



### Absender

Unternehmen: TraffGo HT GmbH  
Adresse: Adelbyer Str. 75  
Land, PLZ, Ort: D-24943 Flensburg  
URL: <http://www.traffgo-ht.com>  
Bearbeiter: Stephanie Meyer-König  
Email: [smk@traffgo-ht.com](mailto:smk@traffgo-ht.com)  
Datum: 02.05.2017

### Softwaredaten

Programmname: PedGo  
Hersteller: TraffGo HT GmbH  
Version: 2.6.0.2

## Einleitung

Die nachfolgenden Ergebnisse der Analyse wurden durch die TraffGo HT GmbH mit dem Simulationsprogramm PedGo durchgeführt. Die einzelnen Testfälle sind in der RiMEA-Richtlinie erläutert.



## Test 1

Beibehalten der vorgegebenen Gehgeschwindigkeit in einem Gang.

### Annahmen

Ganglänge /m:	40
Geschwindigkeit /m/s:	1,3
Anzahl der Durchläufe:	500

### Ergebnisse

	Laufdauer /s	Geschwindigkeit /m/s
Minimum:	27	1,48
Mittel:	31	1,29
Maximum:	39	1,03

### Grafiken



Ausgangssituation



t = 30 s

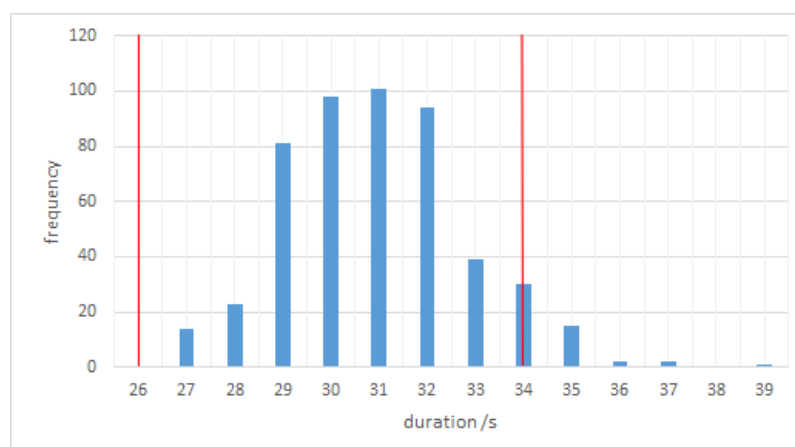


Abb. 1: Dauerverteilung der 500 Simulationdurchläufe.

Bei 96% der Simulationläufe liegt die Laufdauer des Agenten in dem geforderten Bereich zwischen 26 und 34 s. Aufgrund der stochastischen Richtungswahl liegen 4% der Dauern darüber.



## Test 2

Beibehalten der vorgegebenen Gehgeschwindigkeit treppauf.

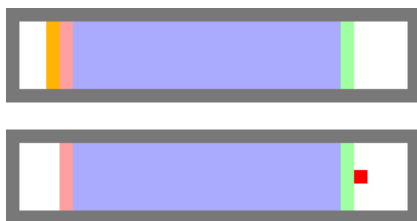
### Annahmen

Treppenlänge /m:	10
Geschwindigkeit /m/s:	1,3
Geschwindigkeit auf Treppe /m/s:	0,65
Anzahl der Durchläufe:	500

### Ergebnisse

	Laufdauer /s	$V_{\text{Schräge}}$ /m/s	$V_{\text{horizontal}}$ /m/s
Minimum:	12	0,83	0,72
Mittel:	14	0,71	0,62
Maximum:	18	0,56	0,48

### Grafiken



Ausgangssituation



t = 20 s

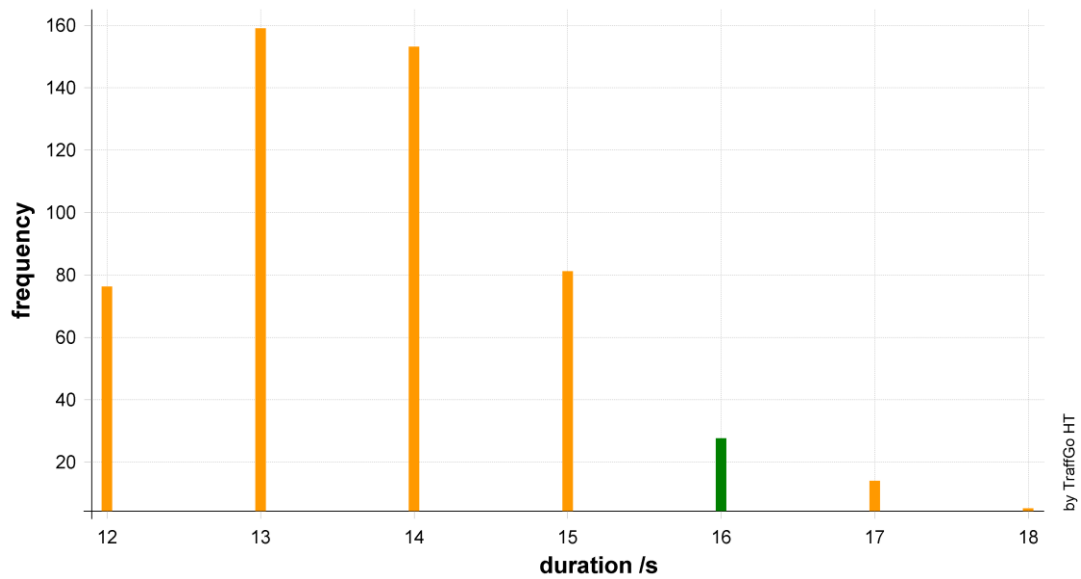


Abb. 2: Dauerverteilung der ermittelten Dauern.

In PedGo wird die Laufgeschwindigkeit treppauf stochastisch auf 45% der Laufgeschwindigkeit in der Ebene reduziert. Der Mittelwert dieser Simulation liegt bei 14 s. Die resultierende, horizontale Laufgeschwindigkeit beträgt daher im Mittel 0,62 m/s.



## Test 3

Beibehalten der vorgegebenen Gehgeschwindigkeit treppab.

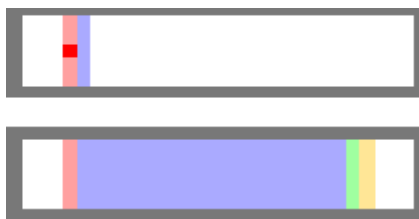
### Annahmen

Treppenlänge /m:	10
Geschwindigkeit /m/s:	1,3
Geschwindigkeit auf Treppe /m/s:	0,65
Anzahl der Durchläufe:	500

### Ergebnisse

	Laufdauer /s	$V_{Schräge}$ /m/s	$V_{horizontal}$ /m/s
Minimum:	10	1	0,87
Mittel:	13	0,77	0,67
Maximum:	16	0,63	0,54

### Grafiken



Ausgangssituation



t = 10 s

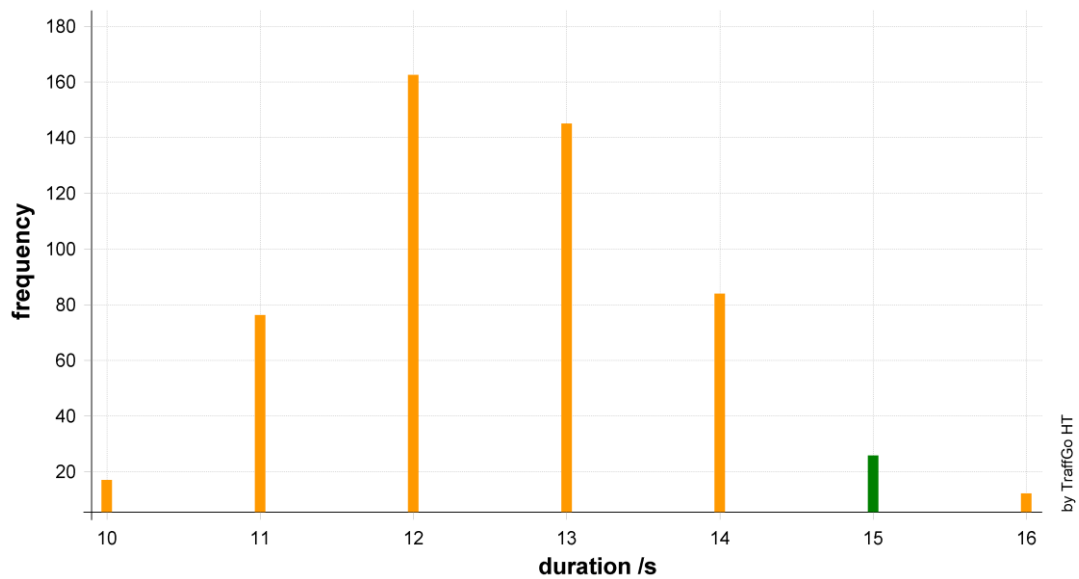


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der ermittelten Dauern.

In PedGo wird die Laufgeschwindigkeit treppab auf stochastisch auf 55% der Laufgeschwindigkeit in der Ebene reduziert. Der Mittelwert dieser Simulation liegt bei 13 s. Die resultierende, horizontale Laufgeschwindigkeit beträgt daher im Mittel 0,67 m/s.



## Test 4

Das Fundamentaldiagramm der Standardparameter hat folgenden Verlauf. Bei einer Dichte von  $6,25 \text{ P/m}^2$  kommt der Fluss zum Erliegen.

