

Telecoupling in der Urbanisierung neu denken: Landschaftsgerechtigkeit von der Mine bis zur Stadt¹

*Alejandro de Castro Mazarro, Miriam Prys-Hansen, Bruno Milanez und
Hendrik Herold*

1 Landschaften im globalen ›Hinterland‹

Ziel dieses Beitrags ist es, die Relevanz des Konzepts des Telecouplings vor dem Hintergrund wachsender Interdependenzen zwischen weit voneinander entfernt liegenden Landschaften mit Blick auf Landschaftsgerechtigkeit aufzuzeigen. Der Fokus liegt dabei auf Stoff- und Energieströmen im Kontext des Bausektors. Dazu wird zunächst der Begriff ›Telecoupling‹ erläutert und anhand der Abhängigkeit der deutschen Bauindustrie vom Eisenerzbergbau in Brasilien illustriert. Im zweiten Schritt wird die Idee eines Projekts zur weiteren Erforschung baustoff-basierten Telecouplings skizziert.

Die Wiederverwendung von Baumaterialien und die Entwicklung effektiver Ressourcenkreisläufe in Städten stellt eine der dringendsten gesellschaftlichen Herausforderungen dar, denn der Bausektor ist für 37 Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich (UNEP 2023). Zugleich hat die aggregierte anthropogene Masse an Bauwerken mit der biogenen Masse, die auf der Welt vorhanden ist, gleichgezogen (Elhacham et al. 2020). In Staaten mit hohem Einkommen konzentrieren sich die Anstrengungen zur Dekarbonisierung im Bauwesen bisher allerdings hauptsächlich auf Maßnahmen im Bereich der Energieeffizienz und der Elektrifizierung. Dabei werden andere sogenannte Spillover-Effekte des Bausektors häufig übersehen, insbesondere der damit einhergehende Verbrauch von Rohstoffen, die in weit entfernten

1 Der Inhalt dieses Textes basiert auf einem Beitrag, der derzeit in einem englischsprachigen, begutachteten Fachjournal zur Überarbeitung eingereicht ist.

Regionen – häufig im Globalen Süden – abgebaut werden. Dazu gehören Eisen aus Brasilien (Kowsmann et al. 2019), Kobalt aus der Demokratischen Republik Kongo (Kara 2019), Lithium aus Chile und Argentinien (Ciftci/Lemaire 2023) sowie Nickel aus Indonesien (Shennum/Renaldi 2024). Durch die weiterhin wachsende Nachfrage nach Baustoffen in Staaten wie Deutschland intensiviert sich der Druck auf die Ressourcengewinnung in jenen Regionen und manifestiert die dort bestehenden Umweltungerechtigkeiten weiter.

Ressourcenabbau und die damit einhergehenden substantiellen Transformationen von Landschaften verursachen umweltbezogene Ungerechtigkeiten. Die Landschaftsgerechtigkeitsforschung hat sich bislang jedoch überwiegend darauf konzentriert, dass Ressourcen unterschiedlichen sozialen Gruppen lokal in ungleicher Weise zur Verfügung stehen (Egoz/De Nardi 2017). Diese Fokussierung auf die Nutzungsseite besitzt in Zusammenhang mit dem Extraktivismus allerdings nur begrenzte Relevanz. Deswegen haben andere wissenschaftliche Disziplinen die großräumigen Dimensionen von Umweltungerechtigkeiten behandelt und dabei Begriffe wie »sacrifice zones« (Juskus 2023), »Schattenzonen« oder »shadow places« (Lawrence/O’Faircheallaigh 2022; vgl. Wiechers in diesem Band) und »globale Hinterländer« (Brenner 2016; vgl. Hortig in diesem Band) geprägt. Humangeographische Untersuchungen charakterisieren die Orte der Ressourcengewinnung als Räume, in denen die durch die globale Ressourcennachfrage ausgelösten ökologischen Verteilungskonflikte deutlich sichtbar werden (Martinez-Alier 2002). Arbeiten aus dem Bereich der politischen Ökologie betrachten unter anderem die Konflikte, die durch den Abbau von Ressourcen entstehen, die für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien benötigt werden. Weitere Disziplinen wie die Industrieökologie haben Flächenbedarfe anhand der Lieferketten von Handelsprodukten analysiert (Schaffartzik et al. 2015). Die Frage, wie solche Stoffströme mit globalen Umwelt-, Sozial- und Klimazielen in Einklang gebracht werden können, ist Thema zahlreicher politikwissenschaftlicher Arbeiten (Delreux 2018; Hughes et al. 2021), während ethnographische Ansätze die Transformationen von Landschaften aufgrund globaler Lieferbeziehungen untersuchen (Hutton 2020).

