

Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit auf Autobahnen

Qualité de service et capacité des autoroutes

Traffic quality and capacity of freeways

Jenni + Gottardi AG, Kilchberg
H. Werdin, dipl. Ing. ETH/SVI
H. Honermann, Dr.-Ing.

SNZ Ingenieure und Planer AG, Zürich
R. Laube, dipl. Ing. ETH/SIA/SVI
I. Belopitov, dipl. Ing. UACG/SVI

Forschungsauftrag VSS 2000/337 auf Antrag des
Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Zusammenfassung

Angesichts wachsender Überlastungen und schrumpfender Strassenbaubudgets kommt der optimalen Bemessung von Netzergänzungen im Nationalstrassenbau hohe Bedeutung zu. Die 1999 genehmigte VSS-Norm 640018 „Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit“ stellt einen ersten wichtigen Schritt in Richtung einer differenzierten Bemessungsgrundlage dar. Die darin festgelegten Kapazitäten lehnen sich an ältere schweizerische Richtwerte sowie an ausländische Normen (HCM und HBS) an. Empirische Erhebungen aus der Schweiz sind nicht resp. kaum zugrunde gelegt. Die vorliegende Arbeit verfolgt daher das Ziel:

- aktualisierte Werte für die Leistungsfähigkeit entsprechend Schweizer Verhältnissen zu erarbeiten
- abgesicherte Zusammenhänge zwischen Parametern des Verkehrsflusses einerseits und Haupteinflussfaktoren andererseits herzuleiten sowie
- Normgrundlagen in Form von q-v-Kurven bereitzustellen.

Grundlagen bilden dabei einerseits die aktuellen Handbücher aus Deutschland (HBS) und USA (HCM) sowie neuere Literatur andererseits empirische Messungen. Bei der Auswahl geeigneter Zählstellen und der späteren Auswertung zeigt sich, dass es schwierig ist, Messreihen mit Verkehrsbelastungen im Bereich der Leistungsspitze zur Beurteilung aller wichtigen Einflussfaktoren (Anzahl der Fahrstreifen, Längsneigung, Querschnittsform, Verkehrszusammensetzung und Geschwindigkeitsvorschriften) zu erhalten. Es bedarf deshalb einer ergänzenden systematische Untersuchung der Einflussfaktoren mit Hilfe eines Simulationsmodells. Gewählt wird hierzu das Programmpaket VISSIM. Zur Eichung des Modells werden sowohl Einzelzeitreihen wie auch die Ergebnisse der Auswertungen der empirischen Daten verwendet. Die Ergebnisse der Analysen der empirischen Daten und der Simulation ergänzen sich, so dass gut abgesicherte Grundlagen für die Überarbeitung der Norm zur Verfügung stehen.

Aus den empirischen Daten lassen sich keine regionalen Unterschiede bei den massgebenden Verkehrsstärken erkennen. Hingegen ergeben sich aus den empirischen Daten Anhaltspunkte, dass zwischen Agglomerationsverkehr und Überlandverkehr Unterschiede bestehen. Die festzulegenden Kapazitäten sollen sich am Agglomerationsverkehr orientieren, da dieser Autobahntyp bezogen auf die Leistungsspitze und die Problemstrecken in der Schweiz dominiert. Die bestehenden Unterschiede bei der Verkehrsstärke zwischen Ballungsraum und nicht Ballungsraum sollte in der Normrevision über die Verkehrsqualitätsstufe berücksichtigt werden.

Als wesentliche Parameter für die Bemessung von Hochleistungsstrassen müssen die Längsneigung, der Schwerverkehrsanteil und die Geschwindigkeitsbeschränkung angesehen werden. In den beiden umseitigen Tabellen sind die ermittelten Verkehrsstärken für einen zwei- und einen dreistreifigen Querschnitt in Abhängigkeit vom Tempolimit, dem Schwerverkehrsanteil (LW-Anteil) und der Längsneigung zusammengestellt. Sie basieren auf den Ergebnissen der Simulation und der Auswertung empirischer Daten.

Die Kapazität für einen zweistreifigen bzw. dreistreifigen Querschnitt liegt bei einer Längsneigung von höchstens 1% und einem LW-Anteil von 0-5% bei 4000 Mfz/h bzw. 5800 Mfz/h. Diese maximalen Werte sind realistisch und durch das empirische Datenmaterial ausreichend abgesi-

chert. Diese hohen Verkehrsstärken sind jedoch nur bei einem Fahrzeugabstand von unter 2 Sekunden möglich.

