

DIPLOMARBEIT

Modellierung der Kapazitäten von Kreisverkehrszufahrten per Zeitlückentheorie und mikroskopischer Verkehrsflusssimulation



Bearbeitung: **Elias Staudinger**
geboren am **17.06.1995** in **Lustenau (A)**
Studiengang **Verkehrswissenschaften**

Betreuung: **Prof. Dr.-Ing. Regine Gerike** **Dipl.-Ing. Marie Keller** **Dipl.-Ing. Martin Bärwolff**

Zeitraum: **März bis September 2021**

Motivation

Die Verfahren zur Ermittlung der Kapazität von Verkehrsanlagen des HBS stellen ein wichtiges Instrument für die Verkehrsingenieure in der Praxis zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit einer Verkehrsanlage dar. Für Kreisverkehre existiert im aktuellen HBS 2015 eine Berechnungsvorschrift für die Kapazität an Zufahrten, die auf dem Zeitlückentheoretischen Ansatz beruht. Die Erhebungen für die Zeitlücken dieses Verfahrens stammen teilweise noch aus den 90er Jahren, die Grenz- und Folgezeitlücke ist im aktuellen Verfahren vom Außendurchmesser abhängig. Ziel der Arbeit war es deshalb, die Grenz- und Folgezeitlücke zu überprüfen, und darüber hinaus zu untersuchen, ob noch weitere Einflussfaktoren festgestellt werden können. Außerdem war Gegenstand der Untersuchung, ob die empirischen Kapazitäten mit einer Verkehrsflusssimulation erreicht werden können.

Methodik

Mit Hilfe von zur Verfügung gestellten Zeitlücken von 15 Kreisverkehren in Deutschland wurden die Grenz- und Folgezeitlücke auf infrastrukturelle und verkehrliche Einflussgrößen hin untersucht. Als unabhängige Merkmale wurden dabei der Außendurchmesser, der Durchmesser der Kreisinsel, die Fahrstreifenbreite im Kreis, der Zufahrt und der Ausfahrt, die Anzahl der Zufahrten, die Distanz und der Winkel zu der stromaufwärts gelegenen Zufahrt und der Verkehrsstärke im Kreis und der Zufahrt erhoben. Mittels der multiplen linearen Regressionsanalyse wurden die Grenz- und Folgezeitlücke auf Einflussgrößen untersucht. Daraufhin erfolgte eine Aktualisierung der Formel für die Bemessung der Kapazität der Zufahrt von Kreisverkehren. In einem nächsten Schritt wurde die Formel mit den bestehenden des HBS und der Schweizer Norm verglichen. Durch den Aufbau einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation mit Hilfe des Programms PTV Vissim für einen der Kreisverkehre des Untersuchungskollektivs wurde die aktualisierte und die bestehenden Bemessungsverfahren überprüft.

Ergebnisse und Fazit

Mittels der linearen Regressionsanalyse konnte ein signifikanter Einfluss der Breite der Kreisfahrbahn auf die Grenzzeitlücke festgestellt werden. Für die Folgezeitlücke konnte kein signifikanter Einfluss der untersuchten Größen festgestellt werden. Durch die Berechnung des verkehrsstärke gewichteten Mittelwerts ergibt sich die Folgezeitlücke mit 2,8 s. Im Vergleich zu dem im HBS 2015 verwendeten Bemessungsverfahren weist die aktualisierte Formel eine leicht niedrigere Kapazität auf.

Für die Kapazitätsformel wurde eine M1 und eine M2-Verteilung untersucht. Die M2-Verteilung stellt die empirischen Kapazitäten der untersuchten Kreisverkehre besser dar. Die in dieser Formel enthaltene Mindestzeitlücke der Fahrzeuge im Kreis wurde nicht näher untersucht. Sie ist weiterhin vom Außendurchmesser abhängig und lässt damit Raum für weitere Untersuchungen.

