



Analyse senden an:	email@rimea.de
Betreffzeile:	Analyse

Absender	
Name:	Gregor Jäger
Unternehmen:	Fachhochschule Köln
Adresse:	Betzdorfer Str. 2
Land, PLZ, Ort:	Deutschland, 50679 Köln
URL:	http://www.f09.fh-koeln.de/institute/iav
Email:	gregor.jaeger@smail.fh-koeln.de
Datum:	03.06.2008

Softwaredaten	
Programmname:	FDS+Evac
Hersteller:	NIST, VVT
Version:	FDS 5.1.6 Serial, FDS+Evac 1.10 (SVN 1673 + 1710)

Anweisungen

Tragen Sie bitte die Ergebnisse Ihrer Analyse in die nachfolgenden Felder ein. Füllen sie die Absender- und Softwaredaten-Felder vollständig aus und schicken Sie das Dokument per Email an die o.g. Adresse. Das Ziel dieses Dokuments ist nicht die Hervorstellung eines Programms. Vielmehr soll Außenstehenden (vor allem Behörden) die Möglichkeit gegeben werden, einen objektiven Vergleich der verwendeten Programme durchzuführen. Reduzieren Sie Ihre Ausführungen daher bitte auf ein Minimum. Die vorgegebenen Tabellen sollen als Vorlage dienen. Je nach Programm können andere Annahmen und Ergebnisse entscheidend sein.

Einleitung

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Analyse durch das im Kopf aufgeführte Unternehmen mit dem im Kopf vermerkten Simulationsprogramm, zusammengefasst. Die durchgeführten Testfälle sind in der durch das RiMEA-Projekt entwickelten Richtlinie erläutert.

**Test 1:**

Beibehalten der vorgegebenen Gehgeschwindigkeit in einem Gang

Annahmen

Ganglänge [m]:	40
Geschwindigkeitsverteilung [m/s]:	1,2
Anzahl der Durchläufe:	10

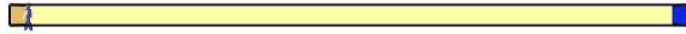
Ergebnisse

	Laufdauer [s]	Geschwindigkeit (Ganglänge/Laufdauer) [m/s]
Minimum:	33,15	1,14
Mittel:	33,96	1,18
Maximum:	35,14	1,21



Grafiken

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 1
Time: 0.0



Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 41
Time: 20.0





Test 2:

Beibehalten der vorgegebenen Gehgeschwindigkeit treppauf

Annahmen

Treppenlänge [m]:	10
Geschwindigkeitsverteilung [m/s]:	1,2
Geschwindigkeitsfaktor auf Treppe:	0,5
Anzahl der Durchläufe:	10

Die Untersuchung erfolgt in zwei Varianten:

- Variante A untersucht die Gehgeschwindigkeit einer Rampe (EVSS).
- Variante B untersucht die Gehgeschwindigkeit in einem Korridor (CORR), der im Programm FDS+Evac als Treppe definiert werden kann.

Die Varianten unterscheiden sich in der Ein- und Ausgabe. Variante A definiert die Treppe als Fläche in der Ebene. Die Person verbleibt in der Ausgangsebene des Evakuierungsgitters. Variante B verwendet in der unteren Ebene eine Tür als Eingang zum Treppenabschnitt und die Personen treten in der oberen Ebene durch eine „Eingangstür“. Es findet ein Wechsel der Evakuierungsgitter statt.

Die Geschwindigkeit der Personen auf der Treppe berechnet sich anhand eines Faktors, der durch den Benutzer während der Eingabe vorgegeben wird.

Variante A:

treppauf:	$v = FAC_V0_UP \times v_0$
treppab:	$v = FAC_V0_DOWN \times v_0$

Variante B:

treppauf:	$v = FAC_SPEED \times v_0$
treppab:	

Bei der Ausgabe der Ergebnisse im Programm Smokeview werden in Variante A die Personen über den gesamten Zeitraum gezeigt, während in Variante B die Personen beim Treppensteigen nicht visualisiert werden.



Ergebnisse

Variante A: EVSS		
	Laufdauer [s]	Geschwindigkeit (Treppenlänge/Laufdauer) [m/s]
Minimum:	15,02	0,37
Mittel:	18,25	0,56
Maximum:	27,05	0,67

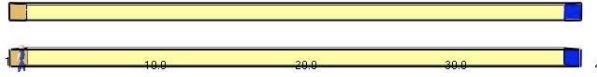
Variante B: CORR		
	Laufdauer [s]	Geschwindigkeit (Treppenlänge/Laufdauer) [m/s]
Minimum:	16,7	0,60
Mittel:	16,7	0,60
Maximum:	16,7	0,60



Grafiken

Variante A

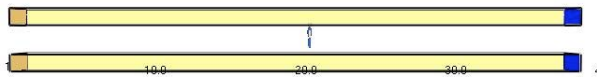
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 1
Time: 0.0

Ausgangsposition

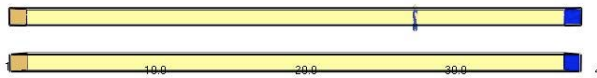
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 43
Time: 21.0

nach 21 Sekunden

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008

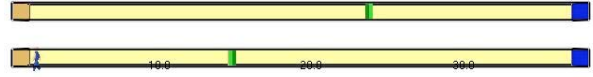


Frame: 65
Time: 32.0

nach 32 Sekunden

Variante B

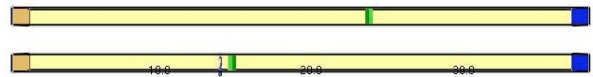
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 1
Time: 0.0

Ausgangsposition

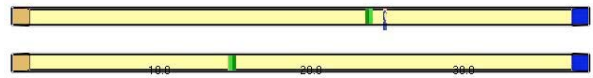
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 24
Time: 11.5

nach 11 Sekunden

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 60
Time: 29.5

nach 29 Sekunden



Test 3:

Beibehalten der vorgegebenen Gehgeschwindigkeit treppab.

Annahmen

Treppenlänge [m]:	10
Geschwindigkeitsverteilung [m/s]:	1,2
Geschwindigkeitsfaktor auf Treppe:	0,5
Anzahl der Durchläufe:	10

Anmerkungen siehe Test 2.

Ergebnisse

Variante A: EVSS		
	Laufdauer [s]	Geschwindigkeit (Treppenlänge/Laufdauer) [m/s]
Minimum:	14,00	0,44
Mittel:	17,93	0,57
Maximum:	22,7	0,71

Variante B: CORR		
	Laufdauer [s]	Geschwindigkeit (Treppenlänge/Laufdauer) [m/s]
Minimum:	16,7	0,60
Mittel:	16,7	0,60
Maximum:	16,7	0,60



Grafiken

Variante A

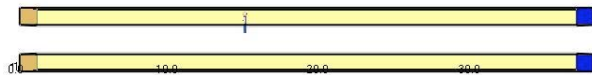
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 1
Time: 0.0

Ausgangsposition

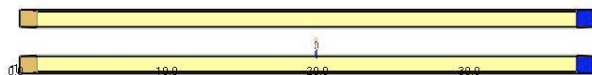
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 26
Time: 13.5

nach 13 Sekunden

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008

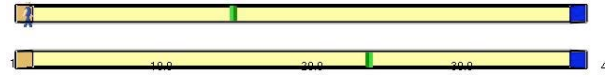


Frame: 49
Time: 24.0

nach 24 Sekunden

Variante B

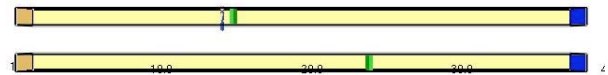
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 1
Time: 0.0

