Tim Wirth

The New Fossil Fuel Frontiers

Unkonventionelle Erdöle als neue
Variablen der globalen Erdölversorgung?

disserta

Verlag

Wirth, Tim: The New Fossil Fuel Frontiers. Unkonventionelle Erdöle als neue Variablen der globalen Erdölversorgung? Hamburg, disserta Verlag, 2015

Buch-ISBN: 978-3-95425-610-5

PDF-eBook-ISBN: 978-3-95425-611-2

Druck/Herstellung: disserta Verlag, Hamburg, 2015

Covermotiv: © Uladzimir Bakunovich – Fotolia.com

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und die Diplomica Verlag GmbH, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Alle Rechte vorbehalten

© disserta Verlag, Imprint der Diplomica Verlag GmbH
Hermannstal 119k, 22119 Hamburg
<http://www.disserta-verlag.de>, Hamburg 2015
Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

I Abbildungsverzeichnis	7
II Abkürzungsverzeichnis	9
1 Einleitung.....	11
2 Geologie und weltweite Verteilung des Erdöls	17
2.1 Entstehungsprozesse und Grundbedingungen der Erdölbildung.....	17
2.2 Migration und Akkumulation von Erdöl.....	21
2.3 Von der Lagerstätte zum Weltmarkt.....	24
2.3.1 Globale Verteilung der Lagerstätten.....	25
2.3.2 Infrastruktur der Erdölversorgung	30
3 Das globale Erdölssystem und seine Bedeutung für die moderne Gesellschaft.....	33
3.1 Technologische Ursprünge und aktuelle gesellschaftliche Verwendung	36
3.2 Geschichte von Erdölförderung/-handel und heutige Marktsituation	39
3.2.1 Anfänge der Erdölindustrie und Zeit der IOCs.....	40
3.2.2 Emanzipation der Förderländer und Gründung der OPEC	42
3.2.3 Ölkrisen der 1970er Jahre und Machtstellung der OPEC	43
3.2.4 Erdölmarkt heute und Ursachen des „Dritten Ölpreisschocks“	46
3.2.5 Gegenwärtige Akteure der globalen Erdölversorgung.....	48
3.3 „Die Grenzen des Wachstums“ und die Zahlenproblematik von Erdölreserven und -ressourcen	51
3.3.1 Zahlenproblematik.....	52
3.3.2 Kritik des Club of Rome an den Grenzen technologischer Innovationen.....	54
3.4 Annahmen zur Entwicklung von globaler Erdölnachfrage und globalem Erdölangebot.....	55
3.4.1 Annahmen zur Entwicklung der Nachfrage.....	55
3.4.2 Annahmen zur Entwicklung des Angebots.....	59
3.4.3 Peak Oil-Diskussion – Das Ende des Erdölzeitalters?.....	66
4 Unkonventionelles Erdöl – New Fossil Fuel Frontiers	71
4.1 Erdölfördertechnik und ihre wichtigsten Entwicklungen.....	74
4.1.1 Extraktion des Erdöls aus einer Lagerstätte.....	74
4.1.2 Diversifizierung der Erdölgewinnung im Nachgang der Ölkrisen der 1970er Jahre	81
4.2 Ölsande am Beispiel Kanada	83
4.2.1 Höhe und Verortung der kanadischen Ölsandvorkommen	84
4.2.2 Förderung und Upgrading des Ölsands	87
4.2.3 Probleme beim Ölsandabbau	89
4.2.4 Infrastruktur des Ölsandabtransports	92
4.2.5 Ausländische Investitionen und die Entwicklung des Arbeitsmarkts	97
4.2.6 Zusammenfassung und Ausblick	98
4.3 Schwer(st)öle am Beispiel Venezuelas	100
4.3.1 Höhe und Verortung der Vorkommen venezolanischen Schwer(st)öls	100
4.3.2 Förderung des Schwer(st)öls	102
4.3.3 Innenpolitische Schwierigkeiten.....	104
4.3.4 Zusammenfassung und Ausblick	105

