

Einsatzmöglichkeiten von Personenstrommodellen zur Bewertung der Personensicherheit bei Veranstaltungen

Dr. Volker Schneider

IST GmbH, Frankfurt/Main

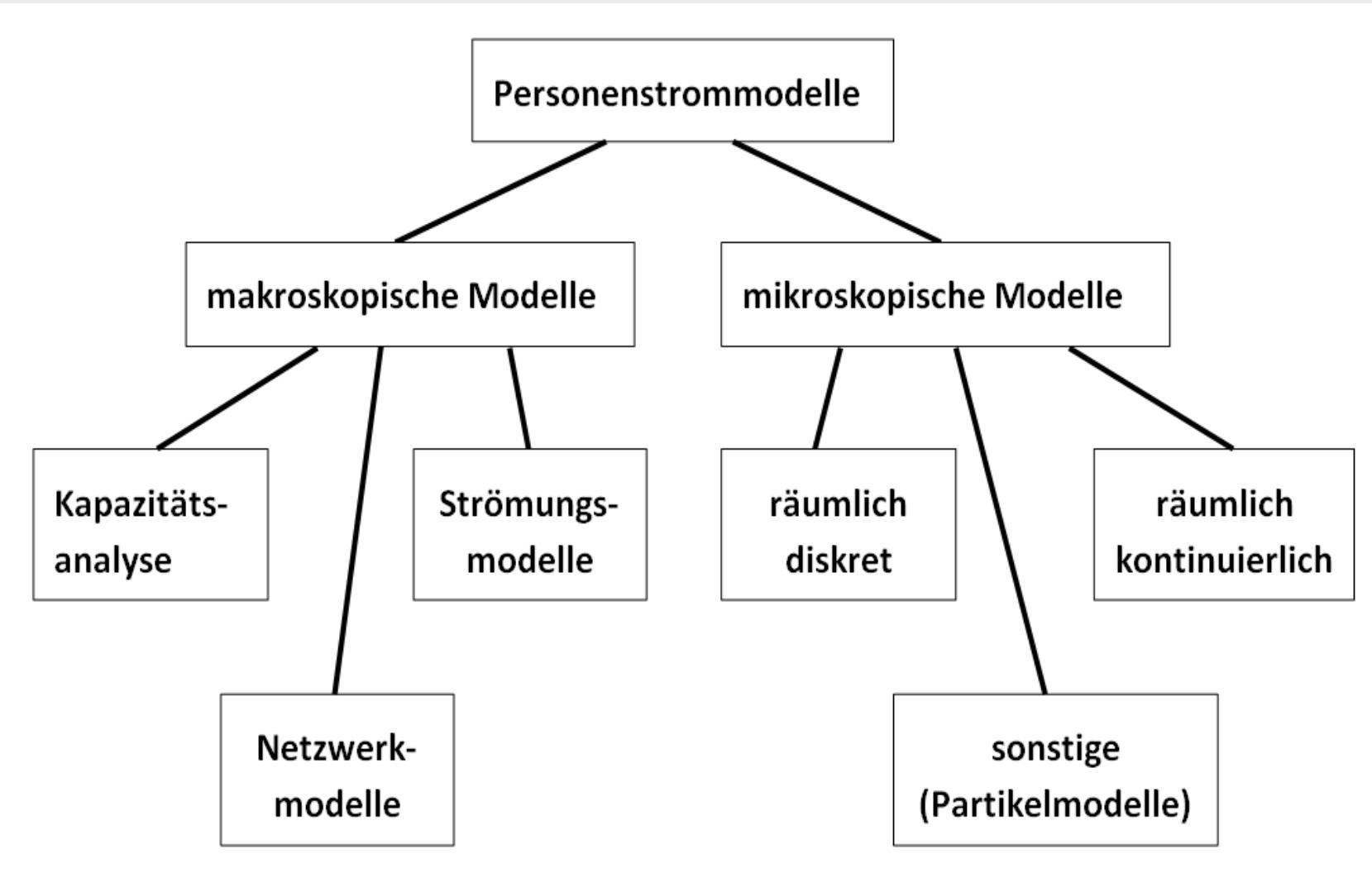


Gliederung

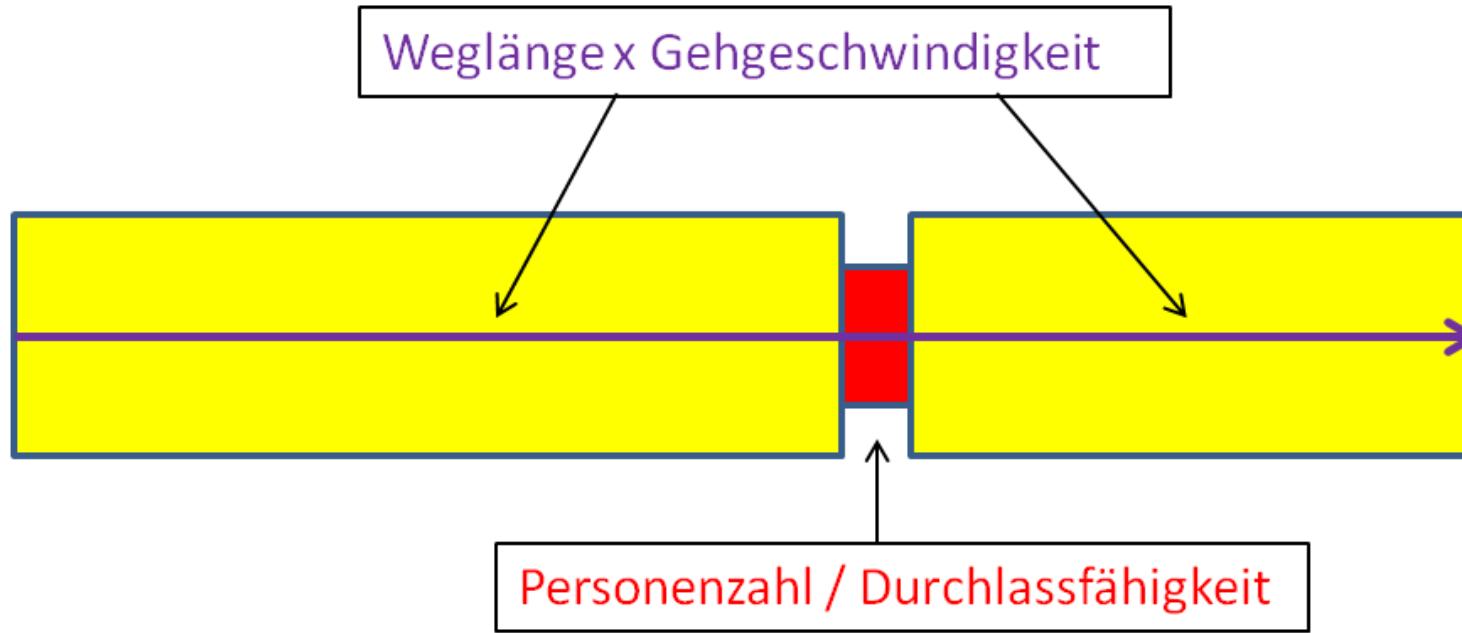
- Einführung
- Personenstromanalysen - Verfahrensweisen
- Sportstadien
- Forschungsprojekte Großveranstaltungen
- Räumungsanalyse (Zusammenfassung)



