

Empirische Datenbasis für die Bemessung von Fußgängerverkehrsanlagen

16. Sept. 2014 | Armin Seyfried

Forschungszentrum Jülich GmbH
und
Bergische Universität Wuppertal

Motivation

Forschungskonzept

- Experimente
- Datenanalyse
- Modellierung und Simulation

Bemessung und LOS

Zusammenfassung

Motivation

Motivation



Chowpatty-Strand, Mumbai, Indien

Foto: J. Sorabjee, Urban Design Res. Inst.

Motivation



Foto: Talk von Jeroen van den Heuvel MSc MA MBA, Washington DC, 12 January 2014

Politie sluit propvolle perrons A'dam CS af

STORM TEISTERT NS



<http://www.rtinieuws.nl>

UPDATE 16:36 De storm teistert het treinverkeer rond Amsterdam Centraal. Er zijn veel treinen uitgevallen en honderden reizigers zijn gestrand.

Motivation

Anwendungsbereiche

- Bahnhöfe und Flughäfen
 - Fahrgastwechselzeiten,
 - Umsteigezeit, ...
- Rettungswege im Gebäuden
 - Räumung im Gefahrenfall
- Großveranstaltungen
 - Gedränge

Typische Fragestellungen

- Durchsatz: Wie viele? In welcher Zeit?
- Kommt es zu Stauungen?
- Komfortaspekte: Überholen möglich?



Foto: Wordpress.com

Motivation

Werkzeuge zur Bemessung von Fußgängerkehrsanlagen

- Regelwerke
 - *HBS Handbuch für die Bemessung von Straßenkehrsanlagen,*
 - *Bauvorschriften, ...*

Vorgabe von Kennzahlen

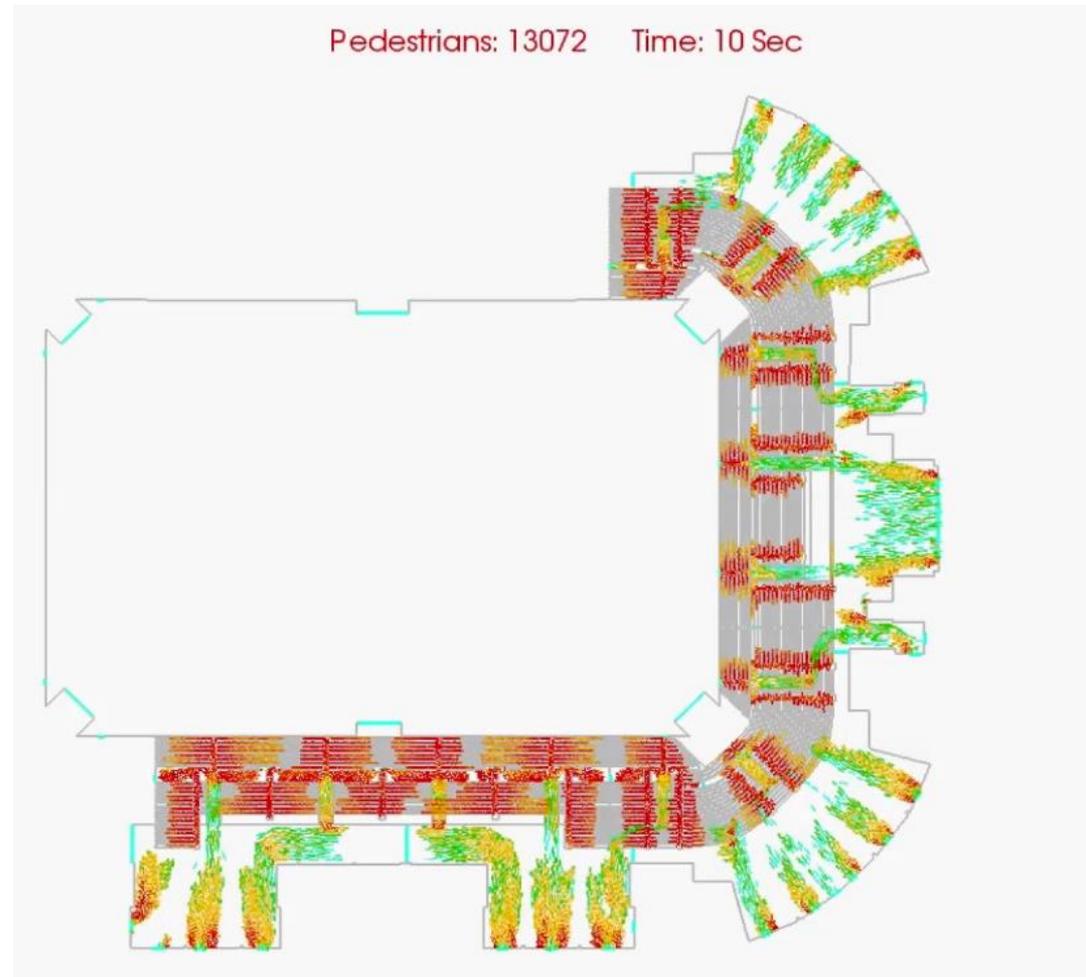
- Ingenieurverfahren
 - *Handbücher (effektive, makroskopische Modelle)*
 - *Fußgängersimulationen (mikroskopische Modelle)*

Beschreibung der Bewegung von Fußgängern in Verkehrsanlagen

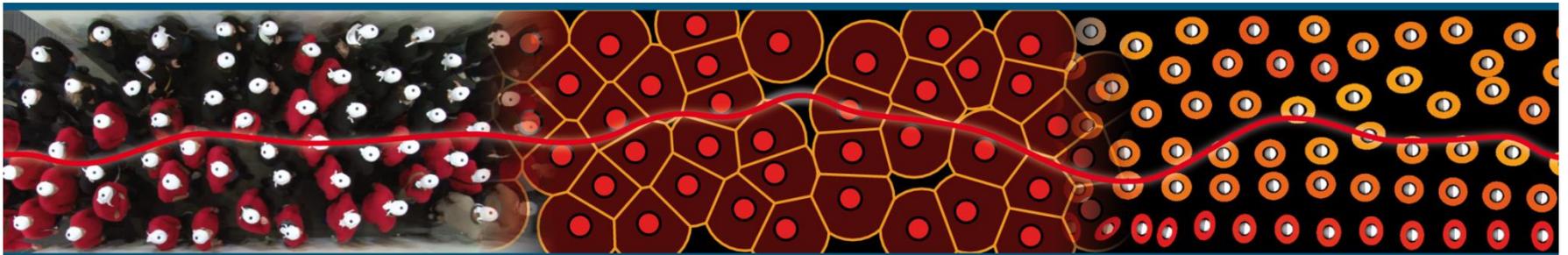
Motivation

Evakuierungssimulationen

- Bemessung von Rettungswegen
- Optimierung der Rettungswegeführung



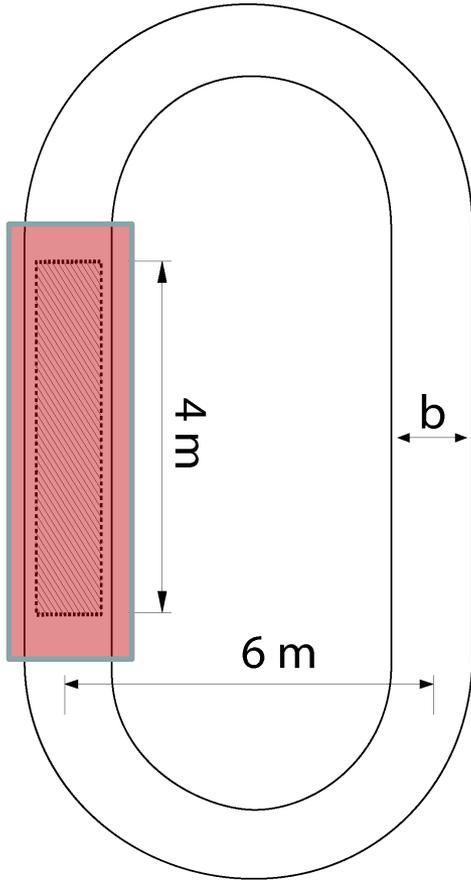
Esperimente



Experimente im Überblick

Datum	Ort	# Pers.	Verfahren	Ziel
03.2005	Jülich	34	manuell	Korridor $v(\rho)$
11.2005	Jülich	60	halbauto.	Engstellenbreite $J(b)$
11.2006 (5 Tage)	Bergische Kaserne, Düsseldorf	200	autom.	- Korridor $v(\rho)$ - Engstellenbreite - Engstellenlänge, ...
02.2008	Indien	64	manuell	Einfluss der Kultur auf $v(\rho)$
07.2008	Wuppertal	50	halbauto.	Einfluss der Motivation auf $v(\rho)$
04.2009 (6 Tage)	Arena / Messe Düsseldorf	400	autom. / manuell	- Tribünen, Treppen - Korridore, Ecken, T-Kreuzung, - Feldversuche ...
06.2013 (6 Tage)	Messe Düsseldorf	1000	autom.	- Entstehung kritischer Zustände - Uni- und bidirektionale Ströme - X und Y Kreuzungen, ...