Eine gemeinsame Herausforderung in den oben genannten Forschungsbereichen zur nachhaltigen Governance von Landschaften ist die politische und geographische Diskrepanz zwischen den Maßstabsebenen, auf denen die politischen Entscheidungen getroffen werden, und den Ebenen, auf denen sich die Auswirkungen im Sinne von Landschaftstransformationen zeigen. Angesichts der Vielzahl an lokalen, nationalen und globalen Akteuren, die in globale

Produktionsketten involviert sind, ist bisher unklar, wie die jeweiligen Governanceebenen zusammenwirken können, um soziale und ökologische Konflikte in den Extraktionsgebieten effektiver zu adressieren. Forscher*innen aus der Kritischen Geographie haben gezeigt, dass die globale Kapitalakkumulation, die mit der Ausbeutung von Arbeitskräften und der Natur einhergeht, nicht an bestimmte Gebiete gebunden ist und daher mit traditionellen geographischen Analysen, die auf einen Ort bezogen sind, schwer zu erfassen ist (Brenner 2019). Politikwissenschaftliche Ansätze thematisieren Regulierungsdefizite in globalen Umweltregimen (Bergsten/Galafassi/Bodin 2014), aber lassen räumliche Aspekte weitgehend unberücksichtigt.

Ein Konzept, das sich mit diesen räumlichen und multiskalaren Prozessen befasst und einige der benannten Herausforderungen angeht, ist das des Telecoupling. Dabei handelt es sich um ein interdisziplinär entwickeltes, heuristisches Rahmenkonzept aus der Nachhaltigkeitsforschung (Challies/Newig/Lenschow 2019; Liu et al. 2013). Es beschreibt, wie entfernte Landsysteme durch Stoff- und Energieströme dynamisch miteinander verbunden oder ›gekoppelt‹ werden. Die Forschung zu Telecoupling befasst sich dabei insbesondere mit Ungerechtigkeiten, die durch den ungleichen Handel zwischen den Räumen entstehen, die Ressourcen ›senden‹, und jenen, die diese Ressourcen ›empfangen‹. Telecoupling stellt somit einen Ansatz dar, um soziale und ökologische Konflikte zu analysieren, die durch Ressourcentransfers zwischen marginalisierten und privilegierten Landschaften entstehen (Boillat et al. 2020). Eng damit zusammen hängen Fragen nach der Gestaltung von Governanceprozessen. Der Telecoupling-Ansatz ermöglicht es, globale, regionale, nationale und lokale Analyseebenen miteinander zu verbinden. Somit kann er dazu beitragen, nachhaltige Stadt- und Landschaftsentwicklung an den Orten des Rohstoffabbaus und des Rohstoffverbrauchs unter Gesichtspunkten der Landschaftsgerechtigkeit zu betrachten.

Bislang hat sich die Forschung zu Telecoupling weitgehend auf die Auswirkungen der industriellen Landwirtschaft und des Abbaus von Edelmetallen in ressourcenreichen Regionen konzentriert (Cotta et al. 2022). Eine Forschungslücke besteht jedoch hinsichtlich der Verknüpfung urbaner Prozesse mit Landschaftskonflikten in ländlichen Gebieten. Dies lässt sich unter anderem mit der Komplexität der Lieferketten im Bausektor, insbesondere im Vergleich mit landwirtschaftlichen Gütern, erklären. Im Folgenden werden daher Überlegungen vorgestellt, wie der Telecoupling-Ansatz genutzt werden könnte, um Governanceprozesse im Sinne einer skalenübergreifenden Stadt- und Landschaftsforschung zu analysieren.

