

Integrierte Simulation von Raumentwicklung und Verkehr bei stark steigenden Energiepreisen

Max Bohnet, Carsten Gertz, Jacqueline Maaß, Sven Altenburg

(Max Bohnet, TU Hamburg-Harburg, Schwarzenbergstraße 95, 21073 Hamburg, max.bohnet@tu-harburg.de)
(Prof. Dr.-Ing. Carsten Gertz, TU Hamburg-Harburg, Schwarzenbergstraße 95, 21073 Hamburg, gertz@tu-harburg.de)

1 ABSTRACT

Etwa die Hälfte ihres verfügbaren Einkommens geben deutsche Haushalte für das Wohnen und die Mobilität aus. Ausgangsthese des vom deutschen Forschungsministeriums geförderten Projekts €LAN ist, dass die Energiepreise mit hoher Wahrscheinlichkeit beides deutlich teurer machen werden, da das Ölfördermaximum unmittelbar bevorsteht. Die Energiepreisentwicklung wird erheblichen Einfluss auf Landnutzung und Mobilität haben, da es die Standortwahl von Haushalten und Unternehmen, das Mobilitätsverhalten, die Wohn- und Gebäudekosten sowie die kommunale Einnahmen- und Ausgabensituation betrifft. Zudem spitzen steigende Energiekosten vor dem Hintergrund des demographischen Wandels Fragen der Daseinsvorsorge insbesondere im ländlichen Raum weiter zu.

Das Projekt €LAN setzt sich zum Ziel, die Betroffenheit von Haushalten, Unternehmen und Gebietskörperschaften zu analysieren und ihre Anpassungsreaktionen mit Hilfe eines räumlichen Wirkungsmodells zu simulieren. Es geht zudem vor allem der Frage nach, wie Entscheidungsträger aus Verwaltung und Politik in den kommenden Jahren angemessen mit der Energiepreiszunahme umgehen können. Dabei wird erwartet, dass steigende Energiepreise einen erheblichen politischen Handlungsdruck generieren. Anpassungsmöglichkeiten und -strategien bedürfen dabei einer räumlichen Spezifizierung zwischen Städten und ihren Umlandgemeinden und dem ländlichen Raum.

Das Projekt koppelt daher die räumliche Wirkungsmodellierung und politische Handlungs- und Reaktionsmuster in einem Verbundvorhaben. Die Kopplung erfolgt über ein Simulationsexperiment. In dessen Verlauf werden die Handlungsreaktionen von relevanten politischen Akteuren in einem Planspiel abgefragt und zu politischen Rahmensetzungen für die folgende Simulationsperiode verdichtet. Dieser experimentelle Regelkreis dient als Grundlage für die Ableitung umsetzungsorientierter Handlungsempfehlungen, die in einem transdisziplinären Prozess entwickelt werden.

In diesem Paper wird zunächst der Ansatz des €LAN-Projekts vorgestellt und dann das integrierte Landnutzungs- und Verkehrsmodell für die Metropolregion Hamburg, bei dem in einer Multi-Agenten-Simulation Demographie und Unternehmensentwicklung, Arbeits-, Wohnungs- und Gewerbeimmobilienmarkt sowie Verkehrs und Flächenentwicklung für Szenarien von 2010 bis 2035 unter den Bedingungen steigender Energiepreise abgebildet werden, erläutert.

2 WAS BEDEUTEN STEIGENDE ENERGIEPREISE FÜR DIE SIEDLUNGSENTWICKLUNG?

Etwa die Hälfte ihres verfügbaren Einkommens geben deutsche Haushalte für das Wohnen und die Mobilität aus (Statistisches Bundesamt 2010). Ausgangsthese des vom deutschen Forschungsministeriums (BMBF) geförderten Projekts €LAN ist, dass die Energiepreise mit hoher Wahrscheinlichkeit beides deutlich teurer machen werden, da das Ölfördermaximum unmittelbar bevorsteht (IEA 2009). Die Energiepreisentwicklung wird erheblichen Einfluss auf Landnutzung und Mobilität haben, da sie die Standortwahl von Haushalten und Unternehmen, das Mobilitätsverhalten, die Wohn- und Gebäudekosten sowie die kommunale Einnahmen- und Ausgabensituation betrifft. Zudem spitzen steigende Energiekosten vor dem Hintergrund des demographischen Wandels Fragen der Daseinsvorsorge insbesondere im ländlichen Raum weiter zu.

2.1 Das Projekt €LAN

Das Projekt €LAN setzt sich zum Ziel, die Betroffenheit von Haushalten, Unternehmen und Gebietskörperschaften zu analysieren und ihre Anpassungsreaktionen mit Hilfe eines räumlichen Wirkungsmodells zu simulieren. Projektpartner sind das Institut für Verkehrsplanung und Logistik der TU Hamburg-Harburg, das Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung der Universität Stuttgart (IREUS) und das Finanzwissenschaftliche Forschungsinstitut an der Universität zu Köln (FiFo) in Zusammenarbeit mit dem Institut für ökologische Raumentwicklung Dresden (IÖR).

Es geht zudem vor allem der Frage nach, wie Entscheidungsträger aus Verwaltung und Politik in den kommenden Jahren angemessen mit der Energiepreiszunahme umgehen können. Dabei wird erwartet, dass

steigende Energiepreise einen erheblichen politischen Handlungsdruck generieren. Anpassungsmöglichkeiten und -strategien bedürfen dabei einer räumlichen Spezifizierung zwischen Städten, ihren Umlandgemeinden und dem ländlichen Raum.

