

D

**ATENGETRIEBENE
MOBILITÄT:**

MOTOR FÜR MEHR EFFIZIENZ

Inhalt

1.	Einleitung	03
2.	Voraussetzung und Beginn	03
3.	Connected Car	05
4.	Dynamische Navigation	06
5.	Intelligente Verkehrssteuerung	08
6.	Autonomes Fahren	09
7.	Mobilitätsanbieter	10
8.	Netzwerkeffekte und Wirkung auf den Verkehr	11
9.	Daten im öffentlichen Nahverkehr	12
10.	Multimodale Dienste	15
11.	Komplexität von Mobilität	18
12.	Schlussfolgerung	21
13.	Referenzen	22

1. Einleitung

Zukünftige Mobilität hängt sehr stark an der Verwendung von Daten. Dieser Artikel beschäftigt sich mit den Voraussetzungen für die Datengenerierung sowie die Datenverwendung im Zusammenhang mit Verkehr und Mobilität. Sehr wichtig sind hierbei Datenmodelle für Mobilität und woher diese kommen. Der Artikel adressiert mehr den ambitionierten Einsteiger oder den Mobilitätsspezialisten, da nicht jeder Begriff grundlegend erklärt wird. Dennoch sind keine umfangreichen Vorkenntnisse zu Data Science, Business Intelligence oder Mobilität und Verkehr notwendig. Im Fokus stehen die wichtigsten Treiber für zukünftige Mobilitätsdienste: Preise von Mobilität, Effizienz und Flexibilität von Mobilitätsdiensten und datengetriebenen Businessmodellen. Der Artikel schlägt die Brücke zwischen Individualverkehr und öffentlichem Verkehr. Alle Facetten von Mobilität können hierbei nicht dargestellt werden, deren Vielfalt würde den Rahmen sprengen. Ziel ist es, die Verwendung von Daten in heutiger und künftiger Mobilität zu beschreiben und möglichst aktuelle Beispiele und Referenzen einzubringen.

2. Voraussetzung und Beginn

Datengetriebene Mobilität hat viele mögliche Startpunkte in der Technikgeschichte. Aber erst seit mehrere Technologien gemeinsam verfügbar wurden, können wir von der heutigen Form einer datengetriebenen Mobilität sprechen. Ein wichtiger Schritt zu datengetriebener Mobilität ist im öffentlichen Verkehr die Entwicklung von Transmodel in Europa in den 1980er und 1990er Jahren, gefördert durch die Europäische Union. Ebenso zu erwähnen ist die Entwicklung von GTFS (General Transit Feed Specification) durch Google 2005 und die Freigabe von GTFS Realtime in 2018. Erstmals wurde Verkehr in Daten modelliert und allgemeingültige Datenformate wurden bestimmt, zweifelsohne eine Grundvoraussetzung für datengetriebene Mobilität.

Im Individualverkehr beginnt es mit der Verbreitung von Navigationssystemen, die im neuen Jahrtausend für jeden erschwinglich wurden. Ermöglicht wurde dies durch die Freigabe von GPS zur zivilen Nutzung im Jahre 2000. Ab diesem Zeitpunkt haben alle Autohersteller begonnen, Navigationssysteme zu verbauen. Im professionellen Umfeld, etwa in der Luft- und Seefahrt, gab es auch vorher bereits Systeme, aber erst die Verfügbarkeit von GPS hat daraus ein Massenprodukt gemacht. Die eigene Position konnte nun von jedermann einfach, schnell, zuverlässig und kostengünstig ermittelt werden.

Effektive Systeme lassen sich bauen seit ein Ortungssystem wie GPS verfügbar ist, Mobilfunk für den Datenaustausch genutzt werden kann und digitales Kartenmaterial in der heutigen Form zur Verfügung steht. Ohne ein leistungsfähiges Mobilfunknetz kann man Daten nur im Endgerät sammeln und nur sehr zeitverzögert darauf zugreifen, wenn das Auto beispielsweise in der Werkstatt steht und die Daten ausgelesen

werden. Wohnt und arbeitet man in einer Metropolregion, dann ist man gewohnt, immer und überall ausreichend Bandbreite nutzen zu können. Allerdings ist die Verfügbarkeit eines Mobilfunknetzes selbst in Europa noch mit sehr großen Lücken versehen, und Satellitentelefonie stellt keine adäquate Lösung dar.

Für Massentauglichkeit ist es notwendig, dass ausreichend Bandbreite zu einem günstigen Preis zur Verfügung steht. Somit ist datengetriebene Mobilität sehr stark mit dem Ausbau von UMTS, LTE und 5G verbunden. Natürlich war es auch schon vor dieser Zeit möglich, mit GPRS LKWs von Speditionen zu steuern. Trotzdem ist hier zu bemerken, dass der Netzausbau und auch Initiativen wie beispielsweise die EU Roaming-Verordnung sehr hilfreich sind, wenn man einen Service über den ganzen Kontinent verteilt anbieten möchte. Wenn Datenroaming benötigt wird, ist schnell mehr Geld verbraucht, als der Mobilitätsdienst verdienen kann. Bandbreite ist wichtig, weil Applikationen im Fahrzeug oder am Handy flüssig funktionieren müssen, damit diese Kundenakzeptanz erreichen.

Der dritte sehr wichtige Aspekt ist das verfügbare Kartenmaterial. Landkarten sind allerdings sehr vielfältig. Es wichtig sie nach der Abdeckung und der Auflösung zu unterscheiden, und ob sie topografisch sind oder nicht. Es gibt viele weitere Aspekte, wie sich Landkarten unterscheiden können. Hervorzuheben sind die Kartenhersteller Google Maps, TomTom, Here und besonders interessant der Anbieter OpenStreetMap, der Geodaten in Form der Open Database Licence anbietet (Open Data Commons, 2019). Es ist nicht einfach zu bestimmen, welcher Kartenhersteller selbst oder teilweise die Landkarten erstellt und welcher sie bloß zukaufft oder ggf. auch OpenStreetMap als Basis verwendet.

Digitales Kartenmaterial und den zugehörigen Markt zu beschreiben, ist für sich genommen einen eigenen Artikel wert. Die Vielfalt beginnt bei Pixelgrafikkarten oder Vektorgrafiken. Es gibt Points of Interests (POIs), die man in Landkarten einbinden kann. Und selbstverständlich braucht man unterschiedlichste Qualitäten an Landkarten und auch ganz unterschiedliche Informationen, denn ein Radfahrer oder Fußgänger benötigt andere Informationen als ein Autofahrer. Selbst der Benutzer des öffentlichen Nahverkehrs braucht nicht vorrangig die Straßeninformationen, Haltestellen sind hier wichtiger. Für autonomes Fahren wird zum einen wesentlich mehr Informationen benötigt und zum anderen müssen diese Informationen viel aktueller sein, als wir das von den Kartenupdates in aktuellen privaten Navigationssystemen kennen.

In den letzten Jahren sind sowohl für Privatanwender als auch für Businessbereiche die Verfügbarkeit und der Datenzugang sehr viel einfacher geworden. Früher waren beispielsweise nur wenige Wetterdaten erhältlich, heute sind viele Daten kostenfrei verfügbar, wenn auch nicht immer in gewünschter örtlicher und zeitlicher Auflösung sowie in ausreichender Qualität.

