Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/ Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

http://www.ub.tuwien.ac.at

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology.

http://www.ub.tuwien.ac.at/eng

DIPLOMARBEIT

Analyse der Entwicklung des Ölangebots und der Ölnachfrage

ausgeführt am Institut für Energiesysteme und elektrische Antriebe (E370)

an der Technischen Universität Wien

unter der Anleitung von

Univ. Prof. Dr. Dipl. Ing. Reinhard Haas

und

Mag. Michael Hartner

durch

Manfred Brauner, BSc

Matr. Nr.: 0425211

Nordbahnstraße 18/9

1020 Wien

Wien, im September 2015

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinem Betreuern Dr. Reinhard Haas und Mag. Hartner herzlich für Ihre Unterstützung bedanken.

Abstract

Petroleum still represents the major fossil fuel. Future developments on the side of the oil production and the oil demand have far-reaching economic, social and societal impacts.

The central question of this work includes an analysis of the historical development of the oil production, the oil demand and the oil reserves. On the side of the oil demand, the effects of price and income changes are analyzed. For the presentation of the oil market a simple market model is developed consisting of detailed supply and demand.

The methodology used in this work includes a comprehensive research for data collection. This data collection is the basis for an econometric analysis. In this econometric analysis different estimation approaches are used to calculate income and price elasticities. Based on a developed market model and a long-term economic scenario the possible future composition of the oil supply and the oil demand are presented.

The oil demand in the OECD and non-OECD countries reacts elastically to changes in income and rather inelastic to price changes. Income changes in the non-OECD countries have a greater impact on oil demand. On the side of the oil production OPEC countries will play a central role in the future. In these countries are the largest proven oil reserves and the average marginal costs of oil production are lower than in non-OPEC countries. The development of the global oil demand in the future will be primarily influenced by the economic development of the non-OECD countries.

Kurzfassung

Erdöl stellt noch immer den wichtigsten fossilen Energieträger dar, zukünftige Entwicklungen auf der Seite der Ölproduktion und der Ölnachfrage haben weitreichende wirtschaftliche, gesellschaftliche und soziale Auswirkungen.

Die zentrale Fragestellung dieser Arbeit beinhaltet eine Analyse der historischen Entwicklung der Ölproduktion, der Ölnachfrage sowie der Ölreserven. Auf der Seite der Ölnachfrage wird der Einfluss von Preis- und Einkommensänderungen analysiert. Zur Darstellung des Ölmarkts wird ein einfaches Marktmodell bestehend aus Angebots- und Nachfragekurve entwickelt.

Die verwendete Methodik beinhaltet eine umfassende Recherchetätigkeit zur Datensammlung. Diese Datensammlung stellt die Grundlage für eine ökonometrische Analyse dar. Im Rahmen dieser Analyse werden, unter der Verwendung von unterschiedlichen ökonomischen Schätzansätzen, Einkommens- und Preiselastizitäten ermittelt. Anhand eines entwickelten Marktmodells und eines langfristigen Wirtschaftsszenarios werden mögliche zukünftige Zusammensetzung des Ölangebots und der Ölnachfrage dargestellt.

Die Ölnachfrage reagiert in den OECD und nicht OECD-Länder elastisch auf Einkommensänderungen und eher unelastisch auf Preisänderungen. Wobei Einkommensänderungen in den nicht OECD-Ländern einen größeren Einfluss auf die Ölnachfrage haben. Auf der Seite der Ölproduktion spielen die Länder der OPEC auch in der Zukunft eine zentrale Rolle. In diesen Ländern befinden sich die größten bewiesenen Ölreserven und die durchschnittlichen Grenzkosten der Ölförderung sind in diesen Ländern geringer, als in den nicht OPEC-Ländern. Die Entwicklung der globalen Ölnachfrage wird zukünftig in erster Linie von der wirtschaftlichen Entwicklung der nicht OECD-Ländern beeinflusst.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

1.1 Motivation 1

1.2 Zentrale Fragestellung 2

1.3 Literatur 2

1.4 Aufbau der Arbeit 3

2 Historische Ölpreisentwicklung und das Ölfördermaximum 5

2.1 Entwicklung des Ölpreises von den Anfängen bis zur ersten Ölkrise 5

2.2 Entwicklung des Ölpreises seit der ersten Ölkrise bis heute 7

2.3 Das globale Ölfördermaximum 8

3 Beschreibung der Methodik 11

3.1 Datensammlung und Analyse 11

3.2 Ökonometrische Analyse des Ölverbrauchs 11

3.3 Das einfache Marktmodell 11

4 Analyse der Ölproduktion, des Ölverbrauchs und der Reserven 13

4.1 Globale Entwicklung der Ölproduktion 13

4.2 Entwicklung der Ölproduktion ausgewählter Länder 15

4.2.1 Saudi-Arabien 16

4.2.2 Irak 17

4.2.3 Venezuela 18

4.2.4 Vereinigte Staaten von Amerika 19

4.2.5 Norwegen 20

4.2.6 Brasilien 21

4.2.7 Zusammenfassung der Ölproduktion ausgewählter Länder 22

4.3 Globale Entwicklung des Ölverbrauchs 23

4.4 Entwicklung der Ölnachfrage ausgewählter Länder 26

4.4.1 Vereinigte Staaten von Amerika 26

4.4.2 Japan 27

4.4.3 Deutschland 28

4.4.4 China 29

4.4.5 Indien 30

4.4.6 Saudi-Arabien 31

4.4.7 Zusammenfassung des Ölverbrauchs ausgewählter Länder 32

4.5 Entwicklung der Reserven nach Regionen ... 33
5 Ökonometrische Analyse ... 38
5.1 Das ökonometrische Energienachfragemodell ... 38
5.2 Beschreibung der verwendeten Analysemodelle ... 39
5.3 Ökonometrische Analyse der OECD-Länder ... 41
5.3.1 USA ... 41
5.3.2 Deutschland ... 42
5.3.3 Japan ... 44
5.4 Ökonometrische Analyse der nicht-OECD-Länder ... 46
5.4.1 China ... 46
5.4.2 Indien ... 48
5.4.3 Saudi-Arabien ... 49
6 Einfaches Marktmodell und langfristiges Wirtschaftsszenario ... 51
6.1 Entwicklung des Marktmodells für 2013 ... 51
6.2 Wirtschaftliches Langzeitszenario ... 54
6.2.1 Das Referenzszenario ... 54
6.2.2 Szenarien bei geringem und hohem Wirtschaftswachstum ... 57
6.3 Das Marktmodell im Jahr 2020 ... 63
6.4 Das Marktmodell im Jahr 2030 ... 66
6.5 Das Marktmodell im Jahr 2040 ... 69
7 Schlussfolgerungen ... 73
8 Literaturverzeichnis ... 76
Anhang ... 77

Abkürzungsverzeichnis

BP	Beyond Petroleum, ehemals British Petrolium
IEA	International Energy Agency
Mbd	Million Barrels per day
Mt	Million tonnes
Mtoe	Million tonnes of oil equivalent
NGL	Natural Gas Liquids
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries
tbd	Thousand Barrels per day

1 Einleitung

Die Einleitung umfasst neben der Motivation und der zentralen Fragestellung dieser Arbeit auch eine Übersicht über die verwendeten Datenquellen sowie über die Gliederung dieser Arbeit.

1.1 Motivation

Die moderne Industriegesellschaft und das damit eng verbundene Finanzsystem beruhen auf einem stetigen Wachstum. Dieses Wachstum stützt sich groß Teils noch immer auf fossile Energieträger, wie Erdöl, Erdgas oder Kohle. Der globale Primärenergieverbrauch hatte im Jahr 2013 einen Wert von 12730 Mtoe (1). Wie in Abbildung 1-1 dargestellt, hatte Erdöl einen Anteil von 33 Prozent am globalen Primärenergieverbrauch und stellt somit den wichtigsten fossilen Energieträger dar. Über 95 Prozent der global verbrauchten Energie für Transport und Mobilität werden ebenfalls durch Erdöl abgedeckt. Aber auch in anderen Bereichen wie der Kunststofferzeugung, der Pharmazie oder der Herstellung von elektronischen Komponenten spielt dieser Rohstoff eine wichtige Rolle.

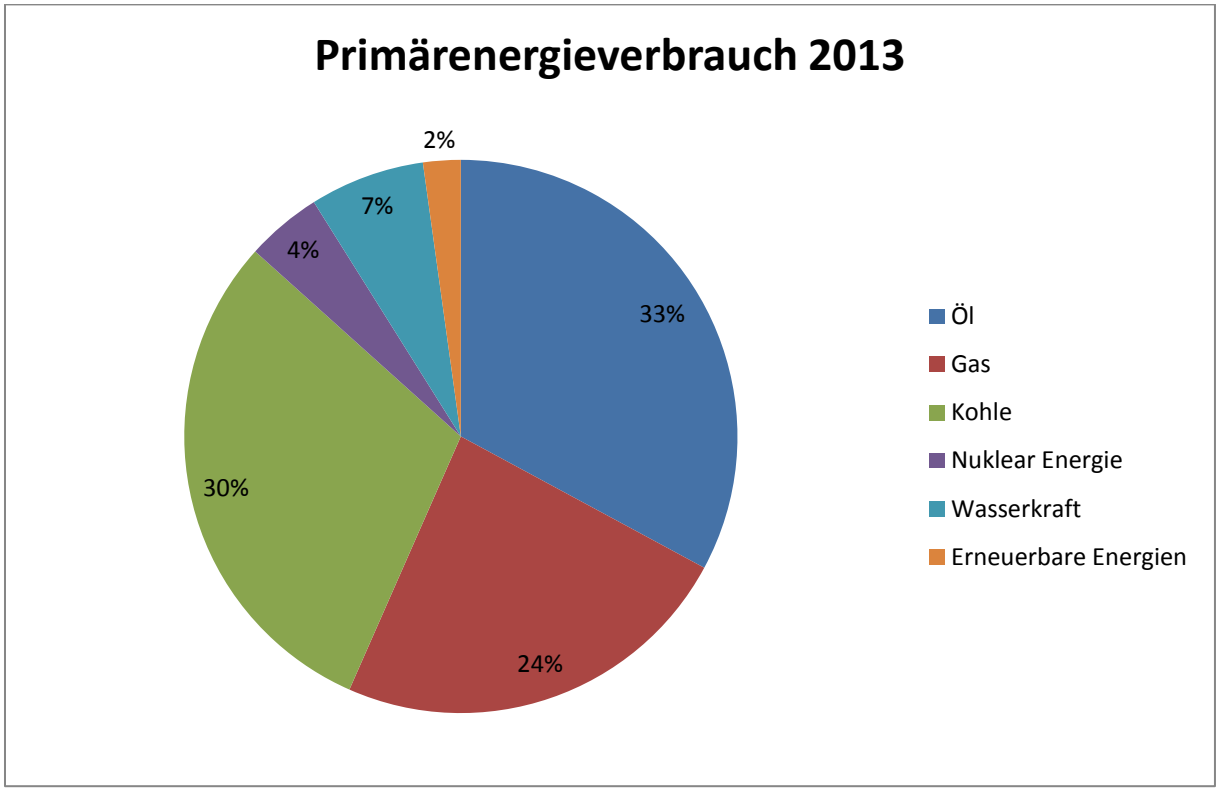

Abbildung 1-1: Primärenergieverbrauch 2013, basiert auf (1)

Im Zusammenhang mit der Entwicklung der globalen Ölproduktion wird oft der Begriff "Peak-Oil" erwähnt. Dieser Begriff stellt die einfachste Bezeichnung für das Problem des Ressourcenverbrauchs, oder genauer gesagt, für den Höhepunkt der weltweiten Ölproduktion dar. Erdöl ist ein endlicher und

nicht erneuerbarer Energieträger. Ein mögliches Überschreiten des "Peak-Oil" hat nicht ein sofortiges Aus von diesem Energieträger zur Folge sondern bedeutet vielmehr den Beginn des Endes des Erdölzeitalters.

Aufgrund der weitreichenden Abhängigkeit von diesem Energieträger hat die zukünftige Entwicklung der Ölproduktion nicht nur wirtschaftliche sondern auch gesellschaftliche und soziale Auswirkungen.

1.2 Zentrale Fragestellung

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird die historische Entwicklung der Ölproduktion, der Ölnachfrage und der Reserven analysiert. Wobei anhand dieser Analyse die unterschiedlichen Trends in der Ölproduktion in den OPEC-Ländern und anderen ölproduzierenden Länder dargestellt werden.

Anhand einer ökonometrischen Analyse wird der Einfluss von Einkommensänderungen und Preisänderungen auf die Ölnachfrage von einzelnen OECD-Ländern und nicht OECD-Ländern analysiert.

Die zentrale Fragestellung beinhaltet zudem die Entwicklung eines einfachen Marktmodells, welches aus einer Angebots- und einer Nachfragefunktion besteht. Anhand eines langfristigen Wirtschaftsszenarios, das unterschiedliche wirtschaftliche Entwicklungen berücksichtigt, wird die zukünftige Zusammensetzung des globalen Ölangebots und der Ölnachfrage abgebildet.

1.3 Literatur

Die Entwicklung des Ölangebots bzw. der Ölnachfrage ist sowohl für die Ölproduzenten als auch für die wirtschaftliche Entwicklung ganzer Regionen von Bedeutung. Als Informationsquellen für diese Diplomarbeit dienen daher in erster Linie Strategieberichte von Erdölproduzenten und Statistiken von Wirtschaftsorganisationen. Ein großer Teil dieser Studien, Berichte und Statistiken sind im Internet frei zugänglich.

Im Folgenden sind die wichtigsten Quellen, welche zur Datenerhebung herangezogen wurden, angeführt.

- BP Statistical Review of World Energy 2014:
  Seit 1952 veröffentlicht BP einen jährlichen Bericht, welcher eine Datensammlung des globalen Energiemarktes beinhaltet.

- OPEC World Oil Outlook 2014:
  Der World Oil Outlook bündelt Informationen von OPEC-Mitgliedsländer, Wirtschaftorganisationen und verschiedenen anderen Quellen.

- ASPO Association for the Study of Peak Oil and Gas:
  Ist eine unabhängige Organisation, die sich mit dem Thema "Peak-Oil" beschäftigt.

- IEA International Energy Agency:
  Die IEA wurde 1973/74 als Reaktion auf die erste Ölkrise gegründet und stellt eine unabhängige Organisation, bestehend aus 29 Mitgliedstaaten, dar.

- OECD Organisation for Economic Co-operation and Development:
  Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, die 34 Mitgliedsländer sind vor allem Länder mit einem hohen Pro-Kopf-Einkommen.

- World Bank:
  Die Weltbank stellt Sammlungen von Entwicklungsindikatoren, aus amtlich anerkannten internationalen Quellen zur Verfügung.

1.4 Aufbau der Arbeit

Im zweiten Kapitel wird die historische Ölpreisentwicklung der letzten Jahrzehnte analysiert. Hierbei werden die verschiedenen Gründe für die Schwankungen des Ölpreises beschrieben. Zusätzlich wird der Begriff "Peak-Oil" näher erläutert, wobei auch die unterschiedlichen Standpunkte zu diesem Thema zusammengefasst werden.

Kapitel 3 beschreibt die in dieser Arbeit verwendeten Methodik.

Im darauf folgenden Abschnitt erfolgt die Analyse der historischen Trends in der Ölproduktion, Ölnachfrage sowie der Reserven.

In Kapitel 5 wird eine ökonometrische Analyse des Ölverbrauchs für ausgewählte OECD und nicht OECD-Länder durchgeführt, wobei vor allem die Einflüsse des Ölpreises und die Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts analysiert werden.

Im sechsten Kapitel wird ein Marktmodell entwickelt, welches aus einer Angebots und Nachfragekurve besteht. Anhand dieses Modells werden die Auswirkungen eines langfristigen Wirtschaftsszenarios auf die Zusammensetzung des globalen Ölangebotes sowie auf die globale Ölnachfrage dargestellt und analysiert.

Das letzte Kapitel fasst die wichtigsten Ergebnisse zusammen und beinhaltet die Schlussfolgerungen dieser Arbeit. Zusätzlich werden auch noch mögliche Ansatzpunkte für zukünftige Analysen angeführt.

2 Historische Ölpreisentwicklung und das Ölfördermaximum

In diesem Kapitel wird die Ölpreisentwicklung vom Beginn des Erdölzeitalters bis heute analysiert. Es werden die politischen und wirtschaftlichen Ereignisse die hinter den Schwankungen des Ölpreises stecken kurz beschrieben. Abschließend werden der Begriff "Peak-Oil" erläuterter und die verschieden Meinungen bzw. Standpunkte zu diesem Thema zusammengefasst.

2.1 Entwicklung des Ölpreises von den Anfängen bis zur ersten Ölkrise

Die historische Entwicklung des Ölpreises unterliegt starken Schwankungen. Die Ursachen für diese Volatilität sind unterschiedlicher Natur. Der eigentliche Beginn des Erdölzeitalters liegt im Jahr 1859, als in Pennsylvania (USA) erstmals eine kommerzielle Erdölbohrung vorgenommen wurde. In einer Tiefe von nur 21m wurde auf die erste größere Erdöllagerstätte gestoßen. Das geförderte Erdöl sollte damals Walöl als Brennstoff für Beleuchtungen ersetzen. Bereits am Ende des Jahres 1859 gab es in den USA 34 Firmen, die Petroleum erzeugten und erste Raffinerieanlagen wurden in Betrieb genommen. Bis zum Jahr 1864 stieg der Erdölpreis und erreichte einen Höchststand von 8,06 Dollar pro Barrel bzw. inflationsbereinigt 119,56 Dollar pro Barrel (2).

Die historische Entwicklung des Ölpreises im Zeitraum 1861 bis 1969 ist in Abbildung 2-1 dargestellt, als Datenquelle zur Erstellung der Grafik wurde der statistische Jahresbericht von BP aus dem Jahr 2014 herangezogen.

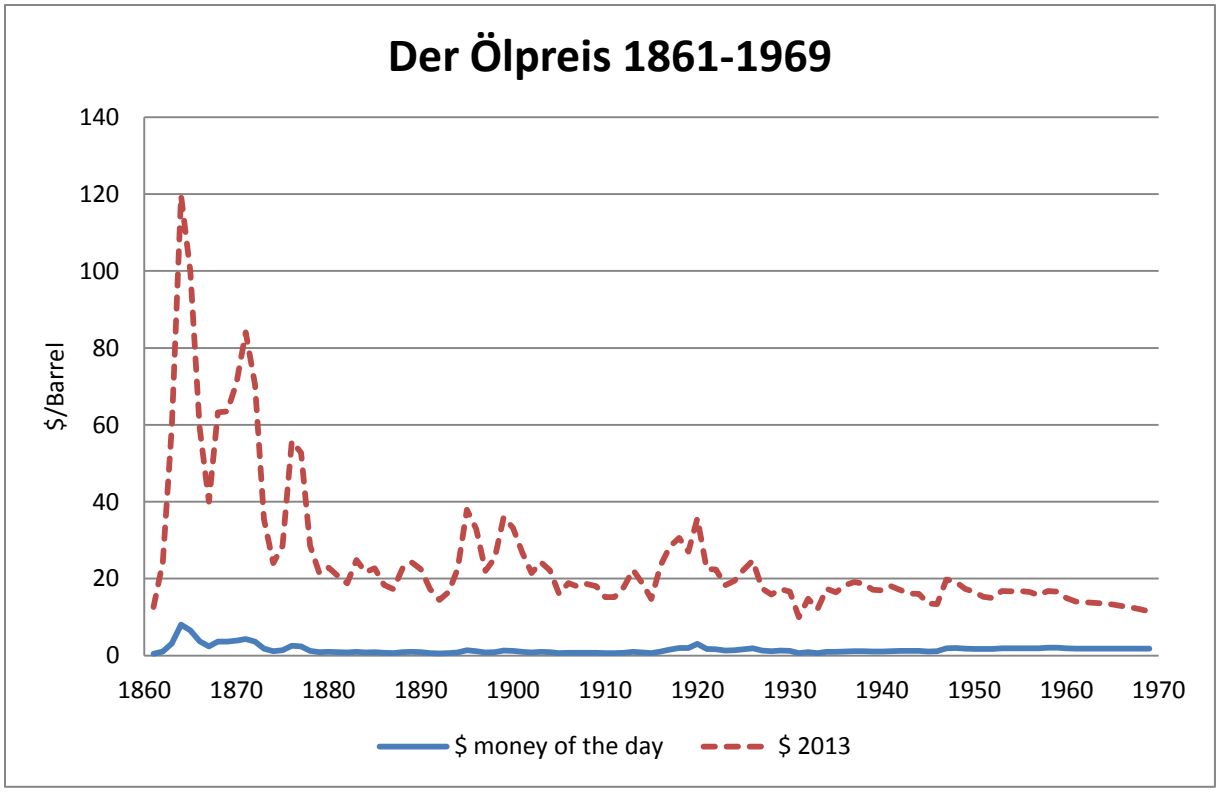

Abbildung 2-1: Entwicklung des Rohölpreises im Zeitraum 1861 bis 1969, basiert auf (1)

Eng verbunden mit dem Beginn des Erdölzeitalters ist der Name John D. Rockefeller. Rockefeller gründete 1872 die Standard Oil Company, welche von der Ölsuche über den Transport bis zur Verarbeitung alle Produktionsschritte durchführte. Mit diesem Unternehmen schaffte es Rockefeller eine Monopolstellung aufzubauen und kontrollierte über Jahrzehnte das Ölgeschäft in Nordamerika.

Mit der Entwicklung des Automobils setzte sich Benzin als Treibstoff für Verbrennungskraftmotoren durch. Mit der Einführung des T-Modells von Henry Ford, im Jahr 1908, wurde das Automobil zu einem Massenprodukt. Durch den Einsatz von Fließbandarbeit wurde diese Entwicklung möglich. Mit der raschen Verbreitung der Verbrennungskraftmaschine stieg die Nachfrage nach Benzin rasant an und die Automobilindustrie wurde Mitte der 20er Jahre zum größten Ölverbraucher der USA (2).

Während der Weltwirtschaftskrise von 1929 verringerte sich die Nachfrage nach Rohöl dramatisch und der Ölpreis sank auf einen historischen Tiefstand. Im Jahre 1931 kostete ein Barrel 0,65 Dollar bzw. inflationsbereinigt 9,94 Dollar.

In der Wiederaufbauphase nach dem zweiten Weltkrieg blieb der Ölpreis konstant auf relativ niedrigem Niveau. Politische Entwicklungen im Nahen Osten, wie die Suezkrise von 1956, hatten noch wenig Einfluss auf den Ölpreis. Dies sollte sich jedoch in den folgenden Jahrzehnten ändern, da die Fördermengen und somit der Ölpreis verstärkt als politisches Druckmittel verwendet wurden.

2.2 Entwicklung des Ölpreises seit der ersten Ölkrise bis heute

Die Entwicklung des Ölpreises im Zeitraum 1970 bis 2013 ist in Abbildung 2-2 abgebildet. Die Grafik wurde mit den Daten des statistischen Jahresberichts von BP aus dem Jahr 2014 erstellt.

Nach dem Jom-Kippur-Krieg von 1973 drosselten die OPEC-Länder ihre Fördermengen um etwa fünf Prozent und lösten die erste Ölkrise aus. Die Reduktion der Fördermengen löste ein sprunghaftes Ansteigen des Ölpreises aus und demonstrierte die Abhängigkeit der Industrieländer von fossilen Brennstoffen.

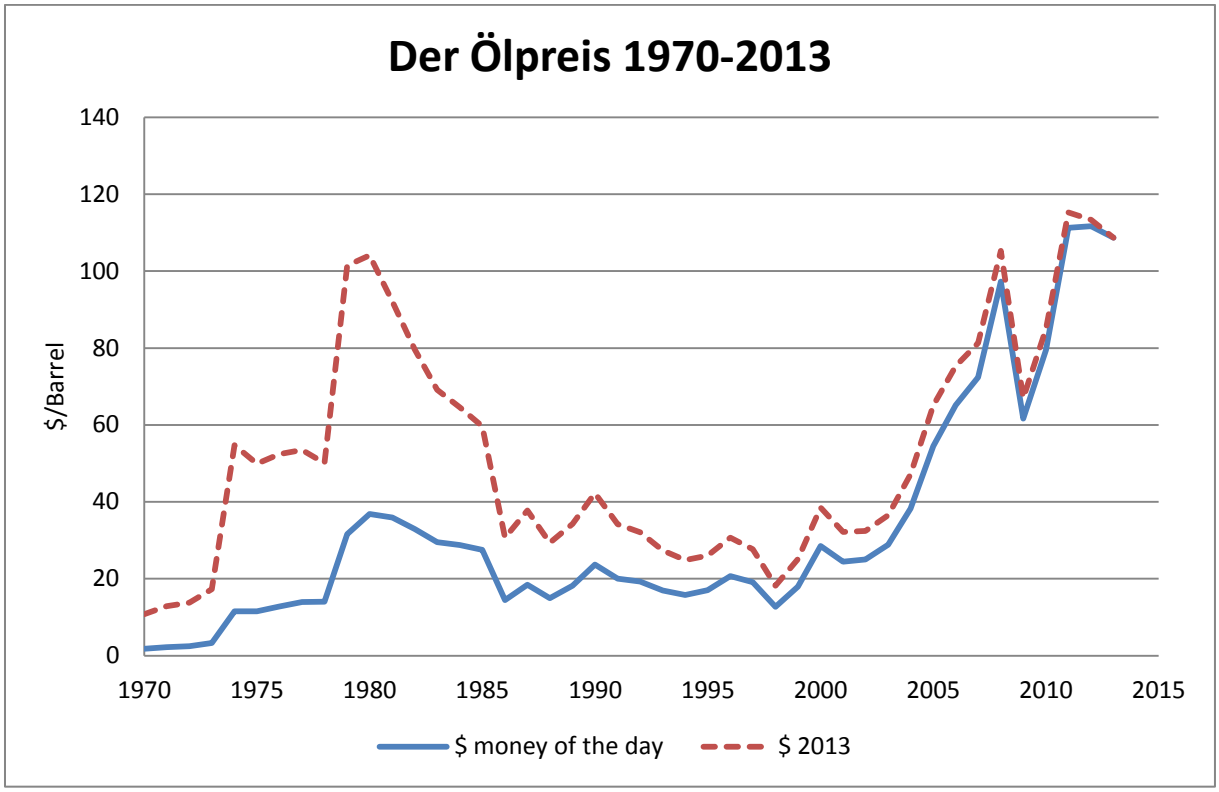

Abbildung 2-2: Entwicklung des Rohölpreises im Zeitraum 1970 bis 2013, basierend auf (1)

Nach einer kurzen Erholungsphase kam es in den Jahren 1979 und 1980 zu der zweiten Ölkrise. Die Hauptursache für den Ölpreisanstieg war die iranische Revolution und die damit verbundenen Förderungsausfälle bzw. die allgemeine politische Verunsicherung. Im Jahr 1980 erreichte der Ölpreis ein Maximum von 36,83 Dollar pro Barrel, was einem Preis von 104,12 Dollar pro Barrel im Jahr 2013 entspricht.

Der wirtschaftliche Abschwung Anfang der 80er Jahre hatte einerseits einen Rückgang des Ölbedarfs zur Folge und andererseits versuchte die OPEC durch eine Reduktion der Fördermengen den Ölpreis hoch zu halten. Trotz dieser Entwicklung fiel der Ölpreis bis Mitte der Achtzigerjahre auf einen Tiefststand von knapp 15 US-Dollar pro Barrel.

Die irakische Besetzung Kuwaits hatte zu Beginn der Neunzigerjahre einen Anstieg des Ölpreises zur Folge. Die restlichen Jahre dieser Dekade stellten eine Phase, welche durch einen niedrigen Ölpreis gekennzeichnet war, dar. Erst die weltpolitischen Ereignisse zu Beginn des neuen Jahrtausends führten zu einem erneuten Anstieg des Ölpreises.

Im Jahr 2008 erreichte der Ölpreis einen Wert von 97,26 Dollar pro Barrel bzw. inflationsbereinigt 105,23 Dollar pro Barrel. Die Ursache für diesen Spitzenwert des Ölpreises war der steigende weltweite Bedarf und die nicht im gleichen Maße steigende Ölproduktion. Die Verknappung der Produktion kann laut einiger Studien auf das Erreichen des Maximums der globalen Fördermengen im Jahr 2006 zurückgeführt werden (3).

Die letzten Ölpreisanstiege in den Jahren 2012 und 2013 waren eine Folge des Atomstreits zwischen dem Iran und den westlichen Länder. Das Barrel erreichte einen historischen Preis von 111,67 US-Dollar pro Barrel, was einem inflationsangepassten Wert von 113,31 US-Dollar pro Barrel entspricht. Auch im Jahr 2013 lag der Ölpreis bei knapp 109 US-Dollar pro Barrel auf hohem Niveau.

2.3 Das globale Ölfördermaximum

Der Begriff "Peak-Oil" kennzeichnet das zeitliche Maximum der Förderrate an Erdöl. Unter dem globalen Ölfördermaximum versteht man jedoch nicht jenen Zeitpunkt ab dem die Ölförderrate dem Bedarf nicht mehr folgen kann. Sondern jenen Punkt bei dem auf Grund von geologischen, technologischen und ökonomischen Begrenzungen die Förderung nicht mehr erhöht werden kann. Das Erreichen bzw. Überschreiten des "Peak-Oil" hat nicht ein sofortiges Aus der Ölproduktion zur Folge, sondern bedeutet vielmehr den Beginn des postfossilen Zeitalters.

Der amerikanische Geologe M. King Hubbert beschrieb in den 50er Jahren den Verlauf der Ausbeutung von on-shore Ölquellen. Nach Hubbert folgt die Erdölförderung jeder einzelnen Quelle einer Glockenkurve, der sogenannten Hubbert Kurve. Die Förderung von Erdöl steigt über Jahre hinweg bis ein Maximum erreicht wird. Dieser Maximalwert wird etwa dann erreicht, wenn die Hälfte des Öls gefördert wurde. Nach dem Überschreiten dieses Punktes sinkt die Förderung kontinuierlich ab. Das Maximum der Hubbert Kurve wird als "Rollover Point", der Punkt wo 50 Prozent der Menge gefördert sind als "Depletion mid point" bezeichnet (4).

Abbildung 2-3 zeigt das Prinzip der globalen Entwicklung der Ölförderung nach Hubbert aus dem Jahr 1956.

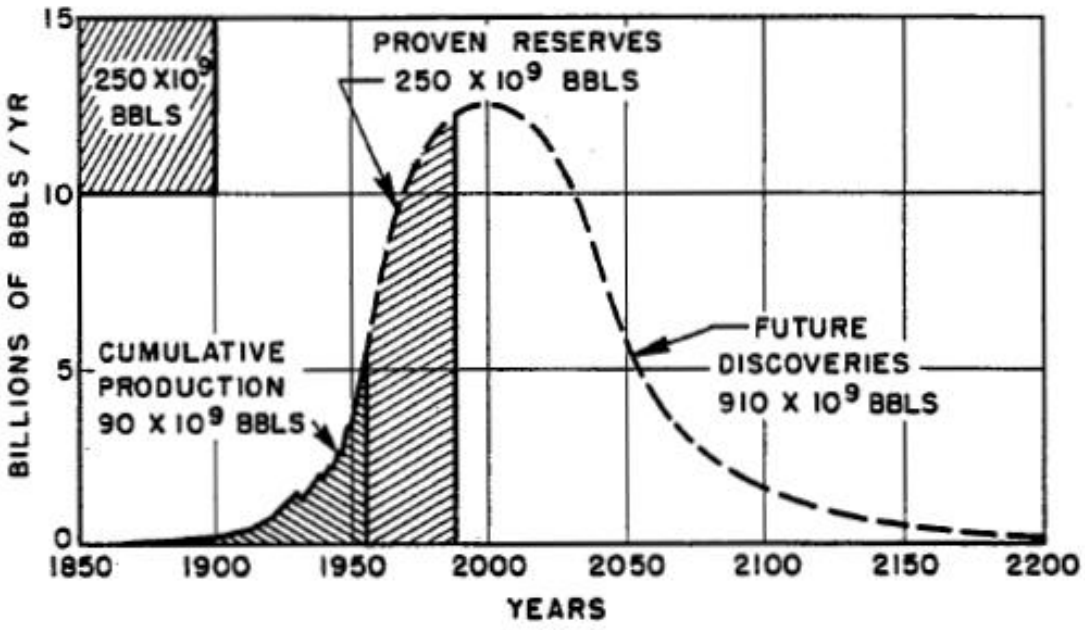

Abbildung 2-3: Prinzip der Hubbert Kurve aus dem Jahr 1956 (5)

Im Jahr 1956 hatte Hubbert vorausgesagt, dass die Erdölförderung in Amerika im Jahr 1979 ihr Maximum erreichen würde. Für diese Prognose wurde Hubbert damals verlacht, tatsächlich stellte sich die Vorhersage als korrekt heraus.

Der zeitliche Verlauf der Ölfördermenge nach Hubbert gilt heute als unbestritten, jedoch ist die Vorhersage des Überschreitens des Kurvenmaximums mit groben Unsicherheiten behaftet. Die statistische Glockenkurve nach Hubbert beruht in erster Linie auf geologischen Faktoren und benötigt daher eine genau Kenntnis der globalen Fördermengen und Reserven. Zusätzlich werden bei neueren Analysen neben der konventionellen Erdölproduktion auch unkonventionelle Fördermethoden, wie z.B. Teersand, mit einbezogen.

Aufgrund dieser Unsicherheiten und unterschiedlicher Analyseansätze sind auch die Prognosen jener Organisationen die sich mit dem "Peak-Oil" beschäftigen sehr unterschiedlich. Die 1998 gegründete ASPO geht davon aus, dass das Fördermaximum bereits im ersten Jahrzehnt seit der Jahrtausendwende erreicht wurde (6). Laut Informationen der IEA wurde für konventionelles Erdöl das Maximum der Förderung bereits im Jahr 2006 erreichte. Die IEA geht davon aus, dass das Überschreiten der maximalen Ölförderung eine mögliche Ursache für die letzten Ölpreissteigerungen ist. Abbildung 2-4 zeigt die Schätzungen der IEA für die zukünftige Entwicklung der Ölproduktion.

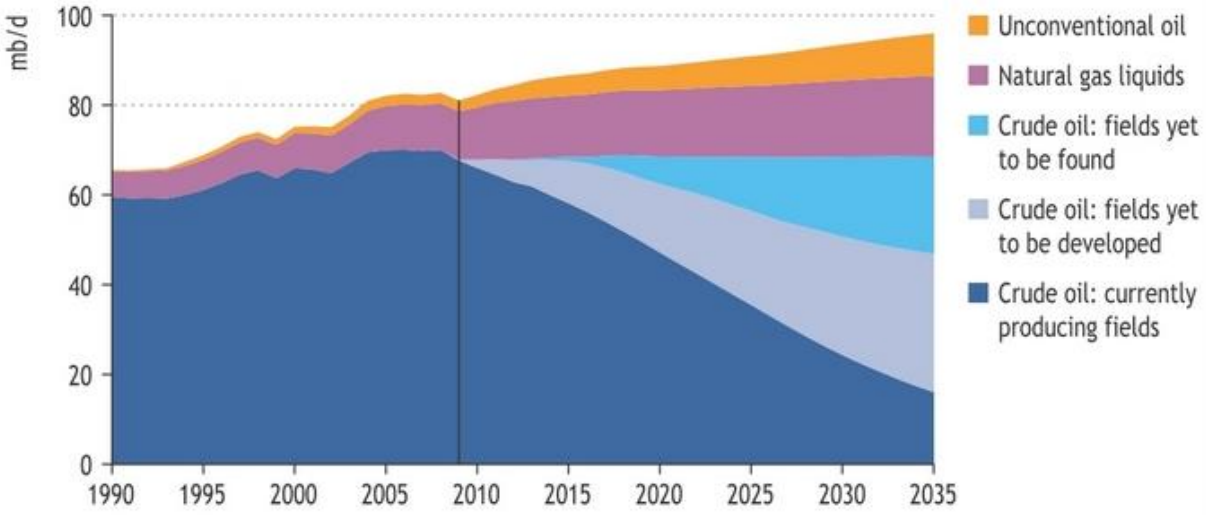

Abbildung 2-4: Weltweite konventionelle und unkonventionelle Ölproduktion in Mbd (3)

Die Aussichten und Prognosen der Mineralölkonzerne zeigen ein komplett anderes Bild. Die meisten Konzerne gehen davon aus, dass das Konzept des Ölfördermaximums aufgrund der vielen zu berücksichtigenden Faktoren nicht global anwendbar ist. Für die OPEC-Länder spielt dieses Thema auch keine Rolle, da diese davon ausgehen, dass auf die nächsten Jahrzehnte die Ölförderung auf derzeitigem Niveau als gesichert erscheint (7).

