



# **Potentialanalyse von Park & Ride –Plätzen mittels makroskopischer Nachfragemodellierung**

MASTERARBEIT

vorgelegt von  
Bojan Vujic, BSc.

bei  
Univ. Prof. Dr. Ing. Martin Fellendorf  
Technische Universität Graz  
Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Mitbetreuender Assistent:  
Dipl.-Ing. Karl Hofer  
Technische Universität Graz  
Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Mitbetreuender Assistent:  
Dipl.-Ing. Michael Haberl  
Technische Universität Graz  
Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Graz, 29.03.2020

# Kurzfassung

## Potentialanalyse von Park & Ride –Plätzen mittels makroskopischer Nachfragemodellierung

110 Seiten, 55 Abbildungen, 26 Tabellen

Durch Park & Ride-Anlagen (P&R) kann die Verlagerung des Personenverkehrs von hochrangigen Straßen auf die Schiene erfolgen. Gerade in den Einzugsgebieten von Ballungsräumen nimmt der P&R-Verkehr einen maßgeblichen Anteil an der Entlastung des hochrangigen Straßennetzes ein. P&R-Verkehr wurde bisher in der Verkehrsmodellierung jedoch kaum Beachtung geschenkt, da die Datenlage mangelhaft und der Anteil am Gesamtverkehr gering ist.

Im Rahmen dieser Arbeit wird zuerst der Begriff P&R beschrieben und definiert, sowie die Entwicklung von multimodalen Knoten betrachtet. Anschließend wird eine Verschneidung des hochrangigen Straßennetzes mit dem Schienennetz für ganz Österreich durchgeführt. In einer GIS-basierten Standortanalyse wird, an bestehenden Bahnhöfen der österreichischen Bundesbahnen, das Potential zur Nutzung von P&R-Anlagen ermittelt.

Im zweiten Teil der Arbeit wird der Aufbau eines Verkehrsnachfragemodells, sowie die Modellierung von P&R durchgeführt. Dazu werden zuerst die methodischen Grundlagen von Verkehrsnachfragemodellen erklärt, um die Prozesse der Nachfragemodellierung nachvollziehen zu können. Dabei wird im speziellen auf den Standard-Vier-Stufen-Modell Ansatz eingegangen, der zur Modellierung von P&R-Verkehren angewendet wird. Ein bestehendes Aktivitätenpaar-orientiertes Verkehrsmodell wird in ein Standard-Vier-Stufen-Modell übergeführt um Park & Ride -Verkehre modellieren zu können. Im Zuge des Aufbaus des Nachfragemodells werden spezifische Park & Ride Verfahren integriert, sowie das bestehende Netzmodell um P&R-Anlagen erweitert. Dabei entstehen für den nördlichen Teil der Ostregion ein Basisfall, sowie Maßnahmenszenarien. Dabei handelt es sich um Szenarien die Kapazitätserweiterungen von Park & Ride Anlagen, sowie Veränderungen im hochrangigen Straßennetz oder im ÖV-Angebot darstellen. Abschließend werden die Umlegungsergebnisse der einzelnen simulierten Szenarien mit dem Basisfall verglichen und die daraus folgenden Veränderungen untersucht.

Mit dieser Arbeit ist es gelungen österreichweit geeignete Standorte für die Nutzung von Park & Ride zu ermitteln, sowie Park & Ride als eigener Modus in ein bestehendes Verkehrsmodell zu integrieren und darauf basierend Maßnahmenszenarien zu berechnen.

# Abstract

## **Impact analysis of Park & Ride based on travel demand modeling**

110 pages, 55 figures, 26 tables

Park & Ride facilities can shift passenger trips from high-level roads to rail. Especially in metropolitan areas, Park & Ride traffic plays a significant role in relieving the high-level road network. Park & Ride traffic is barely recognized in transport modeling, because the available data is sparse and the proportion of total volume is still low.

The first part of this master thesis deals with a description and definition of the term Park & Ride, as well as the development of multimodal hubs. Subsequent, the high-level road network of Austria is merged with the rail network. Therefore, it is possible to assess the potential of Park & Ride facilities at existing train stations with a GIS-system-based location analysis.

The second part of this thesis deals with the development of a transport model and the modeling of Park & Ride. First, the methodological foundations of transport models are explained in order to understand the processes of demand modeling. The explanations focus on the standard four step model approach, because this approach is used to model Park & Ride traffic. Therefore, an existing activity-based transport model is transformed into a standard four-step model. During the development of the transport model, specific Park & Ride procedures are integrated and the existing network model is extended by Park & Ride facilities. This creates a base case for the northern part of the Ostregion, as well as several scenarios. These scenarios deal with capacity expansions of park and ride facilities, as well as changes in the high-level road network or of the public transport supply. Finally, the results of the scenarios are compared with the base case and resulting changes are analyzed.

