

## Empirische Datenbasis für die Bemessung von Fußgängeranlagen

Die Komplexität des Fußgängerverkehrs wird deutlich, wenn man sich vor Augen führt, dass im Gegensatz zum Autoverkehr kaum Regelungen durch Spuren, Ampeln oder Verkehrsschilder existieren. Darüber hinaus sind die Anlagentypen für Fußverkehr wesentlich vielfältiger als für den Autoverkehr. Diese Komplexität ist schwer zu fassen und stellt Planer bei der Bemessung von Anlagen für den Fußverkehr vor große Herausforderungen.

Methodisch geschieht die Bemessung von Fußgängeranlagen in zwei prinzipiellen Schritten: Zunächst muss das erwartete Verkehrsaufkommen abgeschätzt und dieser Wert einer Dichte in der Anlage zugeordnet werden. In einem zweiten Schritt wird dieser Dichte über ein Level-of-Service-Konzept einer Qualitätsstufe zugewiesen. Als Kriterien für die Definition dieser Qualitätsstufen werden für den Fußverkehr die Möglichkeit der freien Gehgeschwindigkeitswahl, die Anzahl der notwendigen Richtungsänderungen zur Vermeidung von Kollisionen, ungewollte Berührungen usw. herangezogen.

Um das Verkehrsaufkommen einer Dichte zuzuordnen wird eine empirisch bestimmte Funktion zwischen Fluss und Dichte, das Fundamentaldiagramm, genutzt. Ein Blick in die Literatur offenbart jedoch zwei wesentliche Probleme. Zum einen wird bei der Nutzung des Fundamentaldiagramms (und auch des Level-of-Service-Konzepts) nicht konsequent zwischen unterschiedlichen Typen von Fußgängerströmen unterschieden. Diese können unidirektional, geordnet und ungeordnet bidirektional oder wie im Fall von Kreuzungsbereichen multidirektional in verschiedensten Ausprägungen sein. Zum anderen zeigt ein Vergleich von Fundamentaldiagramme unterschiedlicher Quellen große Differenzen [1]. Diese Unterschiede betreffen nicht nur den Wert für den maximal möglichen Durchsatz, sondern auch bei welcher Dichte dieser maximale Durchsatz erreicht wird.

Um diese Wissenslücke zu schließen führen wir in Kooperation mit der Bergischen Universität Wuppertal und der Universität zu Köln seit zehn Jahren Experimente zur Leistungsfähigkeit von Fußverkehrsanlagen durch. Mit zunehmender Erfahrung konnten wir auch die verwendete Technik kontinuierlich verbessern. Wir sind nun in der Lage Experimente mit bis zu 1.000 Personen durchzuführen und dabei die Laufwege jedes Fußgängers in hoher Genauigkeit zu erfassen [2]. Diese Daten nutzen wir nicht nur für die Bestimmung von Fundamentaldiagrammen des Fußverkehrs, sondern auch für die Optimierung rechtlichen Vorschriften zu Rettungswegen in Gebäuden oder für Computersimulationen, deren Bedeutung bei der Planung von Fußverkehr oder intermodalen Verkehr wächst.

Eine Serie dieser Experimente hat gezeigt, dass Fundamentaldiagramme uni- und bidirektionaler Ströme signifikant voneinander abweichen, siehe [3] und Bild 1. Beispielsweise reduziert sich der maximal mögliche Fluss um ein Viertel, Bild 2. Dies hat zur Konsequenz, dass ein Verkehrsaufkommen, das bei einem unidirektionalen Strom als unkritisch bewertet wird, im Fall bidirektionaler Personenströme zu Stauungen und Gedränge führen kann. Die großen Unterschiede in der Leistungsfähigkeit legen nahe, dass in Regelwerken, wie dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen oder dem Highway Capacity Manual, in Zukunft deutlicher differenziert werde sollte, welche Stromtypen in der zu bemessenden Anlage auftreten können.

[1] Seyfried, A.; Passon, O.; Steffen, B.; Boltes, M.; Rupprecht, T. and Klingsch, W., *New insights into pedestrian flow through bottlenecks*, Transportation Science, 2009, 43, 395-406

[2] Boltes, M., Seyfried, A. *Collecting pedestrian trajectories*, Neurocomputing, 2013, 100, 127 - 133

[3] Zhang, J.; Klingsch, W.; Schadschneider, A. and Seyfried, A., *Ordering in bidirectional pedestrian flows and its influence on the fundamental diagram*, Journal of Statistical Mechanics, 2012, 2012, P02002

