

# Handel – Wozu?

## Optimale Zeitprofile des Pro-Kopf-Konsums mit und ohne Handel\*

Von Günter Gabisch

Diese Arbeit setzt sich mit dem Problem auseinander, inwieweit der internationale Handel unter langfristigem Aspekt für die Handel treibenden Länder von Vorteil sein kann. Grundlage der Untersuchung ist das bekannte 2 Länder - 2 Güter - 2 Faktoren-Modell der Außenhandelstheorie. Die Außenhandelsbeziehungen werden spieltheoretisch interpretiert, und durch Einführung der Differentialspiele in dieses Modell kann das *Heckscher-Ohlin*-Theorem verallgemeinert werden.

### 1. Problemstellung

Seit *Ricardo* ist bekannt, daß unter „regulären“ Bedingungen der Außenhandel den an diesem Handel beteiligten Staaten Vorteile bringt. Solange die produzierten und gehandelten Güter als Konsumgüter zu interpretieren sind, ist diese Feststellung intuitiv verständlich. Die durch den Handel bewirkte effiziente Allokation der Ressourcen steigert die Versorgung der am Handel beteiligten Volkswirtschaften mit Konsumgütern.

Sobald aber eines der Güter als ein Investitionsgut aufgefaßt wird, ist diese Interpretation nicht mehr ohne weiteres anwendbar. Eine durch den Außenhandel bewirkte Änderung der Versorgung eines Landes mit Investitionsgütern hat nicht nur die erwähnten statischen Allokationseffekte zur Folge. Da diese Versorgungsänderung auch die Kapitalakkumulation verändert, stellen sich bei dieser Form des Handels auch langfristige Konsequenzen ein, die nur im Rahmen einer dynamischen Analyse aufzuzeigen sind. Darüber hinaus wird es schwierig, die statischen Allokationseffekte als Zunahme des *Konsum*-Nutzens

---

\* Gekürzte Fassung eines Vortrags gehalten auf der Tagung des Ausschusses Außenwirtschaftstheorie und -politik des Vereins für Socialpolitik, 9. - 10. Mai 1980, München. Ich danke den Herren Dr. Jörn Martiensen und Dipl.-Math. Harald Dyckhoff für Anregungen und eine kritische Diskussion der hier vorgetragenen Gedanken. Fehler habe ich zu vertreten.

zu interpretieren, da eines der Güter ein Investitionsgut ist. Daher kann der aus der statischen Theorie her gewohnte Beurteilungsmaßstab nicht ohne weiteres in der dynamischen Analyse angewandt werden: Im Rahmen des  $2 \times 2 \times 2$ -Außenhandelsmodells, das den weiteren Betrachtungen zugrunde liegen soll, ist nur noch eines der beiden Güter als Argument in die Nutzenfunktion aufzunehmen. Inwieweit der Handel sich langfristig „lohnt“, kann nur im Rahmen einer komparativ-dynamischen Analyse untersucht werden.

Von der Außenhandelstheorie her gesehen sind zur Durchführung dieser komparativen Analysen die beiden Fälle „kleines Land in großer Welt“ und „eine Handel treibende Welt“ zu unterscheiden. Solange das Land klein und der „Rest der Welt“ groß ist, sind dem Handel treibenden Land die terms of trade fest vorgegeben. Auf diese Weise kann es seine Nutzenvorstellungen maximieren, ohne daß es mit Reaktionen des Rests der Welt zu rechnen hat. Vom methodischen Ansatz her ist dieser Fall genauso anzugehen, wie eine geschlossene Wirtschaft, die im Zeitverlauf ihre Nutzenvorstellungen maximieren will: in beiden Fällen sind kontrolltheoretische Ansätze zu verwenden.

Wird jedoch eine „Handel treibende Welt“ untersucht, in der jedes Land seinen Nutzen im Zeitverlauf maximieren will, muß auf spieltheoretische Ansätze zurückgegriffen werden. Jedes Land muß nämlich bei der Wahl seiner Strategie mögliche Aktionen und Reaktionen des anderen Landes in Betracht ziehen. Solange die Analyse dieses Problems im Rahmen einer komparativ-dynamischen Analyse von steady-state-Gleichgewichtspfaden durchgeführt wird, ist es noch relativ einfach lösbar. Jedes Land wählt einmal einen Wert seiner Instrumentvariablen aus, und dieses Wertepaar charakterisiert die Lösung. In einer komparativ-dynamischen Analyse, die auch andere Gleichgewichtspfade zuläßt, ist der spieltheoretische Lösungsansatz ungleich komplizierter: hier muß bei kontinuierlicher Zeitbetrachtung während eines Zeitintervalls ununterbrochen der Wert der eigenen Instrumentvariablen unter Berücksichtigung möglicher Reaktionen des anderen Landes ausgewählt werden, und zwar so, daß der eigene Nutzen unter Berücksichtigung dieser möglichen Reaktionen ein Maximum annimmt. Den für diese Problemstellung adäquate Ansatz liefert die Theorie der Differentialspiele.

Im folgenden werden die Handelsvorteile im Rahmen einer komparativ-dynamischen Analyse abgeleitet. Da der Fall einer „Handel treibenden Welt“ allgemeiner als der eines „kleinen Landes in einer großen Welt“ ist, soll diese Analyse nur für den allgemeineren Fall durchgeführt werden.

## 2. Eine Handel treibende Welt

Die ersten Arbeiten zur dynamischen Analyse einer Handel treibenden Welt erschienen 1965 von *Bardhan* (1965), *Oniki* und *Uzawa* (1965) sowie *Schumann* (1965). Während *Schumann* ein in wesentlichen Teilen lineares Modell von *Dorfman*, *Samuelson* und *Solow* (1958) weiterentwickelte, dynamisierten die anderen Autoren das neoklassische  $2 \times 2 \times 2$ -Modell der Außenhandelstheorie. In diesem Modell ist der Export der einen Modellwirtschaft identisch mit dem Import der anderen. Der Außenhandelspreis ist endogen bestimmt. Wir beschäftigen uns im folgenden mit diesem Modell.

### 2.1 Komparativ-dynamische Analyse von steady-state-Gleichgewichten

Das Problem der Existenz, Eindeutigkeit und Stabilität eines simultanen Gleichgewichtswachstums beider Modellwirtschaften bzw. Länder wurde von *Oniki* und *Uzawa* (1965) sowie von *Bardhan* (1965) untersucht. *Herberg* (1966, 1970) hat diese Untersuchungen ausgedehnt auf ein Modell, in dem Transportkosten explizit berücksichtigt werden. Solange die angenommene Investitionsfunktion vom neoklassischen Typ ist, konnten diese Autoren zeigen, daß eine „Handel treibende Welt“ immer einem eindeutig bestimmten, global stabilen Gleichgewichtspfad zustrebt. Wird allerdings eine klassische Sparfunktion unterstellt, ist der Gleichgewichtspfad nicht mehr eindeutig bestimmt.

#### 2.1.1 Änderungen des Pro-Kopf-Konsums

Eine Diskussion der Handelsvorteile ist für eine Handel treibende Welt bisher kaum geführt worden. Lediglich *Schumann* (1965) weist auf die Notwendigkeit der Einführung einer „gesellschaftlichen Wohlfahrtsfunktion“ hin, und *Deardorff* (1973) und *Gabisch* (1976, 211 ff.) untersuchen im Rahmen des vorliegenden Modells die Änderung des gleichgewichtigen Pro-Kopf-Konsums nach Aufnahme des Handels in Abhängigkeit von den Sparquoten. Beide kommen zu dem Ergebnis, daß je nach Größe der beiden Sparquoten entweder in beiden Ländern der Pro-Kopf-Konsum zunimmt, oder er in einem Land zu- und im anderen Land abnimmt.

