

## Nationales Leapfrogging - Das Brezis/Krugman/Tsiddon-Modell

Lukas Menkhoff und Jochen Michaelis

Die Position der führenden Industrienation hat in der Wirtschaftsgeschichte mehrfach gewechselt, was weder die traditionelle Wachstumstheorie noch die Theorie endogenen Wachstums erklären können. Demgegenüber liefern Brezis, Krugman und Tsiddon einen theoretischen Ansatz, der den fraglichen Positionswechsel auf technologische Änderungen zurückführt.

### **1. Die Grundidee**

Zu den stilisierten Fakten der Wirtschaftsgeschichte zählt der Wechsel in der Position der weltweit führenden Industrienation, bspw. von England zu den USA Anfang dieses Jahrhunderts. Die dazu vorgebrachten Erklärungsansätze beinhalten naheliegenderweise meist ein Element von Fehlentwicklungen, das zum Verlust der Führungsrolle geführt habe. Im Unterschied zu solchen Ansätzen präsentieren Elise S. Brezis, Paul R. Krugman und Daniel Tsiddon (kurz BKT) in einem kürzlich erschienenen Aufsatz ein Modell, das den Wechsel in der Führungsrolle erstens bei vollständig rationalem Verhalten der Unternehmen und zweitens aus einer rein ökonomischen Argumentation ableitet.

Ihre Argumentation basiert auf zwei Elementen:

- Erstens unterscheiden sie zwischen einem kontinuierlichen und einem sprunghaften technischen Fortschritt. Der kontinuierliche technische Fortschritt stellt sich im Rahmen einer gegebenen Technologie-Generation ein und ist das Resultat von Lerneffekten. Der sprunghafte technische Fortschritt hingegen ist gleichzusetzen mit einem grundlegenden Wechsel in der Basistechnologie. Diese Unterscheidung ist eine Denkfigur aus der industrieökonomischen Theorie, die BKT auf eine volkswirtschaftliche Ebene übertragen und weiter modifizieren.
- Zweitens gehen sie von positiven externen Effekten aus, die aus der zunehmenden Erfahrung im Umgang mit einer Produktionstechnologie resultieren. Diese Lerneffekte sind aus der Sicht eines einzelnen Unternehmens exogen. Zudem verbreiten sie sich nicht weltweit, sondern beschränken sich auf die jeweils nationalen Anwender der entsprechenden Technologie. Solches learning by doing ist in der einen oder anderen Form fester Bestandteil der Theorie endogenen Wachstums.

Das zweite Element begründet, warum sich Wohlstandsunterschiede zwischen Volkswirtschaften nicht einebnen, wie es die neoklassische Wachstumstheorie

erwarten läßt. Die Unterscheidung zwischen kontinuierlichem und sprunghaftem technischen Fortschritt ist notwendig, damit es zu einem Positionswechsel kommen kann. Aufgrund der Lerneffekte weist der alte technologische Führer ein hohes Produktivitäts- und damit auch ein hohes Lohnniveau auf. Ist die neue Technologie-Generation erst langfristig effizienter, kurzfristig aber kostengünstiger, so ist es aus einzelwirtschaftlicher Sicht rational, zunächst bei der alten Technologie zu bleiben. Die neue Technologie wird von der „nachhinkenden“ Nation adaptiert, die die kurzfristig geringere Effizienz durch ein geringeres Lohnniveau kompensiert. Die langfristige Superiorität der neuen Technologie impliziert, daß die „Verlierer“ von gestern zu den „Gewinnern“ von morgen werden.

Wir wollen im folgenden diese Grundidee in der von BKT gewählten Modellierung nachvollziehen (Abschnitt 2), bevor wir die grundlegende Annahme der externen Skalenerträge näher untersuchen (Abschnitt 3) und mögliche wirtschaftspolitische Implikationen diskutieren (Abschnitt 4).

## 2. Das Brezis/Krugman/Tsiddon-Modell

BKT unterstellen eine Welt mit zwei Ländern, England und die USA, sowie zwei Gütern, Food und Manufactures. Arbeit ist der einzige Produktionsfaktor. Ihr Modell setzt sich aus drei Bausteinen zusammen, den Produktionsfunktionen für Food und für Manufactures sowie einer Bestimmungsgleichung für die Güternachfrage. Die Food-Technologie sei charakterisiert durch

$$Q_F = L_F$$

(1)

$$Q_F^* = L_F^*$$

Hierbei bezeichnen  $Q_F$  ( $Q_F^*$ ) die britische (US-amerikanische) Food-Produktion und  $L_F$  bzw.  $L_F^*$  die entsprechende Beschäftigung in beiden Ländern. Die Arbeitsproduktivität bei der Food-Herstellung ist für beide Länder identisch gleich eins. Zudem ist sie im Zeitablauf konstant, d.h. es gibt hier keinen Produktivitätsfortschritt.

