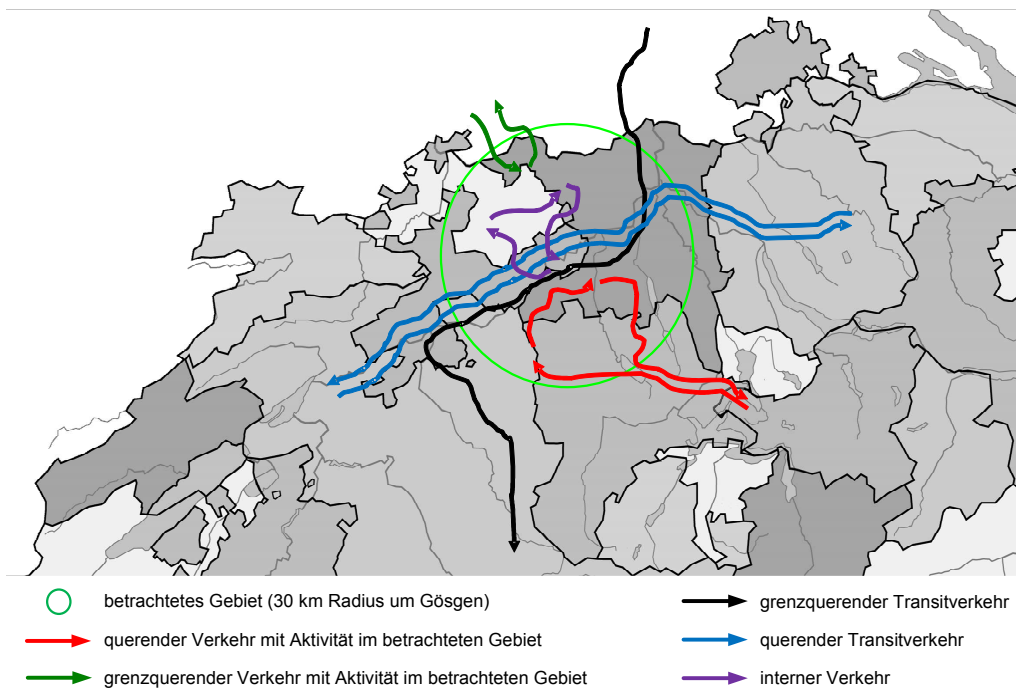




Grossräumige Evakuierung – Agenten-basierte Analyse

Schlussbericht an das BABS

Christoph Dobler

Matthias Kowald

Boris Jäggi

Jolanda Koot

Kay W. Axhausen

Juni 2013

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Zusammenfassung der ersten Projektphase	3
2.1	Einleitung	3
2.2	Simulationsmodelle für Evakuationen	4
2.3	MATSim	5
2.3.1	Überblick	5
2.3.2	Nomenklatur	7
2.3.3	Erweiterungen	8
2.4	Simulationsansatz	10
2.4.1	Verhalten der Personen	11
2.4.2	Kenntnis des Verkehrsnetzes und dessen Belastung	11
2.4.3	Beginn der Evakuation	11
2.4.4	Wahl des Evakuationsortes	11
2.5	Szenario	13
2.5.1	Szenario Schweiz	13
2.5.2	Szenario Gösgen	15
2.6	Ergebnisse	16
2.6.1	Systemoptimum und Nutzergleichgewicht	16
2.6.2	Szenario Schweiz im Gebiet Gösgen	18
2.6.3	Szenario Gösgen	20
2.7	Zusammenfassung	25
3	Soziales Verhalten in grossräumigen Evakuierungsereignissen	26
3.1	Literaturrecherche	26
3.1.1	Die Simulation von Evakuierungsereignissen unter Berücksichtigung sozialer Interaktionen	26
3.1.2	Die Literatur zu Bevölkerungsevakuationen	27
3.1.3	Situative und soziodemographische Einflüsse	28
3.1.4	Einflüsse der Evakuierungsplanung und -aufforderung	34
3.1.5	Der Umgang mit Menschen mit besonderen Bedürfnissen	37
3.1.6	Resümee	38
3.2	Ergebnisse einer Expertenbefragung	41
3.2.1	Menschliches Verhalten in Evakuierungssituationen	41
3.2.2	Die Methode leitfadengestützter Experteninterviews	42
3.2.3	Die Interviews: Gesprächspartner und Aussagen	47

3.2.4	Das Verhalten einer evakuierenden Bevölkerung: Hypothesenliste	65
3.2.5	Fazit	67
3.3	Schätzung von Verhaltensmodellen	68
3.3.1	Zur Notwendigkeit eines Verhaltensmodells in Evakuierungssimulationen	68
3.3.2	Hypothesen über menschliches Verhalten in Evakuierungen	69
3.3.3	Das Erhebungsinstrument	71
3.3.4	Umfrage- und Zielpopulation und das Antwortverhalten	74
3.3.5	Die Daten im deskriptiven Überblick	78
3.3.6	Die Daten im deskriptiven Überblick	81
3.3.7	Zusammenfassung und Bewertung der Triangulation	90
3.3.8	Ausblick	92
4	Simulationsmodell	94
4.1	Unvorhersehbare Ereignisse in iterativen Optimierungsprozessen	94
4.2	Within-day Replanning Ansatz	95
4.3	Verhaltensmodell	97
4.4	Multi-modale Simulation	98
4.5	Multi-modale Reisezeiten	99
4.5.1	Fussgänger	99
4.5.2	Fahrradfahrer	101
4.5.3	Mitfahrer	101
4.5.4	ÖV	101
5	Szenario	104
5.1	Haushalte	104
5.2	Modell der Fahrzeugflotte	104
5.2.1	Modellschätzung	104
5.2.2	Vorhersage	105
5.3	Höhenkoordinaten für das Verkehrsnetz	106
5.4	Verhaltensmodell	106
5.4.1	Informierung der Bevölkerung	106
5.4.2	Befolgen der Evakuationsanweisung	106
5.4.3	Wahl eines Treffpunktes	107
5.4.4	Fahrzeugnutzung	108
5.4.5	Auflesen von Fussgängern	108
5.5	Menschen mit besonderen Bedürfnissen	110
6	Simulationsläufe	111
6.1	Überblick	111

6.2	Evakuationszeiten	141
6.3	Zeitdiagramme	150
6.4	Reisezeiten im Verkehrsnetz	151
6.5	Belastung des Verkehrsnetzes	152
6.6	Gegenüberstellung ähnlicher Läufe	153
6.7	Analyse der Simulationen	162
6.7.1	Beschreibende Analyse	163
6.7.2	Regressionsanalyse	165
6.7.3	Zusammenfassung und Ausblick	173
7	Zusammenfassung	177
8	Literatur	179
9	Anhang	189
A	Anschreiben an Institutionen des Bevölkerungsschutzes zur Benennung von Experten	189
B	Anschreiben an die Experten mit der Bitte um ein Interview	195
C	Der Interviewleitfaden	199
D	Anschreiben an die Experten mit Bitte um Anmerkungen zum oder Korrektur des Transkripts	205
E	Präventives Merkblatt für Sturmflutevakuierungen Stadt Hamburg	207
F	Informationen zum KATWARN-Projekt des Fraunhofer-Instituts	210
G	Anschreiben an Teilnehmer der Befragung	213
H	Fragebogen	215
I	Erinnerungsschreiben	235
J	Gleichungen für die Modellschätzung	237
K	Nutzenfunktion für das Auflesen von Fussgängern	238
L	Rücklauf der Befragung	239
M	Ergebnisse	240
M.1	Evakuationszeiten	240
M.2	Zeitdiagramme	281
M.3	Gegenüberstellung ähnlicher Läufe	494

