

Flotte konzentrieren, sondern alle hier untersuchten Ebenen einbeziehen. Die z.T. beachtlichen Unterschiede in den Flottenverbräuchen innerhalb der EU-Staaten sind ein sichtbarer Beleg dafür, daß Abgaben auf den Kauf bzw. Besitz eine nicht zu vernachlässigende Wirkung auf die Effizienz der Fahrzeugflotte haben.

Folglich sollte die Instrumentendiskussion um Kauf- und Besitzabgaben sowie um Implementationsmöglichkeiten progressiver Tarifelemente erweitert werden; auch ein gesamteuropäischer Flottenstandard - etwa nach US-amerikanischem Vorbild - darf kein Tabuthema mehr sein. Wenn dadurch ein Beitrag zur Versachlichung der gegenwärtig emotionalisierten Diskussion über die „soziale Schieflage“ von Mineralölsteuererhöhungen geleistet werden kann, ist dies ein erfreulicher Nebeneffekt.

Abstract

Against the background of planned European CO₂-reductions the article investigates the main determinants of fuel consumption and poses the question whether it is necessary to introduce an european wide environmental tax on fuel for passenger cars? Using panel data, two different theoretical approaches are compared. On one hand, the neoclassical approach assumes that fuel demand is dependent on income and fuel prices. On the other hand, the theory of household production proceeds on the assumption that it is not the fuel that gives utility to the consumer but the end product, mobility. Hence fuel can be seen as one single input among many others, especially the technical design of the car. European countries differ widely not only in the price of fuels, but also in the cost of purchase and taxes levied. Employing an econometric cross section model, large elasticities of demand for fuel with respect to the price of the fuels, the cost of purchase and the vehicle tax are found. By only referring to the fuel price, it is evident that the calculated elasticities are too large due to the multicollinearity between fuel prices and capital costs. In the discussion on effective climate protection policies, not only fuel prices but also progressive taxation of the fixed costs should be taken into consideration as potential means of regulation.

Die räumliche Trennung von Arbeiten und Wohnen - Kritik einer populären Kritik -

VON KLAUS SCHÖLER, POTSDAM

1. Einführung

In einer Zeit, in der umweltorientiertes Denken alle Lebensbereiche durchdringt und die zugehörigen Politikfelder erobert, ist auch die Gestaltung der Stadtregionen nicht ausgenommen. Eine gängige und oft in Wissenschaft, öfter aber in Publizistik und öffentlicher Meinung genannte These ist nun die folgende: Die Charta von Athen hat zu einer Fehlentwicklung im Städtebau geführt, da die von ihr geforderte Funktionstrennung, insbesondere die Trennung von Arbeitsplätzen und Wohnquartieren, und ihre Verwirklichung im Städtebau des Nachkriegsdeutschlands eine hohe Verkehrs- und Umweltbelastung - neben anderen Fehlentwicklungen - hervorgebracht hat.¹ Die Umweltbelastung sei vermeidbar, wenn nur Wohnen und Arbeiten wieder miteinander verbunden und die Entmischung beider Funktionen rückgängig gemacht würde. Die zukünftige Stadtplanung sei an diesem Ziel zu orientieren, um zu einem ökologischen Stadtumbau zu gelangen. Ferner sei - dies folgt nicht zwingend aus der ersten These, wirkt aber ebenfalls verkehrsvermeidend - eine Verdichtung der zentralurbanen Bebauung wünschenswert. Das zugehörige Schlagwort lautet "qualifizierte Dichte", unter der "... die konsequente Integration von Freiräumen hohen Nutzwertes, einfache Veränderbarkeit und hoher ökologischer Wertigkeit in kleinteilig gestufte und gegliederte Hochbaustrukturen" zu verstehen ist.² Auf diesen zweiten Aspekt, der neben ökonomischen Elementen auch gesellschaftspolitische und soziologische Dimensionen aufweist, soll in diesem Beitrag nicht eingegangen werden; das Augenmerk richtet sich vielmehr auf den erstgenannten Aspekt, auf die Forderung der Revision der funktionalen Entmischung.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Klaus Schöler
Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre, insb. Wirtschaftstheorie
Universität Potsdam
Postfach 900327
14439 Potsdam

¹ Vgl. z.B. Hahn, E., *Ökologischer Stadtumbau, Konzeptionelle Grundlagen*, 2. Aufl., Frankfurt/M 1993; Hahn, E., Simonis, U.E., *Ökologischer Stadtumbau Ein neues Leitbild*, Working Paper FS II 94-403 des WZB, Berlin 1994.