Beispiel: Bei welcher Dichte entsteht ein Stau?



N=14



N=25



N=39

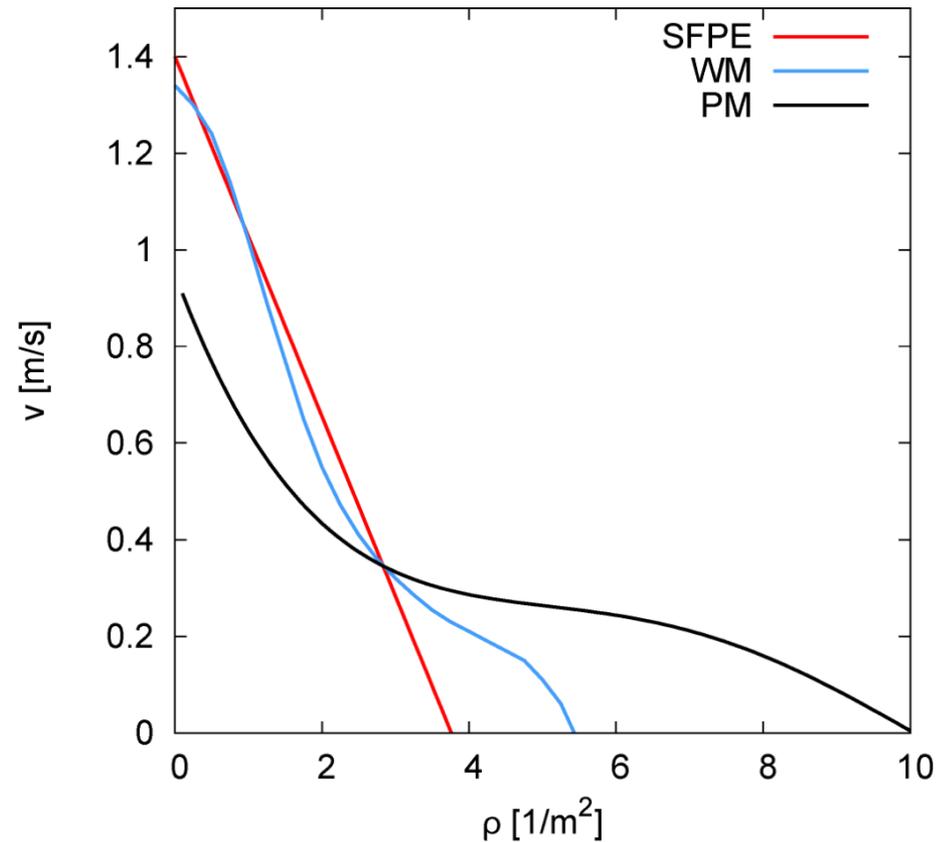


N=56

Handbücher

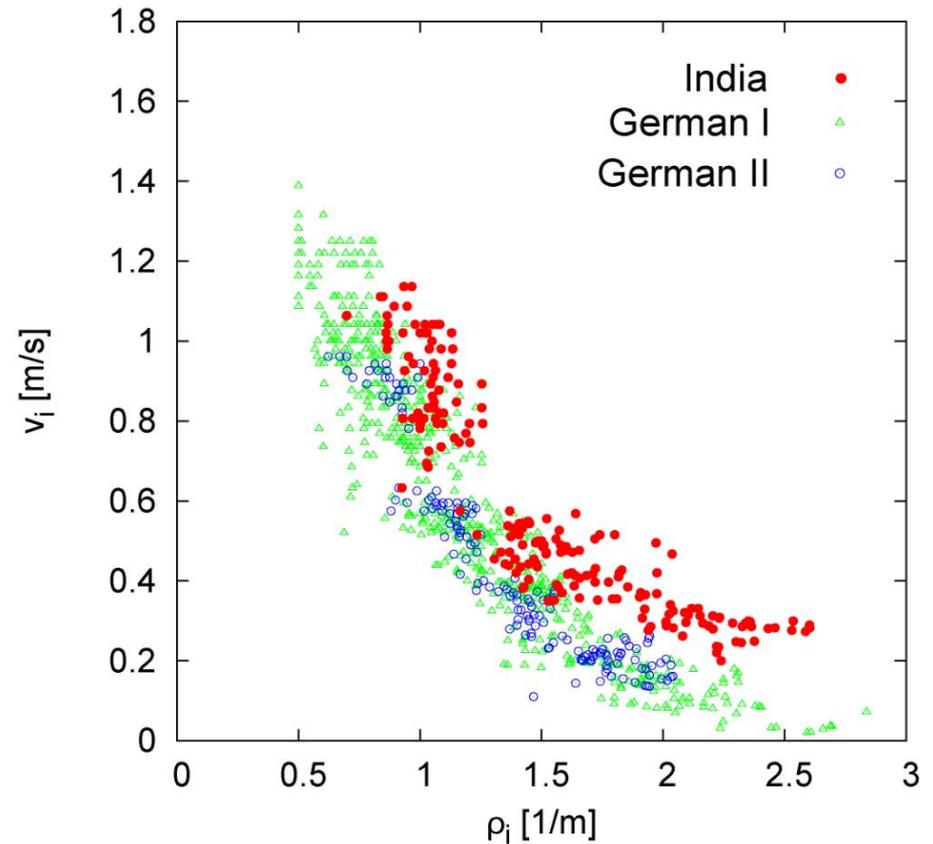
Angaben in Handbüchern

- Verschiedene Formen
- Staudichte ρ_0
 $\rho_0: 3.8 - 10 \text{ m}^{-2}$
- Vorgegebene Beziehungen $v(\rho)$ unterscheiden sich signifikant (> Faktor 2)



SFPE P. J. Di Nenno (2002) *SFPE Handbook ...*
PM V. M. Predtechenskii and Milinskii (1978)
WM U. Weidmann (1993) *Transporttechnik ...*

