

Martin Meyer-Renschhausen, Philipp Klippel

Schiefergas-Boom in den USA

Technologie – Ökonomie – Umweltaspekte



Martin Meyer-Renschhausen, Philipp Klippel
Schiefergas-Boom in den USA

Ökologie und Wirtschaftsforschung

Band 102

Martin Meyer-Renschhausen,
Philipp Klippel

Schiefergas-Boom in den USA

Technologie – Wirtschaftlichkeit – Umwelteffekte

Metropolis-Verlag
Marburg 2017

Umschlag auf dem Buchcover: © Breitling Energy Companies

Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

Metropolis-Verlag für Ökonomie, Gesellschaft und Politik GmbH

<http://www.metropolis-verlag.de>

Copyright: Metropolis-Verlag, Marburg 2017

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 9783731612582 (Printausgabe)

ISBN 9783731662587 (E-Book)

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	11
Abbildungsverzeichnis	13
Abkürzungsverzeichnis	17
Einheitenverzeichnis	19
Kapitel 1 – Einleitung	21
Kapitel 2 – Schiefergas- und Schieferölvorkommen in den USA	23
2.1 Besondere Charakteristika der Schiefergas- und Schieferölförderung	25
2.2 Reserven und Ressourcen	29
2.2.1 Kennwerte zur Klassifizierung von Kohlenwasserstoffvorkommen	29
2.3 US-Schiefergas-Fördergebiete und -Fördermengen	31
2.3.1 Technisch gewinnbare Ressourcen in den US-Schiefergas-Fördergebieten	34
2.3.2 Reichweite der US-Schiefergasmengen	36
2.4 US-Tightöl-Fördergebiete und -Fördermengen	37
2.4.1 Technisch gewinnbare Ressourcen in den US-Tightöl-Fördergebieten	39
2.4.2 Reichweite der US-Tightölmengen	40

Kapitel 3 – Schiefergas und Schieferöl international	41
3.1 Übersicht über die möglichen Schiefergas- und Schieferölvorkommen weltweit	41
3.2 Kommerzielle Schiefergas- und Tightölförderung weltweit	43
3.3 Schieferöl- und Schiefergasvorkommen in Deutschland	47
3.3.1 Lagerstätten und technische gewinnbare Ressourcen in Deutschland	47
3.3.2 Rechtliche Situation in Deutschland	50
Kapitel 4 – Phasen und technische Aspekte der Entwicklung eines Schiefergas- und Schieferölbohrplatzes	53
4.1 Vorbereitung und Exploration	53
4.2 Feldentwicklungsphase	54
4.2.1 Vorbereitung der Bohrung	55
4.2.2 Bohrtechnologien	56
4.2.3 Produktionsbohrung	57
4.3 Grundlagen des Frackings	60
4.3.1 Prozessfluide	60
4.3.2 Überblick der verwendeten Chemikalien beim Fracking mit Slickwater	63
4.3.3 Stützmittel	64
4.3.4 Wassermanagement	64
4.4 Stimulationsphase	70
4.4.1 Frackingtechnologien	70
4.5 Refracking von Bohrungen	74
4.5.1 Refracking-Verfahren	76
4.5.2 Aktuelle Verbreitung und zukünftige Potentiale von Refracking in den USA	78
4.6 Förderung und Weiterverarbeitung	81
4.7 Rückbauphase	81
4.8 Technologischer Fortschritt in der unkonventionellen Gas- und Ölgewinnung	82

