Heft 1 – 2

60. Jahrgang

Österreichische Zeitschrift für Verkehrswissenschaft – ÖZV

(bis 1989 Verkehrsannalen)

Gedruckt mit Unterstützung unserer Kuratoriumsmitglieder sowie des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Medieninhaber und Herausgeber: Österreichische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (ÖVG);
1090 Wien, Kolingasse 13/7, Telefon: +43 / 1 / 587 97 27, Fax: +43/ 1 / 585 36 15

Redaktion:	Chefredakteur:	Univ.- Lektor Prof. Mag. Dr. Gerhard H. Gürtlich
	Chefredakteur Stv.:	Univ.- Lektor DI Dr. Markus Ossberger
	Redaktion:	DI Ruth Hierzer
	Redaktionsbeirat:	Ao.Univ.Prof. Dr. Günter Emberger, Univ.-Prof. Dr. Norbert Ostermann, Ass.-Prof. Mag. Dr. Brigitta Riebesmeier, Univ.-Prof. Dr. Klaus Rießberger, Univ.-Prof. Dr. Gerd Sammer, Dr. Sepp Snizek, Dr. Csaba Székely, Dr. Helmut Zolles alle 1090 Wien, Kolingasse 13/7

Hersteller: **OUTDOOR PRINT-MANAGEMENT**
Getreidemarkt 10, 1010 Wien

Bezugsbedingungen:

Der Bezug der Österreichischen Zeitschrift für Verkehrswissenschaft ist an die Mitgliedschaft bei der ÖVG gebunden.

Jahresbeitrag:

für Jungmitglieder	€ 18,-
für ordentliche Mitglieder (Einzelpersonen)	€ 39,-
für fördernde Mitglieder	€ 190,-
für Unternehmensmitglieder unter 100 Mitarbeiter	€ 450,-
für Unternehmensmitglieder über 100 Mitarbeiter	€ 900,-
für Kuratoriumsmitglieder	€ 2.500,-

Darüber hinaus kann die Österreichische Zeitschrift für Verkehrswissenschaft zu einem Kaufpreis von € 8,00 je Einzelheft zuzüglich Versandspesen erworben werden.

Auskünfte erteilt das Sekretariat der ÖVG, 1090 Wien, Kolingasse 13/7, Telefon: +43 1 587 97 27, Fax: +43 1 585 36 15
E-Mail: office@oevg.at, Homepage: www.oevg.at

Die österreichische Zeitschrift für Verkehrswissenschaft erscheint viermal jährlich.

Manuskripte müssen druckfertig, wenn möglich in einem gängigen Textverarbeitungssystem, verfasst sein. Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Gewähr übernommen werden. Über die Annahme eines Beitrages entscheidet die Redaktion.

Der Nachdruck von Artikeln ist, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion gestattet.

Offenlegung gemäß Mediengesetz:

Ziel der Österreichischen Zeitschrift für Verkehrswissenschaft ist es, die Verkehrswissenschaft zu fördern, verkehrswissenschaftliche, -technische und -politische Themen zu behandeln, Lösungen aufzuzeigen sowie neue Erkenntnisse der verkehrswissenschaftlichen Forschung bekannt zu machen.

Generierung detaillierter Geschwindigkeitsprofile aus grob aufgelösten Floating-Car-Daten

Anita GRASER, Wolfgang PONWEISER, Melitta DRAGASCHNIG

Diese Arbeit präsentiert die Generierung detaillierter Geschwindigkeitsprofile aus grob aufgelösten Floating-Car-Daten (FCD) auf Basis der FCD-Positionsdichteschätzung. Im Gegensatz zu anderen Methoden kann diese Methode auch mit FCD mit langen und unregelmäßigen Reportingintervallen umgehen, wie sie typischerweise für die Flottenlogistik gesammelt werden. Die grob aufgelösten FCD werden entlang der befahrenen Strecke und mit regelmäßigen Zeitabständen interpoliert. Durch Kerndichteschätzung mit einem uniformen Kern wird aus den interpolierten Positionen eine FCD-Positionsdichte geschätzt und in Geschwindigkeitsprofile umgerechnet. Anwendungsbeispiele basierend auf realen FCD zeigen das Potential dieses Ansatzes.

1. Einleitung

Floating-Car-Systeme sind eine wertvolle Quelle für Verkehrsdaten. Kosteneffizient und gut geeignet sind Systeme, die auf Taxiflotten basieren, da diese rund um die Uhr im Einsatz sind, zahlreiche Fahrzeuge umfassen und keine festgelegten Routen fahren. Ein Nachteil von Taxiflotten-basierten Systemen ist, dass die gewonnenen Floating-Car-Daten (FCD) oft wenig detailliert sind. Die verwendeten Kommunikationssysteme sind in der Regel nicht für FCD-Anwendungen ausgelegt und verfügen daher nur über eine begrenzte Bandbreite. Die Fahrzeugpositionen können deswegen nur in längeren zeitlichen Abständen (etwa 30 – 60 Sekunden) abgerufen werden. Auch werden keine Zusatzinformationen, wie aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit oder -orientierung übertragen.

In der Regel werden diese FCD zur Berechnung der durchschnittlichen Reisezeit oder Geschwindigkeit auf einem Straßenabschnitt herangezogen (beispielsweise in [1][2]). Diese, auf dem gesamten Straßenabschnitt konstanten Geschwindigkeiten, sind ausreichend um Aussagen über den aktuellen, allgemeinen Verkehrszustand auf einem Straßenabschnitt zu treffen, oder Routen mit der kürzesten Gesamtreisezeit zu berechnen. Für zahlreiche andere Problemstellungen – wie die Berechnung energieeffizienter Routen – sind über den Weg gemittelte Geschwindigkeitswerte jedoch nicht ausreichend. Vielmehr sind detailliertere Geschwindigkeitsprofile, die das typische Beschleunigungs- und Abbremsverhalten abbilden, notwendig.

Abb. 1: Workflow zur Generierung detaillierter Geschwindigkeitsprofile

Die folgenden Abschnitte gliedern sich wie folgt: Abschnitt II beschreibt die Generierung von Geschwindigkeitsprofilen aus grob aufgelösten FCD basierend auf FCD-Positionsdichteschätzung. Abschnitt III präsentiert Anwendungsbeispiele basierend auf Daten des Taxi-FCD-Systems, das seit 2003 von AIT in Wien betrieben wird [3]. Abschließend finden sich

eine Zusammenfassung der Ergebnisse und ein Ausblick auf geplante weiterführende Arbeiten.

2. Methode

Diese Arbeit beschreibt eine neue Methode zur Generierung detaillierter Geschwindigkeitsprofile basierend auf der FCD-Positionsdichteschätzung, die an den bisherigen Workflow anschließt (vgl. Abbildung 1). Im bisherigen Workflow werden die FC-Rohdaten in einem ersten Schritt auf passende Kanten im Straßennetz zugeordnet („Map-Matching“). Danach wird zwischen aufeinanderfolgenden Positionen geroutet und Reisezeiten sowie Durchschnittsgeschwindigkeiten berechnet. Abb. zeigt exemplarische Geschwindigkeitsprofile aus Einzelfahrten. Die charakteristische Treppenform ergibt sich daher, dass zwischen aufeinanderfolgenden Positionen nur ein Geschwindigkeitswert berechnet werden kann.

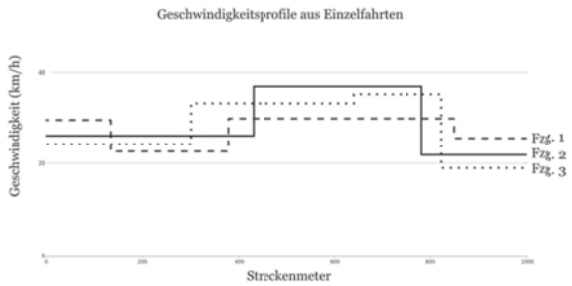


Abb. 2: Geschwindigkeitsprofile von drei Einzelfahrten

Die FCD-Positionsdichteschätzung nutzt den Zusammenhang zwischen der Dichte der FCD-Positionen und der durchschnittlichen Geschwindigkeit: Ein Fahrzeug, das langsam fährt, hinterlässt auf der gleichen Streckenlänge mehr FCD-Positionen als ein schneller fahrendes Fahrzeug bei gleichem Reportingintervall.

Zuerst werden die grob aufgelösten und in unregelmäßigen Intervallen vorliegenden Floating-Car-Daten durch Interpolation verdichtet. Dabei werden – basierend auf den bekannten Positionen und den berechneten Geschwindigkeiten der einzelnen Fahrten – zusätzliche Positionen in kurzen, regelmäßigen zeitlichen Abständen Δt von einer Sekunde oder kürzer berechnet, um unnötiges Rauschen zu vermeiden (vgl. Abb.). Dann wird mithilfe eines Dichteschätzers mit uniformem Kern die Dichte *d* dieser Positionen (in Positionen pro Meter) entlang der Strecke mit

$$d_u(x) = \frac{1}{n}\,\frac{|X_u|}{u} \qquad (1)$$

geschätzt. $|X_u|$ ist die Zahl der FCD-Positionen, die innerhalb des Kernels mit Größe u liegen und n ist die

Anzahl der einzelnen Fahrten. Sensitivitätsanalysen auf unterschiedlichen Straßentypen haben optimale Kernelgrößen von 15 Metern ergeben [4]. Abb. zeigt einen FCD-Positionsdichte-Graphen. Die Normalisierung der FCD-Positionsdichte durch n ermöglicht es, unterschiedliche Strecken und Zeiträume zu vergleichen.

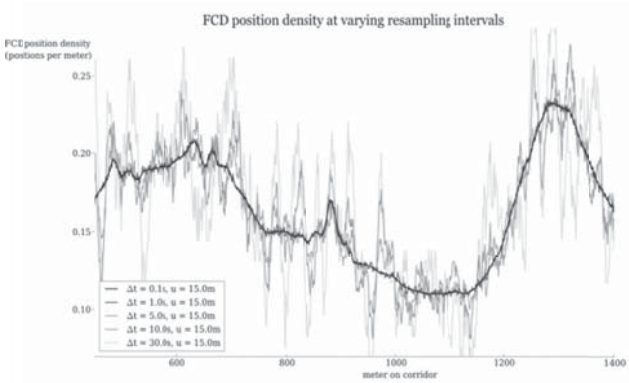


Abb. 3: FCD-Positionsdichteprofile bei unterschiedlichen Interpolationsintervallen [4]

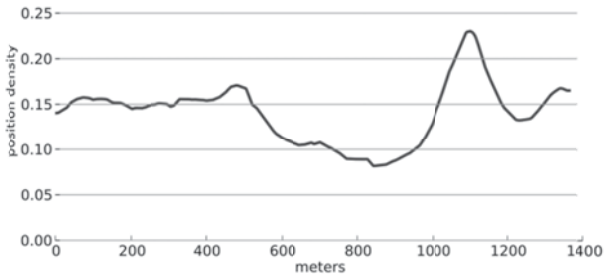


Abb. 4: ein typische FCD-Positionsdichteprofil entlang einer Strecke von 1400 Metern

Die konkreten Dichtewerte sind jedoch schwieriger zu interpretieren als entsprechende Geschwindigkeitswerte. Basierend auf der FCD-Positionsdichte wird daher die durchschnittliche Geschwindigkeit *v* als

$$v = \frac{1}{d \cdot \Delta t} \qquad (2)$$

bestimmt. Abb. 2 zeigt das entsprechende Geschwindigkeitsprofil zur Positionsdichte aus Abb. . Die aus den FCD-Positionsdichten berechneten Geschwindigkeitsprofile sind sehr detailliert. Die Aggregation mehrerer grob aufgelöster Floating-Car-Trajektorien ermöglicht so einen genaueren Einblick in den Geschwindigkeitsverlauf entlang einer Strecke. In Abschnitt III werden konkrete Anwendungsbeispiele gezeigt und analysiert.

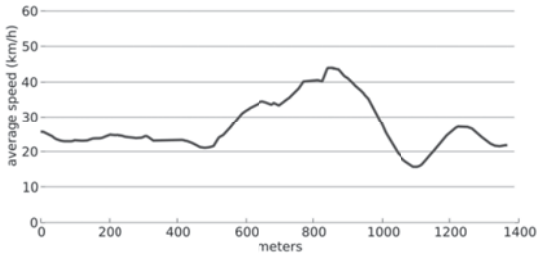


Abb. 2: Errechnetes Geschwindigkeitsprofil basierend auf der FCD-Dichte aus Abb.

3. Anwendungsbeispiele

Anhand realer Daten des Taxi-FCD-Systems, das seit 2003 von AIT in Wien betrieben wird, zeigt dieser Abschnitt konkrete Ergebnisse der in Abschnitt 2 beschriebenen Methode. Auf Teststrecken entlang der Ostautobahn, des Gürtels und der Linken Wienzeile wurden FCD-Positionsdichten geschätzt und anschließend Geschwindigkeitsprofile für die Werktage im April 2011 zu unterschiedlichen Tageszeiten berechnet: nachts (00:30 – 06:00 Uhr), morgens (06:00 – 10:00 Uhr) und nachmittags (15:00 – 19:00 Uhr).

3.1 Ostautobahn A4

Die A4-Teststrecke verläuft 3,4 km entlang der Ostautobahn zwischen den Anschlussstellen Simmeringer Haide und Knoten Prater (vgl. Abb. 3). Eine Autobahnstrecke wurde gewählt, um die Methode an einem Abschnitt mit konstanter erlaubter Höchstgeschwindigkeit und ohne beeinflussende Faktoren wie Verkehrslichtsignalanlagen (VLSA) zu testen.

Wie erwartet zeigen die berechneten Geschwindigkeitsprofile wenig Variation entlang der Strecke. Alle Geschwindigkeitsprofile in Abb. 4 zeigen einen leichten Anstieg der Geschwindigkeiten am Streckenbeginn – nach der Auffahrt Simmeringer Haide – und einen erneuten Geschwindigkeitsabfall vor dem Knoten Prater. Während die Profile bis 15:00 Uhr hohe Geschwindigkeiten über 80 km/h zeigen, ist das Niveau des Nachmittagsprofils wesentlich niedriger, was auf ein dichteres Verkehrsaufkommen schließen lässt.

Abb. 3: Teststrecke entlang der A4 (Karte: Stamen Design, Daten: OSM)

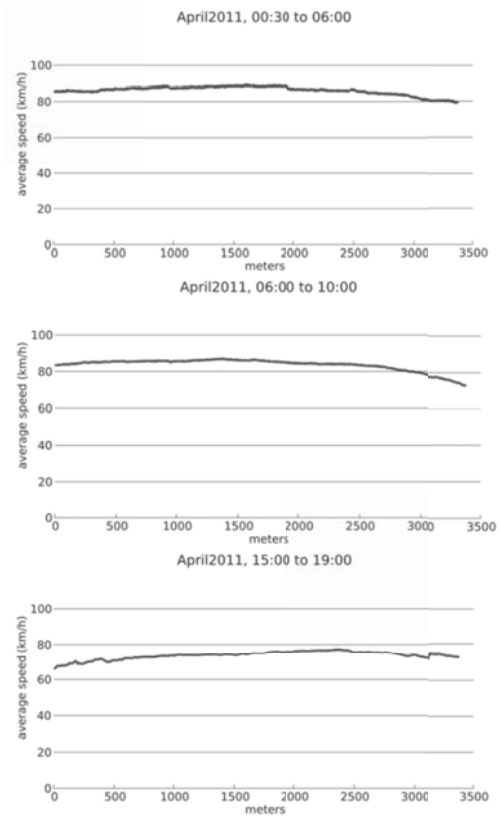


Abb. 4: Streckentypisches Geschwindigkeitsprofil entlang der A4-Teststrecke nachts, morgens und abends

3.2 Gürtel und Linke Wienzeile

Dieser zweite Test zeigt die Ergebnisse der neuen Methode am Gaudenzdorfer Knoten in Wien. Die beiden Teststrecken am Gürtel und der Linken Wienzeile kreuzen einander an diesem zentralen städtischen Verkehrsknoten. Im Gegensatz zur Autobahn-Teststrecke zeigen sich deutlich unterschiedliche Profilformen. Vor allem die Nachtprofile zeigen große Unterschiede zu den anderen Tageszeiten.

Die Strecke am Gürtel nordwärts – zwischen Margaretenstraße und Gumpendorfer Straße – ist etwa 1,4 km lang und umfasst mehrere Kreuzungsbereiche mit VLSAs. Abb. 6 zeigt die Geschwindigkeitsprofile entlang dieser Teststrecke. Das Nachtprofil zeigt über weite Strecken hohe Geschwindigkeiten um und über 40 km/h. Nur ein kurzer Abschnitt weist Geschwindigkeiten unter 25 km/h auf. Das Morgenprofil ist deutlich niedriger. Auf den ersten fünfhundert Metern liegt die Geschwindigkeit stabil bei etwa 25 km/h. Danach folgt ein Beschleunigungsabschnitt, bevor die Geschwindigkeit für eine kurze Strecke auf etwa 15 km/h zurückgeht. Verzögerungsbereiche vor Lichtsignalanlagen und Beschleunigungsbereiche nach Lichtsignalanlagen sind gut erkennbar. Das Nachmittagsprofil zeigt das niedrigste Geschwindigkeitsniveau des Tages. Die Form ähnelt dem Morgenprofil.

Bei der Betrachtung der Profile fällt ein abrupter Sprung nach Streckenmeter 800 auf. In der aktuellen Implementierung der FCD-Positionsdichteschätzung wird jeder Link im Straßengraphen unabhängig von der Gesamtstrecke betrachtet. Der Straßenlink bei Streckenmeter 800 ist jener Streckenabschnitt, an dem Margaretengürtel und Linke Wienzeile zusammen laufen. Dadurch kommt es zu einer Vermischung der Geschwindigkeiten von Fahrten auf der Teststrecke mit Abbiegern und Fahrten entlang der Linken Wienzeile. Um diesen Effekt zu vermeiden, wird in der nächsten Implementierung eine Option zur Filterung ausgewählter Fahrten berücksichtigt.

Allen Profilen gemeinsam ist der deutliche Geschwindigkeitsabfall bei Streckenmeter 1100, der auf die dort platzierte VLSA zurück zu führen ist. Während die Geschwindigkeiten in den Morgen- und Nachmittagsstunden langsam abnehmen, fallen sie im Nachtprofil wesentlich schneller, was darauf schließen lässt, dass sich zu dieser Tageszeit nur eine kurze Warteschlange an der VLSA bildet.

Abb. 5: Teststrecken entlang des Gürtels und der Linken Wienzeile (Karte: Stamen Design, Daten: OSM)

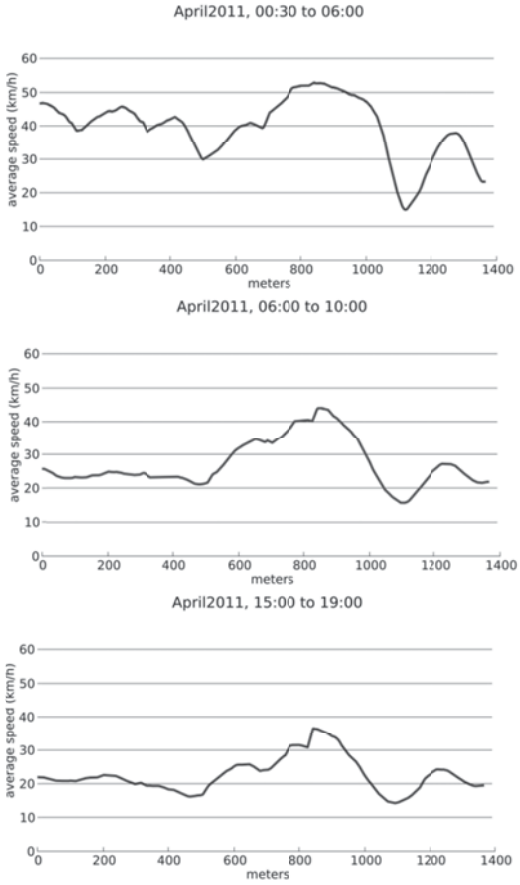


Abb. 6: Streckentypisches Geschwindigkeitsprofil am Gürtel nachts, morgens und abends

Die Strecke auf der Linken Wienzeile ist 1,4 km lang und umfasst ebenfalls mehrere Kreuzungsbereiche mit VLSAs. Abb. **7** zeigt die Geschwindigkeitsprofile entlang der Teststrecke. Die hohen Geschwindigkeiten in den Nacht-

stunden mit nur gering ausgeprägten Tälern lassen auf eine gute Abstimmung der VLSAs untereinander schließen. Das Morgenprofil zeigt einen Geschwindigkeitsrückgang zwischen 10 und 20 km/h. Das Nachmittagsprofil zeigt einen noch deutlicheren Rückgang der Geschwindigkeiten. Der ausgeprägte Hochgeschwindigkeitsbereich zwischen den Streckenmetern 1000 und 1300, der im Nachtprofil und teilweise auch noch am Morgen zu beobachten ist, verschwindet am Abend beinahe vollständig.

