

Der Kriterienkatalog vereint gleichzeitig jene Bereiche, die die Zusammenarbeit im Städtenetz vor die größten Probleme stellt. Diese zu lösen, ist Aufgabe der Netzwerkpartner, da sich nur so das Selbstverständnis füreinander entwickelt. Jedoch kann die Landesplanung es sich zur Aufgabe machen, bei Bedarf die Arbeit des Städtenetzes durch Anstöße von außen voranzutreiben.

Literatur

- Angermann, K., Maier, J., Städtenetze und ihre Übertragung auf die bayerische Landesplanung, München 1997
- Gleisenstein, J., Klig, S., Neumann, A., Städtenetze als neues „Instrument“ der Regionalentwicklung, in: Informationen zur Raumforschung und Raumordnung, 55. Jg., 1997, H. 1, S. 38-40
- Goppel, K., Vernetzung und Kooperation – das neue Leitziel der Landesplanung, in: Raumforschung und Raumordnung, 1994, H. 2, S. 101 – 103
- Grabher, G., Wachstums – Koalitionen und Verhinderungs – Allianzen, in: Informationen zur Raumentwicklung, 1993, H. 11, S. 749 – 758
- Knieling, J., Städtenetze und Konzeptionen der Raumordnung, in: Raumforschung und Raumordnung, 55. Jg., H. 3, S. 165-175
- Versch. Verf., Städtenetze – ein Forschungsgegenstand und seine praktische Bedeutung, in: Informationen zur Raumentwicklung, Bon – Bad Godesberg 1997, H. 7

WISSENSDIFFUSION UND REGIONALES WIRTSCHAFTSWACHSTUM

Dirk Dohse, Kiel

Kurzfassung

Neues Wissen ist ein zentraler und eigenständiger Motor für Wachstum und Beschäftigung. Wissensintensive Bereiche mit hohem Einsatz von Forschung und Entwicklung sowie überdurchschnittlich qualifiziertem Personal tragen in immer größerem Umfang zur gesamtwirtschaftlichen Produktion bei, und auch der internationale Warenaustausch erstreckt sich immer stärker auf Güter mit hohem Wissensgehalt.

Wie aber läßt sich der Prozeß der Wissensentstehung- und ausbreitung in einer Mehr-Regionen-Ökonomie modellieren? Welche Konsequenzen haben unterschiedliche Annahmen (bzw. alternative Parametrisierungen) hinsichtlich der Determinanten und Hemmnisse der Wissensausbreitung für das Wachstum heterogener Regionen? Wie kann die Politik den Prozeß der Wissensentstehung und -ausbreitung beeinflussen? Diesen Fragen wird hier im Rahmen eines einfachen Mehr-Länder-, Mehr-Regionen-Simulationsmodells nachgegangen.

Gliederung

1. Einführung in die Fragestellung
2. Besonderheiten des Produktionsfaktors *Wissen*
3. Bedeutung der räumlichen Nähe für die Entstehung und Ausbreitung neuen Wissens
4. Ein Simulationsmodell zur Analyse des Zusammenhangs zwischen Wissensdiffusion und regionalem Wirtschaftswachstum
5. Ausblick

Literatur

1. EINFÜHRUNG IN DIE FRAGESTELLUNG

Die Frage, wie sich neues, produktionsrelevantes Wissen im Raume ausbreitet, mag einem auf den ersten Blick als eine moderne Frage erscheinen, angestoßen durch die neue Außenhandelstheorie und die neue Wachstumstheorie. Für Regionalökonomien ist dies aber - spätestens seit den grundlegenden Arbeiten von Torsten Hägerstrand (1965, 1967) - eine klassische Fragestellung, quasi ein Leitmotiv regional-ökonomischer Forschung seit mehr als 30 Jahren.

In der Mainstream-Ökonomie sah dies lange Zeit gänzlich anders aus. Hier wurden Fragen der Wissensdiffusion - wie regionalökonomische Fragestellungen insgesamt - lange Zeit nicht sonderlich ernst genommen. Spätestens seit den Arbeiten von Krugman (1991a, b), Romer (1986, 1987, 1990) und Grossman und Helpman (1991) ist jedoch auch in der Mainstream-Ökonomie bekannt und akzeptiert, daß von der Produktion neuen Wissens positive externe Effekte (sogenannte 'Spillovers') ausgehen und daß diese Wissens-Spillovers zu den wichtigsten Wachstumsmotoren von Ländern und Regionen gehören.

Dies impliziert, daß die räumlichen Ausbreitungsmuster neuen technischen Wissens von ganz entscheidender Bedeutung für die regionale Wirtschaftsentwicklung sind und damit auch für jede Art von Politik, die versucht, die wirtschaftliche Entwicklung von Regionen zu beeinflussen:

Vollzieht sich die Ausbreitung neuen technischen Wissens zunächst eher kleinräumig, so kommen die positiven externen Effekte neuen technischen Wissens, die Spillovers, vor allem der Wirtschaft der Region zugute, in der dieses Wissen produziert wurde. Diese Fähigkeit einer Region, sich die externen Erträge neu entstandenen Wissens - zumindest temporär - anzueignen, ist eine notwendige, wenn gleich noch lange nicht hinreichende Bedingung für den Erfolg einer innovationsorientierten Regionalpolitik oder einer Technologiepolitik auf regionaler Ebene, wie sie inzwischen in fast allen Bundesländern betrieben wird (Dohse et al. 1996).