Kapitel 5 – Umwelteffekte der Schiefergas- und Schieferölförderung	83
5.1 Wasserkontamination durch die Schiefergas- und Schieferölförderung	84
5.1.1 Grundwasserkontamination	84
5.1.2 Kontamination von Gewässern und Grundwasser durch Vorfälle an der Oberfläche	99
5.2 Wasserverbrauch bei der Schiefergas- und Schieferölförderung	101
5.2.1 Determinanten des Wasserverbrauchs	102
5.2.2 Problematik des Wasserverbrauchs bei der Schiefergas- und Schieferölförderung	103
5.2.3 Reduktion des Wasserverbrauchs durch Recycling	106
5.2.4 Weitere Möglichkeiten zur Reduktion des Frischwasserverbrauchs	113
5.3 Luftkontamination durch die Schiefergas- und Schieferölförderung	113
5.3.1 Überblick über die Luftschadstoffe und deren Quellen	113
5.3.2 Besondere Emissionscharakteristika der Schiefergas- und Schieferölförderung	114
5.3.3 Umfang der Luftschadstoffemissionen	116
5.4 Seismische Aktivitäten	119
5.4.1 Grundlagen und natürliche Seismizität	120
5.4.2 Stimulierte Seismizität	120
5.5 Weitere Umwelteffekte der Schiefergas- und Schieferölförderung	122
5.6 Monitoringkonzepte und Prognoseverfahren	123
5.6.1 Grundwassermonitoring	123
5.7 Umwelteffekte der US-Schiefergas- und Schieferölförderung – Schlussbemerkung	124

Kapitel 6 – Umweltrechtliche Rahmenbedingungen in den USA	127
6.1 Regulatorische Rahmenbedingungen auf nationaler Ebene in den USA	128
6.1.2 Bohrgenehmigung und Landnutzung	132
6.1.3 Regelungen zum Schutz der Oberflächengewässer	132
6.1.4 Regelungen zum Schutz des Trinkwassers	133
6.1.5 Regelungen zum Schutz der Luftqualität	135
6.1.6 Weitere nationale US-Gesetze	147
6.1.7 Umweltschutzregelungen auf nationaler Ebene mit Auswirkungen auf die Schiefergas- und Schieferölförderung – Erfolge und Defizite	149
6.2 Regulatorische Rahmenbedingungen auf bundesstaatlicher Ebene in den USA	151
6.2.1 Bundesstaatliche Regelungen für den Grundwasserschutz	151
6.2.2 Bundesstaatliche Regelungen für die Wasserentnahme	152
6.3 Nationale Regelungen zum Klimaschutz und ihre Wirkungen auf die Schiefergas- und Schieferölförderung	156
Kapitel 7 – Politische Rahmenbedingungen in den USA	161
7.1 Fördermaßnahmen zugunsten der unkonventionellen Gasgewinnung	161
7.2 US-Steuern	163
7.2.1 Nationale Körperschaftssteuer	163
7.2.2 Bundesstaatliche Körperschaftssteuern	164
7.2.3 Spezielle Steuern für die US-Gas- und Ölförderung	165
7.3 Nationale Subventionen in den USA zugunsten der Schiefergas- und Schieferölförderung	165
7.3.1 Sofortige Abschreibung der immateriellen Bohrkosten bei Bohrung und Fertigstellung	166
7.3.2 Absetzbarkeit der Wertminderung der Ressourcen	167
7.3.3 Steuererleichterung bei Produktion im Inland	171

7.3.4	Verkürzte Abschreibungszeiten für die Gasindustrie	171
7.4	Zusammenfassung	172

Kapitel 8 – Wirtschaftlichkeit der Schiefergas- und Schieferölförderung in den USA 173

8.1	Preisentwicklung auf dem US-Gas- und Ölmarkt	174
8.2	Produktionsentwicklung in der Schiefergas- und Schieferölindustrie	178
8.3	Kostenentwicklung in der US-Schiefergas- und Schieferölindustrie	180
8.4	Wirtschaftlichkeit neuer Projekte	182

Kapitel 9 – Auswirkungen des Schiefergasbooms auf die Energiewirtschaft der USA und die Weltenergiemärkte 189

9.1	Grundzüge des US-Gasmarktes	190
9.2	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in den USA	199
9.3	Auswirkungen des US-Schiefergasbooms auf die globale Energiewirtschaft	202
9.4	Internationale Perspektiven der Schiefergasgewinnung	207