Ausgangsposition

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 27
Time: 13.0

nach 13 Sekunden

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



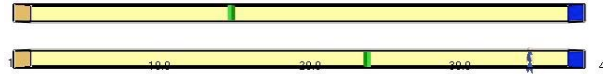
Frame: 49
Time: 24.0

nach 24 Sekunden



SmokeView 5.1.5 - May 10 2008

SmokeView 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 81
Time: 40.0

nach 40 Sekunden

Frame: 81
Time: 40.0

nach 40 Sekunden



Test 4:

Spezifischer Fluss durch einen Querschnitt

Annahmen

Gangbreite [m]:	2	
Anzahl Personen:	Personendichte [P/m ²]	Personenanzahl
	0,5	48
	1,0	96
	1,5	144
	2,0	192
	2,5	240
	3,0	288
	3,5	336
	4,0	384
Geschwindigkeitsverteilung [m/s]:	1,2	
Anzahl der Durchläufe:	10	

Abweichend der Vorgabe wird die Fluss-Dichte-Relation in einem 2 Meter breiten Gang, der in einem 14 x 14 Meter großen Raum als Schleife geführt wird, gemessen. Periodische Randbedingungen werden erreicht, indem die Personen „virtuell“ den Gang verlassen und sofort und ohne Verzögerung wieder „betreten“. Zur Berechnung des spezifischen Flusses abhängig der Personendichte wird die entsprechende Anzahl von Personen zu Beginn des jeweiligen Durchlaufs im Gang nach dem Zufallsystem verteilt.

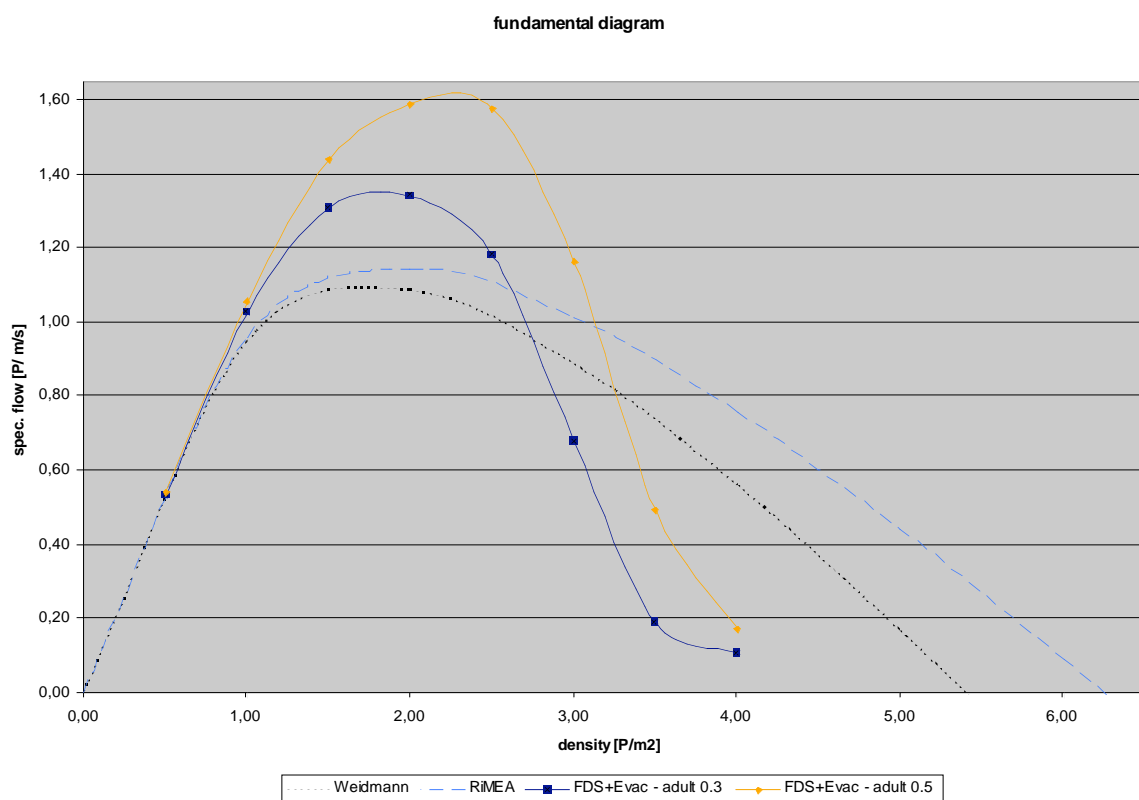
Weiterhin wurde ausgehend des Kapitels „Validierung und Verifizierung“ im FDS+Evac User Guide [2], die Fluss-Dichte-Relation in Abhängigkeit des Parameters λ_i untersucht. Parameter λ_i beschreibt, welchen Einfluss „Sozialkräften“, f_{ij}^{soc} , vor und nach einer Person auf deren Fortbewegung ausüben. Mit $\lambda_i = 1$ werden die Kräfte f_{ij}^{soc} symmetrisch vor und nach der Person erfasst. Bei Werten zwischen $0 < \lambda_i < 1$ fließen die Kräfte vor der jeweiligen Person stärker in die Geschwindigkeitsberechnung ein. Die Standardeinstellung von FDS+Evac liegt bei $\lambda_i = 0,5$.



Ergebnisse

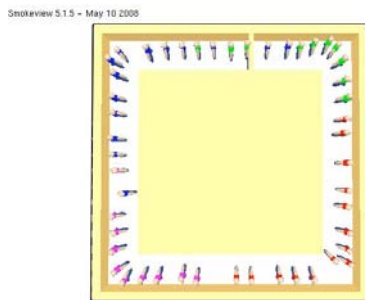
Personendichte [P/m ²]	spez. Fluss [P/ms]	
	$\lambda_i = 0,3$	$\lambda_i = 0,5$ (default)
0,5	0,534	0,541
1,0	1,028	1,085
1,5	1,310	1,440
2,0	1,342	1,591
2,5	1,183	1,578
3,0	0,679	1,165
3,5	0,192	0,496
4,0	0,107	0,174

