

# Deutsches Mobilitätspanel

## Sonderdruck zum 25-jährigen Jubiläum



### 25 Jahre Deutsches Mobilitätspanel – ein Rückblick auf Daten- und Modellkonzepte zur Abbildung von Veränderungsprozessen

(Abdruck aus „Straßenverkehrstechnik“ Heft 7.2020)



### 25 Years of the German Mobility Panel – A Review of Data and Modelling Concepts for the Description of Change Processes

(Reprinted from „Straßenverkehrstechnik“ issue 7.2020)



### 25 ans de panel de mobilité – une rétrospective sur les concepts de données et de modèles pour illustrer les processus de changement

(Reproduction de „Straßenverkehrstechnik“ cahier 7.2020)



Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. Dirk Zumkeller



# **25 Jahre Mobilitätspanel – ein Rückblick auf Daten- und Modellkonzepte zur Abbildung von Veränderungsprozessen**

(Abdruck aus „Straßenverkehrstechnik“ Heft 7.2020)

Univ.-Prof. em. Dr.-Ing Dirk Zumkeller

A.S.: Eine Kurzfassung dieses Artikels diente zur Auftaktveranstaltung „Verkehr in Zahlen“ im Zeichen von 25 Jahren Deutsches Mobilitätspanel Ende November 2019 in Berlin (BMVI) als Manuscript

## **1. Vorbemerkungen**

Veränderungsprozesse sind komplexe Vorgänge, die sehr detaillierter Analysen bedürfen und schon früh ein breites Echo in der wissenschaftlichen Literatur des Verkehrsbereichs gefunden haben (s. hierzu Kutter, E. (1973), Goodwin, P.B. (1977), Ben-Akiva M.E. et al (1977) und Heggie, I.G. (1978))<sup>1</sup>. Dennoch kann in der Planungspraxis der Zugang zum Verständnis solcher Prozesse zunächst einmal sehr leicht durch tradiertes Denken in überkommenen Vorstellungswelten etablierter Disziplinen verstellen werden. Um hierzu ein wenig die Augen zu öffnen, soll ein sehr grobes, holzschnittartiges Bild bedeutender Verhaltensänderungen der letzten fünf Dekaden skizziert werden.

Es geht dabei um den nur sehr langfristig interpretierbaren Prozess von Verkehrsverhaltensänderungen, die notwendig waren, um von einer autogerechten Sicht der Dinge hin zu einem ausdifferenzierten Bild der Nutzung einer Vielzahl von verschiedenen Verkehrsmitteln, oder besser Raumüberwindungsmöglichkeiten (einschließlich IT) in eine multimodale und vernetzte Verkehrswelt der Gegenwart zu gelangen. Der darauf aufbauende kurze, unscharfe und eindimensionale Blick auf die Zukunft (Kapitel 2.2) ergab sich dann wie von selbst.

Der Autor blickt – zugegebenermaßen außerordentlich grobkörnig – auf eine über fünf Dekaden verlaufende Entwicklung anlässlich des 25jährigen Jubiläums des Deutschen Mobilitätspanels (MOP) zurück, weil er diesen Zeitraum als aktiver Ingenieur und Wissenschaftler durchlebt und aus den verschiedensten Blickwinkeln wahrgenommen hat. In diese Zeit fiel auch die Gelegenheit, die Konzeption des MOPs zu gestalten, die Realisierung der ersten Dekaden zu vollziehen und, was in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung ist, die Änderung des Blickwinkels hin zu einem besseren Verständnis von (Verkehrsverhaltensänderungs)Prozessen mitzuerleben. Das gilt für den Institutsalltag im Institut für Verkehrswesen (IfV) der damaligen Universität Karlsruhe (heute KIT), für den Dialog mit einer großen Zahl der im Verkehrswesen aktiven Kollegen, Experten und Berater, bis hin zu der noch größeren Zahl von aktiven Entscheidern (insbesondere politischer Gremien) und betroffenen Teilnehmern am Verkehrsgeschehen. Dabei war es nicht immer einfach, diesen Paradigmenwechsel mit der gebotenen analytischen Distanz zugleich mitzugestalten und zu würdigen.

## **2. Ein Erklärungsversuch für Vergangenes**

### **2.1 Rückblick**

Den Auftakt liefert ein Rückblick in die Zeit der Sechzigerjahre des letzten Jahrhunderts. Diese Dekade war zunächst sehr stark von der Einsicht geprägt, dass die Aufbauphase (natürlich beflogt durch das „Wirtschaftswunder“) langsam beginnt, Früchte zu tragen. Dieses Erlebnis trug wesentlich dazu bei, dass das bisher Geleistete als Bestandteil des richtigen Weges mehr oder weniger kritiklos wahrgenommen wurde, was mehr als verständlich war. In der Verkehrswissenschaft wie auch der Verkehrsplanung dominierte die

---

<sup>1</sup> Angesichts des großen Zeitraums, den dieser Rückblick überdeckt, ist die Literatur in der Reihenfolge des Erscheinens im Text geordnet.

Extrapolation oder in schwierigen Fällen der Vier-Stufen-Algorithmus mit all seinen Vorzügen und Nachteilen. Dabei überwogen in dieser Spätphase des Aufbaus insbesondere die Vorzüge deutlich, weil eine differenziertere Sicht der Dinge so lange nicht erforderlich war, wie es Projekte gab, die so oder so „a priori“ ihre Berechtigung hatten. Es handelte sich dabei in der Regel um den mehr oder weniger schlüssigen „Lückenschluss“, der schon kurz nach seiner Eröffnung durch zügige Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer bestätigt wurde. Einer ex post Überprüfung der zugrundeliegenden Prognosen und Bewertungen und damit der Sinnhaftigkeit der Projekte bedurfte es deshalb nur in ganz seltenen Fällen. Die zugrundeliegenden Algorithmen hatten also im Prinzip – zumindest gefühlt – ihre Feuertaufe glänzend bestanden.

Ende der Sechziger- und Anfang der Siebzigerjahre gab es allerdings Ereignisse, die aufhorchen ließen

- auf der politischen Ebene durch den Beginn der sozialliberalen Koalition unter Willy Brandt (1969) und später Helmut Schmidt (1974) und
- auf der verkehrlichen Seite durch das Ölembargo und verkehrsreie Sonntage (1973).

Für den, der genauer hinschaute, vollzog sich im Rahmen der durch die sozialliberale Koalition ausgelösten Aufbruchsstimmung auch verkehrspolitisch ein Schwenk von dem mehr oder weniger kategorischen Ausbau des Straßennetzes hin zu einer stärkeren Hinterfragung einzelner Projekte. Insbesondere erfolgte, durch die politisch gewollte Unterstützung, ein Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs in Ballungsräumen. Dies äußerste sich in den folgenden Jahren in einer massiven Investitionswelle in U- und S-Bahn-Systeme, die weit über das bereits 1965 in der Region München begonnene hinausging. Das war eine kleine Revolution, wenn man sich vor Augen hält, dass noch in der Mitte der Sechzigerjahre nur zwei Metropolräume (Hamburg und (West-)Berlin) über ein Schnellbahnsystem verfügten, welches schon vor dem Krieg bestanden hatte. Man ging also nach dem ab 1966 beschleunigt arrondierten System in München (Vorbereitung der Olympischen Spiele 1972) an die Arbeit, um auch sehr viel kleinere Metropolräume mit einem Schnellbahnsystem (in der Regel S- und U-Bahn) auszustatten. Dabei gab es sozusagen am unteren Rand der öffentlichen Verkehrssysteme eine Vielzahl von modifizierten und angepassten Systemen, die von der U-Strab bis zum ÖPV im ländlichen Raum reichten, und die uns noch heute beschäftigen (z.B. das Karlsruher Modell). Interessant ist in diesem Zusammenhang auch ein Blick über die gemeinsame Grenze nach Frankreich, das diese Welle des Ausbaus des ÖPNV in Metropolräumen später und in anderer Form erlebt hat.

Von besonderem Interesse für Verkehrspolitiker und -planer war der Tatbestand, dass diese doch sehr erheblichen Investitionen keineswegs zu der vom Automobil bekannten sehr schnellen Akzeptanz bei der Bevölkerung führten. Noch bis Mitte der Achtzigerjahre blieben die Wirkungen in Form von Auslastungsziffern vergleichsweise schwach (Bovy, P., Orfeuil J.-P., Zumkeller, D. (1993)) und standen mit den prognostizierten Werten nicht immer im Einklang. Allerdings wurde zu Beginn der Neunzigerjahre deutlich, dass diese geringe Auslastung keineswegs einem stationären Endzustand entsprach, sondern weitere kontinuierliche, wenn nicht sogar progressive Zuwächse in den ÖPNV-Systemen zu verzeichnen waren; ein Prozess, der m.E. keineswegs abgeschlossen ist. Zu den Ursachen für diese Entwicklungen gibt es mittlerweile ein ganzes Mosaik von ernstzunehmenden, wissenschaftlich belegten Begründungen (z.B. Millard-Ball, A., Schipper, L (2011), Kuhnimhof, T. et al (2013) und viele andere), die angesichts ihrer Bedeutung für die zukünftige Entwicklung auf einige Aufmerksamkeit stießen. An dieser Stelle möchte ich den Rückblick beenden und zunächst offenlassen, warum diese Entwicklung so und nicht anders stattgefunden hat.

Dieses Bild ist – wenn man so will – wissenschaftlich gesprochen nur intuitiv und damit nicht risikolos, aber gerade deshalb erlaubt es auch einen kritischen – falls notwendig selbtkritischen – Umgang mit dem bisher erreichten methodischen Wissen. Vielleicht regt es sogar zu einer detaillierten Analyse der hier erhobenen Vermutungen an.

## **2.2 Der Umgang mit der Zukunft**

In den Sechziger- und Siebzigerjahren hatte man sich ein wenig daran gewöhnt, dass sich die Zukunft als verlässlich und unproblematisch erwies, da sie – von wenigen Ausnahmen abgesehen – mehr oder weniger linear Zuwächse in vielen Bereichen der Gesellschaft und damit auch im Verkehrsbereich aufwies. Das ging so weit, dass es lange Zeit reichte, eine Veröffentlichung zur Sinnhaftigkeit des einen oder anderen Eingriffs im Verkehrssystem mit einem Hinweis auf die weiterhin zunehmenden Verkehrsmengen zu eröffnen, um Ernst genommen zu werden. Warnsignale wie die autofreien Sonntage während der Energiekrise, rezessive Phasen der wirtschaftlichen Entwicklung, steigende Benzinpreise, Staus zur Ferienzeit und ähnliches wurden nach zunächst aufgeregten Debatten früher oder später wieder verdrängt, um zur Tagesordnung überzugehen. Ganz zu schweigen von der Tatsache, dass eine so langjährige Wachstumsphase die prinzipielle Frage aufwarf, wann und in welchem Ausmaß mit einer Abflachung oder ggf. sogar Sättigung der Verkehrs nachfrage zu rechnen sein würde (Zumkeller, D. et al (2002)).

Jenseits dieser Problematik bestand Einvernehmen darin, dass Prognosen zur Verkehrs nachfrage üblicherweise Punktprognosen darstellten, die in einer nicht allzu weit entfernten Zukunft den Zeitpunkt der Eröffnung einer Investition ins Visier nahmen und deren Bewertungsrechnung von einem mehr oder weniger linearen Verlauf der Nutzen- und Kostenströme über die Abschreibungszeit hinweg ausging. Erst bei Betrachtung längerer Zeiträume – oder auch sehr großer Projekte (z.B. Kanaltunnel) – wurde deutlich, dass es sehr lange dauern kann, bis sich stationäre Verhältnisse im Hinblick auf die zu untersuchende Investition einstellen. Dies galt natürlich in besonderer Weise auch für die hier in Rede stehenden S- und U-Bahnsysteme.

Als weiterer Treiber einer ungewisseren Zukunft zeigte sich, dass auch die demographische Entwicklung nicht mehr so kohärent verlaufen würde, wie dies noch zu Beginn der Sechzigerjahre den Anschein hatte. Denn eine der großen Evolutionen der Nachkriegszeit bestand in der Einführung der sog. „Anti-Baby-Pille“. Dabei gab es im Prinzip zwei große Überraschungen, nämlich erstens die Tatsache, dass sich Wirkungen ungewöhnlich schnell und in nicht zu vernachlässigendem Umfang einstellten, und dass diese Wirkungen – mal schneller, mal weniger schnell – nahezu jeden Winkel unseres Heimatplaneten erreichten. Das heißt, dass die heutige Alterspyramide des vereinigten Deutschland bereits Brüche aufzeigt, die es nahelegen, zumindest große Projekte im Hinblick auf die vor uns liegenden demographischen Veränderungen zu testen (Zumkeller, D., Vallée, D. (2006)).

## **2.3 Kontroverse**

Einen Verkehrswissenschaftler, der bis zu den Achtzigerjahren in der Regel Bauingenieur oder Verkehrsökonom war, lässt es natürlich nicht ruhen, wenn diese Diskrepanzen auch mit dem bisher erreichten methodischen Wissen zusammenhängen könnten. Das mag wohl auch einer der Gründe sein, warum der wissenschaftliche Diskurs bereits zu Beginn der Siebzigerjahre in Richtung Kontroverse unterwegs war. Im Hinblick auf diese Kontroverse ist zu betonen, dass über die o.g. Verkehrswissenschaftler hinaus Akteure anderer Disziplinen, wie Mathematik/Informatik, Soziologie, Psychologie, Humangeographie, Regionalökonomie und andere diesen Diskurs ganz wesentlich belebt haben.