Das Projekt koppelt daher die räumliche Wirkungsmodellierung und politische Handlungs- und Reaktionsmuster in einem Verbundvorhaben. Die Kopplung erfolgt über ein Simulationsexperiment. In dessen Verlauf werden die Handlungsreaktionen von relevanten politischen Akteuren mittels einer „Planspiel“-Methodik abgefragt und zu politischen Rahmensetzungen für die folgende Simulationsperiode verdichtet.

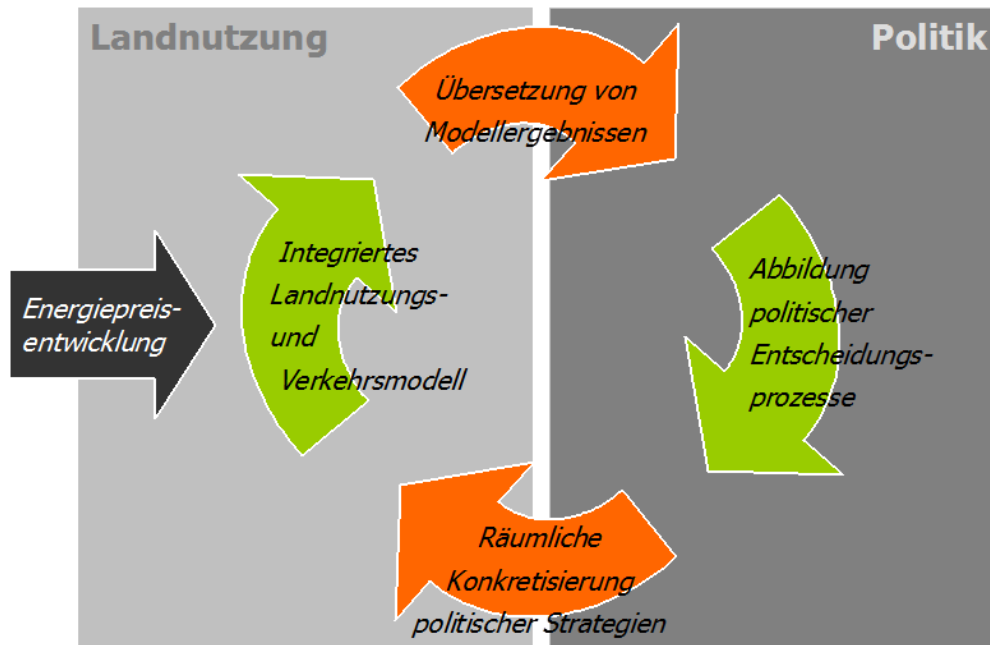


Fig. 1: Ablauf des Projekts €LAN

Dieser experimentelle Regelkreis (Fig. 1) dient als Grundlage für die Ableitung umsetzungsorientierter Handlungsempfehlungen, die in einem transdisziplinären Prozess entwickelt werden.

In diesem Paper soll das integrierte Landnutzungs- und Verkehrsmodell vorgestellt werden und die Fragen diskutiert werden, wie steigende Energiepreise auf Landnutzung und Verkehr wirken, welche Strategien Politik und Planung zur Verfügung stehen und welche zentralen Wirkungszusammenhänge dafür im Modell abgebildet werden müssen.

2.2 Warum haben steigende Energiepreise Auswirkungen auf Siedlungsentwicklung und Verkehr?

Die heutigen Siedlungsstrukturen und Verkehrssysteme haben sich in den letzten Jahrzehnten bei relativ geringen Energiepreisen herausgebildet. Die Siedlungsentwicklung war lange gekennzeichnet von einer Suburbanisierung von Haushalten und (teilweise) Unternehmen: mehr Wohnfläche in Gebäuden mit einem hohen Energieverbrauch, einer steigenden Motorisierung und immer weiteren Wegen zur Arbeit, zum Einkaufen und in der Freizeit.

Bei in Zukunft weiter steigenden Energiepreisen sind Haushalte mit höheren Nebenkosten und Verkehrsausgaben konfrontiert. Dabei sind vor allem Bewohner von Wohnungen und Häusern mit großem Energieverbrauch sowie die Haushalte, die weite Wege zur Arbeit und zu anderen Aktivitäten mit dem Pkw zurücklegen, betroffen. Dies trifft Haushalte mit mittlerem und geringem Einkommen, für die sich bei immer geringerem verfügbarem Einkommen für andere Konsumbudgets ein steigender Handlungsdruck ergibt (Fig. 2).

