

Die Entwicklung eines integrierten dynamischen Siedlungsentwicklungs- und Verkehrsmodells für Asiatische Städte

Günter EMBERGER, Nikolaus IBESICH, Paul C. PFAFFENBICHLER

(Dr. Günter EMBERGER, Nikolaus IBESICH: Institut für Verkehrsplanung & Verkehrstechnik, Technische Universität Wien; Gußhausstrasse 30/2, A-1040 Vienna, Austria;

Dr. Paul C. Pfaffenbichler: Centro de Investigación del Transporte, Universidad Politécnica de Madrid; Ciudad Universitaria, E-28040 Madrid, España)

1 EINLEITUNG

In den letzten Jahrzehnten wurde sowohl in Europa als auch weltweit eine stetige Zunahme der Verkehrsprobleme beobachtet. Die angewendeten Lösungsstrategien, zumeist Einzelmaßnahmen im Infrastrukturbereich, waren wenig erfolgreich. Dies führte zu der Erkenntnis, dass nachhaltige Lösungen nur über integrierte Strategien, d.h. durch Kombination mehrerer Maßnahmen, erreichbar sind. Die Europäische Union förderte deshalb ab den 90-er Jahren des vergangenen Jahrtausends einen Forschungsschwerpunkt zur Entwicklung geeigneter Methoden zur Beurteilung integrierter Raumnutzungs- und Verkehrsplanungsstrategien (Emberger and Brunsch 2002). Konkret wurde z.B. die Entwicklung von kombinierten Flächennutzungs- und Verkehrsmodellen (Land Use and Transport Interaction models - LUTI models) gefördert. Diese Modelle sollten in der Lage sein eine Vielzahl verkehrs- und raumplanerischen Maßnahmen gleichzeitig zu simulieren und dabei auch räumliche und zeitliche Effekte abbilden. Zusätzlich sollten die entwickelten Methoden dazu geeignet sein, Maßnahmebündel hinsichtlich synergetischer oder kompensatorischer Effekte zu evaluieren. Die Ergebnisse der Anwendung dieser Methoden wie auch die Methoden selbst sollten für die Entscheidungsfindung auf strategischer Ebene herangezogen werden können. Das Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Technischen Universität Wien war Teil mehrerer in diesem Rahmen geförderter Forschungsprojekte⁸¹.

Zwei dieser Projekte, PROSPECTS⁸² und PLUME⁸³, bilden den Ausgangspunkt für die hier vorgestellte Arbeit. Ergebnisse des Projekts PROSPECTS sind zum einen das Handbuch für Entscheidungsträger und Planer (May, Karlstrom et al. 2003; Minken, Jonsson 2003)⁸⁴. In diesem werden die unterschiedliche Stufen und Methoden der Entscheidungsfindung vorgestellt und die Anwendung einer logischen Struktur vorgeschlagen. Zum anderen wurde das dynamische integrierte Flächennutzungs- und Verkehrsmodell MARS entwickelt (Pfaffenbichler 2003). Das Modell wurde in der Folge für die Städte Wien, Edinburgh, Leeds, Madrid, Oslo, Stockholm und Helsinki aufgesetzt und zur Bearbeitung verschiedenster Fragestellungen herangezogen (Emberger, May et al. 2003; Pfaffenbichler and Emberger 2004). Im Projekt PLUME wurde und wird das in anderen EU Land-use –Projekten (inklusive PROSPECTS) produzierte Wissen zu Syntheseberichten zusammengefasst⁸⁵. Diese repräsentieren einen hoch verdichteten Status quo der europäischen Verkehrswissenschaft mit Bezug zur Raumplanung. Im Rahmen des Programms EU-Asia Pro Eco⁸⁶ fördert die Europäische Union den Wissensaustausch zwischen Europa und Asien. Das Motto des Programms Asia Pro Eco lautet: *Promoting sustainable solutions for the Environment between Europe and Asia*. Die Projekte PROSPECTS und PLUME bilden die Basis für das im folgenden Kapitel beschriebene Asia Pro Eco Project SPARKLE (Sustainability Planning for Asian cities making use of Research, Know-how and Lessons from Europe).

2 DAS PROJEKT SPARKLE

Ziel des Projekts SPARKLE ist: *“promote and transfer knowledge to the countries of South East Asia on the process of developing sustainable urban land use and transport policies, and to provide technical training to local planners and decision makers on how to use scientific and logical approaches to formulate a sustainable land use and transport policy”*⁸⁷.

