

## Erhebung der individuellen Routenwahl zur Weiterentwicklung von Umlegungsmodellen

FA 1.158

Forschungsstelle: Technische Universität Braunschweig, Institut für Verkehrs- und Stadtbauwesen (Prof. Dr. rer. nat. M. Wermuth)

Bearbeiter: Sommer, C. / Wulff, S.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: Dezember 2004

### 1. Aufgabenstellung

Das Projekt verfolgte das Ziel, Möglichkeiten der Verbesserung von Modellen zur Wahl von Routen im motorisierten Individualverkehr aufzuzeigen und Vorschläge zur Weiterentwicklung der Routenwahlmodelle zu unterbreiten. Dazu waren bei einer als ausreichend eingeschätzten Anzahl geeigneter Verkehrsteilnehmer (Probanden) realisierte Fahrten mit Pkw an Werktagen zu erfassen und mit Routen zu vergleichen, die für die entsprechenden Verkehrsbeziehungen durch ein Modell der Routenwahl ausgewiesen werden. Darüber hinaus waren Merkmale und subjektive Kriterien mit Einfluss auf die Routenwahl zu erheben.

Bisher war die Erfassung individuellen Routenwahlverhaltens im motorisierten Individualverkehr nur mit außerordentlich hohem Aufwand möglich. Seit kurzem besteht infolge der Ortung von Mobilfunkgeräten die Möglichkeit, über eine Folge aufgenommener Ortungsdaten Routen zu identifizieren. Ein entsprechendes Verfahren auf der Grundlage räumlich unscharfer GSM-Daten steht zur Verfügung. Zur Forschungsaufgabe gehörte dessen Einsatz mit einer Eignungsbeurteilung vor dem Hintergrund der Verwendung in der verkehrsplanerischen Praxis.

### 2. Untersuchungsmethodik

Zur Routenerfassung wurde das betriebsbereite Mobiltelefon eines Probanden während eines Weges mehrfach geortet. Mit einem neuartigen auf GSM-Ortungsdaten basierenden Routenidentifikationsverfahren wurden vollständige mögliche Fahrtrouten für jede Pkw-Fahrt berechnet.

Weitere Wegedaten (Angaben über das Verkehrsmittel, Zeitpunkte von Wegbeginn, Umstieg und Wegende) wurden über eine Erhebung mittels Mobiltelefonen erfasst (mit einer Weiterentwicklung des Verfahrens "TeleTravel System"). Parallel dazu wurden zu Vergleichszwecken zeit kürzeste Routen in einer Modellrechnung unter Verwendung des Programmsystems VISUM (ptv AG, Karlsruhe) berechnet.

Das Ergebnis der Modellrechnung (Modellroute) wurde für jeden Weg kartografisch dargestellt und als Grundlage für tägliche, computergestützte persönliche Interviews mit den Probanden verwendet. In diesen Interviews wurden über subjektive Kriterien Ursachen und Hintergründe der Routenwahl erfasst.

Zur Beurteilung der Qualität des Verfahrens zur Identifikation von Routen aus GSM-Ortungen wurden Vergleiche mit Referenzdaten durchgeführt. Als Referenzdaten wurden sowohl Datensätze von Modellrouten, die durch die Probanden bestätigt wurden, als auch Routen, die aufgrund von GPS-Referenzortungen ermittelt wurden (GPS-Routen), herangezogen.

### 3. Untersuchungsergebnisse

#### 3.1 Definitionen

Die Auswertung erfolgte anhand von Routen-Typen sowie unterschiedlichen Fahrtzwecken, die z. T. zu Aktivitätengruppen zusammengefasst wurden.

Routen-Typen sind:

- Typ 1: tägliche oder gelegentliche Wege, die auf fester Route stattfinden,
- Typ 2: tägliche oder gelegentliche Wege, deren Route nicht festgelegt ist,
- Typ 3: neue, vorher noch nie gefahrene Routen.

Aktivitätengruppen sind:

- Pflichtaktivitäten: Arbeit, dienstliche Erledigung, Ausbildung,
- Gelegenheitsaktivitäten: Einkauf, sonstige Erledigungen,
- Freizeitaktivitäten: Freizeit.

#### 3.2 Rekrutierung von Untersuchungsteilnehmern

Aufgrund der Auswahlkriterien "Teilnahmebereitschaft", "Pkw-Verfügbarkeit" sowie "Mobilfunkvertrag bei bestimmten Netzbetreibern" gestaltete sich die Rekrutierung von Probanden aufwändig. Nach Einsatz verschiedener Rekrutierungsmethoden konnten schließlich insgesamt 74 Personen zur Teilnahme am Feldversuch gewonnen werden, deren Pkw-Fahrten an insgesamt 440 Werktagen erfasst wurden.

#### 3.3 Individuelle Kenntnis des Straßennetzes

Tendenziell werden bei heimgebundenen Fahrten Routen gewählt, die im Vergleich zu nicht heimgebundenen Fahrten einen größeren Längenanteil an Streckenelementen untergeordneter Straßenkategorien (örtliche Verbindungen, Ergänzungsstraßen) enthalten.