### **2.3.1 Die Konstitution des Individuums in der Modellwelt**

Dennoch ist bemerkenswert, dass es zunächst Bauingenieure (Kutter 1973, Poeck/Zumkeller 1976 und 1978, Wermuth (Mathematik/Ingenieur) 1979, Heidemann 1980 und 1981, Herz (1983) und viele andere) waren, die kritische Fragen stellten und damit einen außerordentlich befruchtenden Diskurs auslösten. Beflügelt wurde dieser Diskurs über den Ärmelkanal sowie den Atlantik hinweg durch zwei im Englischen sehr gewandte deutsche Muttersprachler, die gegensätzlicher nicht hätten sein können, namentlich Werner Brög (München) und Arnim Meyburg (zunächst BRD, später Cornell University USA). Brög kam aus der „empirischen Sozialforschung“ und hatte einen eindeutigen Schwerpunkt auf der Datenseite, während

Meyburg den Algorithmen sehr viel näher stand und auf diese Weise zu der schwierigen Aufgabe beitragen konnte, die Elemente der tradierten Verkehrsplanung (siehe Kapitel 2.1, Vier-Stufen-Algorithmus usw.) zu einer neuen operativen Struktur weiterzuentwickeln.

Bevor dies geschehen konnte, war es nahezu unerlässlich, sich mit der in den 70er Jahren aktuellen angelsächsischen Literatur auseinander zu setzen, weil sich hier unter anderem auch völlig andersartige, insbesondere sozialwissenschaftliche (UK) und ökonometrische (US) Blickwinkel auftaten. Beispielhaft sei hier neben den in Kapitel 1 bereits genannten Quellen auf Jones, P. M. et al. (1983) in UK und Stopher, P. und Meyburg, A.H. (1976) hingewiesen. Selbstverständlich gab es weitere Impulse aus Frankreich (Bennell, M. (1980)), den Niederlanden u.v.a. mehr, die allerdings – wie auch so mancher deutsche Beitrag – dem Diktat der englischen Sprache allzu häufig Tribut zollen mussten, d.h. nicht ausreichend „visible“ waren, wenn sie nicht englisch veröffentlicht worden sind.

All diesen – und vielen anderen – Beiträgen war zu Eigen, dass sie nicht so recht zusammenpassen wollten, weil

- die ingenieurwissenschaftlich geprägten Beiträge praktisch immer operativ waren, allerdings in der Regel für den Preis einer Vernachlässigung wesentlicher sozialwissenschaftlicher Dimensionen (z.B. wahre statt wahrgenommene Fahrzeiten und Fahrtkosten) und
- die sozialwissenschaftlich geprägten Beiträge nicht so ohne weiteres in operative Algorithmen überführt werden konnten (Skalierbarkeit usw.).

Damit standen vor allem die Modellbauer (neben Ingenieuren zunehmend Informatiker) vor dem Problem, dass insbesondere aus den Geisteswissenschaften (englisch: „humanities“) eine manchmal schwer überschaubare Flut von (kognitiven, habituellen, situativen, dissonanten, tragen ... bis ... spontanen..., selbst erratischen) Determinanten des Verkehrsverhaltens auftauchten, die – eingebettet in den Kanon von Einstellungen – allesamt berechtigt aber gleichermaßen schwer in Modellen operationalisierbar waren. Neben dem Hinweis auf den schier unersättlichen Datenhunger früherer disaggregierter Modelle trat damit das weitaus größere Problem einer sinnvollen Skalierung und Integration dieser neuartigen Determinanten in geeignete und vor allem operative Modellstrukturen in den Vordergrund (Horni, A., Nagel, K., Axhausen, K. (Hrsg.) (2016)).

Denn diese Integration war, selbst angesichts der gleichzeitig rasanten Fortschritte auf dem Gebiet der Informatik (Hardware wie Software), keineswegs selbstverständlich und meist nur fallweise aber niemals umfassend lösbar. Nur so wird verständlich, dass am Ende dieser immer noch anhaltenden Auseinandersetzung zwischen den beteiligten Geisteswissenschaften auf der einen und Ingenieurwissenschaften auf der anderen Seite nicht erneut ein in sich geschlossenes Lösungskonzept (wie etwa der Vier-Stufen-Algorithmus) stehen konnte. Folgerichtig entwickelte sich eine Vielzahl von „disaggregierten, verhaltensorientierten, mikroskopischen, .... Multiagentenmodellen“, die allesamt einige Aspekte der „soziologischen“ Determinanten einbezogen, jedoch auf der anderen Seite niemals eine umfassende Lösung anbieten konnten. Alle Ansätze mussten allerdings EIN gemeinsames Merkmal aufweisen: sie mussten mikroskopisch (im Sinne handelnder Personen) sein, weil nur dann eine klare Zuordnung dieser neuen „humanen“ Determinanten (jenseits von Fahrzeiten und Kosten) sinnvoll möglich war.

### **2.3.2 Das Individuum und sein Verhalten im Längsschnitt**

Nachdem es also in den Achtzigerjahren gelungen war, die Aggregate des Vier-Stufen-Algorithmus zu „disaggregieren“<sup>2</sup> und das Verhalten dieser Mikroeinheiten neben den Variablen Zeit und Kosten auch nach einigen „soziologischen“ Verhaltensdeterminanten (insbes. Aktivitätenfolgen und deren Konsequenzen für die Ziel- und Verkehrsmittelwahl) zu modellieren, ergab sich insbesondere im Hinblick auf

---

<sup>2</sup> Der Begriff disaggregieren übersieht, dass es an sich nicht möglich ist, einmal aggregierte Makrodaten wieder eindeutig in Mikrodaten zu zerlegen. Insofern kann er nur im übertragenen Sinne gebraucht werden.

habitualisiertes Verhalten und die damit verbundene Trägheit bezüglich Verhaltensänderungen die Notwendigkeit, diese Mikroeinheiten (hier Personen) über die Zeitachse zu verfolgen. Zur Präzisierung sei erwähnt, dass die zu diesem Zeitpunkt bereits etablierten Haushaltsbefragungen in der Regel 24 Stunden überdeckten und insoweit auch Längsschnitterhebungen darstellten, die allerdings nur einen einzigen Zyklus abbilden. Hier geht es vielmehr um Zeiträume, die mehr als einen Tag überdecken, um die Rhythmisierung des Verkehrsverhaltens zu verstehen. Das war von besonderem Interesse, um die sich wiederholenden Verhaltensmuster von den sich verändernden trennen zu können (Huff, J.-O. and Hanson, S. (1986), Kitamura, R. und Van Der Hoorn, T. (1987) und Kitamura, R. (1990)) und damit einen besseren Einblick in die Verhaltensänderungsprozesse zu bekommen. Neben dem Querschnitt (i.d.R. Betrachtungen über maximal 24 Stunden) trat damit der Längsschnitt als zusätzliche und besonders informative Informationsquelle in die Datenwelt und schließlich auch in die Modellwelt ein. Zur Klarstellung: gemeint ist hier neben den schon bekannten Längsschnitten von Aggregatdaten das Verhalten von Individuen im Längsschnitt über mehrere Wochen. Dabei zeigte sich, dass diese alternative Perspektive außerordentlich hilfreich, befriedigend und innovativ wirken kann und m.E. auch noch weiter wirken wird. Weitere, stärker anwendungsorientierte Arbeiten wurden durch Kunert, U. (1992), Zumkeller, D. et al. (1995), Axhausen, K. et al. (2002) und viele andere vorgelegt, die die Sinnhaftigkeit dieser Beobachtungs- und Analysedimension deutlich machten.

Für die praktische Umsetzung ergibt sich damit eine derartige Breite möglicher Modellbausteine (Mallig (2019)), dass zunehmend in Modellstrukturen gedacht wird, die Plattformen für sehr spezifische Anwendungen in den Vordergrund rücken. Denn selbst dann wird eine spezifische Modellanwendung aus dem Bereich zeitgenössischer Fragestellungen zur Verkehrswende (Elektromobilität, Mitfahrer, Carsharing, diverse Fahrdienste usw.) noch komplex genug, um eine spezielle Modellspezifikation erforderlich werden zu lassen (z.B. Heilig, M., Mallig N., Hilgert, T., Kagerbauer, M. und Vortisch, P. (2017)). Die in diesem Beispiel benutzte Mobitopp-Plattform wird durch das IfV open source zur Verfügung gestellt.

### 2.3.3 Konsequenzen

Diese selbstverständlich viel zu kurze Skizze eines im Kern wissenschaftlichen Diskurses hatte eine Reihe von bedeutenden Konsequenzen:

- Es entstand ein gewisses Einvernehmen, dass die erforderliche Datenbasis für ein vertieftes Verständnis des Verhaltensänderungsprozesses nicht vorhanden ist. Das heißt, dass die seinerzeit etablierte Datenwelt so zu verbreitern war, dass ein Längsschnitt (bspw. durch ein Mobilitätspanel) möglich wird.
- Es waren geeignete Analyse- und Modellstrukturen für mikroskopische Längsschnittsdaten zu formulieren (DVWG (2000)).
- Es waren im Anschluss Ursachen für Veränderungen des Verhaltens (auch ex post) zu analysieren.

Insbesondere der letzte Punkt erwies sich als besonders hilfreich für das weitere Verständnis, weil nach einigen Jahren der Panelerhebungen deutlich wurde, dass eine schlichte Verhaltensänderung, die allein durch ein neues Verkehrsangebot ausgelöst wird, eine seltene Ausnahme darstellt. Umgekehrt erwies es sich als sehr zielführend, sogenannte Kohorteneffekte zu analysieren, weil hier je nach Wahl der Kohorte stärkere Veränderungen festzustellen waren. Darüber hinaus eröffnete dies auch einen Einstieg in eine Verfolgung von sich ändernden Nutzenströmen auf der Zeitachse.

## 2.4 Von der Kontroverse zur Gestaltung

Mitte der Achtzigerjahre wurde klar, dass auf der Grundlage der theoretischen Konstrukte der verschiedenen Disziplinen im Hinblick auf kurz- und längerfristige Verhaltensänderungen zur Modellierung des Verkehrsverhaltens weitere Fortschritte nicht mehr zu erwarten waren. Die empirische Basis für unsere Überlegungen war einfach nicht mehr angemessen, weil sie aus Zählungen, inhaltlichen

Momentaufnahmen und maßgeblichen Spitzenstunden bestand. Dabei stellten durch Aggregation von Mikrodaten gebildete Verkehrsverflechtungen  $F_{ij}$  im Hinblick auf die Modellierung das Maß aller Dinge dar.

Im Gegensatz hierzu erlaubte die wissenschaftlich geführte Kontroverse (Kapitel 2.3) eine Rückbesinnung auf das Zustandekommen der zur Verfügung stehenden Datenwelt. Und diese Rückbesinnung – flankiert durch rasante Fortschritte in der Informatik – führte zu der Einsicht, dass der Reichtum einer Stichprobe über menschliches Verhalten in der vielfältigen Varianz dieses Verhaltens liegt und nicht etwa lästig im Sinne von „best-fit-Modellen“ ist. Deshalb ist es üblicherweise mit einem Informationsverlust verbunden, wenn man zunächst Aggregate bildet, mit denen dann Modellierungen durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang ist darauf zu verweisen, dass in der „Natur“ praktisch nur Mikrodaten existieren, die häufig leichtfertig zu Aggregaten zusammengefasst werden, ohne dass später noch die Möglichkeit bestünde, in die zugrundeliegenden Mikrodaten hineinzuschauen, um das Aufspüren von möglichen Ursachen zu erleichtern.

All diese Überlegungen führten dazu, dass ab Ende der Achtzigerjahre klar wurde, dass nur eine grundlegende Erweiterung der Datenwelt zu einem besseren Prozessverständnis – und darauf aufbauend – zu treffsichereren und „mächtigeren“ Modellen führen würde. Daraus resultierte der starke Wunsch, zunächst jenseits der bekannten „Vorher-Nachher-Untersuchungen“, Verhaltensänderungen, die durch Veränderungen im Lebenszyklus der Population und/oder durch neue Investitionen ausgelöst wurden, besser erfassen zu können, um auf dieser Basis insgesamt Prozesse besser verstehen zu können.

Das Ergebnis war eine umfassende Pilotstudie für ein bundesweites Panel, die aufzeigen sollte, ob die mit einem solchen Mobilitätspanel verbundenen erhebungstechnischen Probleme beherrschbar sein würden. Im Einzelnen führte dies zu dem Vorschlag eines rollierenden Mobilitätspanels, welches

- einerseits die demographischen Prozesse (Zugänge, Abgänge, Alterung usw.) in der Grundgesamtheit abbilden (deshalb Rotation) und
- möglichst viele (Verkehrs)verhaltensänderungen im Mikrobereich (z.B. ausgelöst durch Veränderungen des Familienstandes, Umzüge, Kauf eines Pkws usw. und/oder Angebot veränderter Verkehrsinfrastrukturen, Rahmenbedingungen usw.) erfassen sollte.