3 Beschreibung der Methodik

Der Hauptteil dieser Diplomarbeit gliedert sich im Wesentlichen in drei Abschnitte. Im ersten Teil werden benötigte Daten durch Recherche ermittelt und aufbereitet. Diese Datensammlung bildet die Grundlage für eine ökonometrische Analyse des Ölverbrauches und die Erstellung eines einfachen Marktmodells. Im Folgenden wird die in dieser Arbeit verwendete Methodik näher erläutert.

3.1 Datensammlung und Analyse

Im Rahmen der Datenermittlung wird die historische Entwicklung der Ölproduktion und Nachfrage analysiert. Neben der globalen Entwicklung der Ölproduktion und Ölnachfrage werden auch einzelne Länder analysiert. Bezüglich der Ölproduktion werden beispielhaft drei OPEC-Länder und drei nicht-OPEC-Länder angeführt. Im Rahmen der Aufbereitung des historischen Ölverbrauchs werden drei OECD-Länder und drei nicht-OECD-Länder genauer betrachtet. Als Betrachtungszeitraum wird der Zeitraum von 1965 bis 2013 festgelegt.

Anhand der Datensammlung wird ebenfalls die Entwicklung der Reserven dargestellt. Wobei neben der globalen Entwicklung auch die Anteile bestimmter geografischer Regionen analysiert werden.

3.2 Ökonometrische Analyse des Ölverbrauchs

Anhand der Entwicklung des Bruttoinlandsprodukt und des Ölpreises wird eine ökonometrische Analyse einzelner Länder durchgeführt. Es werden die Preis- und Einkommenselastizitäten mit einfachen Modellansätzen geschätzt. Wobei Industrieländer der OECD und Schwellenländer des nicht-OECD-Raumes betrachtet werden. Vor allem soll im Rahmen der ökonometrischen Analyse der Zusammenhang zwischen dem Einkommen (Bruttoinlandsprodukt) und dem Ölverbrauch der analysierten Länder dargestellt werden.

Bei den analysierten OECD-Ländern handelt es sich um die USA, Deutschland und Japan. Als Beispiele für nicht-OECD-Länder werden China, Indien und Saudi-Arabien gewählt.

3.3 Das einfache Marktmodell

Anhand einer entwickelten Grenzkostenkurve für die Produktion eines Barrels in Abhängigkeit von der Förderregion bzw. dem jeweiligen Förderland wird eine Angebotskurve für das Jahr 2013 entworfen.

Die globale Ölnachfrage wird mittels einer vereinfachten Nachfragekurve dargestellt. Das daraus erstellte einfache Marktmodell dient als Grundlage zur Darstellung der zukünftigen Zusammensetzung des Ölmarktes bei hohem bzw. niedrigerem Wirtschaftswachstum.

Anhand eines Wirtschaftsszenarios, das auf dem World Oil Outlook der OPEC des Jahres 2014 beruht, werden die jeweiligen Anteile der OPEC bzw. nicht OPEC-Länder an der Angebotskurve abgeleitet. Die Zusammensetzung der globalen Ölnachfrage wird in Abhängigkeit unterschiedlicher wirtschaftlicher Wachstumsraten nach OECD und nicht OECD-Ländern aufgeschlüsselt.

4 Analyse der Ölproduktion, des Ölverbrauchs und der Reserven

In diesem Kapitel werden die historischen Entwicklungen in der Ölproduktion und im Ölverbrauch bearbeitet. Bei der Darstellung von Produktion und Verbrauch werden einerseits globale Trends zusammengefasst und andererseits wird die Entwicklung in einzelnen Ländern abgebildet. Im Anschluss wird die Entwicklung der Ölreserven nach geografischer Region zusammenfasst.

4.1 Globale Entwicklung der Ölproduktion

In Abbildung 4-1 ist der Verlauf der weltweiten Ölproduktion in Millionen Tonnen im Zeitraum 1965 bis 2013 abgebildet. Zusätzlich sind in dieser Grafik die Produktionsanteile der OPEC, nicht OPEC-Mitglieder und der ehemaligen Sowjetunion dargestellt. Die Angabe der jährlichen Fördermengen beinhaltet neben Rohöl auch die Produktion aus Schieferöl, Ölsand und NGL. Nicht enthalten sind Anteile von flüssigen Treibstoffen aus anderen Quellen wie Biomasse und Derivate aus Kohle und Erdgas.

Die globale Entwicklung der Ölproduktion zeigte von 1965 bis 1973 ein stark ansteigendes Verhalten. In diesem Zeitraum erhöhte sich die Gesamtproduktion von 1567,9 Millionen Tonnen auf 2871,3 Millionen Tonnen. Die erste Ölkrise und der damit verbundene Ölboykott gegenüber den westlichen Ländern hatte eine Reduktion der Ölproduktion in den OPEC-Ländern zur Folge. In den Jahren 1973 und 1974 blieb die Produktion der OPEC noch nahezu unverändert, doch im Jahr 1975 kam es zur Reduktion der Fördermenge um zirka zwölf Prozent. Dieser Rückgang ist auch im Gesamtverlauf deutlich erkennbar. Anschließend stabilisierte sich die Förderung in der OPEC auf einem Niveau von ungefähr 1450 Millionen Tonnen, was in etwa dem Wert vor der Krise entspricht. Auffällig ist, dass ab dem Jahr 1975 die nicht OPEC-Mitglieder und die Länder der ehemaligen Sowjetunion ihre Fördermengen erhöhten. So wurde trotz stagnierender Produktionszahlen der OPEC im Jahr 1979 ein globales Maximum von 3237,3 Millionen Tonnen erreicht. Die zweite Ölkrise führte zu Beginn der 1980er zu einem dramatischen Rückgang der Förderquoten in den OPEC-Ländern. Bis zum Jahr 1985 reduzierte sich die Fördermenge auf einen historischen Tiefststand von 771,8 Millionen Tonnen. Die Reduktion der Förderung in den OPEC-Ländern hatte als Ziel den Ölpreis auf hohem Niveau zu halten. Trotz steigender Tendenzen in anderen ölproduzierenden Ländern ist dieser Einbruch im globalen Verlauf deutlich ablesbar. In der Zeit nach der zweiten Ölkrise erholte sich die Produktion in den OPEC-Ländern und Ende der 1990er Jahre wurden ähnliche Fördermengen wie Ende der 1970er Jahre erreicht. Aktuell zeigt die Ölproduktion in den OPEC-Ländern, nach dem Erreichen eines Maximums im Jahr 2012, eine leicht fallende Tendenz. Nach 1985 ist ebenfalls ein steigendes Verhalten der globalen Produktion erkennbar. Dies ist vor allem auf den Anstieg der Ölförderung der OPEC und nicht OPEC-Mitglieder zurückzuführen. Im Jahr 2002 erreichte die Ölproduktion der nicht OPEC-Länder ein Maximum von 1723,2 Millionen Tonnen. Danach ist ein abflachen der Produktion

erkennbar, jedoch ist seit dem Jahr 2008 eine Trendwende in den nicht OPEC-Ländern ablesbar. Die letzten Jahre zeigen hier steigende Produktionswerte. Vor dem Zusammenbruch der Sowjetunion wurde im Jahr 1987 ein Fördermaximum von 625,2 Millionen Tonnen erreicht. Mit dem Ende der Sowjetunion halbierte sich die Produktion und erst seit der Jahrtausendwende ist ein Anstieg in der Produktion erkennbar.

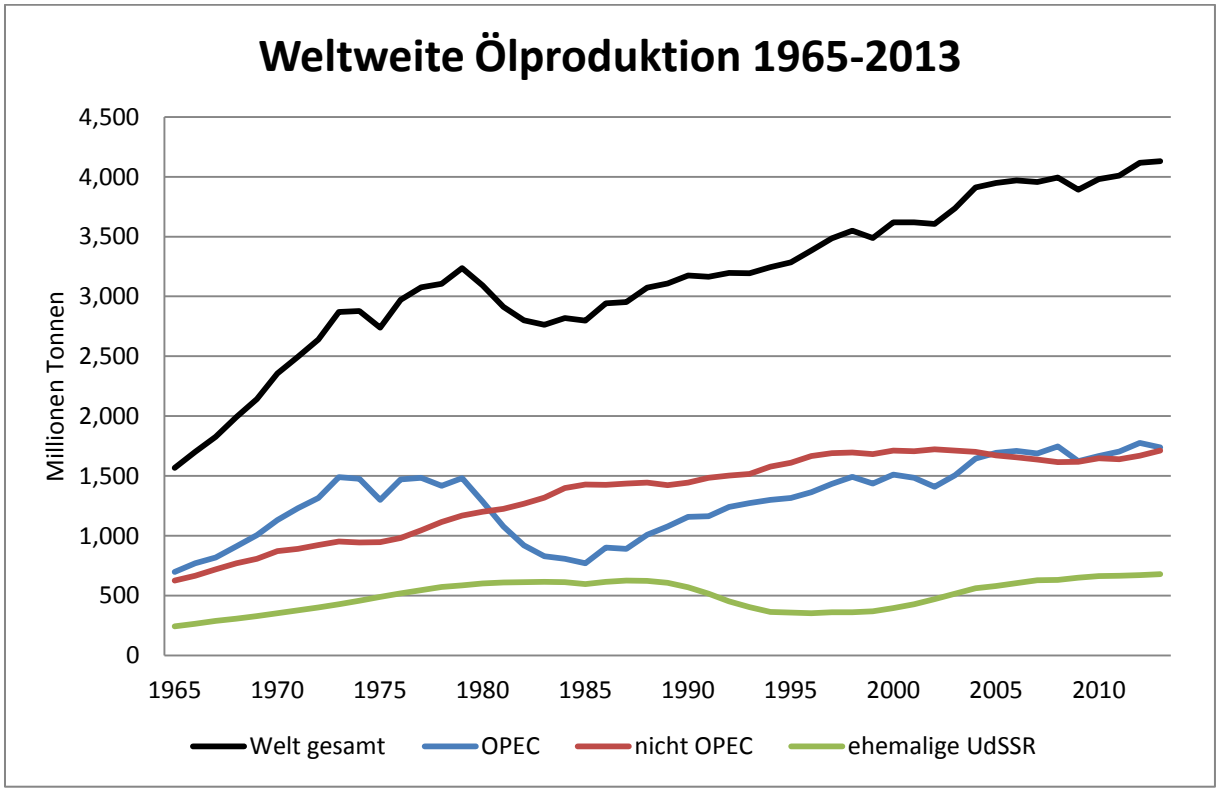

Abbildung 4-1: Entwicklung der weltweiten Ölproduktion, basiert auf (1)

Zur Verdeutlichung der historischen Entwicklung der globalen Ölproduktion sind in Abbildung 4-2 die prozentuellen Anteile der OPEC und nicht OPEC-Mitglieder an der weltweiten Ölproduktion abgebildet. In dieser Darstellung wurden nicht OPEC-Länder und die Länder der ehemaligen Sowjetunion zusammengefasst. Zu Beginn des Betrachtungszeitraumes hatte die OPEC einen Anteil von knapp 45 Prozent an der weltweiten Ölproduktion. Den maximalen Anteil erreichten die OPEC-Länder im Jahr 1973 mit mehr als 51 Prozent. Deutlich erkennbar ist die Trendumkehr in den 1980er Jahren. Im Jahr 1985 hatte die OPEC nur mehr einen Anteil von knapp 30 Prozent. Auch in den folgenden Jahrzehnten erreichte die OPEC ihre ehemalige Bedeutung in der globalen Ölproduktion nicht mehr. Seit Mitte der 1990er Jahre zeigen sich keine großen prozentuellen Schwankungen. Der Anteil der nicht-OPEC-Länder liegt bei etwa 60 Prozent und jener der OPEC bei zirka 40 Prozent. Mit Stand 2013 halten die zwölf OPEC-Länder einen Anteil von 42 Prozent an der globalen Ölfördermenge. Bei den nicht-OPEC-Ländern deutet sich eine steigende Tendenz an, was auf den Ausbau von nicht konventionellen Fördermethoden zurückzuführen ist. Hingegen ist bei den OPEC-

Mitgliedern eine Reduktion der Produktion um knapp 2 Prozent vom Jahr 2012 auf das Jahr 2013 erkennbar.

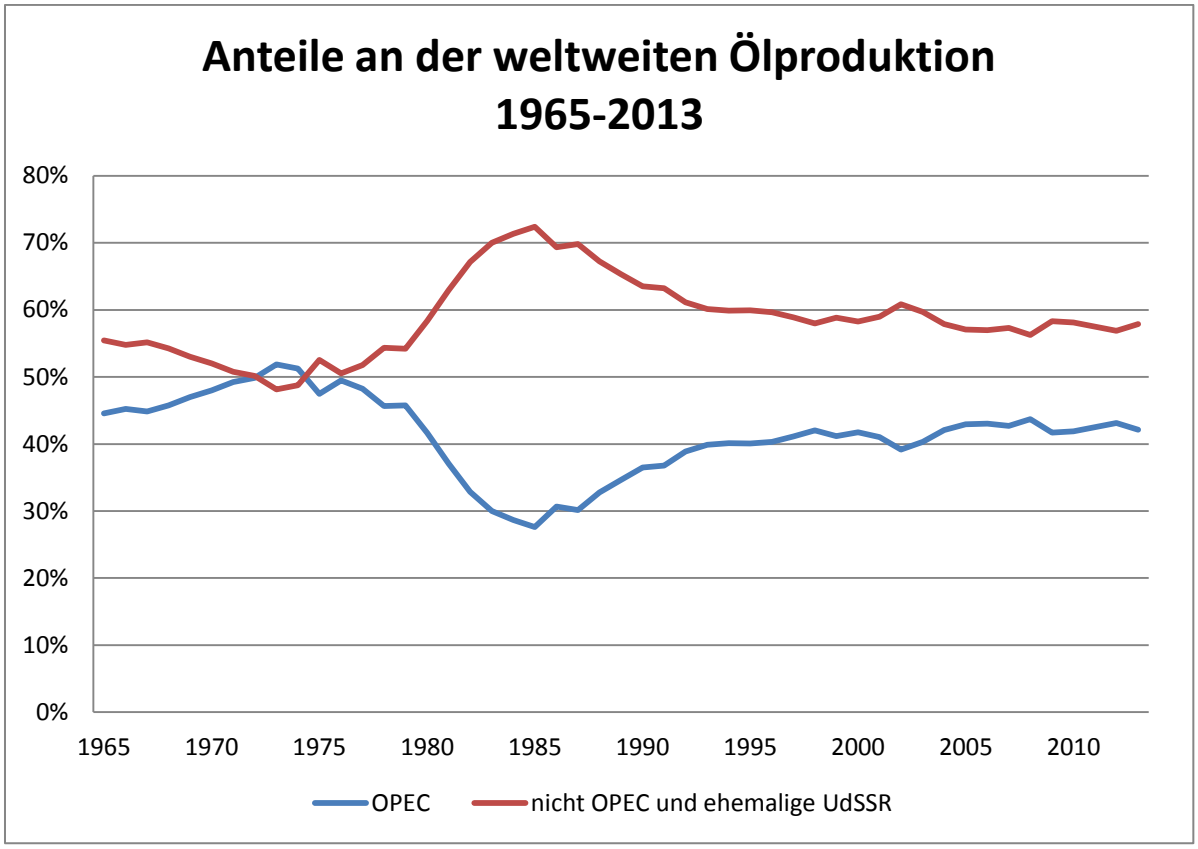

Abbildung 4-2: Anteile an der weltweiten Ölproduktion, basiert auf (1) und eigenen Berechnungen

4.2 Entwicklung der Ölproduktion ausgewählter Länder

Im Folgenden wird die Ölproduktion einzelner Länder analysiert. Es werden ausgewählte OPEC-Mitglieder und nicht Mitglieder angeführt. Die OPEC ist eine internationale Organisation von Erdöl exportierenden Ländern und wurde 1960 gegründet. Die ursprünglichen Mitgliedsstaaten der OPEC waren der Irak, Iran, Kuwait, Saudi-Arabien und Venezuela. Im Laufe der Zeit traten der OPEC sieben weitere Länder bei. Nach eigenen Angaben hat die OPEC die Koordination der Ölproduktion ihrer Mitglieder zum Ziel, um eine sichere Versorgung der Verbraucher zu gewährleisten. Von den zehn größten Erdölproduzenten sind fünf Länder OPEC-Mitglieder. Die OPEC hat zurzeit zwölf Mitglieder welche in Tabelle 4-1 nach geografischer Region aufgelistet sind.

Tabelle 4-1: OPEC-Mitglieder im Jahr 2013, (8)

Afrika	Mittlerer Osten	Südamerika
Algerien	Iran	Ecuador
Angola	Irak	Venezuela
Libyen	Kuwait	
Nigeria	Katar	
	Saudi-Arabien	
	Vereinigte Arabische Emirate	

Als Beispiele für OPEC-Mitglieder werden die Ölproduktion von Saudi-Arabien, dem Irak und von Venezuela analysiert. Die historische Entwicklung der Ölproduktion von den Vereinigten Staaten von Amerika, Norwegen und Brasilien werden als Beispiele von nicht OPEC-Ländern angeführt.

4.2.1 Saudi-Arabien

Das OPEC-Mitglied Saudi-Arabien ist mit einer jährlichen Fördermenge von 542,3 Millionen Tonnen im Jahr 2013 der größte Ölproduzent und Exporteure. Dieser Wert entspricht 13 Prozent der weltweiten Ölförderung. Das Maximum der Produktion wurde im Jahr 2012 mit 549,8 Millionen Tonnen erreicht. Der in Abbildung 4-3 dargestellte zeitliche Verlauf der Ölproduktion zeigt dieselben Trends wie die Gesamtproduktion der OPEC-Länder. Ab dem Jahr 1973 ist ein Rückgang der Ölproduktion in Folge der ersten Ölkrise erkennbar. Ab dem Jahr 1980 wurde die Produktion deutlich gedrosselt um den Ölpreis auf hohem Niveau zu halten, wobei im Jahr 1985 ein Produktionsminimum von 172,1 Millionen Tonnen erreicht wurde. Bis zum Beginn der 1990er Jahre stieg die Produktion wieder an und in den nächsten Jahren blieb die Fördermenge mit zirka 430 Millionen Tonnen konstant. Nach dem Erreichen eines vorläufigen Spitzenwerts im Jahr 2005 kam es zu einer Drosselung in der Produktion, gefolgt von einem Anstieg bis zum Jahr 2013. Mit 36,5 Milliarden Tonnen zählt Saudi-Arabien zu den Ländern mit den größten bewiesenen Erdölreserven (1).

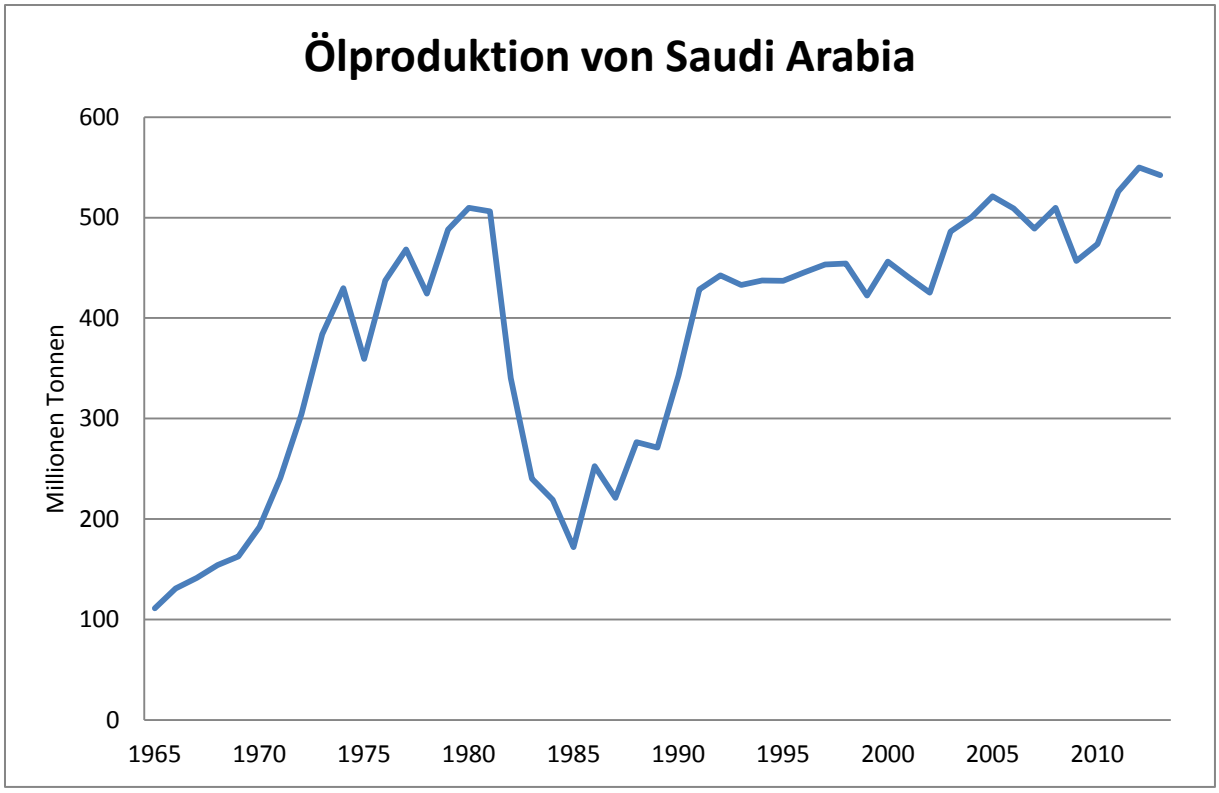

Abbildung 4-3: Ölproduktion von Saudi-Arabien, basiert auf (1)

4.2.2 Irak

Abbildung 4-4 zeigt den Verlauf der Ölproduktion des OPEC-Gründungsmitgliedes Irak zwischen 1965 und 2013. Die Erdölförderung stellt den wichtigsten Wirtschaftsfaktor des Iraks dar. Die Ölförderung des Iraks stieg seit 1965 kontinuierlich und erreichte mit 171,6 Millionen Tonnen im Jahr 1979 seinen historischen Höhepunkt. Der Krieg mit dem Iran führte zu einem Rückgang, wobei 1981 mit 44,5 Millionen Tonnen ein Tiefststand erreicht war. Nach einer Periode mit steigenden Fördermengen kam es auf Grund des ersten Golfkriegs erneut zu einem Rückgang in der Produktion. Im Jahr 1991 wurden nur mehr 13,9 Millionen Tonnen Öl gefördert. Erst ab dem Ende der 1990er ist eine steigende Tendenz erkennbar. Mit der US-Invasion im Jahr 2003 kam es erneut zu einer Reduktion. Die letzten Jahre zeigen wieder eine steigende Tendenz und im Jahr 2013 hatte der Irak mit 153,2 Millionen Tonnen einen Anteil von zirka 3,7 Prozent der an der globalen Ölproduktion. Der Irak verfügte mit Ende 2013 über Reserven von 150 Milliarden Barrels bzw. 20,2 Milliarden Tonnen (1). Eine mögliche Erweiterung der Ölproduktion des Iraks hängt im Wesentlichen von der zukünftigen politischen Entwicklung in diesem Land ab.

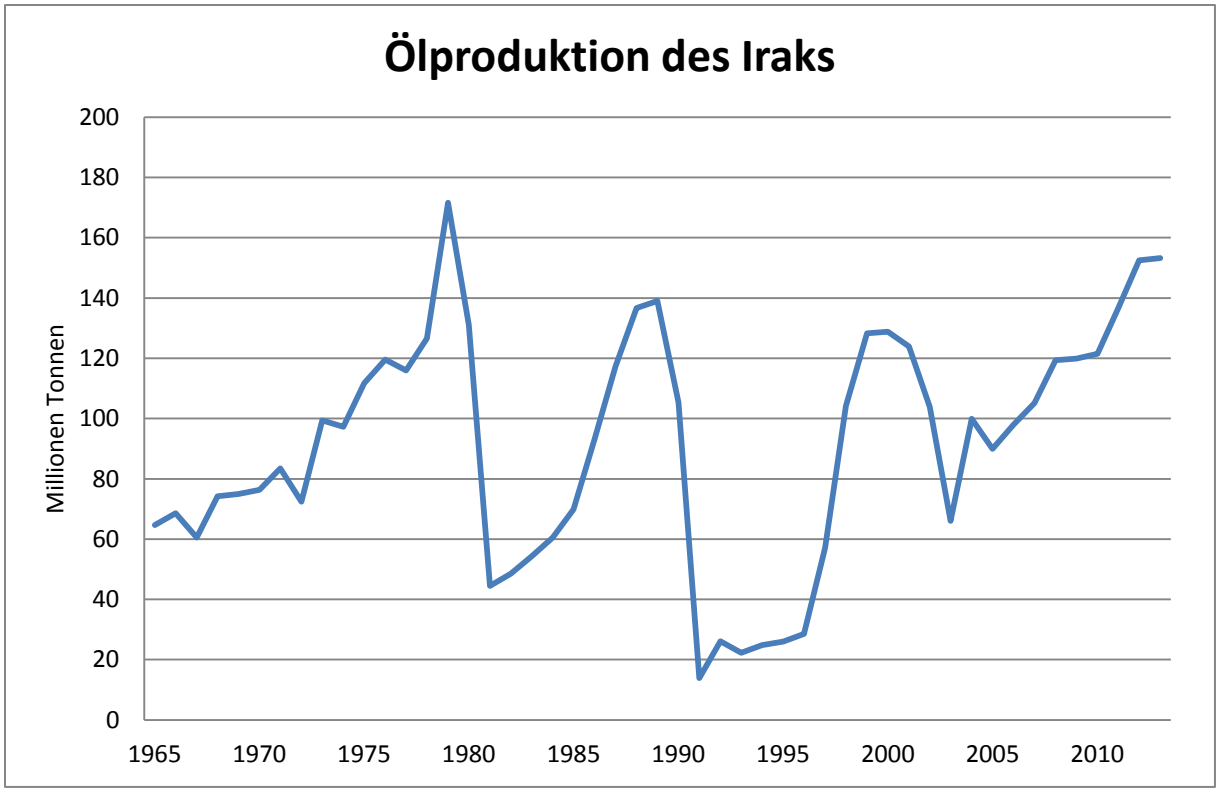

Abbildung 4-4: Ölproduktion des Iraks, basierend auf (1)

4.2.3 Venezuela

Als Beispiel für ein südamerikanisches OPEC-Mitglied wurde zur Analyse der Ölproduktion Venezuela gewählt. Wie in Abbildung 4-5 ersichtlich wurde ein Fördermaximum im Jahr 1968 mit 191,8 Millionen Tonnen erreicht. Im Vergleich zum Trend der anderen OPEC-Mitglieder reduzierte sich die Produktion bereits zu Beginn der 1970er Jahre. Der Minimalwert der Ölförderung wurde im Jahr 1985 mit 91,5 Millionen Tonnen erreicht. Bis Mitte der 1990er Jahre war eine steigende Tendenz erkennbar, gefolgt von einem kurzzeiteigenen Einbruch der Produktion im Jahr 2003. Die Ursache dieses Rückgangs war ein landesweiter Streik der Ölarbeiter. In weiterer Folge wurden durch die Regierung 20.000 Mitarbeiter im Bereich der staatlichen Erdölproduktion entlassen.

Obwohl Venezuela über große Ölreserven verfügt ist der Produktionstrend in den letzten Jahren rückläufig. Venezuela hat in den letzten Jahren große Teile der Erdöleinnahmen nicht in den nötigen Ausbau der Förderanlagen investiert. Ein Drittel von Venezuelas Ölreserven bestehen aus superschwerem Öl, das im Orinoco-Gürtel im Landesinneren lagert. Seit Jahrzehnten versucht der staatliche Ölkonzern PdVSA diese teerähnlichen Vorkommen zu explorieren. Jedoch werden hierfür Partner aus dem Ausland benötigt. Auch für Reserven, die vor der Küste Venezuelas liegen, fehlt dem Land eine eigene Fördertechnologie. Nur ein kleiner Teil der neuen Reserven liegt in erschlossenen Fördergebieten wie Maracaibo – und auch dort ist die Infrastruktur völlig veraltet (9).

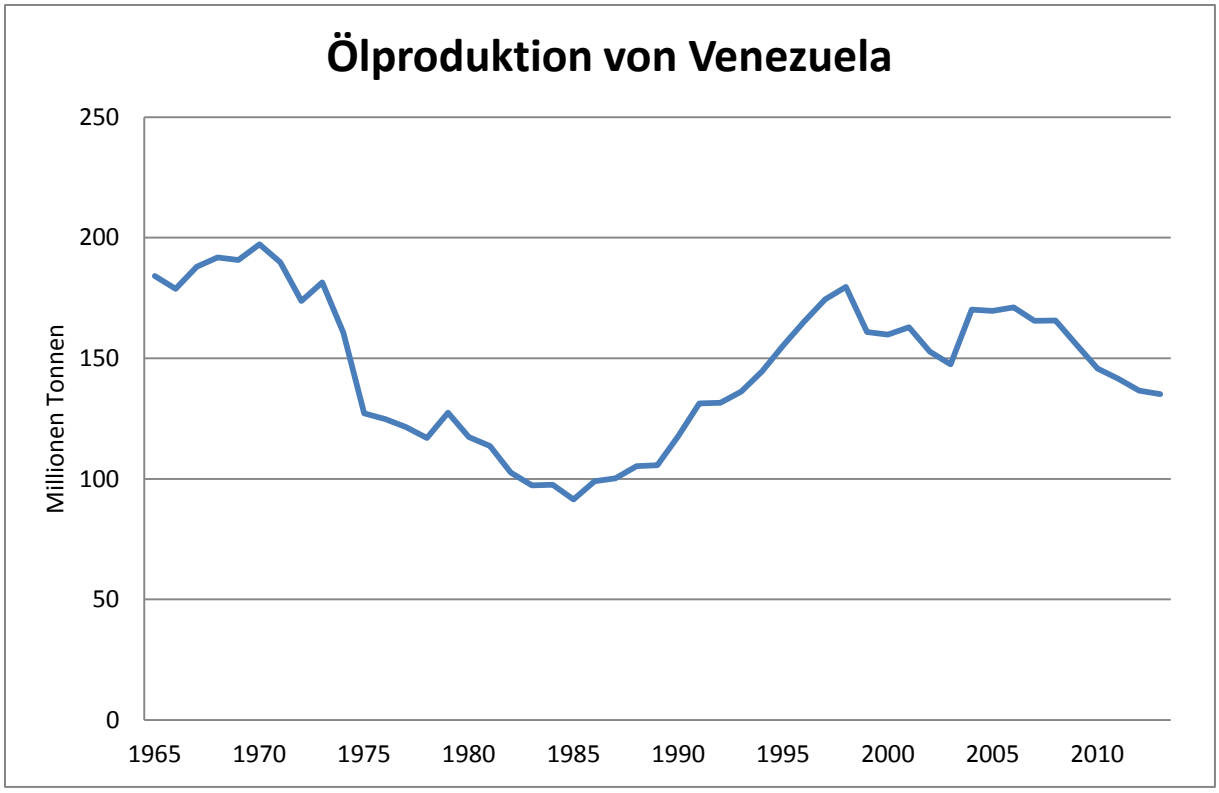

Abbildung 4-5: Ölproduktion von Venezuela, basiert auf (1)

4.2.4 Vereinigte Staaten von Amerika

In Abbildung 4-6 ist die Entwicklung der Ölproduktion der USA für den Zeitraum 1965 bis 2013 dargestellt. Die Vereinigten Staaten von Amerika erreichten im Jahr 1970 ihr Ölfördermaximum mit 533,5 Millionen Tonnen. Der Zeitraum von 1985 bis 2008 war durch einen stetigen Rückgang der Förderquote gekennzeichnet. Dieser Trend änderte sich mit einer Erhöhung der Produktion in den letzten Jahren. Alleine die Zunahme der Förderquote von 2012 auf 2013 betrug 13,5%. Diese massive Zunahme der Ölproduktion wurde vor allem durch den Ausbau von unkonventionellen Fördermethoden wie zum Beispiel dem umstrittenen Fracking erreicht. Mit 446,2 Millionen Tonnen förderten die USA im Jahr 2013 mehr Rohöl als importiert wurde. Die Rohöl-Importe der USA betrugen in diesem Jahr 384,4 Millionen Tonnen (1).

Die IEA-Chefin, Maria van der Hoeven, rechnet mit einer Verdopplung der amerikanischen Ölproduktion aus Fracking in der Zukunft. Damit könnte die bisherige Abhängigkeit der USA von Energielieferungen der arabischen Golfstaaten weiter reduziert werden (10).

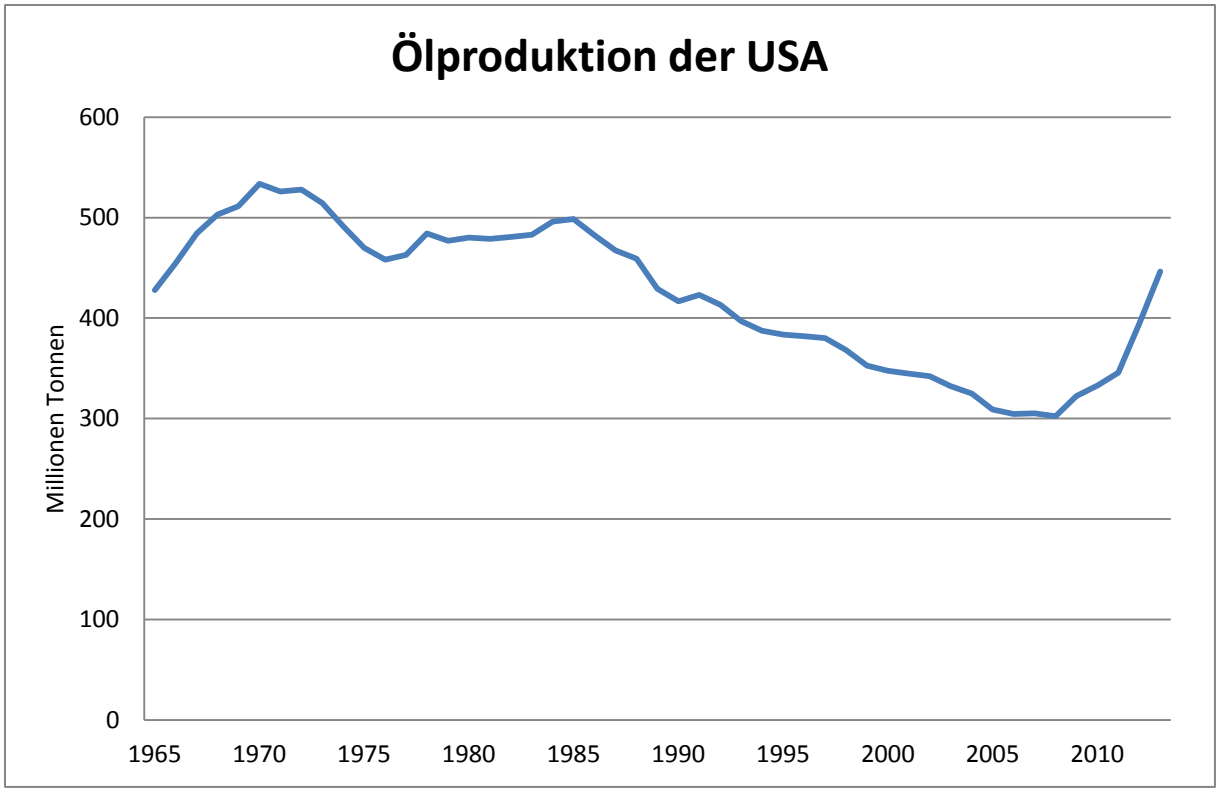

Abbildung 4-6: Ölproduktion der USA, basiert auf (1)

4.2.5 Norwegen

Die ersten Erschließungen der norwegischen Ölfelder in der Nordsee erfolgten in der Mitte der 1960er Jahre. Erst mit der ersten Ölkrise wurde eine erweiterte kommerzielle Nutzung dieser Ölvorräte durch die Mineralölkonzerne interessant. Durch die Drosselung der Ölproduktion in den OPEC-Ländern stieg der Ölpreis und rechtfertigte die hohen Investitionen in den Ausbau der Offshore-Förderung. Zusätzlich wollten die europäischen Länder auch ihre Abhängigkeit von den Importen aus dem arabischen Raum reduzieren (11).