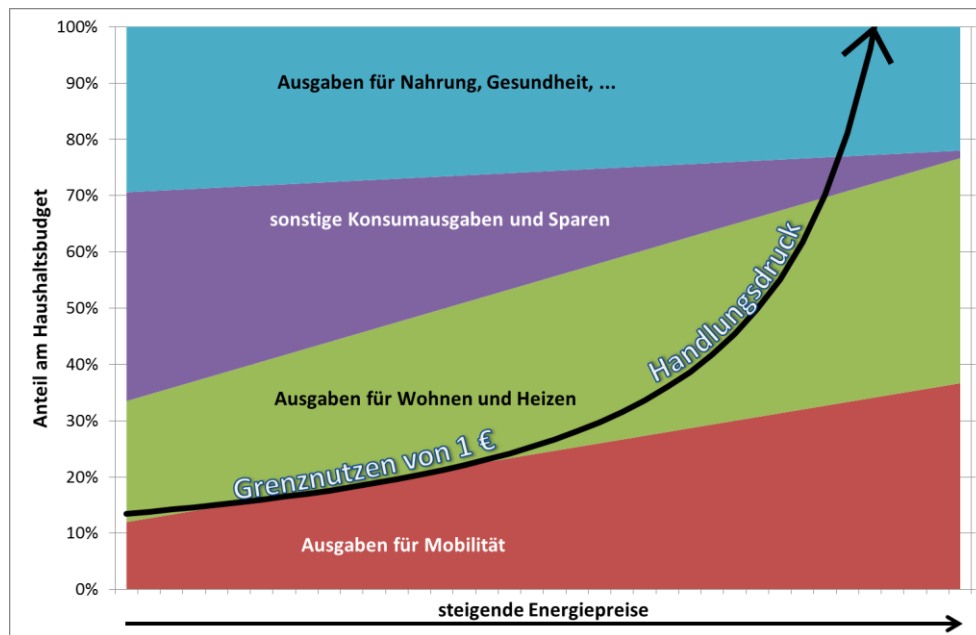


Fig. 2: Haushaltsbudget

Mögliche kurz- und langfristige Anpassungsreaktionen liegen in einer

- energieeffizienteren Pkw-Nutzung
- einer verstärkten Nutzung günstigerer Verkehrsmittel (ÖPNV, Fuß- und Radverkehr) einer räumlichen Reorganisation (Aufsuchen näher gelegener Einkaufs- und Freizeitziele, der Suche eines näher gelegenen Jobs oder schließlich die Suche nach einer neuen Wohnung, die kürzere Wege zur Arbeit und zu anderen täglichen Aktivitäten ermöglicht)
- einer Suche nach einem besser bezahlten (Vollzeit-)Job
- und schließlich der Einschränkung von Aktivitäten oder dem Kürzen von anderen Haushaltsbudgets (vgl. Gertz et al. 2008).

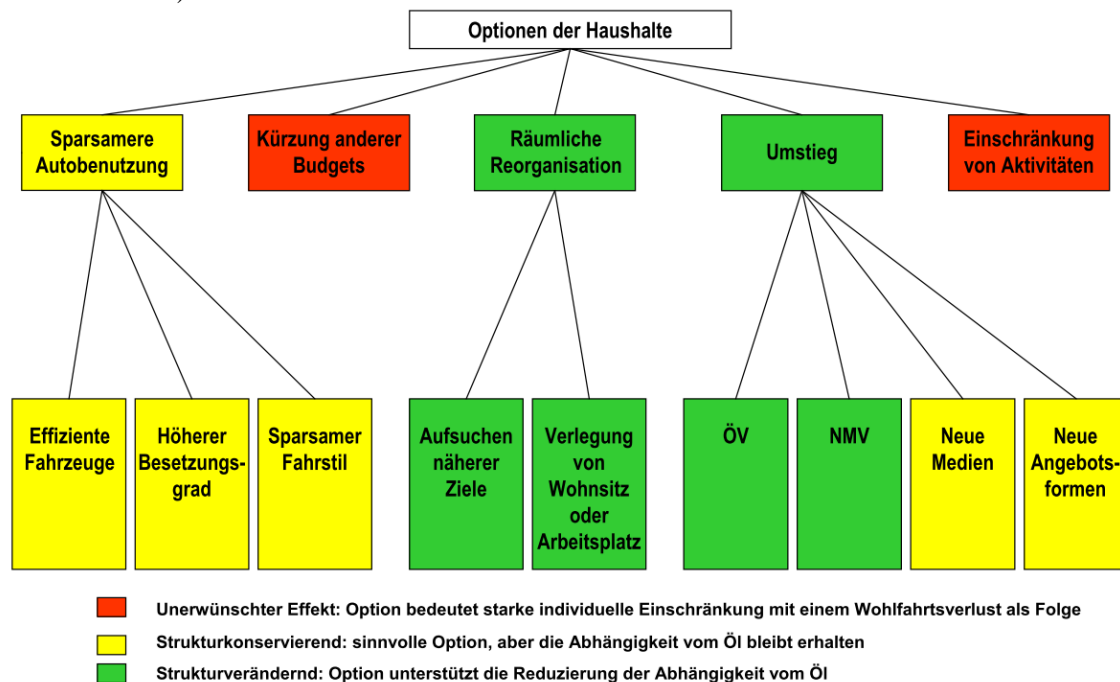


Fig. 3: Mögliche kurz- und langfristige Anpassungsreaktionen auf steigende Energiepreise (Quelle: Gertz et al. 2008)

Gerade bei der räumlichen Reorganisation (Jobwechsel, Umzug) sind die individuellen Entscheidungen von den Wechselwirkungen zwischen Angebot und Nachfrage auf dem Arbeits-, Wohnungs- und Immobilienmarkt abhängig.