Abbildungsverzeichnis

1	Darstellung einer synthetischen Person im XML Format	6
2	Schematischer Ablauf des evolutionären Algorithmus von MATSim	7
3	Wahl des Evakuationsziels in Abhängigkeit vom Aufenthaltsort	12
4	Szenario Gösgen	15
5	Sioux-Falls-Verkehrsnetz inklusive der Erweiterung um einen Evakuationsknoten	17
6	Ausgewählte Zählstationen	18
7	Ganglinien ausgewählter Zählstellen	19
9	Beispiele der Fehlerquellen anhand ausgewählter Zählstellen	19
11	Evakuationsgebiet 2-km-Radius um das KKW	22
13	Evakuationsgebiet Zone 1	23
15	Evakuationsgebiet Zone 1 und Sektor 2 der Zone 2	24
17	Das Verhältnis von Antwortlast und Teilnahmequote	76
18	Anteil fehlender Angaben in Einstellungen und Soziodemographie	77
20	Präferenzen bei der Unterkunftsfindung	80
21	Präferenzen bei der Verkehrsmittelwahl	81
23	Die räumliche Verteilung der Haushaltsmitglieder	82
24	Nutzen, Zeitspanne und Status der Haushaltsgemeinschaft	88
25	Unvorhersehbares Ereignis in einem Verkehrsnetz	96
27	Schematischer Ablauf eines MATSim Simulationslaufes	97
29	Geschwindigkeit von Fussgängern	100
31	Geschwindigkeit von Fahrradfahrern	102
33	Treffen der Evakuationsentscheidung und Wahl eines Treffpunktes	109
34	Verkehrsmittelwahl für die Evakuierung (Läufe 1–53)	126
35	Verkehrsmittelwahl für die Evakuierung (Läufe 54–106)	127
36	Verkehrsmittelwahl für die Evakuierung (Läufe 107–159)	128
37	Verkehrsmittelwahl für die Evakuierung (Läufe 160–212)	129
38	Verkehrsmittelwahl für die Rückkehr nach Hause (Läufe 1–53)	137
39	Verkehrsmittelwahl für die Rückkehr nach Hause (Läufe 54–106)	138
40	Verkehrsmittelwahl für die Rückkehr nach Hause (Läufe 107–159)	139
41	Verkehrsmittelwahl für die Rückkehr nach Hause (Läufe 160–212)	140
42	Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet	150
43	Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet	151
44	Relative Reisezeiten im Verkehrsnetz	152
45	Relative Belastung des Verkehrsnetzes	153
46	Startzeit 8:00, Zonen 1 und 2, mittels PW nach Hause zurückkehrende Personen	155
47	Startzeit 8:00, Zonen 1 und 2, zu Fuss nach Hause zurückkehrende Personen . .	156

48	Startzeit 3:00, Zonen 1 und 2, mittels PW evakuierende Personen	158
50	Startzeit 8:00, Zonen 1 und 2, unmittelbar mittels PW evakuierende Personen .	159
51	Startzeit 8:00, Zonen 1 und 2, später mittels PW evakuierende Personen	160
52	Später evakuierende Personen, alle Evakuationsgebiete, mittels PW evakuieren- de Personen	161
54	Evakuationszeit PW (sofort und später) als Funktion des Anteils der Evakuierten	165
55	Evakuierung der Fussgänger (sofort und später) als Funktion des Anteils der Evakuierten	166
56	Dauer der Evakuierung der PW-Fahrer (sofort und später) (95%)	167
57	Dauer der Evakuierung zu Fuss (sofort und später) (95%)	167
58	Residuen der Regression über alle Fälle: Evakuierung PW-Fahrer (sofort und später)	172
59	Lauf 1	282
61	Lauf 2	283
63	Lauf 3	284
65	Lauf 4	285
67	Lauf 5	286
69	Lauf 6	287
71	Lauf 7	288
73	Lauf 8	289
75	Lauf 9	290
77	Lauf 10	291
79	Lauf 11	292
81	Lauf 12	293
83	Lauf 13	294
85	Lauf 14	295
87	Lauf 15	296
89	Lauf 16	297
91	Lauf 17	298
93	Lauf 18	299
95	Lauf 19	300
97	Lauf 20	301
99	Lauf 21	302
101	Lauf 22	303
103	Lauf 23	304
105	Lauf 24	305
107	Lauf 25	306
109	Lauf 26	307
111	Lauf 27	308

113	Lauf 28	309
115	Lauf 29	310
117	Lauf 30	311
119	Lauf 31	312
121	Lauf 32	313
123	Lauf 33	314
125	Lauf 34	315
127	Lauf 35	316
129	Lauf 36	317
131	Lauf 37	318
133	Lauf 38	319
135	Lauf 39	320
137	Lauf 40	321
139	Lauf 41	322
141	Lauf 42	323
143	Lauf 43	324
145	Lauf 44	325
147	Lauf 45	326
149	Lauf 46	327
151	Lauf 47	328
153	Lauf 48	329
155	Lauf 49	330
157	Lauf 50	331
159	Lauf 51	332
161	Lauf 52	333
163	Lauf 53	334
165	Lauf 54	335
167	Lauf 55	336
169	Lauf 56	337
171	Lauf 57	338
173	Lauf 58	339
175	Lauf 59	340
177	Lauf 60	341
179	Lauf 61	342
181	Lauf 62	343
183	Lauf 63	344
185	Lauf 64	345
187	Lauf 65	346

189	Lauf 66	347
191	Lauf 67	348
193	Lauf 68	349
195	Lauf 69	350
197	Lauf 70	351
199	Lauf 71	352
201	Lauf 72	353
203	Lauf 73	354
205	Lauf 74	355
207	Lauf 75	356
209	Lauf 76	357
211	Lauf 77	358
213	Lauf 78	359
215	Lauf 79	360
217	Lauf 80	361
219	Lauf 81	362
221	Lauf 82	363
223	Lauf 83	364
225	Lauf 84	365
227	Lauf 85	366
229	Lauf 86	367
231	Lauf 87	368
233	Lauf 88	369
235	Lauf 89	370
237	Lauf 90	371
239	Lauf 91	372
241	Lauf 92	373
243	Lauf 93	374
245	Lauf 94	375
247	Lauf 95	376
249	Lauf 96	377
251	Lauf 97	378
253	Lauf 98	379
255	Lauf 99	380
257	Lauf 100	381
259	Lauf 101	382
261	Lauf 102	383
263	Lauf 103	384

265	Lauf 104	385
267	Lauf 105	386
269	Lauf 106	387
271	Lauf 107	388
273	Lauf 108	389
275	Lauf 109	390
277	Lauf 110	391
279	Lauf 111	392
281	Lauf 112	393
283	Lauf 113	394
285	Lauf 114	395
287	Lauf 115	396
289	Lauf 116	397
291	Lauf 117	398
293	Lauf 118	399
295	Lauf 119	400
297	Lauf 120	401
299	Lauf 121	402
301	Lauf 122	403
303	Lauf 123	404
305	Lauf 124	405
307	Lauf 125	406
309	Lauf 126	407
311	Lauf 127	408
313	Lauf 128	409
315	Lauf 129	410
317	Lauf 130	411
319	Lauf 131	412
321	Lauf 132	413
323	Lauf 133	414
325	Lauf 134	415
327	Lauf 135	416
329	Lauf 136	417
331	Lauf 137	418
333	Lauf 138	419
335	Lauf 139	420
337	Lauf 140	421
339	Lauf 141	422

341	Lauf 142	423
343	Lauf 143	424
345	Lauf 144	425
347	Lauf 145	426
349	Lauf 146	427
351	Lauf 147	428
353	Lauf 148	429
355	Lauf 149	430
357	Lauf 150	431
359	Lauf 151	432
361	Lauf 152	433
363	Lauf 153	434
365	Lauf 154	435
367	Lauf 155	436
369	Lauf 156	437
371	Lauf 157	438
373	Lauf 158	439
375	Lauf 159	440
377	Lauf 160	441
379	Lauf 161	442
381	Lauf 162	443
383	Lauf 163	444
385	Lauf 164	445
387	Lauf 165	446
389	Lauf 166	447
391	Lauf 167	448
393	Lauf 168	449
395	Lauf 169	450
397	Lauf 170	451
399	Lauf 171	452
401	Lauf 172	453
403	Lauf 173	454
405	Lauf 174	455
407	Lauf 175	456
409	Lauf 176	457
411	Lauf 177	458
413	Lauf 178	459
415	Lauf 179	460