In Abbildung 4-7 ist der zeitliche Verlauf der Ölproduktion von Norwegen im Zeitraum 1965 bis 2013 dargestellt. Die Förderraten von Norwegen folgen einem Verlauf, sowie sie von M. King Hubbert beschrieben wurden. Entsprechend dem abgebildeten Verlauf wurde in Norwegen das Ölfördermaximum im Jahr 2001 erreicht, seitdem ist die Förderrate rückläufig. Wurden im Jahr 2001 noch 162,5 Millionen Tonnen gefördert so waren es im Jahr 2013 nur mehr 83,2 Millionen Tonnen. Somit hat sich die Ölproduktion Norwegens in zwölf Jahren nahezu halbiert. Auch der zukünftige Trend zeigt eine abnehmende Tendenz. Im Jahr 2013 beliefen sich die bewiesenen Ölreserven Norwegens auf 8,7 Milliarden Barrels, was einem Anteil von 0,5 Prozent an globalen Reserven entspricht.

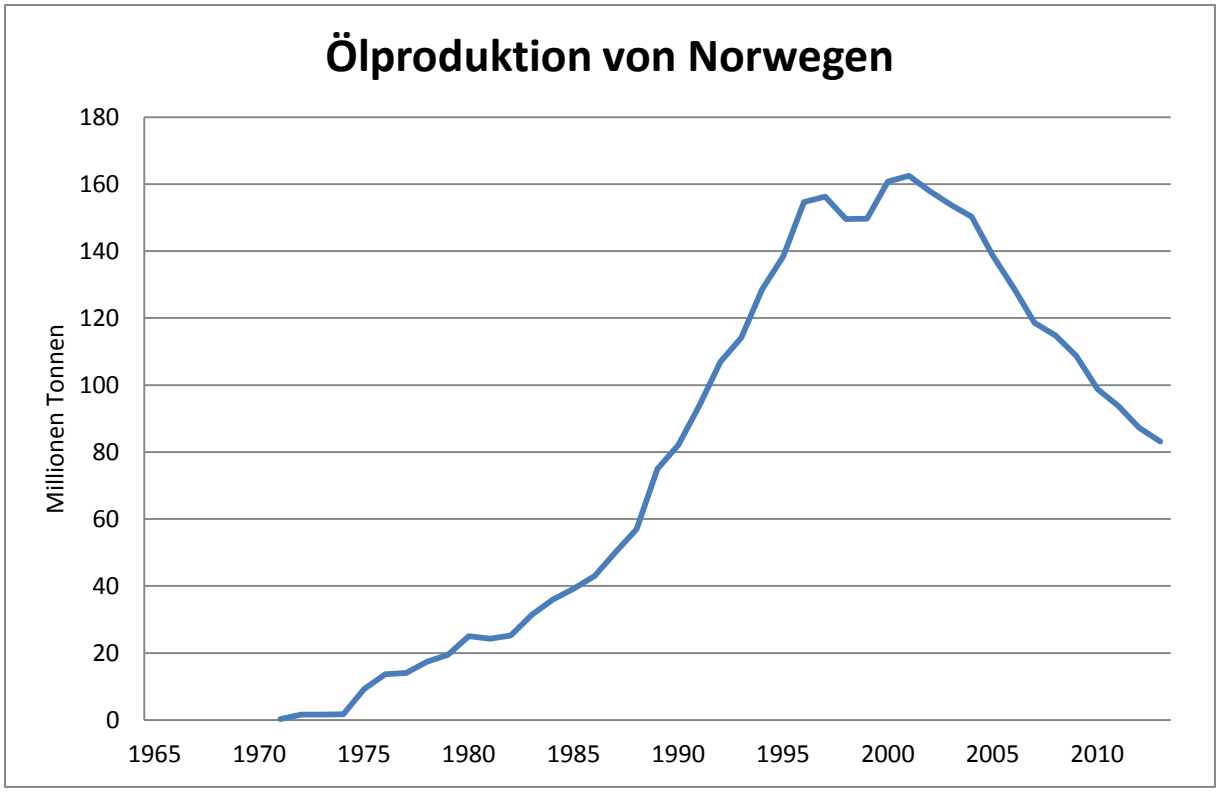

Abbildung 4-7: Ölproduktion Norwegens, basiert auf (1)

4.2.6 Brasilien

Der in Abbildung 4-8 dargestellte Verlauf zeigt die jährlichen Ölfördermengen Brasiliens. Die Ölproduktion dieses südamerikanischen Landes war durch einen stetigen Anstieg zwischen 1965 und 2011 gekennzeichnet. Im Jahr 2011 wurde das bisherige Fördermaximum mit 114,2 Millionen Tonnen erreicht. In den letzten Jahren deutete sich ein leichter Rückgang der Produktion an, im Jahr 2013 wurden 109,9 Millionen Tonnen gefördert. Dieser Wert entsprach zu diesem Zeitpunkt 2,7 Prozent der weltweiten Ölproduktion.

Die bewiesenen Ölreserven Brasiliens belaufen sich auf 15,6 Milliarden Barrels. Ein großer Teil dieser Reserven befindet sich in einem Ölfeld im Südatlantik. Das Potential des Ölfelds "Libra" wird auf acht bis 12 Milliarden Barrels geschätzt. Da es sich um ein Tiefsee-Ölvorkommen handelt ist die Erschließung mit hohen Investitionen verbunden bzw. werden neue Fördertechnologien benötigt, die erst entwickelt werden müssen (12).

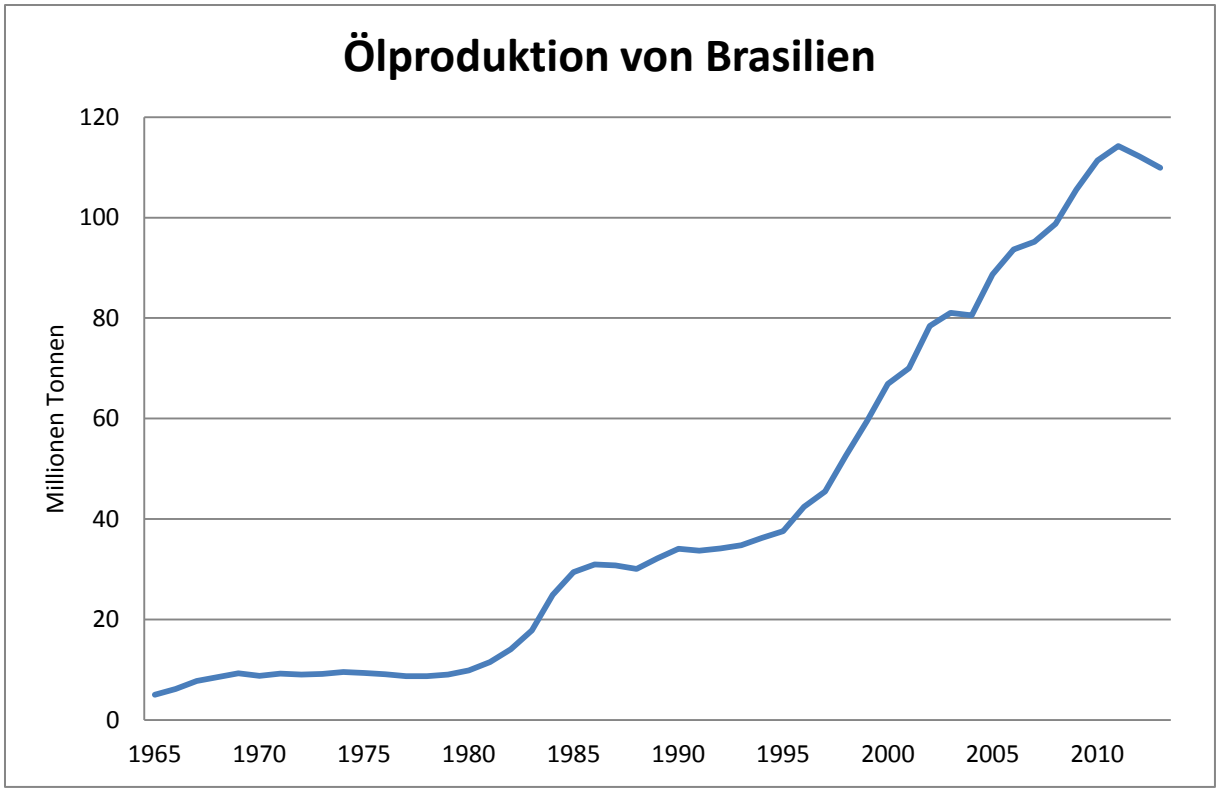

Abbildung 4-8: Ölproduktion von Brasilien, basiert auf (1)

4.2.7 Zusammenfassung der Ölproduktion ausgewählter Länder

In Tabelle 4-2 werden die sechs analysierten Länder nochmals gegenüber gestellt. Es wird jeweils das Jahr in dem das Ölfördermaximum erreicht wurde angegeben sowie die Fördermengen. Die Angabe der Fördermengen erfolgt in Form der täglichen Förderrate (tbd) und als absolute Menge in Millionen Tonnen. Zusätzlich sind die Werte für das Jahr 2013 zusammengefasst und deren Wert in Relation zur maximal erreichten Förderung. Die drei OPEC-Länder haben bereits ihr Ölfördermaximum erreicht. Jedoch fördert Saudi-Arabien weiterhin auf einem hohen Niveau. Im Irak und in Venezuela wäre eine höhere Produktion möglich jedoch hängt diese Entwicklung stark von der politischen Situation in diesen Ländern ab.

Die USA erreichten ihr Fördermaximum im bereits 1970 erreicht. Mit dem Ausbau von unkonventionellen Fördermethoden fand hier in den letzten Jahren ein Anstieg der Ölfördermengen statt. Norwegen erreichte das Fördermaximum 2001 und zeigte seither eine fallende Tendenz in der Ölproduktion. In Brasilien kam es bis 2011 zu einer stetigen Erhöhung der Fördermengen. Die letzten Jahre zeigten eine leicht rückläufige Ölproduktion in diesem Land.

Tabelle 4-2: Zusammenfassung der Ölproduktion, der analysierten Länder, basiert auf (1) und eigenen Berechnungen

		Ölfördermaximum			Werte für 2013		
Organisation	**Land**	**Jahr**	**tbd**	**Millionen Tonnen**	**tbd**	**Millionen Tonnen**	**% des Fördermaximum**
OPEC	**Saudi-Arabien**	2012	11635	549.8	11525	542.3	**99%**
	Irak	1976	5918	119.5	3141	153.2	**53%**
	Venezuela	1968	3639	191.8	2623	135.1	**72%**
nicht-OPEC	**USA**	1970	11297	533.5	10003	446.2	**89%**
	Norwegen	2001	3418	162.5	1837	83.2	**54%**
	Brasilien	2011	2193	114,2	2114	109,9	**96%**

4.3 Globale Entwicklung des Ölverbrauchs

In Abbildung 4-9 ist die Entwicklung des weltweiten Ölverbrauchs zwischen 1965 und 2013 dargestellt. Zusätzlich sind die jeweiligen Anteile von OECD und nicht-OECD-Mitgliedern abgebildet. Die angegebenen Verbrauchsmengen beinhalten neben der Binnennachfrage der einzelnen Länder auch Vorräte an Flug- und Schiffstreibstoff sowie Raffinerie-Gewinne und Verluste. Der Verbrauch von Biobenzin (wie z.B. Ethanol), Biodiesel und Derivate von Kohle und Erdgas sind ebenfalls enthalten.

Der globale Ölbedarf erreichte 1979 einen zwischenzeitlichen Höchstwert vom 63879 tbd was einer Verbrauchsmenge von 3097,6 Millionen Tonnen entspricht. Nach diesem Zeitpunkt war der globale Ölverbrauch rückläufig, da vor allem in den OECD-Ländern die Nachfrage zurückgegangen war. Seit Mitte der 1980er Jahre stieg der weltweite Ölbedarf, wobei seit der Jahrtausendwende ein starker Anstieg in den nicht OECD-Mitgliedern erkennbar war. Hingegen war der Bedarf der OECD-Länder an Öl seit der Wirtschaftskrise von 2006 rückläufig. Mit Stand 2013 liegt der globale Ölverbrauch bei 4185,1 Millionen Tonnen und zeigte eine steigende Tendenz.

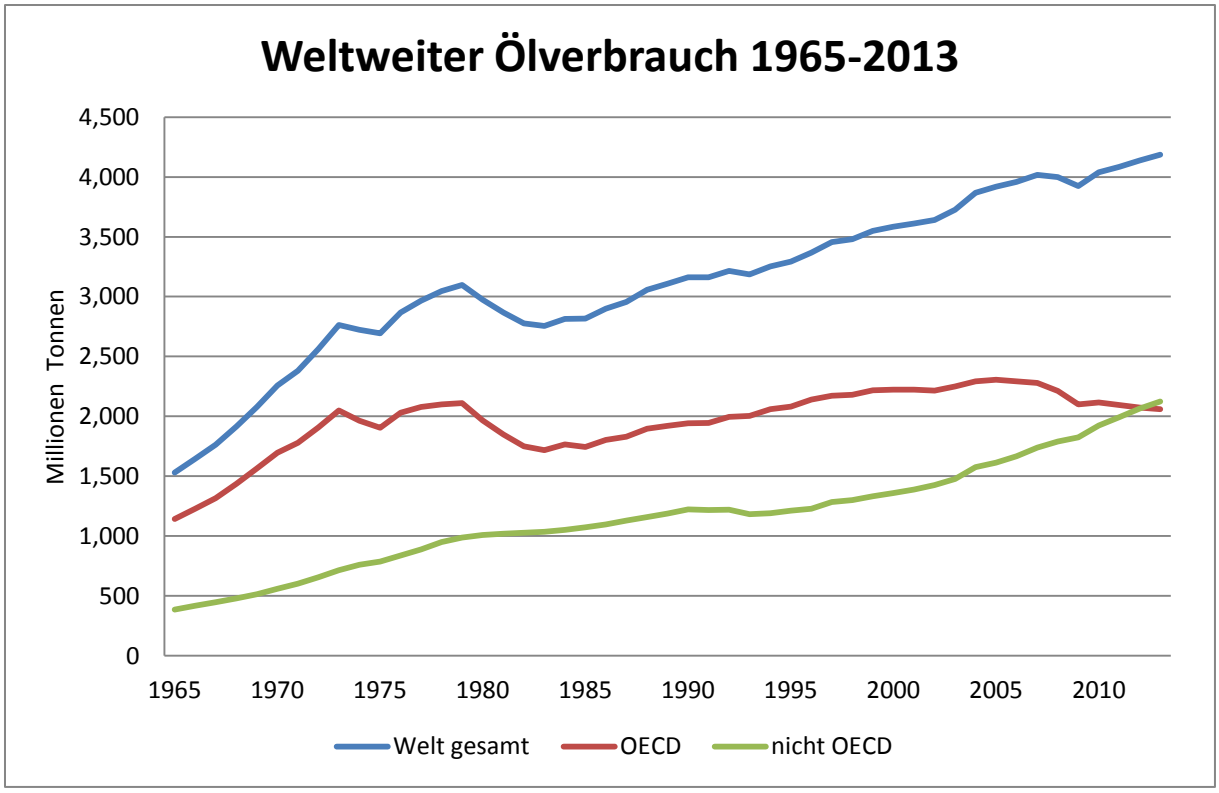

Abbildung 4-9: Entwicklung des weltweiten Ölverbrauchs, basiert auf (1)

In Abbildung 4-10 ist der zeitliche Verlauf der prozentuellen Anteile der OECD-Mitglieder und nicht Mitglieder am globalen Ölverbrauch dargestellt. Es ist deutlich erkennbar, dass der Anteil der nicht OECD-Mitglieder in den letzten Jahrzehnten stark zunahm hat. Im Jahr 1965 hatten die OECD-Länder noch einen Anteil von rund 75 Prozent am weltweiten Ölverbrauch. Im Jahr 2012 war der Bedarf nach Öl in den OECD-Mitgliedern und nicht Mitgliedern gleich groß. Der Trend zeigt, dass in der Zukunft die nicht OECD-Staaten einen größeren Anteil am globalen Ölverbrauch haben werden, als die OECD-Mitgliedsstaaten.

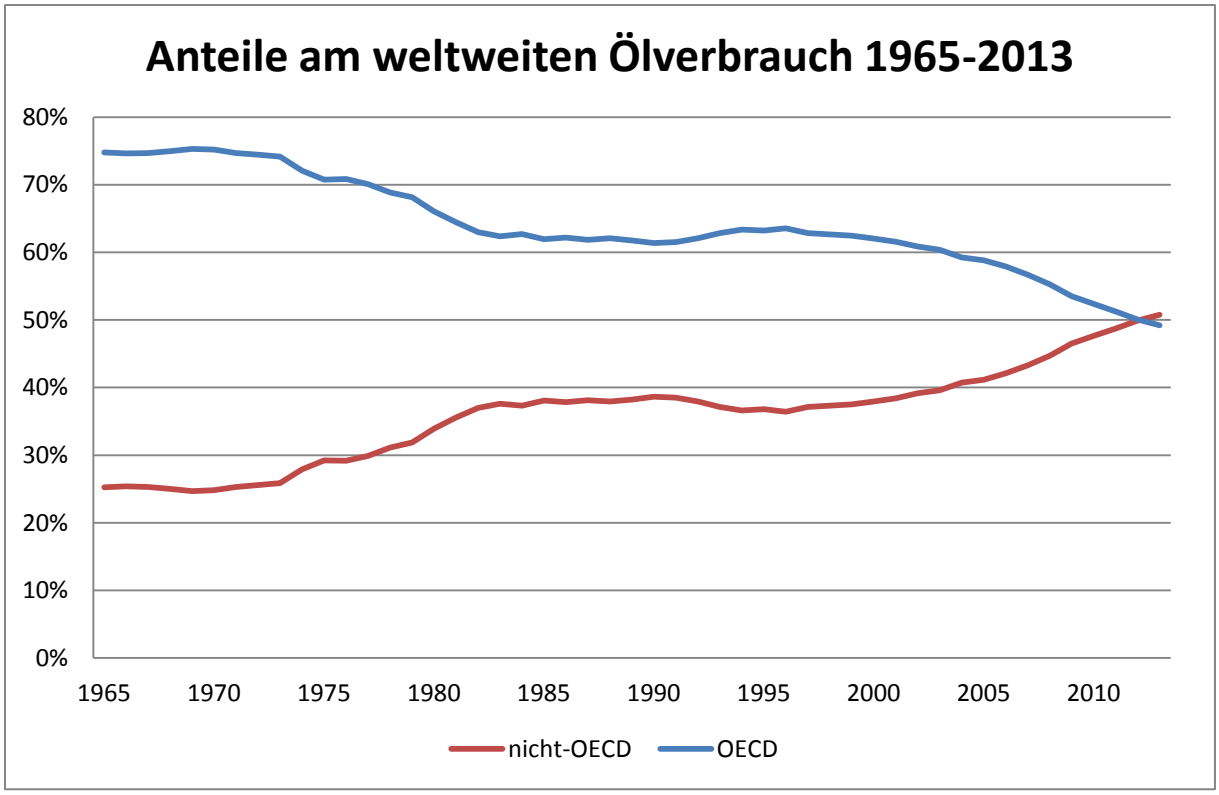

Abbildung 4-10: Anteile am weltweiten Ölverbrauch, basiert auf (1) und eigenen Berechnungen

Die OECD wurde 1960 gegründet und bestand ursprünglich aus 18 europäischen Ländern, den Vereinigten Staaten von Amerika und Kanada. Heute hat die OECD 34 Mitgliedstaaten, welche sich über den gesamten Globus verteilen. Dazu gehören die sehr fortschrittlichen Länder von Europa und Nordamerika, aber auch Schwellenländer wie Mexiko und die Türkei.

Abbildung 4-11 zeigt den Verlauf des durchschnittlichen Wirtschaftswachstums der OECD-Mitglieder zwischen 1970 und 2013. Betrachtet man den Verlauf des Wirtschaftswachstums so erkennt man einen Zusammenhang zwischen dem in Abbildung 4-9 dargestellten Ölverbrauch und der wirtschaftlichen Entwicklung. Das geringe Wachstum zu Beginn der 1970er Jahre ging mit einem reduzierten Ölverbrauch einher. Die Wirtschaftskrise in den 1980er hat ebenfalls einen Rückgang der Ölnachfrage in den OECD-Mitgliedsstaaten zur Folge. Der konjunkturelle Aufschwung in den 1990ern führte zu einem erhöhten Ölverbrauch in den OECD-Ländern. Als Folge der Finanzkrise von 2007 kam es zu einer Rezession bzw. zu einem Schrumpfen der Wirtschaft. Auf Grund dieser wirtschaftlichen Entwicklung kommt es zu einem Rückgang des Ölverbrauchs in den OECD-Staaten. Nach einer kurzen Erholung im Jahre 2011 kam es zu einem erneuten abflachen des Wirtschaftswachstum was einen rückläufigen Trend im Ölverbrauch mit sich bringt.

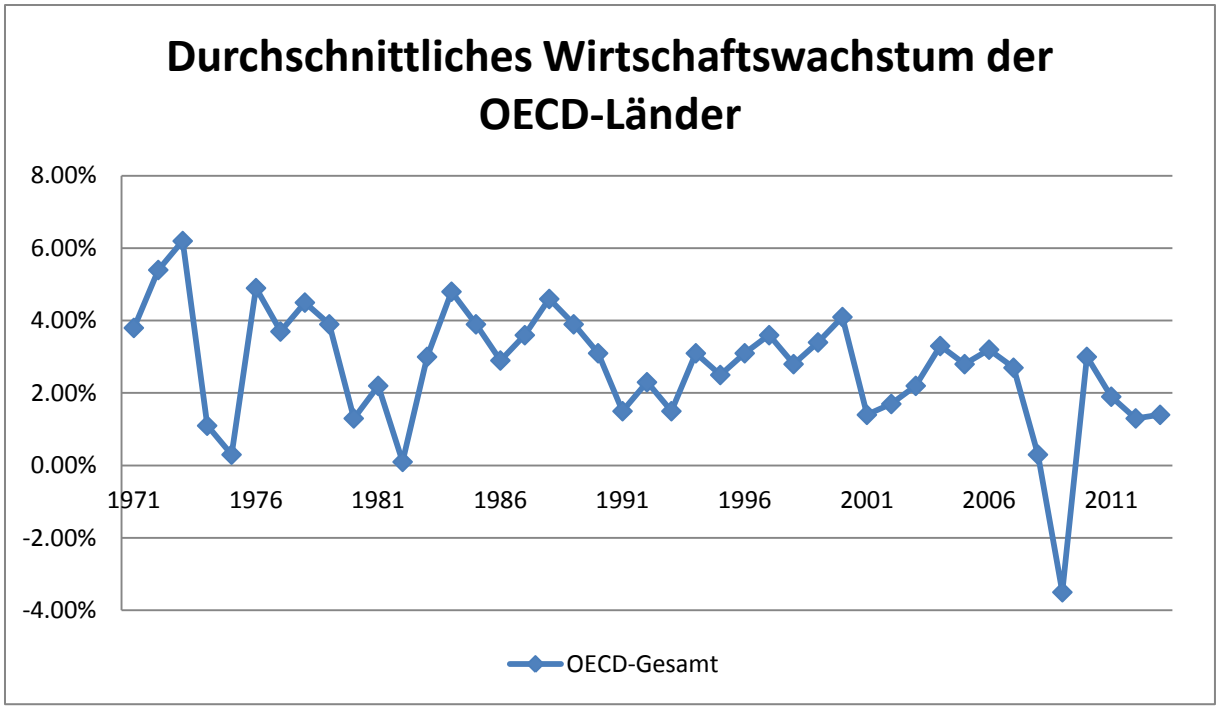

Abbildung 4-11: Durchschnittliches Wirtschaftswachstum in der OECD von 1970 bis 2013, basierend auf (13)

4.4 Entwicklung der Ölnachfrage ausgewählter Länder

In diesem Abschnitt wird der Ölverbrauch ausgewählter OECD-Mitgliedsstaaten und nicht Mitgliedsstaaten dargestellt. Als Beispiele für OECD-Mitglieder wurden die Vereinigten Staaten von Amerika, Deutschland und Japan ausgewählt. Zur Analyse des Ölverbrauchs von nicht OECD-Mitgliedern wurden die Länder China, Indien und Saudi-Arabien gewählt, wobei es sich bei Saudi-Arabien ebenfalls um OPEC-Mitglied handelt.

4.4.1 Vereinigte Staaten von Amerika

In Abbildung 4-12 ist Verlauf des Ölverbrauchs in den Vereinigten Staaten von Amerika abgebildet. Im Jahr 1973 erreichte der Ölverbrauch in den Vereinigten Staaten einen Wert von 834,2 Millionen Tonnen. In den nächsten zwei Jahren reduzierte sich der Verbrauch bis es 1975 zu einer Trendumkehr kam. Der Ölverbrauch der USA stieg bis 1977 auf fast 900 Millionen Tonnen an. Mit dem Beginn der 1980er Jahre sank die Nachfrage und im Jahr 1983 wurde ein Minimum von 690 Millionen Tonnen erreicht. Der Ölverbrauch begann nach diesem Minimum wieder leicht zu steigen und brach 1991 erneut ein. Jedoch erholte sich die Nachfrage schnell und die folgenden Jahre waren von einem stetigen Wachstum gekennzeichnet. Im Jahr 2005 wurde in den Vereinigten Staaten ein historischer Höchststand mit knapp 940 Millionen Tonnen Ölverbrauch erreicht. Seit diesem Maximalwert war der Ölbedarf in den USA rückläufig. Im Jahr 2013 hatten die Vereinigten Staaten von Amerika einen

Ölverbrauch von 831 Millionen Tonnen. Mit einem Anteil von fast 20 Prozent am globalen Ölverbrauch im Jahr 2013 waren die USA der größte Ölverbraucher.

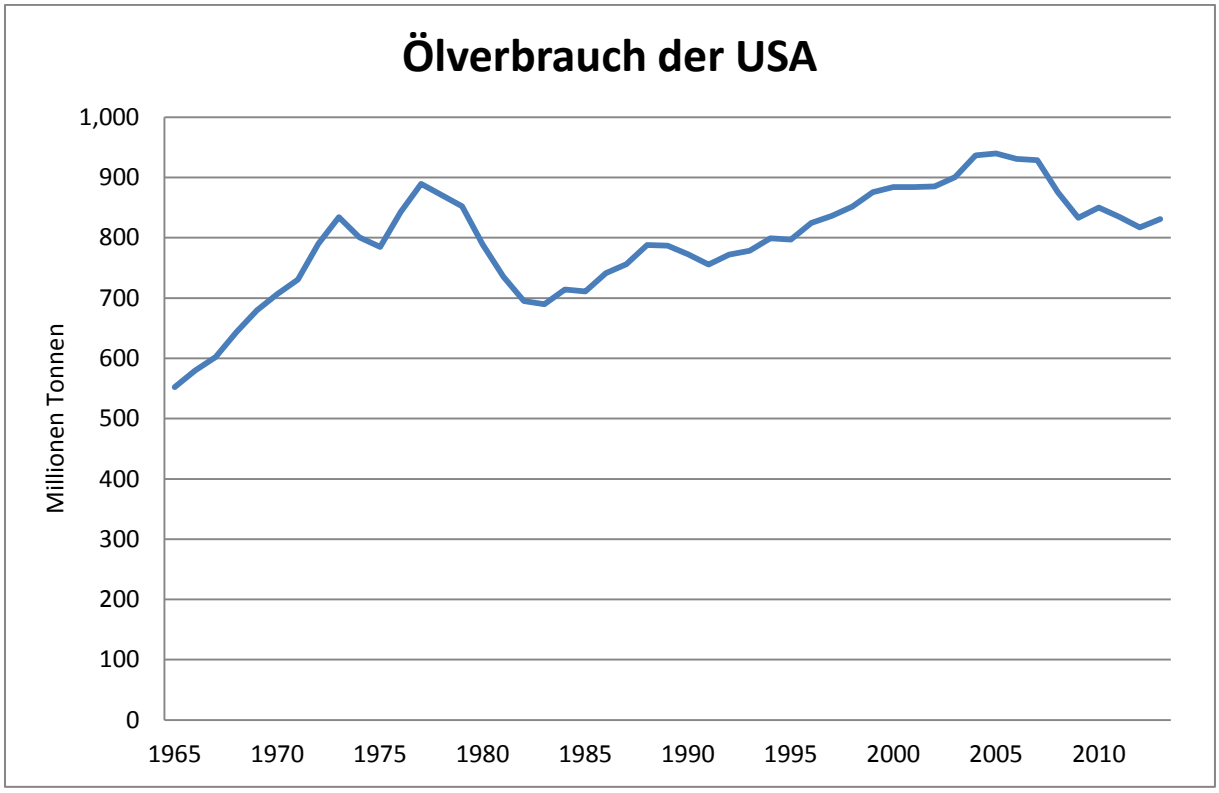

Abbildung 4-12: Ölverbrauch der USA, basiert auf (1)

4.4.2 Japan

Als Beispiel für ein asiatisches OECD-Mitglied ist der Verlauf des Ölverbrauchs von Japan in Abbildung 4-13 dargestellt. Ähnlich den USA erreichte der Ölverbrauch in diesem Land im Jahre 1973 einen vorläufigen Spitzenwert mit knapp 270 Millionen Tonnen. Auch in diesem Industrieland waren die Auswirkungen der ersten Ölkrise im Verbrauch deutlich erkennbar. Unmittelbar vor der zweiten Ölkrise war ein leichter Anstieg des Verbrauchs erkennbar, gefolgt von einem Einbruch zu Beginn der 1980er. In diesen Jahren belief sich der jährliche Ölverbrauch auf etwa 210 Millionen Tonnen. Danach war ein ansteigender Trend erkennbar. 1996 wurde mit einem Verbrauch von 272,4 Millionen Tonnen der maximale Wert erreicht. Seit der Jahrtausendwende war der Ölbedarf rückgängig und reduzierte sich bis zum Jahr 2009 auf 200 Millionen Tonnen. An dieser Stelle ist jedoch noch anzumerken, dass Japan stark von Rohstoffimporten abhängig ist. So wurden im Jahr 2013 178,2 Millionen Tonnen Rohöl importiert, wovon 164,2 Millionen Tonnen aus den Ländern des mittleren Osten stammten (1).

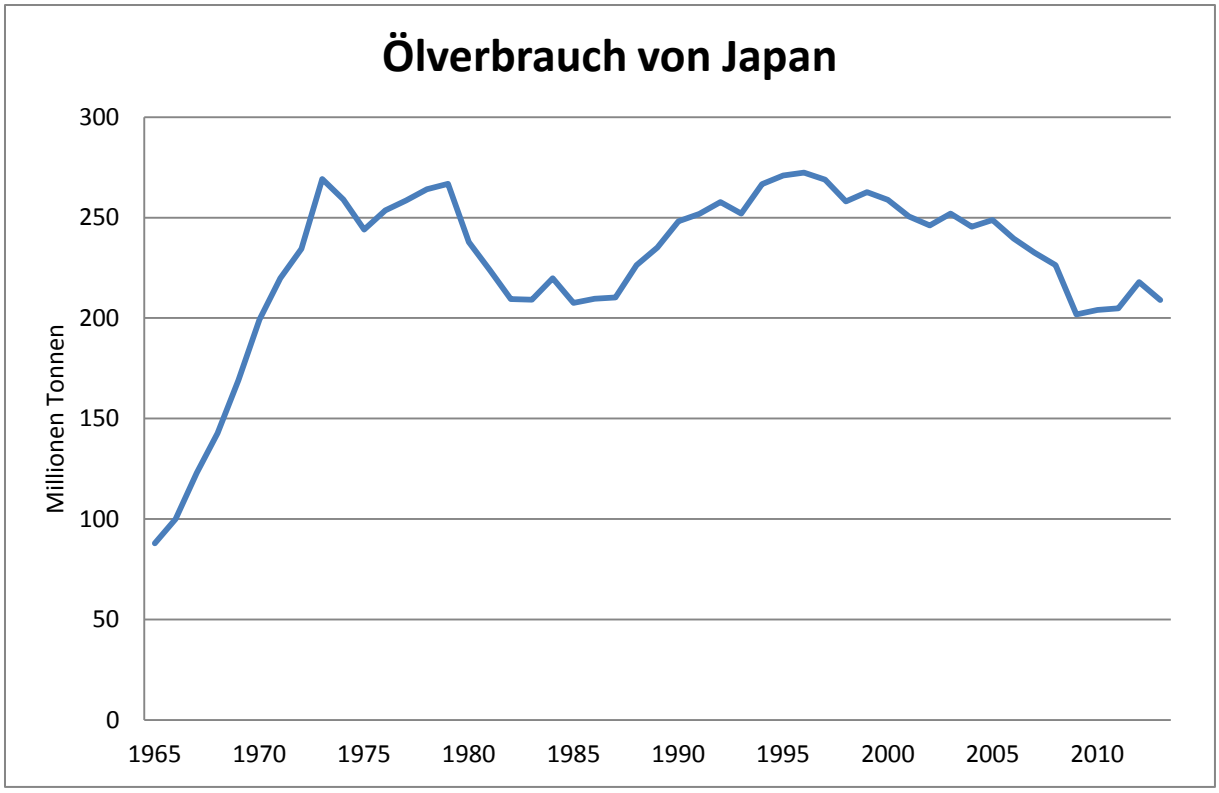

Abbildung 4-13: Ölverbrauch von Japan, basiert auf (1)

4.4.3 Deutschland

Deutschland wird als Beispiel für ein europäisches OECD-Mitglied angeführt. In Abbildung 4-14 ist die Entwicklung des Ölverbrauchs zwischen 1965 und 2013 abgebildet. Dieses Land zeigte seit Mitte der 1960er bis zu den weltpolitischen Ereignissen von 1973 einen steigenden Ölbedarf. Deutschland hatte im Jahr 1979 den höchsten Ölverbrauch mit 163,2 Millionen Tonnen. In den folgenden Jahrzehnten wurden jährlich zwischen 110 und 130 Millionen Tonnen Öl in Deutschland verbraucht. Der Trend der letzten zehn Jahre zeigte einen leichten Rückgang des Ölverbrauchs in Deutschland. Diese Entwicklung deckt sich mit dem gesamt Verlauf der Ölnachfrage der OECD-Länder.

