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.
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
Büschges · Abraham · Funk, Grundzüge der Soziologie, 2. A.
Cezanne, Allgemeine Volkswirtschaftslehre, 3. A.
Fischer · Wiswede, Grundlagen der Sozialpsychologie
Leydold, Mathematik für Ökonomen
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
Varian, Mikroökonomie, 3. A.
Wachtel, Makroökonomik
Wacker · Blank, Ressourcenökonomik I
Wohltmann, Grundzüge der makroökonomischen Theorie, 2. A.

Ressourcen-ökonomik

Band I:
Einführung in die Theorie regenerativer natürlicher Ressourcen

Von
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. 1. Einführung in die Theorie regenerativer natürlicher
Ressourcen. - 1998
ISBN 3-486-23957-0

© 1998 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 3-486-23957-0

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis V
Abbildungsverzeichnis VIII
Tabellenverzeichnis IX
Vorbemerkung XI

TEIL 1: EINLEITUNG UND GRUNDLAGEN

Kapitel 1: REGENERATIVE RESSOURCEN 1
A THEMATISCHE ABGRENZUNG UND DIFFERENZIERUNG VON RESSOURCENSYSTEMEN 1
a) Klassifizierung von Ressourcensystemen 1
b) Fischereiwirtschaft 2
c) Forstwirtschaft 3
B BESONDERE ASPEKTE BEI DER NUTZUNG REGENERATIVER NATÜRLICHER RESSOURCEN 4
A) EIGENTUMSRECHTE 4
B) DIE ZEITLICHE NUTZUNG 5
C) DER BEGRIFF DER NACHHALTIGKEIT 7
D) DIE RESSOURCE IM PRODUKTIONSPROZESS 8
E) ARTENSCHUTZ 10

Kapitel 2: BIO-ÖKONOMISCHE GRUNDLAGEN 13
A EINLEITUNG 13
B DIE SCHAEFERSCHE WACHSTUMSKURVE 13
C DAS SCHAEFERSCHE WACHSTUMSMODELL MIT BEFISCHUNG 17
D DIE AUFWANDS-ERTRAGS-KURVE 18
E KONSTANTER ERTRAG UND KONSTANTER AUFWAND 21
F DAS STATISCHE BIO-ÖKONOMISCHE GLEICHGEWICHT 23

TEIL 2: FISCHEREIWIRTSCHAFT

Kapitel 3: EIN LINEARES DYNAMISCHES FISCHEREIMODELL 28
A GRUNDLAGEN 28
B DER OPTIMALE GLEICHGEWICHTIGE RESSOURCENBESTAND 29
EXKURS: FORMALE HERLEITUNG DER GLEICHUNG (3.8) 32
C DIE OPTIMALE FANGPOLITIK 34
D BESTANDSEFFEKTE IN EINFACHEN RESSOURCENMODELLEN 35

Kapitel 4: EIN NICHT-LINEARES DYNAMISCHES FISCHEREIMODELL 38
A DIE OPTIMALE FANGPOLITIK 38
B PHASENDIAGRAMM-ANALYSE 39
C DIE BEDEUTUNG DER ZEITPRÄFERENZRATE 45

Kapitel 5: DIE RÜCKWÄRTSGEBOGENE ANGEBOTSKURVE 47
A EINLEITUNG 47
B DIE ABLEITUNG DER ANGEBOTSKURVE 47
C DAS BIO-ÖKONOMISCHE GLEICHGEWICHT 51
D WOHLFAHRTSÖKONOMISCHE ASPEKTE 52
E DIE DISKONTIERTE ANGEBOTSKURVE 54
F DAS OPTIMALE INTERTEMPORALE GLEICHGEWICHT 57
G DYNAMISCHE ANNÄHERUNGSPFADE 60

Kapitel 6: REGULIERUNGSSYSTEME 62
A EINLEITUNG 62
B SAISON- UND GEBIETSSCHLIESSUNG 62
C TECHNOLOGISCHE RESTRIKTIONEN 64
D BEGRENZUNG DER FANGFLOTTE 64
E QUOTENREGULIERUNG 65
a) Allgemeine Quote 65
b) Quotenlizenzen 65
F STEUERREGIME 65
a) Besteuerung des Fangaufwandes 66
b) Besteuerung des Fangertrages 68
G REGULIERUNG ÜBER BESTEUERUNG IM DYNAMISCHEN KONTEXT 70
a) Effiziente Regulierung einer Fischerei mit freiem Zutritt 70
b) Maximierung des gesamtgesellschaftlichen Nutzens aus der Ressource 70

