

Wechselwirkungen zwischen Flächennutzung und Verkehr in einem dynamischen Umfeld – ein Modellsystem der bipolaren Hauptstadtregion Wien - Bratislava

Paul PFAFFENBICHLER, Reinhard HALLER & Elissavet PONTIKAKIS

Dipl. Ing. Dr. Paul Pfaffenbichler, Technische Universität Wien, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik (TUW-IVV),
Gußhausstr. 30/231, A-1040 Wien, paul.pfaffenbichler@tuwien.ac.at

Dipl. Ing. Reinhard Haller, Technische Universität Wien, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik (TUW-IVV),
Gußhausstr. 30/231, A-1040 Wien, reinhard.haller@tuwien.ac.at

Dipl. Ing. Dr. Elissavet Pontikakis, geoanswer@gmail.com

1 EINLEITUNG

Die österreichische Hauptstadt Wien und die slowakische Hauptstadt Bratislava liegen nur etwa 60 Kilometer voneinander entfernt. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts waren die beiden Städte Teil der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. Eine Straßenbahnlinie verband die beiden Städte miteinander und es gab einen regen wirtschaftlichen und kulturellen Austausch. Wiener Bürger fuhren z.B. zum Einkaufen oder für einen Opernbesuch nach Bratislava. Nach dem Zweiten Weltkrieg waren die beiden Städte jahrzehntelang durch den Eisernen Vorhang voneinander getrennt. Mit dem Ende des Kalten Krieges in den späten 1980ern begann die Isolation langsam zu bröckeln. Den bisherigen Höhepunkt in der Integration der Region Wien-Bratislava stellt der Beitritt der Slowakei zur Europäischen Union im Jahr 2004 dar. Durch diesen werden nach einer Übergangsfrist alle Handels- und Zollbarrieren verschwinden. In Verbindung mit der räumlichen Nähe entsteht dadurch eine dynamische Entwicklung des Raumes, welche die Region Wien-Bratislava zu einer einzigartigen Fallstudie macht. Dieser Extremfall bietet die Möglichkeit neue Erkenntnisse über die Dynamik der Wechselwirkungen zwischen Raum- und Verkehrssystem zu gewinnen.

Gleichgewichtsmodelle, die nur einen zukünftigen Zustand vorhersagen, sind für diese Situation ungeeignet. Als Konsequenz wurden in dem hier präsentierten Projekt zwei verschiedene Modelltypen angewendet, zum einen auf der Ebene der gesamten Region das integrierte, dynamische Flächennutzungsmodell MARS und zum anderen auf der Ebene des Korridors der Schnellbahnlinie S7 ein Cellular-Automata-Modell. Die Kombination dieser beiden Modelle bietet zahlreiche Synergien hinsichtlich der analysierbaren Fragestellungen.

Im ersten Schritt werden in der Region geplante und mögliche verkehrs- und raumplanerische Maßnahmen und Strategien untersucht. Eine davon ist z.B. die Verlängerung der Schnellbahnlinie S7 bis nach Bratislava. Mit Hilfe des Modells MARS werden die Auswirkungen verschiedener Szenarien auf die Gesamtregion untersucht. Mit MARS werden unter anderem die Entwicklung des Verkehrsaufkommens und die zeitlich-räumliche Arbeitsplatz- und Haushaltmigration vorhergesagt. Diese Ergebnisse dienen in weiterer Folge als Rahmen und Input in die detaillierte, dis-aggregierte Modellierung der Flächennutzungsentwicklung innerhalb des Korridors der Schnellbahnlinie S7. Die zeitlich-räumliche Komponente der Modellergebnisse wird mit Hilfe der Software Animap in Form animierter GIS-Karten dargestellt.

2 DIE REGION WIEN – BRATISLAVA

2.1 Geschichte

Ende des 19., Anfang des 20. Jahrhunderts waren Wien und Bratislava Teil der Österreichisch-Ungarischen Monarchie (OECD, 2003). In dieser waren die beiden Staaten Österreich und Ungarn in relativ großer Unabhängigkeit unter einem gemeinsamen Monarchen vereint. Bratislava, damals nur unter seinem deutschen Namen Pressburg bzw. seinem ungarischen Namen Pozsony bekannt, war Teil des ungarischen Staates. Wien, die Hauptstadt Österreichs und der Monarchie, war damals mit ungefähr 2 Millionen Einwohnern die viertgrößte Stadt der Welt. Bratislava war mit seinen rund 70 Tausend Einwohnern eine aufstrebende Kleinstadt und nach 1900 die zweitwichtigste Industriestadt Ungarns. Wien und Bratislava waren durch Eisenbahn und Binnenschiffahrt verkehrlich gut erschlossen. 1914 wurde zwischen den beiden Städten mit großem Erfolg eine Straßenbahnverbindung eingeführt (OECD, 2003). Nichtsdestotrotz existierten zwischen Österreich und Ungarn zahlreiche Handelshemmnisse und Zölle. Firmen hatten es sehr schwer erfolgreich von außen Geschäfte abzuwickeln. Es war deshalb notwendig Zweigstellen in Ungarn zu eröffnen. Vor allem durch seine Nähe zu Wien profitierte Bratislava sehr stark von diesem Umstand.

Nach dem Ende des Ersten Weltkriegs kam es 1918 zur Gründung der ersten Tschechoslowakischen Republik (ČSR) (Hanappi, 2006). In der folgenden Periode blieben trotz des Zerfalls der Donaumonarchie die Beziehungen zwischen den beiden Städten deutlich erkennbar (MA 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung, 2003). Zwischen 1939 und 1945 erlangte die Slowakei erstmals in der Geschichte die Unabhängigkeit, allerdings nur als Satellitenstaat des Deutschen Reichs. Nach Beendigung des Zweiten Weltkriegs wurde 1945 die Tschechoslowakische Republik wieder errichtet. 1948 übernahm die Kommunistische Partei die Führung im Land. In der Europäischen Nachkriegsordnung waren die beiden Metropolen Wien und Bratislava danach rund 40 Jahre lang durch den Eisernen Vorhang voneinander getrennt. Erst mit der Samtenen Revolution und dem Fall des Eisernen Vorhanges begann ab 1989 eine schrittweise Integration der beiden Städte zu einer funktionalen Region. 1993 wird die Slowakei ein selbständiger Staat. Der vorläufige Höhepunkt der Integration wurde 2004 mit dem EU-Beitritt der Slowakei erreicht. In der Zeit zwischen dem Ende des Zweiten Weltkriegs und dem Fall des Eisernen Vorhanges orientierte sich die Regionalentwicklung im österreichischen Teil des Grenzgebietes ausschließlich Richtung Westen und im slowakischen Teil ausschließlich Richtung Osten. Mit der Ostöffnung und vor allem seit dem EU-Beitritt der Mittel- und Osteuropäischen Länder (MOEL) hat sich die regionale Ausrichtung der räumlichen Entwicklung drastisch verändert. Der Korridor Wien – Bratislava wurde zur wichtigsten Entwicklungsachse der Region.