4.4 Ölschiefer am Beispiel USA und Estland	106
4.4.1 Höhe der Ölschiefervorkommen insbesondere in den USA	107
4.4.2 Förderung des Ölschiefers	110
4.4.3 Sonderfall Estland.....	112
4.4.4 Zusammenfassung und Ausblick	113
4.5 Erdöl aus der Tiefsee	115
4.5.1 Entwicklung der Fördertiefe und Anspruch an die Fördertechnik.....	116
4.5.2 Regionale Förderung	118
4.5.3 Gegenwärtige Erdölexploration in der Tiefsee	124
4.5.4 Sicherheitslage der Tiefseeförderung nach dem „Deepwater Horizon“-Unglück	124
4.5.5 Grenzen der Fördertiefe.....	126
4.5.6 Zusammenfassung und Ausblick	127
4.6 Erdöl aus der Arktis	129
4.6.1 Forschungsdefizit über Ressourcenstand arktischen Erdöls	131
4.6.2 Funde und tatsächliche Förderung in arktischen Gebieten	132
4.6.3 Besondere Herausforderungen an die Förderung durch das arktische Klima.....	135
4.6.4 Schwieriger Abtransport des Erdöls	137
4.6.5 Konflikte um die Region Arktis	139
4.6.6 Zusammenfassung und Ausblick	140
5 Potential der New Fossil Fuel Frontiers	143
5.1 Bedingungen für die Förderung unkonventioneller Erdöle.....	143
5.1.1 Bessere Infrastruktur, mehr Investitionen.....	144
5.1.2 Hoher Ölpreis	145
5.2 Ausweitung der Produktion unkonventioneller Erdöle aus Interessen gegenwärtiger (westlicher) Sicherheitspolitik.....	147
5.2.1 Ölsande in Kanada.....	148
5.2.2 Ölschiefer in den USA.....	149
5.3 Von alten zu neuen Lagerstätten.....	150
5.4 Folgen der Verwendung unkonventioneller Erdöle	153
5.4.1 Ökologische Folgen des Abbaus unkonventioneller Erdöle	154
5.4.2 Abkehr vom Erdöl durch hohen Ölpreis.....	155
5.5 Unkonventionelle Erdöle als Element des Strukturumbaus im globalen Erdölssystem der Zukunft ..	157
5.6 Alternative zu unkonventionellen Erdölen: Substitution auf der Nachfrageseite	160
6 Fazit: Warum die Rolle unkonventioneller Erdöle überschätzt wird	163
III Literatur	167
IV Internetquellen.....	175
V Sonstiges Quellenmaterial	181

I Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Das Ölfenster	21
Abb. 2: Vereinfachter Aufbau einer Erdöllakkumulation	22
Abb. 3: Verschiedene Arten geologischer Fallen.....	23
Abb. 4: Globale Erdölförderung.....	26
Abb. 5: Globales Verhältnis von Erdölproduktion und -verbrauch.....	27
Abb. 6: Lagerstätten und Handelsströme von Erdöl	29
Abb. 7: Marine Erdöltransportrouten	31
Abb. 8: Anteile am Welterdölverbrauch 1973 und 2010	37
Abb. 9: Anteile verschiedener Energieträger am totalen Primärenergieverbrauch 1973 und 2010	38
Abb. 10: Darstellung des Verhältnisses von Rohölproduktion und -preis mit dem Basisjahr 1968	45
Abb. 11: Veränderungen der globalen Erdölproduktion zwischen 2012–2035	61
Abb. 12: Funde von Rohöl, NGL und Kondensaten seit 1920.....	68
Abb. 13: Dichtegrenzen von Erdöl.....	73
Abb. 14: Technologische Entwicklungen der Erdölförderung.....	82
Abb. 15: Ölsandvorkommen in Alberta	86
Abb. 16: Ölsandabbau in Alberta	86
Abb. 17: Verlauf des Pipelinenetzes in Nordamerika	93
Abb. 18: Verlauf der Keystone XL-Pipeline.....	94
Abb. 19: Verlauf der Northern Gateway-Pipeline und der TMX.....	96
Abb. 19: Schwer(st)öl im Orinoco-Gürtel aufgeteilt in vier Großprojekte	101
Abb. 20: Verortung der brasilianischen Offshore-Erdölfelder	120
Abb. 21: Gegenüberstellung von Brasiliens Erdölverbrauch und -produktion	121
Abb. 22: Mögliche Produktionsentwicklung in Brasiliens Tiefseefeldern.....	122
Abb. 23: Förderungsprognosen von Tiefwassererdöl (ab 400 m)	128
Abb. 24: Arktis – Sedimentbecken und Erdölbohrungen.....	130
Abb. 25: Zahl der Offshore-Kohlenwasserstoffentdeckungen nördlich von 66° N nach Ländern.....	133
Abb. 26: Zahl der Onshore-Kohlenwasserstoffentdeckungen nördlich von 66° N nach Ländern	133