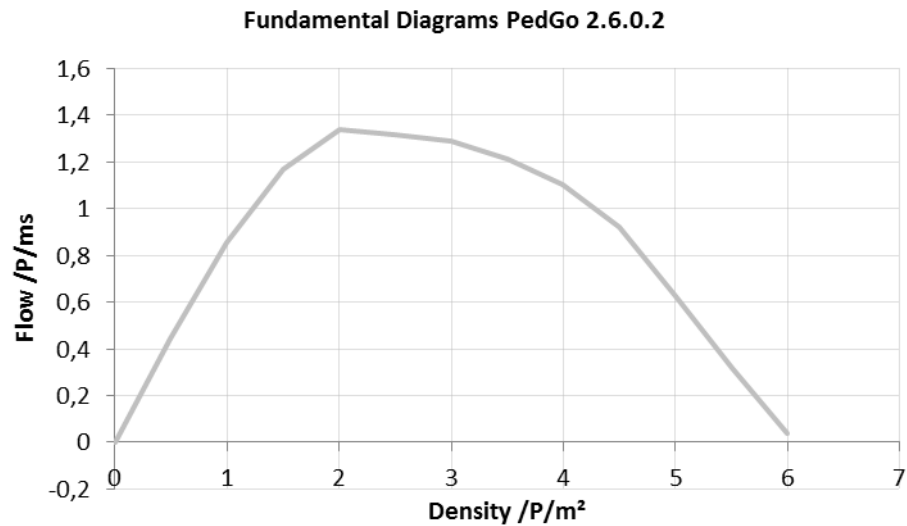


Abb. 4: Fundamentaldiagramm der Standardparameter.



## Test 5

Reaktionsdauer.

### Annahmen

Agentenzahl: 10

Reaktionsdauer: gleichverteilt, 10-100 s

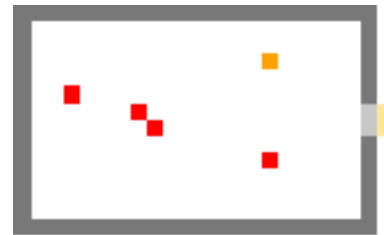
### Ergebnisse

Person	Reaktionsdauer /s	Person	Reaktionsdauer /s
1	100	6	32
2	28	7	22
3	59	8	21
4	82	9	71
5	78	10	22

### Grafiken



Ausgangszustand



t = 60 s

Die Reaktionsspanne von 10 – 100 s wurde als gleichverteilt vorgegeben. Die zugewiesenen Reaktionsdauern entsprechen der Vorgabe.





## Test 6

Bewegung um eine Ecke.

### Annahmen

Anzahl der Durchläufe: 500

Geometrie: Abgewinkelter Gang

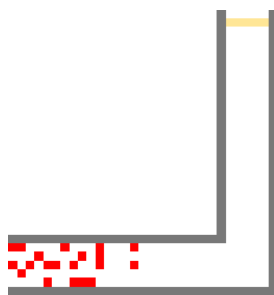
### Ergebnisse

Dauer minimal /s: 40

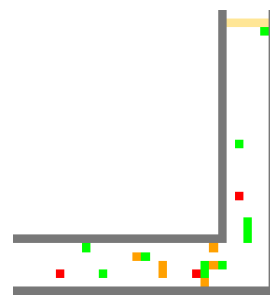
Dauer mittel /s: 53

Dauer maximal /s: 88

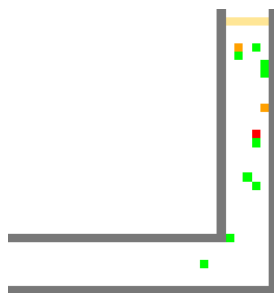
### Grafiken



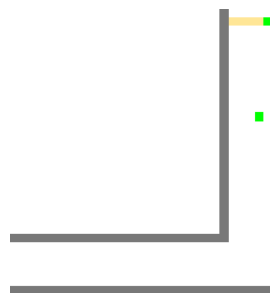
Ausgangssituation



t = 15 s



t = 30 s



t = 45 s

Die Screenshots zeigen, dass die Agenten die Ecke erfolgreich umrunden, ohne Wände zu durchqueren.



## Test 7

Zuordnung der demographischen Parameter.

### Annahmen

Agentenzahl: 50

Geschwindigkeit /m/s: 0,8 – 1,6

### Ergebnisse

Pers.	v /m/s	Pers.	v /m/s	Pers.	v /m/s	Pers.	v /m/s	Pers.	v /m/s
1	0,8	11	0,8	21	0,8	31	0,8	41	1,2
2	1,2	12	0,8	22	1,6	32	1,2	42	1,2
3	0,8	13	1,6	23	1,6	33	1,2	43	1,2
4	0,8	14	1,2	24	0,8	34	0,8	44	1,2
5	1,2	15	0,8	25	0,8	35	1,2	45	0,8
6	1,6	16	1,6	26	1,2	36	0,8	46	1,2
7	1,2	17	0,8	27	1,2	37	1,2	47	1,2
8	1,2	18	1,2	28	0,8	38	0,8	48	1,2
9	1,6	19	1,2	29	1,2	39	1,6	49	0,8
10	1,2	20	0,8	30	1,6	40	0,8	50	0,8

Die Tabelle zeigt die Verteilung der Laufgeschwindigkeiten der Agenten. Jeder Agent erhält stochastisch eine Geschwindigkeit zugewiesen, die mit der durch den Nutzer vorgegebenen Verteilung vereinbar ist.



Durch Veränderungen der Parameter ändert sich auch die Laufgeschwindigkeit jedes Agenten, da lediglich die freie Laufgeschwindigkeit vorgegeben wird. In der nachfolgenden Tabelle ist ein Beispiel für die Folge der Veränderung der Agentenparameter dargestellt.

Pers.	v /m/s	Pers.	v /m/s	Pers.	v /m/s	Pers.	v /m/s	Pers.	v /m/s
1	0,70	11	0,69	21	0,71	31	0,76	41	1,02
2	1,03	12	0,74	22	1,35	32	1,19	42	1,10
3	0,76	13	1,36	23	1,35	33	1,02	43	1,06
4	0,66	14	1,13	24	0,69	34	0,67	44	1,17
5	1,08	15	0,67	25	0,70	35	0,98	45	0,69
6	1,39	16	1,27	26	1,18	36	0,75	46	1,20
7	1,00	17	0,71	27	1,00	37	1,08	47	0,99
8	1,11	18	1,16	28	0,71	38	0,75	48	0,97
9	1,38	19	1,00	29	0,98	39	1,48	49	0,72
10	1,11	20	0,72	30	1,30	40	0,79	50	0,71

Die Parameter wurden dabei wie folgt gewählt:

	Minimum	Maximuml	Mittelwert	Standardabw.
Geduld /s	20	40	30	10
Schwanken /1	1	1	1	2
Reaktion /s	0	0	0	2
Trödeln /%	0	10	5	5
Trägheit /1	1	1	1	2

Für die Abweichung zu den optimalen Geschwindigkeiten sind die Parameter Geduld und Trödeln verantwortlich.



## Grafiken

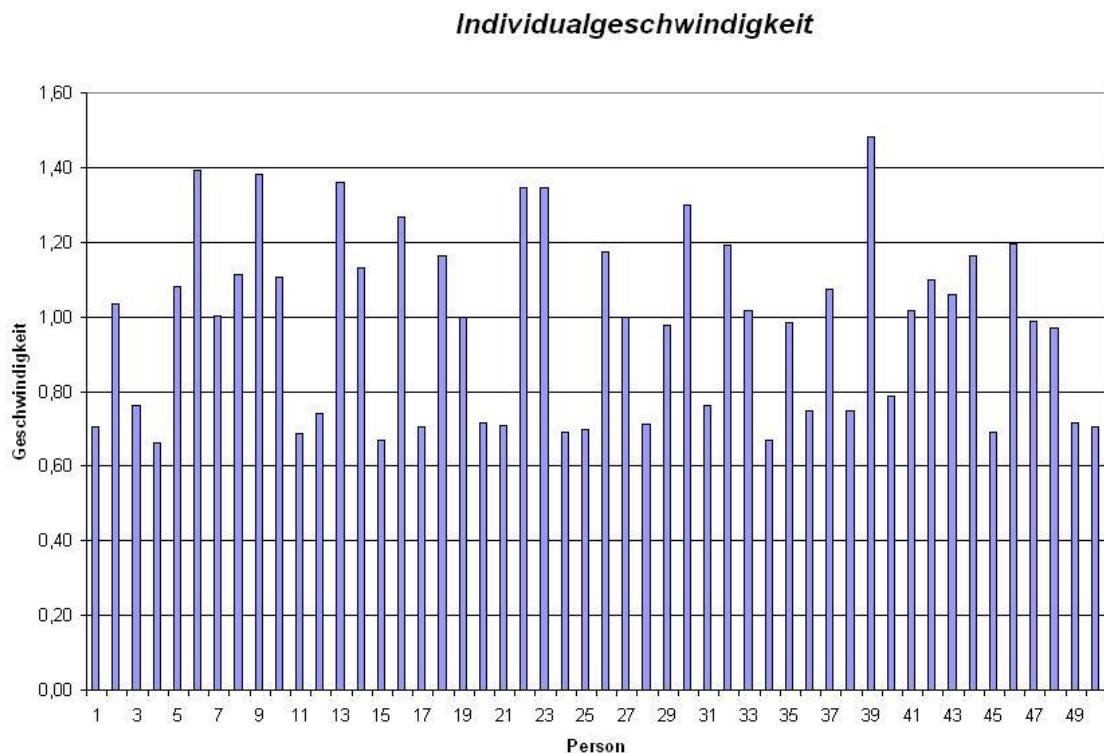


Abb. 5: Verteilung der individuellen Geschwindigkeiten.

