

Kritische Betrachtung rechnergestützter Verkehrsplanung

Günter EMBERGER & Paul PFAFFENBICHLER

(Mag. Günter EMBERGER, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, TU-Wien, Gußhausstraße 30/231,
email: embegu@e231ic1.tuwien.ac.at;
DI Paul PFAFFENBICHLER, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, TU-Wien, Gußhausstraße 30/231)

1 ABSTRACT:

Der Beitrag beginnt mit der Definition des neuen Selbstverständnisses der Verkehrsplanung (VP) im interdisziplinären Kontext und der damit verbundenen Ausweitung dieser Disziplin.

Diese Ausweitung wurde einerseits durch eine bessere Systemkenntnis und andererseits durch die Entwicklung und Verfügbarkeit von Rechenleistung ermöglicht.

Durch die Anwendung computerunterstützter Methoden wurden zwar einige „alte“ Probleme der VP gelöst, es wurden aber neue, die alten Probleme an Komplexität übertreffende Fragestellungen aufgeworfen.

Daher ist eine kritische Auseinandersetzung mit diesen neuen Methoden und den von ihnen produzierten Erkenntnissen unbedingt notwendig.

Der vorliegende Beitrag versucht die wichtigsten Problemfelder (modelltheoretische Mängel, Datenbasis, Komplexität, Anforderungen an den Planer und die Entscheidungsträger) darzustellen und somit einer wissenschaftlichen Diskussion zuzuführen.

2 KRITISCHE BETRACHTUNG RECHNERGESTÜTZTER VERKEHRSPLANUNG

2.1 Einleitung – Selbstverständnis der Verkehrsplanung

Verkehrsplanung ist ein Begriff im Wandel, deshalb sind einige einleitende Bemerkungen dazu notwendig.

In den frühen 50-ziger und 60-ziger Jahren verstand man unter Verkehrsplanung in erster Linie den Vorbereitungsprozeß von Verkehrsinfrastrukturprojekten bis hin zu deren Baudurchführung. In den 70-ziger und 80-ziger Jahren wandelte sich dieses Verständnis der Verkehrsplanung hin zu der „Bewältigung vorgegebener Mobilitätsbedürfnisse durch technische, organisatorische und sonstige Maßnahmen“. Erst in den letzten Jahren wurde der Begriff der Verkehrsplanung wiederum erweitert: Die moderne Verkehrsplanung versteht sich als eine Strategie im Rahmen größerer Zusammenhänge und übergeordneter Zielvorstellungen, um Mobilitätsprobleme umfassend zu behandeln und integrierten Lösungen zuzuführen.

Es wird in Zukunft darauf ankommen, diesen umfassenden Ansprüchen gerecht zu werden. Um dieses komplexe System zu erfassen, zu verstehen und sachgerecht bearbeiten zu können, genügen nicht nur quantitative, sondern es sind auch qualitative planerische Dimensionen nötig.

Voraussetzung für die Bewältigung dieser Aufgabenstellung ist die Kenntnis der grundlegenden Wirkungszusammenhänge im Gesamtsystem und der entscheidenden Mechanismen. So wie ein Ingenieur im Bereich der statischen Materie Kraftflüsse konstruktiv beherrscht, wird nun von der modernen Verkehrsplanung verlangt, diese in einem dynamisch mehrdimensionalen System mit zahlreichen Rückkopplungseffekten zu verstehen und zu bearbeiten.

2.2 Rechnergestützte Verkehrsplanung

Die entstehende Komplexität durch die simultane Berücksichtigung von Zeit, Raum und Dynamik und den sich daraus ergebenden nichtlinearen Folgewirkungen im Verkehrssystem ist ohne Einsatz leistungsfähiger Computeranlagen nicht mehr adäquat zu behandeln. Im Prinzip geht es darum, Modelle mit Annäherungen an eine unbekannte Realität zu entwickeln und anzuwenden, mit dem Anspruch, Fehlentscheidungen zu minimieren.