Dieser Ansatz definiert Urbanisierung als einen globalen Prozess, welcher urbane und nicht-urbane Räume miteinander verbindet. Dabei wird Urbanisierung als ein metabolischer Prozess betrachtet, welcher Effekte zweiter Ordnung in entfernten, ressourcenreichen Landschaften auslöst. Aus dieser Perspektive kann der Prozess der Urbanisierung als ein sich selbst verstärkender Prozess verstanden werden, bei dem städtische Gebiete (in Form ›konzentrierter Verstädterung‹) die fortschreitende Urbanisierung von ressourcenreichen Regionen (in Form ›erweiterter Verstädterung‹) verursachen. In diesem Zusammenhang können Städtebau und Stadterneuerung im Globalen Norden als Beitrag zur prekären Urbanisierung im Globalen Süden mit all ihren negativen sozioökologischen Folgen betrachtet werden. Dies gilt insbesondere für Bergbauregionen, die die Ressourcen für die entsprechenden Baumaterialien bereitstellen.

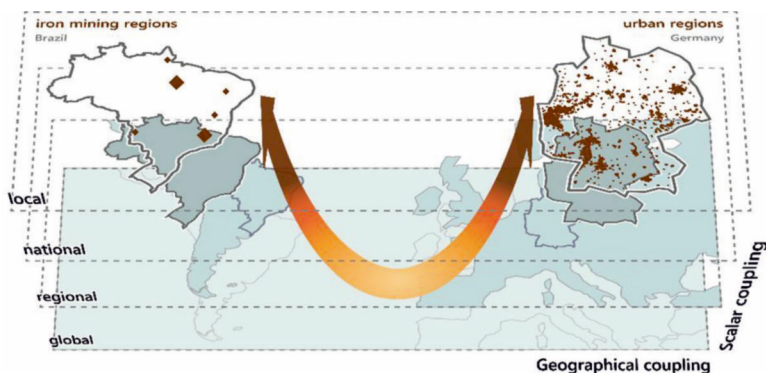
2 Von der Mine zur Stadt

Die Beziehungen zwischen brasilianischen Eisenerz-Abbaugebieten und dem deutschen Bausektor sind ein Beispiel für Telecoupling zwischen ›sendenden‹ und ›empfangenden‹ Regionen (siehe Abb. 4). Ein multiskalares Verständnis von Telecoupling ist daher auch hilfreich für die Analyse der wechselseitigen Abhängigkeiten.

Eisenerz, der weltweit zweitmeist gehandelte Rohstoff, wird vor allem im Bausektor eingesetzt: 98 Prozent des geförderten Eisenerzes fließen in die Stahlproduktion, und 55 Prozent des weltweit produzierten Stahls werden für die Herstellung von Baustahl für Gebäude und Infrastruktur verwendet (Cullen/Allwood/Bambach 2012; Wirtschaftsvereinigung Stahl 2021). Da die europäischen Eisenerzreserven nahezu erschöpft sind, ist Deutschland als größter europäischer Produzent von Roheisen (Reckordt 2022) zugleich der weltweit viertgrößte Importeur von Eisenerz (Garside 2022): etwa 90 Prozent des in Deutschland verwendeten Eisenerzes stammen aus Staaten außerhalb der Europäischen Union (Baier et al. 2021: 100). Ungefähr 40 Prozent des importierten Eisenerzes kommt dabei in den letzten zehn Jahren aus brasilianischen Abbaugebieten (International Trade Centre 2015). Diese hohe Importabhängigkeit besteht fort, obwohl sich der deutsche Bausektor verstärkt darum bemüht, Baumaterialien wie Baustahl wiederzuverwenden (Hafez et al. 2023; Hertwich et al. 2019). Der Verbrauch von Baumaterialien wächst in deutschen Städten jedoch weitaus schneller als die Bevölkerung.