Aus Abb. 5 ist ersichtlich, dass die minimale Geschwindigkeit bei 0,66 m/s und die maximale Geschwindigkeit bei 1,48 m/s liegt. Die Tabelle 1 der RiMEA Richtlinie gibt bei einer Agentengruppe unter 30 Jahren Gehgeschwindigkeiten in der Ebene von 0,58 m/s bis 1,61 m/s vor. Damit entsprechen die in PedGo zugewiesenen Werte denen der Richtlinie. Es handelt sich um eine Stichprobe der Länge 50, die mit der Grundgesamtheit („unendlich große Population“) vereinbar ist.



## Test 8

Parameteranalyse

### Annahmen

Agentenzahl:	448
Anzahl der Durchläufe:	500
Untersuchter Parameter:	Geschwindigkeit
Geduld (Patience):	20
Schwanken (Sway):	3
Reaktion (Reaction):	5
Trödeln (Dawdle):	15
Trägheit (Inertia):	3

### Ergebnisse

#### Fall 1: $v_{max}$ variiert

Geschwindigkeit /m/s:	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8
Dauer signifikant /s:	448	311	256	227	216	199	193
Dauer minimal /s:	413	288	239	213	203	184	181
Dauer maximal /s:	462	317	261	233	219	203	197

#### Fall 2: $v_{max}$ variiert um Mittelwert

Geschwindigkeit /m/s:	1,6	1,2 – 2,0	0,8 – 2,4	0,4 – 2,8
Dauer signifikant /s:	227	232	241	281
Dauer minimal /s:	213	218	223	241
Dauer maximal /s:	233	237	251	292



## Grafiken

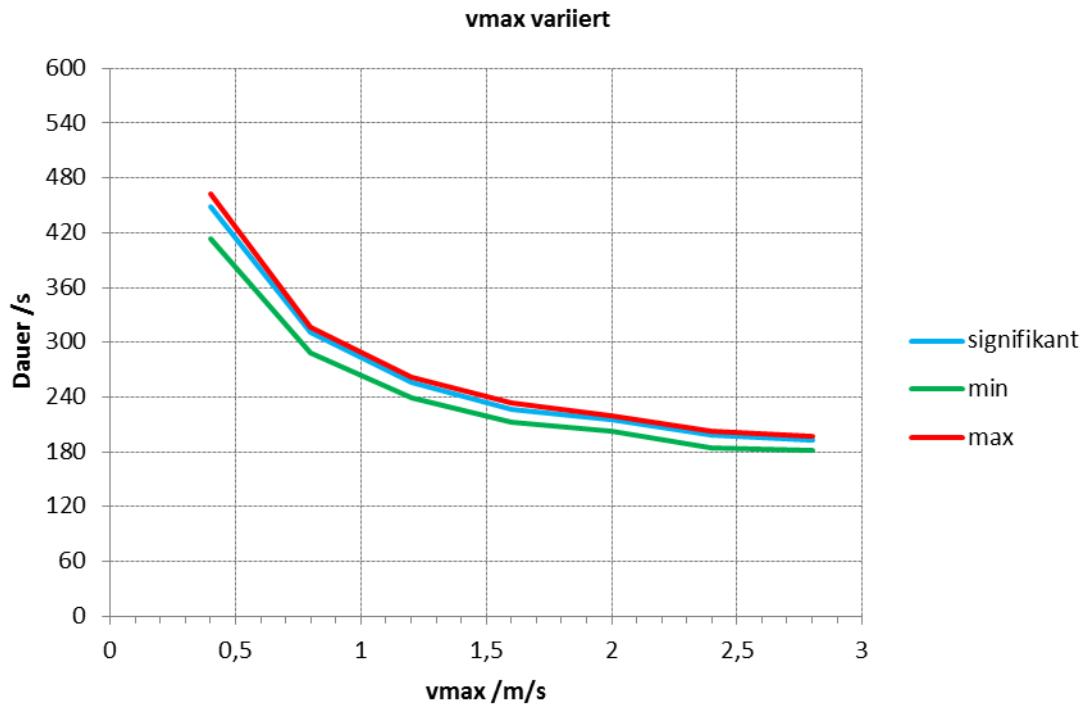


Abb. 6: Fall 1 -  $v_{max}$  variiert.

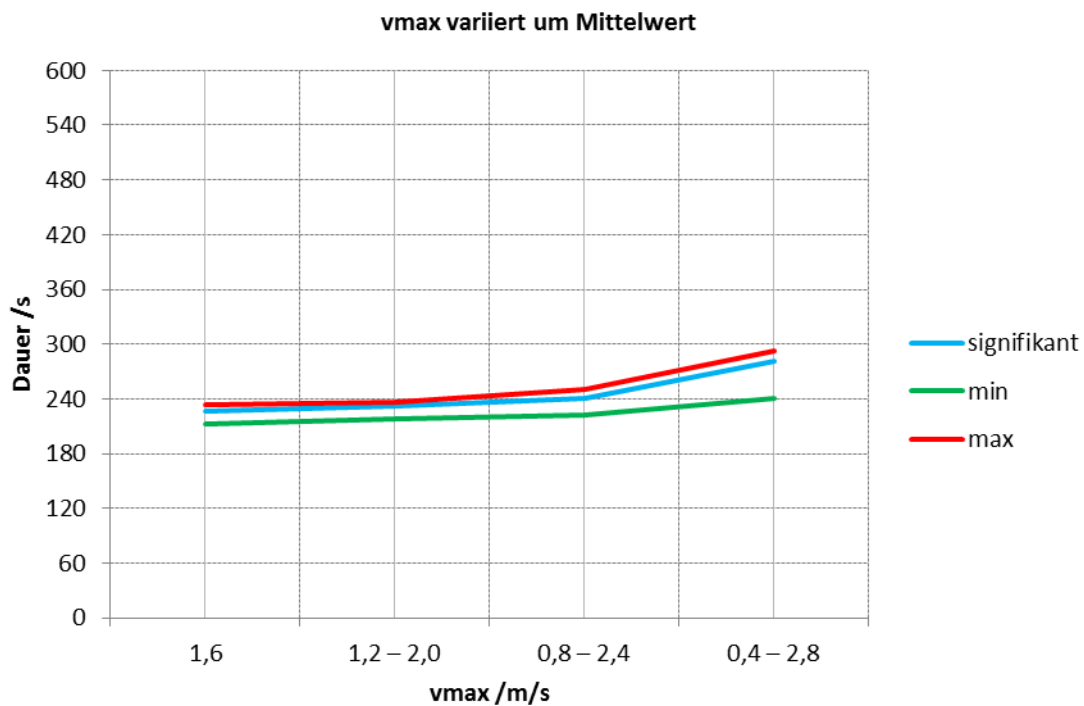


Abb. 7: Fall 2 -  $v_{max}$  variiert um Mittelwert.



### Annahmen

Agentenzahl:	448
Anzahl der Durchläufe:	500
Untersuchter Parameter:	Schwanken (Sway)
Geschwindigkeit:	1,6
Geduld (Patience):	20
Reaktion (Reaction):	5
Trödeln (Dawdle):	15
Trägheit (Inertia):	3

### Ergebnisse

#### Fall 3: Schwanken variiert

Schwanken /1:	1	2	3	4	5
Dauer signifikant /s:	201	209	227	250	280
Dauer minimal /s:	191	196	213	235	260
Dauer maximal /s:	205	216	233	257	289

#### Fall 4: Schwanken variiert um Mittelwert

Schwanken /1:	3	2 - 4	1 - 5
Dauer signifikant /s:	227	227	227
Dauer minimal /s:	213	207	209
Dauer maximal /s:	233	234	236



## Grafiken

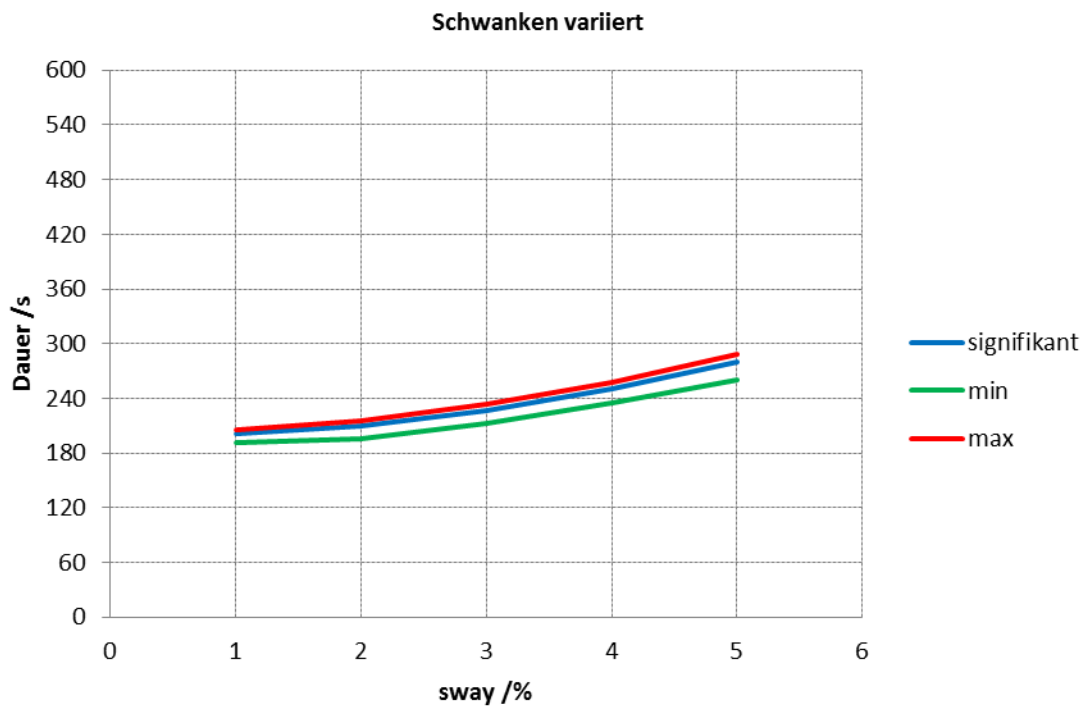


Abb. 8: Fall 3 - Schwanken variiert.