Wenn es dagegen eher so ist, daß sich die Wissensausbreitung stärker großräumig über interregionale oder internationale Innovationsnetzwerke vollzieht, dürfte eine einzelne Region kaum in der Lage sein, die externen Erträge neu entstehenden Wissens in größerem Umfange abzuschöpfen. Für den Regionalforscher ergibt sich in einem solchen Falle die Aufgabe, die Struktur dieser Netzwerke zu untersuchen, um Aufschlüsse darüber zu gewinnen, inwieweit Wissensspillovers räumlich selektiv wirken.

Nur in dem - wie im folgenden argumentiert wird - recht akademischen Fall, in dem neues produktionsrelevantes Wissen sofort ubiquitär verfügbar ist, verliert es seine raumdifferenzierende Wirkung.

2. BESONDERHEITEN DES PRODUKTIONSFAKTORS WISSEN

Nach der hier vertretenen Auffassung ist Wissen ein besonderer Produktionsfaktor, der sich von den klassischen volkswirtschaftlichen Produktionsfaktoren Arbeit, Boden und Kapital sehr deutlich unterscheidet.

Wissen ist (ähnlich wie Kapital) ein *akkumulierbarer* Produktionsfaktor. Einige Autoren, wie z.B. Richard Baldwin (1995), sprechen daher explizit von 'Wissens-Kapital'. Diese Bezeichnung ist unseres Erachtens jedoch nicht korrekt, denn:

Andere Güter/Faktoren gehen im Produktionsprozeß unter oder unterliegen zumindest der Abnutzung (wie z.B. Sachkapital). *Wissen* wächst dagegen im Produktionsprozeß und ist damit in gewisser Weise ein Kuppelprodukt des eigentlichen Outputs (Input und Output zugleich).

Auch *Wissen* unterliegt der Abschreibung (Vergessen), aber: *Wissen* geht bei Nicht-Anwendung verloren; andere Güter/Faktoren bei Nutzung.

Wissen kann Ergebnis eines gezielten Suchprozesses sein ('learning by searching') oder eher zufällig entstehen; die Zufallskomponente kann jedoch auch bei gezielten Suchprozessen nicht ausgeschlossen werden; Wissensentstehung ist daher nicht exakt planbar, sondern hat immer eine stochastische Komponente.

Wissen hat Eigenschaften öffentlicher Güter und Eigenschaften privater Güter. Paul Romer merkt hierzu an: „Discoveries differ from other inputs in the sense that many people can use them at the same time.“ (Romer 1994: 12) Die Nichtrivalität in der Nutzung, die hierin zum Ausdruck kommt, ist aber nur ein Kriterium für ein öffentliches Gut. Das andere Kriterium ist die Nicht-Ausschließbarkeit, und dieses Kriterium ist nicht erfüllt. Ein Individuum oder ein Unternehmen, das neues Wissen produziert, hat in der Regel die Kontrolle über dieses Wissen, das heißt, es kann kontrollieren, an wen dieses Wissen weitergegeben wird und es kann einen Preis für die Weitergabe verlangen. Wissen ist also seinem Wesen nach ein Gut, das irgendwo zwischen den Samuelson'schen Extremen des reinen öffentlichen und des reinen privaten Gutes angesiedelt ist (Spillover-Eigenschaft).

Wissen hat eine explizite räumliche und zeitliche Dimension. Wissen diffundiert im Zeitablauf über Regionsgrenzen hinweg und *verändert* sich dabei. Teile dieses

Wissens gehen verloren und neue kommen hinzu. Wissensentstehung und Wissensausbreitung sollten daher analytisch nicht getrennt werden.¹

Nach Lundvall und Johnson (1994) lassen sich vier Komponenten des Wissensbegriffs unterscheiden (Übersicht 1). 'Know-What' bezeichnet das reine Faktenwissen, die Information. Unter 'Know-Why' verstehen wir das Hintergrundwissen; die Kenntnis der Zusammenhänge hinter dem Faktenwissen. 'Know-Who' bedeutet zu wissen, wer was weiß, wer etwas tun kann, etc. 'Know-Who' ist in einer arbeitsteiligen Welt außerordentlich wichtig, da Produktion (auch und gerade neuen Wissens) ein interaktiver Prozeß ist, der den Aufbau selektiver sozialer Beziehungen voraussetzt. 'Know-How' schließlich ist die Fähigkeit zur praktischen Umsetzung von Wissen.