Dies könnte auch daran liegen, dass die Wohnfläche pro Einwohner*in sich bis zum Jahr 2020 auf 49 Quadratmeter pro Person erhöhte und dass die durchschnittliche Lebensdauer von Gebäuden nur 60 Jahre im Jahr 2020 betrug (Statistisches Bundesamt 2023).

Abbildung 4: Multiskalares Telecoupling am Beispiel des brasilianischen Eisenerzabbaus und der urbanen Entwicklung in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung; Illustrationsdesign der Karte: N. Bongaerts und U. Schinke (IÖR)

Insgesamt ist Brasilien für etwa ein Drittel der weltweiten Eisenerzexporte verantwortlich (World Steel Association 2020). Dabei stammen 90 Prozent der Produktion aus zwei Regionen (Agência Nacional de Mineração 2024): dem Carajás-Korridor im Bundesstaat Pará und dem Quadrilátero Ferrífero (Eisenviereck) im Bundesstaat Minas Gerais. Diese Regionen sind von unterschiedlichen Umweltungerechtigkeiten und Urbanisierungsmustern geprägt. Im Pará-Gebiet hat das Carajás-Projekt, die größte Eisenerz-Tagebauminerale der Welt, wesentlich zur Abholzung des Amazonas-Regenwaldes und zu Konflikten mit indigenen und afrostämmigen Gemeinschaften beigetragen (Côrtes/Silva Júnior 2021). Das Carajás-Projekt hat die Entstehung kleiner städtischer Siedlungen in der Nähe der ländlich gelegenen Abbaugruben sowie entlang des Logistikkorridors und an den Roheisenproduktionsstätten nach sich gezogen.

Das Quadrilátero Ferrífero ist eine der ältesten und produktivsten Bergbauregionen Brasiliens. Hier liegen die Abbaugruben näher an bestehenden

städtischen Gebieten. Seit den 1940er Jahren hat der Eisenerzabbau dennoch eine beschleunigte Urbanisierung sowie die Modernisierung von Landwirtschaft und Viehzucht zur Versorgung der wachsenden Stadtbevölkerung ausgelöst. Rund um die Metropolregion Belo Horizonte hat sich ein Eisen-Stahl-Komplex gebildet. In den letzten Jahren hat dieser jedoch aufgrund der Konkurrenz durch chinesischen Stahl an Bedeutung verloren, weswegen die Region zunehmend darauf angewiesen ist, unverarbeitetes Eisenerz zu exportieren (Fundação João Pinheiro 2023; Patria 2023). Weil für die Schmelzprozesse bei der Roheisengewinnung überwiegend Holzkohle genutzt wird, wurde der Atlantische Regenwald Brasiliens (Mata Atlântica) abgeholzt und etwa 2,3 Millionen Hektar Eukalyptusplantagen als Monokulturen im Norden von Minas Gerais aufgeforstet. Die Städte des Quadrilátero Ferrífero waren bereits für den Goldabbau in der Kolonialzeit gegründet worden (Saes/Bisht 2020). Der Eisenerzabbau hat diese Region jedoch durch die Erschöpfung von Frischwasserquellen, durch Landschaftsveränderungen und nicht zuletzt durch Dammbrüche beeinträchtigt. Letztere haben mehr als 300 Todesopfer gefordert und Überflutungsflächen über Hunderte von Kilometern verwüstet (Laschefski 2008).

3 Ausblick: Erforschung des Telecouplings urbaner Landschaften

Das oben genannte Beispiel veranschaulicht, dass es nötig ist, »sendende« und »empfangende« Landschaften integriert zu betrachten, um Governancemechanismen für entfernte, aber gekoppelte Räume entwickeln zu können. Solche Governancestrukturen können sowohl für größere Landschaftsgerechtigkeit in brasilianischen Eisenerzabbaugebieten sorgen, als auch die Kreislaufwirtschaft im deutschen Bausektor fördern.