Zur Abbildung dieser komplexen Entscheidungen und Wechselwirkungen wird ein integriertes Landnutzungs- und Verkehrsmodell eingesetzt. Im folgenden Abschnitt wird ein Überblick über die Gesamtsimulation gegeben und insbesondere die Teilmodelle des Wohnungs- und Immobilienmarkts vorgestellt. Dabei wird ein Focus auf die Frage gelegt, wie die Prozesse der Reurbanisierung, Innenentwicklung und Gentrifizierung abgebildet werden können und wie eine Wirkungsabschätzung verschiedener Handlungsstrategien von Politik und Planung, die im Planspiel diskutiert werden sollen, erfolgen kann.

3 DAS INTEGRIERTE FLÄCHENNUTZUNGS- UND VERKEHRSMODELL

Integrierte Flächennutzungs- und Verkehrsmodelle wurden seit den 1970er-Jahren weltweit entwickelt. Einen Überblick über Integrierte Landnutzungs- und Verkehrsmodelle finden sich bei Wegener und Fürst (1998), Torrens (2000) und Wegener (2004). Im deutschsprachigen Raum sind als Anwendungen integrierter Modelle bekannt: Das makroskopische IRPUD-Modell für die Region Dortmund (Wegener 1998) und dessen mikroskopische Weiterentwicklung ILUMASS (Beckmann et al. 2007), das Dresden-Modell (Rümenapp 2004), die Anwendung der mikroskopischen Simulation UrbanSim (Waddell 2002) für die Region Zürich (Löchl 2007) sowie das systemdynamische Modell MARS für die Region Wien/Bratislava (Pfaffenbichler et al. 2007). Eine Diskussion der Vor- und Nachteile makro- und mikroskopischer Modellansätze findet sich bei Wegener (2009).

3.1 Gesamtstruktur des €LAN-Modells

Für €LAN wurde eine im Wesentlichen dynamische, mikroskopische Multi-Agenten-Simulation mit einigen makroskopischen Teilmodellen entwickelt, die mit dem mikroskopischen Steuer-/Transferleistungsmodell FiFoSim (Peichl and Schaefer, 2009) gekoppelt wird.

Das Modell soll Entscheidungen von Haushalten und Betrieben sowie die Entwicklung von Gebäuden und der Flächennutzung in der Metropolregion Hamburg (4.5 Mio Einwohner, 2 Mio Jobs, 1 Mio. Gebäude) von 2010 bis 2035 simulieren.

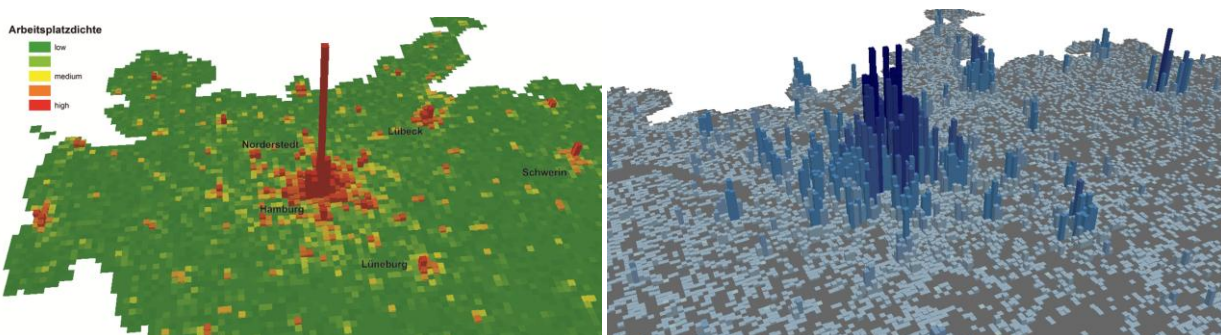


Fig. 4: Arbeitsplätze und Einwohnerdichte in der Region Hamburg

Diese synthetischen Haushalte und Personen, Betriebe und Jobs sowie Gebäude mit Wohnungen und Gewerbeeinheiten wurden auf der Basis verschiedenster Datenquellen generiert (amtl. Statistiken auf Gemeinde/Stadteilebene, amtliche Geodaten, Mikrogeographische Daten kommerzieller Anbieter generiert und werden weiter mit Hilfe verschiedener Mikrodatsätze (Mikrozensus, Sozio-Ökonomisches Panel SOEP) weiter attribuiert. Daten zum Gebäudebestand, die auf der Basis topographischer Karten generiert wurden (Meinel 2008) werden weiter um Informationen zu Sanierungszustand und Energieverbrauch sowie Miet- und Kaufpreisen auf der Basis eines umfangreichen Datensatzes von Immobilien-Angebotsdaten ergänzt.

In jedem Simulationsjahr werden verschiedene Teilmodule durchlaufen, welche die demographischen Prozesse, die Entwicklung von Betrieben und Jobs (Firmographie), den Wohnungs- und Arbeitsmarkt, die Immobilien- und Flächenentwicklung sowie den Verkehr abbilden. Da der Fokus des Modells auf der Simulation der Wirkungen von Preisänderungen auf Standort- und Mobilitätsentscheidungen unterschiedlicher Haushaltstypen liegt, werden die Haushaltsbudgets (Einkünfte, Steuern/Abgaben, Ausgaben für Energie, Mobilität und Wohnen und sonstigen Konsum) abgebildet. Haushalte, deren verfügbares Einkommen nach Abzug von Energie-, Wohn- und Mobilitätskosten sinkt, spüren einen besonderen Handlungsdruck und werden verstärkt Anpassungsreaktionen auf steigende Energiepreise

zeigen. Das Modell FiFoSim ermittelt zudem die Konsequenzen der Trends und möglicher fiskalischer und sozialpolitischer Handlungsoptionen der Planspielakteure auf die öffentlichen Haushalte.