Dieses Ergebnis läßt sich in der folgenden Weise ergänzen bzw. auf einfache Weise begründen<sup>1</sup>. Zur Erweiterung der Ergebnisse stelle man sich zunächst folgendes Gedankenexperiment vor. Man betrachte *eine*

<sup>1</sup> Hier wie auch im übrigen Text liegt der Argumentation die formale Struktur des Modells von *Oniki* und *Uzawa* (1965) zugrunde, die oben kurz skizziert wurde. — Um die verbale Argumentation zu erleichtern, wird darüber hinaus im folgenden stets angenommen, daß beide Länder zu jedem Zeitpunkt gleich viel Arbeitskräfte zur Verfügung haben.

geschlossene Modellwirtschaft, die sich auf dem optimalen Gleichgewichtswachstumspfad befindet, die also ihren Pro-Kopf-Konsum maximiert. Wie *Solow* (1962) nachgewiesen hat, ist die Höhe des maximal möglichen Pro-Kopf-Konsums technologisch bedingt, kann also durch nicht-technologische Veränderungen auch nicht abgeändert werden. Diese eine Modellwirtschaft soll nun in zwei (gleich große) Teilwirtschaften aufgeteilt werden, die miteinander Handel treiben können. Dann ist es unmittelbar einsichtig, daß beide (Teil-)Länder gemeinsam trotz Handels keinen höheren Pro-Kopf-Konsum erzielen können, als es dem einen großen Land vor der Teilung möglich war. Bestenfalls können beide Länder gemeinsam denselben Pro-Kopf-Konsum realisieren wie vor der Teilung; das aber auch nur, wenn beide ihre optimale Sparquote beibehalten. Diese müssen aber wiederum identisch sein mit jener des ungeteilten Landes, d. h. sie sind einander gleich. Daraus folgt, daß beide Länder dieselbe Produktions- und Nachfragestruktur aufweisen, so daß sie keinen Handel miteinander treiben werden. Diese Ergebnisse sollen in etwas anderer Formulierung im folgenden Theorem wiedergegeben werden.

*Theorem 1.* In einer Handel treibenden Welt können die beiden Handelspartner simultan keinen größeren Pro-Kopf-Konsum im steady-state erreichen als es ihnen in Autarkie auf dem optimalen Gleichgewichtspfad möglich wäre.

*Korollar.* Wollen die Handelspartner einer Handel treibenden Welt simultan ihren gleichgewichtigen Pro-Kopf-Konsum maximieren, dann müssen sie die optimale Sparquote der geschlossenen Wirtschaft wählen. In diesem Fall entfällt die Grundlage des Handels.

Die Bedeutung dieses Theorems und seines Korollars für die „Nützlichkeit“ des Handels in der vorliegenden komparativ-dynamischen Betrachtungsweise kann in der folgenden Weise wiedergegeben werden. Solange die Kapitalakkumulation der Handelspartner nicht-optimal verläuft, ist damit zu rechnen, daß der Handel den Pro-Kopf-Konsum erhöhen kann. Gleiches könnte aber auch eine Änderung der Kapitalakkumulation im Autarkiezustand bewirken. Insofern ist die Aufnahme von Handelsbeziehungen in einem Modell mit konstanter Sparquote als gleichbedeutend mit einer Änderung der Kapitalakkumulation anzusehen. Wird jedoch in beiden Ländern eine optimale Kapitalakkumulation betrieben, kann die Aufnahme von Handelsbeziehungen den Pro-Kopf-Konsum nicht noch weiter erhöhen, ebensowenig wie dies eine Änderung der Kapitalakkumulation an dieser Stelle leisten könnte. Da in diesem Fall beide Länder dieselbe Kapitalakkumulation betreiben, weisen sie nicht nur identische Produktions-, sondern auch identische Nachfragestrukturen auf, so daß der Handel entfällt.

Diese Ergebnisse von *Deardorff* und *Gabisch* lassen sich bei Gültigkeit der Kapitalintensitätshypothese<sup>2</sup> in der folgenden Weise anschaulich erläutern und anschließend auch verallgemeinern. Es gibt zwei Länder: Land 1 weist eine höhere Investitionsquote auf als Land 2 und ist somit im steady-state kapitalreich, und Land 2 muß dementsprechend kapitalarm sein. Befinden sich beide Länder in Autarkie, so ist der endogen bestimmte Preis des kapitalintensiven Gutes in Land 1 geringer als in Land 2. Dient in beiden Ländern das Konsumgut als numéraire, gibt demnach  $p$  den Preis des Investitionsgutes gemessen in Konsumgütereinheiten an, so muß  $p_1 > p_2$  sein, wobei  $p_1$  und  $p_2$  die jeweiligen Autarkiepreise des Investitionsgutes bezeichnen. Bei Handelsaufnahme sinkt der Preis des Investitionsgutes für Land 1. Demzufolge wird dieses Land das Investitionsgut importieren und das Konsumgut exportieren; Land 2 verhält sich analog. Die Handelsbeziehungen beider Länder stehen voll im Einklang mit dem *Heckscher-Ohlin*-Theorem: Jedes Land exportiert jenes Gut, zu dessen Herstellung relativ viel von dem Faktor benötigt wird, mit dem das Land relativ gut ausgestattet ist.

Diese Handelsbeziehungen bewirken im Land 1 eine Zunahme des Investitionsgüterangebots<sup>3</sup> und damit langfristig eine Zunahme der Kapitalakkumulation. Die Arbeitsplätze werden daher in Land 1 langfristig mit mehr Kapital ausgestattet, so daß in Folge davon die Produktion des kapitalintensiven Konsumgutes zunimmt. Selbst nach Abzug der Konsumgüterexporte nimmt in Land 1 langfristig das Konsumgüterangebot noch zu — vorausgesetzt, die Kapitalakkumulation ist immer noch suboptimal.

Da das kapitalarme Land 2 sein arbeitsintensives Gut, also das Investitionsgut exportiert, geht in diesem Land die Kapitalausstattung der Arbeitsplätze zurück und damit auch die Produktion des kapitalintensiven Gutes, also des Konsumgutes. Ob dieser Produktionsrückgang durch Importe ausgeglichen werden kann, ist nicht ohne weiteres zu sagen. Ein im Vergleich zur Autarkie höherer Außenhandelspreis ( $p_1 > p > p_2$ ) ist gleichbedeutend für Land 2 mit einer Verbesserung der terms of trade: pro Einheit des Exportgutes, nämlich des Investitionsgutes, kann mehr vom Importgut, nämlich vom Konsumgut, eingeführt werden. Steigt der Außenhandelspreis  $p$  nur geringfügig gegenüber dem Autarkiepreis  $p_1$ , so überwiegt der negative Effekt einer

<sup>2</sup> Nach der Kapitalintensitätshypothese wird unterstellt, daß für alle zulässigen Lohn/Zinssatz-Verhältnisse das Konsumgut kapitalintensiv ist.

<sup>3</sup> Bei konstanten Sparquoten wirkt sich die Aufnahme von Handelsbeziehungen in beiden Ländern immer so aus, daß in jedem der beiden Länder das Angebot jeweils eines Gutes zu- und die des anderen Gutes abnimmt (vgl. *Gabisch* (1977)). Im hier besprochenen Fall steigt das Investitionsgüterangebot in Land 1 und fällt in Land 2.

geringeren Kapitalakkumulation den positiven Effekt einer Verbesserung der terms of trade. Als Folge beider Effekte verringert sich das Konsumgüterangebot in Land 2. Wird der Außenhandelspreis  $p$  jedoch genügend groß im Vergleich zum Autarkiepreis  $p_2$ , überwiegt der positive Effekt einer terms of trade Verbesserung, und das Konsumgüterangebot steigt langfristig.