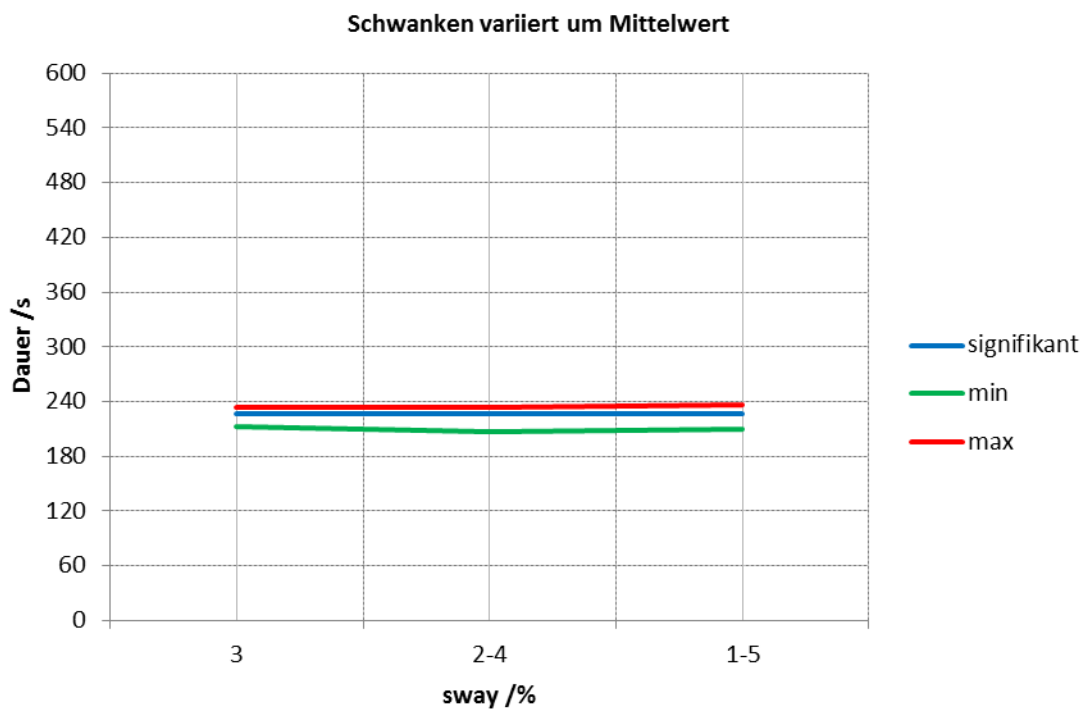


Abb. 9: Fall 4 - Schwanken variiert um Mittelwert.





### Annahmen

Agentenzahl:	448
Anzahl der Durchläufe:	500
Untersuchter Parameter:	Reaktion (Reaction)
Geschwindigkeit:	1,6
Geduld (Patience):	20
Schwanken (Sway):	3
Trödeln (Dawdle):	15
Trägheit (Inertia):	3

### Ergebnisse

#### Fall 5: Reaktion variiert

Reaktion /s:	1	3	5	9	15	30
Dauer signifikant /s:	223	225	227	231	237	252
Dauer minimal /s:	209	211	213	217	223	238
Dauer maximal /s:	229	231	233	237	243	258

#### Fall 6: Reaktion variiert um Mittelwert

Reaktion /s:	5	3 - 7	1 - 9
Dauer signifikant /s:	227	226	226
Dauer minimal /s:	213	213	213
Dauer maximal /s:	233	232	229



## Grafiken

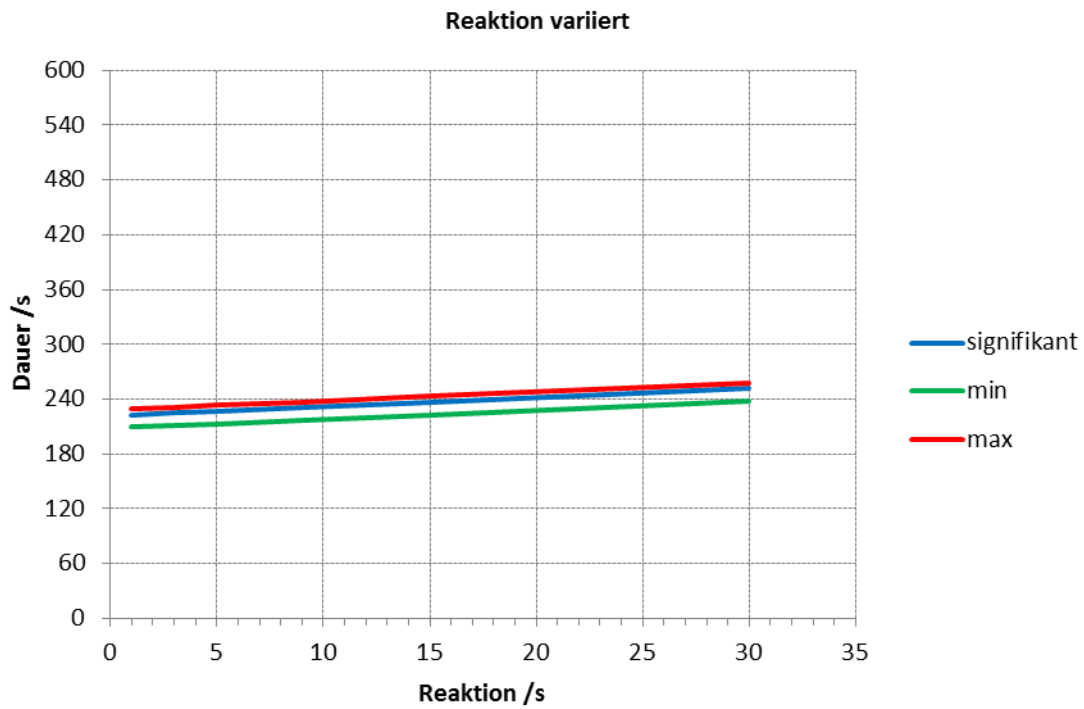


Abb. 10: Fall 5 - Reaktion variiert.

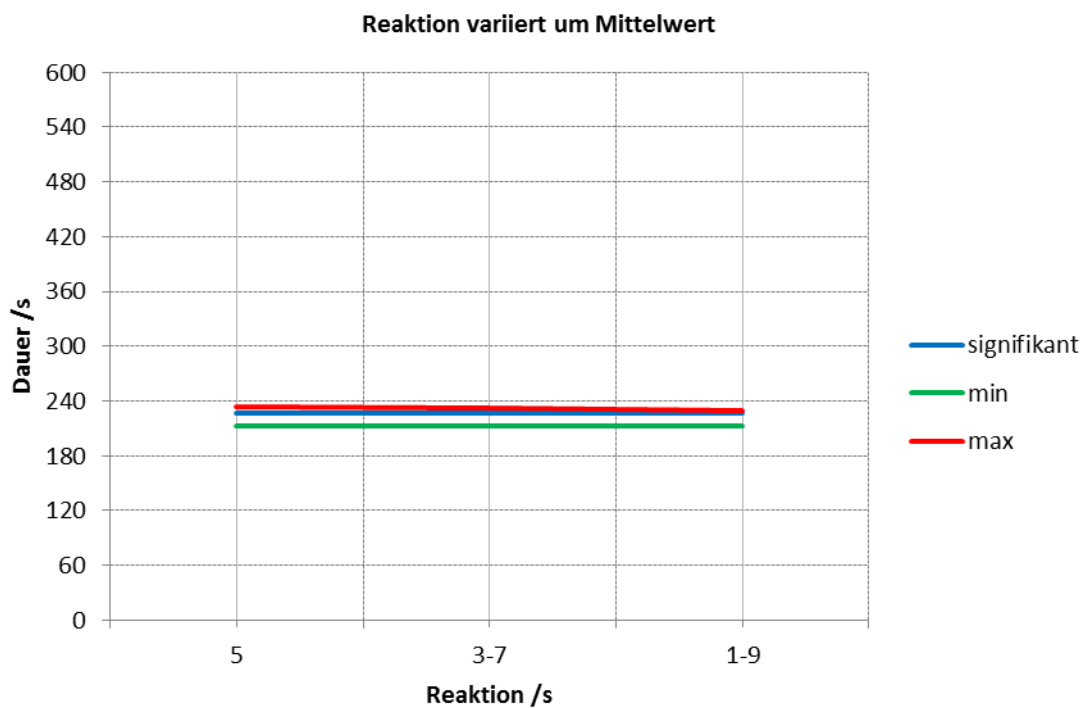


Abb. 11: Fall 6 - Reaktion variiert um Mittelwert.