Übersicht 1: Facetten des Wissensbegriffs

<i>Know-what</i>	<i>know-why</i>	<i>know-who</i>	<i>know-how</i>
Faktenwissen, Information	Hintergrundwissen; Kenntnis der (naturwissenschaftlichen) Zusammenhänge, die hinter dem reinen Faktenwissen stehen	zu wissen, wer was weiß, wer was tun kann, etc.	Fähigkeit zur praktischen Umsetzung (skill)

Quelle: Lundvall und Johnson (1994)

3. BEDEUTUNG DER RÄUMLICHEN NÄHE FÜR DIE ENTSTEHUNG UND AUSBREITUNG NEUEN WISSENS

Aus regionalökonomischer Sicht sind die vier oben genannten Komponenten von Wissen sehr unterschiedlich zu beurteilen: 'Know-What' und 'Know-Why' sind prinzipiell standardisierbar, kodierbar und über große Distanzen transferierbar; die räumliche Nähe spielt hier also keine besondere Rolle für die Wissensübertragung. Dagegen sind 'Know-Who' und 'Know-How' in der Regel nur schwer über größere räumliche Distanzen zu transferieren, denn sie sind häufig unstrukturiert, kontextabhängig und nur schwer zu kodieren.

¹ Dies wird im Simulationsmodell in Abschnitt IV explizit berücksichtigt.

Hiermit ist ein erster Grund für die raumdifferenzierende Wirkung von Wissen bereits angesprochen:

- Bestimmte Arten von Wissen sind nur schwer über größere Distanzen transferierbar, weil sie sprachlich nicht leicht darstellbar oder kodierbar sind (Polanyi 1958). Dies trifft insbesondere zu für Wissen, das relativ jung ist (sich in einer frühen Phase des Wissensproduktionsprozesses befindet) und noch den Status einer 'Idee' hat. Dies trifft weiterhin zu für 'Know-Who' und 'Know-How', also alles das, was man in der englischsprachigen Literatur als 'tacit knowledge' bezeichnet und was sich vielleicht am besten mit 'gebundenes Wissen' übersetzen läßt. Hier ist die räumliche Nähe, der 'face to face'-Kontakt entscheidend für die Weitergabe von Wissen.

Daneben existieren jedoch noch weitere Gründe für die räumlich differenzierte Verfügbarkeit von Wissen:

- Wissen ist häufig kontextabhängig, das heißt, daß Wissen, das an einem bestimmten Ort und zu einem bestimmten Zeitpunkt erworben wurde u.U. in einem anderen räumlichen, sozialen oder zeitlichen Kontext nicht verwertbar ist.
- Die informelle Kommunikation zwischen Wissensträgern findet häufig in Form von Austauschbeziehungen statt; es gilt der Grundsatz der Reziprozität (Schrauder 1991). Wissen wird nur dann weitergegeben, wenn der Wissensträger sicher sein kann, für die Weitergabe seines Wissens eine Gegenleistung zu erhalten. Die räumliche Nähe verkürzt die Informationswege für den Wissensaustausch und wirkt damit transaktionsfördernd bzw. transaktionskostensenkend.
- Neues Wissen wird häufig - und mit zunehmender Tendenz - interaktiv in Joint Ventures oder Innovationsnetzwerken produziert. Hier ist die räumliche Nähe nicht deswegen wichtig, weil sie die Informationswege für den Wissensaustausch verkürzt, sondern weil sich nur durch persönliche Beziehungen die Anreiz- und Sanktionsmechanismen herausbilden können, die zur Einhaltung der impliziten Kooperationsverträge gebraucht werden (Bröcker 1996).
- Bestimmte Technologiebereiche sind - ähnlich wie Industriebranchen - räumlich konzentriert. *Die Entwicklung neuer Techniken und Verfahren vollzieht sich in der Regel dort, wo bestehende Techniken und Verfahren eingesetzt werden, durch 'learning by doing'. Das neue Wissen verbleibt damit zunächst im*

alten Unternehmen/am bisherigen Standort. Selbst dann, wenn es zu Spin-Off-Gründungen kommt, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, daß die ehemals unselbständigen Jungunternehmer sich - aufgrund der dort vorhandenen privaten und beruflichen Kontakte - in der Nähe ihres alten Beschäftigungsortes ansiedeln werden.

Zwischenfazit

Es gibt gute Gründe dafür, anzunehmen, daß neues technisch oder ökonomisch relevantes Wissen auch im Zeitalter des Internet zunächst nur räumlich begrenzt zur Verfügung steht.

In der Literatur wird Wissen daher häufig als lokales öffentliches Gut klassifiziert. Diese Klassifizierung ist unseres Erachtens jedoch nicht adäquat, denn: Lokale öffentliche Güter sind öffentliche Güter mit einem festen, räumlich begrenzten Nutzungsradius. Oder, wie Joseph Stiglitz es formuliert hat: lokale öffentliche Güter haben innerhalb einer Region den Charakter öffentlicher Güter und zwischen den Regionen den Charakter privater Güter (Stiglitz 1977). Wissen ist jedoch ein Gut, das im Zeitablauf diffundiert und sich dabei nicht an gegebene Regionsgrenzen hält. Unser Vorschlag ist daher, das Gut Wissen für analytische Zwecke zu definieren als ein *lokales öffentliches Gut mit dynamischen Spillover-Effekten*.

4. EIN SIMULATIONSMODELL ZUR ANALYSE DES ZUSAMMENHANGS ZWISCHEN WISSENSDIFFUSION UND REGIONALEM WIRTSCHAFTSWACHSTUM

Auf der Grundlage dieser Vorüberlegungen wurde damit begonnen, einen Modellrahmen zur Analyse des Zusammenhangs zwischen Wissensdiffusion und regionalem Wirtschaftswachstum zu entwickeln.