Kapitel 7: STRATEGISCHES VERHALTEN IN DER FISCHEREI 73
A EINLEITUNG 73
B STATISCHE ANALYSE STRATEGISCHER INTERAKTIONEN 73
C KOOPERATIONEN 75
D DYNAMISCHE INTERAKTIONEN 78
a) Das Steady-State-Gleichgewicht 84
b) Die gewinnmaximale Kooperationslösung 84

Kapitel 8: KOHORTENMODELLE 88
A EINLEITUNG 88
B DAS BEVERTON-HOLT-MODELL 88
a) Dauerhafter Ertrag 91
b) Eumetrischer Ertrag 93
c) Die optimale Maschengröße und die optimale Fangrate 95
d) Freier Marktzutritt und Common-pool 95
C DYNAMISCHE OPTIMIERUNG IM BEVERTON-HOLT-MODELL 98
D ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSBEMERKUNG 102

Teil 3: FORSTWIRTSCHAFT

Kapitel 9: FORSTWIRTSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN 104
A EINLEITUNG 104
B DIE FAUSTMANN-REGEL 105
a) Das Ein-Perioden-Problem 106
b) Optimale Rotationszyklen 107
C DAS MSY-KONZEPT 110
D DAS HARTMAN-PROBLEM 112
E VOM FORSTBESTAND ZUM WALD 113

Kapitel 10: REGENERATIVE RESSOURCEN UND UMWELTEINFLÜSSE 115
A EINLEITUNG 115
B EINFACHER BESTANDSABHÄNGIGER SCHADENSMECHANISMUS 116
a) Das einfache Optimierungsproblem 117
b) Schlußfolgerungen 124
C EIN SCHADENSMECHANISMUS-MODELL MIT FEEDBACK-WIRKUNGEN 125
a) Das Modell 125
b) Steady-State-Lösungen 126

Teil 4: DIE NUTZUNG VON MULTI-SPEZIES-SYSTEMEN

Kapitel 11: STATISCHE MULTI-SPEZIES-SYSTEME 131
A EINFÜHRUNG 131
B STABILITÄT DES UNGENUTZTEN SYSTEMS 132
C STABILITÄT EINES GENUTZTEN RÄUBER-BEUTE-SYSTEMS 135

Kapitel 12: INTERTEMPORAL OPTIMALE NUTZUNG EINES MULTI-SPEZIES-SYSTEMS 142
A EINLEITUNG 142
B DIE OPTIMALEN PFADE 142
C DIE STABILITÄT IN EINEM INTERTEMPORALEN MULTI-SPEZIES-SYSTEM 146
D SCHLUSSBETRACHTUNG **149**

LITERATURVERZEICHNIS 151
STICHWORTVERZEICHNIS 155

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Die Wirkung unterschiedlicher Zeitpräferenzraten auf den Ertragspfad 6
Abbildung 1.2: Die regenerative natürliche Ressource im Produktionsprozeß 9
Abbildung 2.1: Die Schaefersche Wachstumskurve 14
Abbildung 2.2: Die Regenerationsfunktion mit kritischer Bestandsgröße 16
Abbildung 2.3: Die Schaefersche Wachstumskurve mit konstanter Befischung 18
Abbildung 2.4: Die Herleitung der Aufwands-Ertrags-Kurve 20
Abbildung 2.5: Bestandsnutzung mit konstanter Rate E 21
Abbildung 2.6: Bestandsnutzung mit konstanter Menge $\overline{Y}$ 22
Abbildung 2.7: Das Schaefer-Gordon-Fischereimodell 25
Abbildung 2.8: Ein Vergleich der Gleichgewichtslösungen bei freiem Zugang und maximalem ökonomischen Ertrag 26
Abbildung 3.1: Der optimale Bestandspfad für das lineare Fischereimodell 35
Abbildung 3.2: Artenschutz und optimale Anpassungspfade 37
Abbildung 4.1: Änderungsrichtungen des Bestandes 40
Abbildung 4.2: Änderungsrichtungen des Fanges 42
Abbildung 4.3: Isosektorendiagramm für das dynamische System 42
Abbildung 4.4: Phasendiagramm des nicht-linearen Fischereimodells 43
Abbildung 4.5: Optimale Bestandswachstumspfade $X(t)$ für das lineare und das nicht-lineare Fischereimodell 44
Abbildung 4.6: Wirkung unterschiedlicher Diskontraten im nicht-linearen System 45
Abbildung 5.1: Die rückwärtsgebogene Angebotskurve bei freiem Marktzugang 48
Abbildung 5.2: Ableitung der rückwärtsgebogenen Angebotskurve 50
Abbildung 5.3: Soziales Optimum 53
Abbildung 5.4: Ableitung der diskontierten Angebotskurve 55
Abbildung 5.5: Die diskontierte Angebotskurve und ihre begrenzenden Positionen 56
Abbildung 5.6: Das optimale intertemporale bio-ökonomische Gleichgewicht der regulierten Fischerei 59
Abbildung 5.7: Das Phasendiagramm zum Differentialgleichungssystem (5.12) und (5.20) 60
Abbildung 6.1: Regulierung durch Saisonschließung bei freiem Zugang 63
Abbildung 6.2: Besteuerung des Fangaufwandes 67
Abbildung 6.3: Besteuerung des Fangertrages 69
Abbildung 7.1: Die kooperative Nash-Lösung I 76
Abbildung 7.2: Die kooperative Nash-Lösung II 77
Abbildung 7.3: Ein Vergleich der kooperativen und nicht-kooperativen Steady-State-Lösungen 87
Abbildung 8.1: Das natürliche Gewicht $B_u(t)$ einer Kohorte 91
Abbildung 8.2: Der Befischungsprozeß im Beverton-Holt-Modell 92
Abbildung 8.3: Die Ertragskurven bei unterschiedlichen Maschengrößen 93
Abbildung 8.4: Die eumetrische Ertragskurve 94
Abbildung 8.5: Statische Optimierung im Beverton-Holt-Modell 95
Abbildung 8.6: Das Verhalten einer Beverton-Holt-Fischerei 96
Abbildung 8.7: Auswirkungen einer Kostensenkung im Beverton-Holt-Modell 97