### Annahmen

Agentenzahl:	448
Anzahl der Durchläufe:	500
Untersuchter Parameter:	Trödeln (Dawdle)
Geschwindigkeit:	1,6
Geduld (Patience):	20
Schwanken (Sway):	3
Reaktion (Reaction):	5
Trägheit (Inertia):	3

### Ergebnisse

#### Fall 7: Trödeln variiert

Trödeln /%:	1	5	10	15	20	25
Dauer signifikant /s:	199	205	215	227	242	261
Dauer minimal /s:	188	194	202	213	228	244
Dauer maximal /s:	203	210	223	233	247	270

#### Fall 8: Trödeln variiert um Mittelwert

Trödeln /%:	15	10 - 20	5 - 25	1-29
Dauer signifikant /s:	227	228	229	230
Dauer minimal /s:	213	213	214	213
Dauer maximal /s:	233	236	238	234



## Grafiken

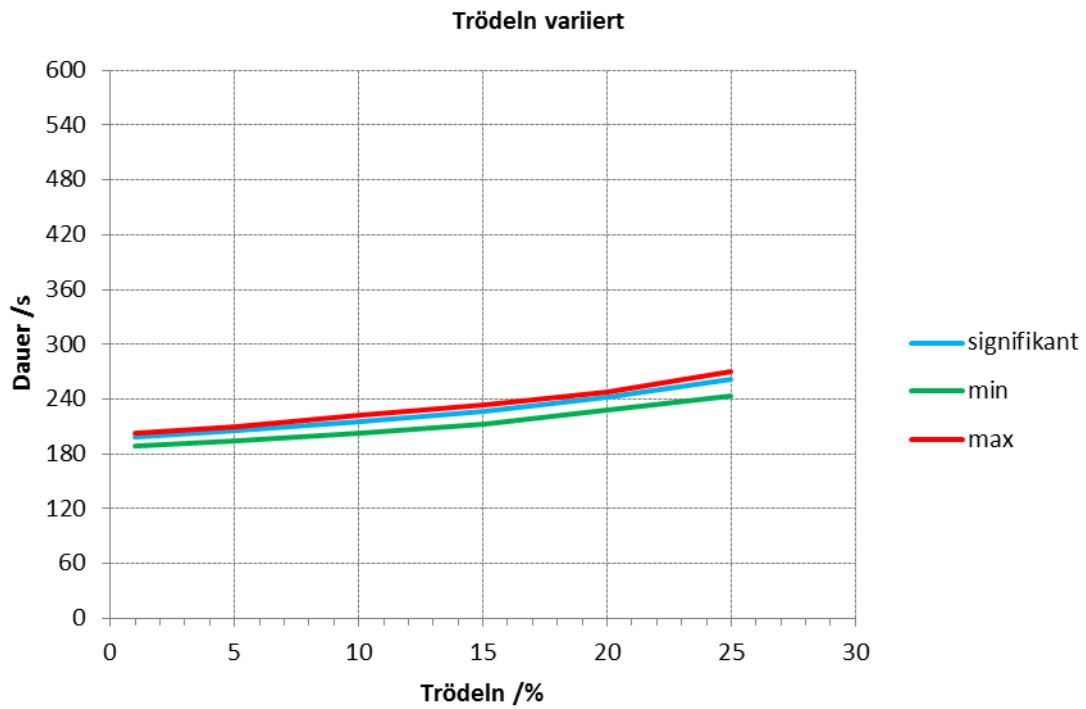


Abb. 12: Fall 7 - Trödeln variiert.

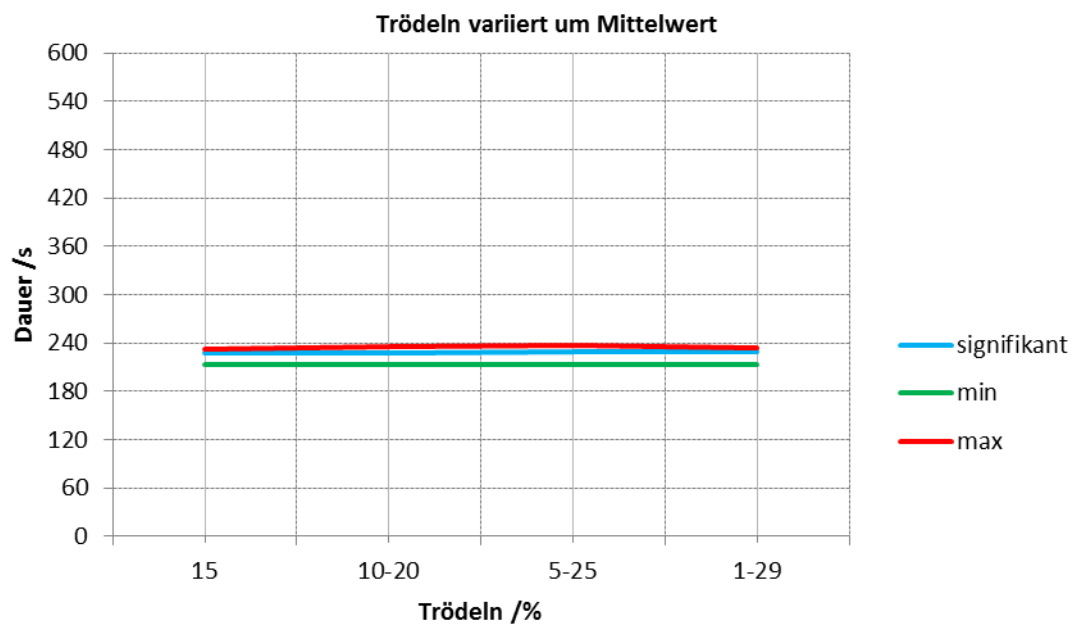


Abb. 13: Fall 8 - Trödeln variiert um Mittelwert.



### Annahmen

Agentenzahl:	448
Anzahl der Durchläufe:	500
Untersuchter Parameter:	Trägheit (Inertia)
Geschwindigkeit:	1,6
Geduld (Patience):	20
Schwanken (Sway):	3
Reaktion (Reaction):	5
Trödeln (Dawdle):	15

### Ergebnisse

#### Fall 9: Trägheit konstant

Trägheit /%:	1	2	3	4	5	10
Dauer signifikant /s:	235	229	227	226	225	226
Dauer minimal /s:	220	214	213	211	213	213
Dauer maximal /s:	241	237	233	232	230	230

#### Fall 10: Trägheit normalverteilt

Trägheit /%:	3	2-4	1-5
Dauer signifikant /s:	227	227	228
Dauer minimal /s:	213	212	213
Dauer maximal /s:	233	233	231



## Grafiken

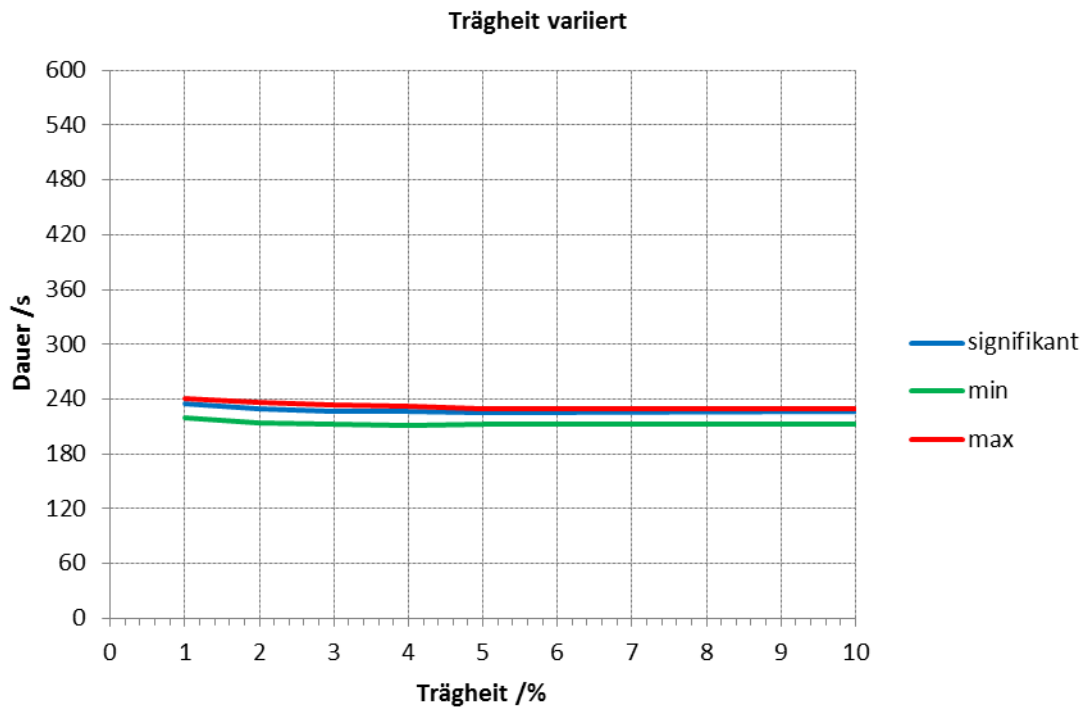


Abb. 14: Fall 9 - Trägheit variiert.

