



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Die Bedeutung der wirtschaftlichen Verfügbarkeit von Rohstoffen</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literaturüberblick zu Rohstoffknappheit und Rohstoffpreisen</b>	<b>5</b>
2.1	Die These: Rohstoffknappheit als (absolute) Wachstumsgrenze . . . . .	5
2.1.1	Thomas Malthus: Begrenztes Ackerland als Wachstumsgrenze . . . . .	6
2.1.2	Lagerstättenqualität und Exploration neuer Lagerstätten bei Ricardo und Mill . . . . .	7
2.1.3	Politische Reaktionen: Conservation Movement und staatliche Markteingriffe . . . . .	8
2.1.4	Die „Grenzen des Wachstums“ von 1972 . . . . .	9
2.1.5	2013: Konsumieren wir uns zu Tode? . . . . .	10
2.1.6	Zwischenfazit . . . . .	14
2.2	Die Gegenthese: Die Märkte verhindern oder vermindern Rohstoffknappheit	15
2.2.1	Die Ölkrise . . . . .	17
2.2.2	Die Kautschukkrisen . . . . .	18
2.2.3	Die amerikanische Holzkrise ab 1900 . . . . .	19
2.2.4	Die Walölkrise und die englische Holzkrise ab 1550 . . . . .	20
2.2.5	Die Zinnkrise in der Antike . . . . .	21
2.2.6	Schlussfolgerungen der Autoren . . . . .	21
2.2.7	Fazit . . . . .	22
2.3	Das Maß der Endlichkeit endlicher Rohstoffe: Wie groß ist die Ressourcenbasis? . . . . .	23
2.4	Preise als (unvollkommenes) Knappheitsmaß für Rohstoffe . . . . .	27
2.5	Eine kurze Geschichte der Rohstoffpreise . . . . .	30
2.5.1	Wichtige Rohstoff-Booms . . . . .	31
2.5.2	Langfristige Preistrends . . . . .	33
2.5.3	Die Entwicklung der Zeitreihenökonomie . . . . .	35

2.6	Makroökonomische und rohstoffübergreifende Kennzahlen zur Analyse der Rohstoffpreise . . . . .	37
2.6.1	Inflation . . . . .	38
2.6.2	Leitzins-Sätze und Kreditzinsen . . . . .	40
2.6.3	Wirtschaftswachstum . . . . .	41
2.6.4	Weltbevölkerung . . . . .	42
2.7	Fundamentale und rohstoffspezifische Einflussfaktoren . . . . .	42
2.7.1	Produktion und Produktionskosten . . . . .	43
2.7.2	Qualität und Umfang der Lagerstätten . . . . .	44
2.7.3	Technischer Fortschritt . . . . .	46
2.7.4	Wirtschaftliches, politisches und gesellschaftliches Umfeld . . . . .	47
2.7.5	Marktstruktur . . . . .	49
2.7.6	Recycling . . . . .	49
2.7.7	Lagerhaltung . . . . .	51
2.7.8	Substituierbarkeit und Koppelproduktion . . . . .	51
2.7.9	Nachfrage-trends und Nachfragestruktur . . . . .	53
2.7.10	Sonstige Faktoren . . . . .	55
2.8	Nicht-Fundamentale Faktoren . . . . .	55
<b>3</b>	<b>Datenquellen und Grundlagen zu den analysierten Rohstoffen</b>	<b>59</b>
3.1	Datenquellen . . . . .	59
3.1.1	U.S. Geological Survey . . . . .	59
3.1.2	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe bzw. Deutsche Rohstoffagentur . . . . .	61
3.2	Rohstoff-Überblick . . . . .	62
3.3	Die Häufigkeit in der Erdkruste . . . . .	66
3.4	Die behandelten Rohstoffe im Kurzüberblick . . . . .	73
3.4.1	Edelmetalle . . . . .	73
3.4.2	Industriemetalle . . . . .	74
3.4.3	Massengüter . . . . .	77
3.4.4	Weitere Rohstoffe und Gewürzmetalle . . . . .	79

