

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Einführung: Kritische Metalle in der Großen Transformation | 1 |
| | Andreas Exner, Martin Held und Klaus Kümmerer | |
| 1.1 | Einleitung – Metallisierung schreitet voran | 1 |
| 1.2 | Kritische Metalle – kritisch für wen? | 4 |
| 1.3 | Kritische Metalle und Ressourcengerechtigkeit | 6 |
| 1.4 | Technologisch-ökologische Bausteine einer Ressourcenpolitik, Ressourceneffizienz und Konzentration | 7 |
| 1.5 | Stoffe, Entropie und Dissipation | 9 |
| 1.6 | Große Transformation – Metalle und gesellschaftliches Naturverhältnis . | 10 |
| 1.7 | Stoffliche Voraussetzungen der Energiewende – energetische Voraussetzungen der Stoffwende | 12 |
| 1.8 | Zusammenfassung: Grundmaxime für Metallnutzung | 13 |
| | Literatur | 15 |

Teil I Grundlagen und Blickrichtungen

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2 | Kritikalität und Positionalität: Was ist kritisch für wen – und weshalb? . . | 19 |
| | Rainer Walz, Miriam Bodenheimer und Carsten Gandenberger | |
| 2.1 | Einführung | 19 |
| 2.2 | Konzeptionelle Grundlagen | 20 |
| 2.3 | Begründungszusammenhänge | 21 |
| 2.4 | Institutionalisierung der Kritikalität in Bewertungsschemata | 28 |
| 2.5 | Schlussfolgerungen | 32 |
| | Literatur | 35 |
| 3 | Gutes Leben am Rande eines schwarzen Lochs – Entwicklungsextraktivismus, informeller Kleinbergbau und die solidarische Ökonomie | 39 |
| | Elmar Altvater | |
| 3.1 | Einleitung | 39 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3.2 | Rohstoffreichtum mit Risiken und Nebenwirkungen | 41 |
| 3.3 | In- und Unwertsetzung | 43 |
| 3.4 | Neoextraktivismus | 45 |
| 3.5 | Informeller Kleinbergbau folgt maschinell ausgebeuteten Minen | 47 |
| 3.6 | Das „gute Leben“ in solidarischer Ökonomie | 48 |
| | Literatur | 50 |
| 4 | Konzentration, Funktionalität und Dissipation – Grundkategorien zum Verständnis der Verfügbarkeit metallischer Rohstoffe | 53 |
| | Klaus Kümmerer | |
| 4.1 | Einführung | 53 |
| 4.2 | Fallbeispiel LED | 55 |
| 4.3 | Seltenheit | 57 |
| 4.4 | Konzentration | 62 |
| 4.5 | Funktion | 67 |
| 4.6 | Dissipation | 69 |
| 4.7 | Dissipativ kluges Stoffstrommanagement – Design für minimale Dissipation | 84 |
| | Literatur | 85 |
| 5 | Die geologische Verfügbarkeit von Metallen am Beispiel Kupfer | 87 |
| | Werner Zittel | |
| 5.1 | Einführung | 87 |
| 5.2 | Reserven und Ressourcen – wie prognostiziert man Knappheiten? | 88 |
| 5.3 | Beispiel Kupferförderung – historischer Längsschnitt | 91 |
| 5.4 | Die künftige Verfügbarkeit von Kupfer | 95 |
| 5.5 | Die Verwendung von Kupfer | 100 |
| 5.6 | Zusammenfassung | 103 |
| | Literatur | 105 |
| 6 | Die stofflichen Voraussetzungen der Energiewende in der Großen Transformation | 109 |
| | Martin Held und Armin Reller | |
| 6.1 | Einleitung | 109 |
| 6.2 | Stoff, Zeit und Energie – zeitökologische Grundlagen | 111 |
| 6.3 | Die fossile Beschleunigung und Steigerung der Stoffmobilisierung | 113 |
| 6.4 | Nichtnachhaltigkeit und Große Transformation | 118 |
| 6.5 | Energiewende und Stoffwende: Zwei Bausteine der Großen Transformation | 122 |
| 6.6 | Stoffliche Voraussetzungen der Energiewende | 124 |
| 6.7 | Von statischer Reichweite zu Funktionen von Metallen und nachhaltiger Nutzung | 126 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 6.8 | Nachhaltigkeitsregeln für Metalle | 129 |
| 6.9 | Fazit | 133 |
| | Literatur | 133 |