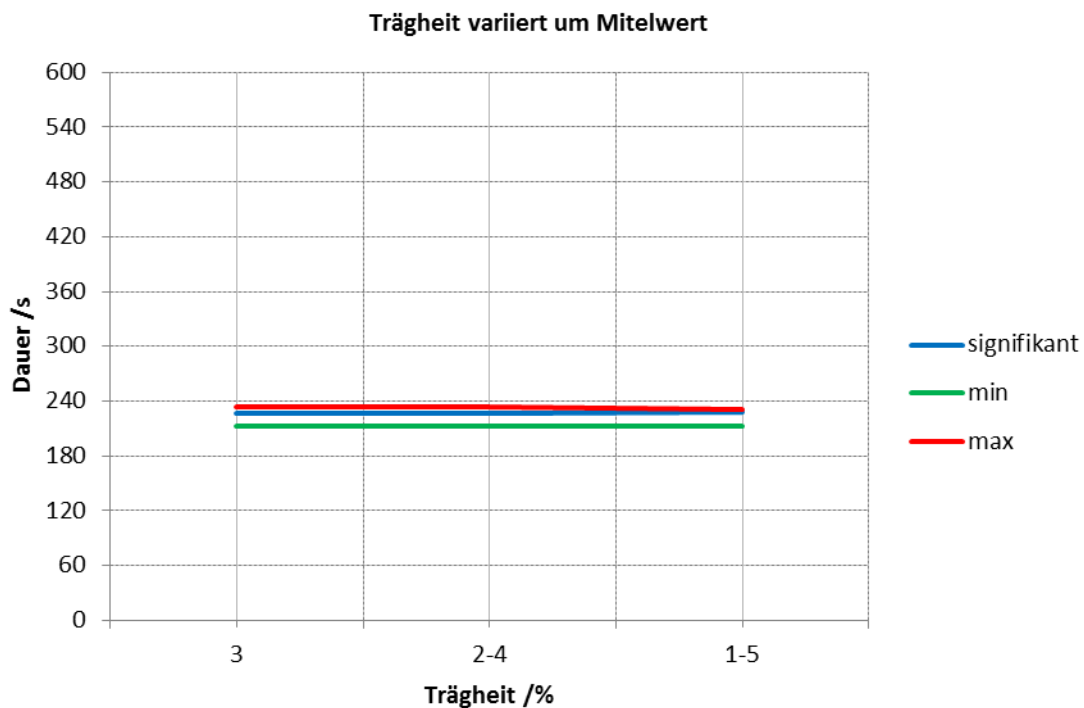


Abb. 15: Fall 10 - Trägheit variiert um Mittelwert.



## Test 9

Fluss: Eine Menschenmenge verlässt einen großen Raum.

### Annahmen

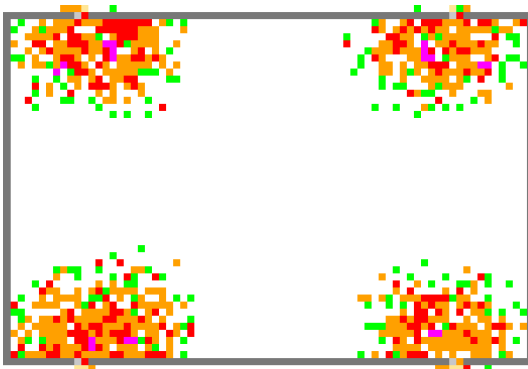
Agentenzahl:	1000
Geschwindigkeit /m/s:	0,8 – 1,6
Anzahl der Durchläufe:	500

### Ergebnisse

	Fall 1	Fall 2
Dauer signifikant /s:	248	465
Dauer minimal /s:	224	432
Dauer maximal /s:	275	484

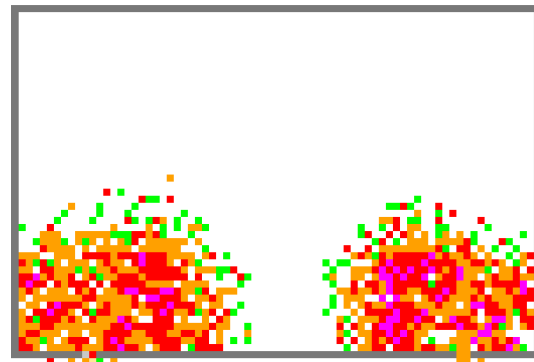
### Grafiken

Fall 1

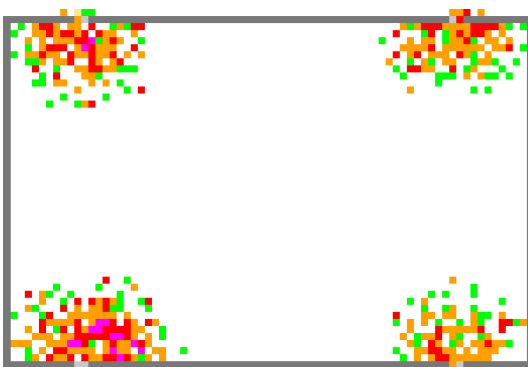


t = 60 s

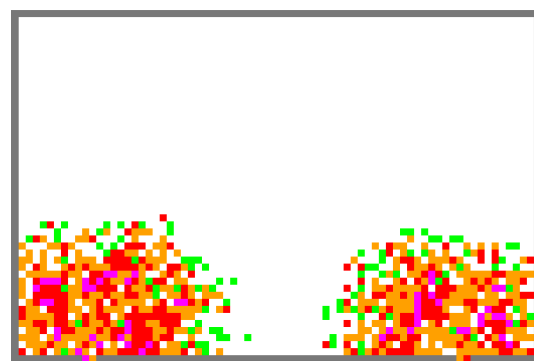
Fall 2



t = 60 s



t = 120 s



t = 120 s



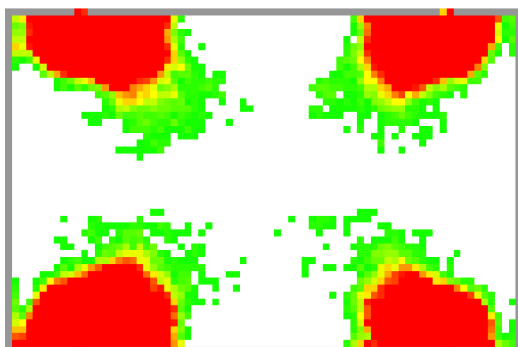
Fall 1



t = 180 s

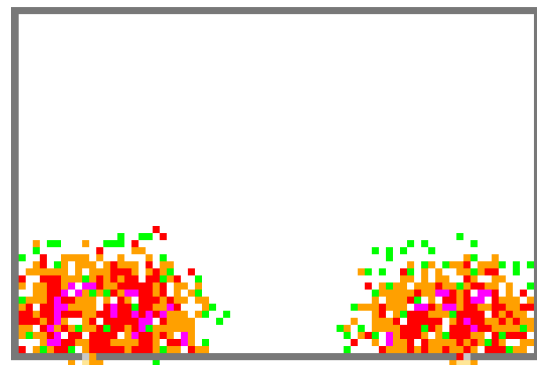


t = 240 s

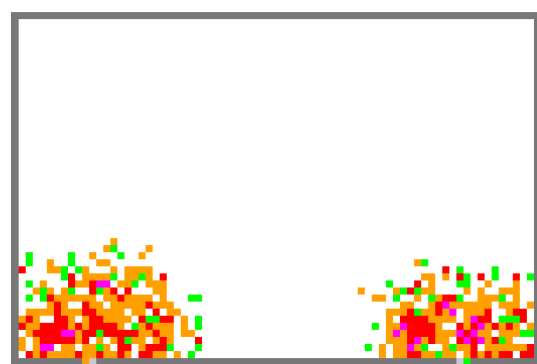


Dichteplot

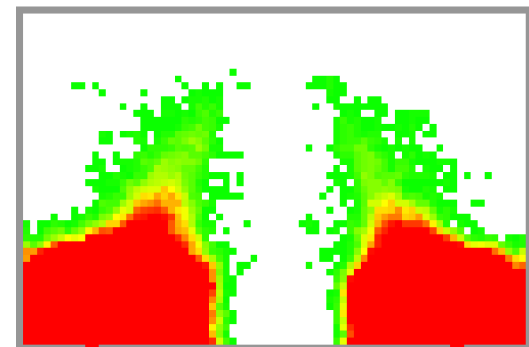
Fall 2



t = 180 s



t = 240 s



Dichteplot

Wie erwartet zeigen die Ergebnisse, dass sich die Entfluchtungsdauer von Fall 1 zu Fall 2 etwa verdoppelt. Der Vergleich der Dichteplots zeigt die Verlagerung der Staus.





## Test 10

Zuweisung von Rettungswegen.

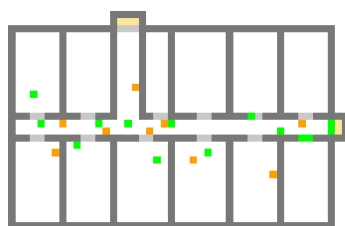
### Annahmen

Agentenzahl:	23
Geschwindigkeit /m/s:	0,8 – 1,6
Anzahl der Durchläufe:	500

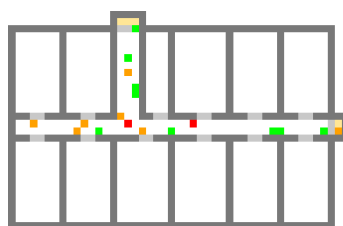
### Ergebnisse

Dauer signifikant /s:	42
Dauer minimal /s:	23
Dauer maximal /s:	56
Agenten am Hauptausgang:	15
Agenten am Sek. Ausgang:	8

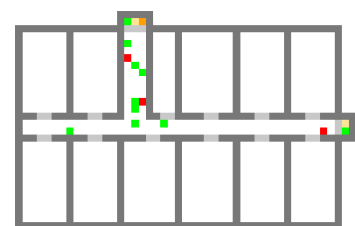
### Grafiken



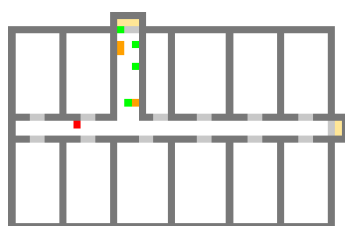
t = 5 s



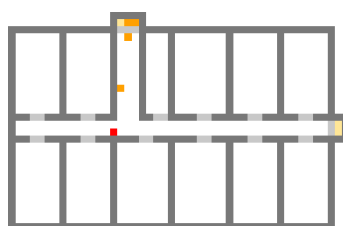
t = 10 s



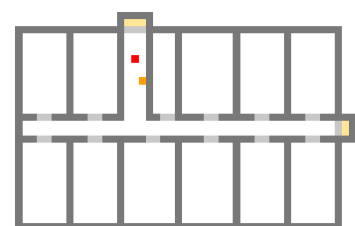
t = 15 s



t = 20 s



t = 25 s



t = 30 s

Die Agenten gehen zu den zugewiesenen Ausgängen.