3. Connected Car

Fahrzeuge haben heute Connected Car Funktionen verbaut, die einen Datenaustausch ermöglichen. Dies betrifft sowohl den öffentlichen Verkehr aber auch alle Neufahrzeuge. Typisch ist die Verbindung per Mobilfunk, so dass ein bidirektionaler Datenaustausch des Fahrzeugs mit einer Cloud möglich wird. Funktionen dank Datenaustausch sind beispielsweise eine automatische Unfallbenachrichtigung oder eine Geschwindigkeitswarnung. Es gibt unterschiedlichste Anwendungsfälle: In manchen Fällen werden Fahrer- oder Fahrzeugdaten entgegengenommen und dem Fahrer angezeigt, in anderen Fällen werden Daten vom Fahrzeug ans Backend abgegeben z. B. ein Notruf ausgelöst. Eine Geschwindigkeitswarnung kann mittels Erkennung von Verkehrsschildern realisiert sein, sie kann aber auch mit Landkarten erfolgen. Das bedeutet, dass auch temporäre Geschwindigkeitsbegrenzungen wie bei einer Baustelle durch andere Fahrzeuge erkannt und in der Landkarte kurzfristig ergänzt werden. Am besten funktionieren Geschwindigkeitswarnungen, die beide Funktionen kombinieren, die Erkennung direkt per Kamera sowie innerhalb der Flotte per Landkarten-Update.

Es ist zu unterscheiden, wie diese Kommunikation zustande kommt. Zoomt der Fahrer in der Landkarte am Display und generiert dabei einen Datenaufruf, bei dem z. B. bestimmte seltene POIs nachgeladen werden müssen. Oder initiiert das Fahrzeug die Kommunikation direkt als Hintergrundaktion. Genauso kann der Autohersteller eine Funktion aufrufen, um beispielsweise alle Daten einer bestimmten Baureihe abzurufen. Bei brandneuen Fahrzeugen ist es nicht unüblich, dass die ersten verkauften Fahrzeuge getrackt werden.

Das Fahrzeugbaujahr ist entscheidend für die Funktionalität des Datenaustausches, die dieses mitbringt, vor allem weil doch viele Autos im Feld sehr alt sein können. Das Durchschnittsalter von Fahrzeugen wächst stetig an, wie aus der Statistik des Kraftfahrt-Bundesamtes zu entnehmen ist (Kraftfahrt-Bundesamt, 2018). Das Durchschnittsalter von Fahrzeugen in der Autonation Deutschland liegt bei 9,4 Jahren und rund 20 % der Fahrzeuge sind 15 Jahre oder älter, und ein Anteil dieser Fahrzeuge wird vermutlich nicht an der datengetriebenen Mobilität teilhaben.

Dies gilt es etwas differenzierter zu betrachten:

- Der Anteil älterer Fahrzeuge in Entwicklungsländern wird sicher höher sein.
- Fahrzeuge ohne Connected Dienste wachsen stetig aus dem Bestand raus. Connected Dienste gibt es nun seit rund 20 Jahren, genau passend zu der Verbreitung von GPRS und der Freigabe von GPRS. Die ersten Connected Dienste waren damals der Oberklasse vorbehalten,

aber Fahrzeuge in dem Alter werden weniger und bald wird sich der Anteil nicht angebundener Fahrzeuge auf die geringe Menge an Oldtimern beschränken.

- Und fährt man einen Oldtimer ohne Datenanbindung, kann man trotzdem noch auf sein Smartphone zugreifen und z. B. eine Routenplanung benutzen, die den Stau umfährt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass ein Fahrzeug in all seinen Steuergeräten ebenfalls Daten sammelt, welche spätestens beim Werkstattbesuch abgerufen werden können. Und diese Daten wurden und werden vielfältig genutzt, beispielsweise kann ein Autohersteller seine zukünftige Fahrzeugentwicklung daran ausrichten. Wertet man die Daten des Fahrerverhaltens oder der Fahrzeugnutzung aus, kann man damit wichtige Probleme lösen, beispielsweise wie oft eine Fahrertür im Vergleich zu einer Beifahrertür geöffnet wird. Stellt man dies dann fest, lohnt es sich möglicherweise die Scharniere in der Beifahrertür geringer auszulegen, um Gewicht einzusparen. Noch interessanter wird es, wenn man die Batterielade- und -entladekurven misst und auswertet. Ebenso interessant sind auch Auswertungen dazu, ob die Spracherkennung immer dann Erkennungsprobleme bekommt, wenn gerade das Schiebedach geöffnet ist. Alle diese Daten kann man auch offline auswerten, weil keine Online-Schnittstellen hierfür zwingend notwendig sind, außer man will unbedingt das neueste Modell im Feld in den ersten Wochen beobachten und sofort Ergebnisse generieren.

4. Dynamische Navigation

Einer der entscheidenden Schritte für datengetriebene Mobilität im Auto ist eine funktionierende Stauwarnung sowie eine effektiv funktionierende Stauumfahrung. Es herrscht ein starker Wettbewerb bei dieser Funktionalität und eine hohe Veränderungsdynamik. Der Wechsel zu einem anderen Datenanbieter kann die Navigation stark verändern, wie man in diversen Tests von Echtzeit-Navigationssystemen in Autozeitschriften sehen kann (Leicht, 2018). Die wichtigsten Anbieter von Stauinformationen sind TomTom, Traffic Message Channel (TMC), Here und Inrix. Die wichtigsten Smartphone-Betriebssysteme von Apple und Android (Google) beinhalten ebenso eine Stauinformation und eine dynamische Routenoptimierung.

TMC ist ein Sonderfall und wird über Radiosignal verbreitet. Somit ist es notwendig, dass ein TMC Radiogerät im Auto verbaut und in dem Land ein TMC Sender verfügbar ist. TMC ist vorwiegend in Europa verfügbar, wenn auch nicht flächendeckend, und weniger in China und USA verbreitet. Moderne Navigationssysteme binden TMC Informationen mit ein, wenn die Datenverbindung nicht verfügbar ist, um die Servicequalität möglichst lückenlos zu gestalten.

Es ist fast unmöglich festzustellen, welcher Anbieter von „Real-time-Traffic“ von welchem Hersteller die Daten bezieht oder ggf. anreichert. Naheliegender wäre, dass Apple neben den Kartendaten auch Real-Time-Traffic bei TomTom bezieht, wobei Apple bereits vor einem Jahr veröffentlicht hat, dass sie sogar die Landkarte selbst erstellen wollen (Schwan, 2018).

Eine einfache Stauererkennung ist mit den richtigen Daten schnell zu bauen. Man verwendet die Fahrdaten einer Stadt, also die Position, Geschwindigkeit und Richtung einer großen Menge von Fahrern und erfasst diese regelmäßig, beispielsweise im Sekundentakt. Es lässt sich mit einem Clusterverfahren (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise, DBSCAN) und dem Ausfiltern von langsamen Fahrzeugen ein Echtzeitsystem bauen, das einen Stau zuverlässig erkennt. Beispieldaten hierfür sind mittlerweile auch frei verfügbar. So hat etwa die Universität Luxemburg ein intelligentes Verkehrssystem basierend auf frei zugänglichen Daten entwickelt (Hentschel, 2017).