In den Projekten PROSPECTS und PLUME wurden Strategien für eine nachhaltige Entwicklung in den Bereichen Flächennutzung und Verkehr für den europäischen Kontext entwickelt. SPARKLE verwendet diese Ergebnisse und Verfahrensweisen als Basis für den Wissensaustausch mit Entscheidungsträgern in den asiatischen Regierungen und Kommunalverwaltungen. Der Wissensaustausch erfolgt im Rahmen von zwei dreitägigen Großkonferenzen mit mehr als 200 geladenen Gästen (September 2005, Bangkok und Mai 2006, Hanoi) und sechs dreitägigen Trainingskursen in Thailand, Laos, Kambodscha und Vietnam mit jeweils maximal 20 Teilnehmern. Für diese Veranstaltungen werden die PROSPECTS Handbücher an die Verhältnisse in Südostasien angepasst und übersetzt. Darüber hinaus wird das Flächennutzungs- und Verkehrsmodell MARS für asiatische Verhältnisse adaptiert und in je einer Stadt in Thailand und in Vietnam angewendet. Anhand dieser Fallbeispiele wird in den Trainingskursen gezeigt, wie dynamische Modelle in der Entscheidungsfindung genutzt werden können. Das Projekt SPARKLE startete am 1. November 2004 und hat eine

⁸¹ Z.B.: Optimisation of Policies for Transport Integration in Metropolitan Areas (OPTIMA), Financial Assistance for Transport Integration in Metropolitan Areas (FATIMA), Strategic Assessment Methodology for the Interaction of CTP-Instruments (SAMI), TRANSPORT Planning, Land Use and Sustainability (TRANSPLUS), Procedures for Recommending Optimal Sustainable Planning of European City Transport Systems (PROSPECTS) and Planning Urban Mobility in Europe (PLUME).

⁸² <http://www.ivv.tuwien.ac.at/projects/prospects.html>

⁸³ <http://www.lutr.net>

⁸⁴ Die PROSPECTS Handbücher sind als Download unter der Adresse <http://www.ivv.tuwien.ac.at/projects/prospects.html> verfügbar.

⁸⁵ Die Syntheseberichte von PLUME sind unter der Adresse <http://www.lutr.net> verfügbar.

⁸⁶ http://europa.eu.int/comm/europeaid/projects/asia-pro-eco/index_en.htm Zugriff: 2.12.2004

⁸⁷ http://europa.eu.int/comm/europeaid/projects/asia-pro-eco/pdf/projectsheets/projectsheet_22.pdf

Laufzeit von 22 Monaten. Beteiligt sind insgesamt 8 Partner⁸⁸. Die folgenden Kapitel geben einen Überblick über wesentliche Unterschiede zwischen Europa und Südostasien und leiten daraus notwendige Entwicklungsschritte für das Modell MARS ab.

3 VERGLEICH SÜDOSTASIEN – EUROPA

Im folgenden Kapitel werden die Verhältnisse in Südasiatischen und Europäischen Städten anhand einiger für die Modellierung des Verkehrsverhaltens und der Standortwahl relevanter Parameter verglichen.

3.1 Vergleich sozio-ökonomischer Basisdaten

In Tabelle 3 sind sozio-ökonomische Daten jener Staaten zusammengefasst, aus denen die SPARKLE Projektpartner stammen. Innerhalb der asiatischen Partner nimmt Thailand eine Sonderstellung ein. Vor allem in den städtischen Ballungsräumen kann Thailand als hoch entwickelt gelten. Das pro Kopf Bruttoinlandsprodukt in Kaufkraftparitäten ist etwa 4 mal so hoch wie jenes in den drei anderen asiatischen Partnerländern. Allerdings ist das pro Kopf Bruttoinlandsprodukt in den Europäischen Partnerländern etwa viermal so hoch wie in Thailand. Das pro Kopf Bruttoinlandsprodukt hat einen wesentlichen Einfluss auf den Motorisierungsgrad und damit auf die Verkehrsmittelwahl (siehe auch Tabelle 4). Ausserdem weisen die Asiatischen und Europäischen Partnerländer eine sehr unterschiedliche Altersstruktur auf. Diese wird in Tabelle 3 durch den Indikator Median-Alter⁸⁹ dargestellt. Entsprechend dem höheren Entwicklungsstand ist das Median-Alter in Thailand höher als in den drei anderen Asiatischen Staaten. Das Median-Alter in den Europäischen Partnerstaaten ist rund doppelt so hoch wie in Kambodscha, Laos und Vietnam. Unterschiedliche Altersgruppen haben sehr unterschiedliche Mobilitätsbedürfnisse. Eine verschiedene Alterstruktur hat daher einen wesentlichen Einfluss auf die Gesamtmobilität. Sowohl das Bruttoinlandsprodukt je Kopf als auch die Bevölkerung wächst in Asien stärker als in Europa. Der Anteil der Einwohner unter der Armutsgrenze ist in Kambodscha, Laos und Vietnam doppelt bis zehnfach so hoch wie in Großbritannien, Österreich und Thailand. Die Auswirkungen dieser Unterschiede für die Modellierung werden in Kapitel 4 näher erläutert.