Kapitel 10 – Ausblick: Schiefergasförderung und Nachhaltigkeit 213

Begriffserklärungen	219
Literaturverzeichnis	221

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	Flächen ausgewählter US-Schiefergasförderregionen mit Daten von 2011	31
Tab. 2.2:	US-Schiefergas-Fördergebiete nach Förderung/d	33
Tab. 2.3:	Schiefergas-TRR in den Top 7 US-Fördergebieten mit Daten vom 01.01.2014	35
Tab. 2.4:	US-Tightöl-Fördergebiete nach Förderung/d	38
Tab. 2.5:	Tightöl-TRR in ausgewählten Top US-Fördergebieten mit Daten vom 01.01.2014	39
Tab. 3.1:	Top-10-Länder nach Risked TRR für Schiefergas und Schieferöl	43
Tab. 3.2:	TRR für Schiefergas und Schieferöl in Deutschland	49
Tab. 4.1:	Phasen der Entwicklung eines Schiefergas- und Schieferölbohrplatzes	54
Tab. 4.2:	Häufig verwendete Chemikalien beim Slickwater-Fracking	63
Tab. 4.3:	Wassereinteilung nach TDS-Gehalt in ppm	65
Tab. 4.4:	Refracking-Verfahren mit mechanischer Isolation der vorhandenen Frakturen	77
Tab. 5.1:	Integritätsfehlerraten konventioneller und unkonventioneller Bohrungen in Pennsylvania	90
Tab. 5.2:	Geologische Daten ausgewählter US-Förderregionen	95
Tab. 5.3:	Vorfälle ausgehend von der Oberfläche	101
Tab. 5.4:	Durchschnittlicher Wasserverbrauch pro Bohrung für Bohren und Fracking in ausgewählten US-Förderregionen	102
Tab. 5.5:	Spezifischer Wasserbrauch für die Förderung von fossilen Energieträgern	103

Tab. 5.6:	Wasserverbrauch beim Fracking 2011 und 2012 in ausgewählten US-Bundesstaaten	104
Tab. 5.7:	Prozentuale Verteilung der US-Schiefergasbohrungen nach Wasserknappheit der Förderregionen	105
Tab. 5.8:	Recyclingraten in ausgewählten US-Förderregionen	109
Tab. 5.9:	Überblick über den TDS-Gehalt und die Flowbackmengen in ausgewählten US-Förderregionen 2015	109
Tab. 5.10:	Anzahl der aktiven Bohrungen zum Verpressen von Schmutzwasser in ausgewählten US-Bundesstaaten	110
Tab. 5.11:	Klassifikation von Gas-Verlusten (Niedrig, Mittel, Hoch) für ausgewählte Teile des Gas-Systems	118
Tab. 5.12:	CH ₄ -Emissionen aus Erdgas-Systemen (Mio. t CO ₂ -Äquivalente)	118
Tab. 6.1:	Übersicht der regulatorische Rahmenbedingungen auf nationaler Ebene in den USA	128
Tab. 6.2:	Grenzwerte und Kompensationsraten für Major Stationary Sources für VOCs und NO _x in den Ozon-Non-Attainment-Gebietsklassen	143
Tab. 6.3:	Jährliche Luftschadstoffemissionen bei der Schiefergasförderung in Pennsylvania in t/a	146
Tab. 6.4:	Grenzwerte und Anzahl der Ozon-Non-Attainment Areas in den USA (Stand Juni 2017)	146
Tab. 6.5:	Übersicht ausgewählter Regelungen zum Grundwasserschutz in den US-Bundesstaaten	152
Tab. 6.6:	Regulatorische Rahmenbedingungen für die Wasserentnahme in Texas	154
Tab. 6.7:	Regulatorische Rahmenbedingungen für die Wasserentnahme in Oklahoma	155
Tab. 6.8:	Flüchtige Methanemissionen bei der Fertigstellung von Schiefergasbohrungen in ausgewählten US-Fördergebieten	159
Tab. 7.1:	Nationale Körperschaftssteuersätze in den USA	164