2.2 Sozio-Demographie und regionale Wirtschaft

Hinsichtlich ihrer Sozio-Demographie und Wirtschaftsstruktur weisen Wien und Bratislava deutliche Unterschiede aber auch einige Gemeinsamkeiten auf. Hinsichtlich der Einwohnerzahl wies Wien im letzten Jahrzehnt eine mehr oder weniger stagnierende Tendenz auf (Tabelle 1). Im gleichen Zeitraum wuchs die Bevölkerung im Wiener Umland stark an. Völlig konträr dazu verzeichnen sowohl Bratislava Stadt als auch der Kreis Bratislava einen relativ starken Bevölkerungsrückgang. Das Bruttoregionalprodukt (BRP) gemessen in Kaufkraftparitäten liegt sowohl in Wien als auch im Kreis Bratislava deutlich über dem nationalen Durchschnitt. Im Wiener Umland ist die Lage differenziert: der Süden Wiens liegt über dem Österreichischen Durchschnitt, der Norden und das Burgenland aber darunter. Bezogen auf die EU erreicht der Kreis Bratislava in etwa den Europäischen Durchschnitt. Wien und das südliche Wiener Umland weisen eine überdurchschnittliche Wirtschaftskraft auf, das nördliche Wiener Umland und der Norden des Burgenlands eine unterdurchschnittliche.

Region	Einwohner		BRP je Einwohner in Kaufkraftparität 1998	
	2001 (in 1000)	1991-2001 (%)	Index national = 100	Index EU = 100
Bratislava Stadt	428.7	-13.5		
Kreis Bratislava	599.0	-7.4	204	99
Wien	1550.1	+0.7	146	163
Wiener Umland Nord	278.8	+11.2	73	81
Wiener Umland Süd	294.2	+8.0	121	135
Nord Burgenland	141.3	+6.6	71	80

Tabelle 1: Vergleich einiger sozio-demographischer und wirtschaftlicher Indikatoren
Quelle: (Hrdina et al., 2002) S. 4, (MA 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung, 2003) S. 15 f., S. 123

Abbildung 1 zeigt einen Vergleich der Regionen hinsichtlich des Anteils der Arbeitskräfte nach Sektoren. Der Anteil der Beschäftigten im Servicesektor ist mit ungefähr 80% in Wien und im Kreis Bratislava deutlich höher als in Niederösterreich und im Burgenland mit etwas unter 70%. Der Kreis Bratislava hat im Vergleich der vier Regionen den höchsten Anteil im marktorientierten Servicesektor und gleichzeitig den niedrigsten Anteil im nicht marktorientierten Servicesektor.

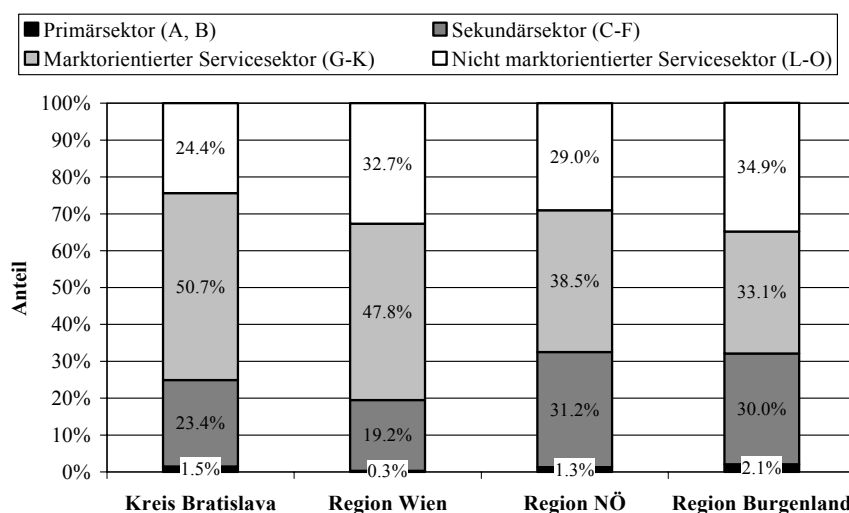


Abbildung 1: Anteil der Beschäftigten nach Sektoren und Region, Quelle: (MA 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung, 2003) S 127 f.

3 DAS MODELL MARS DER REGION WIEN-BRATISLAVA

3.1 Grundlagen

MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulator) ist ein aggregiertes, dynamisches Flächennutzungs- und Verkehrsmodell. Das Modell basiert auf der Hypothese, dass Städte selbstorganisierende Organismen sind und daher die Prinzipien der Synergetik zur Beschreibung des Systemverhaltens angewendet werden können. Die methodologische Basis von MARS ist Systems Dynamics, eine in den 1960er Jahren am MIT entwickelte Methodik zur Beschreibung komplexer dynamischer Systeme²⁷. Technische Details der Programmierung des Modells und seine Verknüpfung mit der dynamischen Kartographieapplikation ANIMAP werden in einem parallelen CORP-Beitrag präsentiert (Emberger and Riedl, 2007).