Für eine zuverlässige Aussagekraft in Bezug auf Staus benötigt man vor allem ausreichend Daten. Diese liefern entweder Mobilfunkbetreiber, natürlich auch Autofahrer oder eben Smartphones direkt an Google oder Apple. Vermutlich werden die Daten je nach Land, je nach spezifischer Gesetzgebung, je nach Verfügbarkeit und Preis der Daten kombiniert, so dass die Spezialanbieter wie Inrix und TomTom einen möglichst lückenlosen Dienst anbieten können, der sich einerseits schnell aktualisiert, aber andererseits auch nicht ständig eine neue Route forciert. Google wird mit hoher Wahrscheinlichkeit haus-eigene Daten verwenden, vielleicht auch angereichert und ergänzt durch fremde Daten.

Fragen, die ein sehr spannendes Untersuchungsfeld bieten würden, sind, welche Wirkung die dynamische Routenführung hat, wenn man berücksichtigt, dass immer mehr Fahrzeuge diese Funktion nutzen, ob sich eine Gesamtwirkung auf den Verkehr ergibt und welche diese wäre. Eine Theorie hierzu ist, dass mit zunehmender Verbreitung von Stauumfahrungssystemen, die Vorteile eines solchen Systems sich gegen null bewegen.

Die Untersuchung würde damit starten, dass man zuerst eine Datenbasis schafft, inwieweit in einem Untersuchungsumfeld die Funktion Stauumfahrung verfügbar wird. Dazu schätzt man in diesem Umfeld die beruflichen Fahrer ein, die dauerhaft routengesteuert fahren, wie LKW-Fahrer, Ridesharing- und Ridehailing-Fahrer und den Anteil der privaten Fahrer, die diese Funktion nutzen. Da vermutlich im Zeitverlauf von einigen Jahren der Anteil der Fahrten mit dynamischer Routenführung stark ansteigt, wäre es vorstellbar, dass in einem definierten Verkehrsszenario bei erkanntem Stau auf einer Hauptstrecke eine hohe Anzahl von Fahrzeugen auf die zweitbeste Strecke ausweicht. Das Problem hierbei ist, dass

man diese Untersuchung für ein ausreichend definiertes Umfeld einfach machen könnte, dann ist aber die Aussagekraft geringer. Und je generischer das Testumfeld ist, desto aufwändiger wird der Test. Je homogener die Datenbasis der Stauerkennung für die Gesamtheit der Fahrer ist, desto homogener wird das Anbieten einer Alternativroute für alle Fahrer ausfallen.

5. Intelligente Verkehrssteuerung

Systeme zur Steuerung des Verkehrs gibt es schon sehr lange in Ballungszentren, wie z. B. die Steuerung von Autobahnen vor allem durch dynamisch veränderbare Geschwindigkeitsbegrenzungen bei Stau. Neuer und innovativer ist die Freigabe des Seitenstreifens, wie es bereits auf der A99, am Autobahnring um München, üblich ist. Hier ist anzumerken, dass die Möglichkeiten für die Verkehrsplaner und auch für alle Steuerungsmaßnahmen relativ begrenzt sind. Bei Durchsatzproblemen ist Stau kaum zu vermeiden, außer dass man den Seitenstreifen durch das Leitsystem zuschalten kann, um den Durchsatz einer Straße zu erhöhen.

Priorisierungssysteme kennen wir vor allem dahingehend, dass der Teil des öffentlichen Verkehrs bevorzugt wird, der sich den Raum mit dem Individualverkehr teilt. Wir sprechen von Bussen und Trambahnen, die sich den Raum weitgehend mit dem Individualverkehr teilen. Auch hier ein Beispiel aus München, wo diese vor Erreichen einer Ampel ein Signal abgeben und von der Ampelanlage bevorzugt behandelt werden. Die Einsparungseffekte wurden von der Münchner Verkehrsgesellschaft (MVG) errechnet und veröffentlicht (Landeshauptstadt München, 2019).

Um das Thema Ampel drehen sich viele Initiativen, vor allem weil die Ampel im Individualverkehr die zentrale Steuerung darstellt. Beispielsweise das Produkt Enlighten eines amerikanischen Startups, welches in ausgewählten Städte in den USA die Ampelsignale empfängt und dem Fahrer zur Verfügung stellt um effizienter durch die Stadt zu fahren (Connected Signals, 2019). Oder die Initiativen von Audi, wo ein Ampel-Assistent hilft, die Geschwindigkeit zu fahren, die notwendig ist, um in einer grünen Welle zu fahren (Welt, 2019). Geplant ist der erste Einsatz in Europa ab Juli 2019 in Ingolstadt.

Man findet weitere Innovationen, wie beispielsweise die Sitraffic SiBike, gebaut von Siemens, welche eine Art „grüne Welle“ für Fahrradfahrer herbeiführt, wenn der Fahrradfahrer die App aktiviert und sich auf die Teststrecke in Marburg bewegt (Heise, 2018). Bei allen Initiativen rund um die Ampel darf man nicht übersehen, dass die Ampel – so wie wir sie kennen – nicht für immer weiter bestehen soll. Autonomes Fahren bedeutet auch, dass die Ampel wegrationalisiert wird. Die Funktion der Ampel wird ersetzt durch Car-to-Car Kommunikation.

Die wenigsten dieser Maßnahmen haben einen positiven Effekt auf den Gesamtverkehr einer Stadt oder Region, Verkehr wird meist nur priorisiert. Selten erhöht sich der Gesamtdurchsatz und auch die Gesamtfläche des verbrauchten Platzes für Verkehr wird nicht reduziert. Gegebenenfalls hat der Ampelassistent von Audi eine positive Wirkung auf den Verkehr, die Bevorzugung des Radverkehrs oder des ÖPNVs wird vermutlich eine indirekte Wirkung haben. Mehr Personen werden zum Umstieg animiert, wenn der Zeitunterschied von Fahrrad- bzw. ÖPNV-Nutzung gegenüber der Fahrt mit dem eigenen Auto geringer wird.

6. Autonomes Fahren

Autonomes Fahren verspricht die vermutlich größte Auswirkung auf die zukünftige Mobilität und zwar aus verschiedensten Gründen. Konzentrieren wir uns auf die Wirkung auf den Verkehr an sich: Autonome Fahrzeuge verursachen weniger Unfälle, wodurch die unfallverursachten Staus sinken werden, vielleicht sogar gegen oder auf null. Staus, die durch unvernünftiges Fahrverhalten erzeugt werden, wie beispielsweise Elefantenrennen, bei dem ein LKW einen vermeintlich langsameren LKW sehr lange überholt, sollten vermeidbar werden. Der menschliche Faktor fällt weg. Auch der Schmetterlingseffekt sollte vermeidbar werden. Er besagt, dass ein einzelner Fahrer einen Stau auslösen kann, nur verursacht durch ein Fahrverhalten wie einen Überholvorgang oder ein starkes Abbremsen, was dann Kilometer hinter dem Verursacher zu Stau führt.

Ein zusätzlicher Nutzen von autonomen Fahren wird sein, dass Baustellen besser durchfahren werden, wenn das Einfädeln im Reißverschlussverfahren ein Automat im Fahrzeug übernimmt. Durch autonomes Fahren wird bestehender Verkehrsraum besser genutzt.

Sehr gut vorstellbar ist auch, dass Versicherungsprämien für Haftpflicht und Vollkasko stark sinken werden. Aber natürlich wird es in Zukunft neben dem autonomen Fahren auch Autos geben, die manuell gefahren werden können, alleine schon deshalb weil der Übergang zum autonomen Fahren auch nicht schlagartig erfolgen wird. Wenn die Option manuelles Fahren benutzt wird, dann ist die Versicherungsprämie weiterhin hoch. 1.000 € pro Jahr für manuelles Fahren und 100 € pro Jahr für autonomes Fahren wären dann kein unrealistisches Szenario. Bei letzterem ist zu berücksichtigen, dass das Fahrzeug weiterhin gegen z. B. Hagelschäden versichert ist, wo autonomes Fahren keinerlei Einfluss auf einen möglichen Schaden hat. Eine weitere Option wäre, 19.000 km autonom zu fahren und 1.000 km manuell, damit man es nicht verlernt oder weil es Spaß bereitet. Hier kostet die Prämie beispielsweise 300 € pro Jahr.