Auf der Grundlage dieser Ausführungen läßt sich eine Vermutung *Deardorffs* bestätigen; sie ist als Theorem 2 wiedergegeben:

*Theorem 2.* Der gleichgewichtige Pro-Kopf-Konsum kann bei beiden am Handel beteiligten Ländern mit Handel geringer sein als ohne.

Dieses Theorem ist folgendermaßen zu begründen. Eines der Länder, z. B. Land 1, hat eine *überoptimale* Sparquote, das andere Land, also Land 2, eine *suboptimale*, d. h. es gilt  $s_1 > s_{opt} > s_2$ , mit  $s_{opt}$ -optimale Sparquote. Dann gilt wieder  $p_1 > p_2$ , so daß sich die gleichen Handelskonsequenzen einstellen wie im soeben beschriebenen Fall: die Kapitalakkumulation im Land 1 steigt und sinkt im Land 2. Wird aber eine bereits überoptimale Kapitalakkumulation noch verstärkt, so muß der Pro-Kopf-Konsum sinken: Wegen des Ertragsgesetzes muß ein steigender Anteil des Sozialprodukts aufgewandt werden, um den „zu großen“ Kapitalstock mit der gleichgewichtigen Rate wachsen zu lassen; als Konsequenz hiervon muß der Pro-Kopf-Konsum fallen. Im Land 2 kann, wie oben angeführt, der positive Effekt einer terms-of-trade-Erhöhung so gering sein, daß der negative Effekt einer geringeren Kapitalakkumulation überwiegt, so daß auch in diesem Land der Pro-Kopf-Konsum zurückgeht.

### 2.1.2 Spieltheoretische Analyse

Im vorangegangenen Abschnitt wurden die Konsequenzen des Handels für die Länder einer Handel treibenden Welt untersucht, wenn jedes der Länder „irgendeine“ Sparquote auswählte. Hierbei blieb völlig unberücksichtigt, daß der jeweils eigene Pro-Kopf-Konsum nicht nur von der eigenen Sparquote, sondern auch von der Sparquote des anderen Landes abhängt. Aus diesem Grunde liegt es nahe, die beiden Handelspartner als Spieler im spieltheoretischen Sinn zu interpretieren (*Gabisch 1976*, 215 ff.). Beide Spieler können unabhängig voneinander ihre Strategie auswählen, indem sie die Größe der Sparquote festlegen. Die Auszahlungen dieses Spiels sind Konsumgütereinheiten pro Kopf, die im steady-state jedem Land zur Verfügung stehen. Ziel jedes Landes ist es, das eigene Konsumgüterangebot zu maximieren. Es handelt sich hierbei also um ein Zweipersonen-Nichtnullsummenspiel, das nicht-kooperativ ist.

Wie für dieses Modell bereits gezeigt wurde (vgl. *Gabisch* 1976), existiert in diesem Modell ein nicht-kooperativer *Nash*-Gleichgewichtspunkt in reinen Strategien. Offen geblieben war bisher, ob ein (oder mehrere) dominante Punkte in diesem Spiel existieren. Auf Grund der Ausführungen des letzten Unterabschnitts läßt sich jetzt die Existenz eines *Nash*-Gleichgewichtspunktes recht einfach nachweisen, und es kann gezeigt werden, daß dominante Punkte nicht existieren können.

*Theorem 3.* Wählt jedes der beiden Länder seine optimale Sparquote, so stellt dieses Strategienpaar einen Gleichgewichtspunkt dar.

Die Gültigkeit dieses Theorems läßt sich in der folgenden Weise erklären. Land 1 halte an seiner optimalen Sparquote fest, und Land 2 senke seine. Dann kann nach den oben getroffenen Ausführungen Land 1 preisgünstig Investitionsgüter aus Land 2 importieren. Die dadurch im Land 1 steigende Kapitalakkumulation vermehrt langfristig, also im steady-state, auch das Konsumgüterangebot. Obwohl also Land 1 in Autarkie die optimale Sparquote realisiert *und* nach Eröffnung der Handelsbeziehungen die Kapitalakkumulation noch steigt, ist diese Konsequenz möglich: Da Land 1 im Vergleich zur Autarkie die Investitionsgüter billiger einkaufen kann, entfällt zu ihrer „Produktion“ sozusagen das Wirken des Ertragsgesetzes. In Land 2 sinkt infolge der reduzierten Sparquote die Kapitalakkumulation und damit auch die Versorgung mit Konsumgütern.

Im umgekehrten Fall erhöht Land 2 seine Sparquote, und Land 1 hält an seiner optimalen Sparquote fest. Hier kehren sich die Außenhandelsbeziehungen um: Land 1 exportiert Investitionsgüter und importiert Konsumgüter. Da es aber an seiner im Sinne der Konsummaximierung optimalen Produktionsstruktur festhält, kann es Investitionsgüter zu günstigeren terms of trade tauschen als es ihm in Autarkie möglich wäre. Damit muß aber die Konsumgüterversorgung in Land 1 steigen. Im anderen Land muß der umgekehrte Effekt eintreten. Wegen der überoptimalen Kapitalakkumulation sinkt die Versorgung mit Konsumgütern.

Diese Ergebnisse können in der folgenden Weise zusammengefaßt werden: Hält ein Land an seiner optimalen Sparquote fest, und weicht das andere Land von seiner optimalen Sparquote ab, so nimmt im ersteren die Konsumgüterversorgung zu und im letzteren ab. Das Land mit der optimalen Sparquote kann hinsichtlich der Konsumgüterversorgung das andere Land in gewisser Weise „anzapfen“ und sich die suboptimale Struktur des anderen Landes zu Nutzen machen. Damit muß das Strategienpaar, das die optimalen Sparquoten beider Länder umfaßt, einen Gleichgewichtspunkt im Sinne der Spieltheorie darstellen.

*Theorem 4.* Der Gleichgewichtspunkt wird von keinem anderen Punkt dominiert.

Dieses Theorem folgt unmittelbar aus Theorem 1.

Die hier vorgetragene spieltheoretische Interpretation von Außenhandelsbeziehungen zweier Länder erlaubt wegen der komparativ-dynamischen Analyse von steady-state-Gleichgewichten keine Wohlfahrtsaussagen. Es wird deswegen im folgenden Abschnitt die Möglichkeit einer dynamischen Analyse von Außenhandelsbeziehungen skizziert, die sich nicht auf die Betrachtung von steady-state-Gleichgewichtspfaden beschränkt.

## 2.2 Komparativ-dynamische Analyse allgemeiner Gleichgewichte

Sollen optimale Politiken zweier Länder simultan dargestellt werden, *optimal* im Sinne der Maximierung einer intertemporalen Nutzenfunktion, so kann sich eine komparativ-dynamische Analyse nicht auf steady-state-Pfade beschränken. Eine solche optimale Politik führt in der Regel zu einem Zeitpfad der Kapitalakkumulation, der eine konstante Sparquote ausschließt. Damit wird aber erst recht die Analyse des einfacheren Falles ermöglicht, daß jedes Land an seiner einmal gewählten Sparquote festhält und durch die Eröffnung von Handelsbeziehungen lediglich seinen bisherigen steady-state-Pfad verläßt. Dieser Fall soll zuerst untersucht werden. Er ermöglicht eine umfassende dynamische Interpretation der im letzten Abschnitt abgeleiteten Ergebnisse. Im Anschluß daran wird der allgemeinere Fall einer variablen Sparquote untersucht.

