



Inhaltsverzeichnis

1	Die Bedeutung der wirtschaftlichen Verfügbarkeit von Rohstoffen	1
2	Literaturüberblick zu Rohstoffknappheit und Rohstoffpreisen	5
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
3	Datenquellen und Grundlagen zu den analysierten Rohstoffen	59
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

4	Analyse des zeitlichen Trends von Rohstoffpreisen	87
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
5	Empirische Analyse des Einflusses von Fundamentalfaktoren auf den Rohstoffpreis	141
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
6	Handlungsempfehlungen und unternehmerische Anwendung	197
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
7	Schlussfolgerungen	245
7.1	Zusammenfassung und Fazit	245
7.2	Ausblick	252
	Literaturverzeichnis	258
A	Tabellen und Zeitreihen	271
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