

Energie, Raum und Verkehr

Auswirkungen hoher Energiepreise auf Stadtentwicklung und Mobilität

Michael Wegener

Der Aufstieg der modernen Stadt beruht auf Mobilität. Die Eisenbahn und später das Auto ermöglichen die Ausbreitung der Städte zu Stadtregionen. Durch das Auto wurde jeder Ort in der Stadtregion als Wohn- oder Arbeitsort geeignet. Aber billige Mobilität wird es nicht immer geben. Dieser Aufsatz untersucht, welche Auswirkungen steigende Treibstoffpreise für Städte haben werden. Er beruht auf Ergebnissen des EU-Projekts „Scenarios for the Transport System and Energy Supply and their Potential Effects“ (STEPs). Im STEPs-Projekt wurden Simulationsmodelle dazu verwendet, unterschiedliche Szenarien von Treibstoffpreiserhöhungen und politischen Maßnahmen in Stadtregionen auf ihre Auswirkungen auf Wirtschaft, Verkehr, Flächennutzung und Umwelt zu überprüfen. Der Aufsatz präsentiert ausgewählte Ergebnisse für die Stadtregion Dortmund und zieht Schlussfolgerungen für die Stadtentwicklungspolitik.

Schlüsselwörter: Energiepreise, Siedlungsentwicklung, Mobilität

In allen Industrieländern hat die weitgehend dem Markt überlassene Siedlungsentwicklung zu dispersen Flächennutzungsstrukturen geführt, die mit hoher motorisierter Mobilität, Überlastung des Straßennetzes, Luftverschmutzung und hohem Energieverbrauch verbunden sind. Die Furcht vor einem Ende der Energievorräte und die Bedrohung durch langfristige Klimaveränderungen haben das Bewusstsein dafür geschärft, dass der Verbrauch fossiler Energie und damit der Ausstoß des Treibhausgases Kohlendioxid (CO₂) in den reichen Ländern der Welt wesentlich reduziert werden muss. Für die Raumentwicklung bedeutet dies, dass vor allem die mit dem Automobil zurückgelegten Entfernungen verringert werden müssen.

Seit 1970 hat sich der Rohölpreis inflationsbereinigt verachtfacht, in den letzten beiden Jahren fast verdoppelt. In Nordamerika hat das zu einem Ansteigen der Benzpreise von jährlich 30 Prozent geführt, in Deutschland wegen seiner hohen Mineralölsteuer (rund 65 Cent je Liter Benzin) zu einem Preisanstieg von nahezu 4 Prozent im Jahr. Unter Fachleuten besteht Übereinstimmung darüber, dass der Ölpreis trotz des zeitweiligen Einbruchs im Verlauf der amerikanischen Finanzkrise wegen der absehbaren endgültigen Erschöpfung der Reserven und möglicher politischer Instabilität im Nahen Osten, vor allem aber wegen des steigenden Energiebedarfs schnell wachsender Entwicklungsländer wie China und Indien langfristig weiter steigen wird.

Welche Folgen wird das für die Raumentwicklung und die Mobilität in Städten haben? Im Forschungsprojekt STEPs (Scenarios for the Transport System and Energy

ENERGY, SPACE AND TRAFFIC. THE IMPACTS OF HIGH ENERGY PRICES ON URBAN DEVELOPMENT AND MOBILITY

The rise of the modern city is based on mobility. The railway and later the car made the vast expansion of cities into metropolitan areas possible. The car has made every location in the urban region suitable as a place to live or work. Cheap mobility, however, is not a permanent fixture. This article examines the likely consequences of rising fuel prices for cities. It is based on the results of the EU project "Scenarios for the Transport System and Energy Supply and their Potential Effects" (STEPS). The project used simulation models to examine different scenarios of fuel price increases and policy interventions in metropolitan areas with respect to their impacts on the economy, travel patterns, land use and the environment. The article presents selected results for the urban region of Dortmund and draws policy conclusions for cities.

Keywords: Energy prices, urban land use, urban mobility

Supply and their Potential Effects) im 6. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union wurde mit Hilfe von Simulationsmodellen untersucht, welche Auswirkungen unterschiedliche Szenarien der Treibstoffpreisentwicklung und die zu erwartenden Reaktionen des Marktes und politischen Maßnahmen auf Verkehrsverhalten, Umwelt, Gesellschaft, Erreichbarkeit und Flächennutzung haben würden.

In dem Projekt wurden fünf Stadtregionen aus fünf europäischen Ländern untersucht. Hier werden die Ergebnisse für die Stadtregion Dortmund vorgestellt, die Ergebnisse aller Städte sind im Schlussbericht des Projekts verfügbar (Fiorello et al. 2006).

Siedlungsentwicklung und Mobilität

Dass städtische Siedlungsentwicklung und Verkehr eng miteinander verknüpft sind, ist nicht nur unter Fachleuten allgemein bekannt. Dass die räumliche Trennung der Orte, an denen Menschen ihre täglichen Aktivitäten ausführen,

den Verkehr von Personen und Gütern erforderlich macht, ist das grundlegende Prinzip der Verkehrsanalyse und -prognose. Nach diesem Prinzip ist es leicht zu verstehen, dass die immer weitere Ausbreitung der Städte in ihr Umland mit zunehmender räumlicher Arbeitsteilung und mit immer mehr Mobilität verbunden ist.