Die aktuellste Version von MARS ist in der systemdynamischen Programmierumgebung Vensim implementiert. Dieses Werkzeug wurde speziell in Hinblick auf dynamische Probleme entwickelt und eignet sich daher optimal für die Modellierung dynamischer Prozesse im Bereich der Siedlungsstruktur- und Verkehrsentwicklung. Das MARS-Modell umfasst mehrere modulare Submodelle. Dazu gehört ein Verkehrsmodell, welches das Verkehrsverhalten der Bevölkerung bei gegebenen Wohn- und Arbeitsorten simuliert. Es werden dabei die aggregierten Wegezwecke Arbeitspendeln²⁸ und Sonstige (Einkauf, Freizeit, etc.) unterschieden. Ein Wohnraumentwicklungs-Modell bildet die Bauentscheidungen von Wohnraumentwicklern ab, ein Wohnstandortentscheidungs-Modell die Wohnortentscheidungen der Haushalte. Analog dazu werden Entwicklung und Standortentscheidungen von Arbeitsstätten in einem Arbeitsstätten-Entwicklungs-Modell und einem Arbeitsstättenstandort-Modell simuliert. Dazu kommen Modelle, die Indikatoren wie Treibstoffverbrauch und Schadstoff-Emissionen abbilden. Die einzelnen Teilmodelle sind eng miteinander verknüpft, wie in Abbildung 2 dargestellt. Ein Modellauf umfasst im Allgemeinen einer Dauer von 30 Jahren, wobei die einzelnen Submodelle iterativ ablaufen. Der wichtigste Zusammenhang zwischen dem Verkehrs- und den Flächennutzungsmodellen besteht aus Erreichbarkeitsindikatoren, die als Output des Verkehrsmodells in die Flächennutzungsmodelle eingehen, und in der Verteilung der Wohnorte und Arbeitsplätze, die als Output der Flächennutzungsmodelle im Verkehrsmodell berücksichtigt werden.

Entsprechend den Prinzipien von System Dynamics sind die Wirkungsmechanismen in MARS qualitativ in Form von Causal-Loop-Diagrammen dargestellt und direkt mit dem Programmcode zur quantitativen Simulation verbunden. Als Beispiel sei hier die Submodell zur Wohnraum-Entwicklung beschrieben (Abbildung 3). Der Rückkoppelungskreis H1 ist stabilisierend: Die Attraktivität einer Zone aus der Sicht von Wohnraumentwicklern hängt von der zu erreichenden Miete ab. Das Niveau der Mieten wird von überschüssiger Nachfrage nach Wohnraum angetrieben,

²⁷ Eine umfassende Beschreibung der Grundprinzipien und Methoden von Systems Dynamics gibt z.B. (Sterman, 2000)

²⁸ Beinhaltet auch die Wege zu Ausbildungsstätten.

die wiederum vom vorhandenen Bestand an Wohnungen und der Entwicklung von neuem Wohnraum abhängt. Durch die Entwicklung von zusätzlichem Wohnraum wächst dessen Bestand, was die überschüssige Nachfrage in der Zone reduziert, die erzielbaren Mieten senkt und die Attraktivität der Zone für Wohnraumentwickler verringert – der Wirkungskreis ist insgesamt stabilisierend. Der Regelkreis H2 hingegen ist eskalierend, da neuer Wohnraum die überschüssige Nachfrage nach Wohnraum reduziert, was in weiterer Folge Mieten und Grundpreise senkt und – unter ansonsten gleichen Bedingungen – die Wohnraumentwicklung weiter attraktiviert. Die Rückkoppelung H3 bildet die Beschränkung die Wechselwirkung zwischen Attraktivität einer Zone und Flächenverfügbarkeit der Zone ab; wenn weniger Land verfügbar ist, sinkt die Attraktivität der Zone – der Regelkreis ist stabilisierend. Dieser Zusammenhang wird in Regelkreis H4 um den Einfluss der Flächenverfügbarkeit auf den Grundpreis erweitert. Weitere Einflussgrößen sind die Anzahl der Einwohner, die Menge an Grünraum und die Erreichbarkeit von Aktivitäten in anderen Zonen; diese kommen als Input aus anderen Submodellen von MARS.

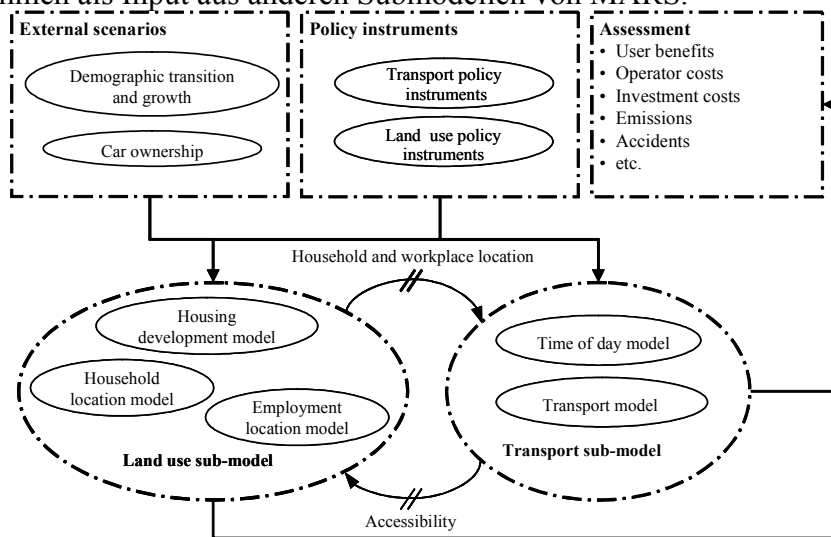


Abbildung 2: Grundstruktur des MARS Modells: Submodelle und deren Verknüpfung

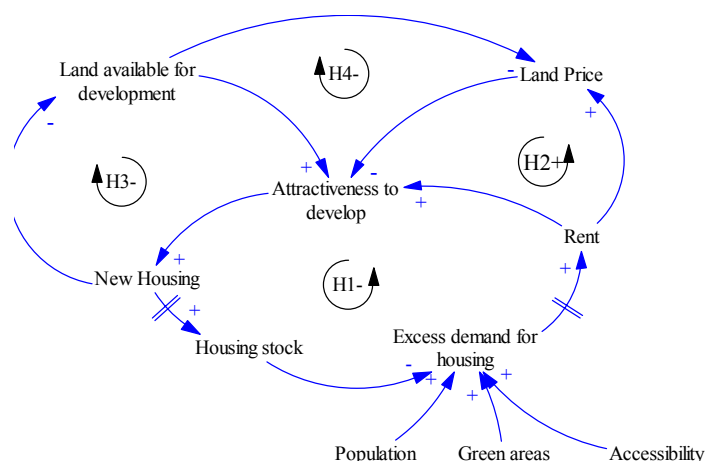


Abbildung 3: Causal-Loop-Diagramm des Wohnraum-Entwicklungs-Modells

3.2 Untersuchungsgebiet

Abbildung 4 zeigt die im Projekt PLUTO (Prediction of Land Use and Transport changes due to Open borders – a modelling framework for the Vienna – Bratislava metropolitan region) für die Anwendung des Modells MARS gewählte Abgrenzung des Untersuchungsgebietes. Das rund 15.000 Quadratkilometer große Untersuchungsgebiet umfasst die Stadt Wien, weite Teile Niederösterreichs, einen Teil des nördlichen Burgenlands und den Kreis Bratislava.