II Abkürzungsverzeichnis

API	American Petroleum Institute
ASPO	Association for the Study of Peak Oil and Gas
bb1	Barrel
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
CCS	Carbon Capture and Storage
CEOR	Chemical Enhanced Oil Recovery
CNPC	China National Petroleum Corporation
CSS	Cyclic Steam Stimulation
CERI	Canadian Energy Research Institute
DERA	Deutsche Rohstoffagentur
EIA	U.S. Energy Information Administration
EOR	Enhanced Oil Recovery
EROEI	Energy Return on Energy Investment
ESPO	Eastern Siberia-Pacific Ocean Oil Pipeline
EUR	Estimated Ultimate Recovery
FPSO	Floating Production Storage and Offloading Unit
Gb	Gigabarrel
GUS	Gemeinschaft Unabhängiger Staaten
IEA	International Energy Agency
IHS	Information Handling Services, Inc.
IMF	International Monetary Fund
IPCC	International Panel for Climatic Change
IOC	International Oil Company
LNG	Liquefied Natural Gas
mb/d	Millions of Barrels per Day
NGL	Natural Gas Liquids
NIOC	National Iranian Oil Company
NOC	National Oil Company
NYMEX	New York Mercantile Exchange
PDVSA	Petróleos de Venezuela S. A.
Petrobras	Petróleo Brasileiro S. A.
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OGJ	Oil and Gas Journal
OIP	Oil-in-Place
OOIP	Original Oil-in-Place
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries
SAGD	Steam Assisted Gravity Drainage
URR	Ultimately Recoverable Resources
USGS	United States Geological Survey
WTI	West Texas Intermediate

1 Einleitung

„The Stone Age did not end for lack of stone, and the Oil Age will end long before the world runs out of oil.”

Ahmed Zaki Yamani¹

Das oben angeführte Zitat lässt sich auf zwei Arten lesen: Auf eine naive ebenso wie eine provokante. Wie man es auch verstehen mag, es zeigt anschaulich, dass es nicht nur eine Perspektive auf ein gemeinhin so „totgesagtes“ Thema wie Erdöl gibt. Die Bedeutung von Erdöl als Energieträger stützt wie kaum eine andere Ressource die Grundstruktur unserer modernen Gesellschaft und doch – oder vielleicht gerade deshalb – wird die Zukunft des Systems der globalen Erdölversorgung stark diskutiert. Zu seiner möglichen Entwicklung gibt es viele, teils widersprüchliche Annahmen. Es wechseln sich optimistische wie pessimistische Prognosen, Menetekel und das Warten auf eine neue technische Revolution im Gleichtakt ab.

Bei aller Meinungsvielfalt bleibt den verschiedenen Positionen nur ein gemeinsamer Nenner: Die globalen Erdölreserven sind endlich. Hingegen wird die Frage nach dem Zeitpunkt des Erschöpfens der Erdölvorräte facettenreich diskutiert. Gegenwärtig stehen die sogenannten „unkonventionellen Erdöle“² im Vordergrund dieser Debatte. Dazu zählen Ölsande, Ölschiefer, Schwer(st)öle, Tiefsee-Öl und Öl aus arktischen Gebieten, die neue Horizonte der Erdölgewinnung oder sogenannte „new fossil fuel frontiers“ (MACALISTER 2013: 1) eröffnen. Diese Kohlenstoffvorkommen sind laut BABIES (2003: 1) zwar bereits seit langer Zeit bekannt, deren Förderung und Umwandlung zu Rohöl ist jedoch erst interessant geworden mit gestiegenem technologischen Fortschritt der Fördermethoden und anhaltend hohen Ölpreisen. Von ihrer Erschließung verspricht man sich die Etablierung neuer Lagerstätten. Sie werden daher als neue und systemverändernde Variablen in die Diskussion um die Zukunft der globalen Erdölversorgung eingebracht.