Der Vorteil im Verkehrswesen ist, daß sich universelle Gesetze, wie etwa das Gravitationsgesetz, „durch die Menschen, also durch die Gesellschaft“ hindurchziehen, die nutzbringend in der Verkehrsplanung und im Verkehrsmodellbau eingesetzt werden können. Ein wesentlicher Fortschritt konnte erzielt werden, als es gelang, durch Reizempfindungsbeziehungen (als theoretische, wissenschaftliche Grundlage) über Utility-

Funktionen menschliche Verhaltensweisen abzubilden. Diese Ansätze sind heute schon in verschiedenen kommerziellen Verkehrsplanungssoftwarepaketen implementiert.

Leider muß festgestellt werden, daß man von einer umfassenden, rechnergestützten Verkehrsplanung, die gleichzeitig und gleichwertig alle Verkehrsarten mitberücksichtigt, in vielen Staaten noch meilenweit entfernt ist.

Diese negative Erfahrung wird durch die aktuelle EU-Forschung geradezu bestätigt. Durch die Fokussierung der Verkehrsplanung auf den motorisierten Verkehr werden ungefähr ein Drittel aller Wege (Fuß und Radwege) aus der Betrachtung der Planer und Entscheidungsträger ausgeblendet. Die einseitige Förderung dieser nicht umweltfreundlichen Modi ist die zwingend logische Folge der heutigen beobachtbaren verkehrsplanerischen Entscheidungen. Es besteht enormer Nachholbedarf für die modellhafte Abbildung des Fußgeherers und des Radfahrers. Die zunehmenden Belastungen resultierend aus dem Güterverkehr, aber auch aus dem Freizeitverkehr erzwingen eine weitere Ausdehnung der Systemgrenzen.

Die heutigen Rechnerkapazitäten machen auch den in den 80er Jahren entbrannten Streit, ob eine makroskopische oder mikroskopische Betrachtungsweise die richtige wäre, hinfällig, weil diese Entscheidung nicht mehr durch die Kapazitätsengpässe der Rechner und der Software getroffen wird, sondern nur mehr durch die Verfügbarkeit der Inputdaten beschränkt wird.

2.3 Problemkreise

Modelltheoretische Mängel

Die folgenden modelltheoretischen Mängel können in den heutzutage verwendeten Verkehrsmodellen identifiziert werden:

- ?? nicht gerechtfertigte Berechnung von Zeiteinsparungen (Aufsummieren marginaler Zeiträume zu einer relevanten Gesamtsumme),
- ?? keine bzw. zu geringe Berücksichtigung der nicht motorisierten Modi "Fußgeher" und "Radfahrer",
- ?? fehlende Rückkoppelungen (z.B. Raumplanung / Flächennutzung auf Verkehrsnachfrage) und umgekehrt und
- ?? keine Berücksichtigung des Prinzips der Zeitkonstanz.

Diese modelltheoretischen Mängel wirken sich auf die Realitätsnähe der Resultate der Verkehrsmodelle negativ aus. Dynamische Rückkoppelungen, welche vom Transportsystemangebot auf die zukünftige Siedlungsstruktur wirken und vice versa, werden in den Modellen nicht in adäquater Weise abgebildet und müssen daher exogen als „mögliche Entwicklungsszenarios“ integriert werden. Der nachgelagerte Prozess der Bewertung der Verkehrsmodellresultate ist ebenfalls problematisch und wissenschaftlich noch nicht befriedigend gelöst. Die Kombination und Gewichtung verschiedenster mehrdimensionaler qualitativer und quantitativer Indikatoren, wie sie bei der Kosten-Nutzen-Analyse zur Anwendung gelangen, steigert die Komplexität der erhaltenen Aussagen bis ins Unverständliche.

Allein die Monetarisierung verkehrlicher Externalitäten, wie zum Beispiel Staukosten ist, wenn man die in der Literatur existierenden Minimal- und Maximalwerte für den Bewertungsprozess verwendet, dazu geeignet fast jedes beliebige Ergebnis verkehrspolitischer Entscheidungen zu pushen.