Teil II Metallpolitiken und ihre Auswirkungen

| | | |
|------|--|-----|
| 7 | Neue Ressourcenpolitik – nachhaltige Geopolitik? Staatliche Initiativen des globalen Nordens zur Sicherung von kritischen Rohstoffen am Beispiel der Seltenen Erden | 141 |
| | Lutz Mez und Behrooz Abdolvand | |
| 7.1 | Einleitung | 141 |
| 7.2 | Die Rolle von Rohstoffen in der klassischen Geopolitik | 143 |
| 7.3 | Einsatzbereiche für Seltene Erden und strategisch wichtige Metalle | 147 |
| 7.4 | Versorgungslage bei leichten und bei schweren Seltenen Erden | 148 |
| 7.5 | Die EU-Rohstoffinitiative | 150 |
| 7.6 | Die Rohstoffinitiative der USA – <i>Mining the Future</i> | 152 |
| 7.7 | Die japanische Rohstoffinitiative – mit Urban Mining Recycling von Seltenen Erden im großen Stil | 154 |
| 7.8 | Geostrategie vs. nachhaltige Entwicklung | 156 |
| | Literatur | 158 |
| 8 | Das UN-Tiefseebergbauregime als Beispiel für Aneignung und Inwertsetzung von <i>Common Heritage of Mankind</i> | 161 |
| | Stefan Brocza und Andreas Brocza | |
| 8.1 | Einleitung | 161 |
| 8.2 | Gebietshoheit vs. souveränitätsfreier Raum – aktuelle Tendenzen zur „Terranisierung“ | 162 |
| 8.3 | Internationales Seerecht – Schaffung eines Tiefseebergbauregimes | 163 |
| 8.4 | Das gemeinsame Erbe der Menschheit | 165 |
| 8.5 | Internationale Meeresbodenbehörde (IMB) und <i>Mining Codes</i> | 166 |
| 8.6 | Beispiele für Lizenzvergaben | 168 |
| 8.7 | Wirtschaftlichkeit des Tiefseebergbaus | 172 |
| 8.8 | Konfliktpotenzial Umweltschutz | 173 |
| 8.9 | Landnahme, Einhegung, Akkumulation durch Enteignung | 173 |
| 8.10 | Schlussbetrachtung | 176 |
| | Literatur | 177 |
| 9 | Das Feuer des Drachens – Ressourcenfragen in der „Weltfabrik“ | 181 |
| | Josef Baum | |
| 9.1 | Einführung | 181 |
| 9.2 | Steigende Importpreise, sinkende Exportpreise | 182 |
| 9.3 | Stahlproduktion als atemberaubendes Paradigma | 182 |

| | | |
|---|--|------------|
| 9.4 | Was folgt nach dem Durchbruch? | 183 |
| 9.5 | China prägt die nichtlineare Entwicklung der Weltstahlproduktion – wer folgt? | 184 |
| 9.6 | Externer Extraktivismus und der Fluch der Emissionen | 185 |
| 9.7 | Chinas heutige Entwicklung als Teil der langen Wellen der Globalgeschichte | 186 |
| 9.8 | Ressourcenoptimierung in der historischen Innenexpansion | 187 |
| 9.9 | Urbanisierung und Motorisierung wie gehabt? | 188 |
| 9.10 | Indikatoren mit chinesischen Charakteristika | 189 |
| 9.11 | Plan B oder C? | 191 |
| 9.12 | China als neue Hegemonialmacht? | 192 |
| 9.13 | Grundsätzlicher sozial-ökologischer Paradigmenwechsel am ehesten in China | 193 |
| | Literatur | 194 |
| 10 | Ein Stoff macht Zukunft. Zum sozialen Leben von Lithium am Salar de Uyuni, Bolivien | 197 |
| | Katrin Vogel | |
| 10.1 | Einleitung | 197 |
| 10.2 | Lithium: Motor für technologischen Wandel | 198 |
| 10.3 | Der Salar de Uyuni und die nationale Lithiumstrategie | 199 |
| 10.4 | Das soziale Leben von Lithium am Salar | 202 |
| 10.5 | Fazit | 212 |
| | Literatur | 213 |
| Teil III Technologiemetalle, Produkte und Märkte | | |
| 11 | Bedarf an Metallen für eine globale Energiewende bis 2050 – Diskussion möglicher Versorgungsgrenzen | 217 |
| | Ernst Schriebl und Martin Bruckner | |
| 11.1 | Einleitung | 217 |
| 11.2 | Die Szenarioannahmen im Detail | 218 |
| 11.3 | Ergebnisse des Szenarios – Entwicklung des Metallbedarfs bis 2050 | 225 |
| 11.4 | Diskussion und Vergleich mit anderen Studien | 228 |
| 11.5 | Zusammenfassung und Schlussfolgerungen | 231 |
| | Literatur | 232 |