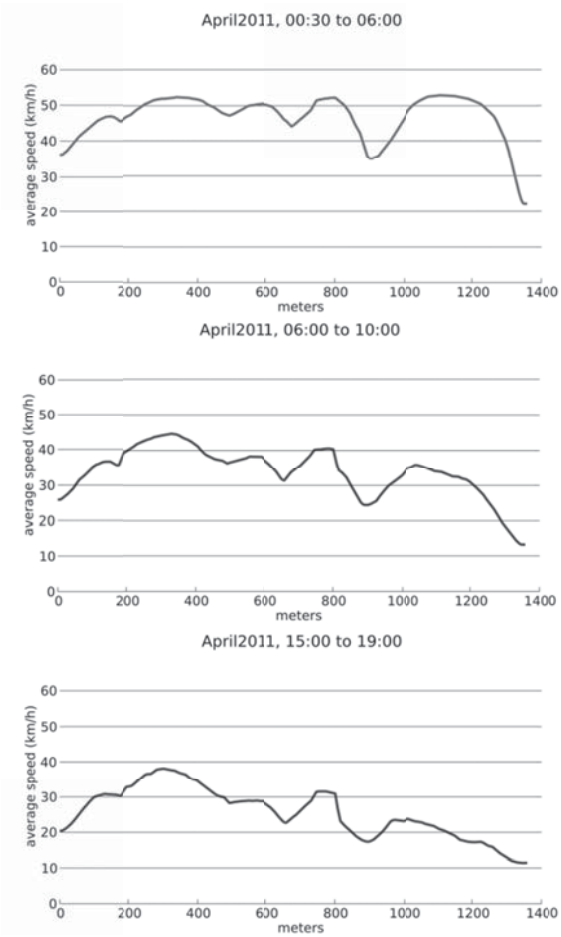


Abb. 7: Streckentypisches Geschwindigkeitsprofil entlang der Linken Wienzeile nachts, morgens und abends

Aufbauend auf diesen Ergebnissen wird in zukünftigen Arbeiten untersucht, ob sich die FCD-Positionsdichteschätzung dazu eignet, Stoppbereiche und Stoppwahrscheinlichkeiten auf Straßenabschnitten zu bestimmen.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit beschreibt eine neue Methode zur Generierung detaillierter Geschwindigkeitsprofile aus grob aufgelösten FCD basierend auf FCD-Positionsdichteschätzung. Diese Methode ermöglicht es, detailliertere Geschwindigkeitsprofile beliebiger Strecken in einem von Floating-Car-Systemen abgedeckten Gebiet zu generieren. Es werden lediglich grob aufgelöste FCD, wie sie beispielsweise von Taxi-FCD-Flotten geliefert werden, benötigt.

Auf diesen Geschwindigkeitsprofilen aufbauende Arbeiten beschäftigen sich unter anderem mit der Detektion von Stoppbereichen und Stoppwahrscheinlichkeiten, vor allem im Hinblick auf energieeffiziente Routenempfehlungen.

Danksagungen

Diese Arbeit ist im Rahmen des FFG-Projekts REFEREE (Projekt-Nr. 831730) entstanden.

Literaturverzeichnis

[1] M. Reinthaler, B. Nowotny, R. Hildebrandt, F. Weichenmeier (2009). Evaluation of Speed Estimation by Floating Car Data Within the Research Project Dmotion, Vienna.

[2] M. Li, Y. Zhang, W. Wang (2009). Analysis of congestion points based on probe car data. In Intelligent Transportation Systems, 2009. ITSC '09. 12th International IEEE Conference on, pp.1-5.

[3] M. Linauer (2004). FLEET Project report – Fleet Logistics Service Enhancement with Egnos & Galileo Satellite Technology, Vienna.

[4] A. Graser, W. Ponweiser, M. Dragaschnig, N. Brändle, P. Widhalm (2012). Assessing Traffic Performance using Position Density of Sparse FCD. In Intelligent Transportation Systems, 2012. ITSC '12. 15th International IEEE Conference on (in press).

Straßennetzbewertung für energieorientierte Routensuchverfahren

Karin KRASCHL-HIRSCHMANN

1. Einleitung

Heute lassen sich bereits zwei Drittel der klimaschädlichen Treibhausgase (THG) auf den Energieverbrauch der Bevölkerung zurückführen. Allein der Transport von Personen und Gütern verursacht 25-30% des gesamten Endenergieverbrauches. In Österreich stieg die Beförderung von Personen von 1970 bis 2001 um 150% auf 82 Milliarden Personenkilometer ([1]). Im selben Zeitraum stieg der Personenverkehr auf der Schiene lediglich um 33% auf 8.5 Milliarden Personenkilometer. Diese steigende Nachfrage nach Beförderungsleistung führt zu einem steigenden Energieverbrauch und somit auch einer erhöhten Umweltbelastung.

In Anbetracht der dominierenden Gesundheits- und Klimadiskussionen durch verkehrsbedingten THG-Emissionen wird eine neue und moderne Mobilität für die Zukunft prognostiziert. Dabei spielen die Elektrifizierung des motorisierten Individualverkehrs (mIV) mit den fahrzeugseitigen Komponenten, die Weiterentwicklung von konventionellen Fahrzeugkonzepten, aber auch Maßnahmen zur Attraktivierung des öffentlichen (ÖV) und zur Steuerung des Individual-Verkehrs (IV) eine wesentliche Rolle.

Auch bei den Fahrzeugantrieben ist ein Technologiewechsel im Gange und Hybridsysteme, Elektro-, Batterie- und Brennstoffzellen-Technologien werden als bedeutende Produktinnovationen in den nächsten 5 Jahre bezeichnet, weshalb die Antriebsvarianten mittelfristig signifikant steigen und viele unterschiedliche Konzepte im Straßenverkehr vorhanden sein werden.

Neue umweltverträgliche Wege sollten beschritten und das Schlagwort *Green Mobility* realisiert werden. Integrierte Mobilitätslösungen, die den innerstädtischen Bereich versorgen und dynamisch anpassungsfähig sind, sollten das oberste Ziel sein. Dabei ist klar, dass die wachsenden innerstädtischen Verkehrsströme nur mit einem Gesamtsystem und einem reibungslosen Zusammenspiel aller Verkehrsmodi bewältigt werden können. Innovative Verkehrsmanagementsysteme sollen zukünftig die Verkehrsmodi auf Straße und Schiene verknüpfen und Informationssysteme werden dem Fahrgast die persönlich effizienteste Reiseroute aufzeigen.

Nicht nur die Einführung neuer Antriebskonzepte von Fahrzeugen oder die Verfügbarkeit an Verkehrsinformationen werden das Mobilitätsverhalten der Menschen beeinflussen, sondern auch Maßnahmen der zuständigen Verwaltungsbehörden. Diese wollen und müssen den Verkehrsfluss in ihren Verantwortungsgebieten beeinflussen und steuern können. Die Tendenz nach der strategischen Routenführung zur Integration aller Verkehrsmodi und damit verbundenen Balance der Verkehrsnachfrage und des -angebots aller Verkehrsteilnehmer wird zu beobachten sein. Dieser Ansatz kann nur durch einen zentralenseitigen Ansatz realisiert werden, um den übergeordneten Gesamtfokus nicht zu verlieren und den Zugang zur flächendeckenden und lückenlosen Informationsbereitstellung zu gewährleisten. Eine beispielhafte Anwendung könnte die temporär aktivierte *Zero-Emission-Zone* in Stadtgebieten sein, wenn entsprechende Grenzwerte überschritten sind und nur entsprechende Fahrzeugtypen die Berechtigung zur Einfahrt erhalten. Darüber müssen die einzelnen Verkehrsteilnehmer vor und während der Fahrt informiert werden.

Diese neuen Maßnahmen und Technologieentwicklungen werden erhebliche Veränderungen des Modal Shifts zugunsten des Öffentlichen Verkehrs sowie Rad- und Fußverkehrs vor allem für private Zwecke bewirken. Auch wenn sich die persönliche Mobilität zur multimodalen Wegekette entwickelt, wird ein nicht vermeidbarer motorisierter Straßenverkehr, wie Versorgungs- und Transportdienste, dennoch benötigt. Der unter ande-

rem dabei angesprochene Logistikbereich, ist mit erheblichen Herausforderungen konfrontiert, welche nicht nur die Emissions- und Lärmbeschränkungen im urbanen Bereich, der zukünftigen Versorgung von urban-angesiedelten Produktionsunternehmen und urbane Nahversorgung betreffen. Auch mit steigenden Kosten für Unternehmen durch die eventuell eingeführten *Klima-Zertifikate* kann gerechnet werden. Die Lösungen dazu lassen mögliche Veränderungen der Anforderungen durch den Einsatz von elektrifizierten Transportern mit unterschiedlichen Fahrprofilen und Ladebeschränkungen vermuten.

Alle zukünftigen Fahrzeuglenker des motorisierten Straßenverkehrs benötigen, unabhängig vom Fahrzeugtyp und Einsatzgrund, die entsprechende Informationsbereitstellung um ihr Fahrzeug möglichst *energieeffizient* durch das Verkehrswegenetz manövrieren zu können.

Wie viel Energie für die jeweilige Fahrt benötigt wird, ist von unterschiedlichen Einflussfaktoren abhängig, welche schlussendlich aus der Summe für die Route (Wegstrecke) gebildet wird. Vor allem sind dabei das aktuelle Verkehrsaufkommen, der Zustand der Strecken und des Fahrzeugtyps ausschlaggebend. Auch der Zweck der Fahrt und die Lenkercharakteristik bewirken unterschiedliche Verbrauchswerte, welche nur schwer zu beeinflussen sind. Die individuelle Routenwahl der einzelnen Fahrer wird in der Realität bisher durch subjektive und objektive Aspekte des Verkehrsteilnehmers oder durch technische Einrichtungen wie der Fahrzeugnavigation beeinflusst. Prognostizierte Reisezeiten der Strecke, Streckenlänge und eventuelle Streckengebühren kommen bereits in heutigen Algorithmen des Routings zur Anwendung. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass Berechnungen für die kürzeste oder schnellste Route nicht mit den Berechnungen der ökologischsten Route übereinstimmen. Dabei wurden für dieselben Quelle-Ziel-Beziehungen mit unterschiedlichen Routen untersucht. Dabei wurden hohe Unterschiede im Treibstoffverbrauch und dem Emissionsaustausch festgestellt ([2], [3]). Zum Beispiel haben Steigungen entlang des Streckenverlaufs einen großen Einfluss (beispielsweise [4]).

Intelligente Verkehrssysteme (Intelligent Transportation Systems - ITS), im Speziellen Navigationssysteme, könnten zukünftig nicht die schnellste oder kürzeste Route berechnen, sondern den energieeffizientesten Weg unter Berücksichtigung aller notwendigen Informationen anbieten. Voraussetzung dafür ist eine entsprechende Datengrundlage, welche für Routenberechnungsalgorithmen herangezogen werden kann.

Eine Berücksichtigung von Faktoren um den zusätzlichen Fokus der Energieeffizienz für die Routenberechnung ist besonders bei neuen Antriebskonzepten mit unterschiedlichen Bedürfnissen von wesentlicher Bedeutung. Dafür werden die Informationen von Strecken und Abbiegebeziehungen benötigt, welche den Energiebedarf unter Berücksichtigung des aktuellen Verkehrszustandes und Wettersituation, zur Befahrung repräsentieren.

Dieser Artikel beschreibt eine neue Methode, den Energiebedarf zur Befahrung der einzelnen Netzkomponenten hinsichtlich der aktuellen Gegebenheiten (Verkehr, Wetter) zu berechnen und für Routingalgorithmen zur Verfügung zu stellen. Dabei soll die Gewichtung möglichst schnell und effizient generiert werden, um eine Echtzeitanwendung zu realisieren und mittels einer Zentrale für Routingsysteme bereitgestellt werden. Der Gewichtungswert stellt dabei den Energiebedarf zur Überwindung der aktuell aufkommenden Fahrwiderstände dar und wird nach Straßentyp und Verkehrsaufkommen kategorisiert. Die Berechnungen werden für charakteristische Fahrzeugtypen durchgeführt, welche die durchschnittlichen fahrzeugspezifischen Kennwerte zur Fahrwiderstandsberechnung repräsentieren.

In Kapitel 2 wird der Zusammenhang von Fahrverhalten und Energieverbrauch beschrieben. Kapitel 3 stellt die Bewertungsmethodik und die notwendigen Schritte zur Datengenerierung vor. Kapitel 4 gibt einen Überblick zur bisherigen Evaluierung und Testanwendung und Kapitel 5 schließt diese Thematik mit einem Ausblick der nächsten Schritte.

2. Fahrverhalten und Widerstände

Der Energieverbrauch wird mit Hilfe von physikalischen Formeln bestimmt und stellt in dieser Arbeit den Bedarf an Energie dar, um die Fahrwi-

derstände zu überwinden und das Fahrzeug in Bewegung zu bringen. Eine Unterscheidung der Fahrwiderstände kann nach Fahrzustand getroffen werden:

- **stationäre Fahrt** bei konstanter Geschwindigkeit: Rad-, Luft- und Steigungswiderstände
- **instationäre Fahrt** bei beschleunigter Fahrt: Rad-, Luft-, Steigungswiderstände und Widerstandskräfte aufgrund der Massenträgheit.

Der notwendigen Energie zur Überwindung des gesamten Fahrwiderstandes entspricht die *Bedarfsenergie* E_{eng}, die an den Rädern vorhanden sein muss, um eine Fahrt möglich zu machen.

$$\boldsymbol{E}_{eng} = (F_{roll} + F_{air} + F_{acc} + F_{grade}) \times l \times f + E_{aux} \quad (1)$$

$$F_{roll} = m \cdot g \cdot (F_{r0} + F_{r1} \cdot v)$$

$$F_{air} = 0.5 \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot (v)^2$$

$$F_{acc} = m \cdot m_{inertia} \cdot a$$

$$F_{grade} = m \cdot g \cdot gradient$$

$$E_{aux} = const$$

F_{roll} ..... Rollwiderstandskraft[N]
F_{air} ..... Luftwiderstandskraft [N]
F_{acc} ..... Beschleunigungswiderstand [N]
F_{grade} ..... Steigungswiderstand [N]
E_{aux} ..... Energiebedarf für Nebenverbraucher [kWh]
m ..... Fahrzeugmasse (inkl. Ladung) [kg]
g ..... Erdbeschleunigung [m/s²]
v ..... Fahrzeuggeschwindigkeit [m/s]
$F_{R0;R1}$ ..... Rollwiderstandsbeiwerte [-]
c_w ..... Luftwiderstandsbeiwert [-]
ρ ..... Dichte der Luft [kg/m³]
A ..... Stirnfläche des Fahrzeugs [m2]
a ..... Fahrzeugbeschleunigung [m/s²]
$m_{inertia}$ ..... Massträgheitsfaktor [-]
gradient ..... Steigung [/100]
f ..... Umrechnungsfaktor in [kWh] [-]
l ..... Streckenlänge in [m]

Es gibt unterschiedliche Modelle, im eigentlichen Sinn sind es Simulationsmodelle, welche die Emissionsberechnung und den Kraftstoffverbrauch aufgrund von aufkommenden Fahrwiderständen und entsprechenden Verlusten durchführen. [5] entwickelte an der Technischen Universität Graz das Modell PHEM (Passenger Car and Heavy Duty Emission Model), welches die notwendige Motorleistung um die Fahrwiderstände und Verluste am Antriebsstrang zu überwinden für einen gegeben Fahrzyklus in einer Auflösung von 1Hz-Daten berechnen kann. Die Motorgeschwindigkeit und ein Gangwahlmodell werden dabei simuliert und die

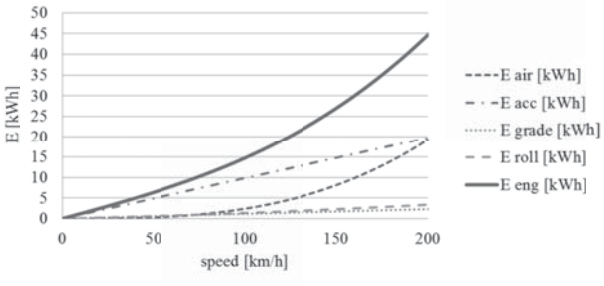


Abb. 1: Energiebedarf während einer konstanten Beschleunigungsfahrt (0.8m/s²) auf einer Strecke mit 1% Steigung unterteilt nach Fahrwider-ständen

Emissionen werden aus hinterlegten (Motor-) Kennfeldern interpoliert. Dementsprechend können die Emissionen und der Kraftstoffverbrauch in dieser feinen zeitlichen Auflösung bestimmt werden. In [7] wurde gezeigt, dass die Kopplung des Emissionsmodells mit einem mikroskopischen Verkehrsflussmodell, die Möglichkeit geschaffen wurde, die Emissionen und den Kraftstoffverbrauch auf einer mikroskopischen Modellierungsebene durchzuführen. [6] stellte das Emissionsmodell CMEM (Comprehensive Modal Emission Model) vor, welches von der Universität in Kalifornien entwickelt wurde. CMEM berechnet ebenfalls aus physikalischen Zusammenhängen den Leistungsbedarf für eine Fahrt um den Kraftstoffverbrauch und die produzierten Emissionen zu schätzen. Sowohl PHEM als auch CMEM können spezielle Fahrzeugtypen, Modelle und Produktionsjahre als Datenbasis verwenden.

Abbildung 1 stellt den Energiebedarf zur Überwindung der aufkommenden Fahrwiderstände (Roll-, Luft-, Beschleunigungs- und Steigungswiderstand) während einer Fahrt mit gleichbleibender Beschleunigung von 0.8m/s² und einer Streckensteigung von 1% dar. Die Energie für Roll- (E_{roll}) und Steigungswiderstand (E_{grade}) sind nahezu unabhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit.

Der Energiebedarf zur Überwindung des Beschleunigungs-widerstandes (E_{acc}) steigt linear mit der Geschwindigkeit, wobei der Luftwiderstand als quadratische Funktion zur Geschwindigkeit steigt. Damit wird klar dargestellt, dass der Gesamtenergiebedarf (E_{eng}) in Phasen der niedrigen und hohen Fahrgeschwindigkeiten eingeteilt werden kann.

- Phase 1 (Geschwindigkeit < 80km/h): Energie wird überwiegend zur Beschleunigung benötigt.
- Phase 2 (Geschwindigkeit > 80km/h): Energie wird zur Überwindung des Luftwiderstandes und zur Beschleunigung benötigt.

2.1 Energiebedarf und Fahrzeugflotte

Die physikalischen Zusammenhänge aus (1) zeigen, dass das Gewicht eines Fahrzeuges, die Rollwiderstandswerte der Reifen und die aerodynamischen Kennwerte des Fahrzeuges als statische Eingangsgrößen einen Einfluss haben. Tabelle I zeigt die Energiebedarfswerte für unterschiedliche Fahrzeugklassen auf Basis eines standardisierten Fahrverlaufs (NEDC - New European Driving Cycle) bei einer Weglänge von 5000 m. Die Kennwerte für die in Tabelle I berechneten Fahrzeugklassen wurden dem mikroskaligem Emissionsmodell PHEM [5] entnommen, die darin erstellten Fahrzeugtypen wurden aus zahlreichen Rollenprüfstandsmessungen gebildet und stellen einen Durchschnittstyp pro Klasse dar. In der Tabelle werden die relevanten Energiebedarfswerte für den Roll- und aerodynamischen Widerstand und für die Beschleunigungsvorgänge dargestellt und als E_{eng} als die zu aufbringende Energie am Antriebsstrang zusammengefasst. Ebenfalls werden die prozentuellen Veränderungen zur Basis der Euroklasse 0 angegeben. Signifikant ist dabei dass der Energiebedarf in den letzten Jahren gestiegen ist, was auf die größer werdenden Fahrzeuge und das Gewicht zu schließen ist. Der geringere Anstieg der Fahrzeugklasse Euro 6 liegt bei den Fortschritten in der Technologie-entwicklung des Karosseriebaus.

Anzumerken ist an dieser Stelle, dass durch die weiterentwickelten Fahrzeugtechnologien die Effizienz derart verbessert wurde und somit in Summe der Verbrauch trotz des steigenden Gewichtes als gleichbleibend zu bezeichnen ist.

TABLE I

ÜBERSICHT ENERGIEBEDARF JE FAHRZEUGKLASSE

Fahrzeug-klasse	$E_{roll+air}$ [kWh]	Δ [%]	E_{acc} [kWh]	Δ [%]	E_{eng} [kWh]	Δ [%]
EURO 0 Diesel	0.0294	0.0	0.0520	0.0	0.0814	0.0
EURO 1 Diesel	0.0295	0.5	0.0538	3.6	0.0834	2.5
EURO 2 Diesel	0.0304	3.4	0.0558	7.4	0.0862	5.9
EURO 3 Diesel	0.0311	5.8	0.0587	13.0	0.0898	10.4
EURO 4 Diesel	0.0317	7.9	0.0621	19.5	0.0938	15.3
EURO 5 Diesel	0.0321	9.3	0.0642	23.6	0.0963	18.4
EURO 6 Diesel	0.0309	5.3	0.0622	19.8	0.0963	14.6

2.2 Fahrverhaltensmuster eines Fahrverlaufs

Die wichtigsten Fragen bei der Untersuchung von Fahrverhaltensmuster ist die klare Abgrenzung der einzelnen Fahrmodi (Idling (Stillstand), Accelerating (Beschleunigen), Decelerating (Verzögern), Cruising (Cruisen)) während eines Fahrverlaufs. Wesentlich ist auch die Intensität von Beschleunigung und Verzögerung, der sogenannten *acceleration/ decleration rate*. In Tabelle II werden die Definitionen zur Bestimmung der einzelnen Fahrmodi dargestellt. Aufgrund der Vollständigkeit wird die Definition des Kriechens angeführt (Herantasten an eine Lichtsignalanlage), welche für diese Arbeit jedoch nicht zur Anwendung kommt.

TABLE II

DEFINITIONEN DER FAHRMODI

Fahrmodus	Definition
Idle (Stillstand)	v = 0
Acceleration (Beschleunigen)	acc ≥ 0.125m/s²
Deceleration (Verzögern)	dec ≤ - 0.125m/s²
Cruising (Konstantfahrt)	-0.125m/s² < acc < +0.125m/s² $\bar{v}$ > 15km/h

Auf Basis von Tabelle II können klare Abgrenzungen getroffen werden, welche in Abbildung 2 durchgeführt und grafisch dargestellt sind. Dabei wurden die ersten 200 Fahrsekunden eines standardisierten und eines realen Fahrverlaufs herangezogen und die entsprechenden Fahrmodi kenntlich gemacht.