In der vorliegenden Arbeit wird eben jenes Potential der unkonventionellen Erdöle, das hier mit dem Ausdruck New Fossil Fuel Frontiers umfasst wird, für die zukünftige Entwicklung der Erdölversorgung hin kritisch untersucht³. Es scheint aufgrund der Vielzahl unterschiedli-

¹ Ahmed Zaki Yamani war Saudi-arabischer Ölminister von 1962–1986. Das Zitat ist entnommen aus WILKINSON (2008: 664).

² Eine ausführliche Darlegung der Schwierigkeiten um die Definition des Begriffs „unkonventionelle Erdöle“ findet sich in Kapitel 4.

³ An dieser Stelle soll der naheliegende Zusammenhang von Erdöl und Erdgas erwähnt werden. Gerade in Bezug auf Erdgas (v.a. dem Liquefied Natural Gas (LNG)) gibt es in jüngster Zeit interessante Entwicklungen, die im Zusammenhang mit der globalen Versorgung fossiler Energieträger stehen und in die Diskussion um deren zukünftige Entwicklung oft eingebracht werden. Jedoch muss in dieser Magisterarbeit davon Abstand genommen

cher Perspektiven keine Richtung erkennbar zu sein, die – trotz aller für sich reklamierter Deutungshoheit – eine Gewissheit im Sinne einer verlässlichen Prognose gibt. Hier besteht Forschungsbedarf.

Als Grundperspektive dient der Untersuchung die warnende wachstumskritische Position des Berichts des Club of Rome von 1972, welcher einen massiven inneren Systemkonflikt der Weltwirtschaft für den Verlauf des 21. Jahrhunderts prophezeite (vgl. MEADOWS et al. 1972). Der Bericht betrachtet die Interdependenzen unterschiedlicher sozioökonomischer Komponenten wie Bevölkerung, Kapital, Nahrungsmittel, Umweltverschmutzung und (nicht-regenerative) Rohstoffe. Es wird angenommen, dass letztere, aufgrund ihrer bevorstehenden Erschöpfung, das weltweite ökonomische System auf Dauer gefährden könnten. Oder besser gesagt: Das gegenwärtige sozio-ökonomische System sei zukünftigen Entwicklungen nicht gewachsen.

Unter den Eindrücken dieses Forschungsberichts wird im Folgenden eine Analyse erstellt, die der Bedeutung der unkonventionellen Erdöle – als Ausdruck „technologischer Lösungen“ – für die zukünftige globale Erdölversorgung auf den Grund geht. Eine entscheidende Rolle spielt dabei auch die Entwicklung der Konstellation der Verteilung neuer Erdöllagerstätten. Analog zu den vorangegangenen Darlegungen soll als Leitfrage zur Behandlung dieses Themenkomplexes folgende Fragestellung dienen: Welche Rolle spielen unkonventionelle Erdöle bei der zukünftigen Erdölversorgung?

Durch eine kritische Auseinandersetzung mit unkonventionellen Erdölen soll ein möglichst ganzheitliches Bild unterschiedlicher Aspekte der globalen Auswirkungen dieser vermeintlichen „Hoffnungsträger“ offen gelegt und die sich damit ergebenden strukturellen Veränderungen aufgezeigt werden.

Die Leitfragestellung enthält ein breites Spektrum von möglichen Ansatzpunkten: So ergibt sich die Frage, welche Veränderungen bei der Betrachtung einer zukünftigen Erdölversorgung als Ganzes wichtig sind, insbesondere die Verschiebung der Nachfrage durch Veränderungen der ökonomischen Gesamtzusammenhänge (bspw. durch das verstärkte Wirtschaftswachstum in Schwellenländern, etc.). Eine Zunahme der Nachfrage stellt unweigerlich Bezug zur Entwicklung des Angebots her. Wenn man davon ausgeht, dass unkonventionelle Erdöle in den Kanon der Förderquellen aufgenommen werden, ist es interessant zu eruieren, welche Konsequenzen sich aus einer stärkeren Fokussierung auf sie ergeben. Dazu zählen immanente Fol-

werden, eingehender auf diese Thematik, ebenso wie das breite Spektrum der synthetischen Erdöle (Biomass-to-Liquids (BTL), Coal-to-Liquids (CTL), Gas-to-Liquids (GTL), etc.) einzugehen.