Diagramm

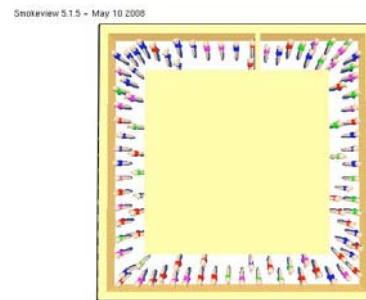




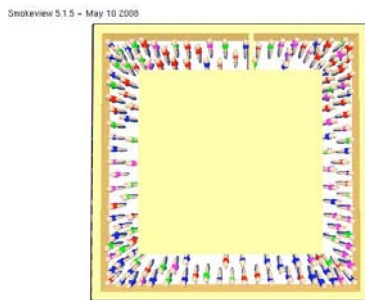
Grafiken



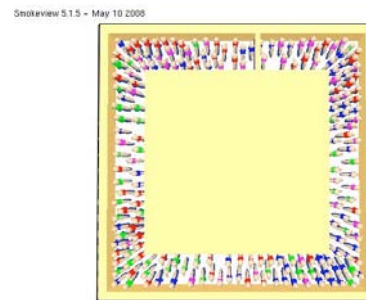
Personendichte 0,5 P/m²



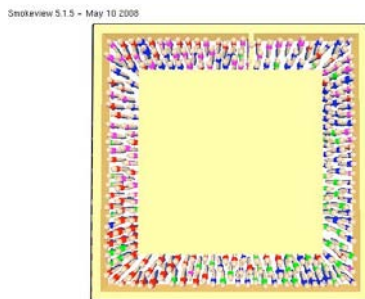
Personendichte 1,0 P/m²



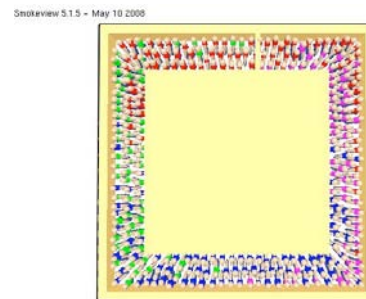
Personendichte 1,5 P/m²



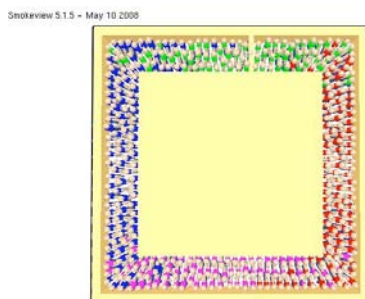
Personendichte 2,0 P/m²



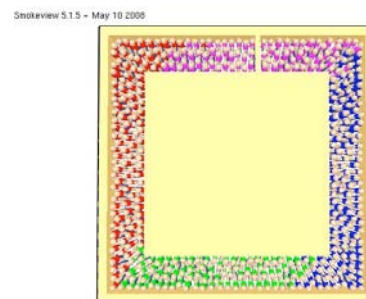
Personendichte 2,5 P/m²



Personendichte 3,0 P/m²



Personendichte 3,5 P/m²



Personendichte 4,0 P/m²

**Test 5:**

Reaktionsdauer

Annahmen

Anzahl Personen:	10
Reaktionsdauerverteilung [s]:	gleichverteilt, 10-100 s

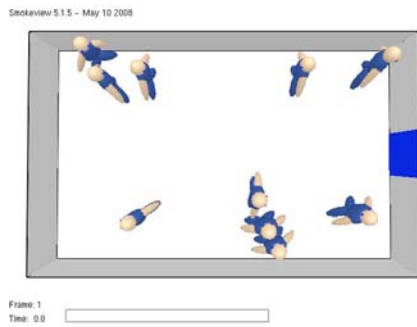
Ergebnisse

Person	Reaktionsdauer [s]
1	98,96
2	34,35
3	96,25
4	47,01
5	20,78

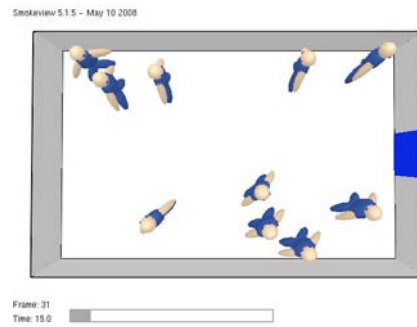
Person	Reaktionsdauer [s]
6	34,64
7	88,99
8	79,42
9	86,64
10	66,83



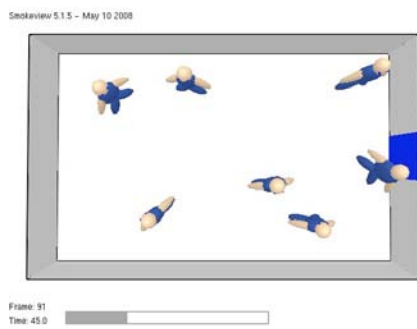
Grafiken



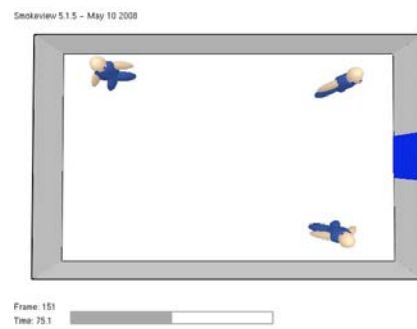
Ausgangsposition



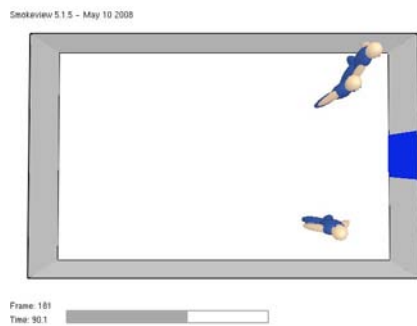
nach 15 Sekunden



nach 45 Sekunden



nach 75 Sekunden



nach 90 Sekunden



nach 105 Sekunden



Test 6:

Bewegung um eine Ecke

Annahmen

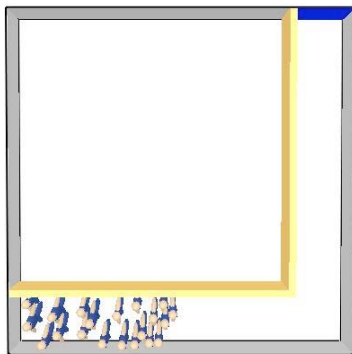
Siehe Richtlinie.

Ergebnisse

Dauer minimal [s]:	22
Dauer mittel [s]:	25,33
Dauer maximal [s]:	28

Grafiken

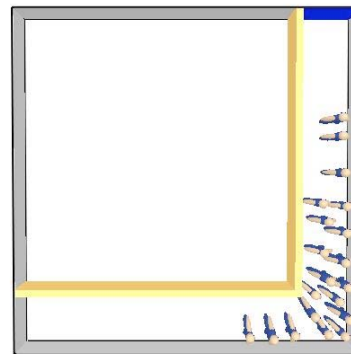
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 1
Time: 0.0

Ausgangsposition

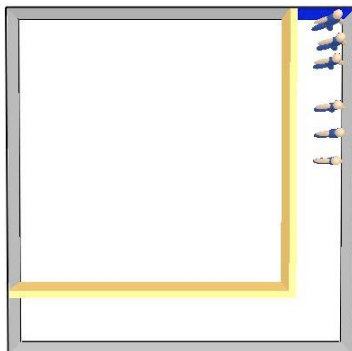
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 21
Time: 10.0

nach 10 Sekunden

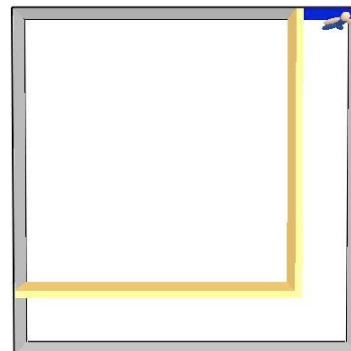
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 41
Time: 20.0

nach 20 Sekunden

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 50
Time: 24.5

nach ~ 25 Sekunden



Test 7:

Zuordnung demographischen Parameter – funktionale Verifizierung

Annahmen

Anzahl Personen:	50	
Geschwindigkeitsverteilung [m/s]:	0,8 – 1,6	
	min [m/s]	0,80
	Mittelwert [m/s]	1,21
	Max [m/s]	1,60
	Standardabweichung	0,26

Quellcode

```
&PERS ID='Adult_RiMEA',
  FYI='Male+Female diameter and velocity - RiMEA',
  DEFAULT_PROPERTIES='Adult'
  PRE_EVAC_DIST = 0
  PRE_MEAN = 0.
  DET_EVAC_DIST = 0
  DET_MEAN = 0.
  VELOCITY_DIST = 2
  VEL_LOW = 0.8
  VEL_MEAN = 1.21
  VEL_PARA = 0.26
  VEL_HIGH = 1.6
  DENS_INIT = 4.0
  OUTPUT_SPEED=.TRUE.,
  OUTPUT_FED=.TRUE.,
  COLOR_METHOD = 0 /
```