Zeitbewertung

Abgesehen davon, daß in der Realität im Verkehrssystem keine Zeiteinsparungen möglich sind (siehe Prinzip der Zeitkonstanz), ist auch die monetäre Bewertung der Zeit umstritten. Zum einen muß in Frage gestellt werden, wie private im Verkehr verbrachte Zeit im Vergleich zu gewerblich genutzter Zeit zu bewerten ist. Die weitverbreitete Praxis einer gleichrangigen Bewertung privater und gewerblicher Zeit im Verkehrssystem mit einem durchschnittlichen Arbeitsstundenlohn erscheint nicht angebracht. Ein weiterer Kritikpunkt an der Zeitbewertung innerhalb einer Kosten-Nutzen-Analyse ist, daß marginale Zeiteinsparungen der einzelnen Wege zu einer entscheidungsrelevanten Größe aufsummiert werden. Dies soll durch exemplarische Berechnungen mit einem am Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik entwickelten strategischen Verkehrsmodell für die Stadt Wien veranschaulicht werden. Dieses Modell kam auch in den EU-Forschungsprojekten OPTIMA und FATIMA zum Einsatz. Die Modellrechnung liefert für

die simulierte Maßnahme "Erhöhung der Straßenkapazität um 10 Prozent" die im folgenden angeführten Zahlen. Eine Erhöhung der Straßenkapazität um 10 Prozent ist in etwa die Obergrenze dessen, was durch den Einsatz von Telematik und ohne größere bauliche Veränderungen innerhalb urbaner Gebiete realisierbar ist. Die Zeiteinsparungen für die im motorisierten Individualverkehr zurückgelegten Wege reichen dabei von 4 Sekunden bis zu 2 Minuten und 40 Sekunden. Legt man der weiteren Berechnung etwa 3 Wege pro Tag und Person zugrunde, so beträgt damit die maximale tägliche Zeitersparnis pro Person 8 Minuten. Es erscheint nicht gerechtfertigt, für eine derart kurze Zeitspanne Opportunitätskosten, d.h. den entgangenen Nutzen alternativer Möglichkeiten, in Rechnung zu stellen. In einer herkömmlichen Kosten-Nutzen-Analyse summieren sich diese Zeiteinsparungen für Wien jedoch auf einen Wert von ungefähr 450 Millionen Schilling pro Jahr (Privatwege und Wege von bzw. zur Arbeit). Damit bilden sie einen zahlenmäßig dominierenden Posten in der Kosten-Nutzen-Analyse.

Einfluß der nicht motorisierten Modi

Eine Vernachlässigung des nicht motorisierten Verkehrs bedeutet z.B. für den Personenverkehr in Wien, daß etwa 30% aller Wege bzw. etwa 10% der dabei zurückgelegten Wegstrecken nicht berücksichtigt werden.

Wenn schon Kosten-Nutzen-Analysen unter Berücksichtigung von "Zeiteinsparungen" durchgeführt werden um Ausbaurvorhaben von Infrastruktur (öffentlicher Verkehr und/oder Straßenausbau) zu begründen, ist es unzulässig, die Wirkungen der betrachteten Maßnahmen nicht auch auf die nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer mitzubedenken. Es ist nicht einzusehen, daß nur Zeiteinsparungen von Benutzern mechanischer Transportsysteme als volkswirtschaftlich positiv bewertet werden, Qualitätsverschlechterungen und Zeitverluste der Fußgeher und Radfahrer aber bei der Entscheidungsfindung ausgeklammert sind. Diese Vorgangsweise ist jedoch leider immer noch eine weit verbreitete Praxis.

Abbildung 9 zeigt die unterschiedlichen Ergebnisse einer Modellrechnung, welche durch die Berücksichtigung bzw. Nichtberücksichtigung der Modi "Fußgeher" und "Radfahrer" in einer klassischen Kosten-Nutzen-Analyse entstehen. Durchgeführt wurden die Berechnungen mittels des oben erwähnten strategischen Verkehrsmodells für die Stadt Wien. Auf der Abszisse wurde als simulierte Maßnahme die Änderung der Straßenkapazität gegenüber dem Ausgangsszenario aufgetragen. Auf der Ordinate wurden die entsprechenden "User Benefits" aufgetragen. Diese setzen sich aus einer monetären Bewertung der Zeitgewinne bzw. -verluste und realen Kostenänderungen (Treibstoffkosten, etc.) zusammen.