Die Auflösung dieses hohen Anspruchs ist in Heft 688 des Bundesministeriums für Verkehr (1994) dokumentiert. Angesichts der großen Bedeutung dieser Pilotstudie mag es hilfreich sein, über das Impressum hinaus auf die Mitwirkung einiger Mitstreiter gesondert hinzuweisen:

- Im damaligen BMV hat Herr Dr. Grevsmühl zunächst die INOVAPLAN GmbH, an die dieser Auftrag vergeben worden war (Zumkeller, Blechinger und Seitz), und später das IfV (Zumkeller, Chlond, Manz, Kuhnimhof, Kagerbauer und viele andere) während der gesamten Studie einschließlich der Startphase sehr hilfreich und mit hoher Kompetenz begleitet.
- Die Tatsache, dass die Berufung des Autors auf die Leitung des IfV an der Universität Karlsruhe in das Jahr 1991 fiel, erklärt, dass diese Pilotstudie mit konkreten Empfehlungen vom IfV abgeschlossen wurde.
- Schließlich gab es den Blick über die Grenzen hinweg in die Niederlande und in das Vereinigte Königreich. In beiden Ländern wurden bereits Experimente ähnlicher Art oder sogar weitergehenden Inhalts durchgeführt, über die uns Prof. Dr. Axhausen in UK und Tom van Maanen in den Niederlanden berichtet haben.
- Als Berater des BMV hatte Prof. Dr. Hautzinger mehrfach Gelegenheit, sein profundes statistisches Wissen in dieser Phase des Dialogs einzubringen.

All diese Beiträge haben zu einem gelungenen Start des Deutschen Mobilitätspanels im Jahr 1994 beigetragen und es kann heute gesagt werden, dass sich das MOP als belastbar für mittlerweile 25 Jahre

erwiesen hat und eine ausgezeichnete Grundlage für die eine oder andere Erweiterung oder Verbesserung (z.B. Deutsche Einheit) dargestellt hat.

Schließlich hat das Mobilitätspanel schon in den ersten Jahren den wissenschaftlichen Diskurs sehr belebt und zu einer ganzen Reihe von neuen Einsichten und damit verbundenen Veröffentlichungen, Promotions und ähnlichen Beiträgen geführt. Diese Liste findet sich natürlich nur in Teilen in diesem kurzen Artikel und geht weit über den inländischen Dialog hinaus (Kunert, U. (2012)). Stellvertretend für die vielen Einzelaspekte sei an dieser Stelle auf einen Sachverhalt hingewiesen, der unser Verständnis von Verhaltensänderungen maßgeblich verändert hat:

*Die Vorstellung, dass eine innovative (disruptive?) Veränderung des Verkehrsangebots (alles jenseits der vielzitierten Umgehungsstraße), wie z.B. Schnellbahnsysteme, Energieverknappung und -verteuerung, Hochgeschwindigkeitsverkehr der Bahn, veränderte Ideenwelten für die Mobilität der Zukunft usw. unmittelbar zu Veränderungen des Verhaltens führen muss, ist trügerisch. Das liegt daran, dass einmal existierendes habitualisiertes Verhalten durch Bildung von Routinen und damit verbundenen kognitiven Einschränkungen beim Nutzer üblicherweise zu großer mentaler Trägheit führt. Hinzu kommen liebgewonnene Zusatzoptionen (Einkauf beim Tanken, Lesen im Zug, usw.), die mit der Alternative so vielleicht nicht mehr möglich wären. Das heißt in Summe, dass schon Einiges zusammenkommen muss, bis sich eine neue Alternative über die reine Fahrzeit und die Kosten hinaus als vorteilhaft erweist. Deshalb sind schließlich Änderungen der generellen Lebenssituation (Geburt eines Kindes, Umzug usw.) sozusagen Schlüsselpositionen für Verhaltensänderungen durch Bildung neuer Routinen.*

*Statistisch kommt all dies in sog. Kohorteneffekten gut zum Ausdruck. Üblicherweise sind dies die Differenzen der Verhaltensausprägungen bestimmter (Alters-)Kohorten (z.B. 16jährige) zu verschiedenen Zeitpunkten, z.B. 10 Jahre vor und nach der Vereinigung (1989). Dieser Umstand führt schließlich zu der Einsicht, dass der weitaus größere Teil aller Änderungen mittelfristiger Natur ist. Das heißt, dass selbst nach einigen Dekaden noch Zuwächse oder Abnahmen der Verkehrs nachfrage z.B. in U-, S-Bahnsystemen möglich sind.*

Auch jenseits der Bundesrepublik Deutschland gab es eine größere Zahl von Untersuchungen zu Längsschnitterhebungen, die durchweg sehr spezifische Unterschiede zu dem deutschen Ansatz aufweisen. Auch hier existiert eine lange Liste von internationalen Aktivitäten, die insbesondere über Konferenzbeiträge zu einem intensiven Diskurs und gegenseitiger Belebung des wissenschaftlichen Austauschs geführt haben (z.B. Zumkeller, D., Madre, J.-L., Chlond, B., Armoogum, J (2004)). Dieser Prozess hält glücklicherweise an und entwickelt sich (nicht zuletzt Dank intensiver Aktivitäten des IfV und vieler anderer) auf zunehmend breiter Front.

Im Ergebnis lässt sich heute sagen, dass es insbesondere im Ausland viele sehr interessante Versuche zur Etablierung von kontinuierlichen Längsschnitterhebungen gegeben hat, die allerdings auch durchweg nach einer gewissen Zeit wieder abgebrochen wurden, während sich das MOP mittlerweile zu einem einzigartigen Datensatz gemausert hat. Es dokumentiert 25 Jahre der Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland in einem für die Vergleichbarkeit so unerhört wichtigen, einheitlichen Format und konnte und wird auf diese Weise eine außerordentlich große Zahl von wissenschaftlichen Ergebnissen zutage fördern. Glücklicherweise ist dieser Prozess noch nicht beendet und wir können festhalten, dass der Wert dieser Datei in jedem Jahr mehr als linear zunimmt und damit nicht nur die nationale, sondern auch die internationale Nutzung dieser Datei weiter voranschreitet.

### **3. Dank**

Vor diesem Hintergrund sei allen ungezählten und ungenannten Beteiligten im Namen der Verkehrswissenschaft für die kritische aber faire Begleitung der umfangreichen und anhaltenden Arbeitsschritte gedankt. Natürlich gilt das an erster Stelle

- für den Bundesminister für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI), zur Zeit vertreten durch das Referat 12, Frau Reuter, und die FGSV
- für die vielen internationalen Kontakte zur englischsprachigen Community insbesondere im Rahmen von TRB (Transport Research Board) und ISCTSC (International Steering Committee of Transport Survey Conferences)
- für intensive Kontakte zu europäischen Institutionen, insbesondere in Frankreich, vertreten durch Dr. Orfeuil, Dr. Madre und Dr. Armoogum,
- für das IfV vertreten durch Prof. Dr. Vortisch, Dr. Chlond und Mitarbeiter
- für das jeweilige Erhebungsinstitut angesichts der mühevollen Feldarbeit.

Und nicht zuletzt gilt dieser Dank der deutschen und internationalen „Verkehrscommunity“, die Jahr für Jahr mit Interesse nicht nur die Ergebnisse zur Kenntnis nimmt, sondern mit den Daten weitergehende Forschungsaktivitäten auslöst.

Auch wenn am Ende ein Ergebnis vorliegt, mit dem vielfältige „gute Erfahrungen“ gemacht wurden, sei nicht verschwiegen, dass auch Demut immer wieder ein guter Berater war, wenn es um die Frage ging, ob das Eine oder Andere nicht noch zu verbessern ist, ohne etwas Drittes zu verschlechtern. Ganz zu schweigen von den ersten zwei bis drei Jahren, in denen das MOP das Laufen gelernt hat und sich dabei glücklicherweise als durchaus resistent im Hinblick auf seine Überlebensfähigkeit gezeigt hat.

## **4. Ausblick**

Der Ausblick ist kurz: Es wird auch in Zukunft Überraschungen geben, mit denen niemand rechnen konnte, wie dies in der bisherigen Lebenszeit des Panels zum Beispiel die Deutsche Einheit darstellte. Heute absehbar ist bereits, dass vor uns eine Transformation des Verkehrssystems hin zu einem CO<sub>2</sub>-neutralen (armen?) Verkehrssystem stehen dürfte. Die Hoffnung ist nun, dass sich das Panel neben vielen anderen Fragestellungen auch bei diesem Prozess des Monitorings der Verkehrswende als hilfreich erweist, weil es über ein besseres Verständnis dazu beitragen kann, den Veränderungsprozess so zu gestalten, dass er zu einem Erfolg wird.

In diesem Sinne wünsche ich „Allzeit gute Fahrt“.

P.S.: Zum Zeitpunkt des zugehörigen Vortrags Ende November 2019 war der Begriff „Corona-Pandemie“ noch inhaltsleer. Zum Zeitpunkt des Erscheinens dieses Artikels steht wahrscheinlich schon fest, dass dieses Schreckgespenst ungeahnten Ausmaßes auch für das MOP die nächste Bewährungsprobe und -chance darstellen wird. Bleiben sie gesund!!!

## **5. Literatur**

- Kutter, E. (1973). A model for individual travel behaviour. *Urban Studies*, 10(2):235–258.
- Goodwin, P. B. (1977). Habit and hysteresis in mode choice. *Urban studies*, 14(1):95–98.
- Ben-Akiva, M.E., Adler, T.J., Jacobson, J., Manheim, M.L. (1977). Experiments to Clarify Priorities in Urban Travel Forecasting Research and Development. Cambridge, Massachusetts (CTS report, 77-24).
- Heggie, I. G. (1978). Putting behaviour into behavioural models of travel choice. *Journal of the Operational Research Society*, S. 541–550.
- Bovy, P., Orfeuil J.-P., Zumkeller, D. (1993). *Europe, A Heterogenous „Single Market“*, in: Salmon, I., Bovy, P., Orfeuil, J.P. (Hrsg.). *A Billion Tips a Day, Tradition and Transition in European Travel Patterns*. S. 21-31, Dordrecht.
- Millard-Ball, A., Schipper, L. (2011). *Are we reaching peak travel? Trends in passenger transport in eight industrialized countries*. *Transport Reviews*, 31(3), 357-378.

Kuhnighof, T., Zumkeller, D., Chlond, B (2013), *Who Made Peak Car, and How? A Breakdown of Trends over Four Decades in Four Countries*. in: Transport Reviews, Special Issue : "Peak Car", Volume 33, No. 3, S. 325-342.

Zumkeller D., Chlond, B., Manz, W. (2002)., *Stagnation der Verkehrsnachfrage – Sättigung oder Episode?*, Teil 1 der dreiteiligen Artikelserie „Entwicklung der Mobilität im vereinigten Deutschland“. in: Internationales Verkehrswesen (54) 2002, Heft 6, S. 396.

Zumkeller, D., Vallée, D. (2006). Die Zukunft wird unzuverlässiger – Renaissance der Planung angesichts des demographischen Wandels? In: Straßenverkehrstechnik 11/2006. S. 657-664.

Poeck, M., Zumkeller, D. (1976). *Die Anwendung einer maßnahmeempfindlichen Prognosemethode am Beispiel des Großraums Nürnberg*. DVWG-Workshop, Universität Gießen und Poeck, M., Zumkeller, D. (1978). *Simulation of the effects of an energy shortage in regional Transport systems*. PTRC Summer Annual Meeting, Warwick.

Wermuth, M. (1979). Verhaltensorientierte Nachfragemodelle, Entwicklung und Stand der Kunst. WIST, Inf. Nr. 45.

Heidemann, C. (1980). *Social science methods in forecasting*. in: Social aspects of Transport: How to use social research in transport policy making. TRRL Supplementary Report 689. pp. 1-28 und Heidemann, C. (1981). *Spatial-Behavior Studies: Concepts and Contexts*. in: New Horizons in Travel Behavior Research. Toronto (Lexington Books). S. 289-315.

Herz, R. (1983). Stability, variability and flexibility in everyday behaviour. Recent Advances in Travel Demand Analysis, 385:400.

Jones, P. M., Dix, M. C., Clarke, M. I., und Heggie, I. G. (1983). Understanding travel behaviour. Gower Publishing Company.

Stopher, P., Meyburg, A.H. (Hrsg.) (1976). Behavioral Travel-Demand-Modeling, Toronto (Lexington Books).

Benwell, M. (1980). The contribution of the social sciences to transport research in France. Transport and Road Research Laboratory, Supplementary Report 637.

Horni, A., Nagel, K., Axhausen, K. (Hrsg.) (2016). The Multi-Agent Transport Simulation MATSim. <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/113280>

Huff, J.-O., Hanson, S. (1986). *Repetition and Variability in Urban Travel*. Geographical Analysis, 18, S. 97-114

Kitamura, R. und Van Der Hoorn, T. (1987). Regularity and irreversibility of weekly travel behavior. Transportation, 14(3):227–251.

Kitamura, R. (1990). Panel analysis in transportation planning: An overview. Transportation Research Part A: General, 24(6):401–415.

Kunert, U. (1992). *Individuelles Verhalten im Wochenverlauf*, in: DIW (Hrsg.) Beiträge zur Strukturforschung Heft 130, Berlin.