Die gesamte Dynamik des BKT-Modells resultiert aus der gesamtwirtschaftlichen Produktionsfunktion für Manufactures:

$$(2) \quad Q_{Mi}(T) = \left( A_i \left( \sum_{t=-\infty}^T Q_{Mi}(t) \right) \right) L_{Mi}.$$

$Q_{Mi}(T)$  steht für den britischen Output zum Zeitpunkt  $T$ ,  $A_i(\cdot)$  für die britische Arbeitsproduktivität,  $L_{Mi}$  für die britische Beschäftigung im Manufacturing-Sektor, und der Index  $i$  für unterschiedliche Generationen der Produktionstechnologie. Für die USA gilt eine entsprechende Produktionsfunktion. Die Produktionsfunktion (2) weist zunehmende externe Skalenerträge auf, d.h. im Unterschied zur Food-Technologie ist die Arbeitsproduktivität nicht konstant, sondern sie steigt mit zunehmender Erfahrung im Umgang mit der Produktionstechnologie ( $A_i' > 0$ ). Die Zuwachsraten sind indes im Zeitablauf rückläufig ( $A_i'' < 0$ ). „Erfahrung“ wird durch die Summe der bis zum betrachteten Zeitpunkt hergestellten Güter approximiert.

Für die weitere Argumentation von zentraler Bedeutung ist die Prämisse, daß es sich um externe Lerneffekte handelt, d.h. aus der Sicht einer einzelnen Firma ist die Arbeitsproduktivität konstant; sie agiert, als ob die Produktionsfunktion konstante Skalenerträge hätte. Die zweite zentrale Prämisse ist der nationale Charakter der Lerneffekte. Da die inländische Arbeitsproduktivität lediglich vom kumulierten inländischen, nicht aber vom kumulierten ausländischen Output abhängt, sind die Lerneffekte nicht länderübergreifend, sondern länderspezifisch. Mit anderen Worten, auf nationaler Ebene ist Erfahrung ein öffentliches Gut, ein Im- oder Export von Erfahrung ist hingegen ausgeschlossen. Abschnitt 3 geht detaillierter auf das Zustandekommen externer Skalenerträge ein.

Um das Modell zu schließen, unterstellen BKT eine für Großbritannien und für die USA identische Cobb Douglas-Nutzenfunktion:

$$(3) \quad U = D_M^\mu D_F^{1-\mu}.$$

$D_M$  und  $D_F$  stehen für den Konsum von Manufactures und Food. Die Cobb Douglas-Spezifizierung ist gleichbedeutend mit der Annahme, daß beide Länder ihr Einkommen zu konstanten Anteilen,  $\mu$  bzw.  $1-\mu$ , für die Nachfrage nach Manufactures und Food verwenden. Eine Veränderung des Relativpreises zwischen beiden Gütern hat keinen Einfluß auf diese Aufteilung. BKT treffen die zusätzliche Prämisse  $\mu > 0,5$ . Dies vereinfacht die Analyse erheblich, da auf diese Weise sichergestellt ist, daß sich stets eines der beiden Länder auf die Herstellung von Manufactures spezialisiert.

Der aus diesem Modell folgende Leapfrogging-Mechanismus läßt sich in einer Sequenz von vier kurzfristigen Gleichgewichten darstellen. Deren wichtigste Charakteristika sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

	Großbritannien	USA	Lohnverhältnis $\frac{w}{w^*}$
Gleichgewicht I	M	F	$\frac{\mu}{1-\mu}$
Gleichgewicht II	M	F+M	$\frac{A_1}{A_2^*} > 1$
Gleichgewicht III	M+F	M	$\frac{A_1}{A_2^*} < 1$
Gleichgewicht IV	F	M	$\frac{1-\mu}{\mu}$

M = Manufactures

F = Food

w (w\*) = britischer (amerikanischer) Lohnsatz

Tabelle 1: Kurzfristige Gleichgewichte im Leapfrogging-Mechanismus

In der Ausgangssituation, hier als Gleichgewicht I bezeichnet, habe Großbritannien sowohl die technologische Führerschaft, die sich aus der Anwendung der neuesten Technologie-Generation definiert, als auch die Produktivitäts-Führerschaft, die sich in einem höheren Reallohn widerspiegelt. Der Produktivitätsvorsprung sei so deutlich, daß sich beide Länder vollständig spezialisieren, Großbritannien auf Manufactures und die USA auf Food. Bei einer solchen vollständigen Spezialisierung entspricht der für Manufactures ausgegebene Anteil des Welteinkommens  $E$  dem britischen Arbeitseinkommen ( $wL = \mu E$ ) und der für Food ausgegebene Anteil dem amerikanischen Arbeitseinkommen ( $w^* L^* = (1 - \mu)E$ ). Unterstellt man ein für beide Länder identisches Arbeitskräftepotential ( $L = L^*$ ), so folgt hieraus unmittelbar das in Tab. 1 wiedergegebene Lohnverhältnis.

