

Mirko Daniel Hoppe

Wirtschaftswachstum unter Berücksichtigung von Rohstoffeinsatz



Mirko Daniel Hoppe

**Wirtschaftswachstum
unter Berücksichtigung
von Rohstoffeinsatz**

Mirko Daniel Hoppe

**Wirtschaftswachstum unter
Berücksichtigung von
Rohstoffeinsatz**

Tectum Verlag

Mirko Daniel Hoppe

Wirtschaftswachstum unter Berücksichtigung von Rohstoffeinsatz

© Tectum Verlag Marburg, 2015

Zugl. Diss. Helmut-Schmidt-Universität Hamburg 2013

ISBN 978-3-8288-6222-7

(Dieser Titel ist zugleich als gedrucktes Buch
unter der ISBN 978-3-8288-3550-4 im Tectum Verlag erschienen.)

Gedruckt mit Unterstützung der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg,
Umschlagabbildung: wk1003mike | shutterstock.com Förderhinweis
Umschlaggestaltung: Sabine Borhau | Tectum Verlag

Besuchen Sie uns im Internet
www.tectum-verlag.de
www.facebook.com/tectum.verlag

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

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

Für meinen
Großvater B. H. (†)

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Theoretische Volkswirtschaftslehre an der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg und wurde 2013 als Dissertationsschrift angenommen.

Für die fachliche Begleitung und moralische Unterstützung während der Anfertigung dieser Arbeit, bin ich einer Vielzahl von Personen zu Dank verpflichtet:

Mein Dank gilt zunächst meinem Doktorvater Prof. Dr. Michael Carlberg, der diese Arbeit von der Themenfindung bis zum Abschluss intensiv begleitet und umfassend betreut hat. Für die Übernahme des Zweitgutachtens gilt mein herzlicher Dank Prof. Dr. Franco Reither. Darüber hinaus möchte ich mich bei meinen Prüfern Prof. Dr. Dierk Herzer und Prof. Dr. Klaus Beckmann sowie allen Kolleginnen und Kollegen an der Helmut-Schmidt-Universität bedanken. Hervorheben möchte ich an dieser Stelle insbesondere Dr. Christian Gäckle, der sich stets als Diskutant in fachlichen Fragen jeglicher Art zur Verfügung stellte, und Dr. Arne Hansen, dessen fachlichen Anregungen und Ratschläge sowie sein Bemühen, das Motivationsniveau auf möglichst hohem Niveau zu halten, mir eine große Hilfe waren.

Mein ganz besonderer Dank gilt meiner Frau Heike für ihre durchgängige Unterstützung, ihr Verständnis und ihre Leidenschaft, die nicht zuletzt beim Korrekturlesen stark in Anspruch genommen wurde.

Hamburg, im Dezember 2013

Mirko Daniel Hoppe

Inhaltsverzeichnis

Teil I

1. Einleitung	13
2. Literaturüberblick	17

Teil II

3. Faktorausstattung und Faktorpreise	27
3.1 Einleitung	27
3.2 Das Grundmodell	28
3.3 Wirkungen von Produktionsfaktorvariationen im Grundmodell ..	36
3.4 Zahlenbeispiel	38
3.4.1 Zunahme des Kapitaleinsatzes.....	39
3.4.2 Zunahme des Arbeitseinsatzes.....	41
3.4.3 Zunahme des Rohstoffeinsatzes	43
3.5 Modifiziertes Grundmodell.....	45
3.7 Zahlenbeispiel	57
3.7.1 Zunahme des Kapitaleinsatzes.....	59
3.7.2 Zunahme des Arbeitseinsatzes.....	62
3.7.3 Anstieg des realen Rohstoffpreises.....	64

Teil III

4. Einführendes Wachstumsmodell	71
4.1 Grundannahmen	71
4.2 Das einführende Wachstumsmodell.....	72
4.3 Wachstumsgeschwindigkeiten im Wachstumsgleichgewicht.....	75
4.3.1 Gegenüberstellung der Wachstumsgeschwindigkeiten.....	83
4.4 Zahlenbeispiel zum Wachstumsgleichgewicht.....	85
4.5 Das modifizierte einführende Wachstumsmodell.....	89
4.6 Wachstumsgeschwindigkeiten im Wachstumsgleichgewicht.....	92
4.6.1 Betrachtung der Wachstumsgeschwindigkeiten.....	100
4.7 Zahlenbeispiel zum Wachstumsgleichgewicht.....	101
5. Wachstumsmodell	109
5.1 Grundannahmen	109

