

vwlfibel

Makroökonomie

von

Axel Hillmann

Achtzehnte Auflage

Textauszug

vwlfibel

Einführung in die Wirtschaftswissenschaft

Theorie der Marktwirtschaft

Makroökonomie

Marktversagen

Markt und Staat

Öffentliche Ausgaben

Repetitorium Axel Hillman

Inhaltsverzeichnis

Textauszug

Seite

1	Einführung	1
2	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung	5
	2.1 Grundlagen	5
	2.2 Lösungen der Übungsaufgabe	11
	2.3 Lösungen der Klausuraufgaben	11
3	Produktionsfunktion	19
	3.1 Grundlagen	20
	3.2 Lösungen der Übungsaufgaben	27
	3.3 Lösungen der Klausuraufgaben	28
4	Gütermarkt	33
	4.1 Spar– und Konsumfunktion	34
	4.2 Investitionsfunktion	37
	4.3 Keynesianischer Gütermarkt	38
	4.4 Neoklassischer Gütermarkt	46
	4.5 Lösungen der Übungsaufgaben	49
	4.6 Lösungen der Klausuraufgaben	51
5	Geldmarkt	59
	5.1 Einführung	59
	5.2 Geldnachfrage	62
	5.3 Keynesianischer Geldmarkt	64
	5.4 Neoklassischer Geldmarkt	69
	5.5 Lösungen der Übungsaufgaben	72
	5.6 Lösungen der Klausuraufgaben	74
6	Arbeitsmarkt	79
	6.1 Arbeitsnachfrage und Arbeitsangebot	79
	6.2 Keynesianischer Arbeitsmarkt	81
	6.3 Neoklassischer Arbeitsmarkt	85
	6.4 Lösungen der Übungsaufgaben	89
	6.5 Lösungen der Klausuraufgaben	91
7	Aggregierte Nachfrage	97
	7.1 IS–LM–Modell	98
	7.1.1 Fiskalpolitik	101
	7.1.2 Geldpolitik	108
	7.2 Rolle der Erwartungen	112
	7.3 Lösungen der Übungsaufgaben	123
	7.4 Lösungen der Klausuraufgaben	125
8	Aggregiertes Angebot	131
	8.1 Preissetzungs– und Produktionsfunktion	131
	8.2 Neoklassisches vs. Keynesianisches Modell	135
	8.3 Arbeitslosigkeit und Inflation: Die Phillips–Kurve	139
	8.4 Staat als Akteur	150
	8.5 Lösungen der Übungsaufgaben	154
	8.6 Lösungen der Klausuraufgaben	156

9	Keynesianisches Total-Modell	171
9.1	Störung auf dem Gütermarkt	175
9.2	Störung auf dem Geldmarkt	184
9.3	Störung auf dem Arbeitsmarkt	189
9.4	Kapitalstockvariation	193
9.5	Keynesianische Spezialfälle	198
9.6	Zusammenfassung	202
9.7	Lösungen der Übungsaufgaben	205
9.8	Lösungen der Klausuraufgaben	212
10	Neoklassisches Total-Modell	241
10.1	Störung auf dem Gütermarkt	242
10.2	Störung auf dem Arbeitsmarkt	242
10.3	Störung auf dem Geldmarkt	245
10.4	Kapitalstockvariation	247
10.5	Zusammenfassung	249
10.6	Lösungen der Übungsaufgaben	250
10.7	Lösungen der Klausuraufgaben	253
11	Offene Volkswirtschaft	259
11.1	Einführung	259
11.2	Devisenmarkt	264
11.3	Totalmodell	268
11.4	Lösungen der Übungsaufgaben	282
11.5	Lösungen der Klausuraufgaben	284
12	Allgemeine Ankreuzaufgaben	305
13	Mathehilfen	325
13.1	Totales Differenzieren	325
13.2	Lösen linearer Gleichungssysteme	329
13.3	Graphen zeichnen	336
13.4	Diverse Rechenregeln	338

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Gesamtwirtschaftliches Kreislaufmodell	6
Abb. 2: Cobb–Douglas–Produktionsfunktion	22
Abb. 3: Isoquante bei substituierbaren Faktoren	24
Abb. 4: Skalenerträge	25
Abb. 5: Keynesianische Konsumfunktion	35
Abb. 6: IS–Kurve	40
Abb. 7: Grafische Herleitung der IS–Kurve	41
Abb. 8: IS–Kurve – Wirkung einer Steuererhöhung 1	42
Abb. 9: IS–Kurve – Wirkung einer Steuererhöhung 2	42
Abb. 10: IS–Kurve bei einer Investitionsfalle	44
Abb. 11: Grafische Herleitung der IS–Kurve bei einer Investitionsfalle	45
Abb. 12: Neoklassischer Gütermarkt	46
Abb. 13: Staatsausgabenerhöhung am neoklassischen Gütermarkt	48
Abb. 14: LM–Kurve	64
Abb. 15: Grafische Herleitung der LM–Kurve 1	66
Abb. 16: Grafische Herleitung der LM–Kurve 2	66
Abb. 17: LM–Kurve – Wirkung einer Geldmengenerhöhung	67
Abb. 18: LM–Kurve bei einer Liquiditätsfalle	69
Abb. 19: Neoklassischer Geldmarkt	69
Abb. 20: Keynesianischer Arbeitsmarkt – Lohnerhöhung	82
Abb. 21: Unterbeschäftigungsgleichgewicht	83
Abb. 22: Neoklassischer Arbeitsmarkt	85
Abb. 23: Kapitalstockerhöhung am neoklassischer Arbeitsmarkt	86
Abb. 24: IS–LM–Modell	98
Abb. 25: AD–Kurve	99
Abb. 26: IS–LM–Modell: Wirkung einer Staatsausgabenerhöhung	104
Abb. 27: IS–LM–Modell: Wirkung einer Steuererhöhung	106
Abb. 28: IS–LM–Modell: Neoklassische Geldnachfrage	107
Abb. 29: IS–LM–Modell: Wirkung einer Geldmengenerhöhung	109
Abb. 30: IS–LM–Modell: Investitionsfalle	110
Abb. 31: IS–LM–Modell: Liquiditätsfalle	111
Abb. 32: IS–LM–Modell mit Erwartungen	116
Abb. 33: IS–LM–Modell mit Erwartungen: Staatsausgabenerhöhung	118
Abb. 34: IS–LM–Modell mit Erwartungen: Geldmengenerhöhung	120

Abb. 35: IS–LM–Modell mit Erwartungen: Erwartungsänderung	121
Abb. 36: Grafische Herleitung der AS–Kurve	132
Abb. 37: AS–Kurve – Wirkung einer Kapitalstockerhöhung	135
Abb. 38: AS–Kurve in der sehr kurzen Frist	135
Abb. 39: AS–Kurve – Nachfrageerhöhung in der sehr kurzen Frist	136
Abb. 40: AS–Kurve – Nachfrageerhöhung in der kurzen Frist	136
Abb. 41: AS–Kurve in der langen Frist	137
Abb. 42: AS–Kurve – Nachfrageerhöhung in der langen Frist	137
Abb. 43: Ursprüngliche Phillips–Kurve	139
Abb. 44: Langfristiges Arbeitsmarktgleichgewicht und natürliche Arbeitslosenrate	141
Abb. 45: Neue AS–Kurve	144
Abb. 46: Phillips–Kurve bei statischer Inflationserwartung	145
Abb. 47: Phillips–Kurve bei adaptiver Inflationserwartung	146
Abb. 48: Phillips–Kurve bei rationaler Inflationserwartung	148
Abb. 49: Keynesianisches Total–Modell	174
Abb. 50: Keynesianisches Modell – Wirkung einer Steuererhöhung	181
Abb. 51: Keynesianisches Modell – Wirkung einer Geldmengenerhöhung	186
Abb. 52: Keynesianisches Modell – Wirkung einer Lohnerhöhung	191
Abb. 53: Keynesianisches Modell – Wirkung einer Kapitalstockerhöhung	197
Abb. 54: Neoklassisches Total–Modell	242
Abb. 55: Neoklassisches Modell – Exogene Arbeitsangebotserhöhung	244
Abb. 56: Neoklassisches Modell – Geldmengenerhöhung	247
Abb. 57: Neoklassisches Modell – Kapitalstockerhöhung	248
Abb. 58: Devisenmarkt	265
Abb. 59: Devisenmarkt – Erhöhung des Inlandeinkommens	265
Abb. 60: Devisenmarkt – Zentralbankintervention	266
Abb. 61: Devisenmarkt – Erhöhung des Auslandeinkommens	266
Abb. 62: Totalmodell einer offenen Volkswirtschaft	269
Abb. 63: Offenen Volkswirtschaft – Staatsausgabenerhöhung 1	273
Abb. 64: Offenen Volkswirtschaft – Staatsausgabenerhöhung 2	273
Abb. 65: Offenen Volkswirtschaft – Geldmengenerhöhung	278
Abb. 66: Ermittlung einer Steigung	337
Abb. 67: Ermittlung einer Kurvenverlagerung	337

Symbolverzeichnis

<i>a</i>	Index für Auslandsgrößen
<i>d</i>	Index für Nachfrage
<i>e</i>	nominaler Wechselkurs, Index für Erwartungsgrößen
<i>i</i>	nominaler Zinssatz
<i>q</i>	realer Wechselkurs
<i>r</i>	realer Zinssatz
<i>s</i>	Index für Angebot
<i>C</i>	(privater) Konsum
<i>D</i>	Devisen, Index für diskretionäre Maßnahme in Kapitel 8
<i>EX</i>	Güterexporte
<i>G</i>	Staatsausgaben (Staatsnachfrage)
<i>I</i>	Investitionen
<i>IM</i>	Güterimporte
<i>K</i>	(Sach-) Kapitalstock
<i>KEX</i>	(Finanz-) Kapitalexport
<i>KIM</i>	(Finanz-) Kapitalimport
<i>L</i>	Liquiditätspräferenz (Geldnachfrage)
<i>M</i>	Geldmenge (Liquidität)
<i>N</i>	Beschäftigung, Arbeitseinsatz
<i>NKA</i>	Netto-Kapitalexport
<i>NX</i>	Außenbeitrag (Handelsbilanzsaldo)
<i>P</i>	Preisniveau
<i>Q</i>	Gewinn
<i>S</i>	Ersparnis
<i>T</i>	Steuern
<i>U</i>	Arbeitslosigkeit
<i>W</i>	(Nominal-) Lohnsatz
<i>Y</i>	Volkseinkommen (Bruttoeinkommen), Sozialprodukt (Output)
λ	Proportionalitätsfaktor
μ	Homogenitätsgrad
π	Inflationsrate

Die Bedeutung weiterer Parameter und Indizes ergibt sich jeweils aus dem Zusammenhang und / oder ist im Text angegeben.

4 Gütermarkt

Textauszug

In jeder einzelnen Marktgleichung eines als mathematisches Gleichungssystem formulierten Totalmodells begegnen Ihnen verschiedene Funktionen der Art $F = F(X)$, wobei der **Differentialquotient** (die Ableitung) inkl. Vorzeichen, $F_X > 0$ oder $F_X < 0$, in der Regel ebenfalls notiert ist. Damit werden bestimmte Annahmen über das **Angebots-** bzw. **Nachfrageverhalten** der Sektoren Haushalte und Unternehmen auf den verschiedenen Märkten zum Ausdruck gebracht: Wie reagiert der Sektor mit seinem Angebots- oder Nachfrageverhalten (formalisiert als F) auf eine Veränderung von X ? Bei der formalen Bearbeitung von Partial- und Totalmodellen müssen Sie sich – da stets angegeben – über die jeweiligen Vorzeichen der Differentialquotienten keine Gedanken machen. Allerdings sollten Sie die einzelnen Verhaltensannahmen für inhaltliche Klau-surfragen parat haben.

$F_X > 0$: Ursache-Wirkung **gleichgerichtet**

$F_X < 0$: Ursache und Wirkung **gegenläufig**

Markt-Akteure

Anbieter oder **Nach-frager**

Wenn alle Angebots- und Nachfragekomponenten der Modellwirtschaft mit Hilfe plausibler Verhaltensgleichungen formuliert sind, können Marktgleichungen, genauer: **Gleichgewichtsbedingungen** für einzelne makroökonomische Märkte aufgestellt werden. Mit solchen Gleichgewichtsbedingungen in formaler Schreibweise (Gleichung, Gleichungssystem) können Sie bereits begrenzt arbeiten, also volkswirtschaftliche Zusammenhänge analysieren. Dabei sollten Sie Dreierlei beherrschen:



- **formale** Analyse (Berechnung von Kurvensteigungen, Multiplikatoren etc.)
- **grafische** Analyse (Eintrag und Verschiebungen von Graphen)
- **verbale** Analyse (ökonomische Interpretation der formalen und grafischen Analyse-Ergebnisse)

rechnen, zeichnen, in-terpretieren

Verstehen Sie diese drei Analyseformen stets als zwar unterschiedliche, aber für ein und denselben Sachverhalt aufeinander abgestimmte Herangehensweisen.

In den Kapiteln 4 bis 6 werden lediglich Gütermarkt, Geldmarkt und Arbeitsmarkt, nicht jedoch der Wertpapiermarkt behandelt. Dieser ist auch tatsächlich entbehrlich: Nach dem **Gesetz von Walras** muss die über alle Märkte (und Wirtschaftssubjekte) aggregierte Nachfrage dem über alle Märkte (und Wirtschaftssubjekte) aggregierten Angebot entsprechen, der über alle Märkte aggregierte Saldo also immer gleich Null sein. Mit anderen Worten: Wenn drei Märkte im Gleichgewicht sind, muss auch der vierte Markt im Gleichgewicht sein und braucht nicht gesondert analysiert werden.

Bei n Märkten müssen nur $n-1$ Märkte formuliert werden.

Der makroökonomische **Gütermarkt** wird wie folgt formuliert:

$$Y = C + I + G$$

Gütermarktgleichung

$$Y^s = Y$$

$$Y^d = C + I + G$$

$$Y^s = Y^d$$

Das Güterangebot Y (linke Seite) entspricht der Höhe des Sozialprodukts bzw. der gesamtwirtschaftlichen Gütermenge. Die gesamtwirtschaftliche Güternachfrage (rechte Seite) besteht aus der **Konsumnachfrage** der Haushalte C , der **Investitionsnachfrage** der Unternehmen I und der **Staatsnachfrage** G . Im Gleichgewicht entspricht das Angebot der Nachfrage

Implizit ist die **Ersparnis** S der Haushalte mitbestimmt. Dies wird klar, wenn Sie sich vergegenwärtigen, wie die Haushalte ihr Bruttoeinkommen Y verwenden:

$$Y - T$$

= Netto-Einkommen

$$Y = C + S + T$$

Abzüglich der obligatorischen Steuerzahlungen T kann nur konsumiert und gespart werden. Wenn Sie beide Gleichungen gleichsetzen, kommen Sie zu der alternativen (und in vielen Makro-Modellen üblichen) Formulierung des Gütermarktes:

$$C + S + T = C + I + G \quad \Rightarrow \quad S = I + G - T$$

Nun zu den einzelnen Verhaltensannahmen für den Gütermarkt:

4.1 Spar- und Konsumfunktion

Keynesianische Konsum- und Sparfunktion

Die keynesianische **Konsumfunktion** lautet

$$C = C(Y-T)$$

meint $C = f(Y-T)$

$$C = C(Y-T) \quad \text{mit} \quad 1 > C_{Y-T} > 0$$

Die Konsumnachfrage C nimmt wegen $C_{Y-T} > 0$ mit dem Nettoeinkommen $Y-T$ zu. Allerdings wird wegen $1 > C_{Y-T}$ von jeder zusätzlichen Nettoeinkommenseinheit weniger als eine Einheit konsumiert, der Rest wird gespart. Die **Sparfunktion** muss also wie folgt lauten:

$$S = S(Y-T) \quad \text{mit} \quad 1 > S_{Y-T} > 0,$$

wobei selbstverständlich gilt: $C_{Y-T} + S_{Y-T} = 1$.

marginale Konsumquote

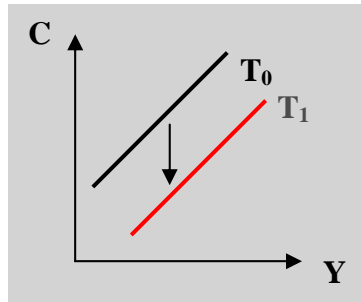
= Ableitung der Konsumfunktion nach $Y-T$

marginale Sparquote

= Ableitung der Sparfunktion nach $Y-T$

Die sog. **marginale Konsumquote** C_{Y-T} und die sog. **marginale Sparquote** S_{Y-T} addieren sich zu Eins. Das ist unmittelbar einsichtig, denn jede zusätzliche Nettoeinkommenseinheit wird vollständig verwendet, wobei Konsum und Ersparnis jeweils um weniger als eine Einheit erhöht werden.

Dieser Zusammenhang lässt sich in einem $C-Y$ -Diagramm grafisch darstellen:



T ist **Lageparameter** der Konsumkurve.