Während die amerikanische Produktivität im Zeitablauf konstant bleibt, nimmt die britische aufgrund der Lerneffekte Periode für Periode zu. Hiervon profitiert jedoch nicht nur Großbritannien, sondern über die forcierte Nachfrage nach Food auch die USA. In der Sprache des Modells handelt es sich um einen permanenten Anstieg des Welteinkommens  $E$ , der sich in permanenten Erhöhungen sowohl des britischen als auch des amerikanischen Lohnsatzes widerspiegelt. Interessanterweise steigen beide Lohnsätze proportional, d.h. Großbritannien gelingt es nicht, das Lohnverhältnis zu seinen Gunsten zu verändern. Letzteres wäre nur möglich, wenn sich die Güternachfrage (und damit die Produktion) in Richtung britischer Manufactures

verlagern würde. Da die Aufteilung der Nachfrage jedoch durch die Parameter  $\mu$  bzw.  $1 - \mu$  fest vorgegeben ist, bewirken die britischen Produktivitätszuwächse trotz der permanenten Absenkung des Relativpreises für Manufactures keine relative Besserstellung der britischen Volkswirtschaft. Daß das Lohnverhältnis konstant bleibt, ist eine für den Leapfrogging-Mechanismus vergleichsweise ungünstige Annahme. Würde man eine Nachfrageverlagerung zugunsten der Manufactures zulassen, so hätte dies eine permanent zunehmende Diskrepanz zwischen den Lohnniveaus in beiden Ländern zur Folge; aber genau dies läßt den Leapfrogging-Mechanismus wahrscheinlicher werden.

Die BKT-Argumentation läßt sich in eingängiger Weise anhand des Konzeptes der Lernkurven (LK) illustrieren (vgl. Abb. 1). Letztere sind eine graphische Umsetzung der für Manufactures unterstellten produktionstheoretischen Zusammenhänge. Ihr fallender Verlauf zeigt an, daß die Stückkosten mit zunehmender Erfahrung, d.h. mit dem kumulierten Output sinken. Die Annahme abnehmender Produktivitätszuwächse spiegelt sich in der Konvexität dieser Kurven. In der skizzierten Ausgangssituation bewegt sich Großbritannien unter Verwendung der Technologie-Generation 1 entlang der Lernkurve  $LK_1$ . Zum Zeitpunkt der Einführung der neuen Basistechnologie 2 befindet sich Großbritannien im Punkt B, der kumulierte Output beträgt  $\bar{Q}_M$ , und die Stückkosten belaufen sich auf  $C_1$ . Die neue Basistechnologie 2 ermöglicht zwar langfristig eine effizientere Produktion, und sie verschiebt entsprechend die britische Lernkurve nach  $LK_2$ , aber aus der Sicht Großbritanniens ist es rational, bei der alten

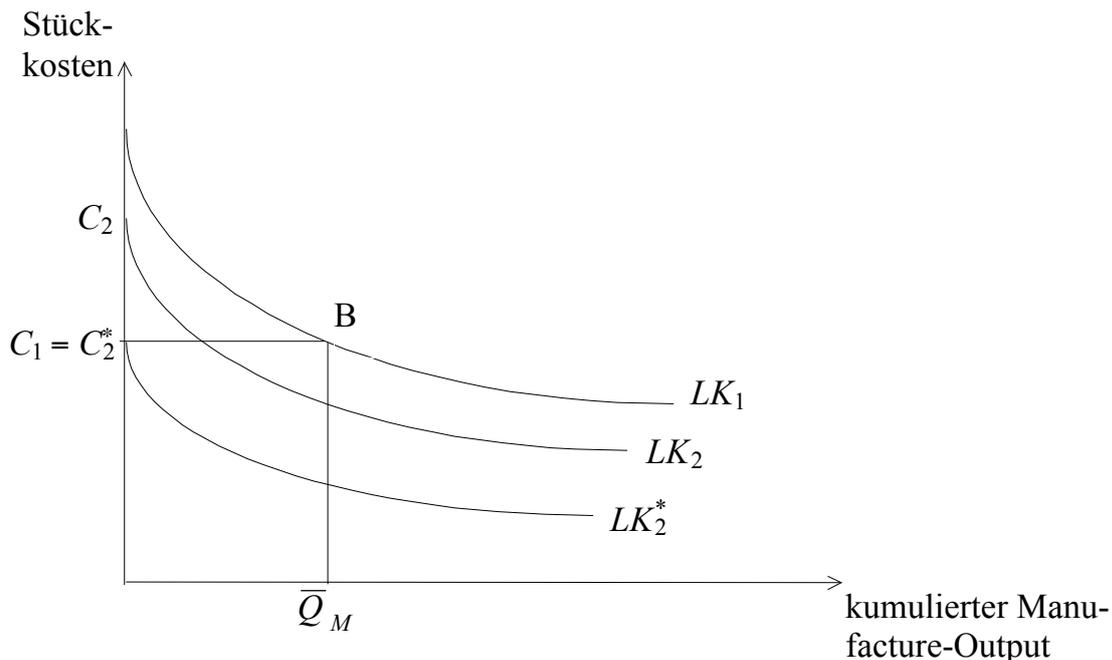


Abbildung 1: Lernkurven

Technologie zu verbleiben und weiterhin dem Verlauf der Kurve  $LK_1$  zu folgen. Warum? Der Wechsel von der alten zur neuen Technologie führt zwar langfristig zu geringeren Produktionskosten, kurzfristig hingegen impliziert er höhere Stückkosten. Aufgrund der fehlenden Erfahrung im Umgang mit der Technologie 2 müßte Großbritannien einen Anstieg der Stückkosten von  $C_1$  auf  $C_2$  in Kauf nehmen. Kurzfristig reicht der Effizienzgewinn der neuen Technologie nicht aus, um die vollständige Entwertung des Humankapitals „Erfahrung“ zu kompensieren. Kurzum, der alte technologische Führer produziert mit der alten Technologie kostengünstiger als mit der neuen, weshalb ein Wechsel unterbleibt.

