



Wolls Lehr- und Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Herausgegeben von

Universitätsprofessor Professor h. c. Dr. Dr. h. c. Artur Woll

Bisher erschienene Werke:

- Aberle, Transportwirtschaft, 2. A.
- Assenmacher, Konjunkturtheorie, 8. A.
- Barro, Makroökonomie, 3. A.
- Barro · Grilli, Makroökonomie - Europäische Perspektive
- Barro · Sala-i-Martin, Wirtschaftswachstum
- Blum, Volkswirtschaftslehre, 2. A.
- Branson, Makroökonomie, 4. A.
- Bretschger, Wachstumstheorie, 2. A.
- Brösse, Industriepolitik, 2. A.
- Büschges · Abraham · Funk, Grundzüge der Soziologie, 3. A.
- Cezanne, Allgemeine Volkswirtschaftslehre, 3. A.
- Fischer · Wiswede, Grundlagen der Sozialpsychologie
- Glastetter, Außenwirtschaftspolitik, 3. A.
- Leydold, Mathematik für Ökonomen
- Müller, Angewandte Makroökonomik
- Rosen · Windisch, Finanzwissenschaft I
- Rush, Übungsbuch zu Barro, Makroökonomie, 3. A.
- Sachs · Larrain, Makroökonomik - in globaler Sicht
- Schneider, Grundlagen der Volkswirtschaftslehre, 3. A.
- Tirole, Industrieökonomik, 2. A.
- Varian, Mikroökonomie, 3. A.
- Wachtel, Makroökonomik
- Wacker · Blank, Ressourcenökonomik I
- Wacker · Blank, Ressourcenökonomik II
- Wohltmann, Grundzüge der makroökonomischen Theorie, 2. A.

Ressourcen- ökonomik

Band II:
Einführung in die Theorie erschöpfbarer
natürlicher Ressourcen

Von
PD Dr. Holger Wacker
und
Dr. Jürgen E. Blank

R. Oldenbourg Verlag München Wien

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Wacker, Holger:

Ressourcenökonomik / von Holger Wacker und Jürgen E. Blank. -

München ; Wien : Oldenbourg

(Wolls Lehr- und Handbücher der Wirtschafts- und
Sozialwissenschaften)

Bd. 2. Einführung in die Theorie erschöpfbarer natürlicher
Ressourcen. - 1999

ISBN 3-486-24522-8

© 1999 R. Oldenbourg Verlag

Rosenheimer Straße 145, D-81671 München

Telefon: (089) 45051-0, Internet: <http://www.oldenbourg.de>

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

Gedruckt auf säure- und chlorfreiem Papier

Gesamtherstellung: Druckhaus „Thomas Müntzer“ GmbH, Bad Langensalza

ISBN 3-486-24522-8

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	V
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	VIII
Vorbemerkung.....	XI

Teil 1: Einleitung und Grundlagen..... 1

Kapitel 1: Erschöpfbare natürliche Ressourcen 1

A. THEMATISCHE ABGRENZUNG UND DIFFERENZIERUNG VON RESSOURCENSYSTEMEN.....	1
B. RESSOURCEN UND RESERVEN	2
C. MARKTSTRUKTUREN AUF RESSOURCENMÄRKTEN	5
D. ERSCHÖPFBARE RESSOURCEN UND INTERGENERATIONELLE GERECHTIGKEIT... 7	

Kapitel 2: Preisbildung bei erschöpfbaren natürlichen Ressourcen 8

A. EINLEITUNG	8
B. DAS KONZEPT DER DIFFERENTIALRENTE	10
C. DIE „R-PROZENT-REGEL“ NACH GRAY	10
D. HOTELLING UND DER RESSOURCENPREISPFAD.....	15
a) Die Grundannahmen.....	15
b) Das Arbitrage-Kalkül nach Hotelling.....	15
c) Die formale Herleitung des optimalen Ressourcenpreispfades.....	16
d) Gesamtwirtschaftlich optimale Ressourcennutzung.....	20