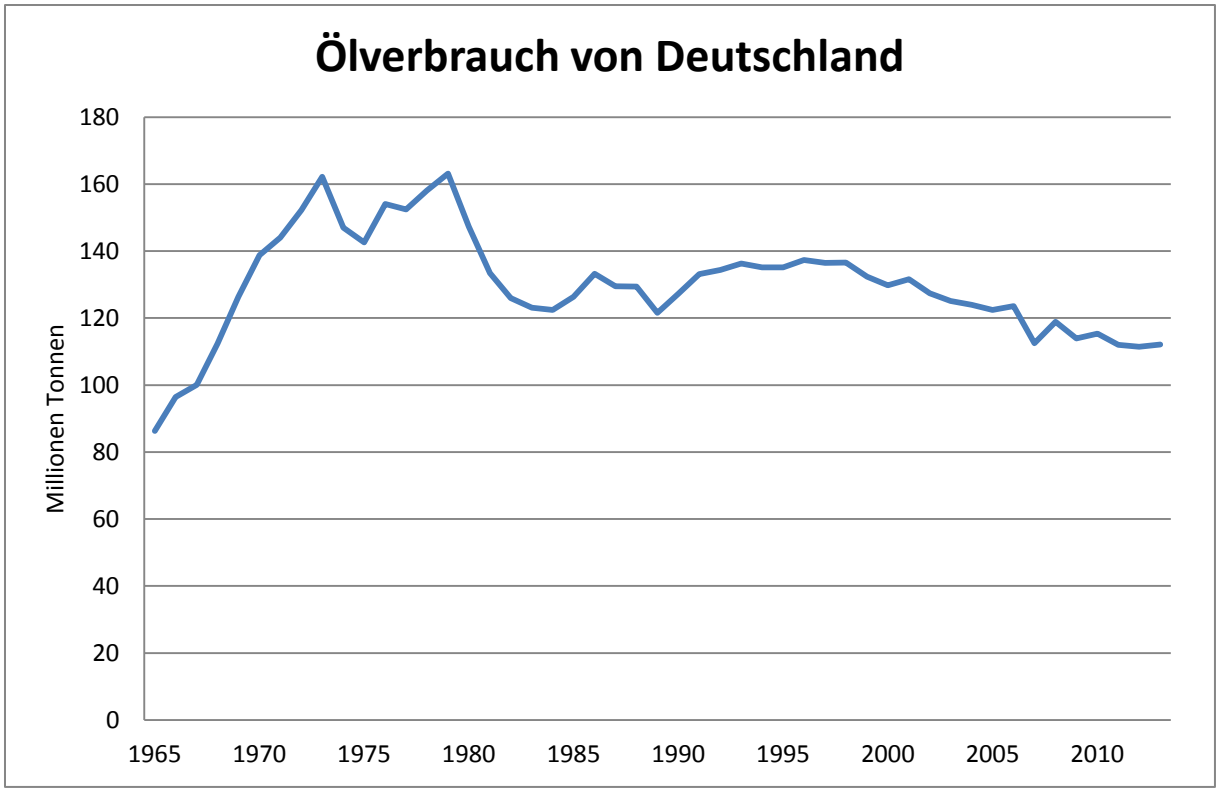

Abbildung 4-14: Ölverbrauch von Deutschland, basiert auf (1)

4.4.4 China

In Abbildung 4-15 ist der zeitliche Verlauf des Ölverbrauchs von China dargestellt. China ist ein Schwellenland mit sehr hohen wirtschaftlichen Wachstumsraten. Dieses Wachstum führte zu einem starken Anstieg des Ölverbrauchs. Abgesehen von einem leichten Rückgang des Verbrauchs zu Beginn der 1980er Jahre zeigte der zeitliche Verlauf stets eine steigende Tendenz. Der Ölbedarf von China verfünffachte sich zwischen 1990 und 2013. Mit einem Bedarf von 507,4 Millionen Tonnen im Jahr 2013 wurden in China zirka 12 Prozent des globalen Ölverbrauchs umgesetzt. Trotz einer eigenen jährlichen Ölproduktion von 208,1 Millionen Tonnen im Jahr 2013 ist China stark von Importen abhängig. Die größten Erdöllieferanten sind der Mittlere Osten mit 150 Millionen Tonnen und Afrika mit 59 Millionen Tonnen im Jahr 2013. Der Trend im Ölverbrauch Chinas entspricht der globalen Entwicklung der nicht-OECD-Länder.

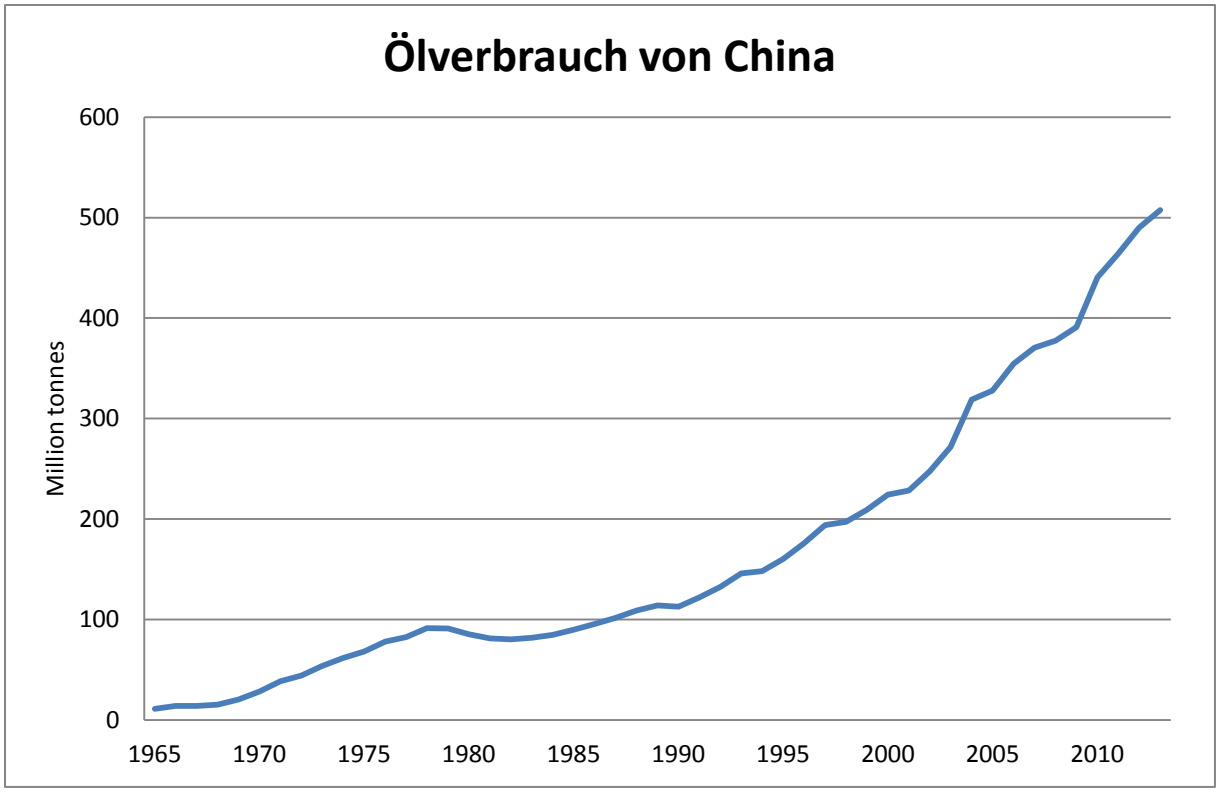

Abbildung 4-15: Ölverbrauch von China, basiert auf (1)

4.4.5 Indien

In Abbildung 4-16 ist die historische Entwicklung des Ölverbrauchs von Indien dargestellt. Indien ist ebenfalls ein Schwellenland mit einer steigenden Ölnachfrage. Im Vergleich zu andern Staaten zeigt der Ölverbrauch Indiens keine Schwankungen bzw. Einbrüche. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums hatte Indien einen Ölverbrauch von 12,6 Millionen Tonnen. Dieser Werte erhöhte sich im Laufe der Jahrzehnte auf aktuell 175,2 Millionen Tonnen. Auch in Indien wurde der Höchstwert des Ölverbrauchs noch nicht erreicht. Sowie China muss auch Indien einen großen Teil seines Bedarfs durch Importe abdecken. Indiens größte Öllieferanten sind die Länder des Mittleren Ostens sowie Afrikas, Süd-und Zentralamerikas (1).

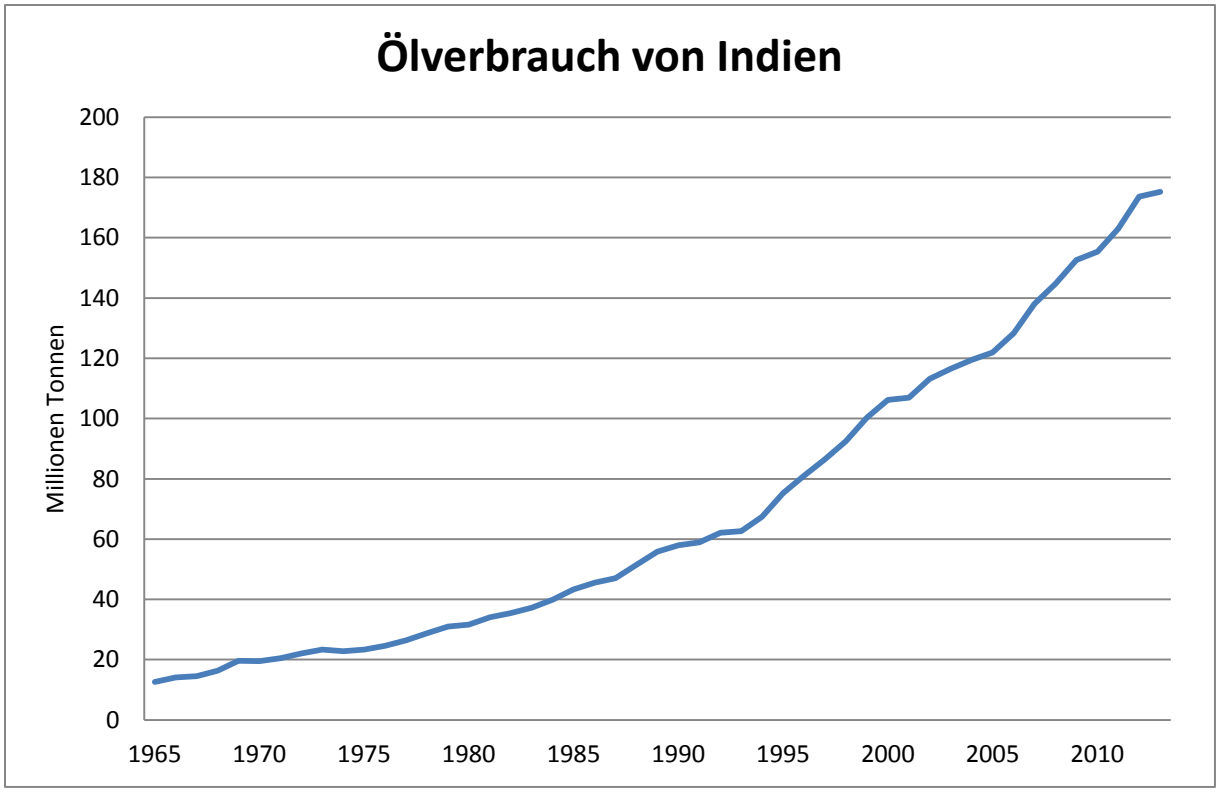

Abbildung 4-16: Ölverbrauch von Indien, basiert auf (1)

4.4.6 Saudi-Arabien

Als Beispiel für den Ölverbrauch eines OPEC-Mitgliedes ist in Abbildung 4-17 der zeitliche Verlauf des Ölverbrauchs dargestellt. Über den Betrachtungszeitraum versiebenfachte sich der Ölverbrauch von 20 Millionen Tonnen im Jahr 1965 bis zum Jahr 2013 auf 135 Millionen Tonnen nahezu. Die weitere Entwicklung zeigte ebenfalls eine steigende Tendenz in diesem Land.

Der steigende Trend im Ölverbrauch von Saudi-Arabien ist auf die hohen Investitionen im Bereich der Infrastruktur zurück zuführen.

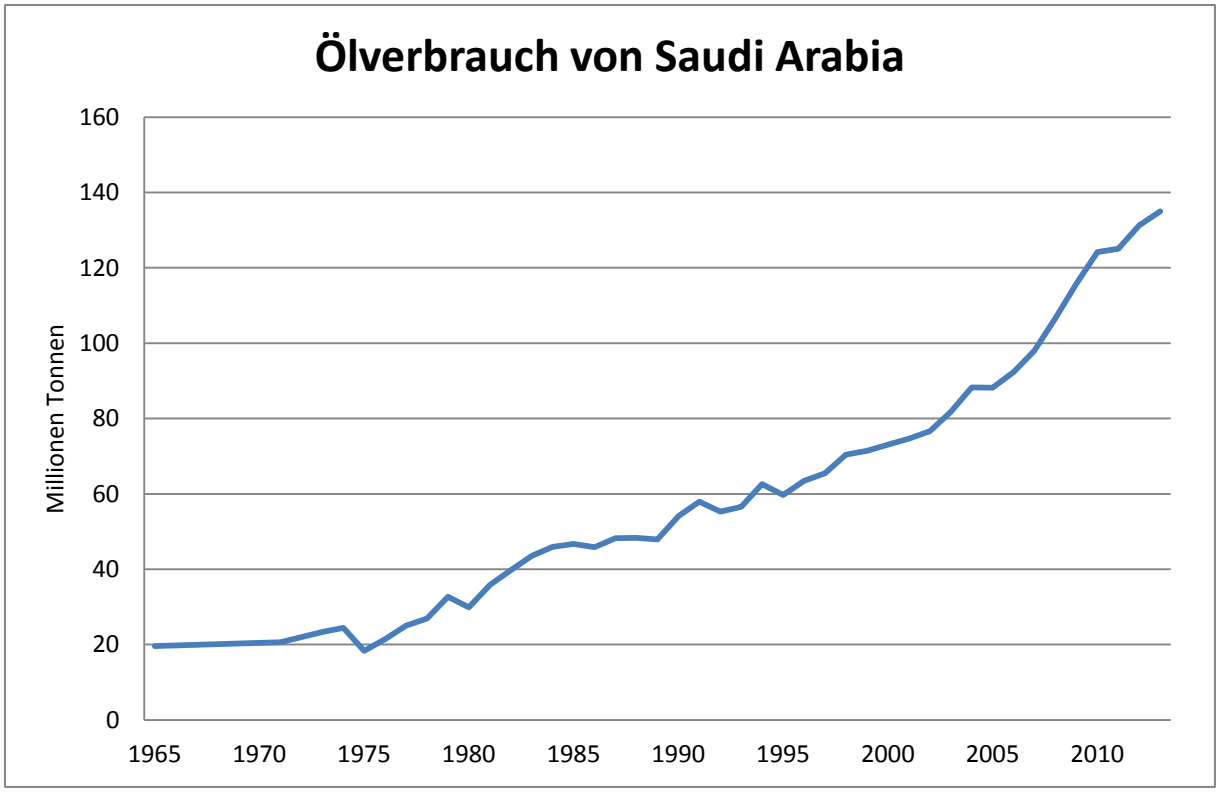

Abbildung 4-17: Ölverbrauch von Saudi-Arabien, basiert auf (1)

4.4.7 Zusammenfassung des Ölverbrauchs ausgewählter Länder

In Tabelle 4-3 sind Werte für den Ölverbrauch der analysierten Länder zusammengefasst. Es sind die Zeitpunkte und Werte des jeweiligen maximalen Verbrauchs dargestellt. Zusätzlich sind die aktuellen Werte des Ölverbrauchs und deren prozentueller Wert in Relation zum Verbrauchsmaximum angegeben. Es zeigt sich, dass alle drei analysierten OECD-Mitglieder aktuell einen Ölverbrauch unter ihren Maximalwerten haben. In Deutschland gingen die Verbrauchswerte seit 1973 zurück und stabilisierten sich bei 69 Prozent des erreichten Maximums stabilisiert. Trotz eines Rückgangs sind die USA mit einem Anteil von knapp 20 Prozent noch immer der größte Ölkonsument. Die drei ausgewählten OECD-Länder bestätigen den in Abbildung 4-10 gezeigten globalen Trend, dass der Ölverbrauch in den OECD-Mitgliedstaaten stagniert bzw. zurückgeht.

Die drei analysierten nicht-OECD Länder bestätigen den in Kapitel 4.3 dargestellten Trend. Die Schwellenländer Indien, China aber auch das OPEC-Mitgliedsland Saudi-Arabien sind durch eine steigende Ölnachfrage gekennzeichnet. Diese drei betrachtet Länder haben ihre Maximalwerte im Ölverbrauch noch nicht erreicht und zeigen eine steigende Tendenz.

Tabelle 4-3: : Zusammenfassung des Ölverbrauchs, der analysierten Länder, basiert auf (1) und eigenen Berechnungen

		Maximum des Ölverbrauchs			Werte für 2013		
Organisation	**Land**	**Jahr**	**tbd**	**Millionen Tonnen**	**tbd**	**Millionen Tonnen**	**Prozent des Verbrauchsmaximums**
OECD	**USA**	2005	20802	939.8	18887	831	88%
	Deutschland	1973	3262	162.2	2382	112.1	69%
	Japan	1996	5847	272.4	4551	208.9	77%
nicht-OECD	**China**	2013	10756	507.4	10756	507.4	100%
	Indien	2013	3727	175.2	3727	175.2	100%
	Saudi-Arabien	2013	3075	135	3075	135	100%

4.5 Entwicklung der Reserven nach Regionen

In diesem Kapitel wird die Entwicklung der Ölreserven in den letzten Jahrzehnten zusammengefasst. Bei der Aufbereitung der Daten werden die Werte der gesicherten Ölreserven herangezogen. Es handelt sich hierbei um jene Mengen die auf Grundlage von geologischen, technischen Daten und unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit zukünftig zur Verfügung stehen.

In Abbildung 4-18 ist die historische Entwicklung der Ölreserven der OPEC, der nicht-OPEC-Mitglieder sowie Länder der ehemaligen UdSSR für den Zeitraum 1980 bis 2013 abgebildet. Im Jahr 1980 beliefen sich die globalen Ölreserven auf 683 Milliarden Barrels. Seither erhöhten sich die geschätzten Reserven in Folge des technischen Fortschritts und der verstärkten Suche nach neuen Lagerstätten auf 1688 Milliarden Barrels. Der globale Ölverbrauch im Jahr 2013 lag bei 33 Milliarden Barrels. Geht man von einem konstanten weltweiten Verbrauch aus, so reichen die bewiesenen Ölreserven noch für zirka 51 Jahre.

Deutlich erkennbar ist auch der Anstieg der Reserven in den OPEC-Ländern. Im Betrachtungszeitraum erhöhten sich die Ölreserven der OPEC-Mitglieder von 425 Milliarden Barrels auf 1214 Milliarden Barrels. Vor allem ab der Mitte der 1980er Jahre und seit der Jahrtausendwende ist ein Anstieg der Reserven erkennbar. Aktuell halten die OPEC-Länder einen Anteil von knapp 72 Prozent an den globalen Ölreserven. Der zeitliche Verlauf der nicht-OPEC-Mitglieder zeigt zwischen 1980 und 1998 keine großen Änderungen. Auch in diesen Ländern kam es im Jahr 2000 zu einem Anstieg der Reserven. Die bewiesenen Reserven der nicht OPEC-Länder belaufen sich auf fast 474 Milliarden Barrels, was einem Anteil von 28 Prozent an den globalen Reserven entspricht.

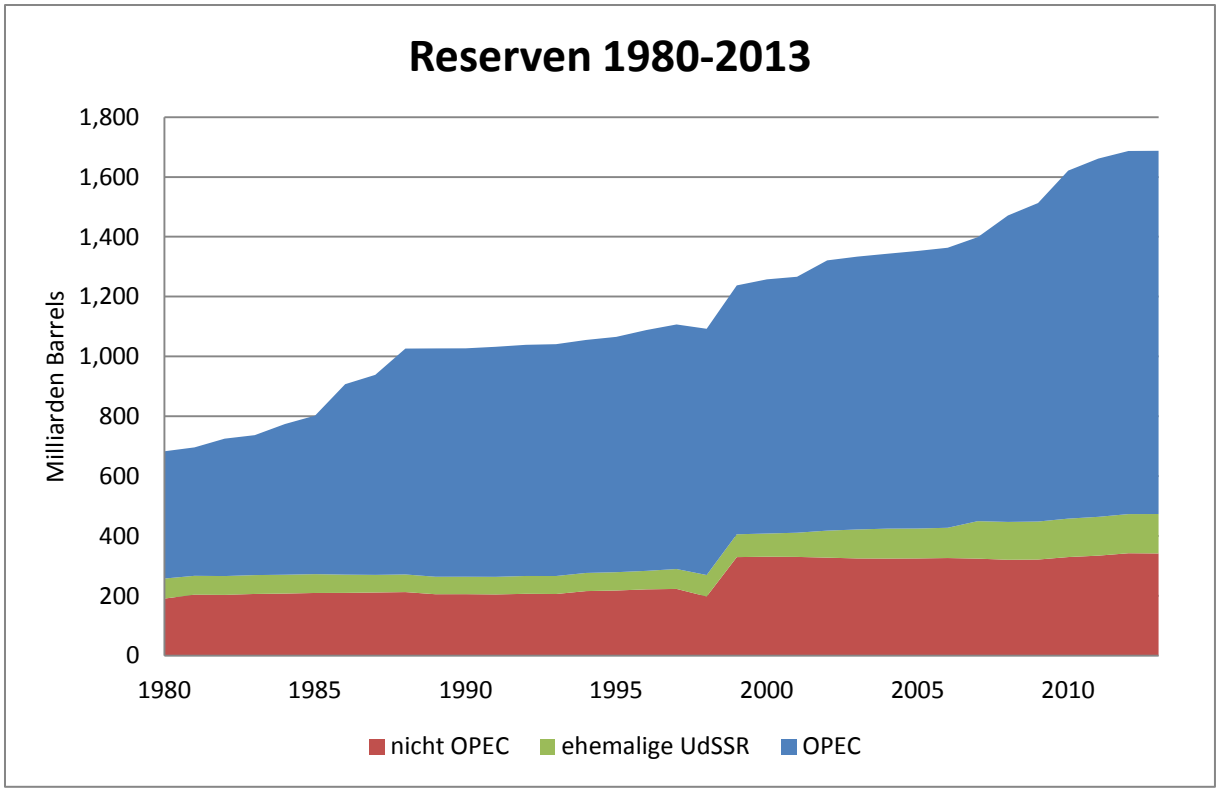

Abbildung 4-18: Entwicklung der globalen Ölreserven, basiert auf (1)

Im Folgenden wird die Entwicklung der Reserven, aufgeschlüsselt nach geografischen Regionen, im Detail analysiert.

Tabelle 4-4: Übersicht über die geografischen Regionen

Region 1	Nordamerika
Region 2	Süd- und Zentralamerika
Region 3	Europa und Eurasien
Region 4	Mittlerer Osten
Region 5	Afrika
Region 6	Asien und Pazifikregion

Die in Tabelle 4-4 angeführten Regionen beinhalten folgende Länder bzw. Gebietseinheiten:

Region 1: Vereinigte Staaten von Amerika, Kanada und Mexico

Region 2: Karibik, Länder von Süd- und Zentralamerika

Region 3: Europäische OECD-Mitgliedsländer, Albanien, Bosnien, Serbien, Kroatien, Bulgarien, Rumänien, Zypern, Malta und ehemalige UdSSR/Russische Föderation

Region 4: Arabische Halbinsel, Iran, Irak, Israel, Jordanien, Libanon und Syrien

Region 5: sämtliche Länder des Kontinents

Region 6: Australien, Neuseeland, Ozeanien, China, Japan, Brunei, Laos, Philippinen, Indonesien, Malaysia, Indien, Afghanistan, Mongolei, Thailand, Südkorea, Nordkorea und Vietnam

Die Entwicklung der bewiesenen Ölreserven nach geografischen Regionen für den Zeitraum 1980 bis 2013 ist in Abbildung 4-19 dargestellt. Deutlich erkennbar ist der Anstieg der Reserven im Mittleren Osten im Jahr 1985. Innerhalb von fünf Jahren erhöhten sich in dieser Region die Reserven von 431,7 Milliarden Barrels auf 660 Milliarden Barrels. Nach einer Periode von konstanten Verhalten stiegen die Reserven in den letzen 15 Jahren leicht und betragen zurzeit 808,5 Milliarden Barrels. Dieser Wert entspricht einem Anteil von knapp 48 Prozent an den globalen Reserven. Somit ist der Mittlere Osten noch immer diejenige Region mit den größten Reserven. Die Reserven von Nordamerika lagen zwischen 1980 und 1997 annähernd konstant bei 120 Milliarden Barrels. Nach einem Rückgang auf 100 Milliarden Barrels im Jahr 1998 erhöhten sich die Reserven sprungartig auf 230 Milliarden Barrels. Seit diesem Anstieg zeigte der Trend für diese Region keine großen Änderungen mehr. Im Jahr 2013 hält Nordamerika einen Anteil von 13,6 Prozent an den globalen Reserven. Vor allem die Region Süd- und Zentralamerika zeigte zwischen 2006 und 2010 einen starken Anstieg der Ölreserven. Innerhalb dieser Zeitspanne erhöhten sich die Reserven von etwas mehr als 100 Milliarden Barrels auf 324 Milliarden Barrels. Im Jahr 2013 beliefen sich die bewiesenen Reserven in Süd- und Zentralamerika auf 330 Milliarden Barrels, was einem globalen Anteil von 19,5 Prozent entspricht. Obwohl die Reserven in den europäischen Ländern in den letzten Jahren rückläufig waren zeigte der Trend für die europäische und eurasische Region in den letzten Jahren eine steigende Tendenz. Vor allem in Russland und den Ländern der ehemaligen Sowjetunion, wie Kasachstan, wurden neue Reserven entdeckt. Im europäischen und eurasischen Raum befinden sich aktuell Reserven von 147,8 Milliarden Barrels, was einem Anteil von fast 9 Prozent an den weltweiten Reserven entspricht. Die Entwicklung in Afrika zeigte seit dem Jahr 2000 ein ansteigendes Verhalten. Dieser Trend ist vor allem auf die Länder Nigeria und Libyen zurückzuführen. Die Reserven in dieser Region belaufen sich aktuell auf 130 Milliarden Barrels, wovon auf diese beiden Länder knapp 86 Milliarden Barrels entfallen. Die Entwicklung der Reserven im asiatischen und pazifischen Raum zeigte einen kontinuierlichen Verlauf über den Betrachtungszeitraum. In dieser Region liegen mit 42 Milliarden die geringsten globalen Ölreserven.

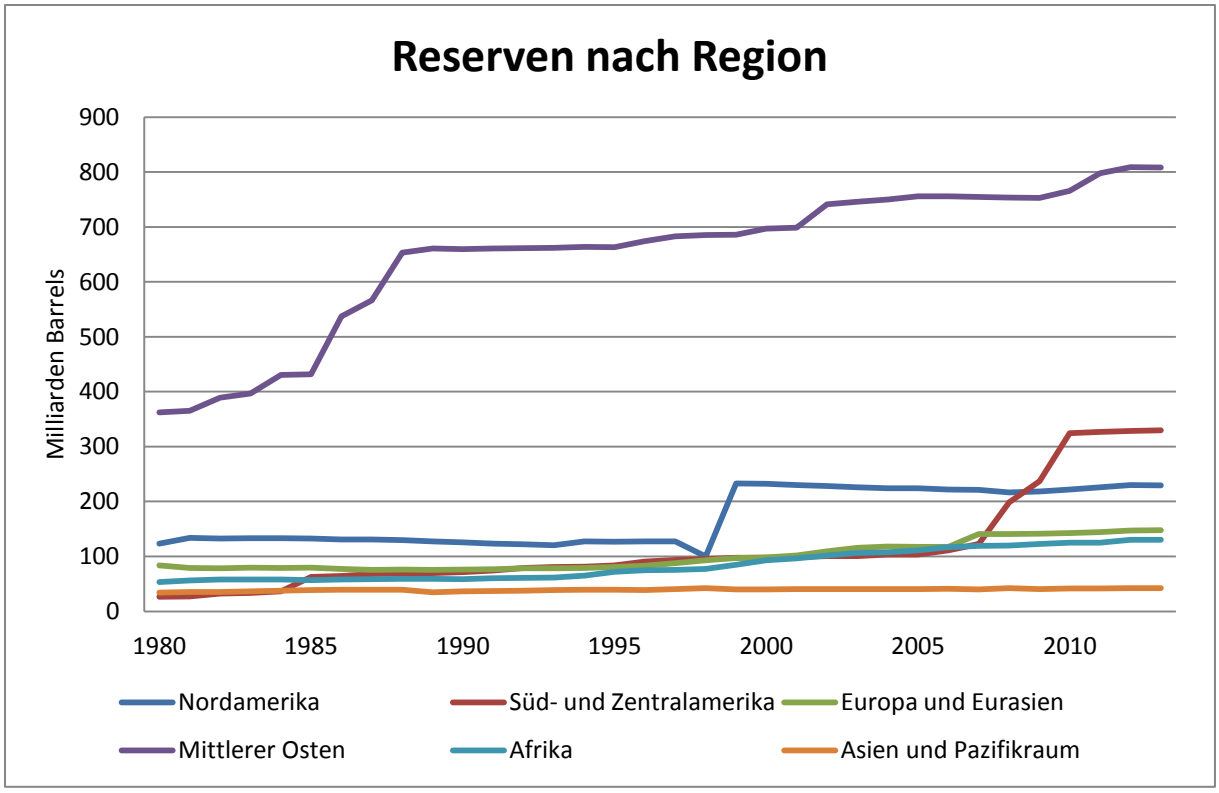

Abbildung 4-19: Entwicklung der Reserven nach Region, basiert auf (1)

Eine Gegenüberstellung der Reserven in Zehnjahresschritten ist in Abbildung 4-20 dargestellt. Auch in dieser Darstellungsform ist der Anstieg der Reserven in Nordamerika zwischen 1993 und 2003 erkennbar. Zwischen den Jahren 2003 und 2013 gab es bei den Reserven im Süd-und Zentralamerikanischen Raum mehr als eine Verdreifachung. Wobei sich die entdeckten Reserven alleine in Venezuela von 77,2 Milliarden Barrels im Jahr 2003 auf 298 Milliarden Barrels im Jahr 2013 erhöhten. Die leicht steigende Tendenz in der europäischen und eurasischen Region war auch in den letzten 20 Jahren erkennbar. Wie bereits erwähnt liegen die größten Reserven im Mittleren Osten. Wobei die größten Öllagerstätten mit 265,9 Milliarden Barrels in Saudi-Arabien liegen, gefolgt vom Iran und Irak mit 157 bzw. 150 Milliarden Barrels Die afrikanische Region zeigte auch eine steigende Tendenz und der pazifische Raum ist durch einen konstanten Verlauf der bewiesen Reserven gekennzeichnet.

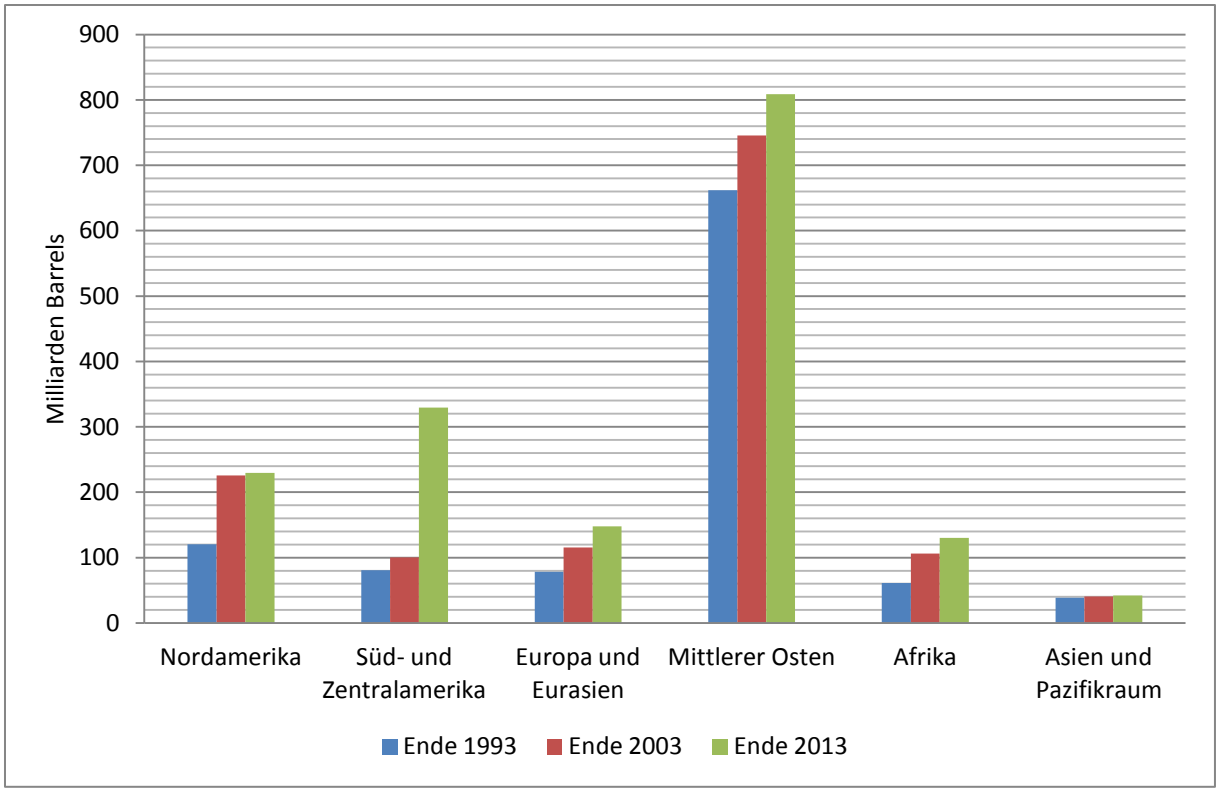

Abbildung 4-20: Gegenüberstellung der Ölreserven, basiert auf (1)

In Abbildung 4-21 sind die jeweiligen prozentuellen Anteile an den globalen Ölreserven der einzelnen Regionen für das Jahr 2013 zusammengefasst.

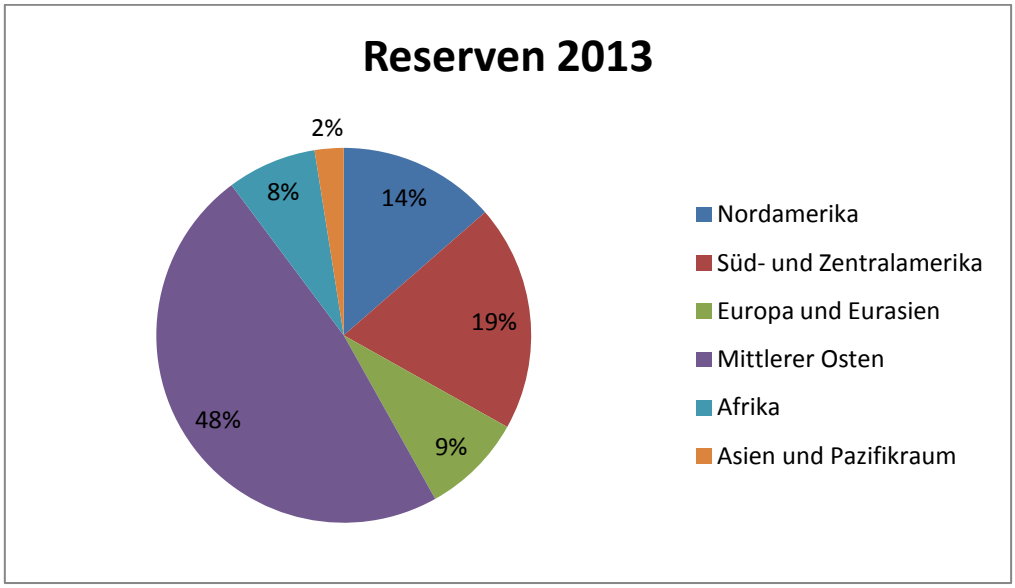

Abbildung 4-21: Anteile an den globalen Reserven nach Regionen im Jahr 2013, basiert auf (1)

5 Ökonometrische Analyse

In diesem Kapitel erfolgt die Bildung eines Modells der Ölnachfrage unter der Verwendung von ökonomischen Ansätzen. Als Grundlage für die ökonometrische Analyse dient ein Nachfragemodell basierend auf der Verwendung sogenannter Elastizitäten. Die statistische Auswertung des Modells erfolgt mit dem in EXCEL implementierten Softwarepaket.

Im ersten Teil dieses Kapitels werden die verwendeten Schätzansätze des Ölnachfragemodells und die Grundüberlegungen der Modelle erläutert. Im Anschluss erfolgt eine ökonometrische Analyse der Ölnachfrage von drei OECD-Mitgliedsländern und drei nicht-OECD-Mitgliedsländern.

