wird an vielen Orten knapp.

Bislang unternehmen Regierungen zu wenig, um die Klimakatastrophe einzudämmen. Zu diesem Entschluss ist das Bundesverfassungsgericht (BverfG) nach einer Klage der Klimabewegung (u.a. Fridays for Future) am 21. April gekommen. Das BverfG urteilt, dass die Bundesregierung schon heute klare Maßnahmen ergreifen muss, um das verfassungsrechtliche Klimaschutzziel des Artikels 20a GG einzuhalten. Demnach muss der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 °C und möglichst auf 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau begrenzt werden. Im August 2021 prognostizierte der UN-Weltklimarat, dass die 1,5 °C-Grenze schon im Jahr 2030 überschritten werden könnte.

KLIMAGERECHTE ROHSTOFFWENDE

Um der Klimakrise Einhalt zu gebieten, werden bislang vor allem technologische Lösungen herangezogen. Vielen geht es darum, das bisherige Wirtschaften und Leben mit möglichst wenigen Veränderungen fortzuführen. Dieses „Weiter so“ blendet Gerechtigkeitsfragen aus. Die Folgen der Klimakrise und des Rohstoffabbaus sind aber global ungleich verteilt. Ebenso ist weder die Rohstoff- noch die Energienutzung global gerecht.

In dieser Publikation beschäftigen wir uns mit den Klima-, Umwelt- und sozialen Folgen des Bergbaus und der Rohstoffproduktion von Metallen. Metalle sind die Basis unseres Zusammenlebens und für die sogenannten grünen Technologien. Ohne sie keine Windkraft- oder Solaranlagen, keine Elektroautos, keine Digitalisierung. Nahezu alle Studien der Internationalen Energieagentur, der Weltbank, der EU-Kommission, der Bundesregierung oder der GIZ prognostizieren stark wachsende Metallbedarfe.

In dieser Publikation fragen wir: Sind diese Bedarfe überhaupt mit den Klimaschutzzielen und mit Klimagerechtigkeit zu vereinbaren? Und wenn nein, wie kann eine Rohstoffwende gelingen, die den absoluten Verbrauch von metallischen Rohstoffen reduziert und dennoch den Übergang ins post-fossile Zeitalter ermöglicht?

FÜR ROHSTOFF- UND KLIMAGERECHTIGKEIT!

Bevor wir über Metalle sprechen: Eine Diskussion darüber, wie wir den metallischen Bergbau und die Nutzung von Metallen in Zukunft gestalten, darf nicht zu Gunsten der fossilen Rohstoffe missverstanden werden. Die Verbrennung von Kohle, Erdgas und Erdöl ist historisch der Treiber der Klimakrise. Es herrscht daher in Wissenschaft und Zivilgesellschaft Einigkeit: Wir müssen die Verbrennung fossiler Rohstoffe rasch beenden. Was zudem oft vergessen wird: Der Abbau von Kohle und Uran sowie die Gewinnung von Erdöl und Erdgas haben große menschenrechtliche und ökologische Auswirkungen.

Das *Climate Accountability Institute* hat untersucht, wer die *Carbon Majors* sind, also die Unternehmen, die einen Großteil der CO_2-Emissionen verursachen. Vor allem Konzerne aus der fossilen Energie tragen eine große Verantwortung für die Klimakrise (s. Bild). So verpflichtete zum Beispiel im Mai 2021 ein Gericht in Den Haag den niederländischen Konzern Shell dazu, seine Treibhausgasemissionen bis 2030 um 45 Prozent zu senken.

Photo: Carbon Visuals, Flickr, CC BY 2.0

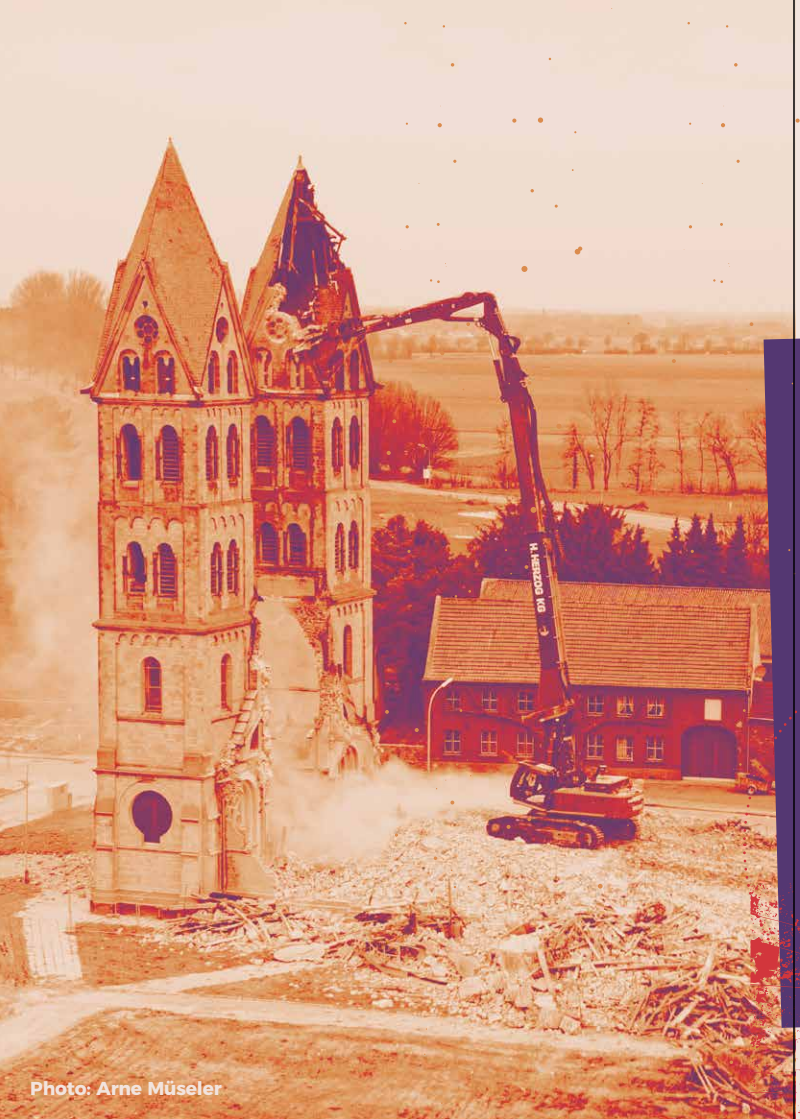


Photo: Arne Müseler

MENSCHENRECHTE — UND UMWELTSCHUTZ!

Es sind aber nicht nur Treibhausgasemissionen, die das Erdölgeschäft so bedrohlich für Mensch und Umwelt machen. Im Jahr 2015 wurde Shell von einem niederländischen Gericht zu einer Strafzahlung von 70 Millionen Euro verpflichtet, da bei zwei von ihm verschuldeten Öl-Katastrophen insgesamt rund 600.000 Barrel Öl im Nigerdelta (Nigeria) ausliefen. Beim Wettbewerber BP explodierte im Jahr 2010 die Bohrinsel Deepwater Horizon. Fünf Menschen starben, fünf Millionen Barrel Erdöl ergossen sich 87 Tage lang in den Golf von Mexiko. Der Spiegel berichtete im Sommer 2017, dass über die italienische Mafia möglicherweise Erdöl von der Terrororganisation Islamischer Staat in die EU importiert wurde. Immer wieder werden Kriege mit der Sicherung der Erdöl-Gewinnung in Verbindung gebracht.

Doch auch in Deutschland sind die Auswirkungen der fossilen Energiegewinnung zu spüren. Allein für den Braunkohletagebau verschwanden nach 1945 in Ost- und Westdeutschland circa 300 Ortschaften und mehr als 120.000 Menschen wurden umgesiedelt.