Der umgekehrte Zusammenhang jedoch, die Wirkungen des Verkehrs auf die Siedlungsentwicklung, ist weniger gut bekannt. Es besteht zwar eine undeutliche Vorstellung darüber, dass die Entwicklung von der dichten Stadtstruktur der mittelalterlichen Stadt, in der fast alle täglichen Wege zu Fuß zurückgelegt wurden, zur großräumigen Ausdehnung moderner Stadtregionen mit ihrem riesigen Verkehrsaufkommen, in denen jeder Ort nahezu gleich gut als Wohn- oder Arbeitsstandort geeignet ist, ohne zuerst die Eisenbahn und dann das Auto nicht möglich gewesen wäre. Aber auf welche Weise das Verkehrssystem die Standortentscheidungen von Grundstückseigentümern, Investoren, Unternehmen und Haushalten bestimmt, wird selbst von manchen Stadtplanern nicht genau verstanden.

Die Einsicht, dass Wege- und Standortentscheidungen sich gegenseitig beeinflussen, führte zum Konzept des Regelkreises Siedlungsentwicklung und Verkehr („land-use transport feedback cycle“). Die wichtigsten in diesem Regelkreis wirksamen Zusammenhänge können folgendermaßen zusammengefasst werden (Abbildung 1):

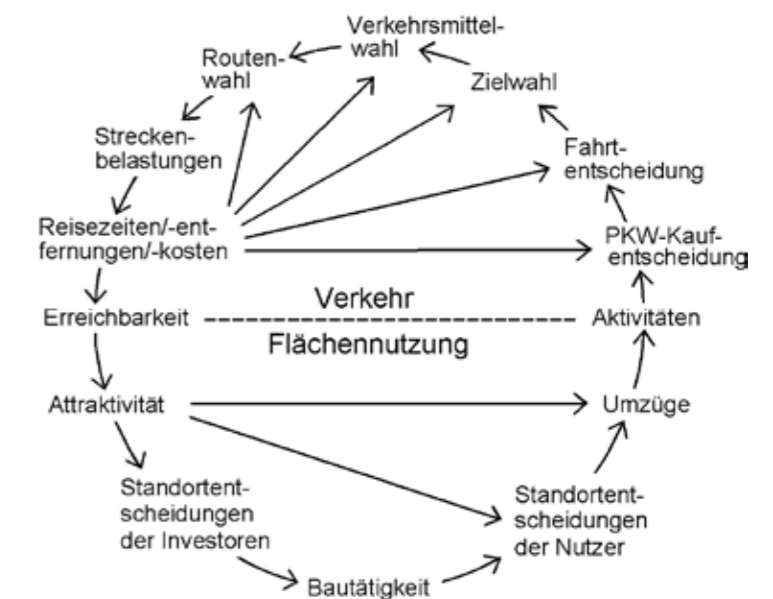
- ◆ Die Verteilung von Flächennutzungen wie Wohngebiete oder Industrie- und Gewerbegebiete bestimmt die Standorte der Haushalte und Betriebe und damit die Standorte der menschlichen Aktivitäten wie Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Ausbildung und Erholung.
- ◆ Die räumliche Verteilung der Aktivitäten erfordert Ortsveränderungen, um die Entfernung zwischen diesen Standorten zu überwinden.
- ◆ Diese Ortsveränderungen erfolgen über das Verkehrssystem aufgrund von Entscheidungen der Verkehrsteilnehmer über die Verfügbarkeit eines Verkehrsmittels, die Häufigkeit von Wegen und die Wahl von Zielen, benutzte Verkehrsmittel und einzuschlagende Routen. Die Folge dieser Entscheidungen sind die Verkehrsströme und, im Falle von Verkehrsstaus, Erhöhungen der Reisezeiten, Wegelängen und Wegekosten.
- ◆ Reisezeiten, Wegelängen und Wegekosten bestimmen den für Ortsveränderungen nötigen Aufwand und damit die Erreichbarkeit. Das Kriterium der Erreichbarkeit wiederum beeinflusst, zusammen mit anderen Attraktivi-

tätsmerkmalen, die Standortentscheidungen von Bauinvestoren und resultiert in Neubau, Modernisierung oder Abriss, das heißt in Veränderungen der Siedlungsstruktur. Diese Veränderungen schließlich wirken sich auf die Umzugsentscheidungen von Haushalten und Betrieben aus und somit auf die Verteilung der Aktivitäten im Raum.

Bei täglichen Mobilitätsentscheidungen sind Geld- und Zeitbudgets die wichtigsten Restriktionen. Der Verkehrsforscher Yacov Zahavi (Zahavi et al. 1981) hat auf der Grundlage der Aktionsraumtheorie die Hypothese aufgestellt, dass Individuen bei ihren täglichen Mobilitätsentscheidungen keineswegs, wie es die herkömmliche Theorie des Verkehrsverhaltens unterstellt, den Raumüberwindungsaufwand minimieren, sondern vielmehr im Rahmen ihrer für die Raumüberwindung zur Verfügung stehenden Zeit- und Geldbudgets die Zahl der erreichten Gelegenheiten maximieren. Darüber hinaus stellte er durch Untersuchungen in zahlreichen Städten in verschiedenen Ländern fest, dass die für den Verkehr zur Verfügung stehenden Zeit- und Geldbudgets zwar innerhalb von Stadtregionen je nach Alter, Einkommen und Wohnstandort variieren, sich im Mittel der ganzen Stadtregion aber nur langsam verändern.

