

# Wirtschafts Wachstum

Von  
**Robert J. Barro**  
Harvard University  
und  
**Xavier Sala-i-Martin**  
Yale University

R. Oldenbourg Verlag München Wien

# Inhaltsverzeichnis

<b>Geleitwort</b>	<b>xii</b>
<b>Vorwort</b>	<b>xiv</b>
<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1 Die Bedeutung des Wachstums . . . . .	1
1.2 Empirische Merkmale des Wirtschaftswachstums . . . . .	5
1.3 Ein Überblick über die moderne Wachstumstheorie . . . . .	11
<b>1 Wachstumstheorie mit exogener Sparquote</b>	
<b>(Das Solow-Swan-Modell)</b>	<b>17</b>
1.1 Die Grundlagen der Modelle . . . . .	17
1.2 Das neoklassische Modell von Solow und Swan . . . . .	19
1.2.1 Die neoklassische Produktionsfunktion . . . . .	19
1.2.2 Die grundlegende Bewegungsgleichung für den Kapitalstock	21
1.2.3 Das langfristige Gleichgewicht . . . . .	22
1.2.4 Die Goldene Regel der Kapitalakkumulation und dynamische Ineffizienz . . . . .	23
1.2.5 Dynamik in der Übergangszeit . . . . .	26
1.2.6 Wirtschaftspolitische Experimente . . . . .	29
1.2.7 Ein Beispiel mit Cobb-Douglas-Technik . . . . .	30
1.2.8 Absolute und bedingte Konvergenz . . . . .	30
1.2.9 Konvergenz und Dispersion des Pro-Kopf-Einkommens .	36
1.2.10 Technischer Fortschritt . . . . .	38
1.2.11 Ein quantitatives Maß für die Geschwindigkeit der Konvergenz . . . . .	43
1.3 Modelle des endogenen Wachstums . . . . .	45
1.3.1 Das Af-Modell . . . . .	45
1.3.2 Endogenes Wachstum im Übergang . . . . .	48
1.3.3 Produktionsfunktionen mit konstanter Substitutionselastizität . . . . .	51
1.3.4 Die Leontief-Produktionsfunktion und die Harrod-Domar-Kontroverse . . . . .	54
1.3.5 Armutsfallen in Wachstumsmodellen . . . . .	57
Anhang: Beweise der verschiedenen Aussagen . . . . .	61
Zum Beweis wesentlicher Produktionsfaktoren in einer neoklassischen Produktionsfunktion . . . . .	61
Eigenschaften des Konvergenzkoeffizienten im Solow-Swan-Modell . . . . .	62
Zum Beweis der arbeitsvermehrenden Art des technischen Fortschritts . . . . .	63