² Vgl. Hahn, a.a.O., S. 84-85. Der Autor gesteht freimütig, daß er nicht in der Lage ist, den Sinn des Begriffs "qualifizierte Dichte" zu ergründen. Daran ändern auch weitere Definitionsversuche nichts: "Qualifizierte Dichte bedeutet, so verstanden, weder Verhinderung noch schlichte Ergänzung bisheriger stadtgestalterischer, architektonischer oder freiraumplanerischer Qualitätsansprüche, sondern Integration und Weiterentwicklung im Sinne eines ganzheitlichen, ökologischen Umgangs mit innerstädtischen Quartieren." ebenda.

Die Fahrten zwischen Wohn- und Arbeitsort werden in der ökonomischen Literatur seit dem Beitrag von Hamilton³ ausführlich diskutiert. Hamilton stellte für US-amerikanische Städte fest, daß die durchschnittlichen Fahrtlängen zu den Arbeitsstätten um den Faktor acht länger sind, als man aus einem monozentrischen Stadtmodell mit dezentralen Arbeitsplätzen theoretisch erwarten dürfte und etwa mit den Fahrtlängen übereinstimmen, die bei einer Konzentration der Arbeitsplätze im CBD entstehen würden.⁴ Diese Ergebnisse hängen - wie man sich leicht vorstellen kann und wie weitere Aufsätze⁵ zeigen - nun entscheidend von dem angewandten Modell zur Berechnung der Fahrten ab. Ungeachtet dessen sind die Argumente, die Hamilton für die aufgedeckten Differenzen anführt, die gleichen, die auch gegen die Dezentralisierung der Arbeitsplätze sprechen. So einleuchtend das Argument der Verkehrsvermeidung auch sein mag, wenn man es isoliert betrachtet und eine Minimierung der Fahrtkosten als Handlungsmuster der Haushalte annimmt, so zweifelhaft wird es bei einer Abwägung aller Vor- und Nachteile der kleinräumigen Vermischung von Wohn- und Arbeitsorte. Auf diese Überlegungen wird im ersten Abschnitt eingegangen. Im zweiten Abschnitt werden einfache Modelle zur Bestimmung des Fahrtvolumens für den Fall diskutiert, daß im Ausgangszustand die Forderung der räumlichen Einheit von Arbeit und Wohnen verwirklicht ist und sich durch eine gegebene Fluktuationsrate die bestehende Situation langsam auflöst. Schließlich ist ein Fazit in Abschnitt 4 zu ziehen.

2. Allgemeine Kritik der Funktionsvermischung

Die Kritik an der räumlichen Funktionstrennung von Arbeiten, Wohnen und anderen Bereichen, wie etwa Einkaufen, Verwaltung und Freizeitangebot, orientiert sich an dem eindimensionalen Ziel der Verkehrsvermeidung und der daraus folgenden Vermeidung der Schadstoffemission. Dieser Zusammenhang soll nicht in Zweifel gezogen werden, jedoch richtet sich die Kritik auf die Eindimensionalität des zugrunde liegenden Denkens. Es werden daher einige ökonomische und außerökonomische Argumente angeführt, die zur mehrdimensionalen Bewertung des Sachverhaltes herangezogen werden können.

Nichtverträglichkeit: Es gibt - auch in modernen Volkswirtschaften - eine Reihe von Produktionen, die die räumliche Integration von Arbeiten und Wohnen nach dem heutigen Stand der Technik und dem geltenden Leitbild des Wohnens nicht zulassen. Dazu gehören insbesondere Verkehrseinrichtungen selbst (Seehäfen, Binnenhäfen, Flughäfen, Bahneinrichtungen), die Schwerindustrie, Teile der chemischen Industrie, der Energieerzeugung

³ Hamilton, B.W., Wasteful Commuting, in: Journal of Political Economy, Bd. 90 (1982), S. 1035-1055.

⁴ Zum Ansatz monozentrischer Stadtmodelle vgl. Alonso, W., Location and Land Use, Cambridge Mass. 1964.