Zumkeller D., Chlond B. (1995). *Nutzen und Realisierungsprobleme einer bundesweiten Paneluntersuchung zum Verkehrsverhalten*. In: Internationales Verkehrswesen, Verl.: Tetzlaff, Darmstadt.

Axhausen, K. W., Zimmermann, A., Schönfelder, S., Rindsfüser, G., Haupt, T. (2002). Observing the rhythms of daily life: A six-week travel diary. Transportation, 29(2):95–124.

Mallig, N. (2019). Modellierung der Stabilität bei der Verkehrsmittelwahl in einem mikroskopischen Verkehrsfragebogenmodell (Dissertation). Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe.

Heilig, M., Mallig, N., Hilgert, T., Kagerbauer, M., Vortisch, P. (2017). Large-Scale Application of a Combined Destination and Mode Choice Model Estimated with Mixed Stated and Revealed Preference Data. *Transportation Research Record*. (2669), 31–40. Zugang zu der benutzten Plattform: <https://github.com/ifv-mobitopp/mobitopp>.

Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (DVWG) (Hrsg.). Dynamische und statische Elemente des Verkehrsverhaltens – Das Deutsche Mobilitätspanel, Wissenschaftliches Kolloquium in Karlsruhe am 28./ 29. September 2000, Reihe B 234, S. 3-34, ISBN 3-933392-34.

Paneluntersuchungen zum Verkehrsverhalten. Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.), Abteilung Straßenbau, Bonn-Bad Godesberg, in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Dezember 1993, Heft 688.

Kunert, U. et al. (2012). Hinweise zu Panel- und Mehrtageserhebungen zum Mobilitätsverhalten. Methoden und Anwendungen. Hrsg. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV Verlag, Band 160.

Zumkeller, D., Madre J.-L.; Chlond, B.; Armoogum, J. (2004). *Panel Surveys*. In: Stopher, P., Stecher, Ch. (Hrsg.): Travel Survey Methods. Quality and Future Directions, Elsevier Oxford/Amsterdam 2006, ISBN 978-0-08-044662-2, S. 363-389.

Dargay, J., Hanly, M., Hivert, L., Madre, J.-L., Chlond, B. (2003) Demotorisation Seen Through Panel Surveys: A Comparison of France, Britain and Germany, paper presented at the 10<sup>th</sup> International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne, August 2003.

# **25 Years of the German Mobility Panel - A Review of Data and Modeling Concepts for the Description of Change Processes**

(Reprinted from "Straßenverkehrstechnik" issue 7.2020)

Univ.-Prof. em. Dr.-Ing Dirk Zumkeller

*An abridged version of this article served as a manuscript for the launch event "Verkehr in Zahlen" marking 25 years of the German Mobility Panel in Berlin (BMVI) at the end of November 2019.*

## **1. Preliminary Remarks**

Long term change in travel behavior is an inherently complex process which requires detailed analyses and has found resonance in the scientific literature of the transport sector (see Kutter, E. (1973), Goodwin, P.B. (1977), Ben-Akiva M.E. et al (1977) and Heggie, I.G. (1978))<sup>3</sup>. Nevertheless, in planning practice the traditional thinking, outdated conceptual worlds and established disciplines conspire to obstruct access to the understanding of change processes. To open the eyes a bit, this paper sketches a rough, woodcut-like picture of significant behavioral changes over the last five decades.

The process of change in travel behavior, which can only be interpreted in the very long term, has seen the necessary transition from a car-oriented view of things to a differentiated picture involving the use of a variety of different means of transport, with better spatial overcoming options (including IT) in a multi-modal and networked transport world of the present. From this context, the short, fuzzy and one-dimensional view of the future presented in chapter 2.2 emerged as if by itself.

On the occasion of the 25th anniversary of the German Mobility Panel (MOP), the author looks back – in an admittedly coarse-grained manner – on developments over the past five decades, because he lived through this period as an active engineer and scientist and perceived it from diverse perspectives. This period also provided the opportunity to shape the conception of the MOP, to execute the first decades of its realization and, of particular importance in the context of today's paper, to witness the change of perspective towards a better understanding of travel behavior change processes. These experiences animated everyday life in the Institute of Transport Studies (IfV) of the then University of Karlsruhe (today KIT), and stimulated dialogue with colleagues, experts and consultants active in transportation, as well as an even larger number of active decision makers (especially political committees) and affected participants in the world of transportation. At the same time, it must be recognized that it was not always easy to help shape and appreciate this paradigm shift with the necessary analytical distance.

## **2. An Attempt to Explain the Past**

### **2.1 Retrospective**

The prelude is a look back at the sixties of the last century. This decade was initially very much characterized by the realization that the reconstruction phase (naturally spurred on by the "economic miracle") was slowly beginning to bear fruit. This success contributed to an uncritical perception that whatever had been done so far was on the right path, which is easily understandable. In transport science as well as in transport planning, extrapolation or, in difficult cases, the four-step algorithm with all its advantages and disadvantages<sup>4</sup>, necessarily the hypothesis that differences between individuals are similar to the evolutions over time, dominated. The momentum of this late phase of construction meant that as long as there

---

<sup>3</sup> Given the large period covered by this review, the literature is arranged in order of appearance in the text

<sup>4</sup> See French version (as commented by J.-L. Madre).

were projects that had their justification "a priori" in one way or another, because a more differentiated view of things was not necessary. As a rule, these projects were seen as a conclusive "closing of the gap," confirmed by rapid acceptance by road users shortly after each opening. An ex-post review of the underlying forecasts and evaluations and thus of the meaningfulness of the projects was therefore required only in very rare cases. In principle, the underlying algorithms had passed their baptism of fire brilliantly - at least in terms of perception.

At the end of the sixties and the beginning of the seventies, however, there were events that made people sit up and take notice:

- on the political level, the beginning of the social-liberal coalition under Willy Brandt (1969) and later Helmut Schmidt (1974), and
- on the transport side, the impact of the oil embargo and traffic-free Sundays (1973).

For those who took a closer look, the spirit of optimism triggered by the social-liberal coalition also saw a shift in transport policy from the nearly categorical expansion of the road network to greater scrutiny of individual projects. New political support drove an expansion of local public transport in metropolitan areas that manifested itself in a massive wave of investment in subway and commuter rail systems that went far beyond what had already begun in 1965 in the Munich region. This was a small revolution, considering that in the mid-1960s only two metropolitan areas (Hamburg and (West) Berlin) still had a rapid transit system in place from before the war. After the accelerated arrondissement system in Munich from 1966 (in preparation for the 1972 Olympic Games), work began to equip much smaller metropolitan areas with a rapid transit system (usually S-Bahn and U-Bahn). In the process, there were a variety of modified and adapted systems at the lower end of the public transportation systems, so to speak, ranging from the U-street to public transport in rural areas, which still occupy us today (e.g., the Karlsruhe model). In this context, it is also interesting to look across the common border to France, which experienced this wave of public transport expansion in metropolitan areas later and in a different form.

Of particular interest to transport policy makers and planners was the fact that these very substantial investments did not lead at all to the rapid acceptance by the population that was familiar from the automobile. Until the mid-1980s, the effects in the form of utilization rates remained comparatively weak (Bovy, P., Orfeuil J.-P., Zumkeller, D. (1993)) and were not always in line with the forecast values. Nonetheless, by the early 1990s, it became clear that low utilization rates by no means corresponded to steady-state end-state investment. In fact, further continuous, if not progressive, increases in public transport systems were occurring; a process that I believe is by no means complete. There is now a whole mosaic of serious, scientifically supported rationales for the causes of these developments (e.g. Millard-Ball, A., Schipper, L (2011), Kuhnimhof, T. et al (2013) and many others), which have attracted some attention given their importance for future development. At this point, I will end the review and for now leave open the question why this development took place in the way it did and not otherwise.

This picture is - if you will - scientifically speaking only intuitive and thus not without risk, but precisely for this reason it also allows a critical - if necessary self-critical - approach to the methodological knowledge achieved so far. Perhaps it even stimulates a detailed analysis of the assumptions made here.

## **2.2 Dealing with the future**

In the sixties and seventies, after years of linear increase in many areas of society – and thus also in the transport sector, people took the view that the future would prove to be reliable and unproblematic. Reference to the continuing increase in traffic volumes was the only way to be taken seriously when discussing the meaningfulness of one or another intervention in the transport system. Warning signals such as car-free Sundays during the energy crisis, recessionary phases of economic development, rising gasoline prices, traffic jams during the vacation season and the like were sooner or later pushed aside once again after initially excited debates in order to return to business as usual. Further, such a long period of

growth raised the fundamental question of when and to what extent a flattening or possibly even saturation of transport demand could be expected (Zumkeller, D. et al (2002)).

Beyond this problem, there was agreement that travel demand forecasts followed an automotive model using point forecasts that targeted the time of opening of an investment in a near future and whose valuation calculation assumed a more or less linear progression of benefit and cost flows over the depreciation period. It was only when longer periods of time were considered - or even very large projects (e.g. Channel Tunnel) - that it became clear that it can take a very long time for steady-state conditions to develop regarding the investment under investigation. This was, of course, particularly true for the suburban and metro systems at issue here.

A further driver of a more uncertain future has been demographic development that has not been as coherent as it had seemed at the beginning of the 1960s. One of the great evolutions of the post-war period was the introduction of the "birth control pill". There were two big surprises: firstly, the fact that effects occurred unusually quickly and on a scale that could not be ignored, and secondly, that these effects - sometimes more quickly, sometimes less quickly - reached almost every corner of our home planet. This means that today's age pyramid of unified Germany shows fractures that suggest a requirement for testing of major projects against inevitable demographic changes (Zumkeller, D., Vallée, D. (2006)).

## **2.3 Controversy**

A transport scientist, who until the eighties was usually a civil engineer or transport economist, naturally does not rest easy if discrepancies could also be related to methodological knowledge and approaches achieved so far. Methodological concerns may well be one of the reasons why the scientific discourse was already moving towards controversy at the beginning of the seventies. In this controversy, it should be emphasized that beyond the above-mentioned transport scientists, actors from other disciplines, such as mathematics/computer science, sociology, psychology, human geography, regional economics, and others, have animated this discourse quite substantially.

### **2.3.1 The constitution of the individual in the model world**

Nevertheless, it remains noteworthy that it was initially civil engineers (Kutter 1973, Poeck/Zumkeller 1976 and 1978, Wermuth (mathematics/engineering) 1979, Heidemann 1980 and 1981, Herz 1983, and many others) who raised critical questions and thus triggered an extraordinarily stimulating discourse. This discourse was spurred across the English Channel as well as the Atlantic by two native speakers of German who were fluent in English and could not have been more opposite, namely Werner Brög (Munich) and Arним Meyburg (first FRG, later Cornell University USA). Brög came from "empirical social research" and had a clear focus on the data side, while Meyburg was much closer to algorithms and in this way could contribute to the difficult task of developing the elements of traditional transport planning (see chapter 2.1, four-step algorithm, etc.) into a new operational structure.

Before this could be done, it was indispensable to deal with the Anglo-Saxon literature that was current in the 1970s, wherein completely different, especially social science (UK) and econometric (US) perspectives emerged. For example, in addition to the sources already mentioned in chapter 1, Jones, P. M. et al. (1983) in the UK and Stopher, P. and Meyburg, A.H. (1976) are worth mentioning. Of course, there were further impulses from France (Benwell, M. (1980)), the Netherlands, and many more, which, however - like many German contributions - too often had to pay tribute to the dictates of the English language, i.e., were not sufficiently "visible" if they were not published in English.

The full range of contributions to this discourse at the time were characterized by the fact that they did not really want to fit together...

- the engineering contributions were almost always operational; usually at the cost of neglecting important social science dimensions (e.g., true rather than perceived travel times and travel costs), and
- the socio-scientific contributions could not easily be transferred into operational algorithms (scalability, etc.).

The model builders (engineers and increasingly computer scientists) faced an onslaught from the humanities: a flood of cognitive, habitual, situational, dissonant, inert/spontaneous, even erratic determinants of travel behavior, which - embedded in the canon of attitudes - were all legitimate but equally difficult to operationalize into models. Modelling challenges pointed to the sheer insatiable hunger for data from earlier disaggregated models and brought to the fore the much larger problem of meaningfully scaling and integrating these novel determinants into appropriate and, more importantly, operational model structures (Horni, A., Nagel, K., Axhausen, K. (eds.) (2016)).

Even with the rapid advances in the field of computer science (hardware as well as software), comprehensive operational and sociological data integration was by no means self-evident and usually only solvable on a case-by-case basis. As the debate continued between the involved humanities on the one hand and engineering sciences on the other hand, there was no possibility of a closed loop model (such as the four-step algorithm). The result has been a multitude of "disaggregated, behavioral, microscopic, .... multiagent models," all of which incorporate some aspects of the "sociological" determinants but can never offer a comprehensive solution. However, all approaches have had to have ONE common feature: they have had to be microscopic (in the sense of acting persons), because only then was a clear assignment of these new "human" determinants (beyond travel times and costs) meaningfully possible.