Indien (männlich) vs. Deutschland



*U. Chattaraj et al., Advances in Complex Systems 12(3), 393-405, 2009

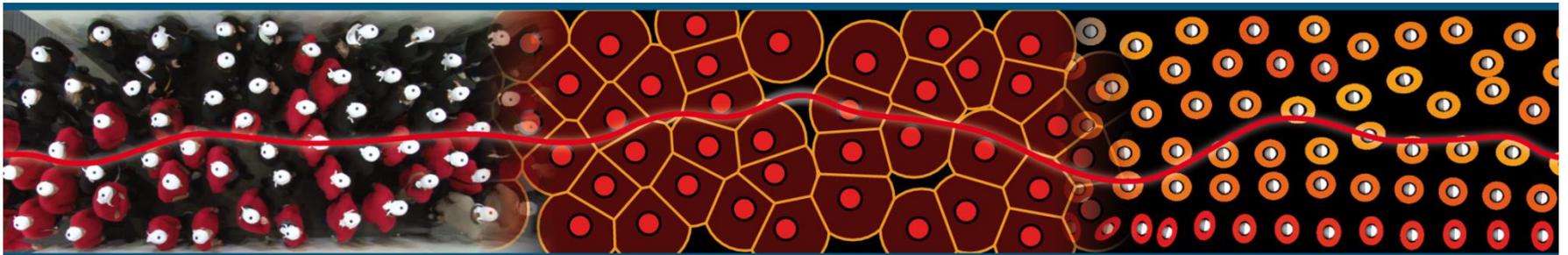
Esperimento Hermes



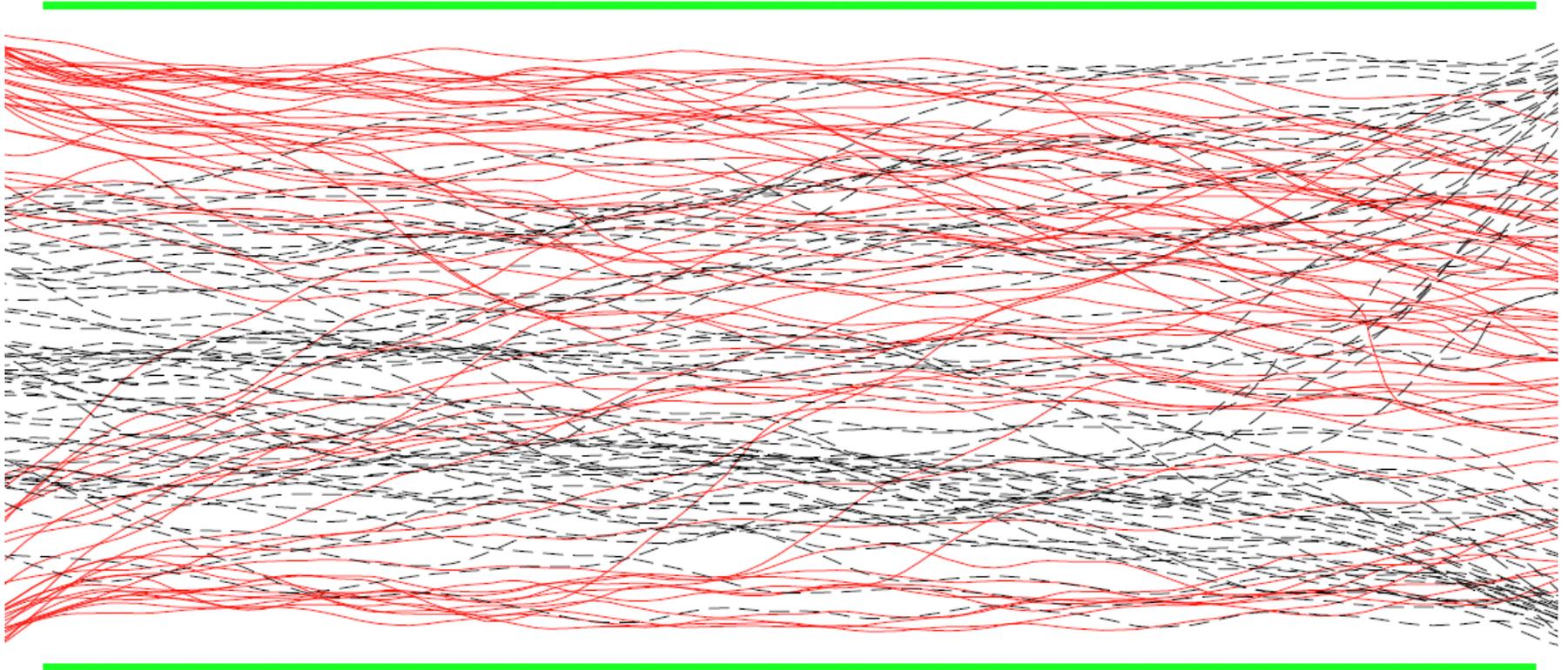
Esperimento BaSiGo



Datenanalyse



Trajektorien



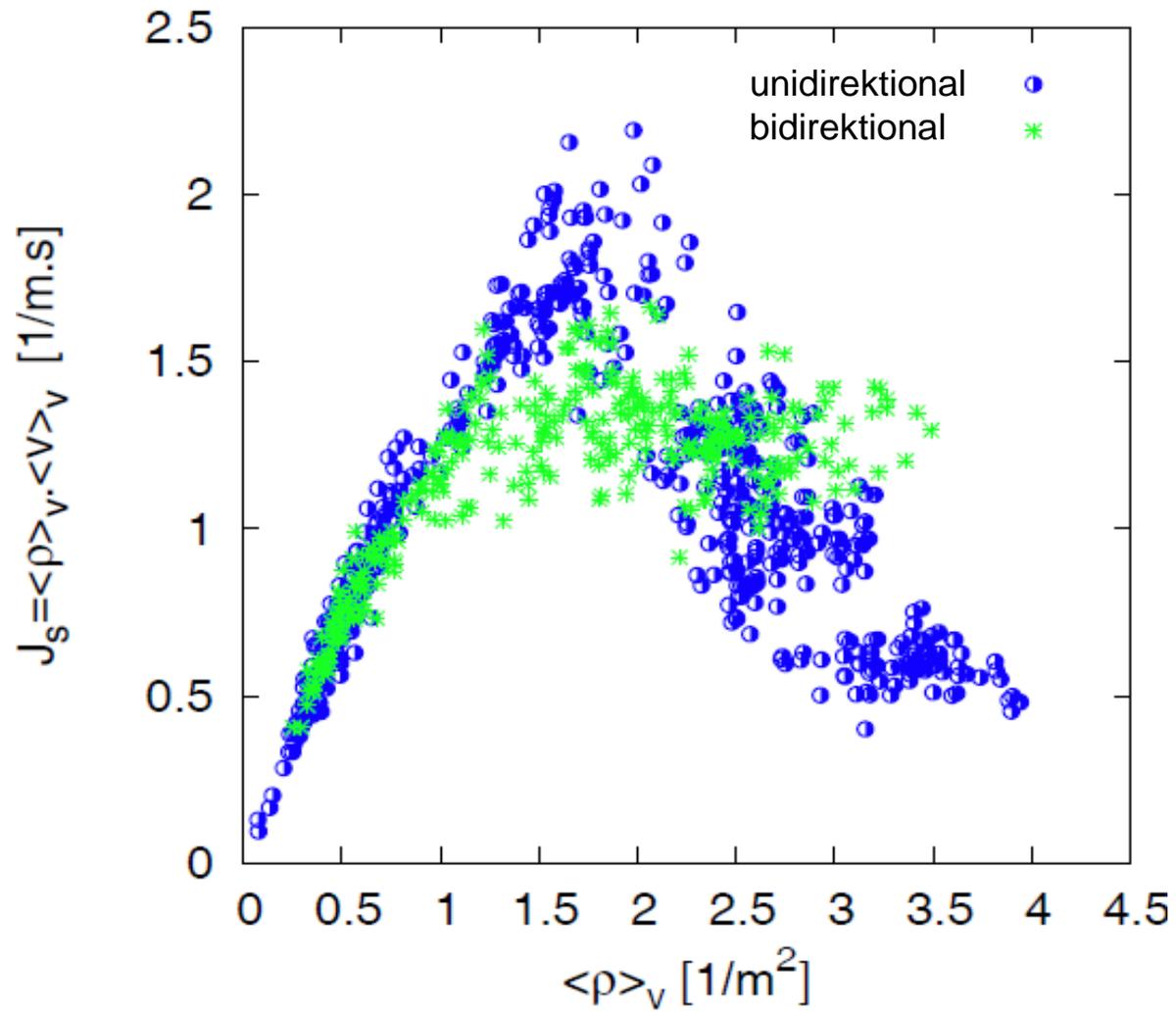
x [m]

M. Boltes et al. *Neurocomputing* 2012

Bidirektionaler Fluss

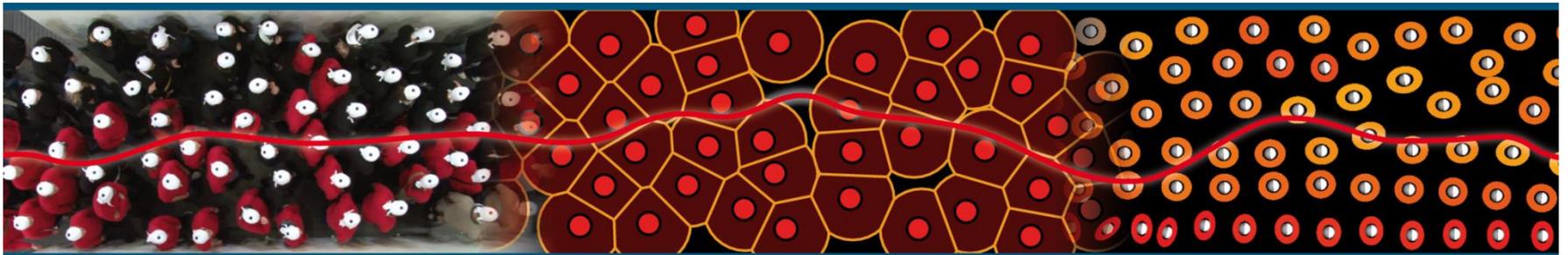


Bidirektionaler Fluss



J. Zhang et al. *Journal of Statistical Mechanics* **2012**

Modellierung



Modelle für Evakuierungssimulationen

Modellierung der Orientierung

- Typen von Besuchern

vertraut

unvertraut

- Strategien der Routenwahl

Lokal kürzester Weg (LSP)