WAS BRINGT DIE ZUKUNFT?

Wir schreiben das Jahr 2050:

Die Armbanduhr funkt der Küchenmaschine: „MIXE SCHON EINMAL EINEN SMOOTHIE, DEIN BESITZER KOMMT GLEICH AUS DEM FITNESSSTUDIO ZURÜCK!“

Die Dinge sind vernetzt. Mit dem Fingerabdruck wird die Haustür geöffnet, mit dem Smartphone schon mal die Fenster zum Lüften. Zwar wird noch aktiv Sport getrieben, aber alle anderen Wege werden mit elektronischen, in der Regel selbstfahrenden, Autos zurückgelegt. Die Luftqualität in den Städten ist besser geworden, das Platzproblem geblieben. Sensoren im Asphalt und Parkplätzen sowie intelligente Ampeln vereinfachen das Autofahren. Aufgeladen wird zu Hause in der Vorstadtsiedlung oder beim Supermarkt auf dem Parkplatz. Und wenn es schnell gehen soll, dann stehen Flugtaxen bereit. Der Strom kommt aus Sonnen-, Wind- und Wasserenergie, sodass niemand mehr daran denkt, beim Streaming von Musik oder 3D-Filmen Strom sparen zu müssen. Bezahlt wird mit Bitcoins und anderen Crypto-Währungen, alles digital. Roboter erledigen große Teile der CARE-Arbeit, während Drohnen die Bewässerung von Feldern optimieren. DAS LEBEN IST DIGITAL VERNETZT.

DIGITALISIERUNG = DEMATERIALISIERUNG?

Immer wieder ist zu lesen: Die Digitalisierung führt zu einer Dematerialisierung. Mehr Digitales bedeute am Ende weniger Material und weniger Metalle. Doch das stimmt nur bedingt, ein Beispiel: Berechnungen der DERA zeigen, dass bis zu 150 Mio. Speichermedien (HDD- und SSD-Festplatten sowie Magnetbaänder) im Jahr 2018 in Rechenzentren im Einsatz waren. Je nach Datennutzung in der Zukunft könnten es im Jahr 2040 in einem mittleren Szenario bis zu 600 Mio., im Extremszenario bis zu 26 Mrd. Speichermedien sein. Schon das mittlere Szenario würde die Nutzung der Rohstoffe Platin und Ruthenium über die heutige, bergbauliche Produktion heben. Darin nicht inbegriffen sind notwendige Rohstoffe für bauliche Infrastruktur von Rechenzentren und deren Kühlung.

Ein anderes Beispiel ist die angebliche Dematerialisierung des Bankensystems durch Bitcoins. Auch hier ist der Metallverbrauch indirekt. Alleine 23.000 Tonnen Elektroschrott fielen im Jahr 2020 durch die Hardware an. Das Schürfen der Bitcoins verbrauchte im selben Jahr so viel Energie, wie das ganze Land Belgien (mit mehr als 11 Mio. Bewohner*innen). Um diesen Strom zu produzieren, braucht es weitere Windkraft- und Solaranlagen. An vielen Stellen findet also keine Dematerialisierung statt, sondern eine Veränderung der Materialströme hin zu Metallen.

KURS

AUF EINE ROHSTOFF-INTENSIVE ZUKUNFT?

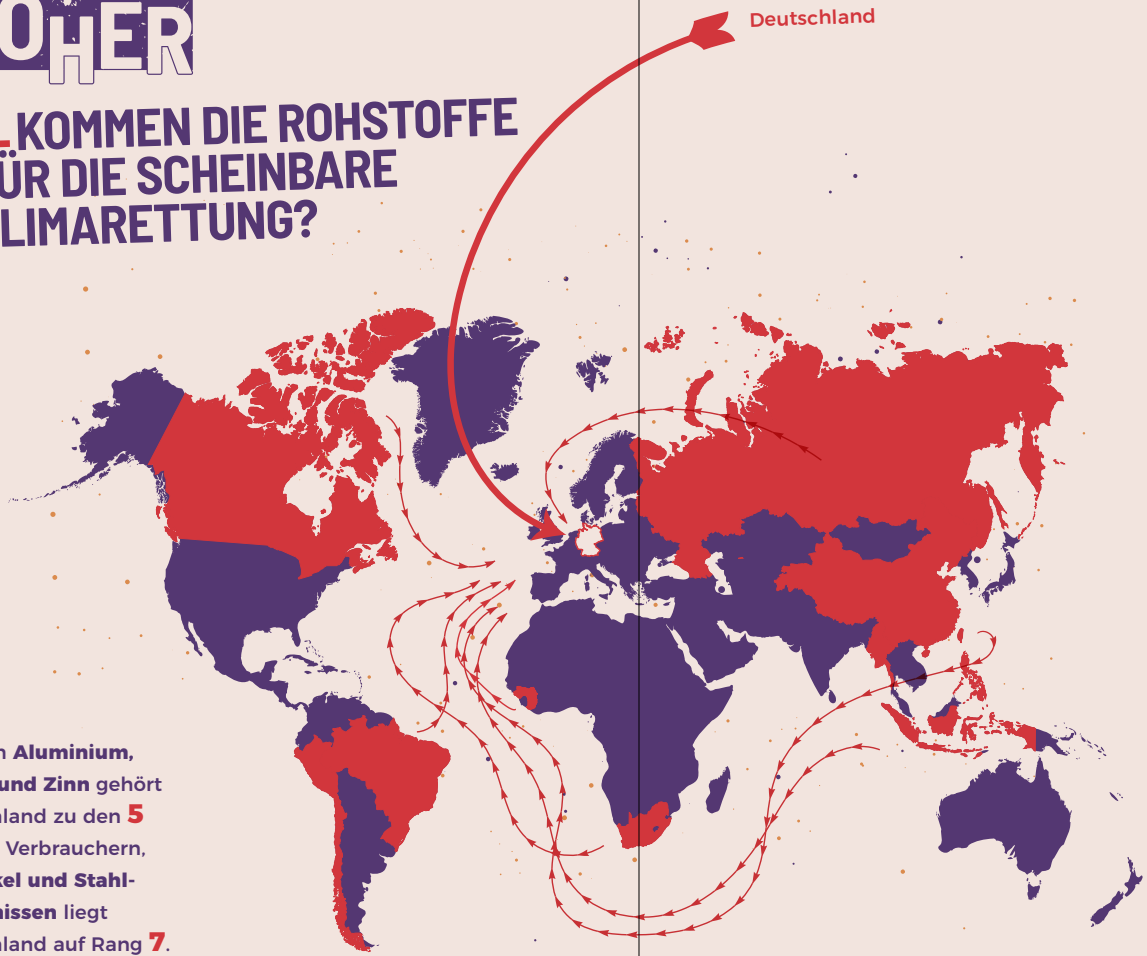
Aufgrund der negativen Auswirkungen auf Umwelt, Mensch und Klima muss von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien umgestiegen werden. Doch Windkraft- und Solaranlagen werden nicht aus Luft und Liebe oder nachwachsenden Rohstoffen hergestellt. Französische Wissenschaftler haben errechnet, dass die globale Umstellung auf 100 Prozent Erneuerbare bis zum Jahr 2050 folgende Materialbedarfe benötigt: 3,2 Milliarden Tonnen Stahl, 310 Millionen Tonnen Aluminium und 40 Millionen Tonnen Kupfer. Abbau und Produktion dieser Rohstoffe verbrauchen große Mengen Energie.