Ein solches Forschungsprojekt könnte aus zwei Phasen bestehen. In der ersten Phase würden bestehende Normen und Institutionen erfasst, die sich auf die Umweltgovernance im Eisenerzabbau und Konstruktionsstahl beziehen, um so die Gründe für die Persistenz von Umweltungerechtigkeiten zu analysieren. Aktuell zeigen die Konflikte in Zusammenhang mit dem Abbau von Eisenerz und der Stahlproduktion (Martínez-Alier et al. 2011), dass freiwillige und durch die Unternehmen selbst implementierte Governancemechanismen wie die *Responsible Mining Assurance*, die *Towards Sustainable Mining Initiative* oder die ISO-26000-Zertifizierungen nicht ausreichen, um Menschenrechtsverletzungen entlang der entsprechenden Lieferketten zu reduzieren. In

einer zweiten Phase könnte dann die Diskrepanz zwischen normativen Vorstellungen über Umweltgerechtigkeit auf der globalen und den jeweiligen lokalen Ebenen analysiert werden. Dabei kann man feststellen, dass Bottom-up-Ansätze wie *Fair Steel Coalition* (2024) dazu beitragen, dass die Forderungen lokaler Gruppen besser berücksichtigt werden.

Dieses Verständnis von Telecoupling als normativem Forschungsansatz kann dann auch zu Ideen für eine radikale Neugestaltung der Stadtplanung und der Baustandards in einkommensstarken Regionen, aber auch in ihren Partnerregionen und im Hinblick auf die dort stattfindenden prekären Urbanisierungsprozessen führen. Über unser Beispiel hinaus könnte eine multiskalare Telecoupling-Perspektive vielfältige Wissensstränge integrieren und Impulse für die Entwicklung eines neuen Forschungsfeldes innerhalb der räumlichen Nachhaltigkeitswissenschaft geben.

Die hier vorgestellte Forschungsidee kann auch auf die Analyse anderer Beziehungen übertragen werden, die zwischen weit voneinander entfernt liegenden Landschaften bestehen. Dies gilt beispielsweise mit Blick auf den Anbau von Exportgütern wie Sojabohnen, die Nutzung von Phosphor und die damit einhergehende Bodendegradation sowie die Bedeutung von Kupfer, Lithium oder Kobalt für die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien.

Für die Analyse telegekoppelter Urbanisierungsprozesse können quantitative und qualitative Forschungsmethoden aus der industriellen und politischen Ökologie, der globalen Umweltpolitik, der wirtschaftswissenschaftlichen Erforschung von Handelsbeziehungen und globalen Lieferketten sowie der Nachhaltigkeitswissenschaftsforschung genutzt werden. Darüber hinaus sollte gemeinsam mit den betroffenen gesellschaftlichen und politischen Akteur*innen Wissen diskutiert und erzeugt werden. Dabei geht es darum, die Intensität und die Auswirkungen von Umweltkonflikten zu verstehen sowie plausible Szenarien für Umweltgerechtigkeit und Nachhaltigkeitsgovernance zu entwickeln (Jahn et al. 2022). Die Analyse telegekoppelter Urbanisierungsprozesse kann daher einen Ansatz darstellen, um Landschaftstransformationen global und skalenübergreifend zu untersuchen.