Selbst wenn die Unternehmen die langfristige Superiorität der neuen Technologie antizipieren, so werden sie nicht auf die neue Technik umsteigen, denn die Lerneffekte sind zwar aus der Sicht einer Industrie/Nation endogen, aus der Sicht des einzelnen Unternehmens sind sie hingegen exogen. Es liegt eine klassische Gefangenendilemma-Situation vor. Für das einzelne Unternehmen ist ein Verzicht auf die Umstellung rational, unabhängig davon, welche Strategie die Konkurrenten verfolgen. Behalten letztere die alte Technologie bei, so würde ausschließlich das umstellende Unternehmen höhere Stückkosten verzeichnen und damit an Wettbewerbsfähigkeit verlieren. Entscheiden sich die anderen Firmen für die neue Technologie und damit für höhere Stückkosten, so ist es optimal, als einziges Unternehmen diesen Kostenanstieg durch den Verzicht auf eine Umstellung zu vermeiden. Das einzelne Unternehmen wechselt erst, wenn die neue Technologie das Kostenniveau der alten erreicht hat. Da jedes Unternehmen ein derartiges Kalkül anstellt, entspricht es individueller Rationalität, wenn kein Unternehmen des alten technologischen Führers die neue Technologie adaptiert.

Aus der Sicht der „nachhinkenden“ Nation, hier die USA, stellt sich die Situation gänzlich anders dar. Da die USA aufgrund der geringeren Löhne geringere Stückkosten aufweisen, verläuft die amerikanische Lernkurve  $LK_2^*$  unterhalb der britischen. Eine für den Leapfrogging-Mechanismus unabdingbare Prämisse ist nun, daß die Differenz zwischen beiden Lohnsätzen mindestens der Strecke  $C_2 - C_1$  entspricht. In diesem Fall ist es der USA möglich, unter Verwendung der neuen Basistechnologie 2 die Manufacture-Produktion aufzunehmen, denn die amerikanischen Stückkosten  $C_2^*$  sind nunmehr geringer bzw. gleich hoch wie die britischen Stückkosten  $C_1$ . Sind sie tatsächlich geringer, so gebietet das Law of One Price, daß es zu einem Sprung des amerikanischen Lohnsatzes kommt, der die Stückkosten anhebt auf den in Abbildung 1 dargestellten Fall identischer Stückkosten  $C_1 = C_2^*$ .

Damit ist das Gleichgewicht II erreicht (vgl. Tabelle 1). Die Einführung der neuen Basistechnologie hat eine Abkehr von der ursprünglichen vollständigen

Spezialisierung bewirkt. Während Großbritannien sich unter Verwendung der alten Technologie 1 weiterhin auf Manufactures konzentriert, produziert die USA nunmehr Food und Manufactures; letztere mit Hilfe der „modernen“ Technologie 2. Gemäß obiger Definition hat damit die USA die technologische Führerschaft übernommen. Da britische Stückkosten ( $C_1 = w / A_1$ ) und amerikanische Stückkosten ( $C_2^* = w^* / A_2^*$ ) übereinstimmen müssen, entspricht das Lohnverhältnis nunmehr dem Verhältnis der Arbeitsproduktivitäten. Großbritannien besitzt jedoch nach wie vor die Produktivitätsführerschaft, so daß das Lohnverhältnis zunächst größer Eins ist.