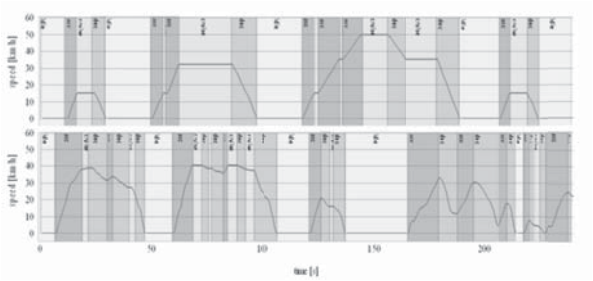


Abb. 2: Fahrmodi des NEDC-Fahrverlaufs ECE-15 (oben) und einem realen urbanen Fahrverlauf (unten)

3. Bewertungsmethode des Straßennetzes

Die ersten und durchaus üblichen Ansätze zur Schätzung der Emissionen im Straßenverkehr benutzen als Eingangsparameter die durchschnittliche Geschwindigkeit und schließen damit direkt auf die THG-Emissionen und den Verbrauch. Diese Ansätze werden stark kritisiert, da jegliche Einflüsse der Umgebung (beispielsweise das tatsächliche Verkehrsaufkommen) und somit Auswirkungen auf das Fahrverhalten nicht berücksichtigt werden. Diese Art der Emissions- und Verbrauchsschätzung wird aus Gründen der Rechenzeit in makroskopischen Modellen angewendet, somit können Tendenzen von unterschiedlichen Verkehrsstrategien geschätzt werden.

Gerade im Hinblick auf häufige aktive Beschleunigungsvorgänge aufgrund von erhöhtem Verkehrsaufkommen können die produzierten Emissionen mit diesen Ansätzen nicht adäquat geschätzt werden. Weitere Ansätze haben den unterschiedlichen Streckentyp und den Verkehrszustand in Form von Level of Service (LOS) Kategorien berücksichtigt. Damit wird den realistischen Geschwindigkeits- und Beschleunigungsprofilen zumindest in der durchschnittlichen Schätzung näher gekommen.

TABLE III

ENERGIEBEDARF DER VERSCHIEDENEN FAHRMODI

Fahrmodus	E_{roll}	E_{air}	E_{acc}	E_{dec}	E_{grade}	E_{aux}
Cruising	×	×			×	×
Idling						×
Deceleration	×	×		×	×	×
Acceleration	×	×	×		×	×
Creeping	×	×			×	×

Werden diese Ansätze zur Emissionsbestimmungen Aufgrund von Durchschnittswerten und die Vorgangsweise von mikroskaligen Emissionsmodellen ([5], [8]) in Kombination betrachtet, ergibt sich daraus der in dieser Arbeit gewählte Ansatz: Aufgrund von Durchschnittswerten der aktuell zu fahrenden Geschwindigkeit und der Zustandsbestimmungen des aktuellen Verkehrsaufkommens werden die unterschiedlichen Fahrmodianteile (Cruising, Idle, Acceleration, Deceleration) auf den Strecken geschätzt und die auftretenden Fahrwiderstände berechnet. Die unterschiedlichen Umgebungseinflüsse auf das Fahrverhalten werden durch entsprechende Gruppierungen der Schätzfunktionen repräsentiert und können damit bestimmt werden. Die Abbiegebeziehungen werden in Form eines Energiezuschlages in das Bewertungsschema integriert. Folgende Ziele werden mit dieser Gewichtungsmethodik erfüllt:

- **Fahrzeug-Unabhängigkeit:** Durch Darstellung des Energiebedarfs für Fahrzeugklassen werden

durchschnittliche und repräsentative Kenngrößen von Fahrzeugtypen für die Berechnung der Fahrwiderstände verwendet. Somit wird eine Anwendbarkeit unabhängig von spezifischen Fahrzeugen, welche die genaue Kenntnis von fahrzeugspezifischen Kenngrößen voraussetzt, gewährleistet.

- **Anwendbarkeit:** Die Bewertungsmethodik soll für entsprechende Netzgrößen anwendbar sein.
- **Online-Fähigkeit:** Es sollen die online-Verkehrslagedaten als auch die aktuellen Wetterdaten für die Bewertung herangezogen werden.

Für die Bewertungsmethodik ist ein routingfähiger Straßennetzgraph mit den notwendigen statischen Informationen (Streckentyp, Steigung, Abbiegebe-ziehungen etc.) der einzelnen Netzkomponenten zugrunde gelegt. Aufgrund der aktuellen Verkehrslage werden die möglich zu fahrende Geschwindigkeit und die entsprechende Kenngröße zur Festlegung des Verkehrsaufkommens (Auslastungsgrad oder LOS) auf den einzelnen Straßenabschnitten festgestellt. Mit den Informationen zum Verkehrsaufkommen und den Informationen der entsprechenden Streckencharakteristik als Eingangsgrößen lassen sich entwickelte Schätzfunktionen zur zeitlichen Verteilung der Fahrmodianteile bestimmen. Ebenfalls werden die zugehörigen Beschleunigungs- und Verzögerungsfunktionen zur Feststellung der entsprechenden Raten identifiziert. Jeder Fahrmodus muss unterschiedliche Fahrwiderstände überwinden, deshalb sind in Tabelle III diese Modi mit den auftretenden Fahrwiderstandskräften zusammengefasst. Durch die Kenntnis der Fahrmodianteile, Durchschnittsgeschwindigkeit und Beschleunigung- /Verzögerungsraten lässt sich der Energiebedarf für die Befahrung der Strecke berechnen und kann als Streckengewichtung in den Graphen eingepflegt werden. Neben den Strecken benötigen auch die Knotenpunkte und somit die einzelnen Abbiegebeziehungen eine entsprechende Gewichtung, dafür wurde die Form des *Energiezuschlages* in Abhängigkeit des Verkehrsaufkommens und des Abbiegetypes gewählt. Für die Bewertung der Abbieger werden nicht die einzelnen Zeitanteile der Fahrmodi für die Berechnung herangezogen, sondern eine Kombination aus belastungsabhängigen Zeitbedarf und auftretenden Fahrwiderständen.

Die Generierung von Schätzfunktionen zur Bestimmung der Fahrmodiverteilung für die Streckenbefahrung bedarf einer großen Anzahl von Beobachtungsfahrten mit dem Wissen über aktuellen Verkehrszustand und des Streckentyps. Weitreichende Messkampagnen mit allen technischen Voraussetzungen und Einbeziehung von Verwaltungsbehörden (zum Beispiel für infrastrukturell erhobenen Messdaten) sind dafür notwendig, welche aber mit erheblichen Kosten verbunden und meist nur schwer realisierbar sind. Für diese Arbeit wurden einerseits Daten aus aufgezeichneten Messfahrten von Regelwerken herangezogen, welche die Qualitätsansprüche und Abdeckung der Umgebungsdaten erfüllten und andererseits eine mikroskopische Verkehrsflusssimulation für die Generierung zusätzlicher Daten aufgebaut.

Ziel der Datengenerierung ist es, ein möglichst realistisches Abbild der einzelnen Fahrmodi während der Fahrt zu erhalten und diese Anteile in Form einer Schätzfunktion in Abhängigkeit von unterschiedlichen Umgebungsfaktoren anzuwenden.

In [7] wurden mittels Simulation erstmals die Auswirkungen einer veränderten Signalsteuerung im städtischen Gebiet auf die Produktion der Emissionen untersucht. Das dabei entwickelte Tool bestand aus einer Kopplung eines mikroskopischen Verkehrsflussmodells, eines mikroskopischen Berechnungsmodells und einem emulierten Steuerungskern eines adaptiven Verkehrssteuerungsverfahrens. Bei den Kalibrierungsmaßnahmen wurde der Schwerpunkt auf die umweltwirksamen Größen gelegt - Beschleunigung, Verzögerung, Beobachtung des Energieabbaus durch abrupten Stillstand etc. Obwohl in üblichen Verkehrsmodellen versucht wird, ein möglichst breites Spektrum an Fahrweisen abzubilden, hat diese Studie gezeigt, dass die Verwendung von kalibrierten Verkehrsflussmodellen für Verbrauchs- und Emissionsuntersuchungen herangezogen werden können. Um Standardbelegungen von Fahrverhaltensparametern im Modell dem tatsächlichen Fahrverhalten anzupassen, wurden Aufzeichnungen von Messfahrten herangezogen und verglichen.

Weitere Untersuchungen wie in [9] vorgestellt, haben die Erfahrungen zur Kalibrierung von Verkehrsflussmodellen um möglichst realistische Fahrverläufe zu simulieren, erheblich erweitert.

In Verkehrsflussmodellen haben die sich bewegenden Fahrzeuge im Netz stochastisch zugeteilte Charakteristika wie Fahrzeuglänge, Höchstgeschwindigkeit, Beschleunigungsvermögen, aber ebenso psycho-physische Wahrnehmungsgrenzen des Fahrers wie Schätzvermögen, Sicherheitsempfinden und Risikobereitschaft, welche das Fahrverhalten insgesamt bestimmen. Zusätzlich können entsprechende Parametersätze zum allgemeinen Fahrverhalten modifiziert werden und Verteilungskurven der Beschleunigungs- und Verzögerungsraten vorgegeben werden.

Für die Erstellung der Beschleunigungs- und Verzögerungskurven wurden die Basisdaten der Version HBEFA 3.1 (Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, [10]) herangezogen, welche in dieser Form der Öffentlichkeit nicht zur Verfügung stehen, sondern lediglich als Berechnungsbasis für die Emissionen dienen. Im Januar 2010 wurde die aktuelle Version 3.1 des Handbuchs veröffentlicht.

Diese wichtigen Basisdaten für das Handbuch stellen unter Messprogrammen durchgeführten Fahrten dar, womit Emissionswerte berechnet wurden. Um möglichst eine breite Abdeckung zu erzielen wurden unterschiedliche Fahrer und Fahrzeuge aufgenommen, um so zusätzlich ein unterschiedliches Fahrverhalten miteinzubeziehen. Die aufgezeichneten Rohdaten wurden entsprechend verarbeitet und die Emissionswerte gebildet und können abhängig von Emissionsart, Fahrzeugkategorie sowie -größe, Verkehrssituation, Streckentyp und Längsneigung angewendet werden. Bei der Emissionsart wird zwischen Emissionen im betriebswarmen Zustand, Kaltstart und Verdampfungsemissionen unterschieden. Bei der Fahrzeugkategorie stehen sowohl Personenkraftwagen als auch Nutzfahrzeuge oder Zweiräder in diversen Varianten zur Verfügung. Die vorgegebenen Verkehrssituationen spiegeln sowohl unterschiedliche Streckentypen, als auch unterschiedliche Verkehrsbelastungen und Fahrverhalten wieder. Auch Längsneigungen der Strecken können zwischen -6 und +6 % differenziert berücksichtigt werden.

Diese Rohdaten der einzelnen Fahrverläufe ergeben knapp 1.200 Zyklen jeweils für PKW, leichten Nutzfahrzeugen, LKW und einspurigen motorisierten Fahrzeugen.

Mittels den kalibrierten Verkehrsflussmodellen wurden die Fahrverläufe sekündlich aufgezeichnet und hinsichtlich Fahrmodi und Beschleunigungs-/Verzögerungsraten analysiert. Als Ergebnis wurden Schätzfunktionen für Fahrmodianteile und Funktionen zur Beschleunigung/Verzögerung nach Streckentyp und Auslastungsgrad generiert (Beispiel einer Schätzfunktion siehe Abbildung 3).

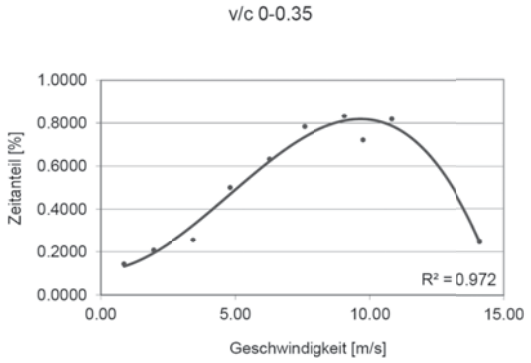


Abb. 3: Beispiel einer Schätzfunktion für Beschleunigungsanteile für einen niedrigen Auslastungsgrad

4. Evaluierung und Testanwendung

Die Berechnungsergebnisse der Bewertungsmethode wurden mit Ergebnissen der detaillierten Kalkulationen des Emissionsmodells PHEM verglichen. An dieser Stelle ist anzumerken, dass als Ergebnisse von fahrzeugseitigen Emissionsmodellen der Leistungsbedarf kalkuliert wird, welcher ebenso mit der entwickelten Bewertungsmethode unterstützt wird. Grundsätzlich wurde PHEM entwickelt, um den Leistungsbedarf und somit das Emissionsaufkommen von einzelnen Fahrten zu berechnen. PHEM ist im europäischen Raum weit verbreitet und als Standardtool für mikroskopische Emissionsmodellierung angesehen und wird kontinuierlich weiterentwickelt und mit neuen Daten versorgt.

Der durchgeführte Vergleich bezieht sich auf Messfahrten auf der Stadtautobahn A7 in Linz, Oberösterreich. GPS-Trajektorien wurden im Zuge eines Forschungsprojektes zur Untersuchung von umweltrelevanten Auswirkungen von

Zuflussdosierungen auf Stadtautobahnen benötigt und mit einer hohen Aufzeichnungsrate gesammelt. Im eigentlichen Projekt wurden die GPS-Tracks lediglich zur Kalibrierung und Validierung des mikroskopischen Verkehrsflussmodells verwendet und deshalb in definierte Abschnitte eingeteilt. Die Abschnitte weisen eine Länge von 600 - 3.300m auf 8 unterschiedlichen Abschnitten auf, welche verschiedene Geschwindigkeitsbeschränkungen von 130, 100 und 80 km/h haben.

Um diese Bewertungsmethode zu testen wurden Schätzfunktionen und Beschleunigungs-/ Verzögerungsfunktionen für den hochrangigen, städtischen Streckentyp mit einer Streckensteigung von 0% aus verschiedenen Simulationsergebnissen entwickelt. Die Fahrwiderstandswerte wurden mit den charakteristischen Kennwerten eines Dieselfahrzeuges der Euroklasse 0 berechnet und ebenfalls im Emissionsmodell eingestellt. Die Ergebnisse des Vergleichs werden in Abbildung 4 und zusätzlich in Tabelle IV dargestellt, welche eine gute Übereinstimmung der Resultate zeigen.

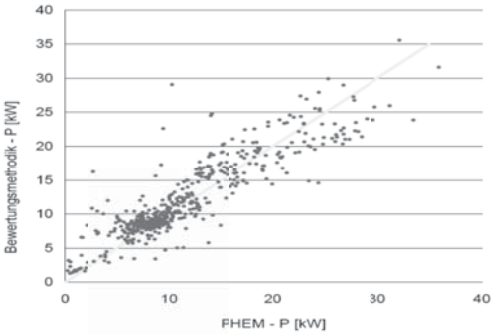


Abb. 4: Vergleich der benötigten Leistung (PHEM) und der geschätzten Leistung (R^2=0.8)

TABLE IV

VERGLEICH DER LEISTUNGSBERECHNUNG VON EINZELFAHRTEN UND ENERGIESCHÄTZUNGSMETHODE (EEA - **E**NERGY**E**STIMATION**A**LGORITHM)

GPS cycles	length [km]	average speed [km/h]	P_{EEA} [kW]	P_{PHEM} [kW]	Diff [%]
cycle 1	2.5	87.7	11.0026	12.8942	17.2
cycle 2	0.8	93.0	12.5025	10.9729	-12.2
cycle 3	3.3	92.8	12.4520	11.6448	-6.5
cycle 4	0.7	77.3	8.5048	6.7499	-20.6
cycle 5	0.8	76.0	8.2156	8.2523	0.4
cycle 6	0.9	71.5	7.3338	6.4875	-11.5
cycle 7	1.8	76.1	8.2399	8.2277	-0.1
cycle 8	0.7	76.8	8.3838	8.8236	5.2

5. Diskussion und Ausblick

Dieser Artikel stellt eine Methode zur schnellen und genauen Energiebedarfschätzung vor, welche für die Gewichtung der Strecken eines Straßengraphen herangezogen werden kann. Die Bewertung der Abbiegebeziehungen wurden in diesem Artikel nicht im Detail vorgestellt. Diese generierten Bewertungs-informationen beziehen aktuelle Verkehrs- und Wetterzustände ein und können als Grundlage für on-board Navigationssysteme und Routenplaner verwendet werden, um dem Fahrzeuglenker die energieeffizienteste Route vorzuschlagen.

Für die Entwicklung der Schätzfunktionen wurden unterschiedliche Verkehrsflussmodelle aufgebaut und hinsichtlich der energierelevanten Kenngrößen kalibriert. Die Ergebnisse der Simulationen - sekündliche Fahrverläufe - wurden nach Streckentyp und Auslastungsgrad kategorisiert und zeigten realitätsgetreue Fahrverhaltensmuster.

Die Methode basiert auf der Annahme, dass der Energieverbrauch von Fahrzeugen direkt im Zusammenhang mit den verschiedenen Fahrmodi (Accelerating, Decelerating, Cruising, Idling) und

den dabei auftretenden Fahrwiderständen steht. Der zeitliche Verlauf jedes Fahrmodus' wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst, wobei die überwiegenden Auswirkungen auf den vorherrschenden Verkehrszustand zurück zu führen sind. Zusätzlich ist die Kenntnis über die Streckengeometrie von Wichtigkeit, damit die zusätzlichen Fahrwiderstände zur Überwindung einer Streckensteigung berücksichtigt werden können.

Die Verwendung dieser Methode beschränkt sich nicht auf on-board Navigationssysteme, sondern dient auch der Unterstützung von Fahrerassistenzsystemen. Beispielsweise können automatische Geschwindigkeitskontrollsysteme diese Datengrundlage für eine vorausschauende Fahrweise verwenden. Die bewertenden Daten können den Einsatz von Range Extendern für Elektrofahrzeuge unterstützen, um Lade- und Entladeprozesse von Batterien effizienter zu gestalten.

Generell werden Fahrzeuge mit neuen Antriebskonzepten diese Kartengrundlage mit energierelevanten Informationen benötigen, um den Energieverbrauch so gering wie möglich zu halten.

Diese Methode nutzt die ständige Weiterentwicklung von Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation um somit den Applikationen die entsprechend aktuellen Informationen bereitstellen zu können. Unter Einbeziehung von Echtzeit- Verkehrsdaten aus makroskopischen Verkehrsnachfragemodellen kombiniert mit Wetterprognosen, kann diese Bewertungsmethode hoch aktuelle und genaue Daten für die Kalkulationen verwenden.

Literaturverzeichnis

[1] Herry M., Sedlacek N., Steinacher I., "Verkehr in Zahlen, Österreich", *Im Auftrag vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie Abteilung V/Infra* 5, 2007.

[2] Frey H.C., Zhang K., Rouphail N.M., "Fuel use and emissions comparison for alternative routes, time of day, road grade, and vehicle based on in-use measurements", in *Environmental Science & Technology*, No. 42, 2008, pp. 2483-2489.

[3] Anh K., Rakha H., "The effects of route choice decisions on vehicle energy consumption and emissions", in *Transportation Research Part D: Transport and Environment 13(3),* 2008, pp. 151-167

[4] Park S., Rakha H., "Energy and environmental impacts of roadway grades", in *Transportation Research Record 1987*, 2006, pp. 148-160.

[5] Hausberger Stefan, "Simulation of Real World Vehicle Exhaust Emissions", *VKM-THD Mitteilungen Technische Universität Graz*, Vol. 82, 2003.

[6] Barth M., An F., Younglove T., Levine C., Scora, G., Ross M., Wenzel T., "The Development of a Comprehensive Modal Emissions Model", *TRB's National Cooperative Highway Research Program* (NCHRP), *Web-Only Document 122*, 1999.

[7] Hirschmann K., Zallinger M., Fellendorf M., Hausberger S., "A new method to calculate emissions with simulated traffic conditions", *Proceedings of the IEEE Intelligent Transportation Systems conference*, 2010.

[8] Barth M., An F., Norbeck J., Ross M., "Modal Emissions Modeling: A Physical Approach", *Transportation Research Record*, Vol. 1520, 1996.

[9] Kraschl-Hirschmann K., Zallinger M., Luz R., Fellendorf M., Hausberger S.,"A method for emission estimation for microscopic traffic flow", *Proceedings of the 2011 IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems*, 2011.

[10] INFRAS, "Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs", 2010.

Nahräumliche Mobilität im Alter? - Mobilitätsverhalten älterer Menschen in Berliner Sozialräumen

Flemming GIESEL und Julia JARASS

1. Einleitung

Die Alterung der Gesellschaft als Teil des demographischen Wandels ist in der wissenschaftlichen und politischen Diskussion allgegenwärtig. Eine besondere Bedeutung kommt hierbei dem Themenfeld der Mobilität zu, da die gesellschaftliche Teilhabe älterer Menschen zu einem entscheidenden Teil über Alltagsmobilität realisiert wird. Mobilität ist in diesem Zusammenhang weit mehr als nur bloße zweckorientierte Raumüberwindung. Neben dieser eher funktionalen Bedeutung hat Mobilität einen hohen emotionalen Stellenwert, der die Lebensqualität älterer Menschen wesentlich beeinflusst (Mollenkopf & Kloé 2011:241).