Eigenschaften der CES-Produktionsfunktion . . . . .	64
Aufgaben . . . . .	65
<b>Wachstumsmodelle des optimalen Konsums</b>	
<b>(Das Ramsey-Modell)</b> <span style="float: right;">68</span>	
2.1 Haushalte . . . . .	69
2.1.1 Aufbau des Modells . . . . .	69
2.1.2 Bedingungen erster Ordnung . . . . .	72
2.2 Unternehmen . . . . .	77
2.3 Gleichgewicht . . . . .	80
2.4 Alternative Interpretationen des Modells . . . . .	82
2.5 Das langfristige Gleichgewicht . . . . .	82
2.6 Die Dynamik des Modells im Übergang . . . . .	86
2.6.1 Das Phasendiagramm . . . . .	86
2.6.2 Der Verlauf des stabilen Arms . . . . .	87
2.6.3 Das Verhalten der Sparquote . . . . .	88
2.6.4 Die Zeitpfade des Kapitalstocks und des Outputs . . . . .	92
2.6.5 Geschwindigkeiten der Konvergenz . . . . .	92
Anhang 2A: Logarithmische Linearisierung des Ramsey-Modells . . . . .	101
Anhang 2B: Das Verhalten der Sparquote . . . . .	103
Anhang 2C: Beweis der monoton fallenden Wachstumsrate $y_{\sim k}$ für den Startwert $k(0) < k^*$ . . . . .	104
Aufgaben . . . . .	107
<b>Die offene Volkswirtschaft, endliche Planungshorizonte und Anpassungskosten</b> <span style="float: right;">111</span>	
3.1 Das Ramsey-Modell für eine offene Volkswirtschaft . . . . .	111
3.1.1 Aufbau des Modells . . . . .	111
3.1.2 Das Verhalten des Kapitalstocks und des Outputs einer kleinen Volkswirtschaft . . . . .	113
3.1.3 Das Verhalten des Konsums und des Vermögens einer kleinen Volkswirtschaft . . . . .	114
3.1.4 Das Gleichgewicht der Welt . . . . .	115
3.2 Die Weltwirtschaft mit einer Beschränkung des internationalen Kredits . . . . .	116
3.2.1 Aufbau eines Modells mit physischem Kapital und Humankapital . . . . .	117
3.2.2 Die geschlossene Volkswirtschaft . . . . .	118
3.2.3 Die offene Volkswirtschaft . . . . .	119
3.3 Variationen der Parameter der Präferenzen . . . . .	125
3.4 Ökonomisches Wachstum in einem Modell mit endlichem Planungshorizont . . . . .	127
3.4.1 Wahlmöglichkeiten in einem Modell mit endlichem Horizont	127
3.4.2 Das Modell einer geschlossenen Volkswirtschaft mit endlichem Horizont . . . . .	132

3.4.3	Das Modell einer offenen Volkswirtschaft mit endlichem Horizont . . . . .	135
3.5	Anpassungskosten der Investitionen . . . . .	138
3.5.1	Das Verhalten der Unternehmen . . . . .	138
3.5.2	Gleichgewicht für einen gegebenen Zinssatz . . . . .	142
3.5.3	Gleichgewicht einer geschlossenen Volkswirtschaft mit gegebener Sparquote. . . . .	146
3.6	Einige Schlußfolgerungen . . . . .	147
	Anhang: Modelle der überlappenden Generationen . . . . .	148
	Haushalte . . . . .	149
	Unternehmen . . . . .	151
	Gleichgewicht . . . . .	151
	Das langfristige Gleichgewicht . . . . .	153
	Die Goldene Regel und dynamische Effizienz . . . . .	154
	Dynamik . . . . .	156
	Altruismus, Nachlässe und unendliche Planungshorizonte . . . . .	157
	Aufgaben . . . . .	160
	<b>Ein-Sektor-Modelle des endogenen Wachstums</b>	<b>163</b>
4.1	Das Atf-Modell . . . . .	164
4.1.1	Das Verhalten der Haushalte . . . . .	164
4.1.2	Das Verhalten der Unternehmen . . . . .	164
4.1.3	Das Gleichgewicht . . . . .	165
4.1.4	Dynamik des Übergangs . . . . .	166
4.1.5	Determinanten der Wachstumsrate . . . . .	167
4.2	Ein Ein-Sektor-Modell mit physischem Kapital und Humankapital	168
4.3	Modelle mit <i>learning-by-doing</i> und Diffusion des Wissens . . . . .	170
4.3.1	Technik . . . . .	170
4.3.2	Gleichgewicht . . . . .	173
4.3.3	Pareto-Ineffizienz und Implikationen für die Wirtschaftspolitik . . . . .	174
4.3.4	Ein Beispiel mit Cobb-Douglas-Technik . . . . .	175
4.3.5	Skaleneffekte . . . . .	176
4.4	Staat und Wachstum . . . . .	177
4.4.1	Das Modell öffentlicher Produktionsleistungen . . . . .	178
4.4.2	Das Modell der Überlastung in der Produktion staatlicher Dienstleistungen . . . . .	184
4.5	Die Dynamik des Übergangs in einem Modell des endogenen Wachstums . . . . .	187
4.5.1	Ein Beispiel mit Cobb-Douglas-Technik . . . . .	188
4.5.2	Ein Beispiel mit CES-Technik . . . . .	192
4.6	Abschließende Bemerkungen . . . . .	194
	Anhang: Bedingungen für endogenes Wachstum in dem Ein-Sektor-Modell . . . . .	194
	Aufgaben . . . . .	197