417	Lauf 180	461
419	Lauf 181	462
421	Lauf 182	463
423	Lauf 183	464
425	Lauf 184	465
427	Lauf 185	466
429	Lauf 186	467
431	Lauf 187	468
433	Lauf 188	469
435	Lauf 189	470
437	Lauf 190	471
439	Lauf 191	472
441	Lauf 192	473
443	Lauf 193	474
445	Lauf 194	475
447	Lauf 195	476
449	Lauf 196	477
451	Lauf 197	478
453	Lauf 198	479
455	Lauf 199	480
457	Lauf 200	481
459	Lauf 201	482
461	Lauf 202	483
463	Lauf 203	484
465	Lauf 204	485
467	Lauf 205	486
469	Lauf 206	487
471	Lauf 207	488
473	Lauf 208	489
475	Lauf 209	490
477	Lauf 210	491
479	Lauf 211	492
481	Lauf 212	493
483	Startzeit 8:00, Zone 1, mittels PW nach Hause zurückkehrende Personen	495
484	Startzeit 8:00, Zonen 1, zu Fuss nach Hause zurückkehrende Personen	496
485	Startzeit 8:00, Zone 1 und Sektor 2 der Zone 2, mittels PW nach Hause zurück- kehrende Personen	497

486	Startzeit 8:00, Zonen 1 und Sektor 2 der Zone 2, zu Fuss nach Hause zurück- kehrende Personen	498
487	Startzeit 3:00, Zone 1, mittels PW evakuierende Personen	499
489	Startzeit 8:00, Zone 1, unmittelbar mittels PW evakuierende Personen	500
490	Startzeit 8:00, Zone 1, später mittels PW evakuierende Personen	501
491	Startzeit 3:00, Zone 1 und Sektor 2 der Zone 2, mittels PW evakuierende Personen	502
493	Startzeit 8:00, Zone 1 und Sektor 2 der Zone 2, unmittelbar mittels PW evakuie- rende Personen	503
494	Startzeit 8:00, Zone 1 und Sektor 2 der Zone 2, später mittels PW evakuierende Personen	504

Tabellenverzeichnis

1	Übersicht Evakuationszeiten	21
2	Zusammenfassende Darstellung von Evakuierungsereignissen	29
3	Die kontaktierten Institutionen zur Benennung von Experten	48
4	Die interviewten Experten	49
5	Ausgewählte Hypothesen aus Literaturrecherche und Experteninterviews	70
6	Attribute und Entscheidungsalternativen des stated-preference-Experiments	72
7	Die Repräsentativität der Befragung	79
8	Die Ergebnisse der explorativen Faktoranalyse	84
9	Latent Class-Modell der Evakuierungsentscheidung	87
10	MNL-Modell für solidarisches Verhalten	89
11	Die Ergebnisse der Hypothesentests	91
12	Simulationsläufe 1–32	113
13	Simulationsläufe 33–62	114
14	Simulationsläufe 63–92	115
15	Simulationsläufe 93–122	116
16	Simulationsläufe 123–152	117
17	Simulationsläufe 153–182	118
18	Simulationsläufe 183–212	119
19	Das Evakuationsgebiet verlassende Personen (Läufe 1–53)	121
20	Das Evakuationsgebiet verlassende Personen (Läufe 54–106)	122
21	Das Evakuationsgebiet verlassende Personen (Läufe 107–159)	123
22	Das Evakuationsgebiet verlassende Personen (Läufe 160–212)	124
23	Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (Läufe 1–53)	125
24	Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (Läufe 54–106)	130
25	Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (Läufe 107–159)	131
26	Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (Läufe 160–212)	132
27	Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (ohne Personen, die bereits zuhause sind; Läufe 1–53)	133
28	Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (ohne Personen, die bereits zuhause sind; Läufe 54–106)	134
29	Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (ohne Personen, die bereits zuhause sind; Läufe 107–159)	135
30	Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (ohne Personen, die bereits zuhause sind; Läufe 160–212)	136
31	Zeiten, bis 95% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 1–53)	142

32	Zeiten, bis 95% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 54–106)	143
33	Zeiten, bis 95% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 107–159)	144
34	Zeiten, bis 95% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 160–212)	145
35	Zeiten, bis 95% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 1–53)	146
36	Zeiten, bis 95% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 54–106)	147
37	Zeiten, bis 95% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 107–159)	148
38	Zeiten, bis 95% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 160–212)	149
39	Erwartungen an die Wirkung der Ausprägungen	164
40	Wertebereich der Variablen für die Analyse der 95% der Evakuierten/Nach Hause Zurückgekehrten	168
41	Wertebereich der Variablen für alle Prozentanteile	169
42	Lesebeispiel	170
43	Regressionsergebnisse: Evakuation zu Fuss	171
44	Regressionsergebnisse: Evakuation als PW-Fahrer	173
45	Regressionsergebnisse: Rückkehr nach Hause als PW-Fahrer	174
46	Regressionsergebnisse: Rückkehr nach Hause zu Fuss	175
47	Vergleich mit den Erwartungen: Evakuation zu Fuss (sofort und später)	176
48	Vergleich mit den Erwartungen: Evakuation PW (sofort und später)	176
49	Zeiten, bis 50% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 1–53)	241
50	Zeiten, bis 50% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 54–106)	242
51	Zeiten, bis 50% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 107–159)	243
52	Zeiten, bis 50% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 160–212)	244
53	Zeiten, bis 75% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 1–53)	245
54	Zeiten, bis 75% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 54–106)	246

55	Zeiten, bis 75% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 107–159)	247
56	Zeiten, bis 75% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 160–212)	248
57	Zeiten, bis 85% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 1–53)	249
58	Zeiten, bis 85% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 54–106)	250
59	Zeiten, bis 85% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 107–159)	251
60	Zeiten, bis 85% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 160–212)	252
61	Zeiten, bis 90% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 1–53)	253
62	Zeiten, bis 90% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 54–106)	254
63	Zeiten, bis 90% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 107–159)	255
64	Zeiten, bis 90% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 160–212)	256
65	Zeiten, bis 99% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 1–53)	257
66	Zeiten, bis 99% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 54–106)	258
67	Zeiten, bis 99% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 107–159)	259
68	Zeiten, bis 99% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 160–212)	260
69	Zeiten, bis 50% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 1–53)	261
70	Zeiten, bis 50% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 54–106)	262
71	Zeiten, bis 50% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 107–159)	263
72	Zeiten, bis 50% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 160–212)	264
73	Zeiten, bis 75% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 1–53)	265

74	Zeiten, bis 75% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 54–106)	266
75	Zeiten, bis 75% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 107–159)	267
76	Zeiten, bis 75% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 160–212)	268
77	Zeiten, bis 85% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 1–53)	269
78	Zeiten, bis 85% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 54–106)	270
79	Zeiten, bis 85% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 107–159)	271
80	Zeiten, bis 85% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 160–212)	272
81	Zeiten, bis 90% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 1–53)	273
82	Zeiten, bis 90% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 54–106)	274
83	Zeiten, bis 90% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 107–159)	275
84	Zeiten, bis 90% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 160–212)	276
85	Zeiten, bis 99% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 1–53)	277
86	Zeiten, bis 99% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 54–106)	278
87	Zeiten, bis 99% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 107–159)	279
88	Zeiten, bis 99% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 160–212)	280

Grossräumige Evakuierung – Agenten-basierte Analyse

Schlussbericht an das BABS

Christoph Dobler
IVT
ETH Zurich
CH-8093 Zurich
Tel: +41-44-633 65 29
Fax: +41-44-633 10 57
dobler@ivt.baug.ethz.ch

Matthias Kowald
IVT
ETH Zurich
CH-8093 Zurich
Tel: +41-44-633 30 89
Fax: +41-44-633 10 57
kowald@ivt.baug.ethz.ch

Boris Jäggi
IVT
ETH Zurich
CH-8093 Zurich
Tel: +41-44-633 67 37
Fax: +41-44-633 10 57
jaeggi@ivt.baug.ethz.ch

Jolanda Koot
2628BX
TU Delft
Delft
Tel: -

j.m.koot@student.tudelft.nl

Kay W. Axhausen
IVT
ETH Zurich
CH-8093 Zurich
Tel: +41-44-633 39 43
Fax: +41-44-633 10 57
axhausen@ivt.baug.ethz.ch

Juni 2013

Zusammenfassung

Das Ziel des in diesem Schlussbericht beschriebenen Projektes war die Simulation einer grossräumigen Evakuierung innerhalb der Schweiz. Als Ursache für die Evakuierung wurde ein Zwischenfall im KKW Gösgen gewählt. Die Durchführung erfolgte in drei jeweils 12-monatigen Phasen. Als Teil des Projektes wurden in regelmässigen Abständen Sitzungen mit Beteiligung der jeweils relevanten Anspruchsgruppen durchgeführt. Neben Vertretern des IVT sowie des BABS waren dies insbesondere Mitarbeiter des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI) und der Nationalen Alarmzentrale (NAZ). Des weiteren waren Vertreter der Polizei, der Ämter für Militär und Bevölkerungsschutz und der Kantonalen Führungsstäbe der von einem Zwischenfall im KKW Gösgen betroffenen Anliegerkantone beteiligt.