Teil 2: Marktstrukturen auf Ressourcenmärkten..... 22

Kapitel 3: Wettbewerbliche und monopolistische Märkte 22

A. EINLEITUNG	22
B. DER VOLLKOMMENE WETTBEWERB	22
a) Lineare Nachfragefunktion	22
b) Isoelastische Nachfragefunktion	25
c) Der Hotellingpfad mit konstanten Grenzkosten	27
d) Unterschiedliche aber konstante Kosten der Extraktion.....	28
C. MONOPOL.....	33
a) Isoelastische Nachfragefunktion	35
b) Lineare Nachfragefunktion	36

Kapitel 4: Wirkungen von Parameteränderungen 39

A. EINLEITUNG	39
B. ÄNDERUNGEN DES ZINSSATZES.....	39
C. EXTRAKTIONSKOSTENÄNDERUNGEN.....	40

D. ENTDECKUNG NEUER LAGERSTÄTTEN	42
E. PREISOBERGRENZE DURCH BACKSTOP-TECHNOLOGIEN	43
F. BESTEUERUNG DER RESSOURCE	44
Kapitel 5: Kartell versus Wettbewerbsrand	48
A. EINLEITUNG	48
B. OPEN-LOOP-STRATEGIEN	49
C. NASH-COURNOT-GLEICHGEWICHTSSTRATEGIEN	51
D. TEILKARTELLIERTE UND WETTBEWERBLICHE RESSOURCENMÄRKTE IM VERGLEICH	61
E. PREIS- VERSUS MENGENANKÜNDIGUNG.....	62
F. STACKELBERG GLEICHGEWICHTSSTRATEGIEN	63
Kapitel 6: Oligopolistische Marktstrukturen	66
A. EINLEITUNG	66
B. DER RESSOURCENMARKT ALS EIN NICHT-KOOPERATIVES OLIGOPOL.....	66
a) <i>Open-loop-Nash-Cournot-Gleichgewichtskonzepte.....</i>	<i>66</i>
Teil 3: Internationaler Ressourcenhandel.....	75
Kapitel 7: Die Ressourcen exportierende Volkswirtschaft.....	75
A. EINLEITUNG	75
B. EIN EINFACHES MODELL EINER RESSOURCEN EXPORTIERENDEN VOLKSWIRTSCHAFT	75
C. RESSOURCENEXPORT UND REZYKLIERUNG DER ERLÖSE.....	83
Kapitel 8: Strategischer internationaler Ressourcenhandel	87
A. EINLEITUNG	87
B. OPTIMALE IMPORTSTEUERN	87
a) <i>Das Verhalten eines „kleinen“ Importeurs.....</i>	<i>88</i>
b) <i>Der Ressourcenmonopsonist.....</i>	<i>89</i>
c) <i>Das Ressourcenoligopson</i>	<i>92</i>
C. DER KAMPF UM DIE ÖKONOMISCHE RENTE	94
a) <i>Der Ressourcenmarkt als ein bilaterales Monopol.....</i>	<i>96</i>
b) <i>Open-loop Stackelberg-Strategien.....</i>	<i>98</i>
Teil 4: Ressourcen im Produktionsprozess	101
Kapitel 9: Produktion mit erschöpfbaren natürlichen Ressourcen.....	101
A. EINLEITUNG	101
B. CHARAKTERISIERUNG EFFIZIENTER PFADE.....	102
C. CHARAKTERISIERUNG OPTIMALER PFADE	106

a) <i>Die utilitaristische Zielfunktion</i>	106
b) <i>Das Rawls-Kriterium</i>	108
D. ÜBERGANG AUF EINE BACKSTOP-TECHNOLOGIE	111
Kapitel 10: Erschöpfbare Ressourcen und Rezyklierung	114
A. REZYKLIERUNG IN DER THEORIE NATÜRLICHER RESSOURCEN	114
B. ROHSTOFFRÜCKFÜHRUNG	117
Kapitel 11: Rezyklierung und Umweltkosten	121
A. EINLEITUNG	121
B. DER EINFLUSS VON UMWELTKOSTEN AUF DIE RESSOURCENEXTRAKTION	121
C. NATÜRLICHE RESSOURCE ALS PRODUKTIONSINPUT	125
a) <i>Das Modell</i>	125
b) <i>Ableitung der Effizienzanforderungen</i>	126
c) <i>Der Schattenpreis für den Abfallbestand</i>	128
d) <i>Aussagen über den Optimalpfad</i>	129
D. ZUSAMMENFASSUNG.....	132
Kapitel 12: Optimale Extraktion und Abfallbehandlung	133
A. EINLEITUNG	133
B. STRUKTUR DES ENDLAGERUNGSMODELLS	133
a) <i>Ableitung der notwendigen Bedingungen für ein Optimum</i>	135
b) <i>Mögliche Entwicklungsphasen des Systems</i>	140
c) <i>Eine intertemporal optimale Systementwicklung</i>	142
C. EINE ALTERNATIVE AUSGANGSSITUATION	147
D. ZUSAMMENFASSENDE MODELLSICHT	147
Literaturverzeichnis	150
Stichwortverzeichnis	155