Kontinent	Land	Einwohner (Mio.)	Einwohner Wachstumsrate	Median-Alter (Jahre)	BIP je Einwohner (US-\$)	BIP Wachstumsrate	Einwohner unter Armutsgrenze
s	Kambodscha	13.4	1.8%	19.5	1,700	5.5%	36%
	Laos	6.1	2.44%	18.6	1,700	5.7%	40%
	Thailand	64.9	0.91%	30.5	7,400	6.3%	10.4%
	Vietnam	82.7	1.3%	24.9	2,500	7.3%	37%
Europa	Österreich	8.2	0.14%	40.0	30,000	0.8%	3.9%
	UK	60.3	0.29%	38.7	27,700	2.1%	17%

Quelle: <http://www.maps4free.com/> Zugriff: 30.11.2004

Tabelle 3: Vergleich soziodemographischer Merkmale der im Projekt SPARKLE vertretenen Länder

3.2 Vergleich der Verkehrsmittelwahl und des allgemeinen Verkehrsgeschehens

Als Fallstudien für die Anwendung des Flächennutzungs- und Verkehrsmodells MARS wurden von den Projektpartnern die Städte Ubon Ratchasthani (Thailand) und Da Nang (Vietnam) ausgewählt. Ubon Ratchasthani ist eine Provinzhauptstadt im Nordosten Thailands. Da Nang liegt etwa auf der Höhe des 16. Breitengrades an der Küste Vientams⁹⁰. In Abbildung 8 ist die Lage der beiden Städte gekennzeichnet. Tabelle 4 zeigt einen Vergleich mit jenen Europäischen Städten in denen das Modell MARS bereits angewendet wurde⁹¹. Ein Vergleich der Verkehrsmittelwahl zeigt drastische Unterschiede zwischen den Asiatischen und den Europäischen Städten. In der vietnamesischen Stadt Da Nang ist das Motorrad das dominierende Verkehrsmittel. Dagegen spielt das Motorrad in Europa nur eine gewisse Rolle als Sport- und Freizeitgerät. Als Alltagsverkehrsmittel wird es im Allgemeinen vernachlässigt.

Auch die in Asien für den öffentlichen Verkehr verwendeten Fahrzeuge unterscheiden sich zum Teil wesentlich von jenen in Europa. Zwar existieren in den modernen asiatischen Metropolen auch U-Bahnsysteme⁹², große Teile der Bevölkerung sind aber auf andere öffentliche Verkehrsmittel angewiesen. Die Bandbreite reicht dabei von Autobussen aller Größen über Songtaew und Tuk-tuk (siehe Abbildung 10) bis zum Samlor⁹³. Eine in Bangkok neue Form des öffentlichen Verkehrs bzw. Paratransits sind Motorradtaxi⁹⁴.

⁸⁸ Institute for Transport Studies, University of Leeds (UK), Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Wien (A), Ubon Ratchathani University, Chiang Mai University, Khon Kaen University (alle Thailand), Transport Development and Strategy Institute (Vietnam), National Transport Committee, Ministry of Communication, Transport, Post and Construction (Laos) und Department of Planning, Ministry of Public Works and Transport (Kambodscha).

⁸⁹ 50% der Bevölkerung sind jünger als das Median-Alter, 50% der Bevölkerung sind älter.

⁹⁰ <http://www.danang.gov.vn/> bietet eine sehr gute Übersicht und eine Vielzahl an Daten über die Stadt Danang.

⁹¹ Die für die Europäischen Städte angegebenen Daten sind jene, die im Modell MARS verwendet wurden. Sie können aus modelltechnischen Gründen etwas von den Daten verschiedener statischer Quellen abweichen.

⁹² Zum Beispiel in Bangkok der BTS Skytrain, <http://www.bangkok.sawadee.com/skytrain.htm> Zugriff: 2.12.2004

⁹³ Dreirädrige Fahrräder <http://sawadee.com/thailand/transportation/> Zugriff 2.12.2004