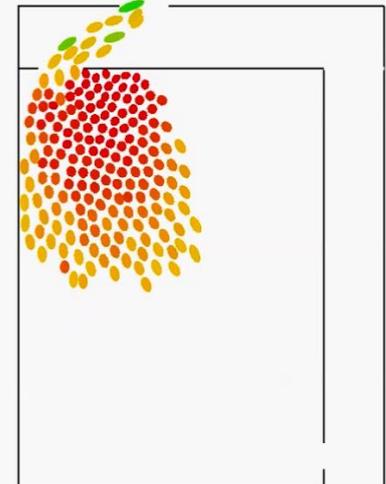
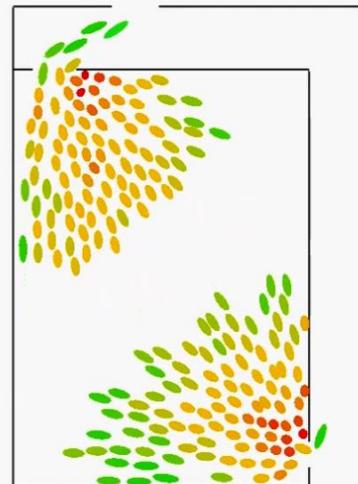
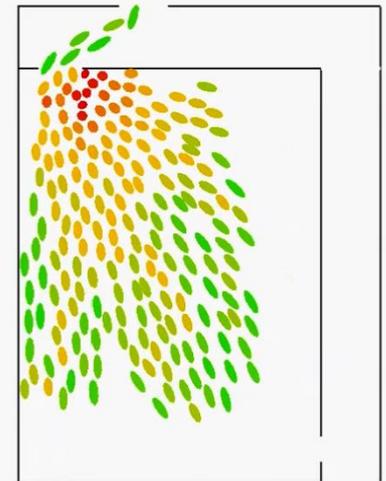
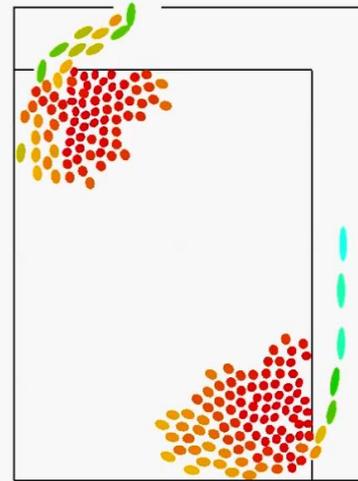
Global kürzester Weg (GSP)

Lokal kürzester und schnellster Weg (LSQ)

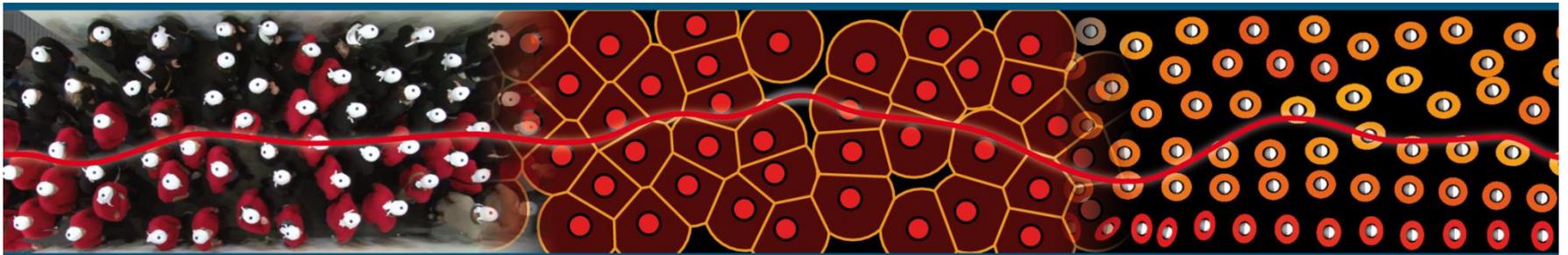
Global kürzester schnellster Weg (GSQ)

W. Kemloh et al.

Advances in Complex Systems **2012**



Bemessung und LOS



Bemessung von Fußverkehrsanlagen

Level-of-Service-Konzept

- Verknüpft Qualitätskriterien des Fußverkehrs mit der Dichte
- Quellen
 - Oeding 1963,
 - Predttetschenskii 1969,
 - Fruin 1971,
 - Weidmann 1993,
 - HBS 2014, ...
- Qualitätskriterien
 - Freie Wahl der Gehgeschwindigkeit,
 - Anzahl der Richtungsänderungen,
 - Kreuzungen möglich,
 - Berührungen, ...

QSV	Fußgängerverkehrsdichte k [Pers/m ²]
A	$\leq 0,10$
B	$\leq 0,25$
C	$\leq 0,60$
D	$\leq 1,30$
E	$\leq 1,90$
F	$> 1,90$ ¹⁾

¹⁾ Die Fußgängerverkehrsdichte k darf aus Sicherheitsgründen den Wert von 1,90 Pers/m² nicht überschreiten