Das Modell ist ein Zwei-Länder-Modell, wobei beide Länder, das Inland und das Ausland, jeweils in drei Regionen unterteilt sind: Ein Zentrum (c), eine intermediäre Region (i) und eine Peripherie (p). Es wird vereinfachend angenommen, daß die Bevölkerungszahl in allen Regionen die gleiche ist, daß aber die Bevölkerungsdichte vom Zentrum zur Peripherie hin abnimmt.

Die Nachfrageseite

Ausgangspunkt der Überlegungen ist eine dynamische Weltnachfragefunktion nach einem innovativen Produkt X, die einen Produktlebenszyklus (eine 'technological trajectory') beschreibt

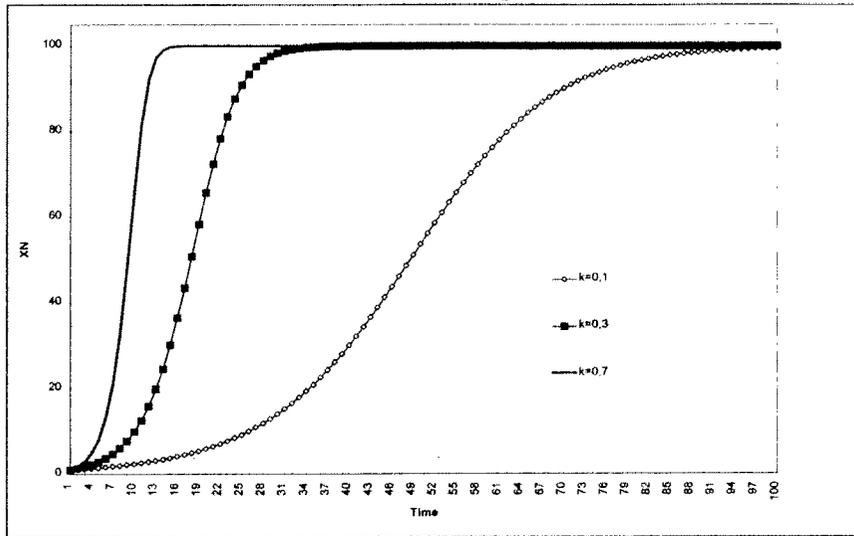
$$(1) X_t^N = X_{t-1}^N + k \cdot \left[\frac{X_{t-1}^N}{X_{\max}} \cdot \left(1 - \frac{X_{t-1}^N}{X_{\max}} \right) \right] \cdot X_{\max} \quad 0 < k < 1.$$

X_t^N bezeichnet die Weltnachfrage zum Zeitpunkt t, X_{\max} das endgültige Nachfrage-niveau, wenn das Produkt die Reifephase² erreicht hat und k den Adaptionparameter, der bestimmt, wie schnell X_{\max} erreicht wird. Aus Gleichung 1 geht hervor, daß die Weltnachfrage um so schneller wächst, je größer der Adaptionparameter k ist, je größer der bislang erreichte Adaptionsgrad X_{t-1}^N / X_{\max} ist, je größer das Nachfragepotential ist, das bislang noch nicht ausgeschöpft wurde ($1 - X_{t-1}^N / X_{\max}$) und je höher X_{\max} ist. Eine ähnliche Spezifikation wurde von Davelaar und Nijkamp (1991) verwendet; sie liefert den typischen s-förmigen Adaptionsverlauf, wie er in der empirischen Literatur gut belegt ist (vgl. Mansfield 1986, Alderman und Davies 1996).

Abbildung 1 zeigt den Verlauf der Weltnachfragefunktion für alternative Werte von k, wobei (wie in den späteren Berechnungen) ein Anfangswert X_0^N von 1 und ein Endwert $X_{\max} = 100$ unterstellt wurde.

² Es wird unterstellt, daß die Weltnachfrage ab einem bestimmten Zeitpunkt nicht mehr (bzw. nur noch infinitesimal) wächst, aber niemals schrumpft.

Abbildung 1



Die Angebotsseite

Wir unterstellen, daß die Produktionsfunktionen aller Unternehmen in einer Region zu einer *regionalen Produktionsfunktion* aggregiert werden können, so daß sich insgesamt sechs regionale Produktionsfunktionen der Form

$$(2) X_{j,t}^A = f(L_j, K_{j,t}, \sigma_{j,t}) \quad j = c, i, p; c^*, i^*, p^*$$

ergeben.³ Die regionalen Produktionsfunktionen werden als CES-Funktion spezifiziert und enthalten jeweils die gleichen Argumente, nämlich: einen vollkommen immobilen Produktionsfaktor (genannt Arbeit, L), einen vollkommen mobilen Faktor Kapital (K), der immer dorthin wandert, wo er das höchste Grenzprodukt erzielt, und Wissen (σ) als Produktionsfaktor, der sich nach eigenen Gesetzen im Raume ausbreitet und dessen Diffusion die Grenzproduktivitäten von Arbeit und Kapital - und damit die Wanderungen von Kapital - maßgeblich beeinflusst.

³ c = Zentrum; i = intermediäre Region; p = Peripherie. Die ausländischen Regionen werden durch * gekennzeichnet.