⁹⁴ <http://sawadee.com/thailand/transportation/> Zugriff 2.12.2004

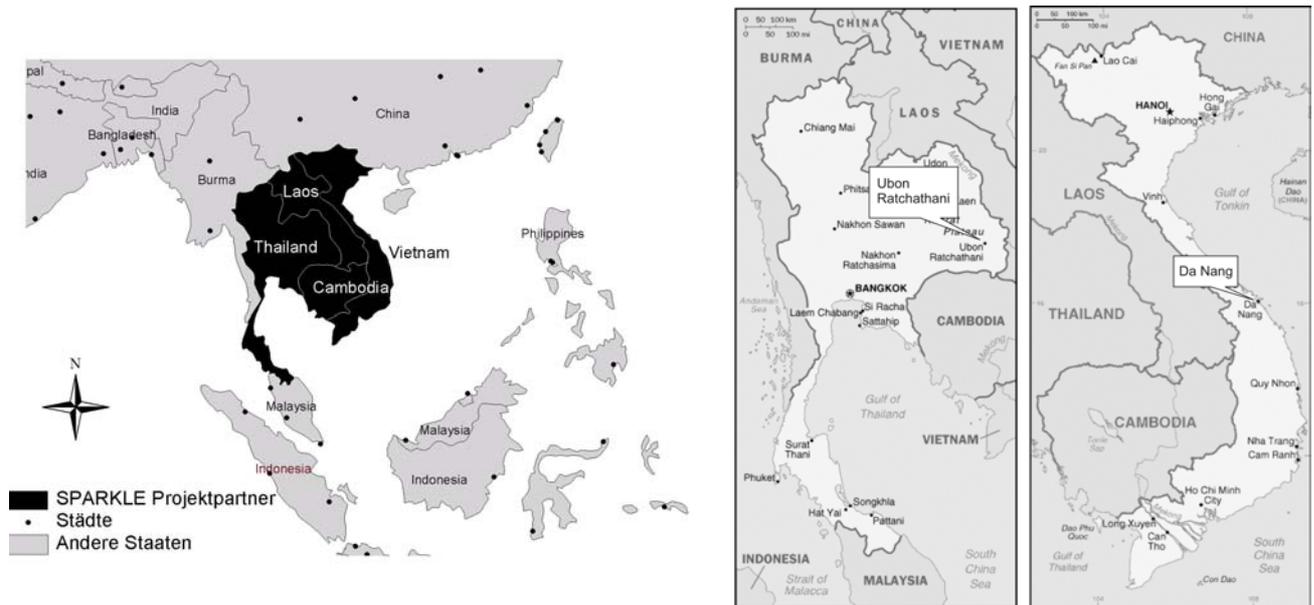


Abbildung 8: Asiatische SPARKLE Projektpartner und Lage der beiden MARS Fallstudien

Stadt (Land)	Bevölkerung	Fläche [km ²]	Modal Split				Pkw je 1000 Personen	Motorrad je 1000 Personen
			Nicht Motorisiert	Motorräder	ÖV	Pkw		
Asien								
Da Nang (Vietnam)	754,494	1,256	28%	61%	7%	4%	2.4	322
Ubon Ratchathani (Thailand)	140,000	42	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	106	k.A.
Europa								
Edinburgh (UK)	1,071,768	53*	22.1%	-	24.5%	53.4%	371	-
Helsinki (FI)	920,732	742	29.5%	-	26.3%	44.2%	346	-
Leeds (UK)	727,700	559	23.4%	-	23.9%	52.7%	307	-
Madrid (ESP)	5,022,289	8,011	37.2%	-	33.8%	29.1%	448	-
Oslo (N)	396,974#	454	17.0%	-	22.7%	60.3%	400	-
Stockholm (S)	1,682,595	5,866	37.0%	-	19.3%	43.7%	279	-
Wien (A)	1,550,123	415	27.6%	-	27.2%	45.3%	354	-

- vernachlässigbar, * bebaute Fläche, nicht mit den anderen Flächen vergleichbar, # Einwohner über 12 Jahre

Quelle: Asiatische Städte: Information durch die Projektpartner Transport Development and Strategy Institute (TDSI), Vietnam und Ubon Ratchathani University (UBU), Thailand; Europäische Städte: (Pfaffenbichler and Emberger, 2003, Emberger and May, et. al., 2003)

Tabelle 4: Vergleich einiger Daten der asiatischen Fallstudien mit jenen Europäischer Anwendungen des Modells MARS

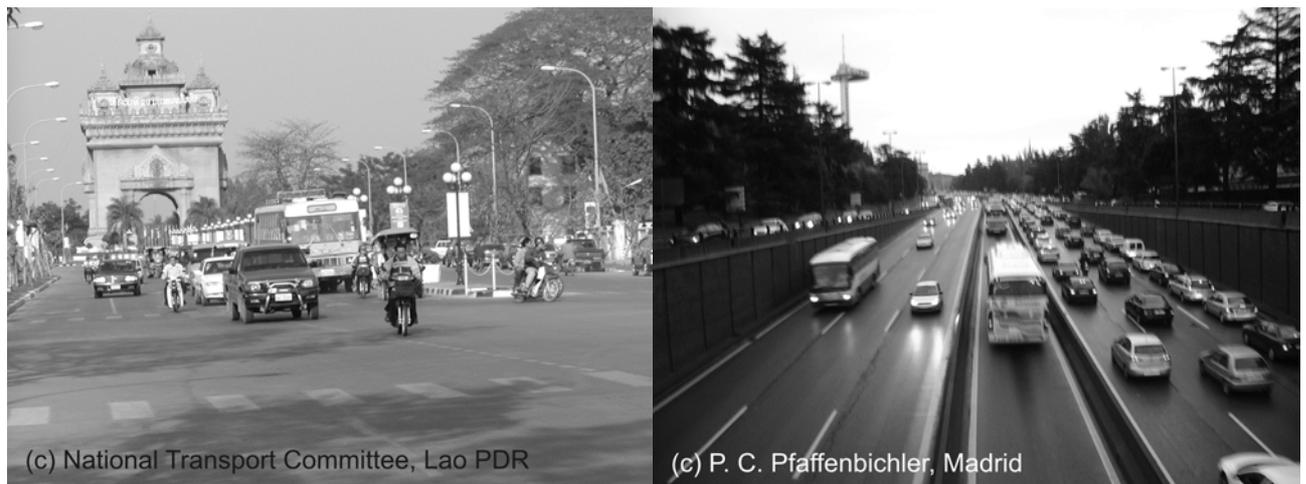


Abbildung 9: Vergleich des Verkehrsgeschehens auf einer Hauptverkehrsader in Vientiane, Lao PDR und Madrid, E