<b>4</b>	<b>Analyse des zeitlichen Trends von Rohstoffpreisen</b>	<b>87</b>
4.1	Korrektur der Inflationsrate . . . . .	88
4.2	Die korrigierten realen Rohstoffpreise . . . . .	91
4.3	Regressionsanalysen des zeitlichen Preistrends . . . . .	102
4.3.1	Erkennung und Eingrenzung der Folgen fehlender Stationarität . . . . .	103
4.3.2	Korrektur fehlender Stationarität durch „Entfernung“ der Auto- korrelation . . . . .	108
4.3.3	Berechnung . . . . .	110
4.3.4	Ergebnisse der Regressionsanalysen . . . . .	111
4.4	Fazit . . . . .	138
<b>5</b>	<b>Empirische Analyse des Einflusses von Fundamentalfaktoren auf den Rohstoffpreis</b>	<b>141</b>
5.1	Untersuchung der linearen Einflussfaktoren* . . . . .	141
5.1.1	Methode und Vorgehen . . . . .	144
5.1.2	Ergebnisse . . . . .	155
5.1.3	Diskussion . . . . .	165
5.1.4	Fazit und Ausblick . . . . .	168
5.2	Nichtlineare und zeitversetzte Einflüsse auf den Rohstoffpreis* . . . . .	169
5.2.1	Auswahl der Funktionen . . . . .	170
5.2.2	Ergebnisse . . . . .	171
5.2.3	Fazit . . . . .	184
5.3	Beschreibung, Ergebnisse und Diskussion der Faktor-Regressionen . . . . .	185
5.3.1	Datensatz und Vorgehen . . . . .	185
5.3.2	Ergebnisse . . . . .	187
5.3.3	Bewertung und Schlussfolgerungen . . . . .	192
<b>6</b>	<b>Handlungsempfehlungen und unternehmerische Anwendung</b>	<b>197</b>
6.1	Ontologiebasierte Informationssysteme - Teil 1* . . . . .	198
6.1.1	Grundlagen von Ontologien . . . . .	199
6.1.2	Grundlagen von service-orientierten Architekturen (SOA) . . . . .	201
6.1.3	Informationsbedarf für eine Rohstoff-Ontologie . . . . .	202
6.1.4	Anforderungsermittlung (Requirements Engineering) . . . . .	203
6.1.5	Die Architektur für ein ontologiebasiertes, service-orientiertes Rohstoff-Informationssystem . . . . .	204

6.1.6	Konzeptuelle Evaluation . . . . .	209
6.1.7	Fazit . . . . .	210
6.2	Ein ontologiebasierter Ansatz zur automatischen Kritikalitätsberechnung*	210
6.2.1	Methode und Vorgehen . . . . .	210
6.2.2	Eine Arbeitsdefinition für Kritikalität . . . . .	211
6.2.3	SWRL im Detail . . . . .	215
6.2.4	Formale Spezifikation in OWL und SWRL . . . . .	215
6.2.5	Implementierung . . . . .	216
6.2.6	Ergebnisse und Evaluation . . . . .	220
6.2.7	Diskussion . . . . .	225
6.2.8	Ausblick . . . . .	230
6.3	Simulation von Rohstoffmärkten mit System Dynamics*	230
6.3.1	Motivation . . . . .	231
6.3.2	Grundlagen von System Dynamics . . . . .	232
6.3.3	Modellierung mit System Dynamics . . . . .	232
6.3.4	Strukturelles Modellverhalten . . . . .	234
6.3.5	Szenariobasierte Simulation . . . . .	235
6.3.6	Simulationsergebnisse . . . . .	239
6.3.7	Fazit . . . . .	243
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>245</b>
7.1	Zusammenfassung und Fazit . . . . .	245
7.2	Ausblick . . . . .	252
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>258</b>
<b>A</b>	<b>Tabellen und Zeitreihen</b>	<b>271</b>
A.1	Die verschiedenen Deflatoren ab 1870, normiert auf 2013 . . . . .	271
A.2	Die Änderung der Rohstoffpreise ab 1900 – vollständige Tabelle . . . . .	276
A.3	Die detaillierte Entwicklung der Realpreise für alle Rohstoffe . . . . .	295