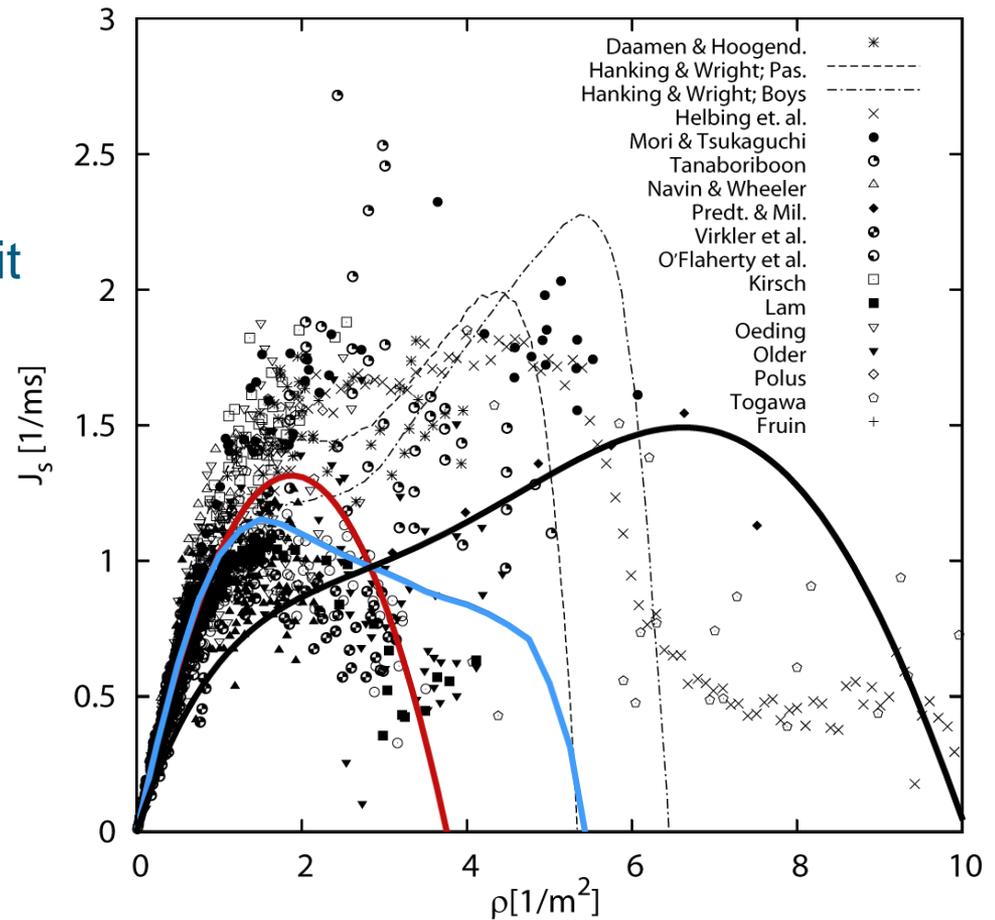
Fundamentaldiagramm

Fundamentaldiagramm

- Verknüpft Verkehrsstärke mit der Dichte

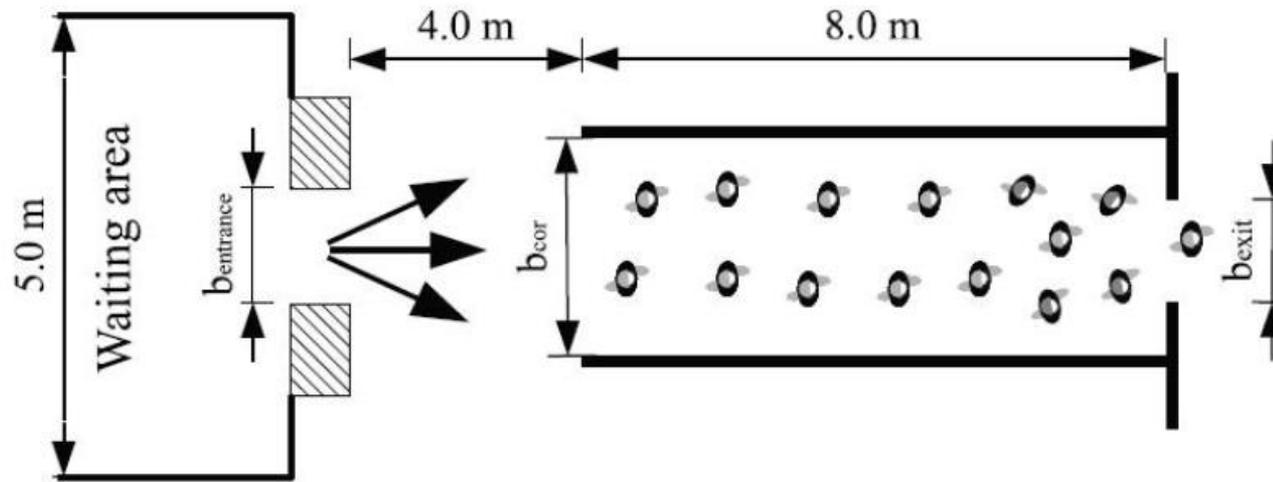
Fluss = Pers. pro Zeiteinheit

- Mögliche Einflussfaktoren
 - Uni- und bidirektional
 - Messmethode
 - Kultur
 - Demographische Veränderungen (Alter, Gewicht, ...)
 - Psychologische Faktoren (Motivation)

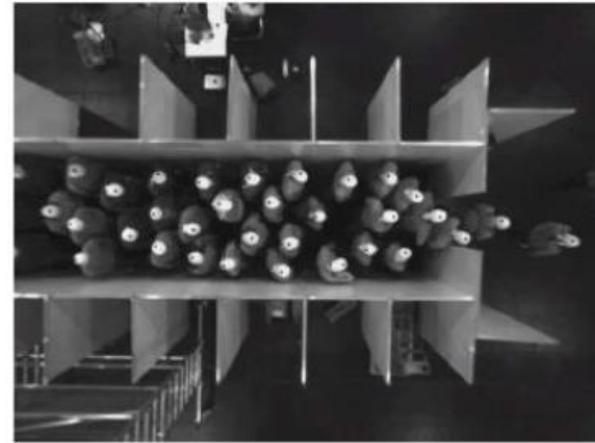
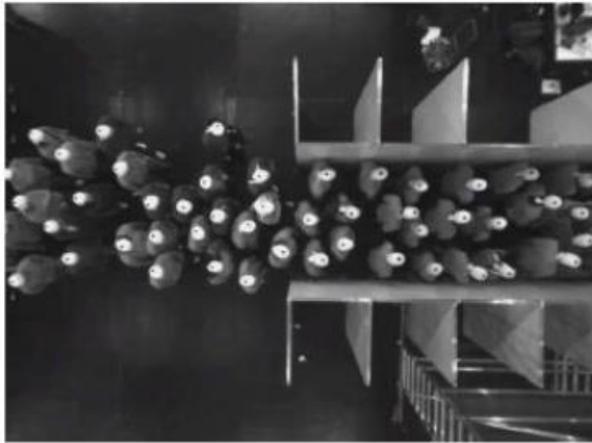


SFPE P. J. Di Nenno (2002) *SFPE Handbook ...*
PM V. M. Predtechenskii and Milinskii (1978)
WM U. Weidmann (1993) *Transporttechnik ...*