<b>Zwei-Sektoren-Modelle des endogenen Wachstums (unter besonderer Berücksichtigung der Rolle des Humankapitals)</b>	<b>200</b>
5.1 Ein Ein-Sektor-Modell mit physischem Kapital und Humankapital	201
5.1.1 Das Grundmodell . . . . .	201
5.1.2 Die Beschränkung der nichtnegativen Bruttoinvestitionen . . . . .	204
5.2 Unterschiedliche Techniken für Produktion und Bildung . . . . .	209
5.2.1 Das Modell mit zwei Produktionssektoren . . . . .	209
5.2.2 Das Uzawa-Lucas-Modell . . . . .	213
5.2.3 Das verallgemeinerte Uzawa-Lucas-Modell. . . . .	228
5.2.4 Das Modell mit umgekehrten Faktorintensitäten. . . . .	229
5.3 Die Bedingungen für endogenes Wachstum . . . . .	230
5.4 Zusammenfassende Bemerkungen. . . . .	233
Anhang 5A: Die Übergangsdynamik im Ein-Sektor-Modell mit Ungleichungsbeschränkungen der Bruttoinvestitionen . . . . .	234
Anhang 5B: Lösung des Uzawa-Lucas-Modells. . . . .	237
Anhang 5C: Das Modell mit umgekehrten Faktorintensitäten. . . . .	242
Aufgaben . . . . .	244
<b>Änderung der Technik: Modelle mit zunehmender Produktvielfalt</b>	<b>247</b>
6.1 Modelle mit einer Vielfalt an Zwischenprodukten. . . . .	248
6.1.1 Produktion mit einer gegebenen Anzahl von Zwischenprodukten . . . . .	248
6.1.2 Zunehmende Produktvielfalt . . . . .	250
6.1.3 Haushalte und Marktgleichgewicht . . . . .	254
6.1.4 Determinanten der Wachstumsrate. . . . .	255
6.1.5 Pareto-Optimalität. . . . .	256
6.1.6 Verfall der Monopolmacht . . . . .	260
6.1.7 Romers Modell des technischen Wandels. . . . .	264
6.2 Modelle mit vielfältigen Konsumgütern . . . . .	268
6.2.1 Varianten an Konsumgütern . . . . .	269
6.2.2 Ein Vergleich der Auswahl an Konsumgütern mit der Auswahl an Zwischenprodukten. . . . .	275
6.3 Abschließende Bemerkungen. . . . .	276
Aufgaben . . . . .	277
<b>Änderung der Technik: Modelle mit Verbesserungen der Produktqualität</b>	<b>280</b>
7.1 Skizze des Modells. . . . .	281
7.2 Das Verhalten der Unternehmen . . . . .	282
7.2.1 Die Qualitätsniveaus in der Produktionstechnik. . . . .	282
7.2.2 Der Anreiz zur Innovation . . . . .	288
7.2.3 Das Verhalten des aggregierten Qualitätsindexes . . . . .	293
7.2.4 Der Marktwert der Unternehmen . . . . .	294
7.3 Haushalte und Marktgleichgewicht . . . . .	295
7.4 Innovation durch den Marktführer. . . . .	297