Die Mobilität im Alter befindet sich im Wandel. Veränderungen im Gesundheitszustand und in der Einkommenswicklung beeinflussen nachhaltig das Mobilitätsverhalten älterer Menschen. Insgesamt kann eine stetig steigende Lebenserwartung festgestellt werden, die mit einem verbesserten Gesundheitszustand im Alter einhergeht. Die Folge sind mehr Lebensjahre, die weitestgehend beschwerdefrei gelebt werden können (Motel-Klingebiel et al. 2010:90ff). In der medialen Darstellung wird hierbei oftmals das Bild der sogenannten jungen Alten verwendet, die frei von körperlichen Einschränkungen und durch einen aktiven Lebensstil gekennzeichnet sind (Otten 2008). Gleichzeitig wird jedoch auch verstärkt auf die Öffnung der Einkommensschere im Alter (Noll & Weick 2012) und auf die zunehmende Hochaltrigkeit hingewiesen, die mit dem Verlust körperlicher Kompetenz korreliert (Klein et al. 2007). Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass die Lebensphase Alter zunehmend von einer großen Variabilität gekennzeichnet ist, was sich auch im Mobilitätsverhalten widerspiegelt.

Der Wandel des Mobilitätsverhaltens älterer Menschen wurde bereits vielfach belegt (Mollenkopf & Engeln 2008, BMVBS 2010), jedoch kann gegenwärtig eine fehlende Differenzierung in sozialer und räumlicher Perspektive festgestellt werden. Kleinräumige Mobilitäts- und Aktionsraumstudien aus den 1990er Jahren belegen, dass sich der Aktionsraum im Alter verkleinert und dass sich die Aktivitäten auf das direkt angrenzende Wohnumfeld konzentrieren (Friedrichs 1990, Saup 1993, Friedrich 1995). Vor dem Hintergrund der angesprochenen Ausdifferenzierung der Lebensphase Alter stellt sich aus der Perspektive der Verkehrs- und Mobilitätsforschung die Frage, ob und unter welchen Bedingungen überhaupt das Mobilitätsverhalten älterer Menschen noch von einer Nahraumorientierung geprägt ist.

Der vorliegende Beitrag setzt an dieser Stelle an. Auf Basis des Datensatzes „Mobilität in Städten – SrV 2008“ wird das Mobilitätsverhalten älterer Menschen anhand verschiedener Sozialräume in Berlin kleinräumlich untersucht. Hierbei wird im Einzelnen zwischen den jungen und alten Alten unterschieden, um der Variabilität im Alter Rechnung zu tragen.[1] Im Fokus der Analysen steht die Frage, ob Unterschiede im Mobilitätsverhalten zwischen den beiden Altersgruppen sowie zwischen den Sozialräumen ausgemacht werden können und inwiefern die außerhäusige Alltagsgestaltung auf das nahe Wohnumfeld gerichtet ist.

Zu Beginn des Beitrags werden die Bedeutung von Mobilität für ältere Menschen und die veränderten Rahmenbedingungen der Lebensphase Alter herausgestellt, die das Mobilitätsverhalten beeinflussen. In diesem Zusammenhang steht die Entwicklung des Gesundheitszustands und der Einkommen im Alter im Fokus der Betrachtung. Anschließend an die Erläuterung des methodischen Vorgehens wird der Untersuchungsraum Berlin vorgestellt. Hierbei wird näher auf Alterungsprozesse sowie auf die sozialräumliche Entwicklung eingegangen. Nach der Ausführung der empirischen Ergebnisse schließt der Beitrag mit einem zusammenfassenden Fazit.

2. Mobilität älterer Menschen im Wandel

Die Mobilität im Alter spielt vor dem Hintergrund auftretender körperlicher Einschränkungen eine bedeutende Rolle. Mobilität ermöglicht nicht nur generell die Partizipation am gesellschaftlichen und sozialen Leben über die Erreichbarkeit von so-

zialen Infrastrukturen, sondern bedeutet darüber hinaus insbesondere für ältere Menschen die permanente „Bestätigung eigener Leistungsfähigkeit im lebensweltlichen Kontext sowie individueller Sinnerfüllung“ (Friedrich 1995:160). Außerhäusliche Aktivitäten sowie die Vielfalt an Aktivitäten beeinflussen nachhaltig die Lebensqualität und -zufriedenheit älterer Menschen, wogegen ein Verlust von Mobilität oder deren Einschränkung für viele Ältere einen tiefen Einschnitt in das Leben bedeutet (Mollenkopf & Flaschenträger 2001, Scheiner 2006). Gerontologische Forschungen konnten zeigen, dass die Lebenszufriedenheit „mit dem Grad der erlebten Selbstbestimmung und der erlebten eigenen Alltagskompetenz“ (Lehr 2008:216) entscheidend zusammenhängen. Somit darf Mobilität nicht nur als Möglichkeit zur Raumüberwindung für die Erreichbarkeit von sozialen Infrastrukturen angesehen werden. Mobilität im Alter bedeutet vielmehr „Freude und Selbstbestätigung, Teilhabe an der natürlichen Umwelt und soziale Kontakte, Unabhängigkeit und Wahlfreiheit und speziell im fortgeschrittenen Alter das Gefühl, noch ein vollwertiges Mitglied der Gesellschaft zu sein“ (Mollenkopf & Engeln 2008:246). Kurzum, Mobilität bestimmt nachhaltig die soziale Partizipation insbesondere Älterer in der Gesellschaft. Das individuelle Mobilitätsverhalten älterer Menschen befindet sich im Zuge veränderter soziodemographischer Rahmenbedingungen im Wandel. Nachfolgend wird im Einzelnen auf die Entwicklung der Gesundheit und der Einkommen im Alter eingegangen sowie deren Bedeutung für die individuelle Mobilität.

Insgesamt werden die Menschen in Deutschland immer älter. Seit dem Ende des 19. Jahrhunderts hat sich die Lebenserwartung von Neugeborenen mehr als verdoppelt (Statistisches Bundesamt 2011:69). Die Ursachen hierfür sind in dem gestiegenen allgemeinen Wohlstand und in generellen Verbesserungen in der medizinischen Versorgung, Hygiene, Ernährung und Wohnsituation begründet. Daneben ist auch die fernere Lebenserwartung − also die Lebenserwartung einer Person in einem bestimmten Alter − stark gestiegen. 60-Jährige Männer lebten beispielsweise im Jahr 1871/1881 noch 12,1 Jahre im Durchschnitt, im Jahr 2007/09 waren es bereits 21 Jahre. Frauen im selben Alter haben sogar eine fernere Lebenserwartung von 24,8 Jahren (Statistisches Bundesamt 2011:70). In diesem Zusammenhang wird auch von der „Feminisierung des Alters“ (Tews 1993) gesprochen, was sich auf den höheren Frauenanteil im Vergleich zu dem der Männer im Alter bezieht. Auch zukünftig wird sich der Trend der höheren Lebenserwartung bei beiden Geschlechtern fortsetzen (Statistisches Bundesamt 2011:70).

Entscheidend für Mobilität und damit für ein selbstständiges Leben im Alter ist die Entwicklung der funktionalen Gesundheit, die beschreibt, „wie Menschen aufgrund ihrer gesundheitlichen Voraussetzungen in der Lage sind, Alltagsanforderungen zu erfüllen und am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen“ (Menning & Hoffmann 2009:62). Mehrere amerikanische sowie deutsche Studien belegen, dass sich die funktionale Gesundheit im Alter bezüglich der Hilfebedürftigkeit und Krankheitsprävalenz verbessert hat (Dinkel 1999, Freedman et al. 2002). Gleichwohl wird konstatiert, dass mit zunehmendem Alter wesentlich häufiger Aktivitätseinschränkungen bestehen. Jedoch tritt eine erschwerte selbständige Lebensführung verstärkt erst im höheren Lebensalter ab circa 75 Jahren auf. Dazu gehören beispielsweise Einschränkungen beim Treppensteigen oder das Zurücklegen von Strecken von mehr als einem Kilometer (Menning & Hoffmann 2009:65). Diese Einschränkungen variieren jedoch in Abhängigkeit des Geschlechts: Frauen sind häufiger von Einschränkungen betroffen als Männer und leiden vermehrt an Multimorbidität (Ahacic et al. 2007, Wurm et al. 2010). Die Gründe hierfür sind in dem Erleben von physiologischen Transitionssituationen (Schwangerschaften, Geburten, Menopause) und in erhöhten sozialen Risiken (geringes Bildungs- und Einkommensniveau) zu sehen. Dazu kommt noch eine im Vergleich zu Männern „höhere Prävalenz (Häufigkeit) von nichtletalen (nicht zum Tode führenden) Krankheiten und Störungen“ (Menning & Hoffmann 2009:63), die die funktionale Gesundheit einschränken. Nicht nur das Geschlecht hat einen Einfluss auf die Gesundheit, sondern es konnte auch nachgewiesen werden, dass die Gesundheit in Abhängigkeit der sozialen Lage (Einkommen, Bildung, Berufstätigkeit) variiert. Sozial Benachteiligte sind häufiger von chronischen Krankheiten, Beschwerden und Behinderungen betroffen als statushöhere Gruppen. Unterschiede in der Morbidität und Mortalität werden dabei „auf ungleiche materielle Lebensbedingungen, psychosoziale Belastungen, gesundheitsbezogene Einstellungen und Verhaltensmuster sowie personale und soziale Ressourcen zurückgeführt“ (Lampert 2009:122).[2]

Der insgesamt bessere Gesundheitszustand der jungen Alten führt dazu, dass sich das Altersbild in unserer Gesellschaft verändert hat. Das traditionelle Altersbild war an ein Rollenmuster gebunden, das von eingeschränkten körperlichen und psychischen Zuständen geprägt war. Soziologisch betrachtet lag der sogenannte Alters-Limes, also der biographische Zeitpunkt „an dem gesellschaftlich akzeptiert und biologisch begründet der Übergang vom nicht alten Erwachsenen zum alten Menschen beginnt“ (Otten 2008:210), bei 50 Jahren. Aufgrund der oben beschriebenen erhöhten körperlichen Kompetenz und einer höheren beschwerdefreien Lebenserwartung passen immer weniger ältere Menschen in dieses konventionelle Rollenmuster, sodass eine Grenze zum Altsein immer schwieriger definiert werden kann. Die Folge ist, dass sich der „Altersmedian […] allmählich von 50 auf 70 Jahre angehoben“ hat (ebd.:212). Diese Entwicklung geht mit einer Pluralisierung der Lebensstile einher, die auch im Alter festgestellt werden kann (ebd.:191). In Kombination mit höheren Pkw-Führerscheinbesitzquoten und einer höheren Pkw-Verfügbarkeit nimmt die Mobilität im Alter insgesamt zu: Von dem Jahr 2002 zu dem Jahr 2008 fühlten sich weniger ältere Menschen in ihrer Mobilität eingeschränkt. In dem gleichen Zeitraum haben sich die Mobilitätsquote, die durchschnittliche Wegeanzahl pro Tag und die Wegelänge sowohl bei den 65- bis 74-Jährigen als auch bei den über 75-Jährigen erhöht (BMVBS 2010:171). Beim Auftreten von körperlichen Einschränkungen wird das Mobilitätsverhalten entscheidend beeinflusst: Personen mit gesundheitlichen Einschränkungen gehen seltener außer Haus, unternehmen weniger Wege und die Tagesstrecke geht signifikant zurück (ebd.:86).

Neben der körperlichen Kompetenz stellen die materiellen Ressourcen innerhalb der Lebensphase Alter einen wesentlichen Baustein für die aktive Gestaltung des Alltags dar. Die Entwicklung der Einkommenssituation im Alter muss ebenfalls differenziert analysiert werden. Insgesamt wird die Einkommenssituation der 40- bis 85-Jährigen in Deutschland als unproblematisch eingeschätzt (Motel-Klingebiel et al. 2010:85). Die durchschnittlichen Haushaltsnettoeinkommen sind in dem Zeitraum von 2002 bis 2008 nominal um 10 Prozentpunkte angestiegen, wobei die Einkommensverbesserungen der Ruheständler geringer ausgefallen sind. Betrachtet man die inflationsbereinigte Entwicklung der Realeinkommen, so kann von einem insgesamt stagnierenden Einkommen in der zweiten Lebenshälfte (40 bis 85 Jahre) auf moderatem Niveau ausgegangen werden. Jedoch verteilen sich die Renten und die privaten Vermögen nicht nur sehr ungleich, sondern diese Ungleichheit hat zwischen 1993 und 2008 auch zugenommen. Zudem können Tendenzen von steigender Altersarmut festgestellt werden (Noll & Weick 2012:4). Ein Indikator für Armut älterer Menschen ist der Bezug von Grundsicherung im Alter.[3] Seit dem Inkrafttreten des Gesetzes im Jahr 2005 ist der Bedarf an dieser Sozialleistung angestiegen. Ende des Jahres 2008 erhielten 410.000 Menschen ab 65 Jahren die Grundsicherung im Alter (Statistisches Bundesamt 2011:63), wobei hier aufgrund psychologischer und administrativer Hürden von einer hohen Dunkelziffer von Menschen auszugehen ist, die diese Leistung nicht in Anspruch nehmen.[4] Die Ausgestaltung des Niedriglohnsektors, kurze Erwerbsphasen oder diskontinuierliche Erwerbsverläufe, die in längere Perioden der Arbeitslosigkeit münden, in Kombination fehlender weiterer Einkommensquellen lassen eine zukünftig ansteigende soziale Ungleichheit im Alter vermuten (Hauser 2009, Noll & Weick 2012:5). Auch bezüglich der Einkommenssituation können Geschlechterdifferenzen festgestellt werden. Da sich die Alterssicherung größtenteils auf die gesetzliche Rentenversicherung stützt, ergibt sich eine „systemimmanente Benachteiligung von Frauen“ (Himmelreicher & Frommert 2006:126). Der Grund hierfür ist, dass sich die Normalität kontinuierlicher Erwerbsarbeit primär auf Männer bezieht und Frauen im Rahmen der Auflösung der traditionellen Frauenrolle vor der Herausforderung stehen, die Vereinbarkeit von Beruf und Kindeserziehung zu meistern und so zumeist nur unzureichende Anwartschaften erwerben. Obwohl die Erwerbsbeteiligung von Frauen zugenommen hat, ist bisher eine Angleichung der weiblichen Berufsbiographie an die der Männer ausgeblieben. Frauenerwerbstätigkeit zeichnet sich weiterhin durch Diskontinuität, eine geringere Bezahlung sowie durch einen hohen Anteil an Teilzeitarbeit aus, sodass Frauen im Alter häufiger von Armut betroffen sind als Männer (Backes 2002:116).

In Abhängigkeit des sozialen Status variiert das Mobilitätsverhalten. Niedrigere Statusgruppen gehen insgesamt seltener außer Haus (BMVBS 2010:72) und können oftmals trotz höherer Führerscheinbesitzquoten infolge mangelnder finanzieller Ressourcen und/oder infolge gesundheitlicher

Probleme kein Fahrzeug mehr führen (Scheiner & Holz-Rau 2002:202). Bereits frühe Aktionsraumstudien haben festgestellt, dass ältere Menschen aufgrund „eingeschränkter Verfügbarkeit personeller Ressourcen und fehlender Möglichkeit zur Substituierung oder Umorganisation die objektiven Grenzen ihrer räumlichen Teilhabe“ (Friedrich 1994:251) erfahren. In diesem Zusammenhang werden bisher vereinzelt im deutschsprachigen Kontext die Folgen von eingeschränkter Mobilität auf die gesellschaftliche Teilhabe diskutiert (Pohl et al. 2010).

3. Methodisches Vorgehen

Die Mobilität älterer Menschen befindet sich vor dem Hintergrund der im Kapitel 2 angesprochenen Entwicklungen im Wandel. Zum einen kann ein verbesserter Gesundheitszustand im Alter ausgemacht werden, der aber in Abhängigkeit des Alters, des Geschlechts und des sozialen Status variiert. Zum anderen kann belegt werden, dass die Einkommen älterer Menschen insgesamt stagnieren, aber Einkommensdisparitäten und Armutstendenzen zukünftig zunehmen werden. Zusammengefasst kann konstatiert werden, dass die Lebensphase Alter von einer großen Variabilität gekennzeichnet ist.

Mobilitäts- und Aktionsraumstudien der 1990er Jahre haben belegt, dass das direkt angrenzende Wohnumfeld im Alter der wichtigste räumliche Kontext darstellt (Friedrichs 1990, Saup 1993, Friedrich 1995). Vor dem Hintergrund sich wandelnder soziodemographischer Rahmenbedingungen stellt sich aus Sicht der Verkehrs- und Mobilitätsforschung die Frage, inwiefern das Mobilitätsverhalten älterer Menschen gegenwärtig noch von einer Nahraumorientierung geprägt ist. Der Wandel des Mobilitätsverhaltens älterer Menschen bezüglich soziodemographischer Einflussfaktoren konnte bereits empirisch belegt werden (BMVBS 2010), wobei jedoch ein Mangel an kleinräumigen Untersuchungen ausgemacht werden kann. An dieser Stelle setzt dieser Beitrag an, indem am Beispiel von verschiedenartigen Sozialräumen das Mobilitätsverhalten älterer Menschen kleinräumig untersucht wird. Konkret stehen hierbei die folgenden Fragestellungen im Fokus:

- Wie gestaltet sich die Mobilität älterer Menschen in verschiedenartigen Sozialräumen aus?
- Ist die Alltagsmobilität älterer Menschen noch von einer Nahraumorientierung geprägt?

Diese Fragen werden anhand des Fallbeispiels Berlin näher erörtert, da Berlin in besonderer Weise von den Prozessen des demographischen und sozialen Wandels betroffen ist und sich aufgrund der differenzierten Raumstruktur charakteristische Sozialräume ausprägen (siehe Kapitel 4).

Die Analyse unterteilt sich in zwei Schritte: Zunächst wird die demographische und soziale Struktur Berlins näher ausgeführt. Auf Basis einer Sozialraumanalyse wird dann die Auswahl der Untersuchungsgebiete vorgenommen. Die Sozialraumanalyse stellt ein Instrumentarium dar, um städtische Teilgebiete hinsichtlich soziodemographischer Indikatoren charakteristisch voneinander unterscheiden zu können (Shevky & Bell 2002). Anschließend erfolgt die Analyse des Mobilitätsverhaltens älterer Menschen auf kleinräumiger Ebene. Neben der Betrachtung verschiedener Wegeparameter – Mobilitätsquote, Wegeanzahl, Tagesstrecke – werden darüber hinaus im Einzelnen der Modal Split und die Lage des Wegeziels im Wohnumfeld näher in den Blick genommen. Um der zunehmenden Variabilität des Alters Rechnung zu tragen, wird hierbei zwischen den jungen und den alten Alten unterschieden. Die empirische Grundlage für die Untersuchung stellt der Datensatz „Mobilität in Städten – SrV 2008“ dar. Diese regelmäßig durchgeführte Erhebung zählt zu den Basisdatensätzen in Deutschland und kennzeichnet die kommunalen und regionalen Verkehrsentwicklungen. Als Auftraggeber fungieren Kommunen, Verkehrsunternehmen und Verkehrsverbünde, wobei der Lehrstuhl Verkehrs- und Infrastrukturplanung (vip) der Technischen Universität Dresden die wissenschaftliche Leitung und Koordinierung der Erhebung übernimmt. Die Untersuchung wurde in dem Jahr 2008 als Haushaltsbefragung in 76 Städten und Kommunen durchgeführt. Der Datensatz für Berlin beinhaltet insgesamt 19.354 Haushalte, 41.050 Personen und 111.228 Wege.

4. Soziodemographische Struktur in Berlin und Auswahl der Untersuchungsräume

Die Bevölkerung von Berlin wird laut Prognose bis zum Jahr 2030 auf insgesamt 3,5 Mio. (2007: 3,4 Mio.) ansteigen. Der leichte Bevölkerungsanstieg gilt auch für die Umlandregionen, die bis 2030 um

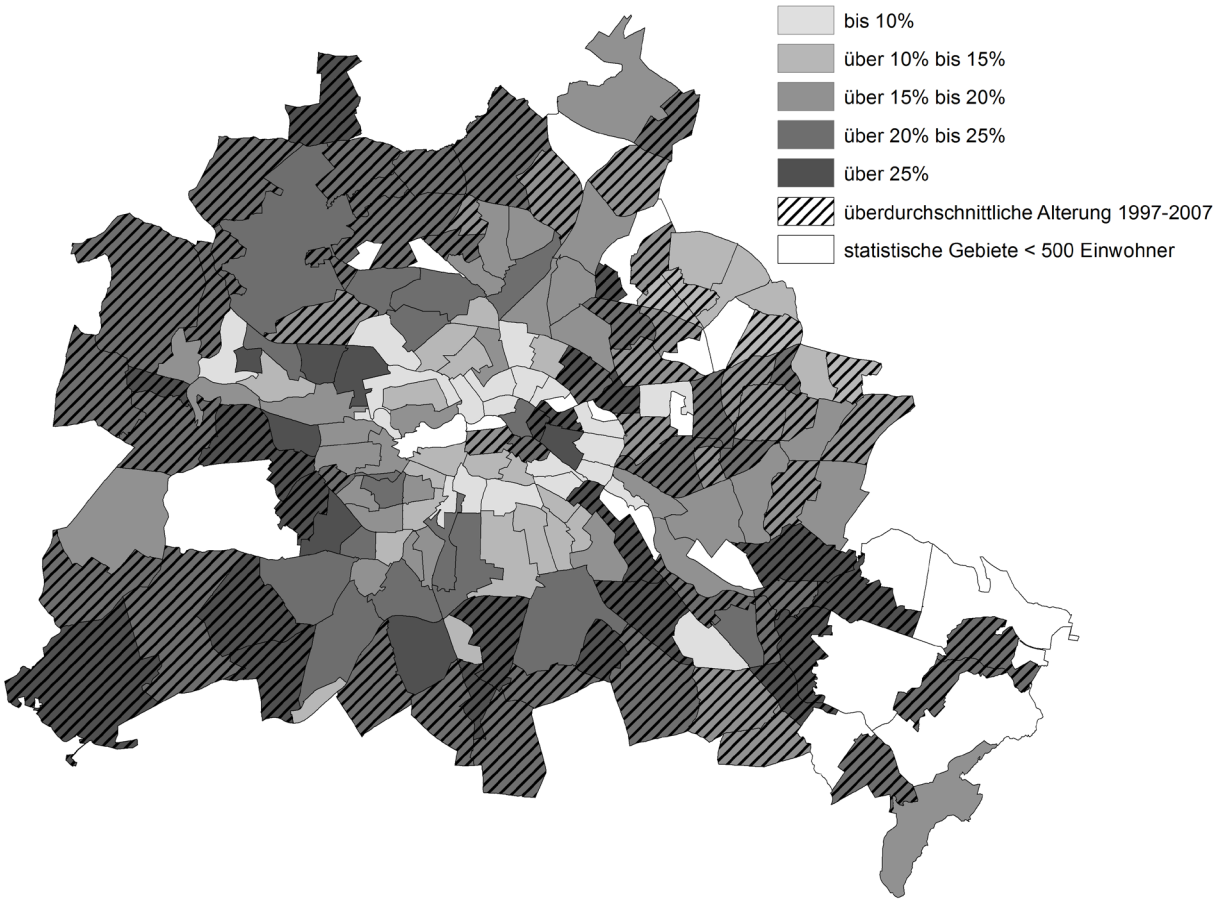


Abb. 1: Anteil der über 65-Jährigen in Berlin im Jahr 2007. Eigene Darstellung, Datengrundlage: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (Stand: 31.12.1997/31.12.2007).

circa 36.000 Personen wachsen werden (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2009:15). Berlin kann somit im Kontext des demographischen Wandels als prosperierender Verflechtungsraum angesehen werden. Mit Bevölkerungsrückgängen, die insbesondere viele Klein- und Mittelstädte in Deutschland betreffen, ist in Berlin demnach in naher Zukunft nicht zu rechnen. Der Bevölkerungsgewinn speist sich hierbei nicht – wie auch bei anderen Großstädten – aus der natürlichen Bevölkerungsentwicklung, sondern ist auf Wanderungsgewinne zurückzuführen. Der Abwanderung insbesondere junger Familien in das Umland stehen weitaus mehr Zuwanderungen gegenüber. Insgesamt wird bis zum Prognosejahr 2030 ein Wanderungsgewinn von 195.000 Personen erwartet, der vor allem von den sogenannten Bildungswanderern in der Altersgruppe 18 bis 35 Jahre getragen wird (ebd.:17f).