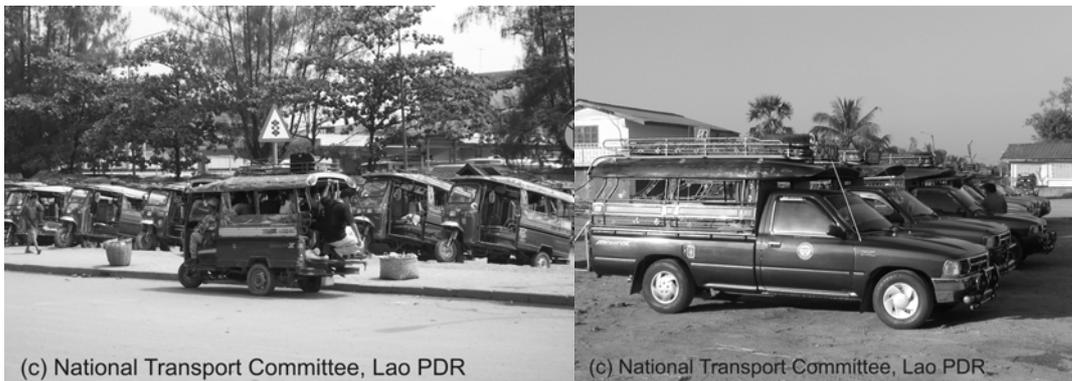


Abbildung 10: Öffentliche Verkehrsmittel in Asien: links dreirädrige Motorfahrzeuge (Tuk-tuk) und rechts umgebaute Pickup Trucks (Songtaew)

4 EINFLUSS DER UNTERSCHIEDE SÜDOSTASIEN – EUROPA AUF DAS FLÄCHENNUTZUNGS- UND VERKEHRSMODELL MARS

Die Unterschiede in der beobachteten Verkehrsmittelwahl machen die Einführung einer vierten Verkehrsmittelgruppe „Motorisierte Zweiräder“ unbedingt notwendig. Das Modell MARS berücksichtigt gegenwärtig den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Verkehrsmenge in der folgenden Form:

$$V_{ij}^{Pkw} = \frac{V_{ij}^{Pkw,0}}{1 + 0.15 * (A_{ij})^4}$$

Gleichung 1: Der im Modell MARS verwendete Zusammenhang Geschwindigkeit – Verkehrsmenge (Pfaffenbichler 2003)

Legende:

V_{ij}^{Pkw} Geschwindigkeit des Pkw-Verkehrs im belasteten Straßennetz (km/h)

$V_{ij}^{Pkw,0}$ Geschwindigkeit des Pkw-Verkehrs im unbelasteten Straßennetz (km/h)

A_{ij} Auslastungsgrad (Verkehrsmenge durch Kapazität) (-)

Aufgrund des geringeren Platzbedarfs haben die in Gleichung 1 verwendeten Parameter für Motorräder keine Gültigkeit. Motorräder können sich an den vor Lichtsignalanlagen haltenden Pkw-Kolonnen vorbeischieben um sich in erster Reihe aufzustellen. Dadurch erreichen sie in hoch belasteten Zuständen eine höhere Durchschnittsgeschwindigkeit als Pkw. Die beiden Verkehrsmittel beeinflussen sich gegenseitig. Die Geschwindigkeiten hängen damit auch von der Verkehrszusammensetzung ab. Bislang wurde zu diesem Thema keine Literatur gefunden. Auch den Asiatischen Kollegen war zu diesem Thema nichts bekannt. Zwei mögliche Wege der Berücksichtigung der gegenseitigen Beeinflussung werden ins Auge gefasst. (Mailer, 2004) behandelte Fragen der Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit von der Verkehrszusammensetzung Pkw, Lkw und Bus. Die Möglichkeit einer Adaption dieses Ansatzes wird untersucht. Als weitere Möglichkeit wird die Mikrosimulation eines Referenznetzes mit der Software VISSIM®⁹⁵ untersucht.

Es ist wahrscheinlich, dass der hohe Anteil an Einwohnern unter der Armutsgrenze Änderungen sowohl im Verkehrs- als auch im Flächennutzungssubmodell notwendig macht. Die derzeitige Version von MARS berücksichtigt die eingeschränkte Verkehrsmittelwahlmöglichkeit („Captive Riders“) in Haushalten ohne Pkw-Verfügbarkeit. In den Haushalten unter der Armutsgrenze besteht die Möglichkeit, dass auch der öffentliche Verkehr nicht leistbar ist und somit als einzige Möglichkeit die nicht motorisierte Verkehrsteilnahme bleibt. Im Lauf des Projekts soll untersucht werden, ob eine Einteilung in zwei Klassen von „Captive-Riders“ notwendig sein wird. Haushalte unter der Armutsgrenze haben selbstverständlich auch eingeschränkte Wahlmöglichkeiten im Hinblick auf die Wohnstandortwahl. Eine Unterteilung der Haushalte in Gruppen unter und über der Armutsgrenze scheint zu jetzigen Zeitpunkt notwendig und wird im Detail untersucht werden.

Eine detailliertere Abbildung der verschiedenen Verkehrsmittel des öffentlichen Verkehrs scheint erstrebenswert. Die Notwendigkeit dazu wird im Projektverlauf untersucht werden. Derzeit wird davon ausgegangen, dass die zuvor genannten Anpassungen von MARS höhere Priorität haben.