⁵ Vgl. White, M.J., Urban Commuting Journeys Are Not "Wasteful", in: Journal of Political Economy, Bd. 96 (1988), S. 1097-1110; Suh, S.H., Wasteful Commuting: An Alternative Approach, in: Journal of Urban Economics, Bd. 28 (1990), S. 277-286; Cropper, M., Gordon, P., Wasteful Commuting: A Re-examination, in: Journal of Urban Economics, Bd. 29 (1991), S. 2-13; Crane, R., The Influence of Uncertain Job Location on Urban Form and the Journey to Work, in: Journal of Urban Economics, Bd. 39 (1994), S. 342-356.

und Atomindustrie. Jede Vermischung der Funktionen würde zu nicht akzeptierten Beeinträchtigungen des Wohnens durch externe Effekte der Produktion führen.

Skalensargument: Weitere Produktionen lassen sich ökonomisch effizient nur in großen Betriebseinheiten durchführen (z.B. Straßenfahrzeugproduktion, Teile des Maschinenbaus, Teile der chemischen Industrie). Wenn man auf economies of scale nicht verzichten will - ein Verzicht ist gleichbedeutend mit Kostensteigerungen, Minderversorgung und Wohlfahrtsverlusten -, dann ziehen große Produktionsstätten auch große Wohnviertel oder gar Wohnstädte nach sich, die notwendigerweise auch Pendlerströme entstehen lassen.

Fluktuationsargument: In einer modernen Ökonomie, in der die Freiheit der Wohnortwahl und der Arbeitsplatzwahl institutionell verankert ist, und in der Entlassungen und Einstellungen von Arbeitnehmern zugelassen werden, entsteht ein erhebliches Fahrtvolumen durch Fluktuation. Nun führt aber nicht jeder Arbeitsplatzwechsel zu einem Wohnortwechsel, da es aus der Sicht des Haushaltes ökonomisch sinnvoll sein kann, zu pendeln. Auf diesen Sachverhalt wird im folgenden Abschnitt ausführlich eingegangen.

Mehrarbeitsplatzhaushalte: Viele Haushalte zeichnen sich heute durch mehr als eine erwerbstätige Person und/oder durch Personen aus, die mehr als eine Arbeitsstelle innehaben. Da nun nicht notwendiger Weise alle Haushaltsmitglieder den gleichen Arbeitsort haben, entsteht in diesen Fällen ein grundsätzliches Problem der räumlichen Verbindung von Arbeit und Wohnen. Die gleiche Problemlage ergibt sich bei mehreren Arbeitsplätzen einer Person.

Verbundfahrten: Einerseits führen lediglich etwa 25 % der innerstädtischen Fahrten zur Arbeitstätte,⁶ andererseits ist die Zahl der "reinen" Fahrten zur Arbeitsstelle nicht leicht zu bestimmen, da mit vielen Fahrten weitere Aktivitäten verbunden werden, wie etwa Einkaufen, Besuch von kulturellen Veranstaltungen, Sport und andere Freizeitaktivitäten. Ein Teil dieser Fahrten würde folglich aus den genannten Gründen auch dann durchgeführt, wenn nicht die Notwendigkeit der beruflich bedingten Fahrten bestehen würde.

Rentendifferenzen: Auch bei dezentralisierten Arbeitsorten spricht kein Argument für einheitliche Bodenrenten und Wohnortqualitäten. Damit stellt sich dem Haushalt unverändert das ökonomische Problem, das Kostenminimum aus dem Aggregat von Bodenrente und Fahrtkosten zu verwirklichen. Anders gesagt, es besteht kein Grund anzunehmen, daß aus dem nutzenmaximierenden Kalkül der Haushalte, die bei unterschiedlichen Nutzenfunktionen und gegebenen Einkommen und Preisen die Ausgaben für andere Konsumgüter (nicht Wohnen und Fahrten) maximieren, nicht Entfernungen von unterschiedlicher und zum Teil erheblicher Länge zum Arbeitsplatz entstehen würden.

⁶ Vgl. Hamilton, B.W., a.a.O., S. 1047 ff.

Rekreativargument: Nicht nur die organisatorische Trennung von Wohnen und Arbeiten, sondern auch die räumliche Trennung dieser beiden Lebensbereiche mag vielen Individuen einen positiven Nutzen stiften, da die Trennung als notwendige Voraussetzung für Erholung und Freizeitgenuss empfunden wird. Dieses Argument ist vermutlich um so bedeutsamer, je stärker die Arbeit von den Individuen als fremdbestimmt wahrgenommen wird. Hinzu tritt die Tatsache, daß auch die objektiven Bedingungen für Entspannung und Erholung durch die Trennung der Funktionen gefördert werden.