## Test 11

Wahl des Rettungsweges.

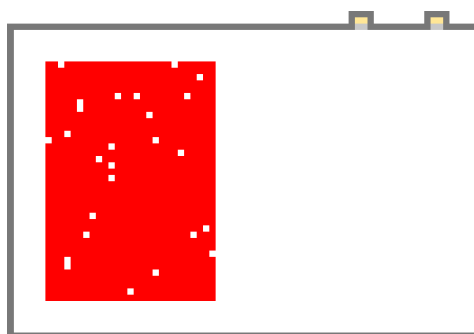
### Annahmen

Agentenzahl:	1000
Geschwindigkeit /m/s:	0,8 -1,6
Anzahl der Durchläufe:	500

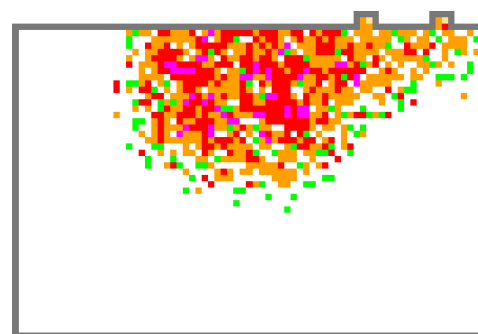
### Ergebnisse

Dauer signifikant /s:	557
Dauer minimal /s:	534
Dauer maximal /s:	568
Agenten Ausgang 1 (signifikant):	522
Agenten Ausgang 2 (signifikant):	478

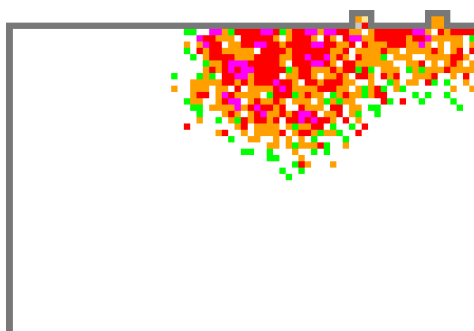
### Grafiken



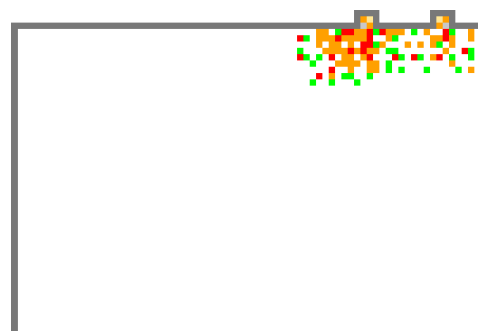
Ausgangssituation



t = 120 s



t = 240 s



t = 480 s

Die Agenten wählen auch den alternativen Ausgang 2, obwohl dieser etwas weiter entfernt liegt. Ausgang 1 wird aber insgesamt bevorzugt, obwohl in diesem Bereich erhebliche Stauungen auftreten. Der Nutzer kann die Wahl auch beeinflussen.



## Test 12

Auswirkung von Engstellen

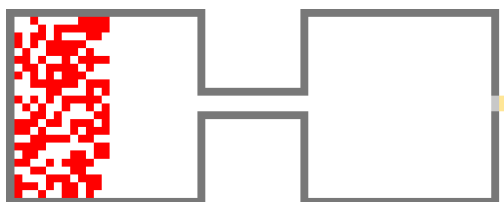
### Annahmen

Agentenzahl:	150
Geschwindigkeit /m/s:	0,8 -1,6
Anzahl der Durchläufe:	500

### Ergebnisse

Dauer signifikant /s:	228
Dauer minimal /s:	189
Dauer maximal /s:	242

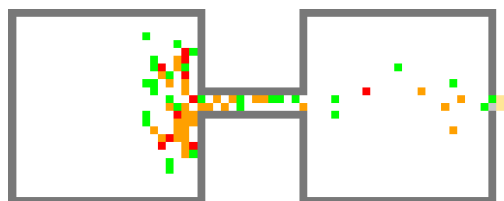
### Grafiken



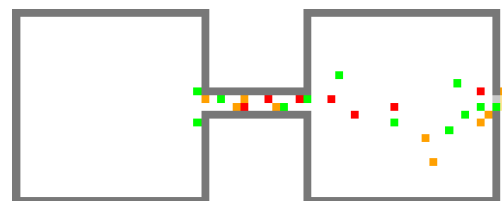
Ausgangssituation



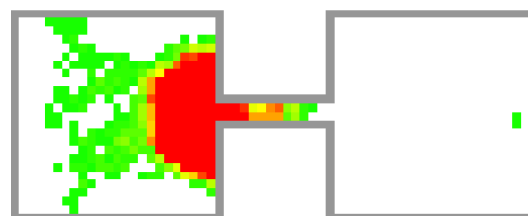
t = 60 s



t = 120 s



t = 180 s



Dichteplot

Aus den Abbildungen wird ersichtlich, dass es nur in Raum 1 (links) vor dem Engpass zu einem Stau kommt.



## Test 13

Stau vor Treppe.

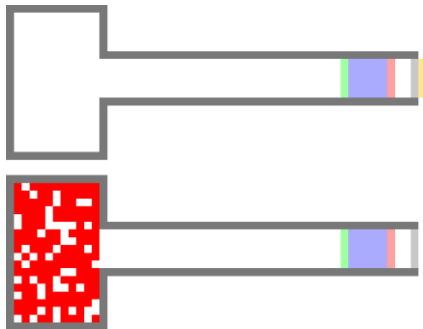
### Annahmen

Agentenzahl:	150
Geschwindigkeit /m/s:	0,8 – 1,6
Anzahl der Durchläufe:	500

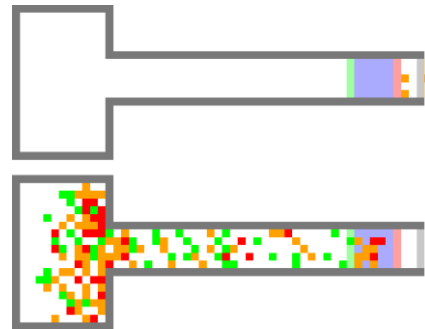
### Ergebnisse

Dauer signifikant /s:	138
Dauer minimal /s:	116
Dauer maximal /s:	154

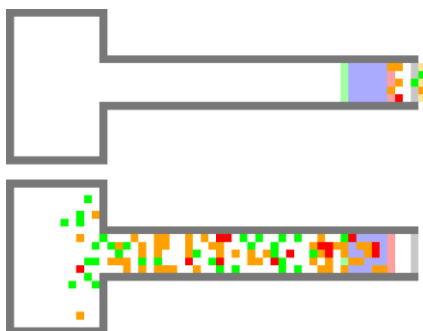
### Grafiken



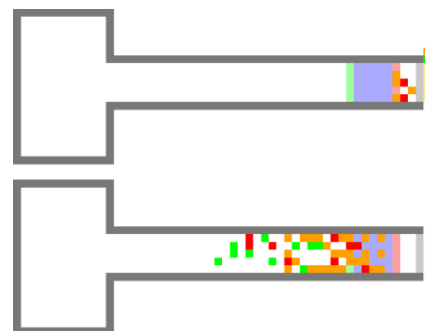
Ausgangssituation



t = 30 s



t = 60 s



t = 90 s

Die Screenshots zeigen, dass am Ausgang des Raumes ein kleiner Stau entsteht, der im anschließenden Gang zu einem stetigen Fluss führt. Dieses Ergebnis entspricht dem erwarteten Ergebnis der Richtlinie.



Aus dem Dichteplot, wird zusätzlich sichtbar, dass ein kleiner Stau am Fuß der Treppe entsteht, da der Fluss auf der Treppe kleiner ist als im Gang.

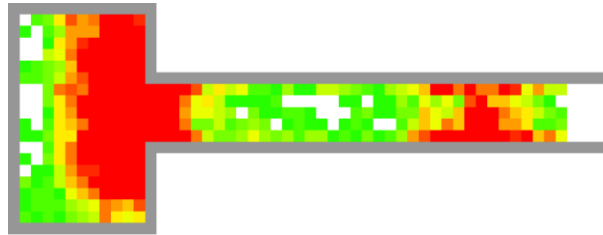


Abb. 16: Der Dichteplot zeigt Staus am Eingang zum Gang sowie am Fuß der Treppe.



## Test 14

### Routenwahl

### Ergebnisse

Die Routenwahl der Agenten wird durch die Modellierung gesteuert. Zur Verdeutlichung wurden drei verschiedene Arten der Modellierung gewählt:

- 1) Die Agenten laufen über den langen Gang.
- 2) Die Agenten laufen über die Treppen.
- 3) Ein Teil der Agenten läuft über die Treppe, der andere über den langen Gang.