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

<i>Abbildung 1.1: McKelvey-Diagramm zur Abgrenzung von Reserven und Ressourcen</i>	4
<i>Abbildung 2.1: Preisbildung bei reproduzierbaren Gütern</i>	8
<i>Abbildung 2.2: Preisbildung bei erschöpfbaren Ressourcen</i>	9
<i>Abbildung 2.3: Knappheitsrente und optimale Extraktionsfolge nach Gray</i>	14
<i>Abbildung 2.4: Schattenpreise und Preispfad nach Hotelling</i>	20
<i>Abbildung 3.1: Hotellingpfad bei linearer Nachfragefunktion</i>	24
<i>Abbildung 3.2: Hotellingpfad bei isoelastischer Nachfragefunktion</i>	27
<i>Abbildung 3.3: Hotellingpfad mit linearer Nachfrage und Extraktionskosten</i>	28
<i>Abbildung 3.4: Preispfade zur Erklärung der Extraktionsfolge bei unterschiedlichen Kosten</i>	32
<i>Abbildung 3.5: Hotellingpfad mit zwei Lagerstätten und unterschiedlichen Extraktionskosten</i>	33
<i>Abbildung 3.6: Monopol und vollkommener Wettbewerb bei linearer Nachfragefunktion</i>	37
<i>Abbildung 4.1: Auswirkung einer Erhöhung des Zinssatzes auf den Preispfad</i>	39
<i>Abbildung 4.2: Auswirkungen einer Extraktionskostensenkung</i>	40
<i>Abbildung 4.3: Preispfad bei rückläufigen Extraktionskosten</i>	41
<i>Abbildung 4.4: Plötzliche Erhöhung der Reserven</i>	42
<i>Abbildung 4.5: Kontinuierliche Reservenerhöhungen</i>	42
<i>Abbildung 4.6: Wirkung einer Backstop-Technologie auf den Ressourcenpreispfad</i>	43
<i>Abbildung 4.7: Mengensteuer</i>	45
<i>Abbildung 4.8: Wertsteuer</i>	46
<i>Abbildung 5.1: Kartell-versus-Wettbewerbsrand I</i>	56
<i>Abbildung 5.2: Kartell-versus-Wettbewerbsrand II</i>	57
<i>Abbildung 5.3: Kartell-versus-Wettbewerbsrand III</i>	58
<i>Abbildung 5.4: Extraktions- und Preispfade</i>	59
<i>Abbildung 5.5: Extraktions- und Preispfade</i>	60
<i>Abbildung 5.6: Preispfade</i>	62
<i>Abbildung 6.1: Preis- und Mengenpfade bei unterschiedlichen Ressourcenausstattungen</i>	70
<i>Abbildung 6.2: Preis- und Mengenpfade bei unterschiedlichen Extraktionskosten</i>	72
<i>Abbildung 6.3: Preis- und Mengenpfade bei unterschiedlichen Diskontraten</i>	73
<i>Abbildung 7.1: Durchschnitts- und Grenznutzen bei einer isoelastischen Nutzenfunktion</i>	80
<i>Abbildung 7.2: Preis-, Extraktions- und Konsumpfad bei linearer Nachfragefunktion</i>	83
<i>Abbildung 7.3: Vergleich der optimalen Pfade mit und ohne Erlöszyklisierung</i>	85
<i>Abbildung 9.1: Struktur des Standardmodelles mit Ressource als Produktionsfaktor</i>	101
<i>Abbildung 9.2: Konsumpfad</i>	107
<i>Abbildung 9.3: Preispfad bei Existenz einer Backstop-Technologie</i>	111
<i>Abbildung 9.4: Ressourcennutzungsphasen bei nicht nachträglich umrüstbarem Kapitalstock</i>	112