5.1 Das ökonometrische Energienachfragemodell

Die Entwicklung der Energienachfrage stellt in erster Linie eine Funktion der wirtschaftlichen Entwicklung dar. Seit der ersten Ölkrise zu Beginn der 70er Jahre stellt der Energiepreis ebenfalls einen wichtigen Einflussparameter dar. Den Ansatz zur Erstellung eines ökonometrischen Energienachfragemodells bilden sogenannte Elastizitäten. In den Wirtschaftswissenschaften versteht man unter dem Begriff Elastizität die relative Änderung einer abhängigen Variablen auf Grund der relativen Veränderung einer unabhängigen Variablen. In anderen Worten ausgedrückt beschreibt die Elastizität folgenden Zusammenhang: Wie groß ist die prozentuelle Änderung der abhängigen Variablen y als Reaktion auf eine einprozentige Änderung einer unabhängigen Variablen x?

Die wichtigsten Elastizitäten zur Bildung des Energienachfragemodells sind die kurzzeitige Preiselastizität α und die kurzzeitige Einkommenselastizität β. Die Preiselastizität beschreibt die relative Änderung der Nachfrage bei einer relativen Veränderung des Preises. In der Regel soll die kurzzeitige Preiselastizität einen Wert von -0,5 oder weniger haben, auf jeden Fall darf sie nicht positiv sein. Die negative Preiselastizität hat zur Folge, dass es bei einer Steigerung des Energiepreises zu einer Reduktion der Nachfrage kommt.

Die Einkommenselastizität gibt hingegen an, wie stark die Energienachfrage relativ zur Änderung des durchschnittlichen Einkommens reagiert. Im Gegensatz zur Preiselastizität wird der Einkommenselastizität ein positiver Wert unterstellt. Somit steigt die Nachfrage bei steigendem Einkommen.

Zur zeitlichen Anpassung der tatsächlichen Energienachfrage wird der Parameter λ verwendet. Der Parameter λ wird als Koyck´scher Lag bezeichnet und gibt die zeitliche Verzögerung der Energienachfrage an. Grundsätzlich muss λ einen positiven Wert haben und zwischen 0 und 1 liegen.

Auf Energiemärkten kann es zum Beispiel bei einem relativen Energiepreisanstieg erst nach einer gewissen Verzögerung zu einer Anpassung der Nachfrage kommen. Die Dauer dieses Zeitraumes ist

ein Maß für die Substituierbarkeit des teurer gewordenen Energieträgers. Man unterscheidet daher zwischen kurzfristigen und langfristigen Elastizitäten. Mit Hilfe des Koyck´schen Lag λ können die langfristige Preis- und Einkommenselastizität wie folgt berechnet werden (14):

Langfristige Eigenpreiselastizität:

$$A = \frac{\alpha}{1 - \lambda}$$

Langfristige Einkommenselastizität:

$$B = \frac{\beta}{1 - \lambda}$$

5.2 Beschreibung der verwendeten Analysemodelle

Für die drei OECD-Mitgliedsländer USA, Deutschland und Japan wird ein Schätzansatz verwendet, der neben dem Preis und Einkommen auch eine zeitliche Anpassung berücksichtigt. Zusätzlich wird eine Trendvariable eingeführt, welche den technologischen Einfluss auf die Effizienz darstellt.

Die Ölnachfrage der OECD-Mitgliedsländer wird mit folgendem multiplen Regressionsmodell abgebildet, wobei für die Regressionsanalyse die bequemere logarithmische Darstellungsform gewählt wurde.

$$\ln(D_t) = C + \alpha \cdot \ln(P_t) + \beta \cdot \ln(Y_t) + \lambda \cdot \ln(D_t - 1) + \epsilon \cdot Trend$$

In diesem Schätzansatz stellt D_t den Ölverbrauch im Jahr t, P_t den realen Ölpreis, Y_t das reale Bruttoinlandsprodukt (BIP) des jeweiligen Landes, D_{t-1} den Ölverbrauch des Vorjahres dar. Die Koeffizienten C, α, β, λ und ε sind die unbekannten Parameter, welche mit der Ordinary Least Square (OLS) Methode ermittelt werden. Bei dem Koeffizienten C handelt es um eine Konstante, α stellt die kurzfristige Preiselastizität dar, β stellt die kurzfristige Einkommenselastizität dar, λ stellt den Koyck´schen Lag dar und ε ist der Trendkoeffizient. Mit Hilfe des Koyck´schen Lags ist es möglich für die ausgewählten OECD-Länder auch die langfristigen Elastizitäten zu ermitteln.

Der Ölverbrauch wird in Tausend Barrels pro Tag (tbd) angegeben, wobei der statistische Jahresbericht von BP aus dem Jahr 2014 als Datenquelle verwendet wird. Der Ölpreis und das BIP werden mit dem BIP-Deflator (GDP-Deflator) für das jeweilige Land angepasst. In der Volkswirtschaftslehre wird der BIP-Deflator zur Abbildung der Preisänderung und der Inflation verwendet. Der BIP-Deflator stellt den Preisindex des Bruttoinlandsprodukts dar und berücksichtigt nicht nur die Preisänderungen eines ausgewählten Warenkorbs, sondern die Änderungen aller Preise einer Volkswirtschaft.

Der reale Preis und das reale Bruttoinlandsprodukt werden mit folgenden Beziehungen berechnet:

Realer Ölpreis des jeweiligen Landes:

$$Preis\ real = \frac{Preis\ nominal}{BIP\ Deflator} \cdot 100$$

Reales Bruttoinlandsprodukt des jeweiligen Landes:

$$BIP\ real = \frac{BIP\ nominal}{BIP\ Deflator} \cdot 100$$

Der nominale Ölpreis wird aus dem statistischen Jahresbericht von BP aus dem Jahr 2014 übernommen und mit der oben angeführten Beziehung auf den realen Ölpreis des jeweiligen Landes umgerechnet. Als Datenquelle für das nominale Bruttoinlandsprodukt und den BIP-Deflator werden die entsprechenden Datensätze der Weltbank herangezogen. Der Ölpreis wird in US-Dollar je Barrel ($/b) angegeben und das Bruttoinlandsprodukt in Milliarden US-Dollar (Mrd $).

Für die Analyse der nicht-OECD-Mitgliedsländer China, Indien und Saudi-Arabien wurde ein einfacher Ansatz gewählt, welcher neben dem Ölpreis das Bruttoinlandsprodukt beinhaltet. Der Schätzansatz für den Ölverbrach der nicht-OECD-Mitgliedsländer in logarithmischer Form lautet:

$$\ln(D_t) = C + \alpha \cdot \ln(P_t) + \beta \cdot \ln(Y_t)$$

Auch in diesem Modell stellt D_t den Ölverbrauch des jeweiligen Landes im Jahr t dar. Bei den unabhängigen Variablen P_t und Y_t handelt es sich um den realen Ölpreis bzw. um das reale Bruttoinlandsprodukt des jeweiligen Landes im Jahr t. Die Berechnung des realen Preises und des realen Bruttoinlandsprodukts erfolgt auch in diesem Modell mit Hilfe des BIP-Deflators. Die Werte für das nominale Bruttoinlandsprodukt und den BIP-Deflator werden von der Weltbank übernommen. Der Koeffizient C stellt eine Konstante dar und bei den Koeffizienten α und β handelt es sich um die Preis- bzw. Einkommenselastizität.

Als Betrachtungszeitraum für die Zeitreihenanalyse wurde für die OECD-Mitgliedsländer als auch für die nicht- OECD-Mitgliedsländer der Zeitraum von 1980 bis 2013 festgelegt.

5.3 Ökonometrische Analyse der OECD-Länder

In diesem Abschnitt erfolgt die ökonometrische Analyse jener OECD-Mitgliedsländer, deren historischer Ölverbrauch im Kapitel 4.4 analysiert wird. Zur Schätzung der Elastizitäten wurde bei den OECD-Mitgliedsländern ein Schätzansatzansatz gewählt, welcher neben Preis und Einkommen auch eine zeitliche Anpassung und einen autonomen Zeittrend berücksichtigt.

5.3.1 USA

In Abbildung 5-1 sind die Verläufe des Ölverbrauchs und des realen Bruttoinlandsprodukts der USA im Zeitraum 1980 bis 2013 dargestellt. Das nominale Bruttoinlandsprodukt wird mit der in Kapitel 5.2 beschriebenen Beziehung auf das reale Bruttoinlandsprodukt umgerechnet, wobei das Jahr 2005 als Basisjahr verwendet wird. Die USA zeigten einen starken Zuwachs des realen Bruttoinlandsprodukts, von 5933 Milliarden US-Dollar im Jahr 1980 auf 14451 Milliarden US-Dollar im Jahr 2013. Dieses wirtschaftliche Wachstum spiegelte sich vor allem im Ölverbrauch der 1980er und 1990er Jahre wieder. In den letzten Jahren war eine Entkopplung des Ölverbrauchs und der Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts erkennbar. Die Auswirkungen der weltweiten Finanzkrise von 2007 waren im Ölverbrauch als auch im Bruttoinlandsprodukt ablesbar.

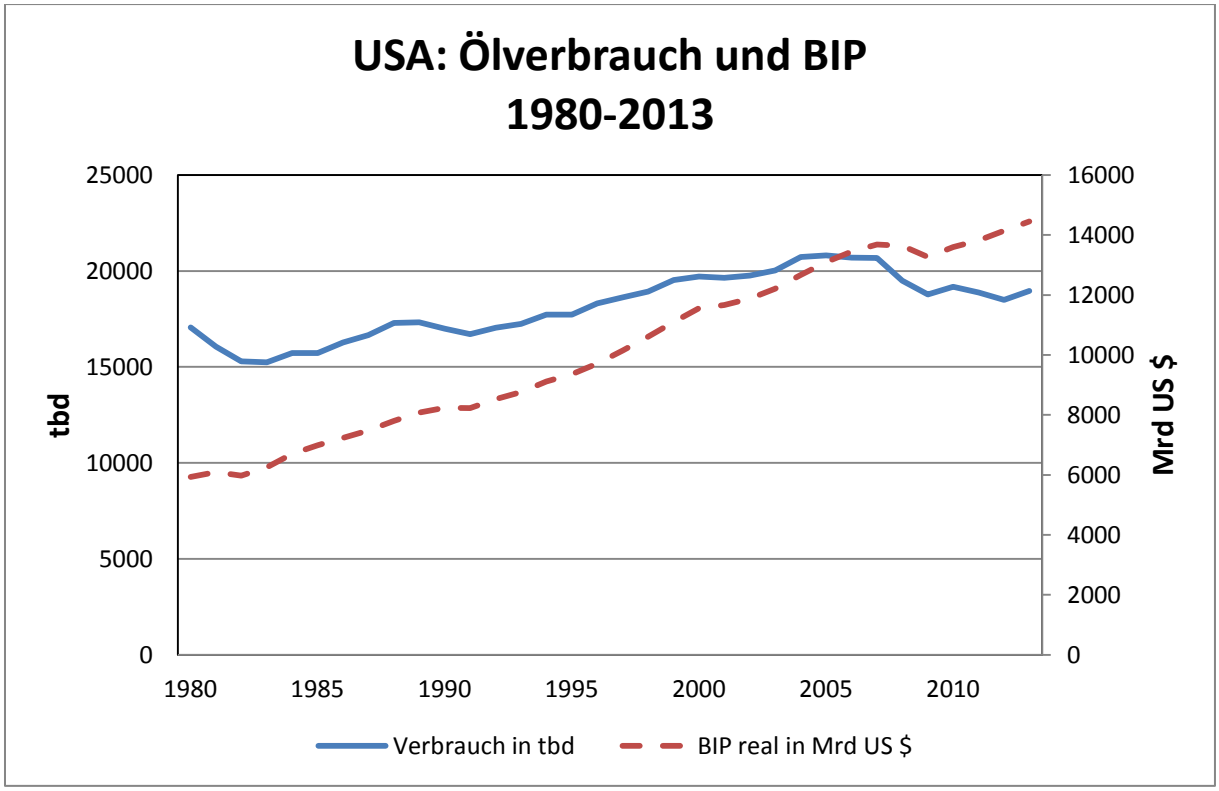

Abbildung 5-1: Historische Entwicklung des Ölverbrauchs und des BIP der USA, basiert auf (1), (15) und eigenen Berechnungen

In Tabelle 5-1 sind die Ergebnisse der Regressionsanalyse für das Modell der USA zusammengefasst. In den eckigen Klammern sind die Werte der T-Statistik angegeben. Das Modell liefert eine sehr geringe kurzfristige Preiselastizität von α = -0,007, somit reagiert die Ölnachnachfrage in den USA unelastisch auf Preisänderungen. Eine kurzfristige Einkommenselastizität ist mit einem Wert von β = 0,590 erkennbar. Das Bruttoinlandsprodukt hat somit eine positive Beziehung zur Ölnachfrage. Steigt das Bruttoinlandsprodukt beispielsweise um 1%, so erhöht sich die Ölnachfrage um 0,59%. Unter Berücksichtigen eines zeitlichen Anpassungsprozesses ergeben sich eine langfristige Preiselastizität von A = -0,013 und eine langfristige Einkommenselastizität von B = 1,165. Der negative Trendkoeffizient von ε = -0,013 deutet daraufhin, dass es über die Zeit eine technische Effizienzverbesserung gibt.

Tabelle 5-1: Ergebnisse für das Modell der USA

Koeffizienten	Modell USA
C (Konstante)	-0.206 [-0.288]
α (kurzfristige Preiselastizität)	-0.007 [-0.823]
β (kurzfristige Einkommenselastizität)	0.590 [4.678]
λ (Lag)	0.494 [6.430]
ε (Trend)	-0.013 [-3.808]
A (langfristige Preiselastizität)	-0.013
B (langfristige Einkommenselastizität)	1.165
R^2 korr	0.977
F-Test	302.818

5.3.2 Deutschland

Abbildung 5-2 zeigt die Entwicklung des Ölverbrauchs und des realen Bruttoinlandsprodukts im Zeitraum 1980 bis 2013. Das nominale Bruttoinlandsprodukt wird mit dem BIP-Deflator mit dem Basisjahr 2005 auf das reale Bruttoinlandsprodukt umgerechnet. Im Vergleich zu den USA zeigte der zeitliche Verlauf des realen Bruttoinlandsprodukts in den Jahren 1995 und 2008 Spitzenwerte mit 2773 bzw. 3642 Milliarden US-Dollar. Zu Beginn der 1980er Jahre war ein Zusammenhang zwischen Ölverbrauch und wirtschaftlicher Entwicklung erkennbar. Auffällig ist, dass es trotz steigendem Bruttoinlandsprodukt ab dem Beginn der Jahrtausendwende zu keinem Anstieg des Ölverbrauchs kam. Wie bereits in Kapitel 4.4.3 beschrieben war die Ölnachfrage seit Mitte der Neunzigerjahre rückläufig.

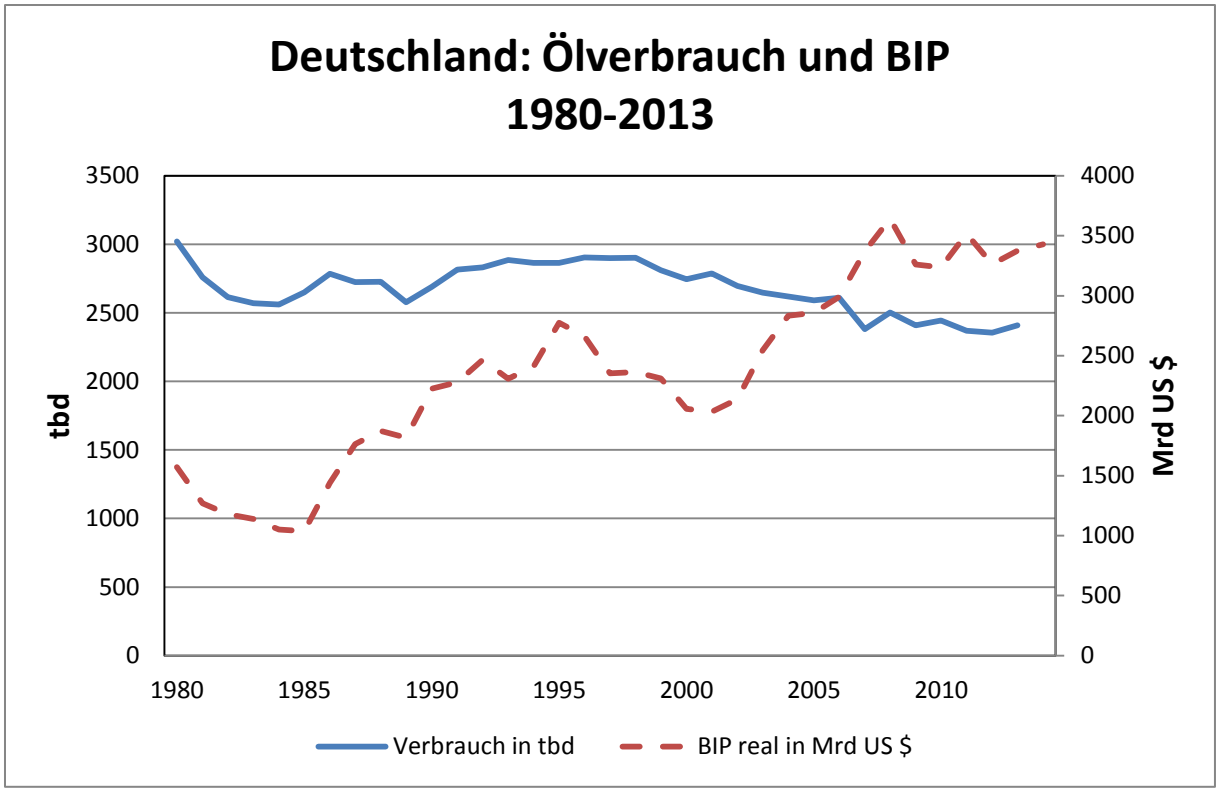

Abbildung 5-2: Historische Entwicklung des Ölverbrauchs und des BIP von Deutschland, basiert auf (1) (15) und eigenen Berechnungen

In Tabelle 5-2 sind die Ergebnisse der Schätzung des Ölverbrauchs für Deutschland zusammengefasst. Die Werte der T-Statistik sind in eckigen Klammern angegeben. Im Fall von Deutschland ergibt sich im Vergleich zu den USA eine größere kurzfristige Preiselastizität mit $\alpha = -0{,}046$. Der Ölverbrauch zeigt jedoch mit einer kurzeitigen Preiselastizität von $\beta = 0{,}040$ ein geringe Abhängigkeit von der Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts. Auch bei der Betrachtung der langfristigen Elastizitäten zeigt sich ein stärkerer Einfluss des Preises auf die Ölnachfrage. Die Analyse liefert einen Koyck´schen Lag von $\lambda = 0{,}497$. Mit den Beziehungen aus Abschnitt 5.2 ergeben sich somit eine langfristige Preiselastizität von $A = -0{,}091$ und eine langfristige Einkommenselastizität von $B = 0{,}08$. Der negative Trendkoeffizient bedeutet, dass es aufgrund von technischen Entwicklungen zu einer Effizienzverbesserung kommt.

Tabelle 5-2: Ergebnisse für das Modell von Deutschland

Koeffizienten	Modell Deutschland
C (Konstante)	3.852 [5.567]
α (kurzfristige Preiselastizität)	-0.046 [-4.648]
β (kurzfristige Einkommenselastizität)	0.040 [1.297]
λ (Lag)	0.497 [5.569]
ε (Trend)	-0.002 [-1.375]
A (langfristige Preiselastizität)	-0.091
B (langfristige Einkommenselastizität)	0.080
R^2 korr	0.848
F-Test	47.136

5.3.3 Japan

Abbildung 5-3 zeigt den Verlauf des Ölverbrauch und die Entwicklung der realen Bruttoinlandsproduktes für Japan im Betrachtungszeitraum 1980 bis 2013. Für die Regressionsanalyse wird der Weltölpreis und das nominale Bruttoinlandsprodukt mit dem BIP-Deflator angepasst, wobei das Jahr 2005 das Basisjahr darstellt. Im Zeitraum 1985 bis 1995 hatte der Anstieg des realen Bruttoinlandsprodukts einen erhöhten Ölverbrauch zur Folge. Die letzten Jahre des Betrachtungszeitraums zeigten bis zum Jahr 2012 einen starken Anstieg des Einkommens, wobei diese Entwicklung keinen Einfluss auf den Ölverbrauch hatte. Im Jahr 2012 lag das reale Bruttoinlandsprodukt bei knapp 6500 Milliarden US-Dollar. Wie bereits beschrieben wurde im Jahr 1996 der maximale Ölverbrauch in Japan erreicht. Dieser Trend des Ölverbrauchs ging mit einem erhöhten realen Bruttoinlandsprodukts Mitte der Neunzigerjahre einher.

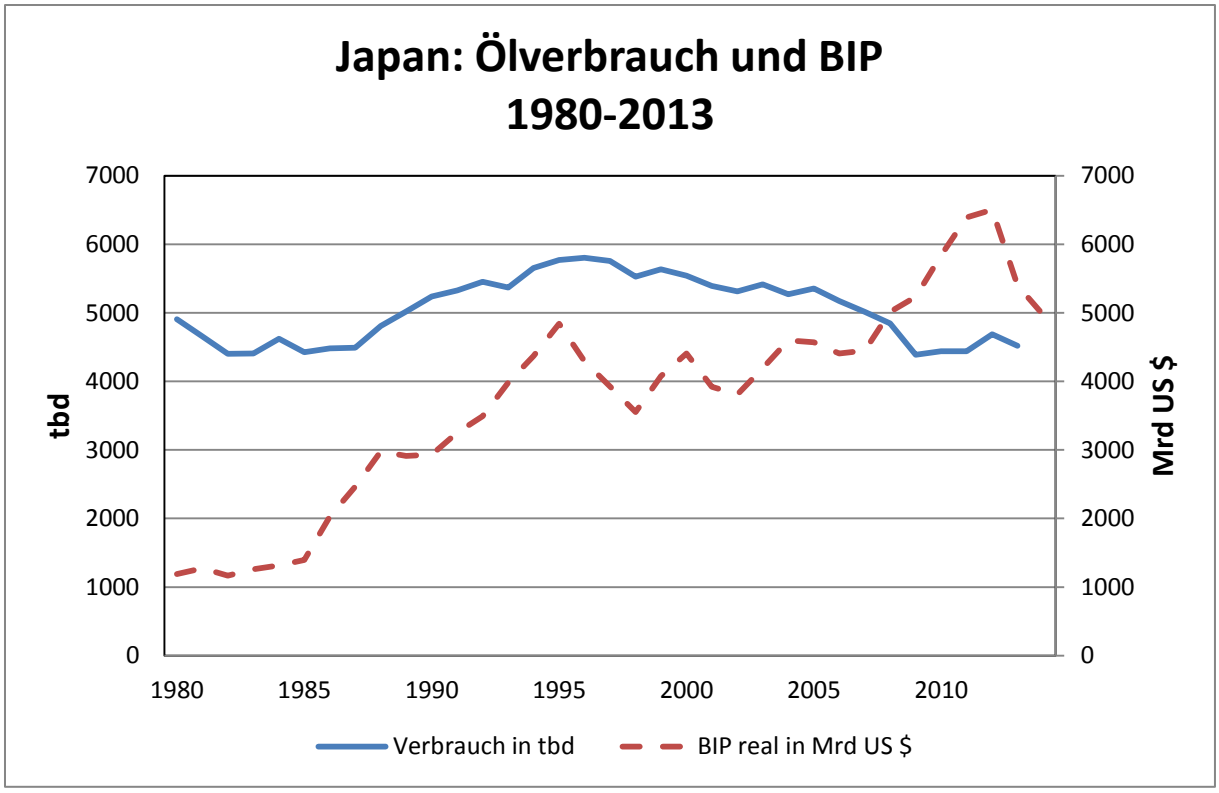

Abbildung 5-3: Historische Entwicklung des Ölverbrauchs und des BIP von Japan, basiert auf (1), (15) und eigenen Berechnungen

In Tabelle 5-3 sind die Ergebnisse des Modells für Japan zusammengefasst. Für das OECD-Mitgliedsland Japan ergibt sich ebenfalls eine geringe negative kurzfristige Preiselastizität von $\alpha = -0{,}025$. Im Vergleich zu Deutschland zeigt sich ein stärkerer Zusammenhang zwischen dem Bruttoinlandsprodukt und dem Ölverbrauch. Das Modell liefert eine kurzfristige Einkommenselastizität von $\beta = 0{,}099$. Unter Berücksichtigung einer zeitlichen Anpassung ergeben sich eine langfristige Preiselastizität von $A = -0{,}091$ und eine langfristige Einkommenselastizität von $B = 0{,}360$. Somit hat die Entwicklung des Einkommens einen stärkeren Einfluss auf den Ölverbrauch. Jedoch ist an dieser Stelle anzumerken, dass der Lag-Koeffizient einen Wert von $\lambda = 0{,}725$ hat, dieser Wert liegt zwar deutlich unter 1, ist jedoch kritisch zu beurteilen da er über 0,5 liegt. Wie im Falle der beiden anderen OECD-Mitgliedsländer liefert der Trendkoeffizient ebenfalls einen negativen Wert.

Tabelle 5-3: Ergebnisse für das Modell von Japan

Koeffizienten	Modell Japan
C (Konstante)	1.678 [2.483]
α (kurzfristige Preiselastizität)	-0.025 [-1.598]
β (kurzfristige Einkommenselastizität)	0.099 [2.962]
λ (Lag)	0.725 [10.472]
ε (Trend)	-0.003 [-1.529]
A (langfristige Preiselastizität)	-0.091
B (langfristige Einkommenselastizität)	0.360
R^2 korr	0.901
F-Test	75.680

5.4 Ökonometrische Analyse der nicht-OECD-Länder

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der ökonometrischen Analyse von den drei Ländern China, Indien und Saudi-Arabien zusammengefasst. Zur Schätzungen der Elastizitäten wird im Gegensatz zu den OECD-Mitgliedern ein vereinfachter Ansatz gewählt, welcher den Ölverbrauch dieser Länder in Abhängigkeit von Preis und Einkommen beschreibt.

5.4.1 China

Abbildung 5-4 zeigt die zeitlichen Verläufe des Ölverbrauchs und des realen Bruttoinlandsprodukts von China. Im Vergleich zu den analysierten OECD-Ländern dient das Jahr 2000 als Basisjahr zur Berechnung des realen Preises und des realen Bruttoinlandproduktes. Aus Abbildung 5-4 ist deutlich erkennbar, dass seit Beginn der Neunzigerjahre der Ölverbrauch als auch das reale Bruttoinlandsprodukt stark anstiegen. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums hatte China ein reales Bruttoinlandsprodukt von 630 Milliarden US-Dollar. Bis zum Jahr 2013 erhöhte sich dieser Wert auf über 5550 Milliarden US-Dollar. Die chinesische Volkswirtschaft ist somit durch ein starkes wirtschaftliches Wachstum gekennzeichnet.

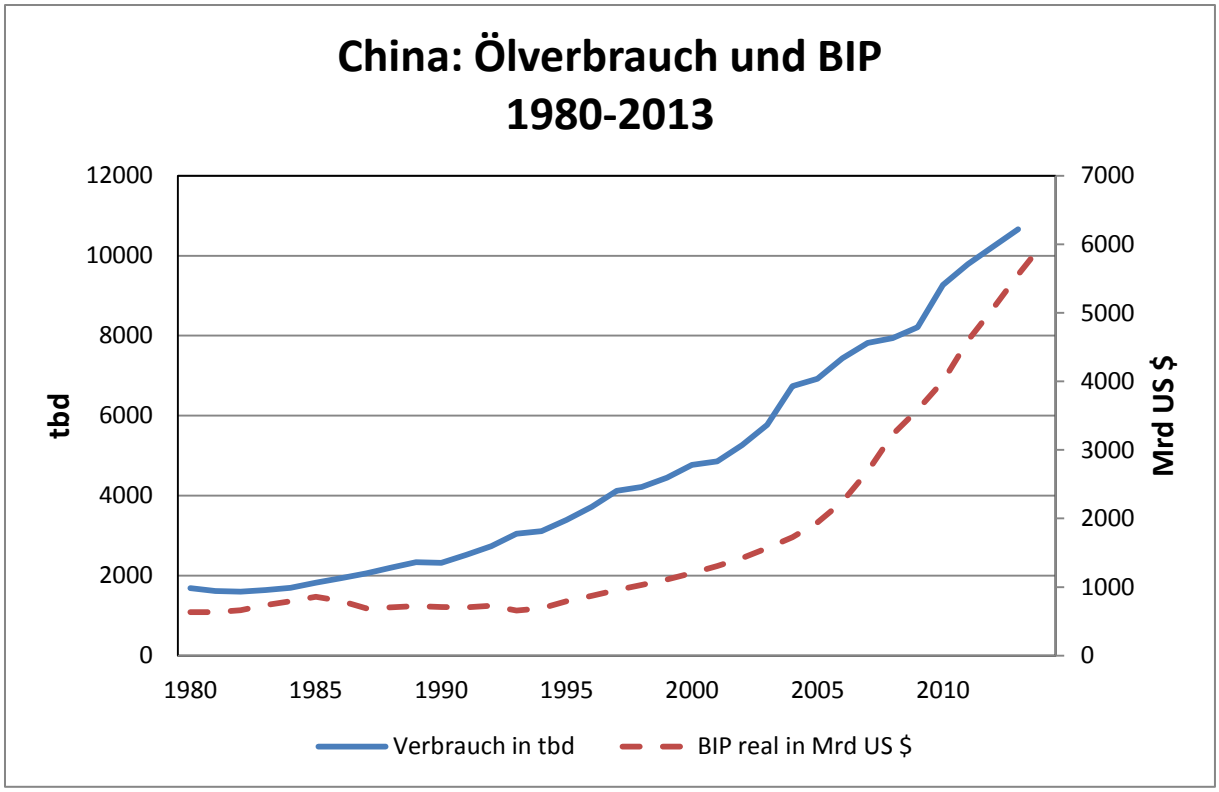

Abbildung 5-4: Historische Entwicklung des Ölverbrauchs und des BIP von China, basiert auf (1), (15) und eigenen Berechnungen

In Tabelle 5-4 sind die Ergebnisse der Regressionsanalyse für den Schätzansatz von China zusammengefasst. Die T-Statistik ist in eckigen Klammer angeben. Mit dem gewählten Modell ergibt sich eine Preiselastizität von α = -0,356. Dieser Wert bedeutet, dass bei einer 10 prozentigen Preiserhöhung der Verbrauch um 3,56% fällt. Im Gegensatz zu den OECD-Ländern reagiert die Ölnachfrage von China elastisch auf Änderungen des Einkommens. Das Modell liefert eine Einkommenselastizität von β = 0,879.

Tabelle 5-4: Ergebnisse für das Modell von China

Koeffizienten	Modell China
C (Konstante)	3.314 [13.674]
α (Preiselastizität)	-0.356 [-8.981]
β (Einkommenselastizität)	0.879 [26.982]
R^2 korr	0.956
F-Test	357.307

5.4.2 Indien

Als zweites nicht OECD-Mitgliedsland wurde der Ölverbrauch von Indien geschätzt. Wie im Falle Chinas ist das reale Bruttoinlandsprodukt Indiens in den letzten Jahren stark angestiegen. Als Basisjahr zur Berechnung der realen Werte für die Regressionsanalyse dient das Jahr 2011. Im Zeitraum von 2000 bis 2013 erhöhte sich das Bruttoinlandsprodukt von 470 Milliarden US-Dollars auf über 1800 Milliarden US-Dollars. Mit dem wirtschaftlichen Wachstum steigt auch der Ölverbrauch, wie aus Abbildung 5-5 ersichtlich ist.

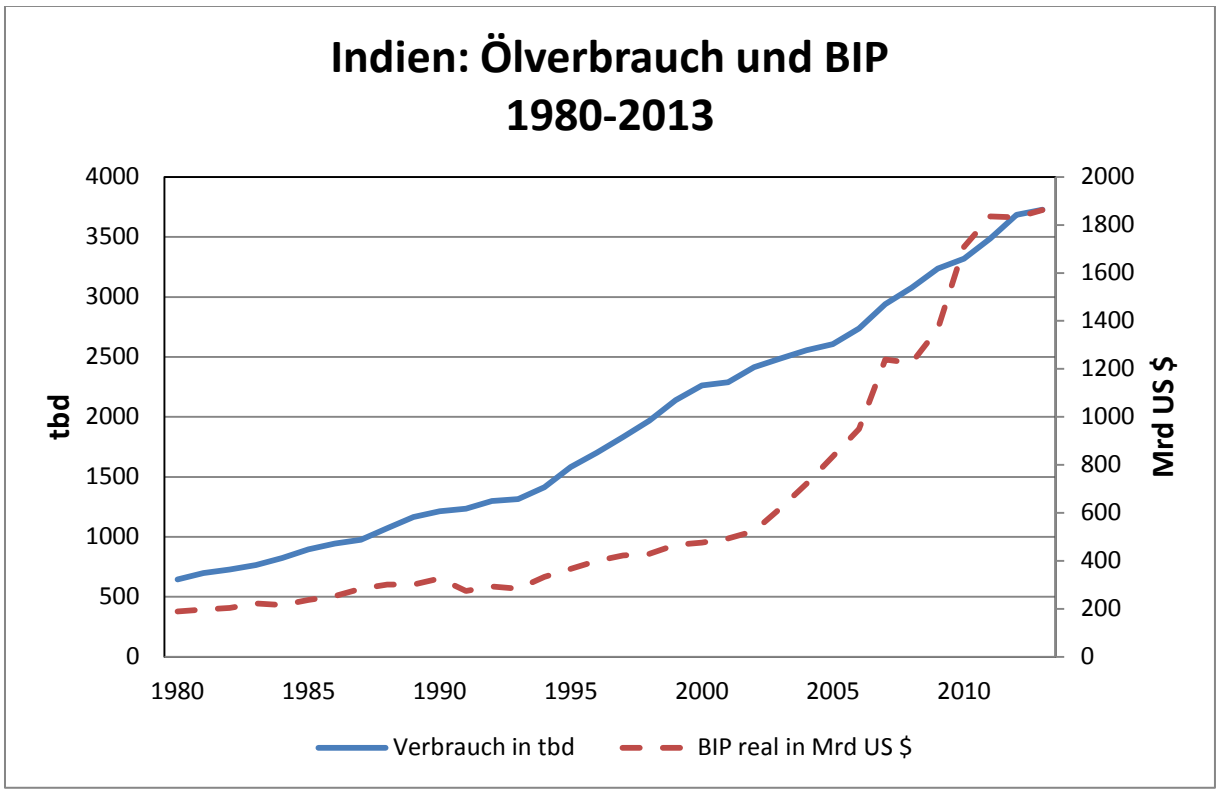

Abbildung 5-5: Historische Entwicklung des Ölverbrauchs und des BIP von Indien, basiert auf (1), (15) und eigenen Berechnungen

In Tabelle 5-5 sind die Ergebnisse der Regressionsanalyse dargestellt. Der Ölverbrauch Indiens zeigt sich eher elastisch gegenüber von Einkommensänderungen. Das Modell liefert eine Einkommenselastizität von $\beta = 0{,}661$. Ähnlich wie bei China ergibt sich eine geringe Preiselastizität von $\alpha = -0{,}261$. Somit reagiert die Ölnachfrage Indiens eher unelastisch auf Preisänderungen.

Tabelle 5-5: Ergebnisse für das Modell von Indien

Koeffizienten	Modell Indien
C (Konstante)	-9.213 [-14.826]
α (Preiselastizität)	-0.261 [-10.272]
β (Einkommenselastizität)	0.661 [30.169]
R^2 korr	0.973
F-Test	592.465

5.4.3 Saudi-Arabien

In Abbildung 5-6 sind die Entwicklung des Ölverbrauchs und des realen Bruttoinlandsprodukt von Saudi Arabien abgebildet. Als Erdöl exportierendes Land hatte die Drosselung der Ölförderung Anfang bzw. Mitte der 1980er auch Auswirkunken auf das Bruttoinlandsprodukt. In diesem Zeitraum reduzierte sich das reale Bruttoinlandsprodukt von 300 Milliarden US - Dollar auf etwas mehr als 200 Milliarden US - Dollar. Deutlich zu erkennen ist der parallele Anstieg des Ölverbrauch und des realen Bruttoinlandsprodukt seit Mitte der Neunzigerjahre. Der erhöhte Ölbedarf in Saudi-Arabien ist vor allem auf den starken Infrastrukturausbau der letzten Jahrzehnte zurück zuführen. Die Steigerungen des Bruttoinlandsprodukts sind auf die gestiegen Einnahmen durch den Erdölexport zurück zuführen.