Bei der anschließenden Überprüfung der aktualisierten Kapazitätsformel mit einer Verkehrsflusssimulation konnten die empirischen Kapazitäten für den untersuchten Kreisverkehr nicht erreicht werden. Dabei wurde unter anderem versucht, mit einer Änderung der Geschwindigkeit auf der Kreisfahrbahn und der Anpassung der Querverkehrsstörungen die empirisch ermittelte Kapazität zu erreichen. Die besten Resultate konnten dabei mit einer Anordnung der Querverkehrsstörung wie in Abbildung 2 dargestellt erreicht werden.

$$C = \left(1 - \frac{t_{min} * q_{PE,k}}{3600}\right) * \frac{3600}{t_f} * e^{-\frac{q_{PE,k}}{3600} * (t_g - \frac{t_f}{2} - t_{min})}$$

- Mit
- C Kapazität der Zufahrt [Pkw-E/h]
- $q_{PE,k}$ Verkehrsstärke im Kreis [Pkw-E/h]
- $t_g = 5,748 - 0,199 * b_K$ [s]
- $t_f = 2,8$ [s]
- $t_{min} = 1,57 + \frac{18,61}{D}$ [s]
- D Außendurchmesser [m] (D ≤ 40 m, für D > 40 wird D = 40 eingesetzt)
- b_K Breite der Kreisfahrbahn [m]

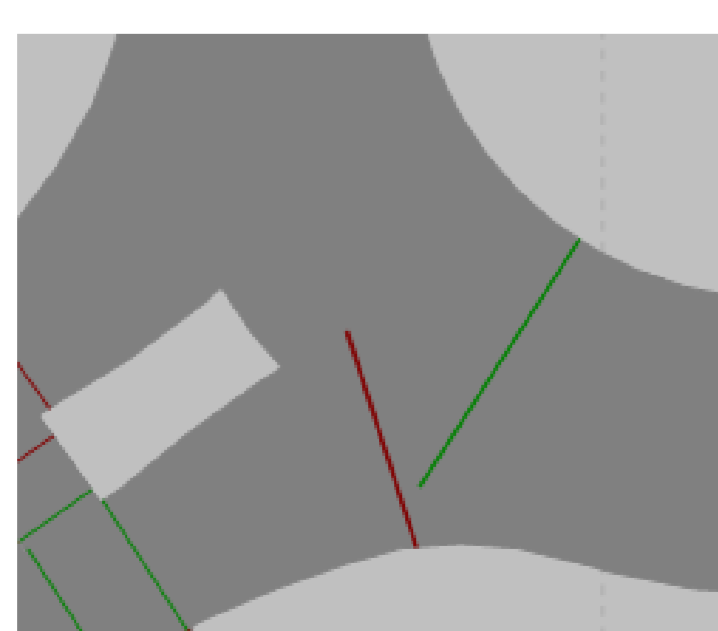


Abbildung 2: Anordnung der Querverkehrsstörung in der Zufahrt (t = 2,2 s; x = 3,5 m; v = 180 km/h)

Kenngröße	Regressionskoeffizienten		Signifikanz	Korrigiertes R-Quadrat	Durbin-Watson-Statistik
	B0	B1			
Außendurchmesser	5,299	-0,019	0,080	0,042	2,065
Durchmesser Kreisinsel	5,042	-0,020	0,035	0,069	2,138
Breite der Zufahrt	4,204	0,103	0,134	0,026	1,591
Breite der Ausfahrt	4,783	-0,026	0,637	-0,016	1,913
Anzahl der Zufahrten	5,317	-0,178	0,172	0,018	1,920
Distanz zu der stromaufwärts gelegenen Zufahrt	4,582	0,003	0,770	-0,19	1,858
Winkel zur stromaufwärts gelegenen Zufahrt	4,176	0,005	0,031	0,073	1,683
Breite der Kreisfahrbahn	5,748	-0,199	0,004	0,140	2,129
Verkehrsstärke im Kreis	4,904	-0,001	0,021	0,086	1,760
Verkehrsstärke der Zufahrt	4,433	0,001	0,124	0,028	1,831

Tabelle 1: Einfache Regression bei verschiedenen Einflussgrößen für die Grenzzeitlücke