<i>Abbildung 10.1: Rezyklierung als Mittel zur Rohstoffrückführung</i>	118
<i>Abbildung 11.1: Das Cake-Eating-Modell</i>	122
<i>Abbildung 11.2: Begrenzung der Ressourcennutzung durch die verfügbare Menge</i>	123
<i>Abbildung 11.3: Extraktionsphase als innere Lösung</i>	123
<i>Abbildung 11.4: Nichterschöpfung des Primärressourcenbestandes</i>	124
<i>Abbildung 11.5: Das Modell mit natürlicher Ressource als Produktionsinput</i>	125
<i>Abbildung 11.6: Der Schattenpreis λ_t^2 bei Berücksichtigung positiver und negativer Effekte des Abfallbestandes</i>	129
<i>Abbildung 11.7: Systementwicklung mit Erschöpfung der Primärressource</i>	131
<i>Abbildung 11.8: Systementwicklung, in der die Primärressource nicht erschöpft wird</i>	131
<i>Abbildung 12.1: Die Struktur des Endlagerungsmodells</i>	134
<i>Abbildung 12.2: Intertemporal optimale Entwicklung des Endlagerungsmodells</i>	143
<i>Abbildung 12.3: Suboptimale Entwicklungspfade</i>	145
<i>Abbildung 12.4: Qualitativer Verlauf des Schattenpreises für den Abfallbestand</i>	146
<i>Tabelle 1.1: Gliederung natürlicher Ressourcen</i>	2
<i>Tabelle 1.2: Statische Reichweite ausgewählter erschöpfbarer natürlicher Ressourcen</i>	3
<i>Tabelle 9.1: Verlagerung einer Ressourceneinheit von $t+1$ nach t (Hotelling-Regel (9.9))</i>	105
<i>Tabelle 12.1: Verlagerung einer Primärressourceneinheit von $t+1$ nach t bei Endlagerung (Hotelling-Regel (12.20))</i>	138
<i>Tabelle 12.2: Zusammenfassung der bisherigen Modellergebnisse</i>	140
<i>Tabelle 12.3: Hypothetische Entwicklungsphasen</i>	140
<i>Tabelle 12.4: Vergleich der drei Bestände des Endlagerungsmodells</i>	147

Vorbemerkung

Der vorliegende zweite Band der Ressourcenökonomik hat als Zielsetzung, eine systematische Darstellung der ökonomischen Theorie erschöpfbarer natürlicher Ressourcen zu liefern.

Wie schon der erste Band ist auch dieses Lehrbuch im Umfang so gehalten, dass es in einer einsemestrigen Vorlesung behandelt werden kann. Aus diesem Grunde werden auch bestimmte Themen, wie die Modellierung von stochastischen Angebotschocks durch Explorationstätigkeiten, nicht erörtert. In den Kapiteln 1 und 2 werden die Grundlagen der Theorie erschöpfbarer natürlicher Ressourcen entwickelt. Im dritten Kapitel erfolgt die Darstellung der Preis- und Mengenfunde in einem wettbewerblichen und einem monopolistischen Markt. Im vierten Kapitel werden die Wirkungen bestimmter Größen auf die Gleichgewichtspfade erläutert. Oligopolistische Marktstrukturen werden in den Kapiteln 5 und 6 betrachtet. Dabei wird zunächst die Marktform vorgestellt, in der eine dominierende Kartellgruppe neben weiteren kleinen Wettbewerbsanbietern agiert. Danach erfolgt eine Beschreibung reiner oligopolistischer Märkte, wobei zur Veranschaulichung numerische Darstellungen gewählt werden. In den Kapiteln 7 und 8 werden die Bedeutung und das Angebotsverhalten einer ressourcenexportierenden Volkswirtschaft analysiert. Der Einsatz von erschöpfbaren natürlichen Ressourcen in Produktionsprozessen wird in Kapitel 9 dargestellt. In den Kapiteln 10 bis 12 wird dieser Ansatz um die Möglichkeit der Rezyklierung und die Bedeutung von Umwelteffekten erweitert.