### Grafiken

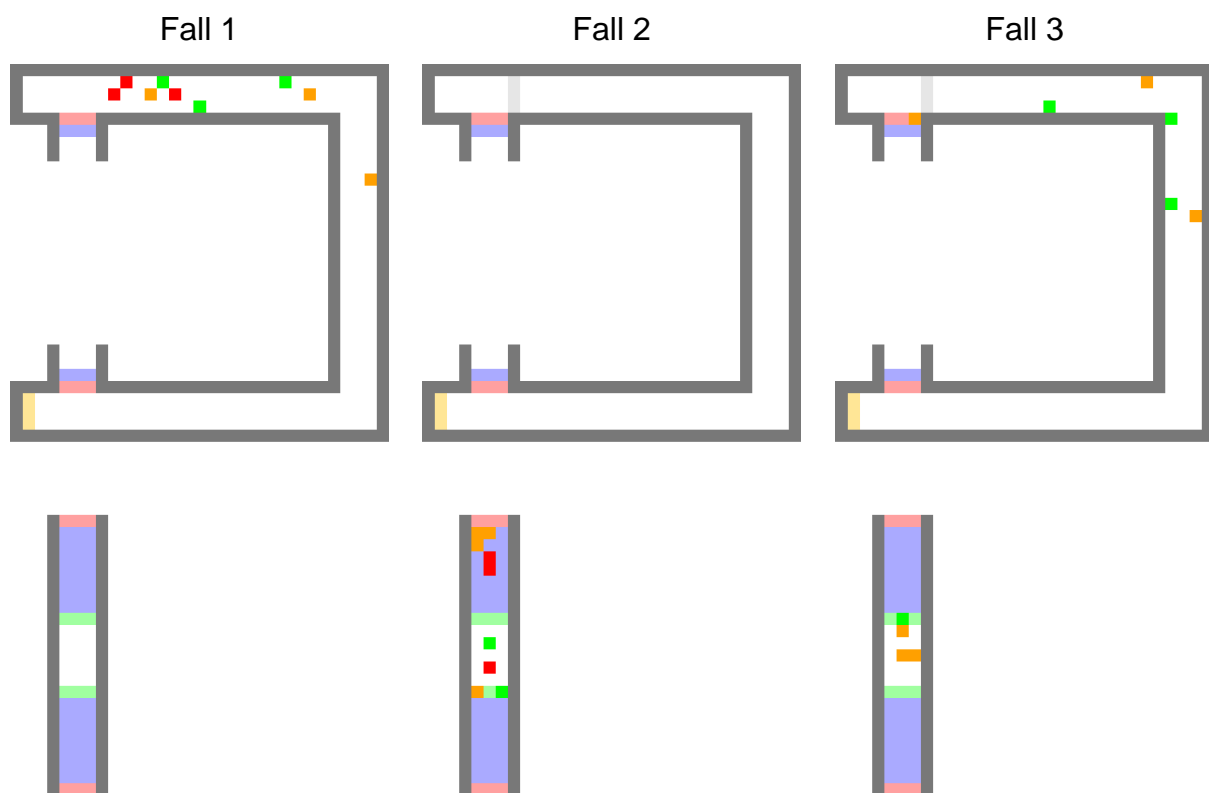


Abb. 17: Situation nach 15 s.

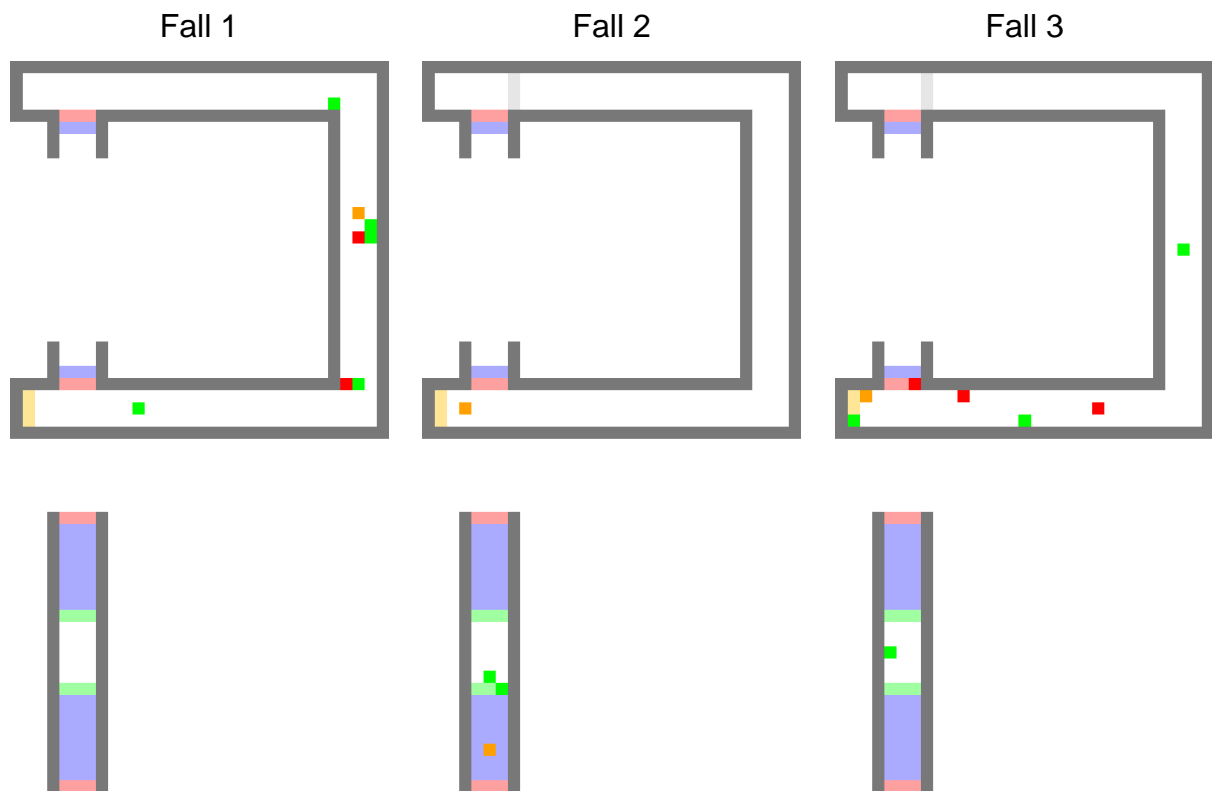


Abb. 18: Situation nach 30 s.



## Test 15

Bewegung einer großen Menge Fußgänger um eine Ecke

### Annahmen

Agentenzahl:	500
Geschwindigkeit /m/s:	0,8 – 1,6
Anzahl der Durchläufe:	500

### Ergebnisse

	Fall 1	Fall 2	Fall 3
Dauer signifikant /s:	269	233	170
Dauer minimal /s:	207	205	131
Dauer maximal /s:	295	245	198

### Grafiken

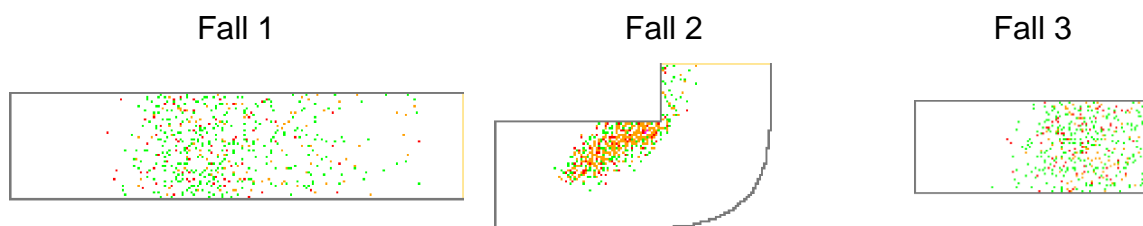


Abb. 19: Situation nach 60 s.

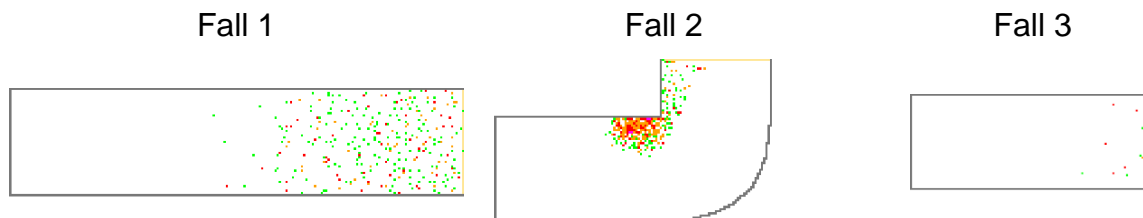


Abb. 20: Situation nach 120 s.

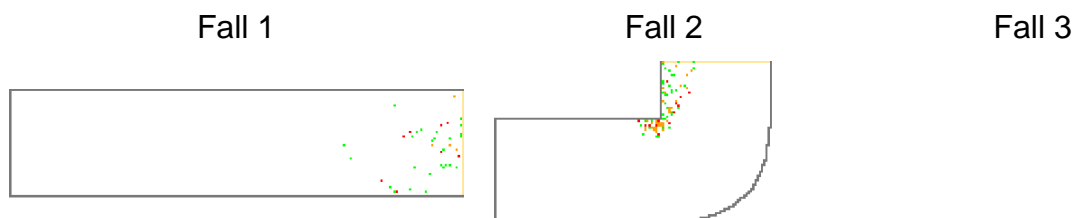


Abb. 21: Situation nach 180 s.

Die vorangehenden Abbildungen zeigen wie erwartet, dass die Evakuierungsdauer für den langen Gang am höchsten und für den kurzen Gang am niedrigsten ist.





## Referenzen

1. Homepage des RiMEA e.V.: [www.rimea.de](http://www.rimea.de)
2. Homepage der TraffGo HT GmbH: [www.traffgo-ht.com](http://www.traffgo-ht.com)