Abb. 5: Keynesianische Konsumfunktion

Die Konsumkurve hat wegen $C_{Y-T} > 0$ einen steigenden Verlauf: Je größer das Brutto-Einkommen Y ist, um so größer ist das Netto-Einkommen $Y - T$ und um so größer ist C . Veränderungen von C aufgrund von Y -Variationen sind im $C - Y$ -Diagramm Bewegungen auf der Kurve. T ist im $C - Y$ -Diagramm **Lageparameter**. Wenn die Steuern von T_0 auf T_1 steigen, sinkt das verfügbare Einkommen $Y - T$. Dann wird für jeden gegebenen Wert von Y weniger konsumiert als vorher, die Kurve verlagert sich nach unten. Ein linearer Verlauf wie hier darf angenommen werden, solange die zweite Ableitung der Konsumfunktion als Information für die Krümmung der Kurve nicht vorliegt. Die Sparfunktion lässt sich analog in einem $S - Y$ -Diagramm eintragen.

1. Ableitung
⇒ **Steigung** der Kurve

2. Ableitung
⇒ **Krümmung** der Kurve

Exkurs: Einkommenshypothesen

Es gibt verschiedene makroökonomische Annahmen über die Bestimmungsgründe des Konsum- und Sparverhaltens. Die obige keynesianische Konsumfunktion ist die mathematische Formulierung der sog. **absoluten Einkommenshypothese**. Danach hängen die Konsumausgaben der laufenden Periode nur vom (geplanten) Netto-Einkommen derselben Periode ab, wobei zusätzliches Netto-Einkommen nicht in voller Höhe verausgabt wird: $1 > C_{Y-T}$

absolute Einkommenshypothese

Die **relative Einkommenshypothese** stellt das relative Einkommen (= soziale Position in der Einkommenspyramide) in den Fokus. Wenn das Gesamteinkommen bei gegebener Einkommensverteilung steigt, steigen die Einkommen aller gesellschaftlicher Klassen, was kurzfristig bei allen Akteuren das Gefühl einer *subjektiven* Einkommensverbesserung auslöst, worauf alle ihre **durchschnittliche Konsumquote** $C/(Y - T)$ senken. Langfristig werden sich allerdings alle Haushalte ihrer *objektiv* unveränderten Stellung in der Einkommenspyramide bewusst, was die durchschnittliche Konsumquote wieder auf das Ursprungsniveau steigen lässt.

relative Einkommenshypothese

Nach der **permanenten Einkommenshypothese** orientieren sich die Konsumausgaben am durchschnittlichen (permanenten) Einkommen. Der Haushalt berücksichtigt in seiner Konsumentscheidung also auch die zukünftige Entwicklung seines Netto-Einkommens. Formal beträgt der Konsum eines Haushaltes – aufgeteilt auf

permanente Einkommenshypothese

nicht klausurrelevant

die Anzahl der geplanten Perioden n – einen (im Zeitablauf konstanten) Bruchteil h seines erwarteten, auf die Gegenwart diskontierten Zukunftseinkommens (Vermögens- plus Arbeitseinkommen):

E = Erwartungswert

$$C_t = h \cdot \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=0}^n E[(1-t_Y)Y_{t+i}] \quad \text{mit } t_Y = \text{Einkommensteuersatz}$$

Solange sich der Barwert des erwarteten Einkommens nicht ändert, können vorübergehende Einkommensschwankungen keinen Einfluss auf das Konsumverhalten haben.

Lebenszyklushypothese

Nach der **Lebenszyklushypothese** sind die Konsumausgaben vom erwarteten Lebensinkommen abhängig, das seinerseits vom Vermögen und realem Arbeitseinkommen abhängt. Wenn (wie empirisch bestätigt) die Anteile von Vermögens- und Arbeitseinkommen am Gesamteinkommen konstant bleiben, bleibt auch die durchschnittliche Konsumquote konstant.

Neoklassische Konsum- und Sparfunktion

Die neoklassische **Sparfunktion** lautet:

Ersparnis ist **einkommensunabhängig**.

$$S = S(i) \quad \text{mit } S_i > 0$$

Die Ersparnis nimmt mit steigendem Zins zu und ist unabhängig vom Netto-Einkommen. Die Ersparnis ist eine Vermögensmehrung, nach neoklassischem Verständnis wird mit der Ersparnis jedoch ausschließlich das Wertpapiervermögen (und nicht das Geldvermögen) gespeist. Zum Zusammenhang zwischen Zins, Wertpapierkurs sowie Geldnachfrage und Ersparnis siehe Abschnitt 5.1.

Die **Konsumfunktion** lautet dann:

$C_{Y-T} = 1$
 $S_{Y-T} = 0$

$$C = C(i, Y-T) \quad \text{mit } C_i < 0 \quad C_{Y-T} = 1$$

Wenn die Ersparnis mit steigendem Zins zunimmt, muss die Konsumnachfrage bei gegebenem Netto-Einkommen sinken – beachten Sie die Verwendungsgleichung des Einkommens. Wenn das Netto-Einkommen steigt, die Ersparnis jedoch allein vom Zins abhängt, geht jede zusätzliche Netto-Einkommenseinheit vollständig in den Konsum. Die **marginale Sparquote** im neoklassischen Modell beträgt also $S_{Y-T} = 0$.

S_i ist **nicht** die marginale Sparquote.

Beispiel:

$C = Y - T - a \cdot i$ mit $a > 0$ ist eine neoklassische Konsumfunktion mit der marginalen Konsumquote $C_{Y-T} = 1$. Können Sie daraus die Sparfunktion $S = a \cdot i$ mit $S_i > 0$ bzw. $S_{Y-T} = 0$ berechnen?

Gegeben ist die Konsumfunktion $C = a + b \cdot (Y - T) - c \cdot i$ mit $a, c > 0$ sowie $1 > b > 0$.

Richtig oder falsch?

- a) Die marginale Sparquote lautet $-b$.
- b) In einem $C - Y$ -Diagramm verlagert sich die Konsumkurve nach oben, wenn der Zins i steigt.
- c) In einem $S - Y$ -Diagramm verlagert sich die Sparkurve nach unten, wenn die Steuern T steigen.
- d) In einem $S - i$ -Diagramm verläuft die Sparkurve ansteigend, sie verlagert sich nach oben, wenn das Einkommen Y steigt.

Übungsaufgabe 1

4.2 Investitionsfunktion

Bei der zinsabhängigen **Investitionsfunktion**

$$I = I(i) \quad \text{mit} \quad I_i < 0$$

gibt es keinen Unterschied zwischen neoklassischem und keynesianischem Modell. Mit steigendem Zins nimmt die Investitionsnachfrage ab, was mit BWL-Kennntnis erklärt werden kann: Je größer der Zins ist, um so größer sind die Investitionskosten und desto geringer ist deshalb der Kapitalwert einer Investition. Wenn der Zins steigt, entfallen all jene Investitionsvorhaben, deren Kapitalwert negativ wird. Gesamtwirtschaftlich sinken also die Investitionen.

Investition = Kauf von Produktionsmaschinen

Die inverse Zinsabhängigkeit kann auch mikroökonomisch begründet werden. Machen Sie sich dazu zunächst klar, dass Investitionen Hinzufügungen zum bestehenden Kapitalstock \bar{K} sind, wobei K^{opt} den gewünschten optimalen Kapitalstock darstellt:

$$K^{opt} = \bar{K} + I \quad \text{bzw.} \quad I = K^{opt} - \bar{K}$$

Die Investitionen entsprechen also der Differenz aus optimalem und gegebenem Kapitalstock. Die Höhe des gewünschten, also optimalen Kapitalstocks ergibt sich bei Annahme gewinnmaximierender Unternehmen aus der Maximierung der **Gewinnfunktion**:

Herleitung der Investitionsfunktion aus der **Gewinnmaximierung**

$$\max! Q = Y - \frac{W}{P} \cdot N - i \cdot K$$

in **nominaler** Notation:
 $P \cdot Y = W \cdot N + P \cdot i \cdot K + P \cdot Q$

unter der Nebenbedingung $Y = Y(N, K)$ mit $Y_N, Y_K > 0 > Y_{NN}, Y_{KK}$

Einsetzen der Produktionsfunktion in die Gewinnfunktion, Ableiten nach K und Nullsetzen ergibt die **Gewinnmaximierungsbedingung**:

Grenzprodukt = Zins

$$Q_K = Y_K - i \stackrel{!}{=} 0 \quad \Rightarrow \quad Y_K = i$$

$i (\uparrow) \Rightarrow [i > Y_K] \Rightarrow K (\downarrow)$

$$\downarrow \\ [i = Y_K] \leftarrow Y_K (\uparrow)$$

Der Gewinn ist maximal, wenn die Grenzproduktivität des Kapitals Y_K und der Zins i übereinstimmen. Wenn der Zins steigt, muss also auch Y_K steigen. Wegen $Y_{KK} < 0$ steigt Y_K aber nur, wenn K^{opt} sinkt. Wegen $I = K^{opt} - \bar{K}$ müssen dann auch die Investitionen sinken.

Annahmegemäß haben positive Investitionen keinen Einfluss auf den in der betrachteten (!) Periode eingesetzten Kapitalstock. Dieser ist – wie Sie später sehen werden – kurzfristig konstant. Das bedeutet, dass Investitionen kurzfristig ausschließlich nachfragewirksam (erhöhen die gesamtwirtschaftliche Nachfrage am Gütermarkt) aber nicht kapazitäts- bzw. produktionswirksam sind. Stellen Sie sich einfach vor, dass die neuen Maschinen erst in der Folgeperiode (die nicht mehr analysiert wird) zum Einsatz kommen.

Übungsaufgabe 2

Gegeben ist die Produktionsfunktion $Y = N^a \cdot K^{1-a}$ mit $1 > a > 0$.

- Wie lautet die Bedingung für die gewinnmaximierende Kapitalnachfrage?
- Wie lautet die in Abhängigkeit vom Output notierte Kapitalnachfragefunktion $K = K(Y, \dots)$?

Richtig oder falsch?

- In einem $i - I$ -Diagramm verlagert sich die Investitionskurve nach rechts, wenn die Produktionselastizität des Kapitals steigt.
- In einem $i - I$ -Diagramm verlagert sich die Investitionskurve nach oben, wenn der Zins steigt.

4.3 Keynesianischer Gütermarkt

Unter Berücksichtigung des in den vorherigen Abschnitten begründeten Nachfrageverhaltens von Haushalten (Konsum) und Unternehmen (Investitionen) lautet unter den zusätzlichen Annahmen

Exogene Größen haben einen Querstrich.

- gegebener Staatsnachfrage (**Staatsausgaben**) $G = \bar{G}$ sowie
- gegebener **Pauschalsteuern** $T = \bar{T}$

die **Gleichgewichtsbedingung** für den Gütermarkt wie folgt:

Y und **i** sind **endogen**.

$$Y = C(Y - \bar{T}) + I(i) + \bar{G} \quad \text{mit} \quad 1 > C_{Y-\bar{T}} > 0 > I_i$$

bzw. alternativ

$$S(Y - \bar{T}) = I(i) + \bar{G} - \bar{T} \quad \text{mit} \quad 1 > S_{Y-\bar{T}} > 0 > I_i$$

Der Zins i und das Einkommen Y sind in der keynesianischen Gütermarktgleichung **endogene** Variablen, die Staatsausgaben G sowie die Steuern T sind **exogen**. S , C und I sind übrigens keine Variablen, sondern – sehen Sie sich die Verhaltensgleichungen in den vorigen Abschnitten noch einmal an – lediglich Funktionssymbole.

Bitte merken Sie sich:

- **Endogene** Variablen sind die mit Hilfe des Modells (*von innen*) bestimmbaren Variablen (die *Unbekannten*). Sie können sich nur ändern, wenn eine exogene Größe variiert.
- **Exogene** Variablen sind die nur *von außen*, also nicht durch das Modell erklärbaren Variablen. In aller Regel sind die exogenen Variablen in den Modellen mit einem Querstrich gekennzeichnet.

Auf dem Gütermarkt herrscht **Gleichgewicht** – so die inhaltliche Aussage der obigen Gleichgewichtsbedingungen –, wenn **Angebot** und **Nachfrage übereinstimmen**, bzw. wenn die gesamtwirtschaftliche Ersparnis S der Summe aus Investitionen und Staatsdefizit, $I + G - T$, entspricht. Auch in der üblicherweise notierten alternativen Formulierung können Sie die linke Seite (Ersparnis) als Güterangebot und die rechte Seite (private plus öffentliche wertpapierfinanzierte Investitionen) als Güternachfrage interpretieren.

$$\begin{aligned} Y^S &= Y \\ Y^d &= C + I + G \\ Y^S &= Y^d \end{aligned}$$

Bitte merken Sie sich:

Man spricht von einem **Marktgleichgewicht**, wenn auf dem betrachteten Markt eine **Ruhelage ohne** von innen, also von den endogenen Variablen ausgehenden **Änderungstendenzen** herrscht. Die Übereinstimmung von Angebot und Nachfrage ist also nicht die Definition eines Gleichgewichts, auch wenn dieser Umstand in der Regel (*Ausnahme*: keynesianischer Arbeitsmarkt) mit einem Gleichgewicht einhergeht.

Gleichgewicht,

wenn sich die relevanten Größen (= endogenen Variablen) nicht ändern

Nachfolgend wird ausschließlich diese Gleichgewichtsbedingung verwendet:

$$S(Y - \bar{T}) = I(i) + \bar{G} - \bar{T} \quad \text{mit} \quad 1 > S_{Y-\bar{T}} > 0 > I_i$$

Genauso wie eine einzelne Verhaltensfunktion (z. B. die Konsumfunktion aus Abschnitt 4.1) in ein Diagramm übertragen wird, kann der gesamte Markt bzw. die entsprechende Marktgleichung grafisch dargestellt werden. Üblicherweise ist dies eine Gleichgewichtsdarstellung in Abhängigkeit von den endogenen Variablen. Die Gleichgewichtsbedingung für den Gütermarkt wird deshalb in ein $i - Y$ -Diagramm übertragen:

Lageparameter
sind **G** und **T**.

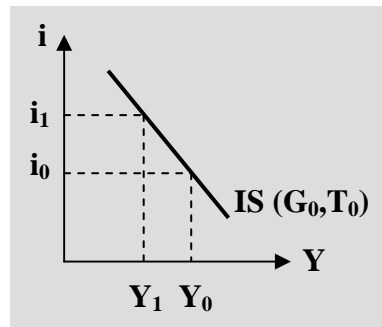


Abb. 6: IS-Kurve

IS-Kurve

Ort aller **i-Y-Kombinationen**, die zu einem Gütermarktgleichgewicht führen

Der Graph der Gütermarktgleichung im $i - Y$ -Diagramm heißt **IS-Kurve** (für die verkürzte Gleichgewichtsbedingung *investment = savings* bzw. *Investitionen = Ersparnis*) – in Klammern die für die Lage der Kurve im $i - Y$ -Diagramm verantwortlichen Variablen, die sog. Lageparameter – dazu gleich mehr. Zur Übertragung der Gütermarktgleichung in das Diagramm gibt es drei Möglichkeiten:

1. Gleichgewichtsbetrachtung

$i (\uparrow) \Rightarrow I (\downarrow)$

↓

$[S > I + G - T]$

Die IS-Kurve ist der Ort aller Kombinationen von Zins und Einkommen, bei denen der Gütermarkt im Gleichgewicht ist. Y_0 / i_0 sei eine solche Gleichgewichtssituation. Angenommen, ausgehend von dieser Situation **steige** der **Zins** (die **Ordinatenvariable**) auf i_1 . Dann sinken wegen $I_i < 0$ die Investitionen und damit die gesamtwirtschaftliche Nachfrage. Auf dem Gütermarkt entsteht ein Überschussangebot:

$$S(Y - \bar{T}) > I(i) + \bar{G} - \bar{T}$$

Dieses Ungleichgewicht kann nur durch eine entsprechende Veränderung der anderen endogenen Größe Y (der **Abszissenvariable**) beseitigt werden. Dazu muss das **Einkommen** auf Y_1 **sinken**, damit wegen $1 > S_{Y-\bar{T}} > 0$ die Ersparnis sinken und das Überschussangebot wieder abgebaut werden können. Dies ist keine plausible Interpretation irgendwelcher ökonomischer Vorgänge sondern lediglich eine formale Gleichgewichtsbetrachtung: Es soll damit nur die **Steigung** der IS-Kurve bestimmt werden. Die IS-Kurve hat also einen fallenden Verlauf.

wenn **i** (\uparrow), dann **Y** (\downarrow)

\Rightarrow IS-Kurve ist **fallend**.