5.2 Das Wachstumsmodell	110
5.3 Wachstumsgeschwindigkeiten im Wachstumsgleichgewicht.....	113
5.3.1 Gegenüberstellung der Wachstumsgeschwindigkeiten.....	123
5.4 Zahlenbeispiel zum Wachstumsgleichgewicht.....	125
5.5 Das modifizierte Wachstumsmodell.....	134
5.6 Wachstumsgeschwindigkeiten im Wachstumsgleichgewicht.....	137
5.6.1 Betrachtung der Wachstumsgeschwindigkeiten.....	145
5.7 Zahlenbeispiel zum Wachstumsgleichgewicht.....	147

6. Wachstumsmodell - mit zweigeteiltem technischen Fortschritt	153
6.1 Grundannahmen.....	153
6.2 Das Wachstumsmodell	154
6.3 Wachstumsgeschwindigkeiten im Wachstumsgleichgewicht.....	158
6.3.1 Gegenüberstellung der Wachstumsgeschwindigkeiten.....	167
6.4 Zahlenbeispiel zum Wachstumsgleichgewicht.....	169

Teil IV

7. Zusammenfassung	183
7.1 Einleitung	183
7.2 Faktorausstattung und Faktorpreise.....	184
7.2.1 Das Grundmodell.....	184
7.2.2 Das modifizierte Grundmodell	184
7.3 Einführendes Wachstumsmodell	185
7.3.1 Das einführende Wachstumsmodell	185
7.3.2 Das modifizierte einführende Wachstumsmodell	187
7.4 Wachstumsmodell	188
7.4.1 Das Wachstumsmodell.....	189
7.4.2 Das modifizierte Wachstumsmodell	190
7.5 Wachstumsmodell - mit zweigeteiltem technischen Fortschritt...	192

8. Ergebnis.....	195
-------------------------	------------

Symbolverzeichnis.....	201
-------------------------------	------------

Literaturverzeichnis	203
-----------------------------------	------------

Teil I

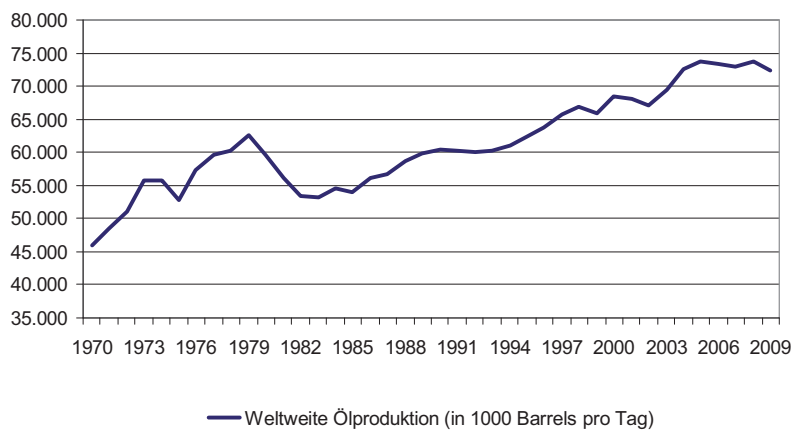
1. Einleitung

Wir leben im Zeitalter der Globalisierung. Während lange Zeit die alte Faustregel galt, dass 20% der Menschheit in Europa, Nordamerika und Japan mehr als 80% der Weltbergbauproduktion verbrauchten, hat sich in den letzten Jahren ein Strukturwandel vollzogen. Die aufstrebenden Schwellenländer beteiligen sich immer stärker an der Nachfrage nach Rohstoffen. Insbesondere China weist einen immensen Energiehunger auf. Die Nachfrage nach Rohstoffen hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Daraus resultierten teils erhebliche Preisanstiege am Weltmarkt.