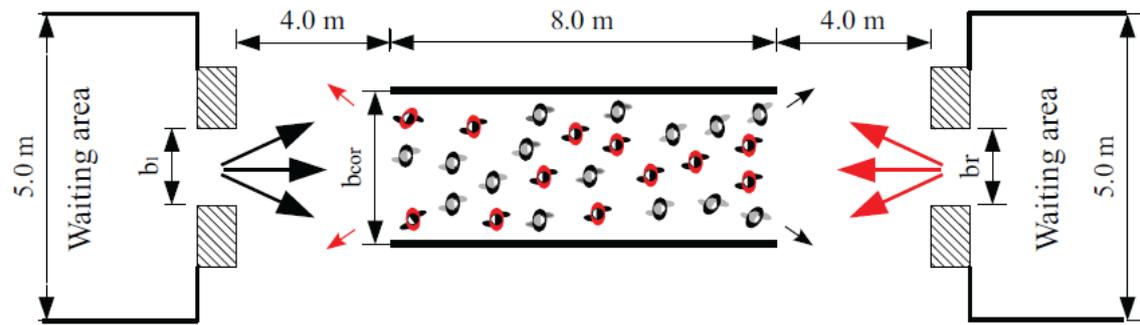


Fig. 1 Oben: Aufbau des Experiments zur Messung des Fundamentaldiagramms in bidirektionalen Fußgängerströmen. Durch Variation der Zugangsbreiten  $b_r$  und  $b_l$  aus der ‚Waiting area‘ konnten unterschiedliche Dichten im Beobachtungskorridor eingestellt werden. Unten: Durch unterschiedliche Anweisung an die Probanden ergeben sich unterschiedliche kollektive Muster. Links: Bei freier Wahl des Ausgangs am Ende des Korridors entsteht eine stabile Trennung von rechts – links Verkehr. Rechts: Wird vorgegeben welcher Ausgang genutzt werden muss, ergibt sich eine instabile Trennung und Entstehung von Bändern gleichgerichteten Verkehrs.

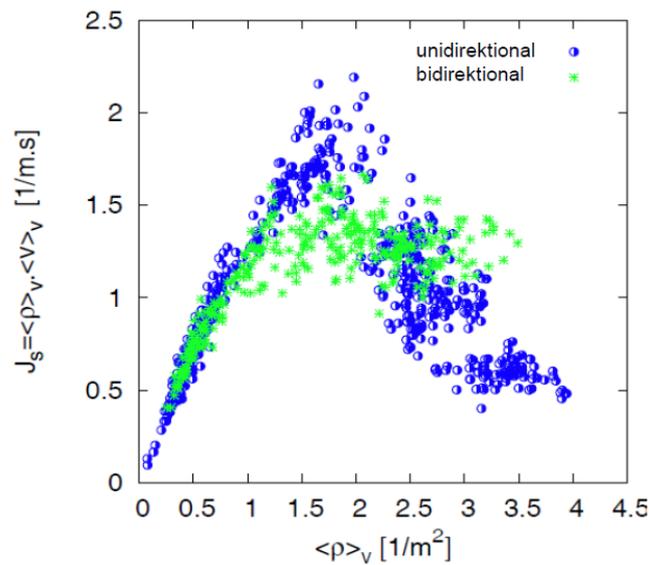


Fig. 2 Die Abbildung zeigt die Dichte-Fluss-Relation für Fußgängerströme. Blaue Punkte repräsentieren Messungen unidirektionaler Ströme. Grüne Punkte zeigen die Messungen bidirektionaler Ströme. Während unidirektionale Ströme einen maximalen Fluss von bis zu 2 Personen pro Meter und Sekunde Anlagenbreite erreichen, beträgt dieser Wert bei bidirektionalen Strömen maximal 1,5 Personen pro Meter und Sekunde.

Prof. Dr. Armin Seyfried  
Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich Supercomputing Centre  
52425 Jülich  
Tel: 02461/613437 und 0202/4394058  
Email: [a.seyfried@fz-juelich.de](mailto:a.seyfried@fz-juelich.de)  
Internet: [www.fz-juelich.de/jsc/cst](http://www.fz-juelich.de/jsc/cst) ; [www.asim.uni-wuppertal.de](http://www.asim.uni-wuppertal.de)

ARMIN SEYFRIED studierte Theoretische Physik an der Bergischen Universität Wuppertal. Schwerpunkte in Forschung und Lehre sind die Dynamik von Personenströmen, Brand- und Verkehrssimulationen mit Fokus auf Anwendung in der Sicherheitsforschung. Seit 2004 arbeitet er am Jülich Supercomputing Centre des Forschungszentrums Jülich, an welchem er 2012 die Abteilung „Civil Security and Traffic“ aufbaute. An der Bergischen Universität Wuppertal leitet er im Fachzentrum Verkehr das Lehr- und Forschungsgebiet „Computersimulation für Brandschutz und Fußgängerverkehr“.