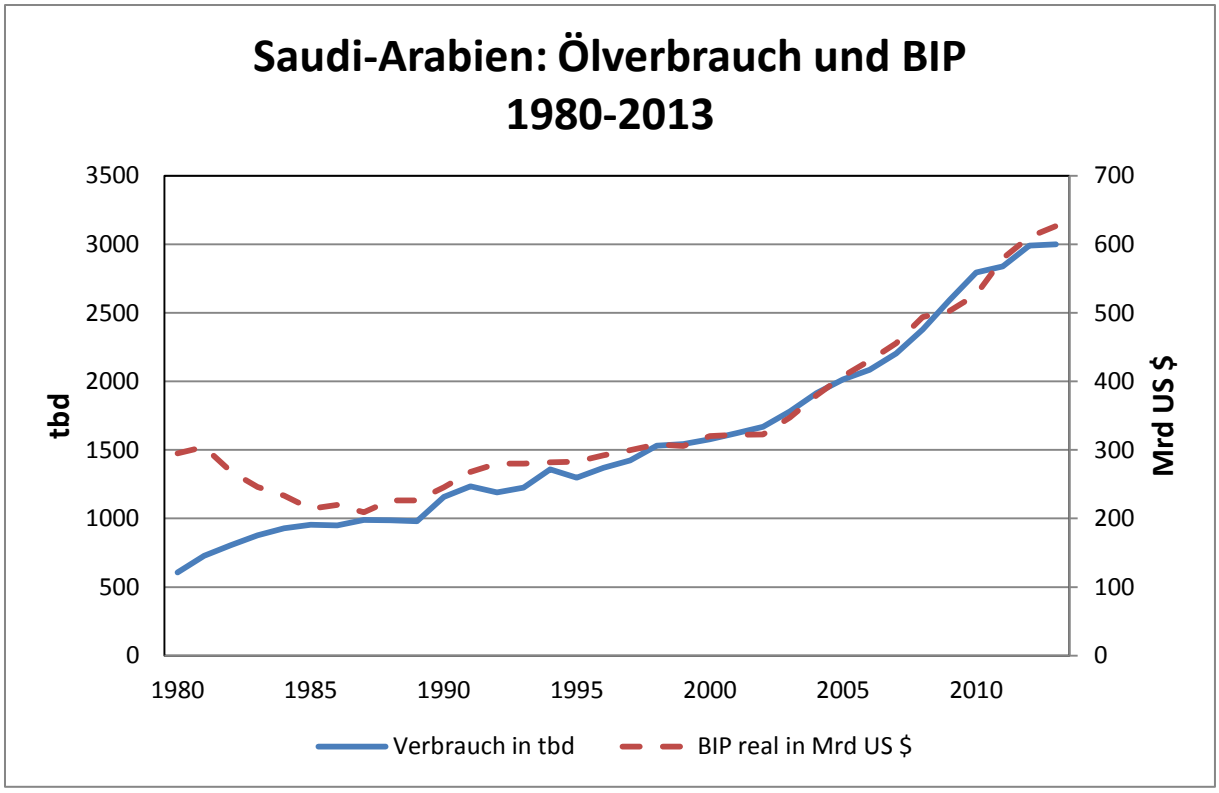

Abbildung 5-6: Historische Entwicklung des Ölverbrauchs und des BIP von Saudi-Arabien, basiert auf (1), (15) und eigenen Berechnungen

Die Ergebnisse der Schätzung des Ölverbrauchs von Saudi-Arabien sind in Tabelle 5-6 zusammengefasst. Von den drei analysierten nicht OECD-Mitgliedsländern zeigt Saudi-Arabien die stärkste Einkommenselastizität. Die Regressionsanalyse liefert einen Wert von $\beta = 1{,}517$. Somit reagiert die die Ölnachfrage sehr elastisch auf Änderungen des Einkommens. Da der Wert der Preiselastizität deutlich kleiner als eins ist reagiert auch die Ölnachfrage ähnlich unelastisch wie in China und Indien auf Preisänderungen.

Tabelle 5-6: Ergebnisse für das Modell von Saudi-Arabien

Koeffizienten	Modell Saudi-Arabien
C (Konstante)	0.012 [0.021]
α (Preiselastizität)	-0.383 [-2.911]
β (Einkommenselastizität)	1.517 [10.389]
R^2 korr	0.821
F-Test	76.672

6 Einfaches Marktmodell und langfristiges Wirtschaftsszenario

In Kapitel 6 wird ein einfaches Marktmodell für das Jahr 2013 entwickelt. Dieses Modell besteht aus einer globalen Angebotskurve, welche die Produktionskosten eines Barrels in Abhängigkeit von der Förderregion bzw. Fördermethode berücksichtigt, und aus einer globalen Nachfragekurve. Anhand dieses einfachen Marktmodells wird, unter der Annahme eines konstanten Ölpreises von 110 US-Dollar je Barrel, ein wirtschaftliches Langzeitszenario bis zum Jahr 2040 entwickelt. Zur Schätzung der Entwicklung des weltweiten Ölangebots und der Ölnachfrage werden die Daten des World Oil Outlook der OPEC aus dem Jahr 2014 herangezogen.

6.1 Entwicklung des Marktmodells für 2013

Das Marktmodell besteht aus einer Angebotskurve und aus einer einfachen Nachfragekurve. Für die Entwicklung der Angebotskurve werden die Grenzkosten der Ölproduktion, aufgeschlüsselt nach Förderland bzw. Förderregion, analysiert. Die Grenzkostenkurve wurde aus den unterschiedlichen Produktionskosten eines Barrels und den anteilsmäßigen Förderquoten der einzelnen Regionen bzw. Länder erstellt. Die Werte für die jeweiligen Produktionsanteile wurden dem statistischen Jahresbericht von BP aus dem Jahr 2014 entnommen. Bei den angegebenen Kosten handelt es sich um die geschätzten Grenzkosten für ein Barrel. Die Grenzkosten der Produktion stammen vom geologischen Fachjournal GEOExPro (16) und beziehen sich auf das Jahr 2013.

In Tabelle 6-1 sind die Grenzkosten für ein Barrel nach Produktionsland bzw. Region zusammengefasst. Zusätzlich sind die täglichen Förderraten in Mbd angegeben. Am preiswertesten ist die Produktion für ein Barrel in den OPEC-Ländern des mittleren Osten. Im Vergleich dazu sind die Grenzkosten der Produktion in den OPEC-Ländern Venezuela, Angola und Nigeria höher. Allgemein ist Ölproduktion in den nicht-OPEC-Ländern teurer, wobei die Ölgewinnung aus Ölsand mit 110 US-Dollar je Barrel am teuersten ist.

Tabelle 6-1: Grenzkosten für ein Barrel nach Land bzw. Region, basiert auf (1), (16) und eigenen Berechnungen

Land/Region	Grenzkosten 2013	tägliche Förderrate 2013
	$ je Barrel	Mbd
Saudi Arabien	22	11.8
Iran/Irak	25	6.9
Kuwait	30	3.3
Nordafrika OPEC Algerien, Lybien	35	2.9
UAE	40	3.8
Brasilien	50	2.1
CIS	50	2.8
Venezuela	55	2.8
Europa, LatAm, Afrika	60	19.0
Afrika OPEC Angola, Nigeria	62	4.3
Mexico	70	2.7
China	72	4.1
Norwegen und UK	75	2.7
Russland	85	10.0
USA konventionell	90	6.8
Öl Sand	110	3.9
nicht-OPEC gesamt	**66 $ je Barrel**	**54.2**
OPEC-Gesamt	**38 $ je Barrel**	**35.8**
Welt gesamt	**52 $ je barrel**	**90.0**

An Hand der in Tabelle 6-1 zusammengefassten Werte wird eine Grenzkostenkurve der Ölproduktion für das Jahr 2013 erstellt, welche in Abbildung 6-1 dargestellt ist. Für die Ölproduktion in den OPEC-Ländern ergeben sich durchschnittliche Grenzkosten von 38 US-Dollar je Barrel und für die Produktion in den nicht-OPEC-Ländern von 66 US-Dollar je Barrel. Die globalen durchschnittlichen Grenzkosten zur Erzeugung eines Barrels belaufen sich auf zirka 52 US-Dollars je Barrel.

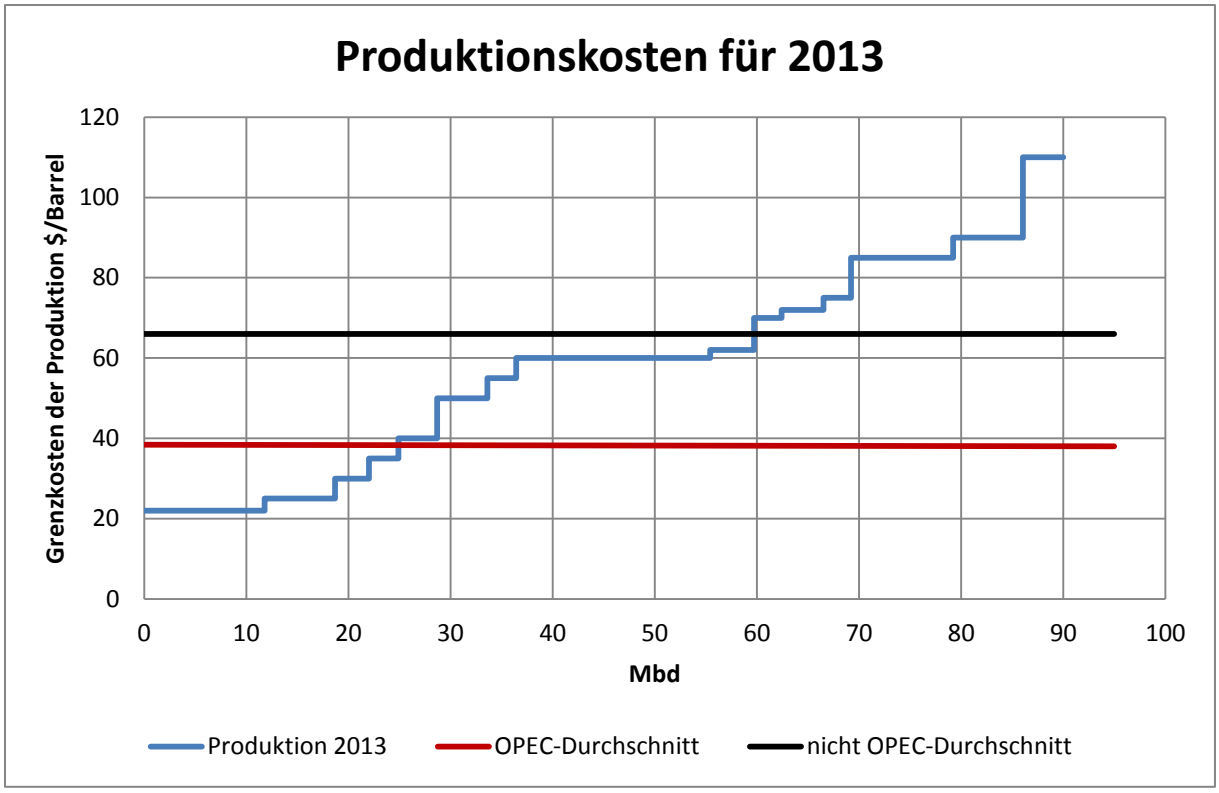

Abbildung 6-1: Grenzkostenkurve der Produktion, basiert auf (1), (16) und eigenen Berechnungen

Die Grenzkostenkurve der Ölproduktion wird verwendet um eine vereinfachte Angebotskurve für das Jahr 2013 zu entwickeln. Die Angebotskurve ist in drei Abschnitte unterteilt. Der erste Abschnitt stellt die tägliche Förderquote der OPEC-Länder dar. Als Erzeugungskosten in diesen Bereich wurde der Durchschnittswert von 38 US-Dollar je Barrel herangezogen. Im Jahr 2013 erzeugten die OPEC-Länder zusammen 35,8 Mbd. Der nächste Teil der Angebotskurve berücksichtigt die konventionelle Ölproduktion der nicht-OPEC-Länder. Laut dem World Oil Outlook aus dem Jahr 2014 beträgt dieser Anteil 41,3 Mbd. Für diesen Teilbereich der Angebotskurve werden Grenzkosten von 60 US-Dollar je Barrel festgelegt. Der letzte Abschnitt stellt den Anteil von anderen teureren Ölfördermethoden dar, wie zum Beispiel die Erzeugung aus Ölsand oder die Förderung in arktischen Regionen. Für diesen Teil von 12,9 Mbd liegen die Produktionskosten bei 100 US-Dollar je Barrel.

Da die Ölnachfrage eher unelastisch reagiert wird zur Darstellung eine einfache steilverlaufende Gerade gewählt. im Jahr 2013 hatte der Ölpreis einen Wert von 108,66 US-Dollar je Barrel, dieser Preis wird im Modell auf 110 US-Dollar je Barrel festgelegt. In Abbildung 6-2 ist das vereinfachte Marktmodell für das Jahr 2013 abgebildet. Das Marktmodell besteht aus der oben beschrieben Angebotskurve und der einfachen Nachfragekurve.

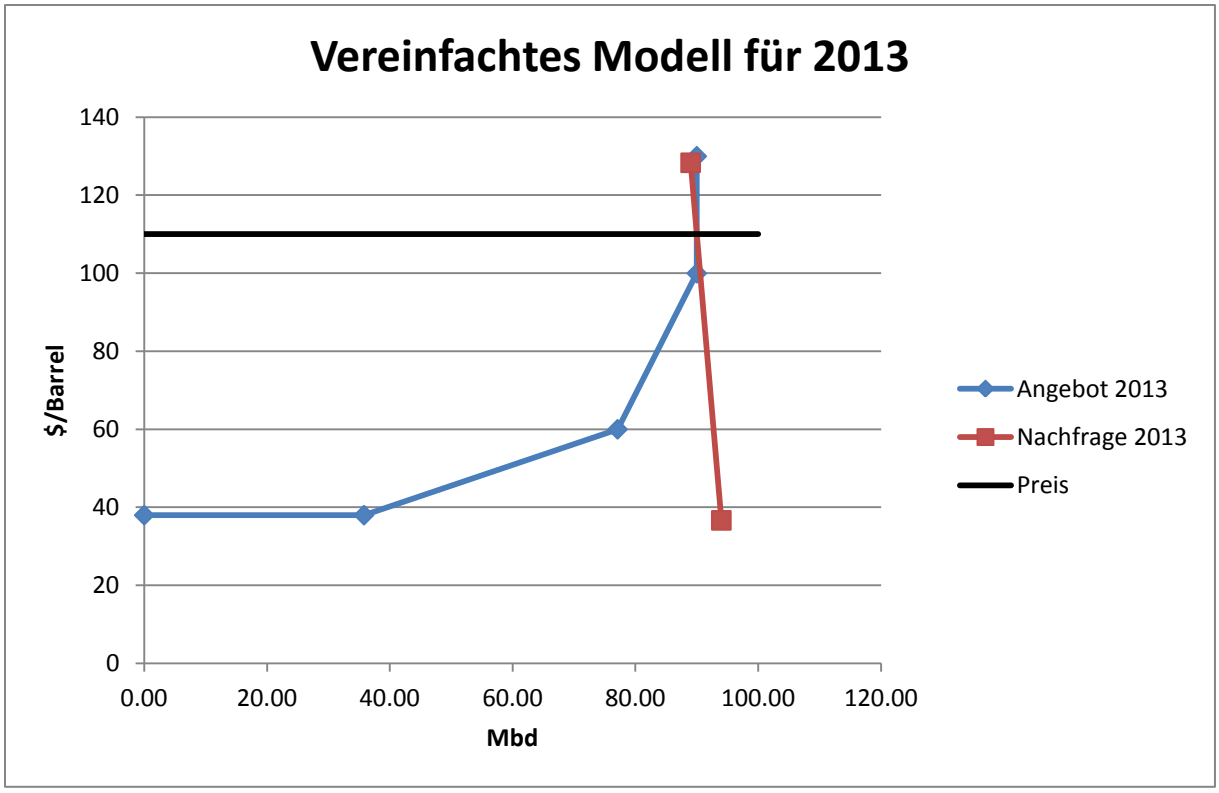

Abbildung 6-2: Einfaches Marktmodell für 2013

6.2 Wirtschaftliches Langzeitszenario

In diesem Kapitel wird zuerst ein Referenzszenario für die globale Entwicklung des Ölangebots und der Ölnachfrage bis zum Jahr 2040 erstellt. Dieses Referenzmodell dient zur Analyse des Einflusses unterschiedlicher wirtschaftlicher Entwicklungen in der Zukunft. Als Datengrundlage für die Erstellung der Szenarien wird der World Oil Outlook der OPEC aus dem Jahr 2014 herangezogen.

6.2.1 Das Referenzszenario

Das Referenzszenario dient in erster Linie zur Abschätzung der Auswirkung unterschiedlicher wirtschaftlicher Entwicklungen der OECD und nicht-OECD-Länder im Zeitraum 2015 bis 2040. Im Referenzszenario wird von einem durchschnittlichen Wirtschaftswachstum von 2,1% im OECD-Raum und einem durchschnittlichen Wirtschaftswachstum von 4,7% der nicht-OECD-Länder ausgegangen. Das durchschnittliche globale Wirtschaftswachstum beträgt 3,4% im Betrachtungszeitraum.

Ausgehend von diesen Daten wird die Entwicklung der globalen Ölnachfrage in Fünfjahresschritten erstellt, wobei zwischen den jeweiligen Anteilen der OECD-Länder und nicht OECD-Länder unterschieden wird. In Tabelle 6-2 ist die Entwicklung der Ölnachfrage im Referenzszenario dargestellt. Die angeführten Werte sind in Mbd angegeben. Es wird davon ausgegangen, dass die

Ölnachfrage der OECD-Länder ab dem Jahr 2015 rückläufig ist und der Ölbedarf der nicht-OECD-Länder steigt. Der globale Verbrauch zeigt eine steigende Tendenz.

Tabelle 6-2: Entwicklung der Ölnachfrage im Referenzszenario in Mbd, basiert auf (7)

	2013	2015	2020	2025	2030	2035	2040
OECD	45.9	45.8	45	43.8	42	40	38.2
nicht OECD	44.1	46.5	51.9	57.5	62.8	68	72.9
Welt gesamt	**90**	**92.3**	**96.9**	**101.3**	**104.8**	**108**	**111.1**

Die Abschätzung des Ölangebots erfolgt ebenfalls in Fünfjahreschritten bis zum Jahr 2040. Das Ölangebot wird wie in Kapitel 6.1 dargestellt in drei Bereiche unterteilt. Es wird zwischen dem Ölangebot der OPEC-Länder, der konventionellen Förderung der nicht-OPEC-Länder und der Anteile aus anderen, teureren Fördermethoden unterschieden. Wobei der Anteile der anderen Fördermethoden den nicht-OPEC-Ländern zugerechnet wird. Im Referenzszenario wird davon ausgegangen, dass die konventionell Ölförderung der nicht-OPEC-Länder im Jahr 2025 ihr Maximum erreicht haben wird und danach bis zum Jahr 2040 auf einen Wert von 40,4 Mbd abfallen wird. Die globalen Zuwächse des Ölangebots sind auf die Erhöhung der Förderraten der OPEC sowie auf den Ausbau der anderen Förder- bzw. Erdölerzeugungsmethoden zurückzuführen. In Tabelle 6-3 ist die Entwicklung des Ölangebots für das Referenzszenario dargestellt.

Tabelle 6-3: Entwicklung des Ölangebots im Referenzszenario in Mbd, basiert auf (7)

	2013	2015	2020	2025	2030	2035	2040
nicht-OPEC gesamt	**54.2**	**57.1**	**61.2**	**63.1**	**63.3**	**62.8**	**61.9**
Rohöl	41.3	43	45.1	45.3	43.9	42.2	40.4
andere Fördermethoden	12.9	14.1	16.1	17.8	19.4	20.6	21.5
OPEC gesamt	**35.8**	**35.5**	**36**	**38.5**	**41.7**	**45.4**	**49.3**
Welt gesamt	**90**	**92.6**	**97.2**	**101.6**	**105**	**108.2**	**111.2**

Abbildung 6-3 zeigt die Zusammensetzung des Ölangebots im Referenzszenario im Zeitraum von 2015 bis 2040. Das steigende globale Angebot wird durch eine Erhöhung der Ölproduktion durch die OPEC abgedeckt werden. Wobei deutlich, ab dem Jahr 2025, eine Steigerung der Förderquote erkennbar ist. Der Anteil der unkonventionellen Ölproduktion wird in der zukünftigen Entwicklung des Ölangebotes im Referenzszenario ebenfalls eine Rolle spielen. Hingegen ist in der konventionellen Erdölerzeugung der nicht-OPEC-Länder der rückläufige Trend deutlich erkennbar.

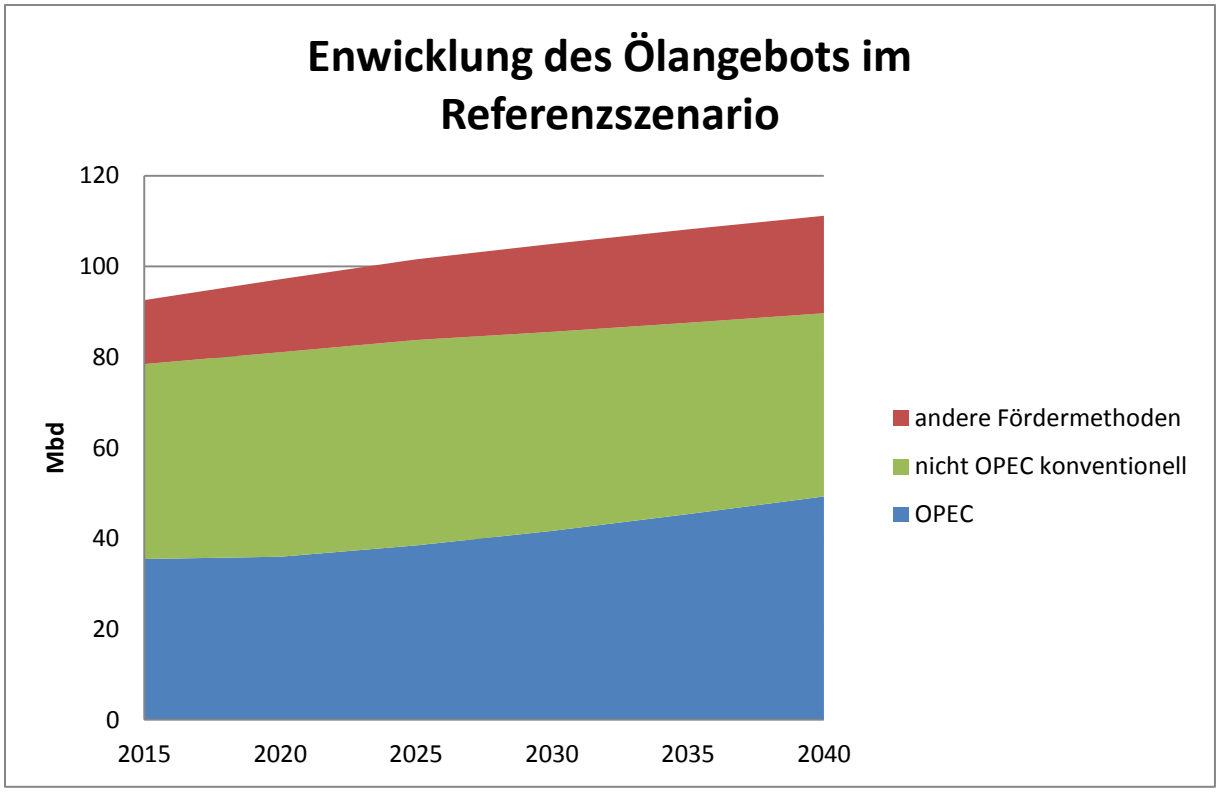

Abbildung 6-3: Entwicklung des Ölangebots im Referenzszenario, basiert auf (7)

Die Daten der Ölnachfrage und des Ölangebotes des Referenzszenarios werden in das in Kapitel 6.1 entwickelte Marktmodell übertragen. Abbildung 6-4 zeigt die Marktmodelle des Referenzszenarios für die Jahre 2013 und 2040 unter der Annahme eines konstanten Ölpreises von 110 US-Dollar je Barrel. Im Marktmodell ist deutlich die Erhöhung des Ölangebotes der OPEC im Jahr 2040 erkennbar. Auch das Angebot der teureren Fördermethoden hat sich erhöht. Die konventionelle Ölförderung der nicht-OPEC-Länder ist im Referenzszenario deutlich weniger flexibel als die Ölproduktion in den OPEC-Ländern.

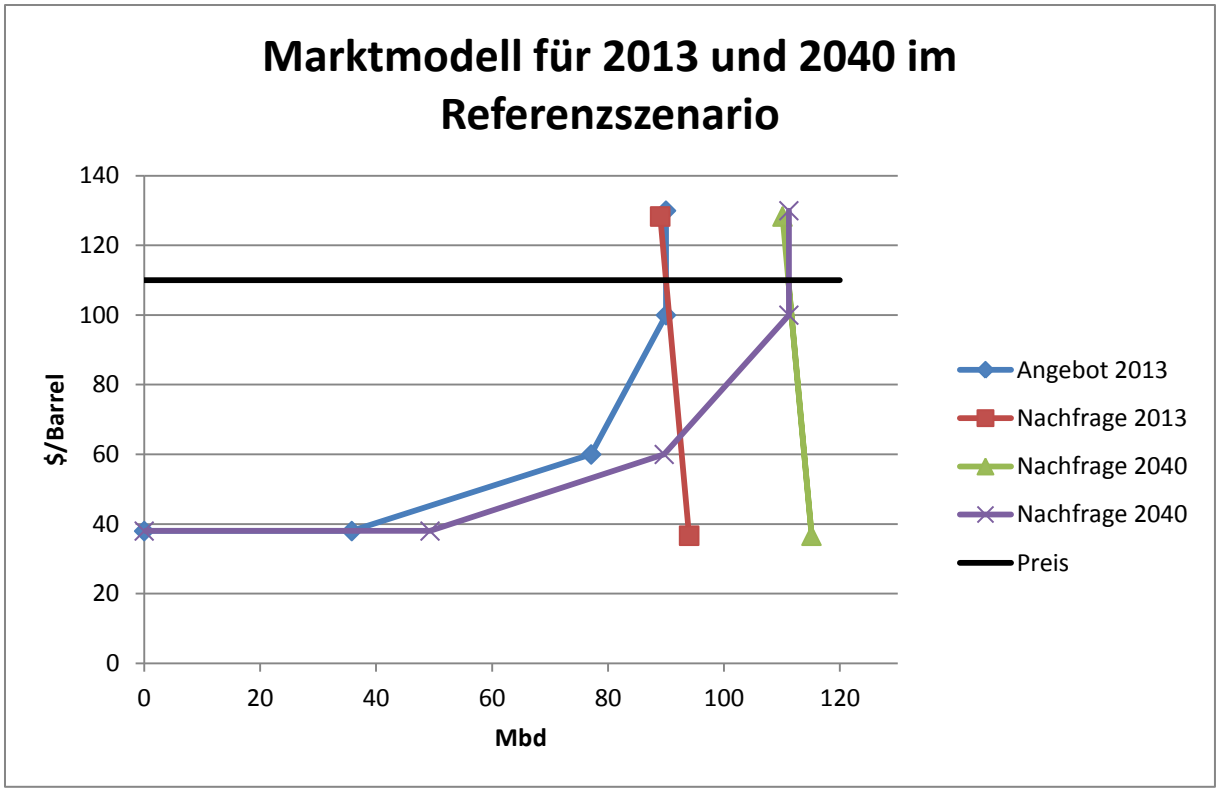

Abbildung 6-4: Marktmodell im Referenzszenario zu unterschiedlichen Zeitpunkten

6.2.2 Szenarien bei geringem und hohem Wirtschaftswachstum

Ausgehend von den Daten des World Oil Outlook der OPEC aus dem Jahr 2014 wird im Folgenden die zukünftige Entwicklung der Ölnachfrage und des Ölangebots in Abhängigkeit von unterschiedlichen Wirtschaftswachstumsraten analysiert. Die Änderungen des Angebots und der Nachfrage werden in das Marktmodell übertragen und mit dem Referenzszenario aus Kapitel 6.2.1 verglichen.

In Tabelle 6-4 sind die Werte des durchschnittlichen Wirtschaftswachstums für das Referenzszenario, das Szenario mit geringem Wachstum und das Szenario mit hohem Wachstum zusammengefasst. In allen drei Szenarien wird davon ausgegangen, dass das Wirtschaftswachstum im nicht-OECD-Raum größer ist als in den OECD-Ländern. Das globale Wirtschaftswachstum wurde aus dem Mittelwert der OECD und nicht-OECD-Länder errechnet.

Tabelle 6-4: Durchschnittliches Wirtschaftswachstum in den Szenarien 2015 bis 2040, basiert auf (7)

	Referenz Szenario	geringes Wirtschaftswachstum	hohes Wirtschaftswachstum
OECD	2.1	1.8	2.4
nicht OECD	4.7	4.4	5
Welt	**3.4**	**3.1**	**3.7**
OECD Differenz	-	**-0.3**	**0.3**
nicht OECD Differenz	-	**-0.3**	**0.3**

Zur besseren Veranschaulichung sind in Abbildung 6-5 die durchschnittlichen Wachstumsraten der einzelnen Szenarien grafisch abgebildet. Im Vergleich zum Referenzszenario wird davon ausgegangen, dass bei schlechter wirtschaftlicher Entwicklung das durchschnittliche Wachstum in den nicht OECD-Ländern einen Wert von 4,4 Prozent und in den OECD-Ländern einen Wert von 1,8 Prozent hat. Bei guter wirtschaftlicher Entwicklung beträgt das durchschnittliche Wachstum 5 Prozent bzw. 2,4 Prozent.

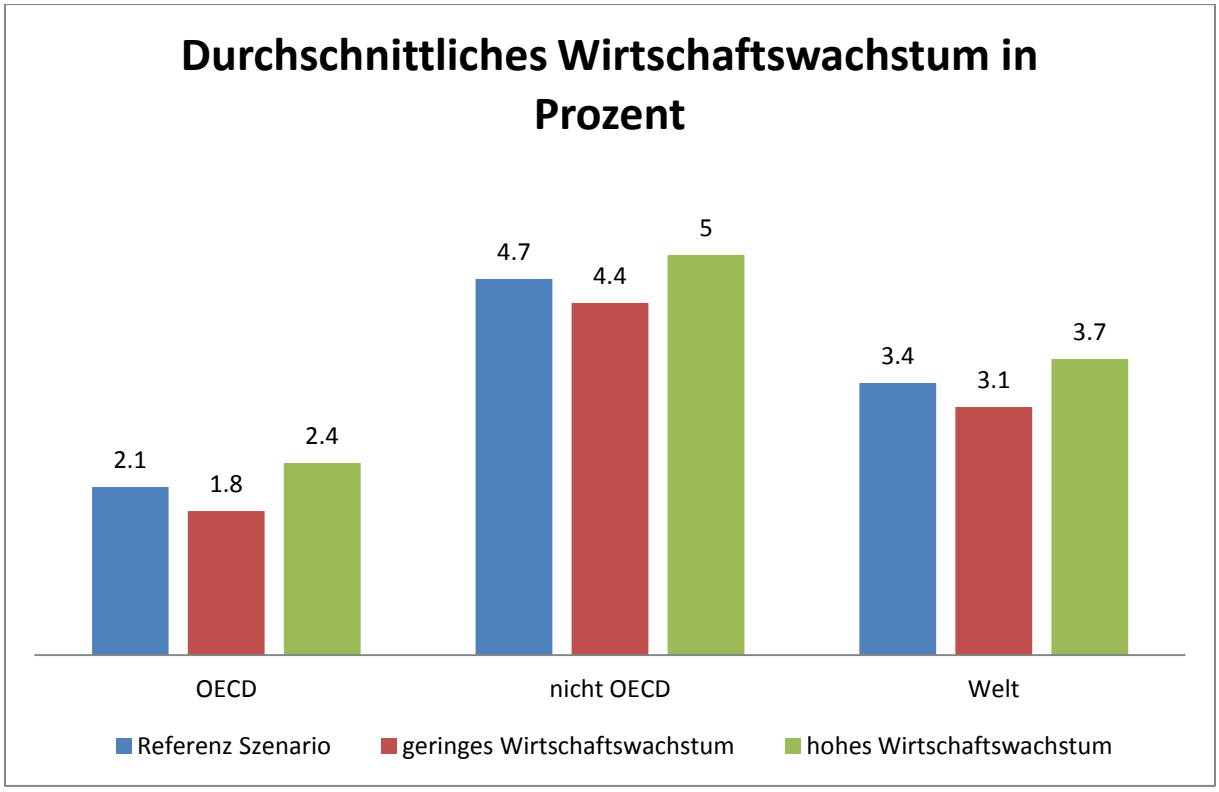

Abbildung 6-5: Darstellung des durchschnittlichen Wirtschaftswachstum in den drei Szenarien, basiert auf (7)

Die geschätzte Entwicklung der Ölnachfrage für das Szenario bei geringem Wirtschaftswachstum ist in Tabelle 6-5 dargestellt. Das geringere Wachstum hat vor allem einen starken Einfluss auf den

Ölverbrauch der nicht-OECD-Länder. Im Vergleich zum Referenzszenario reduziert sich in diesen Ländern die Nachfrage um 5 Mbd im Jahr 2040. Da die Ölnachfrage der OECD-Ländern weniger abhängig ist von der wirtschaftlichen Entwicklung, sind die Abweichungen zum Referenzszenario geringer. Trotz des geringen durchschnittlichen Wachstums zeigt der globale Trend eine steigende Tendenz, so erhöht sich die Ölnachfrage im Zeitraum 2015 bis 2040 von 92 Mbd auf 104,2 Mbd.

Tabelle 6-5: Entwicklung der Ölnachfrage bei geringem Wirtschaftswachstum, basiert auf (7)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040
OECD	45.7	44.3	42.5	40.3	38.2	36.3
nicht OECD	46.3	50.7	55.2	59.6	63.8	67.9
Welt gesamt	**92**	**95**	**97.7**	**99.9**	**102**	**104.2**
Differenz zum Referenzszenario	**-0.3**	**-1.9**	**-3.6**	**-4.9**	**-6**	**-6.9**
Differenz OECD	**-0.1**	**-0.7**	**-1.3**	**-1.7**	**-1.8**	**-1.9**
Differenz nicht-OECD	**-0.2**	**-1.2**	**-2.3**	**-3.2**	**-4.2**	**-5**

Die Reaktionen der Angebotsseite auf die geringere Nachfrage im Vergleich zum Referenzszenario sind in Tabelle 6-6 zusammengefasst. Die schwächere Nachfrage zeigt vor allem einen deutlichen Einfluss auf die Ölproduktion der OPEC-Mitglieder. Die OPEC reduziert kontinuierlich ihre Förderquoten bis zum Jahr 2040. So weist die Ölproduktion der OPEC-Länder, im Vergleich zum Referenzszenario, eine Differenz von -6,7 Mdb im Jahr 2040 auf. Der geringe Rückgang der Ölproduktion in den nicht-OPEC-Ländern ist in erster Linie auf die Reduktion der konventionellen Ölproduktion zurückzuführen. Auch in diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2015 das Fördermaximum in der konventionellen Ölförderung in den nicht-OPEC-Ländern erreicht wird.