Freiheitsargument: In einer freiheitlichen Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung können weder durch Befehl und Zwang, noch durch prohibitive Fahrtkosten die Haushalte zu einer Standortwahl in der Umgebung des Arbeitsplatzes gezwungen werden, wenn dieser nicht den Präferenzen der Haushaltsmitglieder entspricht. Das allgemeine Leitbild des Wohnens wird heute, wie auch in vergangenen Jahrzehnten, unabhängig von der sozialen Schichtenzugehörigkeit, durch das Einfamilienhaus geprägt.⁷ Dieses Leitbild ist prinzipiell unverträglich mit den Vorstellungen einer Vermischung von Wohn- und Arbeitsbereichen. Jede Stadtplanung, die darauf abzielt, läßt die Präferenzen der Individuen außer Acht und führt zu Wohlfahrtsverlusten.

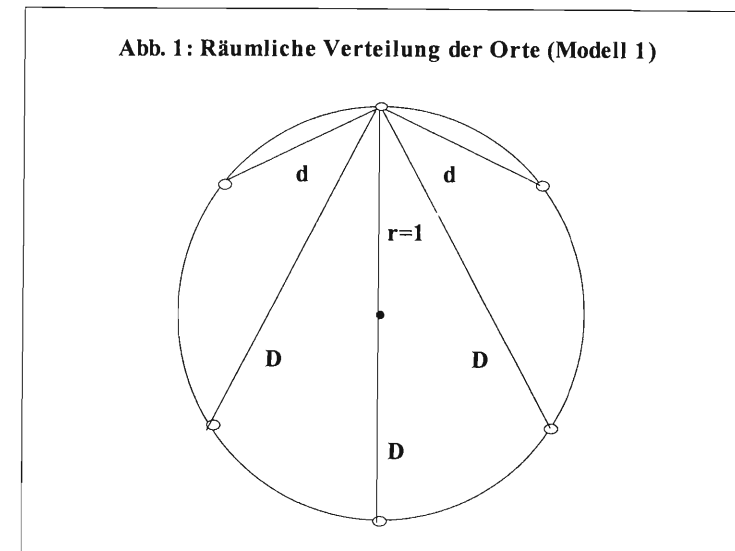
Diesen Argumenten, wie immer man sie auch gewichten mag, steht das eine Argument der Verkehrsvermeidung gegenüber. Zu welchen Entscheidungen politische Autoritäten gelangen, zu deren Aufgabe die Gestaltung der räumlichen Strukturen gehört, hängt selbstverständlich von der angenommenen Wohlfahrtsfunktion und den Bewertungen der einzelnen Argumente ab oder davon, welche Politik als stimmenmaximierend angesehen wird.

3. Fluktuation und Pendler

In einer dynamischen Wirtschaft werden Arbeitskräfte entlassen und wieder eingesetzt, wobei die entlassenden und einstellenden Unternehmen nicht den gleichen Standort haben. Wenn nun in einem angenommenen Ausgangszustand die Forderung der räumlichen Einheit von Arbeit und Wohnen vollständig verwirklicht ist - von dieser Utopie soll einmal ausgegangen werden -, so gibt es keinen Grund anzunehmen, daß über eine erste Periode hinaus der Zustand der Abwesenheit von Berufspendlern erhalten bleibt. Es hängt entscheidend von der räumlichen Verteilung der Firmen- und Wohnstandorte ab, welches Fahrtenvolumen sich aus den periodisch durchgeführten Entlassungen und Einstellungen ergibt. über mehrere Perioden hinweg ist ferner die Umzugsbereitschaft an den Ort der neuen Beschäftigung zu berücksichtigen, die die Zahl der Pendler senkt. Die Umzugsbereitschaft folgt einem ökonomischen Kalkül des betroffenen Haushaltes; sind die abdiskontierten monetären Fahrtkosten und die mit den Opportunitätskosten bewerteten entgangenen Freizeiten in Höhe der Fahrtzeiten bei gleichen laufenden Wohnkosten höher als die Umzugskosten, so wird der Haushalt nach einer Periode an den neuen Beschäftigungsort umziehen.

⁷ Vgl. Glatzer, W., Wohnungsversorgung im Wohlfahrtsstaat, Frankfurt/M 1980, S. 148.