Abbildung 8.8: Auswahlkurve für Schollen in Netzen mit 80 und 140 mm Maschenweite 98
Abbildung 8.9: Optimale Befischung im dynamisch optimierten Beverton-Holt-Modell 101
Abbildung 9.1: Wachstumsfunktion eines Baumes 105
Abbildung 9.2: Der optimale Einschlagzeitpunkt in einem Ein-Perioden-Modell 107
Abbildung 9.3: Eine komparativ-statische Betrachtung der Faustmann-Regel 109
Abbildung 9.4: Ein Vergleich der Rotationszeiten der Faustmann-Regel und des MSY-Konzeptes 111
Abbildung 9.5: Ein Vergleich der MSY-Konzepte in der Forst- und Fischereiwirtschaft 112
Abbildung 10.1: Beeinflussung der Ressource durch Umweltverschmutzung 115
Abbildung 10.2: Versenkung der Regenerationsfunktion durch Schadstoffeintrag Z 118
Abbildung 10.3: Phasendiagramm bei konstanter Nutzungsrate h^* 122
Abbildung 10.4: Isoklinen des mit konstanter Rate genutzten Systems (II) 128
Abbildung 11.1: Die Beziehungen in einem Zwei-Spezies-System 132
Abbildung 11.2: Das Phasendiagramm des ungenutzten Zwei-Spezies-Systems 135
Abbildung 11.3: Nutzung mit konstanter Rate h 137
Abbildung 11.4: Nutzung mit konstanter Menge Q 138
Abbildung 11.5: Phasendiagramm des bewirtschafteten Räuber-Beute-Systems 139
Abbildung 11.6: Katastrophe mit stabilem Gleichgewicht $(Y > 0, X = 0)$ 139
Abbildung 11.7: Reaktionsfähigkeit des Beutebestandes 140
Abbildung 12.1: Die Stabilitätseigenschaft in der (λ_1, X) - Phasenebene 148
Abbildung 12.2: Vergleich der Räuber-Beute-Isoklinen im genutzten und ungenutzten Zustand 149

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Klassifikation von Ressourcensystemen 2
Tabelle 5.1: Die Ableitung der rückwärtsgebogenen Angebotskurve 50
Tabelle 7.1: Das einfache Gefangenendilemma 74

Vorbemerkung

Zielsetzung dieses Lehrbuches ist es, eine systematische Behandlung der ökonomischen Theorie regenerativer natürlicher Ressourcen zu präsentieren, die relativ leicht nachvollziehbar und wenig technisch sein soll. Gleichzeitig soll die Darstellung akkurat wichtige Ergebnisse dieses noch recht jungen Zweiges ökonomisch-theoretischer Forschung vermitteln. Diese Zielsetzung rechtfertigt es aus unserer Sicht, die zunehmend komplexe und komplizierte Analyse bio-ökonomischer Zusammenhänge in der vorliegenden Weise aufzubereiten. So beginnt die Darstellung mit sehr einfachen Modellen, die Komplexitäten nur soweit nötig einführen, und fokussiert Inhalte von fundamentaler Bedeutung. Grundlegende, für den Fortgang der Darstellung relevante Konzeptionen, werden sehr detailliert diskutiert, spätere Kapitel bauen auf dieser Basis auf. Deshalb ist es in einer ersten Auseinandersetzung mit dem Lehrstoff nicht möglich, selektiv einzelne Kapitel durchzuarbeiten und in ihren Implikationen nachvollziehen zu können.