12 Knappe Metalle, Peak Oil und mögliche wirtschaftliche Folgen – Vergleich zweier ökonomischer Modelle zu möglichen Folgen von Verfügbarkeitsgrenzen bei fossilen Energien und Metallen 235
Ulrike Lehr, Marc Ingo Wolter, Anett Großmann, Kirsten Wiebe und Peter Fleissner

12.1 Eine Frage – zwei Modelle 235

12.2 Modellansätze 236

12.3 Ergebnisse: Knappe Metalle, Peak Oil und mögliche wirtschaftliche Folgen 243

12.4 Fazit: Bremsen knappe Metalle die Transformation des Energiesystems? 247

Literatur 248

13 Recycling von Technologiemetallen – Status, Trends und Perspektiven für globale Partnerschaften 251
Daniel Bleher und Doris Schüler

13.1 Einleitung 251

13.2 Aktueller Stand zum globalen Recycling 252

13.3 Umweltauswirkungen durch das Recycling ausgewählter Technologiemetalle 256

13.4 Recycling von Spezialmetallen am Beispiel der Seltenen Erden 260

13.5 Globale Recyclingpartnerschaften 263

13.6 Fazit und Perspektiven 266

Literatur 266

14 Das „Fairphone“ – ein Impuls in Richtung nachhaltige Elektronik? 269
Joshena Dießenbacher und Armin Reller

14.1 Einführung 269

14.2 Dynamiken der Konsumgesellschaft: Das Smartphone und die Popularisierung der Gerätschaften 271

14.3 Hintergründe von Lebensstilen analysieren mit Stoffgeschichten 274

14.4 Metallische Rohstoffe im Smartphone: „Ökologischer Rucksack“ und Dissipationsrisiko 276

14.5 Kongokrieg und Rohstoffhandel 281

14.6 Vom „Bluthandy“ zum „Dodd-Frank Act“ und zu Zertifizierungsinitiativen 282

14.7 Das „Fairphone“: Ziele, Kritikpunkte und Erfolge 286

14.8 Fazit und Ausblick 287

Literatur 289

Teil IV Grenzen der Verfügbarkeit von Metallen und Verteilung

**15 Verkaufte Zukunft? Verfügbarkeitsgrenzen bei Metallen –
neue Verteilungsfragen in einer Perspektive
globaler Zustimmungsfähigkeit 295**
Andreas Exner, Christian Lauk und Werner Zittel

15.1 Einleitung 295

15.2 Ungleichverteilung metallischer Rohstoffe am Beispiel Kupfer 297

15.3 Neue Stoffbedarfe und sozial-ökologische Fördergrenzen 300

15.4 Regulierungserfordernisse in einer Perspektive der Rohstoffgleichheit
bei Metallen 301

15.5 Ansätze zu Politiken der Rohstoffgleichheit bei Metallen 306

15.6 Fazit 312

 Literatur 313

**16 Die energetischen Voraussetzungen der Stoffwende und das Konzept
des EROEI 317**
Jörg Schindler

16.1 Einleitung 317

16.2 EROEI – das Konzept 318

16.3 EROEI bei der Energiebereitstellung 322

16.4 Folgerungen aus der EROEI-Betrachtung 329

16.5 Schlussfolgerungen für die Große Transformation 332

 Literatur 333

Sachverzeichnis 335