Die Längenanteile der Streckenelemente untergeordneter Straßenkategorien an der Gesamtlänge einer Fahrt lagen bei heimgebundenen Fahrten bei Streckenlängen von 0 bis 3 km um ca. 7 %, bei Streckenlängen von 3 bis 6 km um ca. 5 % und bei Streckenlängen von 6 bis 9 km um ca. 10 % über denen nicht heimgebundener Fahrten.

#### 3.4 Motive der Routenwahl

Die Auswertung nach Aktivitätengruppen ergab, dass die Reisezeit das entscheidende Motiv für die Routenwahl bei 64 % aller Fahrten mit einer Pflichtaktivität, 62 % aller Fahrten mit einer Gelegenheitsaktivität und 57 % aller Fahrten mit einer Freizeitaktivität als Zielzweck war.

Bei Betrachtung der Routen-Typen zeigten sich folgende Ergebnisse: Bei 75 % aller Routen des Typs 1 (festgelegte Route), 70 % aller Routen des Typs 2 (variable Route) wurde das Motiv "Reisezeit" genannt, jedoch nur bei 10 % aller neuen Wege (Routen-Typ 3).

Neben der Reisezeit wurde durchschnittlich ein weiteres Motiv für die Routenwahl benannt. Bei nicht durch die Reisezeit motivierten Routen war zu 41 % das Motiv Reiseweite entscheidend. Ebenso häufig benannten die Probanden als Routenwahlmotiv auch die eigene Erfahrung ohne zusätzliche Erläuterung.

Als weitere wichtige Motive wurden sowohl bei der Auswertung nach Aktivitätengruppen als auch bei der Betrachtung nach Routen-Typen in nahezu gleich großen Anteilen die "Reiseweite", "Erfahrung", "Ausprobieren/Zufall" sowie "Behinderungsfreiheit" genannt. Besonders hervorzuheben ist die Nennung des Kriteriums "Behinderungsfreiheit" bei 24 % aller Fahrten zu Freizeitaktivitäten.

Eine Korrelation zwischen "Behinderungsfreiheit" und "Reisezeit" liegt zwar nahe, dennoch wurde dieses Motiv von den

Probanden benannt, sodass von einer subjektiv empfundenen, unterschiedlichen Bedeutung beider Kriterien auszugehen ist.

Das Motiv "Reisezeit" ist nicht das alleinige Kriterium für die Wahl einer Route. Besonders bei Einkaufs- und Freizeitwegen sowie bei sonstigen Erledigungen ist die Bedeutung dieses Motivs im Vergleich zu anderen Motiven gering.

### 3.5 Schätzfehler

Die tatsächliche Reisezeit wurde auf Grundlage der mittels Mobiltelefon erfassten Zeitpunkte von Beginn und Ende einer Fahrt berechnet. Die tatsächliche Reiseweite bezeichnet die Länge einer bestätigten Route aus der Modellrechnung.

Auswertungen bezüglich der Verschätzung von Reisezeit und Reiseweite lieferten die folgenden Ergebnisse:

Die tatsächliche Reisezeit wurde in 54 % der Fälle unterschätzt, in 27 % der Fälle überschätzt und in 19 % der Fälle genau (d. h. mit einer Toleranz von  $\pm 5\%$  bezogen auf die Reisezeit) geschätzt. Es besteht demnach eine Tendenz, die Dauer einer Fahrt zu unterschätzen.

Im Gesamtdurchschnitt aller Fahrten wurde die mittlere Reisezeit von 24 Minuten um durchschnittlich  $\pm 6$  Minuten verschätzt. Die durchschnittliche relative Verschätzung beträgt unabhängig von der Fahrdauer 30 %. Über- und Unterschätzungen haben dabei gleiche Größenordnung.

Die tatsächliche Reiseweite wurde bei 63 % aller Fahrten überschätzt und bei 37 % aller Fahrten unterschätzt.

Im Gesamtdurchschnitt aller Fahrten wurde die mittlere Reiseweite von etwa 11 km um durchschnittlich absolut  $\pm 2,4$  km verschätzt. Unabhängig von der Fahrtweite beträgt die durchschnittliche relative Überschätzung 48 %, die durchschnittliche relative Unterschätzung 20 %.

Die Häufigkeiten der absoluten Verschätzung für Reisezeit und Reiseweite können über eine Normalverteilung beschrieben werden.

### 3.6 Einfluss dynamischer Informationen

Ein Einfluss dynamischer Informationen auf die Routenwahl (z. B. Navigationssysteme, Rundfunk oder dynamische Verkehrsinformationstafeln im Straßenraum) konnte aus der Fahrtenstichprobe, die überwiegend aus Fahrten auf häufig gewählten Relationen bestand, nicht nachgewiesen werden. Vermutlich ist die Relevanz derartiger Informationen bei Fahrten des Fern- und Fernreiseverkehrs größer.