Der Grund für den Umzug nach Ablauf der ersten Periode, die auf den Arbeitsplatzwechsel folgt, möge in Unsicherheitsüberlegungen der Arbeitnehmer liegen.⁸ In diesem Fall haben die Fahrten nur eine Periode Bestand. Sind jedoch die Umzugskosten höher als die über die Lebensarbeitszeit abdiskontierten Gesamtkosten des Pendelns, so werden die Fahrten bis zum nächsten Arbeitsplatzwechsel über alle Perioden durchgeführt. Da in jeder Periode Fluktuationen stattfinden, wird die Pendlerzahl ansteigen und - da die Zahl der Nichtpendler immer kleiner wird - gegen einen Grenzwert konvergieren. Diese Überlegungen sollen an zwei Modellen mit unterschiedlichen Wohnort- und Arbeitsstättenverteilung verdeutlicht werden.



Modell 1: Die insgesamt m Firmen sind in gleichmäßigen Abständen von $2r\pi/m$ auf einer Kreislinie angesiedelt, wobei an jedem Ort nur ein Unternehmen seinen Standort hat und der Kreis einen Radius von $r = 1$ haben soll. Die insgesamt n Beschäftigten haben im Ausgangszustand ihren Wohnort am Standort des Unternehmens, bei dem sie beschäftigt sind. Als Illustration des Beispiels möge eine kreisförmige Insel dienen, an deren Küste Ferienhotels gleichmäßig verteilt sind. Die Hotelbeschäftigten wohnen im Ausgangszustand in der unmittelbaren Umgebung des jeweiligen Hotels.

Bei einer Gleichverteilung der Beschäftigten auf die m Firmen, wohnen und arbeiten an jedem Standort $b = n/m$, $n > m$ Arbeitnehmer. Die Entlassungs- und Einstellungsquote ist gleich - es mögen keine Arbeitslosen und keine offenen Stellen existieren - und beträgt je Periode $\alpha = w/n$, wobei w die Anzahl der freigesetzten Arbeitskräfte ist. Die entlassenen

⁸ Vgl. Crane, R., a.a.O.

Arbeitskräfte können prinzipiell von jeder anderen Firma wieder eingestellt werden, da das Arbeitsangebot als homogen angenommen wird. Die wieder eingestellten Arbeitnehmer können die Entfernungen zum neuen Arbeitsplatz auf dem direkten Weg (Luftlinie) zurücklegen, indem sie innerhalb des Kreises den kürzesten Weg wählen. Die Entfernung zu den Nachbarfirmen und -orten links und rechts des Wohnstandortes beträgt

$$(1) \quad d_i = 2 \sin[360^\circ/(2m)]$$

und soll Fahrtkosten entstehen lassen, die einen Umzug in der Einschätzung der Haushalte ökonomisch nicht sinnvoll erscheinen lassen. Die durchschnittliche Entfernung zu den Firmenstandorten, die sich nicht in der Nachbarschaft befinden, kann durch den Term

$$(2) \quad D_i = \cos \left[\frac{180^\circ - 360^\circ/m}{(2m-4)/(m-4)} \right] + 1$$

für $m/2 \in N$ und $m \geq 6$ approximiert werden. In diesem Fall erfolgt ein Umzug nach genau einer Periode. Bei gegebenen Fahrtkosten stellt sich die Entscheidung des Arbeitnehmers hinsichtlich der Entfernungen δ zum Arbeitsplatz wie folgt dar:

$$(3) \quad U(\delta) \Rightarrow \max!, \text{ wenn } \begin{cases} \delta = d_i, & \text{dann dauerhaft pendeln,} \\ \delta > d_i, & \text{dann Umzug nach 1 Periode.} \end{cases}$$

wobei $d_i < D_i$ ist. Die mögliche Zahl der Fahrten von einem Ort aus beträgt $(m-1)x$ bei x Fahrten innerhalb einer Periode, wovon $2x$ auf die kürzeren Fahrten d_i in die Nachbarschaft und $(m-3)x$ auf die längeren Fahrten D_i entfallen. Da diese Fahrten in der Folgeperiode durch Umzug entfallen, aber neue in gleicher Höhe hinzutreten und der zusätzliche Anteil der kürzeren Fahrten von den noch nicht pendelnden Arbeitnehmern berechnet werden muß, beträgt die Summe der Fahrten in Periode T :

$$(4) \quad \Psi_i(T) = xn\alpha \frac{m-3}{m-1} + \sum_{t=1}^T xn\alpha \frac{2(1-\alpha)^{t-1}}{m-1}$$

Für $T \rightarrow \infty$ ergibt sich ein Grenzwert von

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \Psi_i(T) = \frac{xn[\alpha(m-3)+2]}{m-1}$$