Schon heute ist Deutschland einer der fünf größten Verbraucher dieser Rohstoffe. Mehr als Viertel des verwendeten Stahls geht in den Automobilsektor, ebenso wie knapp 10 Prozent des Kupfers. Auch Aluminium gewinnt in diesem Sektor zunehmend an Bedeutung. In den Transportsektor fließen an die 50 Prozent des Rohstoffs. So heizt allein die Rohstoffnachfrage der Autos die Klimakrise an. Hinzu kommt, dass der Verkehrssektor in Deutschland einer der Treiber des CO_2-Ausstoßes ist, den er seit 1990 kontinuierlich steigert. Elektroautos adressieren

nur das CO_2-Emissionsproblem in der Nutzungsphase, nicht aber den Rohstoffverbrauch. Denn der Austausch der gesamten PKW-Flotte – in Deutschland waren zum 1. Januar 2021 knapp 50 Millionen PKW zugelassen – hätte einen immensen Materialfußabdruck. Der Kupferverbrauch würde sich vermutlich vervierfachen, auch der Verbrauch von Aluminium und Stahl würde ansteigen. Im Jahr 2020 wogen die Neuzulassungen durchschnittlich 1,6 Tonnen, Tendenz steigend. Eine Elektrifizierung von Fahrzeugen, wie Krankenwagen, Busse, Taxen oder für Pflege- und Postdienste, ist notwendig. Ein Festhalten an der heutigen Art der (Auto-)Mobilität droht jedoch die Klima- und Rohstoffkrise zu verschärfen.

WOHER

KOMMEN DIE ROHSTOFFE FÜR DIE SCHEINBARE KLIMARETTUNG?



Eisenerz*
45 % aus Brasilien
21 % aus Südafrika
18 % aus Kanada

Bauxit*
93 % aus Guinea

Kupfer*
29 % aus Peru
24 % aus Brasilien
17 % aus Chile

Nickel**
30 % aus Indonesien
16 % aus Philippinen
10 % aus Russland

Zinn**
27 % aus China
26 % aus Indonesien
17 % aus Burma

Bei allen **Aluminium, Kupfer und Zinn** gehört Deutschland zu den **5** größten Verbrauchern, bei **Nickel und Stahlerzeugnissen** liegt Deutschland auf Rang **7**.

* Importländer nach BGR (2020)
** Produktionsländer nach USGS (2020) – weil viele Einfuhren eher indirekt.

WOHER KOMMT BAUXIT

Über 90 Prozent des in Deutschland zu Aluminium verarbeiteten Bauxits kommt aus der Sangarédi-Mine in Guinea. Sie wird von der *Compagnie des Bauxites de Guinée* (CBG) betrieben, die zu nahezu gleichen Teilen dem guineischen Staat sowie den Konzernen Alcoa, Dadco und Rio Tinto gehört. CBG trägt in dem west-afrikanischen Land die oberen, bauxitreichen Erdschichten ab und hinterlässt eine karge Mondlandschaft. Menschenrechtsverletzungen sind seit Langem dokumentiert. Im Februar 2019 haben 540 Beschwerdeführer*innen aus 13 betroffenen Dörfern Beschwerde bei der Weltbanktochter *International Finance Corporation* (IFC) eingereicht, die wie die deutsche Bundesregierung Kredite zur Erweiterung gab. Die Betroffenen werfen den Geldgebern vor, die Tätigkeit des Minenbetreibers und die Umsetzung seiner Versprechen unzureichend überwacht zu haben und gegen ihre eigenen Sozial- und Umweltstandards zu verstoßen.

Anwohner*innen und Journalist*innen berichten von chaotischen Zuständen in der Region: Die neuen Siedlungen befinden sich auf nicht renaturiertem Gelände, sodass Landwirtschaft unmöglich sei. Es mangele an Erwerbsmöglichkeiten. Besonders kritisch ist dies für Frauen, da sie kaum Arbeit außerhalb der Landwirtschaft finden. Die Neubauten für die umgesiedelten Familien seien innerhalb eines Jahres undicht geworden. Noch schlimmer sei die Wasserversorgung vor Ort: Während an vielen Stellen

Flüsse und Wasserstellen verdreckt werden, wurden für 105 Haushalte nur sechs manuelle Wasserpumpen errichtet. Auch Neupflanzungen von Bäumen müssen mittlerweile von der lokalen Bevölkerung gepflegt werden, damit sie die Hitzeperiode überstehen. Zwar gibt der Bergbaukonzern an, über 2.000 Bäume gepflanzt zu haben, lokale Zählungen kommen allerdings nur auf 211. Eine Gesundheitsstation wurde zwar errichtet, aber nicht mit Personal und Medizin ausgestattet. Neben der Verschmutzung von Wasserquellen ist der Bergbau auch Treiber der Zerstörung der west-afrikanischen Tropenwälder. Von einstmals über 1,2 Millionen Quadratkilometern Tropenwald sind heute noch etwa zehn Prozent übrig.

Ein Teil des Bauxits aus der Mine in Sangarédi wird nach Stade (Deutschland) verschifft und dort zu Aluminium weiterverarbeitet. Von dort aus landet es unter anderem in der deutschen Automobilindustrie.

WOHER KOMMT KUPFER

Knapp elf Prozent des weltweiten Kupfervorkommens befindet sich in Peru. Mit rund 30 Prozent der Importe hat das südamerikanische Land den höchsten Importanteil von Deutschland. Hier wird das Konzentrat von deutschen Firmen wie der Hamburger Aurubis AG weiterverarbeitet und schließlich zu einem Großteil in elektronischen und digitalen Geräten, aber auch in vielen Autos, verbaut.

In Peru ist der Rohstoffsektor ein wichtiger Teil der Staatseinnahmen, richtet aber gleichzeitig große Schäden für Mensch und Umwelt an: Vor allem indigene Gemeinden und Bäuer*innen in der Umgebung von Minen sind von den Auswirkungen des Kupferabbaus betroffen. Die Herstellung von Kupfererz-Konzentrat ist sehr wasserintensiv. Hierfür werden aus den Flüssen, Seen und dem Grundwasser große Mengen an Wasser entnommen. In trockenen Regionen, wie dem Andenhochland, hat dies negative Auswirkungen auf die Flora und Fauna. Im Konzentrationsprozess werden zusätzlich giftige Chemikalien wie Zyanid eingesetzt. Die giftigen Rückstände, wie Schlämme, verschmutzen angrenzende Gewässer und Böden und machen sie für Landwirtschaft unbrauchbar. Teile der lokalen Bevölkerung verlieren ihre Existenzgrundlagen. Proteste gegen den Abbau werden regelmäßig unter Gewaltanwendungen gegen Demonstrant*innen unterbunden.

KOMMT NICKEL

Die Philippinen gehören zu den drei wichtigsten Abbauländern von Nickel. Der Abbau vor Ort verletzt unter anderem die Menschenrechte lokaler Fischer*innen und Kleinbäuer*innen. So werden die Nickelabsetzbecken in der Gemeinde Santa Cruz (Zambales) nicht abgedichtet. Die Minen leiten so Reststoffe in die Flüsse, die zur Bewässerung von Reisfeldern, für Aquakulturen und für den Fischfang genutzt werden. Starkregenfälle und Taifune, die aufgrund der Klimakrise vermehrt in den Philippinen auftreten, ließen in der Vergangenheit mehrfach Rückhalte- und Absetzbekken bersten und verunreinigten Flüsse und das Meer zusätzlich.

Dadurch verliert die Gemeinde Santa Cruz laut eigenen Schätzungen umgerechnet neun Millionen Euro jährlich, da die giftigen Rückstände der Nickelgewinnung den Ertrag von Reis, Mangos und anderen agrarischen Produkten gravierend senken. Fischer*innen in der Region berichten, dass die Flüsse ökologisch tot seien und sie immer weiter ins Meer herausfahren müssten, um noch genug für sich und ihre Familien zu fangen. Einige Fischer*innen erzählen von der Verletzung des Rechts auf angemessene Ernährung, da sie Mahlzeiten reduzieren und auf Reis in schlechterer Qualität zurückgreifen müssen.