Literatur

Agência Nacional de Mineração (2024): Produção Mineral. Ministerio de Minas e Energia Governo de Brasil. <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/ec>

- onomia-mineral/producao-mineral/producao-mineral (letzter Zugriff am 30.04.2024).
- Baier, Matthias/Bookhagen, Britta/Eicke, Corinna/Elsner, Harald/Henning, Sören/Kuhn, Kerstin/Lutz, Rüdiger/Moldenhauer, Kirsten/Pein, Martin/Schauer, Michael/Schmidt, Sandro/Schmitz, Martin/Sievers, Henrike/Szurliès, Michael (2021): Deutschland – Rohstoffsituation 2020. BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (letzter Zugriff am 12.02.2025).
- Bergsten, Arvid/Galafassi, Diego/Bodin, Örjan (2014): »The problem of spatial fit in social-ecological systems: Detecting mismatches between ecological connectivity and land management in an urban region«, in: *Ecology and Society* 19/4, S. 1–22.
- Boillat, Sébastien/Martin, Adrian/Adams, Timothy/Daniel, Desiree/Llopis, Jorge/Zepharovich, Elena/Oberlack, Christoph/Sonderegger, Gabi/Bottazzi, Patrick/Corbera, Esteve/Ifejika Speranza, Chinwe/Pascual, Unai (2020): »Why telecoupling research needs to account for environmental justice«, in: *Journal of Land Use Science* 15/1, S. 1–10.
- Brenner, Neil (2016): »The Hinterland Urbanised?«, in: *Architectural Design* 86/4, S. 118–127.
- Brenner, Neil (2019): »Between Fixity and Motion: Scaling the Urban Fabric«, in: Brenner, Neil (Hg.), *New Urban Spaces*. New York: Oxford University Press, S. 46–86.
- Challies, Edward/Newig, Jens/Lenschow, Aandrea (2019): »Governance for Sustainability in Telecoupled Systems«, in: Cecilie Friis/Jonas Ø. Nielsen (Hg.), *Telecoupling*. Heidelberg: Springer International Publishing, S. 177–197.
- Ciftci, Mehmet Metehan/Lemaire, Xavier (2023): »Deciphering the impacts of ›green‹ energy transition on socio-environmental lithium conflicts: Evidence from Argentina and Chile«, in: *The Extractive Industries and Society* 16, 101373.
- Côrtes, Julia Corrêa/Silva Júnior, Roberto Donato (2021): »The Interface Between Deforestation and Urbanization in the Brazilian Amazon«, in: *Ambiente & Sociedade* 24, e01821.
- Cotta, Bebedetta/Coenen, Johanna/Challies, Edward/Newig, Jens/Lenschow, Andrea/Schilling-Vacaflor, Almut (2022): »Environmental governance in globally telecoupled systems: Mapping the terrain towards an integrated research agenda«, in: *Earth System Governance* 13, 100142.

- Cullen, Jonathan M./Allwood, Julian M./Bambach, Margarita D. (2012): »Mapping the Global Flow of Steel: From Steelmaking to End-Use Goods«, in: *Environmental Science & Technology* 46/24, S. 13048–13055.
- Delreux, Tom (2018). »Multilateral Environmental Agreements: A Key Instrument of Global Environmental Governance«, in: Camilla Adelle/Katja Biedenkopf/Diarmuid Torney (Hg.): *European Union External Environmental Policy*. Heidelberg: Springer International Publishing, S. 19–38.
- Dunlap, Alexander/Brock, Andrea (2022): »Enforcing Ecological Destruction«, in: Alexander Dunlap/Andrea Brock (Hg.): *Enforcing Ecocide*. Heidelberg: Springer International Publishing, S. 1–34.
- Egoz, Shelley/De Nardi, Alessia (2017): »Defining landscape justice: The role of landscape in supporting wellbeing of migrants, a literature review«, in: *Landscape Research* 42/sup1, S. 74–89.
- Elhacham, Elhacham/Ben-Uri, Liad/Grozovski, Jonathan/Bar-On, Yinon M./Milo, Ron (2020): »Global human-made mass exceeds all living biomass«, in: *Nature* 588/7838, S. 442–444.
- Fair Steel Coalition (2024): *The Real Cost of Steel. Environmental Racism, Sacrifice zones and impunity along the supply chain*. <https://edlc.org/wp-content/uploads/2024/04/The-Real-Cost-of-Steel.pdf> (letzter Zugriff am 17.02.2025).
- Fundação João Pinheiro (2023): *Contas Regionais: Indicadores Conjunturais da Economia de Minas Gerais (No.1, n.3)*. Fundação João Pinheiro. https://drive.google.com/file/d/1izYPQReluXjG_YqFfLNC9QSG-NazQ-dV/view (letzter Zugriff am 17.02.2025).
- Jaganmohan, Madhumita (2024, Dec. 10): *Leading iron ore importing countries in 2022*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/300323/top-importing-countries-of-iron-ore> (letzter Zugriff am 17.02.2025).
- Hafez, Fatma S./Sa'di, Bahaaeddin/Safa-Gamal, M./Taufiq-Yap, Y. H./Alrifayy, Moath/Seyedmahmoudian, Mehdi/Stojcevski, Alex/Horan, Ben/Mekhilef, Saad (2023): »Energy Efficiency in Sustainable Buildings: A Systematic Review with Taxonomy, Challenges, Motivations, Methodological Aspects, Recommendations, and Pathways for Future Research«, in: *Energy Strategy Reviews* 45, 101013.
- Hertwich, Edgar/Lifset, Reid/Pauliuk, Stefan/Heeren, Niko/Ali, Saleem/Tu, Qingshi/Ardente, Fulvio/Berrill, Peter/Fishman, Tomer/Kanaoka, Koichi/Kulczycka, Joanna/Makov, Tamar/Masanet, Eric/Wolfram, Paul (2019): »Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies

- for a Low-Carbon Future«, in: Zenodo. <https://zenodo.org/records/5246628> (letzter Zugriff am 27.05.2025).
- Hughes, Hannah/Vadrot, Alice/Allan, Jen Iris/Bach, Tracy/Bansard, Jennifer S./Chasek, Pamela/Gray, Noella/Langlet, Arne/Leiter, Timo/Marion Suisseya, Kimberly R./Martin, Beth/Paterson, Matthew/Ruiz-Rodríguez, Silvia Carolina/Wysocki, Ina Tessnow-von Wysocki/Tolis, Valeria/Thew, Harriet/Gonçalves, Marcela Vecchione/Yamineva, Yulia (2021): »Global environmental agreement-making: Upping the methodological and ethical stakes of studying negotiations«, in: *Earth System Governance* 10, 100121.
- Hutton, Jane (2020): *Reciprocal landscapes: Stories in material movement*. Routledge.
- International Trade Centre (2015): *Bilateral trade between Germany and Brazil*. Trademap. https://www.trademap.org/Bilateral_TS.aspx?nvpm=1%7c276%7c%7c076%7c%7c2617%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c1%7c1%7c1%7c1 (letzter Zugriff am 17.02.2025).
- Jahn, Stephanie/Newig, Jens/Lang, Daniel/Kahle, Judith/Bergmann, Matthias (2022): »Demarcating transdisciplinary research in sustainability science—Five clusters of research modes based on evidence from 59 research projects«, in: *Sustainable Development* 30/2, S. 343–357.
- Juskus, Ryan (2023) »Sacrifice Zones«, in: *Environmental Humanities* 15/1, S. 3–24.
- Kara, Siddharth (2019, December 16): »I saw the unbearable grief inflicted on families by cobalt mining. I pray for change«, in: *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/global-development/commentisfree/2019/dec/16/i-saw-the-unbearable-grief-inflicted-on-families-by-cobalt-mining-i-pray-for-change> (letzter Zugriff am 17.02.2025).
- Kowsmann, Patricia/Pearson, Samantha/Patterson, Scott/Magalhaes, Luciana (2019, February 24): »Behind Vale's Deadly Dam Collapse: Multiple Warnings That Went Unheeded«, in: *Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/behind-vales-deadly-dam-collapse-multiple-warnings-that-went-unheeded-11551050768> (letzter Zugriff am 17.02.2025).
- Laschefski, Klemens (2008): »O Comércio de Carbono e a Industrialização de Paisagens—Bioenergia e Conflitos Socioambientais«, in: M. C. Lima/F. Chesnais (Hg.), *Dinâmica do capitalismo pós-guerra fria: Cultura tecnológica, espaço e desenvolvimento* (1a edição, S. 281–306). Editora Unesp.
- Lawrence, Rebecca/O'Faircheallaigh, Ciaran (2022): »Ignorance as strategy: ›Shadow places‹ and the social impacts of the ranger uranium mine«, in: *Environmental Impact Assessment Review* 93, 106723.