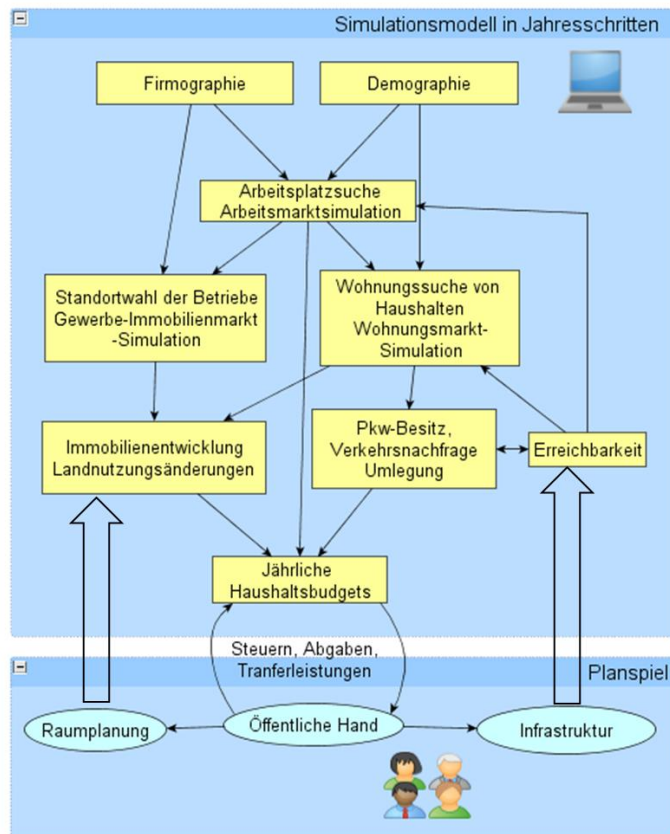


Fig.5: Modellstruktur (Quelle: nach Bohnet/Gertz 2011)

Abbildung 5 zeigt die Gesamtstruktur des Modells. Im Folgenden soll das Arbeitsmarktmodell, das Wohnungsmarktmodell, die Immobilienentwicklung und das Verkehrsmodell abgebildet werden.

3.2 Das Arbeitsmarktmodell

Das Arbeitsmarktmodell bildet das Arbeitsangebot und die Arbeitsnachfrage ab. Zunächst wird ermittelt, welche Personen einen Voll- bzw. Teilzeitjob suchen und welchen Bildungsgrad und Qualifikation sie mitbringen. Diese Modelle wurden empirisch auf der Basis der SOEP-Daten (Wagner et al. 2008) geschätzt. Dabei wird in Abhängigkeit der Erreichbarkeit (Pendelzeiten und -Kosten) für jeden Jobsuchenden simuliert, wo in der Region sie sich auf passende Jobs bewerben.

Die Arbeitsnachfrage ergibt sich aus dem „Firmographie-Modell“, das (Wachstum, Schrumpfung, Fluktuation, Schließungen und Neugründungen, sowie Umzüge von Betrieben abbildet). Bei der Standortwahl neugegründeter und umziehender Firmen spielen je nach Branche unterschiedliche Standortfaktoren eine Rolle (Arbeitskräfteangebot, Flächenverfügbarkeit, Kundennähe, Erreichbarkeit von Infrastruktureinrichtungen, z.B. des Flughafens, s. folgende Abbildung).

Das Arbeitsmodell geht nicht von einem Gleichgewichtszustand aus. Vielmehr ist es eine dynamische Simulation, bei der sich Jobsuchende auf Stellen bewerben und die Betriebe dann den passendsten Bewerber auswählen (Distanzfunktion aus Qualifikation und bisheriger Branche). Erhält ein Bewerber mehrere Jobangebote, so wählt er den mit dem höchsten Lohn abzüglich Pendelkosten. Bewerber können in einer Simulationsperiode keinen Job finden und passen dann ggf. ihre Suchkriterien an (weitere Pendelwege werden in Kauf genommen). Jobs können unbesetzt bleiben, wenn sich keine passenden Bewerber finden. Dies ist bei steigenden Energiepreisen für schlecht erreichbare Gewerbegebiete mit gering entlohnten Jobs zu erwarten, zu denen das Pendeln sich nicht mehr lohnt.

die durch eine „Negativplanung“ (Flächen für Natur- und Landschaftsschutz, Grünflächen und Verkehrsanlagen für Straßen, Bahn- und Hafen) für eine bauliche Nutzung nicht in Frage kommen. Dabei könnten z.B. in Abhängigkeit der im Planspiel definierten planerischen Strategien Festlegungen zu erlaubten Nutzungsarten und Baudichten definiert werden.

Durch diesen Modellansatz soll der Tatsache Rechnung getragen werden, dass sich ein immer größerer Anteil der Immobilienentwicklung in der Region im Rahmen von Umnutzungen und Nachverdichtungen bestehender Gebiete vollzieht und der Neubau „auf der grünen Wiese“ in den zentralen Bereichen kaum mehr möglich ist. Zudem erlaubt dies auch die Abbildung gemischter städtebaulicher Nutzungen, was in vielen Modellen, die in Nordamerika entwickelt wurden, nicht vorgesehen ist.