Trotz der Wanderungsgewinne durch junge Bevölkerungsgruppen wird Berlin zukünftig stark von Alterungsprozessen betroffen sein. Ein Indikator für die zunehmende Alterung der Berliner Bevölkerung ist das Durchschnittsalter. Lag das Durchschnittsalter im Jahr 2007 bei 42,5 Jahren, wird es sich bis 2030 auf 45,3 erhöhen. Diese Entwicklung ist zum einen in sinkenden Geburtenraten und zum anderen in einer steigenden Lebenserwartung begründet. Die Altersgruppe der 65- bis unter 80-Jährigen wird ausgehend vom Jahr 2007 bis in das Prognosejahr 2030 um 14 Prozent (563.000 Personen) anwachsen. Bemerkenswert ist die Entwicklung der Zahl der Hochbetagten (80+ Jahre), die sogar um 87 Prozent (256.000 Personen) ansteigen wird (ebd.:16f). Die Prozesse der Alterung verlaufen dabei kleinräumig differenziert ab. Zur Veranschaulichung dieser Entwicklung dient die Abbildung 1, die auf Ebene der statistischen Gebiete den Anteil der über 65-Jährigen in dem Jahr 2007 sowie die überdurchschnittliche Alterung in dem Zeitraum von 1997 bis 2007 darstellt.[5]

Bei Betrachtung des Anteils der über 65-Jähri-

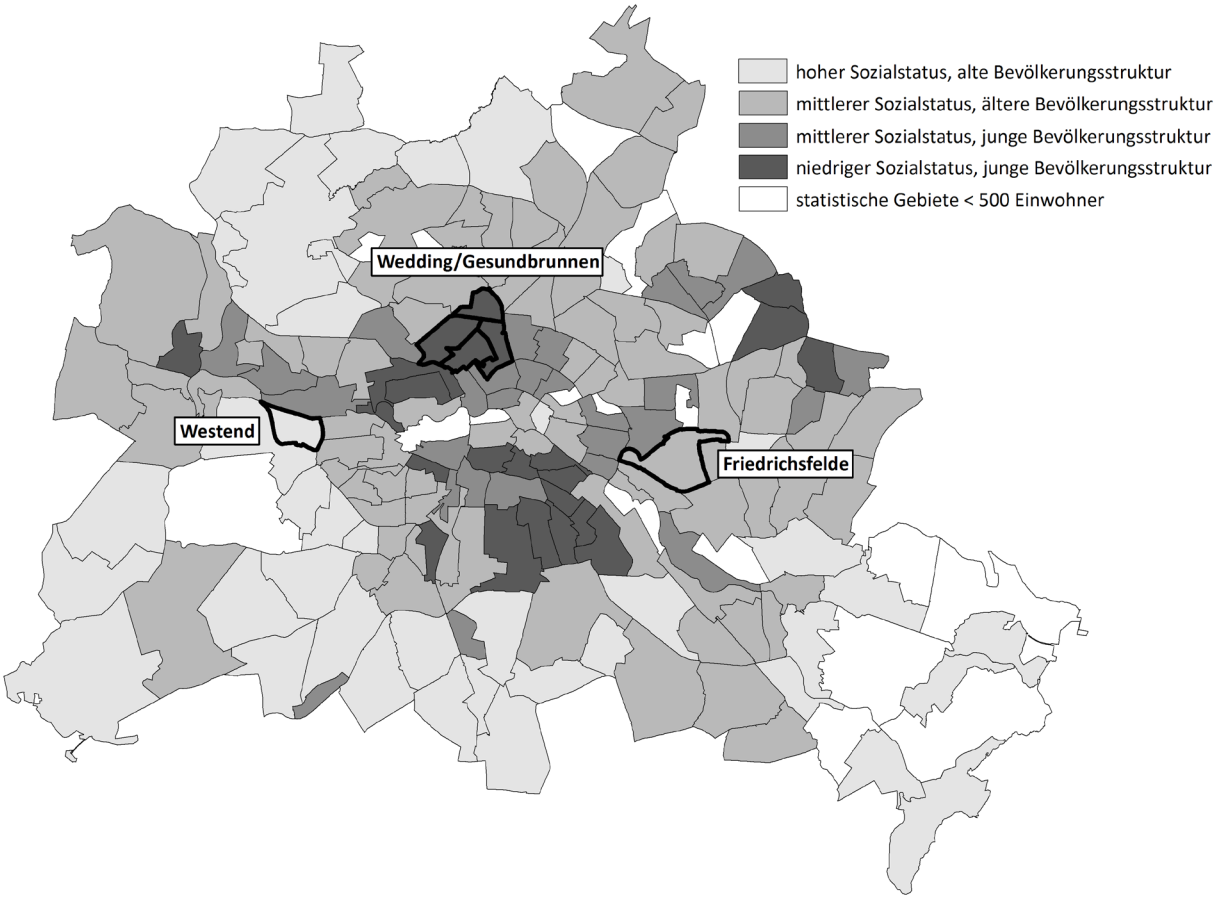


Abb. 2: Sozialraumanalyse Berlin 2007. Eigene Darstellung, Datengrundlage: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (Stand: 31.12.2007).

gen fällt auf, dass die statistischen Gebiete am Stadtrand die größten Anteile – zum Teil über 25 Prozent – aufzeigen. Insgesamt weist dabei der Osten geringere Werte im Vergleich zu den übrigen Gebieten auf. Mit wenigen Ausnahmen sind die innenstadtnahen Bereiche als überwiegend jung einzustufen. Dazu gehören vor allem Friedrichshain, Neukölln und Prenzlauer Berg. Der Anteil der über 65-Jährigen liegt hier teilweise unter zehn Prozent. Wie bereits für andere Städte gezeigt werden konnte, konzentrieren sich die Wanderungsgewinne aufgrund der jungen Altersgruppe der 18- bis 35-Jährigen auf die multifunktionalen innenstadtnahen Quartiere (Pohl 2010). Im Gegensatz dazu altert die Bevölkerungsstruktur in den Gebieten am Stadtrand. Eine überdurchschnittliche Alterung[6] – gekennzeichnet durch die schraffierten statistischen Gebiete – ist ebenfalls am Stadtrand festzustellen.

Neben den demographischen Entwicklungstrends ist Berlin durch eine starke sozialräumliche Differenzierung geprägt. Hierbei haben sich Quartiere entwickelt, „in denen sich Merkmale sozialer Benachteiligung wie Armut, Arbeitslosigkeit, Migrationshintergrund und geringes Bildungsniveau überlagern“ (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2009:19). Die Entwicklung ist dabei von sich selbst verstärkenden Segregationsprozessen gekennzeichnet, die zu einer sozialräumlichen Polarisierung führen. Für die Bestandsanalyse und die Ableitung von konkreten sozialräumlichen Maßnahmen liefert das „Monitoring Soziale Stadtentwicklung“ der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin kleinräumig wichtige Daten (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin 2011).

Im Rahmen dieses Beitrags wird nicht auf die Ergebnisse des Sozialmonitorings der Stadt Berlin zurückgegriffen, sondern es wird eine eigene Klassifizierung erstellt, die vielmehr die Alters- und die altersabhängige Sozialstruktur in den Fokus rückt. Das Ziel ist, altersabhängige Sozialräume zu definieren, die anschließend die Grundlage für die Raumauswahl der Untersuchung bilden.

In einem ersten Schritt wurde hierfür eine Faktorenanalyse[7] durchgeführt. Das Ergebnis sind die beiden Faktoren „Altersstruktur“ und „altersabhängige Sozialstruktur“. Der Faktor „Altersstruktur“ wurde mithilfe der Variablen „Anteil der 18- bis 29-Jährigen an allen Einwohnern“ und „Anteil der über 65-Jährigen an allen Einwohnern“[8] erzeugt. Der Faktor „altersabhängige Sozialstruktur“ wurde in zwei Schritten gebildet. In einem ersten Schritt wurden die Variablen „Arbeitslosenanteil der 15 bis 65-Jährigen“, „Arbeitslosenanteil der 15- bis 25-Jährigen“ und „Langzeitarbeitslosenanteil der 15- bis 65-Jährigen“ zu einem Faktor „junge Arme“[9] vereinigt. Der endgültige Faktor „altersabhängige Sozialstruktur“[10] resultiert aus der Kombination der Variable „Anteil der über 65-Jährigen SGB XII-Empfänger“[11] mit dem Faktor „junge Arme“. Über eine Clusteranalyse[12] finden die gebildeten Faktoren Eingang in die in Abbildung 2 dargestellte Sozialraumanalyse auf Ebene der statistischen Gebiete. Hervorgehoben sind die drei Untersuchungsräume, die noch im Einzelnen vorgestellt werden.

Zusammenfassend beinhaltet die Karte neben Informationen zur Bevölkerungsstruktur auch Informationen über den altersabhängigen sozialen Status. Es ist zu erkennen, dass ein großer Anteil der älteren Bevölkerung am Stadtrand von einem insgesamt hohen sozialen Status im Vergleich zur Berliner Gesamtbevölkerung gekennzeichnet ist. Die Gebiete mit einer älteren Bevölkerung durchschnittlichen sozialen Status lassen sich keinem räumlichen Muster zuordnen. Demographisch jüngere Gebiete konzentrieren sich überwiegend im innenstadtnahen Bereich. Zu Gebieten mit einem niedrigen Sozialstatus zählen u.a. die Stadtteile Wedding, Marzahn und Neukölln, die auch im Fokus des Sozialmonitorings sind. Eine jüngere Bevölkerungsstruktur mit einem durchschnittlichen sozialen Status sind beispielsweise in Friedrichshain und Prenzlauer Berg zu finden. Gebiete mit niedrigem sozialen Status und einer gleichzeitig alten Bevölkerungsstruktur können nicht identifiziert werden. Dies rührt daher, dass ältere Menschen, die von Altersarmut betroffen sind, meist in den sozial benachteiligten Gebieten mit einer überwiegend jüngeren Bevölkerungsstruktur leben. Das bedeutet, dass zwar der Anteil der jüngeren Bevölkerung in diesen Gebieten höher ist als der Anteil der älteren Bevölkerung, die Älteren jedoch in diesen Gebieten ebenfalls überdurchschnittlich von Armut betroffen sind.

Für die empirischen Analysen des vorliegenden Beitrags wurden drei verschiedenartige Vergleichsräume auf Basis der durchgeführten Sozialraumanalyse ausgewählt. Hierbei handelt es sich um die Gebiete „Wedding/Gesundbrunnen“[13], „Westend“ und „Friedrichsfelde“ (siehe Abb. 2). Die Unterschiede in der soziodemographischen Struktur werden anhand ausgewählter Parameter in der Tabelle 1 dargestellt.

Das Gebiet „Wedding/Gesundbrunnen“ ist der größte und einwohnerstärkste Untersuchungsraum. Dieses Gebiet gilt derzeit als problembelastetes Quartier im Rahmen des Berliner Sozialmonitorings, das sich durch günstige Mieten und eine innenstadtnahe Lage auszeichnet (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt 2011:39). Das Durchschnittseinkommen ist mit 800 Euro im Vergleich der anderen Untersuchungsräume am geringsten. Der Arbeitslosenanteil mit 16 Prozent (Durchschnitt Berlin 9,1 Prozent) sowie der Anteil an Grundsicherung im Alter mit 12 Prozent (Durchschnitt Berlin 5,4 Prozent) sind im Vergleich zum Berliner Durchschnitt überdurchschnittlich hoch. Baustrukturell ist dieses Gebiet überwiegend von Altbauten mit den berlintypischen Hinterhäusern sowie von mehrgeschossigen Gebäuden aus der Zeit des sozialen Wohnungsbaus der 1970er und 1980er Jahre geprägt (Berning et al. 2003).

Das Gebiet „Friedrichsfelde“ ist eher von einer durchschnittlichen Sozialstruktur gekennzeichnet.

Gebiet	Fläche (ha)	Einwohner	über 65-Jährige (Anteil)	Grundsicherung im Alter (Anteil)	Arbeitslose 15-65 J. (Anteil)	Haushaltsnettoeinkommen (Durchschnitt)
Wedding/ Gesundbrunnen	877	124.032	12	12	16	800 €
Westend	280	24.306	27	3	7	1.075 €
Friedrichsfelde	588	62.424	24	2	12	950 €

Tab. 1: Soziodemographische Struktur der Untersuchungsgebiete 2007. Eigene Darstellung, Datengrundlage: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (Stand: 31.12.2007).

	Wedding/ Gesundbrunnen		Westend		Friedrichsfelde	
	65-74 J.	75+ J.	65-74 J.	75+ J.	65-74 J.	75+ J.
Fallzahl (n)	204	88	106	46	227	118
Anteil an Frauen	49%	66%	44%	65%	57%	52%
Anteil mobilitätseingeschränkter Personen	29%	56%	8%	26%	21%	48%
Anteil der uneingeschränkten Pkw-Verfügbarkeit im Haushalt	38%	15%	69%	48%	59%	44%
Monatliches Nettoeinkommen des Haushalts (Median)	1.200 €	1.200 €	3.100 €	2.300 €	1.750 €	1.750 €

Tab. 2: Ausgewählte soziodemographische Merkmale der vorliegenden Stichprobe. Eigene Auswertungen auf Basis von „Mobilität in Städten – SrV 2008“, Stichprobe Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, Abteilung Verkehr.

Nur ein kleiner Anteil (2 Prozent) der über 65-Jährigen ist von Altersarmut betroffen, wobei der Arbeitslosenanteil nur gering unter dem des Gebiets „Westend/ Gesundbrunnen“ liegt. Das durchschnittliche Haushaltsnettoeinkommen ist hingegen mit 950 Euro etwas höher. In Friedrichsfelde bestehen vereinzelt historische Wohngebäude aus dem 19. Jahrhundert; ansonsten ist der Ortsteil von mehrgeschossigen Neubauten geprägt. Neben der 1930 angelegten Splanemann-Siedlung als erste Plattenbausiedlung Berlins ist das Gebiet von weiteren Plattenbauten durchzogen, die zwischen den 1960er und 1990er Jahren fertiggestellt worden sind. Demgegenüber ist der an Charlottenburg angrenzende Ortsteil „Westend“ von einem relativ hohen Durchschnittseinkommen und von geringen Anteilen in den Sozialindikatoren geprägt. Das Gebiet „Westend“, das einen Ortsteil des Bezirks Charlottenburg-Wilmersdorf ausmacht, kann als multifunktionales Quartier beschrieben werden, das sowohl von Villen als auch von genossenschaftlichem Mietwohnungsbau vom Anfang des 20. Jahrhunderts geprägt ist (ebd.).

5. Mobilitätsverhalten in Berliner Sozialräumen: Empirische Ergebnisse

Bevor im Folgenden das Mobilitätsverhalten der älteren Bevölkerung in den Untersuchungsräumen „Wedding/Gesundbrunnen“, „Westend“ und „Friedrichsfelde“ differenziert analysiert wird, soll zunächst die zugrundeliegende Stichprobe anhand ausgewählter soziodemographischer Merkmale näher betrachtet werden (Tab. 2).[14]

Die Stichprobe in den drei Untersuchungsgebieten spiegelt die Zusammenhänge wider, die bereits im Kapitel 2 und 4 ausgeführt wurden. Im höheren Alter (75+) nimmt generell der Anteil an mobilitätseingeschränkten[15] Personen zu und die Pkw-Verfügbarkeit geht zurück. Abgesehen vom Gebiet „Friedrichsfelde“ ist zudem der Frauenanteil bei den alten Alten im Vergleich zu den jungen Alten stets höher. Neben diesen Alterseffekten werden auch die Unterschiede zwischen den drei Untersuchungsräumen deutlich. In „Westend“ herrscht im Vergleich zu den beiden anderen Gebieten in beiden Altersgruppen der geringste Anteil an Mobilitätseinschränkungen vor. Das monatliche Haushaltsnettoeinkommen ist hier mit 3.100 Euro sowie der damit zusammenhängende Anteil der Pkw-Verfügbarkeit mit 69 Prozent bei den 65- bis 74-Jährigen am höchsten. Im Gegensatz zu „Westend“ verfügen die Befragten in dem Gebiet „Wedding/Gesundbrunnen“ mit einem Haushaltsnettoeinkommen von 1.200 Euro über weniger als die Hälfte des Einkommens der Bewohner in „Westend“. Hervorzuheben ist, dass die jungen Alten zu 29 Prozent angegeben haben, mobilitätseingeschränkt zu sein. Bei den über 75-Jährigen sind es sogar 56 Prozent. Ein Pkw steht dieser Altersgruppe in dem Gebiet „Wedding/Gesundbrunnen“ fast gar nicht mehr zu Verfügung (15 Prozent). Die über 75-Jährigen in „Friedrichsfelde“ verfügen im Vergleich über leicht höhere Einkommen sowie mit 44 Prozent über eine weitaus höhere Pkw-Verfügbarkeitsrate. Der Anteil der mobilitätseingeschränkten Personen liegt mit 48 Prozent knapp unter dem Anteil des Gebiets „Wedding/Gesundbrunnen“. Inwiefern nun neben den soziodemographischen Unterschieden in den drei Untersuchungsgebieten auch Differenzierungen im Mobilitätsverhalten ausgemacht werden

können, wird nachstehend anhand ausgewählter Parameter analysiert.

5.1 Mobilitätsquote

Zunächst wird die Mobilitätsquote näher betrachtet, die in Abbildung 3 dargestellt ist. Die Mobilitätsquote gibt an, wie viel Prozent der Befragten an dem jeweiligen Stichtag außerhäuslich mobil waren.

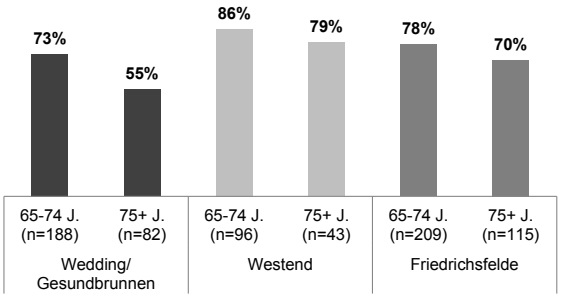


Abb. 3: Mobilitätsquote. Eigene Auswertungen auf Basis von „Mobilität in Städten – SrV 2008“, Stichprobe Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, Abteilung Verkehr.

Insgesamt ist mit zunehmendem Alter ein Rückgang der Mobilitätsquote zu erkennen, wobei der Rückgang von 86 Prozent auf 79 Prozent in dem Gebiet „Westend“ am geringsten ausfällt. Betrachtet man die verschiedenen Untersuchungsräume, so zeigt sich, dass generell die Älteren im Gebiet „Wedding/Gesundbrunnen“ die niedrigsten Mobilitätsquoten aufweisen. Zudem ist hier die Mobilitätsquote bei den alten Alten um 20 Prozentpunkte niedriger als bei den jungen Alten und verzeichnet somit im Vergleich zu den anderen Untersuchungsgebieten den deutlichsten Unterschied zwischen den Altersgruppen. Insgesamt ist in der Altersgruppe der alten Alten im Gebiet „Wedding/ Gesundbrunnen“ nur noch etwa jede(r) Zweite am Stichtag außer Haus gewesen. Ein potenzieller Grund könnte in den kumulierten Benachteiligungen liegen, die im Kontext eingeschränkter personaler und sozialer Ressourcen begründet sind (siehe Kapitel 2). Wie bereits oben beschrieben, sind in dieser Altersgruppe auch 56 Prozent der Befragten in ihrer Mobilität eingeschränkt.