ROHSTOFFAUFARBEITUNG IST ENERGIEINTENSIV

Der Bergbau hat auf allen Kontinenten ökologische und soziale Auswirkungen. Die Klimakrise kann diese Auswirkungen noch verschärfen, da Bergbau an vielen Stellen in trockenen Regionen stattfindet, die heute schon unter Wasserstress leiden. Zudem bedrohen steigender Meeresspiegel, Zunahme und Intensivierung von Stürmen und Starkregenereignisse die Minen. Doch der Bergbau ist nicht nur von der Klimakrise betroffen, er trägt selbst zu ihr bei. Allein die Gewinnung von Eisen, Bauxit, Kupfer und Gold machten im Jahr 2016 schätzungsweise 0,4 bis 0,7 Prozent der globalen CO_2-Emissionen aus. Das entspricht bis zu zwei Prozent der Industrie-CO_2-Emissionen. Derweil haben nur 11 von 46 analysierten Unternehmen Reduktionsziele für ihre CO_2-Emissionen. In einigen Regionen, wie den Philippinen, werden Kohlekraftwerke errichtet, um Bergbau mit Energie zu versorgen.

Wissenschaftler*innen schätzen, dass sich der Energieaufwand im Sektor bis zum Jahr 2050 um gut ein Drittel erhöhen wird. Gründe dafür sind abnehmende Erzkonzentrationen und damit verbunden mehr bewegtes Gestein, steigender Verbrauch von Wasser und chemischen Hilfsstoffen sowie tiefere Lagerstätten in entlegeneren Gebieten.

ERZE WERDEN ENERGIEINTENSIV WEITERVERARBEITET!

Bezüglich CO_2-Emissionen den Bergbau isoliert zu betrachten ist nicht sinnvoll. Denn die Erze müssen für die Nutzung weiterverarbeitet werden. Diese Verarbeitung ist deutlich energieintensiver als der Bergbau. Allein die Umwandlungen von Bauxit zu Aluminium und Eisen zu Stahl sind für zehn bis elf Prozent der globalen CO_2-Emissionen (knapp ein Drittel der Industrie-Emissionen) verantwortlich. Laut Internationaler Energieagentur (IEA) hat sich die CO_2-Intensität der Stahlproduktion von 2000 bis 2018 kaum verändert. 75 Prozent des Energiebedarfs der Stahlproduktion kommt aus der Kohleverstromung. Ein Trend, der sich nicht so schnell umdrehen wird, da der drittgrößte Kohleproduzent Indonesien die Stahlproduktion massiv ausbaut. Zum Vergleich: Das Land ist im Zeitraum von 2013 bis 2021 vom größten Nickelerz-Exporteur zum größten Raffinade-Hersteller aufgestiegen.

Mit Indien und Russland zählen zwei weitere, stark von fossilen Energieträgern abhängige Staaten, zu den Top 5 Produzenten von Aluminium und Stahl. Wenn die Aluminium-Industrie ein Land wäre, stünde sie auf Rank 5, denn nur die Staaten China, USA, Indien und Russland haben einen höheren Energieverbrauch. Zwar hat dieser von 2000 bis 2018 um 12 Prozent abgenommen, allerdings wird in China (knapp 60 Prozent Weltmarktanteil) zu 90 Prozent Kohle-Strom für die Produktion eingesetzt.

GEWINNUNG UND PRODUKTION

VON METALLEN ALS TREIBER DER KLIMAKRISE?!

Aufgrund der hohen CO_2-Emissionen beim Bergbau und der Weiterverarbeitung von Erzen zu Metallen, haben japanische, australische und deutsche Forscher untersucht, ob Rohstoffabbau und Produktion von Metallen mit den internationalen Klimazielen vereinbar sind. Mit der Auswertung von *Life Cycle Assessments* und *Material Flow Analysis* kommen sie zu einer deutlichen Antwort: NEIN!

Ausgehend von dem Ziel, das globale Klima um maximal 2˚C zu erhöhen, sei ein „Weiter so“ nicht denkbar. Zwar könne die Primärrohstoffgewinnung in den nächsten Jahren im Rahmen des 2 ˚C-Emissionsbudgets noch ansteigen, laut Berechnungen der Wissenschaftler müsste der Höhepunkt des Rohstoffabbaus aber im Jahr 2030 erreicht sein. Ansonsten seien die Emissionen, die beim Abbau und Weiterverarbeitung von Primärrohstoffen entstehen, nicht mit dem 2˚C-Ziel vereinbar.

Das betrifft zentral auch Fragen der globalen Gerechtigkeit. Schon heute sind die Bestände an metallischen Rohstoffen ungleich verteilt (s. Tabelle S. 24). Aufgrund der historischen Ausbeutung, des Kolonialismus, nutzen die Länder des Globalen Nordens in ihrer heutigen Infrastruktur für Wohnen, Mobilität

oder Energiegewinnung weitaus mehr dieser Rohstoffe, als Länder des Globalen Südens. Historisch betrachtet haben wir dadurch mehr Rohstoffe akkumuliert, als uns bei einer global gerechten Pro-Kopf-Verteilung zustehen würde, so die Forschergruppe. Dabei betonen die Forscher, dass der nachholende Bedarf für Energiegewinnung, Wasseraufbereitung und grundlegende Infrastruktur für ärmere Länder bei gleichzeitig weiterhin hohem Verbrauch von Ländern, wie Deutschland, nicht alleine mit Kreislaufwirtschaftszielen und Produktlebenszeitverlängerung erreicht werden kann.

Der global gerechte Durchschnitt ist in Ländern mit hohen BIP schon um das doppelte überschritten. **Global gerechter Durchschnitt:** 7 Tonnen Metalle Pro Kopf für das Jahr 2100:

	Metalle pro Kopf 2010 in Ländern mit hohen BIP	Global gerechter Durchschnitt
Stahl	11.370 kg	6.500 kg
Aluminium	369 kg	230 kg
Kupfer	150 kg	58 kg
Zink	57 kg	34 kg
Blei	23 kg	4 kg
Nickel	19 kg	8 kg

Angaben kg pro Kopf

KLIMAGERECHTE ROHSTOFFPOLITIK? WAS WÄRE GLOBAL GERECHT, UM DAS 2°C ZIEL ZU ERREICHEN?

Die Forschergruppe hat sehr konkrete Vorschläge, wie eine klimagerechte Rohstoffpolitik aussehen könnte. Sie fordert eine komplette Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Verbrauch metallischer Rohstoffe. Bisher ist dies allerdings noch in keinem Land gelungen. 2012 hatte die Bundesregierung sich in der Ressourceneffizienzstrategie zum Ziel gesetzt, den Ressourcenverbrauch durch die Steigerung der Rohstoffproduktivität zu senken. Doch dieses Ziel wurde nicht erreicht. Die erfolgte Steigerung der Rohstoffproduktivität hat nicht zu einer Reduzierung des Einsatzes von Primärrohstoffen geführt.

Die Forscher plädieren daher für eine wesentlich stärkere Kreislaufnutzung von Rohstoffen und eine Stärkung der internationalen Kooperation. Sie haben errechnet, dass ein global gerechter Verbrauch von Metallen bei sieben Tonnen pro Kopf läge. Länder wie Deutschland beanspruchen momentan ein Vielfaches dieses Verbrauchs. Auch das International Ressource Panel schätzte

2010, dass sich in Industrienationen pro Kopf bis zu zehnmal mehr Aluminium und Kupfer in der Nutzung befinden, verglichen mit dem Pro-Kopf-Durchschnitt der restlichen Welt.