3.5 Verkehrsmodell und Erreichbarkeiten

Der Verkehr wird in einem hybriden Mikro-/Makromodell simuliert. Der Wirtschaftsverkehr wird in einem vereinfachten makroskopischen Nachfragemodell als Verkehrsströme zwischen Verkehrsknoten sowie Betrieben verschiedener Branchen abgebildet.

Im Arbeitsmarktmodell wurden schon die Arbeitsorte aller erwerbstätigen Personen lokalisiert. Für die Haushalte wird daher zunächst mit einer mikroskopischen Monte-Carlo-Simulation der Pkw-Besitz und die Verkehrsmittelwahl auf dem Arbeits-/Ausbildungsweg modelliert. Dabei fließt neben Haushaltstyp und dem einkommensabhängigen verfügbaren Mobilitätsbudget die Erreichbarkeit des/der Arbeitsplätze und der Einkaufs- und Freizeitgelegenheiten mit und ohne Pkw als nutzenbasierter Erreichbarkeitsindikator ein (Bohnet 2008, 2010). So kann z.B. konsistent abgebildet werden, dass bei steigenden Energiepreisen ein Pendler auf den ÖPNV umsteigt und der Haushalt ggf. deshalb auch den Zweitwagen abschafft.

Ein ergänzendes Modell zur Wahl des Pkw-Typs und der Antriebsart (Elektromobilität...) ist für eine zweite Stufe des €LAN-Modells vorgesehen.

Die Verkehrsnachfrage (Ziel- und Verkehrsmittelwahl) im Einkaufs-, Erledigungs- und Freizeitverkehr wird dann in einem klassischen makroskopischen Verkehrsmodell berechnet.

Die gesamte Verkehrsnachfrage wird dann auf die Netze des Kfz-Verkehrs und ÖPNV in 4 Zeitscheiben (HVZ morgens, NVZ, HVZ nachmittags, SVZ) umgelegt und so Reisezeiten und -kosten berechnet.

Auf der Basis dieser Reisezeitmatrizen und der simulierten Raumstruktur werden Erreichbarkeitsindikatoren berechnet, die nicht nur mit dem Verkehrsnachfragemodell iterativ rückgekoppelt werden, sondern auch in der nächsten Simulationsperiode in das Wohnungs- und Arbeitsmarktmodell einfließen. So können auch die Wirkungen von Infrastrukturmaßnahmen auf die Raumentwicklung abgebildet werden (z.B. Erreichbarkeitsveränderungen auf den Arbeitsmarkt durch einen neuen Autobahnring).

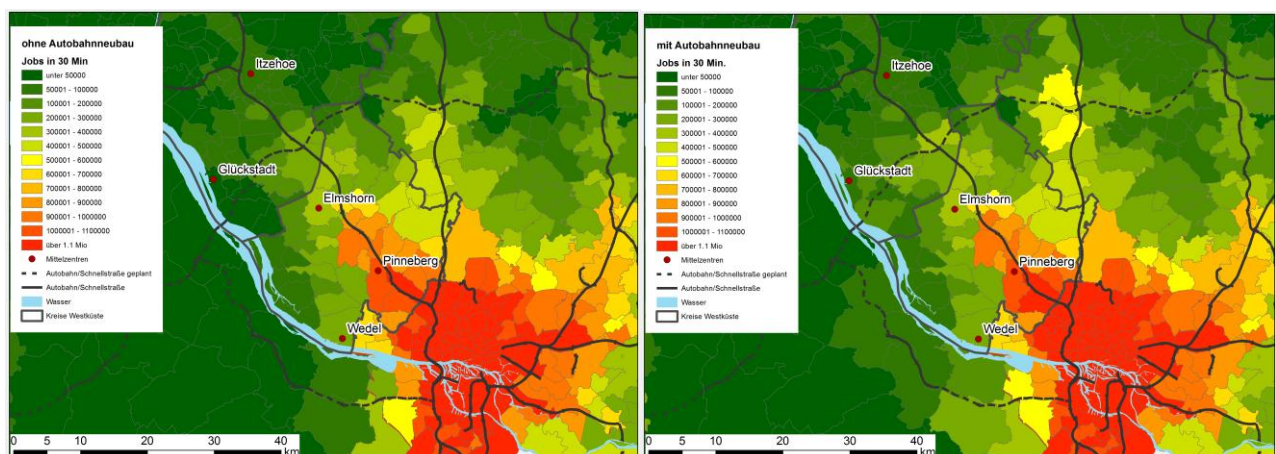


Fig. 7: Wirkungen der geplanten Nord-Umfahrung Hamburg auf die Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen in 30 Min. mit dem Pkw (Off-Peak)

4 FAZIT UND AUSBLICK

Mit dem vorgestellten integrierten Flächennutzungs- und Verkehrsmodell für die Metropolregion Hamburg sollen die komplexen Wechselwirkungen zwischen Energiepreisentwicklungen, Raum- und Verkehrsentwicklung abgebildet werden. Das Modell befindet sich zur Zeit in der Entwicklung. Die meisten

benötigten Datengrundlagen wurden aufbereitet, einige Modellbausteine bislang fertig gestellt, andere sind im Stadium der Parameterschätzung. Im 1. Halbjahr 2012 soll das Gesamtmodell dann funktional und im Hinblick auf seine Sensitivität gegenüber Maßnahmen und Trends getestet sowie anhand weiterer Datengrundlagen aus der Region validiert¹ werden, bevor es im Jahr 2013 im Planspiel mit den Praxisakteuren aus der Region eingesetzt wird.