5.2 Wegeanzahl und Tagesstrecke

Weitere Indikatoren für die Beschreibung des Mobilitätsverhaltens sind die durchschnittliche Wegeanzahl[16] und die Tagesstrecke. In allen drei Räumen ist die durchschnittliche Wegeanzahl bei den 65- bis 74-Jährigen höher als bei den alten Alten, was auf die insgesamt höhere Mobilität dieser Altersgruppe hinweist. Die Unterschiede zwischen „Wedding/Gesundbrunnen“ mit 3,4 Wegen und „Friedrichsfelde“ mit 3,6 Wegen sind hierbei marginal. In „Westend“ werden jedoch mit 4,2 Wegen deutlich mehr Wege unternommen. Es zeigt sich, dass die Bewohner in dem sozialstatushöheren Gebiet „Westend“ nicht nur die höchste Mobilitätsquote aufweisen, sondern auch im Durchschnitt die meisten Wege unternehmen. Insgesamt ist dieser Befund ein Kennzeichnen dafür, dass die jungen Alten eine mobile Gruppe darstellen, in der die funktionale Gesundheit weitestgehend nicht beeinträchtigt ist. Erst mit dem Eintritt in die Lebensphase der Hochaltrigkeit reduziert sich die Wegeanzahl, wobei kaum Unterschiede zwischen den Untersuchungsgebieten ausgemacht werden können. In Kombination mit der zuvor dargestellten Mobilitätsquote wird deutlich, dass nicht nur die Mobilitätsbeteiligung im höheren Alter geringer ist, sondern auch die mobilen Älteren nicht mehr gleichermaßen – bezogen auf die Wegeanzahl – mobil sind wie die Altersgruppe der jungen Alten.

Die durchschnittliche Tagesstrecke ist in allen drei Untersuchungsräumen ebenfalls bei den alten Alten niedriger als bei den jungen Alten (Abb. 4).[17] Zwischen „Westend“ und „Friedrichsfelde“ bestehen hierbei jedoch nur geringe Unterschiede. Eine weitaus kürzere durchschnittliche Tagesstrecke legen die Befragten in dem Gebiet „Wedding/Gesundbrunnen“ zurück. Die gesamte Wegelänge der über 75-Jährigen in diesem Gebiet, die am Stichtag mobil waren, liegt bei 10 Kilometern. Im Vergleich zu den jungen Alten ist die Tagesstrecke der alten Alten um 6 Kilometer kürzer.

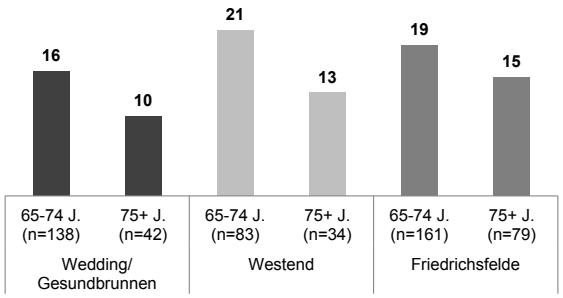


Abb. 4: Durchschnittliche zurückgelegte Tagesstrecke (in Kilometer). Eigene Auswertungen auf Basis von „Mobilität in Städten – SrV 2008“, Stichprobe Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, Abteilung Verkehr.

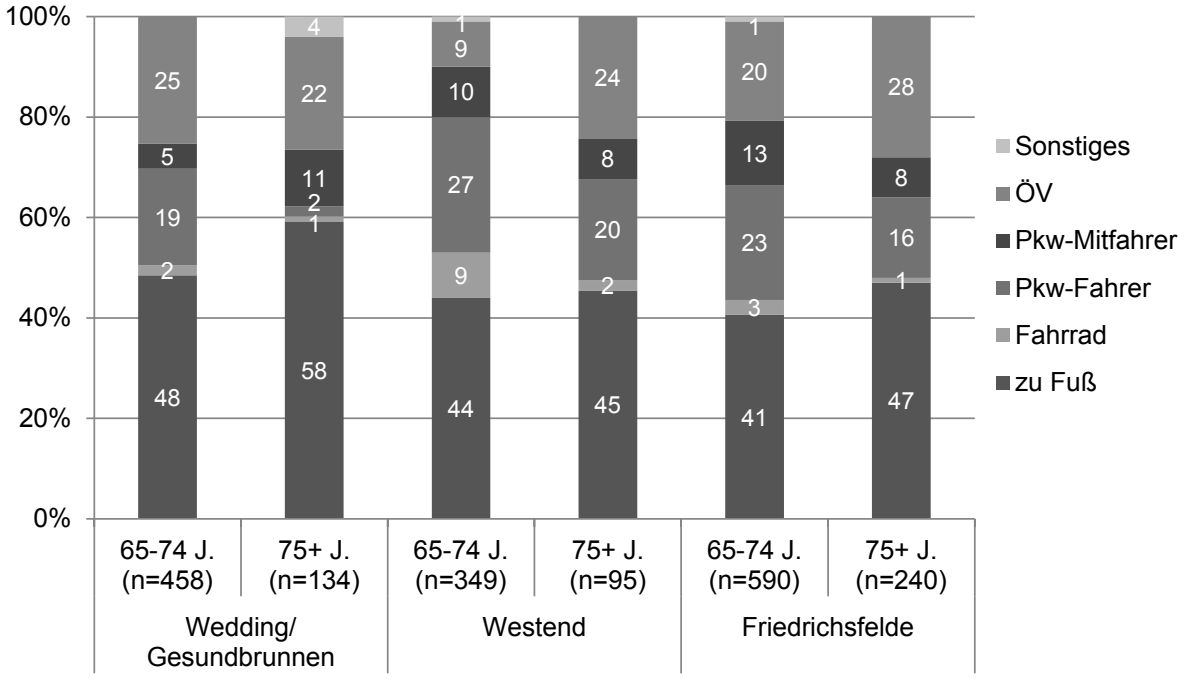


Abb. 5: Modal Split. Eigene Auswertungen auf Basis von „Mobilität in Städten – SrV 2008“, Stichprobe Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, Abteilung Verkehr.

5.3 Modal Split

Die durchschnittliche Tagesstrecke hängt auch mit der Verkehrsmittelwahl zusammen, die für die einzelnen Untersuchungsgebiete in der Abbildung 5 dargestellt ist.

Es zeigt sich, dass bei Personen der Altersgruppe 75+ generell der Pkw zugunsten von Fußwegen an Bedeutung verliert: Mit über 40 Prozent werden die meisten Wege im Alter zu Fuß zurückgelegt. Betrachtet man die Verkehrsmittelwahl zwischen „Westend“ und „Friedrichsfelde“, lassen sich nur geringe Unterschiede feststellen. Das Fahrrad spielt mit 9 Prozent im Vergleich aller Untersuchungsgebiete nur in „Westend“ bei den jungen Alten eine Rolle, was womöglich mit der Multifunktionalität des Quartiers und mit dem niedrigen Anteil an mobilitätseingeschränkten Personen zusammenhängt. Öffentliche Verkehrsmittel werden in dieser Altersgruppe nur zu 9 Prozent genutzt, jedoch liegt dieser Anteil bei den über 75-Jährigen mit 24 Prozent deutlich höher. In „Friedrichsfelde“ werden hingegen die öffentlichen Verkehrsmittel bereits von den jungen Alten häufiger genutzt (20 Prozent). Die Bewohner in dem Gebiet „Wedding/Gesundbrunnen“ legen mit 48 Prozent die meisten Wege zu Fuß zurück; in der Altersgruppe der über 75-Jährigen sind es sogar 58 Prozent aller Wege. Das Auto (als Fahrer) spielt mit 2 Prozent im hohen Alter keine Rolle mehr. Dies erklärt auch die geringe durchschnittliche Tagesstrecke, die mit 10 Kilometern im Gebiet „Wedding/Gesundbrunnen“ im Vergleich zu den anderen Untersuchungsgebieten auffallend kurz ist. Die Verkehrsmittelwahl gibt somit zusammen mit der geringen durchschnittlichen Tagesstrecke einen ersten Hinweis auf eine nahräumliche Alltagsorganisation der alten Alten in dem Gebiet „Wedding/Gesundbrunnen“.

5.4 Lage der Wegeziele im Wohnumfeld

Über die oben aufgeführten Kennwerte hinaus ermöglicht der Datensatz, die Wegeziele nahräumlich zu verorten. Die Abbildung 6 gibt an, ob das Ziel des Weges im direkten Wohnumfeld liegt oder nicht und basiert auf der subjektiven Einschätzung der Befragten in dem jeweiligen Gebiet.[18] Es wird deutlich, dass im Vergleich zu den anderen Gebieten in „Wedding/Gesundbrunnen“ nur die Wege der über 75-Jährigen weitaus häufiger nahräumlich organisiert sind. Fast ein Viertel aller Wege finden im direkten Wohnumfeld statt. Hieraus lässt sich ableiten, dass das Wohnumfeld gerade in diesem Raum für diese Altersgruppe eine hohe Bedeutung besitzt. Bei den jungen Alten sowie bei den anderen beiden Vergleichsräumen fällt der

prozentuale Anteil eher gering aus.

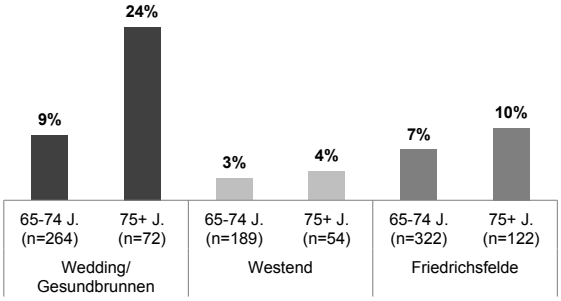


Abb. 6: Anteile der Wegeziele in das direkte Wohnumfeld. Eigene Auswertungen auf Basis von „Mobilität in Städten – SrV 2008“, Stichprobe Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, Abteilung Verkehr.

Zusammengefasst zeigen die empirischen Befunde, dass die alten Alten im Gebiet „Wedding/ Gesundbrunnen“ nicht nur die geringste Mobilitätsquote und Tagesstrecke sowie den höchsten Anteil an Fußwegen aufweisen, sondern zudem viele Aktivitäten zu einem größeren Anteil im Nahraum ausgeführt werden.

6. Fazit

Das Mobilitätsverhalten älterer Menschen ist divers. Die dargestellten Ergebnisse verdeutlichen, dass sich das Mobilitätsverhalten älterer Menschen nicht nur zwischen den jungen und alten Alten unterscheidet, sondern auch in Abhängigkeit verschieden strukturierter Sozialräume. Die Mobilität der 65- bis 74-Jährigen ist insgesamt von einem aktiven Lebensstil geprägt. Mobilitätseinschränkungen spielen in dieser Altersgruppe eine untergeordnete Rolle. Die Unterschiede hinsichtlich der Mobilität der Bewohner der verschiedenen Untersuchungsräume sind eher gering, wobei die jungen Alten in dem sozialstatushohen Gebiet „Westend“ die höchste Mobilitätsquote und Wegeanzahl sowie die längste Tagesstrecke aufweisen.

Ein entscheidender Wandel des Mobilitätsverhaltens tritt erst bei den hochaltrigen über 75-Jährigen auf. In dieser Altersgruppe ist die Anzahl an mobilitätseingeschränkten Personen höher und die Pkw-Verfügbarkeitsrate ist deutlich geringer. Hierbei können jedoch nicht nur altersbedingte Differenzen ausgemacht, sondern auch Unterschiede zwischen den Sozialräumen können beobachtet werden. Die Mobilitätsquote ist zwar insgesamt wie erwartet im Alter niedriger, bemerkenswert ist jedoch der geringe Anteil in dem Gebiet „Wedding/ Gesundbrunnen“. Hier sind nur noch knapp über 50 Prozent überhaupt außer Haus gewesen, während in „Westend“ immer noch 79 Prozent mobil waren. Die Wegeanzahl ist ebenfalls rückläufig, wobei diesbezüglich keine räumlichen Unterschiede festgestellt werden können. Auch die durchschnittliche Tagesstrecke reduziert sich im Alter, wobei in dem Gebiet „Wedding/Gesundbrunnen“ die alten Alten nur noch durchschnittlich 10 Kilometer zurücklegen. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass fast ein Viertel aller Wegeziele der über 75-Jährigen in diesem Gebiet auf das direkt angrenzende Wohnumfeld gerichtet sind und demnach die Mobilität tendenziell nahräumlich organisiert ist. Dies trifft jedoch nicht auf die Gebiete „Westend“ und „Friedrichsfelde“ zu. Als Ursachen der nahräumlichen Mobilität der alten Alten in „Wedding/Gesundbrunnen“ können die hohen Anteile an mobilitätseingeschränkten Personen (56 Prozent) und die geringe Pkw-Verfügbarkeit (15 Prozent) angesehen werden.

Diese Ergebnisse zeigen, dass die Mobilität im Vergleich der jungen und der alten Alten entscheidende Unterschiede aufweist und dass das Mobilitätsverhalten älterer Menschen kleinräumlich variiert. Im Rahmen dieser Analyse war es jedoch nicht möglich zu untersuchen, ob und inwiefern neben soziodemographischen Einflussfaktoren auch andere Einflussfaktoren wie beispielsweise die Ausstattung des Nahraumes die individuelle Mobilität beeinflussen. Darüber hinaus konnte nicht analysiert werden, inwiefern die Nahraummobilität individuell gewünscht ist oder von äußeren Rahmenbedingungen erzwungen wird. Eine weitere offene Frage ist, wie sich die Mobilität älterer Menschen vor dem Hintergrund steigender Führerscheinbesitzquoten, einer höheren Pkw-Verfügbarkeit und veränderten sozialen Gegebenheiten oder auch sozialer Vernetzung ausgestalten wird. Um diese Fragestellungen näher zu erörtern, sind weitere vertiefte empirische Untersuchungen notwendig, die neben dem Einfluss des Raumes auf die alltägliche Mobilität auch die soziale Integration beispielsweise mithilfe der Verwendung qualitativer Methoden kleinräumlich in den Blick nehmen. Gleichwohl verdeutlichen die Analysen die Heterogenität der Lebensphase Alter und die Notwendigkeit der differenzierten Betrachtung der Mobilität älterer Menschen im Rahmen der Verkehrs- und Mobilitätsforschung.

7. Anmerkungen

1) Im Rahmen dieses Beitrags werden unter den jungen Alten alle Personen im Alter von 65 bis 74 Jahren gezählt. Demnach wird unter den alten Alten die Personengruppe der über 75-Jährigen verstanden. Die Hochaltrigen werden hierbei mit den alten Alten synonym verwendet.

2) Zu den psychosozialen Belastungen zählen das vermehrte Auftreten von kritischen Lebensereignissen oder permanente erschwerte Lebensumstände wie das Leben unter finanziellen Engpässen. Darüber hinaus können eine mangelnde individuelle Gesundheitsorientierung oder die fehlende Einbindung in enge soziale Netzwerke den Gesundheitszustand negativ beeinflussen (Lampert 2009:123).

3) Den grundlegenden Lebensunterhalt von Menschen ab 65 Jahren sichert in Deutschland die „Grundsicherung im Alter und bei Erwerbsminderung“ nach dem 4. Kapitel SGB XII.

4) Nach Schätzungen von Becker (2007) und Becker et al. (2005) auf Basis der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 1998, dem Sozio-ökonomischen Panel 1998 und dem Niedrigeinkommen-Panel von 1998/1999 haben im Jahr 1998 über alle Altersgruppen hinweg circa 1,8 Millionen Personen – hochgerechnet für das Jahr 2003 sind das rund 1,5 bis 2,8 Millionen Personen – keine Sozialhilfe beantragt, obwohl eine Berechtigung vorherrschte (Becker et al. 2005, Becker 2007).

5) Insgesamt existieren in Berlin 195 statistische Gebiete, die sich durch relativ homogene Strukturen in der Bevölkerungszahl, Baustruktur und Milieubildung auszeichnen. Seit dem Jahr 2006 stellen die sogenannten „Lebensweltlich orientierten Räume“ (LOR) eine überarbeitete räumliche Grundlage für eine verbesserte Planung, Prognose und Beobachtung dar. Da die hier verwendete empirische Datengrundlage „SrV“ noch auf der Ebene der statistischen Gebiete im Jahr 2007 durchgeführt wurde, beziehen sich die soziodemographischen Indikatoren ebenfalls auf diese Ebene (Stand: 31.12.2007), um eine Vergleichbarkeit und Konsistenz zwischen den soziodemographischen Auswertungen in diesem Kapitel und den empirischen Ergebnissen im Kapitel 5 sicherzustellen.

6) Im Durchschnitt ist der Anteil der über 65-Jährigen von 1997 bis 2007 in Berlin gesamt um 5,4 Prozent angestiegen. Schraffiert sind demnach alle statistischen Gebiete, die eine überdurchschnittliche Alterung von über 5,4 Prozent innerhalb dieses Zeitraums aufweisen.

7) Der Faktorenanalyse liegt die Hauptkomponentenanalyse als Extraktionsmethode zugrunde. Die Variablen der Faktorenanalyse mit dem Stand 2007 stammen von dem „Amt für Statistik Berlin-Brandenburg“ (Stand: 31.12.2007).

8) Dieser Faktor hat eine erklärte Gesamtvarianz von 76,808%.

9) Dieser Faktor hat eine erklärte Gesamtvarianz von 93,283%.

10) Dieser Faktor hat eine erklärte Gesamtvarianz von 89,759%.

11) Das Sozialgesetzbuch (SGB) XII §4 regelt die sogenannte „Grundsicherung im Alter und bei Erwerbsminderung“. Die Variable „Anteil der über 65-Jährigen SGB XII-Empfänger“ lässt hierbei die Personen mit Erwerbsminderung außer Acht, die stets unter 65 Jahre alt sind, und ist demnach ein geeigneter Indikator zur Charakterisierung von Altersarmut.

12) Hierbei wurde eine „hierarchische Clusteranalyse“ angewendet mit der Cluster-Methode „Linkage zwischen den Gruppen“ und dem Distanzmaß „quadrierter euklidischer Abstand“.

13) Im Rahmen dieser Auswertung wurden die vier statistischen Gebiete „Soldiner Straße“, „Gesundbrunnen“, Humboldthain“ und „Leopoldplatz“ aufgrund der homogenen soziodemographischen Struktur zu dem Untersuchungsgebiet „Wedding/Gesundbrunnen“ zusammengefasst.

14) Alle Auswertungen auf Basis der „SrV 2008“ wurden ungewichtet durchgeführt, um Verzerrungen auszuschließen, da sich die Gewichtung der Gesamtstichprobe auf die 23 Alt-Bezirke Berlins bezieht. Die folgenden Ausführungen stellen demnach keine repräsentativen Ergebnisse dar, sondern geben auf der untersuchten räumliche Ebene bezogen auf die Kernwoche (Dienstag bis Donnerstag) vielmehr Trends in dem Mobilitätsverhalten wider.

15) Als mobilitätseingeschränkt werden im Folgenden alle Personen bezeichnet, die in der vorliegenden Befragung („Mobilität in Städten – SrV 2008“) angegeben haben, aus gesundheitlichen Gründen dauerhaft in ihrer Mobilität eingeschränkt zu sein.

16) Die Wegeanzahl bezieht sich nur auf die mobilen Personen.

17) Die hier dargestellte Tagesstrecke schließt die Wege aller Personen ein, die eine Tagesstrecke von weniger als 100 Kilometer aufweisen. Sechs Einzelfälle (drei davon in dem Gebiet „Wedding/Gesundbrunnen“) mit einer höheren Tagesstrecke können als Ausreißer interpretiert werden, die die durchschnittliche Tagesstrecke sehr verzerren würden.

18) 4,5 Prozent (48 Wege) aller Wege, die von den Bewohnern der drei Untersuchungsgebiete zurückgelegt wurden, konnten nicht zugeordnet werden.

8. Literaturverzeichnis

Ahacic, K.; Parker, M. G. & M. Thorslund (2007): Aging in disguise: age, period and cohort effects in mobility and edentulousness over three decades. In: European Journal of Ageing 4, 83-91.

Backes, G. M. (2002): „Geschlecht und Alter(n)“ als künftiges Thema der Altern(n)ssoziologie. In: Backes, G. M. & W. Clemens (Hrsg.): Zukunft der Soziologie des Alter(n)s. Opladen: Leske + Budrich, 111-148.

Becker, I.; Hauser, R.; Kortmann, K.; Mika, T. & W. Strengmann-Kuhn (2005): Dunkelziffer der Armut. Ausmaß und Ursachen der Nicht-Inanspruchnahme zustehender Sozialhilfeleistungen. Berlin: Hans-Böckler-Stiftung.

Becker, I. (2007): Verdeckte Armut in Deutschland. Ausmaß und Ursachen. Berlin: Friedrich-Ebert-Stiftung.

Berning, M.; Braum, M. & H. Bodenschatz (2003): Berliner Wohnquartiere. Ein Führer durch 70 Siedlungen. Dritte, grundlegend überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin: Reimer.

BMVBS, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2010): Mobilität in Deutschland 2008. Ergebnisbericht. Bonn: Institut für angewandte Sozialwissenschaft.

Dinkel, R. (1999): Demographische Entwicklung und Gesundheitszustand. Eine empirische Kalkulation der Healthy Life Expectancy für die Bundesrepublik auf der Basis von Kohortendaten. In: Häfner, H. (Hrsg.): Gesundheit − unser höchstes Gut? Berlin: Springer, 61-82.

Freedman, V. A.; Marin, L. G. & R. F. Schoeni (2002): Recent trends in disability and functioning among older adults in the United States. A systematic review. In: Journal of the American Medical Association, 288(24), 3137-3146.