Autonomes Fahren führt voraussichtlich dazu, dass man sich beim Fahren weniger mit der gefahrenen Route beschäftigen wird. Also vermutlich wird irgendwann die Route nicht mehr derart im Fokus stehen wie heute. Wenn man nur von A nach B bewegt wird, dann ist es egal, ob man über die Autobahn fährt oder auf Abkürzungen fährt, solange der Zeitunterschied gering ist. Und genau hier könnte man beginnen die Route dahingehend zu optimieren, dass eine effizientere Verkehrssteuerung erfolgen kann.

Staugeplagte Städte könnten für die Zeit von 7:00 bis 9:30 Uhr sowie von 16:00 bis 18:30 Uhr einen Aufschlag erheben, der empfindlich genug ist, dass eine Verschiebung erfolgt (siehe London Congestion Charge). Spätestens hier kann man sich vorstellen, dass die Gebühr dynamisch erhoben wird. Jede Fahrt wird dahingehend bewertet, ob diese in Stauzeiten erfolgt oder nicht und entsprechend verteuert oder verbilligt. Gegebenenfalls wird die Fahrt um 25 % günstiger, wenn man 15 Minuten später fährt. Dass dies nicht abwegig ist, zeigen die Preisbeispiele im Ridesharing und Ridehailing.

Noch wichtiger ist in der Diskussion um datengetriebene Mobilität bei Autonomem Fahren, ob diese ohne oder mit detailliertem Kartenmaterial erfolgt. Der Ansatz von Tesla ist, darauf zu verzichten und stattdessen mit maximaler Rechenpower, vielen Sensoren und vor allem mit sehr guter Bilderkennung zu arbeiten. Googles Tochter Waymo und die deutschen Automobilhersteller gehen mit dem Kartendienst Here einen anderen Weg. Sie setzen darauf, dass hochgenaue Landkarten ständig aktualisiert werden, so dass ein autonomes Fahrzeug auch hinter einen vorbeifahrenden LKW schauen kann (Handelsblatt, 2019).

7. Mobilitätsanbieter

Die Anbieter von Ridesharing, Ridehailing oder Free-Floating kennen den unterschiedlichen Mobilitätsbedarf im Zeitverlauf anhand von Datenauswertungen sehr genau. Hier ist zu unterscheiden, ob der Mobilitätsanbieter bei Auslastungsspitzen zusätzliches Personal einsetzen muss, wie beispielsweise beim Ridehailing, wodurch tatsächlich die variablen Kosten stark ansteigen. Beim Free-Floating-Anbieter begrenzt nur die Fahrzeugflotte das Angebot, zusätzlicher Personalbedarf für die Stoßzeiten ist hier weniger das Thema, weil kein Fahrer benötigt wird. Die Anbieter versuchen mit diversen Maßnahmen, die Preise datengestützt zu steuern, auch wenn dies oft wenig transparent für den Endkunden erfolgt. Ein Beispiel hierfür ist die Preisermittlung bei Uber, die auch abhängig von Ort und Zeit ist (Uber, 2019).

Uber nennt dies „Geschäftige Zeiten und Gegenden“, letztlich ist es auch der Wettbewerb mit Marktgleitern, der dazu führt, dass man Manhattan auch in geschäftigen Zeiten für nur fünf Dollar durchqueren kann. Wenn man berücksichtigt, dass Lyft, Uber und Via in New York den exakt gleichen Markt teilen

und oftmals ein Fahrer sowohl für Uber als auch für Lyft abwechselnd fährt, dann ist klar, dass die Preissteuerung bei den Anbietern vor allem auch dem Wettbewerb dient und nicht nur die Auslastung steuert.

Es erfolgt also eine zentral gesteuerte Preisermittlung, die sicher kein Mensch in der notwendigen Geschwindigkeit errechnen könnte. Im Fall einer sinkenden Sollaustlastung zu einer sehr geschäftigen Zeit muss der Algorithmus den Preis senken. Wenn alle Fahrer ausgelastet sind, steigt der Fahrpreis, damit einige Fahrkunden einen alternativen Weg suchen. Ein Endkunde startet die Preisabfrage bei Uber und Lyft. Ist der Preis bei Uber zu hoch, wechselt er zu Lyft oder z. B. zum öffentlichen Verkehr.

Der wichtigste Aspekt hierbei ist der Punkt Effizienz, ob Ridesharing und Ridehailing tatsächlich einen positiven Effekt auf die Innenstädte haben. Uber und Lyft argumentieren, dass sie öffentlichen Verkehr ergänzen und komplettieren. Derzeit zeigen mehrere Studien einen tendenziell negativen Effekt. Demnach wird zusätzlicher Verkehr generiert und Fahrten dem öffentlichen Verkehr abgenommen. Das Ergebnis: Straßen in Ballungszentren werden noch mehr verstopft, wie eine Zusammenfassung mehrerer Studien belegt (LeBlanc, 2018).

8. Netzwerkeffekte und Wirkung auf den Verkehr

Solange ein Fahrgast nur Ridehailing benutzt und kein Ridesharing, kann es keine allzu große Wirkung auf den Verkehr haben, weil in der Gesamtbilanz die Anzahl der Fahrten gleich bleibt. Die Verschiebung erfolgt von einer Taxifahrt oder einer privaten Fahrt zu Ridehailing, oder ggf. sogar vom öffentlichen Verkehr zu Ridehailing. Hierbei hilft keine Verwertung von Daten, da kein großer Effizienzgewinn durch Daten zu erwarten ist, vielleicht nur eine Routenoptimierung.

Der positive Fall für die Gesamtbilanz ist eine geteilte Fahrt. Hierbei geht es um datengetriebene Entscheidungen, weil in Echtzeit eine andere Route berechnet wird. In eine Fahrt von A nach B muss eine zweite Route reingelegt werden, die zu mehr Gesamteffizienz führt. Durch einen minimalen Umweg mit Zwischenstopp ist es möglich, eine komplette zusätzliche Fahrt obsolet zu machen.

Einige Fahrten mit Uber Pool in USA oder auch mit CleverShuttle in Deutschland sind notwendig, um den großen Nutzen von Ridesharing zu erkennen. Natürlich nur, wenn das Sharing effizient funktioniert und der Netzwerkeffekt greifen kann. Das heißt: Wenn ausreichend Fahrgäste den Dienst gleichzeitig nutzen und wenn viele Fahrer zur gleichen Zeit verfügbar sind, dann kann der Algorithmus Fahrten berechnen, die viele Fahrten einsparen.

Für die Effizienz des Ridesharings müssen hierfür mehrere Rahmenbedingungen eingehalten werden: Der Umweg darf für keinen Fahrgast zu groß, die Wartezeit muss gering und der Fahrer und das Fahrzeug müssen sehr stark ausgelastet sein. Die Auslastung des Fahrers und Fahrzeuges muss deshalb höher sein, so dass sein finanzieller Nachteil ausgeglichen wird, da die Fahrt pro Fahrgast etwas geringer entlohnt wird.