gen, wie ökologische Aspekte, als auch geopolitische Auswirkungen und Veränderungen der Handelsströme von Erdöl. Interessant ist dabei auch die Frage nach einflussreichen Akteuren, der ebenfalls nachgegangen werden soll. Dabei wird stets eine räumliche Komponente im Auge behalten. So wird im Laufe der Untersuchung herausgearbeitet, welche Weltregionen zukünftig in den Vordergrund treten (bspw. durch die Verortung von Lagerstätten und ihre Korrelation zur Lage der Verbrauchszentren) und welche lokalen und überregionalen Entwicklungen den Ausbau der unkonventionellen Erdöle begünstigen.

Aus geographischer Sicht besteht ein großes Interesse an dem Themenkomplex Erdöl, da seine Gewinnung, Verarbeitung und Distribution stark standortabhängig ist. Erdöl ist eine wichtige Einflussvariable der globalen Ökonomien, was es aus wirtschaftsgeographischer Sicht besonders interessant macht. Eine wissenschaftliche Beschäftigung mit dem Thema ist aus Sicht der Humangeographie somit durchaus gegeben, obwohl GEBHARDT et al. (2013: 467) jüngst konstatieren: „Bis vor relativ kurzer Zeit war die Geographie der Rohstoffe und Ressourcen kein zentrales Thema der Humangeographie.“

Auch wenn es bislang nicht das Hauptaugenmerk der geographischen Forschung ausmachte, hat sich mittlerweile eine Unterdisziplin „Energiegeographie“⁴ etabliert, welche Energieträger – darunter auch Erdöl – in lokalen, regionalen und globalen Zusammenhängen betrachtet. PASQUALETTI (2011: 972) schreibt: „When discussing the geography of energy, no resource attracts more attention than oil“. Die aktuelle Diskussion um unkonventionelle Erdöle bietet sich somit als Forschungsgegenstand der Energiegeographie an.

PASQUALETTI gibt einen kurzen Überblick der Veröffentlichungen zur Energiegeographie. Er siedelt die Anfänge in den 1950er Jahren an: „The earliest publications on energy geography focused on the location of resources“ (PASQUALETTI 2011: 973). In den folgenden 30 Jahren diversifizierte sich dann die Betrachtungen: „[E]ach book stressed something different, such as transportation, location, logistics, modeling, supply, demand, markets, and policy“ (PASQUALETTI 2011: 973).

ERDMANN und ZWEIFEL (2008: 11–12) führen an, dass sich zeitgleich auch in anderen, für wirtschaftsgeographische Betrachtungen wichtigen Bereichen, ein ganzheitliches Interesse an Erdöl einstellte: So bildete sich in direkter Konsequenz der Veröffentlichung des Club of Rome und der ersten Erdölkrise von 1973 die „Energieökonomik“ als eigene Fachdisziplin. Dort standen v.a. wirtschaftspolitische Betrachtungen⁵ zur Minderung der Erdölabhängigkeit im

⁴ Im deutschsprachigen Raum sticht v.a. BRÜCHER (2009) mit seinem Werk „Energiegeographie“ heraus.

⁵ Auch realpolitisch fanden Strukturverschiebungen statt. So gab es bis dato bspw. keine westliche Regierung, die ein Ministerium mit Hauptarbeitsbereich zu Energiefragen unterhielt, o.ä. (SMIL 2010b: 1).

Vordergrund, ebenso wie Forschungen zu institutionellen Strukturen⁶ und Marktmacht im Erdölkontext (ERDMANN und ZWEIFEL 2008: 12).

Laut PASQUALETTI (2011: 974) ließ in der Zeit seit den 80er Jahren bis zur Jahrtausendwende das Interesse der Geographie am Thema Energie spürbar nach und es wurde wenig zu diesem Feld veröffentlicht. Eine Ausnahme bildet hierbei VACLAV SMIL⁷, der eher durch seine Publikationshäufigkeit heraussticht (PASQUALETTI 2011: 974). Auch die Energieökonomik wandelte sich Mitte der 1980er Jahre bei stark gefallen Erdölpreisen und man widmete sich mehr Umweltproblemen, die natürlich in marktwirtschaftlichen Zusammenhängen diskutiert wurden (ERDMANN und ZWEIFEL 2008: 12).