Die relative Stabilität der Zeit- und Geldbudgets erklärt, warum jede Beschleunigung des Verkehrs in der Vergangenheit nicht für Zeiteinsparungen genutzt wurde, sondern für mehr und längere Fahrten – mit dem Ergebnis, dass die von einem durchschnittlichen Verkehrsteilnehmer im Verkehr verbrachte Zeit seit vielen Jahren bei etwas mehr als eine Stunde täglich liegt. Sie erklärt auch, warum die Tatsache, dass die Kraftstoffpreise bis in die 1990er-Jahre inflationsbereinigt gesunken sind, nicht zu einer Senkung der Verkehrsausgaben, sondern zu einer enormen Ausweitung des Autoverkehrs geführt hat. Sie erklärt schließlich auch, warum Beschleunigung und Kostensenkung zusammen es mehr und mehr Menschen erlauben, ohne größere Erhöhung ihrer für den Verkehr aufgetragenen Zeit- und Geldbudgets mit immer län-

(1) Regelkreis Siedlungsentwicklung und Verkehr



geren Fahrten verbundene Wohnstandorte im Umland der Städte zu wählen, und warum Einkaufszentren im dünn besiedelten Umland Kunden aus einem immer größeren Einzugsbereich anziehen.

Die Theorie Zahavis erlaubt auch Aussagen darüber, was geschehen würde, wenn Geschwindigkeit und Kosten der Raumüberwindung durch Planung gezielt verändert werden würden. Beschleunigungen und Kostensenkungen des Verkehrs führen zu mehr, schnelleren und längeren Fahrten, Verlangsamung und Verteuerung zu weniger, langsameren und kürzeren Fahrten. Dies hat mittelfristig Auswirkungen auf die Raumstruktur. Längere Fahrten ermöglichen disperse Standorte und größere räumliche Arbeitsteilung, kürzere Fahrten erfordern eine engere räumliche Koordination der Standorte. Allerdings führen Verlangsamung und Verteuerung des Verkehrs nicht unbedingt zu einer Rekonzentration der Nutzungen in Richtung auf das Stadtzentrum. In vielen heutigen Stadtregionen ist die Bevölkerung bereits so weit dezentralisiert, dass eine Beschleunigung der Dezentralisierung der Arbeitsplätze wirksamer zu kürzeren Wegen führen würde als eine Rekonzentration der Einwohner.

Das Projekt STEPs: Zukunftsszenarien

Im Projekt „Scenarios for the Transport System and Energy Supply and their Potential Effects“ (STEPS) wurden fünf Simulationsmodelle der Stadt- und Regionalentwicklung eingesetzt, um die langfristigen wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Auswirkungen verschiedener Szenarien von Treibstoffverteuerungen und Infrastruktur-, Technologie- und Nachfragebeeinflussungsmaßnahmen abzuschätzen.

Hier werden ausgewählte Ergebnisse für die Stadtregion Dortmund vorgestellt. Das dafür verwendete Simulationsmodell, das IRPUD-Modell, wurde am Institut für Raumplanung der Universität Dortmund entwickelt

(2) Die Stadtregion Dortmund



(Wegener 1998, Lautso u.a. 2004). Das Untersuchungsgebiet des Modells ist die Stadtregion Dortmund mit rund 2,6 Millionen Einwohnern. Die Stadtregion ist in 246 „interne“ Zonen eingeteilt (Abbildung 2). Außerdem werden 54 „externe“ Zonen als Quell- und Zielorte von Wegen berücksichtigt, die das ländliche Umland der Stadtregion und einen großen Teil der Rhein-Ruhr-Metropole umfassen.

Die Rahmendaten für die Simulationen lieferten Prognosen der Wirtschaftsentwicklung in der Gesamtregion durch das Regionentwicklungsmodell SASI (Wegener und Bökemann 1998, Wegener 2008). Nach diesen Prognosen verlangsamt sich das Wirtschaftswachstum als Folge von Benzinpreiserhöhungen bis zum Jahre 2030 um bis zu zehn Prozent (Fiorello u.a. 2006, S. 89-93). Dies beeinflusst Beschäftigung, Gewerbebau, Haushaltseinkommen und Berufswege und damit Emissionen des Verkehrs in der Stadtregion.

Im Rahmen dieser prognostizierten wirtschaftlichen Entwicklungen liefert das IRPUD-Modell Aussagen zu den möglichen Auswirkungen lokaler Maßnahmen in den Bereichen Wirtschaftsförderung, öffentliche Einrichtungen, Bauleitplanung und Verkehr.

Das IRPUD-Modell

Das Modell hat eine modulare Struktur und besteht aus sechs eng miteinander verknüpften Teilmodellen, die in zyklischer Abfolge auf eine gemeinsame raumzeitliche Datenbasis einwirken. Es prognostiziert für jede Simulationsperiode intraregionale Standortentscheidungen von Unternehmen, Wohnungsbauinvestoren und Haushalten, die aus ihnen resultierenden Wanderungen und Verkehrs-

ströme, die Entwicklung der Bautätigkeit und Flächennutzung und die Wirkung öffentlicher Planungseingriffe in den Bereichen Wirtschaftsförderung, Wohnen, Infrastruktur und Verkehr.