Friedrich, K. (1994): Person-Umwelt-Interaktionen als Gegenstand geographischer Alternsforschung. In: Geographische Zeitschrift, 82/4, 239-256.

Friedrich, K. (1995): Altern in räumlicher Umwelt: sozialräumliche Interaktionsmuster älterer Menschen in Deutschland und in den USA. Darmstädter geographische Studien 10. Darmstadt: Steinkopff.

Friedrichs, J. (1990): Aktionsräume von Stadtbewohnern verschiedener Lebensphasen. In: Bertels, L. & U. Herlyn (Hrsg.): Lebenslauf und Raumerfahrung. Opladen: Leske + Budrich, 161-178.

Hauser, R. (2009): Neue Armut im Alter. In: Wirtschaftsdienst – Zeitschrift für Wirtschaftspolitik Heft 4, 248-256.

Himmelreicher, R. K. & D. Frommert (2006): Gibt es Hinweise auf zunehmende Ungleichheit der Alterseinkünfte und zunehmende Altersarmut? Der Einfluss von Erwerbs- und Familienbiographien auf die Rentenhöhe in Deutschland. In: Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung 75, 1, 108-130.

Klein, T.; Lehr, U. & J. Wilbers (2007): Demographische Entwicklung und gesellschaftliches Altern. In: Bertelsmann Stiftung (Hrsg.): Alter neu denken. Gesellschaftliches Altern als Chance begreifen. Gütersloh: Verlag Bertelsmann-Stiftung, 27-48.

Lampert, T. (2009): Soziale Ungleichheit und Gesundheit im höheren Lebensalter. In: Böhm, K.; Tesch-Römer, C. & T. Ziese (Hrsg.): Gesundheit und Krankheit im Alter. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin: Robert Koch-Institut, 121-133.

Lehr, U. (2008): Erfolgreiches Altern und Lebensqualität. In: Rohmann, E.; Herner, M. J. & D. Fetchenhauer (Hrsg.): Sozialpsychologische Beiträge zur Positiven Psychologie. Lengerich [u.a.]: Pabst Science Publishers, 207-225.

Menning, S. & E. Hoffmann (2009): Funktionale Gesundheit und Pflegebedürftigkeit. In: Böhm, K.; Tesch-Römer, C. & T. Ziese (Hrsg.): Gesundheit und Krankheit im Alter. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin: Robert Koch-Institut, 62-78.

Mollenkopf, H. & P. Flaschenträger (2001): Erhaltung von Mobilität im Alter. Stuttgart [u.a.]: Kohlhammer.

Mollenkopf, H. & A. Engeln (2008): Gesellschaftlicher Kontext und motivationale Veränderungen der Mobilität im Alter. In: Schlag, B. (Hrsg.): Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter. Köln: TÜV Media, 239-254.

Mollenkopf, H. & U. Kloé (2011): Bedeutung und Voraussetzungen für die Mobilität im Alter. In: Rudinger, G. & K. Kocherscheid (Hrsg.): Ältere Verkehrsteilnehmer – Gefährdet oder gefährlich? Defizite, Kompensationsmechanismen und Präventionsmöglichkeiten. Bonn: Vandenhoeck Ruprecht, 241-252.

Motel-Klingebiel, A.; Simonson, J. & L. R. Gordo (2010): Materielle Sicherung. In: Motel-Klingebiel, A.; Wurm, S. & C. Tesch-Römer (Hrsg.): Altern im Wandel. Befunde des Deutschen Alterssurveys (DEAS). Stuttgart: W. Kohlhammer, 61-89.

Noll, H.-H. & S. Weick (2012): Altersarmut: Tendenz steigend. Analysen zu Lebensstandard und Armut im Alter. In: Informationsdienst Soziale Indikatoren, Ausgabe 47, 1-7.

Otten, D. (2008): Die 50+ Studie. Wie die jungen Alten die Gesellschaft revolutionieren. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Pohl, T. (2010): Folgen des demographischen Wandels in einer „Gewinnerregion“. Kleinräumig differenzierte Betrachtung der Bevölkerungsentwicklung in der „Wachsenden Stadt“ Hamburg. In: Raumforschung und Raumordnung 68, H. 3, 195-206.

Pohl, T.; Giesel, F. & J. Oßenbrügge (2010): Suburbia als „räumliche Falle“? – Folgen der demographischen und sozialräumlichen Entwicklung von Großstädten am Beispiel Hamburgs. In: Berichte zur deutschen Landeskunde, Bd. 84, H. 4, 329-348.

Saup, W. (1993): Alter und Umwelt: Eine Einführung in die ökologische Gerontologie. Stuttgart [u.a.]: Kohlhammer.

Scheiner, J. & C. Holz-Rau (2002): Seniorenfreundliche Siedlungsstrukturen. In: Schlag, B. & K. Megel (Hrsg.): Mobilität und gesellschaftliche Partizipation im Alter. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, Band 230, 198-221.

Scheiner, J. (2006): Macht Mobilität glücklich? − Auswirkungen der Mobilität auf die Lebenszufriedenheit. In: Rudinger, G.; Holz-Rau, C. & R. Grotz (Hrsg.): Freizeitmobilität älterer Menschen. Dortmund: IRPUD, 2. Aufl., 173-176.

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (2009): Demografiekonzept für Berlin. Berlin: Kulturbuch-Verlag.

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (2011): Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2011. Fortschreibung für den Zeitraum 2009 - 2010. Berlin.

Shevky E. & W. Bell (2002): Sozialraumanalyse. In: Riege, M. & H. Schubert (Hrsg.): Sozialraumanalyse: Grundlagen - Methoden - Praxis. Opladen: Leske + Budrich, 69-84.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2011): Ältere Menschen in Deutschland und der EU. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

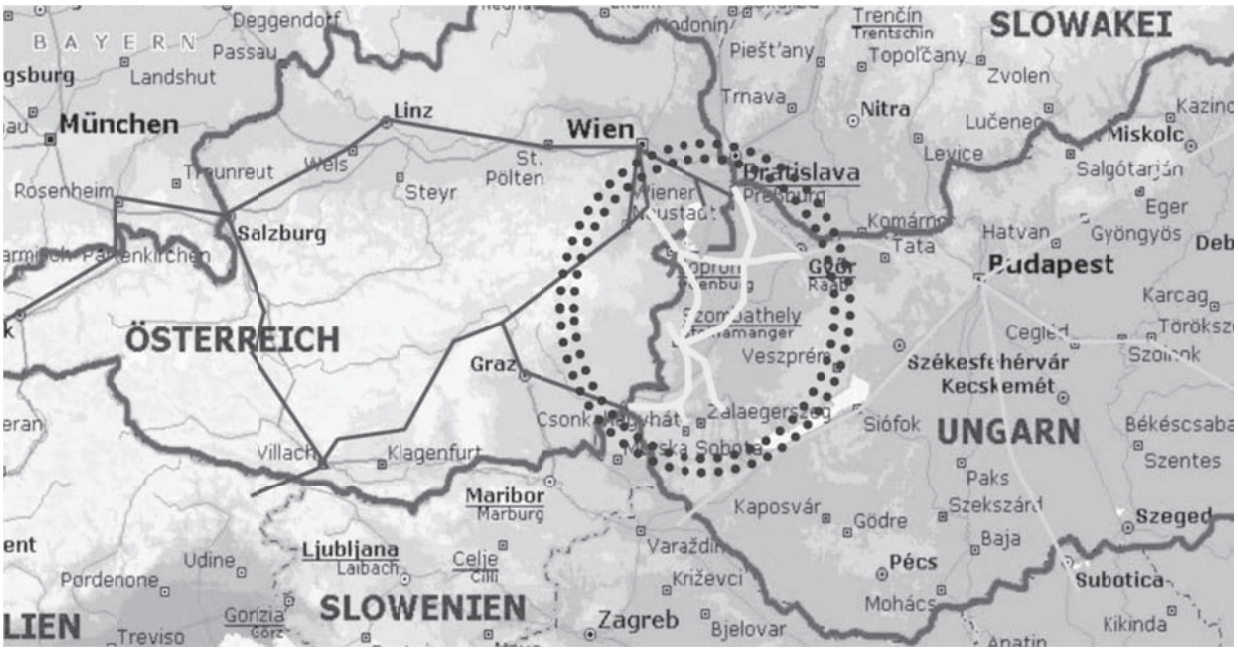
Tews, H. P. (1993): Neue und alte Aspekte des Strukturwandels des Alters. In: Naegele, G. & H. P. Tews (Hrsg.): Lebenslagen im Strukturwandel des Alters. Alternde Gesellschaft – Folgen für die Politik. Opladen: Westdeutscher Verlag, 15-42.

Wurm, S.; Schöllgen, I. & C. Tesch-Römer (2010): Gesundheit. In: Motel-Klingebiel, A.; Wurm, S. & C. Tesch-Römer (Hrsg.): Altern im Wandel. Befunde des Deutschen Alterssurveys (DEAS). Stuttgart: W. Kohlhammer, 90-117.

Logistik News

Von der „Kukuruzbahn“ zur Netzerweiterung der Raaberbahn in Westungarn

Die Raaberbahn, 1872 gegründet als „Raab-Ödenburg-Ebenfurter Eisenbahn“, ist in mehrfacher Beziehung eine bemerkenswerte Eisenbahnunternehmung. Sie hat sich dem Charakter nach als Privatbahn erhalten aus der Zeit, in der in der alten Monarchie die Privatbahnen die Expansion der Eisenbahnen vorangetrieben haben. Schon damals war sie in Ungarn und Österreich tätig, weil die Stammstrecke von Raab (Győr) über Ödenburg (Sopron) nach Ebenfurt führte und damit ein kleines Stück nach Österreich hindurch die Schuldensituation und Finanzkrise gezwungen, un-rentable Bahnstrecken zu schließen und die Raaberbahn ist hier tätig, solche Bahnstrecken zu übernehmen und ein völlig neues Netz in Westungarn zu schaffen und zu betreiben. Äußerst hilfreich dabei ist der Kohäsionsfonds der EU, der dazu da ist durch entsprechende Finanzzuschüsse den wirtschaftlichen Zusammenhalt der EU, insbesondere zwischen den alten EU-Staaten und den Staaten der großen EU-Erweiterung von 2004 nachhaltig zu festigen.



ein gereicht hat. 1921 wurde das österreichische Stück etwas größer durch die Angliederung des Burgenlandes an Österreich. Die „Doppelstaatlichkeit“ dieser Bahn überdauerte die Ära des Nationalsozialismus, wie die des Kommunismus. Gerade in der Zeit, als der „Eiserne Vorhang“ quer durch das Netz dieser Bahn ging, verstand man es im Güterverkehr besonders gute Geschäfte zu machen und dadurch die Existenz dieser Bahn abzusichern.

Jetzt, wo diese Zeiten vorbei sind, versteht es die Raaberbahn wieder, eine an sich schwierige Zeit zu nutzen, um die eigene Daseinsberechtigung nachhaltig zu sichern. Der ungarische Staat als Eigentümer der Staatsbahnstrecken in Ungarn ist Hier erweist die Raaberbahn wieder ihre alte Virtuosität: sie nützt ihre Position als „Zweistaatenbahn“ und kann auch unter Einsatz der Mittel des EU-Kohäsionsfonds ein an sich altes Bahnnetz auf einen modernen Standard hochrüsten und damit schlussendlich nicht nur moderne Bahnverbindungen zwischen Österreich und Ungarn herstellen, sondern im Norden die Slowakei erreichen und im Süden künftig Anschlüsse nach Kroatien und Slowenien herstellen.

Diese interessante Entwicklung in einer kompletten Übersicht darzustellen hat der stellvertretende Generaldirektor der Raaberbahn AG, **Dr. Csaba Székely**, unternommen bei einem Vortrag, wo er sein Auditorium noch zusätzlich gefesselt hat

durch die lockere, manchmal fast karikierende Art, wie er seine Informationen vermittelte. Dieser Vortrag fand am 30. Jänner 2013 statt im Rahmen des Vortragszyklus „Verkehrsinfrastruktur“, veranstaltet von der Sparte Industrie in der Wirtschaftskammer Österreich, der Vereinigung der österreichischen verladenden Wirtschaft, der Bundesvereinigung Logistik Österreich und der Österreichischen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft im Haus der Kaufmannschaft am Wiener Schwarzenbergplatz.

Einleitend wurde die gegenwärtige Struktur der Gesellschaft dargestellt. Die Gesellschafter der Raaberbahn AG sind:

- die Republik Ungarn mit 66 %,
- die Republik Österreich mit 28 %
- und die STRABAG SE mit 6 % der Aktien.

In Ungarn wird unter dem historischen Namen „Győr- Sopron-Ebenfurti Vasút Zrt.“ (GYSEV) firmiert. Sitz der Gesellschaft ist Sopron mit Zweigniederlassungen in Budapest und für Österreich in Wulkaprodersdorf und Wien. Seit 1. 1. 2011 ist der Güterverkehr ausgegliedert in die GYSEV Cargo Zrt. für den Geschäftsbereich Ungarn und in die Raaberbahn Cargo Ges. m. b. H. für den Tätigkeitsbereich in Österreich. Das gegenwärtige Beförderungsvolumen umfasst 7 Millionen Passagiere und rd. 7 Mill. t Güter pro Jahr. Es werden 2.200 Mitarbeiter beschäftigt und der Jahresumsatz beträgt 170 Mill. €, davon 50 Mill. € im Bereich Güterverkehr.

Hinsichtlich der Netzentwicklung knüpft Dr. Székely an beim seinerzeitigen Projekt einer Hochleistungs-Bahnstrecke in Österreich nach dem Süden, der sogenannten Südostspange. Von diesem Projekt wird gegenwärtig zwischen Graz und Klagenfurt die Kor-almbahn verwirklicht und es sind inzwischen bereits 2 Mrd. € in dieses Projekt gesteckt worden, ein Betrag, wo die Erwartung berechtigt ist, dass die Strecke Graz - Klagenfurt auch in der geplanten Form in einigen Jahren zur Verfügung stehen wird. Es fehlt aber der andere Teil der seinerzeit projektierten Südostspange über das Nordburgenland und die Oststeiermark und hier besteht gegenwärtig keinerlei Aussicht auf eine Verwirklichung. Der Semmering-Basistunnel, der eben zu bauen begonnen wurde, bedeutet, dass die historische Südbahn der Weg der Eisenbahn von Wien nach Graz sein und bleiben wird. Damit fehlt eine effiziente Bahnanbindung des Nordburgenlands an den Wiener Zentralraum bzw. der Oststeiermark an die steirische Landeshauptstadt Graz.

Für den Nordteil der fehlenden Südostspange hat man Ende der 1990er Jahre die Ersatzprojekte EWIWA und EWESO geschaffen. Das Projekt EWIWA ist die Anbindung des Flughafens Schwechat mit der Fortsetzung über Grammatneusiedl nach Wampersdorf, von wo es bereits zweigleisig weiter geht nach Wr. Neustadt. Dieses Projekt wird hinsichtlich der Flughafenanbindung ab dem neuen Wiener Hauptbahnhof eben verwirklicht, aber die Fortsetzung vom Flughafen zur Ostbahn und zur Südbahn Richtung Wampersdorf hängt gegenwärtig terminlich in der Luft. Letzteres ist unverständlich, ermöglicht doch gerade der neue Hauptbahnhof Wien die großräumige Durchbindung des Fernverkehrs über den Flughafen Wien nach allen Windrichtungen bei relativ geringen Zusatzinvestitionen. Es liegt auch im nationalen Interesse Österreichs, die Position des Flughafens Wien durch Eisenbahnschnellverbindungen ins nahe gelegene Ausland (Westslowakei, Westungarn, Südmähren) zu stärken und das Einzugsgebiet (catchment area) des Flughafens entsprechend auszuweiten. Es sollte auch der Flughafen Wien diesbezüglich in die Lage versetzt werden, mit Frankfurt, Zürich, Genf oder Brüssel gleichzuziehen, wo überall die Fernzüge wichtige Zubringer-Funktionen in sehr erfolgreicher Weise erfüllen.

Das Projekt EWESO sollte eine rasche Bahnverbindung nach Ödenburg über Eisenstadt schaffen, wobei dafür als Verbindung nach Wien der zweigleisige Ausbau der Pottendorfer Linie Voraussetzung ist. Die Pottendorfer Linie zweigleisig auszubauen ist nach wie vor erklärte Absicht der ÖBB und es ist auch diese Strecke ein Teil der Baltisch Adriatischen Eisenbahnachse, die nun zum Kernnetz der EU gehört. Der Abschnitt Blumental (künftiger Terminal Inzersdorf) bis Münchendorf soll bis 2020 zweigleisig verfügbar sein, wofür ein Aufwand von 402 Mill. € vorgesehen ist. Die restliche Strecke Münchendorf – Wampersdorf wird bis 2023 um 233 Mill. € zweigleisig ausgebaut werden. Dr. Székely meint, dass dieses

Ausbautempo zu wenig ehrgeizig wäre und man damit schneller vorwärts kommen sollte.

Die Raaberbahn ihrerseits kann eine Fortsetzung ins Burgenland bieten durch folgende bereits eingeplante Investitionen:

Streckenausbau Neufeld-Müllendorf	7,5 Mio. €
Gleisverlängerung Bhf. Müllendorf	2,0 Mio. €
Ausbau Bhf. Wulkaprodersdorf	5,0 Mio. €
Ausweichbahnhof Steinbrunn	15,0 Mio. €

Für den Schnellverkehr nach und von Wien wäre eine von den ÖBB zu bauende Schleife in Ebenfurt nötig, für die allerdings 50 Mill. € lt. einem auf Beamtenebene zwischen den Bundesländern Niederösterreich und Burgenland vereinbarten Projekt zu veranschlagen sind. Eine Schleife hinein nach Eisenstadt wäre zu überlegen oder möglicherweise ein Bahnhof Eisenstadt im Raum Groß Höflein, weil Eisenstadt sich siedlungsmäßig in diese Richtung ohnedies entwickeln wird. Die ÖBB-Strecke Wulkaprodersdorf über Eisenstadt nach Neusiedl/See und in Fortsetzung die Neusiedlersee - Bahn Neusiedl - Pamhagen - Fertöszentmiklós sind elektrifiziert und dienen dem regionalen Bahnverkehr, welcher durch die Raaberbahn besorgt wird. Die Besitzverhältnisse der Neusiedler Seebahn wurden kürzlich in der Form neu geordnet, dass nun das Burgenland 50,2 % der Aktien dieser Infrastrukturgesellschaft besitzt und die Republik Österreich die restlichen 49,8 % hält.

Die Stammstrecke der Raaberbahn in Ungarn ab der Staatsgrenze nach Sopron und weiter bis Győr wird zweigleisig ausgebaut werden, womit hier kapazitätsmäßig für alle Erfordernisse der Zukunft vorgesorgt sein wird. Als Streckenhöchstgeschwindigkeit ist dabei ein Tempo von 160 bis 200 km/h vorgesehen. Man hofft dieses Vorhaben bis 2016 realisieren zu können.

Die Raaberbahn hat nun die alte Idee der Südostspange aufgegriffen und ist bemüht entlang des Alpenostrandes eine Verbindung nach Graz zu schaffen. Der ungarische Staat ist Eigentümer der Eisenbahnanlagen in Ungarn, kann und will diese aber nicht alle im alten Umfang erhalten. In diesem Sinne hat die Raaberbahn die eingleisige Bahnstrecke Sopron-Szombathely übernommen und führt dort seit 2001 den Betrieb durch. Die Strecke wurde 2002 elektrifiziert und danach auch oberbaumäßig hochgerüstet. Bei Bedarf wäre auch ein zweigleisiger Ausbau künftig möglich.

Im Jahr 2006 übernahm die Raaberbahn die Strecke Szombathely-Körmend-Szentgotthárd. Ab 2008 wurde diese Strecke elektrifiziert, wie alle Raaberbahn- Strecken mit Wechselstrom 50 Hz. Die zulässige Achslast wurde auf 22,5 t erhöht, schwere Schienen der Type UIC 60 eingebaut, niveaugleiche Eisenbahnkreuzungen beseitigt, elektronisch gesteuerte Sicherungsanlagen eingerichtet und die Bahnhofsgleise für Zugslängen von 750 m ausgebaut. Damit ist diese Strecke ab 2012 geeignet für lange und schwere Güterzüge. Die Finanzierung dieses Ausbaus in Höhe von 177 Mill. € erfolgte zu 15% durch den ungarischen Staat und zu 85 % aus dem Kohäsionsfonds der EU. Wie Dr. Székely anmerkte, wäre die EU sogar geneigt gewesen, einen zweigleisigen Ausbau mitzufinanzieren. Die EU finanzierte weiters auch vier moderne Triebwagenzüge der Schweizer Waggonbaufirma Stadler für diese Strecke. Es steht damit tatsächlich eine leistungsfähige Bahnstrecke zur Verfügung von der österreichischen Grenze nächst Sopron bis zur österreichischen Grenze bei Szentgotthárd.

Die steirische Ostbahn von Szentgotthárd nach Graz müsste nun entsprechend ertüchtigt werden. Die Anlageverhältnisse dieser Strecke sind an und für sich nicht ungünstig. Die jetzt zulässigen Geschwindigkeiten betragen von Graz bis Gleisdorf 60-80 km/h, weiter bis Fehring 120 km/h und dann bis Ungarn wieder 60-80 km/h. Es wurden auch zwischenzeitlich um 24 Mill. € drei Ausweichen geschaffen, um die Durchlasskapazität der Strecke zu erhöhen (Autal, Takern - St. Margareten, Laßnitztal). Ein weiterer Streckenausbau wäre nötig, insbesondere zwischen Graz/Messendorf und Laßnitzhöhe, wo ungünstige Anlageverhältnisse, besonders hinsichtlich der Steigungen (bis 16 %), herrschen. Vor allem aber ist die Elektrifizierung notwendig. All dies käme auch dem Schnellbahnverkehr ab Graz sehr zu statten und die Strecke könnte dann für den schweren Güterverkehr als Zulaufstrecke für die Koralmbahn dienen. Dieser Güterverkehr käme aus Ungarn und darüber hinaus gelegenen Ländern (Slowakei, Rumänien), wäre aber auch

bestens geeignet als Entlastungsstrecke für den Semmering, da die Bauzeit des dortigen Basistunnels sich noch über ein volles Jahrzehnt erstrecken wird.