Abschliessend muss darauf hingewiesen werden, dass jede weitere Unterteilung des Modells den Aufwand der Datensammlung bzw. die Schwierigkeiten durch mangelnde Datenverfügbarkeit erhöht. Zur Kalibrierung und Validierung⁹⁶ des Modells MARS sind Datensätze von mindestens drei verschiedenen Zeitpunkten notwendig, z.B.: die Volkszählungsjahre 1981, 1991 und 2001. Dieser

⁹⁵ <http://www.ptv.de>

⁹⁶ Unter Kalibrierung ist die Variation bestimmter Modellparameter mit dem Ziel der Übereinstimmung der Modellergebnisse mit beobachteten Daten zu verstehen. Unter Validierung wird die Überprüfung der Übereinstimmung der Simulationsergebnisse des kalibrierten Modells mit beobachteten Daten verstanden. Die in der Kalibrierung und Validierung verwendeten Datensätze müssen unbedingt verschieden sein! (Stermann 2000) argumentiert zu Recht, dass der Terminus Validierung streng genommen nicht zulässig ist. Validierung und Verifizierung leiten sich vom lateinischen *verus* – Wahrheit ab. „Nach diesen Definitionen kann kein Modell je verifiziert oder validiert werden. Warum? Weil alle Modelle falsch sind. ..., alle Modelle, mental oder formal, sind eingeschränkte, vereinfachte Abbildungen der realen Welt.“ (Stermann 2000) S. 846, eigene Übersetzung. Richtiger ist es, von Modelltests zu sprechen. Da sich der Begriff Validierung in der Modellpraxis eingebürgert hat, wurde er hier dennoch verwendet.

Vorgang gestaltete sich schon für die Europäischen Modelle aufwändig und schwierig (Pfaffenbichler 2003). Es muss davon ausgegangen werden, dass die Datenlage in Asien auch nicht optimal sein wird.

5 DAS INTEGRIERTE, DYNAMISCHE FLÄCHENNUTZUNGS- UND VERKEHRSMODELL MARS

MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulation) ist ein aggregiertes, dynamisches Flächennutzungs- und Verkehrsmodell. Mit MARS können wahrscheinliche Entwicklungspfade urbaner Regionen für einen Zeitraum von 30 Jahren simuliert werden. Es wurde als Kernstück eines Bewertungs- und Optimierungssystems zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von urbaner Regionen entwickelt. Das Modell basiert auf der Hypothese, dass Städte selbstorganisierende Systeme sind und daher die Prinzipien der Synergetik zur Beschreibung des kollektiven Verhaltens angewendet werden können. Aufbauend auf Wiener Forschungsergebnissen (Knoflacher and Pfaffenbichler 1999) wurde zuerst ein qualitatives Modell erstellt. Dabei kam die Methode der Causal-Loop-Diagramme zur Anwendung, um Ursache-Wirkungsbeziehungen darzustellen. Auf dieser Basis wurde ein quantitatives Modell entworfen und in Computercode transformiert. Am Beginn der Entwicklung von MARS stand dem Institut für Verkehrstechnik und Verkehrsplanung keine System Dynamics Software zur Verfügung, welche in der Lage gewesen wäre, einfach und effizient mit Matrizen und Vektoren zu operieren. Als Softwareentwicklungsumgebung wurde deshalb 1996 Visual Basic® für Applikationen und Excel® gewählt.

Modelltechnisch gesehen basierten die MARS Submodelle auf Gravitations- bzw. LOGIT-Modellen. Dieser Modellansatz wird für den Verkehrsteil wie auch dem Flächennutzungsteil angewandt. In beiden Fällen werden Ziel- und Quellpotentiale von Zonen berechnet und hinsichtlich so genannter Widerstandsfunktionen simultan verteilt. Die Widerstandsfunktionen im Verkehrsmodellteil basieren auf deutschen Forschungsergebnissen (Walther 1991; Walther, Oetting et al. 1997). Diese Widerstandsfunktionen können als generalisierte Kostenfunktionen mit subjektiver Gewichtung von Zugang-, Warte-, Umsteige- und Abgangszeiten verstanden werden. Für das Flächennutzungsmodell werden die Widerstandsfunktionen getrennt für Wohnzwecke und Arbeitsstättenentwicklung ermittelt. Hierbei werden Information bzgl. Arbeitsplätzen, Grundstückspreisen, Flächenverfügbarkeiten etc. mit den verkehrsmittelspezifischen Reisezeiten gewichtet, zur Berechnung der Widerstände herangezogen. Mit MARS können strategische verkehrsplanerische und raumplanerische Maßnahmenbündel simuliert und ihre räumlichen und zeitlichen Auswirkungen auf die Stadtentwicklung abgeschätzt werden. Eine detaillierte Beschreibung von MARS bietet (Pfaffenbichler 2003). Die Entwicklung und Anwendung des Modells MARS wurde auch in mehreren CORP Beiträgen präsentiert (Pfaffenbichler and Emberger 2004; Pfaffenbichler and Emberger 2003; Pfaffenbichler and Emberger 2001).