Einige Rohstoffe, wie die sogenannten „Seltene Erden“ aber auch insbesondere Erdöl, sind in der heutigen Produktion unersetzlich und können dementsprechend nicht oder zumindest nicht auf absehbare Zeit substituiert werden. Die weltweiten Ölvorkommen sind bekannterweise jedoch endlich. Trotzdem wurde im Verlauf der letzten Jahrzehnte die Erdölförderung stetig erhöht. Der Zielkonflikt zwischen abnehmenden Reserven und steigenden Fördermengen ist evident und spiegelt sich nicht zuletzt im Preisanstieg wider. Im Folgenden, wie auch im Verlauf dieser Arbeit, wird die Entwicklung der Ölförderung und des Ölpreises

beispielhaft für die Entwicklung dieser nicht oder nur im geringen Maße substituierbaren Rohstoffe betrachtet. In Abbildung 1 sind die weltweiten Ölfördermengen pro Tag abgebildet. Es ist gut zu erkennen, dass im Jahr 2005 ein Höchststand erreicht wurde und in den folgenden Jahren keine weitere Ausweitung der Fördermengen stattfand, obwohl die Jahre bis zur Finanzkrise 2008 durch ein hohes weltweites Wachstum geprägt waren.

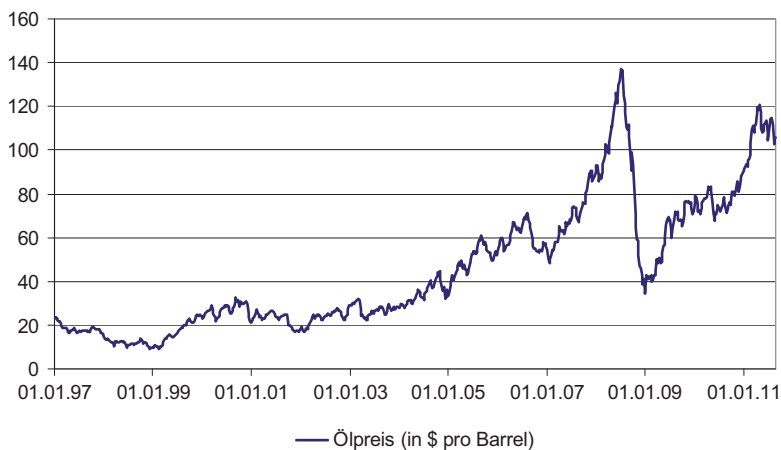
Abbildung 1: Entwicklung der weltweiten Ölproduktion 1970 - 2009



Quelle: EIA, eigene Darstellung

Aufgrund des vergleichsweise hohen weltweiten Wirtschaftswachstums in diesen Jahren, stand dem relativ konstanten Ölangebot eine verhältnismäßig hohe Nachfrage gegenüber. Dies hatte zur Folge, dass der Ölpreis, nachdem er zu Beginn des Jahrtausends bereits stetig anstieg, in den Jahren 2007 und 2008 nahezu explosionsartig in ungeahnte Höhen schoss. Abbildung 2 gibt den Verlauf des Ölpreises in US-Dollar pro Barrel wieder.

Abbildung 2: Entwicklung des weltweiten Ölpreises 1997 - 2011



Quelle: EIA, eigene Darstellung

In Folge der Finanzkrise gab der Ölpreis kurzfristig erheblich nach, der folgende Preisanstieg verdeutlicht aber, dass die Zeit des billigen Öls vorüber sein dürfte. Langfristig muss sich die Welt auf steigende Ölpreise bei sinkenden Fördermengen einstellen.

In dieser Arbeit werden die Folgen von Rohstoffpreisänderungen beziehungsweise von Veränderungen des Rohstoffeinsatzes auf das Wirtschaftswachstum untersucht. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf den Auswirkungen eines steigenden Rohstoffpreises beziehungsweise eines Rückgangs der eingesetzten Rohstoffmenge. Als Referenzmodell dient das Solow-Modell. Der Zeithorizont der vorliegenden Analysen ist langfristig.

Die vorliegende Arbeit untergliedert sich in zwei Abschnitte. Im ersten Abschnitt werden ein Grundmodell und ein modifiziertes Grundmodell betrachtet. Im zweiten Abschnitt wird die Analyse anhand mehrerer Wachstumsmodelle betrieben. Das Grundmodell und dessen Modifikation sind Inhalt von Kapitel 3, welches Teil II dieser Arbeit darstellt. Es werden zwei stationäre Modelle betrachtet, deren Grundlage eine um den Produktionsfaktor „Rohstoffe“ erweiterte Cobb-Douglas-

Produktionsfunktion ist. Im Grundmodell (Kapitel 3.2) wird unterstellt, dass es sich beim Rohstoffeinsatz um eine exogene Größe handelt. Im Gegensatz dazu wird im modifizierten Grundmodell (Kapitel 3.5) der Rohstoffpreis als exogen angesehen.