Ziel ist es, zu testen, wie die Resilienz unseres Raum- und Verkehrssystems am Ende des Ölzeitalters bei steigenden Energiepreisen verbessert werden kann. Wir glauben, dass ein Umbau des Verkehrssystems durch eine intensive Förderung der Nahmobilität und des ÖPNV sowie eine Siedlungsentwicklung mit mehr Mischnutzung an integrierten, gut erreichbaren Standorten erforderlich ist, um den Stresstest (Wulfhorst) des Peak Oils zu bestehen. Allerdings gibt es aufgrund der komplexen Wechselwirkungen und Nutzungskonkurrenzen keine einfachen Lösungen, wie sich an der aktuellen Debatte um die Gentrifizierung innerstädtischer Quartiere zeigt.

In einer Policy-Analyse wurden sechs grundsätzliche Politik-Strategien identifiziert, mit steigenden Energiepreisen in den verschiedenen Politikfeldern (Stadtentwicklung, Verkehrspolitik, Fiskalpolitik, Sozialpolitik, Umweltpolitik) umzugehen. Dabei reicht die Spannweite vom „nichts machen“ über verschiedene Formen des „Gegensubventionierens“ bis hin zu proaktiven Strategien, die Innovationen bei der Energieeffizienz und bei alternativer Energiequellen für Mobilität und Wohnen fördern oder gar einen Strukturumbau weg von einem ölabhängigen Siedlungs- und Verkehrssystem fördern. In folgender Tabelle sind exemplarisch einige ausgewählte Maßnahmen aus den verschiedenen Politikfeldern im Sinne dieser Strategien aufgeführt.

Politikfeld	Grundsätzliche Politikausrichtung				
	„nichts machen“	Gegensubventionieren (I): „Energiesteuern senken“	Gegensubventionieren (II): „Härtefalltarife“	Innovations-offensive	Strukturumbau
Stadtentwicklung			sozialer Wohnungsbau		Konzentration der künftigen Bautätigkeit auf nicht-autoabhängige Standorte
Verkehrspolitik			Pendlerpauschale	Elektro-Mobilitätsförderung	ÖV-Ausbau
Fiskalpolitik		Energiesteuersenkung			
Sozialpolitik			Wohngeld		
Umweltpolitik					verbindliche Dämmstandards

Table 1: Grundsätzliche Politikausrichtung beim Umgang mit steigenden Energiepreisen und ausgewählte Handlungsoptionen nach Politikfeldern

Ein integriertes Flächennutzungs- und Verkehrsmodell, könnte einen Beitrag dazu leisten, diese und andere Lösungsoptionen auf ihre Wirkungen auf verschiedene Bevölkerungsgruppen differenziert zu untersuchen und die politische Debatte, die sich bei stark steigenden Energiepreisen verschärfen wird, zu versachlichen. Bislang ist es allerdings in der Planungspraxis wenig geübt, langfristige Modelle zur Entscheidungsunterstützung einzusetzen. Daher sollen im Planspiel in einem „geschützten Raum“ gemeinsam mit den Akteuren aus Politik und Verwaltung wertvolle Erfahrungen gesammelt werden.

¹ Eine an sich wünschenswerte Modellvalidierung anhand von Modellläufen über die letzten Jahrzehnte, die von unterschiedlichen Phasen schnell steigender und fallender (realer) Ölpreise gekennzeichnet waren, ist aufgrund der Datenlage zur Zeit leider nicht möglich.