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1:	Übersicht über die aktiven US-Schiefergas- und Tightöl-Fördergebiete	24
Abb. 2.2:	Barnett Shale aus der Luft	27
Abb. 2.3:	Durchschnittlicher Rückgang der Fördermengen im Gebiet Marcellus	27
Abb. 2.4:	Verteilung der Produktivität der Bohrungen im Gebiet Marcellus nach IP (Mcf/d)	28
Abb. 2.5:	Kennwerte für Öl- und Gasressourcen	30
Abb. 2.6:	US-Schiefergasförderung in ausgewählten Fördergebieten von Januar 2000 bis Januar 2017 in Mio. m ³ /d	34
Abb. 2.7:	US-Tightölförderung in ausgewählten Fördergebieten von Januar 2008 bis Januar 2017 in Tsd. toe/d	38
Abb. 3.1:	Überblick über die weltweiten Schiefergas- und Schieferölvorkommen	42
Abb. 3.2:	Weltweite kommerzielle Schiefergasförderung 2015 mit Ausblick auf 2040	44
Abb. 3.3:	Weltweite kommerzielle Tightölförderung 2015 mit Ausblick auf 2040	44
Abb. 3.4:	Schiefer- und Tightgaslagerstätten in West-Kanada	46
Abb. 3.5:	Schiefergas- und Schieferöllagerstätten in Deutschland	48
Abb. 4.1:	Schematische Darstellung von Clusterbohrplätzen im Gebiet Marcellus	55
Abb. 4.2:	Schematische Darstellung einer Schiefergasbohrung im Fördergebiet Marcellus	59
Abb. 4.3:	Möglichkeiten zum Umgang mit Flowback, Produktionswasser und Bohrabfällen	68

Abb. 4.4:	Stufenweises Vorgehen beim Fracking mit temporären Verschlüssen	71
Abb. 4.5:	Stufenweises Vorgehen beim Fracking mit Dichtungen und Schiebehülsen	73
Abb. 4.6:	Stufenweises Vorgehen beim Fracking mit verschiebbarer Dichtung und Schiebehülsen in der Ummantelung	74
Abb. 4.7:	Produktionsprofil vor und nach einem Re-Frack in der Region Bakken	79
Abb. 4.8:	Anzahl der mit Refracking überarbeiteten Bohrungen in ausgewählten US-Förderregionen	80
Abb. 5.1:	Mögliche Wege der Grundwasserkontamination unter Tage	86
Abb. 5.2:	Mögliche Kontaminationswege über die Vertikale Bohrung	88
Abb. 5.3:	Mögliche Kontaminationswege ausgehend von der Förderzone	91
Abb. 5.4:	Schematische Darstellung geologischer Zonen beim Fracking	94
Abb. 5.5:	Mikroseismische Untersuchungen von Frac-Stages in der Region Marcellus	96
Abb. 5.6:	Kumulierte Injektionsmengen beim Fracking von Januar 2011 bis September 2012 nach ausgewählten US-Bundesstaaten und Wasserknappheit	105
Abb. 5.7:	Spannweite der Flowback- und Produktionswassermengen nach dem Fracking	107
Abb. 5.8:	Durchschnittliche Zunahme der Verschmutzungen im Flowback und im Produktionswasser über 14 Tage im Barnett-Gebiet in mg/l	108
Abb. 5.9:	Investitionskosten bei Umsetzung eines umfassenden Recyclings (Szenario 2) in Eagle Ford	111
Abb. 5.10:	Auf 2011 diskontierte Kosten für Wassermanagement (2011-2030) mit Recycling und ohne Recycling in Eagle Ford	112