Teil III der Arbeit umfasst die Wachstumsmodelle. Zunächst werden zwei einführende Wachstumsmodelle (Kapitel 4) dargestellt, in denen vom technischen Fortschritt abstrahiert wird. In Kapitel 4.2 werden die langfristigen Auswirkungen sich ändernder Wachstumsraten des Rohstoffeinsatzes auf das Wirtschaftswachstum betrachtet. In Kapitel 4.5, in der Modifikation des einführenden Wachstumsmodells, wird von einem exogen gegebenen Rohstoffpreis ausgegangen, der eine konstante Wachstumsrate aufweist. Im Folgenden wird das Wachstumsmodell erweitert, zunächst (Kapitel 5) findet der technische Fortschritt Berücksichtigung. Im Anschluss (Kapitel 6) wird ein Wachstumsmodell mit zweigeteiltem technischen Fortschritt behandelt. Darunter ist zu verstehen, dass neben einem arbeitsvermehrenden technischen Fortschritt ein rohstoffvermehrender technischer Fortschritt eingeführt wird. Alle Modelle werden ausführlich verbal und anhand von Zahlenbeispielen erläutert. Den Abschluss der Arbeit bildet Teil IV, der eine kurze Schlussbetrachtung und das Ergebnis der Arbeit enthält.

Jedes Kapitel des vorliegenden Buches ist isoliert lesbar, ohne dass eine Lektüre der vorausgehenden Kapitel erfolgen muss. In Teil III wird an einigen Punkten auf Teil II verwiesen, bei Unklarheiten bietet es sich an diesen Stellen an, gezielt in Kapitel 3 nachzulesen. Diese Struktur macht es erforderlich, dass zu Beginn eines jeden Kapitels die Modellannahmen und Modelleigenschaften erläutert werden. Bei der kompletten Lektüre des Buches können diese Wiederholungen gegebenenfalls übersprungen werden.

2. Literaturüberblick

Ressourcenknappheit und daraus potenziell resultierende Wachstumshemmnisse sind keine neuen Phänomene in der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur. Im Folgenden soll ein Überblick über die weitreichenden Veröffentlichungen zu diesem Thema gegeben werden. Der Fokus wird auf die Verbindung von wirtschaftswissenschaftlicher Wachstumstheorie und erschöpfbare Ressourcen gerichtet. Zu diesem Thema existiert eine Vielzahl von Arbeiten und Analysen, die zu großen Teilen auf den Überlegungen von Robert M. Solow fußen, der bereits 1956 seinen bahnbrechenden Aufsatz „A Contribution to the Theory of Economic Growth“ publizierte. Das so genannte Solow-Modell erklärt das wirtschaftliche Wachstum als Folge aus Arbeits- und Kapitaleinsatz in Abhängigkeit von der Produktionstechnologie. Das Modell kommt zu dem Ergebnis, dass das Wachstum ein langfristiges Gleichgewicht anstrebt. Dieses Steady-State ist dadurch gekennzeichnet, dass das Vollbeschäftigungsoutput, das Kapital und die Arbeit mit der gleichen Geschwindigkeit wachsen. Diese Wachstumsrate entspricht der Summe aus natürlicher Wachstumsrate der Bevölkerung und der Rate des technischen Fortschritts. Das Kapital pro Kopf und der Output pro Kopf wachsen im langfristigen Wachstumsgleichgewicht mit der Rate des technischen Fortschritts. Solow verzichtete in diesem Modell vorerst gänzlich auf die Einbeziehung von erschöpfbaren Ressourcen, griff diese Thematik aber

zu einem späteren Zeitpunkt auf. Diese Arbeiten werden im Folgenden im Zeitablauf behandelt. Zunächst soll ein kurzer historischer Überblick über die wirtschaftswissenschaftlichen Veröffentlichungen zum Thema Ressourcenknappheit gegeben werden.