Ziel der ersten Projektphase war es, die Evakuierung einer Region um das KKW Gösgen unter optimalen Bedingungen zu simulieren. Die berechneten Evakuationszeiten stellen den Bestfall dar und sind in der Realität nicht reproduzierbar, können jedoch als Indikator für die weitere Planung genutzt werden.

In den Projektphasen zwei und drei wurde der Realitätsgrad der Simulationen Schritt für Schritt erhöht, was durch Arbeit an verschiedenen Bereichen (Detailgrad der Mikrosimulation, Simulationsmodell, etc.) realisiert wurde. Hierfür wurden in einem ersten Schritt weitere Informationen zum untersuchten Szenario hinzugefügt. Anstelle einzelner, unabhängig agierender Personen

beinhaltet das untersuchte Szenario nun Haushalte. Für jeden Haushalt wurden überdies die verfügbaren Fahrzeuge (Art und Größe) modelliert. Das Verkehrsnetz wurde mit Höhenkoordinaten versehen.

Grundlage der Verbesserung des Verhaltensmodells der betroffenen Bevölkerung bildeten eine Literaturrecherche, Experteninterviews sowie eine Bevölkerungsumfrage. Basierend auf den erhaltenen Antworten der Umfrage wurden Modelle für die Entscheidungen *Evakuieren?* und *Mitnehmen fremder Personen im eigenen PW?* geschätzt.

Im dritten und letzten Schritt wurde der Funktionsumfang der genutzten Simulationsumgebung MATSim erweitert. Eine erste Erweiterung erlaubt es der simulierten Bevölkerung, auf unvorhergesehene Ereignisse zu reagieren. Die zweite Erweiterung erlaubt es, neben PW-Verkehr auch Fussgänger und Fahrradfahrer physisch zu simulieren.

Bevorzugter Zitierstil

Dobler, C., Kowald, M., Jäggi, B., Koot, J. und Axhausen, K.W. (2013) Grossräumige Evakuierung – Agenten-basierte Analyse, Schlussbericht an das BABS, Bern, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.

1 Einleitung

Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) beschäftigt sich schon seit einiger Zeit mit dem Thema Evakuierung, einer Massnahme des Bevölkerungsschutzes, die bei verschiedenen Szenarien angeordnet werden kann. Dabei wurde offensichtlich, dass bezüglich Praktikabilität, Zeitverhältnissen und geeigneten Vorgehensweisen der Einsatzkräfte insbesondere bei grossräumigen Evakuierungen Wissenslücken bestehen, da entsprechende Erfahrungen für die Schweiz fehlen. Dies betrifft vor allem auch die Möglichkeit der vorsorglichen Evakuierung bei einer radiologischen Verstrahlungslage, wie sie ab einem gewissen Dosisgrenzwert in den umliegenden Staaten vorgesehen ist.

Ziel des durchgeführten und hier dokumentierten Forschungsprojektes war es, Antworten auf die folgenden Fragen zu finden:

- Wie schnell kann die Evakuierung eines bestimmten Gebietes durchgeführt werden?
- Wie reagiert die Bevölkerung auf die Anordnung zur Evakuierung?
- Bei welchen Szenarien ist die Anordnung einer Evakuierung praktikabel und sinnvoll?
- Mit welchen Planungs- und Steuerungsmassnahmen können die Einsatzkräfte eine Evakuierung bestmöglich beeinflussen?

Zur Beantwortung dieser und ähnlicher Fragen wurde am Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich ein aus drei jeweils 12-monatigen Phasen bestehendes Forschungsprojekt durchgeführt. Als Teil des Projektes wurden in regelmässigen Abständen Sitzungen mit Beteiligung der jeweils relevanten Anspruchsgruppen durchgeführt. Neben Vertretern des IVT sowie des BABS waren dies insbesondere Mitarbeiter des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI) und der Nationalen Alarmzentrale (NAZ). Des weiteren waren Vertreter der Polizei, der Ämter für Militär und Bevölkerungsschutz und der Kantonalen Führungsstäbe der von einem Zwischenfall im KKW Gösgen betroffenen Anliegerkantone beteiligt.

Das Ziel der ersten Projektphase war es, die Evakuierung einer Region um das KKW Gösgen unter optimalen Bedingungen zu simulieren (siehe Dobler und Axhausen, 2011). Die berechneten Evakuationszeiten stellen den Bestfall dar und sind in der Realität nicht reproduzierbar, können jedoch als Indikator für die weitere Planung genutzt werden. Sie helfen etwa bei der Beantwortung der Fragen “Welches Gebiet kann in x Stunden bestenfalls evakuiert werden?” und “In welchen Bereichen des Verkehrsnetzes sind Engpässe unter besten Bedingungen zu erwarten?”.

Die Arbeitsschritte der zweiten und dritten Phase sind in diesem Bericht festgehalten. Ziel war

es, den Realitätsgrad der Simulationen zu erhöhen, was durch Arbeit an verschiedenen Bereichen (Detailgrad der Mikrosimulation, Simulationsmodell, etc.) realisiert wurde. Hierfür wurden in einem ersten Schritt weitere Informationen zum untersuchten Szenario hinzugefügt. Anstelle einzelner, unabhängig agierender Personen beinhaltet das untersuchte Szenario nun Haushalte. Dies erlaubt es den Personen, Entscheidungen auf Haushaltsebene zu treffen. Für jeden Haushalt wurden überdies die verfügbaren Fahrzeuge (Art und Größe) modelliert. Das Verkehrsnetz wurde mit Höhenkoordinaten versehen. Dies ermöglicht es, die Neigung einzelner Streckenstücke zu berücksichtigen, was insbesondere nicht-motorisierte Verkehrsarten beeinflusst.

In einem zweiten Schritt wurde eine Bevölkerungsumfrage entworfen, durchgeführt und ausgewertet. Ziel war es, Auskunft über das zu erwartende Verhalten der Bevölkerung im Evakuationsfall zu erhalten. Die Fragen wurden dabei bewusst breit gefächert gewählt. So wurden etwa unterschiedliche Auslöser für eine Evakuierung (Feuer, Wasser, chemisch, Kernkraft) berücksichtigt. Basierend auf den erhaltenen Antworten wurden Modelle für die Entscheidungen *Evakuieren?* (sofort, später, nie) und *Mitnehmen fremder Personen im eigenen PW?* (immer, sofern ausreichend Platz, nie) geschätzt und in das Verhaltensmodell eingefügt.

Im dritten und letzten Schritt wurde der Funktionsumfang der genutzten Simulationsumgebung MATSim erweitert. Die Implementierung des sogenannten *Within-day Replanning* Ansatzes stellt eine erste Erweiterung dar. Diese erlaubt es, unvorhersehbare Ereignisse zu modellieren und simulieren. Die Agenten optimieren ihr Verhalten nicht mehr über mehrere Iterationen hinweg, sondern adaptieren es während einer einzigen Iteration unter Verwendung von Informationen, die sie kontinuierlich sammeln. Eine zweite Erweiterung erlaubt es, neben PW-Verkehr auch weitere Verkehrsarten, etwa Fussgänger und Fahrradfahrer, physisch zu simulieren. Berücksichtigt werden dabei Einflussfaktoren wie Alter und Geschlecht einer Person sowie die Steigung der gewählten Route.

Das nachfolgende Kapitel präsentiert zusammengefasst die Ergebnisse der ersten Projektphase. Anschliessend werden die Ergebnisse zur Forschung im Bereich *Soziales Verhalten* beschrieben. Dies beinhaltet neben einer Literaturrecherche Experteninterviews und eine Bevölkerungsbefragung. Nachfolgend werden die Erweiterungen der Simulationsumgebung beschrieben. Kapitel 5 beschreibt die Daten, welche zum Szenario hinzugefügt wurden. Nachfolgend werden die durchgeführten Simulationsläufe und deren Ergebnisse aufgeführt. Abschliessend werden die Erkenntnisse aus der Durchführung des Projekts diskutiert.