Abb. 8.1:	Preisentwicklung auf dem US-Gasmarkt 1997-2016 (Henry Hub) in USD je mmbtu	174
Abb. 8.2:	Preisentwicklung auf dem US-Rohölmarkt (WTI) (1999-2017)	175
Abb. 8.3:	Pipelinekapazitäten und Handelskontenpunkte in den USA und Kanada	176
Abb. 8.4:	US-Gaspreisentwicklung 2015 an ausgewählten Gashandelspunkten	177
Abb. 8.5:	Durchschnittliche monatliche Schiefergas- und Tightölförderung in den USA von 01.2012 bis 01.2017	178
Abb. 8.6:	Monatlich kumulierte Insolvenzanträge im US-Öl- und Gassektor 2015 und 2016	186
Abb. 8.7:	Entwicklung von Schiefergasproduktion und Zahl der Förderstätten in den USA 2000-2016	187
Abb. 9.1:	Zusammensetzung der Erdgasherkunft in den USA im Jahr 2015 in Prozent	191
Abb. 9.2:	Entwicklung der US-Erdgasimporte und -exporte 1973-2015	191
Abb. 9.3:	LNG-Importe in die USA 2006-2015	192
Abb. 9.4:	US-Erdgaspipelinennetz	193
Abb. 9.5:	Genehmigte LNG-Terminals in den USA	194
Abb. 9.6:	Entwicklung der US-Erdgasproduktion 1990-2040	195
Abb. 9.7:	Stromerzeugung der USA 2005-2015 in Tausend MWh	196
Abb. 9.8:	Zusammensetzung der US-Stromproduktion 2015 in Prozent	197
Abb. 9.9:	Entwicklung der Gaspreise für die Elektrizitätswirtschaft in den USA – Jahresdurchschnittspreise in \$ je 1000 cbf ...	198
Abb. 9.10:	Entwicklung der energieabhängigen Treibhausgasemissionen in den USA 2005-2015	199
Abb. 9.11:	Änderung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in den USA 2005-2015 nach Sektoren	201
Abb. 9.12:	Entwicklung der LNG-Preise nach Regionen	205

Abb. 9.13: Anstieg der weltweiten Rohölproduktion Januar 2000 bis Mai 2106	206
Abb. 9.14: Entwicklung des Weltenergieverbrauchs 1990-2040	212
Abb. 10.1: Weltweite energieabhängige CO ₂ -Emissionen nach Szenarien	216

Abkürzungsverzeichnis

BETEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole
BLM	Bureau of Land Management
CAA	Clean Air Act
CFR	Code of Federal Regulations
CH ₄	Methan
CO	Kohlenstoffmonoxid
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CWA	Clean Water Act
CWTs	Clean Water Treatment Works
DCs	Drilling Costs
EIA	Energy Information Administration
EPA	Environmental Protection Agency
EUR	Estimated Ultimate Recovery
HAP	Hazardous Air Pollutants
H-Gas	High Calorific Gas
IDCs	Intangible Drilling Costs
IP	Initial Production
LPG	Liquified Petroleum Gas
N.O.R.M.	Naturally Occurring Radioactive Material (dt.: natürliche Radioaktivität)
NGLs	Natural Gas Liquids
NO _x	Stickoxide
PA DEP	Pennsylvania Department of Environmental Protection

POTWs	Publicly owned Treatment Works
SDWA	Safe Drinking Water Act
SO ₂	Schwefeldioxid
TDCs	Tangible Drilling Costs
TDS	Total Dissolved Solids
TOE	Tons of Oil Equivalent
TRR	Technical Recoverable Resources
TSS	Total Suspended Solids
USFS	United States Forest Service
VOCs	Volatile Organic Compounds (dt.: flüchtige organische Verbindungen)

Einheitenverzeichnis

US-Einheiten für Erdgas

Abkürzung US-Einheit für Erdgas	US-Einheit englisch	US-Einheit deutsch
cf	Cubic feet	Kubikfuß
mcf	Thousand cubic feet	Tsd. Kubikfuß
mmcf	Million cubic feet	Mio. Kubikfuß
bcf	Billion cubic feet	Mrd. Kubikfuß
tcf	Trillion cubic feet	Bio. Kubikfuß

Umrechnungen

*Wichtige Umrechnungen^{a)} von Energie- und Volumeneinheiten:
International, US, Metrisch*

Ausgangseinheit		Umrechnung in	
Kubikfuß (Volumen US)	cf	Kubikmeter (Volumen metrisch)	0,0283 m ³
Kubikmeter Erdgas ^{b)}	m ³	Öleinheit (Energieeinheit)	0,000850 toe
Barrel Öl (Volumen US)	bbf	Barrel Öleinheit (Energieeinheit)	1 boe
Barrel Öleinheit ^{c)}	boe	Tsd. Kubikfuß Erdgas	6 mcf
Barrel Öleinheit	boe	Kubikmeter Erdgas	170 tsd. m ³
Mio. britisch thermal ^{d)} units (Energieeinheit)	mmbtu	Tsd. Kubikfuß Erdgas	0,964 mcf

^{a)} Bei der Umrechnung von Volumen in Energieeinheiten kann der Faktor variieren abhängig vom Energiegehalt des zugrunde gelegten Erdgastyps oder Öls.