### 3.7 Qualität des Verfahrens zur Identifikation von Routen aus GSM-Ortungen

Zur Beurteilung der Qualität des Verfahrens zur Identifikation von Routen aus GSM-Ortungen wurden folgende Vergleiche mit Referenzdaten durchgeführt:

- Visueller (qualitativer) Vergleich zwischen GSM-Routen und von den Probanden bestätigten Modellrouten,
- Ermittlung von Längenanteilen einer Fahrt, die bei GSM-Routen und von den Probanden bestätigten Modellrouten übereinstimmen,
- Ermittlung von Längenanteilen einer Fahrt, die bei GSM-Routen und GPS-Routen übereinstimmen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse war zu berücksichtigen, dass jedes der herangezogenen Verfahren unscharfe Ergebnisse lieferte. Unschärfen zeigten sich u. a. in den räumlichen Start- und Zielbereichen einer Fahrt, sodass diese für Routenvergleiche nicht herangezogen werden konnten.

Über den visuellen Vergleich wurden 57 % der GSM-Routen als übereinstimmend mit den von den Probanden bestätigten Modell-

routen festgestellt. Weitere 22 % wiesen geringfügige Abweichungen auf und 21 % der Routen zeigten große Abweichungen von der bestätigten Modellroute. Vor allem kurze Routen, die in einem abstrahierten Netzmodell nicht ausreichend genau dargestellt werden können, wiesen große Abweichungen auf.

Ergebnis der Ermittlung von Längenanteilen einer Fahrt, die bei GSM-Routen und von den Probanden bestätigten Modellrouten übereinstimmen, ist ein durchschnittlicher Übereinstimmungsgrad von 65 %. Die Übereinstimmung nahm mit größerer Reiseweite zu. Deutliche Qualitätsverbesserungen ergaben sich v. a. bei Routen ab einer Länge von 6 km (durchschnittlich 70 % Übereinstimmung).

Ergebnis der Ermittlung von Längenanteilen einer Fahrt, die bei GSM-Routen und GPS-Routen übereinstimmen, ist ein durchschnittlicher Grad von 73 %, wobei Strecken ab einer Länge von 4 km mit 77 % ein etwas besseres Ergebnis aufwiesen.

Für einen weiteren Vergleich wurden die Reiseweiten von Quelle-Ziel-Relationen ausgewertet. Die mit dem Verfahren der Routenidentifikation berechneten Reiseweiten lieferten im Vergleich zu den tatsächlichen Werten Abweichungen um durchschnittlich  $\pm 16\%$ . In Abhängigkeit von definierten Entfernungsklassen sind die entsprechenden Streuungen unterschiedlich hoch.

## 4. Schlussfolgerungen / Hinweise

Die durchgeführte Untersuchung hat zu wesentlichen empirischen Erkenntnissen hinsichtlich der Motive und Einflussfaktoren des Routenwahlverhaltens geführt. Neben der Reisezeit spielt noch eine Vielzahl weiterer Kriterien eine Rolle, die bisher nicht bei den Modellen zur Routenwahl berücksichtigt wurden. Dies gilt insbesondere bei Fahrten mit Freizeitaktivitäten als Zielzweck und bei Routen, die erstmalig gewählt werden.

Eine Verschätzung der beiden wesentlichen Entscheidungskriterien zur Routenwahl – Reisezeit und Reiseweite – konnte empirisch nachgewiesen werden. Eine Berücksichtigung des Schätzfehlers in Routenwahlmodellen analog der bekannten Schätzfehlermethode (von Falkenhausen) kann daher empfohlen werden.

Im Verlauf der Untersuchung wurden Kriterien wie "Lebensdauer am derzeitigen Wohnstandort", "Fahrtenhäufigkeit" sowie "wöchentliche Fahrleistung" als relevant für eine Erhebung zur Routenerfassung erkannt. Diese Kriterien sollten auch in zukünftigen Untersuchungen zur Routenwahl beachtet werden.

Die Rekrutierung von Probanden stellte sich als besonderes Problem dar. Für zukünftige Untersuchungen sollte dieses berücksichtigt werden und besondere Rekrutierungsverfahren eingesetzt werden.

Die individuelle Routenwahl ist durch kognitive Aspekte geprägt. Die Komplexität der Methoden zu deren Erfassung ließ jedoch eine detaillierte Betrachtung in diesem Projekt nicht zu. Die Frage nach geeigneten Verfahren zur Erfassung, Integration und Auswirkungen kognitiver Aspekte auf die Modellergebnisse sollte daher in einer weiteren Untersuchung geklärt werden.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen eine auffällige Bedeutung "weicher" Motive zur Routenwahl ("Erlebnis", "Ausprobieren/Zufall", "Erfahrung"). Die Definition dieser Motive sowie die Möglichkeiten für deren Integration in ein Umlegungsmodell sollten vertieft untersucht werden.

Das eingesetzte Verfahren zur Routenidentifikation auf Basis von GSM-Ortungen bietet den Vorteil, Routen ausschließlich über ein betriebsbereites Mobiltelefon zu erfassen. Es sollte weiterentwickelt und insbesondere bezüglich der Zeiten zur Berechnung von Routen optimiert werden. □