Das bedeutet für eine global gerechte Rohstoffnutzung, können die hohen Verbräuche von Industrienationen nicht auf andere Staaten übertragen werden, um das 2˚Celsius-Ziel nicht zu verfehlen. Das Kohlenstoffbudget für das 2˚Celsius-Szenario begrenzt ebenso die Produktion von Metallen, so die Forscher. Die Produktionsspitze müsste laut Berechnungen um das Jahr 2030 liegen. Danach muss es weniger Bergbau geben und vor allem die Kreislaufnutzung der Rohstoffe überwiegen.

Im Jahr 2050 müssten – je nach Rohstoff – schätzungsweise 54 bis 87 Prozent der genutzten Rohstoffe aus dem Recycling kommen, im Jahr 2100 dann 84 bis 100 Prozent. 100 Prozent zu erreichen ist natürlich aufgrund von Qualitätsstandards und thermodynamischen Gesetzen nicht einmal in der Theorie möglich. Um so nah wie möglich an die 100 Prozent zu kommen, muss das Produktdesign eine wichtige Rolle spielen. Ohne Substitution und veränderte Konsum- und Lebensstile werden wir an dieser Stelle – vor allem in den stark rohstoffkonsumierenden Gesellschaften, wie Deutschland – nicht auskommen.

SO GEHT ES NICHT WEITER!

Es wird Zeit, Klima- und Rohstoffgerechtigkeit zusammen zu denken. Dies muss unter konsequenter Betrachtung von Menschenrechten und Umweltschutz geschehen. Doch wie könnte eine andere Zukunft aussehen? Wir haben ein paar Vorschläge aus einigen rohstoffreichen Sektoren, die als Anregung dienen können:

Mobilität:

Einer der Hauptverbraucher von metallischen Rohstoffen ist der Mobilitätssektor. Durch den anstehenden Wandel ergeben sich die Möglichkeiten nicht nur eine Antriebs-, sondern auch eine Mobilitätswende zu initiieren. Zusammen mit Brot für die Welt und MISEREOR hat PowerShift sich der Frage nach globaler Gerechtigkeit in diesem Sektor gewidmet. Das Ergebnis ist eindeutig: Es braucht weniger, kleinere und leichtere Autos, die mehrheitlich geteilt genutzt werden. Städte und Dörfer müssen stärker nach den Bedürfnissen der Menschen ausgerichtet sein, das heißt es braucht mehr Platz für spielende Kinder, Fußgänger*innen und ökologische Verkehrsträger, wie ÖPNV und Fahrrad.

Erneuerbare Energien:

In einem GreenSupreme-Szenario der RESCUE-Studie zeigt das Umweltbundesamt (UBA), wie es gelingen kann, bis zum Jahr 2050 die Treibhausgasemissionen um gut 97 Prozent gegenüber 1990 zu senken. Das Szenario zeigt, dass der Endenergiebedarf von rund 2.500 Terrawattstunden (TWh) im Jahr 2015 bis zum Jahr 2050 auf unter 1.100 TWh reduziert werden könnte. Eine Kombination von Energie-, Materialeffizienz und nachhaltigen Lebensstiländerungen sowie ein schnellerer und noch ambitionierterer Umbau des Energiesystems verbunden mit einer Befreiung vom Wirtschaftswachstum, ermöglichen eine Senkung der Primärrohstoffinanspruchnahme bis 2050 um 70 Prozent gegenüber 2010.

Bauen:

Der Bausektor ist ebenfalls ein Treiber für die Nachfrage von metallischen Rohstoffen. Mehr als 33 Prozent des in Deutschland genutzt Stahls, 14 Prozent des Aluminiums und 15 Prozent des Kupfers gehen in diesen Sektor. Die Herausforderungen liegen aktuell im bevorzugten Abriss alter Gebäude, einem Mangel an Recycling von Baumaterialien und einer wachsenden Wohnraumfläche pro Kopf. Eine Bauwende sollte hier gegensteuern und rohstoffarmes, aber dennoch sozialgerechtes Bauen fördern.

KREISLAUFNUTZUNG VON METALLEN SCHÜTZT KLIMA

Zentraler Punkt, um die Klimaziele einzuhalten, ist eine Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Materialverbrauch. Eine bestmögliche Kreislaufnutzung ist Grundvoraussetzung, um in Zukunft überhaupt in großem Umfang metallische Rohstoffe zu nutzen. Kurzfristig hilft sie CO_2-Emissionen deutlich zu reduzieren. Bei der Gewinnung von recyceltem Aluminium entstehen nur circa fünf Prozent der Emissionen im Vergleich zur Primärgewinnung von Aluminium aus Bauxit. Kupfer-Rezyklate erzeugen 30 bis 80 Prozent weniger Emissionen. Auch bei Stahl gibt es große Einsparungspotenziale.

Auch für eine Reduktion des Primärbergbaus wäre eine bessere Kreislaufwirtschaft von Nöten. Doch bisherige Recycling Input Raten in der EU sind für viele Metalle sehr gering (s. Tabelle).

	End-of-life Recycling Input Rate
Eisen	31 %
Kobalt	22 %
Kupfer	17 %
Nickel	17 %
Aluminium	12 %
Seltene Erden	< 1 %
Lithium	< 1 %

HERAUSFORDERUNGEN DER KREISLAUFWIRTSCHAFT

Der NABU hat sich in einer Studie im Jahr 2021 mit der Zirkularitätsrate (circular material use rate, CMU) beschäftigt. Diese zeigt an, wie viele Rohstoffe im Kreislauf gehalten werden. Für fossile Rohstoffe lag die Kreislaufnutzung bei nur 2,5 Prozent, bei Metallen bei knapp 33 Prozent, hat sich aber in den letzten zehn Jahren kaum verändert. Hemmnisse für besseres Recycling im Metallsektor sind laut dem NABU vor allem lückenhafte Sammelsysteme, Verunreinigungen sowie unvollständige Rückgewinnung. Viele Metalle werden zudem nur in sehr kleinen Mengen eingesetzt, z.B. in Handys, bei denen die Rückgewinnung sehr aufwändig oder technisch noch unmöglich ist.

Steigerungspotenziale sind begrenzt, aber verfügbar. Der NABU berichtet, dass ein CMU von 40 Prozent möglich sei, würden alle Potenziale genutzt. Für einige Rohstoffe können Rezyklatmengen sogar noch höher sein. So hat das UBA errechnet, dass 67 Prozent der produzierten Eisen- und Stahlmengen sowie 90 Prozent der produzierten Kupfer-, Blei-, Aluminium- und Zinkmengen aus Rezyklaten bestehen könnten.

Dennoch braucht es mehr als Kreislaufwirtschaft, um in Zukunft auf bergbaulich gewonnene Rohstoffe zu verzichten.

WEGE

IN EINE ROHSTOFF-GERECHTE WELT

Gerechte Mobilität für Alle – Bewegung für Bedürfnisse

Automobilität ist eine rohstoffintensive Angelegenheit. Durchschnittlich wiegt ein Neuwagen in Deutschland 1,6 Tonnen. Dieser bewegt dann im Schnitt 1,3 Personen. Im Durchschnitt steht ein Auto 23 Stunden herum. Das ist sehr ineffizient und weder im Sinne einer Klima- noch Rohstoffgerechtigkeit. Mobil zu sein muss aber auch nicht bedeuten, möglichst viele Verkehrsmittel zur Verfügung zu haben. Umso kürzer die Wege sind, desto mehr Orte, die wichtig für unsere Bedürfnisse sind, können wir zu Fuß erreichen. Das unterstützt die dringende Notwendigkeit, den Metallverbrauch im Mobilitätssektor zu reduzieren, indem die Anzahl und die Größe der Autos drastisch reduziert werden. Dafür muss auch die Fahrzeugproduktion umgestellt werden. Ein erster Schritt wäre, dass Dienstwagenprivilegien, die aktuell große und schwere Autos steuerlich subventionieren, abgeschafft werden.