This master thesis successfully identifies suitable locations for Park & Ride facilities, and describes the integration of Park & Ride facilities into an existing transport model and the successful implementation of scenarios.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>i</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>iii</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>v</b>
<b>Abkürzungen.....</b>	<b>vii</b>
<b>1 Einführung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Park &amp; Ride .....</b>	<b>3</b>
2.1 Definition der Multimodalität und Intermodalität.....	3
2.2 Definition Park & Ride .....	4
2.3 Entstehung von Park & Ride -Anlagen.....	5
2.4 Einflussgrößen auf Park & Ride .....	7
2.4.1 Verwendungszwecke für Park & Ride -Anlagen.....	7
2.4.2 Hauptmotive zur Nutzung von Park & Ride –Anlagen .....	8
2.4.3 Nutzergruppen .....	9
2.5 Anteil von Park & Ride am Verkehrsaufkommen .....	10
2.5.1 Anteil von Park & Ride in Österreich.....	11
2.5.2 Anteil von Park & Ride in Wien .....	13
2.6 Klassifizierungsmöglichkeiten von Park & Ride –Anlagen .....	14
2.6.1 Lage und Einzugsbereich von Park & Ride -Anlagen .....	14
2.6.2 ÖV -Angebot.....	17
2.6.3 Größe und Ausstattung von Park & Ride -Anlagen .....	18
2.6.4 Benutzungskosten.....	19
2.7 Intermodale Mobilität und Vernetzung .....	19
2.7.1 Mobilitätsstationen in urbanen Räumen.....	19
2.7.2 Park & Ride -Anlagen als Teil Multimodaler Mobilitätsknoten.....	20
2.8 Beispielregionen für Park & Ride Verkehre.....	21
2.8.1 Park & Ride –Anlagen in Österreich (VOR).....	21
2.8.2 Beispielregion Stuttgart .....	25
2.8.3 Beispielregion München .....	26
2.8.4 Beispielregion Zürich (SBB) .....	28
<b>3 GIS –basierte Standortanalyse .....</b>	<b>30</b>
3.1 Datengrundlage.....	30
3.2 Methode und Kriterienwahl .....	31
3.2.1 Lage der Park & Ride –Anlagen (Siedlungsraum).....	33
3.2.2 Erreichbarkeit.....	36

3.2.3	LOS -Bewertung.....	43
3.2.4	Takt an den Bahnhöfen .....	45
3.2.5	P&R Stellplatzangebot und den Auslastungsgrad .....	46
3.2.6	Ergebnisse der Standortanalyse.....	46
<b>4</b>	<b>Verkehrsmodellgestützte Detailanalyse .....</b>	<b>51</b>
4.1	Kategorisierung von Verkehrsplanungsmodellen .....	51
4.1.1	Planungsraum und Untersuchungsgebiet.....	52
4.1.2	Verkehrsangebot.....	52
4.1.3	Verkehrsnachfrage .....	53
4.2	Vier-Stufen-Modell .....	53
4.2.1	Verkehrserzeugung .....	54
4.2.2	Verkehrsverteilung.....	55
4.2.3	Verkehrsaufteilungsmodelle (Verkehrsmittelwahlmodell).....	56
4.2.4	Verkehrsumlegungsmodelle (Routenwahlmodell) .....	56
4.3	Verkehrsnachfrage VisEVA .....	59
4.4	Verkehrsmodell für Wien, Niederösterreich und Burgenland .....	60
4.4.1	Planungsgebiet.....	61
4.4.2	Strukturdaten .....	62
4.5	Aufbau eines Standard-Vier-Stufen Nachfragemodells .....	65
4.5.1	Verhaltenshomogene Gruppen (Personas).....	66
4.5.2	Moduswahl.....	68
4.5.3	Umlegung.....	74
<b>5</b>	<b>Modellierung von Park &amp; Ride .....</b>	<b>75</b>
5.1	Netzobjekte .....	75
5.2	Verfahrensablauf zur Modellierung von Park & Ride.....	78
5.3	Kalibration .....	82
5.4	Auswertung der Maßnahmenszenarien .....	86
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen und Ausblick .....</b>	<b>96</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>98</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>103</b>