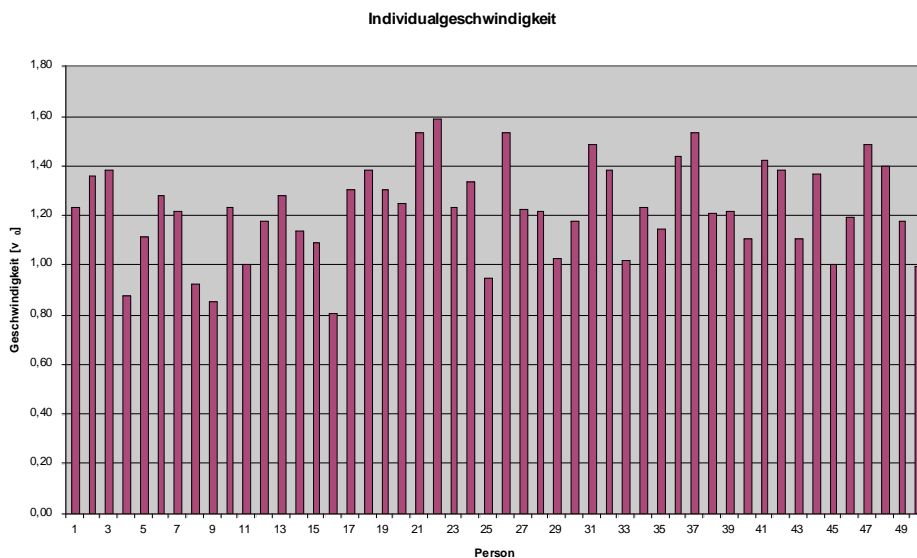


Ergebnisse

Person	Geschw. [m/s]	Person	Geschw. [m/s]	Person	Geschw. [m/s]	Person	Geschw. [m/s]	Person	Geschw. [m/s]
1	1,24	11	1,01	21	1,54	31	1,49	41	1,43
2	1,36	12	1,18	22	1,59	32	1,39	42	1,39
3	1,39	13	1,28	23	1,24	33	1,02	43	1,11
4	0,88	14	1,14	24	1,34	34	1,24	44	1,37
5	1,12	15	1,09	25	0,95	35	1,15	45	1,01
6	1,28	16	0,81	26	1,54	36	1,44	46	1,20
7	1,22	17	1,31	27	1,23	37	1,54	47	1,49
8	0,93	18	1,39	28	1,22	38	1,21	48	1,40
9	0,86	19	1,31	29	1,03	39	1,22	49	1,18
10	1,24	20	1,25	30	1,18	40	1,11	50	1,00

Geschwindigkeitsverteilung [m/s]:	0,8 – 1,6	
	min [m/s]	0,81
	Mittelwert [m/s]	1,23
	Max [m/s]	1,59
	Standardabweichung	0,19

Grafiken





Test 8:

Zuordnung demographischen Parameter – qualitative Verifizierung

Annahmen

Anzahl Personen:	448
Anzahl Personen EG:	144
Anzahl Personen 1. OG:	152
Anzahl Personen 2. OG:	152
Anzahl der Durchläufe:	10
Treppe - Laufweglänge [m]:	5,7

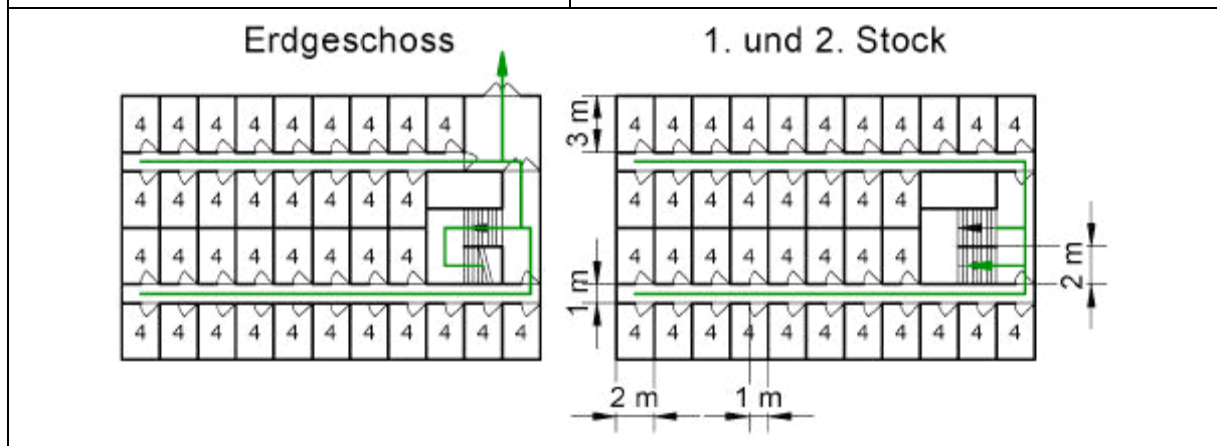


Abbildung: Grundriss Parameterstudie (Quelle: RiMEA-Richtlinie 2.0.2)

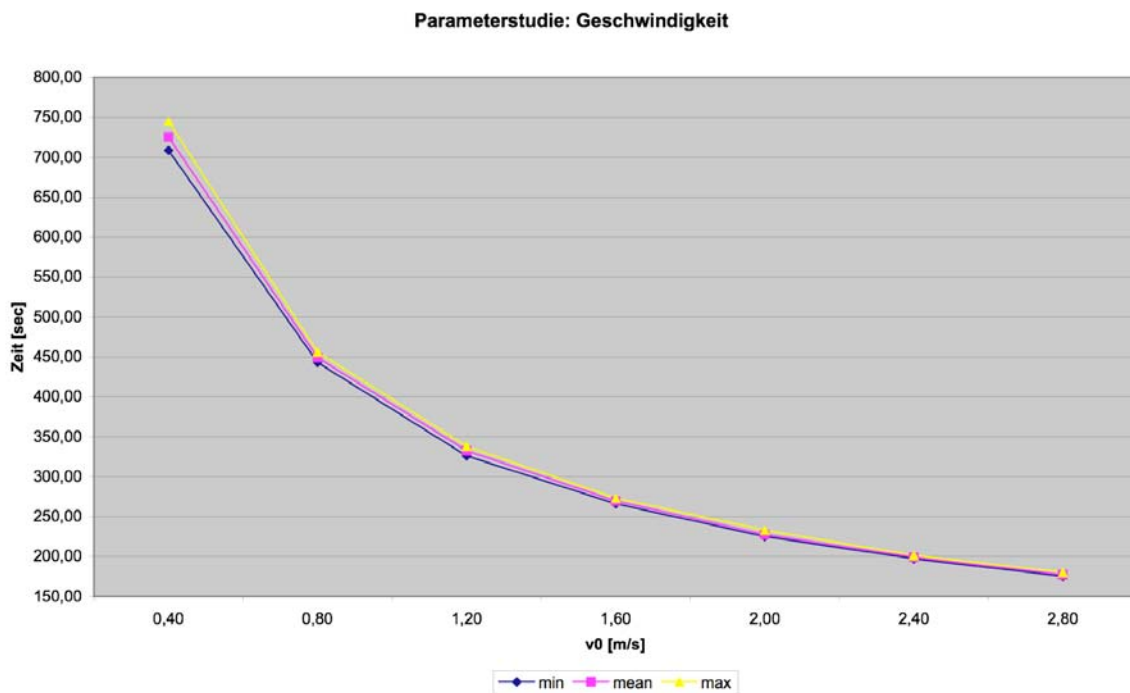
<p>Smokeview 5.1.5 - May 10 2008</p>	<p>Smokeview 5.1.5 - May 10 2008</p>
Abbildung: Erdgeschoss – FDS+Evac	Abbildung: 1. und 2. Stock – FDS+Evac