### 2.2.1 Konstante Sparquote

Den folgenden Überlegungen liegt wieder das Modell einer Handel treibenden Welt des letzten Abschnitts zugrunde. Zusätzlich wird jetzt aber für jedes Land eine Nutzenfunktion eingeführt

$$u^j = u^j(x_C^j), u^{j'} > 0, u^{j''} < 0, j = 1, 2,$$

$x_C$ -Pro-Kopf-Konsum,

und es werden gleichgewichtige Anpassungspfade der Wirtschaft an die jeweiligen steady-state-Pfade zugelassen. Jeder Zeitpfad der wirtschaftlichen Entwicklung der beiden Länder soll an Hand des Nutzenintegrals

$$U^j = \int_{t_0}^{\infty} e^{-\delta^j t} u^j(x_C^j(t)) dt,$$

$0 < \delta^j$



beurteilt werden. Bis zum Zeitpunkt  $t_0$  befinden sich beide Länder in Autarkie und auf dem zu ihrer gewählten Sparquote zugehörigen steady-state-Gleichgewichtspfad. Zum Zeitpunkt  $t_0$  wird ihnen die Aufnahme von Handelsbeziehungen ermöglicht. Die Konsequenzen dieser Handelsaufnahme können dann mit Hilfe des obigen Nutzenintegrals beurteilt werden.

Um die Ergebnisse des letzten Abschnitts wohlfahrtsökonomisch interpretieren zu können, sind zunächst drei Fälle zu unterscheiden:

Der steady-state-Pro-Kopf-Konsum nimmt auf Grund des Außenhandels

- (1) in beiden Ländern zu
- (2) in einem Land zu und im anderen ab
- (3) in beiden Ländern ab.

Die beiden ersten Fälle können auftreten, wenn beide Länder bei Handelseröffnung eine suboptimale Kapitalakkumulation aufweisen, d. h. ihren maximal möglichen Pro-Kopf-Konsum im steady-state nicht erreichen. In Anknüpfung an die Ausführungen in Abschnitt 2.1 kann der Zeitpfad des Pro-Kopf-Konsums für Land 1 nach Aufnahme des Handels zum Zeitpunkt  $t_0$  in den Fällen (1) und (2) in der folgenden Weise graphisch dargestellt werden.

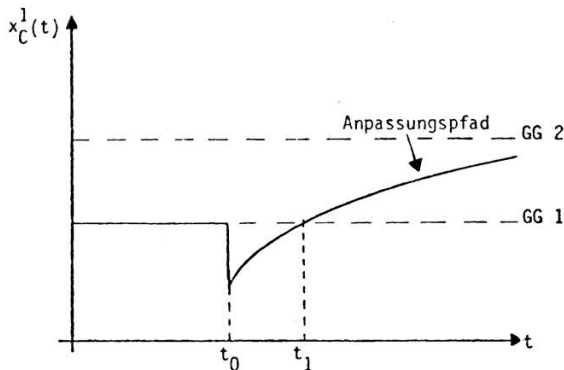


Fig. 1: Zeitliche Änderung des Pro-Kopf-Konsums in Land 1

Im Abschnitt 2.1 wurden nur die beiden steady-state-Gleichgewichtspfade GG 1 und GG 2 miteinander verglichen; der Gleichgewichtspfad 1 gibt den steady-state-Konsum pro Kopf ohne Handel und Pfad 2 mit Handel an. Der durch den Handel bewirkte Anpassungspfad hat dann den oben eingezeichneten Verlauf. Im Zeitpunkt  $t_0$  beginnt der Außen-

handel. Bis zum Zeitpunkt  $t_1$  sinkt infolge der steigenden Kapitalakkumulation der Pro-Kopf-Konsum. Ab  $t_1$  liegt der Pro-Kopf-Konsum höher als vor Beginn des Handels, und er nähert sich asymptotisch dem Pro-Kopf-Konsum des Gleichgewichtspfades 2. Der Nutzenverlust der Periode  $t_0$  bis  $t_1$  — in dieser Zeit ist der Pro-Kopf-Konsum geringer als in Autarkie — wird überkompensiert durch den Nutzenzuwachs ab  $t_1$ : von da an liegt nämlich der Pro-Kopf-Konsum über seinem Autarkiewert; per Saldo nimmt der Nutzen infolge der Außenhandelsbeziehungen zu.

Im Land 2 wird der Pro-Kopf-Konsum nach Eröffnung des Außenhandels zunächst zunehmen, dann aber abnehmen. Ein solcher Anpassungspfad ist in den Figuren 2a und 2b dargestellt.

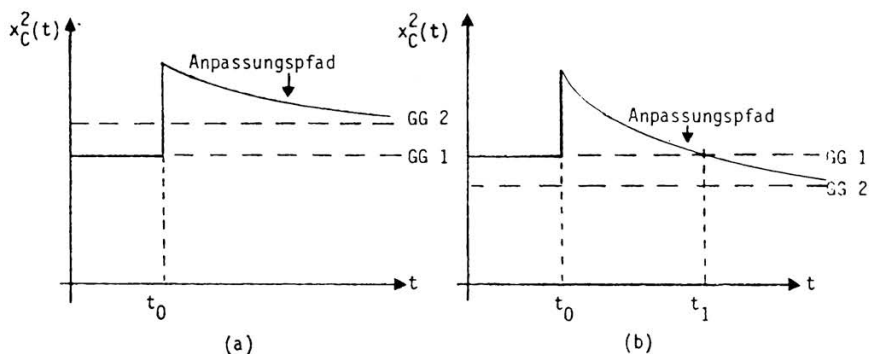


Fig. 2: Zeitliche Änderung des Pro-Kopf-Konsums in Land 2

Die Fig. 2a entspricht dem Fall (1) und die Fig. 2b dem Fall (2). In beiden Figuren wird Land 2 nach Eröffnung des Außenhandels zum Zeitpunkt  $t_0$  den Konsum zunächst erhöhen. Dies ist eine Folge der geringeren Kapitalakkumulation. In Fig. 2a ist jedoch der terms-of-trade-Effekt des Außenhandels so groß, daß der Pro-Kopf-Konsum des Anpassungspfades von oben gegen einen Wert konvergiert, der über dem Wert des (Autarkie-)Gleichgewichtspfades GG 1 liegt. Fig. 1 und Fig. 2a beschreiben demnach zusammen den Fall, daß der Außenhandel in beiden Ländern zu einem höheren steady-state-Konsum pro Kopf führt.

In Fig. 2b konvergiert der Pro-Kopf-Konsum jedoch gegen einen Wert, der kleiner als der steady-state-Autarkie-Wert ist. Der Nutzenzuwachs infolge eines erhöhten Pro-Kopf-Konsums während der Periode  $t_0$  bis  $t_1$  ist größer als der Nutzenverlust ab  $t_1$ ; denn ab  $t_1$  ist der Pro-Kopf-Konsum kleiner als der steady-state-Konsum pro Kopf in

Autarkie. Zusammengenommen ergibt sich aber im Vergleich zur Autarkie immer noch ein Nutzenzuwachs, da der zusätzliche Nutzen der Periode  $t_0$  bis  $t_1$  größer ist als der Nutzenverlust ab  $t_1$ . Fig. 1 und Fig. 2b beschreiben also gemeinsam den Fall (2), bei dem ein Land (hier: Land 1) einen höheren und das andere Land (hier: Land 2) einen niedrigeren steady-state-Konsum pro Kopf hat<sup>4</sup>.