Sollen sowohl die Theorie der regenerativen als auch der erschöpfbaren natürlichen Ressourcen in einer einsemestrigen Veranstaltung gelesen werden, so empfehlen wir die Kapitel 1 bis 6 aus dem Band I und die Kapitel 1 bis 5 sowie das Kapitel 9 aus dem vorliegenden zweiten Band.

Da die ökonomische Theorie erschöpfbarer natürlicher Ressourcen aufgrund der expliziten Berücksichtigung intertemporaler Entscheidungsprozesse notwendigerweise formal etwas anspruchsvoll ist, werden alle mathematischen Operationen ausführlich kommentiert und ihre Ergebnisse graphisch umgesetzt. Für eine erste Auseinandersetzung mit dem Stoff dieses Lehrbuches raten wir von einer selektiven Vorgehensweise ab. Der vorliegende zweite Band erfordert keine Kenntnis des ersten Bandes.

Wie bereits beim ersten Band danken wir Hartmut Clausen, der wiederum durch seine zahlreichen Anregungen und Hinweise entscheidend zur Verbesserung der Entwürfe beigetragen hat. Ferner danken wir Sven Flakowski, Alexander Smajgl und Jens Weyer für ihre wiederholten hilfreichen Kommentare und Verbesserungs-

vorschläge. Trotz aller Mühe sind nicht alle Unzulänglichkeiten eliminiert worden. Die verbliebenen Mängel gehen selbstverständlich zu unseren Lasten. Etwaige kleinere Fehlerkorrekturen und zusätzliche Hinweise sind im Internet unter der Web-Adresse (<http://www-wiwi.uni-muenster.de/~15/veranst/buecher/umwelt.htm>) zu finden.

Münster,

Jürgen Blank und Holger Wacker

Teil 1: Einleitung und Grundlagen

Kapitel 1: Erschöpfbare natürliche Ressourcen

A. Thematische Abgrenzung und Differenzierung von Ressourcensystemen

Der vorliegende zweite Band der Ressourcenökonomik beschränkt sich auf die ökonomische Analyse von erschöpfbaren natürlichen Ressourcen. Erschöpfbare, nicht-regenerative oder begrenzte natürliche Ressourcen zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich innerhalb menschlicher Zeiträume, nicht erneuern. Ihre natürliche Erneuerungszeit liegt jenseits der ökonomischen Relevanz.

Bei den erschöpfbaren natürlichen Ressourcen lassen sich zwei Typen unterscheiden. Zum einen sind dies Ressourcen, die durch Nutzung verbraucht werden; wie beispielsweise die **Energieressourcen** Kohle, Erdöl und Erdgas. Der zweite Typ bilden diejenigen Ressourcen, die nach der Nutzung prinzipiell wieder dem Produktionsprozeß zugeführt werden können. Hierzu gehört vor allem die Gruppe der **mineralischen Ressourcen**, welche potentiell rezyklierbar sind. Allerdings erfordert die **Rezyklierung** ihrerseits wieder den Input von Produktionsfaktoren, was die verfügbare Konsummenge reduziert. Somit stellt sich trotz Rezyklierungsmöglichkeit immer noch das Problem der optimalen Nutzung der Ressource über die Zeit, allerdings erweitert um die Abwägung, wann die Nutzung der Ressource aus dem natürlichen Bestand, also als **Primärressource**, und wann sie aus dem durch Rezyklierung gewonnenen **Sekundärbestand** erfolgen soll. Bei den rezyklierbaren Ressourcen handelt es sich im Allgemeinen um metallische Rohstoffe. Neben diesen metallischen Rohstoffen gibt es nicht-metallische Rohstoffe, zu diesen gehören beispielsweise die natürlichen Ressourcen Erdboden und Wasser.

Zu den bedeutendsten erschöpfbaren natürlichen Ressourcen gehören, wie schon erwähnt die **Energieressourcen**. Nach dem **ersten Hauptsatz der Thermodynamik** kann in einem geschlossenen System keine Energie verloren gehen, jedoch verlangt jeder Produktionsprozess entsprechend dem **zweiten Hauptsatz der Thermodynamik** die Zufuhr von Energie. Diese wird in einem geschlossenen System in minderwertige Energie, zumeist in Abwärme, umgewandelt. Aufgrund dieser thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten ist ein ewiger Rezyklierungskreislauf bei mineralischen, wie auch bei Energieressourcen, nicht möglich. Zum einen erfordern Rezyklierungsaktivitäten wegen der generell zunehmenden Entropie den Ein-

satz von Energie, zum anderen kann nie sämtlicher Rohstoff zu einhundert Prozent zurückgewonnen werden, da unweigerlich Schwund entsteht oder aber der Rohstoff so weit räumlich verteilt ist, dass eine Rezyklierung auch bei steigenden Rohstoffpreisen unwirtschaftlich bleiben wird.