5.1 Vorteile der Portierung von MARS auf VENSIM

Die Entwicklung von MARS erfolgte über einen Zeitraum von mehr Jahren. Softwaretechnische Beschränkungen von Visual Basic® machten eine Limitierung auf maximal 34 Verkehrszonen und drei Verkehrsmittel (Pkw, ÖV und Fußgeher) notwendig. Die ständige Weiterentwicklung des Modells innerhalb der letzten 8 Jahre erhöhte die Komplexität des Modells derart, dass, obwohl der Quellcode öffentlich verfügbar ist, das Modell heute praktisch ein Black-Box Modell ist. Die nachträgliche Hinzufügung von Funktionalitäten, wie zum Beispiel, der Einbau eines ÖV-Kapazitätsmodelles (public transport overcrowding model) erweist sich als schwierig und fehleranfällig. Zunehmende Rechnerleistung und die Erhöhung der elektronischen Verfügbarkeit von Inputdaten ermöglichen heute einen höheren Detaillierungsgrad. Eine Anhebung der möglichen Verkehrszonenanzahl und die Hinzunahme von weiteren Verkehrsmitteln wird daher angestrebt. Aus folgenden Gründen wurde die Entscheidung getroffen, MARS auf VENSIM® als neue Software Plattform zu portieren: Limitation der Zonenanzahl, Problematik der Erweiterbarkeit, die rasante Entwicklung der Computerleistung und Erhöhung der Datenverfügbarkeit und vor allem die Notwendigkeit, für das Projekt SPARKLE zusätzliche Verkehrsmittel zu berücksichtigen.

Die wichtigsten Vorteile dieser Portierung sind:

- einfache Kontrolle existierender Ursache-Wirkungsbeziehungen,
- die Kontrolle der Umsetzung dieser Ursache-Wirkungsbeziehungen in Programmcode,
- die Möglichkeit einer Restrukturierung der einzelnen Modellteile,
- die Möglichkeit eines schnellen „Prototypings“ durch die Verwendung der 4th Generation Language VENSIM®,
- die Möglichkeit das Modell mit relativ geringem Aufwand um neue Verkehrsmittel, Reisezwecke, verhaltenshomogene Personengruppen usw. zu ergänzen,
- die verbesserter Modellierung der Zeitdimension,
- die Nutzung der graphischen Ausgabemöglichkeiten der VENSIM® Programmierumgebung und
- die Nutzung der VENSIM® internen Optimierungsalgorithmen.

Die Verwendung von VENSIM® ermöglicht es ausserdem MARS nutzergruppenspezifisch darzustellen. Für Diskussionen mit Politiker zum Beispiel können nur die wichtigsten Ursache-Wirkungsbeziehungen dargestellt werden. Es ist durchaus denkbar, dass in Brainstormingsessions am Computer qualitative Ursachen-Wirkungsdiagramme (Causal Loop Diagramme – CLD) gemeinsam erstellt und diskutiert werden. Auf der anderen Seite ist es möglich mit versierten Verkehrs- und Landnutzungsmodellierern bis in die letzten Details der mathematischen Umsetzung der Ursache-Wirkungsbeziehungen hinabzusteigen. Ein wesentlicher Vorteil dieser Arbeitsweise ist, dass einerseits die Kommunikation gefördert und andererseits die Modellstruktur (oberster Level) mit dem Programmcode (unterster Level) fix verbunden ist. Um eine Kompatibilität mit dem existierenden MARS Modellen zu gewährleisten, werden die Inputdatenfiles weiterhin im Exceldateiformat belassen. Somit können Modellläufe bis auf weiteres auf beiden Plattformen durchgeführt werden.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Das Projekt SPARKLE und damit auch die Adaptierung des dynamischen Flächennutzungs- und Verkehrsmodells wurde erst kürzlich gestartet (November 2004). Wenn auch nicht schon mit konkreten Lösungen aufgewartet werden kann, so ist die Anwendung des LUTI Modells MARS in südostasiatischen Städten schon jetzt in zweierlei Hinsicht sehr interessant.

Auf der einen Seite ist die Kenntnis von modernen Planungswerkzeugen speziell für Entwicklungsländer von großer Bedeutung um zukünftige Herausforderungen bewältigen zu können. In SPARKLE wird versucht, diesbezügliches Wissen an Entscheidungsträger wie auch an Stadt und Verkehrsplanern in Form von Schulungen weiterzuvermitteln.

Auf der anderen Seite ist eine einfache Portierung existierender Werkzeuge und Modelle auf asiatische Verhältnisse nicht möglich und eröffnet somit einige sehr interessante Forschungsgebiete, dies es zu lösen gilt. Z.B. ergab der Vergleich flächennutzungs- und verkehrsrelevanter Indikatoren die Notwendigkeit, das Verkehrsmittel „Motorrad“ als eigenständigen Mode in MARS abzubilden. Mit der eigenständigen Modellierung des Verkehrsmittels „Motorrad“ wurde nach dem jetzigen Wissensstand ein neues, bisher auch in Asien unterbewertetes Feld der Verkehrsmodellierung betreten.

Weiters erscheint eine Unterteilung der Haushalte entsprechend ihrer Lage zur Armutsgrenze notwendig. Zusätzliche Adaptierungen, wie zum Beispiel die empirische Erhebung von Verhaltensdaten zur Modellkalibrierung, oder die Berücksichtigung von Bevölkerungswachstum, Altersverteilung der Bevölkerung und vom wirtschaftlichen Aufschwung ausgelöste Motorisierungsentwicklungen müssen ebenfalls in der Modeladaptierung berücksichtigt werden.