Personenstrom-Modelle



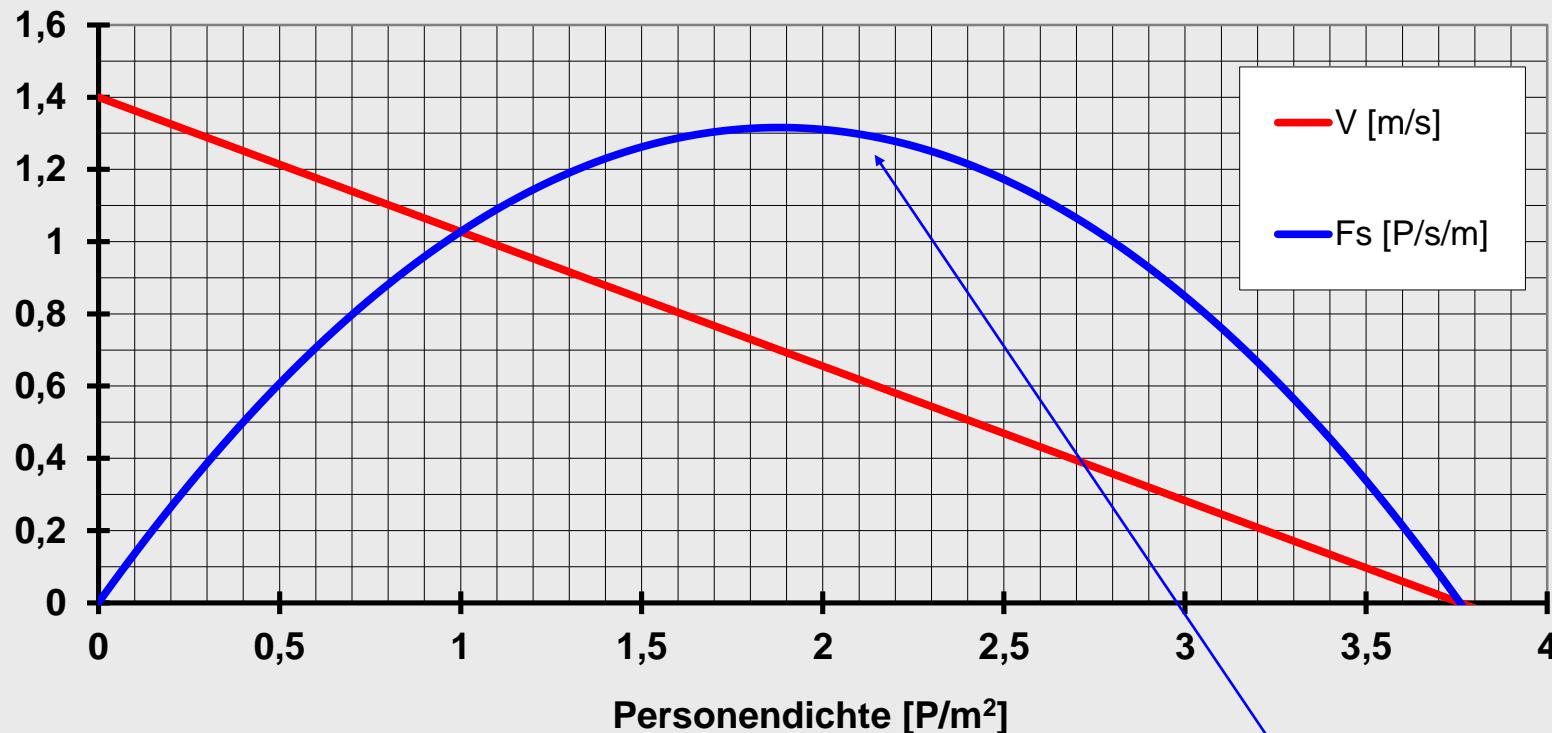
Kapazitätsanalyse



Wegelement	Gehgeschwindigkeit V	spz. Personenstrom F_s
Treppe (moderate Auslastung)	0,6 m/s	0,8 Per./s·m
Treppe (optimale Auslastung)	0,5 m/s	1,0 Per./s·m
Korridor, Mundloch (moderate Auslastung)	1,0 m/s	1,1 Per./s·m
Korridor, Mundloch (optimale Auslastung)	0,6 m/s	1,3 Per./s·m
Ausgang, Türe (moderate Auslastung)	1,0 m/s	0,9 Per./s·m
Ausgang, Türe (optimale Auslastung)	0,6 m/s	1,4 Per./s·m

Fundamentaldiagramm

Geschwindigkeit / spezifischer Personenstrom

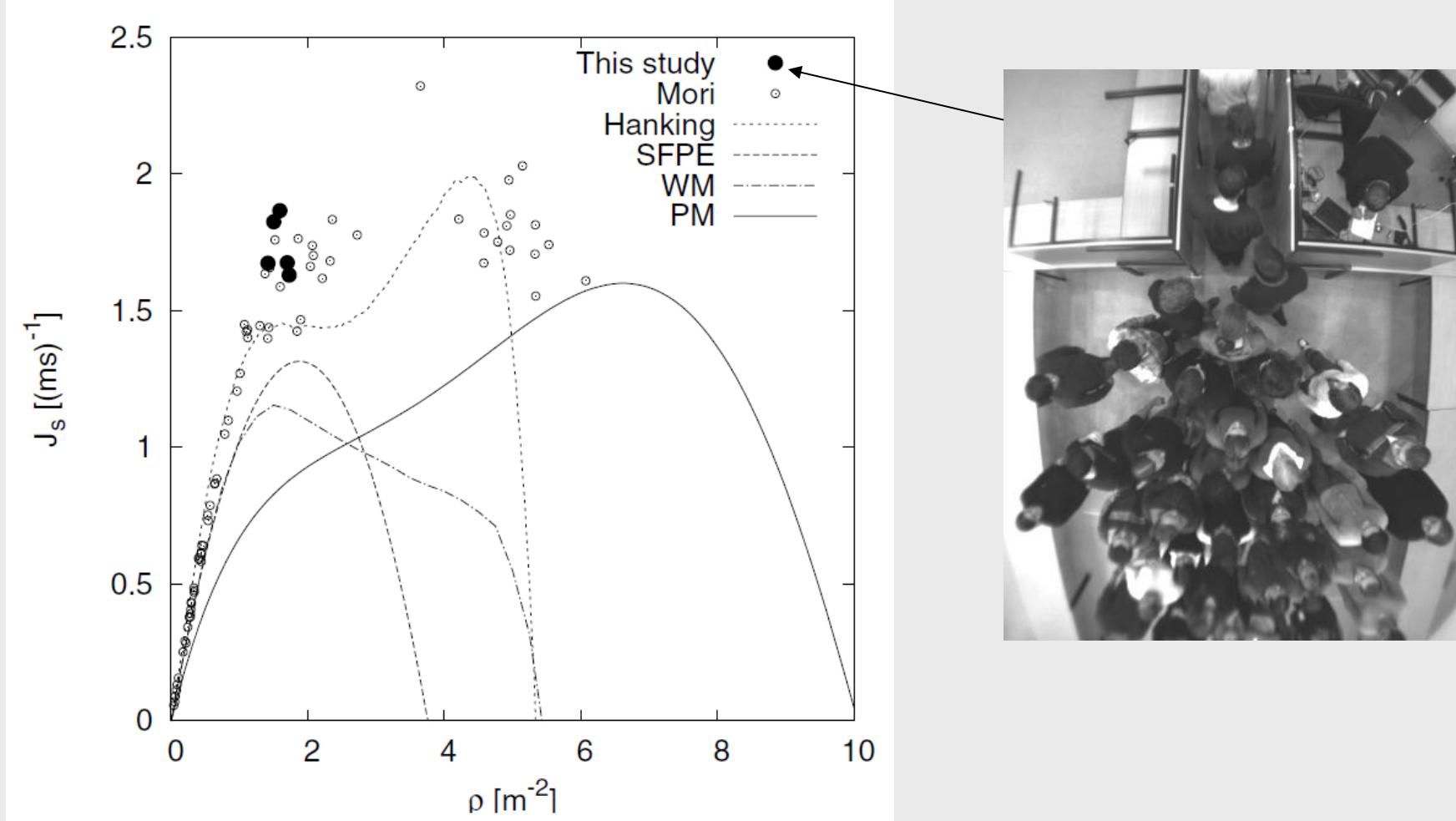


$$V = k - a k D ; F_s = V D$$

Fundamentaldiagramm (eben)

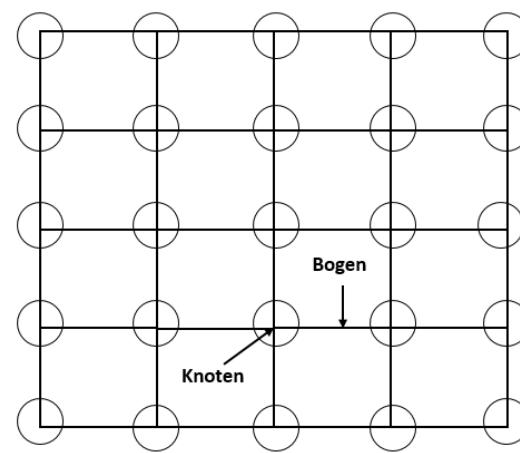
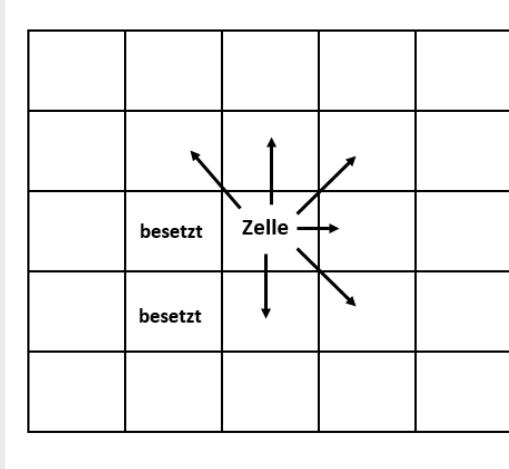


Fundamentaldiagramme (Daten)

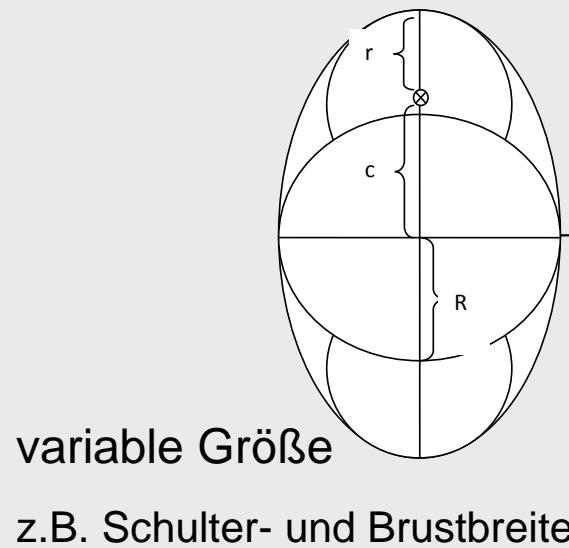


Armin Seyfried et al.: Capacity Estimation for Emergency Exits and Bottlenecks, Interflam 2007