Bereits 1798 stellte Thomas Robert Malthus die These auf, dass die Bevölkerungsentwicklung und die Nahrungsmittelproduktion naturgesetzlich auseinander klaffen. Die Nachfrage nach Lebensmitteln steigt schneller als das Angebot, da der Produktionsfaktor „Land“ begrenzt ist und dementsprechend die Ackerflächen nicht beliebig ausgedehnt werden können. Die Folgen sind in einer Marktwirtschaft steigende Nahrungsmittelpreise. Malthus war davon überzeugt, dass die Reallöhne somit zwangsläufig unter das Existenzminimum fallen und damit zu Armut und Hunger führen würden. Eine verarmte Bevölkerung würde durch Hungersnöte und Seuchen reduziert, bis wiederum genügend Nahrungsmittel zur Verfügung stünden. Sobald es den Menschen jedoch wieder besser ginge, würde ihr Fortpflanzungstrieb erneut zu einem Geburtenüberschuss führen und der Teufelskreis beginne von neuem.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass sich Malthus nicht mit erschöpfbaren Ressourcen sondern vielmehr „nur“ mit der Begrenztheit von Ressourcen auseinandersetzte. Die Ausführungen zu Malthus „Bevölkerungsgesetz“ dienen lediglich als Einstieg.

Im 19. Jahrhundert warnte William Stanley Jevons (1865) vor einer Verknappung des Energierohstoffs Kohle und verwies insbesondere auf die schädlichen Folgen der steigenden Kosten des Kohleabbaus auf das Wirtschaftswachstum und die Wettbewerbsfähigkeit des Vereinigten Königreichs. Dieses Denken entsprach aber der Ansicht vieler damaliger Ökonomen, so war beispielsweise auch John Stuart Mill (1862) der Auffassung, dass die Wirtschaft aufgrund der begrenzten Ressourcen früher oder später nicht weiter wachsen könne.

Aus heutiger Sicht sind die damaligen Befürchtungen nur schwer nachvollziehbar. Die Bevölkerung nahm über die vergangenen Jahrhunderte dramatisch zu und die Kohlereserven sind bis zum heutigen Zeitpunkt nicht erschöpft. Vielmehr wird Kohle nicht mehr als essentieller Rohstoff angesehen. Malthus und Jevons unterschätzten vor allem den Techni-

schen Fortschritt. So konnte beispielsweise der Ertrag bei konstanter Ackerfläche durch hochwertige Dünger erheblich gesteigert werden oder der Abbau von Kohle wurde durch den Einsatz von speziell entwickelten Maschinen erheblich vereinfacht beziehungsweise erst ermöglicht. Darüber hinaus vernachlässigte Jevons in seinen Überlegungen die Möglichkeit, dass Kohle durch andere Energieressourcen substituiert werden könnte.

Die Befürchtungen, dass früher oder später aufgrund der Ressourcenknappheit kein weiteres Wirtschaftswachstum mehr möglich wäre, herrschten lange vor. Erst mit der marginalistischen Revolution und dem Aufkommen der Neoklassik zum Ende des 19. Jahrhunderts und zu Beginn des 20. Jahrhunderts setzte ein Umdenken ein. Die Erschöpfbarkeit der natürlichen Ressourcen rückte in den Hintergrund.

Der sogenannte Meadows Report (1972) „Limits to growth“, der im Auftrag des Club of Rome erstellt wurde, stellt den nächsten entscheidenden Einschnitt dar. Das ausgearbeitete Weltmodell skizzierte das Schreckensszenario einer schrumpfenden Industrieproduktion und hungerleidender Menschen, da die natürlichen Ressourcen zur Neige gehen und Ackerland sowie Wasservorräte knapp werden würden. Bei konstanter Zunahme der Weltbevölkerung, der Industrialisierung und Verwendung der natürlichen Rohstoffe wären die Wachstumsgrenzen demnach binnen der nächsten 100 Jahre erreicht und ein weiteres Wirtschaftswachstum unmöglich, vielmehr würde aufgrund der Ressourcenknappheit ein Rückgang der Wirtschaftsleistung einsetzen. Der Meadows Report wurde sehr schnell sehr populär, insbesondere nach der Vervierfachung des Ölpreises in Folge des Yom-Kippur-Krieges.

Im Gegensatz zur breiten Öffentlichkeit teilten die meisten Ökonomen dieser Zeit nicht die Ängste und Sorgen, die im Meadows Report skizziert wurden, vielmehr wurde die Analyse stark kritisiert. Insbesondere die Neoklassiker Beckerman (1972), Solow (1974a) und Nordhaus (1973), hielten den Report für unsinnig, da ihrer Meinung die Trends der Vergangenheit einfach naiv in die Zukunft extrapoliert wurden und der Technische Fortschritt genauso wenig Berücksichtigung fand wie eine Veränderung der relativen Preise. Aus Sicht der Neoklassiker konnte das Problem mit Hilfe traditioneller Instrumente gelöst werden und stellte