Ergebnisse

Fall 1:	
untersuchter Parameter:	Geschwindigkeit
Reaktionszeit [s]:	0

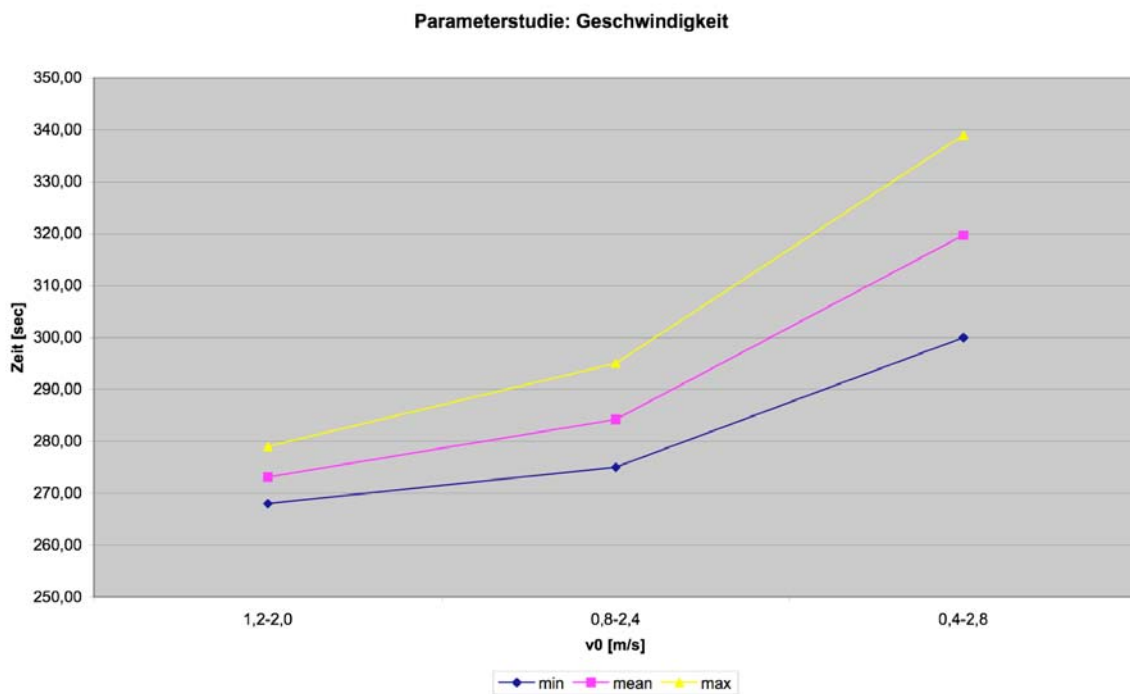
Geschwindigkeit [m/s]:	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8
Dauer minimal [s]:	709	443	326	266	225	197	175
Dauer mittel [s]:	725	449	332	269	227	198	177
Dauer maximal [s]:	745	456	338	273	233	201	180





Fall 2:	
untersuchter Parameter:	Geschwindigkeit
Reaktionszeit [s]:	0

Geschwindigkeit [m/s]:	1,2 - 2,0	0,8 - 2,4	0,4 - 2,8
Dauer minimal [s]:	268	275	300
Dauer mittel [s]:	273	284	319
Dauer maximal [s]:	279	295	339

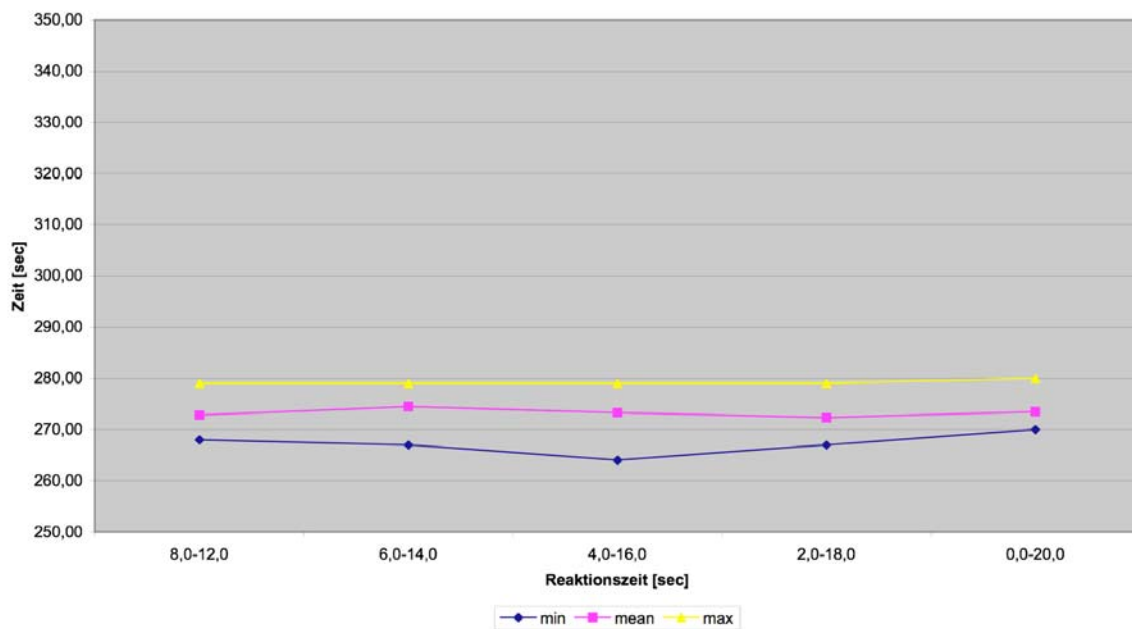




Fall 3:	
untersuchter Parameter:	Reaktionszeit
Geschwindigkeit [m/s]:	1,2

Reaktionszeit [s]:	8 - 12	6 - 14	4 - 16	2 - 18	0 - 20
Dauer minimal [s]:	338	341	334	333	331
Dauer mittel [s]:	342	344	340	339	337
Dauer maximal [s]:	348	347	346	346	346

Parameterstudie: Reaktionszeit ($v_0 = 1.2$)

