

Widerstandsfunktionen für Innerorts-Strassenabschnitte ausserhalb des Einfluss- bereiches von Knoten

**Fonctions de résistance pour des tronçons routiers
urbains en dehors de la zone d'influence de carrefours**

**Capacity restraint functions for urban road sections not
affected by intersection delays**

Zusammenfassung d, f, e

**büro widmer ag
Paul Widmer
Thomas Buhl**

**Rudolf Keller & Partner AG
Daniel Bärlocher
André Heitz**

**Forschungsauftrag SVI 2005/001 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Dezember 2010

ZUSAMMENFASSUNG

In Verkehrsmodellen werden für die Teilmodelle der Ziel- und Verkehrsmittelwahl sowie für die Verkehrsumlegung Widerstandsfunktionen (Verkehrsstärke-Geschwindigkeits-Funktionen) benötigt, welche den für die Zurücklegung einer Strecke benötigten Zeitaufwand in Abhängigkeit der Verkehrsstärke abbilden. Die bisher verwendeten Widerstandsfunktionen basieren in der Regel auf Untersuchungen von Verkehrssituationen im Ausserortsbereich. Die Wirkung der im Innerortsbereich auftretenden stadtverkehrstypischen Störeinflüsse auf den Verkehrsablauf wurde bisher kaum adäquat berücksichtigt.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, diese Wissenslücke zu füllen. Dazu werden die Wirkungen von stadtverkehrstypischen Störeinflüssen auf die mittlere Reisegeschwindigkeit auf Innerorts-Strassenabschnitten ausserhalb des Einflussbereiches von Knoten empirisch und mit Verkehrsmikrosimulation untersucht. Mit den aus der Mikrosimulation gewonnenen Daten werden die Parameter von drei häufig verwendeten Widerstandsfunktion-Ansätzen (BPR-Funktion, Akçelik-Funktion und konische Funktion) für typische Verkehrssituationen geschätzt.

Die berücksichtigten Verkehrssituationen werden durch die Ausprägungen der Variablen für stadtverkehrstypische Störeinflüsse definiert. Auf Innerorts-Strassenabschnitten in der Schweiz sind es vor allem die folgenden Faktoren, welche den Verkehrsablauf resp. die mittlere Reisezeit beeinflussen: ÖV-Haltestellen und Parkierungsvorgänge im Strassenraum, Erschliessungsverkehr (Ein-/Ausfahrten bei Grundstücken und an Nebenknoten) sowie querende Fussgänger. Aufgrund der bei den durchgeführten empirischen Erhebungen gewonnenen Erkenntnisse wurden für die beiden ersten Faktoren 2 Ausprägungen (mit/ohne) und für die beiden letztgenannten Faktoren 3 Ausprägungen (schwach, mittel, stark) festgelegt. Daraus resultiert die Definition von 36 verschiedenen Verkehrssituationen.

An Fallbeispielen wurden für jede Verkehrssituation Mikrosimulationsberechnungen durchgeführt, bei denen jeweils die Verkehrsbelastung schrittweise erhöht wurde. Mit den damit gewonnenen Daten konnten in einem ersten Schritt für drei festgelegte Strassentypen (mit unterschiedlicher Ausgestaltung des Querschnittes) lineare Regressionsmodelle mit der Kapazität als abhängiger und der Wunschgeschwindigkeit und der Verkehrssituation als unabhängigen Variablen geschätzt werden. Im zweiten Schritt erfolgte dann die Parameterschätzung für die drei oben genannten Widerstandsfunktions-Ansätze mittels nichtlinearer Regression, und zwar jeweils pro Strassentyp, Wunschgeschwindigkeitsniveau und Verkehrssituation.

Die Beurteilung der "Modellgüte" der drei Ansätze resultiert in der Empfehlung, für Innerorts-Strassenabschnitte die BPR-Funktion anzuwenden.

Für die praktische Anwendung der BPR-Widerstandsfunktion im Rahmen der Verkehrsmodellierung liefert die Studie die nötigen Grundlagen in der Form von Hinweisen zur Festlegung der jeweils massgebenden Verkehrssituation und zur Einschätzung des anzunehmenden Wunschgeschwindigkeitsniveaus. Dabei wird auch die Möglichkeit aufgezeigt, die Verkehrssituationen in 2 - 3 Gruppen zusammenzufassen, wodurch die Aufgabe der Zuweisung von Linktypen bei der Netzcodierung massiv vereinfacht werden kann.

Sowohl für die einzelnen Verkehrssituationen als auch für die Verkehrssituations-Gruppen sind die α - und β -Parameter der BPR-Funktion getrennt nach Strassentypen und Wunschgeschwindigkeitsniveaus tabellarisch zusammengestellt.

Mit diesen Ergebnissen liegen für die Schweiz erstmals empirisch abgestützte Parameter-Werte der BPR-Widerstandsfunktion¹ für die hier typischen Innerorts-Strassenabschnitte und Verkehrssituationen vor. Damit trägt die Studie wesentlich zur Verbesserung der Verkehrsmodelle im städtischen Kontext bei.

¹ Auch für die Akçelik- und die konische Widerstandsfunktion wurden die Parameter geschätzt und im Bericht zusammengestellt.