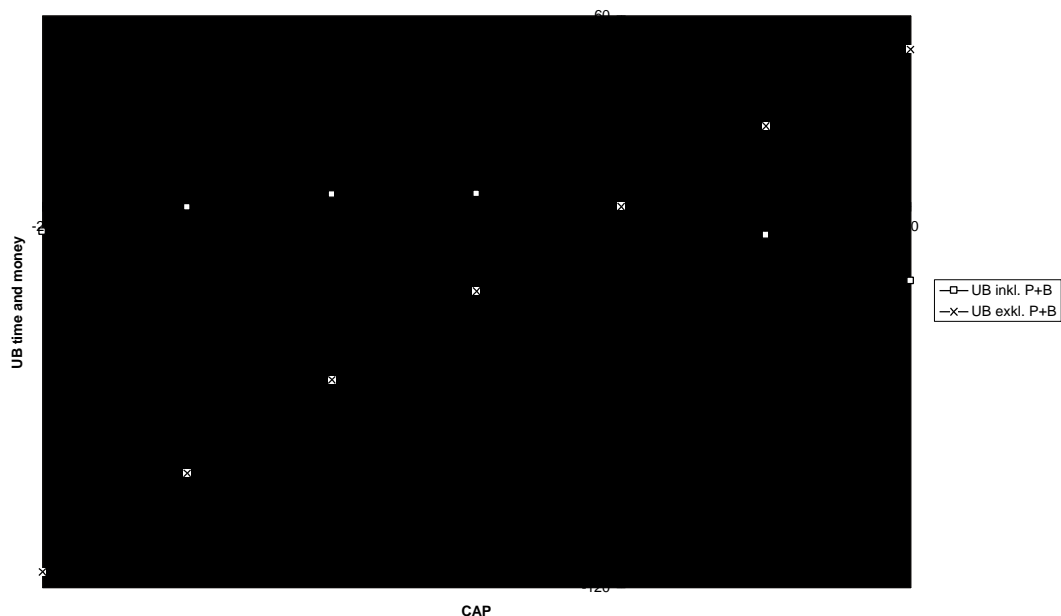


Abbildung 9: Effekt der Vernachlässigung der nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer in einer Kosten-Nutzen-Analyse

Wie man unschwer erkennen kann, führt eine Nichtberücksichtigung der nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmer zu der verkehrsplanerischen Lösung die Straßenkapazität auf +10% zu erhöhen. Wendet man jedoch in der Kosten-Nutzen Analyse das Verfahren der User-Benefits auf alle im Verkehrssystem

existierenden Teilnehmer an, also auch auf die Fußgeher und Radfahrer so ergibt sich als verkehrsplanerisches Optimum eine Reduktion der Straßenkapazität!

Zeitkonstanz

Der wesentliche Schwachpunkt der heute vorhandenen Verkehrsmodelle ist jedoch die fehlende Implementierung des Gesetzes der Zeitkonstanz. Dieses Gesetz besagt, daß die durchschnittliche tägliche Mobilitätszeit pro Person unabhängig von den Entwicklungen der Verkehrssysteme konstant bleibt (vgl. CEMT Round Table 105). Zitat Brockhaus Enzyklopädie, 19. Auflage, Band 23, Seite 220: *"Demnach wird von der annähernd konstanten Zahl der Wege und Verkehrsziele ein zunehmender Teil mit motorisierten Verkehrsmitteln erledigt; die dadurch verfügbare höhere Geschwindigkeit ermöglicht eine laufende Erweiterung des Aktionsraums bei weitgehend gleichem Zeitaufwand im Verkehr. Die Mobilität hat sich also nur derart erhöht, daß Ziele in zunehmend größerer Entfernung erreicht werden."*

Durch diesen modelltheoretischen Fehler werden die bisher betrachteten Mängel erst wirksam. Eine Berücksichtigung des Gesetzes der Zeitkonstanz würde von vornherein verhindern, daß die real nicht vorhandenen monetarisierten "Zeiteinsparungen" die Lösungen der Kosten-Nutzen-Analysen verkehrlicher Maßnahmen in den Modellberechnungen dominieren. Ebenso wäre man gezwungen die nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer zu berücksichtigen. Weiters würde auch der modelltheoretische Mangel des Fehlens einer Rückkoppelung zwischen Raumplanung bzw. Flächennutzung und Verkehrsinfrastruktur durch die Berücksichtigung des Prinzips der Zeitkonstanz und der damit verbundenen Variabilität des Raumes automatisch behoben.