Bleibt noch der Fall (3) zu diskutieren, in dem der steady-state-Konsum pro Kopf in beiden Ländern nach Eröffnung des Außenhandels zurückgeht. Dieser Fall tritt dann auf, wenn ein Land, z. B. Land 1, eine überoptimale Sparquote und das andere Land, also Land 2, eine suboptimale Sparquote aufweist. Auch in diesem Fall ist die Situation des Landes 2 durch Fig. 2b darstellbar. In der dynamischen Analyse ist das Verhalten des Landes 1 folgendermaßen zu verstehen:

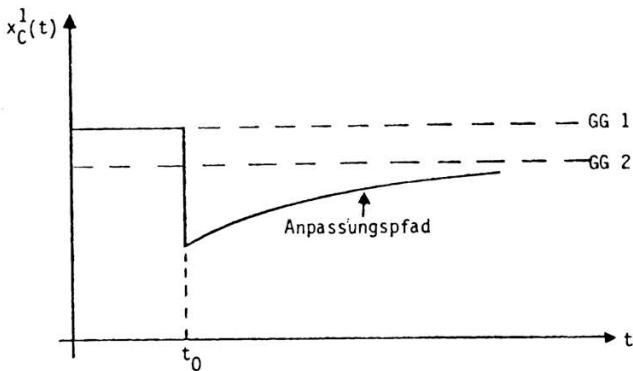


Fig. 3: Zeitliche Änderung des Pro-Kopf-Konsums in Land 1

Zum Zeitpunkt  $t_0$  wird der Außenhandel mit Land 2 eröffnet, so daß die Kapitalakkumulation sofort steigt, und dementsprechend der Pro-Kopf-Konsum sofort sinkt. Da der Kapitalstock aber sowieso schon überoptimal ist, führt die steigende Kapitalakkumulation dazu, daß der Pro-Kopf-Konsum sich asymptotisch einem niedrigeren steady-state-Wert nähert als bei Autarkie. Das Resultat dieses Verhaltens ist ein Nettoverlust für Land 1, der durch den Außenhandel bedingt ist. Natürlich ist dieses Verhalten nicht optimal, und eine wohlfahrtsökonomische Beurteilung der Auswirkungen des Handels an Hand des oben eingeführten Nutzenintegrals muß dazu führen, daß die Handelsbeziehungen dem Land 1 in diesem Fall schaden. Diese Konsequenz ist ökonomisch so zu verstehen. Das suboptimale Verhalten des Landes 1

<sup>4</sup> Zur Vervollständigung der Kasuistik sei erwähnt, daß auch der Fall denkbar ist, bei dem der steady-state-Konsum pro Kopf des Landes 2 mit und ohne Handel einander gleich ist.

— es weist einen überoptimalen Kapitalstock auf — wird in seinen Konsequenzen vom internationalen Handel noch verstärkt: Die Handelsaufnahme bewirkt, daß der Pro-Kopf-Konsum kurz- und langfristig sinkt. Daraus darf nicht der Schluß gezogen werden, daß der „Handel an sich“ schlecht wäre. Er vergrößert eben nur die Konsequenzen einer unzweckmäßigen Kapitalakkumulation. Handelsbeziehungen potenzieren die Wirkungen wirtschaftspolitischer Maßnahmen im Guten wie im Schlechten.

Die in diesem Unterabschnitt vorgetragene dynamische Analyse berücksichtigt in keiner Weise die Interdependenz der Entscheidungen und deren Ergebnisse in beiden Ländern. Die Kapitalakkumulation eines Landes beeinflusst nicht nur kurz- und langfristig das eigene Angebot an Konsumgütern, sondern auch dieses Angebot im anderen Land. Wie einleitend ausgeführt wurde, muß bei der eigenen Entscheidung simultan und ununterbrochen mit möglichen Reaktionen des Handelspartners gerechnet werden. Die zur Untersuchung dieses Problems anzuwendende Methode ist die der Differentialspiele. Sie geht zurück auf eine Veröffentlichung von *Isaacs* (1965)<sup>5</sup>. Da es bisher nur eine geringe Zahl ökonomischer Veröffentlichungen gibt, die sich der Theorie der Differentialspiele bedienen, sind einige einleitende Anmerkungen angebracht.

### 2.2.2 Theorie der Differentialspiele

Die „klassische“ Spieltheorie der Matrixspiele ermöglicht die Analyse kooperativer und nicht-kooperativer Beziehungen zwischen mehreren Spielteilnehmern. Sie ist ihrer Natur nach statisch. Der Zeitverlauf beeinflusst weder die einzelnen Züge der Spieler, noch hat er Einfluß auf die Nutzenvorstellungen der am Spiel beteiligten Spieler.

Die Kontrolltheorie ist dynamischer Natur. Sie erlaubt die Untersuchung optimaler Entscheidungen einer Entscheidungseinheit, die sich in einem dynamischen Kontext ergeben. Konflikte oder Kooperationen mit anderen Entscheidungseinheiten sind ausgeschlossen.

Die Theorie der Differentialspiele umfaßt sowohl die statische Spieltheorie als auch die Kontrolltheorie als Spezialfälle. Sie untersucht, wie mehrere Spielteilnehmer im Zeitverlauf sich verhalten sollten, um die eigenen Nutzenvorstellungen zu maximieren, wobei die Aktionen und Reaktionen der übrigen Spielteilnehmer mitberücksichtigt werden müssen. Existiert nur ein „Spieler“, wird aus dem Differentialspiel ein Problem der Kontrolltheorie; entfällt die zeitliche Dynamik, so handelt es sich wieder um ein statisches Spiel.

---

<sup>5</sup> Tatsächlich hatte *Isaacs* bereits 1954 bei der RAND Corporation vier Forschungsberichte über Differentialspiele vorgelegt.

Da stetige dynamische Systeme durch *Differentialgleichungen* darstellbar sind, spricht man bei der Anwendung der Spieltheorie auf derartige dynamische Systeme von *Differentialspielen*.

Die Einteilung der Differentialspiele erfolgt wie in der Spieltheorie üblich. Das hier interessierende Außenhandelsproblem wäre also als Zwei-Personen-Nicht-Nullsummen-Differentialspiel aufzufassen. Ein solches Spiel weist folgende Struktur auf, vgl. *Intriligator* (1971).

Das zu untersuchende theoretische Modell wird durch  $n$  Zustandsvariablen  $\vec{x}$  charakterisiert.

$$(1) \quad \vec{x} = \vec{x}(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))$$

Zum Ausgangszeitpunkt  $t_0$  nehmen diese Variablen exogen vorgegebene Werte an:

$$(2) \quad \vec{x}(t_0) = \vec{x}_0 .$$

Den beiden Spielern 1 bzw. 2 stehen  $r_1$  bzw.  $r_2$  Kontrollvariablen zur Verfügung, mit deren Hilfe sie die zeitliche Entwicklung des durch  $\vec{x}(t)$  charakterisierten Systems beeinflussen können. Im Gegensatz zur statischen Spieltheorie legen die Spieler für diese Kontrollvariablen keine zeitunabhängigen und konstanten numerischen Werte fest, sondern sie müssen Zeitpfade für die Kontrollvariablen auswählen, die in Form von Kontrolltrajektorien ausgedrückt werden. Spieler  $j$ ,  $j \in \{1, 2\}$ , legt somit seine Kontrolltrajektorie fest:

$$(3) \quad \{\vec{v}^j(t)\} = \{(v_1^j(t), v_2^j(t), \dots, v_{r_j}^j(t)) \mid t_0 \leq t\}$$

Die Dynamik des Systems wird durch folgende Differentialgleichung festgelegt:

$$(4) \quad \dot{\vec{x}} = \vec{f}(\vec{x}, \vec{v}^1, \vec{v}^2, t) .$$

Die Funktionen  $\vec{f}$  sind exogen gegeben und weisen die erforderlichen Ableitungseigenschaften auf.