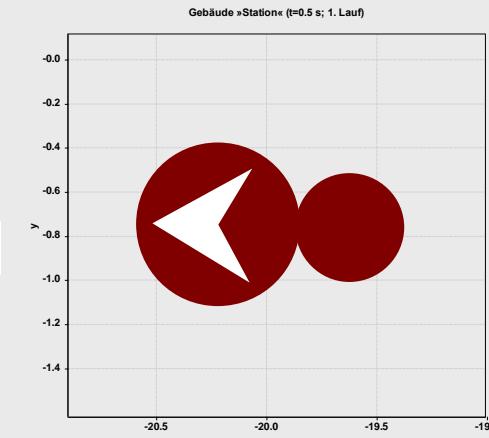
Mikroskopische Modelle



diskret

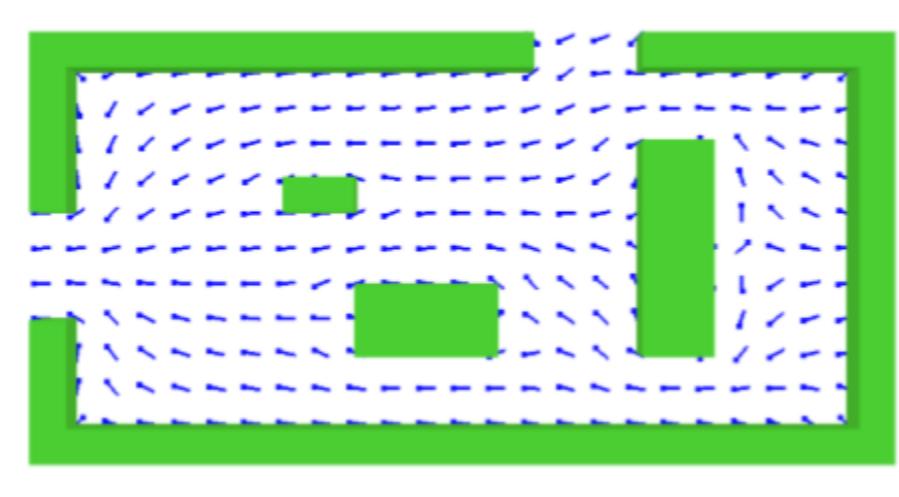


kontinuierlich



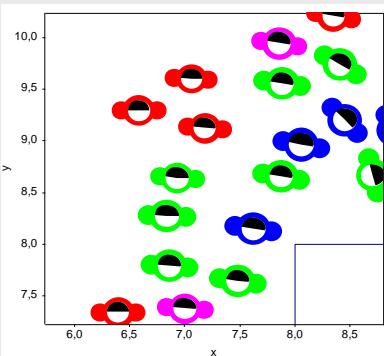
spezielle Agententypen – z.B. Rollstuhlnutzer

Mikroskopische Modelle (Orientierung)

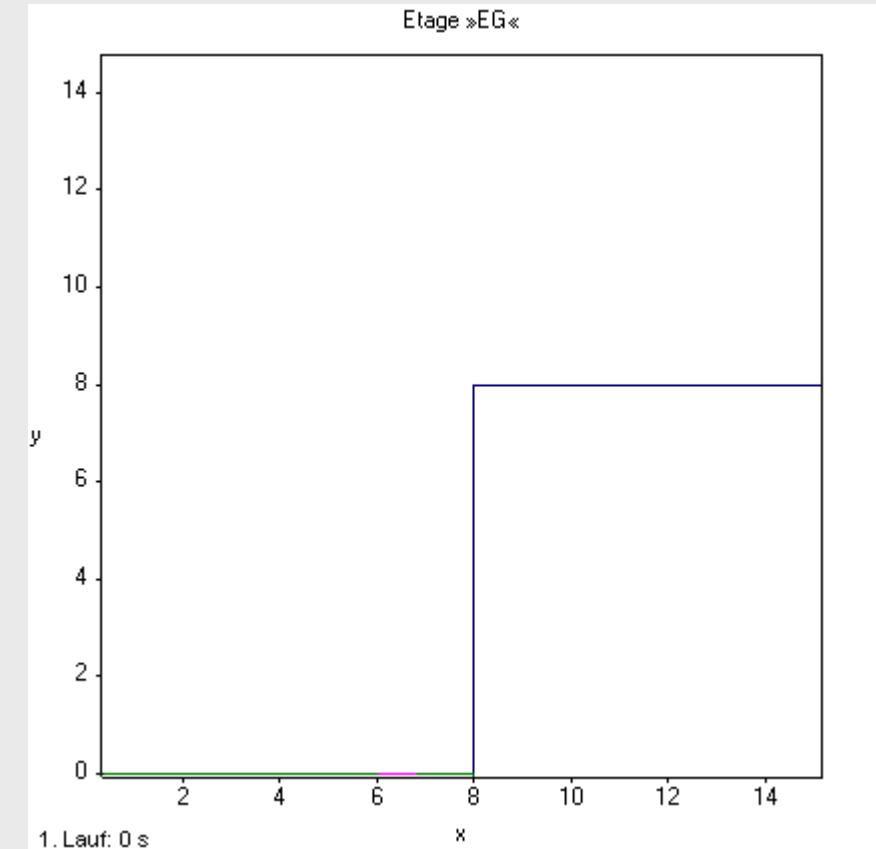


FDS+EVAC Technical Reference and
User's Guide, VTT-WORK-119, 2009

ASERI – fundamentale Bewegungsregeln:
Lauf um Hindernis mit Überholen, Ausweichen,
Aufschließen und Staubildung vor Ausgang



1,5 / 1,25 / 1,0 / 0,75 m/s



Vergleich mit Räumungsübung

Henry Weckman

VTT Building Technology, Fnnland

veröffentlicht in: Fire And Materials 23 (1999)

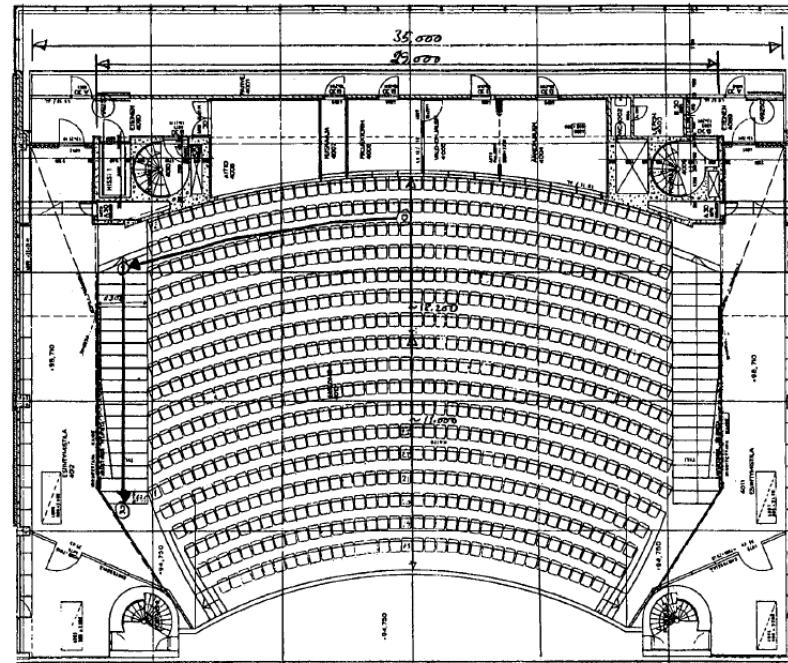
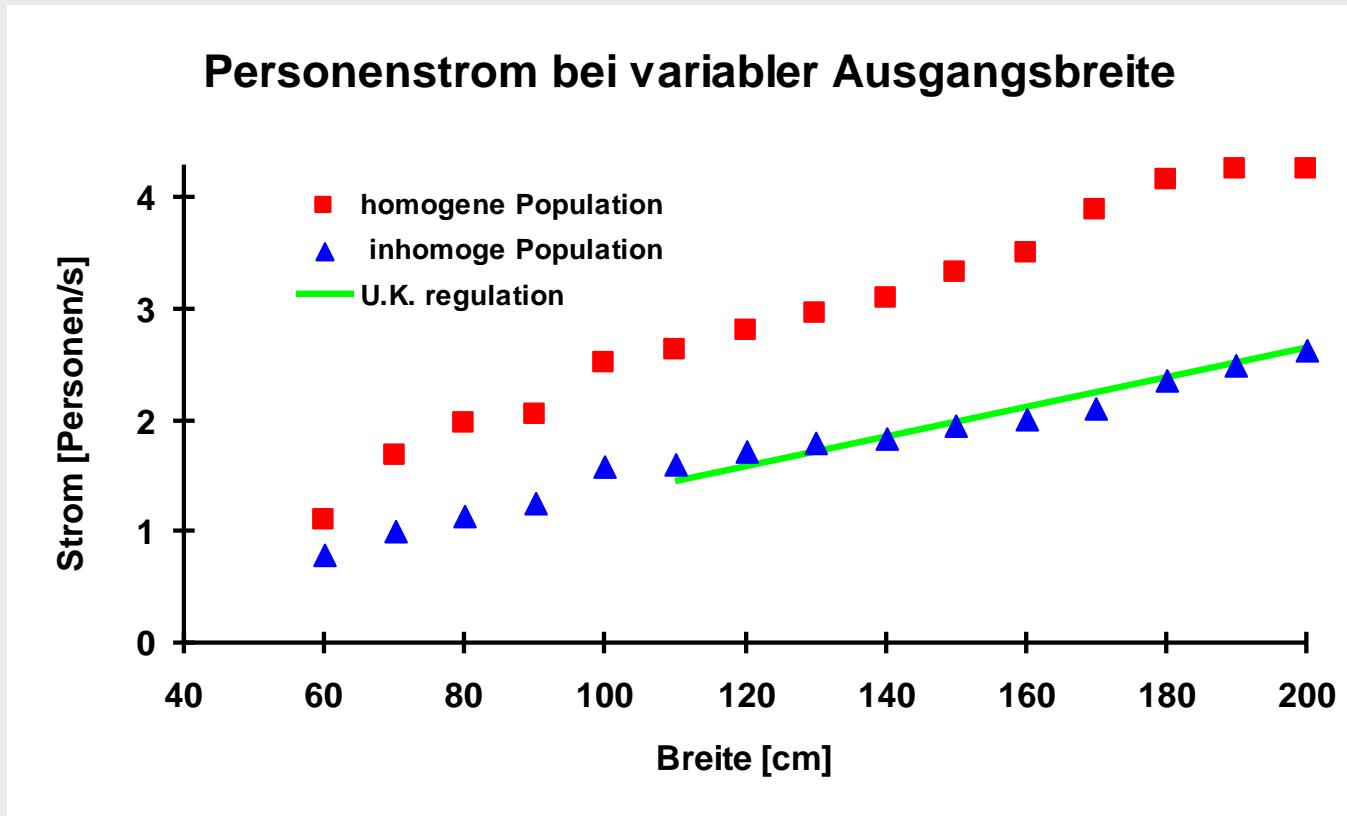