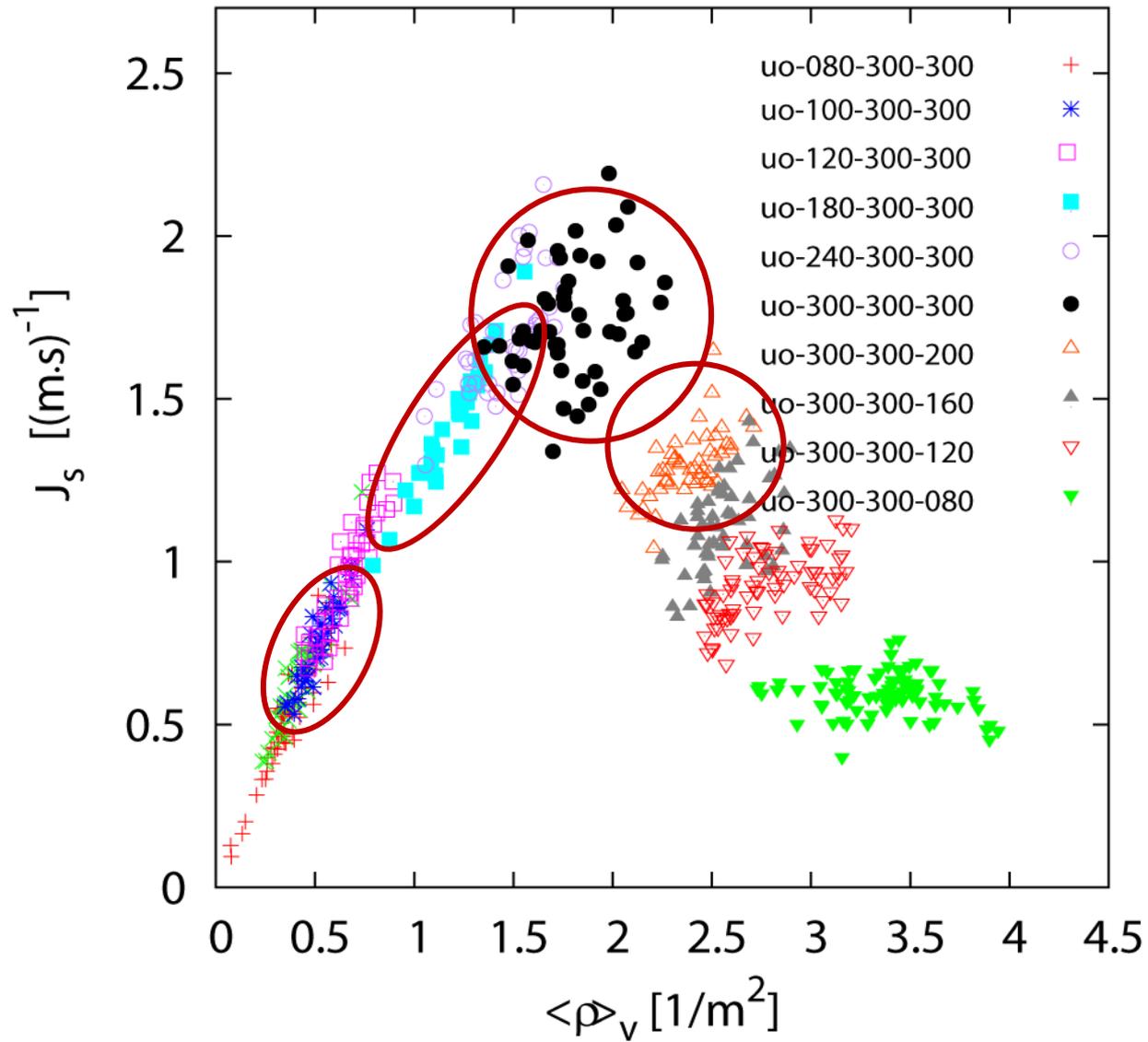
Unidirektional: Experiment



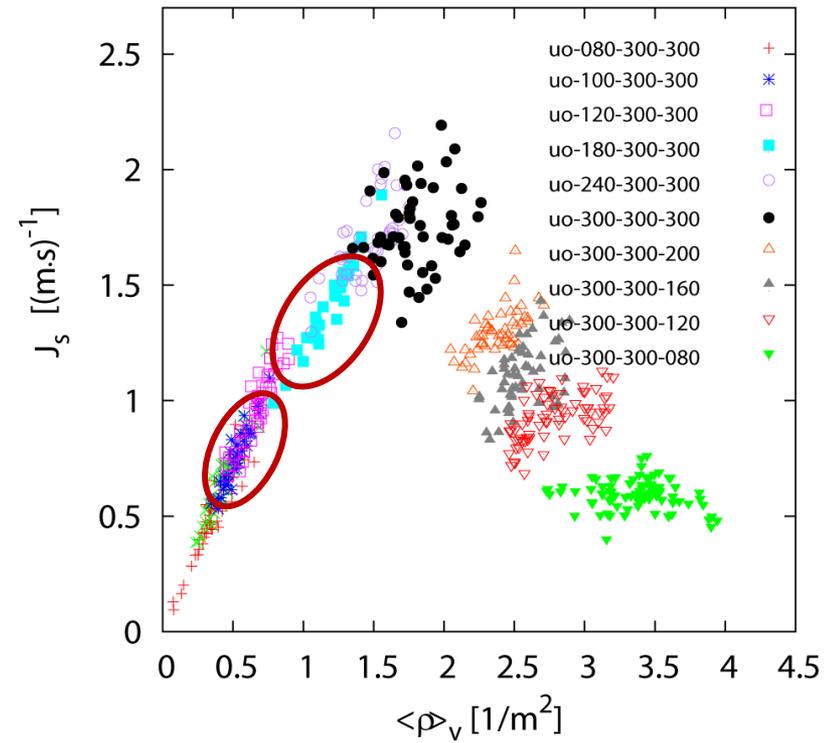
(a) Schematic illustration



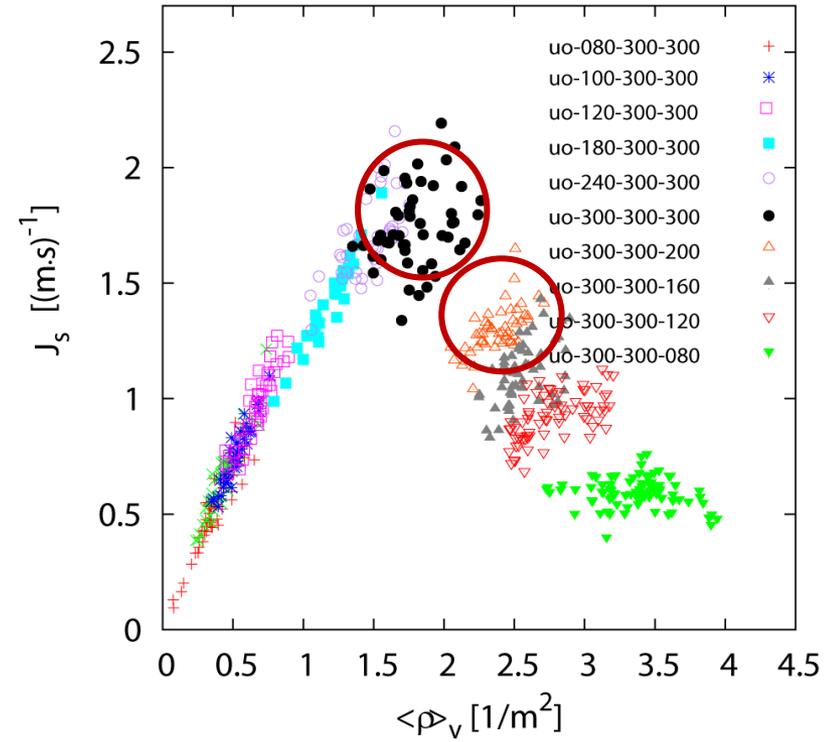
Fundamentaldiagramm: unidirektionaler Verkehr



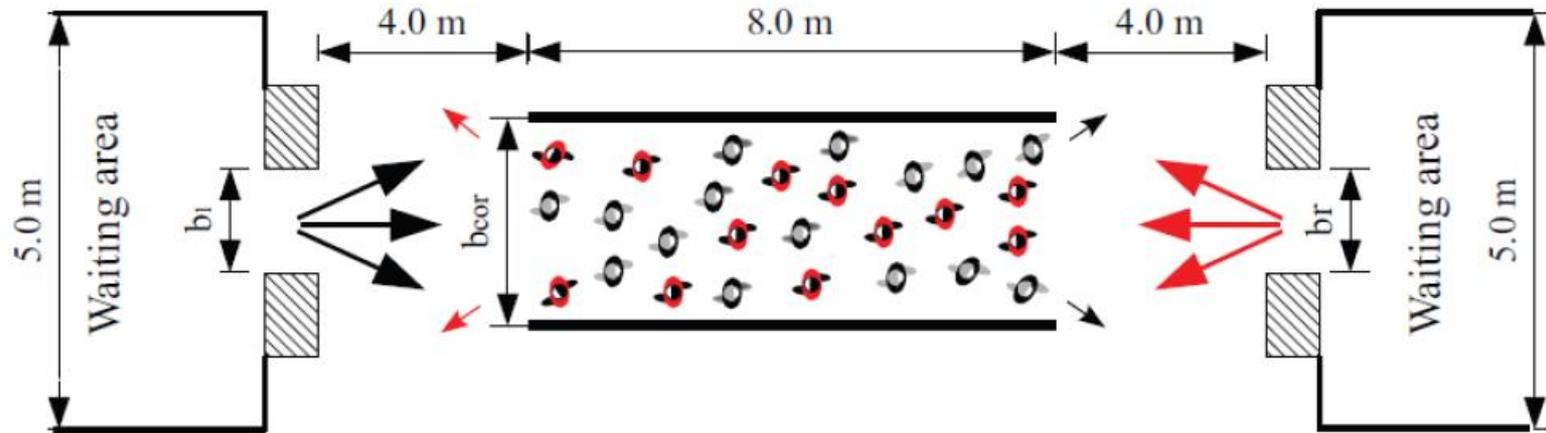
Fundamentaldiagramm: unidirektionaler Verkehr



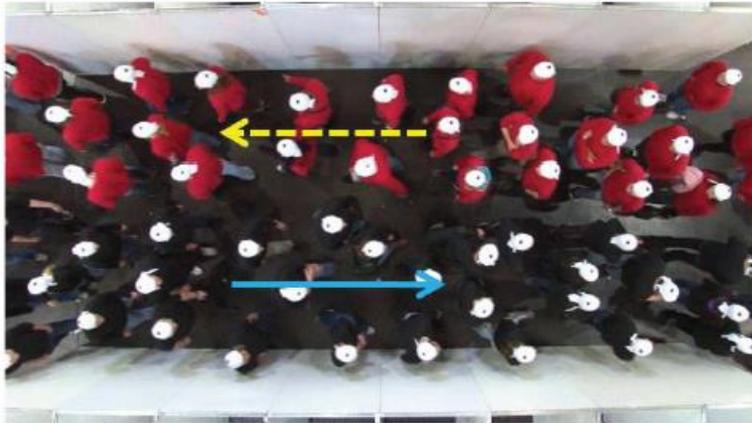
Fundamentaldiagramm: unidirektionaler Verkehr