Die von den Spielern gewählten Kontrolltrajektorien, die Anfangswerte  $\vec{x}_0$  sowie die in (4) enthaltenen Differentialgleichungen legen die zeitliche Entwicklung des Systems  $\vec{x}(t)$  fest:

$$(5) \quad \vec{x}(t) = \{(x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)) \mid t_0 \leq t\} .$$

Die Nutzensvorstellungen beider Spieler hängen im allgemeinen Fall sowohl von den Zustandsvariablen  $\vec{x}$  als auch von den Kontrollvariablen beider Spieler, also von  $\vec{v}^1$  und  $\vec{v}^2$ , ab; darüber hinaus kann der

Nutzen von der Zeit direkt beeinflusst werden. Für jeden der Spieler existiert also je eine Nutzenfunktion:

$$(6) \quad u^i = u^i(\vec{x}, \vec{v}^1, \vec{v}^2, t) .$$

Die Auszahlungen dieses Spiels für jeden Spieler in Form des Integrals über seinen gesamten zukünftigen Nutzen, hängt dann nur noch von den beiden Kontrolltrajektorien  $\{v^1(t)\}$  und  $\{v^2(t)\}$  ab; denn wenn die Funktionen  $\vec{f}(\dots)$  und die Anfangswerte  $\vec{x}_0$  festliegen, können nur noch die Kontrolltrajektorien den zeitlichen Verlauf des Systems steuern. Es existiert somit für jeden Spieler folgende Auszahlungsfunktion:

$$(7) \quad U^i = U^i[\{\vec{v}^1(t)\}, \{\vec{v}^2(t)\}] = \int_{t_0}^{\infty} u^i(\vec{x}, \vec{v}^1, \vec{v}^2, t) dt$$

Ziel des Spiels ist es, daß jeder Spieler die eigene Auszahlung  $U^i$  maximiert, wobei  $U^i$  sowohl von der eigenen Kontrolltrajektorie als auch von der des anderen Spielers abhängt.

An dieser Stelle wird die den Spielern zur Verfügung stehende Information wichtig. Jeder Spieler sollte vernünftigerweise seine eigene Strategie kennen. Die Strategie des Gegenspielers wird er nicht direkt kennen; er kann höchstens durch Beobachtung des Spielverlaufs Rückschlüsse auf das Verhalten des Gegenspielers ziehen. Damit ist aber bereits implizite unterstellt, daß es sich hierbei um ein Spiel mit vollständiger Information handelt, vollständig in dem Sinne, daß jeder Spieler alle Zustandsvariablen kennt. Dann muß jeder Spieler in Kenntnis seiner eigenen Strategie und der Zustandsvariablen seine Kontrollvariablen festlegen. Es handelt sich somit um ein Spiel mit „Rückkopplung“ (closed loop control).

Eine Strategie eines Spielers besteht nun darin, seine Kontrollvariablen nach dem jeweiligen Stand der Zustandsvariablen auszuwählen, d. h.  $\vec{v}^j$  ist eine Funktion von  $\vec{x}(t)$ :

$$(8) \quad \left. \begin{aligned} \vec{v}^1 &= \vec{s}^1(\vec{x}(t)) \\ \vec{v}^2 &= \vec{s}^2(\vec{x}(t)) \end{aligned} \right\} , \quad t_0 \leq t .$$

Jeder Spieler wird die Strategie auswählen, die seine Auszahlung  $U^i$  maximiert. Dieses Verhalten führt zu optimalen Strategien  $\vec{s}^{1+}$  und  $\vec{s}^{2+}$ . Auf diese Weise erhält man an Stelle des Differentialgleichungssystems (4):

$$(9) \quad \dot{\vec{x}} = \vec{f}(\vec{x}, \vec{s}^{1+}(\vec{x}), \vec{s}^{2+}(\vec{x}), t) .$$

Dieses Differentialgleichungssystem legt die zeitliche Entwicklung der Zustandsvariablen  $x(t)$  und damit nach (8) und (7) auch die Auszahlungen beider Spieler fest.

Die Anwendung dieses methodischen Ansatzes auf das hier diskutierte Außenhandelsmodell soll im folgenden skizziert werden.

### 2.2.3 Differentialspiele in der Außenhandelstheorie

Das den bisherigen Ausführungen zugrunde liegende Außenhandelsmodell läßt sich als Differentialspiel formulieren. Der Nutzen  $u^j$  jedes Landes soll vom Pro-Kopf-Konsum abhängen:

$$(10) \quad u^j = u^j(x_C^j), u^{j'} > 0, u^{j''} < 0 ;$$

hierin gibt  $x_C^j$  die im Land  $j$  verfügbare Konsumgütermenge pro Kopf an. Das Ziel eines jeden Landes besteht darin, das Nutzenintegral zu maximieren:

$$(11) \quad U^j = \int_0^{\infty} e^{-\delta^j t} u^j(x_C^j(t)) dt = \max!$$

Die zukünftigen Nutzen werden mit der Diskontrate  $\delta^j$  diskontiert. Die für das Spiel relevante Zustandsvariable ist der Pro-Kopf-Konsum  $x_C(t)$ . Die Kontrollvariable beider Länder besteht aus den Nettoinvestitionen. Die Kapitalakkumulation ist also in jedem Zeitpunkt so festzulegen, daß in Kenntnis der beiden Zustandsvariablen ( $= x_C^j$ ) und unter Berücksichtigung möglicher Aktionen des Handelspartners das eigene Nutzenintegral ein Maximum annimmt.

Will man diese Handelsbeziehungen zwischen beiden Ländern spieltheoretisch interpretieren, muß zwischen einem kooperativen und einem nicht-kooperativen Spiel unterschieden werden. Wir beginnen mit dem nicht-kooperativen Spiel.

Der Lösungsbegriff dieses Spiels ist dem der statischen Spieltheorie analog. Eine Gleichgewichtslösung besteht für das Differentialspiel (1) bis (9) aus einem Strategienpaar

$$(12) \quad \begin{aligned} \vec{v}^{1*}(t) &= \vec{s}^{1*}(\vec{x}(t)) \\ \vec{v}^{2*}(t) &= \vec{s}^{2*}(\vec{x}(t)) \end{aligned}$$

mit der Eigenschaft, daß keiner der Spieler eine Veranlassung hat, von seiner Gleichgewichtsstrategie abzuweichen, solange der Gegenspieler seine Gleichgewichtsstrategie beibehält. Es gilt also im Gleichgewicht:

$$(13) \quad \begin{aligned} U^1[\{\vec{v}^{1*}(t)\}, \{\vec{v}^{2*}(t)\}] &\geq U^1[\{\vec{v}^1(t)\}, \{\vec{v}^{2*}(t)\}] \quad \text{für alle } \{\vec{v}^1(t)\} \\ U^2[\{\vec{v}^{1*}(t)\}, \{\vec{v}^{2*}(t)\}] &\geq U^2[\{\vec{v}^{1*}(t)\}, \{\vec{v}^2(t)\}] \quad \text{für alle } \{\vec{v}^2(t)\} . \end{aligned}$$

Dieses Lösungskonzept ist auf das hier vorliegende Außenhandels-Differentialspiel anzuwenden. Dabei ist zu bedenken, daß zu den Strategien jedes Landes auch die Möglichkeit gehört, in Autarkie zu verbleiben und die optimale Kapitalakkumulation der geschlossenen Wirtschaft zu betreiben. Bleibt demnach ein Land in Autarkie, erreicht das andere Land seinen maximalen Nutzen nur, wenn es selbst auch in Autarkie bleibt. Demzufolge muß die Strategie, keinen Handel aufzunehmen, einen Gleichgewichtspunkt darstellen. Unterstellt man fernerhin, daß es zu jeder Strategie der optimalen Kapitalakkumulation eines Landes für den Fall der Handelsbeziehungen eine Strategie des anderen Landes existiert, bei der das erstgenannte Land „ausgebeutet“ wird mit der Konsequenz, daß es sich dabei schlechter steht als in Autarkie, so wird dieser Gleichgewichtspunkt von keinem der beiden Länder verlassen: Ein Handel kommt nicht zustande. Diese Argumentation unterstreicht die Bedeutung der Kooperationsbereitschaft der Handelspartner, denn ohne Bereitschaft zur Kooperation, also der Bereitschaft, die eigenen Strategien aufeinander abzustimmen, werden Handelsbeziehungen nicht aufgenommen. Sicher lassen sich manche institutionelle Regelungen und Absprachen wie beispielsweise das GATT oder die Kennedy-Runde unter diesem Gesichtspunkt interpretieren: sie fördern die Kooperationsmöglichkeiten der Handelspartner, ohne die es wegen der zugrunde liegenden Problemstruktur zu keinem oder nur zu einem eingeschränkten Handel kommen würde.