Außerdem ist das Lehrbuch relativ knapp im Umfang - kurz genug, um realistisch in einer Vorlesung über ein Semester abgehandelt werden zu können. Dieses Vorgehen impliziert, daß bestimmte Themen, wie beispielsweise Eigentumsrechte nur recht knapp, andere Aspekte, wie die Fischerei als Suchprozeß oder Waldbrandrisiken gar nicht behandelt werden. Die Auslassungen erscheinen uns jedoch nicht als Schwäche, zumal das Buch keinen enzyklopädischen Charakter aufweisen soll. Für eine effektive Ausbildung scheint uns das Vorgehen durchaus sinnvoll, zumal es die Möglichkeit eröffnet, in einem weitestgehend einheitlichen Modellierungsumfeld wesentliche Ergebnisse, auch der jüngsten Forschung, leicht nachvollziehbar aufzuarbeiten.

Das vorliegende Lehrbuch behandelt allein die Theorie der regenerativen natürlichen Ressourcen. Die Theorie erschöpfbarer natürlicher Ressourcen wird in diesem Buch nicht erörtert. Diese wird Bestandteil eines zweiten Bandes, der 1998 erscheinen wird.

In den Kapiteln 1 und 2 werden die bio-ökonomischen Fundamente gelegt für die nachfolgende Untersuchung. Ein dynamisches ökologisches Grundmodell wird eingebunden in ein ökonomisches Modell statischer Ressourcennutzung. Die Kapitel 3 und 4 haben die Dynamik des bio-ökonomischen Prozesses zum Inhalt. Zuerst wird in einem linearen dynamischen Modell eine optimale Nutzungsstrategie (heuristisch und über dynamische Optimierung) entwickelt und charakterisiert. In der Folge werden wesentliche Nachteile des linearen Ansatzes beseitigt in einem nichtlinearen Modell, welches gleichzeitig dazu dient, ein wichtiges qualitatives Konzept der Stabilitätsanalyse dynamischer Systeme auf einfache Weise vorzuführen. Kapitel 5 und 6 behandeln Verfeinerungen der statischen wie auch dynamischen Analyse durch die Berücksichtigung der Markt-(Absatz-)Seite und der staatlichen Regulie-

rung von Ressourcensystemen. Kapitel 7 und 8 sind mit speziellen Problemen der strategischen Interaktion von Ressourcennutzern und Jahrgangsmodellen der Ressourcenbewirtschaftung befaßt. Konzentriert sich die Darstellung bis hierhin auf fischereiliche Anwendungen, so werden in Kapitel 9 die grundlegenden Modelle forstwirtschaftlicher Ressourcennutzung vorgestellt.

Daran anschließend werden jüngste Entwicklungen diskutiert, die für Fischerei- und Forstwirtschaft, aber auch agrarökonomische Fragestellungen, gleichermaßen von Interesse sind. In Kapitel 10 werden als inhaltlich zentral Bestandseffekte auf die Regeneration natürlicher Ressourcen sowie ihre Implikationen für ein Ressourcenmanagement untersucht. Die Grundlage für dieses zehnte Kapitel liefert eine überarbeitete Darstellung eines Aufsatzes von Wolfgang Ströbele und Holger Wacker. Beispielhaft genannt seien hier Waldschädigungen durch Luftverschmutzung und Fischsterben durch Meeresverschmutzung. Die beiden letzten Kapitel schließlich sind befaßt mit ökologischen Interaktionen in Multi-Spezies-Systemen.

Da das Buch auch neue Forschungsergebnisse betont und durchgehend relative analytische Einfachheit anstrebt, ist es als Lehrbuch für verschiedene Zielgruppen einsetzbar. Frühere Versionen einzelner Kapitel wurden erfolgreich im volkswirtschaftlichen Hauptstudium, Teile in einer Mathematikvorlesung über Anwendungen der Theorie dynamischer Systeme an den Universitäten Oldenburg und Münster getestet. Denkbar ist aber auch ein sinnvoller Einsatz in einer Spezialisierungsveranstaltung für Betriebswirte, wie auch für Biologen im Studienschwerpunkt *Nutzung ökologischer Systeme* oder *Theoretische Ökologie*.