Seit dem Jahr 2000 hingegen nahm die Relevanz von energiebezogenen Betrachtungen geographischer Arbeiten wieder stark zu. Trat die räumliche Lokalisierung zu Beginn in den Vordergrund, sind es in jüngeren Publikationen v.a. die Energiesicherheit sowie Klimaaspekte des Energieverbrauchs und erneuerbare Energien⁸ (PASQUALETTI 2011: 974–977). Das erklärt laut GEBHARDT et al. (2013: 466), warum zu Ressourcenfragen (insbesondere bei Erdöl) die politisch-geographischen Perspektiven vermehrt an Bedeutung gewinnen – v.a. durch ihre Betrachtung wirtschaftlicher und politischer Schlüsselakteure im Kontext einer globalen Ökonomie. Weltweit verortete Rohstoffbörsen, mediale Diskurse und die Korrelation von Finanzwirtschaft und physischen Rohstoffströmen rücken dabei ebenfalls ins Interessenfeld geographischer Analysen⁹ (GEBHARDT et al. 2013: 466). Jedoch bemängelt BRIDGE (2010: 524) gleichzeitig, dass sich Geographen bislang noch wenig mit Peak Oil und dessen wirtschaftlichen, sozialen und politischen Folgen auseinandergesetzt haben.

Unter dem Eindruck der von mir herangezogenen Literatur hat sich unmittelbar mit dem starken Ansteigen des Erdölpreises 2007/2008 und dem anschließenden Absturz 2009 eine große geographische Publikationsfreudigkeit zum Themenkomplex Erdöl eingestellt. Ähnlich wie in der Zeit nach der Ölkrise 1973 scheint man sich mit neuerlich erstarktem Interesse der Zukunft der Energieträger zu widmen.

⁶ Eine direkte Konsequenz aus den Forschungsarbeiten lassen sich in der Politik der Deregulierung der 1980er unter Ronald Reagan und Margot Thatcher finden (ERDMANN und ZWEIFEL 2008: 12).

⁷ SMIL hat sich mit dem Verhältnis von Energie und Gesellschaft sehr umfassend, interdisziplinär und gleichzeitig detailliert auseinandergesetzt und findet daher in dieser Untersuchung an vielen Stellen Beachtung.

⁸ Ein vermehrtes Interesse der Geographie an erneuerbaren Energien lässt sich mitunter dadurch erklären, dass sie oft hochgradig standortgebunden sind (man denke an Wind- und Wasserkraft, Geothermie, etc.) – somit also genuin geographische Probleme ansprechen (PASQUALETTI 2011: 974–977).

⁹ Aus Sicht von GEBHARDT et al. (2013: 466) ließe sich daher auch die Frage nach der Reichweite von Erdöl mit human- nicht nur physisch-geographischen Ansätzen beantworten: „Man nimmt weniger natürliche Knappheit, das heißt geringe verfügbare Vorräte und Reserven, in den Blick als vielmehr strukturelle Knappheiten, also Zugangsbeschränkungen zu Ressourcen als Folge eines Ungleichgewichts der Verteilung von Wohlstand und Macht.“

Ein großes Forschungsdefizit liegt jedoch bei systematischen Untersuchungen zum Thema der New Fossil Fuel Frontiers aus geographischer Sicht. Dabei wäre gerade in diesem Kontext eine urgeographische Qualität der Disziplin – ihre charakteristisch vernetzende Betrachtungsweise – bei diesem Thema von großem Nutzen. Fragmentarisch wird sich oft eher in Einzelaspekten mit unkonventionellen Erdölen auseinandergesetzt.

Bei dieser Untersuchung handelt es sich um eine Literaturarbeit. Somit steht methodisch in erster Linie die Literatur bzw. deren Recherche und Lektüre zum Themenkomplex der Erdölversorgung im Vordergrund. Über Deskriptionen hin zu Vergleichen und Interpretationen, bzw. Analysen soll schließlich zu einer wohlfundierten Argumentation übergegangen werden.