Table 3. Parameters describing the evacuation from the theatre as calculated by four computer programs. The number of evacuees in the exercise was 612, while 750 evacuees were used for both the computer and manual calculations. The bracketed results are projected numbers based on the population size

Program	Arrival time of first evacuee (s)	Total evacuation time (min:s)		Average specific flow rate (persons/(s m))
		750 persons	612 persons	
EVACNET+	85	5:20	(4.31)	0.53
buildingEXODUS	55	5:46	(4:50)	0.50
SIMULEX	50	5:40	(4:56)	0.52
ASERI	52	6:04	(5:11)	0.45
Exercise	70	(6:14)	5:30	
Manual calculation		5:50	(5:08)	

Staffelung der Fluchtwegbreite (MVStättV vor 2014)

Keine Evidenz bei Simulationen (seit 2002) und Experimenten (Hermes, BaSiGo 2010-2013)



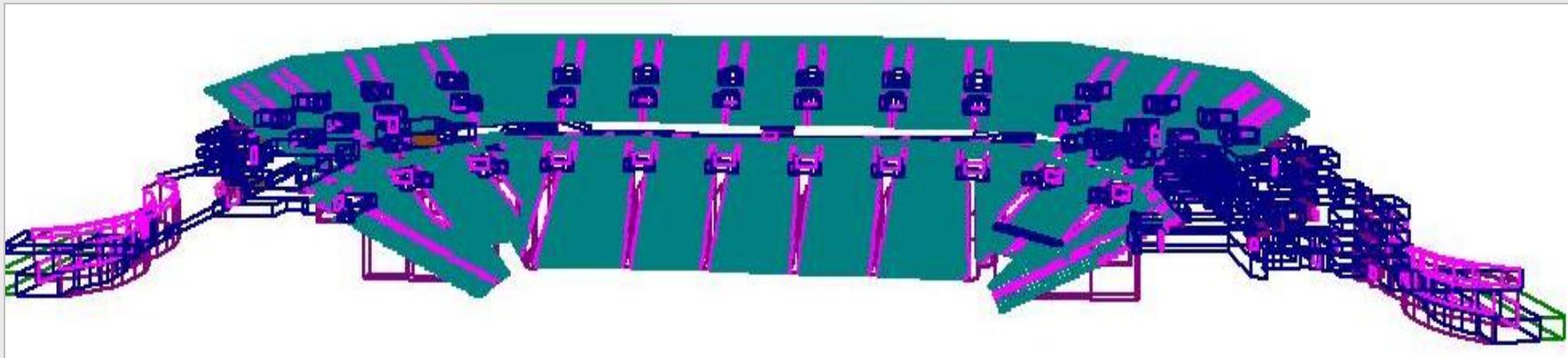
Panik?

- ... durch plan- und kopflose Flucht gekennzeichnetes Verhalten einer Menschenmenge -
- ... Zuspitzung einer Bewegung unter Gefahrenbedingungen +
- ... irrationales und egoistisches Verhalten von Personen -
- ... überwiegend zögerliches und altruistisches Verhalten der Personen +
- ... “crowd disaster“ infolge fehlender Kommunikation in einem Personenstrom +

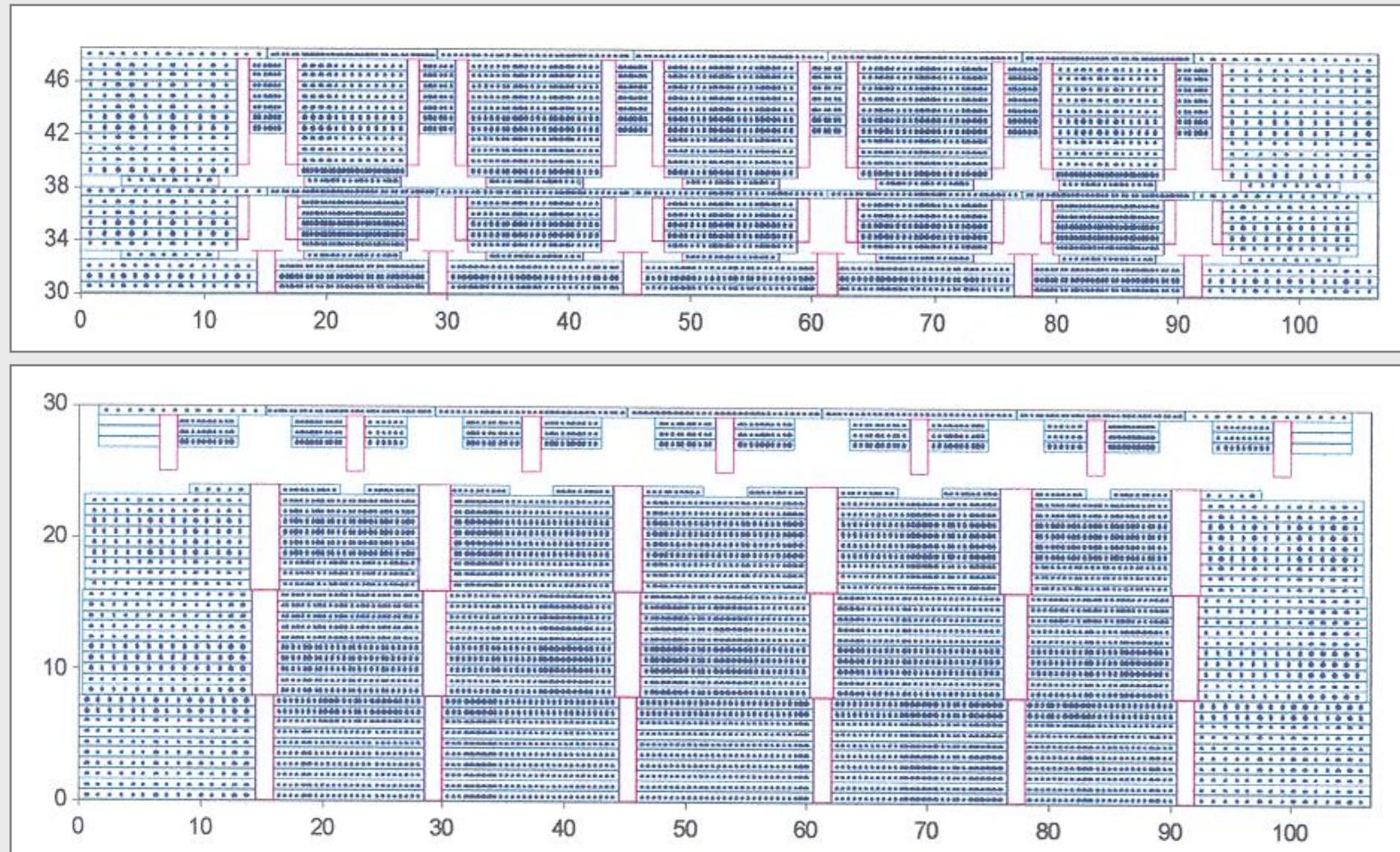


Veltins Arena - Räumungssimulation

Planung und Überprüfung der
Rettungswege aus dem
Arena-Innenraum durch
Simulation mit dem
3D-Modell ASERI



Veltins Arena - Ränge



Längstribüne: Ober- und Unterrang mit 3298 / 5362 Zuschauern



Personenstromanalyse

- Unterschiedliche Personengruppen
 - Typ A – Homogen, mobile Personen
 - Typ B – Homogen, eingeschränkte Mobilität
 - Typ C – Inhomogen, Typ A + Typ B