2 Zusammenfassung der ersten Projektphase

2.1 Einleitung

Das Thema Evakuation als Massnahme für den Schutz der Bevölkerung hat speziell in den letzten Jahren an Aktualität gewonnen. Ursachen sind einerseits Naturkatastrophen wie der Tsunami von 2004 oder die regelmässigen Wirbelstürme in den USA, andererseits aber auch durch menschlichen Einfluss verursachte Ereignisse wie der Reaktorunfall in Tschernobyl oder die Terroranschläge vom 11. September. Eine naheliegende Methode um die Effektivität und Praktikabilität von Massnahmen zur Unterstützung von Evakuationen zu untersuchen, stellen Simulationen dar.

Die Aufgabe dieser ersten Projektphase ist es, in verschiedenen Szenarien die Evakuation einer Region um das KKW Gösgen unter optimalen Bedingungen zu simulieren. In diesen Szenarios wird von einem Zwischenfall im KKW ausgegangen, welcher die Evakuation der umliegenden Gemeinden notwendig macht. Betrachtet werden dabei einerseits unterschiedlich grosse Gebiete, andererseits auch verschiedene Zeitpunkte, zu denen der Evakuationsbefehl gegeben wird. Das Ziel besteht darin, die kürzest möglichen Evakuationszeiten zu berechnen, welche erreicht werden könnten, wenn alles optimal abläuft. Die Annahmen diesbezüglich sind, dass alle Personen unmittelbar mit der Evakuation beginnen, sobald diese angeordnet wird. Sie verhalten sich rational und kennen die Belastung des Verkehrsnetzes, so dass sie in der Lage sind, die für sie jeweils schnellste Evakuationsroute zu nutzen.

Obwohl die berechneten Evakuationszeiten in dieser Weise in der Realität nicht reproduzierbar sind, können sie doch als Indikator für die weitere Planung genutzt werden. Sie beantworten die Fragen „Welches Gebiet kann in x Stunden bestenfalls evakuiert werden?“ oder „In welchen Bereichen des Verkehrsnetzes sind Engpässe unter besten Bedingungen zu erwarten?“.

Der nächste Abschnitt gibt einen Überblick über Simulationsmodelle für Evakuationen. Im Anschluss wird die Simulationsumgebung beschrieben, welche für die Simulationen verwendet wird. Insbesondere wird dabei auf die Anpassungen und Erweiterungen eingegangen, welche nötig sind, um das gewählte Szenario korrekt zu beschreiben. Das darauffolgende Kapitel behandelt den Simulationsansatz, der für die Zielwahl bei der Evakuation genutzt wird. In weiterer Folge werden das simulierte Szenario und die für dessen Erstellung genutzten Inputdaten aufgeführt. Nach einer Analyse der Ergebnisse werden zusammenfassend die Erkenntnisse und Ergebnisse dieser ersten Projektphase beschrieben.

2.2 Simulationsmodelle für Evakuationen

In den vergangenen Jahrzehnten wurde eine Vielzahl von Simulationsmodellen zur Beschreibung von Evakuationsszenarien entwickelt. Die Beweggründe variierten dabei und wurden häufig von aktuellen Ereignissen beeinflusst. Gegen Ende der 1970er Jahre bestand ein Hauptbestreben darin, Notfall-Evakuationspläne zu entwickeln und zu optimieren. Aufgrund der Zwischenfälle in den Kernkraftwerken Three Mile Island (28. März 1979) und Tschernobyl (26. April 1986) verschob sich in den 80er Jahren der Fokus auf Szenarien, bei denen Strahlung freigesetzt wird. In den 1990er Jahren kamen Modelle hinzu, welche sich mit der vorsorglichen Evakuation vor Wirbelstürmen befasst. Spätestens seit dem 11. September 2001 haben auch Modelle, welche sich mit Evakuationen nach Terroranschlägen befassen, an Bedeutung gewonnen.

Eine gebräuchliche Klassifizierung basiert auf der Betrachtungsweise der Verkehrsflüsse und unterscheidet zwischen mikro- und makroskopischen Modellen. Beispiele mikroskopischer Modelle sind CEMPS (Pidd et al., 1993), OREMS (Rathi und Solanki, 1993) und MITSIMLab (Jha et al., 2004). NETVACI (Sheffi et al., 1982), MASSVAC (Hobeika und Kim, 1998) und TEDSS (Sherali et al., 1991) basieren auf einem makroskopischen Ansatz.

Häufig sind solche Modelle für spezifische Szenarien entwickelt und optimiert worden. NETVACI wurde etwa für Szenarien konzipiert, bei denen Zwischenfälle in Nuklearanlagen auftreten und sich die Personen in einem vorgegebenen Umkreis möglichst in radialer Richtung vom Unglücksort entfernen sollen. MASSVAC berücksichtigt bei der Zielwahl der evakuierten Personen den prognostizierten Weg eines Wirbelsturms.

Neben speziellen Simulationsmodellen für Evakuationen gibt es auch eine Reihe von Studien, welche herkömmliche Verkehrssimulationen nutzen und dabei gegebenenfalls die vorliegende Implementierung an das Evakuationsszenario anpassen, etwas durch Reduktion der Strassenkapazitäten. Exemplarisch seien an dieser Stelle Cova und Johnson (2003) genannt, welche PARAMICS (Cameron und Duncan, 1996) nutzen. Balakrishna et al. (2008) verwenden DynaMIT (Ben-Akiva et al., 1998, 2002), DYNASMART (Mahmassani et al., 1995) wird von Murray-Tuite (2007) benützt.

2.3 MATSim

2.3.1 Überblick

Das Open-Source-Forschungsprojekt MATSim (*Multi-Agent Transport Simulation*) ist ein Softwarepaket um Multi-Agenten-Mikrosimulationen von Verkehrssystemen durchzuführen, welches fortlaufend von Arbeitsgruppen der ETH Zürich (Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme) und der TU Berlin (Institut für Land- und Seeverkehr) sowie von der senozon AG weiterentwickelt wird. Bei der Letztgenannten handelt es sich um ein von ehemaligen Mitarbeitern der beiden Lehrstühle gegründetes Spin-Off Unternehmen. Einen detaillierten Überblick über die Themengebiete Simulation und (Multi-)Agenten-Systeme geben beispielsweise Wooldridge (2000), Klügl (2001), Eymann (2003) und Ferber (1999).

MATSim ist aus einer Vielzahl an Modulen zusammengesetzt, welche sowohl als komplettes Framework als auch einzeln genutzt werden können. Entwickler können so beispielsweise einzelne Module ersetzen und verschiedene Modellansätze vergleichen. Eine umfassende Beschreibung des Pakets und seiner Möglichkeiten findet sich in den Arbeiten von Balmer (2007) und Balmer et al. (2008).

Der Kern des Frameworks besteht aus den beiden Teilen der initialen individuellen Nachfrage-Modellierung und der iterativen Nachfrage-Optimierung. Dabei werden im Rahmen der Modellierung jene Bereiche der Tagespläne der Agenten modelliert, welche in der nachfolgenden Optimierung nicht verändert werden. Das Ergebnis der Nachfrage-Modellierung ist eine synthetische Population der zu untersuchenden Region, welche aus Agenten mit individuellen Tagesplänen besteht. Diese Pläne stellen den Ausgangszustand für die anschliessende Nachfrage-Optimierung dar.

In MATSim wird ein vollständig agenten-basierter Ansatz verfolgt, d.h. jeder Agent der erstellten und simulierten Population stellt einen statistischen Repräsentanten eines Einwohners der modellierten Region dar. Das bedeutet im Besonderen, dass die simulierten Agenten durchgängig individuell behandelt werden und somit beispielsweise auch deren Nachfrage jeweils individuell modelliert und optimiert wird.

Der verwendete Modellansatz enthält dabei drei Hauptbestandteile:

- Jeder Agent hat einen Aktivitätsplan, welcher seine geplanten Tätigkeiten innerhalb einer betrachteten Zeitspanne enthält. Ein Plan enthält dabei unter anderem Informationen über die einzelnen vorgesehenen Aktivitäten, deren Reihenfolge, Beginn- und Endzeit sowie die Art und Weise, wie sich die Person von einer Aktivität zur nächsten bewegt.

- Die Pläne aller Agenten werden gleichzeitig innerhalb eines Modells ihrer Umwelt simuliert.
- Die Agenten sind lernfähig. Sie verfügen über verschiedene Aktivitätspläne und deren Bewertungen, welche aus vorangegangenen Iterationen der Verkehrssimulation stammen. Anhand der Bewertungen sind sie in der Lage, schlechte Pläne zu verwerfen und gute Pläne weiter zu verfolgen.