In vielen amerikanischen Großstädten funktioniert es genau in dieser Art und Weise. Auf einer langen Route quer durch die Stadt befördert man gleichzeitig mehrere Fahrgäste im Auto und laufend kann jemand zu- oder wieder aussteigen. Dies entspräche einer optimalen Auslastung. Einen Nachweis zu erbringen, wie viel Effizienzgewinn sich hieraus ergibt, ist fast unmöglich, aber viele Studien zeigen nicht nur positive Effekte für das gesamte Verkehrsaufkommen (LeBlanc, 2018). Vermutlich deshalb, weil viele Personen alleine in Uber und Lyft fahren, vergleichbar mit einer normalen Taxinutzung. Und das führt dann auf keinen Fall zu einer Verkehrsreduktion, vielmehr sogar zu einer Steigerung.

Die positiven Effekte können auch nur dann wirksam auftreten, wenn ausreichend Fahrten gleichzeitig optimiert und priorisiert werden, sowie viele Fahrer potentiell jemanden abholen können. Wenn diese vielen Fahrer nicht zur Verfügung stehen, sind die positiven Effekte nicht gegeben. Zudem muss ein Kunde dann auch länger auf eine Fahrt warten. Eine längere Wartezeit führt dazu, dass der Fahrgast die Fahrt planen muss, während eine Wartezeit von beispielsweise 10 Minuten tolerierbar sein könnte.

Diesen positiven Netzwerkeffekt, dass Fahrten sinnvoll geteilt werden können und die Daten dazu auch verfügbar sind, erreichen heute noch nicht viele Ridesharing-Anbieter oder zumindest nicht zu jeder Tageszeit und in allen Städten.

9. Daten im öffentlichen Nahverkehr

Öffentlicher Verkehr war aus Datensicht lange Zeit dem Individualverkehr voraus. Vor allem in Europa gab es mit Transmodel bereits früh ein sehr mächtiges Datenmodell, um den öffentlichen Verkehr in Daten abzubilden. Man sieht, dass die Standardisierungsbemühungen andauern und bei weitem nicht die komplette EU und schon gar nicht alle europäischen Länder darin eingebunden sind (Transmodel, 2019). Trotzdem ist spannend zu sehen, dass es eine ausgeprägte Modellierung für nahezu alle Domänen gibt, wie etwa für die Infrastruktur, die Topologie des Netzwerkes, die Fahrplandaten und die Tarifinformationen.

Eine ganz neue Facette in die Abbildung des öffentlichen Nahverkehrs brachte Google 2005 mit General Transit Feed Specification (GTFS). Es definiert ein digitales Austauschformat für Fahrpläne des öffentlichen Personenverkehrs und dazugehörige geografische Informationen. Im Jahr 2018 wurde GTFS Realtime von Google freigegeben, welches Echtzeitdaten wie beispielsweise die Position von Fahrzeugen oder Fahrplanänderungen beinhaltet.

Besonders spannend ist die Neuregelung der PSI-Richtlinie („Richtlinie über die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors“) auf EU-Ebene, weil dadurch die kommunalen Unternehmen des öffentlichen Personenverkehrs zur Datenveröffentlichung verpflichtet werden könnten. Aktuell findet die Überarbeitung der Gesetzesvorlage statt. Nach Stand Mai 2019 ist noch nicht genau vorhersehbar, wie diese aussehen wird. Der aktuelle Vorschlag sieht vor, dass auch dynamische Daten zeitnah veröffentlicht werden und dass man auf Unionsebene eine Aggregation der Daten schaffen will. Das würde zu einer EU-weiten Harmonisierung der Daten führen und es entstünde in einem Zeitraum von einigen Jahren ein kompletter EU-weiter Datenraum. Vorgesehen ist eine Umsetzung der Gesetze in den EU-Ländern in den nächsten zwei Jahren.

Dieser Prozess stellt eines der größten Digitalisierungsprojekte weltweit dar. Die Umsetzung wird nicht projekthaft erfolgen, weil die Gesetzgebung vieler Länder betroffen ist. Es kann hierbei ein Datenraum entstehen, der vor allem für Mobilität ungeahnte Möglichkeiten mit sich bringt, wenn nicht mehr wie heute Stadt- oder Landesgrenzen die Daten bestimmen. Diese kompletten Infrastruktur- und Fahrplandaten, sowie die Echtzeitdaten für den ÖPNV bieten einen umfassenden Datenumfang, den man braucht, um noch höherwertigere Dienste anzubieten. Historische Daten mit anzubieten, davon ist in den bisherigen Gesetzestexten keine Rede. Diese könnte ein Dienstanbieter dann selbst vorhalten, eine Voraussetzung um auch noch maschinelles Lernen besser einsetzen zu können. Das einfachste Beispiel hierzu ist, dass man anhand der Verspätungen im ÖPNV, Modellen antrainiert, Vorhersagen zu treffen, ob eine S-Bahn voraussichtlich zu spät kommen wird. Vielleicht benötigt man dann noch externe Daten, also beispielsweise, dass man mit maschinellem Lernen ermittelt, dass bei gutem Wetter das Umsteigen von S-Bahn zu U-Bahn klappen wird, dass aber im Falle von Schlechtwetter mit 90%iger Wahrscheinlichkeit eine Verzögerung dazu führen wird, dass die Anschlussverbindung nicht zu erreichen ist.

Auch die politische Dimension der PSI-Richtlinie ist kaum zu erfassen. Welche Auswirkung hat es genau, wenn in der EU diese Daten veröffentlicht werden, aber andere nicht EU-Länder dies nicht machen und welche Wirkung hat es auf die neu angebotenen Mobilitätsdienste? Die politische Brisanz ist sicherlich auch dadurch gegeben, dass die PSI-Richtlinie die Verrechnung von Kosten begrenzt oder teilweise

für hochwertige Daten auch komplett ausschließt. Eine politische Diskussion ist im vorliegenden Artikel nicht beabsichtigt und auch nicht möglich. Fokus des Artikels ist, wie sich diese Daten auf zukünftige Mobilität auswirken können.

Die Schwierigkeit im Umgang mit Daten ist, dass schon durch geringe Abweichungen ein enormer Harmonisierungs-Aufwand entsteht. Wenn die neuen Datenschnittstellen beispielsweise in Deutschland, Österreich und Frankreich nur in einem geringen Maße anders gebaut werden, also wenn beispielsweise der Aktualisierungszyklus anders ist, dann ist es für einen Dienstleister für Mobilität, der auf diese Daten aufbaut, sehr viel schwieriger, damit zu arbeiten. Der Aufwand der Datenaufbereitung übersteigt meist den Aufwand der Verwertung: In vielen Projekten ist also der Aufwand für Data Engineers höher als für die Data Scientists, weil die Zurverfügungstellung der Daten, die Bereitstellung von Metadaten, das Handhaben von Datenaktualität und -qualität oft viel mehr Aufwand benötigt, als daraus dann Schlüsse zu ziehen sind. Bis man die Datenhaltung oder die laufende Datenbewirtschaftung geklärt, gebaut und getestet hat, ist meist der größere Teil des Projektes schon vorbei.