RÉSUMÉ

Des fonctions de résistance (vitesses en fonction des volumes de trafic) sont nécessaires dans les modèles de transports pour les procédures de distribution et de répartition modale ainsi que d'affectation afin d'obtenir le temps de parcours d'un tronçon concerné en fonction de son volume de trafic. Les fonctions de résistance utilisées jusqu'à présent se basent en général sur des investigations de situations hors localités. L'effet des perturbations du déroulement de la circulation, typiques en milieu urbain, n'a qu'à peine été pris en compte de manière adéquate jusqu'à maintenant.

Le but de la présente étude est de combler cette lacune dans les connaissances en étudiant, de façon empirique et par des micro-simulations du trafic, les effets de ces perturbations typiques en milieu urbain sur la vitesse moyenne de déplacement de tronçons en dehors de la zone d'influence de carrefours. Les données issues des micro-simulations permettent d'estimer les paramètres de trois genres de fonctions de résistances utilisées fréquemment (BPR, Akçelik et coniques) pour des situations de circulation typiques.

Les situations de circulation prises en compte sont définies par les expressions des variables pour des perturbations typiques en milieu urbain. Sur les tronçons urbains en Suisse, ce sont avant tout les quatre facteurs suivants qui influencent le déroulement de la circulation resp. les temps de déplacement moyen: arrêts de transports publics, manœuvres de stationnement dans l'espace routier, trafic de desserte (entrées et sorties de parcelles et carrefours secondaires) ainsi que les piétons traversant. Sur la base des connaissances acquises lors des recensements empiriques effectués, ont été définis 2 expressions (avec ou sans) pour les deux premiers facteurs et 3 (faible, moyen, fort) pour les 2 derniers. Il en résulte 36 différentes situations de circulation.

Pour chacune de ces situations, des micro-simulations ont été effectuées par des études de cas en relevant pas par pas le volume de trafic. Les données acquises ont permis, dans un premier temps, d'estimer par régression pour les trois types de route définis (ayant des sections aménagées différemment) des modèles linéaires avec comme variable dépendante la capacité et comme variables indépendantes la vitesse souhaitée et la situation de la circulation. Dans un deuxième temps, l'estimation des paramètres s'est effectuée par régression non linéaire pour chaque type de route, de niveau de vitesse souhaitée et de situation de circulation.

L'évaluation de l'adéquation des trois genres de fonction aboutit à recommander la fonction BPR pour les tronçons routiers urbains.

Pour l'application pratique de la fonction de résistance BPR dans les modèles de transport, l'étude fournit les bases nécessaires sous forme d'indications pour fixer chaque situation de circulation déterminante et pour estimer le niveau de la vitesse souhaitée à adopter. A cette occasion, il est aussi montré comment les situations de circulation peuvent être rassemblées en 2 à 3 groupes ce qui simplifie considérablement l'attribution des types de tronçon lors du codage d'un réseau.

Les paramètres α et β de la fonction BPR sont présentés dans un tableau aussi bien pour chacune des situations de circulation que pour leurs groupes séparément selon les types de route et les niveaux de vitesse souhaitée.

Ces résultats fournissent, pour la première fois en Suisse, des valeurs de paramètres empiriquement fondés de la fonction de résistance BPR² pour les tronçons routiers urbains typiques et les situations de circulation pris en compte ici. L'étude contribue ainsi à fondamentalement améliorer les résultats des modèles de transport en milieu urbain.

² Les paramètres ont également été estimés pour les fonctions de résistance Akçelik et coniques. Ils sont présentés dans le rapport.

SUMMARY

Transportation models use capacity restraint functions for the modeling of mode and destination choice as well as for the traffic assignment step. Capacity restraint functions describe the relationship between traffic flow and speed (speed-flow-relationship) for a road network link. These functions have been derived mainly on highways outside urban areas. Disturbances of the traffic flow by factors typical for urban areas such as public transit stops, roadside parking, traffic leaving or entering the road section and pedestrian crossings are not taken into account adequately.

This study aims at filling this knowledge gap. With empirical surveys and traffic micro simulation using case studies the effects on traffic flow of the disturbance factors mentioned above are investigated for urban road sections outside the influence area (traffic backlogs) of junctions. The data generated by the micro simulation runs are used to estimate the parameters of the BPR-function, the Akçelik-function and the conical function for typical urban traffic situations.

Typical urban traffic situations are defined by levels of disturbances caused by public transit stops, roadside parking, traffic leaving or entering the road section and pedestrian crossings. Based on empirical evidence, 2 levels of disturbances (with/without) are used for the first two factors and 3 levels (weak, medium and strong) for the latter three factors. As a result, 36 different traffic situations can be defined.

Using case studies, micro simulations with step wise increased traffic flows were run for each traffic situation. As a first step, the generated data was used to estimate linear regression models for 3 road types (defined by the characteristics of their cross sections) with capacity as the dependent and free flow speeds and traffic situation characteristics as independent variables. As a second step, the parameters of the 3 types of capacity restraint functions mentioned above were estimated using nonlinear regression for each of the 3 defined road types, each of 3 levels of free flow speed and each traffic situation.

Performance checks of the models (the measures used were RMSE and Pearson's coefficient of correlation) revealed that for urban road sections of the 3 functions tested the BPR-function performs best.

The study makes recommendations regarding the practical use of the BPR-function in the context of transportation modeling and provides guidance for the choice of the appropriate traffic situation and level of free flow speed. It also shows the possibility to group traffic situations as a means to facilitate the task of network coding.

For the first time, the study provides parameters of the BPR-function for typical urban road sections in Switzerland based on empirical evidence. As such, the study contributes to the improvement of transportation modeling in the Swiss urban context.