^{b)} Es wurde Gas mit einem Brennwert von 11.13 kWh/m³ zugrunde gelegt [VNG (ohne Datum)].

^{c)} Quelle: Es handelt sich um den Umrechnungsfaktor des United States Geological Service [USGS Government (2005) Kap. 27 S. 1].

Umrechnung weiterer US-Einheiten in metrische Systeme

Abkürzung US-Einheit	US-Einheit	Metrisch
1 gal	Gallonen	3,8 l
1 lb	Pfund	0,45 kg
1 ft ²	Quadratfuß	0,09 m ²
1 mi ²	Quadratmeile	2,6 km ²
1 acre	Acre	0,4 ha

^{d)} Quelle: Es handelt sich um den Umrechnungsfaktor der Energy Information Administration (EIA) [EIA Government (2017h)].

Kapitel 1

Einleitung

Kaum ein anderes Thema polarisiert die energiepolitische Diskussion derzeit so stark wie die Gewinnung von Schiefergas und Schieferöl mit Hilfe von hydraulischen Fracking-Verfahren. Für die Befürworter bietet der Ausbau der unkonventionellen Gas- und Ölförderung die Chance, den Wettbewerb auf den Märkten für Öl und Gas zu intensivieren, die Preise zu senken und durch erhöhte einheimische Produktion die Abhängigkeit von unsicheren Lieferungen der OPEC und Russlands zu verringern. Die Kritiker betonen dagegen die mit dem Fracking verbundenen Umweltrisiken und sehen in der Ausweitung der fossilen Energieförderung ein Hemmnis für den klimapolitisch erforderlichen Übergang zu erneuerbaren Energien.

Der deutsche Gesetzgeber betont die mit dem Fracking verbundenen Umweltrisiken und hat mit dem Fracking-Gesetzespaket vom 24. Juni 2016 das Fracking faktisch verboten. International werden die Vor- und Nachteile des Frackings allerdings sehr unterschiedlich bewertet, so dass mit einem weiteren Ausbau der unkonventionellen Öl- und Gasförderung zu rechnen ist. Es stellt sich daher die Frage, welche Auswirkungen die wachsende Schiefergasgewinnung auf die Weltenergiewirtschaft haben wird. Trägt das Schiefergas dazu bei, die Bedeutung des Erdgases als willkommene kohlenstoffarme „Brückentechnologie“ zu stärken und den Ausstieg aus der kohlenstoffintensiven Kohleverstromung zu beschleunigen? Oder verlängert der Schiefergasboom das fossile Zeitalter und hemmt den Übergang zu den erneuerbaren Energien?

Derzeit konzentriert sich die Schiefergasgewinnung fast ausschließlich auf die USA. Zahllose Studien untersuchen die Potentiale, die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Gewinnungsverfahren sowie die Umwelteffekte. Die amerikanische Schiefergasförderung bietet daher ein hervorragendes Anschauungsobjekt, um die Technologie, ihre Wirtschaftlichkeit und ihre Folgen zu abzuschätzen.

Zielsetzung des vorliegenden Buches ist es, die aktuellen Studien und Daten auszuwerten und auf diese Weise einen Beitrag zur Einschätzung der längerfristigen energiewirtschaftlichen Bedeutung der Schiefergasgewinnung im internationalen Rahmen zu leisten.