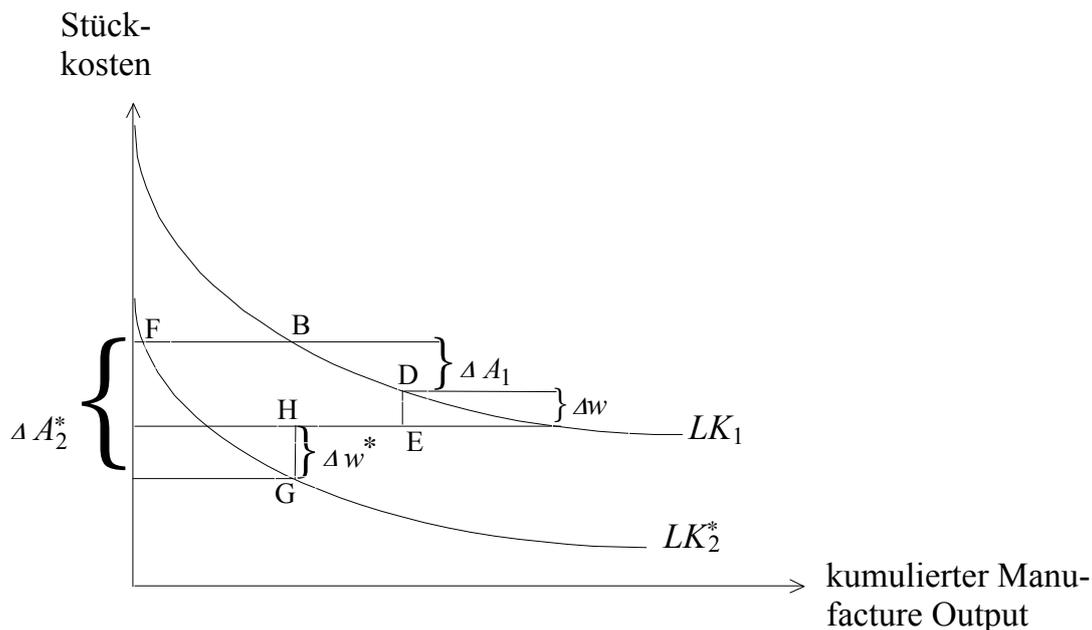


Abbildung 2: Der Prozeß der Lohnangleichung

In den folgenden Perioden konkurrieren beide Länder auf dem Markt für Manufactures. In beiden Ländern wird die Manufacture-Produktion fortlaufend effizienter, jedoch steigt die amerikanische Arbeitsproduktivität stärker als die britische; konsequenterweise nimmt der amerikanische Lohnrückstand sukzessive ab. Dies sei anhand von Abbildung 2 verdeutlicht. Zu Beginn der betrachteten Periode befinde sich die britische Wirtschaft im Punkt B und die amerikanische Manufacture-Industrie im Punkt F. Großbritannien bewegt sich entlang der  $LK_1$ -Kurve zum Punkt D und erzielt dabei einen Produktivitätszuwachs von  $\Delta A_1$ . Da in der Anfangsphase einer Technologie die Lerneffekte besonders groß sind, verläuft im relevanten Bereich die amerikanische  $LK_2^*$ -Kurve steiler als die britische, d.h. die USA erlangt bei der Bewegung von F nach G mit  $\Delta A_2^*$  einen Produktivitätszuwachs, der den britischen überwiegt. Dies eröffnet den amerikanischen Anbietern die Möglichkeit, durch Preissenkungen, die über den britischen Produktivitätsanstieg hinausgehen,

Marktanteile für sich zu gewinnen. Das am Ende der Periode sich einstellende Gleichgewicht ist durch die Punkte E und H wiedergegeben. Die britische Lernkurve verschiebt sich nach unten (in Abb. 2 nicht eingezeichnet) und die amerikanische nach oben. Diese Verschiebungen spiegeln die jeweiligen Veränderungen der Lohnsätze, d.h. Großbritannien begegnet dem amerikanischen Preisdruck durch eine Absenkung des eigenen Lohnsatzes um  $\Delta w$ , und die USA nutzt einen Teil des Produktivitätsgewinns für eine Lohnerhöhung  $\Delta w^*$ . Die beiden Lohnsätze bewegen sich also aufeinander zu, das Lohnverhältnis verbessert sich zugunsten der USA.

Im Verlaufe dieses sich Periode für Periode fortsetzenden Prozesses wird schließlich ein Punkt erreicht, an dem die USA die britische Arbeitsproduktivität zunächst ein- und dann überholt. Die USA übernimmt neben der technologischen Führerschaft auch die Produktivitäts-Führerschaft. Zu diesem Zeitpunkt kommt es zu einer abermaligen Änderung des Spezialisierungsmusters (vgl. Gleichgewicht III in Tabelle 1). Während die USA sich nunmehr auf die ausschließliche Herstellung von Manufactures konzentriert, produziert Großbritannien jetzt sowohl Manufactures als auch Food. Aufgrund der höheren Produktivität übersteigt der amerikanische den britischen Lohnsatz, weshalb das Lohnverhältnis  $w / w^*$  kleiner Eins ist.

Auch in den Folgeperioden weist die USA höhere Produktivitätssteigerungen auf als Großbritannien, da die USA die langfristig effizientere Technologie 2 verwendet. Mit anderen Worten, der Abstand zwischen amerikanischer und britischer Arbeitsproduktivität wird ständig größer werden mit der Folge, daß die britische Manufacture-Industrie permanent schrumpft. Sinkt das Verhältnis der Arbeitsproduktivitäten  $A_1 / A_2^*$  unter dem Wert  $(1 - \mu) / \mu$ , so kommt es wiederum zu einer vollständigen Spezialisierung (vgl. Gleichgewicht IV in Tabelle 1): Die USA produziert ausschließlich Manufactures und Großbritannien ausschließlich Food. Dieses Gleichgewicht ist ein Spiegelbild der Ausgangssituation, „lediglich“ die Rolle der Länder hat sich vertauscht. Taucht nun eine neue Basistechnologie 3 auf, so kann der Leapfrogging-Mechanismus von vorne beginnen. Großbritannien (oder ein drittes Land) eignet sich aufgrund des niedrigeren Lohnsatzes die neue Technologie an, während die USA bei der Technologie 2 verharren. Ein „Überspringen“ der USA durch Großbritannien bzw. des Drittlandes wäre die Folge.