Besonderen Dank schulden wir Hartmut Clausen, der durch zahlreiche Anregungen und Hinweise bei der Korrektur der Entwürfe entscheidend zur Vollendung dieses Lehrbuches beigetragen hat. Den Studierenden, die während verschiedener Lehrveranstaltungen durch Kritik und konkrete Fragen zu einer Verbesserung des Manuskriptes hinsichtlich der Verständlichkeit und der Lesbarkeit beigetragen haben, sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Für die Endkorrektur der Grafiken danken wir Sven Flakowski.

Alle verbleibenden Mängel gehen selbstverständlich zu unseren Lasten.

Herrn Martin Weigert vom Oldenbourg-Verlag danken wir dafür, daß er zahlreiche Terminverschiebungen geduldig ertragen hat.

Münster

Holger Wacker und Jürgen Blank

Teil 1: Einleitung und Grundlagen

Kapitel 1: Regenerative Ressourcen

A. Thematische Abgrenzung und Differenzierung von Ressourcensystemen

a) Klassifizierung von Ressourcensystemen

Es gibt mehrere Möglichkeiten natürliche Ressourcen zu klassifizieren. So können sie nach ihren physischen Eigenschaften oder nach ihrer zeitlichen **Erneuerbarkeit** unterschieden werden. Eine physische Klassifizierung teilt die natürlichen Ressourcen in Umweltressourcen, biologische Ressourcen, Energie- und nicht-energetische Ressourcen ein. Bezüglich ihrer **Regenerationszeit** lassen sich die Ressourcen in reproduzierbare, regenerative und erschöpfbare Ressourcen unterteilen. **Erschöpfbar** ist eine natürliche Ressource dann, wenn ihre natürliche Erneuerungszeit jenseits der ökonomischen Relevanz liegt. So bilden sich zwar Öl-, Gas- und Kohlevorkommen laufend neu, doch braucht dieser Prozeß einige Jahrtausende, bis die Vorkommen über eine Größe verfügen, die ökonomisch genutzt werden kann. **Reproduzierbare Ressourcen** sind natürliche Ressourcen, deren **Regenerationszyklen** weniger als ein Jahr betragen und deren Reproduktionsprozeß durch **menschliche Eingriffe** gesteuert werden kann. Zwischen diesen beiden Positionen liegen die **regenerativen natürlichen Ressourcen**. Sie sind dadurch charakterisiert, daß sie sich ohne menschliche Eingriffe erneuern und die Reproduktionszeit mehr als ein Jahr aber weniger als 100-200 Jahre beträgt. In Tabelle 1.1 sind eine Reihe von natürlichen Ressourcen den beiden Klassifizierungskategorien zugeordnet. Die Einteilung läßt sich nicht stringent durchführen, so gehören Wälder zu den regenerativen Ressourcen, ihre Regenerationszeit beträgt mehr als ein Jahr, andererseits wird der Reproduktionsprozeß aber auch die menschliche Eingriffe wie Neuanpflanzungen, Wiederaufforstungen und Einschläge beeinflußt.

Dieses Lehrbuch beschränkt sich auf die ökonomische Analyse von Systemen regenerativer natürlicher Ressourcen. Der Bereich der regenerativen biologischen Ressourcen wird fast ausschließlich anhand der Anwendungsgebiete der Fischerei- und Forstwirtschaft vertiefend dargestellt. Es sollte aber immer berücksichtigt werden, daß die beschriebenen Modellansätze nicht nur auf die jeweiligen Anwendungsge-

biete beschränkt sind, sondern darüber hinaus Erklärungsansätze für weitere angrenzende Gebiete liefern.

Physisch **Zeitliche Erneuerbarkeit**	**Umweltressourcen**	**Biologische Ressourcen**	**Energieressourcen**	**Nichtenergetische Ressourcen, Mineralien**
Reproduzierbar	Lärm, (nichtdauerhafte) Luft- und Wasserverschmutzung	Agrarprodukte, Plantagenbewirtschaftung, Aquakultur	Solarenergie, Wasserkraft, Ethanol	Salz
Regenerativ	Grundwasser, dauerhafte Luft- und Wasser- und Bodenverschmutzung	Holzeinschlag, Fisch, Wild, Wale	Brennholz, Geothermie, Wasserkraft	
Erschöpfbar	Urzustand, Ozon, Wasserreservoirs	Bedrohte Tier- und Planzenarten	Erdöl, Erdgas, Kohle, Uran	Mineralien, Humusboden