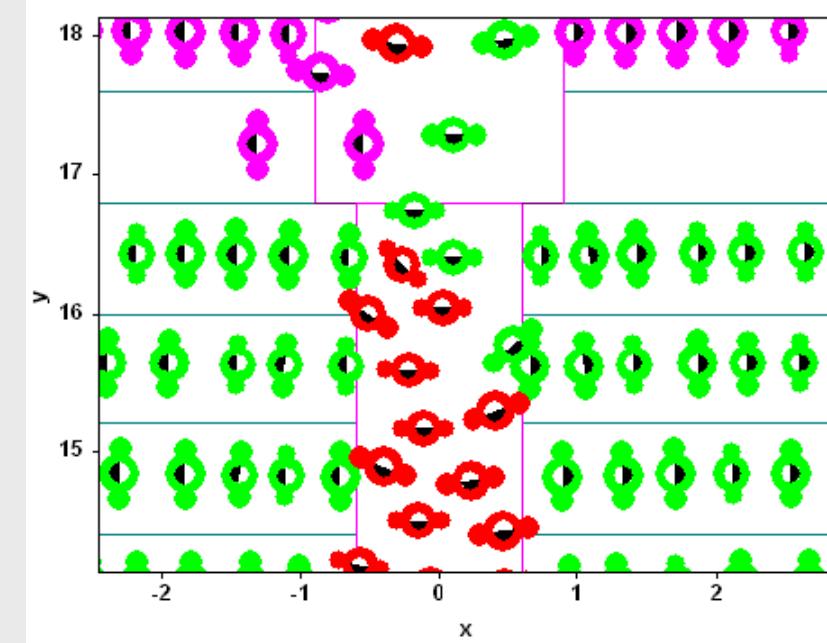
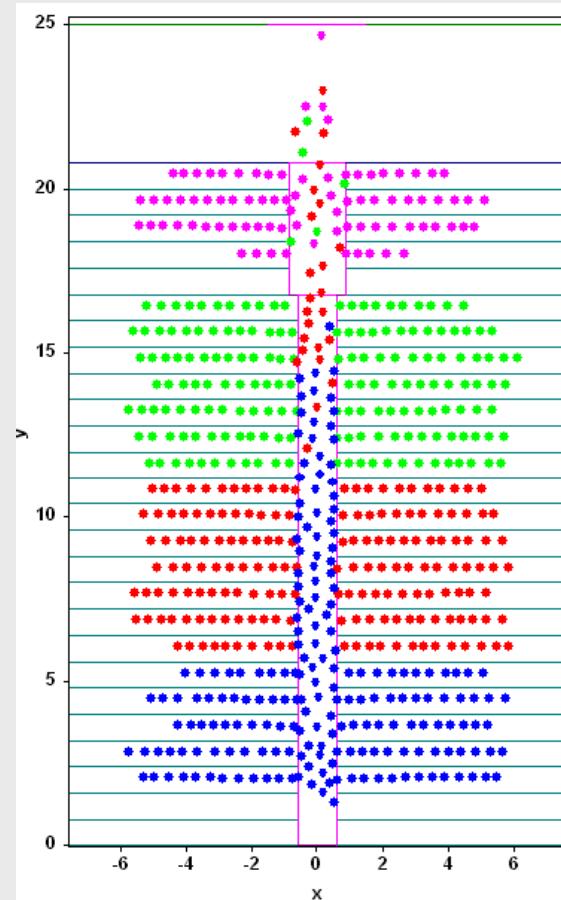
Rang	Typ A	Typ B	Typ C	Makro-skopisch
unten	5 min	9 min	8 min	11 min
oben	6 min	11 min	9 min	15 min

Beobachtete Räumungszeit: 5 - 8 min
(Oberbrandrat M. Axinger, BF Gelsenkirchen)



Allianz-Arena - Tribünensegmente

Analyse einzelner Tribünensegmente



BMBF-Verbundprojekt EVA

EVA: Risiko Großveranstaltungen – Planung, Bewertung,
Evakuierung und Rettungskonzepte (2009 – 2012)



BMBF-Verbundprojekt BaSiGo

Bausteine für die Sicherheit von Großveranstaltungen -
BaSiGo (2012 – 2015)



Cranger Kirmes (Videoaufzeichnungen)



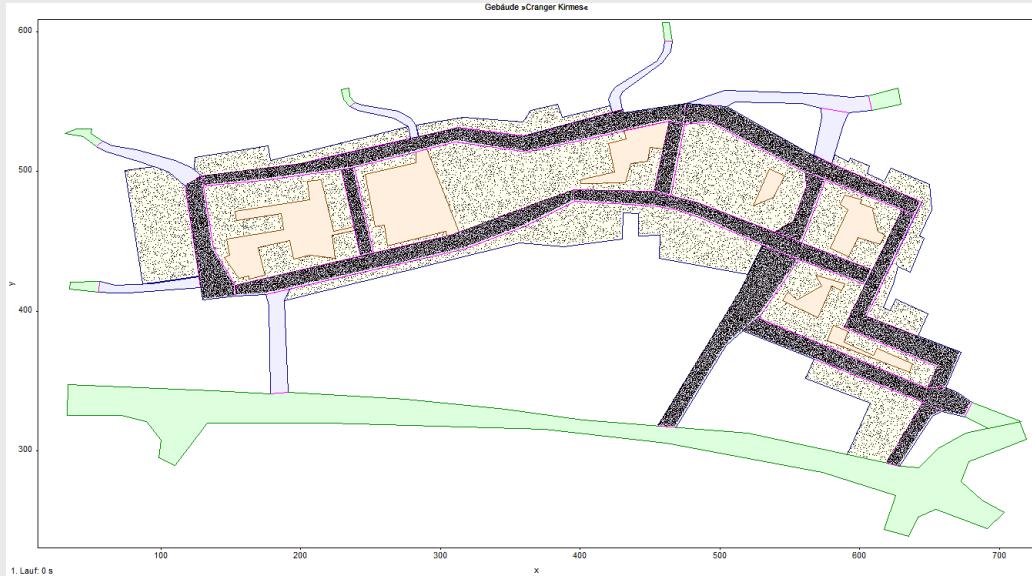
Auswertung der Personendichten
und Bewegungsmuster über den
Veranstaltungsverlauf
(oben: Referenzfläche nachmittags
Mitte: 1,5 P/m² am früher Abend
unten 2,5 P/m² am später Abend)



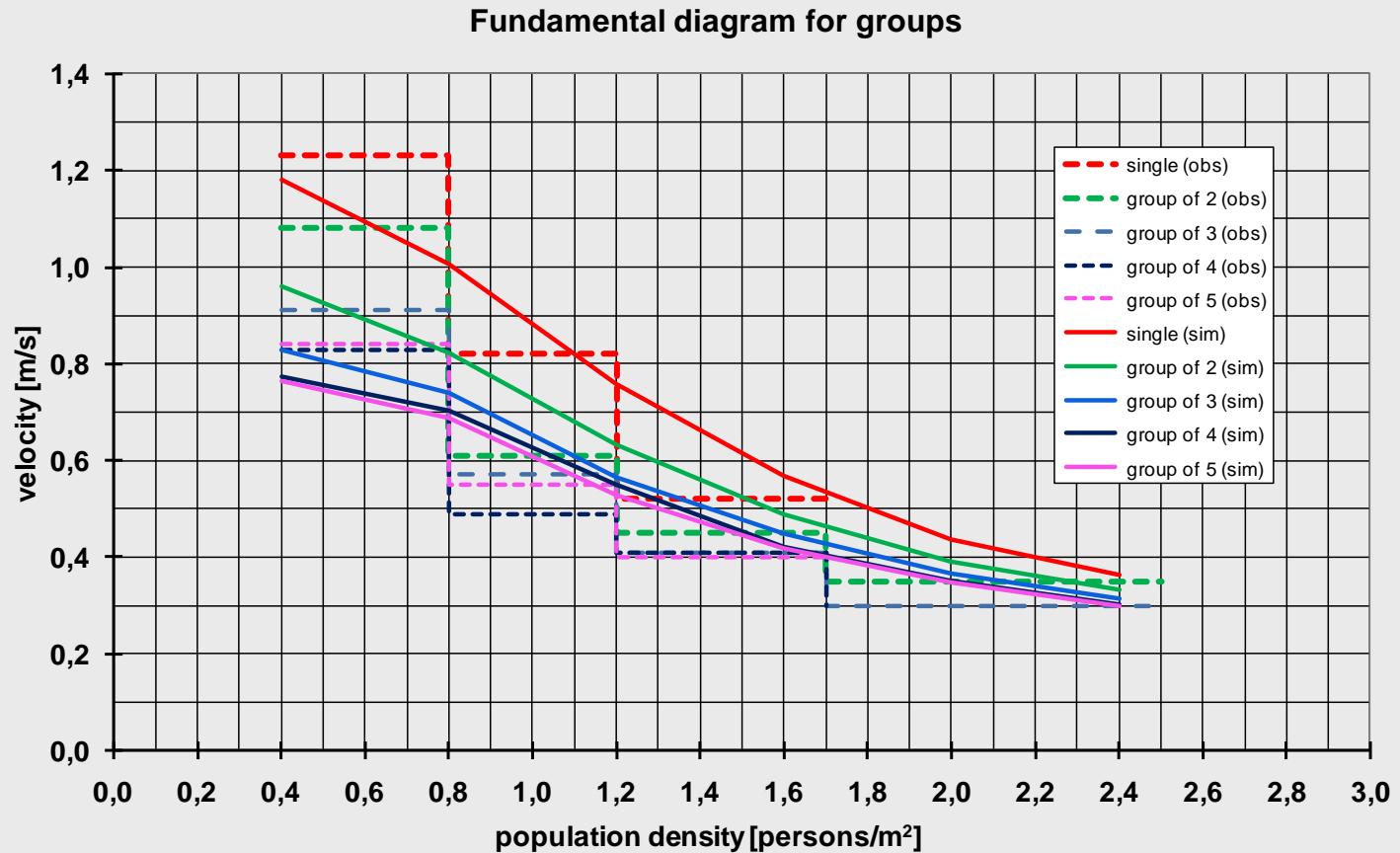
Bildmaterial: vfdb
(Dr. Oberhagemann)