2. Berechnung der Steigung

Der korrekte Verlauf der IS-Kurve im $i - Y$ -Diagramm kann auch mit ihrer Steigung bestimmt werden. Formal ist dies di/dY , also die erste Ableitung der nach i aufgelösten Gütermarktgleichung nach Y . Da die gegebene Gütermarktgleichung nicht spezifiziert ist und nicht nach i aufgelöst werden kann, erfolgt die Berechnung des Ausdrucks di/dY über das **totale Differential** der Gleichung:

Mathehilfen (Kap. 13)

$$S_{Y-\bar{T}} \cdot dY - S_{Y-\bar{T}} \cdot d\bar{T} = I_i \cdot di + d\bar{G} - d\bar{T}$$

Da mögliche Veränderungen der Lageparameter \bar{G} und \bar{T} keinen Einfluss auf die Steigung der IS-Kurve haben, muss $d\bar{G} = d\bar{T} = 0$ gesetzt werden. Man erhält aus $S_{Y-\bar{T}} \cdot dY = I_i \cdot di$ die Steigung

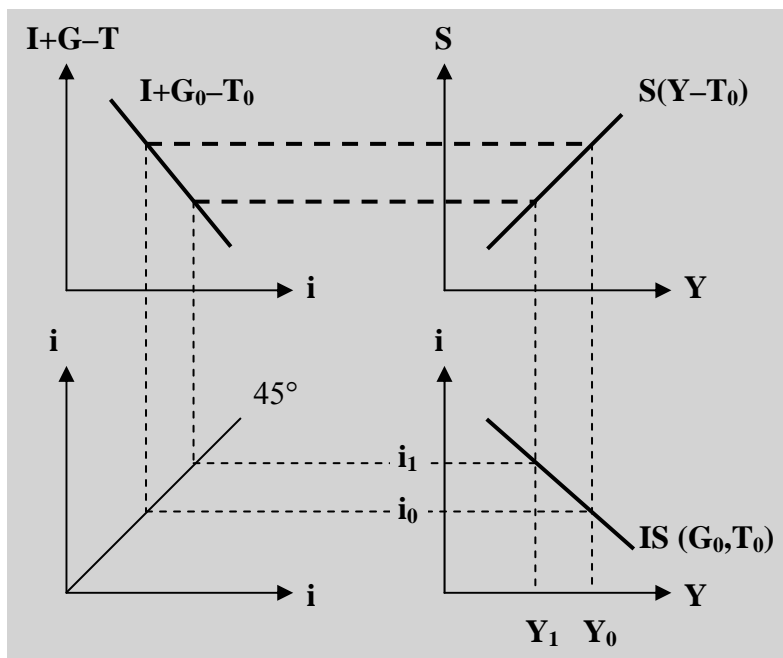
$$\frac{di}{dY} = \frac{S_{Y-\bar{T}}}{I_i} < 0$$

$di / dY < 0$
 \Rightarrow IS-Kurve ist **fallend**.

Die IS-Kurve verläuft fallend.

3. Grafische Herleitung

Schließlich kann die IS-Kurve noch auf grafischem Weg ermittelt werden – nämlich mittels Überführung von Angebot(sdiagramm) und Nachfrage(diagramm) in ein $i - Y$ -Diagramm:



$I_i < 0$
 (I+G-T)-Kurve fallend
 Lageparameter G und T

$S_{Y-T} > 0$
 Sparkurve steigend
 Lageparameter T

Abb. 7: Grafische Herleitung der IS-Kurve

Im Diagramm links oben ist die Güternachfrage, $I + G - T$ (rechte Seite der Gütermarktgleichung), in Abhängigkeit vom Zinssatz abgetragen. Oben rechts ist das Güterangebot bzw. die Sparfunktion (linke Seite der Gütermarktgleichung) in Abhängigkeit vom Einkommen eingetragen. Aus den beiden oberen Diagrammen werden zwei Gleichgewichtssituationen ($S = I + G - T$) in das $i - Y$ -Diagramm rechts unten gelotet, um die IS-Kurve zu erhalten. Im $i - i$ -Diagramm links unten ist eine 45°-Gerade eingezeichnet, um den Zinssatz von der Abszisse links oben auf die Ordinate rechts unten zu spiegeln.

Gleichgewichtsstörung

Wie kann sich das Gleichgewicht am Gütermarkt ändern? Eine Gleichgewichtsstörung wird in der Regel durch die Änderung einer exogenen Größe, hier also von \bar{G} oder \bar{T} , ausgelöst. Angenommen, die **Steuern** werden **erhöht**: $d\bar{T} > 0$. Zur Verfügung stehen die erwähnten drei Analysemöglichkeiten:

$$\begin{array}{c} T (\uparrow) \Rightarrow (Y-T) (\downarrow) \\ \downarrow \\ C (\downarrow) S (\downarrow) \end{array}$$

Die linke Seite der Gleichung $S(Y - \bar{T}) = I(i) + \bar{G} - \bar{T}$ sinkt wegen $S_{Y-\bar{T}} > 0$, die rechte Seite der Gleichung sinkt ebenfalls. Für die Nettowirkung bedenken Sie bitte Folgendes: Die gestiegenen Steuern senken das Netto-Einkommen um denselben Betrag. Die Ersparnis sinkt aber weniger stark als das Netto-Einkommen, weil ein Teil des gesunkenen Netto-Einkommens wegen $S_{Y-\bar{T}} < 1$ zu Lasten des Konsums geht. Per Saldo entsteht also ein Überschussangebot:

$$S(Y - \bar{T}) > I(i) + \bar{G} - \bar{T}$$

Ein **Beispiel** erleichtert das Verständnis für diesen wichtigen Sachverhalt im keynesianischen Modell:

Es gelten $S_{Y-\bar{T}} = 0,2$ sowie $C_{Y-\bar{T}} = 0,8$. Die Steuererhöhung betrage $\Delta\bar{T} = 100$, dann sinkt das Staatsdefizit (rechte Seite der Gütermarktgleichung) um 100, die Ersparnis (linke Seite der Gleichung) aber nur um 20. Weil gleichzeitig die Konsumnachfrage um 80 sinkt, entsteht ein Überschussangebot von 80.

Hier ist die alternative Gütermarktformulierung anschaulicher: $Y = C(Y - \bar{T}) + I(i) + \bar{G}$. Man sieht sofort, dass die gesamtwirtschaftliche Nachfrage um 80 sinkt.

$$\begin{array}{c} Y (\downarrow) \Rightarrow S (\downarrow) \\ \text{oder} \\ i (\downarrow) \Rightarrow I (\uparrow) \end{array}$$

Damit das Ungleichgewicht beseitigt wird, muss das Einkommen Y oder, was Dasselbe bewirkt, der Zins i sinken. Im $i - Y$ -Diagramm muss die IS-Kurve deshalb nach links (wegen Y) oder, was Dasselbe ist, nach unten (wegen i) verschoben werden.

T ist Lageparameter der IS-Kurve.

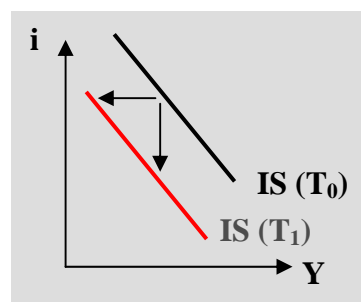


Abb. 8: IS-Kurve – Wirkung einer Steuererhöhung 1

Die Wirkung einer Steuererhöhung kann nicht als Bewegung auf der Kurve dargestellt werden, weil \bar{T} ein Lageparameter ist.

Bitte merken Sie sich:

Wie der Begriff bereits andeutet, ist ein **Lageparameter** verantwortlich für die Lage einer Kurve im Diagramm, die Änderung eines Lageparameters lässt die Steigung der Kurve also unberührt. Die Steigung ist das Änderungsverhältnis der beiden an Ordinate bzw. Abszisse abgetragenen Variablen, hier di / dY .

Die Verschiebung der IS-Kurve nach links bzw. nach unten kann auch mit Hilfe der total differenzierten Gleichung

$$S_{Y-\bar{T}} \cdot dY - S_{Y-\bar{T}} \cdot d\bar{T} = I_i \cdot di + d\bar{G} - d\bar{T}$$

berechnet werden. Mit $d\bar{G} = di = 0$ erhält man

$$\left. \frac{dY}{d\bar{T}} \right|_{di=0} = -\frac{1 - S_{Y-\bar{T}}}{S_{Y-\bar{T}}} < 0,$$

also die **Linksverschiebung** der IS-Kurve (Y sinkt bei geg. i).

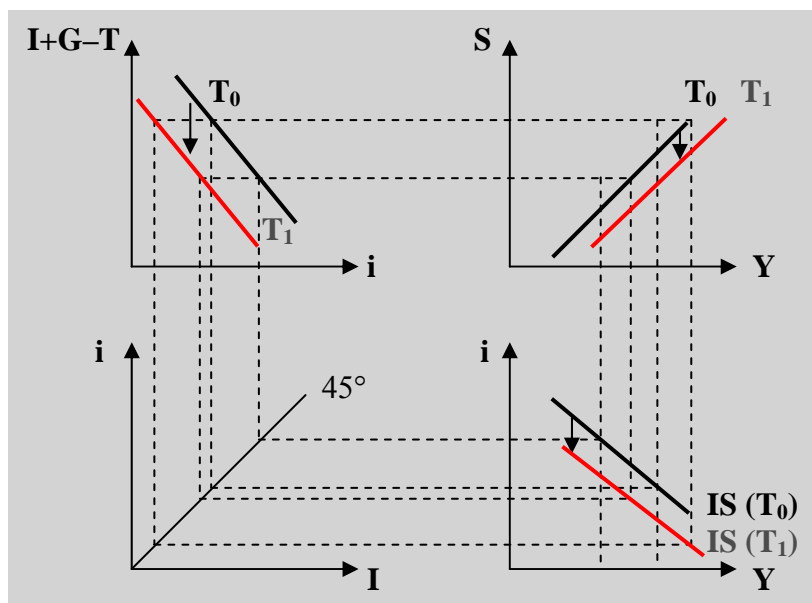
Mit $d\bar{G} = dY = 0$ erhält man alternativ

$$\left. \frac{di}{d\bar{T}} \right|_{dY=0} = \frac{1 - S_{Y-\bar{T}}}{I_i} < 0,$$

die **Verschiebung** der IS-Kurve **nach unten** (i sinkt bei geg. Y).

entweder **di = 0**

oder **dY = 0**



1. Kurven mit Lageparameter T verschieben.
2. Ein oder zwei neue Gleichgewichte konstruieren: $S = I + G - T$

Abb. 9: IS-Kurve – Wirkung einer Steuererhöhung 2

Die grafische Herleitung erfolgt im 4–Diagramm–Schema: Denken Sie daran, die Sparfunktion wegen des oben besprochenen Zusammenhangs weniger stark nach unten zu verschieben als die $(I + G - T)$ –Kurve – dann ergibt sich die korrekte Verschiebung der IS–Kurve von selbst.

Keynesianischer Spezialfall: Investitionsfalle

Investitionsnachfrage reagiert nicht auf Zinsänderungen.

An dieser Stelle soll bereits einer der beiden keynesianischen Sonderfälle (ausführlich in Kapitel 7) berücksichtigt werden: die zinsunelastische Investitionsnachfrage bzw. sog. **Investitionsfalle**. Eine zinsunelastische Investitionsnachfrage kann wie folgt erklärt werden: Die Unternehmen reagieren mit ihrer Investitionsnachfrage nicht auf Zinsvariationen, weil sie – etwa in einer rezessiven Wirtschaftslage – extrem pessimistische (Absatz–) Erwartungen haben. Formal bringt man diesen Umstand mit dem Differentialquotienten $I_i = 0$ zum Ausdruck. Für den Gütermarkt gilt dann formal:

Investitionen sind jetzt exogen.

$$S(Y - \bar{T}) = \bar{I} + \bar{G} - \bar{T}$$

Die Investitionen sind in diesem Fall exogen, also nicht mehr im Modell erklärbar. Mit anderen Worten: Es gibt unabhängig vom Zins einen eindeutigen Wert Y_0 für das auf dem Gütermarkt bestimmte Einkommen. Man kann auch formal argumentieren: Y ist die einzige endogene Variable in der Gleichung und damit eindeutig durch die exogenen Größen $\bar{I}, \bar{G}, \bar{T}$ bestimmt. Die IS–Kurve verläuft mithin senkrecht zur Y –Achse bzw. parallel zur i –Achse.

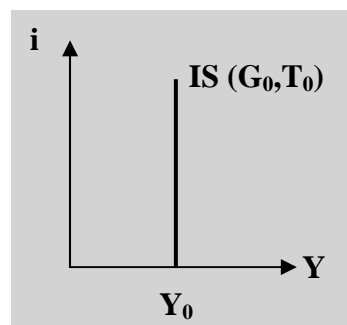


Abb. 10: IS–Kurve bei einer Investitionsfalle

Für die **Steigung** gilt:

korrekt: Für $I_i \rightarrow 0$ gilt $di / dY \rightarrow -\infty$

$$\left. \frac{di}{dY} \right|_{I_i=0} = \frac{S_{Y-\bar{T}}}{I_i} = -\infty$$

Auch für diesen Spezialfall lässt sich die IS–Kurve grafisch herleiten:

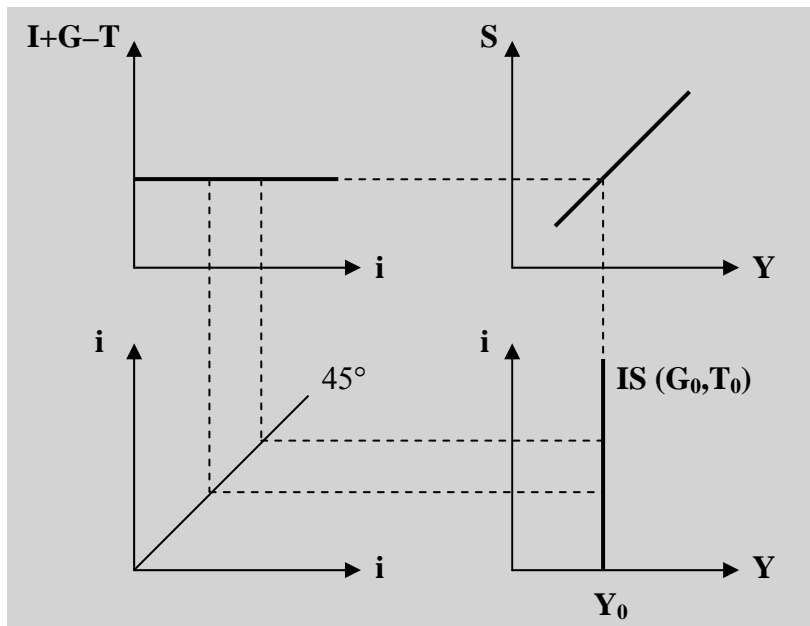


Abb. 11: Grafische Herleitung der IS-Kurve bei einer Investitionsfalle

Für $I_i = 0$ bzw. $I = \bar{I}$ ist die gesamtwirtschaftliche Nachfrage (die rechte Seite der Gütermarktgleichung) unabhängig vom Zins, die entsprechende $(I + G - T)$ -Kurve oben links verläuft deshalb parallel zur i -Achse.

Gegeben sind die Gütermarktgleichung $S(Y - \bar{T}) = I + \bar{G} - \bar{T}$ mit $1 > S_{Y-\bar{T}} > 0$ sowie die makroökonomische Investitionsfunktion $I = \bar{a} - \bar{b} \cdot i$ mit $\bar{a} > \bar{b} \cdot i$.

Richtig oder falsch?

- a) Für $\bar{b} > 0$ verschiebt sich die IS-Kurve nach rechts, wenn \bar{a} steigt.

Richtig oder falsch?

- b) Für $\bar{b} = 0$ verläuft die IS-Kurve senkrecht.
 c) Für $\bar{b} = 0$ verschiebt sich die IS-Kurve nach rechts, wenn \bar{a} steigt.
 d) Für $\bar{b} = 0$ verschiebt sich die IS-Kurve nach unten, wenn \bar{a} sinkt.

Übungsaufgabe 3

Textauszug Ende

4.5 Lösungen der Übungsaufgaben

Textauszug

Lösung der Übungsaufgabe 1

- a) **falsch.** Die marginale Konsumquote lautet $C_{Y-T} = b$. Für die marginale Sparquote folgt also $S_{Y-T} = 1 - C_{Y-T} = 1 - b$.
- b) **falsch.** Wegen $C_i = -c < 0$ verlagert sich die Konsumkurve in einem $C - Y$ -Diagramm nach **unten**, wenn der Zins i steigt.
- c) **richtig.** Die Sparfunktion lautet $S = Y - T - C = -a + (1 - b) \cdot (Y - T) + c \cdot i$. Wegen $S_{Y-T} = 1 - b > 0$ bzw. $S_T = -(1 - b) < 0$ verlagert sich die Sparkurve in einem $S - Y$ -Diagramm nach unten, wenn die Steuern T steigen.
- d) **richtig.** In einem $S - i$ -Diagramm verläuft die Sparkurve wegen $S_i = c > 0$ ansteigend, sie verlagert sich wegen $S_{Y-T} = 1 - b$ bzw. $S_Y = 1 - b$ nach oben, wenn das Einkommen Y steigt

Lösung der Übungsaufgabe 2

- a) Die Bedingung für die gewinnmaximierende Kapitalnachfrage lautet allgemein $Y_K = i$, hier also $(1 - a) \cdot N^a \cdot K^{-a} = i$.
- b) Erweitern mit K bringt $(1 - a) \cdot N^a \cdot K^{1-a} = i \cdot K$, Einsetzen von $Y = N^a \cdot K^{1-a}$ bringt $(1 - a) \cdot Y = i \cdot K$ und Division von i die Kapitalnachfragefunktion $K = (1 - a) \cdot \frac{Y}{i}$.
- c) **richtig.** Die Investitionsfunktion lautet $I = K - \bar{K} = (1 - a) \cdot \frac{Y}{i} - \bar{K}$. In einem $i - I$ -Diagramm verlagert sich die Investitionskurve wegen $\frac{dI}{d(1-a)} = \frac{Y}{i} > 0$ nach rechts, wenn die Produktionselastizität des Kapitals, $1 - a$, steigt.
- d) **falsch.** In einem $i - I$ -Diagramm wirkt sich eine Zinsänderung als Bewegung auf der Kurve aus.