Nach diesen Ausführungen ist es sinnvoll anzunehmen, daß die Außenhandelsbeziehungen als kooperatives Differentialspiel aufzufassen sind. Ausgangspunkt der weiteren Argumentation ist dann folgende Situation. Zwei Länder, die bis auf die Kapitalausstattung zum Zeitpunkt  $t = t_0$  miteinander identisch sind, die also insbesondere dieselbe Zeitpräferenzrate  $\delta^1 = \delta^2 = \delta$  aufweisen, befinden sich in Autarkie und realisieren dort ihren optimalen Zeitpfad des Pro-Kopf-Konsums, optimal im Sinne der Maximierung des eigenen Nutzenintegrals. Land 1 soll den höheren Anfangskapitalbestand aufweisen, so daß der Pro-Kopf-Konsum zum Zeitpunkt  $t = t_0$  größer ist als in Land 2, also  $x_c^1(0) > x_c^2(0)$  gilt. Beide Konsumzeitpfade streben asymptotisch einem Grenzwert des Pro-Kopf-Konsums zu, der durch die Wachstumsrate der Bevölkerung  $b$  und der Zeitpräferenzrate  $\delta$  festgelegt wird; da  $b^1 = b^2 = b$  und  $\delta^1 = \delta^2 = \delta$  unterstellt ist, stimmen beide Grenzwerte des Pro-Kopf-Konsums miteinander überein.

Zum Zeitpunkt  $t = t_0$  eröffnet sich beiden Ländern die Möglichkeit, Handelsbeziehungen aufzunehmen. Dann werden unendlich viele Pareto-optimale Zeitpfade der Kapitalakkumulation für beide Länder mit den dazugehörigen Konsum-Zeitpfaden existieren. Welche dieser Zeit-



pfade im Rahmen eines kooperativen Differentialspiels tatsächlich ausgesucht werden, kann nicht gesagt werden; dazu bedürfte es weiterer aushandlungstheoretischer Untersuchungen, die hier aber nicht durchgeführt werden sollen. Dennoch lassen sich einige grundsätzliche Charakteristika aller Pareto-optimalen Pfade herleiten.

Langfristig müssen sich die Pareto-optimalen Zeitpfade des Konsums in beiden Ländern asymptotisch demselben durch  $b + \delta$  festgelegten Grenzwert des Pro-Kopf-Konsums annähern, dem sich der Konsum auch ohne Handel angenähert hätte. Diese Feststellung läßt sich durch folgendes Gedankenexperiment begründen. Eine geschlossene Wirtschaft, die sich auf dem optimalen Zeitpfad des Pro-Kopf-Konsums befindet, wird in zwei Teilwirtschaften aufgeteilt, ohne daß sich die Wachstumsrate der Arbeit  $b$  oder die Zeitpräferenzrate  $\delta$  in diesen Teilwirtschaften ändere; jedoch sollen diese sich in der Kapitalausstattung der Arbeitsplätze voneinander unterscheiden. Dann werden beide Teilwirtschaften in Autarkie sich demselben Pro-Kopf-Konsum asymptotisch annähern, dem sich vor der Teilung die ursprüngliche Wirtschaft auch genähert hatte, denn alle Wirtschaften dieses Gedankenexperiments weisen dieselbe Wachstumsrate  $b$  und dieselbe Zeitpräferenzrate  $\delta$  auf. Läßt man die beiden Teilwirtschaften miteinander Handel treiben, so liegt dieser Fall zwischen „der einen, ungeteilten Wirtschaft“ und „den beiden geschlossenen Teilwirtschaften“. Der Handel kann dann beide Teilwirtschaften höchstens genauso gut stellen wie die eine ursprünglich ungeteilte Wirtschaft, d. h. beide Teilwirtschaften können asymptotisch *höchstens* den Pro-Kopf-Konsum erreichen, den auch die ungeteilte Wirtschaft erreichen kann. Andererseits müssen sie diesen aber auch *mindestens* erreichen, da sie ihm bereits in Autarkie zustreben. Aus beidem folgt, daß die Teilwirtschaften genau diesen Pro-Kopf-Konsum asymptotisch erreichen.

Dieses Ergebnis ist auf den hier betrachteten Fall der Länder 1 und 2 anwendbar, da diese Länder als die „Teilwirtschaften“ des Gedankenexperiments interpretiert werden können. Daraus folgt dann die obige Behauptung: Unabhängig von der Kapitalausstattung zum Zeitpunkt der Handelseröffnung konvergieren Pareto-optimale Zeitpfade des Pro-Kopf-Konsums in beiden Ländern gegen denselben Grenzwert, falls diese Länder dieselbe Wachstumsrate  $b$  und dieselbe Zeitpräferenzrate  $\delta$  aufweisen.

Unterscheiden sich jedoch beide Länder in der Zeitpräferenzrate — bei gleicher natürlicher Wachstumsrate  $b$  —, dann müssen sie auch mit Handel unterschiedlichen Grenzwerten des Pro-Kopf-Konsums entgegenstreben. Und zwar muß das Land mit der höheren Zeitpräferenzrate den niedrigeren Grenzwert des Pro-Kopf-Konsums aufweisen,

denn anderenfalls müßte es langfristig eine höhere Kapitalausstattung der Arbeitsplätze aufweisen als das andere Land, was der Annahme über die Zeitpräferenzen widerspricht.

Auf dem Hintergrund der voranstehenden Ausführungen ist es nun möglich, die langfristig wirkenden Ursachen des Außenhandels im Rahmen des hier zugrunde liegenden Modells explizite zu formulieren. Für dieses Modell kommen nach dem methodologischen Konzept des *Heckscher-Ohlin*-Theorems zwei Ursachen für den Außenhandel in Frage:

- (1) Unterschiedliche Faktorausstattung, d. h. unterschiedliche Kapitalausstattung der Arbeitsplätze zum Zeitpunkt  $t_0$ .
- (2) Unterschiedliche Zeitpräferenzen, d. h. unterschiedliche Zeitdiskontraten  $\delta^j$ .