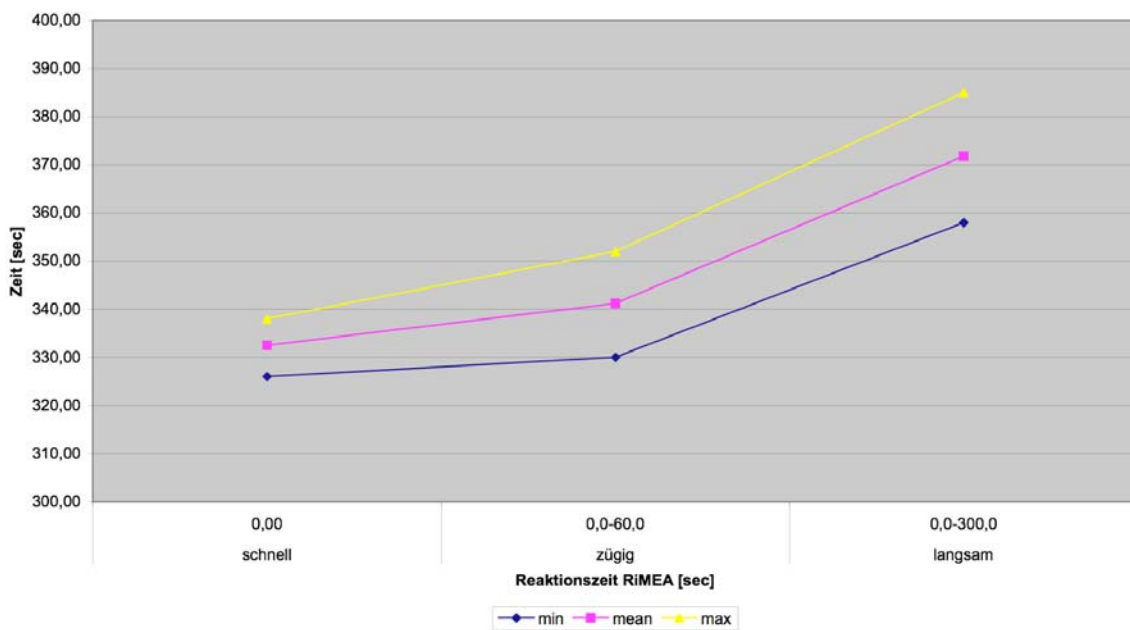




Fall 4:	
untersuchter Parameter:	Reaktionszeit
Geschwindigkeit [m/s]:	1,2

Reaktionszeit [s]:	schnell 0	zügig 0 - 60	langsam 0 – 300
Dauer minimal [s]:	326	330	300
Dauer mittel [s]:	332	341	319
Dauer maximal [s]:	338	352	339

Parameterstudie: Reaktionszeit ($v_0 = 1.2$)





Test 9:

Eine Menschenmenge verlässt einen großen öffentlichen Raum

Annahmen

Personenanzahl:	1000
Geschwindigkeitsverteilung [m/s]:	0,8 – 1,6
Anzahl der Durchläufe:	10

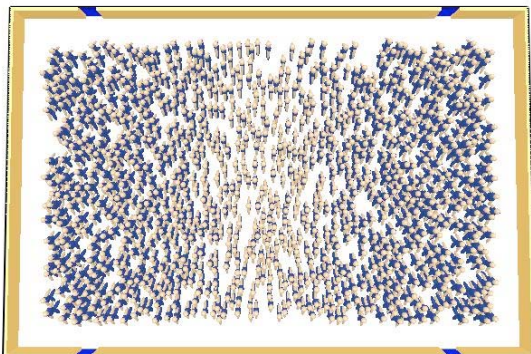
Ergebnisse

	Schritt 1	Schritt 2
Dauer minimal [s]:	172	320
Dauer mittel [s]:	182,81	325,28
Dauer maximal [s]:	190	332

Grafiken

Schritt 1

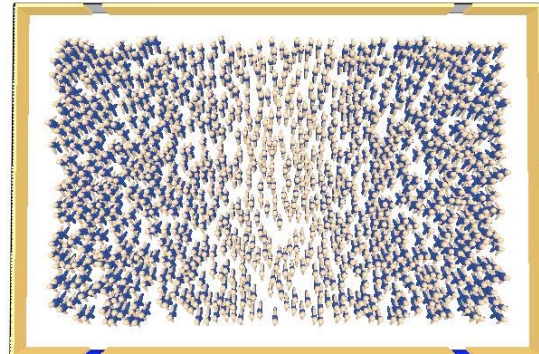
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 1
Time: 0.0

Schritt 2

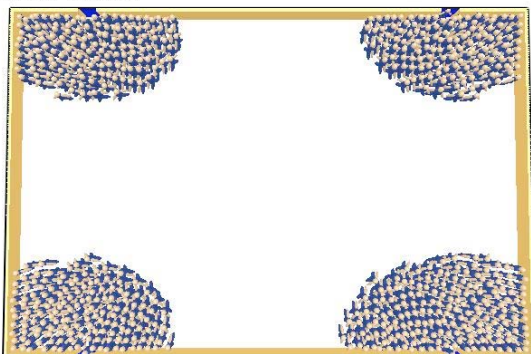
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 1
Time: 0.0

Ausgangsposition

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008

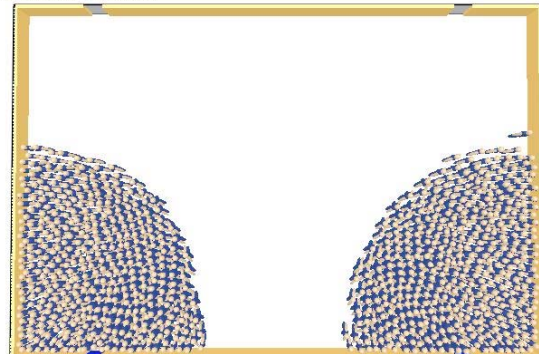


Frame: 121
Time: 60.0

nach 60 Sekunden

Ausgangsposition

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008

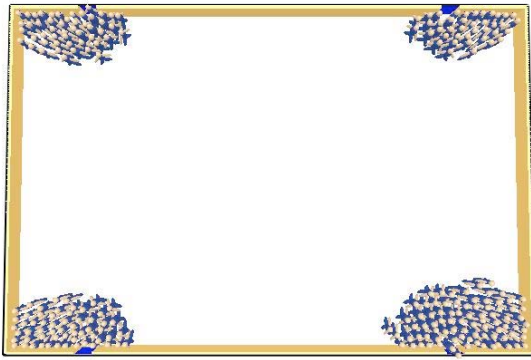


Frame: 121
Time: 60.0

nach 60 Sekunden



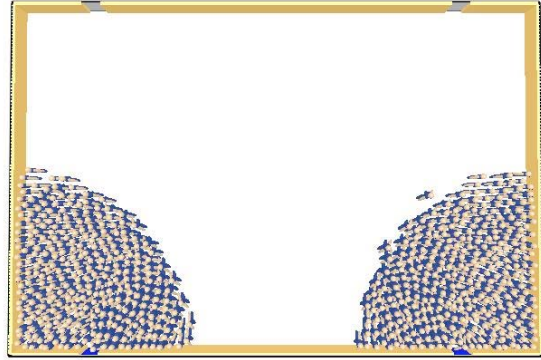
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 241
Time: 120.1

nach 120 Sekunden

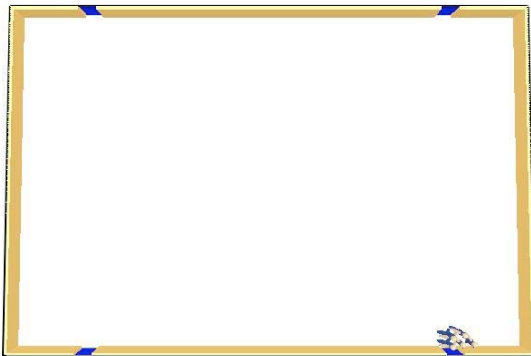
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 241
Time: 120.1

nach 120 Sekunden

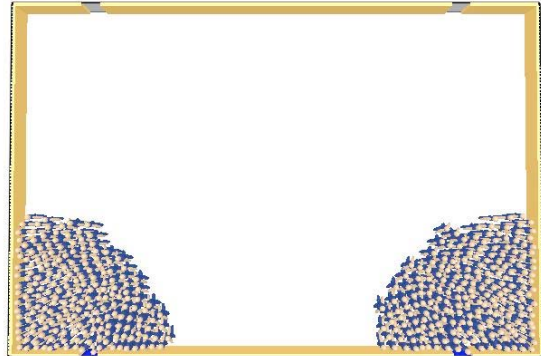
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 361
Time: 180.0