Lösung der Übungsaufgabe 3

- a) **richtig.** Wenn Sie die Investitionsfunktion in die Gütermarktgleichung einsetzen, $S(Y - \bar{T}) = \bar{a} - \bar{b} \cdot i + \bar{G} - \bar{T}$, und unter Berücksichtigung von $d\bar{G} = d\bar{T} = d\bar{a} = d\bar{b} = 0$ total differenzieren, $S_{Y-\bar{T}} \cdot dY = -\bar{b} \cdot di$, ergibt sich die Steigung $\frac{di}{dY} = -\frac{S_{Y-\bar{T}}}{\bar{b}} < 0$. Die IS-Kurve verläuft im $i - Y$ -Diagramm fallend. Wenn \bar{a} steigt, entsteht eine Über-

schussnachfrage, $S(Y - \bar{T}) < \bar{a} - \bar{b} \cdot i + \bar{G} - \bar{T}$, worauf für ein neues Gleichgewicht entweder das Einkommen Y steigen (Rechtsverschiebung) oder der Zins i steigen muss (Verschiebung der IS-Kurve nach oben).

- b) **richtig.** Für $\bar{b} = 0$ lautet die Steigung $\left. \frac{di}{dY} \right|_{\bar{b}=0} = -\frac{S_{Y-\bar{T}}}{\bar{b}} = -\infty$, die IS-Kurve verläuft senkrecht.
- c) **richtig.** Wenn \bar{a} steigt, entsteht eine Überschussnachfrage, $S(Y - \bar{T}) < \bar{a} + \bar{G} - \bar{T}$, worauf für ein neues Gleichgewicht das Einkommen Y steigen muss (Rechtsverschiebung).
- d) **falsch.** Wenn \bar{a} sinkt, entsteht ein Überschussangebot, $S(Y - \bar{T}) > \bar{a} + \bar{G} - \bar{T}$, worauf für ein neues Gleichgewicht das Einkommen Y sinken muss (Linksverschiebung).

Lösung der Übungsaufgabe 4

- a) **falsch.** Sinkende Staatsausgaben führen zu einem Überschussangebot: $S(i) > I(i) + \bar{G} - \bar{T}$. Daraufhin sinkt der Zins. Sinkende Zinsen führen wegen $I_i < 0$ zu steigenden Investitionen und wegen $S_i > 0$ zu sinkender Ersparnis. Bei gegebenem Einkommen steigt deshalb der Konsum.
- b) **falsch.** Wenn die Steuern sinken, entsteht eine Überschussnachfrage: $S(i) < I(i) + \bar{G} - \bar{T}$. Daraufhin steigt der Zins. Die Ersparnis steigt, Konsum und Investitionen sinken. Achtung: Per Saldo steigt der Konsum jedoch. Das lässt sich wie folgt zeigen: Angenommen, die Steuern sinken um 100 Einheiten. Daraufhin steigen das Netto-Einkommen und wegen $C_{Y-\bar{T}} = 1$ die Konsumnachfrage ebenfalls um 100. Die Zinserhöhung lässt die Ersparnis steigen bzw. den Konsum sinken und auch die Investitionen sinken. Durch den vollständigen crowding-out sinken Konsum und Investitionen insgesamt (!) um 100, der Konsum ist durch die Zinserhöhung also um weniger als 100 gesunken, per Saldo mithin gestiegen. Versuchen Sie, diese Überlegungen einmal mit Hilfe der Zeichnung nachzuvollziehen.
- c) **falsch.** [Analoge Argumentation zu a)] Steigende Staatsausgaben führen zu einer Überschussnachfrage: $S(i) < I(i) + \bar{G} - \bar{T}$. Daraufhin steigt der Zins. Steigende Zinsen führen wegen $I_i < 0$ zu sinkenden Investitionen und wegen $S_i > 0$ zu steigender Ersparnis. Bei gegebenem Einkommen sinkt deshalb der Konsum.
- d) **falsch.** [Analoge Argumentation zu b)] Wenn die Steuern steigen, entsteht ein Überschussangebot: $S(i) > I(i) + \bar{G} - \bar{T}$. Daraufhin sinkt der Zins. Die Ersparnis sinkt, Konsum und Investitionen steigen. Achtung: Per Saldo sinkt der Konsum jedoch. Angenommen, die Steuern steigen um 100 Einheiten. Daraufhin sinken das Netto-Einkommen und wegen $C_{Y-\bar{T}} = 1$ die Konsumnachfrage ebenfalls um 100. Die Zinssenkung lässt die Ersparnis sinken bzw. den Konsum steigen und auch die Investitionen steigen. Durch den vollständigen crowding-out steigen Konsum und Investitionen insgesamt (!) um 100, der Konsum ist durch die Zinserhöhung also um weniger als 100 gestiegen, per Saldo mithin gesunken.

4.6 Lösungen der Klausuraufgaben

Lösungsvorschlag zur Aufgabe 3 aus 3/16 (10 von 100 Punkten)

[Eine identische Aufgabe wurde im März 2013, 2012 und 2009 und September 2001 gestellt.]

a) [3 Punkte] **B** ist richtig.

$$\text{Aus } S_{Y-\bar{T}} \cdot dY = I_i \cdot di \text{ mit } d\bar{G} = d\bar{T} = 0 \text{ (Lageparameter) folgt } \frac{di}{dY} = \frac{S_{Y-\bar{T}}}{I_i}.$$

b) [3 Punkte] **D** ist richtig.

$$\text{Aus } 0 = I_i \cdot di + d\bar{G} \text{ mit } dY = d\bar{T} = 0 \text{ (laut Aufgabenstellung) folgt } \frac{di}{d\bar{G}} = -\frac{1}{I_i}.$$

c) [4 Punkte] **D** ist richtig.

Weil die rechte Seite der Gleichgewichtsbedingung, $S(Y - \bar{T}) = \bar{I} + \bar{G} - \bar{T}$, unabhängig vom Zins ist, verläuft die $(I + G - T)$ -Kurve parallel zur Zinsachse. [**A**, **B** und **C** sind **falsch**.] Deswegen verläuft übrigens auch die IS-Kurve parallel zur Zinsachse. Wegen $d\bar{G} = d\bar{T}$ findet keine Netto-Verschiebung statt. Die Sparkurve verläuft wegen $S_{Y-\bar{T}} > 0$ ansteigend. Bei einer Steuererhöhung sinkt, unabhängig vom Bruttoeinkommen Y , die Ersparnis, die Kurve verlagert sich nach unten. Die Konstruktion zweier Gleichgewichte ergibt im $i - Y$ -Diagramm (automatisch) eine senkrecht verlaufende IS-Kurve. Die Verschiebung der Sparkurve nach unten ergibt bei unveränderter $(I + G - T)$ -Kurve eine Verschiebung der IS-Kurve nach rechts.

Lösungsvorschlag zur Aufgabe 3 aus 3/15 (10 von 100 Punkten)

a) [3 Punkte] **A** ist richtig.

Zu lösen ist folgendes **Maximierungsproblem**:

$$\max! Q = Y - \left(\frac{W}{P}\right) \cdot N - i \cdot K \quad \text{u. d. N.} \quad Y = N \cdot \left(\frac{K}{N}\right)^b = N^{1-b} \cdot K^b$$

bzw. nach Einsetzen

$$\max! Q = N^{1-b} \cdot K^b - \left(\frac{W}{P}\right) \cdot N - i \cdot K$$

Der **optimale Kapitalstock** ergibt sich durch Nullsetzen der ersten Ableitung nach K :

$$\frac{\partial Q}{\partial K} = b \cdot N^{1-b} \cdot K^{b-1} - i = 0 \quad \text{bzw.} \quad K^{b-1} = \frac{i}{b \cdot N^{1-b}} \quad \text{bzw.} \quad K_{opt} = \left(\frac{i}{b \cdot N^{1-b}}\right)^{\frac{1}{b-1}}$$

b) [3 Punkte] **D** ist richtig.

Die Investitionsnachfrage ist die Differenz aus gewünschtem und gegebenem Kapitalstock.

c) [4 Punkte] **B** ist richtig.

Aufgrund $\frac{dK_{opt}}{di} < 0$ und wegen $I^d = K_{opt} - \bar{K}$ auch $\frac{dI^d}{di} < 0$ verläuft der Graph der Investitionsnachfrage in einem $i - I^d$ -Diagramm fallend. [**C** und **D** sind **falsch**.] Wenn die (hier nicht spezifizierte) Investitionsneigung zunimmt, steigt zinsunabhängig die Investitionsnachfrage. [**A** ist **falsch**.]

Lösungsvorschlag zur Aufgabe 6 aus 3/15 (9 von 100 Punkten)

[Eine nahezu identische Aufgabe wurde im September 2011 gestellt.]

a) [3 Punkte] **D** ist richtig.

Die marginale Konsumquote gibt an, um wie viele (Güter-) Einheiten die Konsumnachfrage steigt, wenn das Netto-Einkommen um eine (infinitesimal kleine) Einheit steigt. Formal handelt es sich also um die erste Ableitung der Konsumfunktion nach dem Netto-Einkommen.

b) [3 Punkte] **B** ist richtig.

Die durchschnittliche Konsumquote gibt die Konsumnachfrage pro Netto-Einkommenseinheit an. Formal handelt es sich also um den Quotienten aus Konsumfunktion und Netto-Einkommen:

$$\frac{C^d}{Y-T} = \frac{a}{Y-T} + \frac{(Y-\bar{T})^{2/3}}{Y-T} = a \cdot (Y-\bar{T})^{-1} + (Y-\bar{T})^{-1/3}$$

c) [3 Punkte] **A** ist richtig.

Ein Haushalt hat drei Verwendungsmöglichkeiten für sein erzieltes Brutto–Einkommen: Steuerzahlungen, Konsum und Ersparnis. *Formal:* $Y = \bar{T} + C + S$. Umstellen nach S und Einsetzen der gegebene Konsumfunktion, $S (= Y - \bar{T} - C) = Y - \bar{T} - a - (Y - \bar{T})^{2/3}$, ergibt die Sparfunktion.

Lösungsvorschlag zur Aufgabe 2 aus 3/13 (13 von 100 Punkten)

[Eine identische Aufgabe wurde im März 2012, im März 2009 sowie September 2001 gestellt.]

a) [3 Punkte] **C** ist richtig.

b) [3 Punkte] **B** ist richtig.

c) [4 Punkte] **D** ist richtig.

Sehen Sie bitte die Lösungshinweise zur identischen Aufgabe 3a) bis c) vom März 2016.

d) [3 Punkte] **C** ist richtig.

In einer konkreten Gleichung wie der angegebenen müssten die Investitionsneigung sowie die Sparneigung mit Hilfe irgendwelcher exogener Parameter indiziert sein, um – formal gesehen – als Lageparameter bezeichnet zu werden. Die Liquiditätspräferenz gehört zur Geldmarktgleichung.

Lösungsvorschlag zur Aufgabe 6 aus 9/12 (6 von 100 Punkten)

[Ähnliche Aufgaben wurden im September 2011 und 2001 gestellt.]

a) [3 Punkte] **C** ist richtig.

Die Ableitung von C nach Y .

b) [3 Punkte] **A** ist richtig.

Der Quotient aus S nach Y . Die Sparfunktion ergibt sich aus der Einkommensverwendungsgleichung, $Y = C + S$, und Einsetzen der gegebenen Konsumfunktion: $S = Y - a - b \cdot Y^c$. Es folgt $\frac{S}{Y} = 1 - \frac{a}{Y} - b \cdot \frac{Y^c}{Y} = 1 - a \cdot Y^{-1} - b \cdot Y^{c-1}$

Lösungsvorschlag zur Aufgabe 5 aus 3/12 (9 von 100 Punkten)

[Eine identische Aufgabe wurde im März 2009 und im September 2001 gestellt.]

a) [3 Punkte] **B** ist richtig.

Aus $S_{Y-\bar{T}} \cdot dY = I_i \cdot di$ mit $d\bar{G} = d\bar{T} = 0$ (Lageparameter) folgt $\frac{di}{dY} = \frac{S_{Y-\bar{T}}}{I_i}$.

b) [3 Punkte] **A** ist richtig.

Aus $0 = I_i \cdot di + d\bar{G}$ mit $dY = d\bar{T} = 0$ (laut Aufgabenstellung) folgt $\frac{di}{d\bar{G}} = -\frac{1}{I_i}$.

c) [3 Punkte] **D** ist richtig.

Weil die rechte Seite der Gleichgewichtsbedingung, $S(Y - \bar{T}) = \bar{I} + \bar{G} - \bar{T}$, unabhängig vom Zins ist, verläuft die $(I + G - T)$ -Kurve parallel zur Zinsachse. Deswegen verläuft übrigens auch die IS-Kurve parallel zur Zinsachse. Wegen $d\bar{G} = d\bar{T}$ findet keine Netto-Verschiebung statt. Die Sparkurve verläuft wegen $S_{Y-\bar{T}} > 0$ ansteigend. Bei einer Steuererhöhung sinkt, unabhängig vom Bruttoeinkommen Y , die Ersparnis, die Kurve verlagert sich nach unten. Die Konstruktion zweier Gleichgewichte ergibt im $i - Y$ -Diagramm (automatisch) eine senkrecht verlaufende IS-Kurve. Die Verschiebung der Sparkurve nach unten ergibt bei unveränderter $(I + G - T)$ -Kurve eine Verschiebung der IS-Kurve nach rechts.

Lösungsvorschlag zur Aufgabe 2 aus 9/11 (12 von 100 Punkten)

[Eine ähnliche Aufgabe wurde im März 1999 gestellt.]

a) [4 Punkte] **A** ist richtig.

Der Kapitalstock ist optimal, wenn sein Einsatz den Gewinn maximiert. Die Gewinnmaximierungsbedingung ergibt sich aus dem Ansatz:

$$\max! Q = Y - \frac{W}{P} \cdot N - i \cdot K \quad \text{unter der Nebenbedingung} \quad Y = N \cdot \left(\frac{K}{N}\right)^b = N^{1-b} \cdot K^b$$

$$\text{bzw. nach Einsetzen der Nebenbedingung:} \quad \max! Q = N^{1-b} \cdot K^b - \frac{W}{P} \cdot N - i \cdot K$$

Ableiten nach K und Nullsetzen ergibt allgemein stets $Y_K = i$, hier also $b \cdot N^{1-b} \cdot K^{b-1} = i$.

Umstellen führt zu $K^{b-1} = \frac{i}{b \cdot N^{1-b}}$ bzw. nach Exponieren mit $\frac{1}{b-1}$ den Ausdruck

$$K = \left(\frac{i}{b \cdot N^{1-b}}\right)^{\frac{1}{b-1}}.$$

b) [2 Punkte] **C** ist richtig.

Die Investitionsnachfrage (Wunsch nach zusätzlichen Kapitaleinheiten) ist die Differenz aus gewünschtem, also optimalem Kapitalstock gemäß Aufgabe a) und dem zum Entscheidungszeitpunkt ($t = 0$) gegebenen Kapitalstock: $I^d = K_{opt} - K_0$. (In der Aufgabe steht K statt K_0 .)

c) [3 Punkte] **C** ist richtig.

Die Wirkung einer Zinserhöhung auf die Investitionsnachfrage ist in einem $i - I$ -Diagramm als **Bewegung auf der Kurve** nachzuvollziehen. Die Investitionskurve verläuft nicht-linear fallend:

$$\frac{\partial K}{\partial i} = \frac{1}{b-1} \cdot i^{\frac{1}{b-1}-1} \cdot \left(\frac{1}{b \cdot N^{1-b}}\right)^{\frac{1}{b-1}} < 0 \quad (\text{negativ wegen } b < 1) \quad [\text{aus } K = i^{\frac{1}{b-1}} \cdot \left(\frac{1}{b \cdot N^{1-b}}\right)^{\frac{1}{b-1}}]$$

$$\text{sowie } \frac{\partial^2 K}{\partial i^2} = \left(\frac{1}{b-1} - 1\right) \cdot \frac{1}{b-1} \cdot i^{\frac{1}{b-1}-2} \cdot \left(\frac{1}{b \cdot N^{1-b}}\right)^{\frac{1}{b-1}} = \frac{2-b}{(b-1)^2} \cdot i^{\frac{1}{b-1}-2} \cdot \left(\frac{1}{b \cdot N^{1-b}}\right)^{\frac{1}{b-1}} > 0$$

d) [3 Punkte] **D** ist richtig.

Änderungen der Investitionsneigung sind zinsunabhängige Investitionsänderungen; sie ändern deshalb die **Lage** der Investitionsfunktion in einem $i - I$ -Diagramm. Eine Erhöhung der Investitionsneigung erhöht die Investitionsnachfrage, die Investitionskurve verschiebt (bei gegebenem Zins) sich nach rechts.

Lösungsvorschlag zur Aufgabe 5 aus 9/11 (12 von 100 Punkten)

a) [3 Punkte] **A** ist richtig.

Die marginale Konsumquote gibt an, um wie viele (Güter–) Einheiten die Konsumnachfrage steigt, wenn das Netto–Einkommen um eine (infinitesimal kleine) Einheit steigt. Formal handelt es sich also um die erste Ableitung der Konsumfunktion nach dem Netto–Einkommen.
--

b) [3 Punkte] **D** ist richtig.