### 3. Externe Skalenerträge

Die treibende Kraft des Leapfrogging-Mechanismus sind die externen Skalenerträge. Obwohl in der Literatur Einigkeit über die Existenz und auch über die empirische Relevanz solcher Effekte besteht, sind ihre theoretischen Grundlagen bis dato ein vergleichsweise unbeschriebenes Blatt. Ursächlich hierfür, so zumindest Krugman (1991), ist die Tatsache, daß die vielleicht bedeutsamste Komponente der externen

Skalenerträge, die Knowledge-Spillovers, mit dem herkömmlichen Instrumentarium der Volkswirtschaftslehre nur sehr unbefriedigend modelliert werden können. Gleichwohl lassen sich natürlich verschiedene Argumente anführen, die die ökonomische Rationalität der Produktionsfunktion (2) begründen. Sie sollen im folgenden kurz dargestellt werden (vgl. hierzu auch die entsprechenden Darlegungen bei Helpman/Krugman 1985 sowie Krugman 1991).

Die augenscheinlichsten externen Skalenerträge sind zweifellos technologische (Knowledge-) Spillovers, die auf die Nichtrivalität und auf die unvollständige Ausschließbarkeit des Gutes Information zurückzuführen sind. Entwickeln Wissenschaftler - sei es in staatlichen Forschungseinrichtungen oder in Unternehmen - eine neue chemische Formel, ein neues Produktionsverfahren oder ein Software-Programm und veröffentlichen dieses Resultat beispielsweise auf Tagungen bzw. in Fachzeitschriften, so erhöht sich dadurch nicht nur der Stand des technischen Wissens, sondern diese Information/Innovation wird damit auch für jedermann praktisch unentgeltlich zugänglich. Dieses Verständnis liegt der neoklassischen Wachstumstheorie à la Solow zugrunde, die die Technologie als öffentliches Gut, d.h. als nicht-rivalen Input annimmt, der für jedes Unternehmen jederzeit kostenlos zur Verfügung steht. Da der private Grenzertrag einer neuen Idee geringer ist als der soziale Grenzertrag, werden aus gesamtwirtschaftlicher Sicht zu wenig Ressourcen in die Produktion neuer Ideen investiert. Die Ansätze der endogenen Wachstumstheorie (vgl. Romer 1990) modifizieren dieses Bild ein wenig, denn hier ist es den Produzenten von Ideen mittels Patenten und Lizenzen möglich, sich einen größeren Anteil am Grenzertrag einer neuen Idee anzueignen.

Ein weiterer Kanal, wie sich technisches Wissen über die Unternehmen hinweg verbreitet, ist das sogenannte „reverse engineering“. Speziell den japanischen Unternehmen wird nachgesagt, daß sie sich in den 60er Jahren einen Gutteil ihres technischen Wissens über das Nachahmen bzw. Kopieren von europäischen und amerikanischen Produkten der Spitzentechnologie angeeignet haben. Zu nennen ist des weiteren die Industriespionage, deren Bedeutung allerdings naturgemäß schwer abzuschätzen ist.

Eine im Zusammenhang mit externen Skalenerträgen stets zu klärende Frage ist diejenige nach der adäquaten Abgrenzung der betroffenen Unternehmen. In der Literatur - einschließlich dem BKT-Papier - ist es üblich, alle Unternehmen eines nationalen Industriezweiges zu wählen. Und in der Tat sprechen empirische Analysen dafür, daß - trotz des obigen Gegenbeispiels - die Knowledge-Spillovers oftmals an den Schlagbäumen enden. Mit anderen Worten, der Stand des technischen Wissens und damit die Produktionsfunktion divergiert von Land zu Land (vgl. Fagerberg 1994). Analysen, die sich mit dem Wachstum einzelner Regionen innerhalb eines

Landes auseinandersetzen, legen zudem nahe, daß die relevante geographische Abgrenzung häufig noch enger gezogen werden muß, denn die Produktionsfunktion divergiert nicht nur zwischen den Ländern, sondern auch von Region zu Region (vgl. Barro/Sala-i-Martin 1991).

Welche Gründe können für eine lokale/nationale Ausprägung der Knowledge-Spillovers herangezogen werden? In erster Linie ist hier sicherlich das bereits von Alfred Marshall betonte Argument anzuführen, wonach sich Lerneffekte im Umgang mit einer Technologie um so leichter und schneller verbreiten, je größer der Industriezweig ist und je stärker er lokal konzentriert ist. Während die Zahl der Ideen primär durch die Größe des Industriezweigs begünstigt wird, fördert die lokale Konzentration den persönlichen Erfahrungsaustausch, durch den Ideen schneller aufgegriffen, diskutiert, modifiziert und zum Ausgangspunkt wiederum neuer Ideen gemacht werden. Darüber hinaus erleichtern die genannten Punkte die Diffusion von Ideen und Erfahrung über Wanderungen der Arbeitskräfte zwischen den Unternehmen. Gerade die eingeschränkte internationale Mobilität des Faktors Arbeit dürfte ein Hauptgrund für den nationalen Charakter von Lerneffekten sein.