5 REFERENCES

- BECKMANN, K. J., BRÜGGEMANN, U., Gräfe, J., Huber, F., Meiners, H., Mieth, P. et al.: ILUMASS - Integrated Land-Use Modelling and Transportation System Simulation. Endbericht. Hg. v. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Berlin, 2007.
- BOHNET, Max; GERTZ, Carsten: Mode specific accessibility and car ownership. In: Gebhard Wulfhorst (Hg.): Erreichbarkeit - Accessibility - Accessibilité. mobil.TUM 2008 - International Conference on Mobility and Transport. Technische Universität München, Institute for Transportation. München, 2008.
- BOHNET, Max; GERTZ, Carsten (2010): Model Event History of Car and Licence Availability. How Accessibility Shapes Acquisition and Disposal of Cars. In: TRR 2156, S. 120–130. Washington D.C., 2010.
- BOHNET, Max; GERTZ, Carsten: Simulating the Impact of increasing oil prices on land use and mobility in the Hamburg Metropolitan Region. In: John D. Hunt und John E. Abraham (Hg.): CUPUM 2011. 12th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management. Proceedings CD-ROM. Lake Louise. Calgary, 2011.
- DITTRICH-WESBUER, Andrea; OSTERHAGE, Frank: Wohnstandortscheidungen in der Stadregion: Das Beispiel "Bergisches Land". Dortmund (ILS - Trends) (2/08), 2008.
- IEA (International Energy Agency): World energy outlook 2009. Paris, 2009.
- GERTZ, Carsten; ALTENBURG, Sven; HERTEL, Christof; BOHNET, Max (2008): Chancen und Risiken steigender Verkehrskosten für die Stadt- und Siedlungsentwicklung unter Beachtung der Aspekte der postfossilen Mobilität. Vorstudie im Rahmen der Allgemeinen Ressortforschung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.
- KÜHL, Jana; OOSTENDORP, Rebekka; OSTERHAGE, Frank: Wohnstandortsuche und -entscheidung in polyzentrischen Stadregionen: Die Rolle des Quartiers in einem Raum hoher Erreichbarkeiten. Dortmunder Konferenz Raum- und Planungsforschung. Fakultät Raumplanung der TU Dortmund. Dortmund, 2010.
- Löchl, Michael: Implementierung des integrierten Flächennutzungsmodells UrbanSim für den Großraum Zürich - ein Erfahrungsbericht. In: DISP 43 (168), S. 13–25. 2007.
- MATTHES, Gesa: Explaining Reurbanization - Empirical evidence of intraregional migration as a long-term mobility decision from Germany. Hrsg: Association for European Transport: European Transport Conference 2011 (Proceedings), Seminar: Sustainable Land Use and Transport, Glasgow, Okt. 2011.
- MATTHES, Gesa: Umziehen oder nicht? Eine Untersuchung der Umzugswahrscheinlichkeit von Haushalten anhand des Sozio-Ökonomischen Panels (SOEP). Dortmunder Konferenz Raum- und Planungsforschung. Fakultät Raumplanung der TU Dortmund. Dortmund, 2012.
- MEINEL, Gotthard: Automatische Ableitung von stadtstrukturellen Grundlagendaten und Integration in einem Geographischen Informationssystem. Abschlussbericht. ein Projekt des "Forschungsprogramms Stadtverkehr (FoPS)". Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Forschungen / Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Heft 134). Bonn, 2008.
- Peichl, A., Schaefer, T.: FiFoSiM. An Integrated Tax Benefit Microsimulation and CGE Model for Germany. In: International Journal of Microsimulation 2 (1), S. 1–15. 2009.
- PFÄFFENBICHLER, Paul; HALLER, Reinhard; PONTIKAKIS, Elissavet: Wechselwirkungen zwischen Flächennutzung und Verkehr in einem dynamischen Umfeld. Ein Modellsystem der bipolaren Hauptstadtregion Wien-Bratislava. In: Manfred Schrenk, Vasily V. Popovich und Josef Benedikt (Hg.): CORP 007 Proceedings: Eigenverlag des Vereins CORP - Competence Center of Urban and Regional Planning. Wien, 2007
- Rümenapp, J., Gutsche, J.-M., Kutter, E.: Die Einflüsse des Leitprojektes intermobil auf die Mobilitäts- und Verkehrsentwicklung in der Region bis 2015: Ergebnisse von Wirkungsermittlungen und Simulationsuntersuchungen. In: GWT (Hg.): wissenschaftliches Kolloquium des BMBF-Leitprojektes intermobil Region Dresden und des Alcatel SEL Stiftungskollegs für interdisziplinäre Verkehrsforschung an der TU Dresden. Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer der TU Dresden mbH. Dresden, 2004.
- Statistisches Bundesamt (Hg.): Wirtschaftsrechnungen. Einkommens- und Verbrauchsstichprobe. Einnahmen und Ausgaben privater Haushalte. (Fachserie 15, Heft 4). Wiesbaden, 2010.
- Torrens, P. M.: How Land-Use-Transportation Models Work (CASA Working Paper, 20). London, 2000.
- VALLÉE, Dirk, WITTE, Andreas, BRUNS, André, MANZ, Wilko, HONECKE, Marcel, GÜNTNER, Stephan: Chancen des ÖPNV in Zeiten einer Renaissance der Städte. Hrsg: BMVBS: BMVBS-Online-Publikation, 1/2012, .
- Waddell, Paul: UrbanSim: Modeling Urban Development for Land Use, Transportation and Environmental Planning. In: Journal of the American Planning Association 68 (3), S. 297–314. 2002.
- Waddell, P., Ševčíková, H., Socha, D., Miller, E. J., Nagel, K.: Opus: An Open Platform for Urban Simulation. In: Susan Batty (Hg.): CUPUM 05. Computers in Urban Planning and Management. London: Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London, 2005.
- WAGNER, Gert G.; GÖBEL, Jan; KRAUSE, Peter; PISCHNER, Thomas; SIEBER, Ingo: Das Sozio-oekonomische Panel (SOEP). Multidisziplinäres Haushaltspanel und Kohortenstudie für Deutschland. Eine Einführung (für neue Datennutzer) mit einem Ausblick (für erfahrene Anwender). In: AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv 2 (2), S. 301–328. Berlin, 2008.
- Wegener, M.: The IRPUD Model. Dortmund, 1998. Online available at http://www.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/pro/mod/mod_e.htm.
- Wegener, M.: Overview of Land Use Transportation Modeling. In: David A. Hensher, Kenneth J. Button, Kingsley E. Haynes und Peter R. Stopher (Hg.): Handbook of transport geography and spatial systems. 1. ed. Elsevier, S. 125–146. Amsterdam, 2004.
- Wegener, M.: From Macro to Micro – How Much Micro is too Much? International Seminar on Transport Knowledge and Planning Practice. University of Amsterdam. 14.10.2009. Amsterdam, 2009.
- Wegener, M., Fürst, F.: Land-Use Transport Interaction. State of the Art. Dortmund (Berichte aus dem Institut für Raumplanung, 46). Dortmund, 1998.