

Rohstoffe für die Energieversorgung der Zukunft

Geologie – Märkte – Umwelteinflüsse

Gerhard Angerer | Peter Buchholz | Jens Gutzmer | Christian Hagelüken
Peter Herzig | Ralf Littke | Rudolf K. Thauer | Friedrich-Wilhelm Wellmer

Inhalt

| | |
|--|-----|
| Abkürzungen und Einheiten | 6 |
| Zusammenfassung..... | 11 |
| 1. Einleitung..... | 24 |
| 2. Grundlagen..... | 26 |
| 2.1 Klassische Gliederung der Rohstoffe und Definitionen | 26 |
| 2.2 Reserven, Ressourcen und Geopotenziale | 28 |
| 2.3 Kritische und wirtschaftsstrategische Rohstoffe | 30 |
| 2.4 Verfügbarkeiten von Rohstoffen: der Regelkreis der Rohstoffversorgung und Rohstoffstudien | 34 |
| 2.4.1 Der Regelkreis der Rohstoffversorgung | 35 |
| 2.4.2 Studien zur Rohstoffkritikalität | 36 |
| 3. Rohstoffversorgung und Einflüsse der Weltwirtschaft | 40 |
| 3.1 Primärgewinnung von Rohstoffen und Reichweitenprognose | 40 |
| 3.1.1 Produktionspeak statt „Reichweite“? | 44 |
| 3.1.2 Energie und Wasserbedarf | 47 |
| 3.2 Preisbildungs- und Marktmechanismen | 50 |
| 3.3 Die Nachfrageseite | 54 |
| 3.3.1 Allgemeine Entwicklungen | 55 |
| 3.3.2 Technologieentwicklung auf der Nachfrageseite..... | 58 |
| 3.4 Die Angebotsseite | 64 |
| 3.4.1 Geologische und bergwirtschaftliche Einflüsse auf das Angebot von Primärrohstoffen..... | 64 |
| 3.4.2 Politische und soziale Einflüsse auf das Angebot von Primärrohstoffen..... | 70 |
| 3.4.3 Technologien für die Rohstoffexploration und -gewinnung..... | 83 |
| 3.4.4 Das Angebot von Sekundärrohstoffen | 91 |
| 3.4.5 Entwicklung von Technologien für das Recycling von sekundären Rohstoffen..... | 100 |
| 3.4.6 Der Einfluss von Substitution und steigender Materialeffizienz auf das Rohstoffangebot | 102 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4. | Aktuelle Rohstoffsituation – ein Überblick | 109 |
| 4.1 | Versorgungssituation bei mineralischen Rohstoffen | 112 |
| 4.1.1 | Gründung einer deutschen Rohstoffgesellschaft? | 114 |
| 4.1.2 | Ausweichstrategien für eine sichere Versorgung | 117 |
| 4.1.3 | Sekundärrohstoffe erhöhen die Versorgungssicherheit | 117 |
| 4.2 | Versorgungssituation bei fossilen Energierohstoffen | 119 |
| 4.3 | Versorgungssituation bei Biomasse | 123 |
| 4.3.1 | Anteile der Bioenergie am Primärenergieverbrauch | 125 |
| 4.3.2 | Bilanzierung der pflanzlichen Biomasseproduktion auf dem Land | 127 |
| 4.3.3 | Biomasse aus Wäldern | 128 |
| 4.3.4 | Biomasse aus der Landwirtschaft | 130 |
| 4.3.5 | Lignocellulose | 132 |
| 4.3.6 | Land, Böden, Wasser, Stickstoff, Phosphor und Kalium | 132 |
| 4.3.7 | Ökonomische Aspekte der Biomassenutzung | 136 |
| 5. | Entwicklung des Rohstoffbedarfs des Energiesystems | 139 |
| 5.1 | Nachfragekonkurrenzen bei kritischen Rohstoffen für Energietechnologien | 141 |
| 5.2 | Reaktionsfähigkeit des globalen Rohstoffsystems | 143 |
| 5.3 | Kritische Ressourcen für die Energiewende | 145 |
| 5.3.1 | Rohstoff-Kritikalitätsstudien: Metastudien im Vergleich | 145 |
| 5.3.2 | Analysen zu kritischen Rohstoffen für die Energiewende im Vergleich | 148 |
| 5.4 | Eigene Kritikalitätseinschätzungen | 150 |
| 5.4.1 | Rohstoffe aus eigenständigen Lagerstätten, insbesondere die Seltene-Erden-Elemente, und beibrechende Elemente | 150 |
| 5.4.2 | Phosphor und das Edelgas Helium | 155 |
| 5.4.3 | Die Elemente Lithium und Kupfer | 156 |
| 6. | Fazit | 159 |
| 7. | Anhang | 167 |
| | Glossar | 179 |
| | Literatur | 182 |
| | Über das Akademieprojekt | 196 |