Wer macht es vor? Oslo, Gent, Kopenhagen und Paris wollen in ihrer Stadtplanung wieder Menschen statt Autos in den Fokus rücken. Innenstädte werden für Autos gesperrt, andere Straßen nur noch von Anwohner*innen, Handwerker*innen, Rettungsdienste oder Taxen befahren und Lastenräder zum Leihen zur Verfügung gestellt. Allein in Paris werden knapp die Hälfte der 140.000 Parkplätze zu öffentlichen Plätzen oder Parks transformiert.

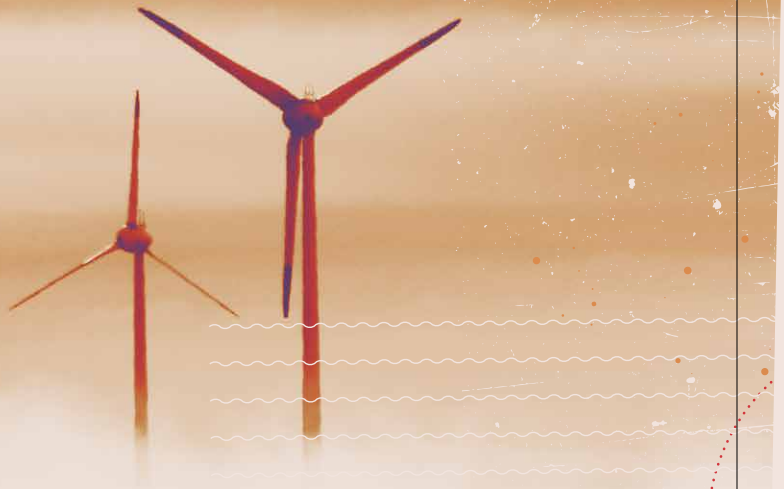
Allen sollte Teilhabe an der Planung des öffentlichen Verkehrs ermöglicht werden, um ihn den Bedürfnissen der Nutzer*innen anzupassen. Dass öffentlicher Verkehr auch sehr günstig oder gar kostenlos angeboten werden kann, das zeigen Städte wie Luxemburg, Riga (Estland), Templin (Brandenburg), Monheim am Rhein (Nordrhein-Westfalen) oder Augsburg (Bayern). Aber auch auf dem Land gibt es viele Initiativen, wie dorv.de oder buergerbusse-in-deutschland.de. Auch die 15-Minuten-Stadt wird vermehrt diskutiert, in der alle wichtigen Grunddaseinseinrichtungen innerhalb einer Viertelstunde zu Fuß erreichbar sein sollen. Das führt zum Umbau von Städten zu Gunsten des Fuß- und Fahrradverkehrs. Ein Vorbild auf dem Land ist die Kleinstadt Pontevedra in Spanien. Im Jahr 1999 wurden Autos aus der Innenstadt verbannt und eine 300.000 m² Fußgänger*innenzone geschaffen.

ERNEUERBARE — ABER RICHTIG!

Akzeptanz für Erneuerbare und Demokratisierung der Energiewirtschaft

Schon 2017 haben sich auf der Weltklimakonferenz in Bonn 20 Staaten zusammengeschlossen, um den Kohleausstieg bis 2030 in ihren Ländern umzusetzen. Passiert ist bisher zu wenig. Eine soziale und klimagerechte Energiewende scheitert aber nicht an der Akzeptanz der Bevölkerung, wie zum Teil suggeriert wird. Sie scheitert vor allem an der fehlenden demokratischen und lokalen Teilhabe über die Entscheidung, wie die Stromversorgung vor Ort aussehen kann. Es gibt aber Projekte, die zeigen, dass es anders geht.

Das Brandenburger Feldheim, ein Ortsteil der Stadt Treuenbrietzen, liegt südwestlich von Berlin. Es ist das erste energieautarke Dorf Deutschlands. Die Menschen vor Ort setzen auf eine dezentrale, regenerative Energie- und Wärmeversorgung mit 43 Windkraftanlagen. Auch die kanarische Insel El Hierro ist energieautark. Strom wird aus Windkraft gewonnen. Die überschüssige Windenergie wird in ein Pumpspeicherkraftwerk geleitet und kann dort konserviert werden.



Nachholbedarf gibt es noch bei Themen wie dem Recycling von alten Windkraftanlagen. Zwar lassen sich die Türme aus Stahl oder Stahlbeton relativ einfach wiederverwerten, wodurch die Recyclingquote schon heute bei 80 bis 90 Prozent der Gesamtanlage liegt. Aber die aktuellen Rotorblätter aus glasfaserverstärktem Kunststoff sowie die Motoren sind schwieriger zu verwerten. Am Flensburger Wind Energy Technology Institute wird daher mit Rotoren aus Holz experimentiert.

Auch bei Solarzellen gibt es noch Verbesserungspotenzial. Im Jahr 2017 waren vier Millionen Tonnen Photovoltaik-Anlagen installiert. 43.500 Tonnen an Schrotten fielen in dem Jahr an. Durch den rasanten Ausbau könnten es bis zum Jahr 2050 60 Millionen Tonnen sein. Je nach Technologie benötigen die Module unterschiedliche Rohstoffe (Silizium-Module bestehen aus: 76% Glas, 10% Plastik, 8% Aluminium, 5% Silizium und 1% sonstige Metalle zusammen; Dünnschicht-Module aus: 89% Glas, 6% Aluminium, 4% Plastik und 1% sonstige Metalle). Bei konsequentem Recycling könnten bis zum Jahr 2050 zwei Milliarden Photovoltaik-Module aus recyceltem Material entstehen.

DEMOKRATIE UND MITBESTIMMUNG STÄRKEN!

Geringerer Rohstoffverbrauch als Chance für eine Demokratisierung:

Egal ob in Tampakan (Philippinen), Cajamarca (Peru), Xolobeni (Südafrika), Rosia Montana (Rumänien) oder Cáceres (Spanien): Immer wieder gibt es große Proteste gegen den Bergbau. Eine zentrale Frage ist immer: Wer entscheidet unter welchen Bedingungen, wie Abbaulizenzen vergeben werden?

Es gibt zwar viele Staaten, die eine Partizipation von Betroffenen und insbesondere Indigenen Gemeinschaften vorsehen. So gibt es beispielsweise Gesetze zur freien, vorherigen und informierten Zustimmung (FPIC) indigener Gemeinschaften in den Philippinen oder in Peru („Consulta Previa"), die die ILO-Konvention 169 umsetzen. In der Regel werden diese Konsultationen allerdings nicht rechtmäßig durchgeführt, ohne Konsequenzen für die Minenbetreiber.

In den Philippinen haben sich daher vor mehr als zehn Jahren Umweltverbände, Menschenrechts- und Kirchengruppen, indigene Gemeinschaften sowie weitere, lokal Betroffene ein neues Mineralien-Management-Gesetz *(Alternative Mineral Management Bill)* kreiert. Ihr Ziel: eine stärkere Mitbestimmung aller Betroffenen, eine höhere Besteuerung, die vor allem der lokalen Bevölkerung zugutekommt, die Reglementierung des kostenlosen Holzeinschlags und Wassernutzung sowie eine zeitliche Befristung des Abbaus.