Tabelle 6-6: Entwicklung des Ölangebotes bei geringem Wachstum, basiert auf (7)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040
nicht-OPEC gesamt	**57.1**	**61.1**	**63**	**63.2**	**62.6**	**61.7**
Rohöl	43	45.1	45.3	43.9	42.2	40.4
andere Fördermethoden	14.1	16	17.7	19.3	20.4	21.3
OPEC gesamt	**35.3**	**34.1**	**34.9**	**37**	**39.7**	**42.6**
Welt gesamt	**92.4**	**95.2**	**97.9**	**100.2**	**102.3**	**104.3**
Differenz zum Referenzszenario	**-0.2**	**-2**	**-3.7**	**-4.8**	**-5.9**	**-6.9**
Differenz nicht OPEC	**0**	**-0.1**	**-0.1**	**-0.1**	**-0.2**	**-0.2**
Differenz OPEC	**-0.2**	**-1.9**	**-3.6**	**-4.7**	**-5.7**	**-6.7**

In Tabelle 6-7 ist die Entwicklung der Ölnachfrage bei hohem wirtschaftlichen Wachstum dargestellt. Im Vergleich zum Szenario bei geringem Wirtschaftswachstum sind die Änderungen der Nachfrage bei einer guten Wirtschaftslage etwas geringer. Die bessere wirtschaftliche Entwicklung hat auch in diesem Szenario einen starken Einfluss auf die Ölnachfrage in den Schwellen- bzw. Entwicklungsländern des nicht-OECD-Raums. Die Ölnachfrage in diesen Ländern erhöht sich im

Betrachtungszeitraum von 46,6 Mbd auf 76,3 Mbd. Bei den OECD-Mitgliedsländern wird davon ausgegangen, dass auch bei einer guten wirtschaftlichen Entwicklung die Ölnachfrage rückläufig ist. Der globale Zuwachs der Ölnachfrage ist somit auch in diesem Szenario auf den steigenden Bedarf der nicht-OECD-Länder zurückzuführen.

Tabelle 6-7: Entwicklung der Ölnachfrage bei hohem Wachstum, basiert auf (7)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040
OECD	45.9	45.6	44.8	43.2	41.4	39.5
nicht-OECD	46.6	52.8	59.2	65.3	70.9	76.3
Welt gesamt	**92.5**	**98.4**	**104**	**108.5**	**112.3**	**115.8**
Differenz zum Referenzszenario	**0.2**	**1.5**	**2.7**	**3.7**	**4.3**	**4.7**
Differenz OECD	**0.1**	**0.6**	**1**	**1.2**	**1.4**	**1.3**
Differenz nicht- OECD	**0.1**	**0.9**	**1.7**	**2.5**	**2.9**	**3.4**

Die Aufschlüsselung des Ölangebots in fünf Jahreschritten für das Szenario bei hohem Wirtschaftswachstum ist in Tabelle 6-8 dargestellt. Auch in diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass vor allem die OPEC flexibel auf die gesteigerte Nachfrage reagieren kann. Die OPEC-Mitglieder erhöhen die Ölproduktion von 35,7 Mbd im Jahr 2015 auf 54 Mbd im Jahr 2040. Im Vergleich zum Referenzszenario ist der leichte Anstieg der Ölproduktion in den nicht-OPEC-Ländern auf einen Ausbau von unkonventionellen Fördermethoden zurückzuführen, da die konventionelle Erdölerzeugung im Jahr 2025 ihr Maximum erreichen wird.

Tabelle 6-8: Entwicklung des Ölangebotes bei hohem Wachstum, basiert auf (7)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040
nicht-OPEC gesamt	**57.1**	**61.2**	**63.1**	**63.4**	**62.9**	**62**
Rohöl	43	45.1	45.3	43.9	42.2	40.4
andere Fördermethoden	14.1	16.1	17.8	19.5	20.7	21.6
OPEC gesamt	**35.7**	**37.4**	**41.1**	**45.3**	**49.6**	**54**
Welt gesamt	**92.8**	**98.6**	**104.2**	**108.7**	**112.5**	**116**
Differenz zum Referenzszenario	**0.2**	**1.4**	**2.6**	**3.7**	**4.3**	**4.8**
Differenz nicht- OPEC	**0**	**0**	**0**	**0.1**	**0.1**	**0.1**
Differenz OPEC	**0.2**	**1.4**	**2.6**	**3.6**	**4.2**	**4.7**

Abbildung 6-6 zeigt den zeitlichen Verlauf der weltweiten Ölnachfrage für die drei entwickelten Szenarien. In allen drei Szenarien wird davon ausgegangen, dass die globale Ölnachfrage steigen wird. Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass ein geringeres Wachstum einen stark dämpfenden Einfluss auf die Ölnachfrage hat.

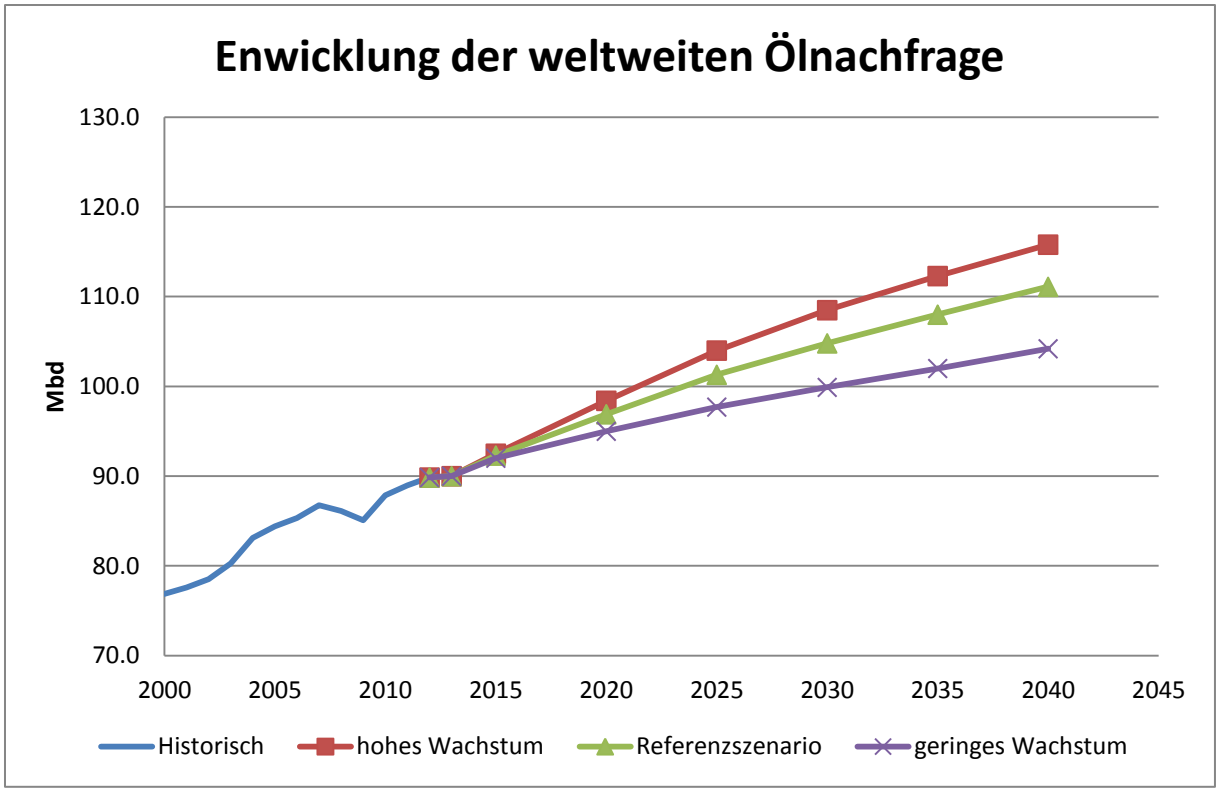

Abbildung 6-6: Globale Entwicklung der Ölnachfrage in den drei Szenarien, basiert auf (1) und (7)

In Abbildung 6-7 ist die globale Entwicklung des Ölangebotes für die drei Szenarien für den Zeitraum 2015 bis 2040 dargestellt.

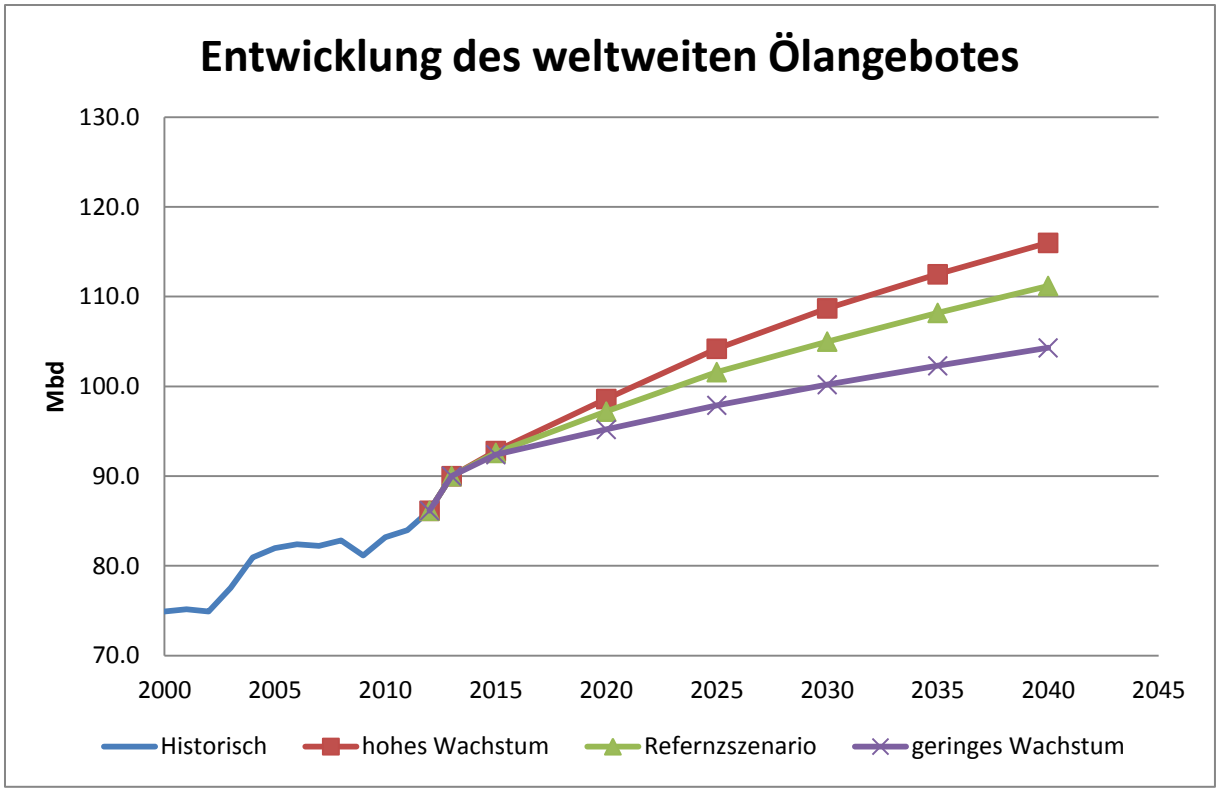

Abbildung 6-7: Globale Entwicklung des Ölangebots in den drei Szenarien, basiert auf (1) und (7)

In den entwickelten Szenarien wird davon ausgegangen, dass auf der Seite des Ölangebots die OPEC eine entscheiden Rolle spielen wird. In Abbildung 6-8 ist der Verlauf der Ölproduktion für die drei Szenarien abgebildet. In der Darstellung ist ein Rückgang in der Produktion im Szenario mit geringem Wachstum bis zum Jahr 2020 erkennbar. Ab dem Jahr 2025 zeigt die Ölproduktion jedoch wieder einen steigenden Trend. Die beiden anderen Szenarien sind durch eine Steigerung der Förderrate gekennzeichnet.

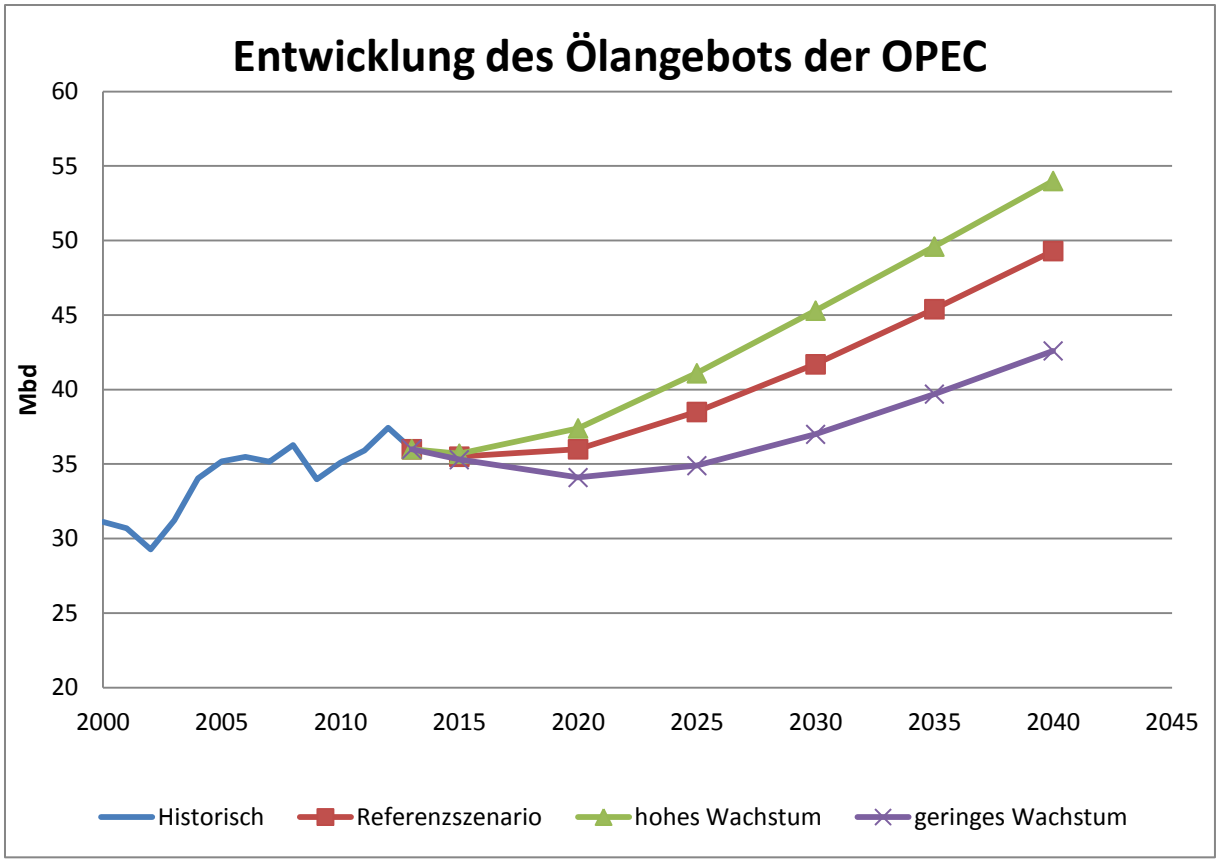

Abbildung 6-8: Ölproduktion der OPEC in den drei Szenarien, basiert auf (1) und (7)

6.3 Das Marktmodell im Jahr 2020

Im Folgenden werden die in den Szenarien beschriebenen Entwicklungen der Ölnachfrage und des Ölangebots in das einfache Marktmodell für das Jahr 2013 übertragen. In Abbildung 6-9 ist die Zusammensetzung der Ölnachfrage der drei Szenarien im Jahr 2020 abgebildet. Im Jahr 2020 beträgt die Differenz der weltweiten Ölnachfrage zum Referenzszenario bei geringem Wirtschaftswachstum -1,9 Mbd und bei hohem Wirtschaftswachstum 1,5 Mbd. Wobei die Länder des nicht-OECD-Raums stärker auf die wirtschaftliche Entwicklung reagieren. In allen drei Szenarien wird davon ausgegangen, dass die Nachfrage in den nicht-OECD-Ländern größer sein wird als in den Industrieländern der OECD.

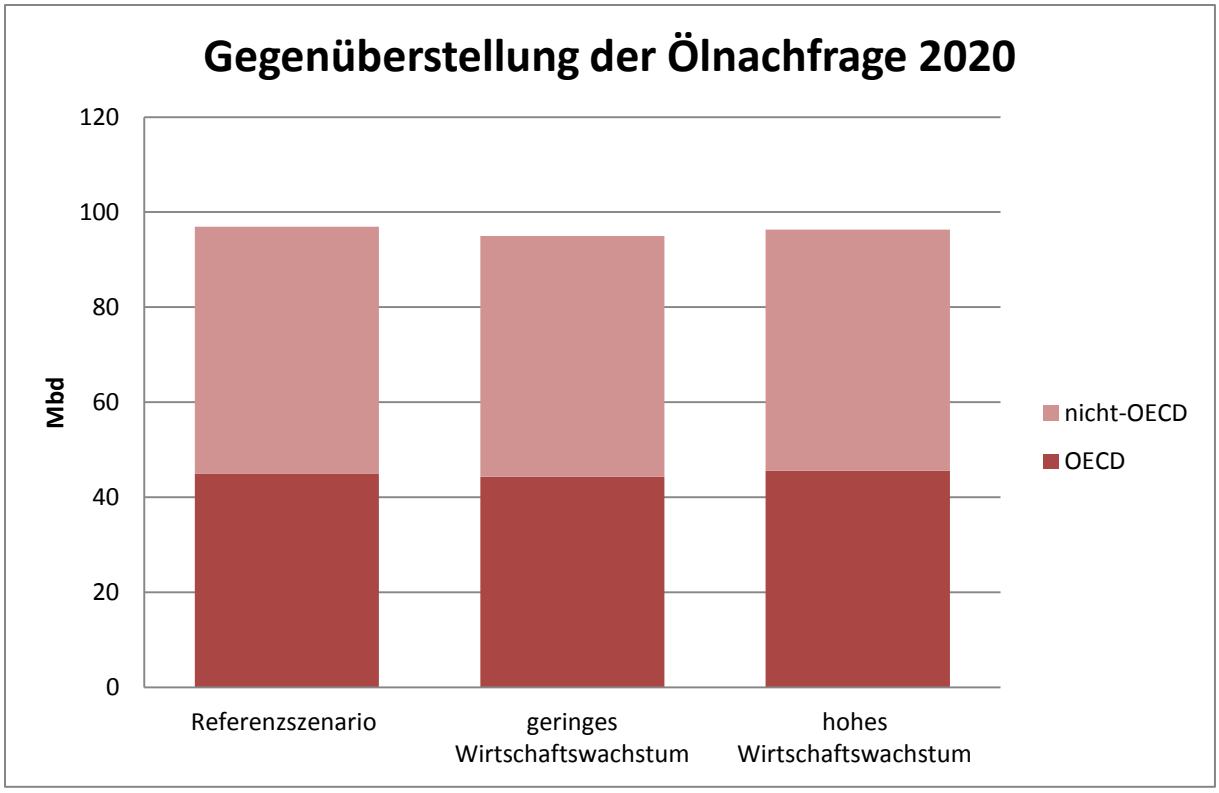

Abbildung 6-9: Ölnachfrage in den Szenarien im Jahr 2020, basiert auf (7)

In Abbildung 6-10 ist das Ölangebot für die Szenarien im Jahr 2020 dargestellt. Das Ölangebot des jeweiligen Szenarios ist in drei Bereiche aufgeschlüsselt. Es wird zwischen den Anteilen der OPEC, der nicht-OPEC-Mitglieder sowie den Anteilen der Ölerzeugung aus unkonventionellen bzw. teureren Fördermethoden unterschieden. Die Gegenüberstellung der Szenarien zeigt für das Jahr 2020 Änderungen von -1,9 Mbd geringem Wachstum bzw. 1,4 Mbd bei hohem Wachstum. In beiden Szenarien sind die Anpassungen des gesamten Ölangebotes auf Änderungen der Produktion der OPEC-Mitglieder zurückzuführen. Bei schlechter wirtschaftlicher Entwicklung wird davon ausgegangen, dass die Ölproduktion aus den anderen Fördermethoden zu teuer sein wird und um 0,1 Mbd abnehmen wird.

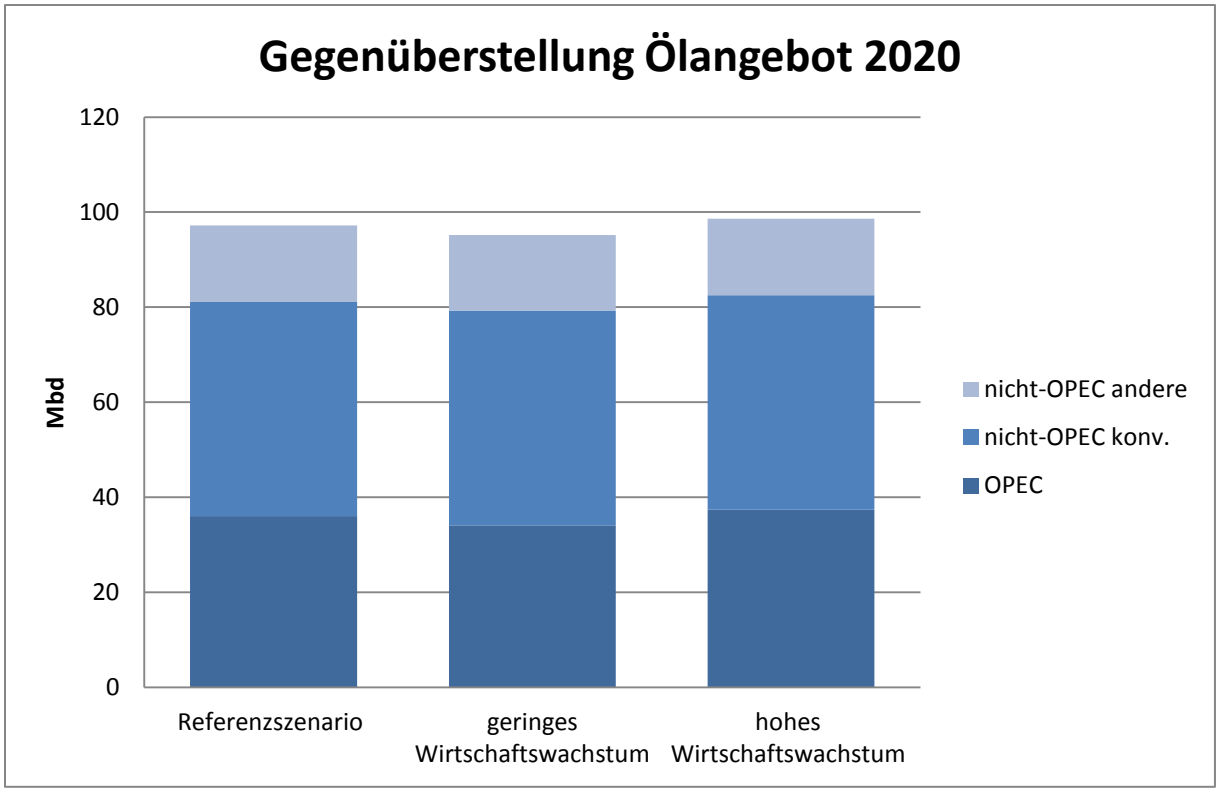

Abbildung 6-10: Ölangebot in den Szenarien im Jahr 2020, basiert auf (7)

Aus den detaillierten Daten der Ölnachfrage bzw. der Ölproduktion wird das Marktmodell für die drei Szenarien erstellt. Abbildung 6-11 zeigt das Marktmodell im Jahr 2020. Anhand der Angebots- und Nachfragekurve des Referenzszenarios sind die Auswirkungen eines unterschiedlichen Wirtschaftswachstums zu erkennen. Auf der Angebotsseite zeigt sich, dass die OPEC auf Marktänderungen besser reagieren kann als die Marktteilnehmer der nicht OPEC-Länder.

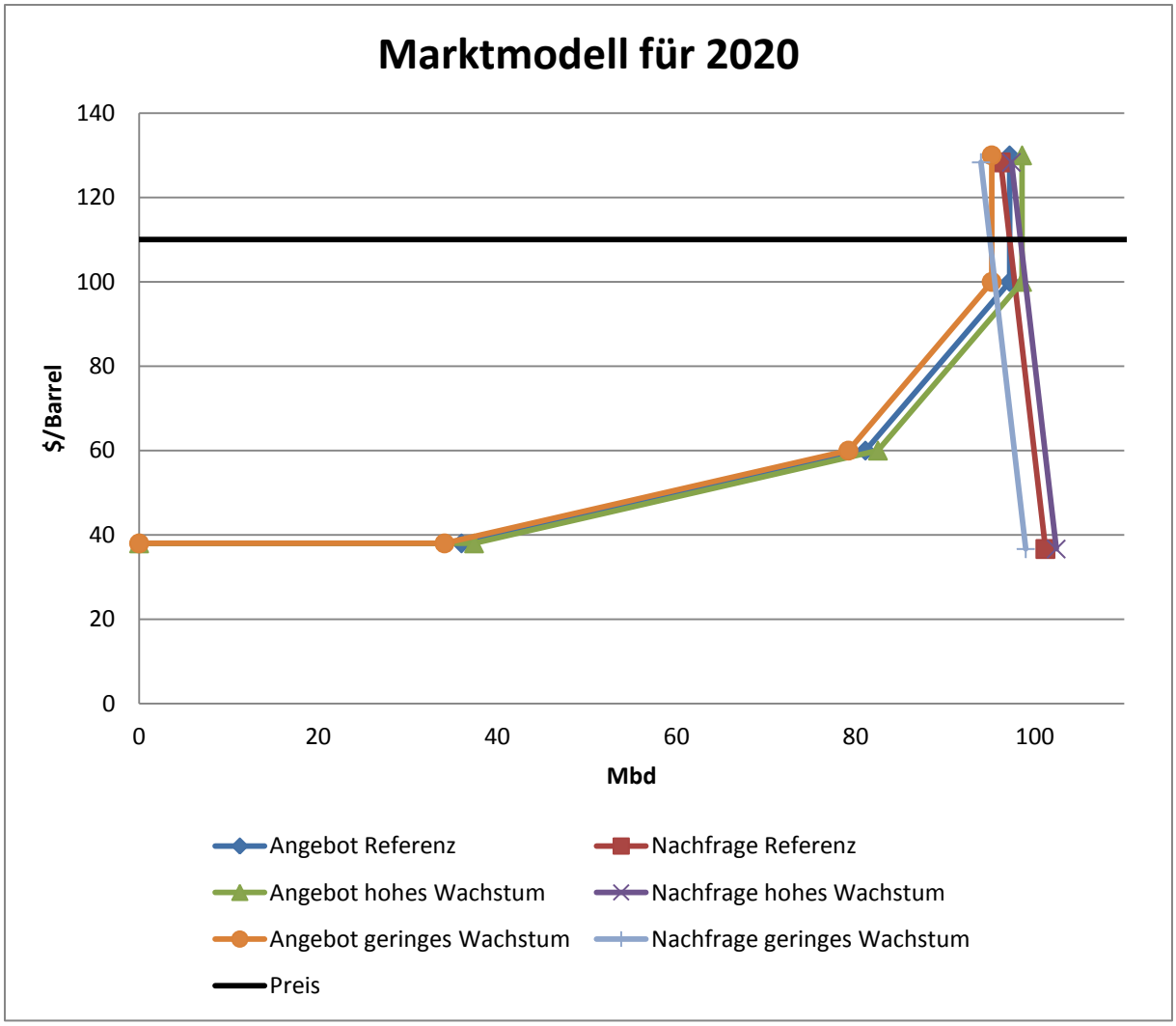

Abbildung 6-11: Markmodell für das Jahr 2020

6.4 Das Marktmodell im Jahr 2030

In Abbildung 6-12 ist die Zusammensetzung des Ölangebots im Jahr 2030 für die drei Szenarien dargestellt. Im Referenzszenario wird davon ausgegangen, dass die OPEC eine tägliche Förderrate von 41,7 Mbd aufweisen wird, was einem Anteil von 40 Prozent an der globalen Ölproduktion entspricht. Im Vergleich zum Referenzszenario reduzieren die OPEC-Länder im Szenario mit geringem Wirtschaftswachstum ihre Produktion um 4,7 Mbd. Hingegen im Szenario mit hohem Wirtschaftswachstum wird Ölproduktion in der OPEC um 3,6 Mbd erweitert.

Die gesamte Ölproduktion in den nicht-OPEC-Ländern reagiert bei einer schlechten wirtschaftlichen Entwicklung mit einem Rückgang von 0,1 Mbd, wobei diese Reduktion in den teuren Fördermethoden erfolgt. Im Szenario mit einem hohen Wirtschaftswachstum steigt die Ölproduktion in den nicht-OPEC-Ländern um 0,1 Mbd.

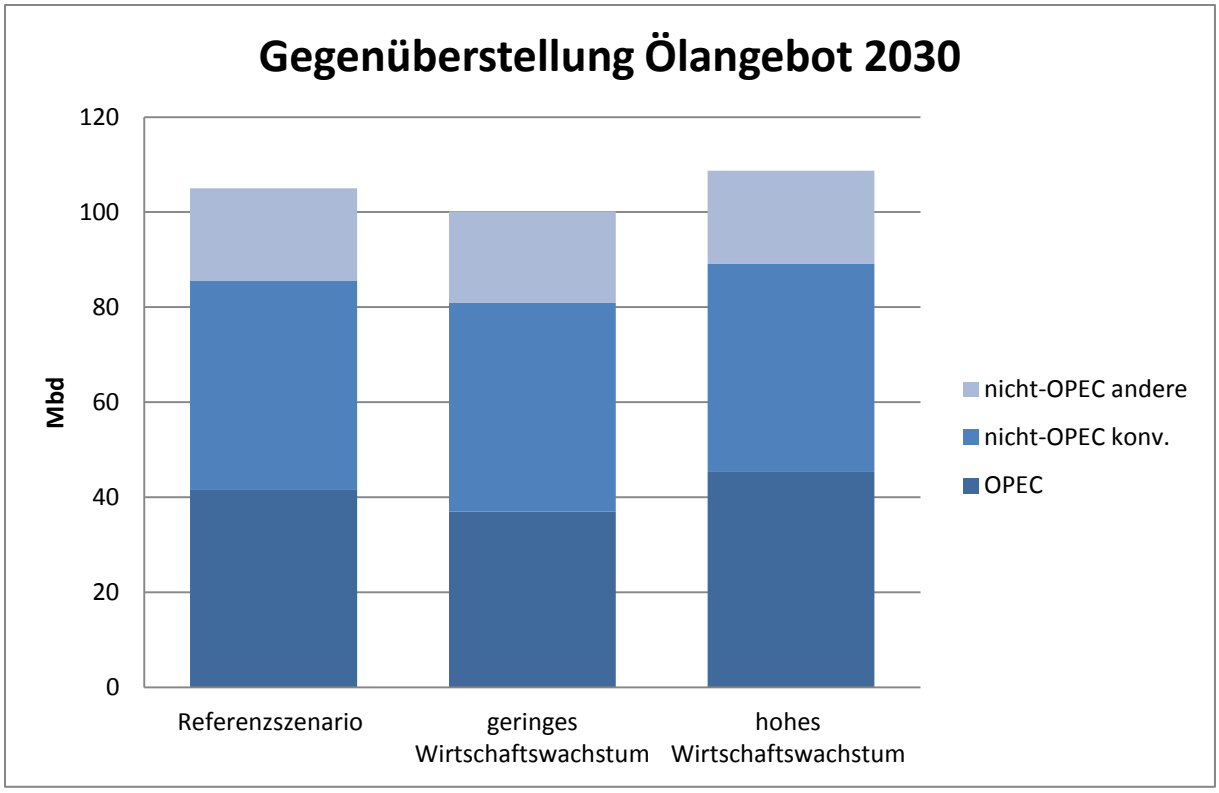

Abbildung 6-12: Ölangebot in den Szenarien im Jahr 2030, basiert auf (7)

Die Zusammensetzung der Ölnachfrage in Anhängigkeit von den drei Szenarien im Jahr 2030 ist in Abbildung 6-13 dargestellt. Im Referenzszenario haben die die nicht- OECD-Ländern einen Anteil von 57,5 Mbd am globalen Ölverbrauch. Was einem prozentuellen Wert von knapp 57 Prozent entspricht.

In Bezug auf das Referenzszenario reagiert vor allem die Ölnachfrage der nicht-OECD-Länder auf ein unterschiedliches Wirtschaftswachstum. Im Szenario mit hohem Wirtschaftswachstum steigt die Ölnachfrage in diesen Ländern um 2,5 Mbd, hingegen reduziert sich die Ölnachfrage um 3,2 Mbd bei geringem wirtschaftlichem Wachstum. Die OECD-Länder regieren auf die unterschiedlichen wirtschaftlichen Entwicklungen mit Änderungen in der Ölnachfrage mit einem Plus von 1,2 Mbd bzw. mit einem Minus von 1,7 Mbd.

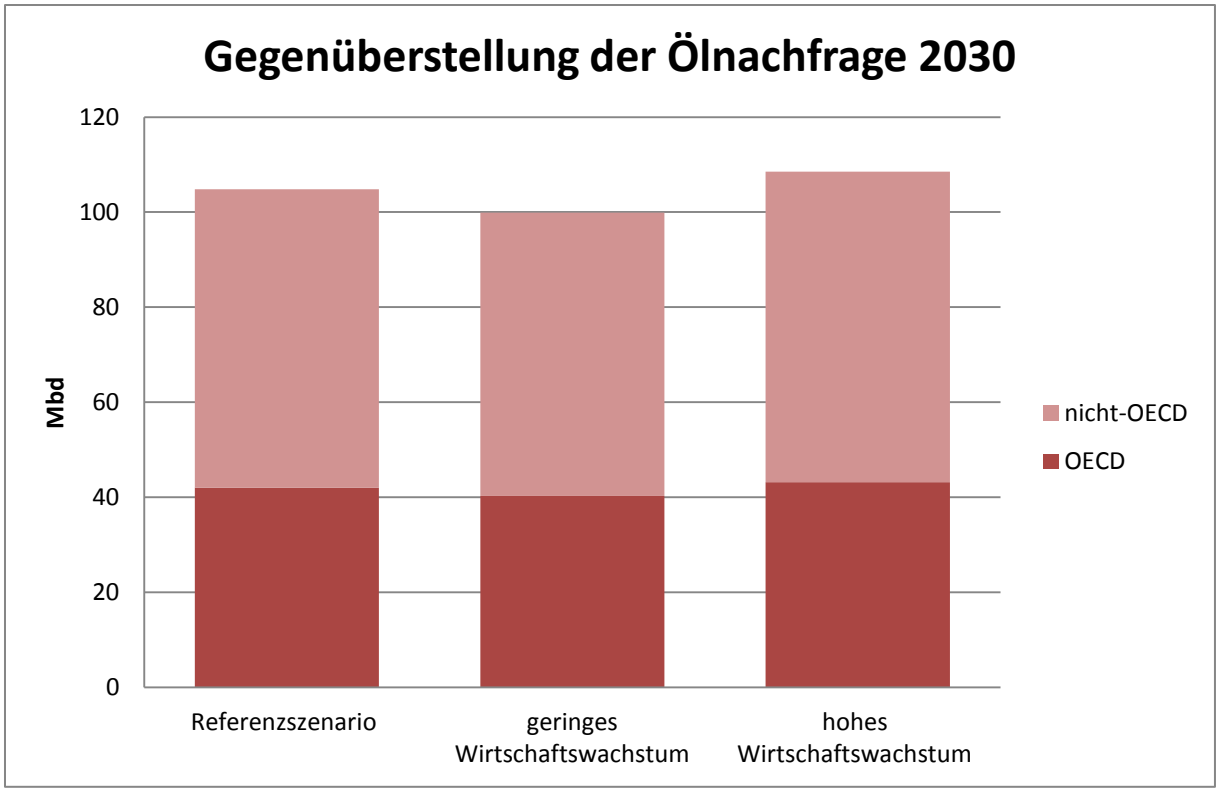

Abbildung 6-13: Ölnachfrage in den Szenerien 2030, basiert auf (7)

Anhand der Darstellung von Angebot und Nachfrage wird auf Basis des Marktmodells des Jahres 2013 die Zusammensetzung des Ölmarkts im Jahr 2030 entwickelt. In Abbildung 6-14 ist das entsprechende Marktmodell für die drei Szenarien abgebildet. Im Szenario mit geringem Wirtschaftswachstum hat sich die Angebotskurve aufgrund der geringeren Ölproduktion in den OPEC-Ländern um 4,7 Mbd nach links verschoben. Bei hohem durchschnittlichem Wirtschaftswachstum ist die Veränderung der Angebotskurve in erster Linie auf eine Anpassung der Ölproduktion in der OPEC zurückzuführen. In diesem Szenario verschiebt sich der OPEC-Abschnitt der Angebotskurve um 3,6 Mbd nach links.