- (1) Im Teilmodell *Verkehr* werden Berufs-, Einkaufs-, Dienstleistungs- und Ausbildungswege für vier sozioökonomische Gruppen und drei Verkehrsarten (Fahrrad/Fußgänger, öffentlicher Personennahverkehr, Pkw) berechnet. Bei der Abbildung von täglichen Mobilitätsentscheidungen wird wie bei Zahavi angenommen, dass Menschen ihr Leben räumlich so organisieren, dass sie die ihnen infolge ihres Alters, Einkommens, Wohnorts und anderer Bestimmungsgrößen zur Verfügung stehenden räumlichen Gelegenheiten nutzen. Wie weiter oben dargelegt, sind Zeit- und Geldbudgets dabei die wichtigsten Restriktionen. Das Modell ermittelt eine Lösung, bei der Pkw-Besitz, Wegezähl, Ziel-, Verkehrsmittel- und Routenwahl und Stauzeiten im Verkehrsnetz im Gleichgewicht sind.
- (2) Im Teilmodell *Altern* werden Veränderungen der Modellvariablen, die sich aus biologischen, technischen oder langfristigen sozioökonomischen Trends ergeben, simuliert. Es gibt drei derartige Modelle, eines für Arbeitsplätze, eines für Einwohner und eines für Haushalte/Wohnungen.
- (3) Im Teilmodell *Öffentliche Maßnahmen* werden öffentliche Planungsmaßnahmen aus den Bereichen Wirtschaftsförderung, Wohnungsbau, Gesundheits- und Sozialwesen, Bildung, Erholung und Verkehr durchgeführt.
- (4) Im Teilmodell *Private Bautätigkeit* werden Standortwahlentscheidungen privater Bauinvestoren simuliert, die Gewerbe- oder Wohngebäude abreißen, modernisieren oder zum Verkauf, zur Vermietung oder zur Eigennutzung neu errichten. Das Teilmodell ist somit ein Modell des regionalen Bau- und Bodenmarkts.
- (5) Im Teilmodell *Arbeitsplatzwechsel* wird die intraregionale Arbeitsplatzmobilität in Form von Entscheidungen von Arbeitnehmern für freie Arbeitsplätze innerhalb der Region simuliert.

- (6) Im Teilmodell *Wohnungsmarkt* werden intraregionale Wanderungen von Haushalten als Suchprozesse auf dem regionalen Wohnungsmarkt simuliert. Die Ergebnisse des Wohnungsmarktmodells sind intraregionale Wanderungsströme von Haushalten nach Haushaltstyp zwischen Wohnungen nach Wohnungstyp in den Zonen.

Fünfzehn Szenarien

Insgesamt wurden in den Modellrechnungen fünfzehn Szenarien simuliert. Jedes Szenario ist eine Kombination von Treibstoffpreiserhöhungen und politischen Maßnahmen (Tabelle 1). Dabei wurden drei Geschwindigkeiten von Treibstoffpreiserhöhungen durchgespielt: In den A-Szenarien wurde angenommen, dass sich die Tankstellenpreise für Benzin inflationsbereinigt um ein Prozent je Jahr erhöhen. Die B-Szenarien unterstellten eine Erhöhung um vier Prozent je Jahr, was etwa der Realität der letzten Jahre entspricht. Die C-Szenarien sind Worst-Case-Szenarien mit starken Preiserhöhungen von sieben Prozent je Jahr. Für jede Preiserhöhungsgeschwindigkeit wurden fünf Maßnahmenkombinationen durchgespielt. In den Szenarien A-1, B-1 und C-1 wurde unterstellt, dass keine Reaktionen der Politik erfolgen. Die Business-as-usual-Szenarien A0, B0 und C0 gehen von einer Fortsetzung der gegenwärtigen Trends in der Verkehrs- und Umweltpolitik aus. Die Szenarien A1, B1 und C1 untersuchen die wahrscheinlichen Effekte verstärkter Anstrengungen im Bereich der Technologie- und Infrastrukturentwicklung wie sparsamere Fahrzeuge, alternative Treibstoffe und Verbesserungen des öffentlichen Personennahverkehrs und die Szenarien A2, B2 und C2 die voraussichtlichen Wirkungen der Beeinflussung der Verkehrsnachfrage im Interesse des Klimaschutzes durch Steuern und Benutzungsgebühren sowie Flächennutzungsrestriktionen. Die Szenarien A3, B3 und C3 schließlich untersuchen die Auswirkungen einer Kombination beider Maßnahmenarten. Eine detaillierte Beschreibung der fünfzehn Szenarien enthält STEPs (2006, S. 145-148).