nach 180 Sekunden

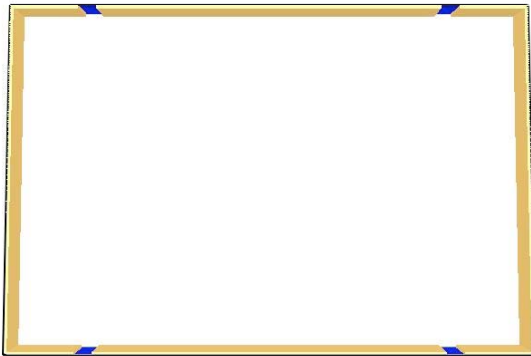
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 361
Time: 180.0

nach 180 Sekunden

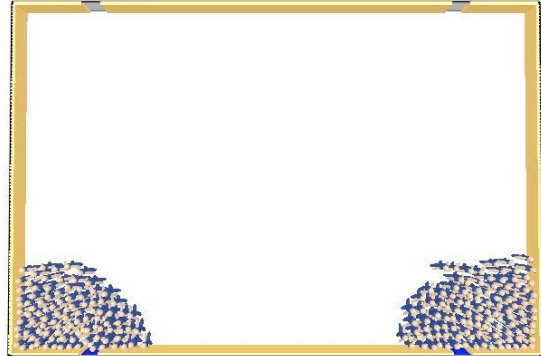
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 481
Time: 240.0

nach 240 Sekunden

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 481
Time: 240.0

nach 240 Sekunden



Test 10:

Zuweisung von Rettungswegen

Annahmen

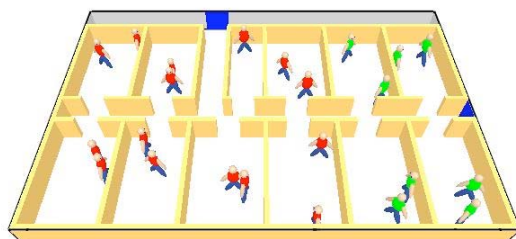
Personenanzahl:	23
Geschwindigkeitsverteilung [m/s]:	0,8 – 1,6
Anzahl der Durchläufe:	200

Ergebnisse

Dauer minimal [s]:	22
Dauer mittel [s]:	26
Dauer maximal [s]:	36
Personenanzahl am Hauptausgang:	15
Personenanzahl am Sek. Ausgang:	8

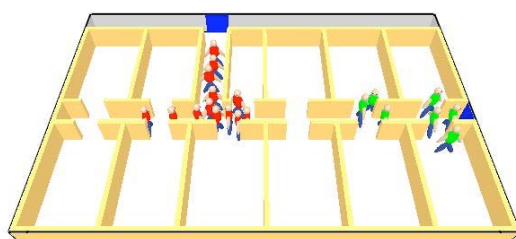
Grafiken

Smokeview 5.1.3 – Mar 26 2008



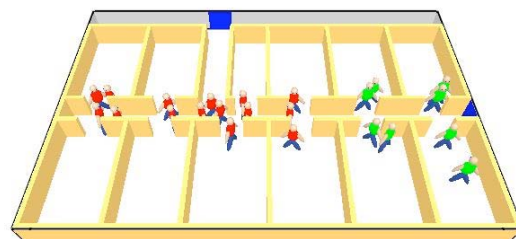
Frame: 1
Time: 0.0

Smokeview 5.1.3 – Mar 26 2008

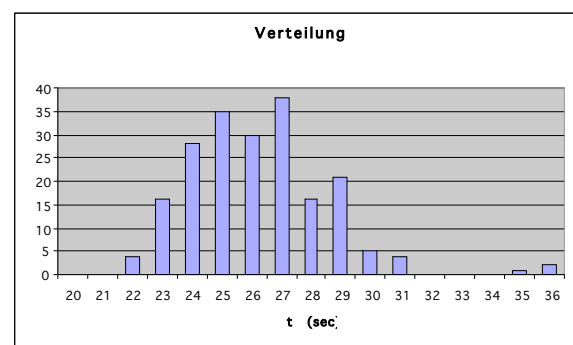


Frame: 21
Time: 10.0

Smokeview 5.1.3 – Mar 26 2008



Frame: 11
Time: 5.1





Test 11:

Wahl des Rettungsweges

Annahmen

Personenanzahl:	1000
Geschwindigkeitsverteilung [m/s]::	0,8 – 1,6
max. Personendichte [P/m ²):	4,00
Anzahl der Durchläufe:	10

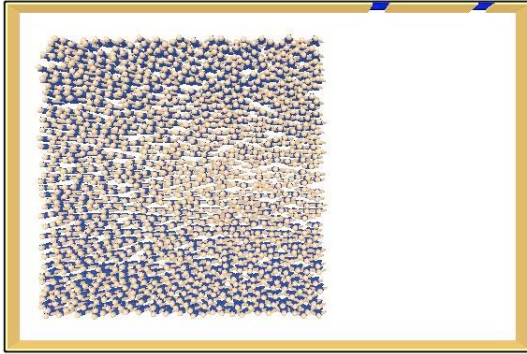
Ergebnisse

Dauer minimal [s]:	382
Dauer mittel [s]:	390,20
Dauer maximal [s]:	398,00
Personenzahl Ausgang 1 (Mittel):	575
Personenzahl Ausgang 2 (Mittel):	425



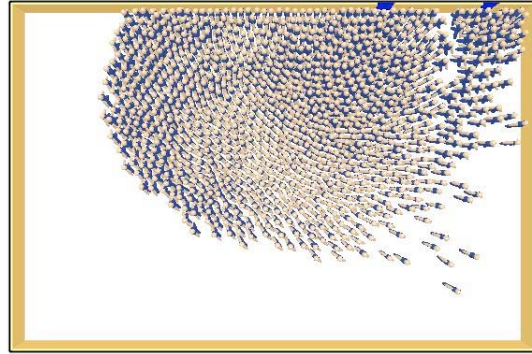
Grafiken

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 0
Time: -0.5

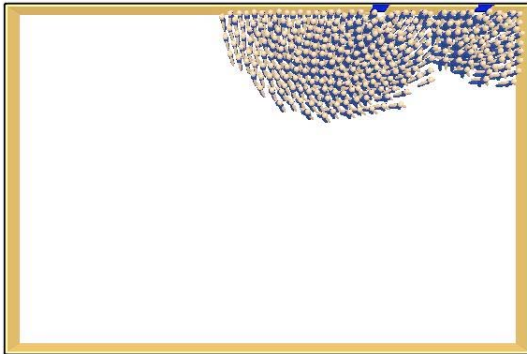
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 42
Time: 20.5

Ausgangsposition

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008

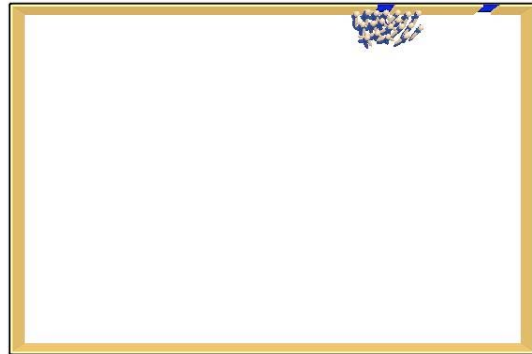


Frame: 482
Time: 240.5

nach 240 Sekunden

nach 20 Sekunden

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 723
Time: 361.0

nach 360 Sekunden



Test 12:

Auswirkung von Engstellen

Annahmen

Personenanzahl:	150
Geschwindigkeitsverteilung [m/s]:	0,8 – 1,6
Anzahl der Durchläufe:	10