Die Demokratisierung des Bergbaus ist eine zentrale Forderung, andere Regionen sind jedoch weitaus radikaler: In der Antarktis (seit 1998), El Salvador (seit 2017) und der Region Cuenca in Ecuador (seit 2021) ist Bergbau verboten. Costa Rica (seit 2010) und einige Regionen der Philippinen haben offenen Tagebau verboten. In Kirgisistan (seit 2019) und Spanien (seit 2021) wurde der Abbau von radioaktiven Mineralien untersagt.

Diese Beispiele spiegeln die Unzufriedenheit mit dem Bergbau in vielen Regionen wider.

WIE EINE KLIMAGERECHTE ROHSTOFFWENDE POLITISCH VERANKERT WERDEN SOLLTE

Der Rohstoffabbau, die Weiterverarbeitung und die Art der Nutzung haben einen Einfluss auf die Klimakrise. Zudem kann der Bergbau Effekte der Klimakrise verstärken. Durch den Verbrauch großer Mengen an Wasser, verschärft Bergbau in trockenen Regionen die Wasserknappheit. In Ländern wie Indonesien, Brasilien, Peru oder den Philippinen trägt er zur Entwaldung bei. Auch die Artenvielfalt wird vom Bergbau bedroht. Durch das Aussterben von Tier- und Pflanzenarten können ganze Ökosysteme zusammenbrechen.

Um die klimapolitischen Ziele zu erreichen, braucht es eine grundlegende Rohstoffwende, die den absoluten Verbrauch an metallischen Primärrohstoffen deutlich reduziert. Möglichst viele Erze müssen im Boden bleiben. Die Rohstoffe, die wir heute schon nutzen, müssen gerecht verteilt, im Kreislauf und lange in der Nutzung gehalten werden.

Die wenigen bergbaulich gewonnenen Rohstoffe, die wir in Zukunft noch nutzen, müssen unter Einhaltung von Menschenrechts- und strengen Umweltstandards gewonnen werden.

ERSTE SCHRITTE FÜR DIE ABSOLUTE REDUKTION:

Aufgrund der Dringlichkeit der Klimakrise und der negativen Auswirkungen des Rohstoffabbaus sollte die Bundesregierung eine Rohstoffwende initiieren, die die absolute Reduktion des Rohstoffverbrauchs als Ziel vorgibt. Diese Rohstoffwende könnte ähnlich den Niederlanden in Form einer Kreislaufwirtschaftsstrategie wichtige Impulse setzen. Die Niederlande haben sich bis 2050 eine umfassende Kreislaufwirtschaft zum Ziel gesetzt und wollen schon bis 2030 den Verbrauch an metallischen, mineralischen und fossilen Rohstoffen um 50 Prozent zum Vergleichsjahr 2014 reduzieren. Das bedeutet auch, Rohstofflagerstätten zum Beispiel im Regenwald, an Orten mit hoher Artenvielfalt oder in der Tiefsee nicht mehr auszubeuten. Andere Vorschläge sind global gerechte Pro-Kopf-Verbräuche einzuführen, wie u.a. der BUND fordert.

Wie das gelingen kann? Einige sektorspezifische Ansätze zur Mobilitäts- und Bauwende haben wir in dieser Publikation schon vorgeschlagen. Diese Sektoren sind momentan die Hauptrohstoffnutzer in Deutschland. Wichtig ist, dass diese „Wenden“ sozialverträglich abgefedert werden.

Mehr unter: power-shift.de & ak-rohstoffe.de

HEUTE FÜR MORGEN!

QUELLEN UND ZUM WEITERLESEN

Seite 4 und 5:

Bundesverfassungsgericht: Verfassungsbeschwerden gegen das Klimaschutzgesetz teilweise erfolgreich *(Pressemitteilung vom 29. April 2021); https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html*

IPCC: Climate change widespread, rapid, and intensifying – IPCC *(Pressemitteilung vom 9. August 2021); https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/08/IPCC_WGI-AR6-Press-Release_en.pdf*

Seite 6 bis 8:

Dejusticia and Business and Human Rights Resource Centre: Digging Deeper: The Human Rights Impacts of Coal in the Global South *(Report 2015); https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2015/11/global-south-coal-report-2015.pdf*

BGR und Max Planck Foundation: Human Rights Risks in Mining – A Baseline Study *(Report 2016); https://rue.bmz.de/includes/downloads/BGR_MPFPR__2016__Human_Rights_Risks_in_Mining.pdf*

Klima der Gerechtigkeit: Update zu den Carbon Majors – die Klimaverantwortung der fossilen Konzerne *(Blog-Post am 26. Oktober 2019); https://klima-der-gerechtigkeit.boellblog.org/2019/10/26/update-zu-den-carbon-majors-die-klimaverantwortung-der-fossilen-konzerne/*

DW.com: Shell entschädigt Ölpest-Opfer in Nigeria *(Artikel vom 7. Januar 2015); https://www.dw.com/de/shell-entsch%C3%A4digt-%C3%B6lpest-opfer-in-nigeria/a-18175258*

Deutschlandfunk: Der größte Ölunfall der Geschichte *(Artikel vom 20. April 2020); https://www.deutschlandfunk.de/deepwater-horizon-unglueck-2010-der-groesste-oelunfall-der-100.html*

BUND-NRW: Verschwindende Dörfer *(Artikel auf Website, n.N.); https://www.bund-nrw.de/themen/braunkohle/hintergruende-und-publikationen/verheizte-heimat/verschwindende-doerfer/*

Spiegel: Terror-Öl für Italien? *(Artikel vom 30. August 2017); https://www.spiegel.de/politik/ausland/islamischer-staat-nimmt-die-mafia-in-italien-erdoel-von-der-terrororganisation-ab-a-1164739.html*

Seite 9 bis 11:

DERA: Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2021 *(Report vom August 2021); https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Downloads/vortrag-zukunftstechnologien-2021-Studie-Rohstoffe%20f%C3%BCr%20Zukunftstechnologien%202021.pdf?__blob=publicationFile&v=2*

Spiegel: Umweltbilanz virtueller Währungen Pro Bitcoin-Transaktion entsteht ein halbes Pfund Elektroschrott *(Artikel vom 19. September 2021); https://www.spiegel.de/netzwelt/bitcoin-pro-transaktion-entsteht-ein-halbes-pfund-elektroschrott-a-6906801b-9a27-4a78-9585-91a8e7231393*

DW.com: Der unersättliche Stromfresser: Bitcoin *(Artikel vom 16. Februar 2021); https://www.dw.com/de/energie-stromverbrauch-bitcoin-mining/a-56589030*

Seite 12 bis 14:

Tost et al.: Metal Mining's Environmental Pressures: A Review and Updated Estimates on CO2 Emissions, Water Use, and Land Requirements *(Report von 2018);* 👉 *https://www.mdpi.com/2071-1050/10/8/2881/pdf*

Elshikaki et al.: Resource Demand Scenarios for the Major Metals. *(Report von 2018);* 👉 *https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29380602/*

Nuss, P. und Eckelman, M. J.: Life Cycle Assessment of Metals: A Scientific Synthesis *(Report vom 7. Juli 2014):* 👉 *https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0101298*

Brot für die Welt, MISEREOR und PowerShift: Weniger Autos, mehr globale Gerechtigkeit *(Report von September 2021);* 👉 *https://power-shift.de/wp-content/uploads/2021/09/Weniger-Autos-mehr-globale-Gerechtigkeit-2021-web02.pdf*

Seite 15 und 16:

USGS: Mineral Commodity Summaries 2020 *(Report);* 👉 *https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020.pdf*

BGR: Deutschland – Rohstoffsituation 2019 (*Report vom 15. Dezember 2020);* 👉 *https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2019.pdf?__blob=publicationFile&v=4*

Seite 17 und 18:

Spektrum.de: Der hohe Preis des Aluminiums *(Artikel vom 25. April 2021);* 👉 *https://www.spektrum.de/news/rohstoffe-der-hohe-preis-des-aluminiums/1863295*

PowerShift: Landraub für deutsche Autos *(Artikel von Dezember 2019);* 👉 *https://power-shift.de/wp-content/uploads/2020/02/Landraub-f%C3%BCr-deutsche-Autos-web-18022020.pdf*

Seite 19 und 20:

Kampagne Bergwerk Peru: Kupfer-Abbau in Peru *(Artikel von März 2019);* 👉 *https://www.kampagne-bergbau-peru.de/sdm_downloads/factsheet-kupferabbau-in-peru/*

BGR *(s.o.)*

PowerShift: Rote Flüsse und tote Fischteiche *(Artikel vom 22. Juli 2015);* 👉 *https://power-shift.de/rote-fluesse-und-tote-fischteiche-nickelabbau-in-den-philippinen-teil-1/*

PowerShift: Luzifer, Toter Mann und blutrote Flüsse: Nickelabbau in den Philippinen *(Artikel vom 23. Juli 2015);* 👉 *https://power-shift.de/luzifer-toter-mann-und-blutrote-fluesse-nickelabbau-in-den-philippinen-ii/*

Seite 21 und 22:

IEA: Tracking Industry 2020 *(Report aus 2020);* 👉 *https://www.iea.org/reports/tracking-industry-2020*

Bloomberg: Most Miners Are Falling Short of Carbon Cuts Needed for UN Goal *(Artikel vom 17. August 2021);* 👉 *https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-08-17/most-miners-are-falling-short-of-carbon-cuts-needed-for-un-goal*

Tost et. Al. *(s.o.)*

IEA: Iron and Steel Analysis *(Report von Juni 2020);* 👉 *https://www.iea.org/reports/iron-and-steel*

IEA: Aluminium Analysis *(Report von Oktober 2020);* 👉 *https://www.iea.org/reports/aluminium*

Ember-Climate: Coal power plants: Aluminium's dirty little secret *(Artikel vom 6. Oktober 2020);* 👉 *https://ember-climate.org/commentary/2020/10/06/aluminium/*

Bloomberg: Aluminum price hits 13-year high as energy surge pressures supply *(Artikel vom 11. Oktober 2021);* 👉 *https://www.mining.com/web/aluminum-price-hits-13-year-high-as-energy-surge-pressures-supply/*

Seite 23 und 24:
Watari et. Al.: Global Metal Use Targets in Line with Climate Goals *(Report vom 11. September 2020); https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.0c02471?goto=supporting-info*

Seite 25 und 26:
Bundesumweltministerium: Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) *(Report vom 29. Februar 2012); https://www.gespraechstoff-ressourcen.de/progress2/sites/default/files/downloads/progress_broschuere_de_bf.pdf*
Watari et. Al. *(s.o.)*

Seite 27 und 28:
Brot für die Welt, MISEREOR und PowerShift *(s.o.)*
Umweltbundesamt: Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität *(Report aus 2019); https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/rescue_studie_cc_36-2019_wege_in_eine_ressourcenschonende_treibhausgasneutralitaet_auflage2_juni-2021.pdf*
AK Rohstoffe: 12 Argumente für eine Rohstoffwende *(Studie 2020); https://power-shift.de/wp-content/uploads/2021/04/Argumentarium_210211_web.pdf*

Seite 29 und 30:
European Commission: Raw Materials Scoreboard *(Report von 2021); https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/eb052a18-c1f3-11eb-a925-01aa75ed71a1*
NABU: Sekundärrohstoffe in Deutschland *(Report aus April 2021); https://www.ifeu.de/publikation/sekundaerrohstoffe-in-deutschland/*

BUND: Ressourcenschutzziele zur absoluten Reduktion des Ressourcenverbrauchs *(Report aus 2021); https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/policy-brief-ressourcenschutzziele-zur-absoluten-reduktion-des-ressourcenverbrauchs/*

Seite 31 bis 33:
Brot für die Welt, MISEREOR und PowerShift *(s.o.)*
Businessinsider: Paris führt in der Innenstadt fast überall Tempolimit 30 ein *(Artikel vom 29. Juli 2021); https://www.businessinsider.de/wirtschaft/mobility/paris-fuehrt-in-der-innenstadt-fast-ueberall-tempolimit-30-ein-a/*

Seite 34 bis 36:
Heinricht-Böll-Stiftung: Energieautarkie – das Beispiel Feldheim *(Artikel); https://kommunalwiki.boell.de/index.php/Diskussion:Energieautarkie_-_das_Beispiel_Feldheim*
Deutschlandfunk: Die Entsorgung von Windkraftanlagen ist kompliziert *(Artikel vom 18. Dezember 2020); https://www.deutschlandfunk.de/auch-oekostrom-macht-probleme-die-entsorgung-von-100.html*
Greenmatch: The Opportunities of Solar Panel Recycling *(Artikel vom 24. März 2021); https://www.greenmatch.co.uk/blog/2017/10/the-opportunities-of-solar-panel-recycling*

Seite 37 und 38:
Philippinenbüro: Wie Rohstoffe in Südost-/Ostasien zur Entwicklung beitragen könn(t)en *(Artikel von 2012); https://www.asienhaus.de/nc/de/philippinenbuero/publikationen/detail/wie-rohstoffe-in-suedost-ostasien-zur-entwicklung-beitragen-koennten-das-alternative-bergbau-gesetz-der-philippinen/*

LRC/KSK: Grace Poe files alternative mining bill *(Artikel vom 8. Juli 2020);* *https://www.lrcksk.org/post/grace-poe-files-alternative-mining-bill*
Seas At Risk: Breaking free from mining *(Report vom 10. Juni 2021);* *https://seas-at-risk.org/wp-content/uploads/2021/06/Breaking-Free-From-Mining.pdf*

39 und 40:
AK Rohstoffe *(s.o.)*

BILDQUELLEN

Seite 1: Kateryna Babaiea/ Pexels | **Seite 3 bis 4:** Mika Baumeister/ Unsplash | **Seite 6:** Carbon emissions attributable to investor-owned and state-owned companies (shaded circles) by Carbon Visuals, https://www.flickr.com/photos/carbonquilt/10941258946/, CC BY 2.0 https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/ | **Seite 7:** Arne Müseler | **Seite 10:** Dokumol/ Pixabay | **Seite 13-14:** Kaique Rocha/ Pexels | **Seite 18:** Benjamin Moscovici | **Seite 20:** Michael Reckordt | **Seite 32A:** Splitshire/ Pexels | **Seite 32B:** Gemma Evans/ Unsplash | **Seite 35 und 36:** Oimheidi/ Pixabay

IMPRESSUM

Autor: *Michael Reckordt*
Redaktion: *Nicole Bärthlein, Elena Gnant, Elisa Thomaset*
Druck: *MediaService GmbH*
Grafik: *neonfisch.de*

PowerShift e.V.
Greifswalder Straße 4
10405 Berlin
http://power-shift.de
info@power-shift.de

Rosa-Luxemburg-Stiftung
Gesellschaftsanalyse und politische Bildung e. V.
Straße der Pariser Kommune 8A
10243 Berlin
https://rosalux.de
info@rosalux.org

ENGAGEMENT GLOBAL
Service für Entwicklungsinitiativen

Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung

Diese Publikation wurde mit finanzieller Unterstützung durch Engagement Global und das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) erstellt. Für den Inhalt der Publikation sind allein die Herausgeber verantwortlich; die hier dargestellten Positionen geben nicht den Standpunkt der Zuwendungsgeber wieder.

ein Projekt von:

PowerShift

ROSA LUXEMBURG STIFTUNG