Abbildung 1 zeigt die Umsetzung des beschriebenen Modellierungsansatzes anhand der Darstellung eines synthetisch erzeugten Agenten. Ein auf diese Weise generierter Agent hat persönliche Daten wie eine eindeutige Identifikationsnummer, Alter und Geschlecht. Ausserdem verfügt jeder Agent über Bedürfnisse, welche er bei der Optimierung seines Tagesplanes berücksichtigt. Ein Beispiel hierfür wäre etwa eine Arbeitszeit von neun Stunden. Wird diese unterschritten, so erfüllt der Agent nicht das ihm vorgeschriebene Arbeitszeitpensum. Arbeitet der Agent hingegen deutlich länger, so hat er nicht mehr genügend Zeit, um seine anderen angestrebten Aktivitäten in ausreichender Länge auszuführen. Die Punktezahl, auch als Score bezeichnet, ergibt sich aus der Bewertung eines ausgeführten Planes mittels einer Scoring-Funktion. Diese bewertet typischerweise Faktoren wie die Anzahl und Dauer von ausgeführten Aktivitäten sowie die zurückgelegte Weglänge und die dafür benötigte Zeit. Gute Pläne erreichen dabei eine höhere Punktezahl.

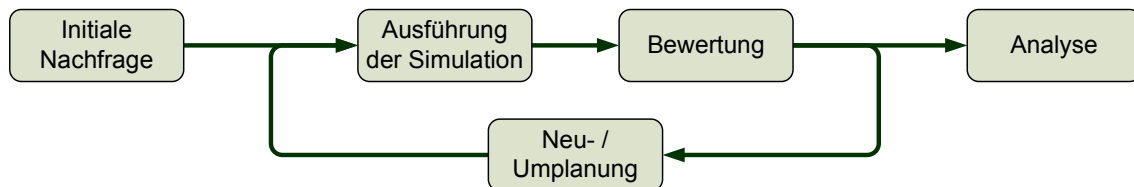
Abbildung 1: Darstellung einer synthetischen Person im XML Format

```
<person id="0815" sex="m" age="26" license="yes" car_avail="sometimes" employed="yes">
  <desires>
    <actDur type="home" dur="15:00:00" />
    <actDur type="work" dur="09:00:00" />
  </desires>
  <plan selected="yes">
    <act type="home" link="12" start_time="00:00" dur="06:30" end_time="06:30" />
    <leg mode="car" dept_time="06:30" trav_time="0:45" arr_time="07:15">
      <route>1442 1623 3553 1321</route>
    </leg>
    <act type="work" link="4521" start_time="07:15" dur="09:00" end_time="16:15" />
    <leg mode="car" dept_time="16:15" trav_time="0:35" arr_time="16:50">
      <route>4313 3213 4211</route>
    </leg>
    <act type="home" link="12" start_time="16:50" dur="07:10" end_time="24:00" />
  </plan>
</person>
```

Der eigentliche Aktivitätsplan im vorliegenden Beispiel sieht vor, dass die Person sich um 06:30 auf den Weg zur Arbeit macht und dort um 07:15 ankommt. Die gewählte Route führt dabei über die nodes (Knoten) 1442, 1623, 3553 und 1321. Nach neun Stunden am Arbeitsplatz macht sich die Person um 16:15 wieder auf den Heimweg, wo sie schliesslich um 16:50 ankommt. Beachtet werden muss hierbei, dass es sich lediglich um eine geplante Reihenfolge von Aktivitäten und deren Start- und Endzeiten handelt. In der Simulation ergeben sich typischerweise andere Werte,

etwa wenn der Verkehr dichter war als bei der Planung angenommen und der Agent dadurch eine Aktivität erst verspätet beginnen kann. Die Bewertung eines Planes erfolgt auf Grundlage des ausgeführten Planes.

Abbildung 2: Schematischer Ablauf des evolutionären Algorithmus von MATSim



Die Optimierung der Tagespläne der Agenten basiert auf einer iterativen Vorgehensweise, welche in Abbildung 28(a) schematisch illustriert wird. Ausgehend von einer bestehenden initialen Nachfrage, d.h. einer synthetischen Population bei der jeder Agent dieser Population über mindestens einen initialen Plan verfügt, sieht der Ablauf einer Iteration des Optimierungsprozesses wie folgt aus:

- Für jeden Agenten wird ein Plan ausgewählt, der in der aktuellen Iteration ausgeführt werden soll.
- Die Simulation wird mit den gewählten Plänen ausgeführt und die für die anschliessende Auswertung notwendigen Events, d.h. den notwendigen Beobachtungen in den Ausgabedaten, werden generiert. Dabei handelt es sich beispielsweise um Informationen über die Start- und Endzeiten von Aktivitäten oder das Betreten und Verlassen von Links des Netzwerks.
- Die Events werden zusätzlich zu den jeweiligen Agenten weitergeleitet. Diese nutzen die Daten, um den ausgeführten Plan anhand einer Scoring-Funktion zu bewerten. Charypar und Nagel (2005) beschreiben die Scoring-Funktion, welche typischerweise für MATSim-Läufe verwendet wird.
- Im nächsten Schritt prüfen die Agenten, ob die zulässige Anzahl an hinterlegten Plänen überschritten wird. Trifft dies zu, wird einer dieser Pläne entfernt, wobei es sich dabei üblicherweise um jenen mit der schlechtesten Bewertung handelt.
- Abschliessend wird für jeden Agenten ein Plan für die nächste Iteration ausgewählt. Dabei kann es sich um einen bestehenden oder neu generierten Plan handeln.

2.3.2 Nomenklatur

Nachfolgend werden einige Grundbegriffe definiert, welche bei der Beschreibung der Erweiterungen von MATSim und des simulierten Szenarios verwendet werden.

- **Node**
Stellt einen Knotenpunkt innerhalb des für die Simulation genutzten Verkehrsnetzes dar. Dies kann einerseits eine Kreuzung in der realen Welt sein, andererseits aber auch ein Punkt auf einer Strasse, wo sich deren Eigenschaften (z.B. zulässige Höchstgeschwindigkeit oder Anzahl der Fahrspuren) verändern.
- **Link**
Hierbei handelt es sich um die Repräsentation eines Strassen- bzw. Wegstückes innerhalb der Simulation. Kennwerte wie die verfügbare Kapazität oder die zulässige Höchstgeschwindigkeit gelten jeweils für den gesamten Link, können sich aber zeitabhängig verändern. Jeder Link weist Beschränkungen bezüglich der maximalen Anzahl Fahrzeuge auf, die den Link pro Stunde passieren können sowie der Anzahl Fahrzeuge, welche sich gleichzeitig darauf befinden können.
- **Facility**
Eine Facility stellt einen Ort dar, an der eine oder mehrere unterschiedliche Aktivitäten ausgeführt werden können. Ein naheliegendes Beispiel stellt ein Gebäude dar, welches sowohl Wohnungen als auch Einkaufsmöglichkeiten bietet. Weniger intuitive Beispiele sind etwa ein Park oder ein ganzer Gebäudekomplex, welche ebenfalls einzelne Facilities darstellen können. Für jede ausführbare Aktivität kann eine zulässige Kapazität definiert werden.
- **Trip**
Unter einem Trip wird das Zurücklegen des Weges zwischen zwei Aktivitäten verstanden. Die von MATSim verwendeten Tagespläne bestehen aus einer Reihe sich abwechselnder Aktivitäten und Trips. Gekennzeichnet ist ein Trip durch die gewählte Route, das Verkehrsmittel und die Abfahrtszeit.

2.3.3 Erweiterungen

Um mit MATSim Simulationen von Evakuationsszenarien durchführen zu können, sind eine Reihe von Anpassungen notwendig. Die Implementierungen der multi-modalen Simulation, den personalisierten Reisezeiten sowie dem Auflösen von Fussgängern wurden im Zuge der zweiten und dritten Projektphase nochmals erweitert und an entsprechender Stelle ausführlich beschrieben (siehe Kapitel 4). Auf eine Beschreibung der Implementierungen der ersten Phase wird an dieser Stelle verzichtet.

Die beiden nachfolgenden Abschnitte beschreiben zwei für die Simulierung der Best-Case Szenarien der ersten Projektphase notwendigen Anpassungen und Erweiterungen.