Tabelle 1.1: Klassifikation von Ressourcensystemen

Da der Großteil der Anwendungsgebiete der Theorie regenerativer Ressourcen aus dem Bereich der Fischerei- und Forstwirtschaft kommt, werden wegen der Lesbarkeit des Buches, in den folgenden Kapiteln die Worte Fisch oder Forst als Synomyme für regenerative Ressourcen häufig auftauchen. Beide Wirtschaftszweige und ihre Besonderheiten werden zunächst kurz vorgestellt.

b) Fischereiwirtschaft

Noch gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wurden die Fischbestände in den Meeren als nahezu unbegrenzt angesehen und angenommen, daß die Höhe der Fangmenge den Bestand fast unbeeinflußt läßt. Erst die einsetzende Industrialisierung führte mit dem Einsatz von motorisierten und zunehmend größer werdenden Fangflotten zu der Erkenntnis, daß auch in der Fischereiwirtschaft die Ressourcen ein knappes Gut sind. Somit stellt sich für die Fischereiwirtschaft die Frage der optimalen Allokation der Ressourcen.

Verschiedene Fischarten lassen sich teilweise recht gut voneinander abgrenzen. Sie haben jeweils ihren speziellen Jahresrhythmus mit saisonalen Wanderungen, Laichgründen und -zeiten. Somit lassen sich viele Fischarten separat befischen, da es

kaum zu dauerhaften Populationsüberschneidungen kommt. Dies ermöglicht es, viele Fragestellungen in Form von Ein-Spezies-Modellen zu untersuchen.

Trotz der Abgrenzung der einzelnen Fischbestände bestehen zwischen diesen Wechselbeziehungen in Form von Nahrungsketten. Kleine und junge Fische dienen älteren Fischen der eigenen oder einer fremden Art als Nahrungsquelle. Diese Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Arten bilden den Schwerpunkt in den sogenannten Mehr-Spezies-Modellen. Um das Überleben einer Art zu sichern, muß dafür gesorgt werden, daß die Fische in der Lage sind sich fortzupflanzen. Somit ist es nicht sinnvoll, noch nicht geschlechtsreife Fische abzufischen. Ebenso führt eine Befischung der noch nicht ausgewachsenen Fische zu einer ineffizienten Nutzung der Ressource. Die Frage der optimalen Nutzung von Alters- oder Gewichtsklassen wird in den Kohortenmodellen untersucht. In der Fischereiwirtschaft ist folglich je nach Fragestellung und Fischart die geeignete Modellvariante zur Untersuchung der optimalen Nutzung dieser regenerativen natürlichen Ressource anzuwenden.

c) Forstwirtschaft

Während Meeresfische, im Gegensatz zur Teichfischerei oder der Aquakultur, wie der Lachszüchtung in Norwegen oder Schottland, eine typische regenerative Ressource sind, deren Regeneration ohne direkte menschliche Eingriffe erfolgen, stellt sich die Situation in der Forstwirtschaft anders dar. Die Regenerationsfähigkeit wirtschaftlich genutzter Wälder unterliegt direkt menschlichen Eingriffen. Je nach ihrer wirtschaftlichen Nutzung lassen sich folgende Waldtypen unterscheiden:

Primärwald: Urwald, der ohne anthropogenes Zutun gewachsen ist und weiterhin unbeeinflußt bleibt.

Sekundärwald: Nach anthropogenem Eingriff (Rodung, selektiver Einschlag) nachwachsender Wald.

Altersklassenwald: Wirtschaftswald mit Bäumen gleichen Alters und gleicher Art. Nach Erreichen der Schlagreife werden die Bäume abgeerntet, anschließend wieder neu aufgeforstet (Plantagenwirtschaft).

Naturgemäß bewirtschafteter Wald: Selektive Nutzung heterogener Baumarten unterschiedlichen Alters. Bäume wachsen durch natürliche Verjüngung nach.

Nur der Waldtyp des naturgemäß bewirtschafteten Waldes fällt im engeren Sinne unter den Begriff regenerative natürliche Ressource, wie er oben definiert ist. Die andere Extremform der Waldnutzung stellt die Plantagenwirtschaft dar. Bei der Plantagenwirtschaft wird die Regeneration eines abgeernteten (Teil-)Bestandes

durch menschlichen Einfluß unterstützt oder überhaupt erst in Gang gesetzt. Diese Bewirtschaftungsmethode entspricht dem Fischfarming oder der Aquakultur in der Fischindustrie. Natürliche Ressourcen, deren Regeneration durch den Menschen beschleunigt oder erst initiiert wird, werden als **regenerierbare oder reproduzierbare Ressourcen** bezeichnet. Regenerierbare Ressourcen setzen aber die Regenerativität der Ressource voraus.