Unter Berücksichtigung der Entfernungen d_i , bzw. der durchschnittlichen approximierten Entfernungen D_i lauten die insgesamt in Periode T zurückgelegte Entfernung Δ_i :

$$\Delta_i(T) = \left[\cos \left(\frac{180^\circ - 360^\circ/m}{(2m-4)/(m-4)} \right) + 1 \right] xn\alpha \frac{m-3}{m-1} + \sum_{t=1}^T 2 \sin(360^\circ/2m) \frac{2\alpha nx}{m-1} (1-\alpha)^{t-1}$$

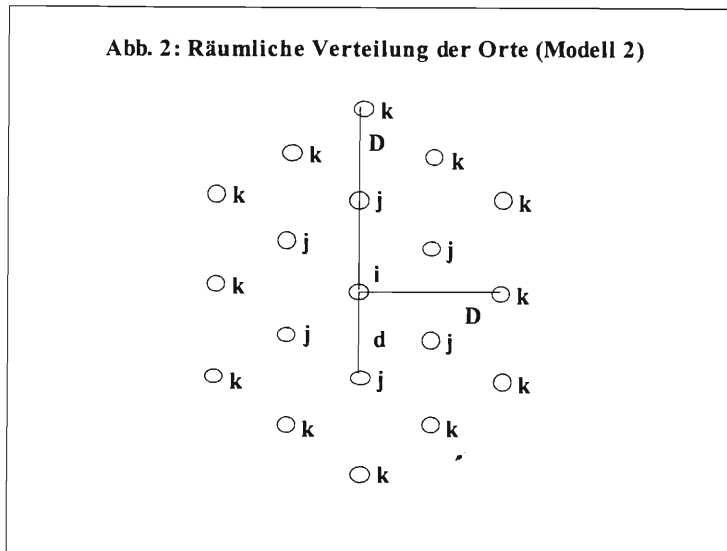
(5)

Die Anzahl der Fahrten und die zurückgelegten Entfernungen hängen - wie man leicht sieht - entscheidend von der Fluktuationsrate α , von der Größe des Gesamtgebietes (hier ausgedrückt durch $r = 1$) und von den individuellen, durch die Pendel- und Umzugskosten bestimmten Entscheidungen der Haushalte ab. Für das gesamte System der m Arbeits- und Wohnorte ist Ψ_i sowie Δ_i mit m zu multiplizieren. Da es sich dabei um eine lineare Transformation handelt, wurde in den folgenden Überlegungen davon abgesehen. Nimmt man folgende Werte an: $\alpha = 0,05$, $m = 10$, $n = 10.000$, so beträgt die Anzahl der D_i -Fahrten konstant $389x$ und die d_i -Fahrten steigen von $111x$ nach 193 Perioden auf $2.222x$ an und verbleiben auf diesem Niveau. Die Gesamtzahl der Fahrten erhöht sich von zunächst $500x$ auf $2.611x$ in der 193. Periode; etwas mehr als $1/4$ der Bevölkerung pendelt schließlich bei einer Fluktuationsrate von nur 5%. Die zurückgelegten Entfernungen aus D_i -Fahrten betragen dauerhaft etwa $617,47x$ Entfernungseinheiten und die Summe der Entfernungen aus d_i -Fahrten steigt von $68,67x$ auf $1.373,33x$ in der 193. Periode, die Gesamtentfernung beträgt dann $1.990,80x$ Entfernungseinheiten. Diese Werte steigen mit der Fluktuationsrate α . Nimmt man die Periode mit einem Jahr an, so beträgt x für 200 Arbeitstage genau 400. Schließlich erhält man als Entfernung für alle Pendelfahrten bei 10.000 Beschäftigten und 10 Firmen 796.320 mal den Radius des als kreisförmig angenommen Gesamtgebietes, oder, um im Beispiel zu bleiben, die Insel wird 398.160 mal durchquert.

Modell 2: In dem alternativen Modell⁹ wird von einer Fläche ausgegangen, in der jeder Ort i von einem inneren Ring von sechs Orten j in einer Entfernung von $d_2 = 1$ umgeben ist, zu denen die Arbeitnehmer, die in i wohnen und in der Ausgangssituation zunächst auch arbeiten, im Falle eines Arbeitsplatzwechsels pendeln werden. Ein zweiter, äußerer Ring mit zwölf Orten k umgibt den ersten Ring. Die Entfernungen zu den k -Orten D_2 sind derart, daß die Arbeitnehmer eine Periode pendeln und danach zum k -Ort umziehen, wobei die durchschnittliche Entfernung zum k -Ort bei $d_2 = 1$ folglich $D_2 = (1+\sqrt{3})/2$ lautet (vgl. Abb. 2).