2.3.3.1 Scoring-Funktion

Typische Scoring-Funktionen berücksichtigen eine Reihe von Faktoren. Negativen Einfluss haben dabei die zurückgelegte Distanz (effektive Kosten, z.B. Sprit) sowie die dafür benötigte Reisezeit. Ausgeführte Aktivitäten werden hingegen positiv bewertet.

Im Evakuationsfall ist eine solche Bewertung jedoch nicht zielführend. Positive Effekte von ausgeführten Aktivitäten sind genauso wenig zu erwarten wie die Berücksichtigung von Kosten, welche durch längere Wege entstehen. Aus diesem Grund wurde eine Scoring-Funktion implementiert, welche lediglich die Reisezeiten berücksichtigt. Da der Optimierungsalgorithmus von MATSim die Bewertung der Pläne eines Agenten jeweils zu maximieren versucht, werden die Reisezeiten negativ gewertet.

2.3.3.2 Systemoptimum

Unter dem Nash Gleichgewicht versteht man ein zentrales Element der Spieltheorie, welche sich mit Konflikt- und Wettbewerbssituationen beschäftigt (Nash, 1951). Dabei treffen die einzelnen Spieler Entscheidungen, ohne das Verhalten der Gegenspieler zu kennen. Das erstmals vom Mathematiker John Nash beschriebene und nach ihm benannte Nash Gleichgewicht beschreibt eine solche Situation, in der jeder einzelne Spieler eine optimale Strategie gewählt hat. Eine Grundannahme besteht dabei darin, dass alle anderen Mitspieler ebenfalls optimale Strategien gewählt haben. Somit besteht für keinen Spieler mehr ein Anreiz, seine eigene Strategie zu verändern, da bereits eine optimale Strategie gewählt wurde.

Die beiden von John Wardrop beschriebenen Prinzipien (Wardrop, 1952) sind in ihren Ansätzen mit dem Nash Gleichgewicht vergleichbar, befassen sich jedoch anstelle der Spieltheorie mit Verkehrssystemen.

Das erste Wardrop'sche Prinzip befasst sich mit dem Nutzergleichgewicht (auch als Nutzer-optimum bezeichnet). Analog zum Nash Gleichgewicht besagt es, dass sich in verkehrsreichen Netzen der Verkehr so aufteilt, dass kein Verkehrsteilnehmer durch eine andere Routenwahl seine Kosten senken kann. Dies bedeutet mit anderen Worten, dass alle gewählten Routen optimal sind. Auf ein Verkehrsnetz angewandt besagt dieses Prinzip, dass alle genutzten Routen von einem Start- zu einem Endpunkt dieselben Kosten aufweisen. Dies wiederum bedeutet, dass alle nicht genutzten Routen dieselben oder höhere Kosten verursachen.

Das zweite von Wardrop beschriebene Prinzip beschreibt ein Systemoptimum. Hierbei sind die Verkehrsströme derart organisiert, dass die Summe der Kosten aller Verkehrsteilnehmer minimal

ist. In einem derartigen Zustand ist jedoch Optimalität der Routen einzelner Teilnehmer nicht mehr gewährleistet. Vielmehr bedeutet dies, dass einzelne Individuen Nachteile akzeptieren, damit die Mehrheit profitieren kann. In einem System, in dem so wenig Verkehr herrscht, dass sich die Agenten nicht gegenseitig behindern, sind das Nutzer- und das Systemoptimum identisch.

Der in MATSim implementierte Optimierungsalgorithmus ist darauf ausgelegt, die Pläne jedes einzelnen Agenten unabhängig von den Auswirkungen auf das Gesamtsystem zu optimieren. Somit wird ein Nutzergleichgewicht angestrebt. Lämmel und Flötteröd (2009) beschreiben und implementieren eine Methode zur Berechnung des Systemoptimums in MATSim. Hierfür werden die sozialen Kosten berechnet und bei der Optimierung berücksichtigt, welche die Agenten durch ihre Anwesenheit verursachen. Sie wenden diese Methodik auf ein Szenario an, welches die durch Tsunamis gefährdete Küstenstadt Padang abbildet. Im Fall einer Evakuierung der etwa 300.000 gefährdeten Personen werden Evakuationszeiten von 1718 Sekunden (Nutzergleichgewicht) und 1612 Sekunden (Systemoptimum) berichtet, was einer Reduktion von 6% entspricht.

Im Rahmen der ersten Projektphase wurde diese Methodik neu implementiert und auf die Anforderungen der multi-modalen Simulation angepasst. Die Berechnung der sozialen Kosten erfolgt getrennt für die jeweiligen Verkehrsmittel. Abhängig von der Fortbewegungsart eines Agenten verändert sich sein Einfluss auf die anderen Agenten in seinem Umfeld und somit ergeben sich auch andere soziale Kosten.

2.4 Simulationsansatz

In üblichen Szenarien für Verkehrssimulationen geht es darum, die Verkehrsflüsse an einem gewöhnlichen Tag zu simulieren. Dabei kann ein iteratives Verfahren genutzt werden, bei dem die Agenten von Iteration zu Iteration dazu lernen und so ihre Tagespläne optimieren.

Evakuationsszenarien hingegen erfordern eine Anpassung dieser Vorgehensweise. Für die Bestimmung des Best Cases kann weiterhin iterativ optimiert werden, es muss jedoch sichergestellt sein, dass die Agenten nur jene Teile ihre Pläne anpassen dürfen, welche zeitlich nach dem Evakuationsbefehl liegen. Ansonsten würden sie auf Ereignisse reagieren, die weder bereits passiert noch vorhersehbar sind.

2.4.1 Verhalten der Personen

Wie einleitend erwähnt, war das Ziel der ersten Projektphase, Best-Case-Szenarien zu simulieren. Dementsprechend wird das Verhalten der Personen modelliert. Es wird in der Phase 1 davon ausgegangen, dass sich alle Agenten rational verhalten und jeglicher Weisung durch die Einsatzkräfte unverzüglich Folge leisten. Überdies wird angenommen, dass die Agenten keine Rücksicht auf soziale Beziehungen nehmen, d.h. es gibt beispielsweise keine Familienväter, welche erst ihre Frauen und Kinder abholen, bevor sie sich in Sicherheit bringen.

2.4.2 Kenntnis des Verkehrsnetzes und dessen Belastung

Die Kenntnis des Verkehrsnetzes und dessen Belastung ist eine Grundvoraussetzung, um sich möglichst schnell aus einem gefährdeten Gebiet herauszubewegen. Dementsprechend wird für den Best-Case angenommen, dass alle Agenten über totales Wissen bezüglich des Strassennetzes und dessen zeitabhängiger Auslastung verfügen.

2.4.3 Beginn der Evakuierung

Unter dem Beginn der Evakuierung wird jener Zeitpunkt verstanden, an dem die verantwortlichen Stellen die Evakuierung offiziell anordnen. Aufgrund der Best-Case-Annahme wird davon ausgegangen, dass zu diesem Zeitpunkt alle Agenten informiert sind und unverzüglich mit der Evakuierung beginnen.