B. Besondere Aspekte bei der Nutzung regenerativer natürlicher Ressourcen

a) Eigentumsrechte

Die Bedeutung der Eigentumsrechte zeigt sich besonders deutlich bei der Bewirtschaftung regenerativer Ressourcen. Viele regenerative Ressourcen unterliegen keinem exklusiven Eigentumsrecht. Bei den nicht-exklusiven Eigentumsrechten ist zum einen das **Allmendegut** (common property) und zum anderen der **freie Marktzutritt** (open access) zu unterscheiden. Während bei einem Allmendegut die Eigentumsrechte bei einer Gruppe von Individuen liegen, Außenstehende aber ausgeschlossen sind, kann bei einem freien Marktzutritt keiner ausgeschlossen werden. Die Wirkungen dieser beiden Ausgestaltungsformen von Eigentumsrechten nähern sich einander mit zunehmender Größe der Mitgliederzahl einer Allmende an. Der Zustand eines freien Marktzutrittes findet sich in der traditionellen Wirtschaftstheorie als zentrale Annahme, die zu einer effizienten und optimalen Ressourcenallokation führt. Im Gegensatz dazu führt ein freier Marktzutritt bei natürlichen regenerativen Ressourcen nicht zu einer effizienten Marktallokation, sondern zu einer Übernutzung der Ressource. Besonders deutlich wird dies am Beispiel der Fischereiwirtschaft. Meeresfische haben in der Regel keinen Eigentümer. Offensichtlich ist dies für Fische außerhalb von Hoheitszonen, diese liegen außerhalb von Nationalstaaten und unterliegen keiner nationalen Jurisdiktion. Eigentumsrechte sind somit grundsätzlich auch nicht zuweisbar. Durch Bildung von supranationalen Institutionen, wie die Vereinten Nationen durch ihre UN-Seerechtskonvention, wird versucht, regulierend einzugreifen, dennoch kann jeder, sei es ein einzelnes Individuum oder ein Staat, diese Ressourcen nutzen. Aber auch in der Küstenfischerei ist ein Fisch oder Fischschwarm keinem Eigentümer direkt zugeordnet. Jeder hat folglich freien Zugang zu dieser natürlichen Ressource. Im zweiten Teil dieses Lehrbuches werden die Folgen eines offenen Zugangs in der Fischereiwirtschaft dargestellt und gezeigt, daß die Marktallokation bei freiem Zutritt nicht effizient ist. Um effiziente Ergebnisse erzielen zu können, müssen entweder Eigentumsrechte an der natürlichen regenerativen Ressource verliehen werden oder eine Regulierungsinstanz muß für eine effiziente Allokation durch Einführung von Steuerungsinstrumenten sorgen.

Eindeutiger geregelt sind die Eigentumsrechte im Bereich der Forstwirtschaft, der im dritten Teil betrachtet wird. Obwohl im Mittelalter Wälder überwiegend Allmendegüter waren, gab es auch schon in dieser Zeit ausgewiesene Eigentumsrechte an Waldbeständen, sei es, daß sie einem adligen Gutsbesitzer oder dem König gehörten. Heute sind Wälder oder Forstbestände zum einen Teil in Privateigentum, zum anderen in staatlichem Eigentum, wobei die Nutzung reguliert ist.

Die Eigentumsstruktur wichtiger natürlicher Ressourcen kann durch drei Faktoren in Richtung eines Regimes des freien Zugangs verschoben werden, wodurch sich die Steuerung bei Übernutzung als zusätzlich verkomplizierendes Phänomen darstellt:

- Hohe Ausschlußkosten (Exklusionskosten), wenn, wie im Falle der Weltmeere, Durchsetzung und Kontrolle von Eigentumsrechten praktisch nahezu unmöglich sind;
- hohe interne Koordinierungskosten, wenn exklusive Rechte geteilt werden und manche Ressourcennutzer Renten in Form von über die allgemeine Faktorentlohnung hinausreichenden Gewinnen erwirtschaften, die einen internen Wettbewerb verursachen, der zur Übernutzung der Ressource führt;
- eine staatlich (durch-)gesetzte Beschränkung in Form der Schaffung freien Zugangs, beispielsweise zum Zwecke der Gleichbehandlung und Vermeidung sozialer Friktionen in Regionen, in welchen die Nutzung einer Ressource einen nicht unwesentlichen Beitrag zur Wertschöpfung leistet. Dies trifft unter anderem für die texanische Shrimp-Industrie zu, eine der bedeutendsten Fischereien in den USA. Warum Staaten überhaupt zulassen, daß natürliche Ressourcen, die sich (wenigstens) formal im Eigentum dieser Staaten befinden, übernutzt werden, ist bis heute im Grunde unklar, da nur sehr unzureichend untersucht.