In der „klassischen“ statischen Außenhandelstheorie liefert die unterschiedliche Faktorausstattung zum Zeitpunkt der Handelseröffnung die Ursache des Handels; unterschiedliche Zeitpräferenzen kommen gemäß der Natur einer statischen Analyse als Handelsursachen nicht in Frage. Erst die dynamische Analyse ermöglicht die Berücksichtigung unterschiedlicher Zeitpräferenzen als Handelsursache. Damit wird aber gleichzeitig die Bedeutung unterschiedlicher Faktorausstattung als Ursache des Handels relativiert. Die Kapitalausstattung pro Kopf wird jetzt nämlich zu einer endogenen Größe: die Gesellschaft kann ihren zeitlichen Konsum und damit ihre Kapitalakkumulation gemäß ihren Zeitpräferenzen optimal festlegen. Diese Überlegung führt zu

*Theorem 5.* Stimmen die Zeitpräferenzen beider Länder miteinander überein, und unterscheiden sich beide Länder zum Zeitpunkt der Handelsaufnahme lediglich in der Kapitalausstattung der Arbeitsplätze voneinander, so muß der Handel asymptotisch verschwinden.

Stimmen die Zeitpräferenzen beider Länder miteinander überein, so wird dem Außenhandel langfristig der Boden entzogen. Im Zeitverlauf müssen nämlich beide Länder wegen der gleichen Zeitpräferenz (und wegen der gleichen Wachstumsrate der Bevölkerung) asymptotisch dieselbe Kapitalausstattung pro Kopf erhalten. Damit müssen sich aber die Faktorausstattungen beider Länder asymptotisch angleichen, und der Handel somit asymptotisch aufhören. Dieses Ergebnis stimmt mit jenem der komparativ-dynamischen Analyse des Abschnitts 2.1.1 überein (Korollar zu Theorem 1): In der Gleichgewichtslösung des Außenhandelsspiels der komparativ-dynamischen Analyse fand ebenfalls kein Außenhandel statt. Dieses Ergebnis, das zunächst paradox anmutete, wird jetzt im Rahmen der dynamischen Analyse verständlich: Wegen

gleicher Zeitpräferenzen, nämlich  $\delta^1 = \delta^2 = 0$ , und asymptotisch gleicher Faktorausstattung, ist der Handel langfristig nicht möglich.

Die Bedeutung unterschiedlicher Zeitpräferenzen für den Außenhandel kommt in dem folgendem Theorem zum Ausdruck:

*Theorem 6.* Unterschiedliche Zeitpräferenzen beider Länder ermöglichen langfristig für eine Gleichgewichtslösung den Außenhandel.

Unterschiedliche Zeitpräferenzraten  $\delta^j$  werden nämlich langfristig zu einer unterschiedlichen Kapitalausstattung pro Kopf führen, und zwar muß das Land mit der niedrigeren Zeitpräferenzrate  $\delta^j$  langfristig die höhere Kapitalausstattung aufweisen. Die Unterschiede in der Produktions- und Nachfragestruktur zwischen beiden Ländern bleiben langfristig erhalten. Damit ist aber der Handel langfristig möglich.

Die beiden letzten Theoreme können in der folgenden Weise zusammengefaßt werden.

*Theorem 7.* Verallgemeinertes *Heckscher-Ohlin*-Theorem

- (a) Unterschiede in den Faktorausstattungen können alleine langfristig keinen Außenhandel bewirken; sie und der Außenhandel verschwinden asymptotisch, wenn die Zeitpräferenzraten (und die natürlichen Wachstumsraten) beider Länder miteinander übereinstimmen. Dagegen stellen Unterschiede allein in den Zeitpräferenzen dauerhaft eine Ursache für den internationalen Handel dar.
- (b) Das Land mit der niedrigeren Zeitpräferenzrate hat langfristig die höhere Kapitalausstattung der Arbeitsplätze und wird deswegen langfristig das kapitalintensive Gut exportieren.

Dieses Theorem geht hinsichtlich des produzierbaren Produktionsfaktors Kapital einen wesentlichen Schritt weiter als das *Heckscher-Ohlin*-Theorem. Die Ausstattung einer Volkswirtschaft mit Kapital ist nicht historisch, im Rahmen der Modellanalyse also exogen, vorgegeben, sondern sie wird langfristig durch die Zeitpräferenz einer Gesellschaft endogen bestimmt. Damit liegt langfristig auch das Kapital/Arbeits-Verhältnis fest, und im Vergleich zweier Länder folgt dann, daß jenes Land das kapitalintensive Produkt exportiert, das die geringere Zeitpräferenz aufweist.

### Zusammenfassung

Die komparativ-dynamische Analyse von steady-state-Pfaden im neoklassischen  $2 \times 2 \times 2$ -Modell der Außenhandelstheorie zeigt, daß a) der Handel für ein Land zu einem niedrigeren Pro-Kopf-Konsum führen kann, b) die Handelspartner simultan keinen größeren Pro-Kopf-Konsum erreichen können, als es ihnen in Autarkie auf dem optimalen Gleichgewichtspfad möglich wäre, c) die Grundlage des Handels entfällt, wenn beide Handelspartner simultan ihren Pro-Kopf-Konsum maximieren. Eine spieltheoretische Analyse dieser Ergebnisse führt auf ein *Nash*-Gleichgewicht in reinen Strategien. Werden allgemeine Gleichgewichte untersucht, so können optimale Zeitprofile des Pro-Kopf-Konsums abgeleitet werden.

Durch Einführung der Differentialspiele in dieses Außenhandelsmodell läßt sich das *Heckscher-Ohlin*-Theorem verallgemeinern. Unterschiedliche Zeitpräferenzraten ermöglichen langfristig den Außenhandel. Eine niedrigere Rate hat langfristig die höhere Kapitalausstattung der Arbeitsplätze und somit den Export des kapitalintensiven Guts zur Folge.

### Summary

The analysis of steady state paths in the dynamic  $2 \times 2 \times 2$ -model of international trade leads to the following results: (a) trade may lower the per capita consumption, (b) trading partners cannot simultaneously increase their per capita consumption as compared to the optimal path in autarky, (c) if both trading partners simultaneously maximize their per capita consumption trade will vanish. A game-theoretic analysis of these results proofs that a *Nash*-equilibrium in pure strategies exists. For general equilibrium paths optimal time profiles for per capita consumption can be derived.

By introducing differential games into this model the *Heckscher-Ohlin* model can be generalized. Different rates of time preference will lead to international trade in the long run. The lower rate is in the long run associated with the higher capital labour ratio and with the export of the capital intensive commodity.

### Literatur

- Bardhan*, P. K. (1965), Equilibrium Growth in the International Economy. Quarterly Journal of Economics 79, 455 - 464.
- Deardorff*, A. V. (1973), The Gains from Trade in and out of Steady-State Growth. Oxford Economic Papers 25, 173 - 191.
- Dorfman*, R., P. A. *Samuelson* und R. M. *Solow* (1958), Linear Programming and Economic Analysis. New York et al.
- Gabisch*, G. (1976), Außenhandel und Wirtschaftswachstum. Tübingen.
- (1977), Vor- und Nachteile des internationalen Handels. Diskussionsbeiträge Fachbereich Wirtschaftswissenschaft, Fernuniversität Hagen, Nr. 15.
- Herberg*, H. (1966), Wirtschaftswachstum, Außenhandel und Transportkosten. Göttingen.
- (1970), Economic Growth and International Trade with Transport Costs. Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft 126, 577 - 600.

- Intriligator*, M. D. (1971), *Mathematical Optimization and Economic Theory*. Englewood Cliffs, N. J.
- Isaacs*, R. (1965), *Differential Games*. New York et al.
- Oniki*, H. und H. *Uzawa* (1965), Patterns of Trade and Investment in a Dynamic Model of International Trade. *Review of Economic Studies* 32, 105 - 118.
- Schumann*, J. (1965), Ein dynamischer Ansatz zur reinen Theorie des internationalen Handels: Effizientes Wachstum offener Wirtschaften. *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft* 121, 264 - 300.
- Solow*, R. M. (1962), Comment on the Golden Rule. *Review of Economic Studies* 29, 255 - 257.