Gleichgewichts-Bedingungen

Die Gleichgewichts-Bedingungen lauten:

- Das Wertgrenzprodukt des Kapitals muß zu jedem Zeitpunkt in allen Regionen gleich hoch sein (Wanderungs-Gleichgewicht).
- Die regionalen Arbeitsmärkte müssen in jeder Periode geräumt sein (Arbeitsmarkt-Gleichgewicht)
- Das Weltangebot (der Output, summiert über alle Regionen) muß in jeder Periode der Weltnachfrage entsprechen (Gütermarkt-Gleichgewicht).

Wissensentstehung und -ausbreitung

Erläutert wird hier nur die Wissensentstehung und -ausbreitung im Inland. Es wird unterstellt, daß sich die beschriebenen Prozesse im Ausland genau spiegelbildlich verhalten.

Der Wissensbestand im Zentrum des Inlands zum Zeitpunkt t ($\sigma_{c,t}$) ergibt sich als:

$$(3) \sigma_{c,t} = \underbrace{\bar{\sigma}_{c,0} + \left(\sum_{t'=0}^{t-1} I_{c,t'} \right)^\alpha}_{\eta} \cdot h \cdot \sigma_{c,t-1} + \frac{1}{1+f_t} \cdot (\sigma_{c^*,t-1} - \sigma_{c,t-1}) \quad \text{falls } \sigma_{c^*,t-1} > \sigma_{c,t-1}$$

$$\sigma_{c,t} = \eta \quad \text{falls } \sigma_{c^*,t-1} \leq \sigma_{c,t-1}$$

mit $I_{c,t'}$ = Investitionsvolumen in Region c zum Zeitpunkt t'

α = Parameter für die Effizienz des 'Learning by Doing'. Je höher α , desto größer das Wissen, das mit einem gegebenen Investitionsvolumen generiert wird ($0 < \alpha < 1$).

h = (konstante) Abschreibungsrate auf Wissen ($0 < h < 1$)

f_t = 'frontier-factor'.

f_t ist ein Faktor, der nicht nur die reine Kilometerentfernung zwischen Zentrum des Inlandes und Zentrum des Auslandes widerspiegelt, sondern auch die soziale, kulturelle und sprachliche Distanz zwischen den Ländern. Es wird angenommen, daß f_t im Zeitablauf langsam abnimmt, das heißt, wir unterstellen einen langsam fortschreitenden Integrationsprozeß zwischen Inland und Ausland.

Die rechte Seite von Gleichung (3) setzt sich aus vier Komponenten zusammen:

- einer gegebenen Anfangsausstattung mit Wissen $\bar{\sigma}_{c,0}$
- einer 'learning by doing'-Komponente $\left(\sum_{t'=0}^{t-1} I_{c,t'}\right)^\alpha$
- einer periodischen Abschreibung $h \cdot \sigma_{c,t-1}$
- einer 'learning by imitation'-Komponente $\frac{1}{1+f_t} \cdot \left(\sigma_{c^*,t-1} - \sigma_{c,t-1}\right)$.

Die *Entstehung neuen Wissens* ('learning by doing') ist eine Funktion der kumulierten Investitionen (I_t) der Vergangenheit und des exogen gegebenen Effizienzparameters α . Die Abschreibung auf Wissen (das Vergessen) erfolgt mit einer konstanten Rate, die in allen Regionen gleich hoch ist. Zu 'learning by imitation' kommt es nur dann, wenn das Zentrum des Auslands (c^*) einen Wissensvorsprung vor dem Zentrum des Inlands (c) hat, wenn also eine 'Wissenslücke' zwischen Inland und Ausland besteht. Für $\sigma_{c^*,t-1} \leq \sigma_{c,t-1}$ fällt der letzte Term auf der rechten Seite von Gleichung 3 weg.

Wir unterstellen in dieser Modellversion einen hierarchischen Diffusionsverlauf, d.h. neues Wissen entsteht nur im Zentrum. Der Wissenskapitalstock in der intermediären Region i zum Zeitpunkt t setzt sich zusammen aus dem um die Abschreibung reduzierten Wissenskapitalstock der Vorperiode und der mit der durchschnittlichen Entfernung ($d_{i,c}$) gewichteten 'knowledge gap' zwischen dem Zentrum und der intermediären Region (Gleichung 4). Eine analoge Annahme wird für den Wissenskapitalstock in der peripheren Region p getroffen, mit dem Unterschied, daß der Gewichtungsfaktor hier kleiner ist, da die durchschnittliche Entfernung zwischen Zentrum und Peripherie ($d_{p,c}$) annahmegemäß größer ist als die durchschnittliche Entfernung zwischen Zentrum und intermediärer Region (Gleichung 5).

$$(4) \sigma_{i,t} = (1-h) \cdot \sigma_{i,t-1} + \frac{1}{d_{i,c}} \cdot \left(\sigma_{c,t-1} - \sigma_{i,t-1}\right) \quad t = 2, \dots, T, \sigma_{i,1} = 0$$

$$(5) \sigma_{p,t} = (1-h) \cdot \sigma_{p,t-1} + \frac{1}{d_{p,c}} \cdot \left(\sigma_{c,t-1} - \sigma_{p,t-1}\right) \quad t = 2, \dots, T, \sigma_{p,1} = 0$$