Neueste Untersuchungen kommen zur Erkenntnis, dass die Kapazität einer Strassenverkehrsanlage unterschiedliche Werte annehmen und dabei erheblich variieren kann. Ein Zusammenbruch des Verkehrsflusses erfolgt nicht bei einem festen Wert, sondern über eine grosse Bandbreite von Verkehrsstärken. Er wird deshalb als zufälliges Ereignis mit grosser Streuung charakterisiert. Detaillierte Untersuchungen für die Messstation N1/Regensdorf (Nordumfahrung Zürich) zur Wahrscheinlichkeit des Zusammenbruchs bestätigen diese Hypothese. Bei der Revision der Norm wird weiterhin von einem festen Wert für die Kapazität ausgegangen. Die Beziehungen zwischen Kapazität und Zusammenbruchswahrscheinlichkeit, die in dieser Arbeit nur exemplarisch behandelt werden konnten, sind in der weiteren Forschung zu vertiefen.

Tab. 1: Verkehrsstärken für einen zweistreifigen HLS-Querschnitt in Abhängigkeit von Tempolimit, LW-Anteil und Längsneigung (in Klammern: HBS-Vergleichswerte für v=120km/h)

LW Anteil	v=80 km/h			v=100 km/h			V=120 km/h		
	1%	3%	5%	1%	3%	5%	1%	3%	5%
0-5%	4000	3800	3650	4000	3800	3600	4000 (4000)	3800 (3750)	3550 (3050)
5-15%	3800	3700	3450	3800	3600	3350	3800 (3800)	3500 (3550)	3150 (2850)
15-25%	3600	3500	3200	3600	3400	3000	3600 (3600)	3200 (3350)	2800 (2650)

Tab. 2: Verkehrsstärken für einen dreistreifigen HLS-Querschnitt in Abhängigkeit von Tempolimit, LW-Anteil und Längsneigung (in Klammern: HBS-Vergleichswerte für v=120 km/h)

LW Anteil	v=80 km/h			v=100 km/h			V=120 km/h		
	1%	3%	5%	1%	3%	5%	1%	3%	5%
0-5%	5800	5650	5500	5800	5600	5250	5800 (5700)	5450 (5300)	5050 (4250)
5-15%	5600	5500	5200	5550	5250	4950	5450 (5400)	5050 (5000)	4500 (4000)
15-25%	5500	5300	4550	5400	5000	4300	5100 (5100)	4600 (4700)	4000 (3750)

Die Simulationsergebnisse und die empirischen Daten zeigen, dass die ermittelten Verkehrsstärken bei einem Tempolimit von 80, 100 und 120 km/h, einem LW-Anteil von 0-5% und 5-15% und einer Längsneigung kleiner 3% nur geringe Unterschiede aufweisen. Demgegenüber sind bei einem LW-Anteil von 15-25% und einer Längsneigung grösser 3% die Verkehrsstärken bei einem Tempolimit von 80 km/h höher als bei einem Tempolimit von 120 km/h. Gemäss Modellberechnungen ist dieser Unterschied bei einem dreistreifigen Querschnitt stärker ausgeprägt als bei einem zweistreifigen.

Generell ist bei der Beurteilung des Verkehrsablaufs im Bereich der Leistungsspitze zwischen der maximalen Verkehrsstärke und der Wahrscheinlichkeit von Störungen im Bereich der Leistungsspitze zu unterscheiden. Demnach kann davon ausgegangen werden, dass eine Homogenisierung des Verkehrsflusses zu einer deutlichen Reduzierung der Zusammenbruchswahrscheinlichkeit bei mittleren und hohen Verkehrsstärken führt. Es erfolgt somit eine Stabilisierung des Verkehrsflusses auf hohem Niveau.

Die ermittelten Verkehrsstärken sind bei Längsneigungen unter 3% und LW-Anteilen unter 15% grundsätzlich vergleichbar mit denen des deutschen HBS. Bei grösseren Steigungen und höherem LW-Anteil sind bei den Simulationsergebnissen sowohl beim zwei- wie auch beim dreistreifigen Querschnitt deutlich höhere Werte feststellbar.

Die maximalen Verkehrsstärken an Wochenenden schwanken erheblich. Auf Strecken mit regelmässig hohen Verkehrsbelastungen sind auch an Wochenenden die maximalen Verkehrsstärken nicht wesentlich niedriger sein als an Werktagen. Auf reinen Touristikstrecken ist hingegen davon auszugehen, dass Störungen im Verkehrsfluss schon bei geringeren Verkehrsbelastungen auftreten. Es wird vorgeschlagen, in der Norm die maximalen Verkehrsstärken an Wochenenden über die Verkehrsqualitätsstufen zu berücksichtigen (Wahl einer tieferen Qualitätsstufe als Bemessungsgrundlage).

Die Festlegung der Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs A bis F erfolgt in Anlehnung an das HBS über den Auslastungsgrad. Es wird vorgeschlagen, keine Veränderung beim Auslastungsgrad für ein Tempolimit von 100 bzw. 80 km/h vorzunehmen. Auf der Grundlage der empirischen Daten und der Ergebnisse der Simulation sind q-v-Kurven erarbeitet worden, die die Anwendung der Norm im verkehrsplanerischen Alltag erleichtern sollen.