(T.1) Szenarien im Projekt STEPs

	Jährliche Erhöhung der Tankstellenpreise für Treibstoff um		
	1%	4%	7%
Do-nothing (keine Maßnahmen)	A-1*	B-1	C-1
Business as usual (Maßnahmen wie bisher)	A0	B0	C0
Infrastruktur und Technologie (sparsame Motoren, alternative Treibstoffe, Verbesserungen im öffentlichen Personenverkehr)	A1	B1	C1
Verkehrsnachfrage-Beeinflussung (Steuern, Benutzungsgebühren, Flächenrestriktionen)	A2	B2	C2
Kombination aus den Maßnahmenpaketen 1 und 2	A3	B3	C3

* Referenzszenario

(= dicke Linie in den Abbildungen 3 bis 5)

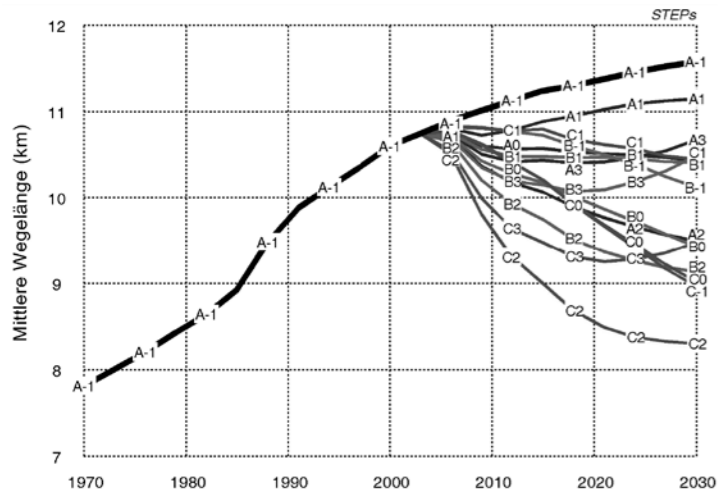
Ergebnisse

In den Abbildungen 3 bis 5 werden ausgewählte Ergebnisse des IRPUD-Modells für die Stadtregion Dortmund in den Bereichen Mobilität, Siedlungsentwicklung und Umwelt vorgestellt. Alle Szenarien beginnen im Jahr 1970 und enden 2030. Durch die Darstellung auch der zurückliegenden Entwicklung werden Kontinuität oder Brüche mit der Vergangenheit und die Größenordnung der Maßnahmenwirkungen im Vergleich zu langfristigen Trends sichtbar. Alle Szenarien sind bis zum Jahr 2006, in dem die Maßnahmen einsetzen, identisch. Jede Linie in den Diagrammen repräsentiert ein Szenario und ist durch dessen Abkürzung (siehe Tabelle 1) gekennzeichnet. Die dicke schwarze Linie repräsentiert das Referenzszenario A-1.

Verringerung der zurückgelegten Entfernungen

Was zuerst auffällt, ist, dass alle angenommenen Treibstoffpreiserhöhungen in dieselbe Richtung wirken – sie verringern die Mobilität. Das gilt trotz der Absicht einzelner Maßnahmen, diese Folgen abzumildern. In keinem Fall sind diese Maßnahmen stark genug, den Treibstoffpreiseffekt zu kompensieren. Das Ergebnis steht im Einklang mit den oben angeführten theoretischen Überlegungen: Je höher der Treibstoffpreis, desto stärker gehen die durchschnittlichen Wegelängen zurück (Abbildung 3). Im Vergleich zur starken Zunahme der zurückgelegten Entfernungen in der Vergangenheit erscheint deren Abnahme jedoch gering.

(3) STEPs-Szenarien: Mittlere Wegelänge (km) 1970–2030

**Weniger Autofahrten**

Viel stärker sind die Wirkungen der Treibstoffpreise auf die Verkehrsmittelwahl (Abbildung 4). Der Anteil der mit dem Auto zurückgelegten Wege hat sich seit 1970 mehr als verdoppelt und dürfte weiter ansteigen, wenn der Treibstoff weiterhin billig bleibt. Wenn die Kraftstoffpreise jedoch wie in den B- und C-Szenarien erheblich ansteigen, versuchen die Menschen, längere Autofahrten zu vermeiden, indem sie entweder ein näheres Ziel wählen oder mit dem öffentlichen Nahverkehr, zu Fuß oder mit dem Fahrrad ans Ziel kommen oder auf die Fahrt ganz verzichten.

Alle Maßnahmenzenarien verstärken diese Tendenz: Die Business-as-usual-Szenarien A0, B0 und C0 und die Maßnahmenbeeinflussungsszenarien A2, B2 und C2 erreichen dies durch Mineralölsteuern und Straßenbenutzungsgebühren, die Technologieszenarien A1, B1 und C1 durch teurere Fahrzeuge. Auch die Fortschritte in der Energieeffizienz in den Technologieszenarien reichen nicht aus, die höheren Herstellungs- und Treibstoffkosten zu kompensieren.

Verstärkung der Effekte durch Siedlungsverdichtung ...