Es gilt hier abzuwarten, welche Daten im Rahmen der PSI-Richtlinie genau geliefert und welche als hochwertig eingestuft werden. Wie die Qualität der Umsetzung dieser Datenschnittstellen und auch wie einheitlich die Bereitstellung der Daten EU-weit sein wird. Ein ganz anderes Vorgehen bei der Digitalisierung hat man in den USA gewählt. Deren Vorgehen ist weit weniger zentralisiert, oft mit sehr großen Ankündigungen großer Digitalkonzerne verbunden, aber ebenso mit Problemen behaftet (Knop, 2019).

Ein weiteres stark datengetriebenes Unternehmen im öffentlichen Fernverkehr ist Flixbus. Flixbus ist hier zu erwähnen, weil das Unternehmen mit der Liberalisierung des Busverkehrs im Fernverkehr in Deutschland begonnen und hierzu eine Mobilitäts-Plattform aufgebaut hat. Flixbus steuert den Busverkehr und bedient die Buslinien meist nicht selbst. Die Busfahrten werden von unabhängigen Busunternehmen bedient, Flixbus vertreibt die Fahrten, bietet ein bequemes Buchungsportal und betreibt eine aufwändige Vermarktung. Insgesamt ein stark datengetriebenes Geschäftsmodell und so erfolgreich, dass mittlerweile eine europaweite Expansion erfolgt ist und das Mobilitätsangebot weiter diversifiziert wurde.

Spannend an Flixbus ist, dass auch zusätzliche datengetriebene Vermarktungsmöglichkeiten genutzt werden. Dem Kunden werden weltweit destinationsbezogene Angebote gemacht, wie passende Hotels oder Restaurants. Das ist möglich, weil Flixbus rund 1.400 Orte in 28 Ländern bedient, und dadurch gibt es auch „nur“ eine begrenzte Anzahl an Destinationen mit Cross-Selling Angeboten, wenn man dies mit dem Individualverkehr vergleicht. Wobei auch für 1.400 Zielorte bereits eine umfangreiche Redaktion

betrieben werden muss, um Inhalt und Datenqualität sicherzustellen und auch um die Vermarktungsmöglichkeiten auszunutzen. Es ist auch nachvollziehbar, dass ein Angebot für Lebensmittel, Restaurant oder Unterkunft nach einer längeren Busfahrt eine höhere Conversionrate haben wird, als eine durchschnittliche Vergleichsmenge an Angeboten.

Ein schönes Beispiel für das datengetriebene Geschäftsmodell von Flixbus ist die Funktion „Aktuelle Streckeninfos“ auf der Webseite von Flixbus, wo jeder Endkunde die Verspätungen pro Standort einsehen kann. Diese Funktion ist zweifelsohne über ein Smartphone realisiert, welches der Busfahrer für seine Fahrt benutzen muss und hierbei bekommt die Zentrale von Flixbus den aktuellsten Datenstand mitgeteilt. Ebenso arbeiten auch ÖPNVs, wenn sie Einschubbusse verwenden. Auch ein ÖPNV ist damit in der Lage, dass eine Einschubfahrt getrackt werden kann, wenn der Einschubbus selbst nicht die volle Telematik-Funktionalität mitbringt oder weil es einfacher ist, mal schnell am Smartphone mitzuteilen, dass man nun mit einer Einschubfahrt die Linie 143 von 7:45 bis 8:43 unterstützen wird, weil beispielsweise gerade eine Messe zur Überlastung führt. Andernfalls wäre diese zusätzliche Fahrt für den Betreiber nicht sichtbar.

10. Multimodale Dienste

Die Kür in zukünftiger Mobilität sind multimodale Dienste. Dies kann man sich so vorstellen, dass übergreifend über unterschiedlichste Verkehrsmittel geplant wird, diese miteinander kombinieren zu können. Zusätzlich kann der Fahrgast im Reiseverlauf auf das schnellste, günstigste oder optimalste Verkehrsmittel wechseln. Interessante Möglichkeiten – vor allem wenn es zu Verspätungen kommt, die nicht vorhersehbar sind. Noch besser wird ein multimodales System, wenn es Wahrscheinlichkeiten einbeziehen kann, mit denen ein Verkehrsmittel pünktlich ankommen wird. Schon in der Reiseplanung schlägt es vor, welches Verkehrsmittel das optimalste ist. Das optimalste Verkehrsmittel kann sich ändern, je nachdem, ob man als Fahrgast auch zehn Minuten später ankommen darf oder unbedingt pünktlich sein muss.

Nicht nur in der Phase der Fahrtplanung soll das System eine Predictive-Funktion benutzen. So wie heute bereits Google Maps mit Wahrscheinlichkeiten arbeitet, um eine Routenplanung in der Zukunft vorzunehmen. Im Grunde ist dies nur eine Vorhersage von Staus auf Basis von Vergangenheitsdaten, aus denen für Routen und Abschnitte eine Stau-Wahrscheinlichkeit erlernt wurde. Dennoch ist es keine einfache Aufgabe, Staus zu prognostizieren: Sie entstehen zwar sehr oft in einem bestimmten Rhythmus, aber eben nicht nur in einem Tages-, sondern auch in einem Wochenrhythmus, in einem Jahresverlauf genauso, weil etwa Ferienzeiten ebenso großen Einfluss haben. Es gibt sehr viele sich überlagernde Auslastungskurven im Zeitverlauf, aber es gibt auch viele Ausnahmen.

Diese Vorhersage-Funktion muss deshalb auch auf Basis von Echtzeitdaten erfolgen: Also ein außergewöhnliches Ereignis im Verkehr soll zur laufenden Umplanung von Verkehrsströmen führen. In gewisser Weise gibt es das auch heute schon, weil plötzlich entstehende Staus auf einer wichtigen Autobahn sofort von den Mobilfunk Providern anhand der Daten gemeldet werden. Aber von einer Art multimodalen Umleitung ist man heute weit entfernt. Der Grund liegt natürlich auch darin, dass bei nahezu allen auftretenden Ereignissen einfach nicht bekannt ist, wie groß der Effekt ist und wie lange die Störung dauern wird, da es sich um ungeplante Ereignisse unbekannter Art handelt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt auf dem Weg zu multimodalen Diensten ist, dass eine PSI-Richtlinie auch nicht den Service einer Sitzplatzreservierung und vermutlich auch nicht die komplizierte Aufgabe einer Tarifabfrage beinhalten wird. Diesen Dienst anzubinden, ist eine schwierige Aufgabe, wenn man bedenkt, dass nicht nur Uber wie zuvor schon beschrieben den Preis einer Fahrt dynamisch anpasst, auch andere Anbieter werden das sicherlich nachziehen. Es stellt sich hier die Frage, wie diese Preisbildung genau ist, weil es unterschiedlichste Ausprägungen dazu gibt.

Der ÖPNV arbeitet meist in einer Art und Weise, dass man pro Fahrt einen Tarif hat, der nach Entfernung gestaffelt ist. Dann gibt es Rabatte für besondere Gruppen, wie Schüler oder ältere Personen. Manchmal gibt es Freikarten für Schüler, aber nur für die Fahrt zur Schule. Dann gibt es Monats-, Tages- und Gruppenkarten und vielleicht noch Touristentickets. Das Fahrrad kostet extra, kann aber nicht immer und überall mitgenommen werden. Öffentlicher Nahverkehr in USA ist im Grunde ähnlich wie in Europa, meist etwas weniger kompliziert umgesetzt, auch weil es weniger öffentlichen Nahverkehr gibt. Insgesamt dürfte es in USA etwas weniger Tarifregelungen im öffentlichen Nahverkehr geben, dafür gibt es auch manchmal einen Preis, der sich für jede weitere Station auf einer Fahrt erhöhen kann. Europäische ÖPNV-Tarife sind oft viel komplizierter mit Regeln, Sonderregeln, Ausnahmen und Ausnahmen von der Ausnahme – vermutlich ein Versuch diese fairer zu gestalten.