- Liu, Jianguo/Hull, Vanessa/Batistella, Mateus/DeFries, Ruth/Dietz, Thomas/Fu, Feng/Hertel, Thomas W./Izaurrealde, R. Cesar/Lambin, Eric F./Li, Shuxin/Martinelli, Luiz A./McConnell, William J./Moran, Emilio F./Naylor, Rosamond/Ouyang, Zhiyun/Polenske, Karen R./Reenberg, Anette/de Miranda Rocha, Gilberto/Simmons, Cynthia S./Verburg, Peter H./Vitousek, Peter M./Zhang, Fusuo/Zhu, Chungquan (2013): »Framing Sustainability in a Telecoupled World«, in: *Ecology and Society* 18(2), art26.
- Martínez-Alier, Joan (2002): *The environmentalism of the poor: A study of ecological conflicts and valuation*. Cheltenham: Elgar.
- Martínez-Alier, Joan/Temper, Leah/Del Bene, Daniela/Scheidel, Arnim/Walter, Mariana/Navas, Grettel/Llavero-Pasquina, Marcel/Fanari, Eleonora/Cantoni, Roberto/Eckstein, Sarah/van der Donk, Layla (2011): »Global Atlas of Environmental Justice«. <https://ejatlas.org> (letzter Zugriff am 17.02.2025).
- Patria, Henrique (2023): »A dura realidade da siderurgia nacional«, in: *Siderurgia Brasil*. <https://siderurgiabrasil.com.br/2023/11/29/a-dura-realidade-e-da-siderurgia-nacional> (letzter Zugriff am 17.02.2025).
- Reckordt, Michael (2022): *Heisses Eisen für Kaltes Klima? PowerShift*. <https://power-shift.de/wp-content/uploads/2022/01/HeissesEisen.pdf> (letzter Zugriff am 17.02.2025).
- Saes, Beatriz Macchione/Bisht, Arpita (2020): »Iron ore peripheries in the extractive boom: A comparison between mining conflicts in India and Brazil«, in: *The Extractive Industries and Society* 7/4, S. 1567–1578.
- Schaffartzik, Anke/Haberl, Helmut/Kastner, Thomas/Wiedenhofer, Dominik/Eisenmenger, Nina/Erb, Karl-Heinrich (2015): »Trading Land: A Review of Approaches to Accounting for Upstream Land Requirements of Traded Products«, in: *Journal of Industrial Ecology* 19/5, S. 703–714.
- Shennum, Krista/Renaldi, Adia (2024) »Nickel Unearthed: The Human and Climate Costs of Indonesia's Nickel Industry«. Climate Rights International. <https://cri.org/reports/nickel-unearthed> (letzter Zugriff am 17.02.2025).
- Statistisches Bundesamt (2023): *Wohnen*, DeStatis. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/_inhalt.html (letzter Zugriff am 17.02.2025).
- United Nations Environment Programme (2023): *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*. Nairobi. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/43293> (letzter Zugriff am 17.02.2025).
- Wirtschaftsvereinigung Stahl (2021): »Fakten zur Stahlindustrie in Deutschland 2021«, Wirtschaftsvereinigung Stahl. <https://www.stahl-online.de/w>

p-content/uploads/WV-Stahl_Fakten-2021_RZ_Web_neu.pdf (letzter Zugriff am 17.02.2025).

World steel association (2020): »Fact sheet steel and raw materials« <https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Fact-sheet-steel-and-raw-materials.pdf> (letzter Zugriff am 17.02.2025).