Energieressourcen finden sich zum einen in Form von **Stromgrößen**, zum anderen in Form von **Bestandsgrößen**. Die Erde ist kein wirklich geschlossenes System, sondern erhält laufend und für menschliche Zeithorizonte nahezu unendlich lange Energiezuflüsse in Form von Sonnenenergie. Diese Energiezufuhr ist also als eine Stromgröße anzusehen. Die Sonnenenergie kann direkt mittels Photovoltaik genutzt werden oder indirekt über nachwachsende Rohstoffe, aber auch mittels der Nutzung von Wind- und Gezeitenkraftwerken. Energieressourcen finden sich als Bestandsressourcen in Kohle-, Erdöl- und Erdgasvorkommen. Diese Bestände sind das Ergebnis von Ansammlungen und Transformationen nachwachsender Rohstoffe über Millionen von Jahren. Diese Vorkommen sind in dem Sinne erschöpfbar, dass sie sich innerhalb menschlicher Zeiträume nicht mehr regenerieren. Eine heute genutzte Einheit bleibt somit zwar energetisch erhalten, steht jedoch durch die Umwandlung in „minderwertige“ Wärmeenergie ökonomisch nicht mehr für eine künftige Nutzung zur Verfügung.

Die Tabelle 1.1 gibt einen Überblick über die Gliederung natürlicher erschöpfbarer Ressourcen hinsichtlich ihrer Bereitstellung durch die Natur und ihrer Nutzungsmöglichkeit. Dieses Lehrbuch beschränkt sich allerdings nur auf die Bestandsressourcen.

	Nutzung durch Bestandsabbau		Direkte Nutzung
Bestandsressource	Nicht-rezyklierbar	Rezyklierbar	Nicht-metallische Rohstoffe
	Energieressourcen	Metallische Rohstoffe	
Stromressource	Biomasse		Sonnenenergie, Erdwärme

Tabelle 1.1: Gliederung natürlicher Ressourcen

B. Ressourcen und Reserven

Bei der Nutzung erschöpfbarer natürlicher Ressourcen steht immer wieder die Frage zur Diskussion, wie lange die Vorräte in die Zukunft reichen. Eine der bekanntesten Kenngrößen in diesem Zusammenhang ist das **Reserve-Produktionsverhältnis**.

Das Reserve-Produktionsverhältnis gibt an, wie lange die Reserven bei konstantem Verbrauch noch zu nutzen sind; man spricht deshalb auch von der **statischen Reichweite**. In der Öffentlichkeit ist die Bedeutung der Endlichkeit vieler wichtiger natürlicher Ressourcen nach der Veröffentlichung des Berichts „Die Grenzen des Wachstums“ durch den Club of Rome im Jahre 1972 erstmals diskutiert worden. Demnach wären viele erschöpfbare natürliche Ressourcen bereits heute ausgebeutet oder kurz vor ihrem Erschöpfungszeitpunkt. Die Tabelle 1.2 gibt für ausgewählte Rohstoffe den Erschöpfungszeitpunkt entsprechend dem Reserve-Produktionsverhältnis, wie seinerzeit vom Club of Rome prognostiziert, an.