Als Datenquellen werden verschiedene Statistiken herangezogen, bspw. der BP Statistical Review of World Energy, der World Energy Outlook der International Energy Agency (IEA), die Energiestudie der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), der International Energy Outlook der U.S. Energy Information Administration (EIA), Publikationen der Association for the Study of Peak Oil and Gas (ASPO), der Deutschen Rohstoffagentur (DERA), ebenso wie weitere Einschätzungen. Leider sind oft zitierte Analysen des Oil & Gas Journals (OGJ), des Information Handling Services (IHS) oder von Wood Mackenzie kostenpflichtig und müssen in Folge eines „knappen Forschungsbudgets“ über Sekundärquellen aufgegriffen werden. Gerade zur Kontroverse der New Fossil Fuel Frontiers wird ergänzend – v.a. wegen ihrer Aktualität – vermehrt auf Zeitschriftenaufsätze und vereinzelt auch auf Publikationen von Think Tanks zurückgegriffen.

Insgesamt stellte sich bei der Auswertung von Zahlenreihen das Problem ein, dass Mengenangaben zu Erdöl entweder in Millions of Barrels per Day (mb/d) oder Tonnen (t) gemacht wurden, was eine exakte Gegenüberstellung erschwerte. Gerade bei Zahlen der BGR und der DERA sind oft Mengenverhältnisse in Tonnen angegeben. Um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, sind die Mengeneinheiten hier in mb/d umgerechnet. Bedient wurde sich dabei eines Umrechnungsfaktors von 7,35 (1 t entspricht 7,35 bbl), so wie es die BGR (2013a: 109) selbst für ihre Berechnungen angibt. Sollte eine Umrechnung erfolgt sein, wird an entsprechender Textstelle darauf hingewiesen.

In einem ersten Teil (Kapitel 2) werden die geologischen Eigenschaften von Erdöl, seine Entstehungszusammenhänge und die basale Struktur der globalen Erdölversorgung (u.a. des Upstream-/ Downstream-Bereichs¹⁰) skizziert, um nahtlose Anknüpfungspunkte in nachfolgen-

¹⁰ Der Prozessablauf, der Exploration, Feldentwicklung und Förderung umfasst, wird auch als „upstream“ bezeichnet (BGR 2009: 275). Analog dazu wird alles, was sich auf Aktivitäten ab dem Bereich des Austritts des

den Kapiteln zu ermöglichen. Die Erkenntnisse dienen der Grundlagenschaffung, da die unkonventionellen Erdöle in die Struktur der konventionellen eingebunden werden müssen.

In einem zweiten Teil (Kapitel 3) soll die Bedeutung des Erdöls für unsere Gesellschaft sowie die Grundstrukturen des Erdölhandels, seine historischen Wurzeln und Mechanismen der Preisbildung sowie die Entwicklung und Herausbildung gegenläufiger Interessen aufgezeigt werden. Auf der einen Seite ist dies wichtig, um die zukünftige Entwicklung des Erdölmarkts und der Lagerstättenverteilung einschätzen zu können. Auf der anderen Seite lassen sich dadurch einige interessante Einblicke in bereits abgelaufene Prozesse und erkennbare Muster gewinnen, die für eine Prognose hilfreich sind. Die Darlegung der Arbeit des Club of Rome – in hier relevantem Maße – ebenso wie ein kurzer Abriss zur Debatte um den Ressourcen-/ Reservenstand von Erdöl und die Diskussion um Peak Oil leiten über zum Hauptteil.

Dort (Kapitel 4) fällt das Hauptaugenmerk auf die unkonventionellen Erdöle an sich. Dabei steht vorweg eine Darlegung der wichtigsten technologischen Innovationen der Erdölwirtschaft in der Zeit nach 1970. In fünf Sektionen wird anschließend auf Einzelaspekte der New Fossil Fuel Frontiers eingegangen. Bei Ölsanden, Ölschiefer und Schwer(st)öl werden Fallbeispiele herangezogen (Kanada, USA, Estland, Venezuela), die entweder wegen ihres Förderpotentials oder ihrer bislang erfolgten Förderdauer als besonders repräsentativ gelten können. Auch wenn der Aufbau der einzelnen Unterkapitel dabei variiert, ist allen Darlegungen gemein, dass sie sich definitorisch gegenüber anderen Erdölen abgrenzen, ebenso wie sich in ihnen kritisch mit den Produktionsbedingungen des jeweiligen Rohölsubstrats auseinandergesetzt wird. Am Ende jedes Unterkapitels steht eine kurze Zusammenfassung bzw. ein Ausblick.