### **2.3.2 The individual and his/her behavior in the longitudinal perspective**

A focus of the nineteen-eighties was to "disaggregate"<sup>5</sup> the aggregates of the four-step algorithm and to model the behavior of micro-units according to some "sociological" behavioral determinants (especially activity sequences and their consequences for the choice of destination and means of transport) in addition to the variables of time and cost. The necessity arose to track these micro-units (in this case individuals) over the time axis, especially their habitualized behavior and the associated inertia concerning behavioral changes. To clarify, it should be mentioned that the household surveys already established at that time usually covered a 24 hour time span and to that extent represented longitudinal surveys while, however, only depicting a single cycle<sup>6</sup>. In both the English and the French literature, from this perspective, these surveys are not classified to be longitudinal. Here, rather, we are concerned with periods covering more than one day which allows an understanding of the rhythm of travel behavior. It was of particular interest to be able to separate repetitive behavior patterns from the changing ones (Huff, J.-O. and Hanson, S. (1986), Kitamura, R. and Van Der Hoorn, T. (1987) and Kitamura, R. (1990)) and thus to gain a better insight into behavior change processes. In addition to the cross-section (usually observations over a maximum of 24 hours), the longitudinal section thus entered the data world and eventually the model world as an additional and particularly rich source of information. In addition to already known longitudinal sections of aggregate data, the innovation here was to understand behavior of individuals in longitudinal section over several periods. It became apparent that this alternative perspective can be extraordinarily helpful, stimulating and innovative and, in my opinion, will continue to be so. Further, more application-oriented work was presented by Kunert, U. (1992), Zumkeller, D. et al. (1995), Axhausen, K. et al. (2002) and many others, which made clear the usefulness of this observation and analytical dimension.

For practical implementation, this results in such a breadth of possible model building blocks (Mallig (2019)) that people are increasingly thinking in terms of model structures that focus on platforms for very

---

<sup>5</sup> The term disaggregate overlooks the fact that it is not possible to clearly break down aggregated macro data back into micro data. In this respect, it can only be used in a figurative sense.

<sup>6</sup> In the French and English literature, in this case we do not speak of longitudinal data.

specific applications. For even then, a specific model application from the field of contemporary issues related to the transport transition (electromobility, ridesharing, carsharing, various ride services, etc.) will still be complex enough to require a specific model specification (e.g., Heilig, M., Mallig N., Hilgert, T., Kagerbauer, M., and Vortisch, P. (2017)). The Mobitopp platform used in this example is provided open source by IfV.

### 2.3.3 Consequences

This brief sketch of the scientific discourse highlights significant consequences:

- Agreement emerged that the necessary data base for an in-depth understanding of the behavior change process did not exist. That is, the data world established at the time needed to be broadened to allow for longitudinal analysis (e.g., through a mobility panel).
- Suitable analysis and model structures for microscopic longitudinal data had to be formulated (DVWG (2000)).
- Subsequently, causes for changes in behavior (also ex post) had to be analyzed.

The last point proved to be particularly helpful given that after several years of panel surveys it became clear that a simple change in behavior triggered by a new transport offer alone is a rare exception. Conversely, it proved very useful to analyze so-called cohort effects, because stronger changes were observed here depending on the choice of cohort. In addition, the door was opened to tracking changing benefit flows on the time axis.

## 2.4 From controversy to design

By the mid-1980s, it became clear that no further progress could be expected based on the theoretical constructs of the various disciplines involved in short- and longer-term modeling of travel behavior and behavioral change. The empirical basis for our considerations was simply no longer adequate because it consisted of counts, substantive snapshots, and authoritative peak hours. In this context, traffic relations "Fij" [Fij signifies a flow F (e.g. in Pers.-trips per day) from origin I to destination J] formed by aggregation of microdata represented the measure of all things in terms of modeling.

In contrast to this, the scientifically conducted controversy (chapter 2.3) allowed a return to the originality of the available data world. And this recollection – flanked by rapid advances in computer science – led to the realization that the richness of a sample about human behavior lies in the manifold variance of that behavior, rather than being troublesome in the sense of "best-fit models." Building aggregates with which modeling is then performed causes a loss of original data and information. In this context, it should be pointed out that in "nature" practically only microdata exist, which are often carelessly combined into aggregates preventing later looks into the underlying microdata to facilitate the detection of possible causes.

All of these considerations led to the realization, beginning in the late 1980s, that only a fundamental expansion of the data world would lead to a better understanding of change processes and, thus, to the creation of more accurate and "powerful" models. This realization resulted in a strong desire to transcend the familiar "before and after" studies, using new investment to better capture behavioral changes triggered by changes in the population life cycle

The result was a comprehensive pilot study for a nationwide panel that was designed to demonstrate whether the survey-related problems associated with such a mobility panel would be manageable. Specifically, this led to the proposed creation of a rotating mobility panel that would...

- reflect demographic processes (arrivals, departures, aging, etc.) in the population (therefore rotational),

- capture and record as many (travel) behavioral changes as possible in the micro area (e.g., triggered by changes in marital status, moving, purchase of a car, etc., and/or offer of changed transport infrastructures, framework conditions, etc.),

The resolution of this high ambition is documented in issue 688 of the Federal Ministry of Transport (1994). In view of the great importance of this pilot study, it may be helpful to refer separately, beyond the imprint, to the involvement of some contributors:

- In the BMV at that time, Dr. Grevsmähl first very helpfully and with high competence accompanied the INOVAPLAN GmbH, to which this contract had been awarded (Zumkeller, Blechinger and Seitz), and later the IfV (Zumkeller, Chlond, Manz, Kuhnimhof, Kagerbauer and many others) during the entire study including the start-up phase.
- The fact that the author's appointment to the leadership of the IfV at the University of Karlsruhe fell in 1991 explains that this pilot study was concluded with concrete recommendations from the IfV.
- Finally, there was the look across borders to the Netherlands and the United Kingdom. In both countries, experiments of a similar nature or even more far-reaching content had already been carried out, which were reported to us by Prof. Dr. Axhausen in the UK and Tom van Maanen in the Netherlands.
- As an advisor to the BMV, Prof. Dr. Hautzinger had several opportunities to contribute his profound statistical knowledge to this phase of the dialogue.

All these contributions enabled the successful start of the German Mobility Panel in 1994 and it can be said today that the MOP has proven to be resilient for 25 years, providing an excellent basis for complex extension and improvement (e.g. German Unification).

Finally, and from its first years, the Mobility Panel has greatly enlivened the scientific discourse and led to a whole series of new insights and related publications, doctorates and similar contributions. Of course, this list can only be found in parts in this short article and goes far beyond the domestic dialogue (Kunert, U. (2012)). We would like to point out here one fact that has significantly changed our understanding of behavior change:

*The notion is misleading that an innovative (disruptive?) change in transport supply (anything beyond the much-cited beltway), such as rapid transit systems, energy scarcity and price increases, high-speed rail service, changing worlds of ideas for future mobility, etc., must immediately lead to changes in behavior. This is because habitualized behavior, once it exists, usually leads to great mental inertia in the user due to the formation of routines and the associated cognitive restrictions. Added to this are additional options that the user has come to love (buying gas, reading on the train, etc.), which would perhaps no longer be possible with the alternative. All in all, this means many elements must come together before a new alternative proves to be advantageous beyond pure travel time and costs. Therefore, changes in general life situation (birth of a child, relocation, etc.) are, so to speak, key positions for behavioral changes through the formation of new routines.*

*Statistically, all this is well expressed in so-called cohort effects. Usually, these are the differences in the behavioral characteristics of certain (age) cohorts (e.g., 16-year-olds) at different points in time, e.g., 10 years before and after unification (1989). This fact finally leads to the insight that by far the larger part of all changes are of a medium-term nature. This means that even after a few decades, increases or decreases in transport demand are still possible, e.g. in metro, suburban rail systems.*

Beyond the Federal Republic of Germany, there have been a larger number of studies on longitudinal surveys, all of which show very specific differences to the German approach. There is a long list of international activities that have led to intensive discourse and mutual stimulation of scientific exchange,

especially via conference contributions (e.g. Zumkeller, D., Madre, J.-L., Chlond, B., Armoogum, J (2004)). Fortunately, this process is continuing and developing (not least thanks to intensive activities of the IfV and many others) on an increasingly broad front.

As a result, it can be said today that there have been many very interesting attempts, especially abroad, to establish continuous longitudinal surveys, which, however, were also consistently abandoned after a certain time, while the MOP has meanwhile developed into a unique data set. The MOP documents 25 years of development in the Federal Republic of Germany in a uniform format that is so incredibly important for comparability, and in this way has been able to unearth, and will continue to unearth, an extraordinarily large number of scientific results. Fortunately, this process is not yet finished, and we can state that the value of this file is increasing more than linearly every year and thus not only the national but also the international use of this file continues to advance.

### **3. Thanks**

Against this background, we would like to thank all the uncounted and unnamed participants in the name of transport science for their critical but fair support of the extensive and ongoing work steps. Of course, this applies first and foremost to...

- the Federal Minister of Transport and Digital Infrastructure (BMVI), currently represented by Department 12, Ms. Reuter, and the FGSV,
- for the many international contacts in the English-speaking community, especially within the framework of TRB (Transportation Research Board) and ISCTSC (International Steering Committee of Transport Survey Conferences),
- for intensive contacts within European institutions, especially in France, represented by Dr. Orfeuil, Dr. Madre and Dr. Armoogum,
- for the IfV represented by Prof. Dr. Vortisch, Dr. Chlond and staff members,
- for the respective survey institute in view of the laborious field work.

And last but not least, my thanks go to the German and international "mobility community", which year after year not only takes note of the results with interest, but also triggers further research activities with the data.

In the end, a result is available which has enabled a variety of "good experiences." It should not be concealed that humility was a constant and good advisor when it came to the question of whether one or the other thing could not still be improved without making a third thing worse. Consistency in the first two to three years in which the MOP learned to run fortunately generated resilience in terms of its survivability.

### **4. Outlook**

The outlook is brief: There will be surprises in the future that no one could have expected, as was the case with German unification in the panel's lifetime to date. It is already foreseeable today that a transformation of the transport system towards a CO<sub>2</sub>-neutral (poor?) transport system is likely to lie ahead of us. The hope now is that the panel, along with supporting many other analyses, will prove helpful in this process of monitoring the transformation of transport, because it can help, through a better understanding, to shape the process of change so that it becomes a success.

In this spirit, I wish that you "Have a safe journey all the time."

P.S.: At the time of the related presentation in late November 2019, the term "corona pandemic" was still empty of content. At the time of this article's publication, it is probably already clear that this spectre of unimagined proportions will also be the next test and opportunity for the MOP. Stay well!!!

## 5. References

- Kutter, E. (1973). A model for individual travel behaviour. *Urban Studies*, 10(2):235–258.
- Goodwin, P. B. (1977). Habit and hysteresis in mode choice. *Urban studies*, 14(1):95–98.
- Ben-Akiva, M.E, Adler, T.J., Jacobson, J., Manheim, M.L. (1977). Experiments to Clarify Priorities in Urban Travel Forecasting Research and Development. Cambridge, Massachusetts (CTS report, 77-24).
- Heggie, I. G. (1978). Putting behaviour into behavioural models of travel choice. *Journal of the Operational Research Society*, Seiten 541–550.
- Bovy, P., Orfeuil J.-P., Zumkeller, D. (1993). *Europe, A Heterogenous „Single Market“*, in: Salmon, I., Bovy, P., Orfeuil, J.P. (Hrsg.). *A Billion Trips a Day, Tradition and Transition in European Travel Patterns*. S. 21-31, Dordrecht.
- Millard-Ball, A., Schipper, L. (2011). *Are we reaching peak travel? Trends in passenger transport in eight industrialized countries*. *Transport Reviews*, 31(3), 357-378.
- Kuhnimhof, T., Zumkeller, D., Chlond, B. (2013), *Who Made Peak Car, and How? A Breakdown of Trends over Four Decades in Four Countries*. in: *Transport Reviews*, Special Issue : “Peak Car”, Volume 33, No. 3, pp. 325-342.
- Zumkeller D.; Chlond, B., Manz, W. (2002)., *Stagnation der Verkehrsnachfrage – Sättigung oder Episode?*, Teil 1 der dreiteiligen Artikelserie „Entwicklung der Mobilität im vereinigten Deutschland“. in: *Internationales Verkehrswesen* (54) 2002, Heft 6, S. 396.
- Zumkeller, D., Vallée, D. (2006). Die Zukunft wird unzuverlässiger – Renaissance der Planung angesichts des demographischen Wandels? In: *Straßenverkehrstechnik* 11/2006. S. 657-664.
- Poeck, M., Zumkeller, D. (1976). *Die Anwendung einer maßnahmeempfindlichen Prognosemethode am Beispiel des Großraums Nürnberg*. DVWG-Workshop, Universität Gießen und Poeck, M., Zumkeller, D. (1978). *Simulation of the effects of an energy shortage in regional Transport systems*. PTRC Summer Annual Meeting, Warwick.
- Wermuth, M. (1979). Verhaltensorientierte Nachfragemodelle, Entwicklung und Stand der Kunst. *WIST*, Inf. Nr. 45.
- Heidemann, C. (1980). *Social science methods in forecasting*. in: Social aspects of Transport: How to use social research in transport policy making. TRRL Supplementary Report 689. pp. 1-28 und Heidemann, C. (1981). *Spatial-Behavior Studies: Concepts and Contexts*. in: New Horizons in Travel Behavior Research. Toronto (Lexington Books). pp. 289-315.
- Herz, R. (1983). Stability, variability and flexibility in everyday behaviour. *Recent Advances in Travel Demand Analysis*, 385:400.
- Jones, P. M., Dix, M. C., Clarke, M. I., und Heggie, I. G. (1983). Understanding travel behaviour. Gower Publishing Company.
- Stopher, P. and Meyburg, A.H. (eds.) (1976). *Behavioral Travel-Demand-Modeling*, Toronto (Lexington Books).
- Benwell, M. (1980). The contribution of the social sciences to transport research in France. *Transport and Road Research Laboratory, Supplementary Report* 637.
- Horni, A., Nagel, K., Axhausen, K. (Hrsg.) (2016). The Multi-Agent Transport Simulation MATSim. <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/113280>

Huff, J.-O. and Hanson, S. (1986). *Repetition and Variability in Urban Travel*. Geografical Analysis, 18, pp. 97-114

Kitamura, R. und Van Der Hoorn, T. (1987). Regularity and irreversibility of weekly travel behavior. Transportation, 14(3):227–251.