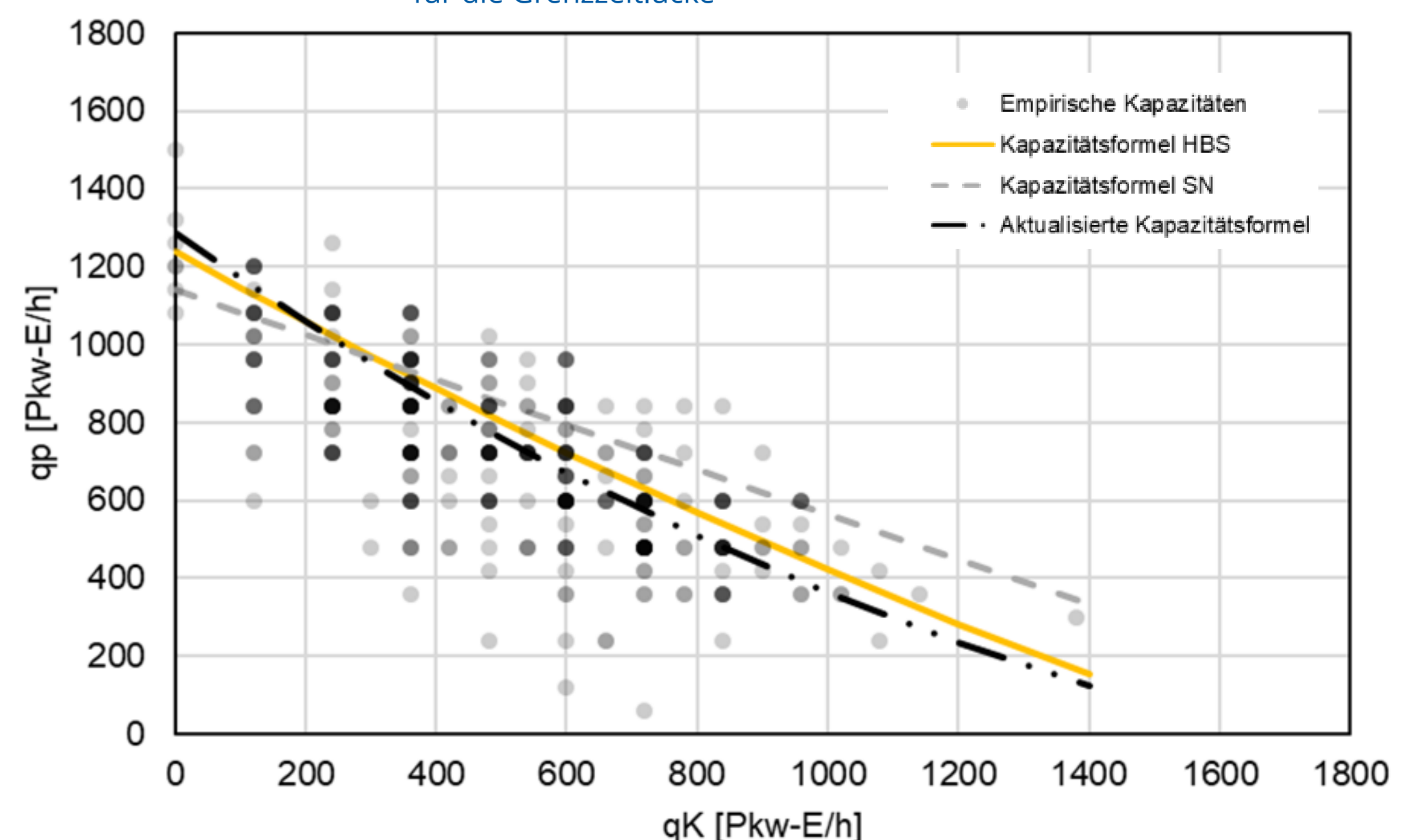


Abbildung 1: Vergleich der empirischen Kapazitäten mit dem Bemessungsverfahren des HBS, der SN und der aktualisierten Kapazitätsformel anhand des Kreisverkehr 8 (D=30 m, b_K = 5 m)