Am Schluss stellte Dr. Székely die letzte Entwicklung der Streckenerweiterung der Raaberbahn in Westungarn vor: Es wurde 2011 die Strecke von Rajka, dem Grenzübergang nach Preßburg (exakt nach Engerau/Petrzalka), über Hegyeshalom, Csorna, Répcelak, Porpák nach Szombathely (134 km) übernommen. Gleichfalls übernahm die Raaberbahn die Bahnstrecke Szombathely über Vasvár nach Szentiván (49 km), sowie die 18 km lange Lokalbahn von Szombathely nach Köszeg (Güns). Auf diesen Strecken führt die Raaberbahn seit 2011 den Betrieb. Als letzte Strecke kam ins Netz derRaaberbahn die kurze, 23 km lange Strecke Körmend – Zalalövö, die aber wegen der schadhaften Brücke über den Raabfluss derzeit nicht betriebsbereit ist. Hier ist praktisch ein Neubau nötig. Von Zalalövö besteht aber der Anschluss nach Slo-wenien über die Neubaustrecke via dem Grenzübergang Hodos und Murska Sobota, Ljutomer (Luttenberg), Ormoz (Friedau), Ptuj (Pettau) nach Pragersko (Pragerhof) zur alten Südbahn. Diese Verbindung wurde seinerzeit mit Hilfe der EU ausgebaut bzw. neu gebaut im Zuge des Korridors V der EU von Norditalien über Triest, Laibach, Marburg/Pragerhof nach Budapest und weiter nach Kiew. Im Betrieb der Raaberbahn stehen auch die Anschlussstrecken nach Österreich von Sopron nach Loipersbach/Schattendorf zur ÖBB-Strecke über Mattersburg nach Wr. Neustadt und nach Harka, dem Grenzübergang zu Deutschkreuz. Es gibt daher im Verkehr von Ungarn nach Österreich nur mehr einen einzigen Grenzübergang, der nicht von der Raaber-bahn betrieben wird, nämlich Hegyeshalom im Zuge der Ostbahn. Die Bahnknoten Sopron und Szombathely werden inzwischen ausschließlich von der Raaberbahn benützt und sind die zentralen Knoten ihres Netzes, das inzwischen 511 km

Bahnstrecke umfasst. Die letztübernommenen Strecken sollen nach dem Muster des Streckenausbaus Sopron- Szombathely-Szentgotthárd saniert und hochgerüstet werden, die Elektrifizierung soll bis 2015 vollzogen sein, die Achslast-Erhöhung auf 22,5 t bis 2019 bewerkstelligt sein. Der Personenverkehr wird ab Engerau/Petrzalka, dem südlich der Donau liegenden Stadtteil von Preßburg/Bratislava quer über Westungarn und die angesprochenen Grenzübergänge zu Österreich betrieben werden. Interessant war auch zu hören, dass die Raaberbahn beim ungarischen Publikum sehr großen Anklang findet mit vielen, von den ÖBB übernommenen, ausrangierten Personenwaggons, die man neu adaptiert und entsprechend ausstattet.

Die intensive Diskussion mit dem Auditorium im vollbesetzten Saal nahm mehr Zeit in Anspruch als der Vortrag selbst. Dabei ergab sich, dass teilweise die alten, aufgelassenen Bahnverbindungen nach Österreich wieder aufleben könnten, wie die Verbindung von Köszeg / Güns über Oberloisdorf, Oberpullendorf bis Deutschkreuz oder von Szombathely mittels einer Neubaustrecke nach Groß Petersdorf und weiter nach Oberwart und Pinkafeld zur Aspangbahn bei Friedberg. Die Raaberbahn stünde dafür als Betreiber zur Verfügung. Das Burgenland hätte sein Interesse bereits signalisiert. Petrzalka, der Stadtteil von Bratislava südlich der Donau, wird für den Personenverkehr der Raaberbahn ein ganz besonders wichtiger Punkt sein wegen der hohen Bevölkerungsdichte und auch als Umsteigstation Richtung Österreich und der Slowakei.

Beim Güterverkehr erwirtschaftet die Raaberbahn etwa ein Drittel der dieser Sparte zugeordneten Erlöse nicht auf dem eigenen Netz. So führt man beispielsweise einen Ganzzug im Kombinierten Verkehr für die Spedition Gartner von Lambach in Oberösterreich nach Sopron.

Eine künftige Netzerweiterung ist wohl nicht ausgeschlossen. Intensiv wird die Möglichkeit der Verkehrsabwicklung über das Netz der Raaberbahn weiter nach Süden in Richtung Kroatien erörtert, wofür die Strecke über Nagy Kanisza und Koprivnica nach Zagreb prädestiniert wäre. Gerade der bevorstehende EU – Beitritt Kroatiens würde eine solche Entwicklung stimulieren und weitere EU – Förderungen eröffnen. Rijeka als Seehafen mit den natürlichen Wassertiefen der Steilküste der Adria ist hier als Quelle und Ziel von Verkehrsströmen im Güterverkehr sicher sehr interessant. Damit wäre eine Eisenbahn – Verkehrsachse von Polen über das Waagtal der Slowakei und Westungarn bis zur Adria verfügbar. Tatsächlich eine neue Perspektive !

Dr. Karl Frohner 01. 02. 2013

Wir stellen vor

Neues aus der Eisenbahn-Kurier-Verlag GmbH (Lörracher Straße 16, D-79115 Freiburg/Breisgau, regina.sprich@eisenbahn-kurier.de)

Privatbahnen Deutschlands: Band 13: Schleswig-Holstein 2 – westlicher Teil

Gerd WOLFF

Nach dem Band über die Privat- und Kleinbahnen an der Ostküste des nördlichsten deutschen Bundeslandes beschreibt Autor Gerd Wolff in bewährter Qualität die Bahnen an der Westküste Schleswig-Holsteins. Dabei sind u.a. so bekannte Bahnen wie die große Altona- Kaltenkirchen-Neumünster Eisenbahn, die SHB Schleswig-Holstein Bahn GmbH, die Wandsbeker Industriebahn, die Kleinbahn Niebül - Dagebüll, die schon lange stillgelegte und abgebaute Inselbahn Sylt, die weniger bekannte Inselbahn Amrum und die Alsternordbahn

352 Seiten, ca. 780 Abbildungen

Der langsame Abschied von der Baureihe 110

Fast 60 Jahre lang prägten die Einheitselloks der Baureihe 110 zunächst das Bild der Schnell- und später der Regionalzüge in Deutschland. Sukzessive verlieren sie nun ihre Einsatzgebiete an moderne Nahverkehrstriebwagen. Der Abschied in Raten wird im kommenden Jahr wohl seinen endgültigen Abschluss finden. Grund genug für uns, noch einmal auf die bewegte Geschichte dieser Baureihe zurückzublicken. Neben der Erinnerung an die historischen Einsätze bei der Deutschen Bundesbahn bilden ihre Dienste bei DB Regio bis heute einen besonderen Schwerpunkt. Außer den letzten aktuellen Einsätzen stellen wir auch die heutigen Museumslokomotiven sowie die „Sonderlinge“ und Werbelokomotiven dieser Baureihe vor.

DB-Lokomotiven und Triebwagen 2012

Mit EK-Aspekte 33 präsentiert der EK-Verlag auch in diesem Jahr wieder die kompletten Bestands- und Beheimatungslisten der DB-Triebfahrzeuge zum Stichtag 1. Juli 2012. Im ausführlichen Vorwort werden die Veränderungen seit 01.07.2011 beschrieben und in einer Tabelle übersichtlich dargestellt. Geordnet nach Baureihen werden alle Loks und Triebwagen der DB AG sowie deren Tochterunternehmen aufgelistet, ebenso wie die Bahndienstfahrzeuge, die betriebsfähigen Museumsloks sowie die Rangierloks der einzelnen DB-Werke. Zudem enthalten die Tabellen die von der DB angemieteten Triebfahrzeuge von Privatbahnen. Hochwertige Farbaufnahmen der unterschiedlichen Baureihen ergänzen das reichhaltige statistische Material. Die seit 1995 erscheinenden Hefte sind eine umfassende Datenquelle für den Bahnliebhaber.

GeraMond Verlag GmbH, Infanteriestraße 11a, D - 80797 München

Österreich mit dem Zug entdecken. Informationen, Eisenbahn-Routen und 99 Bahn-Erlebnisziele

Markus INDERST

Österreich ist mit 84.000 km² zwar ein kleines Land. Die östlichen Ausläufer der Alpen ziehen wie ein Keil vom Westen in den Osten Österreichs. Während in Vorarlberg, Tirol, Salzburg und Kärnten über 3.000 m hohe Berggipfel die mächtige Bergwelt bereichern, bildet der Schneeberg mit knapp 2.000 m den höchsten Berg des östlichen Alpenvorlandes. Die topographischen Verhältnisse machten den Bahnbau nicht gerade einfach.

Damit die einstigen Privatbahnen oder auch die kaiserlich-königliche Staatsbahn (k. k. StB) wichtige Bahnlinien bauen konnte, mussten in mühsamer Arbeit zahlreiche Kunstbauen errichtet werden. Nicht zu vergessen sind auch die umfangreichen unterirdischen Stollenanlagen der

vielen Staukraftwerke in den Alpenregionen und auch das unterirdische Stollensystem des österreichischen Bundesheeres.

Viele enge Alpentäler und auch die Seitentäler haben bis heute weitgehend ihre Naturschönheit behalten. Sie laden den Gast regelrecht dazu ein, hier zu verweilen, um neue Kraft in frischer Alpenluft und Natur zu tanken, um auszuspannen und sich zu erholen. Dies ist auch ein Beweis dafür, dass Österreich ein äußerst beliebtes Reise- und Urlaubsland ist. Daher wurden zahlreiche schmalspurige Bahnstrecken errichtet, die zunächst die Wirtschaft und heute den Tourismus nachhaltig beleben. Sie zeichnen sich durch Vielfalt, Farbigkeit und oft auch durch Gemütlichkeit aus.

Viele der heutigen Bergstrecken hielten als Vorbild für Modellbahnvereine her, um die schöne Landschaft maßstabsgetreu nachzugestalten. Doch nicht nur Eisenbahnfans reisen mit der Bahn durch Österreich. Die teilweise sehr guten Verbindungen und die günstigen Tarife machen die Eisenbahn in Österreich zu einem beliebten Verkehrsmittel.

Das vorliegende Werk erschien im Jahre 2012 in einer aktualisierten Neuausgabe und umfasst 191 Seiten sowie zahleiche Abbildungen.

Ferner ist vom selben Autor erschienen:

Bildatlas der ÖBB–Lokomotiven. Alle Triebfahrzeuge der Österreichischen Bundesbahnen

Markus INDERST

Die Reihe 1010 wurde im Jahre 1952 zusammen mit der Reihe 1110 als erst Nachkriegs-Schnellzuglok bei der Österreichischen Bundesbahnen in Auftrag gegeben. Die vierachsige Universallokomotive der Reihe 1044 wurde wegen ihres hohen Leistungsvermögens in Insiderkreisen auch „Alpenstaubsauger“ genannt, die Lokomotiven der Reihe 1012 gelten als die formschönsten Lokomotiv-Konstruktionen und sind auf die speziellen topografischen Verhältnisse Österreichs abgestimmt.

Wer ganz genau wissen will, welche Lokomotiven und Triebwagen auf den Schienen der Alpenrepublik unterwegs sind, greift am besten zum hochaktuellen „Bildatlas der ÖBB-Lokomotiven“ (GeraMond Verlag). Der Eisenbahnexperte und Fachbuchautor Markus Inderst bietet damit einen kompetenten Überblick über die wichtigsten Fahrbetriebsmittel der ÖBB nach dem Zweiten Weltkrieg. Elektro- und Diesellokomotiven, Elektro- und Dieseltriebwagen sowie Dampflokomotiven – alle Typen werden in kenntnisreichen Kurzporträts vorgestellt. Zudem liefert das Nachschlagewerk in tabellarischen Übersichten die entscheidenden technischen Daten und gibt einleitend eine Einführung in die Unternehmensgeschichte der Österreichischen Bundesbahnen. Etwa 200 größtenteils unveröffentlichte Fotografien illustrieren den Typenkatalog und zeigen sämtliche Fahrzeugvarianten im alltäglichen Einsatz. Das vorliegende Werk ist ein umfassendes und sehr detailliertes Kompendium für alle Eisenbahnfans und -fachleute. Es ist zum „Schmökern“ ebenso geeignet wie zum gezielten Nachschlagen für die Beantwortung von Fachfragen.

Für Luftfahrtinteressierte: Paul Pietsch Verlage GmbH & Co., Olgastraße 86, D-70180 Stuttgart, www.paul-pietsch-verlage.de

Dornier Wal

Manfred GRIEHL

„Ein Wal hat Dornier gemacht.“ Die Flugzeuge vom Typ »Wal« stellen die erfolgreichste frühe Flugboot-Baureihe von Dornier dar. Anfang der 1920er-Jahre entwickelt, galten diese bald weltweit als sehr „zuverlässige Arbeitspferde“. So verließ sich u.a. der weltberühmte Polarforscher Roald Amundsen auf zwei Flugboote dieses Typs, als er im Jahre 1925 zu seiner Nordpol-Expedition aufbrach. Die wohl berühmtesten Flugboote wurden jedoch die Post-Flugboote der Lufthansa, die von 1934 bis 1938 einen regelmäßigen Postflugdienst über den Südatlantik bedienten. Über 250 Wal-Flugboote aller Varianten wurden gebaut.

Das vorliegende Werk (Neuerscheinung) hat 224 S., 137 s/w Bilder, 50 Farbbilder und 5 Zeichnungen.

Dornier Do X

Volker A. BEHR

Auch ein weiteres Großflugzeug von Dornier erlange weltweite Bekanntheit. Vor 80 Jahren steckte der Luftverkehr noch in den „Kinderschuhen". Umso beeindruckender die Leistung des Konstrukteurs Claude Dornier, ein Flugschiff von den Dimensionen und Leistungen der Do X zu entwerfen, zu bauen und erfolgreich einzusetzen. Unvergessen in diesem Zusammenhang ist der zweijährige »Weltflug« des zwölfmotorigen Riesen zu Beginn der 30er-Jahre, der das Flugzeug international berühmt machte. Mit diesem ersten „Jumbo" der Luftfahrtgeschichte gelang Dornier eine flugzeugindustrielle Großtat. Dieses Buch ist die Krönung des aktuellen Forschungsstandes. Eine Fülle an technischen Daten und Darstellungen sowie Bilder der luxuriösen Einrichtung erwarten den Leser.

Das vorliegende Werk weist 232 S. auf sowie 188 s/w Bilder, 74 Farbbilder und 20 Zeichnungen.

Airlines - Bemalungen und Flotten weltweit

Norbert ANDRUP

Nach den Bänden „Bunte Vögel", „Boeing 74" und „Airbus" (alle erschienen bei Paul Pietsch Verlage) folgt mit der nunmehr vorliegenden Neuerscheinung ein nicht minder prachtvoll gestaltetes Buch, das seinen Fokus auf die „Flagcarrier" eines jeden Landes richtet. Alle aktuell bei diesen Fluglinien im Einsatz befindlichen Flugzeuge werden in Wort und mit zahlreichen Abbildungen dargestellt und zeichnen ein hochaktuelles Bild – inklusive aller Airlines, die den neuen A380 einsetzen. Sämtliche Flugzeuge werden mit überaus detaillierten und sehr übersichtlichen Grafiken dargestellt, die den Schwerpunkt des Inhalts bilden. Komplette Flottenlisten runden die Beschreibungen ab.

Das vorliegende Werk (Neuerscheinung) hat 192 S. und 540 Farbabbildungen.

Flugzeuge - Die internationale Enzyklopädie

Robert JACKSON

Diese außerordentlich umfangreiche Enzyklopädie spannt den Bogen von den Anfängen der Fliegerei bis zu den Airlinern und Kampfflugzeugen der Moderne. Über 3000 verschiedene Typen von mehr als 1000 Herstellern werden in Wort und Bild vorgestellt. Rund 1000 Abbildungen sowie Daten und Leistungstabellen zu den wichtigsten Typen machen dieses Buch zu einem umfassenden Nachschlagewerk für alle Luftfahrtinteressierten. Von A wie Ader bis Z wie Zlin sind in diesem Titel nahezu alle Flugzeugtypen beschrieben – weltbekannte Klassiker ebenso wie seltene und wenig gebaute Muster. Eine Enzyklopädie im eigentlichen Sinne des Wortes. Der Autor, Robert Jackson, ist ehemaliger Pilot und Lehrer für Flugnavigation. Er arbeitet als Schriftsteller auf den Gebieten Militärtechnik und Luftfahrt und hat mittlerweile über 80 Fachbücher verfasst. Das vorliegende Nachschlagewerk weist 544 S. sowie 424 s/w Abbildungen und 620 Farbbilder auf.

Der Eurofighter

Bernd VETTER und Frank VETTER

Kaum ein anderes Flugzeug war in Österreich so bekannt und umstritten zugleich wie der Eurofighter. Jedoch: Der Eurofighter repräsentiert wie kein zweites Rüstungsprojekt der letzten Jahrzehnte Innovation,

Kraft und Agilität. Er nimmt gleichermaßen eine herausragende Rolle für die Luftwaffe, die NATO und nicht zuletzt für die deutsche Industrie ein. Der "High-Tech-Fighter" befindet sich zurzeit in der Auslieferung bei der deutschen, britischen, italienischen und spanischen Luftwaffe. Der Schulungsbetrieb läuft auf Hochtouren. Dieses Buch zeigt die Entwicklung von der ersten Studie bis zur Serienreife und beschreibt den aktuellen und geplanten Einsatz der Maschine bei den verschiedenen Luftwaffen. Testpiloten, Entwickler und Ingenieure erlauben einen „Blick hinter die Kulissen" dieses europäischen Rüstungsprojekts. Bernd Vetter betreute bei der Lufthansa als Sachgebietsleiter verschiedene Großflugzeugtypen. Er verfasste mehrere Dokumentationen im

Bereich Zivil- und Militärluftfahrt, Frank Vetter, Jahrgang 1967, ist als Systemingenieur ebenfalls bei der Lufthansa tätig. Zusammen veröffentlichten beide Autoren schon mehrere Bücher zum Thema Luftwaffe, Marineflieger und Heeresflieger; Das vorliegende Werk weist 188 S. sowie 4 s/w Bilder, 205 Farbbilder und 5 Zeichnungen auf.

Verlag Holzhausen GmbH, 1110 Wien, Leberstraße 122, +43 1 740 95 452, office@verlagholzhausen.at

Kirche und Eisenbahn: Weg – Wahrheit – Leben

Christoph SCHÖNBORN, Gerhard GÜRTLICH

Eisenbahnen bieten einen Weg für und in das Leben. Die Eisenbahn bewirkte eine wahrhafte Veränderung von Wirtschaft und Gesellschaft, die Kirche ebenso. Vor 175 Jahren, am 23. November 1837, wurde zwischen Floridsdorf und Deutsch Wagram die erste mit Dampf betriebene öffentliche Eisenbahn auf dem Gebiet der österreichisch-ungarischen Monarchie eröffnet. Im 19. Jahrhundert entwickelte sich die Eisenbahn zu einem leistungsfähigen Verkehrsmittel. Aufgrund der technologischen Entwicklung konnte die moderne Wirtschafts- und Industriegesellschaft entstehen.

Eisenbahnjubiläen bieten auch Gelegenheit scheinbar weit hergeholten, nicht immer offensichtlichen Zusammenhängen nachzuspüren und tief liegende Verbindungen zwischen einer 175-jährigen Organisation und einer mehr als 2000 Jahre alten Institution aufzuzeigen. Die eine bietet Wege im Diesseits, die andere offenbart solche in das Jenseits. Die Berührungspunkte zwischen Kirche und Eisenbahn sind überraschend vielfältig; z.B. in der Ausformung von Eisenbahnkirchen und Lazarettzügen, die durch der Kirche nahestehende Organisationen betreut wurden, leere Kirchen – leere Züge, muss dies so sein? Kirche und Eisenbahn haben die Welt wesentlich und nachhaltig verändert. Sollen beide Institutionen, da in formaler Hinsicht „an Jahren alt“ jedem Zeitgeist nacheifern, nach dem Motto: „Nur das Neue sichert das weitere Überleben“. Schafft Mobilität Mündigkeit oder wird man zum „Sklaven des Verkehrs“?

Allgemein bekannt sind der Prophet Elias und sein „feuriger Wagen“, der Erzengel Raphael als Schutzpatron aller Reisenden, die Hl. Barbara als Schutzpatronin für die Tunnel und der Hl. Johannes Nepomuk als Schutzpatron auf Brücken. Wer kennt den Hl. Expeditus, Namensgeber für viele verkehrstechnische Fachbegriffe?

Die Kirche steht allem, was die Menschen miteinander verbindet, mit großer Sympathie gegenüber. Als Glaubende sind wir auf Erden immer unterwegs. Unser ganzes Leben ist eine große Pilgerreise auf dem Weg bis zu unserem endgültigen, wahren Ziel, das uns verheißen ist.

Das Spektrum der Beiträge reicht von verkehrswissenschaftlich fundierten Ausarbeitungen und kirchlichen Grundlagenarbeiten bis hin zu persönlichen Erfahrungsberichten.