Die stärkste Reduktion der zurückgelegten Entfernungen erfolgt in den Szenarien A2/A3, B2/B3 und C2/C3, in denen Flächenwidmungen der Bauleitplanung zur Förderung durchmischter, verdichteter Stadtstrukturen eingesetzt werden. Siedlungsverdichtung an den Haltepunkten des Schienenverkehrs ist ein wirksames Mittel, Fahrgäste für den öffentlichen Verkehr zu gewinnen und so Autokilometer zu reduzieren. Noch wirksamer ist die Innenverdichtung in den Stadtzentren in den Szenarien C2 und C3, die fast ganz ohne das Auto auskommen. Das mag eine extreme Prognose sein, aber man muss bedenken, dass in diesen Szenarien ein Liter Benzin in heutigem Geld rund

23 Euro kostet. Da die Haushaltseinkommen in diesen Szenarien um rund 10 Prozent weniger wachsen als im Referenzszenario, können viele Haushalte ihr Verkehrsbudget nicht aufstocken, um ihr bisheriges Mobilitätsniveau zu halten. Vor allem Fernpendler haben nur zwei Möglichkeiten: mit dem öffentlichen Verkehr zur Arbeit zu fahren oder näher an ihren Arbeitsplatz zu ziehen.

... aber Reurbanisierung in großem Stil unwahrscheinlich

Eine Rückkehr aus den Vororten in die innere Stadt wird in den beiden Szenarien C2 und C3 durch Wohnungsbau auf innerstädtischen ehemaligen Industrieflächen begünstigt. Die Simulationen mit dem Modell bestätigen aber auch die Hypothese, dass eine Reurbanisierung nicht ohne Unterstützung durch politische Maßnahmen erfolgen wird. Die Investitionen der in den Vororten wohnenden Haushalte in ihr Einfamilienhaus sind in der Regel so groß, dass selbst erhebliche Erhöhungen der Verkehrskosten sie nicht dazu bewegen können, ihr Haus aufzugeben und in eine Geschosswohnung in der Innenstadt zu ziehen – solange sie Alternativen haben wie auf den öffentlichen Verkehr umzusteigen oder einen Arbeitsplatz näher an ihrer Wohnung zu suchen. Nur wenn aus anderen Gründen im Lebenszyklus des Haushalts ein Umzug ansteht oder wenn bei Fernpendlern ein Umzug die einzige Möglichkeit ist, untragbare Verkehrskosten zu vermeiden, sind höhere Verkehrskosten ein zunehmend wichtiger Bestimmungsfaktor bei der Wohnstandortwahl. Die Auswirkungen von Treibstoffpreiserhöhungen auf die Verteilung von Einwohnern und Arbeitsplätzen in der Stadtregion sind daher gering. Eine Ausnahme sind jene Szenarien, in denen eine Reurbanisierung durch Bebauungsverbote im Umland erzwungen wird.

(4) STEPs-Szenarien: Anteil Wege mit dem Auto (%) 1970–2030

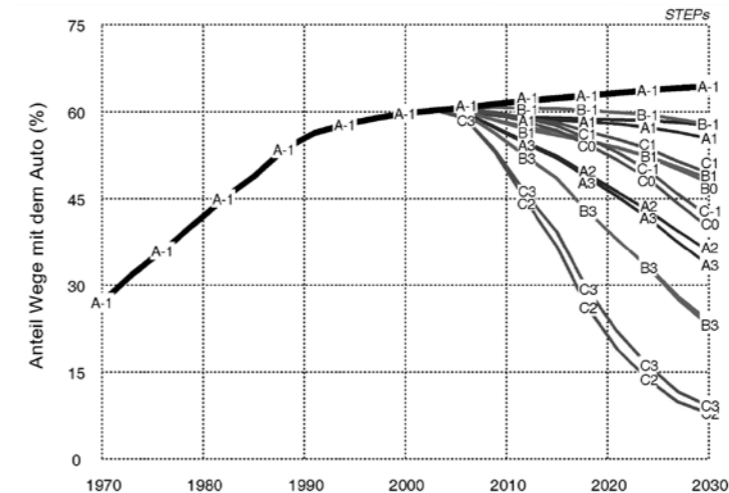
**Rückgang der Emissionen**

Abbildung 5 zeigt die Treibhausgasemissionen des Verkehrs, berechnet auf der Grundlage von Verkehrsflüssen nach Fahrzeugtyp und Geschwindigkeit. Die CO₂-Emissionen des Verkehrs sind in der Vergangenheit durch zunehmende Verkehrsmengen und den Trend zu größeren, trotz Fortschritten in der Energieeffizienz mehr Treibstoffverbrauchenden Fahrzeugen kontinuierlich gestiegen. Dennoch geht das Referenzszenario davon aus, dass die CO₂-Emissionen gegenwärtig ihren höchsten Stand erreicht haben und trotz weiter zunehmender Pkw-Kilometer nahezu konstant bleiben. Alle Maßnahmenzenarien führen zu erheblichen Abnahmen der CO₂-Emissionen. Eine Kombination von Technologie- und Infrastrukturinnovationen und Maßnahmen zur Nachfragebeeinflussung in den Szenarien A3, B3 und C3 bewirkt die stärksten Reduktionen. Dass der Rückgang der Emissionen in den Szenarien A2, B2 und C2 fast ebenso stark ausfällt, zeigt jedoch, dass dieser im Wesentlichen auf Steuern und Gebühren zurückzuführen ist. Die CO₂-Reduktionsziele der Europäischen Kommission und verschiedener europäischer Länder bis 2020 werden von fast allen Szenarien erfüllt.

Schlussfolgerungen

Welche verallgemeinerbaren Aussagen über die räumlichen Auswirkungen von Treibstoffpreiserhöhungen und möglichen politischen Maßnahmen können aus den Modellsimulationen abgeleitet werden?