Im anschließenden Teil (Kapitel 5) geht es um die Synthese und Analyse der Erkenntnisse, bspw. inwieweit sich Rückkopplungen und Handlungsanreize unterschiedlicher Akteure im und mit dem zukünftigen globalen Erdölversorgungssystem erkennen lassen. In diesem Teil werden auch die Erkenntnisse über die Veränderungen des strukturellen Aufbaus der Erdölversorgung dargelegt, ebenso wie die Lokalisierung neuer Lagerstätten. Zum Ende dieses Teils wird auf die Perspektive des Club of Rome zurückgegriffen und argumentativ ausgeführt werden, welche Rolle unkonventionellen Erdölen in der Zukunft zufällt.

Im letzten Teil (Kapitel 6) erfolgt eine abschließende Betrachtung im Fazit.

Erdöls aus dem Bohrloch bezieht (Aufbereitung, Transport, Verarbeitung, Verkauf, etc.) mit „downstream“ umschrieben (BGR 2009: 266).

2 Geologie und weltweite Verteilung des Erdöls

Bei Erdöl handelt es sich um ein vielfältiges und komplexes natürliches Produkt. Insgesamt sind für den Aufbau der Erdöle sowohl Herkunft, als auch Entstehungszusammenhänge entscheidend, was sich mitunter in ihrer Qualität und Wertigkeit spiegelt (MARCH 2012: 9). Um das System der globalen Erdölversorgung zu verstehen, wird sich dem Thema daher zuerst aus einer geologischen Perspektive genähert. Ziel des Kapitels ist, den strukturellen Zusammenhang zwischen geologischen Ausgangsbedingungen und den ökonomischen Ausprägungen herzustellen.

Dabei soll einerseits aufgezeigt werden, dass die Erdölgenese bestimmte Anforderungen an ihre Umgebung stellt, welche letztlich die disperse und gleichwohl konzentrierte regionale Verteilung von Erdöl (in konventioneller wie unkonventioneller Form) erklären. Andererseits soll das Kapitel 2.3 den Übergang herstellen zwischen der Situierung der Erdöllagerstätten auf der einen und dem globalen Erdölmarkt bzw. der globalen -versorgung auf der anderen Seite. In den Unterkapiteln 2.3.1 und 2.3.2 werden die Infrastruktur der konventionellen Erdölproduktion und die Wichtigkeit von räumlicher Nähe zwischen Lagerstätten und Märkten aufgezeigt. Damit soll die Basis geschaffen werden, in Kapitel 4 nahtlos an die unkonventionellen Erdöle anzuknüpfen und zusammen mit Kapitel 3 die Grundlagen zu legen, auf denen die Analyse um die mögliche Bedeutung unkonventioneller Erdöle (Kapitel 5) fußt.

2.1 Entstehungsprozesse und Grundbedingungen der Erdölbildung

Chemisch gesehen ist Erdöl eine Mischung aus „gasförmigen, flüssigen und festen Kohlenwasserstoffen“ (BRÜCHER 2009: 101). Untersucht man den molekularen Aufbau von Erdöl, wird man somit v.a. die Elemente Kohlenstoff und Wasserstoff ausmachen, die je nach Entstehungszusammenhang in unterschiedlichem Mengenverhältnis miteinander verkettet sein können und dadurch unterschiedliche Eigenschaften¹¹ haben (ROTHE 2010: 35). Hinzu kommen oft geringe Anteile von Sauerstoff-, Schwefel- und Stickstoffverbindungen (POHL 2009: 422).

Für die Bildung von Erdöl muss eine Reihe von Kriterien erfüllt sein. Allen voran spielen das Zusammenwirken mannigfacher geochemischer Prozesse sowie tektonische Besonderheiten eine entscheidende Rolle. Zu seiner Genese bedarf es einer Aneinanderreihung verschiedens-

¹¹ Je nachdem, welche Kohlenwasserstoffe in der Zusammensetzung des Erdöls dominieren, wird Erdöl als „paraffinisch“, „naphthenisch“ oder „aromatisch“ klassifiziert (POHL 2005: 424).