Kitamura, R. (1990). Panel analysis in transportation planning: An overview. Transportation Research Part A: General, 24(6):401–415.

Kunert, U. (1992). *Individuelles Verhalten im Wochenverlauf*, in: DIW (Hrsg.) Beiträge zur Strukturforschung Heft 130, Berlin.

Zumkeller D., Chlond B. (1995). *Nutzen und Realisierungsprobleme einer bundesweiten Paneluntersuchung zum Verkehrsverhalten*. In: Internationales Verkehrswesen, Verl.: Tetzlaff, Darmstadt.

Axhausen, K. W., Zimmermann, A., Schönenfelder, S., Rindsfüser, G., und Haupt, T. (2002). Observing the rhythms of daily life: A six-week travel diary. Transportation, 29(2):95–124.

Mallig, N. (2019). Modellierung der Stabilität bei der Verkehrsmittelwahl in einem mikroskopischen Verkehrsfragemodell (Dissertation). Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe.

Heilig, M., Mallig, N., Hilgert, T., Kagerbauer, M. und Vortisch, P. (2017). Large-Scale Application of a Combined Destination and Mode Choice Model Estimated with Mixed Stated and Revealed Preference Data. Transportation Research Record. (2669), 31–40. Zugang zu der benutzten Plattform: <https://github.com/ifv-mobitopp/mobitopp>

Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (DVWG) (Hrsg.). Dynamische und statische Elemente des Verkehrsverhaltens – Das Deutsche Mobilitätspanel, Wissenschaftliches Kolloquium in Karlsruhe am 28./ 29. September 2000, Reihe B 234, S. 3-34, ISBN 3-933392-34

Paneluntersuchungen zum Verkehrsverhalten. Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.), Abteilung Straßenbau, Bonn-Bad Godesberg, in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Dezember 1993, Heft 688

Kunert, U. et al. (2012). Hinweise zu Panel- und Mehrtageserhebungen zum Mobilitätsverhalten. Methoden und Anwendungen. Hrsg. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV Verlag, Band 160.

Zumkeller, D., Madre J.-L.; Chlond, B.; Armoogum, J. (2004). *Panel Surveys*. In: Stopher, P., Stecher, Ch. (Hrsg): Travel Survey Methods. Quality and Future Directions, Elsevier Oxford/Amsterdam 2006, ISBN 978-0-08-044662-2, S. 363-389.

Dargay, J., Hanly, M., Hivert, L., Madre, J.-L., Chlond, B. (2003) Demotorisation Seen Through Panel Surveys: A Comparison of France, Britain and Germany, paper presented at the 10<sup>th</sup> International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne, August 2003.

# **25 ans de panel de mobilité - une rétrospective sur les concepts de données et de modèles pour illustrer les processus de changement**

(Reproduction de "Straßenverkehrstechnik" cahier 7.2020)

Univ.-Prof. em. Dr.-Ing Dirk Zumkeller

## **1. Remarques préliminaires**

Les processus de changement sont des processus complexes qui nécessitent des analyses très détaillées et qui ont trouvé très tôt un large écho dans la littérature scientifique du domaine des transports (voir à ce sujet Kutter, E. (1973), Goodwin, P.B. (1977), Ben-Akiva M.E. et al. (1977) et Heggie, I.G. (1978))<sup>7</sup>. Pourtant, dans la pratique de la planification, l'accès à la compréhension de tels processus peut tout d'abord être très facilement entravé par une pensée traditionnelle dans le monde des représentations dépassées des disciplines établies. Pour ouvrir un peu les yeux sur ce point, nous allons esquisser un tableau très sommaire des changements de comportement importants survenus au cours des cinq dernières décennies.

Il s'agit du processus de changement de comportement en matière de transport, qui ne peut être interprété qu'à très long terme, et qui a été nécessaire pour passer d'une vision axée sur l'automobile à une image différenciée de l'utilisation d'une multitude de moyens de transport (ou plutôt de possibilités de franchissement de l'espace, y compris les technologies de l'information) dans un monde du transport multimodal et interconnecté de nos jours. La vision rapide, flou et unidimensionnelle, sur l'avenir (section 2.2) qui s'en est suivie s'est alors imposée d'elle-même.

L'auteur jette un regard rétrospectif - certes trop global - sur une évolution s'étalant sur cinq décennies à l'occasion du 25e anniversaire du Panel allemand de la mobilité (MOP), car il a vécu cette période en tant qu'ingénieur et scientifique actif et l'a perçue sous les angles les plus divers. Cette période a également été l'occasion de concevoir le MOP, de réaliser les premières décennies de collecte des données et, ce qui est particulièrement important dans ce contexte, de vivre le changement de perspective vers une meilleure compréhension des processus de (changement de) comportement en matière de transport. Cela vaut pour le quotidien de l'Institut des transports (IfV) de l'ancienne Université de Karlsruhe (aujourd'hui KIT), pour le dialogue avec un grand nombre de collègues, d'experts et de conseillers actifs dans le domaine des transports, jusqu'au nombre encore plus grand de décideurs actifs (notamment les organes politiques) et de participants concernés par les événements liés aux transports. Il n'a pas toujours été facile de participer à ce changement de paradigme et de l'apprécier avec la distance analytique nécessaire.

## **2. Une tentative d'explication du passé**

### **2.1 Rétrospective**

Le coup d'envoi est donné par une rétrospective de la période des années soixante du siècle dernier. Cette décennie a d'abord été très fortement marquée par la prise de conscience que la phase de reconstruction (naturellement stimulée par le "miracle économique") commençait lentement à porter ses fruits. Cette expérience a largement contribué à ce que le résultat jusqu'alors soit perçu comme allant dans la bonne voie, plus ou moins sans critique, ce qui était compréhensible. Dans les sciences des transports comme dans la planification des transports, l'extrapolation ou, dans les cas difficiles, le modèle à quatre étapes,

---

<sup>7</sup> Compte tenu de la longue période couverte par cette revue, la littérature est classée par ordre d'apparition dans le texte

avec tous ses avantages et ses inconvénients (notamment l'hypothèse que les différences entre individus sont assimilables aux évolutions temporelles)<sup>8</sup>, dominaient. Dans cette phase tardive de la reconstruction, les avantages l'emportaient nettement sur les inconvénients, car une vision plus nuancée des choses n'était pas nécessaire tant qu'il existait des projets qui, d'une manière ou d'une autre, étaient "a priori" justifiés. Il s'agissait en général de combler un maillon considéré comme "manquant", hypothèse confirmée peu après l'ouverture d'un nouveau tronçon par un afflux rapide d'usagers de la route. Une vérification ex post des prévisions et des évaluations sous-jacentes, et donc du bien-fondé des projets, n'a donc été nécessaire que dans de très rares cas. Les algorithmes avaient donc en principe - du moins en apparence - réussi brillamment leur baptême du feu.

Toutefois, à la fin des années soixante et au début des années soixante-dix, des événements ont attiré l'attention

- sur le plan politique, avec le début de la coalition sociale-libérale de Willy Brandt (1969) puis d'Helmut Schmidt (1974) et
- sur le plan des transports, par l'embargo sur le pétrole et les dimanches sans circulation (fin 1973).

Pour ceux qui y regardent de plus près, l'atmosphère de renouveau déclenchée par la coalition sociale-libérale a également entraîné un changement dans la politique des transports, passant d'une extension plus ou moins systématique du réseau routier à une remise en question plus marquée de certains projets. Le soutien politique a notamment permis de développer les transports publics de proximité dans les agglomérations. Cela s'est traduit dans les années qui ont suivi par une vague d'investissements massifs dans les systèmes de U-Bahn (métro) et de S-Bahn (trains de banlieue), bien au-delà de ce qui avait déjà été entrepris en 1965 dans la région de Munich. Il s'agissait d'une petite révolution si l'on considère qu'au milieu des années soixante, seuls deux espaces métropolitains (Hambourg et Berlin (ouest)) disposaient d'un système de transport rapide, qui existait déjà avant la guerre. Après l'extension accélérée du réseau U-/S-Bahn de Munich à partir de 1966 (préparation des Jeux olympiques de 1972), on s'est donc mis au travail pour équiper également des zones métropolitaines beaucoup plus petites d'un système de transport rapide (en général un U-/S-Bahn et un métro). Ce faisant, il y a eu au bas de l'échelle des systèmes de transport public, une multitude de systèmes modifiés et adaptés, allant du métro léger aux transports en commun en zone rurale, et qui nous occupent encore aujourd'hui (par exemple le modèle de Karlsruhe). Dans ce contexte, il est également intéressant de jeter un coup d'œil de l'autre côté de la frontière pour constater que la France a connu plus tard et sous une autre forme cette vague de développement des transports en commun dans les espaces métropolitains.

Les responsables de la politique et de la planification des transports ont été particulièrement intéressés par le fait que ces investissements très importants n'ont pas du tout conduit à l'acceptation rapide par la population que l'on avait connu pour l'automobile. Jusqu'au milieu des années quatre-vingt, les effets en terme de taux d'utilisation sont restés relativement faibles en Allemagne, comme au Royaume-Uni et en France (Bovy, P., Orfeuil J.-P., Zumkeller, D. (1993), Dargay et al. (2003) entre l'Allemagne, le Royaume-Uni et la France) et n'ont pas toujours été en accord avec les valeurs prévues. Toutefois, au début des années quatre-vingt-dix, il est apparu clairement que ce faible taux d'utilisation ne correspondait pas du tout à un état final stationnaire, mais que d'autres augmentations continues, voire progressives, étaient enregistrées dans les systèmes de transport public ; un processus qui, à notre avis, est loin d'être terminé. Les causes de ces évolutions font aujourd'hui l'objet de toute une mosaïque de justifications sérieuses et scientifiquement prouvées (par exemple Millard-Ball, A., Schipper, L (2011), Kuhnimhof, T. et al (2013) et bien d'autres), qui ont suscité une certaine attention compte tenu de leur importance pour l'évolution future. J'aimerais ici mettre un terme à cette rétrospective et laisser tout d'abord ouverte la question de savoir pourquoi cette évolution s'est produite de cette manière et pas autrement.

---

<sup>8</sup> Ajouté par J.-L. Madre dans la traduction française.

Cette image est, scientifiquement parlant, seulement intuitive et donc pas sans risque, mais c'est justement pour cela qu'elle permet aussi une approche critique - si nécessaire autocritique - des connaissances méthodologiques acquises jusqu'à présent. Peut-être même incitera-t-elle à une analyse détaillée des hypothèses émises ici.

## 2.2 La gestion de l'avenir

Dans les années soixante et soixante-dix, on s'était quelque peu habitué à ce que l'avenir s'avère prévisible et non problématique, car il présentait - à quelques exceptions près - des augmentations plus ou moins linéaires, dans de nombreux domaines de la société et donc également dans le secteur des transports. A tel point qu'il a longtemps suffi d'ouvrir une publication sur le bien-fondé des interventions dans le système de transport en évoquant la poursuite de l'augmentation du trafic pour être pris au sérieux. Les signaux d'alarme tels que les dimanches sans voiture pendant la crise énergétique, les phases récessives du développement économique, l'augmentation du prix de l'essence, les embouteillages pendant les vacances,... ont été tôt ou tard ignorés, après des débats agités, pour passer à l'ordre du jour. Sans parler du fait qu'une phase de croissance aussi longue soulevait la question de principe de savoir quand et dans quelle mesure il fallait s'attendre à un ralentissement, voire à une saturation de la demande de transport (Zumkeller, D. et al (2002)).

Au-delà de cette problématique, on s'accordait à dire que les prévisions relatives à la demande de transport représentaient généralement des prévisions ponctuelles qui visaient un avenir pas trop éloigné, à savoir le moment de l'ouverture d'un investissement, et dont le calcul d'évaluation se basait sur une évolution plus ou moins linéaire des flux d'avantages et de coûts sur la durée d'amortissement. Ce n'est qu'en considérant des périodes plus longues - ou de très grands projets (p. ex. tunnel sous la Manche) - qu'il est devenu évident qu'il pouvait s'écouler beaucoup de temps avant que des conditions stationnaires ne s'établissent en ce qui concerne l'investissement à étudier. Cela s'applique bien sûr tout particulièrement aux systèmes de U-/S-Bahn et de métro dont il est question ici.