Für die Berechnungen mit dem Modell MARS wurde das Gebiet in 71 Zonen unterteilt. Die Zoneneinteilung orientierte sich an inhaltlichen und technischen Aspekten sowie an der Frage der Datenverfügbarkeit. In inhaltlicher Hinsicht wurde darauf geachtet, dass die Zonen einerseits in sich möglichst homogen sind, sich aber untereinander möglichst deutlich unterscheiden. Dabei wurden strukturelle und funktionale Charakteristika wie Bebauungs- und Besiedlungsdichte, Aus- und Einpendleranteile und Wirtschaftsstrukturen berücksichtigt. So wurden beispielsweise einige „lokale“ Zentren (z.B. St. Pölten oder Eisenstadt) als separate Zone, getrennt von ihrem Umland erfasst. Außerdem wurde in Hinblick auf die Modellierbarkeit von Infrastrukturmaßnahmen darauf geachtet, dass die Zonen möglichst nicht in den Einflussbereich mehrerer Verkehrsachsen fallen. Inhaltliche Überlegungen legten daher tendenziell eine möglichst feine Zoneneinteilung nahe.

Gleichzeitig wurden aus Gründen der Datenverfügbarkeit auf die Grenzen von Verwaltungseinheiten über der Gemeindeebene Rücksicht genommen. Speziell im slowakischen Teil, teilweise aber auch für Österreich, liegen auf der Ebene der Gemeinden nur sehr grundlegende Indikatoren (im wesentlichen Einwohner und Beschäftigte) in regional differenzierter Form vor. Besonders problematisch ist der Bereich der Immobilienbezogenen Daten in der Slowakei. Hier gibt es derzeit lediglich Daten über Mietpreise für Wohnraum auf nationaler Ebene, d.h. ohne regionale Differenzierung. Statistisch repräsentative Informationen über Preise für Immobilieneigentum (Grundstücke und Wohnungen/Häuser) fehlen völlig (Cár, 2006). Auch im Bereich der verkehrsbezogenen Daten – beispielsweise bezüglich der Pendlerverflechtungen – bestehen derzeit noch erhebliche Lücken im Datenangebot. Bei der Abgrenzung der Region Wien-Bratislava wurde der slowakischen Teil daher vorläufig auf die Region („Kraj“) Bratislava eingeschränkt.

Modelltechnische Erwägungen hatten insofern einen Einfluss auf die Zoneneinteilung, als die Anzahl der Zonen limitiert werden musste, um Probleme mit der Stabilität und Laufzeit des Modells zu vermeiden. Das auf diese Art abgegrenzte Untersuchungsgebiet umfasst rd. 10.500 km², auf denen 3,4 Mio. Menschen leben und 1,6 Mio. Arbeitsplätze existieren (Tabelle 2). Der Vergleich zwischen dem österreichischen und dem slowakischen Teil des Untersuchungsgebietes zeigt, dass der österreichische Teil in absoluten Indikatoren wie Fläche, Einwohner- und Beschäftigtenzahlen gemessen wesentlich größer ist: den 8.479 km² in Österreich stehen 1.979 km² in der Slowakei gegenüber; bei den Einwohner ist das Verhältnis bei 2,8 Mio. (Österreich) zu 0,6 Mio. (Slowakei) und bei den Arbeitsplätzen 1,3 Mio. (Österreich) zu 0,3 Mio. (Slowakei).

Bei der Zoneneinteilung wurde – wie beschrieben – versucht, möglichst in sich homogene Zonen zu definieren. Zwischen den einzelnen Regionen treten hingegen deutliche Unterschiede auf. Als Beispiel: Die

Zone mit der geringsten Anzahl von Arbeitsplätzen – der Bezirk Čunovo am Südostrand von Bratislava – weist 186 Arbeitsplätze auf, der historische Kern von Wien (1. Wiener Gemeindebezirk) dagegen rd. 102.000. Im Allgemeinen liegen zwischen den kleinsten und größten Zonen bei den absoluten Indikatoren in etwa 3 Größenordnungen und die Standardabweichungen der Indikatoren sind von ähnlicher Größenordnung wie die Mittelwerte. In dieser Beziehung gibt es keinen wesentlichen Unterschied zwischen dem österreichischen und dem slowakischen Teil. Auch hinsichtlich der meisten relativen Indikatoren wie Siedlungsdichte, Fahrzeugbesitz und Grundpreis unterscheiden sich die Zonen deutlich (Tabelle 3).

	Fläche (km ²)			Einwohner			Arbeitsplätze		
	Gesamt	Österreich	Slowakei	Gesamt	Österreich	Slowakei	Gesamt	Österreich	Slowakei
Insgesamt	10,457.4	8,478.5	1,978.9	3,398,362	2,775,040	623,322	1,643,878	1,303,558	340,320
Minimum	1.1	1.1	6.5	787	4,899	787	186	4,242	186
Maximum	877.1	820.9	877.1	150,636	150,636	124,685	101,668	101,668	100,000
Durchschnitt	147.3	166.2	98.9	47,864	54,413	31,166	23,153	25,560	17,016
Standardabw.	212.5	211.8	211.9	41,367	33,015	32,026	18,700	19,165	23,446

Tabelle 2: Die 71 MARS Modellzonen in absoluten Indikatoren (statistische Kennzahlen)