Einen anderen Ansatz zur Erklärung internationaler Divergenzen in den Technologien wählen Parente/Prescott (1994). Sie unterstellen einen weltweit einheitlichen Pool von verfügbaren Technologien, jedoch ist es für die Unternehmen der verschiedenen Länder unterschiedlich teuer, die jeweils neueste Technologie zu adaptieren. Ursächlich hierfür sind neben unterschiedlichen regulatorischen bzw. gesetzlichen Rahmenbedingungen insbesondere Widerstände seitens der Arbeitnehmer, die um ihre Arbeitsplätze fürchten und die sich im Extremfall durch Sabotage oder Streiks gegen den technologischen Wandel wehren. Länder, in denen solche „Technologie-Barrieren“ vergleichsweise hoch sind, verharren bei der alten Technologie und fallen damit in der relativen Einkommensposition zurück. Derartige Barrieren lassen sich gleichfalls als externe Effekte interpretieren, die in diesem Fall die Arbeitsproduktivität negativ beeinflussen.

Neben den Knowledge-Spillovers sind Zwischenprodukte, die mit internen Skalenerträgen hergestellt werden, eine zweite nicht minder bedeutsame Quelle von externen Skalenerträgen (vgl. Ethier 1979). Zwei Effekte sind hier zu unterscheiden. Zum einen steigt mit zunehmendem Output eines Industriezweiges auch das Produktionsvolumen der Vorleistungslieferanten. Weisen letztere sinkende Stückkosten auf, so resultieren hieraus - vorausgesetzt, zwischen den Vorleistungslieferanten herrscht Wettbewerb - Preissenkungen für die Zwischenprodukte. Dieser reine Kosteneffekt wird ergänzt durch eine größere Angebotsvielfalt sektorspezifischer Vorleistungen. Ein solches Angebot kommt zustande, da lediglich große Industriezweige eine hinreichende Nachfrage nach

solchermaßen spezifischen Produkten bzw. Dienstleistungen gewährleisten können. Jeder einzelne Hersteller von Endprodukten profitiert auf diese Weise von der Größe seines Industriezweiges. Damit die auf Zwischenprodukte zurückzuführenden externen Skalenerträge auf die regionale/nationale Ebene beschränkt bleiben, dürfen die Zwischenprodukte nicht handelbar sein.

#### **4. Wirtschaftspolitische Implikationen**

Ein steuerbarer Positionswechsel zwischen Industrienationen ist aus wirtschaftspolitischer Perspektive von allerhöchster Bedeutung: Führende Volkswirtschaften würden gerne ihre Position erhalten und aufstrebende gerne einen Positionswechsel einleiten. Da der Leapfrogging-Mechanismus ebenso wie die endogene Wachstumstheorie auf externen Skalenerträgen basiert, unterscheiden sich die entsprechenden wirtschaftspolitischen Implikationen kaum voneinander. In ihrem Aufsatz gehen BKT auf diesen Punkt auch nur am Rande ein.

Bei perfekter Voraussicht seitens des Staates über die neue langfristig überlegene Basistechnologie ist die adäquate Politik naheliegend. Der Staat internalisiert den externen Effekt über die Zahlung einer Subvention in Höhe des externen Effektes. Dies würde die aus volkswirtschaftlicher Sicht bestehende Verzerrung der Kostenrelation zwischen alter und neuer Technologie beseitigen. Inklusive der Subventionszahlung ist es auch aus Sicht eines einzelnen Unternehmens rational, auf die neue Technologie umzusteigen. Eine solchermaßen begründete und konzipierte Industriepolitik ist ohne Frage ökonomisch effizient.

Verfügen alle nationalen Regierungen über dieselben Informationen, so kommt es voraussichtlich zu einem Subventionswettbewerb zwischen den einzelnen Ländern. Und hier dürfte der alte technologische Führer die „besten Karten“ haben, denn aufgrund seiner vergleichsweise guten Einkommenssituation verfügt er über eine hohe Steuerbemessungsgrundlage, die ihn in die Lage versetzt, einen gegebenen Subventionsbetrag zu geringeren volkswirtschaftlichen Kosten bereitzustellen als seine Konkurrenten. Im Extremfall gelingt es dem führenden Land, seine Position dauerhaft zu verteidigen.

Rückt man jedoch von der realitätsfernen Prämisse perfekter Voraussicht ab, so stellt sich für die Wirtschaftspolitik das Identifikationsproblem: Woher kann man wissen, welches die bahnbrechende neue Technologie ist? Zwar mangelt es nicht an Stellungnahmen dazu, was solche Zukunftstechnologien sein könnten, doch darf bezweifelt werden, daß es sich dabei um Wissen handelt (vgl. auch Oberender 1994). Die Unsicherheit über die dominierende Zukunftstechnologie läßt das Konzept einer Subventionierung einzelner Industriezweige zumindest fragwürdig erscheinen. Neben der potentiellen Verschwendung von Steuergeldern besteht die Gefahr, daß der Prozeß

der Wissensproduktion und deren wettbewerblicher Selektion gestört wird (vgl. Dunn 1994).