Datenbasis

Verkehrsmodelle stehen und fallen mit den verwendeten Daten. Als Hauptdatenquellen zur Erstellung und Kalibrierung existierender Verkehrsmodelle werden zwei verschiedene Datenarten verwendet. Einerseits benötigt man Daten zur Beschreibung der Umwelt und andererseits Daten zur Beschreibung des Verhaltens der Transportsystemnutzer. Unter die erstgenannte Gruppe fallen Daten, die die Transportnetze beschreiben, wie zum Beispiel digitale Straßenkarten, Eisenbahngraphen, Radwegenetze usw. plus geeigneter Attributierung und räumlich zugeordnete soziodemographische Daten, wie zum Beispiel Anzahl der Bewohner, Anzahl der Arbeitsplätze, Anzahl der Freizeiteinrichtungen usw.

Datenquellen zur Beschreibung des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer sind Haushaltsbefragungen, Querschnittszählungen, Kordonzählungen usw..

All diesen Daten gemeinsam ist, daß sie mit Fehlern behaftet sind. Die Ursachen dafür sind zumeist methodisch begründet, aber auch monetäre Gründe sind nicht zu vernachlässigen. Haushaltsbefragungen sind aus Kostengründen meist nur Stichprobenbefragungen mit anschließender statistischer Hochrechnung auf die Grundgesamtheit. Querschnittszählungen sind nur mittels hochkomplexer Algorithmen zur Überprüfung von Quell/Ziel-Matrizen als Hilfsmittel zu gebrauchen, und auch Kordonzählungen werden aus Kostengründen nur selten und räumlich und zeitlich beschränkt durchgeführt. Daten zur Netzbeschreibung sind heute weitgehend in digitaler Form verfügbar, Bevölkerungsstatistiken sind bis auf Gemeindeniveau disaggregiert erhältlich. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang, daß eine räumliche Disaggregation auf Gemeindeniveau heute nicht mehr ausreichend ist, um quantitative Aussagen über Binnenverkehre in Gemeinden treffen zu können.

Ein weiteres Problem ist die Datenaktualität. Die Update-Zeiträume dieser Daten variieren je nach Datentyp und Quelle beträchtlich. Für Bevölkerungsstatistiken betragen die Update-Zeiten 10 Jahre, Netzdaten müssen dem jeweiligen Ausbaustand des Verkehrssystems nachgeführt werden und sind selten am aktuellen Stand, Verhaltensdaten werden überhaupt meist nur einmal und projektbezogen erhoben.

In der „Modellbaurealität“ bedeutet dies, daß die zum Modellbau verwendeten Inputdaten zu verschiedenen Zeitpunkten gesammelt wurden und daher die vom Verkehrsmodell erhaltenen Ergebnisse eine Addition, wenn nicht sogar Multiplikation der Datenfehler beinhalten.

Anforderungen an den Planer und den Entscheidungsträger:

Die oben angesprochenen Problemkreise verlangen vom Planer ein vorsichtiges Einsetzen computerunterstützter Verkehrsmodelle. Zusätzlich zu allen generellen Unsicherheiten bezüglich

Zukunftsprognosen müssen die erwähnten Problemfelder in der Ergebnisinterpretation berücksichtigt werden. Die üblichen Darstellungen von Umlegungsergebnissen mittels beschrifteten Netzkanten in Pkw-Einheiten pro Tag oder pro Spitzenstunde sind nicht als „realitätsnah“ interpretierbar. Absolute Werte sind lediglich als eine grobe Abschätzung der tatsächlich existierenden Verkehrsmengen zu sehen. Mit dem Wissen, daß die Streubreiten bei existierenden automatischen Querschnittszählstellen für gleiche Wochentage zwischen +/- 15 % liegen, muß man diese Toleranzschwelle auch den Modellergebnissen zumindest zugestehen.