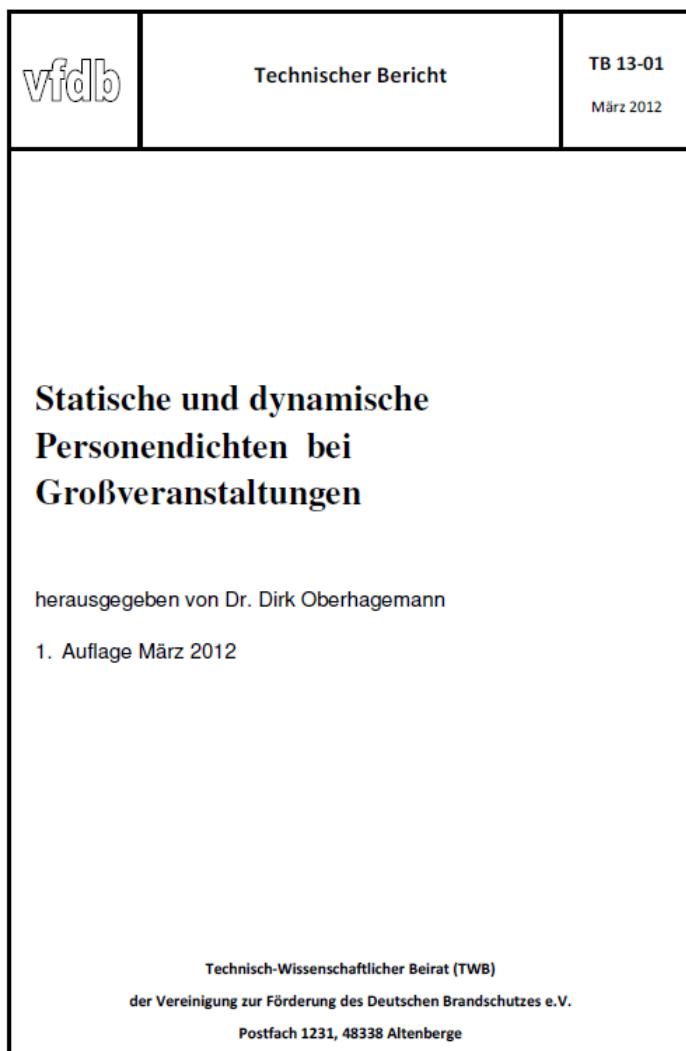
Cranger Kirmes (Simulation Räumung)



Gruppenbildung (Simulation vs. Beobachtung)



Personendichten bei Großveranstaltungen



7. Personenstromanalysen mit Simulationsmodellen

Die in den Abschnitten 5 und 6 entwickelten Schlussfolgerungen lassen sich auch durch entsprechende Simulationsrechnungen stützen. Dazu ist es notwendig, sogenannte mikroskopische Evakuierungsmodelle (auch Individualmodelle genannt) einzusetzen, welche die Bewegung einzelner Personen beschreiben. Nur so können - unter Berücksichtigung relevanter baulicher Umgebungseinflüsse, individueller Merkmale und Verhaltensoptionen (Körpergröße, Zielvorgaben, Gruppenbildung, etc.) sowie gegebenenfalls auch organisatorischer Maßnahmen (Handlungsanweisungen, mobile Sperren, etc.) - Situationen untersucht werden, die zu erhöhten Personendichten führen.

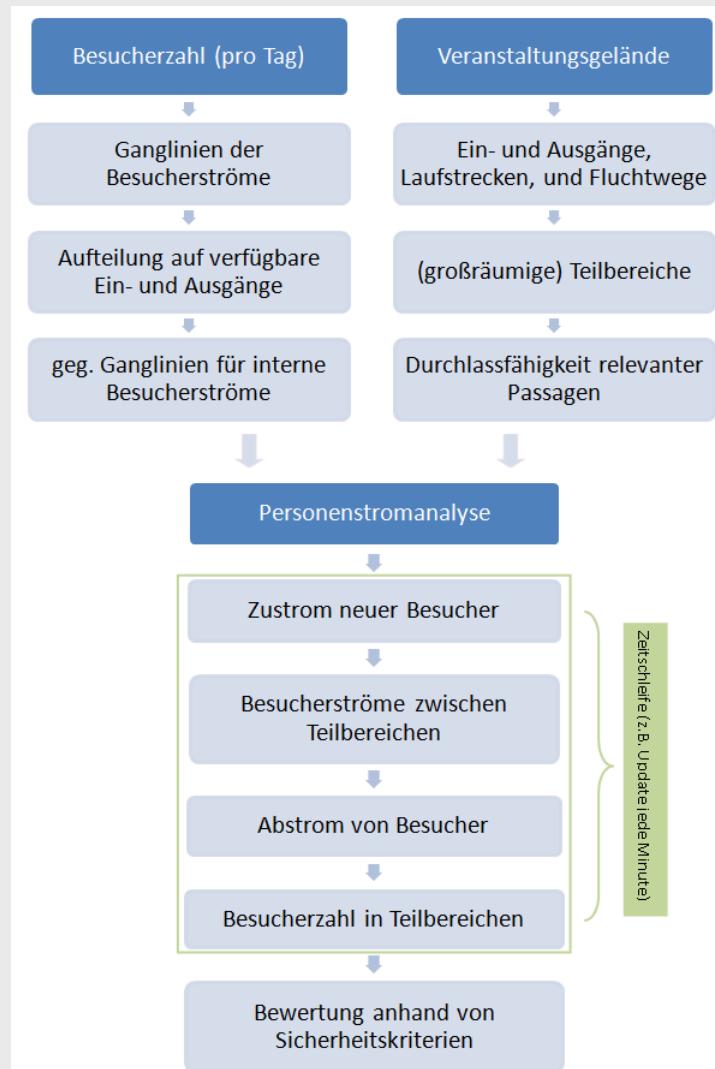
So wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens „Risiko Großveranstaltungen – Planung, Bewertung, EVAkierung und Rettungskonzepte - EVA“ Simulationsrechnungen mit dem Personenstrom-Modell ASERI für einige der hier aufgeführten Veranstaltungen durchgeführt, sowohl für den stark frequentierten störungsfreien Ablauf als auch für hypothetische Notfallsituationen mit anschließender (Teil-)Räumung des betroffenen Geländes. Die beiden nachfolgenden Abbildungen zeigen exemplarisch ein Räumungsszenario für die Cranger Kirmes. Anfangs befinden sich 55.000 Besucher auf dem Veranstaltungsgelände (Bild 14). Fünf Minuten nach Beginn der Räumung haben sich auf den vom Gelände wegführenden Straßen verdichtete Personenströme gebildet.



Bild 14: 55.000 Besucher verteilt auf dem Gelände der Cranger Kirmes



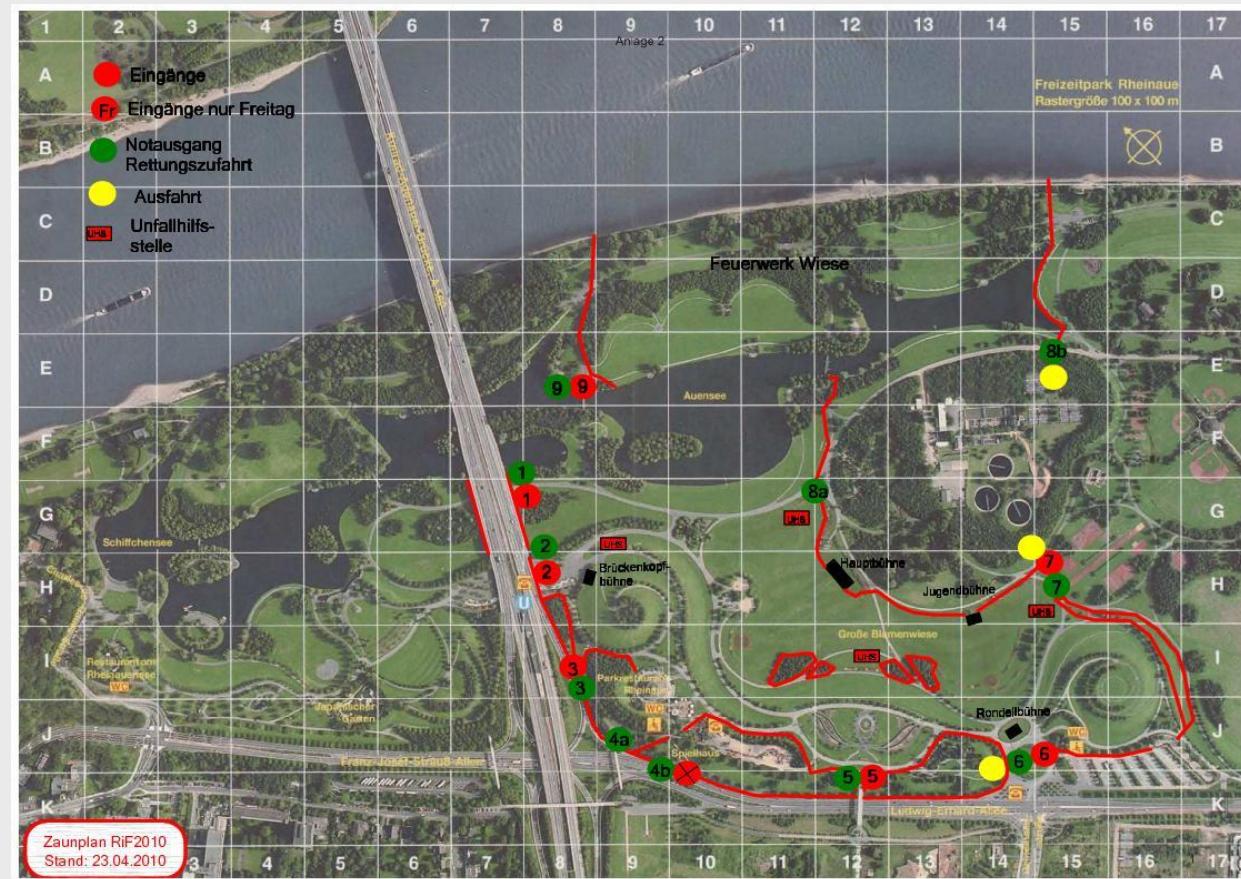
Kapazitätsgesteuerte Personenstromanalyse



1. Überprüfung der **Konsistenz** vorgegebener Randbedingungen (Ganglinien des Zu- und Abstroms von Besuchern, Durchlassfähigkeit von Einlässen und Wegstrecken)
2. Feststellung der mittleren **Besucherdichte** in definierten Arealen des Veranstaltungsgeländes für eine anschließende Sicherheitsbewertung,
3. Untersuchung des globalen Ablaufs einer vollständigen **Räumung** unter Einbeziehung aller verfügbaren Fluchtwege,
4. Rückrechnung zur Ermittlung möglicher **Ganglinien** des Einstroms und des Abstroms der Besucher aus vorgegebenen (maximalen) Besucherzahlen auf dem Veranstaltungsgelände.