⁹ Für Anregungen zum zweiten Modell danke ich Herrn H. Sanner. Ferner bin ich den Herren M. Ksoll und H. Sanner für kritische Kommentare zu einer ersten Version dankbar, denen ich jedoch nicht in allen Punkten folgen konnte.

Abb. 2: Räumliche Verteilung der Orte (Modell 2)



Alle anderen Orte, die weiter entfernt sind, werden nicht in die Arbeitsplatzsuche einbezogen. Das Nutzenkalkül des Haushaltes läßt sich wiederum durch eine Funktion verdeutlichen:

$$U(d) \Rightarrow \max!, \text{ wenn } \begin{cases} d = d_2, & \text{dann dauerhaft pendeln,} \\ d = D_2, & \text{dann Umzug nach 1 Periode,} \\ d > D_2, & \text{kein potentieller Arbeitsplatz} \end{cases} \quad (6)$$

Die Wahrscheinlichkeit, Arbeit zu finden, ist an jedem *j*- und *k*-Ort gleich. Die Entlassungs- und Einstellungsquote ist ebenfalls gleich und beträgt je Periode $\alpha = w/n$, wobei *w* die Anzahl der freigesetzten Arbeitskräfte ist und *n* die Anzahl der Beschäftigten in allen Orten ist. Ferner soll kein Arbeiter in einer Periode an einem Ort entlassen und wieder eingestellt werden. Die Summe der Fahrten für einen Ort *i* in Periode *T* lautet:

$$\Psi_2(T) = (2/3)xn\alpha + (1/3)\sum_{i=1}^T xn\alpha(1-\alpha)^{i-1} \quad (7)$$

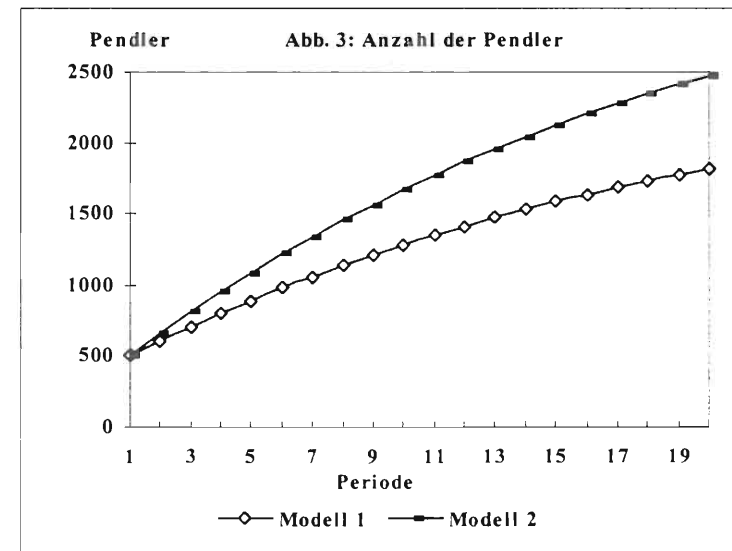
Für $T \rightarrow \infty$ ergibt sich ein Grenzwert von

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \Psi_2(T) = [xn(2\alpha + 1)]/3$$

Unter Berücksichtigung der Entfernungen $d_2 = 1$ zum inneren Ring der Arbeitsorte, sowie der Entfernungen D_2 zum äußeren Ring der Arbeitsorte beträgt die insgesamt in Periode *T* zurückgelegte Entfernung Δ_2 .

$$\Delta_2 = (1/3)(2 + \sqrt{3})xn\alpha + (1/3)\sum_{i=1}^T xn\alpha(1-\alpha)^{i-1} \quad (8)$$

Die Anzahl der Fahrten entwickelt sich nun wie folgt bei den angenommenen Werten $\alpha = 0,05$, $n = 10.000$: In der ersten Periode entstehen $500x$ Fahrten, die nach 20 Perioden $2.472x$ erreichen und nach 180 Perioden (unter Berücksichtigung der Ganzzahligkeit von Fahrten) gegen $3.666x$ konvergieren. Die zurückgelegten Entfernungen betragen in der ersten Periode $788x$ mal die Entfernung zum Nachbarort *j* und erlangen nach 180 Perioden $3.955x$. Zum Vergleich der in Struktur und räumlicher Verteilung der Orte unterschiedlichen Modelle sind die Pendlerzahlen für die Perioden 1 bis 20 in Abbildung 3 verdeutlicht worden.