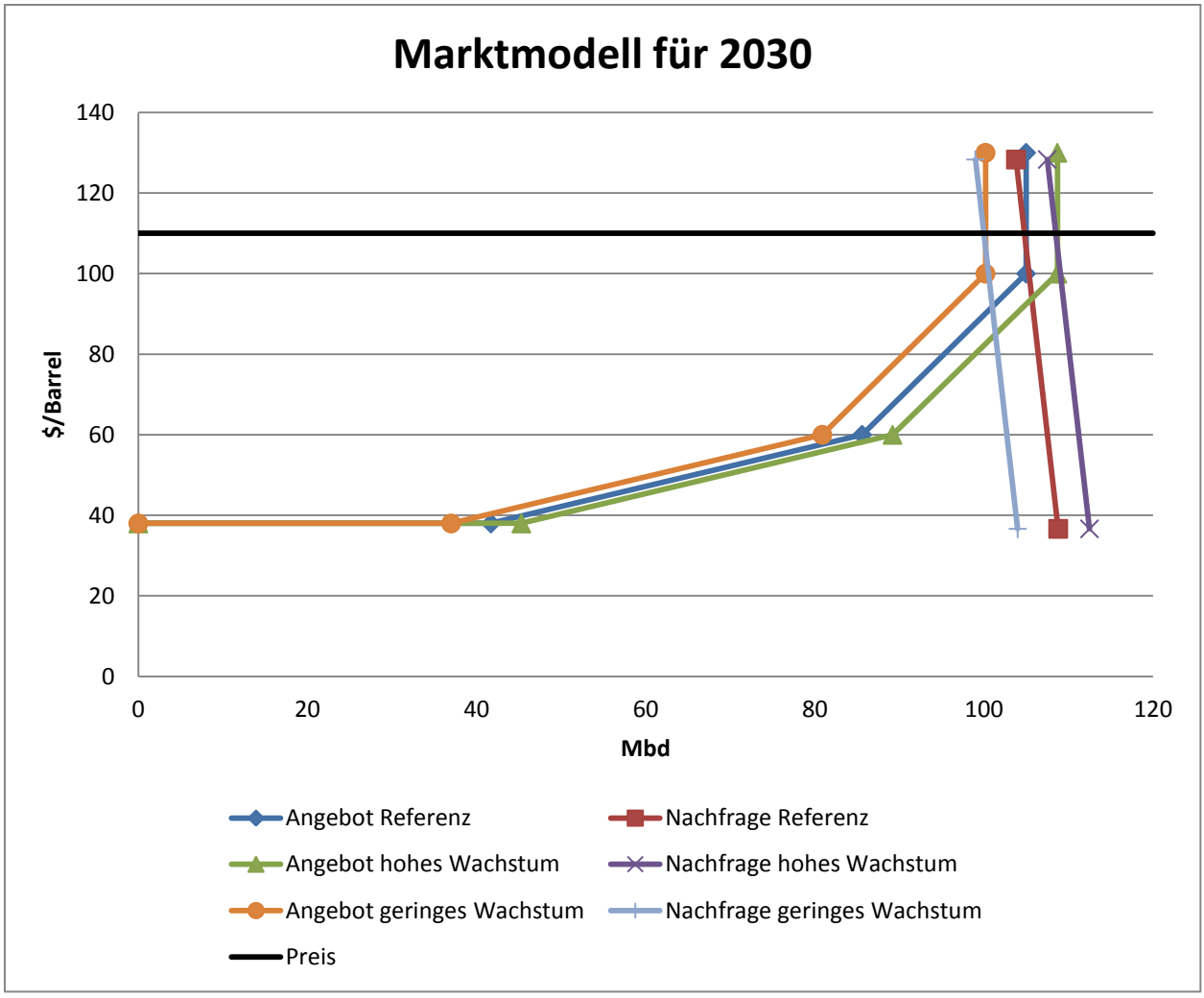

Abbildung 6-14: Marktmodell im Jahr 2030

6.5 Das Marktmodell im Jahr 2040

In Abbildung 6-15 ist die Ölnachfrage der OECD und nicht-OECD-Mitglieder für das Jahr 2040 dargestellt. Im Jahr 2040 sind die unterschiedlichen Entwicklungen der Ölnachfrage am deutlichsten erkennbar. Der Ölbedarf ist vor allem in den nicht-OECD-Ländern angestiegen, hingegen ist Nachfrage in den OECD-Ländern ab dem Jahr 2020 rückläufig. Im Vergleich zum Referenzszenario erhöht sich die globale Nachfrage bei hohem Wirtschaftswachstum um 4,7 Mbd. Wovon 1,3 Mbd auf den OECD-Bereich und 3,4 Mbd auf den nicht-OECD-Bereich entfallen. Die gesamte Differenz bei geringem Wirtschaftswachstum beträgt 6,9 Mbd. Auch in diesem Szenario ist der Anteil am Rückgang der Nachfrage der nicht-OECD-Länder mit 5 Mbd größer als jener der OECD-Mitglieder.

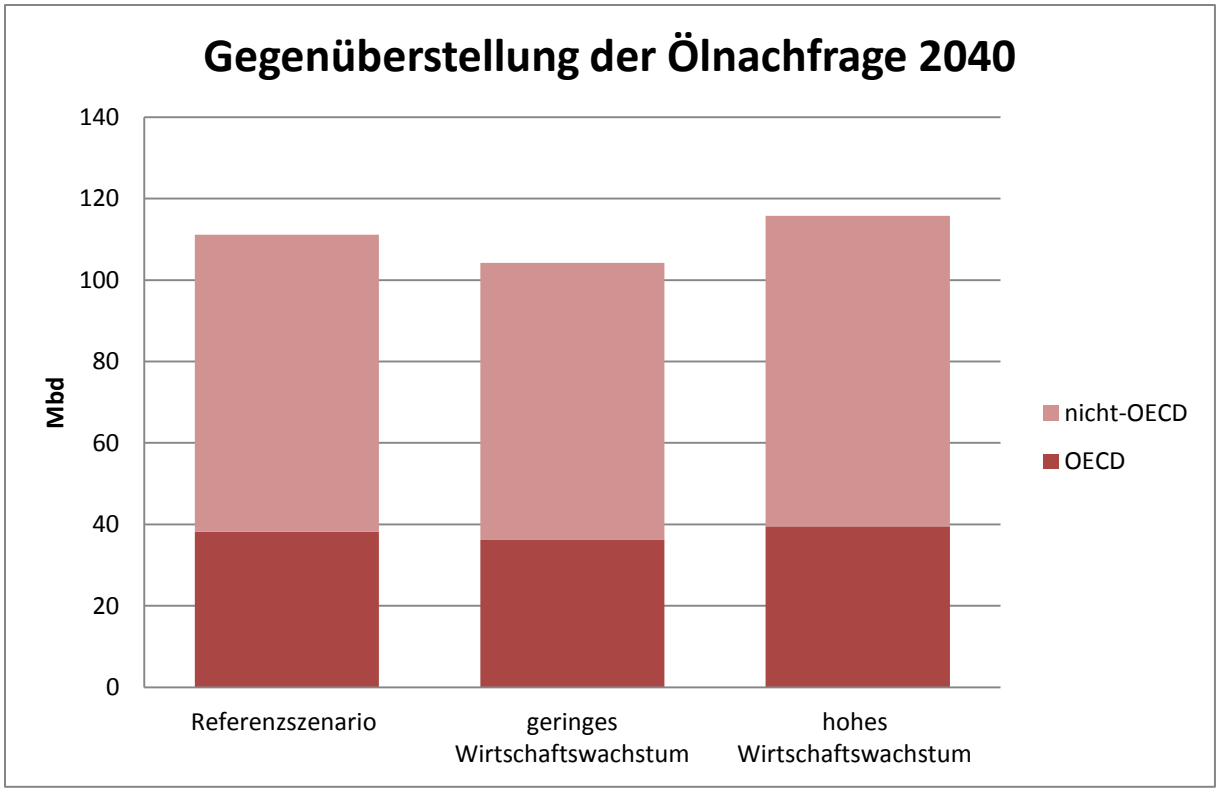

Abbildung 6-15: Ölnachfrage in den Szenarien im Jahr 2040, basiert auf (7)

Die jeweiligen Anteile am globalen Ölangebot für das Jahr 2040 sind in Abbildung 6-16 zusammengefasst. Bei guter wirtschaftlicher Entwicklung beträgt das gesamte Ölangebot zirka 116 Mbd. Wobei der OPEC-Anteil mit 54 Mbd am größten ist und einen Weltmarktanteil von 46,6% entspricht. Bei geringem Wirtschaftswachstum reduziert sich das Ölangebot um 6,9 Mbd im Vergleich zum Referenzszenario. Von diesem Wert entfallen 6,7 Mbd auf die Ölproduktion der OPEC und nur 0,2 Mbd auf die Ölproduktion der nicht-OPEC-Länder. Bei niedrigem Wachstum reduziert sich auch die Produktion aus anderen Ölfördermethoden um 0,3 Mbd im Vergleich zum Szenario mit hohem Wirtschaftswachstum. In allen drei Szenarien reduziert sich im Vergleich zum Jahr 2013 die konventionelle Ölproduktion der nicht-OPEC-Mitglieder auf einen Wert von etwas mehr als 40 Mbd.

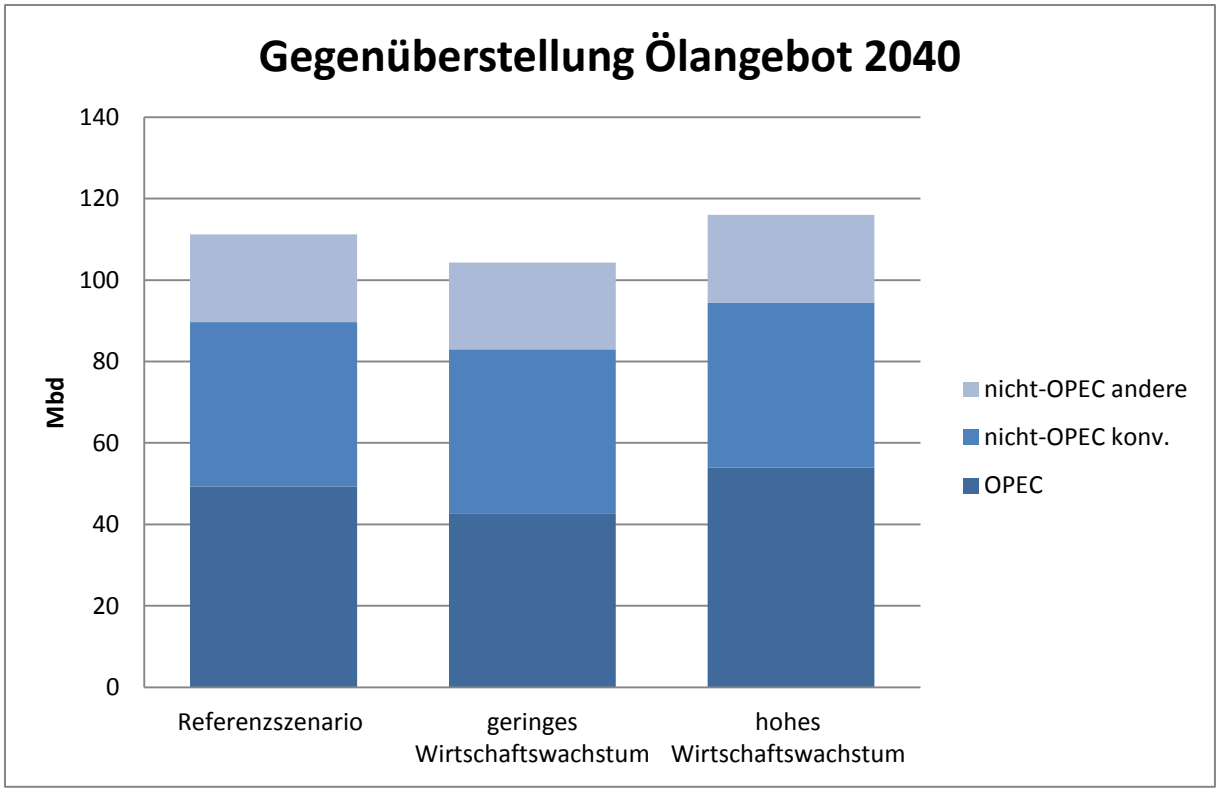

Abbildung 6-16: Ölangebot in den Szenarien im Jahr 2040, basiert auf (7)

Abbildung 6-17 zeigt die Angebots- und Nachfragekurven für das Referenzszenario, für das Szenario mit geringem Wirtschaftswachstum und für das Szenario mit hohem Wirtschaftswachstum. Im Marktmodell ist deutlich die Abweichung des Szenarios mit geringem Wirtschaftswachstum vom Referenzszenario erkennbar. Der OPEC-Anteil an der Angebotskurve hat sich in diesem Szenario um 6.7 Mbd nach links verschoben. Auch bei hohem wirtschaftlichem Wachstum wird die gestiegene Nachfrage durch den Angebotsteil der OPEC abgedeckt, die Angebotskurve verschiebt sich um 4,7 Mbd nach rechts.

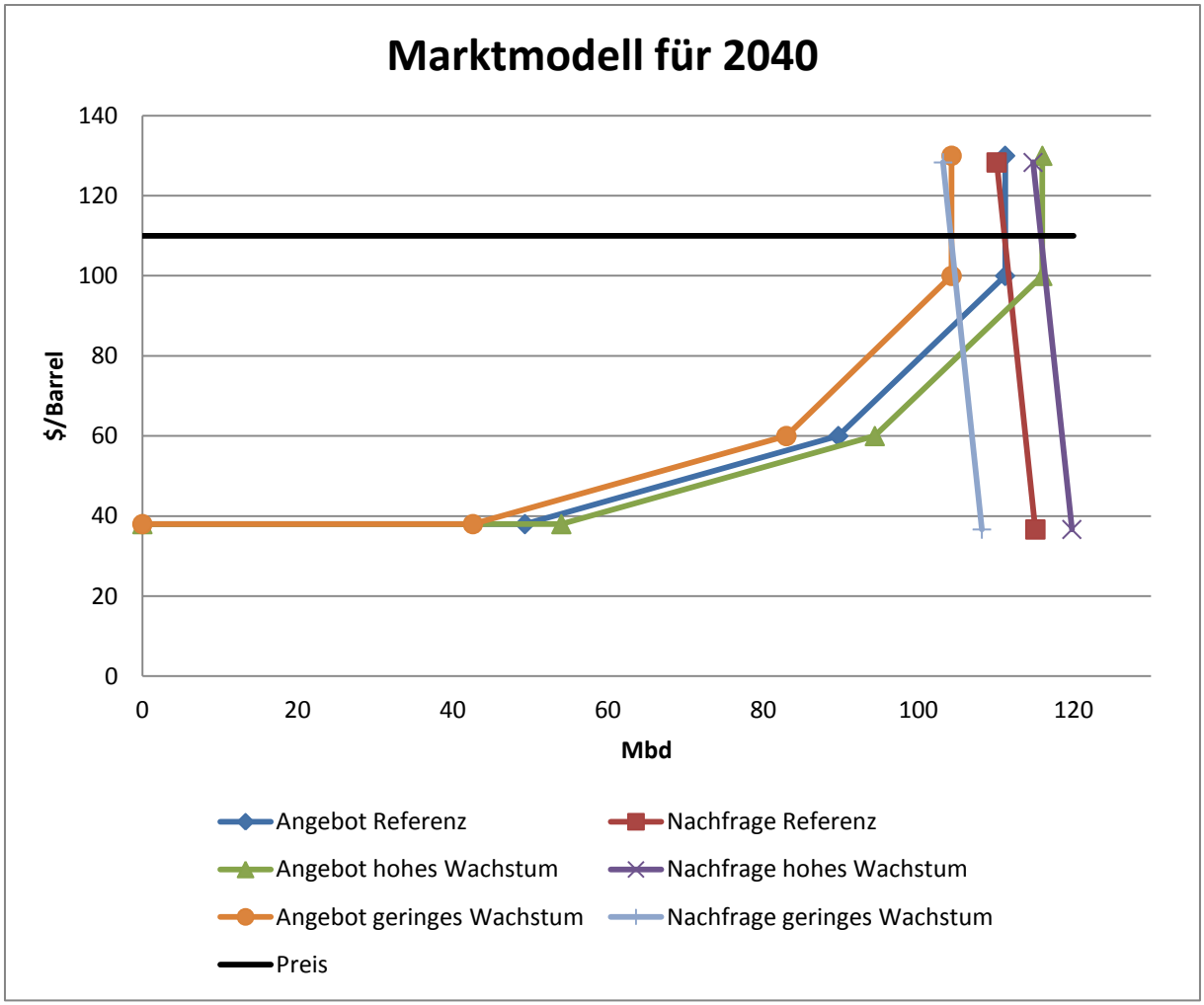

Abbildung 6-17: Marktmodell im Jahr 2040

7 Schlussfolgerungen

Anhand der verwendeten Methodik konnten einerseits die globalen Entwicklungen in der Ölproduktion und Ölnachfrage und anderseits die Trends in ausgewählten Ländern auf diesen Gebieten dargestellt werden. Eine detaillierte Aufschlüsselung der Ölreserven nach geografischer Regionen konnte ebenfalls abgebildet werden. Die Elastizitätsanalyse bewährte sich zur Schätzung der Ölnachfrage teilweise. Die geschätzten Elastizitäten hingen stark vom gewählten Modellansatz und dem festgelegten Betrachtungszeitraum ab. Da für die OECD-Länder und die nicht-OECD-Länder unterschiedliche Schätzansätze gewählt wurden, war ein direkter Vergleich nur bedingt möglich. Das entwickelte Marktmodell in Verbindung mit dem langfristigen Wirtschaftszenario lieferte einen globalen Überblick über die mögliche zukünftige Zusammensetzung von Ölangebot und Ölnachfrage in Abhängigkeit von unterschiedlichen wirtschaftlichen Entwicklungen.

Der globale Trend der letzten Jahrzehnte in der Ölproduktion war durch einen deutlichen Rückgang der Ölförderung zu Beginn der Achtziger gekennzeichnet. Zu diesem Zeitpunkt reduzierte sich der Anteil der Ölproduktion der OPEC-Länder auf 28 Prozent. Diese Drosselung der Förderquoten war auf die Ölpreispolitik der OPEC zurückzuführen. Seit dem Beginn der neunziger Jahre lag der Anteil an der globalen Ölproduktion der OPEC-Länder bei zirka 40 Prozent und zeigte nur geringe Schwankungen. Länder außerhalb der OPEC wie die USA und Norwegen erreichten bereits ihr Maximum in der konventionellen Ölförderung. Die Entwicklung der Ölproduktion in den nicht-OPEC-Ländern war in den letzten Jahren durch den Ausbau nichtkonventioneller Fördermethoden gekennzeichnet. Der weitere Ausbau der unkonventionellen Fördermethoden wird einerseits von der wirtschaftlichen Entwicklung und andererseits von den politischen Entwicklungen im mittelern Osten abhängen. Vor allem in den USA spielt die Abhängigkeit von den Öllieferungen aus den arabischen Ländern eine zentrale politische Rolle und könnte weitere Auswirkungen auf diesem Gebiet haben.

Die Analyse der Entwicklung des globalen Ölverbrauchs zeigte eine steigende Tendenz in den letzten Jahren. Dieser Anstieg war auf eine erhöhte Nachfrage in den nicht-OECD-Ländern zurückzuführen. Seit dem Jahr 2012 ist Anteil der nicht-OECD-Länder am weltweiten Verbrauch größer als jener der OECD-Länder. Vor allem in den Schwellenländern China und Indien steigt aufgrund des hohen Wirtschaftswachstums die nach Nachfrage stark an. Aber auch in den erdölproduzierenden Ländern, wie z.B. Saudi-Arabien, ist eine Zunahme im Ölverbrauch erkennbar. In den OECD-Ländern stagniert bzw. reduziert sich die Ölnachfrage. In den westlichen Industrieländern, wie z.B. Deutschland, führten die weltpolitischen Ereignisse nach der zweiten Ölkrise zu einem Rückgang der Ölnachfrage. In Japan war in den letzten Jahren keine starke Änderung der Ölnachfrage erkennbar. Die größte Wirtschaftsmacht der Welt, die USA, erreichte ihr Maximum im Ölverbrauch bereits im Jahr 2005.

Die Analyse der Entwicklung der Reserven zeigte, dass die größten Ölreserven nach wie vor in den OPEC-Ländern des mittleren Osten liegen. Saudi-Arabien nimmt unter diesen Ländern, auf Grund der

vorhanden Reserven und Förderinfrastruktur, eine Führungsrolle ein. Durch eine gezielte wirtschaftspolitisch motivierte Anpassung der Fördermengen ist Saudi-Arabien in der Lage die Ölproduktion in anderen Ländern bzw. Regionen unwirtschaftlich zu machen. Auch der Zuwachs der bewiesenen Reserven in Süd- und Zentralamerika wird einen Einfluss auf das zukünftige Ölangebot haben. Wobei jedoch anzumerken ist, dass in Ländern wie Venezuela politische Entscheidungen einen großen Einfluss auf die zukünftige Nutzung der vorhanden Potenziale haben. So müsste die Regierung von Venezuela deutlich mehr in den Ausbau neuer Fördertechnologien investieren, was jedoch nur auf Kosten von geringeren Ausgaben in anderen Bereichen möglich ist. Zum Vergleich sind in Abbildung 7-1 sind die Reserven und die Grenzkosten der Produktion für Saudi-Arabien, die USA und Venezuela gegenübergestellt. Die Grenzkosten der Ölproduktion sind in den OPEC-Ländern deutlich geringer als in den nicht-OPEC-Ländern. Auch in der Zukunft kann somit die OPEC auf Änderungen am Ölmarkt flexibel reagieren. Die Ölproduktion in den nicht OPEC-Ländern ist teilweise deutlich teurer und ist erst bei einem höheren Ölpreis wirtschaftlich.

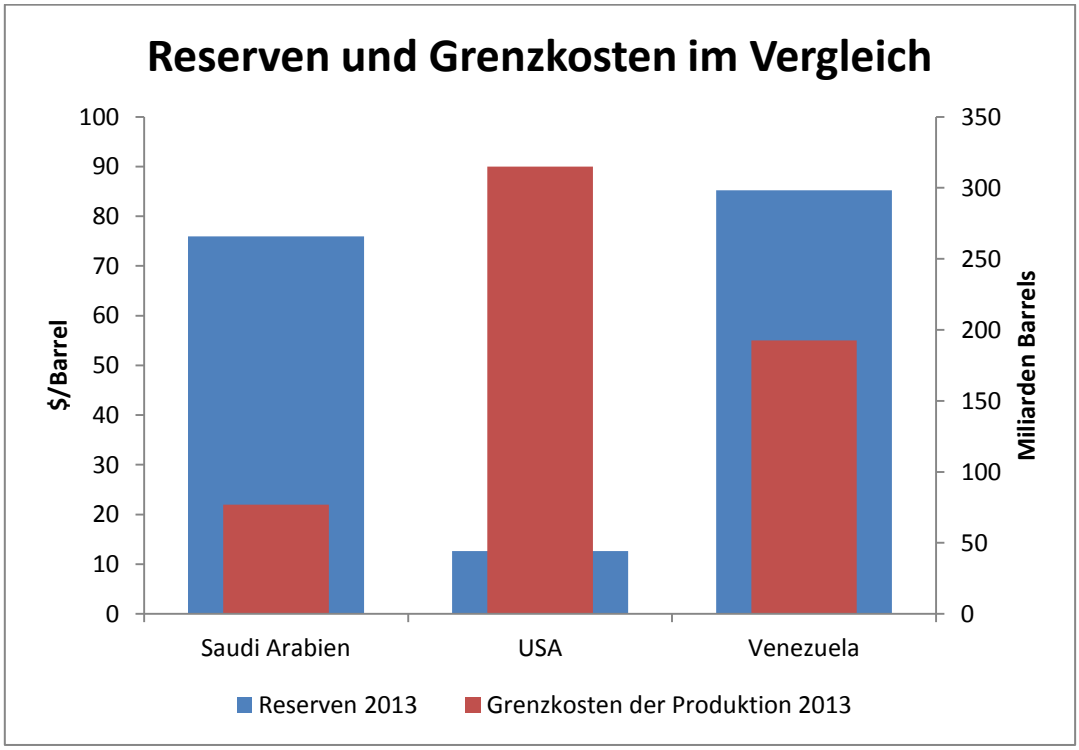

Abbildung 7-1: Reserven und Grenzkosten im Vergleich, basiert auf (1) und (16)

Die ökonometrische Analyse der Ölnachfrage in den OECD-Länder zeigte, dass die Ölnachfrage in den USA elastisch auf Einkommensänderungen und nicht elastisch auf Preisänderungen reagiert. Für die USA konnte sowohl eine kurzfristige und als auch eine langfristige Einkommenselastizität nachgewiesen werden. Für Deutschland und Japan waren nur sehr geringe bzw. keine Elastizitäten erkennbar. Mögliche Ursachen für dieses Ergebnis sind auf den gewählten Schätzansatz, die

verwendeten Datensätze und deren Aufbereitungen oder auf den gewählten Betrachtungszeitraum zurückzuführen.

Unter der Verwendung eines einfachen Schätzansatzes für die nicht-OECD-Länder, China, Indien und Saudi-Arabien konnte nachgewiesen werden, dass die Ölnachfrage in diesen Ländern elastisch auf Einkommensänderungen und eher unelastisch auf Preisänderungen reagiert.

Anhand des erstellten Marktmodells konnte abgeleitet werden, dass bei der zukünftigen Entwicklung auf der Seite des Ölangebots die OPEC weiterhin eine zentrale Rolle spielen wird, da nur diese auf Änderungen am Ölmarkt entsprechend reagieren kann. Die zukünftige Entwicklung der Ölnachfrage wird durch einen stetigen Anstieg des Verbrauchs in den nicht-OCED gekennzeichnet sein. Unterschiedliche wirtschaftliche Entwicklungen haben dabei stärkere Auswirkungen zur Folge als in den OECD-Ländern.

Die durchgeführte ökonometrische Analyse stellt eine Grundlage für weitere Modellansätze dar. Bei zukünftigen Analysen könnte der Einfluss von historischen und weltpolitischen Ereignissen, wie die beiden Ölkrisen oder die Finanzkrise im Jahr 2008, auf die Ölnachfrage einzelner Länder berücksichtig werden. Anhand des entwickelten Marktmodells könnten aktuelle politische Entwickelungen, wie z.B. die Einigung im Atomstreit mit dem Iran, auf der Seite des Ölangebots dargestellt werden.

8 Literaturverzeichnis

1. **BP.** Statistical Review downloads. [Online] Juli 2014. http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html.

2. **Nakicenovic, Nebojas und Haas, Reinhard.** *Skriptum zur VU Energieökonomie.* Wien : s.n., 2009. S. 3-24ff.

3. **IEA.** *Word Energy Outlook 2010.* Paris : IEA, 2010. S. 122.

4. **Nakicenovic, Nebojsa und Haas, Reinhard.** *Skriptum zur VU Energieökonomie.* Wien : s.n., 2009. S. 6-10.

5. **Hubbert, M. King.** *Nuclear Energy and Fossil Fuels.* Shell Development Company. Texas, USA : s.n., 1956. S. 32.

6. **ASPO.** ASPO Deutschland. [Online] 2014. http://aspo-deutschland.blogspot.co.at/.

7. **OPEC.** *World Oil Outlook.* Wien : s.n., 2014. ISBN 978-3-9502722-8-4.

8. **OPEC**. OPEC. [Online] April 2015. http://www.opec.org/opec_web/en/index.htm.

9. **Busch, Alexander und Palm, Regine.** Handelsblatt. [Online] 30. April 2015. : http://www.handelsblatt.com/politik/international/foerderlaender-venezuela-oel-weltmeister-inreserve/4418666.html.

10. **Zeit Online.** Zeit Online. [Online] 17. Juni 2014. http://www.zeit.de/wirtschaft/2014-06/usa-oelproduktion-rekord-fracking.

11. **Zittel, Werner und Jörg, Schindler.** *Geht uns das Erdöl aus?* Freiburg : Herder Gmbh, 2009. S. 9-18.

12. **Glüsing, Jens.** Spiegel. [Online] 21. Oktober 2013. http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/brasilien-oelfeld-libra-geht-an-shell-total-petrobras-und-china-a-929176.html.

13. **OECD.** OECD. [Online] Juni 2015. https://data.oecd.org/economy.htm.

14. **Nakicenovic, Nebojsa und Haas, Reinhard.** *Skritum zur VU Energieökonomie.* Wien : s.n., 2009. S. 9-1ff.

15. **World Bank.** World Bank. [Online] Juni 2015. http://data.worldbank.org/indicator.

16. **Jones, Nikki.** GEOEXPRO. [Online] September 2013. http://www.geoexpro.com/articles/2013/12/russian-oil-and-gas-no-guarantees-on-growth.

17. **Nakicenovic, Nebojsa und Haas, Reinhard.** *Skriptum zur VU Energieökonomie.* Wien : s.n., 2009. S. 3-26.

Anhang

AUSGABE: USA

Regressions-Statistik	
Multipler Korrelationskoeffizient	0.98824
Bestimmtheitsmaß	0.97662
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0.97339
Standardfehler	0.01511
Beobachtungen	34

ANOVA

	Freiheitsgrade (df)	*Quadratsummen (SS)*	*Mittlere Quadratsumme (MS)*	*Prüfgröße (F)*	*F krit*
Regression	4	0.27665	0.06916	302.81764	3.3846E-23
Residue	29	0.00662	0.00023		
Gesamt	33	0.28327			

	Koeffizienten	*Standardfehler*	*t-Statistik*	*P-Wert*	*Untere 95%*	*Obere 95%*	*Untere 95.0%*	*Obere 95.0%*
C	-0.20624	0.71505	-0.28844	0.77507	-1.66868	1.25619	-1.66868	1.25619
α	-0.00669	0.00812	-0.82338	0.41701	-0.02329	0.00992	-0.02329	0.00992
β	0.58965	0.12604	4.67830	0.00006	0.33187	0.84742	0.33187	0.84742
λ	0.49369	0.07678	6.42973	0.00000	0.33665	0.65072	0.33665	0.65072
ε	-0.01272	0.00334	-3.80835	0.00067	-0.01955	-0.00589	-0.01955	-0.00589

AUSGABE: Deutschland

Regressions-Statistik	
Multipler Korrelationskoeffizient	0.93096
Bestimmtheitsmaß	0.86669
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0.84831
Standardfehler	0.02632
Beobachtungen	34

ANOVA

	Freiheitsgrade (df)	*Quadratsummen (SS)*	*Mittlere Quadratsumme (MS)*	*Prüfgröße (F)*	*F krit*
Regression	4	0.13061	0.03265	47.13567	2.7724E-12
Residue	29	0.02009	0.00069		
Gesamt	33	0.15070			

	Koeffizienten	*Standardfehler*	*t-Statistik*	*P-Wert*	*Untere 95%*	*Obere 95%*	*Untere 95.0%*	*Obere 95.0%*
C	3.85891	0.69321	5.56674	0.00001	2.44114	5.27668	2.44114	5.27668
α	-0.04529	0.00974	-4.64809	0.00007	-0.06522	-0.02536	-0.06522	-0.02536
β	0.03885	0.02996	1.29664	0.20498	-0.02243	0.10014	-0.02243	0.10014
λ	0.49682	0.08921	5.56927	0.00001	0.31437	0.67927	0.31437	0.67927
ε	-0.00173	0.00126	-1.37463	0.17978	-0.00430	0.00084	-0.00430	0.00084

AUSGABE: Japan

Regressions-Statistik	
Multipler Korrelationskoeffizient	0.95529
Bestimmtheitsmaß	0.91258
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0.90052
Standardfehler	0.03002
Beobachtungen	34

ANOVA

	Freiheitsgrade (df)	*Quadratsummen (SS)*	*Mittlere Quadratsumme (MS)*	*Prüfgröße (F)*	*F krit*
Regression	4	0.27280	0.06820	75.67996	6.4101E-15
Residue	29	0.02613	0.00090		
Gesamt	33	0.29893			

	Koeffizienten	*Standardfehler*	*t-Statistik*	*P-Wert*	*Untere 95%*	*Obere 95%*	*Untere 95.0%*	*Obere 95.0%*
C	1.67820	0.67574	2.48350	0.01904	0.29615	3.06024	0.29615	3.06024
α	-0.02504	0.01567	-1.59797	0.12089	-0.05709	0.00701	-0.05709	0.00701
β	0.09945	0.03358	2.96186	0.00605	0.03078	0.16812	0.03078	0.16812
λ	0.72488	0.06922	10.47225	0.00000	0.58331	0.86645	0.58331	0.86645
ε	-0.00330	0.00216	-1.52856	0.13721	-0.00773	0.00112	-0.00773	0.00112

AUSGABE: China

Regressions-Statistik	
Multipler Korrelationskoeffizient	0.97899
Bestimmtheitsmaß	0.95842
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0.95574
Standardfehler	0.13201
Beobachtungen	34

ANOVA

	Freiheitsgrade (df)	*Quadratsummen (SS)*	*Mittlere Quadratsumme (MS)*	*Prüfgröße (F)*	*F krit*
Regression	2	12.45354	6.22677	357.30693	3.9097E-22
Residue	31	0.54024	0.01743		
Gesamt	33	12.99377			

	Koeffizienten	*Standardfehler*	*t-Statistik*	*P-Wert*	*Untere 95%*	*Obere 95%*	*Untere 95.0%*	*Obere 95.0%*
C	3.31352	0.26145	12.67342	8.4527E-14	2.78028	3.84676	2.78028	3.84676
α	-0.35596	0.03915	-9.09230	2.9559E-10	-0.43581	-0.27612	-0.43581	-0.27612
β	0.87928	0.03353	26.22738	9.9934E-23	0.81090	0.94765	0.81090	0.94765

AUSGABE: Indien

Regressions-Statistik	
Multipler Korrelationskoeffizient	0.98717
Bestimmtheitsmaß	0.97451
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0.97286
Standardfehler	0.08959
Beobachtungen	34

ANOVA

	Freiheitsgrade (df)	*Quadratsummen (SS)*	*Mittlere Quadratsumme (MS)*	*Prüfgröße (F)*	*F krit*
Regression	2	9.51118	4.75559	592.46521	1.9954E-25
Residue	31	0.24883	0.00803		
Gesamt	33	9.76001			

	Koeffizienten	*Standardfehler*	*t-Statistik*	*P-Wert*	*Untere 95%*	*Obere 95%*	*Untere 95.0%*	*Obere 95.0%*
C	-9.21342	0.62143	-14.82612	1.2756E-15	-10.48083	-7.94600	-10.48083	-7.94600
α	-0.26100	0.02541	-10.27156	1.6835E-11	-0.31283	-0.20918	-0.31283	-0.20918
β	0.66105	0.02191	30.16914	1.5268E-24	0.61636	0.70574	0.61636	0.70574

AUSGABE: Saudi-Arabien

Regressions-Statistik	
Multipler Korrelationskoeffizient	0.91205
Bestimmtheitsmaß	0.83184
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0.82099
Standardfehler	0.18177
Beobachtungen	34

ANOVA

	Freiheitsgrade (df)	*Quadratsummen (SS)*	*Mittlere Quadratsumme (MS)*	*Prüfgröße (F)*	*F krit*
Regression	2.00000	5.06650	2.53325	76.67181	9.974E-13
Residue	31.00000	1.02424	0.03304		
Gesamt	33.00000	6.09074			

	Koeffizienten	*Standardfehler*	*t-Statistik*	*P-Wert*	*Untere 95%*	*Obere 95%*	*Untere 95.0%*	*Obere 95.0%*
C	0.01236	0.58894	0.02099	0.983388	-1.1888	1.2135	-1.1888	1.2135
α	-0.38328	0.13166	-2.91105	0.006617	-0.6518	-0.1148	-0.6518	-0.1148
β	1.51720	0.14603	10.38940	1.2769E-11	1.2194	1.8150	1.2194	1.8150

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit gemäß dem Code of Conduct – Regeln zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis (in der aktuellen Fassung des jeweiligen Mitteilungsblattes der TU-Wien), insbesondere ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel, angefertigt wurde. Die ausanderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Die Arbeit wurde bisher weder im In– noch im Ausland in gleicher oder in ähnlicher Form in anderen Prüfungsverfahren vorgelegt.

Wien, 24. September 2015

Unterschrift

Manfred Brauner