Autre facteur d'un avenir incertain : l'évolution démographique n'est plus aussi prévisible qu'elle ne l'était au début des années soixante. En effet, l'une des grandes évolutions de l'après-guerre a été l'introduction de ce que l'on appelle la "pilule contraceptive". Il y a eu en principe deux grandes surprises, à savoir, premièrement, le fait que des effets sensibles se sont produits assez vite, et que ces effets ont atteint - parfois plus rapidement, parfois moins - presque toute notre planète. Cela signifie que la pyramide des âges actuelle de l'Allemagne réunifiée présente déjà des ruptures qui suggèrent de tester de grands projets en vue des changements démographiques qui nous attendent (Zumkeller, D., Vallée, D. (2006)).

## 2.3 Discussion

Un spécialiste des transports qui, jusqu'aux années quatre-vingt, était généralement ingénieur en génie civil ou économiste des transports, ne peut naturellement pas rester indifférent au fait que ces divergences pourraient aussi être liées aux connaissances méthodologiques acquises jusqu'à présent. C'est sans doute l'une des raisons pour lesquelles le discours scientifique s'est orienté vers la controverse dès le début des années soixante-dix. En ce qui concerne cette controverse, il convient de souligner qu'au-delà des spécialistes des transports mentionnés ci-dessus, des acteurs d'autres disciplines, telles que les mathématiques/l'informatique, la sociologie, la psychologie, la géographie humaine, l'économie régionale et d'autres encore, ont animé ce discours de manière tout à fait essentielle.

### 2.3.1 La constitution de l'individu dans le monde des modèles

Il est néanmoins remarquable que ce soient d'abord des ingénieurs civils (Kutter en 1973, Poeck/Zumkeller en 1976 et 1978, Wermuth ingénieur mathématicien en 1979, Heidemann en 1980 et 1981, Herz (1983) et bien d'autres) qui aient posé des questions critiques et déclenché ainsi un discours extraordinairement fécond. Ce discours a été stimulé de l'autre côté de la Manche et de l'Atlantique par deux locuteurs

natifs allemands très à l'aise en anglais, qui n'auraient pas pu être plus opposés, à savoir Werner Brög (Munich) et Arним Meyburg (d'abord en RFA, puis à l'université Cornell aux États-Unis). Brög venait de la "recherche sociale empirique" et se concentrat clairement sur les données, tandis que Meyburg était beaucoup plus proche des algorithmes et pouvait ainsi contribuer à la tâche difficile de développer les éléments de la planification traditionnelle des transports (voir section 2.1, algorithme en quatre étapes, etc.) en une nouvelle structure opérationnelle.

Avant de pouvoir le faire, il était presque indispensable de se pencher sur la littérature anglo-saxonne en vogue dans les années 70, car elle offrait des points de vue totalement différents, notamment en matière de sciences sociales (UK) et d'économétrie (US). Outre les sources déjà citées dans la section 1, nous pouvons citer Jones, P. M. et al. (1983) au Royaume-Uni et Stopher, P. et Meyburg, A.H. (1976). Bien entendu, d'autres impulsions ont été données en France (Benwell, M. (1980)), aux Pays-Bas et bien d'autres encore, mais - comme bien des contributions allemandes - elles ont trop souvent dû payer tribut au diktat de la langue anglaise, c'est-à-dire qu'elles n'étaient pas suffisamment "visibles" si elles n'étaient pas publiées en anglais.

Toutes ces contributions - et bien d'autres - avaient pour caractéristique de ne pas vraiment s'accorder entre elles, parce que

- les contributions à caractère d'ingénierie étaient pratiquement toujours opérationnelles, généralement au prix de négliger des dimensions essentielles des sciences sociales (p. ex. temps de trajet et coûts de déplacement réels plutôt que perçus) et
- les contributions à caractère sociologique ne pouvaient pas être facilement converties en algorithmes dynamiques et opérationnels (problèmes de quantification et mise à la bonne échelle).

Ainsi, les modélisateurs (outre des ingénieurs, de plus en plus d'informaticiens) se sont trouvés confrontés au problème suivant : un flot parfois difficile à maîtriser de déterminants (cognitifs, habituels, situationnels, dissonants, inertes, spontanés ..., même erratiques) du comportement en matière de transports a surgi, en particulier venant des sciences humaines (en anglais : "humanities"), qui - intégrés dans le cadre des attitudes - étaient tous justifiés, mais tout aussi difficiles à opérationnaliser dans des modèles. Outre la faim de données presque insatiable des modèles désagrégés, le problème bien plus important d'une mise à l'échelle et d'une intégration judicieuses de ces nouveaux déterminants dans des structures de modèles appropriées et surtout opérationnelles est ainsi apparu au premier plan (Horni, A., Nagel, K., Axhausen, K. (éd.) (2016)).

En effet, même au vu des progrès fulgurants réalisés simultanément dans le domaine de l'informatique (matériel et logiciel), cette intégration n'allait pas du tout de soi et ne pouvait généralement être résolue qu'au cas par cas, mais jamais de manière globale. Ce n'est qu'ainsi que l'on comprend qu'à l'issue de cette confrontation toujours en cours entre les sciences humaines d'une part et les sciences de l'ingénieur d'autre part, il n'était pas possible d'aboutir à un concept de solution fermé (comme l'algorithme en quatre étapes). En conséquence, une multitude de "modèles désagrégés, comportementaux, microscopiques, .... modèles multi-agents", ont tous intégré certains aspects des déterminants "sociologiques", mais n'ont jamais pu offrir de solution globale. Toutes les approches devaient toutefois présenter UNE caractéristique commune : elles devaient être microscopiques (au sens de personnes agissant), car ce n'est qu'à cette condition qu'une attribution claire de ces nouveaux déterminants "humains" (au-delà des temps de trajet et des coûts) était raisonnablement possible.

### **2.3.2 L'individu et son comportement en évolution**

Après avoir réussi, dans les années quatre-vingt, à "désagréger"<sup>9</sup> les agrégats de l'algorithme en quatre étapes et à modéliser le comportement de ces micro-unités en fonction de certains déterminants "socio-logiques" du comportement (notamment les séquences d'activités et leurs conséquences sur le choix de la destination et du mode de transport), il est apparu nécessaire de suivre ces micro-unités (ici les personnes) sur l'axe temporel, notamment en ce qui concerne les comportements habituels et l'inertie qui en résulte en matière de changement de comportement. Pour plus de précision, il convient de mentionner que les enquêtes auprès des ménages déjà établies à cette époque couvraient en général 24 heures et constituaient dans cette mesure également des enquêtes longitudinales, qui ne représentent toutefois qu'un seul cycle<sup>10</sup>. Ici, il s'agit plutôt de périodes couvrant plus d'un jour, afin de comprendre le rythme des comportements en matière de transport. Cela présentait un intérêt particulier pour pouvoir séparer les types de comportement répétitifs de ceux qui changent (Huff, J.-O. et Hanson, S. (1986), Kitamura, R. et Van Der Hoorn, T. (1987) et Kitamura, R. (1990)) et ainsi avoir un meilleur aperçu des processus de changement de comportement. En plus de la coupe transversale (en général observations sur 24 heures maximum), l'analyse longitudinale est ainsi apparue comme une source d'information supplémentaire et particulièrement informative dans le monde des données et finalement aussi dans le monde des modèles. Pour plus de clarté, il s'agit ici, outre les séries temporelles déjà connues sur données agrégées, du comportement d'individus sur plusieurs semaines. Il s'est avéré que cette perspective alternative pouvait être extrêmement utile, fructueuse et innovante, et qu'elle continuerait à l'être selon nous. D'autres travaux, plus orientés vers l'application, ont été présentés par Kunert, U. (1992), Zumkeller, D. et al. (1995), Axhausen, K. et al. (2002) et bien d'autres, qui ont mis en évidence la pertinence de cette dimension d'observation et d'analyse.

Pour la mise en œuvre pratique, il en résulte une telle ampleur de modules de modèles possibles (Mallig (2019)) que l'on pense de plus en plus en termes de structures de modèles, qui mettent en avant des plateformes pour des applications très spécifiques. En effet, même dans ce cas, une application spécifique du modèle dans le domaine des questions actuelles sur la transition des transports (mobilité électrique, covoiturage, autopartage, divers services de transport, etc.) sera encore suffisamment complexe pour nécessiter une spécification de modèle spéciale (par exemple Heilig, M., Mallig N., Hilgert, T., Kagerbauer, M. et Vortisch, P. (2017)). La plateforme Mobitopp utilisée dans cet exemple est mise à disposition en open source par l'IfV.

### **2.3.3 Conséquences**

Cette esquisse, évidemment trop courte, d'un discours essentiellement scientifique a eu un certain nombre de conséquences importantes :

- Un certain consensus s'est dégagé sur le fait que la base de données nécessaire à une compréhension approfondie du processus de changement de comportement n'existe pas. Cela signifie que le monde des données établi à l'époque devait être élargi de manière à permettre un suivi longitudinal (par exemple par un panel de mobilité).
- Il fallait formuler des structures d'analyse et de modélisation appropriées pour des données longitudinales au niveau micro (DVWG (2000)).
- Il fallait ensuite analyser les causes des changements de comportement (également ex post).

Ce dernier point s'est avéré particulièrement utile pour la compréhension ultérieure, car après quelques années d'enquêtes par panel, il est apparu clairement qu'un simple changement de comportement, déclenché uniquement par une nouvelle offre de transport, constituait une exception rare. Inversement, il s'est avéré très utile d'analyser les effets de cohorte, car des changements plus importants ont été

---

<sup>9</sup> Le terme désagréger ne tient pas compte du fait qu'il n'est pas possible de décomposer clairement les macro-données agrégées en microdonnées. A cet égard, il ne peut être utilisé que dans un sens figuré.

<sup>10</sup> Dans la littérature française et anglaise, dans ce cas on ne parle pas des données longitudinales.

constatés pour certaines générations. En outre, cela a permis de suivre l'évolution des flux d'utilité au cours du temps.

## 2.4 De la controverse à la conception

Au milieu des années quatre-vingt, il est devenu évident qu'il ne fallait plus s'attendre à de nouveaux progrès sur la base des constructions théoriques des différentes disciplines en ce qui concerne les changements de comportement à court et à long terme pour modéliser le comportement de transport. La base empirique de nos réflexions n'était tout simplement plus adaptée, car elle était constituée de comptages, notamment aux heures de pointe, et de photos successives (sondages de ménages pour 1 jour). L'interdépendance des matrices  $F_{ij}$ <sup>11</sup>, obtenue par l'agrégation de microdonnées, constituait la référence en matière de modélisation.

En revanche, la controverse scientifique (section 2.3) a permis de revenir sur l'origine des données disponibles. Et ce retour en arrière - accompagné de progrès fulgurants dans le domaine de l'informatique - a conduit à la prise de conscience que la richesse d'un échantillon sur le comportement humain réside dans la variance multiple de ce comportement et n'est pas gênante dans le cadre d'un modèle présentant le meilleur ajustement. C'est pourquoi il y a habituellement une perte d'information lorsqu'on commence par former des agrégats avec lesquels on effectue ensuite des estimations/ modélisations. Dans ce contexte, il convient de souligner que dans la "nature", il n'existe pratiquement que des micro-données, qui sont souvent regroupées à la légère pour former des agrégats, sans qu'il soit possible par la suite de regarder dans les micro-données sous-jacentes pour faciliter l'identification des causes possibles.

Toutes ces réflexions ont fait que, dès la fin des années quatre-vingt, il est apparu clairement que seul un élargissement fondamental du monde des données permettrait de mieux comprendre les processus - et, sur cette base, d'élaborer des modèles plus pertinents et plus "puissants". Il en a résulté un fort désir de pouvoir mieux saisir, tout d'abord au-delà des études classiques "avant-après", les changements de comportement déclenchés par des modifications du cycle de vie de la population et/ou par de nouveaux investissements, afin de pouvoir mieux comprendre les processus dans leur globalité sur cette base.

Le résultat a été une étude pilote complète pour un panel national, qui devait montrer si les problèmes techniques d'enquête liés à un tel panel de mobilité pouvaient être maîtrisés. Plus précisément, cela a conduit à la proposition d'un panel rotatif et glissant de mobilité qui vise à :

- d'une part, refléter les processus démographiques (arrivées, départs, vieillissement, etc.) dans la population et
- d'autre part, saisir le plus grand nombre possible de changements de comportement (en matière de transport) à l'échelle micro (déclenchés par exemple par des changements d'état civil, des déménagements, l'achat d'une voiture, etc. et/ou l'offre d'infrastructures de transport, etc.)

Cette grande ambition est documentée dans le cahier 688 du ministère fédéral des transports (1994). Compte tenu de la grande importance de cette étude pilote, il peut être utile de mentionner la participation de quelques contributeurs:

- Au sein du BMV de l'époque, le Dr Grevsmähl a d'abord accompagné très utilement et avec une grande compétence l'INOVAPLAN GmbH, à qui cette mission avait été confiée (Zumkeller, Blechinger et Seitz), puis l'IfV (Zumkeller, Chlond, Manz, Kuhnimhof, Kagerbauer et bien d'autres) tout au long de l'étude, y compris pendant la phase de démarrage.
- Le fait que la nomination de l'auteur à la direction de l'IfV à l'université de Karlsruhe ait eu lieu en 1991 explique que cette étude pilote se soit terminée par des recommandations concrètes de l'IfV.

