

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XIII
Abkürzungsverzeichnis	XV
Symbolverzeichnis	XVII
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Rahmenbedingungen der Erdölförderung</b>	<b>7</b>
2.1 Die Förderung aus Erdölvorkommen . . . . .	7
2.1.1 Die Entstehung von Lagerstätten . . . . .	7
2.1.2 Heterogenität und Rohölsorten . . . . .	9
2.1.3 Wertschöpfungskette und Verwendungsrichtungen . . . . .	11
2.1.4 Reserven und Ressourcen . . . . .	16
2.2 Der heutige Erdölmarkt . . . . .	18
2.2.1 Die wachsende Nachfrage nach Erdöl . . . . .	18
2.2.2 Das Angebot und bedeutende Handelsströme . . . . .	21
2.2.3 Der Rohölpreis – Bedeutende Einflussfaktoren . . . . .	25
<b>3 Die unkonventionellen Erdölvorkommen</b>	<b>29</b>
3.1 Schwerstöl . . . . .	30
3.1.1 Entstehung und Eigenschaften . . . . .	30
3.1.2 Vorkommen in Venezuela . . . . .	31
3.2 Ölsände . . . . .	35
3.2.1 Entstehung und Eigenschaften . . . . .	35
3.2.2 Vorkommen in Kanada . . . . .	36
3.3 Ölschiefer . . . . .	42
3.3.1 Entstehung und Eigenschaften . . . . .	42
3.3.2 Vorkommen in den USA . . . . .	43
3.4 Hydraulic Fracturing bzw. Fracking . . . . .	44
3.4.1 Erforderlichkeit des Fracturings . . . . .	44

3.4.2	Vorkommen in den USA . . . . .	45
3.5	Synthetische Ölprodukte . . . . .	46
3.5.1	Die Verflüssigung von Kohle . . . . .	46
3.5.2	Die Verflüssigung von Erdgas . . . . .	48
3.5.3	Kraftstoffe und Beimischungen aus Biomasse . . . . .	49
<b>4</b>	<b>Zur Ökonomie unkonventioneller Erdölvorkommen</b>	<b>51</b>
4.1	Preisdifferenzen zu konventionellem Erdöl . . . . .	51
4.2	Investitionskosten und variable Kosten . . . . .	53
4.2.1	Größenordnungen und Einordnung . . . . .	53
4.2.2	Erklärungsansätze ausgewählter Einflussfaktoren . . . . .	56
4.2.2.1	Förderprofil eines Reservoirs und einer Region . . . . .	56
4.2.2.2	Skaleneffekte und Fixkostendegression . . . . .	58
4.2.2.3	Erfahrungseffekte . . . . .	60
4.2.2.4	Märkte für Input-Faktoren . . . . .	66
4.2.3	Exkurs: Investitionshemmnisse unter Unsicherheit . . . . .	67
4.2.3.1	Der Wert des Abwartens . . . . .	67
4.2.3.2	Das Hold-up-Problem . . . . .	68
4.2.3.3	Unsicherheiten bei unkonventionellen Erdölvorkommen . . . . .	69
4.3	Ausgewählte Umweltaspekte . . . . .	70
4.3.1	Energieeinsatz – die Rolle von Erdgas . . . . .	71
4.3.2	Schadstoffemission und Klimaschutz . . . . .	73
4.3.2.1	Schadstoffemissionen der unkonventionellen Ölförderung . . . . .	74
4.3.2.2	Nationale Klimaschutzpolitik . . . . .	76
4.3.2.3	Internationale Klimaschutzpolitik . . . . .	82
4.3.2.4	Ökonomische Aspekte einer Vermeidungstechnik . . . . .	85
4.3.3	Wasser- und Flächenverbrauch . . . . .	86
4.4	Venezuela: Politisches System und Ressourcenfluch . . . . .	88
4.4.1	Lähmung durch die Bolivarische Revolution . . . . .	88
4.4.2	Eine Einordnung in die Theorie des Ressourcenfluchs . . . . .	90
<b>5</b>	<b>Unkonventionelles Öl im ressourcenökonomischen Kontext</b>	<b>93</b>
5.1	Einordnung und Vorgehensweise . . . . .	93
5.1.1	Kurze mathematische Einordnung . . . . .	93
5.1.2	Ziele und Vorgehen der Modellierung . . . . .	95

5.2	Grundlegende Annahmen und Implikationen . . . . .	96
5.2.1	Den Markt betreffende Prämissen . . . . .	96
5.2.2	Die Akteure betreffende Prämissen . . . . .	98
5.2.3	Die Ressourcen betreffende Prämissen . . . . .	98
5.3	Grundmodell mit einheitlichen Grenzkosten . . . . .	99
5.3.1	Zielfunktional . . . . .	102
5.3.2	Nebenbedingung . . . . .	102
5.3.3	Die Hamilton-Funktion und der Schattenpreis . . . . .	103
5.3.4	Die Maximierungsbedingung . . . . .	104
5.3.5	Die kanonischen Gleichungen und die Transversalitätsbedingung . . . . .	105
5.3.6	Die Gleichgewichtspfade . . . . .	107
5.3.7	Das ökonomische Kalkül – die Rolle der Knappheitsrente . . . . .	111
5.3.8	Parameteränderungen . . . . .	113
5.3.9	Variationen des Grundmodells . . . . .	115
5.3.9.1	Variation I: Unendlicher Planungshorizont . . . . .	115
5.3.9.2	Variation II: Monopolistischer Anbieter . . . . .	116
5.3.9.3	Variation III: Zeitabhängige Grenzkosten . . . . .	117
5.3.9.4	Variation IV: Reservenabhängige Grenzkosten . . . . .	118
5.4	Modell mit unkonventionellen Erdölvorkommen . . . . .	120
5.4.1	Zusätzliche Annahmen . . . . .	120
5.4.2	Szenarien eines Gleichgewichts . . . . .	121
5.4.3	Die Herfindahl-Regel sequenzieller Förderung . . . . .	123
5.4.4	Entwicklungen unkonventioneller Vorkommen . . . . .	128
5.5	Modell mit synthetischen Ölen . . . . .	132
5.5.1	Zusätzliche Annahmen . . . . .	132
5.5.2	Das Gleichgewicht mit Backstop-Technologie . . . . .	132
5.6	Zwischenfazit . . . . .	135
5.7	Förderratenabhängige Grenzkosten . . . . .	136
5.7.1	Auswirkungen auf das Angebot . . . . .	137
5.7.2	Die simultane Förderung . . . . .	142
5.7.2.1	Das intratemporale Marktgleichgewicht . . . . .	142
5.7.2.2	Das intertemporale Marktgleichgewicht . . . . .	145
5.7.2.3	Der Preis- und der Mengenpfad . . . . .	150
5.7.3	Backstop-Technologie . . . . .	152
5.8	Abschließende Modellbetrachtung . . . . .	154

<b>Anhang</b>	<b>XIX</b>
A Einheitliche, konstante Grenzkosten . . . . .	XIX
A.1 Gleichgewichtspfade bei linearer Nachfragefunktion . . . . .	XIX
A.2 Parameteränderungen . . . . .	XX
B Förderratenabhängige, gemischt-quadratische Kostenfunktionen . .	XXIII
B.1 Intratemporales Marktgleichgewicht bei linearer Nachfragefunktion . . . . .	XXIII
B.2 Intertemporale Entwicklung der kumulierten Angebotsfunktion . . . . .	XXVI
B.3 Der Preis- und der Mengenpfad im Zeitablauf . . . . .	XXVIII
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>XXXV</b>