Die durchschnittliche Konsumquote gibt die Konsumnachfrage pro Netto–Einkommenseinheit an. Formal handelt es sich also um den Quotienten aus Konsumfunktion und Netto–Einkommen.
--

c) [3 Punkte] **B** ist richtig.

Ein Haushalt hat drei Verwendungsmöglichkeiten für sein erzieltes Brutto–Einkommen: Steuerzahlungen, Konsum und Ersparnis. <i>Formal:</i> $Y = \bar{T} + C + S$. Umstellen nach S und Einsetzen der gegebenen Konsumfunktion, $S (= Y - \bar{T} - C) = Y - \bar{T} - a - (Y - \bar{T})^{2/3}$, ergibt die Sparfunktion.

d) [3 Punkte] **B** ist richtig.

Die Konsumfunktion $C^d = C(Y - \bar{T})$ weist – so allgemein formuliert – lediglich die Eigenschaft auf, dass die Konsumnachfrage abhängig vom Netto–Einkommen $Y - \bar{T}$ ist. Keynes hat jedoch einen gleich gerichteten, $dC/d(Y - T) > 0$, allerdings unterproportionalen Konsum–Einkommens–Zusammenhang, $dC/d(Y - T) < 1$, postuliert.
--

Lösungsvorschlag zur Aufgabe 2 aus 9/10 (12 von 100 Punkten)

[Eine identische Aufgabe wurde im September 2007 sowie im März 2004 gestellt.]

a) [3 Punkte] **D** ist richtig.

Die erste Ableitung der Sparfunktion nach dem Nettoeinkommen : $S_{Y-T} = \frac{2}{3} \cdot (Y-T)^{-\frac{1}{3}}$

b) [3 Punkte] **A** ist richtig.

Der Quotient aus Ersparnis und Nettoeinkommen: $\frac{S}{Y-T} = \frac{b}{Y-T} + (Y-T)^{-\frac{1}{3}}$

c) [3 Punkte] **B** ist richtig.

Die Konsumfunktion wird berechnet, indem die Sparfunktion in die Verwendungsgleichung für das Nettoeinkommen, $Y-T = C + S$, eingesetzt wird: $Y-T = C + b + (Y-T)^{\frac{2}{3}}$
--

d) [3 Punkte] **A** ist richtig.

Steigende Steuern vermindern das Nettoeinkommen $Y-T$, worauf die Ersparnis sinkt. In einem $S - (Y-T)$ -Diagramm ist dies als Bewegung auf der Kurve darzustellen. Lageparameter ist b .

Lösungsvorschlag zur Aufgabe 2 aus 3/09 (12 von 100 Punkten)

[Eine identische Aufgabe wurde im September 2001 gestellt.]

a) [3 Punkte] **D** ist richtig.

Aus $S_{Y-\bar{T}} \cdot dY = I_i \cdot di$ mit $d\bar{G} = d\bar{T} = 0$ (Lageparameter) folgt $\frac{di}{dY} = \frac{S_{Y-\bar{T}}}{I_i}$.

b) [3 Punkte] **A** ist richtig.

Aus $0 = I_i \cdot di + d\bar{G}$ mit $dY = d\bar{T} = 0$ (laut Aufgabenstellung) folgt $\frac{di}{d\bar{G}} = -\frac{1}{I_i}$.

c) [3 Punkte] **D** ist richtig.

Weil die rechte Seite der Gleichgewichtsbedingung, $S(Y - \bar{T}) = \bar{I} + \bar{G} - \bar{T}$, unabhängig vom Zins ist, verläuft die $(I + G - T)$ -Kurve parallel zur Zinsachse. Deswegen verläuft übrigens auch die IS-Kurve parallel zur Zinsachse. Wegen $d\bar{G} = d\bar{T}$ findet keine Verschiebung statt. Die Sparkurve verläuft wegen $S_{Y-\bar{T}} > 0$ ansteigend. Bei einer Steuererhöhung sinkt, unabhängig vom Bruttoeinkommen Y , die Ersparnis, die Kurve verlagert sich nach unten. Die Konstruktion zweier Gleichgewichte ergibt im $i - Y$ -Diagramm (automatisch) eine senkrecht verlaufende IS-Kurve. Die Verschiebung der Sparkurve nach unten ergibt bei unveränderter $(I + G - T)$ -Kurve eine Verschiebung der IS-Kurve nach rechts.

d) [3 Punkte] **E** ist richtig.

Aus $S_{Y-\bar{T}} \cdot dY - S_{Y-\bar{T}} \cdot d\bar{T} = d\bar{G} - d\bar{T}$ und $d\bar{G} = d\bar{T}$ folgt $\frac{dY}{d\bar{G}} = \frac{S_{Y-\bar{T}}}{S_{Y-\bar{T}}}$ bzw. $dY = d\bar{G}$.

Es handelt sich um das sog. **Haavelmo-Theorem**: Bei zinsunabhängiger Güternachfrage erhöht eine Staatsausgabenerhöhung ohne staatliche Neuverschuldung (Steuerfinanzierung!) das Sozialprodukt um denselben Betrag (jedoch nicht um den Betrag 1!).

Textauszug Ende

11 Offene Volkswirtschaft

Textauszug

11.1 Einführung

In makroökonomischen Modellen offener Volkswirtschaften werden grenzüberschreitende Güterströme sowie internationale Kapitalbewegungen einbezogen. Alle diesbezüglichen volkswirtschaftlichen Größen sind aus der Perspektive des Inlandes zu verstehen:

- **Güterexporte:** Waren und Dienstleistungen fließen vom Inland ins Ausland. *Oder:* Ausländer fragen inländische Güter nach.
- **Güterimporte:** Waren und Dienstleistungen fließen vom Ausland ins Inland. *Oder:* Inländer fragen ausländische Güter nach.
- **Kapitalexporte:** Kapital (Geld) fließt vom Inland ins Ausland. *Oder:* Inländer fragen ausländische Wertpapiere nach.
- **Kapitalimporte:** Kapital (Geld) fließt vom Ausland ins Inland. *Oder:* Ausländer fragen inländische Wertpapiere nach.

EX = Güterexporte

IM = Güterimporte

KEX = Kapitalexporte

KIM = Kapitalimporte

Zu den bereits berücksichtigten inländischen Wirtschaftssektoren Haushalte, Unternehmen und Staat kommt also noch der Sektor **Ausland** (Rest der Welt) hinzu. Es handelt sich um eine kleine Volkswirtschaft im Verhältnis zum Rest der Welt, d. h. Impulse aus dem Ausland haben zwar Einfluss auf inländische Größen, umgekehrt gilt dies jedoch nicht. Güterimporte werden in ausländischen Mengeneinheiten, Kapitalimporte in ausländischen Zahlungseinheiten (Auslandswährung) notiert, was Umrechnungsgrößen erfordert.

Auslandsgrößen **exogen**

Eine wichtige Größe, mit der in- und ausländische Zahlungseinheiten umgerechnet werden, ist der nominale **Wechselkurs** e . Der nominale Wechselkurs hat die Dimension

$$e = \frac{\text{inländische Währungseinheiten}}{\text{ausländische Währungseinheiten}} \left[= \frac{\text{Euro}}{\text{Dollar}} \right],$$

e als **Preisnotierung**

gibt also den Preis einer ausländischen Währungseinheit (Dollar) in inländischen Währungseinheiten (Euro) an.²⁸ Wenn der nominale Wechselkurs steigt, wertet die inländische Währung ab. Ein sinkender Wechselkurs hingegen bedeutet eine Aufwertung der inländischen Währung: Wenn der nominale Wechselkurs e steigt, werden die Importgüter im Verhältnis zu inländischen Gütern teurer bzw. die Exportgüter relativ billiger, der (Außen-) Wert des Euro nimmt also ab. Es frohlocken die Exporteure und ärgern sich die Importeure. Umgekehrt verhält es sich bei einem steigenden Wechselkurs.

$e(\uparrow) \Rightarrow$ Euro wertet **ab**
 $e(\downarrow) \Rightarrow$ Euro wertet **auf**

²⁸ Der Kehrwert, $1/e = [\$/\text{€}]$ ist die Mengennotierung. Er gibt an, wie viel Dollar man für einen Euro bezahlen muss.

Internationale Wirtschaftsbeziehungen werden wie folgt in offenen Modellen berücksichtigt:

Gütermarkt

siehe Abschnitt 2.1

Die Gleichgewichtsbedingung für den Gütermarkt weist auf der Nachfrageseite eine zusätzliche Komponente auf: den **Außenbeitrag** oder **Handelsbilanzsaldo**, die Differenz aus Güterexport und Güterimport. Dazu folgende Überlegungen: Der Güterexport ist die Nachfrage des Auslands nach inländischen Gütern, die Variable EX erhöht die rechte Seite der Gütermarktgleichung. Der Güterimport IM ist die Nachfrage des Inlands nach ausländischen Gütern, ein Teil des im Inland erzielten Einkommens fließt ins Ausland, mindert also die heimische Nachfrage um diese Größe. Die Gleichgewichtsbedingung für den (inländischen) Gütermarkt lautet jetzt:

Gütermarkt

$$Y = C + I + G + [EX - IM]$$

Diese Gütermarktgleichung ist zwar inhaltlich aber dimensionsmäßig noch nicht korrekt notiert: Die Güterexporte EX sind wie der Konsum der Inländer C , die Investitionen der Inländer I , die inländischen Staatsausgaben G sowie das Inlandseinkommen Y in inländischen Gütereinheiten notiert. Die Güterimporte IM sind in ausländischen Gütereinheiten ausgedrückt. Der formal korrekte Saldo aus Güterexporten und Güterimporten, der reale **Außenbeitrag** NX , ergibt sich durch die folgende Umrechnung der Güterimporte:

P_a = ausl. Preisniveau

$$NX = EX - \frac{e \cdot P_a}{P} \cdot IM \quad [\text{realer Außenbeitrag}] \text{ bzw.}$$

mit P multipliziert

$$P \cdot NX = P \cdot EX - e \cdot P_a \cdot IM \quad [\text{nominaler Außenbeitrag}]$$

So wird es Schritt für Schritt nachvollziehbar:

2 kg Tee kosten 5 \$.

$P_a \cdot IM$ ist der nominale Güterimport in ausländischen Währungseinheiten, also der Wert der Importmenge in Dollar.

2 kg Tee kosten 4 €.

$e \cdot P_a \cdot IM$ ist der nominale Güterimport in inländischen Währungseinheiten, also der Wert der Importmenge in Euro

2 kg Tee kosten 6 Liter Milch.

$\frac{e \cdot P_a}{P} \cdot IM$ ist der reale Güterimport in inländischen Gütereinheiten.

Diese Umrechnungsgröße ist der **reale Wechselkurs** q .

realer Wechselkurs q

$$q = \frac{e \cdot P_a}{P} \left[\frac{\frac{\cancel{\text{Euro}}}{\text{Dollar}} \cdot \frac{\text{Dollar}}{\cancel{\text{Euro}}}}{\frac{\cancel{\text{Euro}}}{\text{inl. Gütereinheit}}} = \frac{\text{inl. Gütereinheit}}{\text{ausl. Gütereinheit}} \right]$$

Der reale Wechselkurs gibt an, wie viele inländische (= Export-) Mengeneinheiten für eine ausländische (= Import-) Gütereinheit bezahlt (getauscht) werden müssen. Sein Kehrwert

$$\frac{1}{q} = \frac{P}{e \cdot P_a}$$

$1 / q$ = Kaufkraft eines \$ / Kaufkraft eines € (gerechnet in \$)

wird als **Terms-of-Trade** bezeichnet. Die Terms-of-Trade geben an, wie viele Einheiten des Importgutes gegen eine Einheit des Exportgutes getauscht werden können.

Die Gütermarktgleichung eines offenen Modells lautet nunmehr

$$Y = C(Y) + I(i) + G + EX(q, Y_a) - q \cdot IM(q, Y)$$

Steuern werden vernachlässigt.

$$\text{mit } EX_q, EX_{Y_a}, IM_Y > 0 > IM_q$$

Dabei gilt

- Wenn der reale Wechselkurs q steigt, wird das inländische Gut gegenüber dem ausländischen Gut (relativ) billiger, mithin wird der Güterexport steigen und der Güterimport sinken:
- Wenn das inländische Einkommen steigt, steigt der Güterimport.
- Wenn das Auslandseinkommen steigt, steigt der Güterexport.

$$EX_q > 0 \text{ und } IM_q < 0$$

$$IM_Y > 0$$

$$EX_{Y_a} > 0$$

Im Modell werden Güterexport und Güterimport zum Außenbeitrag NX zusammengefasst und der Gütermarkt wie folgt formuliert:

$$Y = C(Y) + I(i) + G + NX(q, Y, \bar{Y}_a) \text{ mit } NX_q, NX_{\bar{Y}_a} > 0 > NX_Y$$

Gütermarktgleichung

Hinweis:

Der Außenbeitrag lautet $NX = EX(q, \bar{Y}_a) - q \cdot IM(q, Y)$. Eine Veränderung des realen Wechselkurses q hat gegenläufige Wirkungen: Wenn q steigt, steigt der Export, während der Import sinkt. Beides erhöht den Außenbeitrag. Gleichzeitig steigt aber der Importwert $q \cdot IM$, was den Außenbeitrag senkt. Mit der Annahme $NX_q > 0$ wird von der sog. **Normalreaktion des Außenbeitrags**, der Stabilitätsbedingung für das Devisenmarktgleichgewicht, ausgegangen. Damit per Saldo der Außenbeitrag steigt, muss die sog. **Marshall-Lerner-Bedingung** erfüllt sein. Sie besagt, dass unter der Voraussetzung eines ausgeglichenen Handelsbilanzsaldos ($NX = 0$) die Absolutsumme der Preiselastizitäten von Import und Export größer Eins ist.

Devisenmarkt

Bei grenzüberschreitenden Transaktionen kommen zwangsläufig Devisen (Auslandswährung) ins Spiel. Für das Modell einer offenen Volkswirtschaft muss deshalb ein Markt formuliert werden, auf dem Devisen für die Abwicklung des internationalen Güter- und Kapitalverkehrs angeboten und nachgefragt werden. Für Angebot und Nachfrage auf dem Devisenmarkt gilt:

- **Güterexporte** gehen mit einem Devisenangebot einher.²⁹
- Für **Güterimporte** müssen Devisen nachgefragt werden.
- **Kapitalimporte** KIM erhöhen das Devisenangebot.
- **Kapitalexporte** KEX erhöhen die Devisennachfrage.

Diese vier Größen werden zur Gleichgewichtsbedingung des Devisenmarktes zusammengefasst, notiert in inländischen Währungseinheiten (Euro), wobei das Devisenangebot links, die Devisennachfrage rechts steht:

Devisenmarkt in Euro

$$\underbrace{P \cdot EX(\bar{Y}_a, q) + e \cdot KIM(i, \bar{i}_a)}_{\text{Devisenangebot}} = \underbrace{e \cdot P_a \cdot IM(Y, q) + KEX(i, \bar{i}_a)}_{\text{Devisennachfrage}}$$

$$\text{mit } KEX_{\bar{i}_a}, KIM_i > 0 > KEX_i, KIM_{\bar{i}_a}$$

Damit die realen Größen Güterexporte und Güterimporte jeweils in Euro notiert sind, müssen EX und $q \cdot IM$ mit dem inländischen Preisniveau multipliziert werden. Aus demselben Grund ist KIM (in Dollar gerechnet) mit e multipliziert worden. KEX ist bereits in inländischen Währungseinheiten notiert.

$KEX_i < 0$ u. $KIM_i > 0$

$KEX_{ia} > 0$ u. $KIM_{ia} < 0$

Grenzüberschreitende Kapitalbewegungen hängen von der internationalen Ertragsdifferenz von Wertpapieranlagen, also u. a. von der Zinsdifferenz zwischen Inland und Ausland ab. Wenn der inländische Zins i steigt bzw. der Kurs inländischer Wertpapiere $1/i$ sinkt, werden diese gegenüber ausländischen Anlagen vergleichsweise attraktiver, der Kapitalexport wird also abnehmen, der Kapitalimport zunehmen. Wenn der Auslandszins i_a steigt, ist es, aus denselben Gründen, genau umgekehrt.

In der obigen Gleichgewichtsbedingung für den Devisenmarkt werden abschließend EX und IM zum Außenbeitrag NX saldiert sowie

²⁹ Das Ausland zahlt die Exporte in Euro, muss also vorher (z. B. bei einer Bank) Euros nachfragen bzw., was Dasselbe ist, im Gegenzug Dollars anbieten. *Oder*: Das Ausland zahlt die Exporte in Dollar, das inländische Unternehmen bietet die erhaltenen Dollars an (z. B. bei einer Bank), um dafür Euros zu erhalten.

KEX und *KIM* zum **Netto-Kapitalexport** *NKA*, dem Saldo des internationalen Kapitalverkehrs zusammengefasst:

$$NKA(i, \bar{i}_a) = KEX(i, \bar{i}_a) - e \cdot KIM(i, \bar{i}_a) \quad \text{mit} \quad NKA_{\bar{i}_a} > 0 > NKA_i$$

Der Devisenmarkt lautet in saldierten Größen

$$P \cdot NX(q, \bar{Y}_a, Y) = NKA(i, \bar{i}_a)$$

$$\text{mit} \quad NX_q, NX_{\bar{Y}_a}, NKA_{\bar{i}_a} > 0 > NX_Y, NKA_i$$

Devisenmarkt saldiert

Bitte merken Sie sich:

Wenn nominaler Außenbeitrag und Netto-Kapitalexport – wie in $P \cdot NX(q, \bar{Y}_a, Y) = NKA(i, \bar{i}_a)$ – ohne Intervention der Zentralbank bzw. Währungsbehörde (eigener Devisenkauf oder –verkauf) übereinstimmen, herrscht **außenwirtschaftliches Gleichgewicht**.