Insgesamt ist der ÖPNV meist so geregelt, dass es Tarife gibt, die zwar kompliziert, aber durchaus planbar sind. Beim Fernverkehr ist das ganz anders, bei der Deutschen Bahn, bei Flixbus auch und im Flugverkehr ist es durchaus üblich, dass Preise nicht fixiert sind. Diese Preise unterliegen starken Schwankungen, die nicht vollständig beschreibbar sind und auch überhaupt nicht transparent sind.

Das führt dazu, dass alle multimodalen Dienste immer pro Planung und pro Buchung eines Kunden eine Preisanfrage stellen müssen, bevor eine Entscheidung erfolgen kann. Wenn der Preis im Wettbewerb gebildet wird, dann kann dieser auch nicht dauerhaft gültig sein. Dies betrifft Uber, dies betrifft alle

Flüge, es betrifft aber beispielsweise auch CleverShuttle, ein Anbieter von Ridehailing und Ridesharing, der in „geschäftigen“ Zeiten den Preis leicht erhöht. An CleverShuttle ist die deutsche Bahn mehrheitlich beteiligt. Eine perfekte Voraussetzung für einen multimodalen Dienst, der zu Hause beginnt, von wo aus man mit dem CleverShuttle zur Bahnstation fährt, dann mit der S-Bahn zum Hauptbahnhof, mit der Bahn in die nächste Stadt und von dort mit dem CleverShuttle zum Zielort fährt.

Der Weg zu sinnvollen multimodalen Diensten ist noch weit, vor allem wegen der Komplexität der Preise und der unzähligen Einigungsprozesse, die im Hintergrund notwendig werden. Beispielsweise berechnet man einen Preis für die oben beschriebene Reise von Stadt zu Stadt und berücksichtigt zusätzlich, dass man eine Frau mit einem 7-jährigen Kind und einem großen Koffer befördert. Während ein Kind bei der Deutschen Bahn bis 14 Jahre kostenfrei reist und auch ein großer Koffer in der Bahn keinen Aufpreis verursacht, ist die Situation in der S-Bahn oft nicht gleich geregelt, weil ein Kind dort einen vergünstigten Tarif hat, aber nicht kostenfrei mitfährt.

Im CleverShuttle ist es nochmal anders, weil man vermutlich drei Sitzplätze reservieren muss, da durch das Ridesharing nicht so viel Gepäck mitgenommen werden kann. Man hat damit nicht den gleichen Platz wie in einem Taxi, aber in den meisten Fällen braucht man ja auch nur einen Platz. CleverShuttle löst das ganz geschickt, indem der zweite Platz viel weniger kostet als der erste Platz, es gibt einen Aufpreis, dafür aber mit einer stärkeren Rabattierung. Noch ein Problem stellt sich: CleverShuttle ist nicht in der Zukunft buchbar. Als Fahrgast kann ich nur jetzt eine Fahrt buchen, aber nicht für später oder für morgen. Auch das muss ermöglicht werden bei multimodaler Buchung, weil CleverShuttle im Reiseverlauf typischerweise auch die letzte Meile sein kann. Eine andere Frage ist der richtige Preis für einen multimodalen Dienst. Ist dieser höher als der Einzelpreis, weil der Service besser ist, oder ist dieser günstiger, weil ein Dienstanbieter den kompletten Reiseumsatz vom Kunden bekommt.

Wenn multimodal bedeutet, dass der Kunde 20 % Aufschlag bezahlen muss, weil ein weiterer übergeordneter Mobilitätsanbieter sehr viel Aufwand hat, dann wird es sicher auch Kunden geben, die ausweichen wollen. Also folglich muss der Preisaufschlag gering sein, sonst ist der Vorteil dem Kunden nicht vermittelbar. Wenn aber der Fahrpreis nicht sehr viel erhöht werden kann, dann muss der Aufwand für den multimodalen Dienstanbieter gering sein, sonst wird sich dieser nicht rechnen. Es kann also nicht sein, dass der Anbieter eine große Redaktionsabteilung unterhält, welche Daten manuell aufbereitet oder umfangreiche Preisberechnungen durchführt. Dieser Aufwand muss umfangreich automatisiert sein. Es gibt hierzu schon erste sehr gute Ansätze, wie beispielsweise Google in seine Routenplanung die Deutsche Bahn integriert, ohne aber die Preise anzuzeigen.

Ein weiteres gutes Beispiel ist die Integration von Uber in die Routenplanung von Google Maps, wobei sich Google dann oft mit Preisbereichen behilft. Besonders ist auch, dass Google Maps immer die Dienste anzeigt, die auf der gewünschten Route verfügbar sind, also egal, wo man sich gerade befindet, Google sucht weltweit immer viele Mobilitätsoptionen raus, mit denen man die Route bestreiten kann.

Ein sehr innovatives Mobilitätsprodukt ist von Whim, angeboten in den drei europäischen Städten Helsinki (FIN), Midlands (UK), Antwerpen (BE). Dabei werden drei Tarifpläne angeboten, also Whim Urban 30, Whim Unlimited und Whim to Go. Und in diesen Service sind Taxi, Carsharing, ÖPNV und Bikesharing integriert. Die Besonderheit an Whim ist, dass sowohl die Navigation als auch die Planung der Fahrt in der App erfolgen. Die Abrechnungsprozesse im Hintergrund sind für den Kunden nicht sichtbar, er sieht nur seine App. Es ist zu vermuten, dass die Preispflege und die Abrechnungsprozesse im Hintergrund hohe Aufwände verursachen. Einfach deshalb, weil es nicht einen Abrechnungspartner gibt, der alle diese verknüpften Dienste im Rahmen eines Vertrages anbieten kann. Stattdessen wird es vermutlich diverse Taxigesellschaften geben, die alle unterschiedlich gehandhabt werden.

11. Komplexität von Mobilität

Mobilität erscheint aus der Entfernung betrachtet oft einfach. Wir sind es gewohnt, die vielen möglichen Faktoren auf wenige übliche zu reduzieren, wie beispielsweise die Reise einer Person mit einem Gepäckstück in erster oder zweiter Klasse. Mobilität in voller Ausprägung ist viel komplizierter und umfangreicher – und oft weniger exakt in Form von Daten zu beschreiben. Abhängig von der Lebenssituation, aktuellen Gegebenheiten etc. ist die Bedarfseinschätzung manchmal sehr vage und manchmal sehr konkret und exakt. Mobilität hat extrem viele unterschiedliche Variablen und Anforderungen und ist somit unglaublich facettenreich.

Dass wir bei der Modellierung immer die Variablen reduzieren, um die wirkliche Komplexität zu verbergen, ist selbstverständlich und ein User Interface in einer App muss so viele Variablen wie möglich selbst bestimmen, sonst könnte der Fahrgast niemals die Fahrt sinnvoll buchen, wenn alles machbare zur Auswahl stünde. Tatsächliche Personenbeförderung hat eine Unzahl an Variablen, hier nur ein Auszug einer multimodalen Mobilitätsanforderung.