Ein Referenzszenario

Im Referenzszenario wird unterstellt, daß das Inland und das Ausland hinsichtlich ihrer geographischen Struktur, ihrer Produktionsbedingungen und hinsichtlich der

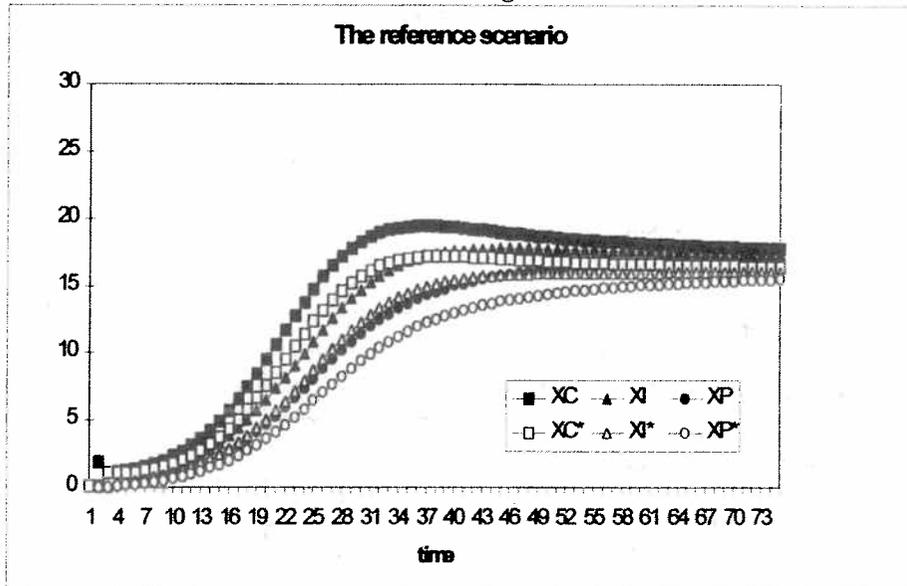
Effizienz der Wissensproduktion identisch sind. Der einzige Unterschied besteht darin, daß das Inland über eine höhere Anfangsausstattung mit Wissen verfügt (Übersicht 2)

Übersicht 2: Referenzszenario

	domestic country	foreign country (*)
initial stock of knowledge in the center ($\bar{\sigma}_{c,0}$)	1	0,1
mean distance between center and intermediate region ($d_{i,c}$)	5	5
mean distance between center and periphery ($d_{p,c}$)	10	10
Efficiency of learning by doing (α)	0,5	0,5
Depreciation rate on capital (δ)	0,5	0,5
Depreciation rate on knowledge (h)	0	0

Unter den Annahmen des Referenzszenarios kommt es zu einer Aufteilung des Weltsozialprodukts auf die sechs Regionen, wie sie in Abbildung 2 dargestellt ist. Aus Abbildung 2 geht hervor, daß die Zentren zunächst schneller wachsen als die intermediären Regionen und diese schneller wachsen als die Peripherien. Weiterhin wachsen die inländischen Regionen (schwarz) zunächst schneller als die ausländischen Regionen (weiß). Nach etwa 20 Perioden verlangsamt sich das Wachstum in den Zentren; einige Perioden später auch in den intermediären Regionen, ganz am Schluß auch an der Peripherie. Wir beobachten einen Konvergenzprozeß; der Output jeder Region konvergiert gegen 1/6 der Weltproduktion.

Abbildung 2



Dieser Konvergenzprozeß erklärt sich dadurch, daß gleichzeitig zwei Prozesse am Werk sind:

1. Wissen wächst zunächst sehr schnell, dann immer langsamer, denn mit dem gestiegenen Wissensbestand werden Arbeit und Kapital immer produktiver. Da der Arbeitskräftebestand annahmegemäß konstant ist, benötigt man ceteris paribus immer weniger Kapital, um eine gegebene (bzw. nur noch infinitesimal zunehmende) Weltnachfrage zu befriedigen, d.h.: es muß immer weniger investiert werden. Die Produktion neuen Wissens (learning by doing) fällt immer geringer aus.
2. Das gegebene Wissen diffundiert immer mehr, wird mehr und mehr zur Ubiquität, da immer weniger neues Wissen produziert wird und da 'learning by imitation' - sowohl interregional als auch international (fortschreitende Integration) - immer wichtiger wird.

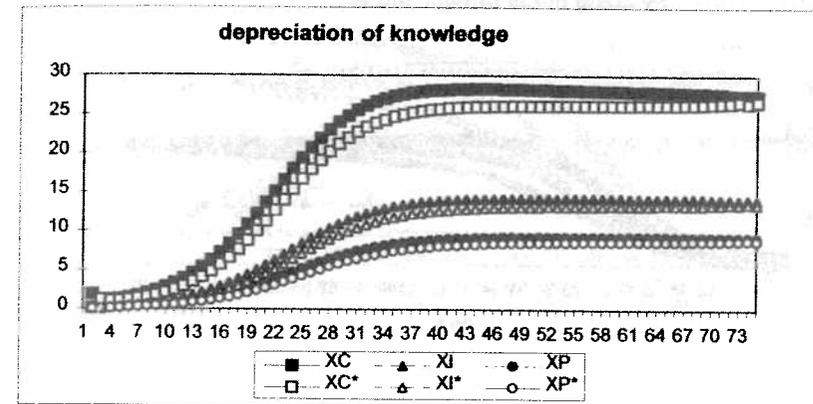
Da aber Wissen in diesem Modell der einzige raumdifferenzierende Faktor ist, muß langfristig Konvergenz resultieren.