Wenn die Zentralbank den **Wechselkurs konstant** halten möchte (dazu gleich mehr), ist sie gezwungen, am Devisenmarkt durch eigenes Devisenangebot bzw. eigene Devisennachfrage zu intervenieren. In diesem Fall würde die Gleichgewichtsbedingung für den Devisenmarkt

$$P \cdot NX - NKA = \Delta D \quad ^{30}$$

lauten, wobei ΔD die Zunahme der Nettoauslandsfordungen, also eine Zunahme der Devisenreserven ($\Delta D > 0$) oder eine Abnahme der Devisenreserven der Zentralbank ($\Delta D < 0$) bedeuten kann.

Wenn die Zentralbank eine Devisennachfrage ausübt, also Devisen kauft, bezahlt sie mit inländischen Währungseinheiten: Die umlaufende inländische Geldmenge steigt. Wenn die Zentralbank am Devisenmarkt ein Angebot ausübt, also Devisen verkauft, erhält sie dafür inländische Währungseinheiten: Dem Wirtschaftskreislauf wird inländisches Geld entzogen, die inländische Geldmenge sinkt. Alternativ lassen sich Devisenkauf und –verkauf mit einer Änderung des Wertpapierbestandes der Zentralbank, *R*, finanzieren. Ein Blick auf die vereinfachte Bilanz der Zentralbank verdeutlicht dies:

Zentralbankintervention beeinflusst die **Geldmenge**.

Zentralbankbilanz

Devisenreserven <i>D</i>	Geldmenge <i>M</i>
Inl. Wertpapiere <i>R</i>	

$D (\uparrow) \Rightarrow M (\uparrow) \text{ o. } R (\downarrow)$
 $D (\downarrow) \Rightarrow M (\downarrow) \text{ o. } R (\uparrow)$

³⁰ Diese Gleichung kennen Sie als Zahlungsbilanz aus Abschnitt 2.1.

Wechselkurssystem:

Die Analyse des gesamtwirtschaftlichen Gleichgewichts, der Anpassungsprozesse bei exogenen Störungen, vor allem aber der Wirkung wirtschaftspolitischer Maßnahmen im Rahmen eines offenen Modells stellt vor allem auf die Wirkungsweise unterschiedlicher Wechselkurssysteme ab.

$D^s > D^d$
 \Rightarrow Devisen **D** kaufen
 \Rightarrow Geldmenge **M** steigt

$D^s < D^d$
 \Rightarrow Devisen **D** verkaufen
 \Rightarrow Geldmenge **M** sinkt

$D^s > D^d$
 \Rightarrow Wechselkurs sinkt

$D^s < D^d$
 \Rightarrow Wechselkurs steigt

In einem (ggf. zwischen den Beteiligten vereinbarten) System **fester Wechselkurse** ist die Zentralbank bei Eintritt eines Devisenmarktungleichgewichts gezwungen, ein Überschussangebot bzw. eine Überschussnachfrage auf dem Devisenmarkt durch Devisenankauf bzw. Devisenverkauf zu beseitigen, damit der Wechselkurs auf dem gewünschten Niveau gehalten werden kann. In diesem Fall muss also die Geldmenge der jeweiligen außenwirtschaftlichen Konstellation angepasst und kann nicht mehr zur Steuerung der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage eingesetzt werden.

In einem System **flexibler Wechselkurse** sorgt ein sinkender nominaler Wechselkurs (Aufwertung der inländischen Währung) bei einem Überschussangebot bzw. ein steigender nominaler Wechselkurs (Abwertung der inländischen Währung) bei einer Überschussnachfrage für ein Gleichgewicht auf dem Devisenmarkt. In diesem Fall steht dem Staat bzw. der Zentralbank die Geldmenge als inländischer Aktionsparameter (Geldpolitik) zur Verfügung.

11.2 Devisenmarkt

Zunächst wird der Devisenmarkt isoliert betrachtet:

in der Klausur oft vereinfacht mit $NKA = 0$

$$(1) \bar{P} \cdot NX(q, \bar{Y}_a, \bar{Y}) = NKA(\bar{i}, \bar{i}_a)$$

$$\text{mit } NX_q, NX_{\bar{Y}_a}, NKA_{\bar{i}_a} > 0 > NX_{\bar{Y}}, NKA_{\bar{i}}$$

$$(2) q = \frac{e \cdot \bar{P}_a}{\bar{P}}$$

Devisenangebot

$$(3) D^S = \frac{\bar{P}}{e} \cdot EX(q, \bar{Y}_a) + KIM(\bar{i}, \bar{i}_a)$$

$$\text{mit } EX_q, EX_{\bar{Y}_a}, KIM_{\bar{i}} > 0 > KIM_{\bar{i}_a}$$

Devisennachfrage

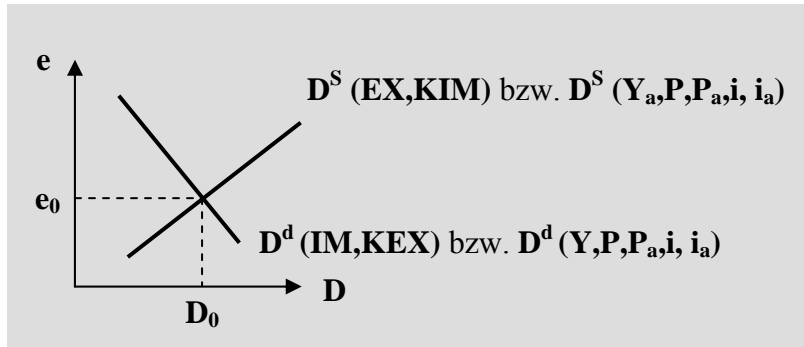
$$(4) D^d = \bar{P}_a \cdot IM(q, \bar{Y}) + \frac{1}{e} \cdot KEX(\bar{i}, \bar{i}_a)$$

$$\text{mit } KEX_{\bar{i}_a}, IM_{\bar{Y}} > 0 > IM_q, KEX_{\bar{i}}$$

Gleichung (1) ist die Gleichgewichtsbedingung für den Devisenmarkt, (2) ist die Definitionsgleichung des realen Wechselkurses. Angebot (3) und Nachfrage (4) auf dem Devisenmarkt sind jeweils

in ausländischen Währungseinheiten notiert. Die Variablen e und q sowie D^S und D^d sind endogen. Y, Y_a, i, i_a, P, P_a sind exogene Größen.

Devisenangebot (3) und die Devisennachfrage (4) werden in ein $e - D$ -Diagramm (Preis-Mengen-Diagramm) eingetragen:

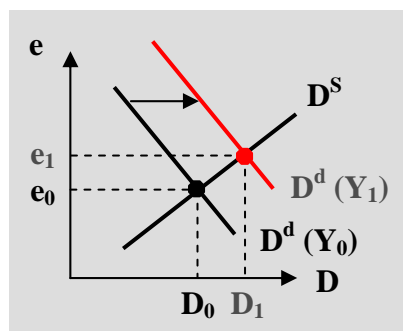


q ist nicht Lageparameter, weil e die Ordinatevariable ist:
 $q = e \cdot P_a / P$

Abb. 58: Devisenmarkt

Die Devisenangebotskurve verläuft ansteigend, weil mit zunehmendem e der reale Wechselkurs q steigt und deshalb die Güterexporte zunehmen: $EX_q > 0$. Wegen $IM_q < 0$ verläuft die Devisennachfragekurve fallend. Angesichts von sechs exogenen Größen können maximal 12 Fälle von Gleichgewichtsstörungen besprochen werden. Mit den beiden folgenden Störungen sind die (für die Klausur) wichtigsten Fälle abgedeckt:

Erhöhung des inländischen Einkommens



$Y (\uparrow) \Rightarrow IM (\uparrow)$
 \Downarrow
 $D^d (\uparrow)$

Abb. 59: Devisenmarkt – Erhöhung des Inlandeinkommens

\bar{Y} ist Lageparameter der D^d -Kurve, wegen $IM_{\bar{Y}} > 0$ verschiebt sie sich bei einer Erhöhung des Inlandeinkommens nach rechts.

Die exogene Zunahme des inländischen Einkommens erhöht den Güterimport (und senkt dadurch den Außenbeitrag). Dies führt zu

steigender Devisennachfrage, am Devisenmarkt entsteht eine Überschussnachfrage. In Folge diese Ungleichgewichts steigen nominaler und realer Wechselkurs. Ein steigender realer Wechselkurs erhöht die Exporte, das Devisenangebot steigt, und senkt die Importe, die Devisennachfrage sinkt wieder, bis der Devisenmarkt wieder im Gleichgewicht ist.

$$\begin{aligned} \bar{Y}(\uparrow) &\Rightarrow IM(\uparrow) \Rightarrow D^d(\uparrow) \Rightarrow [D^d > D^S] \Rightarrow e(\uparrow) \\ &\quad \downarrow \\ &IM(\downarrow) \leftarrow q(\uparrow) \Rightarrow EX(\uparrow) \\ &\quad \downarrow \qquad \qquad \downarrow \\ &D^d(\downarrow) \Rightarrow [D^d = D^S] \leftarrow D^S(\uparrow) \end{aligned}$$

fester Wechselkurs

Angenommen, die Zentralbank möchte in dieser Situation den Wechselkurs konstant halten. Die Zentralbank muss, um das Anstiegen des Wechselkurses zu verhindern, die Überschussnachfrage aus ihrem Devisenreservebestand bedienen. Sie verkauft Devisen, die umlaufende Geldmenge sinkt.

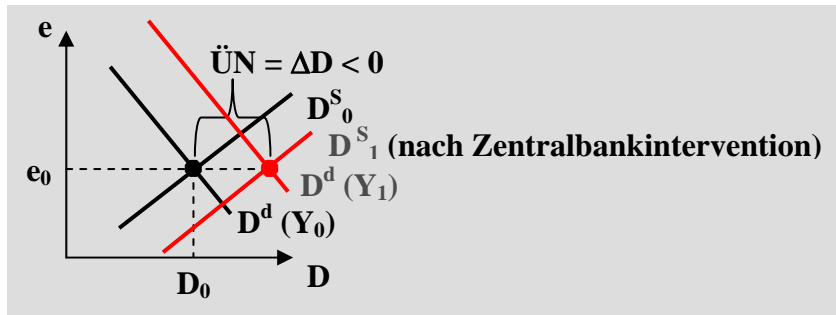


Abb. 60: Devisenmarkt – Zentralbankintervention

Erhöhung des ausländischen Einkommens

$$\begin{aligned} Y_a(\uparrow) &\Rightarrow EX(\uparrow) \\ &\quad \downarrow \\ &D^S(\uparrow) \end{aligned}$$

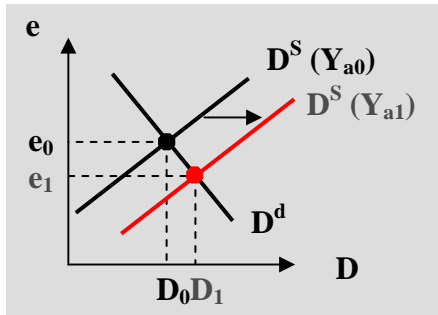
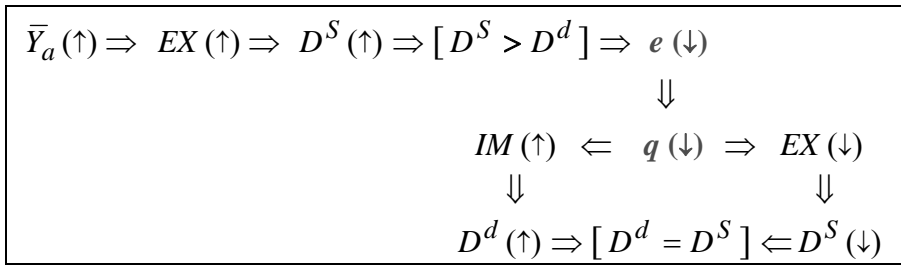


Abb. 61: Devisenmarkt – Erhöhung des Auslandseinkommens

Die D^S – Kurve verschiebt sich wegen $EX_{\bar{Y}_a} > 0$ bei einer Erhöhung des Auslandseinkommens nach rechts.



Die Zunahme des ausländischen Einkommens erhöht den Güterexport (und dadurch den Außenbeitrag). Dies führt zu steigendem Devisenangebot, am Devisenmarkt entsteht ein Überschussangebot. In Folge dieser Ungleichgewichts sinken nominaler und realer Wechselkurs. Ein sinkender realer Wechselkurs senkt die Exporte, das Devisenangebot sinkt wieder, und erhöht die Importe, die Devisenachfrage steigt, bis der Devisenmarkt wieder im Gleichgewicht ist.

Wenn die Zentralbank den Wechselkurs konstant halten möchte, muss sie das Devisen-Überschussangebot vom Markt nehmen. Die Zentralbank kauft Devisen, die umlaufende Geldmenge steigt.

fester Wechselkurs

Gegeben ist das folgende Modell für den Devisenmarkt:

$$(1) \bar{P} \cdot NX(q, \bar{Y}_a, \bar{Y}) = 0 \quad \text{mit } NX_q, NX_{\bar{Y}_a} > 0 > NX_{\bar{Y}}$$

$$(2) q = \frac{e \cdot \bar{P}_a}{\bar{P}}$$

$$(3) D^S = \frac{\bar{P}}{e} \cdot EX(q, \bar{Y}_a) \quad \text{mit } EX_q, EX_{\bar{Y}_a} > 0$$

$$(4) D^d = \bar{P}_a \cdot IM(q, \bar{Y}) \quad \text{mit } IM_{\bar{Y}} > 0 > IM_q$$

a) Illustrieren Sie bitte die Wirkungen einer Erhöhung des inländischen Preisniveaus im $e - D$ -Diagramm gemäß Abb. 58.

b) Illustrieren Sie bitte die Wirkungen einer Erhöhung des ausländischen Preisniveaus im $e - D$ -Diagramm gemäß Abb. 58.

Übungsaufgabe 1

Richtig oder falsch?

- Bei konstanten in- und ausländischen Preisniveaus sinken die Terms-of-Trade bei einer Abwertung der Inlandswährung.
- Wenn ceteris paribus (c. p.) die Güterimporte steigen, wertet die Inlandswährung bei flexiblem Wechselkurs ab.
- Wenn c. p. die Kapitalexporte steigen, steigt die Nachfrage nach Auslandswährung.
- Wenn c. p. die Kapitalimporte steigen, muss die Zentralbank Devisen kaufen, um den Wechselkurs konstant zu halten.

Übungsaufgabe 2

11.3 Totalmodell

Im Totalmodell einer offenen Wirtschaft werden nur Gütermarkt, Geldmarkt und Devisenmarkt formuliert. Produktionsfunktion und die Annahmen zum (keynesianischen oder neoklassischen) Arbeitsmarkt werden entweder in einer Gleichung zusammengefasst,

$$Y = Y(P) \quad \text{mit} \quad Y_P > 0 \quad [\text{keynesianische Unterbeschäftigung}]$$

$$\text{bzw. } Y = \bar{Y} \quad [\text{neoklassische Vollbeschäftigung}],$$

oder schlicht vernachlässigt.

Im folgenden Modell (5) bis (8) mit **flexiblem Wechselkurs** kommt die **Unterbeschäftigungsannahme** durch die Endogenität der Variable Y zum Ausdruck.