7.4.1	Der Marktführer als monopolistischer Forscher . . . . .	298
7.4.2	Forschung durch Außenseiter . . . . .	301
7.5	Pareto-Optimalität . . . . .	302
7.6	Zusammenfassende Bemerkungen zum Wachstum . . . . .	307
Aufgaben	. . . . .	307
<b>8</b>	<b>Die Diffusion der Technik</b>	<b>310</b>
8.1	Ein Initiator-Imitator-Modell . . . . .	311
8.1.1	Das Verhalten der Innovatoren im führenden Land . . . . .	312
8.1.2	Das Verhalten der Imitatoren im nachfolgenden Land . . . . .	313
8.1.3	Variierende Kosten der Imitation . . . . .	317
8.1.4	Empirische Implikationen für die Konvergenz . . . . .	320
8.2	Wechselseitige Erfindungen und Imitationen . . . . .	322
8.3	Direktinvestitionen . . . . .	323
8.4	Rollenwechsel . . . . .	326
8.5	Zusammenfassende Bemerkungen zur Diffusion und zum Wachstum	328
Aufgaben	. . . . .	329
<b>9</b>	<b>Arbeitsangebot und Bevölkerung</b>	<b>333</b>
9.1	Wanderungen in Modellen des Wirtschaftswachstums . . . . .	333
9.1.1	Wanderungen im Solow-Swan-Modell . . . . .	334
9.1.2	Wanderungen im Ramsey-Modell . . . . .	344
9.1.3	Das Braun-Modell der Wanderungen und des Wachstums .	350
9.2	Die Wahl der Geburtenrate . . . . .	360
9.2.1	Ein Ansatz der überlappenden Generationen . . . . .	361
9.2.2	Das Modell in stetiger Zeit . . . . .	364
9.3	Die Wahl zwischen Arbeitszeit und Freizeit . . . . .	376
Anhang:	Die Form der Nutzenfunktion mit Konsum und Arbeitsleistung	381
Aufgaben	. . . . .	383
<b>10</b>	<b>Daten zum Wirtschaftswachstum, Wachstumsrechnung</b>	<b>386</b>
10.1	Paneldaten für die Länder . . . . .	386
10.2	Langfristige Daten über das Bruttoinlandsprodukt . . . . .	388
10.3	Regionale Datensätze . . . . .	397
10.3.1	Daten für Staaten der USA . . . . .	397
10.3.2	Daten für europäische Regionen . . . . .	399
10.3.3	Daten für kanadische Provinzen . . . . .	401
10.3.4	Daten für japanische Präfekturen . . . . .	402
10.4	Wachstumsrechnung . . . . .	402
10.4.1	Allgemeiner Aufbau . . . . .	402
10.4.2	Diskrete Zeit und variable Faktorertragsquoten . . . . .	405
10.4.3	Die Messung der Ertragsquoten und der Wachstumsraten der Inputs . . . . .	405
10.4.4	Ergebnisse der Wachstumsrechnung . . . . .	408