Ressourcenart	Statische Reichweite	Ressourcenart	Statische Reichweite
Gold	1983	Kupfer	2008
Quecksilber	1985	Erdgas	2010
Zinn	1989	Wolfram	2012
Zink	1995	Molybdän	2051
Blei	1998	Mangan	2069
Erdöl	2003	Aluminium	2072

Quelle: Bericht des Club of Rome, 1972

Tabelle 1.2: Statische Reichweite ausgewählter erschöpfbarer natürlicher Ressourcen

Offensichtlich sind zum derzeitigen Zeitpunkt weder Gold, Quecksilber, Zinn, Zink noch Blei bereits erschöpft. Ebenfalls ist nicht zu erwarten, dass die Vorkommen an Erdöl oder Erdgas im kommenden Jahrzehnt zu Ende gehen werden. Für Erdöl lag die statische Reichweite zum Jahresende 1997 bei 41 und für Erdgas bei 64 Jahren. Jedoch ist keineswegs davon auszugehen, dass mit der statischen Reichweite auch der tatsächliche Erschöpfungszeitpunkt einhergeht. Zwei Gründe sind dafür ausschlaggebend: Zum einen ist die Nachfrage vom Marktpreis abhängig. Ein geringeres Ressourcenangebot führt bei gegebener Nachfrage zu einem höheren Preis. Zudem stehen für viele Rohstoffe alternative Produkte als Substitute zur Verfügung, die die natürliche Ressource ersetzen oder ihre Nutzung zumindest zeitlich verlagern können. Die Frage der Marktpreisbildung und der Höhe des Ressourcenangebotes auch unter Berücksichtigung von **Ressourcensubstituten** stehen im Zentrum dieses Lehrbuches und werden in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich behandelt. Der zweite Grund, warum die statische Reichweite beziehungsweise das Reserve-Produktionsverhältnis kein Indikator für den Erschöpfungszeitpunkt ist, liegt in der Definition der Begriffe Reserven und Ressourcen. Unter Reserven werden diejenigen nachgewiesenen Ressourcenvorräte verstanden, die bei gegebenen Bedingungen

wirtschaftlich abbaubar sind. Zu diesen gegebenen Bedingungen zählen vor allem der aktuelle Ressourcenpreis und die Abbaukosten. Der Begriff der Ressourcen umfasst hingegen sämtliche auf der Erde physisch vorhandenen Rohstoffvorkommen. Entsprechend dem in der Abbildung 1.1 dargestellten **McKelvey-Diagramm** lassen sich die Reserven und die Ressourcen noch weiter unterteilen. Die nachgewiesenen Reserven lassen sich in die durch Probeerschließungen gemessenen sowie in die aufgrund von Explorationsbohrungen indizierte Reserven aufgliedern. Zusammen mit den Vorkommen, die aufgrund geologischen Wissens in noch nicht erforschten Gebieten geschlussfolgert werden können, bilden diese den Vorrat an identifizierten, also bekannten Vorkommen. Die unentdeckten Vorkommen unterteilen sich in die aufgrund geologischen Wissens hypothetischen Vorkommen in bereits erforschten Gebieten und in spekulative Vorkommen, die aufgrund geologischen Wissens in noch unerforschten Gebieten vermutet werden können. Die geologische Sicherheit nimmt in der Abbildung 1.1. von rechts nach links zu.