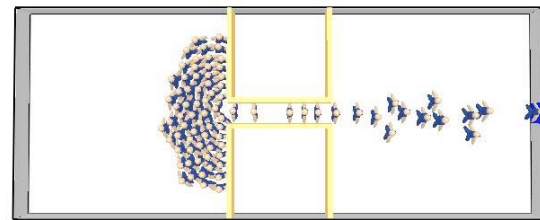
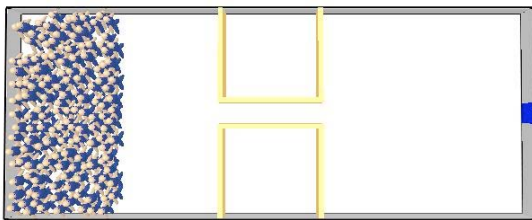
Ergebnisse

Dauer minimal [s]:	130
Dauer mittel [s]:	135,9
Dauer maximal [s]:	142

Grafiken

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 1
Time: 0.0

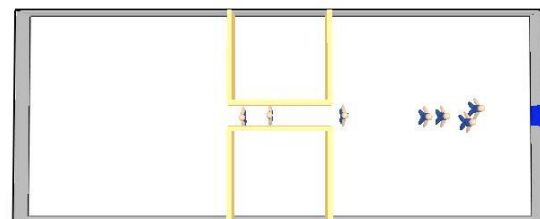
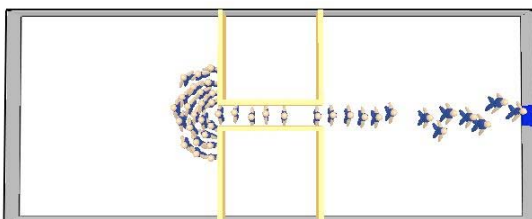
Frame: 121
Time: 60.0

Ausgangsposition

nach 60 Sekunden

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 181
Time: 90.1

Frame: 241
Time: 120.1

nach 90 Sekunden

nach 120 Sekunden



Test 13:

Stau vor Treppe.

Annahmen

Personenanzahl:	150
Geschwindigkeitsverteilung [m/s]:	0,8 – 1,6
Geschwindigkeit (Mittelwert):	1,21
Standardabweichung (σ):	0,26
Anzahl der Durchläufe:	10

Wie schon in Test 2 und 3 erfolgt die Berechnung in den Varianten A (EVSS) und B (CORR).

Ergebnisse

	Variante A	Variante B
Dauer minimal [s]:	297,00	91,00
Dauer mittel [s]:	314,30	95,10
Dauer maximal [s]:	345,00	99,00

Anmerkung

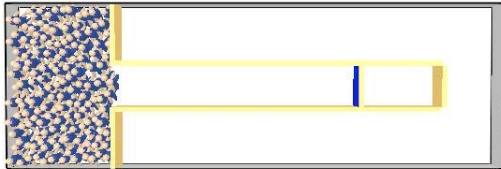
Bei Auswertung der Ergebnisse der Varianten A und B zeigt sich, dass mit EVSS-Parameter modellierte Treppen dreimal höhere Entfluchtungszeiten erzielt werden. Die Gründe für diesen Sprung sind derzeit nicht zu ermitteln.



Grafiken

Variante A

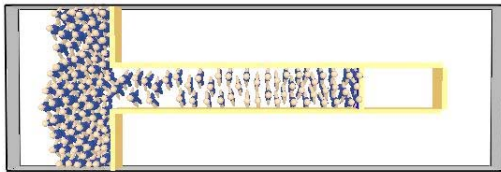
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 0
Time: -0.5

Ausgangsposition

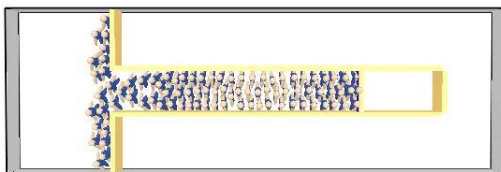
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 41
Time: 20.0

nach 20 Sekunden

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008

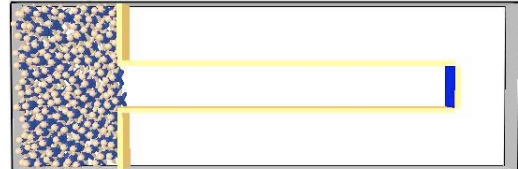


Frame: 81
Time: 40.0

nach 40 Sekunden

Variante B

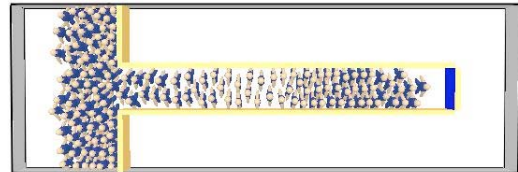
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 0
Time: -0.5

Ausgangsposition

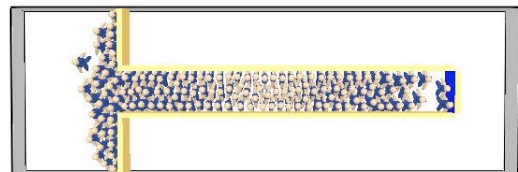
Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 41
Time: 20.0

nach 20 Sekunden

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



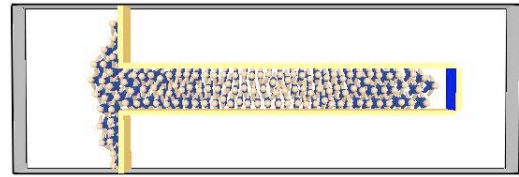
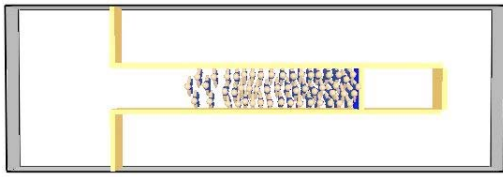
Frame: 81
Time: 40.0

nach 40 Sekunden



Smokeview 5.1.5 - May 10 2008

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 121
Time: 60.0

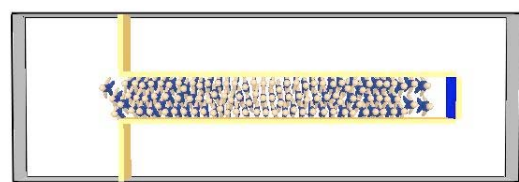
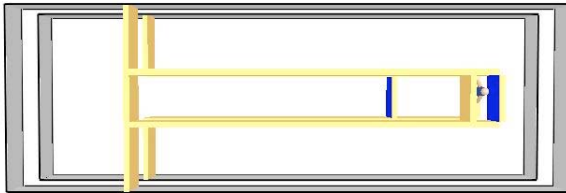
Frame: 121
Time: 60.0

nach 60 Sekunden

nach 60 Sekunden

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008

Smokeview 5.1.5 - May 10 2008



Frame: 181
Time: 90.1

Frame: 181
Time: 90.1

nach 90 Sekunden

nach 90 Sekunden



Referenzen

- [1] **Forney, G. P.:** Smokeview (Version 5) User's Guide. NIST Special Publication 1017-1, 2007 (SVN Repository Revision: 738)
- [2] **Korhonen, T.; Hostikka, S.:** Fire Dynamics Simulator with Evacuation FDS+Evac (Version 5) Technical Reference and User's Guide. VTT, 2008 (SVN Repository Revision: 1299)
- [3] **McGrattan, K.; Klein, B.:** Fire Dynamics Simulator (Version 5) User's Guide. NIST Special Publication 1019-5, 2008 (SVN Repository Revision: 1623)
- [4] **Predtetschenski, W. M.; Milinski, A.:** Personenströme in Gebäuden – Berechnungsmethoden für die Modellierung. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln, 1971.
- [5] **Weidmann, U.:** Transporttechnik der Fußgänger, Transporttechnische Eigenschaften des Fußgängerverkehrs, Literaturlauswertung. Schriftenreihe des IVT 90, ETH Zürich, 1992.