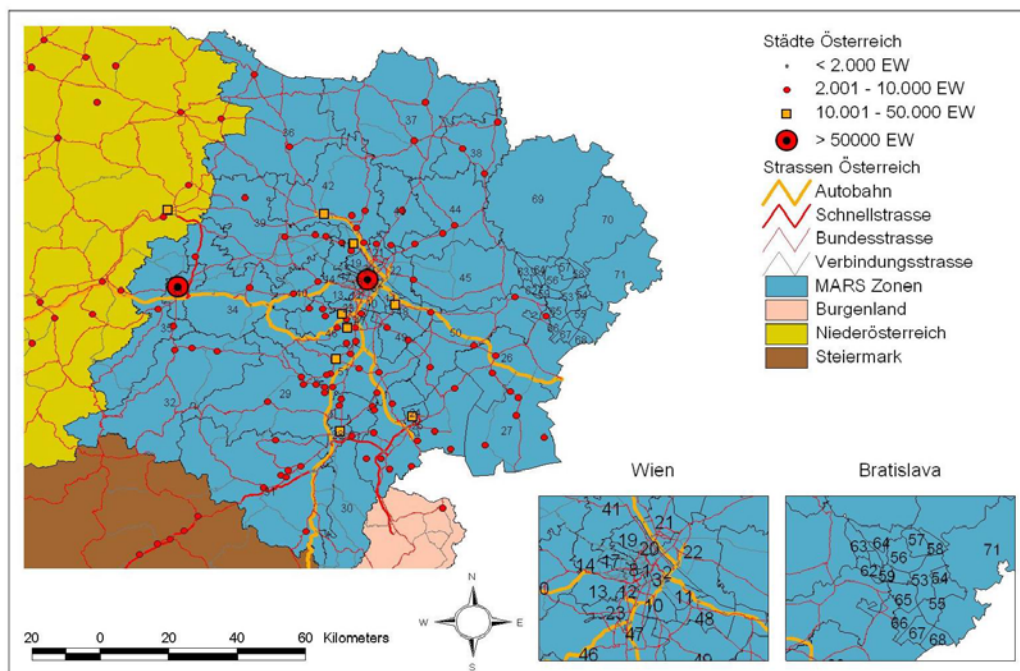


Abbildung 4: Untersuchungsgebiet und Einteilung in 71 Zonen

3.3 Kalibrierung

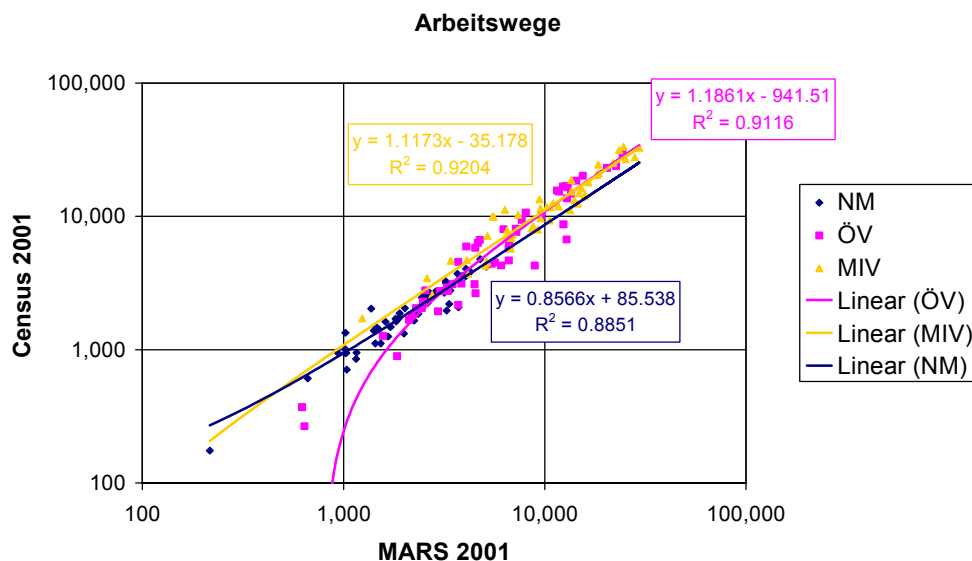


Abbildung 5: Vergleich der Zahl der Arbeitswege nach Quellzone und Verkehrsmittel für das Basisjahr 2001 mit den Ergebnissen der Pendlerstatistik; Quellen: (Statistik Austria, 2004a; b; c)

Für die hier vorgestellte Version des Modells MARS der Region Wien – Bratislava wurde noch keine Kalibrierung des Flächennutzungsmodells durchgeführt. Es wurden die Parameter des Modells von Wien verwendet (Pfaffenbichler, 2003). Einer der nächsten Arbeitsschritte ist deshalb die Neukalibrierung des Modells hinsichtlich der Änderung der Flächennutzungen im Zeitraum 1991 bis 2001. Der Verkehrsmodellteil wurde mit den Daten des Quellpendelverkehrs unterschieden nach Verkehrsmitteln aus der Volkszählung 2001 (Statistik Austria, 2004a; b; c) kalibriert. Leider konnten für den slowakischen Teil des Untersuchungsgebietes bisher keine entsprechenden Daten gefunden werden. Abbildung 5 zeigt eine Gegenüberstellung der mit Hilfe des Modells MARS berechneten Pendlerwege mit den Daten der Volkszählung. Die Übereinstimmung ist mit einem R^2 von ungefähr 0.9 und einer Steigung nahe dem Wert 1 für alle drei Verkehrsmittel als gut einzustufen (Durch die doppelt logarithmische Darstellung erscheint die Regressionsgerade nicht notwendigerweise als Gerade).