Es muß bei beiden Modellen berücksichtigt werden, daß im Ausgangszustand eine vollständige Zuordnung von Wohn- und Arbeitsorten angenommen wurde. Es entsteht in einer Ökonomie, in der die Freiheit von Wohnortwahl und Arbeitsplatzwahl institutionell verankert ist und in der Entlassungen und Einstellungen von Arbeitnehmern möglich sind, umfangreiche Pendelfahrten. Die Anzahl der Fahrten hängt, wie man durch den Vergleich der Modelle erkennen kann, von der räumlichen Struktur und Verteilung der Wohn- und Arbeitsorte ab. Ungeachtet dessen entstehen aber in beiden Varianten hohe Pendlerzahlen. Dieser Sachverhalt wird von den Befürwortern der Funktionsvermischung von Wohnen und

Arbeiten im allgemeinen übersehen. Hebt man die Homogenität des Faktors Arbeit auf und läßt unterschiedliche Qualifikationen zu, so wird sich dieses Volumen weiter erhöhen, insbesondere dann, wenn man Agglomerationen von Industrien unterstellt, die bestimmte Qualifikationen auf dem Arbeitsmarkt nachfragen.

4. Schlußbetrachtung

Räumliche Strukturen entstehen im Zeitablauf vor dem Hintergrund gesellschaftlicher, ökonomischer und technischer Bedingungen. Das komplexe Zusammenwirken dieser Einflußfaktoren bildet in sehr langen Zeiträumen Agglomerationen von Produktions- und Wohnstandorten heraus. Die Änderung dieser Standortverteilungen - sieht man von diktatorischen Verfügungen ab - kann nur durch sehr starke staatliche Eingriffe in den Preisbildungsprozeß auf dem Bodenmarkt und dem Verkehrsmarkt erfolgen. Als Beispiel kann an die stärkere Subvention der Erstellung und des Erwerbs von Gebäuden, insbesondere solcher mit Mischnutzung, und an die höhere Besteuerung von Transportleistungen gedacht werden, aber auch an den Abbau von Grunderwerbssteuern und an die Subvention von Standortverlagerungen. Die Wirkungen dieser Maßnahmen auf die Standortstrukturen würden sich - läßt man einmal die Einwände aus Abschnitt 2 außer acht - erst langfristig einstellen und keineswegs zu einer kurzfristigen Verkehrsvermeidung führen. Ferner würde die höhere Besteuerung von Transportleistungen in der Zeit, in der die alte räumliche Struktur noch Bestand hat, eine erheblichen Vermögensumverteilung zwischen den Eigentümern von zentrumsfernen und zentrumsnahe Boden hervorrufen. Die Standorte im Zentrum urbaner Räume, die einen geringen Verkehrsbedarf hervorrufen, würden erhebliche Preiserhöhungen erfahren, und Standorte im Hinterland, die mit umfangreichen Transportleistungen verbunden sind, würden einen deutlichen Preisverfall aufweisen. Eine Politik, die dem städtebaulichen Leitbild der Funktionsvermischung folgt, muß diese Verteilungsimplicationen berücksichtigen.

Wenn nun die Kausalkette "Funktionsvermischung-Verkehrsvermeidung-Umweltschutz" lautet, die Vermischung der räumlichen Funktionen Arbeiten und Wohnen aber, wie dargestellt wurde, mit erheblichen ökonomischen und gesellschaftlichen Problemen belastet ist, dann fragt sich, ob das Ziel des Umweltschutzes, das nicht in Frage gestellt werden soll, nicht auf anderem Wege zu erreichen ist. Die Antwort auf diese Frage gibt möglicherweise ein technischer Fortschritt, der auf die Reduktion der Emissionen ausgerichtet ist.

Abstract

In this paper we investigate the popular postulate that the spatial combination of working and living reduces the commuting journeys and therefore the environmental pollution. There are several arguments, why combinations of these spatial activities are impossible, inefficient, or welfare reducing. We discuss the case of employees' turnover as a source of journeys to work. Assuming that all workers live close to the factory, a turnover rate of 5 % per period, and further a homogeneous labor market, we get a convergent series of journeys to work, which depends on spatial distribution of industrial locations. In one model we yield the result that after 20 periods 25 % of the employees work outside of their home communities.