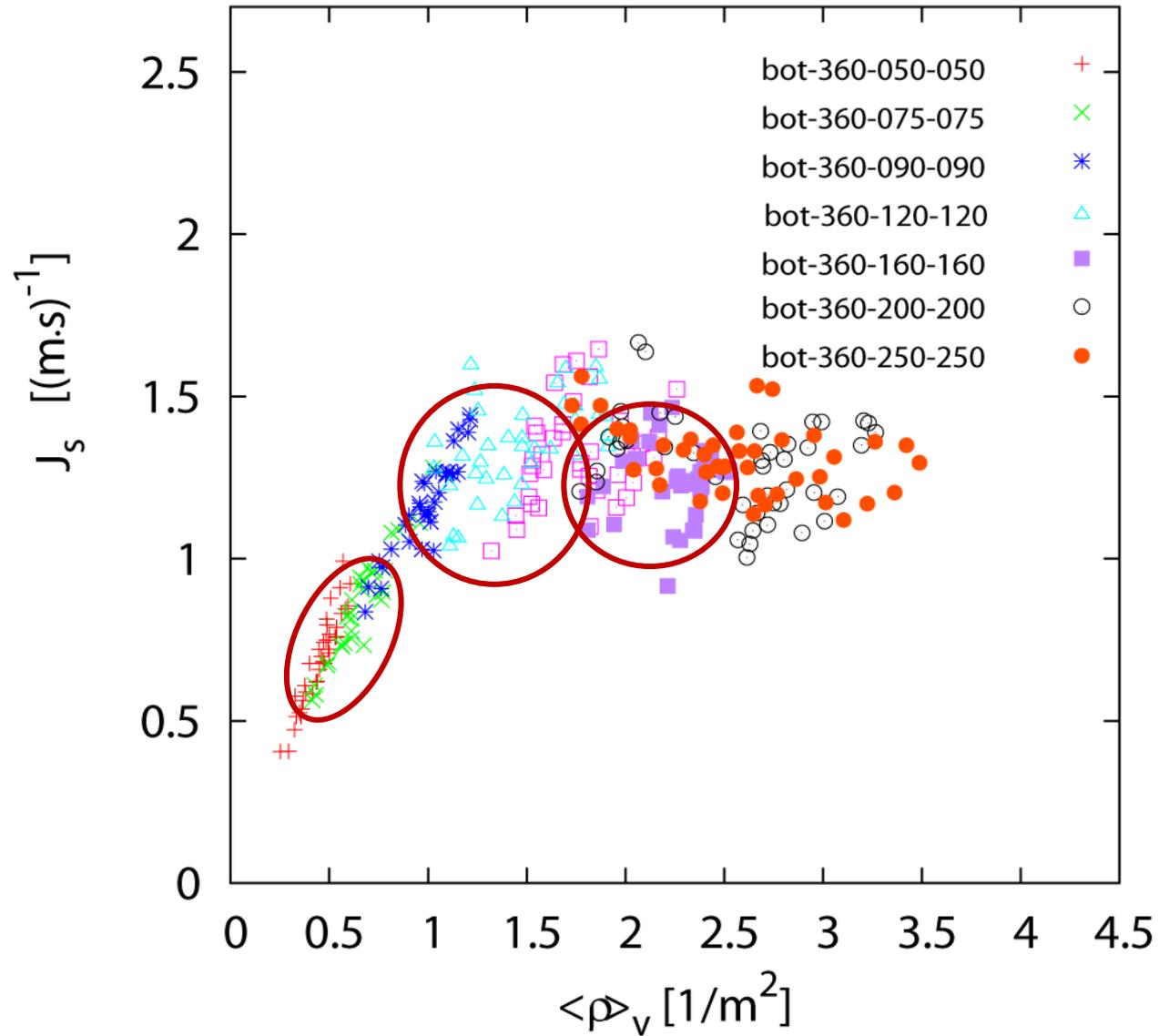
Fundamentaldiagramm: bidirektionaler Verkehr



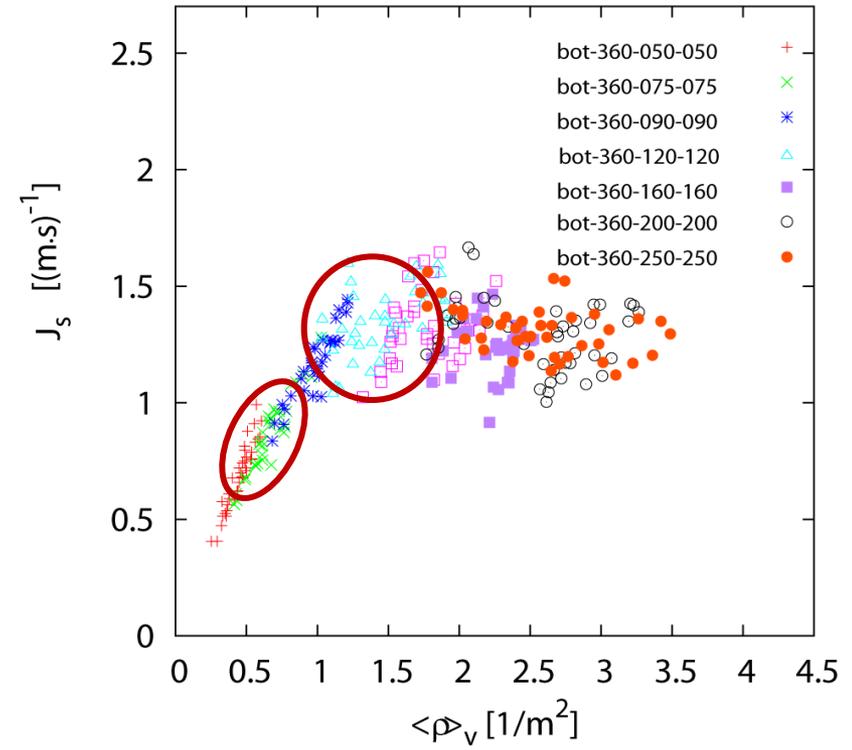
BO – freie Wahl des Ausgangs -> stabile Linien BOT – Vorgabe des Ausgangs links/rechts -> Bänder



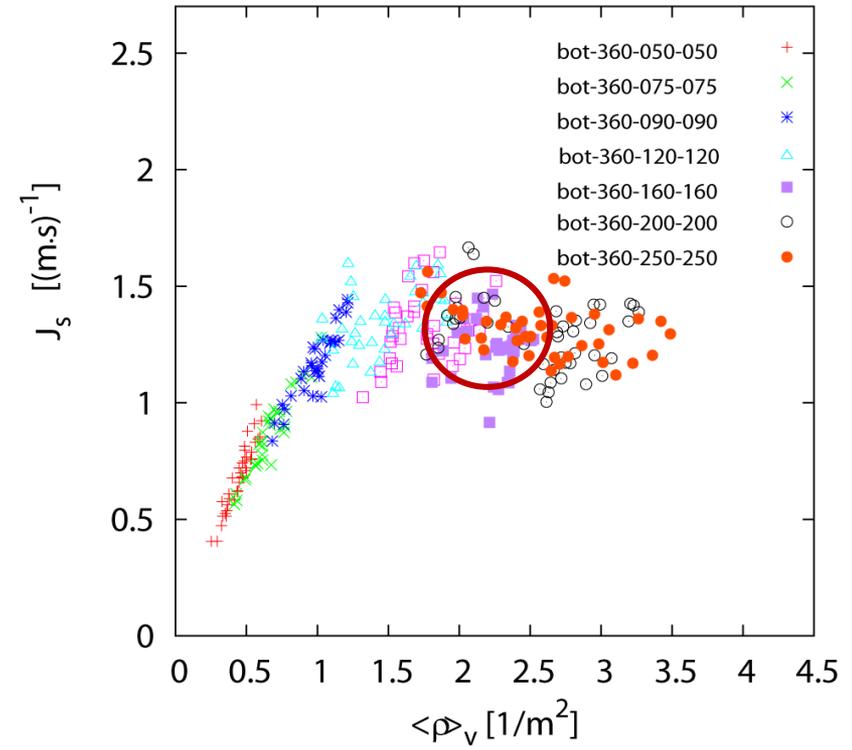
Fundamentaldiagramm: bidirektionaler Verkehr



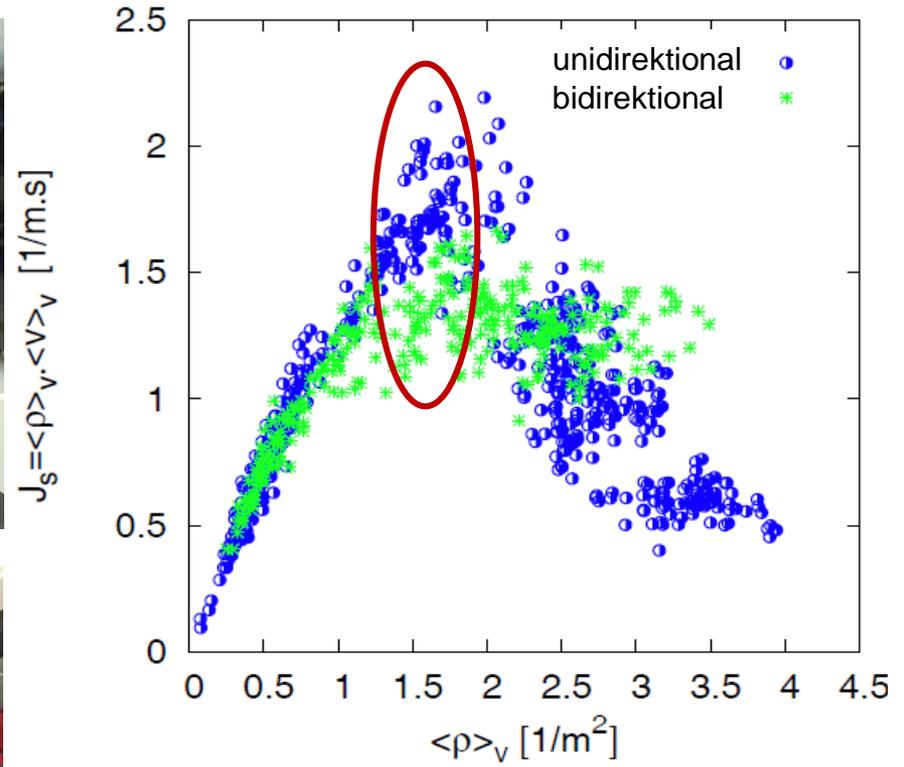
Fundamentaldiagramm: bidirektionaler Verkehr