Verluste an Lebensqualität

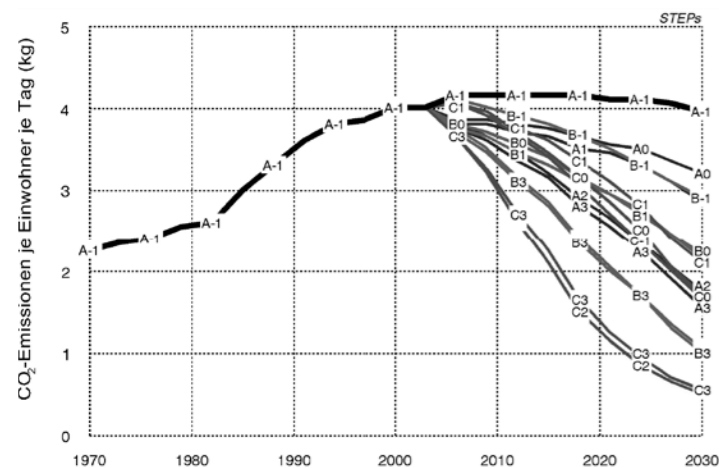
Die Simulation der Szenarien zeigt, dass Treibstoffpreiserhöhungen erhebliche negative Auswirkungen sowohl auf

die Wirtschaft wie auf die tägliche Mobilität in Stadtregionen haben. Die Größe der Auswirkungen ist abhängig vom Ausmaß der Treibstoffpreiserhöhungen. Sämtliche untersuchten Gegensteuerungsmaßnahmen verbessern die Situation nicht. Die Verbesserungen im öffentlichen Verkehr reichen nicht aus, die Kostenerhöhungen im Autoverkehr zu kompensieren. Die meisten anderen untersuchten Maßnahmen, insbesondere Maßnahmen zur Beeinflussung der Verkehrsnachfrage, bringen mehr Kosten für die Haushalte mit sich, deren Einkommen ohnehin langsamer wächst.

Diese Kostensteigerungen führen zu erheblichen Veränderungen im täglichen Mobilitätsverhalten. In allen Szenarien wird der langfristige Trend zu immer mehr und längeren Wegen und zu immer mehr und längeren Autofahrten gestoppt oder sogar umgekehrt. Die mittleren Reiseweiten je Einwohner gehen auf Werte der 1990er-Jahre zurück; die mittleren Reiseweiten mit dem Auto je Einwohner auf Werte der 1980er-Jahre. Es werden wieder mehr Wege zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt, und die Anzahl der Wege mit öffentlichen Verkehrsmitteln steigt auf mehr als das Doppelte – eine Herausforderung für Nahverkehrsbetriebe. Der Anteil der Fahrten mit dem Auto an allen Wegen sinkt auf Werte der 1970er-Jahre.

Diese Veränderungen des Verkehrsverhaltens erfolgen nicht freiwillig, sondern sind Reaktionen auf einschneidende Einschränkungen. Sie führen vielfach zu einem Verlust an Lebensqualität. Denn auch wenn die Zeit- und Geldbudgets relativ stabil sind, ist die Zahl der Wege je Einwohner keine Konstante. Wie Langzeituntersuchungen zum Verkehrsverhalten in Deutschland zeigen, variiert die Zahl der Wege je mobilem Einwohner deutlich nach Personentyp und hat sich zudem zwischen 1976 und 2002 parallel zu Einkommenswachstum, Motorisierung und niedrigen Verkehrskosten um 14 Prozent erhöht (Zumkeller u.a. 2007, S. 109) Seither ist sie wegen der Benzinpreiserhöhungen vermutlich wieder leicht gefallen. Da Berufs- und

(5) STEPs-Szenarien: CO₂-Emissionen des Verkehrs je Einwohner je Tag (kg) 1970–2030



Ausbildungswege weniger flexibel sind, betreffen Verringerungen von Wegezähl und Wegelänge hauptsächlich Besuchs- und Freizeitwege: Jeder unterlassene Weg bedeutet einen Freund nicht besucht, ein Treffen versäumt oder eine Theateraufführung oder ein Fußballspiel nicht gesehen.

Gewinne an Lebens- und Umweltqualität

Der Verzicht auf Mobilität hat aber auch gute Seiten. Wenn Mobilität teurer wird und weiter entfernte Ziele durch nähere ersetzt werden können, die zu Fuß oder mit dem Fahrrad erreicht werden können, wird Erreichbarkeit wieder zum wichtigen Standortfaktor. Haushalte ziehen in die Nähe von Arbeitsplätzen, Betriebe und Läden näher an die Wohnungen ihrer Beschäftigten, Lieferanten und Kunden. Das tägliche Leben wird wieder ortsbezogener, und das könnte zur Wiederbelebung oft verloren gegangener nachbarschaftlicher Beziehungen führen.

Die wichtigsten positiven Nebeneffekte steigender Treibstoffpreise sind ihre Auswirkungen auf die Umwelt. Jede Autofahrt weniger und jeder Kilometer, den die verbleibenden Autofahrten kürzer sind, bedeuten weniger Treibstoffverbrauch, Treibhausgasemissionen, Luftverschmutzung, Verkehrslärm und Verkehrsunfälle. Höhere Treibstoffpreise beschleunigen die Entwicklung energieeffizienter Fahrzeuge und alternativer Treibstoffe und tragen so zur positiven Umweltbilanz bei. Aus der Sicht der Erreichung der Kyoto-Ziele sind hohe Treibstoffpreise die beste Zukunftsperspektive.