b) Die zeitliche Nutzung

Die Nutzung einer regenerativen natürlichen Ressource erfordert es, daß Entscheidungen über deren Nutzung zu unterschiedlichen Zeitpunkten getroffen werden müssen. Dabei beeinflussen einmal getroffene Entscheidungen jetzige und künftige Entscheidungen. Wird beispielsweise ein Fischschwarm heute intensiv befischt, so daß sein Bestand sehr klein wird, kann morgen entsprechend weniger gefischt werden, wobei die Regeneration des Fischbestandes allerdings zu beachten ist. Aus diesem Grunde ist die einfache statische oder komparativ-statische Analyse oft nicht hinreichend, und es muß eine dynamische Analyse erfolgen. Eine dynamische Analyse erfordert, daß Erlöse und Kosten, die in verschiedenen Perioden anfallen, bewertet werden müssen. In einem marktwirtschaftlich organisiertem System erfolgt die Gewichtung der Zukunfts-/Gegenwartspäferenzen über den **Marktzins**. Der

Marktzins kann als ein gewichteter Durchschnitt verschiedener Zinsarten angesehen werden. Ein hoher Marktzins bedeutet somit eine hohe Zeitpräferenzrate, die Gegenwart wird gegenüber der Zukunft relativ hoch bewertet. Ein Zinssatz von 0,08 führt dazu, daß in neun Jahren anfallende Erlöse oder Kosten nur halb so hoch bewertet werden wie zum heutigen Zeitpunkt. 2000 DM, die in neun Jahren ausgezahlt werden, sind bei einem Zinssatz von δ = 0,08 heute also 1000 DM wert. Der Gegenwartswert PV ergibt sich aus der bekannten Formel: $PV = \frac{V}{(1+\delta)^t}$ mit V als laufend anfallende Erlöse bzw. Kosten. Je niedriger der Zinssatz und damit die Zeitpräferenzrate ist, desto stärker wird die Zukunft gewichtet. So führt ein Zinssatz von 0,04 bei gleicher Laufzeit auf einen Gegenwartswert von 1405 DM. Im Falle regenerativer Ressourcen, kann sich ein **langfristiges bio-ökonomisches Gleichgewicht** einstellen, bei dem sich der Ressourcenbestand trotz Nutzung nicht verändert. Die optimale Nutzung eines Bestandes einer natürlichen regenerativen Ressource führt dazu, daß dieses langfristige bio-ökonomische Gleichgewicht, das sogenannte **Steady-State-Gleichgewicht**, angestrebt wird. Ist der Anfangsbestand größer als der Steady-State-Gleichgewichtsbestand, so wird die Ressource stärker genutzt als sie sich regenerieren kann, bis der Bestand auf den Steady-State-Wert gesunken ist. Die Höhe des Marktzinses als Ausdruck zeitlicher Präferenz („Ungeduld") bestimmt nun das Steady-State-Gleichgewicht. Die qualitative Wirkung unterschiedlicher **Zeitpräferenzraten** in bezug auf den Ertrag aus der dauerhaften Nutzung zeigt die Abbildung 1.1.

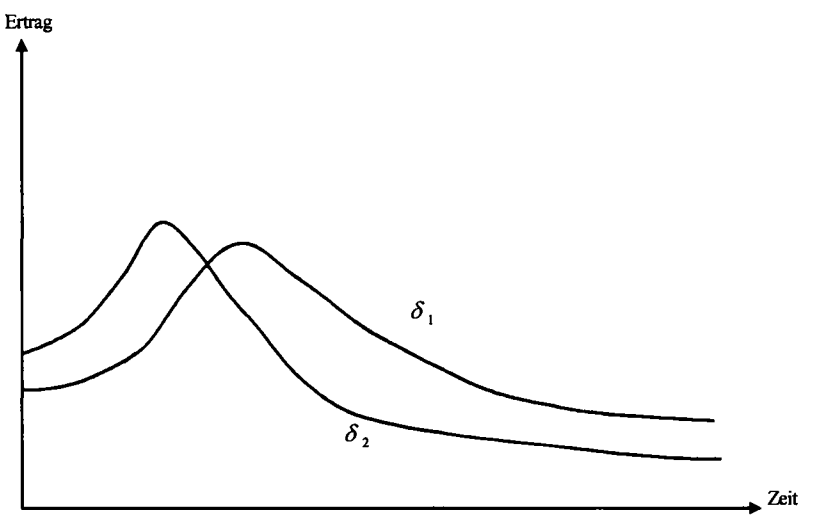

Abbildung 1.1: Die Wirkung unterschiedlicher Zeitpräferenzraten auf den Ertragspfad