Gütermarkt	(5) $Y = C(Y) + I(i) + \bar{G} + NX(q, Y, \bar{Y}_a)$ mit $1 > C_Y > 0 > I_i$
Geldmarkt	(6) $\bar{M} = \bar{P} \cdot L(Y, i)$ mit $L_Y > 0 > L_i$
Devisenmarkt	(7) $\bar{P} \cdot NX(q, \bar{Y}_a, Y) = NKA(i - \bar{i}_a)$ mit $NX_q, NX_{\bar{Y}_a} > 0 > NX_Y, NKA_{i-\bar{i}_a}$
realer Wechselkurs	(8) $q = \frac{e \cdot \bar{P}_a}{\bar{P}}$

Die Formulierung $NKA(i - \bar{i}_a)$ mit $NKA_{i-\bar{i}_a} < 0$ für den Netto-Kapitalexport ist inhaltlich identisch mit der Notation $NKA(i, \bar{i}_a)$ und $NKA_{\bar{i}_a} > 0 > NKA_{\bar{i}}$. Endogene Variablen sind Y , i , e und q . Exogene Größen sind P , G , M , Y_a , i_a sowie P_a .³¹

Die Gleichgewichtsbedingungen (5) bis (7) lassen sich im hinlänglich bekannten $i - Y$ -Diagramm abbilden, da alle drei Märkte von Zins und Einkommen abhängig sind. Die **IS-Kurve** für Gleichung (5) hat mit Y_a und q zwei zusätzliche Lageparameter, ihre Steigung beträgt

Steigung der IS-Kurve	$\left. \frac{di}{dY} \right _{IS} = \frac{1 - C_Y - NX_Y}{I_i} < 0$
-----------------------	--

Die **LM-Kurve** für die Gleichung (6) hat die Steigung

³¹ Das gegebene inländische Preisniveau spart eine fünfte Gleichung und zudem die AD-AS-Analyse.

$$\left. \frac{di}{dY} \right|_{LM} = -\frac{L_Y}{L_i} > 0$$

Steigung der **LM**-

BP-Kurve

Jetzt muss noch der Graph der Devisenmarktgleichung (7), die sog. **BP-Kurve**, hergeleitet werden. Die Steigung dieser Kurve ergibt sich wie üblich durch Totaldifferenzierung. Unter Berücksichtigung von $d\bar{P} = d\bar{Y}_a = dq = d\bar{i}_a = 0$ ergibt sich

BP = balance of payments (Zahlungsbilanz)

$$(7a) \bar{P} \cdot NX_Y \cdot dY = NKA_i \cdot di \quad \text{bzw.}$$

$$\left. \frac{di}{dY} \right|_{BP} = \frac{\bar{P} \cdot NX_Y}{NKA_{i-\bar{i}_a}} > 0$$

Steigung der **BP-Kurve**

Die BP-Kurve verläuft ansteigend. Ihre Lageparameter sind \bar{Y}_a , q und \bar{i}_a . Da die LM-Kurve ebenfalls ansteigt, muss eine Annahme getroffen werden, welche Kure steiler bzw. flacher verläuft. Unter der Annahme vergleichsweise hoher Zinselastizität der internationaler Kapitalanleger ($NKA_{i-\bar{i}_a}$) und relativ geringer Zinselastizität der (inländischen) Geldnachfrager (L_i), also von

P in **q** enthalten

$$\left. \frac{di}{dY} \right|_{LM} = -\frac{L_Y}{L_i} > \left. \frac{di}{dY} \right|_{BP} = \frac{\bar{P} \cdot NX_Y}{NKA_{i-\bar{i}_a}}$$

Ann.: **BP** flacher als **LM**

können alle Kurven eindeutig abgetragen werden:

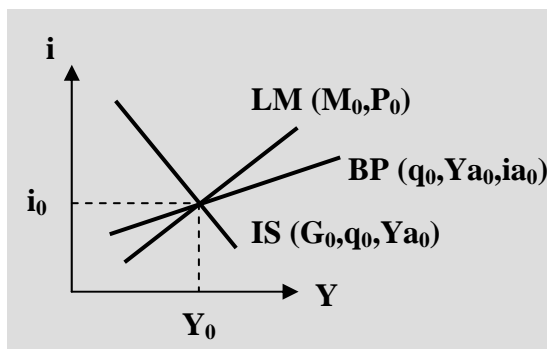


Abb. 62: Totalmodell einer offenen Volkswirtschaft

Der gemeinsame Schnittpunkt des IS-LM-BP-Schemas bzw. die Konstellation (i_0, Y_0) gibt eine Situation wieder, in der Güter-, Geld- und Devisenmarkt simultan im Gleichgewicht sind. Im Folgenden werden die Wirkungen je einer exogenen Störung auf Güter- bzw. Geldmarkt sowie einer Variation der ausländischen Größen analysiert. Zur Erinnerung: Es kommt dabei stets auf den Ort

der ursächlichen Störung bzw. auf das anfänglich induzierte Ungleichgewicht (Überschussangebot oder Überschussnachfrage) an.

Störung auf dem Gütermarkt

Angenommen, die Staatsausgaben steigen: $d\bar{G} > 0$. Totaldifferenzierung des Gleichungssystems (5) bis (8) unter Berücksichtigung von $d\bar{Y}_a = d\bar{M} = d\bar{P} = d\bar{i}_a = d\bar{P}_a = 0$ ergibt:

ableiten: **Y, i, e, q, G**
Alle endogenen Variablen plus G **ändern** sich.

$$(5a) \quad dY = C_Y \cdot dY + I_i \cdot di + d\bar{G} + NX_q \cdot dq + NX_Y \cdot dY$$

$$(6a) \quad 0 = \bar{P} \cdot L_Y \cdot dY + \bar{P} \cdot L_i \cdot di$$

$$(7b) \quad \bar{P} \cdot NX_q \cdot dq + \bar{P} \cdot NX_Y \cdot dY = NKA_{i-\bar{i}_a} \cdot di$$

$$(8a) \quad \bar{P} \cdot dq = \bar{P}_a \cdot de$$

Stellen Sie (8) um:
P · q = e · P_a

Division von \bar{P} in (7b),

Hätten Sie es gesehen?

$$(7b') \quad NX_q \cdot dq + NX_Y \cdot dY = \frac{NKA_{i-\bar{i}_a}}{\bar{P}} \cdot di,$$

Das eliminiert **dq**.

und Einsetzen in (5a) verkürzt das System auf

$$(5b) \quad dY = C_Y \cdot dY + I_i \cdot di + d\bar{G} + \frac{NKA_{i-\bar{i}_a}}{\bar{P}} \cdot di$$

$$(6a) \quad 0 = \bar{P} \cdot L_Y \cdot dY + \bar{P} \cdot L_i \cdot di$$

$$(8a) \quad \bar{P} \cdot dq = \bar{P}_a \cdot de$$

Kürzen mit \bar{P} und Umstellen von (6a) zu

$$(6a') \quad di = -\frac{L_Y}{L_i} \cdot dY$$

Das eliminiert **di**.

und Einsetzen in (5b) bringt

$$(5c) \quad dY = C_Y \cdot dY - \frac{I_i \cdot L_Y}{L_i} \cdot dY + d\bar{G} - \frac{NKA_{i-\bar{i}_a} \cdot L_Y}{\bar{P} \cdot L_i} \cdot dY \quad \text{bzw.}$$

$$(5c') \quad \left(1 - C_Y + \frac{I_i \cdot L_Y}{L_i} + \frac{NKA_{i-\bar{i}_a} \cdot L_Y}{\bar{P} \cdot L_i} \right) \cdot dY = d\bar{G}$$

bzw. nach Umstellen den **ersten Multiplikator**

$$(9) \frac{dY}{d\bar{G}} = \frac{1}{1 - C_Y + \frac{I_i \cdot L_Y}{L_i} + \frac{NKA_{i-\bar{i}_a} \cdot L_Y}{\bar{P} \cdot L_i}} > 0 \quad \text{bzw.}$$

G (↑) ⇒ Y (↑)

$$(9') \frac{dY}{d\bar{G}} = \frac{\bar{P} \cdot L_i}{(1 - C_Y) \cdot \bar{P} \cdot L_i + \bar{P} \cdot I_i \cdot L_Y + NKA_{i-\bar{i}_a} \cdot L_Y} > 0$$

Division von $d\bar{G}$ in (6a') und Einsetzen von (9') bringt mit

$$(10) \frac{di}{d\bar{G}} = \frac{-L_Y \cdot \bar{P}}{(1 - C_Y) \cdot \bar{P} \cdot L_i + \bar{P} \cdot I_i \cdot L_Y + NKA_{i-\bar{i}_a} \cdot L_Y} > 0$$

G (↑) ⇒ i (↑)

den **zweiten Multiplikator**.

Division von $NX_q \cdot d\bar{G}$ und Umstellen in (7b')

$$(7b'') \frac{dq}{d\bar{G}} = -\frac{NX_Y}{NX_q} \cdot \frac{dY}{d\bar{G}} - \frac{NKA_{i-\bar{i}_a}}{NX_q \cdot \bar{P}} \cdot \frac{di}{d\bar{G}}$$

und Einsetzen von (9') und (10) ergibt den **dritten Multiplikator**

$$(11) \frac{dq}{d\bar{G}} = \frac{-\frac{NX_Y \cdot \bar{P} \cdot L_i}{NX_q} - \frac{NKA_{i-\bar{i}_a} \cdot L_Y}{NX_q}}{(1 - C_Y) \cdot \bar{P} \cdot L_i + \bar{P} \cdot I_i \cdot L_Y + NKA_{i-\bar{i}_a} \cdot L_Y} = ? \quad \text{bzw.}$$

G (↑) ⇒ q (?)

$$(11') \frac{dq}{d\bar{G}} = -\frac{NX_Y \cdot \bar{P} \cdot L_i + NKA_{i-\bar{i}_a} \cdot L_Y}{NX_q} \cdot \frac{1}{(1 - C_Y) \cdot \bar{P} \cdot L_i + \bar{P} \cdot I_i \cdot L_Y + NKA_{i-\bar{i}_a} \cdot L_Y} = ?$$

Division von $\bar{P}_a \cdot d\bar{G}$ und Umstellen in (8a)

$$(8a') \frac{de}{d\bar{G}} = \frac{\bar{P}}{\bar{P}_a} \cdot \frac{dq}{d\bar{G}}$$

sowie Einsetzen von (11') bringt den **vierten Multiplikator**

Textauszug Ende

9 Keynesianisches Total-Modell

Wenn die Gleichgewichtsbedingungen für Gütermarkt, Geldmarkt und Arbeitsmarkt sowie die Produktionsfunktion zusammengefügt werden, entsteht das komplette Modell einer geschlossenen Wirtschaft. Es handelt sich um eine **geschlossene Wirtschaft**, weil der ökonomische Zusammenhang mit anderen Ländern unberücksichtigt bleibt. In der Analyse von Total-Modellen ergeben sich keine grundsätzlich neuen Erkenntnisse gegenüber der Bearbeitung einzelner Marktgleichungen oder im Vergleich zum IS-LM-Modell und AS-Modell. Lediglich der Rechen-, Zeichen- und Interpretationsaufwand erhöht sich ein wenig, weil das Gleichungssystem umfangreicher wird.

Modell ohne internationalen Güter- und Kapitalverkehr

Unterschieden wird zwischen dem neoklassischem Vollbeschäftigungsmodell und dem keynesianischem Unterbeschäftigungsmodell. Die bereits besprochenen unterschiedlichen Annahmen führen zu konträren Ergebnissen. Hier das wichtigste Resultat vorweg:

Annahme zum **Arbeitsmarkt** ist der **zentrale** Modellunterschied.

Bitte merken Sie sich:

- Im **neoklassischen** Modell ist es **nicht möglich**, durch wirtschaftspolitische Maßnahmen Einkommen und Beschäftigung zu erhöhen.
- Im **keynesianischen** Modell ist es unter bestimmten Voraussetzungen (zinselastische Investitionsnachfrage sowie endliche Zinselastizität der Geldnachfrage) **möglich**, durch wirtschaftspolitische Maßnahmen (Fiskal-, Geld- und Lohnpolitik) Einkommen und Beschäftigung zu erhöhen.

Bei der Bearbeitung dieser Modelle geht es stets um Folgendes: In der Ausgangssituation ist die Modellwirtschaft im Gleichgewicht, in einer Ruhelage: Es gibt für die Akteure auf allen Märkten keine Veranlassung, ihre Angebots- bzw. Nachfragemengen zu verändern, die endogenen Variablen haben jeweils einen bestimmten, zunächst unveränderlichen Wert. Erst wenn von außerhalb dieser Modellwirtschaft ein ökonomischer Parameter, also eine **exogene** Modellgröße **verändert** wird, gerät in der Regel das gesamte System ins Ungleichgewicht: Angebots- und / oder Nachfragemengen ändern sich, worauf ein **Anpassungsprozess** ausgelöst wird, in dessen Verlauf sich die **endogenen** Größen dieses Modells **ändern**. Erst wenn auf allen Märkten wieder Gleichgewicht herrscht, also alle endogenen Variablen sich auf einen jeweils neuen (ggf. auch den alten) gleichgewichtigen Wert eingependelt haben, ist dieser Anpassungsprozess abgeschlossen.

Impuls: Änderung **einer** exogenen Variablen

Folge: Änderung **aller** endogenen Variablen

⇒ **neues** Gleichgewicht

Die Modellanalyse kann auf drei Arten erfolgen:

formal: Es sind **Multiplikatoren**, also Ursache-Wirkungs-Beziehungen der Form $dY/d\bar{G}$ etc. zu berechnen.

Kurven nur verschieben, wenn sich ein **Lageparameter** ändert!

grafisch: Die Graphen aller Gleichungen sowie aggregierte Konzepte wie AD– und AS–Kurven sind in einem aufeinander abgestimmten **Diagrammsystem** für das Ausgangsgleichgewicht einzutragen. Anschließend müssen die von der exogenen Störung betroffenen Graphen so verschoben werden, dass das neue Gleichgewicht sichtbar wird.

Die Interpretation muss **modellkonform** sein.

verbal: Es handelt sich stets um statische Modelle. Das heißt, dass lediglich Ausgangs– und Endgleichgewicht miteinander verglichen (und berechnet) werden können. Man kann also nur angeben, in welche Richtung sich die endogenen Modellgrößen sowie Angebot und Nachfrage auf allen Märkten entwickelt haben. Über den Anpassungsprozess selbst kann deshalb lediglich gemutmaßt werden. Diese Spekulation sollte aber nicht willkürlich sondern plausibel sein, die **verbal–ökonomische Interpretation**, wie Sie sie in vorangegangenen Kapiteln bereits kennen gelernt haben, darf nicht den Modellannahmen widersprechen. Die Interpretation fällt Vielen weniger leicht als die formale Analyse mit Hilfe der Multiplikatoren.

Dieser Hinweis ist nicht klausurrelevant.

Verständnis ökonomischer Zusammenhänge und mögliche Schlussfolgerungen theoretischer Erkenntnisse der Volkswirtschaftslehre für Wirtschaftsprognosen und Wirtschaftspolitik sind der eigentliche Zweck des Makroökonomie–Studiums. Bedenken Sie bei der allfälligen Kritik, es handele sich um grobe, unzulässige Vereinfachungen einer komplexen ökonomischen Wirklichkeit, dass Sie sich hier zunächst mit den Grundlagen der makroökonomischen Theorie befassen. Eine erste Vertiefung finden Sie in den volkswirtschaftlichen B–Modulen, bei denen die in dieser Fibel behandelten Grundlagen und Analysemethoden übrigens vorausgesetzt werden.

In diesem Kapitel wird das wesentlich schwierigere keynesianische Modellsystem besprochen. Das Standard–Modell lautet:

Gütermarkt

$$(1) S(Y - \bar{T}) = I(i) + \bar{G} - \bar{T} \quad \text{mit } 1 > S_{Y-\bar{T}} > 0 > I_i$$

Geldmarkt

$$(2) \bar{M} = P \cdot L(Y, i) \quad \text{mit } L_Y > 0 > L_i$$

Arbeitsmarkt

$$(3) P \cdot Y_N(N, \bar{K}) = \bar{W} \quad \text{mit } Y_N, Y_{N\bar{K}} > 0 > Y_{NN}$$

Produktionsfunktion

$$(4) Y = Y(N, \bar{K}) \quad \text{mit } Y_{\bar{K}} > 0 > Y_{\bar{K}\bar{K}}$$

Im keynesianischen Modell (1) bis (4) sind die **endogenen** Variablen Einkommen Y , Beschäftigung N , Preisniveau P und Zins i **wechselseitig** voneinander **abhängig**. Ein durch eine exogene Gleichgewichtsstörung ausgelöster Anpassungsprozess wird also stets alle Märkte durchlaufen bzw. alle endogenen Variablen ändern. Bei der Analyse der dadurch ausgelösten Änderungen müssen also stets alle Gleichungen berücksichtigt werden.

Ggf. wird in der Klausur eine dieser Gleichungen modifiziert. In der Regel handelt es sich um jenen Markt, auf dem der exogene Impuls auftritt. An der Grafik und der Interpretation zu den Wirkungen der verschiedenen exogenen Einflüsse ändert sich dadurch nichts. Einzig die zu berechnenden Multiplikatoren variieren leicht.

Varianten sind inhaltlich irrelevant.

Ein **Beispiel** für eine alternative Gütermarktformulierung:

$$(1^*) S(Y - \bar{T}) = \bar{I} - \bar{\beta} \cdot i + \bar{G} - \bar{T} \quad \text{mit} \quad \bar{\beta} > 0 \quad \text{und} \quad \bar{I} > \bar{\beta} \cdot i$$

Gütermarkt alternativ

\bar{I} sind die zinsunabhängigen (autonomen) Investitionen. $\bar{\beta} \cdot i$ zeigt, dass die Investitionsnachfrage mit steigendem Zins abnimmt.

Ein **Beispiel** für den Geldmarkt:

$$(2^*) \bar{M} = P \cdot (\bar{k} \cdot Y - \bar{\gamma} \cdot i) \quad \text{mit} \quad \bar{k}, \bar{\gamma} > 0 \quad \bar{k} \cdot Y > \bar{\gamma} \cdot i$$

Geldmarkt alternativ

Die reale Geldnachfrage (Liquiditätspräferenz) $L = \bar{k} \cdot Y - \bar{\gamma} \cdot i$ steigt mit steigendem Einkommen und sinkt mit steigendem Zins.

Beispiel für den Arbeitsmarkt (bzw. die Preissetzungsfunktion):

$$(3^*) P = \frac{\bar{W} \cdot (1 + \bar{a})}{Y_N(N, \bar{K})} \quad \text{mit} \quad \bar{a} > 0$$

Arbeitsmarkt alternativ

\bar{a} ist ein (prozentualer) Aufschlag auf den Nominallohn. Stellen Sie sich die arbeitgeberseitigen Sozialversicherungsbeiträge vor.