4 DAS CELLULAR-AUTOMATA MODELL DES KORRIDORS S7 ZWISCHEN WIEN UND BRATISLAVA

Abbildung 6 zeigt das für das Cellular-Automata Modell gewählte Untersuchungsgebiet. Die Darstellung beinhaltet das Stadtgebiet von Wien, die Gewässerflächen (blaue Linien), wichtige Straßenverbindungen (gelbe Linien), Bahnlinien (rote Linien), Bahnhöfe und „Keimlinge“ der Neuansiedlungen. Abbildung 6 ist das Resultat einer ersten Bearbeitung der im Modell berücksichtigten Parameter. Einer der für die „Keimlinge“ besonders wichtigen Parameter ist die räumliche Nähe zu einem Bahnhof. Die meisten Siedlungen haben sich innerhalb des hellgrünen Puffers rund um die Bahnhöfe entwickelt. Ein weiterer relevanter Faktor ist die Nähe zu hochrangiger Straßeninfrastruktur. Die Nähe zu Wasserflächen stellt ebenfalls einen Attraktivitätsfaktor dar. Es ist evident, dass das urbane Zentrum Wien für die Entwicklung der Siedlungsfläche eine große Anziehungskraft ausübt. Die Neigung des Geländes im gesamten Untersuchungsgebiet ist so gering, dass sie als konstant angenommen werden kann und daher im Cellular-Automata Modell keine Auswirkung auf die Siedlungstätigkeit hat. Zwar gibt es im Umfeld von Wien noch freie Flächen innerhalb des Bahnhofsnähepuffers, das größte Potential liegt aber im Osten des Untersuchungsgebiets Richtung Bratislava. Die Öffnung der Grenzen, die mögliche Verlängerung der Bahnlinie (siehe Abschnitt 5.1) und die dadurch wirksam werdende Anziehungskraft des Ballungsraumes Bratislava erhöhen dieses Potential noch zusätzlich. Der nächste Arbeitsschritt in der Entwicklung des Cellular-Automata Modells ist daher die Vervollständigung der Datenbasis auf der slowakischen Seite des Untersuchungsgebiets.

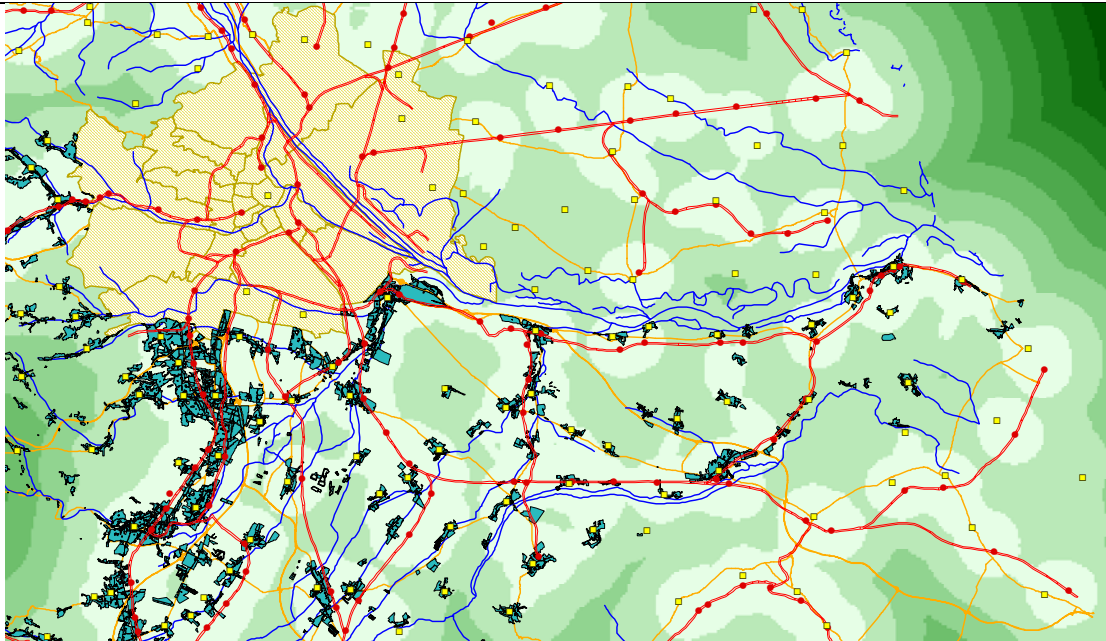


Abbildung 6: Der Korridor der Eisenbahnlinie S7 zwischen Wien und Bratislava

5 VERKEHRLICHE MASSNAHMEN

Ziel der Anwendung der Modellkombination MARS - Cellular-Automata ist die Beurteilung der Auswirkungen verschiedener verkehrsplanerischer und raumordnungspolitischer Maßnahmen. Die folgenden Abschnitte beschreiben zwei der zu untersuchenden verkehrsplanerischen Maßnahmen.

5.1 Öffentlicher Verkehr

Derzeit bestehen drei Möglichkeiten mit dem öffentlichen Verkehr von Wien nach Bratislava zu gelangen (Amon, 2004) S. 33:

- mit der Bahn nördlich der Donau über Marchegg nach Bratislava,
- mit der Bahn südlich der Donau über Parndorf nach Petrzalka und
- mit der Buslinie der Firma Eurolines.

Der so genannte Marchegger Ast ist nicht elektrifiziert, eingleisig, auf eine Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h ausgelegt und 66 Kilometer lang. Die südliche Strecke über Parndorf ist elektrifiziert, zum Teil zweigleisig, auf 140 km/h ausgelegt und 74 Kilometer lang. Kürzlich wurde das Angebot wesentlich verbessert. Werktags verkehren derzeit 37 direkte Züge von Wien Südbahnhof nach Bratislava Hauptbahnhof und 19 über Parndorf nach Bratislava Petrzalka²⁹. Die Fahrzeit ist für beide Varianten relativ ähnlich. Die minimale Fahrzeit beträgt 47 Minuten, die maximale 1:10 h. Die große Mehrheit der Verbindungen benötigt knapp unter einer Stunde.

Als ein Maßnahme zur Attraktivierung des öffentlichen Verkehrs schlägt (Amon, 2004) den zweigleisigen Ausbau und die Beschleunigung des Marchegger Astes auf eine Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h vor. Die Fahrzeit soll dadurch auf 75% der Dauer einer Pkw-Fahrt reduziert werden. Eine weitere Möglichkeit zur Attraktivierung des öffentlichen Verkehrs stellt die Verlängerung der Schnellbahnlinie S7 nach Bratislava Petrzalka dar. Mit einer Trassenführung über Petronell und Kittsee ist eine Fahrzeit von 41 Minuten möglich (Topalgökceli, 2005).