Als überlegene Alternative ist daher die generelle Förderung von Forschung und Entwicklung, sei es in staatlichen Forschungseinrichtungen oder auch in Unternehmen, sowie die Bereitstellung einer angemessenen Bildungsinfrastruktur anzusehen. Neben entsprechenden öffentlichen Investitionen bieten sich als konkrete Instrumente die Subventionierung des betrieblichen Ausbildungssystems sowie bevorzugte Abschreibungsmodalitäten für F&E-Ausgaben an. Eine solche Politik würde zudem einem zentralen Einwand gegen das BKT-Modell Rechnung tragen. BKT gehen davon aus, daß die im Umgang mit der alten Technologie gesammelte Erfahrung wertlos ist bei der Anwendung der neuen Technologie. In der Realität hingegen dürfte der alte technologische Führer einen Vorteil bei der Umsetzung einer neuen Basistechnologie in neue Produkte besitzen. Auf diese Weise kann er einen Gutteil seines Lohnkostennachteils kompensieren, und die skizzierte Wirtschaftspolitik würde dazu beitragen, diesen Vorteil auszuprägen.

## **5. Fazit**

Das BKT-Modell stellt eine interessante Erweiterung wachstumstheoretischer Einsichten dar. Während die neoklassische Wachstumstheorie bei identischer Sparquote eine Angleichung im Wohlstand der Nationen erwarten läßt und die Theorie endogenen Wachstums eher die Hartnäckigkeit der Wohlstandsunterschiede betont, stellt das BKT-Modell auf einen Wechsel bei der führenden Industrienation ab. Auf einer rein logischen Ebene stehen diese drei Ansätze im Gegensatz zueinander, weil im ersten Fall Wohlstandsunterschiede eingeebnet, im zweiten Fall beibehalten und im dritten Fall sogar umgekehrt werden.

Faßt man den Erklärungsanspruch etwas bescheidener auf, dann handelt es sich jeweils um beobachtbare Erscheinungen: Eine Angleichung findet innerhalb bestimmter Ländergruppen - sogenannten Konvergenz-Clubs - statt, wie bspw. in Westeuropa (vgl. Überblick bei Klump 1994). Auf weltweiter Ebene haben die meisten Länder die Wohlstandsunterschiede zu den reichen Industrieländern nicht reduzieren können, was u.a. auf geringere Sparquoten und auf exogene Schocks zurückgeführt werden kann (vgl. Barro/Sala-i-Martin 1991). Und in sehr langfristiger Betrachtung findet immer wieder einmal ein Positionswechsel bei der führenden Industrienation statt.

Ob allerdings dieser Wechsel, um den allein es beim BKT-Modell geht, durch den Mechanismus des Modells auch empirisch zutreffend erklärt wird, das müssen weitere Untersuchungen zeigen. Die vielleicht bekannteste Konkurrenzhypothese ist der Ansatz von Olson (1991), der die Erklärung in zunehmenden Rigiditäten bei der

führenden Wirtschaftsnation vermutet. Daneben hat auch der prominente Ansatz des Historikers Kennedy (1989), der eine Ursache des Niedergangs in „imperialer Überdehnung“ sieht, eine ökonomische Indikatorgröße, nämlich übergroßen Staatskonsum für Militärausgaben.

### Literatur

- Barro, Robert J. und Sala-i-Martin, Xavier (1991): Convergence across States and Regions, in: Brookings Papers on Economic Activity 1, S. 107-182.
- Brezis, Elise S.; Krugman, Paul R. und Tsiddon, Daniel (1993): Leapfrogging in International Competition: A Theory of Cycles in National Technological Leadership, in: American Economic Review, Vol. 83, S. 1211-1219.
- Dunn, Malcolm H. (1994), Neue Industriepolitik oder Stärkung der Marktkräfte? Einige Anmerkungen zur gegenwärtig geführten Diskussion, erscheint in: ORDO
- Ethier, Wilfried J. (1979): Internationally Decreasing Costs and World Trade, in: Journal of International Economics, Vol. 9, S. 1-24.
- Fagerberg, Jan (1994): Technology and International Differences in Growth Rates, in: Journal of Economic Literature, Vol. 32, S. 1147-1175.
- Helpman, Elhanan und Krugman, Paul R. (1985): Market Structure and Foreign Trade, Cambridge MA.
- Kennedy, Paul (1989), Aufstieg und Fall der grossen Mächte, Ökonomischer Wandel und militärischer Konflikt von 1500 bis 2000, Frankfurt.
- Klump, Rainer (1994), Produktivitätslücken, Konvergenzprozesse und die Rolle der Wirtschaftsordnung: Anmerkungen zur "Catching up"-Hypothese, erscheint in: Zeitschrift für Wirtschaftspolitik.
- Krugman, Paul R. (1991): Geography and Trade, Cambridge MA.
- Oberender, Peter (1994)(Hg.): Industriepolitik im Widerstreit mit der Wettbewerbspolitik, Schriften des Vereins für Socialpolitik N.F. Bd. 231, Berlin.
- Olson, Mancur (1991): Aufstieg und Niedergang von Nationen, 2. Aufl., Tübingen.
- Parente, Stephen L. und Prescott, Edward C. (1994): Barriers to Technology Adoption and Development, in: Journal of Political Economy, Vol. 102, S. 298-321.
- Romer, Paul M. (1990): Endogenous Technological Change, in: Journal of Political Economy, Vol. 98, S. S71-S102.