Alternativszenarien (komparative Dynamik)

(i) Abschreibungsrate auf Wissen > 0

Zunächst wurde die restriktive Annahme, daß Wissen nicht der Abschreibung unterliegt (bzw. nicht obsolet wird) aufgegeben. Statt einer Abschreibungsrate auf Wissen von Null wurde $h = 0,15$ gesetzt. In diesem Fall können die beiden Zentren langfristig mehr als 50% der Weltproduktion an sich ziehen; intermediäre Regionen und Peripherien fallen in der interregionalen Arbeitsteilung zurück (Abbildung 3).

Abbildung 3



Dieses Resultat läßt sich folgendermaßen begründen: Wenn die Abschreibungsrate auf Wissen hoch ist, wird neues Wissen gegenüber bestehendem Wissen immer wichtiger. Anders ausgedrückt: Der Anteil des neuen Wissens am gesamten produktionsrelevanten Wissensbestand wird größer, das Durchschnittsalter des Wissens wird geringer.

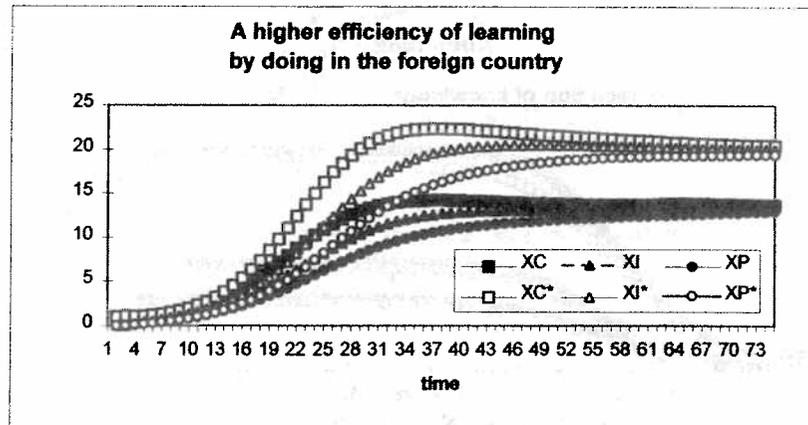
Nur die Zentren sind in der Lage, Wissen neu zu kreieren, intermediäre Regionen und Peripherie erhalten dieses neueste Wissen immer erst mit einem gewissen 'time lag' und geraten so ins Hintertreffen. Im Extremfall, wenn $h=1$ wird, wird in den intermediären und peripheren Regionen überhaupt nichts mehr produziert.

Im Ergebnis bleibt festzuhalten: *Eine hohe Abschreibungsrate auf (bzw. ein schnelles Obsoletwerden von) Wissen begünstigt die Regionen, die in der Lage sind neues Wissen selbst zu schaffen* (in unserem Falle die Zentren).

(ii) Parameter für die Effizienz des 'learning by doing' im Ausland höher als im Inland

Im zweiten Fall wurde die Abschreibungsrate auf Wissen wiederum auf Null gesetzt, aber angenommen, daß die Effizienz des 'learning by doing' im Ausland höher ist als im Inland ($\alpha^*=0,6$; $\alpha=0,5$). In diesem Falle erreicht das Ausland - wenig überraschend - einen langfristig höheren Wachstumspfad als das Inland (Abbildung 4)

Abbildung 4



Allerdings gibt es einen Ausnahmefall: Das o.g. Resultat gilt nicht, wenn f_i gegen Null konvergiert, d.h. wenn die Integration zwischen den beiden Ländern perfekt ist. Fazit: Wenn das 'learning by imitation' perfekt funktioniert, stellt eine höhere Effizienz der Wissensproduktion keinen Standortvorteil mehr dar.

(iii) 'Lock in'

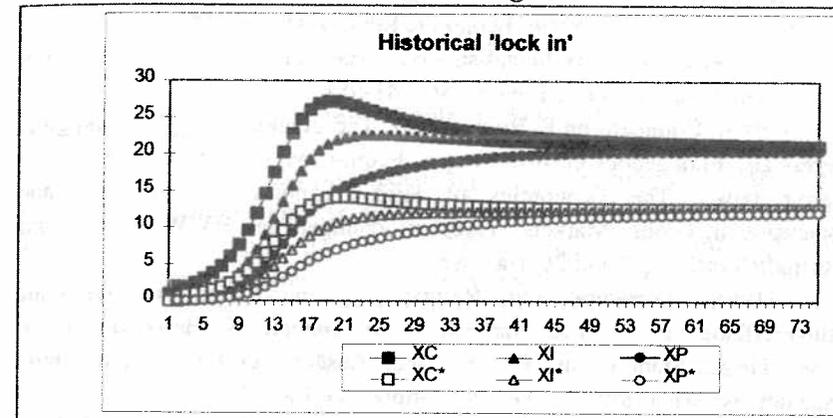
Schließlich wurden - ausgehend vom Referenzszenario - mehrere Parameter gleichzeitig variiert.