---

<sup>11</sup>  $F_{ij}$  signifie la matrice des flux p.e. en [Pers./jours] de l'origine i à la destination j.

- Enfin, il y a eu le regard au-delà des frontières, vers les Pays-Bas et le Royaume-Uni. Dans ces deux pays, des expériences de même nature, voire plus poussées, avaient déjà été menées, dont nous ont parlé le professeur Dr Axhausen au Royaume-Uni et Tom van Maanen aux Pays-Bas.
- En tant que conseiller du BMV, le professeur Hautzinger a eu plusieurs fois l'occasion d'apporter ses connaissances statistiques approfondies à cette phase du dialogue.

Toutes ces contributions ont participé au lancement réussi du Panel allemand de la mobilité en 1994 et l'on peut dire aujourd'hui que le MOP s'est avéré résilient pendant maintenant 25 ans et qu'il a constitué une excellente base pour des extensions et améliorations (par exemple lors de la réunification allemande).

Enfin, dès les premières années, le panel de mobilité a beaucoup stimulé le discours scientifique et a donné lieu à toute une série de nouveaux aperçus et de publications, promotions et autres contributions similaires qui y sont liées. Bien entendu, cette liste ne se retrouve que partiellement dans ce court article et va bien au-delà du dialogue national (Kunert, U. (2012)). Pour illustrer les nombreux aspects individuels, il convient de mentionner ici un fait qui a considérablement modifié notre compréhension des changements de comportement :

*L'idée qu'une modification innovante (disruptive) de l'offre de transport (tant ce qui est audelà de la rocade tant cité) comme par exemple la raréfaction et le renchérissement de l'énergie, le trafic ferroviaire à grande vitesse, des idées créatives pour la mobilité du futur, etc. doit conduire directement à des changements de comportement, est trompeuse. Cela s'explique par le fait qu'une fois qu'un comportement habituel se met en place, il entraîne généralement une grande inertie mentale chez l'utilisateur en raison de la formation de routines et des restrictions cognitives qui y sont liées. A cela s'ajoutent des options supplémentaires auxquelles on est attaché (faire ses courses en faisant le plein, lire dans le train, etc.). Cela signifie qu'il faut réunir un certain nombre d'éléments pour qu'une nouvelle alternative s'avère avantageuse au-delà du temps de trajet et des coûts. C'est pourquoi les changements de situation générale (naissance d'un enfant, déménagement, etc.) sont pour ainsi dire des événements-clés pour les changements de comportement via la création de nouvelles routines.*

*Statistiquement, tout cela s'exprime bien dans ce que l'on appelle les effets de cohorte. Il s'agit généralement des différences d'expression comportementale de certaines cohortes (d'âge) (p. ex. les jeunes de 16 ans) à différents moments, p. ex. 10 ans avant et après la réunification (1989). Ce fait nous amène finalement à reconnaître que la majeure partie de tous les changements est de moyen terme par nature. Cela signifie que même après quelques décennies, des augmentations ou des diminutions de la demande de transport sont encore possibles, par exemple dans les systèmes de métro et de RER.*

Au-delà de la République fédérale d'Allemagne, il existe également un grand nombre d'études sur les enquêtes longitudinales, qui présentent toutes des différences très spécifiques par rapport à l'approche allemande. Ici aussi, il existe une longue liste d'échanges internationaux qui ont conduit à un discours intensif et à une stimulation réciproque des travaux scientifiques, notamment par le biais de contributions à des conférences (par exemple Zumkeller, D., Madre, J.-L., Chlond, B., Armoogum, J (2004)). Ce processus se poursuit heureusement et se développe sur un front de plus en plus large (notamment grâce aux activités intensives de l'IfV et de nombreux autres instituts).

En conclusion, on peut dire aujourd'hui qu'il y a eu, en particulier à l'étranger, de nombreuses tentatives très intéressantes de mise en place d'enquêtes longitudinales continues, qui ont toutefois toutes été interrompues après un certain temps, tandis que le MOP est devenu entre-temps un ensemble de données unique en son genre. Il documente 25 ans de développement en République fédérale d'Allemagne dans un format uniforme, si important pour la comparabilité, et a pu et pourra ainsi mettre à jour un nombre extraordinairement élevé de résultats scientifiques. Heureusement, ce processus n'est pas encore

terminé et nous pouvons constater que la valeur de ce fichier augmente chaque année de manière plus que linéaire et que, par conséquent, l'utilisation non seulement nationale mais aussi internationale de ce fichier continue de progresser.

### **3. Remerciements**

Dans ce contexte, il convient de remercier, au nom de la science des transports, les nombreuses personnes souvent anonymes, pour leur accompagnement critique des étapes de ce projet scientifique à long terme. Cela vaut :

- bien sûr en premier lieu pour le ministère fédéral des Transports et de l'Infrastructure numérique (BMVI), actuellement représenté par l'unité 12, Mme Reuter, et la FGSV
- pour les nombreux contacts internationaux avec la communauté anglophone, notamment dans le cadre du TRB (Transport Research Board) et de l'ISCTSC (International Steering Committee of Transport Survey Conferences)
- pour les contacts intensifs avec les institutions européennes, en particulier en France, représentées par le Dr Orfeuil, le Dr Madre et le Dr Armoogum,
- pour l'IfV, représenté par le professeur Dr Vortisch, le Dr Chlond et leurs collaborateurs
- pour les instituts de sondage respectifs, compte tenu de la difficulté du travail de terrain.

Enfin, ces remerciements s'adressent à la "communauté des transports" allemande et internationale qui, année après année, non seulement prend connaissance avec intérêt des résultats, mais déclenche également des activités de recherche plus approfondies grâce aux données.

Même si, au final, on dispose d'un résultat avec lequel de nombreuses "bonnes expériences" ont été faites, il ne faut pas oublier que l'humilité a toujours été de bon conseil lorsqu'il s'est agi de savoir si l'une ou l'autre chose ne pouvait pas être améliorée sans détériorer une troisième.

### **4. Perspectives**

Nous les évoquerons brièvement : à l'avenir aussi, il y aura des surprises auxquelles personne ne pouvait s'attendre, comme, par exemple, la réunification allemande, qui a marqué la vie du panel jusqu'à présent. Il est d'ores et déjà prévisible que nous devrons faire face à une transformation du système de transport pour atteindre la neutralité carbone. L'espoir est maintenant que le panel, parmi de nombreuses autres sources, s'avère également utile dans ce processus de suivi de la transition des transports, car il peut contribuer, par une meilleure compréhension, à organiser le processus de changement de manière à ce qu'il soit un succès.

Dans cet esprit, je vous souhaite "bonne route".

P.S. : Au moment de la conférence correspondante, fin novembre 2019, le terme de "pandémie" était encore vide de sens. Au moment de la parution de cet article, il est probablement déjà certain que ce spectre d'une ampleur insoupçonnée constituera également la prochaine épreuve et opportunité pour le MOP. Restez en bonne santé!

### **5. Bibliographie**

Kutter, E. (1973). A model for individual travel behaviour. *Urban Studies*, 10(2):235–258.

Goodwin, P. B. (1977). Habit and hysteresis in mode choice. *Urban studies*, 14(1):95–98.

Ben-Akiva, M.E, Adler, T.J., Jacobson, J., Manheim, M.L. (1977). Experiments to Clarify Priorities in Urban Travel Forecasting Research and Development. Cambridge, Massachusetts (CTS report, 77-24).

Heggie, I. G. (1978). Putting behaviour into behavioural models of travel choice. *Journal of the Operational Research Society*, Seiten 541–550.

Bovy, P., Orfeuil J.-P., Zumkeller, D. (1993). *Europe, A Heterogenous „Single Market“*, in: Salmon, I., Bovy, P., Orfeuil, J.P. (Hrsg.). *A Billion Trips a Day, Tradition and Transition in European Travel Patterns*. S. 21-31, Dordrecht.

Millard-Ball, A., Schipper, L. (2011). *Are we reaching peak travel? Trends in passenger transport in eight industrialized countries*. *Transport Reviews*, 31(3), 357-378.

Kuhnimhof, T., Zumkeller, D., Chlond, B. (2013), *Who Made Peak Car, and How? A Breakdown of Trends over Four Decades in Four Countries*. in: *Transport Reviews*, Special Issue : “Peak Car”, Volume 33, No. 3, pp. 325-342.

Zumkeller D.; Chlond, B., Manz, W. (2002)., *Stagnation der Verkehrsnachfrage – Sättigung oder Episode?*, Teil 1 der dreiteiligen Artikelserie „Entwicklung der Mobilität im vereinigten Deutschland“. in: *Internationales Verkehrswesen* (54) 2002, Heft 6, S. 396.

Zumkeller, D., Vallée, D. (2006). Die Zukunft wird unzuverlässiger – Renaissance der Planung angesichts des demographischen Wandels? In: *Straßenverkehrstechnik* 11/2006. S. 657-664.

Poeck, M., Zumkeller, D. (1976). *Die Anwendung einer maßnahmeempfindlichen Prognosemethode am Beispiel des Großraums Nürnberg*. DVWG-Workshop, Universität Gießen und Poeck, M., Zumkeller, D. (1978). *Simulation of the effects of an energy shortage in regional Transport systems*. PTRC Summer Annual Meeting, Warwick.

Wermuth, M. (1979). Verhaltensorientierte Nachfragemodelle, Entwicklung und Stand der Kunst. WIST, Inf. Nr. 45.

Heidemann, C. (1980). *Social science methods in forecasting*. in: Social aspects of Transport: How to use social research in transport policy making. TRRL Supplementary Report 689. pp. 1-28 und Heidemann, C. (1981). *Spatial-Behavior Studies: Concepts and Contexts*. in: New Horizons in Travel Behavior Research. Toronto (Lexington Books). pp. 289-315.

Herz, R. (1983). Stability, variability and flexibility in everyday behaviour. *Recent Advances in Travel Demand Analysis*, 385:400.

Jones, P. M., Dix, M. C., Clarke, M. I., und Heggie, I. G. (1983). Understanding travel behaviour. Gower Publishing Company.

Stopher, P. and Meyburg, A.H. (eds.) (1976). *Behavioral Travel-Demand-Modeling*, Toronto (Lexington Books).

Benwell, M. (1980). The contribution of the social sciences to transport research in France. *Transport and Road Research Laboratory, Supplementary Report 637*.

Horni, A., Nagel, K., Axhausen, K. (Hrsg.) (2016). The Multi-Agent Transport Simulation MATSim. <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/113280>.

Huff, J.-O. and Hanson, S. (1986). *Repetition and Variability in Urban Travel*. *Geografical Analysis*, 18, pp. 97-114.

Kitamura, R. und Van Der Hoorn, T. (1987). Regularity and irreversibility of weekly travel behavior. *Transportation*, 14(3):227–251.

Kitamura, R. (1990). Panel analysis in transportation planning: An overview. *Transportation Research Part A: General*, 24(6):401–415.

Kunert, U. (1992). *Individuelles Verhalten im Wochenverlauf*, in: DIW (Hrsg.) Beiträge zur Strukturforschung Heft 130, Berlin.

Zumkeller D., Chlond B. (1995). *Nutzen und Realisierungsprobleme einer bundesweiten Paneluntersuchung zum Verkehrsverhalten*. In: Internationales Verkehrswesen, Verl.: Tetzlaff, Darmstadt.

Axhausen, K. W., Zimmermann, A., Schönfelder, S., Rindsfürer, G., und Haupt, T. (2002). Observing the rhythms of daily life: A six-week travel diary. *Transportation*, 29(2):95–124.

Mallig, N. (2019). Modellierung der Stabilität bei der Verkehrsmittelwahl in einem mikroskopischen Verkehrsfragemodell (Dissertation). Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe.

Heilig, M., Mallig, N., Hilgert, T., Kagerbauer, M. und Vortisch, P. (2017). Large-Scale Application of a Combined Destination and Mode Choice Model Estimated with Mixed Stated and Revealed Preference Data. *Transportation Research Record*. (2669), 31–40. Zugang zu der benutzten Plattform: <https://github.com/ifv-mobitopp/mobitopp>

Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (DVWG) (Hrsg.). Dynamische und statische Elemente des Verkehrsverhaltens – Das Deutsche Mobilitätspanel, Wissenschaftliches Kolloquium in Karlsruhe am 28./ 29. September 2000, Reihe B 234, S. 3-34, ISBN 3-933392-34.

Paneluntersuchungen zum Verkehrsverhalten. Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.), Abteilung Straßenbau, Bonn-Bad Godesberg, in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Dezember 1993, Heft 688.

Kunert, U. et al. (2012). Hinweise zu Panel- und Mehrtageserhebungen zum Mobilitätsverhalten. Methoden und Anwendungen. Hrsg. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV Verlag, Band 160.

Zumkeller, D., Madre J.-L.; Chlond, B.; Armoogum, J. (2004). *Panel Surveys*. In: Stopher, P., Stecher, Ch. (Hrsg): Travel Survey Methods. Quality and Future Directions, Elsevier Oxford/Amsterdam 2006, ISBN 978-0-08-044662-2, S. 363-389.

Dargay, J., Hanly, M., Hivert, L., Madre, J.-L., Chlond, B. (2003) Demotorisation Seen Through Panel Surveys: A Comparison of France, Britain and Germany, paper presented at the 10<sup>th</sup> International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne, August 2003.