5.2 Motorisierter Individualverkehr

Die österreichische Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft ASFINAG betreibt derzeit im Großraum Wien etliche Planungs- und Neubauprojekte (ASFINAG, 2006). Von besonderer Bedeutung für den Raum Wien-Bratislava sind dabei die teilweise bereits fertig gestellte Wiener Außenring Schnellstraße S1 und die im Bau befindliche Nordost Autobahn A6 Spange Kittsee. Mit der geplanten

²⁹ Quelle: Fahrplanabfrage www.oebb.at am 27.2.2007

Eröffnung der Spange Kittsee Ende 2007 besteht eine durchgängige Autobahnverbindung zwischen Wien und Bratislava. Die kürzeste Verbindung der beiden Stadtzentren führt über die Preßburger Bundesstraße B9 mit dem Nadelöhr Hainburger Tor und ist circa 68 Kilometer lang⁴. Die Fahrzeit über diese Strecke beträgt etwa 59 Minuten³⁰. Die Verbindung über die Nordost Autobahn A6 ist etwa 78 Kilometer deutlich länger³¹. Durch die höheren möglichen Geschwindigkeiten reduziert sich die Fahrzeit trotzdem auch rund 55 Minuten.

6 ERSTE ERGEBNISSE

Sowohl das Modell MARS als auch das Cellular-Automata-Modell des Korridors Wien-Bratislava befinden sich derzeit noch in Entwicklung. Das Modell MARS ist noch nicht vollständig kalibriert und zur Abbildung der Maßnahmen müssen noch einige Daten erhoben werden. Im Folgenden werden erste Ergebnisse des Modells MARS für das Nullszenario, d.h. keinerlei Änderungen in der Verkehrsinfrastruktur, präsentiert. Abbildung 8 zeigt die prognostizierte räumlich Entwicklung der Veränderungen der Einwohnerzahlen zwischen 2006 und 2016. Wien und sein südliches Umland verlieren in diesem Szenario Einwohner. Das nördliche Umland und der Raum zwischen Wien und Bratislava dagegen gewinnen Einwohner. Aufgrund der noch ausstehenden Neukalibrierung des Flächennutzungsmodells sind diese Ergebnisse allerdings mit Vorsicht zu genießen. Abbildung 9 stellt den Verkehrsaufwand für Pendlerwege mit dem Auto bezogen auf die Einwohnerzahl dar. Der linke Teil der Abbildung zeigt die räumliche Aufteilung dieses Indikators im Jahr 2006. Die niedrigsten Entfernungen werden in den Stadtzentren von Wien und Bratislava zurückgelegt. Die mit dem Pkw zur Arbeitsstätte zurückgelegten Weglängen steigen mit der Entfernung zu den Zentren sukzessive an. Der rechte Teil der Abbildung zeigt die Veränderungen zwischen 2006 und 2016. Die zurückgelegten Entfernungen steigen in allen Zonen an. Besonders stark sind die Zunahmen in Bratislava, Wien und dem nördlichen Niederösterreich. Aus Platzgründen können die entsprechenden öffentlichen Verkehr und die nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer hier nicht dargestellt werden.

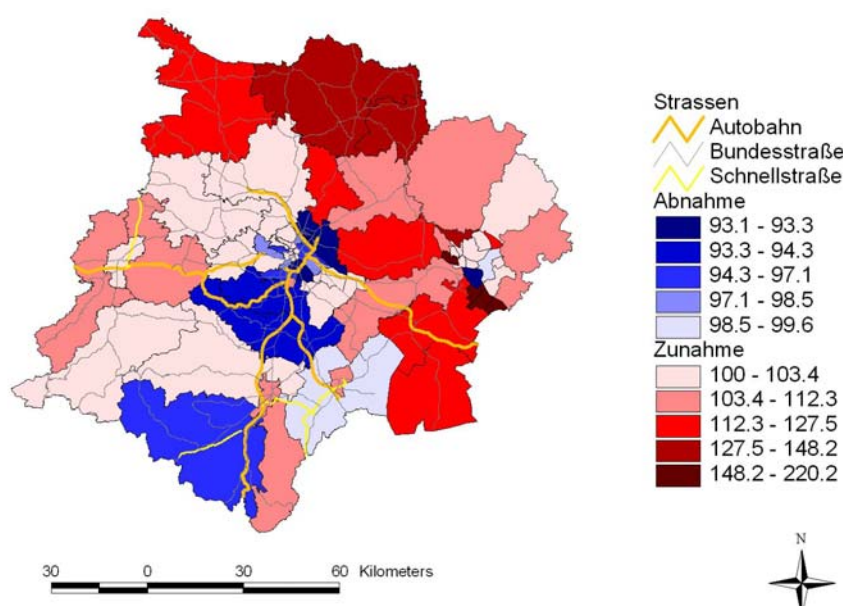


Abbildung 8: Entwicklung der Zahl der Einwohner 2006 bis 2016 (Index 2006 = 100)

³⁰ Quelle: Routenplaner auf www.herold.at, Zugriff: 7.3.2007

³¹ Quelle: Routenplaner auf www.herold.at, Zugriff: 7.3.2007 und (ASFINAG, 2006)

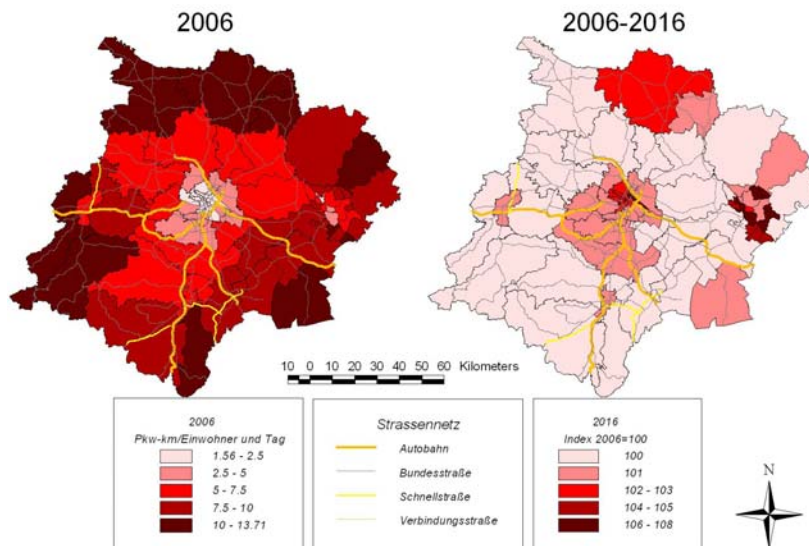


Abbildung 9: Verkehrsaufwand für Arbeitswege in der Morgenspitze in Pkw-Kilometer je Einwohner 2006 und Änderungen bis 2016

7 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Der Wegfall des Eisernen Vorhangs löste im Raum Wien – Bratislava eine äußerst dynamische Entwicklungsphase aus. Statische Modelle sind in dieser Situation keine geeigneten Prognoseinstrumente. Deshalb wird in dem hier präsentierten Projekt ein dynamisches Modellsystem entwickelt. Dieses besteht auf der strategischen Ebene aus einem den Prinzipien von Systems Dynamics folgenden, integrierten Flächennutzungs- und Verkehrsmodell und auf der Detailebene aus einem Cellular-Automata Modell. Beide Modelle befinden sich derzeit noch im Entwicklungsstadium. Die hier präsentierten ersten Ergebnisse sind aber viel versprechend.