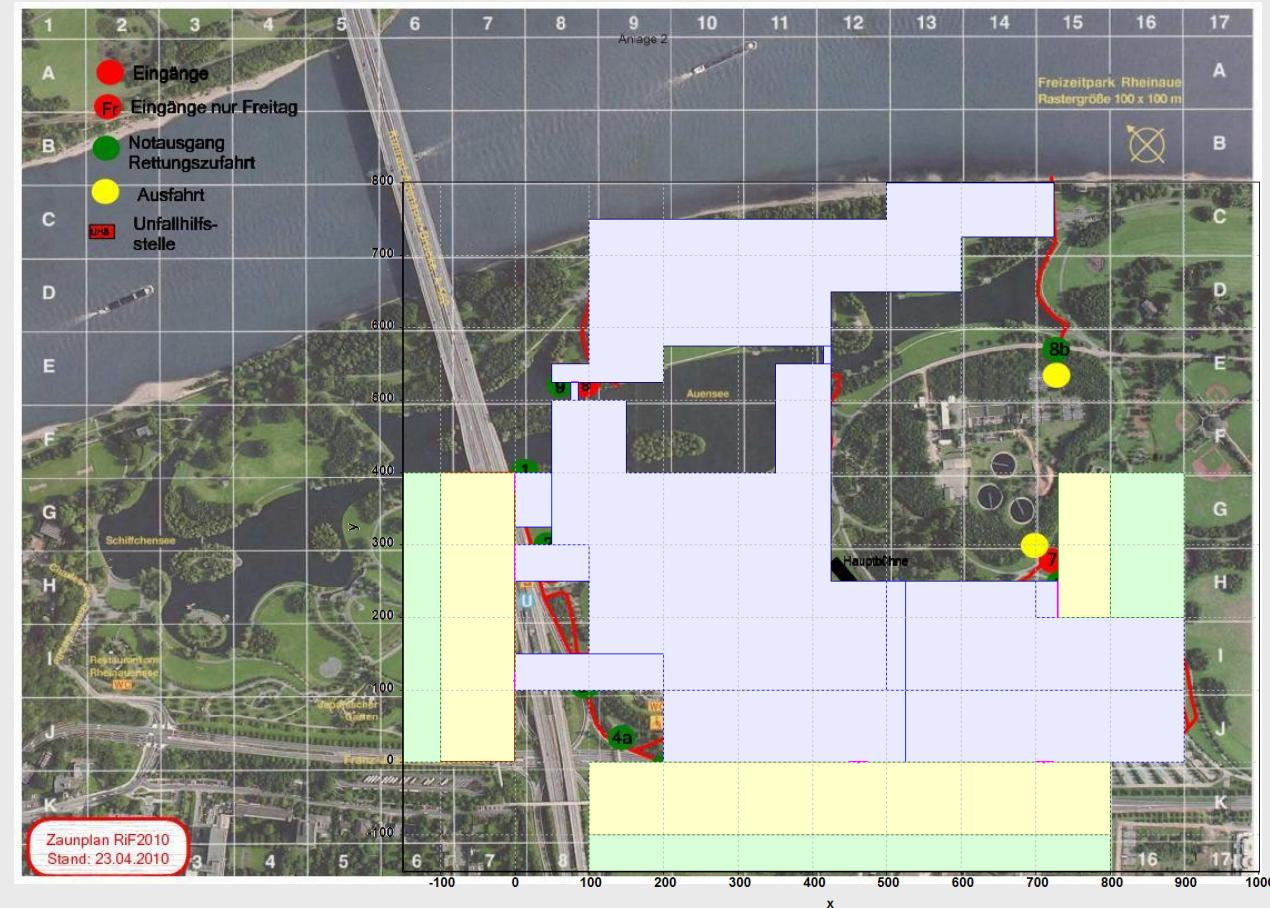
Rhein in Flammen



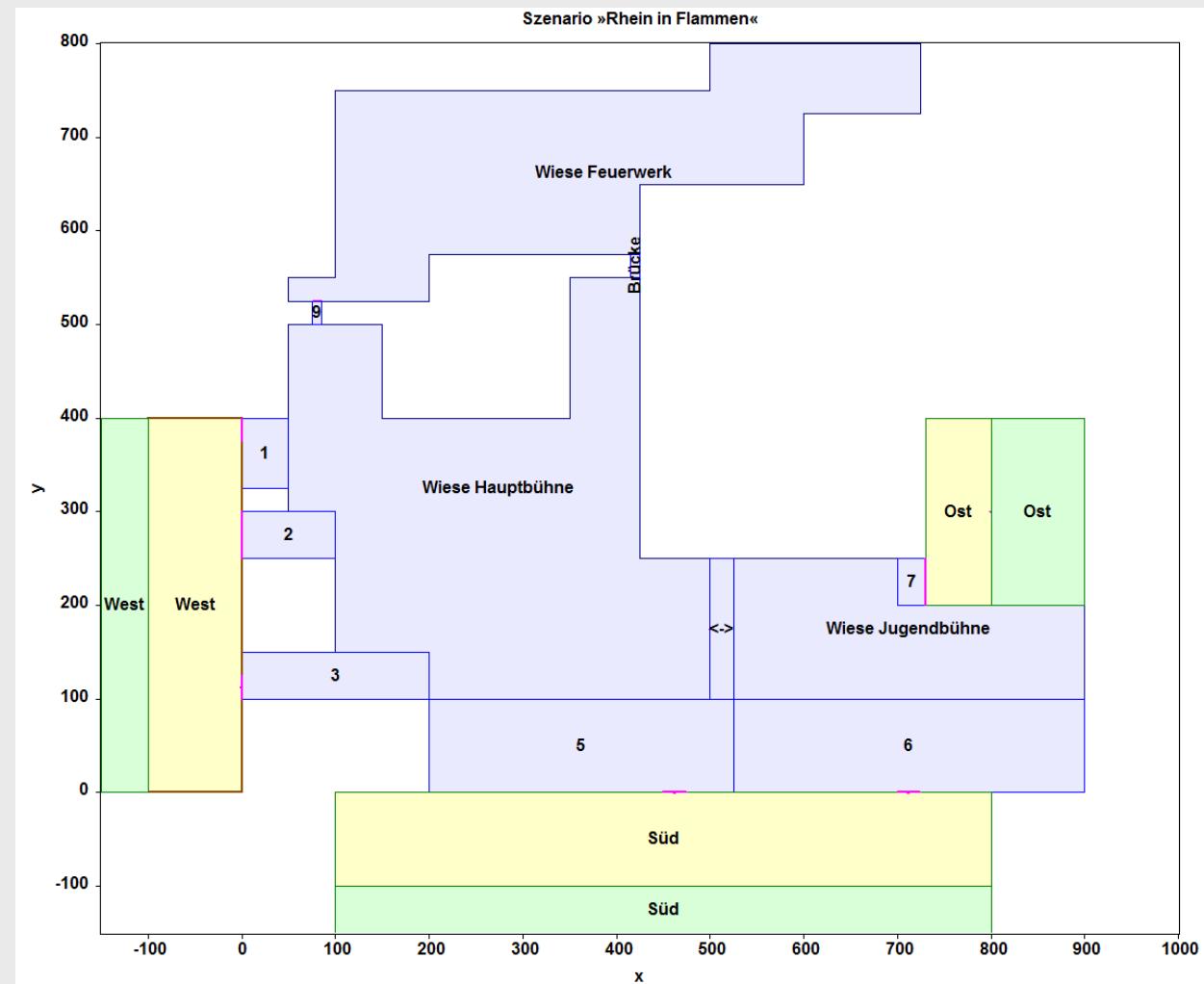
Bildmaterial: BMBF-Projekt BaSiGo



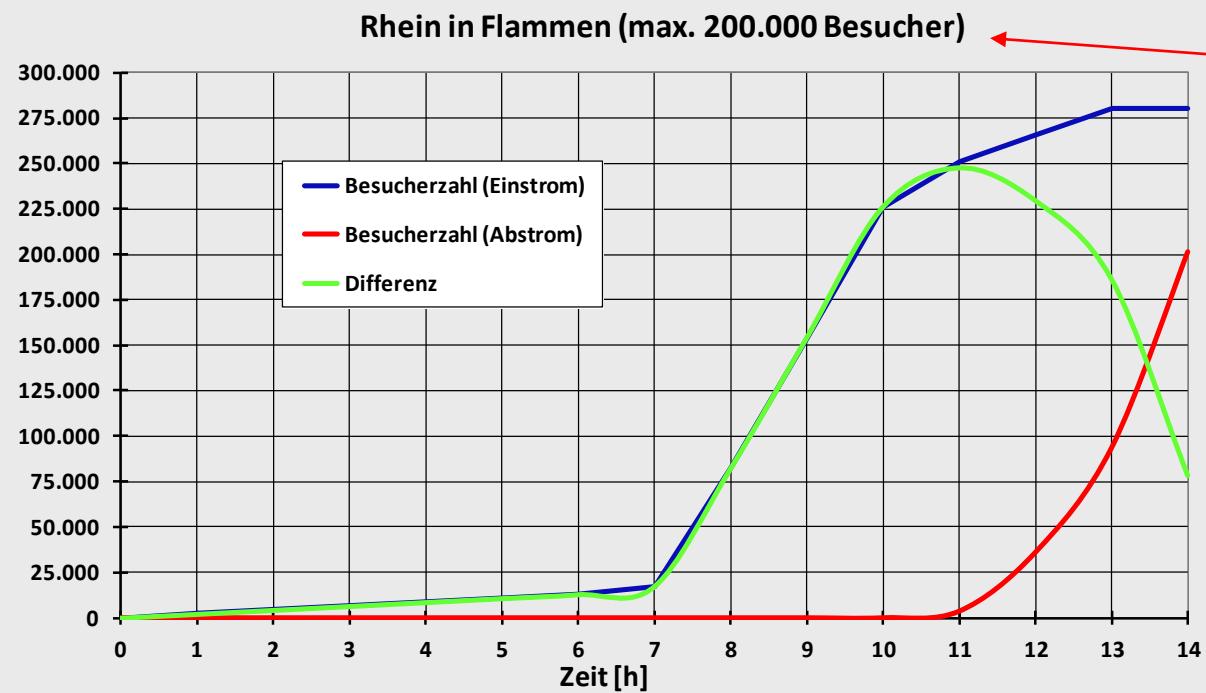
Rhein in Flammen



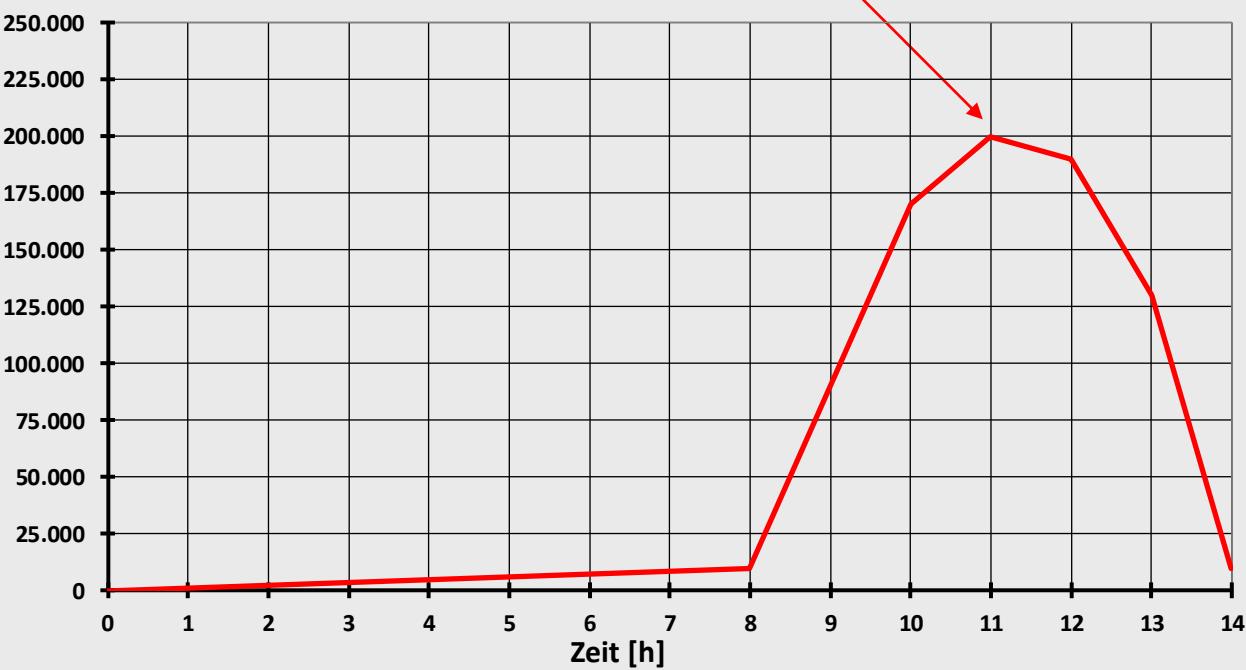
Rhein in Flammen



Rhein in Flammen



Maximal 200.000 Besucher gleichzeitig auf Veranstaltungsgelände



Olympische Jugendspiele in Tiflis

Veranstaltungsmanagement von Großveranstaltungen am Beispiel des European Youth Olympic Festivals 2015 Tbilisi / Georgien

Autor: Edgar (B.Eng.) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Klaus Hähner, Dr. rer. nat. Rainer Körner, Dr. Dietl Harries

Aufgabenstellung / Zielsetzung

- 1.) Untersuchung der verkehrlichen Infrastruktur der Stadt Tiflis
- Straße (MIV und ÖPNV), Schiene, ruhender Verkehr
- 2.) Begehung und Erfassung der einzelnen Veranstaltungsstätten
- Lage, Anbindung, Zustand
- 3.) Visuelle Straßenzustandsfassung und -bewertung der maßgebenden Straßenabschnitte der EYOF 2015
- Aufnahme und Darstellung der wichtigsten Straßenabschnitte in GIS
(Breite, Ebenheit, strukturelle Schäden, Breite und Zustand)
- 4.) Computergestützte makroskopische Untersuchung der Verkehrsbelastung infolge des Veranstaltungverkehrs
- Analyse und Auswertung von Verkehrs- und EYOF-Daten
- Erstellung eines Berechnungsmodells und Durchführung realitätsnaher Szenarien
- Auswertung, Darstellung und Bewertung der Ergebnisse, basierend auf den Grundbausteinen des Forschungsprojektes BaSiGo.

Darstellung der Ergebnisse

Visuelle Straßenzustandsfassung und -bewertung

Erfassung und Bewertung

Eingabe der Daten in das Geoinformationssystem