Durch die immer detailgetreuere Abbildung von Transportsystemen, seien es Straßengraphen, oder Graphen des öffentlichen Verkehrs, oder Rad- bzw Fußwegnetze sind Implementationsfehler unvermeidbar. Durch den enormen Zeit- und Kostendruck bei den Projektbearbeitungen kann und wird der Validierung der Daten und der Fehlerbeseitigung immer weniger Zeit gewidmet. Die Erhöhung des Detaillierungsgrades und des damit verbundenen Anstieges der Komplexität der Ergebnisse kann zu einer bewußten oder/und unbewußten Überdeckung gravierender Fehler in Modellaufbau, Kalibrierungsphase und Umlegungsphase führen. Der Planer muß also in der Lage sein, sein Modell zu beherrschen und so die numerischen Fehler in der Ergebnisinterpretation zu eliminieren.

Der Auftraggeber einer Verkehrsstudie muß sich im Klaren darüber sein, welche Komplexität in der Aufgabenstellung einer Verkehrsstudie enthalten ist. Er muß durch offene Gespräche mit dem beauftragten Planer sicherstellen, daß modelltheoretische Mängel im verwendeten Verkehrsmodell explizit dargestellt und aufgelistet werden, um die erhaltenen Ergebnisse kritisch interpretieren zu können. Die Definition der zu testenden Szenarien muß mit dem beauftragten Planer genau spezifiziert werden und ihre Umsetzung in das Verkehrsmodell genau mitverfolgt und verstanden werden. Da Modelle immer eine Vereinfachung der Realität sind, ist genauestens darauf zu achten, ob die Systemgrenzen räumlich wie zeitlich großzügig genug gewählt worden sind, um die zu beantwortenden Fragestellungen im verwendeten Modellansatz abzudecken, und ob alle zu berücksichtigenden Wechselwirkungen und Rückkoppelungen im Modell adäquat abgebildet werden. Ein weitverbreiteter Fehler ist eine zu enge Systemabgrenzung. Viele der verkehrsplanerischen lokalen Lösungen führen durch die zu enge Systemabgrenzung dazu, daß Problembereiche in benachbarte räumliche Gebiete verschoben werden, die außerhalb des untersuchten Planungsgebiets liegen und somit zeitlich gesehen erst später und meist mit noch größeren negativen Folgen für die Gesellschaft zum Tragen kommen.

2.4 Conclusio

Die rechnergestützte Verkehrsplanung ist heute nicht mehr aus dem Planungsalltag der modernen Verkehrsplanung wegzudenken. Der Einsatz computerunterstützter Verkehrsplanung ist ein wichtiges Hilfsinstrument im Bereich der quantitativen Planung. Es ermöglicht dem Planer durch die Abnahme arbeitsintensiver Berechnungen planerische Potentiale freizusetzen, die dieser für die Bewältigung der kreativen qualitativen Planung dringend benötigt. Die damit gewonnenen Freiräume der Planer müssen dazu genutzt werden, die reduktionistische Phase der Verkehrsplanung, die sich auf Zahlen, Auslastungsgrade und ähnliches stützt, hin zu einer gesamtheitlichen Planung zu überwinden. Daher muß unter der Zuhilfenahme der computerunterstützten Verkehrsplanung quantifizierbar gemacht werden, was quantifizierbar ist, damit die Planung wieder in jener Dimension betrieben werden kann, die notwendig ist, um lebenswerte, den ökologischen und sozialen Anforderungen entsprechenden Zukunftsentwicklungen einzuleiten.

Die in diesem Beitrag gelisteten Problemkreise sollen dazu dienen, die Defizite in der Grundlagenforschung und Wissenschaft auf dem Gebiet der Verkehrsmodellierung aufzuzeigen. In allen Bereichen, sei es die Modelltheorie zur Darstellung von Verkehrsabläufen, die Datensammlung oder die anschließende Ergebnisinterpretation (Bewertungsmethoden, Cost-Benefit Analysen inklusive aller Gewichtungprobleme), sind große Forschungsdefizite vorhanden. Nur eine gezielte offene und ehrliche wissenschaftliche Diskussion kann dazu beitragen, diese Probleme schrittweise zu lösen und damit die computerunterstützte Verkehrsplanung dahingehend aufzuwerten, daß sie zu einem seriösen Instrument der Entscheidungsfindung für verkehrspolitische Fragestellungen heranreift.