10.4.5 Erweiterungen zur Einbeziehung der Forschung und Entwicklung . . . . .	409
10.4.6 Grenzen der Wachstumsrechnung . . . . .	411
<b>11 Empirische Analyse regionaler Daten</b>	<b>443</b>
11.1 Zwei Konzepte der Konvergenz . . . . .	444
11.2 Konvergenz der US-Staaten . . . . .	448
11.2.1 y8-Konvergenz . . . . .	448
11.2.2 Meßfehler . . . . .	454
11.2.3 CT-Konvergenz . . . . .	455
11.3 Konvergenz der japanischen Präfekturen . . . . .	456
11.3.1 $\wedge$ -Konvergenz . . . . .	456
11.3.2 cr-Konvergenz der Präfekturen . . . . .	460
11.4 Konvergenz der europäischen Regionen . . . . .	461
11.4.1 $\wedge$ -Konvergenz . . . . .	461
11.4.2 CT-Konvergenz . . . . .	465
11.5 Wanderungen zwischen den US-Staaten . . . . .	466
11.6 Wanderungen zwischen den japanischen Präfekturen . . . . .	469
11.7 Wanderungen zwischen den europäischen Regionen . . . . .	474
11.8 Wanderungen und Konvergenz . . . . .	476
11.9 Schlußfolgerungen . . . . .	479
<b>12 Empirische Analyse eines Querschnitts von Ländern</b>	<b>481</b>
12.1 Die Verlierer und Gewinner der Jahre 1965 bis 1985 . . . . .	482
12.2 Die empirische Analyse der Wachstumsraten . . . . .	488
12.2.1 Wirkungen der Zustandsvariablen . . . . .	490
12.2.2 Kontroll- und Rahmenvariablen . . . . .	491
12.3 Regressionsergebnisse für die Wachstumsraten . . . . .	493
12.3.1 Eine grundlegende Regression . . . . .	493
12.3.2 Test der Stabilität der Koeffizienten . . . . .	507
12.3.3 Zusätzliche erklärende Variablen . . . . .	507
12.3.4 Daten der Weltbank zum Bruttoinlandsprodukt . . . . .	517
12.3.5 Ergebnisse einer einzelnen Querschnittsanalyse . . . . .	519
12.4 Ursachen des Wachstums langsam und schnell wachsender Länder	520
12.5 Empirische Analyse der Investitionsquote . . . . .	526
12.6 Empirische Analyse der Fruchtbarkeit und der Gesundheit . . . . .	528
12.6.1 Ergebnisse für die Geburtenrate . . . . .	528
12.6.2 Ergebnisse für die Gesundheit . . . . .	530
12.7 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen zum Wachstum . . . . .	531
<b>Anhang zu den mathematischen Methoden</b>	<b>538</b>
1 Differentialgleichungen . . . . .	539
1.1 Einführung . . . . .	539
1.2 Gewöhnliche Differentialgleichungen erster Ordnung . . . . .	541
1.3 Systeme linearer gewöhnlicher Differentialgleichungen . . . . .	548

2	Statische Optimierung . . . . .	572
2.1	Unbeschränkte Maxima . . . . .	572
2.2	Klassische nichtlineare Programmierung: Nebenbedingungen als Gleichungen . . . . .	573
2.3	Nebenbedingungen als Ungleichungen: Die Kuhn-Tucker-Bedingungen . . . . .	575
3	Dynamische Optimierung in der kontinuierlich erfaßten Zeit . . . . .	580
3.1	Einführung . . . . .	580
3.2	Das typische Problem . . . . .	581
3.3	Heuristische Ableitung der Bedingungen erster Ordnung .	582
3.4	Transversalitätsbedingungen . . . . .	585
3.5	Das Verhalten der Hamilton-Funktion über die Zeit . . . . .	586
3.6	Hinreichende Bedingungen . . . . .	586
3.7	Unendlicher Zeithorizont . . . . .	586
3.8	Beispiel: Das neoklassische Wachstumsmodell . . . . .	588
3.9	Transversalitätsbedingungen in Problemen mit unendlichem Zeithorizont . . . . .	590
3.10	Zusammenfassung des Verfahrens zur Bestimmung der Bedingungen erster Ordnung . . . . .	591
3.11	Hamilton-Funktionen in bezug auf den Barwert und auf den Zeitwert . . . . .	593
3.12	Mehrere Variablen . . . . .	594
4	Nützliche Ergebnisse des Matrizenkalküls: Eigenwerte, Eigenvektoren und Diagonalisierung der Matrizen . . . . .	594
5	Hilfreiche Ergebnisse aus der Analysis . . . . .	597
5.1	Der Satz über implizite Funktionen . . . . .	597
5.2	Der Satz von Taylor . . . . .	598
5.3	Die Regel von l'Hôpital . . . . .	599
5.4	Partielle Integration . . . . .	600
5.5	Der Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung . . . . .	600
5.6	Regeln zur Differentiation von Integralen . . . . .	601
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>603</b>
	<b>Verzeichnis der Autoren</b>	<b>615</b>
	<b>Sachverzeichnis</b>	<b>619</b>