Bewertung & Auswertung der Ergebnisse

Computergestützte makroskopische Kapazitätsanalyse des Veranstaltungverkehrs

Routenverläufe aller relevanten Marathons in GIS

Routenverläufe aller relevanten Marathon im makroskopischen Netzwerk inkl. der Personenbeförderung [Pers./h]

Beförderungskapazität

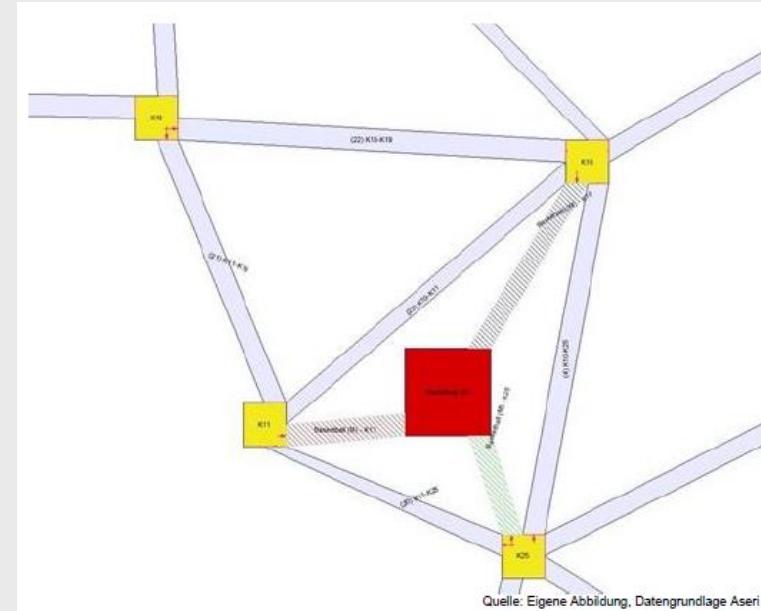
Zusammenfassung

Mit Hilfe von GIS ist eine umfangreiche Erfassung der Straßenzustände möglich. Die Auswertung ist an eine detaillierte Fotodokumentation geknüpft. Dieses bietet die Möglichkeit, in einzelne Straßenabschnitte einzusehen und sofort nachzuholen, welcher Schadenstyp vorliegt.

Die makroskopische Kapazitätsanalyse ist eine Methode zur Ermittlung des Auslastungsgrades der Beförderungsmittel. Dieses Supporttool basiert auf den Grundbausteinen des von dem Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Forschungsprojektes BaSiGo und hieraus abgeleiteten Bewertungskriterien zur Einschätzung der Sicherheit einer Veranstaltung in der Planungsphase.

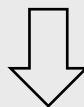
In Kooperation mit: IST GmbH, Universität Regensburg, Hochschule Darmstadt

Masterarbeit von Edgar Bär,
Hochschule Darmstadt, Juli 2015



Räumungsanalyse (Zusammenfassung)

- (Gesamt- bzw. Teil)Räumungszeit
- Auslastung der Fluchtwege (Fluchtwegewahl!)
- Lokale Personendichte - Stauanalyse



- Anpassung von Ausgangskapazitäten
- Eingreifzeiten (Verfügbarkeit von Wetterdaten)
- Optimierung von Stellflächen, Sperrungen
- Bauliche Umgestaltungen (z.B. Einmündungen)
- Zusätzliche (innere) Fluchtwege (Treppen, Stege)
- Organisatorische Maßnahmen
- Vergleiche von Szenarien – Argumentationshilfe!