Mit diesen notwendigen Änderungen stieß die derzeitige Visual Basic® basierte MARS Version an ihre softwaretechnischen Grenzen. Es wurde deshalb beschlossen, MARS im Zuge der Adaptierungsmaßnahmen auf die neue Softwareplattform VENSIM® zu portieren. Die Vorteile der Portierung sind neben der leichteren Erweiterbarkeit um Verkehrsmittel auch die bei weiten besseren Möglichkeiten der Modelkommunikation mit Entscheidungsträgern und aber auch mit Technikern.

Abschließend möchten wir nochmals festhalten, dass der Wissenstransferprozess von allen Projektmitgliedern nicht einseitig gesehen wird. Es ist nicht das Ziel des Projektes europäische Erkenntnisse direkt auf asiatische Städte zu übertragen. Natürlich wollen wir versuchen, die unterschiedlichen vergangenen, gegenwärtigen und zukünftigen Entwicklungen in Asien und Europa zu verstehen. Neben kulturgeschichtlichen sind auch wachstumsdynamische Effekte für diese Entwicklungen verantwortlich. Diese müssen von uns erst in Ihrer vollen Tragweite verstanden werden, um dann Adaptierungen der europäischen Vorgehensweisen auf asiatische Verhältnisse vornehmen zu können.

Im Namen aller an diesem Projekt Beteiligten möchten wir sagen, dass wir uns alle sehr auf die Herausforderungen im wissenschaftlichen wie auch in interkulturellen Bereich freuen, und unser Bestes zu einer Verständniserhöhung leisten wollen.

Schlussbemerkung

Wir bedanken uns bei den Reviewern für Ihre wertvollen Anregungen den Beitrag zu verbessern.

7 LITERATUR

- Emberger, G., A. D. May, et al. (2003). Method to identify optimal land use and transport policy packages, Introduction of a Indicator/Target based appraisal approach. CUPUM'03, 8th International conference on Computers in Urban Planning and Urban Management. Sendai, Japan.
- Emberger, G. and St. Brunsch (2002), Urban Planning in European Research - The Land Use and Transport Research Cluster, CORP 2002, 7th International Symposium on Information Technology in Urban and Spatial Planning and Impact of ICT on Physical Space. Vienna: 351 – 358.
- Knoflacher, H. and P. C. Pfaffenbichler (1999). BENEFICIAL - Economic Benefits of an Efficient Institutional Co-ordination between Transport and Landuse policy, Illustrated on Austrian Level, Forschungsprojekt im Rahmen der EU-COST-Aktion 332.
- Mailier M. (2004). Considering Multi-Modal Capacity in the Assessment of Road Design. In: Transport Issues and Problems in Southeastern Europe, Ed. C. Focas, Ashgate Publishing Limited, 229 – 240.
- May, A. D., A. Karlstrom, et al. (2003). Developing Sustainable Urban Land Use and Transport Strategies - A Decision Makers' Guidebook, Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds.
- Minken, H., D. Jonsson et al. (2003). Developing Sustainable Land Use and Transport Strategies - A Methodological Guidebook, Institute of Transport Economics, Oslo.
- Pfaffenbichler, P. C. (2003). The strategic, dynamic and integrated urban land use and transport model MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulator). Institut fuer Verkehrsplanung und Verkehrstechnik - TU Wien. Vienna, Technische Universitaet Wien.
- Pfaffenbichler, P. C. and G. Emberger (2004). Die Bewertung der Nachhaltigkeit innovativer städtebaulicher Maßnahmen mit dem Simulationsmodell MARS. CORP 2004 - Computergestützte Raumplanung, in: "Beiträge zum 9. Symposium zur Rolle der Informationstechnologie in der Stadt- und Raumplanung sowie zu den Wechselwirkungen zwischen realem und virtuellem Raum". Vienna: 689 - 694.
- Pfaffenbichler, P., and G. Emberger, (2003). Are European cities becoming similar?. CORP2003, 8. internationales Symposium zur Rolle der IT in der und für die Planung sowie zu den Wechselwirkungen zwischen realem und virtuellem Raum. Wien, 243-250.
- Pfaffenbichler, P. C., and G. Emberger (2001). Ein strategisches Flächennutzungs-/Verkehrsmodell als Werkzeug raumrelevanter Planungen. CORP 2001: Computergestützte Raumplanung. Vienna, 195-200.
- Walther, K. (1991). Maßnahmenreagibler Modal-Split für den städtischen Personenverkehr - Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung. Veröffentlichungen des Verkehrswissenschaftlichen Institutes der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. P. W. W. Schwanhäuser. Aachen. 45.
- Walther, K., A. Oetting, et al. (1997). Simultane Modellstruktur für die Personenverkehrsplanung auf der Basis eines neuen Verkehrswiderstands. Veröffentlichungen des Verkehrswissenschaftlichen Instituts der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. P. W. W. Schwanhäuser. Aachen. 52.