Eine große Schwierigkeit stellt die Datenverfügbarkeit dar. Vor allem im slowakischen Teil des Untersuchungsgebietes ausreichend repräsentative und räumlich differenzierte Daten kaum vorhanden bzw. zugänglich. Dies betrifft insbesondere den Immobilien- und Verkehrsbereich. In den bisherigen Arbeiten wurde versucht, die derzeit noch bestehenden, erheblichen Lücken durch Informationen von der nationalen Ebene zu füllen. Auf diese Art können, auch wenn innerslowakische Disparitäten fehlen, zumindest die Unterschiede zwischen dem österreichischen und dem slowakischen Teil berücksichtigt werden. Für den Fall, dass in Zukunft zusätzliche Daten beschafft werden können, soll das Untersuchungsgebiet auch im slowakischen Teil ausgeweitet werden, um so auch das lokal bedeutende Zentrum Trnava zu berücksichtigen.

Der Verkehrsteil des Modells MARS wurde für das Jahr 2001 kalibriert. Allerdings sind räumlich ausreichend differenzierte Daten nur für den Pendlerverkehr und nur für den österreichischen Teil des Untersuchungsgebietes verfügbar. Für andere Wegezwecke sind lediglich räumlich aggregierte Ergebnisse aus Haushaltsbefragungen zugänglich. Um die Parameter für das Flächennutzungsmodell neu zu bestimmen, wird im nächsten Arbeitsschritt ein Modell mit dem Basisjahr 1991 aufgesetzt. Der Flächennutzungsteil wird dann auf die Änderungen der Wohneinheiten, Einwohnerzahlen und Arbeitsplätze zwischen 1991 und 2001. Die so ermittelten Parameter werden dann im Modell mit dem Basisjahr 2001 verwendet. Mit diesem werden dann die großräumigen Auswirkungen von Maßnahmen wie der Verlängerung der Schnellbahnlinie S7, des Baus der Spange Kittsee und verschiedener raumordnungspolitischer Szenarien prognostiziert. Die großräumigen Entwicklungen bilden einen Teil des Inputs in das Cellular-Automata Modell.

8 DANKSAGUNG

Wir möchten uns bei der Wiener Wirtschaftskammer dafür bedanken, dass sie das, diesem Beitrag zugrundeliegende Projekt PLUTO (Prediction of Land Use and Transport changes due to Open borders – a modelling framework for the Vienna – Bratislava metropolitan region) durch die Zuerkennung des Wiener Wirtschaftskammerpreises 2006 ermöglicht hat.

9 LITERATUR

- Amon, B. (2004). "Optionen zur angebotsseitigen Verbesserung des grenzüberschreitenden öffentlichen Personenverkehrs in der Europaregion Wien." Diplomarbeit, Ass. Prof. Dipl. Ing. Dr. Bardo Hörl, Institut für Verkehrssystemplanung, Fakultät für Architektur und Raumplanung, Technische Universität Wien, Wien.
- ASFINAG. (2006). "Planungs- und Neubauprojekte in Österreich." Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft (ASFINAG), Wien. <http://www.asfinag.at/index.php?idtopic=270>, 8.3.2007.
- Cár, M. (2006). "Monitoring Residential Property Prices in Slovakia." BIATEC 14 (1), 9–15.
- Emberger, G., and Riedl, L. (2007). "'MARS meets ANIMAP' - Die Koppelung der Modellsuite MARS mit dynamischer Internet-Karographie." REAL CORP 007: To Plan Is Not Enough, Vienna.
- Hanappi, I. (2006). Bratislava - Gehen, Sehen & Genießen, Falters CITY walks, Falter Verlag, Wien.
- Hrdina, V., Hanus, J., Slimak, D., et al. (2002). "Background Report on the Territorial Review of Vienna - Bratislava Region." AUREX, s.r.o. (architecture, urban planning, spatial and regional planning, ecology and environment, informatics); Commissioned by OECD, Bratislava.
- MA 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung. (2003). Vienna - Bratislava Region, Austrian Background Report for the OECD Territorial Review and 'Assessment and Recommendations' of the OECD, Werkstattberichte, Nr. 59, Stadtentwicklung Wien, MA 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung, Wien.
- OECD. (2003). OECD Territorial Review Vienna-Bratislava, Austria/Slovak Republic, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- Pfaffenbichler, P. (2003). "The strategic, dynamic and integrated urban land use and transport model MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulator) - Development, testing and application." Doctoral thesis, Institute for Transport Planning and Traffic Engineering, Vienna University of Technology, Vienna.
http://www.ivv.tuwien.ac.at/publications/online/MARS_smallest_size.pdf
- Statistik Austria. (2004a). Volkszählung Hauptergebnisse II - Burgenland, Herausgegeben von Statistik Austria, Wien.
- Statistik Austria. (2004b). Volkszählung Hauptergebnisse II - Niederösterreich, Herausgegeben von Statistik Austria, Wien.
- Statistik Austria. (2004c). Volkszählung Hauptergebnisse II - Wien, Herausgegeben von Statistik Austria, Wien.
- Sterman, J. D. (2000). Business Dynamics - Systems Thinking and Modeling for a Complex World, McGraw-Hill Higher Education.
- Topalgökceli, M. (2005). "Vergleich von Trassenvarianten einer Bahnverbindung zwischen Wien und Bratislava unter besonderer Berücksichtigung der Lage des Flughafens." Diplomarbeit, Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Norbert Ostermann and Univ. Ass. Dipl. Ing. Dr. Bernhard Rüger, Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen, Fakultät für Bauingenieurwesen, Technische Universität Wien, Wien.