Bei derartigen Alternativ-Formulierungen müssten Sie den folgenden Grafiken lediglich die Lageparameter $\bar{a}, \bar{k}, \bar{\beta}, \bar{\gamma}$ hinzufügen.

Das Diagrammsystem für das keynesianische Total-Modell (nächste Seite) enthält die Ihnen bereits bekannten Graphen:

- Die **IS-Kurve** ist der Graph der Gütermarktgleichung (1) im $i - Y$ - Diagramm.
- Die **LM-Kurve** ist der Graph der Geldmarktgleichung (2) im $i - Y$ - Diagramm.
- Die **AD-Kurve** ist der geometrische Ort aller simultanen Güter- und Geldmarktgleichgewichte im $P - Y$ - Diagramm.
- Die **AS-Kurve** ist der geometrische Ort aller $P - Y$ - Kombinationen, für die der Arbeitsmarkt (3) im Gleichgewicht und die technische Output-Input-Beziehung (4) erfüllt sind.
- Die **Ertragskurve** ist der Graph der gesamtwirtschaftlichen Produktionsfunktion (4) im $N - Y$ - Diagramm.
- Die **Preissetzungskurve** ist der Graph der Arbeitsmarkt- bzw. *genauer*: Arbeitsnachfragegleichung (3) im $N - P$ - Diagramm.

siehe Kapitel 4

siehe Kapitel 5

siehe Kapitel 7

siehe Kapitel 8

siehe Kapitel 3

siehe Kapitel 6

Die Abszissen (**Y** rechts, **P** links) sind von oben nach unten . . .
 Die Ordinaten (**P** Mitte, **N** unten) sind von links nach rechts . . .
 jeweils aufeinander abgestimmt.

AS-Kurve vereinfacht linear statt konvex

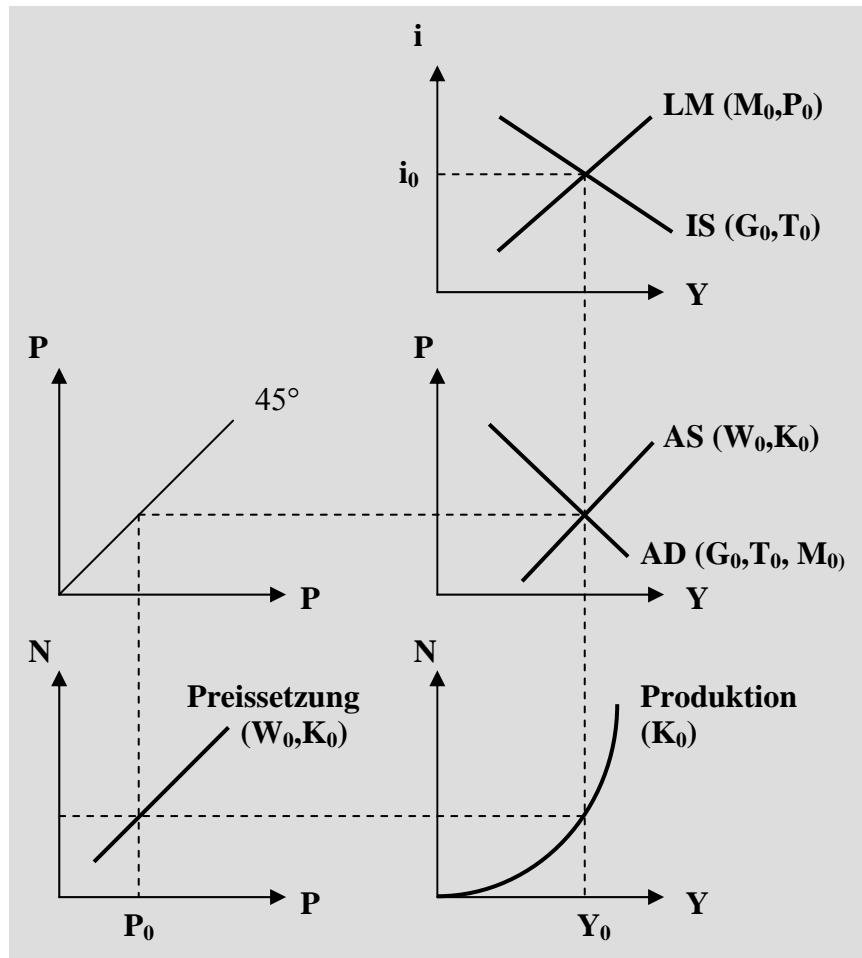


Abb. 49: Keynesianisches Total-Modell

Diese Darstellung des **Ausgangsgleichgewichts** (Y_0, i_0, P_0, N_0) für alle endogen Variablen wird bei jeder im Folgenden zu besprechenden Gleichgewichtsstörungen verwendet. Die Steigungen der einzelnen Kurven sind in den vorangegangenen Kapiteln grafisch und formal ermittelt worden. Jegliche Änderung im Gleichungssystem (1) bis (4) kann mit diesem Schema grafisch simuliert werden.

Trotz aller Variationsmöglichkeiten in der Modellformulierung und der Berücksichtigung weiterer exogener Variablen gibt es nur vier unterschiedliche Gleichgewichtsstörungen, wie die folgenden Abschnitte 9.1 bis 9.4 ergeben werden:

Lernen und verstehen Sie diese **4 Fälle**.

- Störung auf dem Gütermarkt
- Störung auf dem Geldmarkt
- Störung auf dem Arbeitsmarkt
- Kapitalstockvariation

9.1 Störung auf dem Gütermarkt

Mit einem Blick auf die Gleichung

$$(1) S(Y - \bar{T}) = I(i) + \bar{G} - \bar{T} \quad \text{mit} \quad 1 > S_{Y-\bar{T}} > 0 > I_i$$

erkennen Sie, dass eine exogene Störung des Gütermarktgleichgewichts (und damit des gesamtwirtschaftlichen Gleichgewichts) nur durch eine Variation der Staatsausgaben \bar{G} oder Steuern \bar{T} ausgelöst werden kann.

Es ist unerheblich, wodurch der exogene Impuls ausgelöst wird ($d\bar{G} > 0, d\bar{T} > 0, d\bar{G} < 0, d\bar{T} < 0$), entscheidend ist, ob diese Störung ein **Überschussangebot** oder eine **Überschussnachfrage** am Gütermarkt auslöst. Allein diese Eigenschaft des entstehenden Ungleichgewichts bestimmt den anschließenden Anpassungsprozess und die grafische Darstellung des neuen Gleichgewichts. Je nach exogener Größenänderung ($d\bar{G}$ oder $d\bar{T}$) werden die zu ermittelnden Multiplikatoren lediglich im Zähler geringfügig differieren.

Besprochen wird jetzt der schwierigste Fall: Der Staat plant eine **Steuererhöhung**: $d\bar{T} > 0$. Nach der formalen Analyse, der Multiplikatoren-Berechnung, die exakte Ergebnisse liefert, folgt die korrespondierende grafische und verbale Analyse.

G (↑) oder T (↓) ⇒
Überschussnachfrage

G (↓) oder T (↑) ⇒
Überschussangebot

Aufgabe: T (↑)

Multiplikator-Analyse

Das Gleichungssystem (1) bis (4) wird total differenziert, wobei sofort $d\bar{G} = d\bar{M} = d\bar{W} = d\bar{K} = 0$ berücksichtigt wird:

$$(1a) S_{Y-\bar{T}} \cdot dY - S_{Y-\bar{T}} \cdot d\bar{T} = I_i \cdot di - d\bar{T}$$

$$(2a) 0 = P \cdot L_Y \cdot dY + P \cdot L_i \cdot di + L \cdot dP \quad [L = L(Y, i)]$$

$$(3a) P \cdot Y_{NN} \cdot dN + Y_N \cdot dP = 0 \quad [Y_N = Y_N(N, \bar{K})]$$

$$(4a) dY = Y_N \cdot dN$$

nicht ableiten: G, M, W
und K bleiben **unverändert**.

ableiten: Y, i, P, N, T
Alle endogenen Variablen plus T **ändern** sich.

Die Funktionsargumente wurden weggelassen. L steht also für $L(Y, i)$ und Y_N für $Y_N(N, \bar{K})$. Die vier Multiplikatoren

$$\frac{dY}{d\bar{T}}, \frac{di}{d\bar{T}}, \frac{dP}{d\bar{T}} \text{ sowie } \frac{dN}{d\bar{T}}$$

sind die Lösung des Gleichungssystems (1a) bis (4a). Zur Lösung von (linearen) Gleichungssystemen gibt es mehrere Verfahren. Sinnvoll sind für solche Modelle nur das **Einsetzverfahren** (Variablensubstitution) bzw. die **Determinantenberechnung** (mit Hilfe der **Sarrus-Regel**). Beide möchte ich vorstellen:

siehe Kapitel 13

EinsetzverfahrenDas eliminiert dY .

Einsetzen von (4a) in die Gleichungen (1a) und (2a) verkürzt das System auf 3 Gleichungen:

Endogen sind nur noch dN , di und dP .

$$(1b) S_{Y-\bar{T}} \cdot Y_N \cdot dN - S_{Y-\bar{T}} \cdot d\bar{T} = I_i \cdot di - d\bar{T}$$

$$(2b) 0 = P \cdot L_Y \cdot Y_N \cdot dN + P \cdot L_i \cdot di + L \cdot dP$$

$$(3a) P \cdot Y_{NN} \cdot dN + Y_N \cdot dP = 0$$

Das eliminiert dP .Umstellen von (3a) nach (3a') $dP = -\frac{P \cdot Y_{NN}}{Y_N} \cdot dN$ und Einsetzen in (2b) verkürzt das System auf 2 Gleichungen:Endogen sind nur noch dN und di .

$$(1b) S_{Y-\bar{T}} \cdot Y_N \cdot dN - S_{Y-\bar{T}} \cdot d\bar{T} = I_i \cdot di - d\bar{T}$$

$$(2c) 0 = \cancel{P} \cdot L_Y \cdot Y_N \cdot dN + \cancel{P} \cdot L_i \cdot di - \frac{L \cdot \cancel{P} \cdot Y_{NN}}{Y_N} \cdot dN$$

Umstellen von (2c) nach

$$(2c') di = \frac{L \cdot Y_{NN}}{Y_N \cdot L_i} \cdot dN - \frac{L_Y \cdot Y_N}{L_i} \cdot dN = \frac{L \cdot Y_{NN} - L_Y \cdot Y_N^2}{Y_N \cdot L_i} \cdot dN$$

Das eliminiert di .

und Einsetzen in (1b) verkürzt das System auf 1 Gleichung:

Endogen ist nur noch dN .

$$(1c) S_{Y-\bar{T}} \cdot Y_N \cdot dN - S_{Y-\bar{T}} \cdot d\bar{T} = I_i \cdot \left(\frac{L \cdot Y_{NN} - L_Y \cdot Y_N^2}{Y_N \cdot L_i} \right) \cdot dN - d\bar{T}$$

Sortieren der Summanden und Ausklammern von dN auf der linken Seite bzw. von $d\bar{T}$ auf der rechten Seite bringtVorbereitung für $dN/d\bar{T}$

$$\left(S_{Y-\bar{T}} \cdot Y_N - \frac{I_i \cdot L \cdot Y_{NN}}{Y_N \cdot L_i} + \frac{I_i \cdot L_Y \cdot Y_N^2}{Y_N \cdot L_i} \right) \cdot dN = (-1 + S_{Y-\bar{T}}) \cdot d\bar{T}$$

Auflösen nach $dN/d\bar{T}$ bringt den **ersten Multiplikator**:

T (↑) ⇒ N (↓)

$$(5) \frac{dN}{d\bar{T}} = -\frac{1 - S_{Y-\bar{T}}}{S_{Y-\bar{T}} \cdot Y_N - \frac{I_i \cdot L \cdot Y_{NN}}{Y_N \cdot L_i} + \frac{I_i \cdot L_Y \cdot Y_N^2}{Y_N \cdot L_i}} < 0$$

oder alternativ nach Erweitern mit $Y_N \cdot L_i$

$$(5a) \frac{dN}{d\bar{T}} = - \frac{(1 - S_{Y-\bar{T}}) \cdot Y_N \cdot L_i}{S_{Y-\bar{T}} \cdot Y_N^2 \cdot L_i - I_i \cdot L \cdot Y_{NN} + I_i \cdot L_Y \cdot Y_N^2} < 0$$

Der große Vorteil des Einsetzverfahrens besteht darin, dass alle weiteren Multiplikatoren äußerst rasch zu berechnen sind:

Dividieren von (4a) mit $d\bar{T}$,

$$(4a') \frac{dY}{d\bar{T}} = Y_N \cdot \left(\frac{dN}{d\bar{T}} \right),$$

So geht es am schnellsten.

und Einsetzen von (5a) führt zum **zweiten Multiplikator**:

$$(6) \frac{dY}{d\bar{T}} = - \frac{(1 - S_{Y-\bar{T}}) \cdot Y_N^2 \cdot L_i}{S_{Y-\bar{T}} \cdot Y_N^2 \cdot L_i - I_i \cdot L \cdot Y_{NN} + I_i \cdot L_Y \cdot Y_N^2} < 0$$

T (↑) ⇒ Y (↓)

Dividieren von (3a') mit $d\bar{T}$,

$$(3a'') \frac{dP}{d\bar{T}} = - \frac{P \cdot Y_{NN}}{Y_N} \cdot \left(\frac{dN}{d\bar{T}} \right),$$

und Einsetzen von (5a) führt zum **dritten Multiplikator**:

$$(7) \frac{dP}{d\bar{T}} = - \frac{P \cdot Y_{NN} \cdot (1 - S_{Y-\bar{T}}) \cdot L_i}{S_{Y-\bar{T}} \cdot Y_N^2 \cdot L_i - I_i \cdot L \cdot Y_{NN} + I_i \cdot L_Y \cdot Y_N^2} < 0$$

T (↑) ⇒ P (↓)

Dividieren von (2c') mit $d\bar{T}$,

$$(2c'') \frac{di}{d\bar{T}} = \frac{L \cdot Y_{NN} - L_Y \cdot Y_N^2}{Y_N \cdot L_i} \cdot \left(\frac{dN}{d\bar{T}} \right),$$

und Einsetzen von (5a) führt zum **vierten Multiplikator**

$$(8) \frac{di}{d\bar{T}} = - \frac{(1 - S_{Y-\bar{T}}) \cdot (L \cdot Y_{NN} - L_Y \cdot Y_N^2)}{S_{Y-\bar{T}} \cdot Y_N^2 \cdot L_i - I_i \cdot L \cdot Y_{NN} + I_i \cdot L_Y \cdot Y_N^2} < 0$$

T (↑) ⇒ i (↓)

Die Multiplikatoren (5), (6), (7) und (8) bzw. ihre Vorzeichen zeigen: Beschäftigung N , Einkommen Y , Preisniveau P und Zins i sinken bei einer Steuererhöhung. Umgekehrt gilt selbstverständlich: Beschäftigung, Einkommen, Preisniveau und Zins steigen bei einer Steuersenkung.

Vor der grafischen Analyse soll noch das zweite Rechenverfahren gezeigt werden.

DeterminantenberechnungDas eliminiert dY .

Um das **3x3-Sarrus-Verfahren** anwenden zu können, muss das Gleichungssystem (1a) bis (4a) auf drei Gleichungen reduziert werden. Einsetzen von (4a) in die Gleichungen (1a) und (2a) verkürzt das System auf 3 Gleichungen:

Endogen sind nur noch dN , di und dP .

$$(1b) S_{Y-\bar{T}} \cdot Y_N \cdot dN - S_{Y-\bar{T}} \cdot d\bar{T} = I_i \cdot di - d\bar{T}$$

$$(2b) 0 = P \cdot L_Y \cdot Y_N \cdot dN + P \cdot L_i \cdot di + L \cdot dP$$

$$(3a) P \cdot Y_{NN} \cdot dN + Y_N \cdot dP = 0$$

Notieren Sie dieses Gleichungssystem in Matrixschreibweise (Koeffizientenmatrix mal Variablenvektor gleich Lösungsvektor):

Andere Reihenfolgen als dN | di | dP sind auch möglich.

$$\begin{vmatrix} S_{Y-\bar{T}} \cdot Y_N & -I_i & 0 \\ P \cdot L_Y \cdot Y_N & P \cdot L_i & L \\ P \cdot Y_{NN} & 0 & Y_N \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} dN \\ di \\ dP \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -(1 - S_{Y-\bar{T}}) \cdot d\bar{T} \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}$$

Um die System- oder **Koeffizientendeterminante** Δ zu ermitteln, muss die Koeffizientenmatrix um die beiden ersten Spalten erweitert werden:

$$\begin{vmatrix} S_{Y-\bar{T}} \cdot Y_N & -I_i & 0 & S_{Y-\bar{T}} \cdot Y_N & -I_i \\ P \cdot L_Y \cdot Y_N & P \cdot L_i & L & P \cdot L_Y \cdot Y_N & P \cdot L_i \\ P \cdot Y_{NN} & 0 & Y_N & P \cdot Y_{NN} & 0 \end{vmatrix}$$

Addieren Sie die Produkte der Hauptdiagonalen (von links oben nach rechts unten)

Textauszug Ende