Konsequenzen für die Raum- und Stadtplanung

Was sind die planerischen Schlussfolgerungen, die aus diesen Ergebnissen zu ziehen sind? Müssen wir unsere Städte umbauen, um die erforderlichen Treibstoffeinsparungen und Treibhausgasreduktionen im Stadtverkehr zu erreichen?

Die Modellsimulationen deuten darauf hin, dass dies nicht notwendig sein wird. Europäische Städte mit ihrer vergleichsweise recht hohen Dichte verfügen über ein großes Potential zur besseren räumlichen Koordination von Aktivitäten durch interne Reorganisation – ohne Veränderungen ihrer gewachsenen räumlichen Strukturen. Wie frühere Simulationen (Wegener 1999, Lautso et al. 2004) gezeigt haben, können mit geeigneten Kombinationen von Verkehrsmaßnahmen – wie Erhöhung der Kosten des Autoverkehrs und Verbesserung des öffentlichen Verkehrs – erhebliche Verringerungen der Treibhausgasemissionen des Stadtverkehrs ohne unannehmbare Verluste an Mobilität erreicht werden. Andere Faktoren, die im Projekt STEPs nicht behandelt wurden, wie Car-Sharing (Erhöhung der Fahrzeugbelegung), Routenplanung (Reduzierung der Wegezähl), Aufklärung und Nutzerinformation sowie ein möglicher Wertewandel in Richtung auf zunehmendes Umweltbewusstsein, wirken alle in dieselbe Richtung und tragen zur Energieeinsparung im Stadtverkehr bei.

Das soll nicht heißen, dass Flächennutzungsmaßnahmen zur Eindämmung weiterer Zersiedelung des Umlands nicht notwendig wären. Flächensparende, durchmischte und verdichtete Siedlungsformen sind nicht nur aus sozialen, ästhetischen und ökologischen Gründen anzustreben, sie bieten auch die besten Voraussetzungen für die Verwirklichung der Stadt der kurzen Wege. Die Durchsetzung solcher Maßnahmen erfordert jedoch eine starke Regionalplanung und die Überwindung des Konkurrenzdenkens zwischen Kernstädten und Umlandgemeinden.

AUTOR:

Michael Wegener, Prof. Dr.-Ing., geboren 1938, Studium der Architektur/Stadtplanung in Berlin. 1999–2003 Geschäftsführender Leiter des Instituts für Raumplanung der Fakultät Raumplanung der Universität Dortmund. Seit 2003 Partner, Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung, Dortmund. E-Mail: mw@spiekermann-wegener.de

LITERATUR UND QUELLEN:

Fiorello, D. / Huismans, G. / López, Marques C. / Steenberghen, T. / Wegener, M. / Zografos, G. (2006): Transport Strategies under the Scarcity of Energy Supply. STEPs Final Report, edited by A. Monzon and A. Nuijten. Den Haag (Bucks Consultants). <http://www.steps-eu.com/reports.htm>

Lautso, K. / Spiekermann, K. / Wegener, M. / Sheppard, I. / Steadman, P. / Martino, A. / Domingo, R. / Gayda, S. (2004): PROPOLIS. Planning and Research of Policies for Land Use and Transport for Increasing Urban Sustainability. Final Report. Helsinki (LT Consultants). <http://www1.wspgroup.fi/lt/propolis>

STEPs (2006): Scenario Impacts. Deliverable D4.2 of STEPs. Mailand (Trasporti e Territorio SRL). http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/STEPs_D4_2.pdf

Wegener, M. (1998): The IRPUD Model: Overview. http://www.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/pro/mod/mod_e.htm

Wegener, M. (1999): Die Stadt der kurzen Wege: müssen wir unsere Städte umbauen? Berichte aus dem Institut für Raumplanung 43. Dortmund (Institut für Raumplanung, Universität Dortmund). <http://www.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/fileadmin/irpud/content/documents/publications/ber43.pdf>

Wegener, M. (2008): SASI Model Description. Working Paper 08/01. Dortmund (Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung). http://www.spiekermann-wegener.de/mod/pdf/AP_0801.pdf

Wegener, M. / Böckmann, D. (1998): The SASI Model: Model Structure. SASI Deliverable D8. (Berichte aus dem Institut für Raumplanung 40, Universität Dortmund) Dortmund. <http://www.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/pro/sasi/ber40.pdf>

Zahavi, Y. / Beckmann, M.J. / Golob, T.F. (1981): The "UMOT"/Urban Interactions. Washington, DC (US Department of Transportation)

Zumkeller, D. / Chlond, B. / Ottmann, P. / Klagerbauer, M. / Kuhnimhof, T. (2007): Panalauswertung 2006 – Datenaufbereitung, Plausibilisierung, erste Auswertungen zu den Erhebungen zur Alltagsmobilität 2004/06 sowie zu Fahrleistungen und Treibstoffverbräuchen 2005/07 für das Mobilitätspanel. Forschungsbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe. http://mobilitaetspanel.ifv.uni-karlsruhe.de/downloads/Panelbericht06_07.pdf