Zum einen wurde eine effektive Untergrenze für den Distanzparameter f_i vorgegeben. Es wurde angenommen, daß $f_i > d_{p,c}$ d.h. die beiden Zentren des Inlandes und des Auslandes können sich - was den Wissensaustausch angeht - nicht näher sein als Zentrum und Peripherie des selben Landes.

Zum anderen wurde der Adaptionparameter k heraufgesetzt und der Effizienzparameter α heruntergesetzt, was beides bewirkt, daß im Vergleich zum Referenzszenario weniger neues Wissen produziert wird.

In diesem Falle ist das anfänglich benachteiligte Land (hier das Ausland) während des gesamten Produktlebenszyklus nicht in der Lage, den anfänglichen Wissensvorsprung des Inlandes aufzuholen, es kommt zu einem historischen 'Lock in' (Abbildung 5).

Abbildung 5



5. AUSBLICK

In einer erweiterten Modellversion soll untersucht werden, wie sich alternative Annahmen hinsichtlich des Wissensentstehungs- und -ausbreitungsprozesses (etwa die, daß auch die intermediären und peripheren Regionen neues Wissen produzieren können und daß Wissensströme in beiden Richtungen möglich sind) auf die Konvergenz bzw. Divergenz der Regionalentwicklung auswirken.

Des weiteren soll ein öffentlicher Sektor eingeführt werden und untersucht werden, inwieweit es durch Infrastrukturpolitiken (die sich in einer Reduktion der Distanzparameter des Modells niederschlagen) durch Mobilitätspolitiken (die für eine zumindest interregionale Mobilität der Arbeitskräfte in dem zurückbleibenden Land sorgen) oder durch die öffentliche Bereitstellung von Wissen möglich ist, 'Lock in' - Situationen zu vermeiden.

Literatur

- Alderman, N. [1990], Methodological Issues in the Development of Predictive Models of Innovation Diffusion. In: E. Ciciotti, N. Alderman and A. Thwaites (eds.), *Technological Change in a Spatial Context. Theory, Empirical Evidence and Policy*, 148-166.
- Arrow, K. J. [1962], The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies* 29, 3. S., 155-173.
- Audretsch, D.B., Feldman, M.P. [1996], R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. *American Economic Review*, 86, 630-640.
- , Stephan, P.E. [1996], Company-Scientists Locational Links: The Case of Biotechnology. *American Economic Review*, 86, 641-652.
- Baldwin, R. [1996], Comment on F. Rivera-Batiz, The Economics of Technological Progress and Endogenous Growth in open Economies, in G. Koopmann, H.-E. Scharrer (eds.), *The Economics of High-Technology Competition and Cooperation in Global Markets*, Veröffentlichungen des HWWA-Institut für Wirtschaftsforschung, Band 26, Hamburg.
- Bröcker, J. [1995], Korreferat zum Referat Agglomerationen und regionale Spillovereffekte von Dietmar Harhoff. In: B. Gahlen, H. Hesse und H. J. Ramser (Hrsg.), *Standort und Region. Neue Ansätze zur Regionalökonomik*. Wirtschafts-wissenschaftliches Seminar Ottobeuren Band 24.
- Davelaar, E.J., P. Nijkamp [1991], *Regional Economic Analysis of Innovation and Incubation*, Aldershot.
- Davies, S. [1979], *The Diffusion of Process Innovation*, Cambridge.
- Dohse, D., C. Krieger-Boden, R. Soltwedel [1996], *Schleswig-Holstein: Standortpolitik in schwieriger Zeit*. Kieler Diskussionsbeiträge 272. Kiel.
- Grossman, G. M., E. Helpman [1991], *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA, London.
- , - [1994], Endogenous Innovation in the Theory of Growth. *Journal of Economic Perspectives* 8, 1. S. 23-44.
- Hägerstrand, T. [1965], A Monte Carlo Approach to Diffusion. *European Journal of Sociology* 6: 43-67.
- [1967], *Innovation Diffusion as a Spatial Process*. University of Chicago Press. Chicago.
- Krugman, P. [1991a], *Geography and Trade*. Cambridge, Mass.
- [1991b], Increasing Returns and Economic Geography. *Journal of Political Economy* 99. S. 483-499.

- Lundvall, B., B. Johnson [1994]. The Learning Economy. *Journal of Industry Studies* 1: 23:42.
- Mansfield, E. [1986], Patents and Innovations: An Empirical Study. *Management Science*, 32(2), S. 173-181.
- Polanyi, M. [1958], *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. Chicago.
- Romer, P. M. [1986], Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy* 94, 5. S. 1002-1037.
- [1987], Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization. *American Economic Review* 77, 2. S. 56-62.
- [1990], Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy* 98, 5. S. S.71-S.102.
- [1994], The Origins of Endogenous Growth. *Journal of Economic Perspectives* 8,1. S. 3-22.
- Schrader, S. [1991], Informal Technology Transfer between Firms: Cooperation Through Information Trading. *Research Policy* 20, S. 153 - 170.
- Stiglitz, J. [1977], The Theory of Local Public Goods, in M. Feldstein, R. Inman (Hrsg.), *The Economics of Public Services*. S. 274-333.