Die Anforderungsliste ist immer noch stark reduziert dargestellt, weil Flugverkehr, Fahrrad, Motorrad und Roller, Scooter, Kurierdienste, Logistik, Essenslieferung und vieles mehr überhaupt nicht berücksichtigt wurde, um die folgende strukturierte Liste einigermaßen überschaubar zu halten:

- **Beginn:**
 - Startort
 - Ortsabweichung möglich von x m
 - Gehweg zumutbar von x m
- **Zwischenstopp:**
 - Ort für Zwischenstopp
 - Ortsabweichung möglich von x m
 - Gehweg zumutbar von x m
- **Ende:**
 - Zielort
 - Ortsabweichung möglich oder nicht, von x m
 - Gehweg zumutbar von x m
- **Rückfahrt**
- **Autofahrt:**
 - Autobahn
 - Maut: möglich, vermeiden, verhindern
- **Bahnfahrt:**
 - Sitzplatzreservierung:
 - Teilstrecke/Gesamstrecke
 - Nur Sitzplatzreservierung
 - Art des Sitzplatzes:
 - Mit Tisch
 - Teilstrecke/Gesamstrecke
 - Art des Abteils:
 - Abteil, Großraum
 - Raucher/Nichtraucher
 - Klasse
 - ICE
 - Speisewagen
- **ÖPNV:**
 - Bus
 - Straßenbahn
 - U-Bahn
 - S-Bahn

- **Anzahl Personen:**
 - Gruppe
 - trennbar oder nicht
- **Personenspezifikation**
 - Behinderung
 - Rollstuhl
 - Muss sitzen
 - Gehbehinderung
 - Gehgeschwindigkeit
 - Kind
 - Kindersitz
 - Art des Kindersitzes
- **Gepäckstück:**
 - Typ: Rad, Kinderwagen, Koffer, Weiteres
 - Anzahl
 - Größe
- **Mietwagen:**
 - Kategorie
 - Typ/Bauart
 - Türen
 - Kombi
 - Van
 - Limousine
 - Sport
 - ...
 - Getriebe
 - Manuell/Automatik
 - Treibstoff
 - Elektrisch/Diesel/Hybrid..
 - Versicherung
 - Selbstbehalt
 - Vollkasko
 - ...
- **Ausgeschlossene Beförderungsarten**

- **Ankunftszeit**
 - Maximale Abweichung
- **Abfahrtszeit**
 - Plantermin
 - Maximale Abweichung
 - Jetzt
- **Fahrzeit**
 - Maximale Abweichung
- **Wiederholender Mobilitätsbedarf**
- **Jetzige Zeit**

Stellt man sich nun vor, ein multimodaler Dienst mit Services von mehreren Ridesharing-Anbietern, der Deutschen Bahn sowie dem ÖPNV möchte die Verträge dahingehend angleichen, um seinen Kunden nur einmalig AGBs zeigen zu müssen. Spätestens hier eröffnet sich die Komplexität des Themas.

12. Schlussfolgerung

Zukünftige Mobilität basiert auf Daten und deren intelligente Anwendung. Wir befinden uns mitten im Prozess der Digitalisierung, der die komplette Mobilität in ein neues Zeitalter bringt. Wir kommen weg von Fahrgastbefragungen zur Auslastungsermittlung hin zu multimodalen Verkehrsleitsystemen, welche über alle Beförderungsarten hinweg optimieren und mit hoher Wahrscheinlichkeit auch einen Stau im System vermeiden und Engpässe in Echtzeit auflösen. Der Individualverkehr ist zumindest in Mitteleuropa in naher Zukunft vollständig mit Connected-Car Funktionalitäten versehen und auch der öffentliche Verkehr steht vor einer vollständigen Datenabdeckung.

Damit sind dann erstmals alle Dimensionen verfügbar, also alle Plandaten, Echtzeitverkehrsdaten, Verzögerungen, vermutlich auch alle Unfälle sind erfasst und als Informationen vermutlich auch breit verfügbar- und einsetzbar. Die notwendigen Technologien zur Anonymisierung werden hierbei vorausgesetzt, um zu verhindern, dass sich personenbezogene Bewegungsprofile generieren lassen. Spannend wird, wie wir mit diesen Daten umgehen und eine höhere Effizienz im Gesamtsystem herstellen. Welche Plattformen hierfür gebaut und welche Unternehmen diese ermöglichen werden.

13. Referenzen

Connected Signals: Products & Services, abgerufen am 13.06.2019 von: <http://connectedsignals.com/products/>

LeBlanc, Steve: Studies are increasingly clear: Uber, Lyft congest cities. (25.02.2018), abgerufen am 24.06.2019 von: <https://apnews.com/e47ebfaa1b184130984e2f3501bd125d>

Heise: Grüne Welle: Ampel-App soll Radfahrer in Marburg schneller voranbringen (15.06.2018), abgerufen am 24.06.2019 von: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Marburg-Ampel-App-soll-Radfahrer-schneller-voranbringen-4079474.html>

Hubik, Franz: Warum die 3D-Karten von Here für die deutschen Autobauer so wichtig sind (19.06.2019), abgerufen am 24.06.2019 von: <https://www.handelsblatt.com/technik/digitale-revolution/digitale-revolution-warum-die-3d-karten-von-here-fuer-die-deutschen-autobauer-so-wichtig-sind/24468026.html>

Kraftfahrt-Bundesamt: Durchschnittsalter der Personenkraftwagen wächst, abgerufen am 24.06.2019: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Fahrzeugalter/2018/2018_b_kurzbericht_fz_alter_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Knop, Carsten: So einfach wird eine Stadt nicht smart (01. Mai 2019), abgerufen am 24.06.2019: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/diginomics/nach-trockenem-winter-grundwasserstand-weiterhin-niedrig-16164528.html?GEPC=s5>

Leicht, Luca: Echtzeit Navigationssysteme im Test (17.02.2018), abgerufen am 24.06.2019 von: <https://www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/navi-echtzeit-navigationssysteme-test-stau-service/>

Landeshauptstadt München: Bus und Trambeschleunigung (17.05.2019), abgerufen am 24.06.2019 von: <https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Kreisverwaltungsreferat/Verkehr/Verkehrssteuerung/Bus-Tram-Beschleunigung.html>

Open Data Commons: Open Data Commons Open Database License (ODbL), abgerufen am 24.06.2019 von: <https://www.opendatacommons.org/licenses/odbl/index.html>

Schwan, Ben : Nach Apple-Maps-Änderung: TomTom-Aktie fällt (02.07.2018), abgerufen am 24.06.2019 von: <https://www.heise.de/mac-and-i/meldung/Nach-Apple-Maps-Aenderung-TomTom-Aktie-faellt-4095629.html>

Hentschel, Uwe: Damit es voran geht. Neues Simulationsmodell soll die Verkehrssituation in Städten verbessern (05.10.2017), abgerufen am 24.06.2019 von: <https://www.science.lu/de/damit-es-voran-geht/neues-simulationsmodell-soll-die-verkehrssituation-staedten-verbessern>

Transmodel: Implementations, abgerufen am 24.06.2019 von: <http://www.transmodel-cen.eu/implementations/>

Uber: Wie viel kostet eine über die Uber App bestellte Fahrt?, abgerufen am 24.06.2019 von: <https://www.uber.com/de/de/price-estimate/>

Welt: So funktioniert der Ampel-Assistent von Audi, abgerufen am 24.06.2019 von: <https://www.welt.de/motor/gallery133857510/So-funktioniert-der-Ampel-Assistent-von-Audi.html>



Richard Leitner

Geschäftsfeldleiter Mobilität
Tel. +49 89 31858-103