Fundamentaldiagramm: bidirektionaler Verkehr

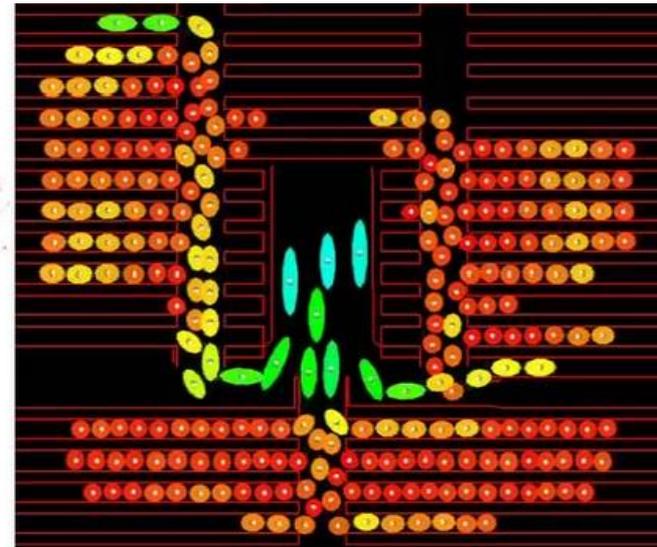
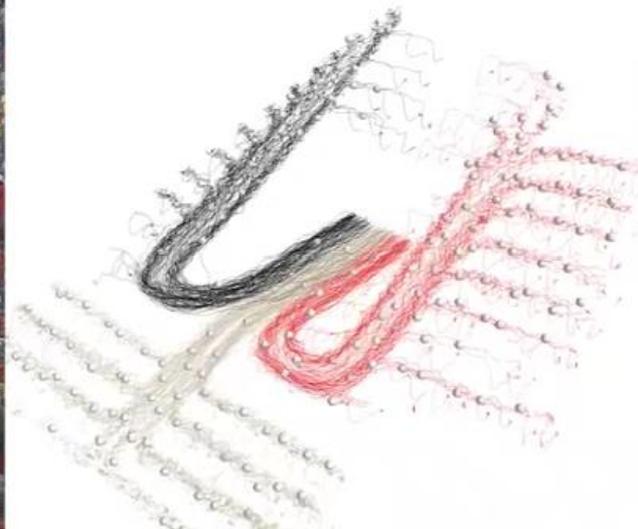


Vergleich uni- und bidirektionaler Verkehr

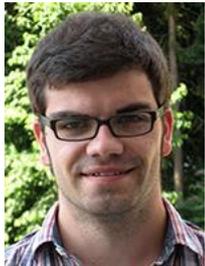
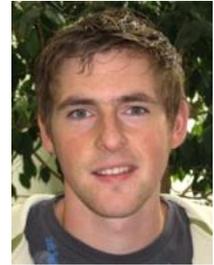


Zusammenfassung

Zusammenfassung



Danke für Ihr Interesse



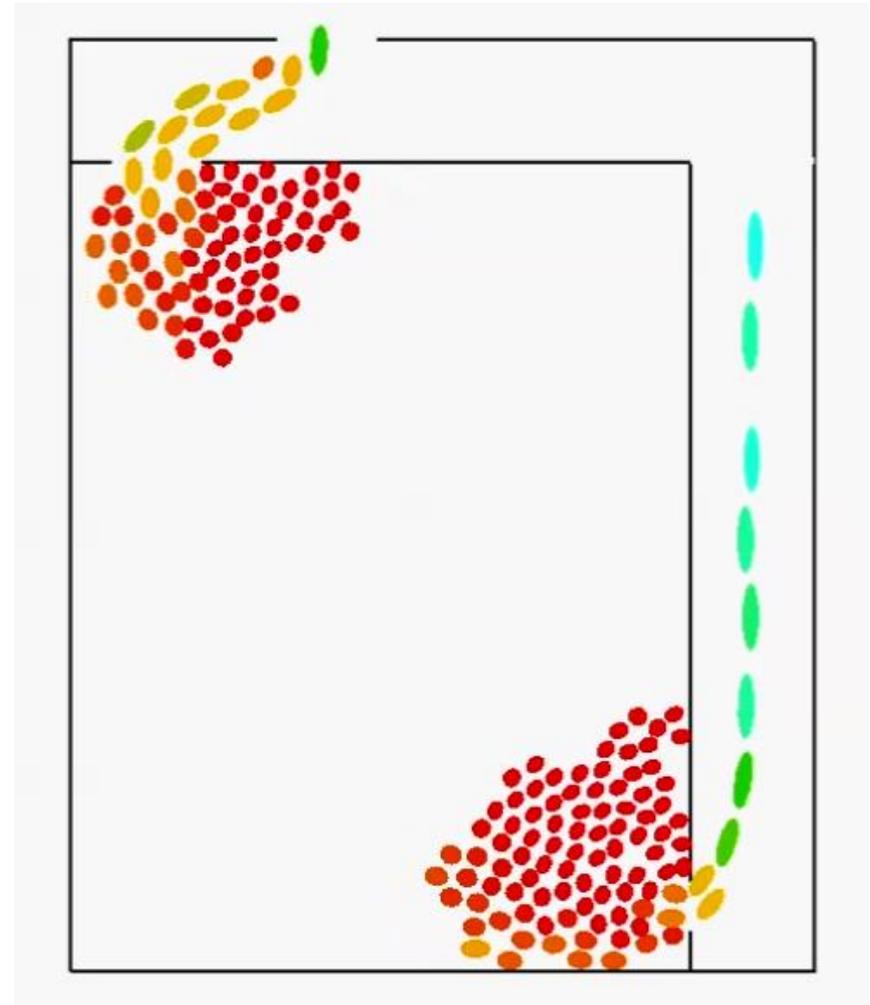
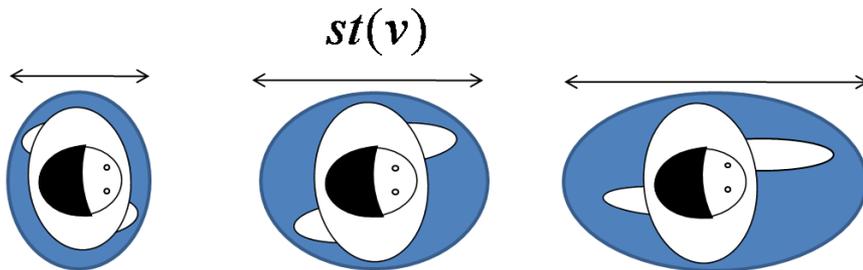
- Lukas Arnold
- Maik Boltes
- Mohcine Chraibi
- Stefan Holl
- Kevin Drzycimski
- Ulrich Kemloh
- Gregor Lämmel
- Weichen Liao
- Wolfgang Mehner
- Daniel Salden
- Benjamin Schröder
- Antoine Tordeux
- My Linh Würzburger
- Jun Zhang
- Erik Andresen
- Andreas Meunders
- Verena Ziemer



Modelle für Evakuierungssimulationen

Modellierung

- Fußgänger werden als Ellipsen dargestellt
- Ellipsen ändern ihre Größe mit der Gehgeschwindigkeit
- Sorgfältig validiert anhand experimenteller Daten



M. Chraibi et al. *Phys. Rev. E* 2010