Entsprechend der Zielsetzung ist das Buch wie folgt gegliedert: Kapitel 2 beschreibt die Schiefergas- und Schieferölreserven und Ressourcen in den USA. Kapitel 3 gibt einen Überblick über die weltweit vorhandenen Schiefergas- und Schieferölvorkommen. In Kapitel 4 werden die wichtigsten Förderverfahren in ihren Grundzügen vorgestellt sowie wichtige technologische Innovationen vorgestellt. Kapitel 5 beschreibt detailliert die Umwelteffekte der Schiefergas- und Schieferölgewinnung und wertet dabei die neuesten Studien auf diesem Gebiet aus. In Kapitel 6 werden die relevanten umweltrechtlichen Regelungen auf zentraler Ebene sowie auf der Ebene der Länder (States) vorgestellt und diskutiert. In Kapitel 7 wird nach Subventionen und den steuerlichen Regelungen gefragt, denen die Schiefergas- und Schieferölförderung unterworfen ist. Das folgende Kapitel wertet vorhandene Studien zur Kostenentwicklung der Schiefergas- und Schieferölförderung aus und untersucht auf dieser Basis die Wirtschaftlichkeit der Schiefergasgewinnung. Im Zentrum steht dabei die Frage, inwieweit die Schiefergasförderung angesichts der stark gesunkenen Erdgaspreise in den USA noch wirtschaftlich betrieben werden kann. Kapitel 9 greift die Ausführungen der vorangegangenen Kapitel auf und fragt nach den langfristigen Entwicklungspotentialen der Schiefergasgewinnung in den USA und weltweit. Wichtige Aspekte in diesem Zusammenhang sind die Wirkungen auf die Treibhausgasentwicklung sowie auf das globale Erdgaspreisniveau. Kapitel 10 schließlich diskutiert die Schiefergasgewinnung unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit. Hierbei wird zwischen dem lokalen und regionalen Aspekt und der Perspektive des internationalen Klimaschutzes unterschieden.

Kapitel 2

Schiefergas- und Schieferölvorkommen in den USA

Die Gewinnung von Schiefergas und Schieferöl hat in den vergangenen 10 Jahren einen rasanten Aufschwung genommen. Seit 2006 haben sich in den USA sowohl die Schiefergas- als auch die Schieferölförderung mehr als verzehnfacht. Die Schiefergasgewinnung hat das Niveau der konventionellen Erdgasförderung bereits deutlich übertroffen; im Fall des Erdöls hat die Förderung unkonventionellen Öls zu einem unerwarteten Wiederanstieg der heimischen Förderung geführt. Die „Peak-Öl“-These, der zufolge die Erdölgewinnung beim Überschreiten des Förderzenits kontinuierlich abfällt, scheint widerlegt zu sein. Die Frage ist jedoch, ob die Schiefergas- und die Schieferölgewinnung längerfristig auf hohem Niveau weitergeführt werden können, oder ob sie bereits nach wenigen Jahren wieder rückläufig sind. Eine elementare Voraussetzung für eine längerfristige Förderung sind hinreichend große Vorkommen. Für wie viele Jahre reichen die Reserven und die Ressourcen aus heutiger Sicht? Führt nicht der Verfall der Öl- und Gaspreise ggf. dazu, dass Lagerstätten, die noch vor einigen Jahren wirtschaftlich ausgebeutet werden konnten, heute wieder unwirtschaftlich sind und aufgegeben werden? Das vorliegende Kapitel versucht diese Fragen zu beantworten. Nach Erläuterung einiger Besonderheiten der Schiefergas- und Schieferölförderung im Abschnitt 2.1 wird in Abschnitt 2.2 detailliert auf die Methoden eingegangen, wie die Reserven und die Ressourcen berechnet werden; zudem werden wichtige Begriffe und Kennziffern vorgestellt. Abschnitt 2.3 und 2.4 stellen die aktuellen Reserve- und Ressourcenschätzungen für Schiefergas und Schieferöl vor.

Bei den Ausführungen in diesem Kapitel wird bei den Angaben zu Reserven und Ressourcen der Begriff Tightöl anstatt Schieferöl verwendet. Dieser umfasst neben Schiefergestein auch andere Gesteinsformationen mit geringer Permeabilität, die Öl beinhalten (z.B. Sandstein). Dieser