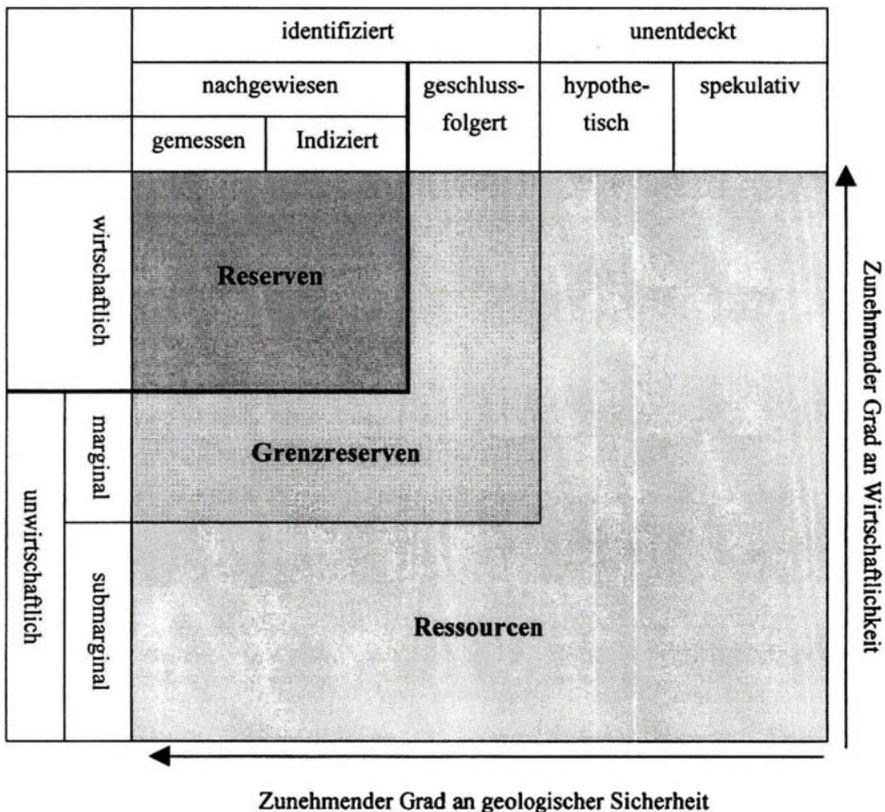


Abbildung 1.1: McKelvey-Diagramm zur Abgrenzung von Reserven und Ressourcen

Da laufend Explorationstätigkeiten stattfinden und sich die Marktpreise sowie Abbaukosten im Laufe der Zeit ändern, verschiebt sich auch laufend die Reservengrenze. Steigt der Marktpreis oder sinken die Abbaukosten aufgrund technischen Fortschritts in der Extraktionstechnologie, verschiebt sich die Reservengrenze nach unten. Werden neue Vorkommen durch Explorationstätigkeit nachgewiesen, so verschiebt sich die Reservengrenze weiter nach rechts. Sinken hingegen die Marktpreise, so werden bisherige Reserven zu Grenzreserven, die nur marginalen Gewinn liefern oder gar nur die variablen Kosten decken. Entweder sind die Explorations- und Set-up-Kosten bereits gedeckt oder aber sie werden als Sunk-costs betrachtet. Die Wirtschaftlichkeit der Ressourcennutzung nimmt in der Abbildung 1.1 von unten nach oben zu. Die statische Reichweite bezieht sich allein auf die nachgewiesenen und heute wirtschaftlich abbaubaren Reserven. Sie sind deshalb nur sehr bedingt ein Indikator für die zeitliche Verfügbarkeit von Ressourcenvorräten.

C. Marktstrukturen auf Ressourcenmärkten

Im Gegensatz zu den reproduzierbaren Gütern sind natürliche Ressourcenvorkommen hinsichtlich ihrer geographischen und geologischen Verteilung von der Natur vorgegeben. Aus diesem Grunde ist die Marktstruktur auf Ressourcenmärkten häufig bereits ebenfalls bestimmt, insbesondere wenn Staaten als Akteure auf diesen Märkten betrachtet werden. Eine Analyse von Ressourcenmärkten muss infolgedessen auch deren Strukturen berücksichtigen; also die Zahl der Anbieter, die durch die geologische und geographische Verteilung der natürlichen Ressource bestimmt wird, die Zahl der Konsumenten sowie die Marktmacht einzelner Anbieter, die sich durch den Grad an Wettbewerbsintensität beschreiben lässt. Die Marktform mit dem höchsten Grad an Wettbewerbsintensität ist der **vollkommene Wettbewerb**. Der Wettbewerbsmarkt ist charakterisiert durch eine sehr große Zahl von Marktteilnehmern, und zwar sowohl auf der Anbieter- als auch auf der Nachfrageseite. Jeder der Marktteilnehmer ist dabei so unbedeutend, dass er keinerlei Einfluss auf das Marktgeschehen nehmen kann. Die Marktteilnehmer verhalten sich als nutzenmaximierende und vorausschauende Akteure, die bezüglich einer Einflussnahme auf den Preispfad jedoch nicht strategisch handeln. Unter einer strategischen Verhaltensweise wird die Politik eines Akteurs verstanden, der sich der Tatsache bewusst ist, dass eine von ihm durchgeführte Aktion das Marktgeschehen beeinflusst. Im Bereich der erschöpfbaren natürlichen Ressourcen ist es nicht ungewöhnlich, dass einige Anbieter eine dominierende Marktposition einnehmen können. Ursachen können die gegenüber anderen Anbietern reichlichere Ausstattung mit Ressourcen, Kostenvorteile aber auch andere institutionelle Gründe sein. Neben diesen dominierenden