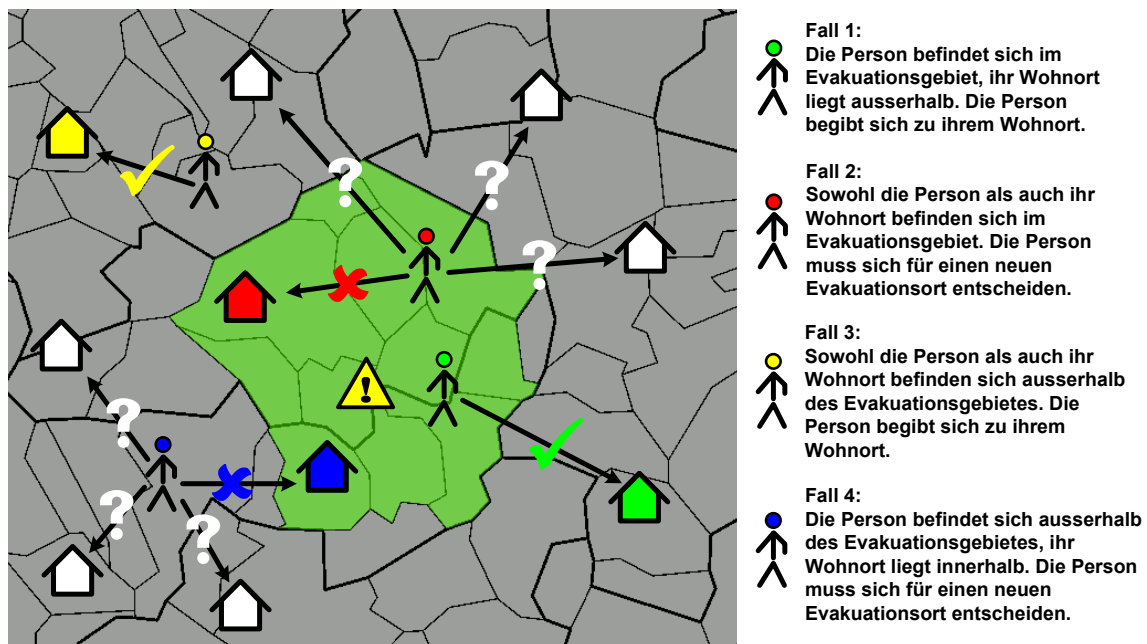
2.4.4 Wahl des Evakuationsortes

Erhält eine Person die Aufforderung, sich zu evakuieren, so muss sie sich für einen Ort entscheiden, zu dem sie sich hinbewegen will. Ihr Verhalten hängt von ihrer aktuellen Position sowie der Lage ihres Wohnortes ab. Abbildung 3 zeigt die vier möglichen Fälle sowie das jeweilige Verhalten der Personen.

Befindet sich der Wohnort einer gefährdeten Person ausserhalb des Evakuationsgebietes, so bewegt sich die Person auf direktem Weg nach Hause (Fall 1). Andere, noch nicht ausgeführte Aktivitäten gemäss dem Plan der Person werden nicht mehr durchgeführt. Ist der Wohnort hingegen innerhalb des Gefahrengebietes, so muss ein neuer Evakuationsort gesucht werden (Fall 2). Hierfür eignen sich grundsätzlich alle Orte des simulierten Gebietes, welche sich

nicht im zu evakuierenden Bereich befinden. Befindet sich eine Person sowie auch ihr Wohnort ausserhalb des Evakuationsgebietes, so begibt sich die Person zu ihrem Wohnort. Auch in diesem Fall wird davon ausgegangen, dass sich die Personen schnellstmöglich nach Hause begeben und weitere, geplante Aktivitäten nicht mehr ausführen. Im letzten Fall (Fall 4) befindet sich die Person ausserhalb des Evkuationsgebietes, ihr Wohnort jedoch innerhalb. Personen, für die dies zutrifft, suchen sich, analog zu Fall 2, ebenfalls einen neuen Evakuationsort.

Abbildung 3: Wahl des Evakuationsziels in Abhängigkeit vom Aufenthaltsort



Für die Wahl eines neuen Evakuationsortes müsste theoretisch, ausgehend von der aktuellen Position der Person, der kürzeste Weg zu jedem möglichen Evakuationsorts bestimmt werden, um die Person schnellstmöglich zu evakuieren. Vereinfacht werden kann die Suche dadurch, dass vorerst nur diejenigen Punkte in Betracht gezogen werden, welche sich direkt ausserhalb des gefährdeten Gebietes befinden. Um auch Rückstaueffekte zu berücksichtigen, muss hierbei beachtet werden, dass die Person sich nach Erreichen des sicheren Bereiches noch weiter weg bewegt.

Yuan et al. (2006) beschreiben eine weitere Methode, um den dennoch enormen Berechnungsaufwand weiter zu verringern. Die Vorgehensweise besteht darin, das Verkehrsnetz um einen sogenannten Evakuationsknoten zu erweitern. Dieser Knoten wird mit jenen Knoten des Netzes verbunden, welche sich in sicherem Gebiet befinden. Dadurch müssen die Agenten nur noch jeweils einmal eine Kürzeste-Wege-Berechnung durchführen - von ihrer derzeitigen Position zu diesem Evakuationsknoten. Zur Vereinfachung können auch hier nur jene Knoten mit dem Evakuationsknoten verbunden werden, welche sich unmittelbar ausserhalb der evakuierten Zone

befinden. Die für diese erste Projektphase implementierte Vorgangsweise basiert auf dieser sehr effizienten Methode, unterscheidet sich jedoch in zwei Punkten. Einerseits wird die Methode ausschliesslich für Agenten verwendet, die sich nicht zu ihrem Wohnort evakuieren können. Andererseits werden nur jene Knoten mit dem Evakuationsknoten verbunden, welche sich zwischen zehn und elf Kilometer vom Rand der Evakuationszone entfernt befinden. Der innere Radius garantiert, dass möglicherweise auftretende Rückstaueffekte bis in das gefährdete Gebiet hinein nicht verfälscht werden. Der äussere Radius dient dazu, das simulierte Netz nicht unnötig zu vergrössern, da jeder zusätzliche Link auch zusätzlichen Rechenaufwand bedeutet.

2.5 Szenario

Grundlage des Szenarios Gösgen bildet ein Szenario der gesamten Schweiz, inklusive des grenzquerenden Verkehrs. Nachfolgend werden die Eingangsdaten sowie die Generierung des Szenarios Schweiz beschrieben. Anschliessend wird auf die Erzeugung des Szenarios Gösgen eingegangen.

2.5.1 Szenario Schweiz

2.5.1.1 Netzwerk

Das innerhalb der Simulation verwendete Verkehrsnetz basiert auf Navigations-Daten im *Tele Atlas MultiNet Format*. Die Verwendung eines hochauflösenden Verkehrsnetzes erlaubt es, sowohl das Verhalten der Personen als auch der Einsatzkräfte während einer Simulation genau zu beschreiben und zu untersuchen. Dies ermöglicht es beispielsweise, verkehrsleitende Massnahmen 1:1 auf das Szenario abzubilden.

Um auch grenzquerenden Verkehr abbilden zu können, werden die Hauptverkehrsachsen innerhalb Europas in Planungsauflösung zum Netz hinzugefügt. Grundlage hierfür bildet der Europaanteil des Nationales Netzmodelles (Vrtic et al., 2003). Das daraus resultierende Simulationsnetz enthält 472.000 Knoten sowie 1.035.000 Kanten.

Für die multi-modale Simulation wird basierend auf der zulässigen Höchstgeschwindigkeit entschieden, welche Teile des Netzes für die jeweiligen Bewegungsmodi zur Verfügung stehen. PKW- und ÖV-Verkehr können dabei das gesamte Netz nutzen, Fussgänger und Fahrradfahrer hingegen nur Strassen, bei denen die zulässige Geschwindigkeit 80 km/h nicht überschreitet.

2.5.1.2 Zählstationen

Zur Validierung der Verkehrsströme innerhalb des Modells werden Zähldaten von Zählstationen gesammelt und mittlere, stündliche Verkehrsmengen für einen Werktag berechnet. Die verwendeten Daten stammen aus verschiedenen kantonalen Quellen und wurden mit den nationalen Zählstationen des ASTRA vereinigt. Hierfür wurden die Daten, welche in unterschiedlichen Formaten und Ausprägungen vorlagen, vereinheitlicht und händisch auf das zuvor beschriebene Verkehrsnetz gemappt.

2.5.1.3 Gebäude

Neben der Verkehrsinfrastruktur hat insbesondere die Landnutzung starken Einfluss auf das modellierte Gebiet. Sie bestimmt, welche Aktivitäten in welchem Ausmass an welchen Orten ausgeführt werden können. Die Eidgenössische Volkszählung 2000 und die Eidgenössische Betriebszählung 2001 liefern hektarscharfe Datensätze für die schweizweite Verteilung der Wohnbevölkerung und der Arbeitsplätze (Bundesamt für Statistik (BFS), 2000, 2001). Anhand der Beschreibung der Arbeitsstätten (Aktivitätentyp *work*) wird entschieden, ob an den jeweiligen Orten auch andere Aktivitäten ausgeführt werden können. Arbeit eine Person etwa in einem Kaufhaus, so können dort andere Personen *shopping*-Aktivitäten ausführen.

2.5.1.4 Bevölkerung

Die Daten aus der Volkszählung 2000 stellen die Grundlage der erzeugten, synthetischen Population dar (Bundesamt für Statistik (BFS), 2000). Sie liefern unter anderem die hektargenauen Positionen der Wohnstandorte der ca. 7.3 Mio. Einwohner der Schweiz. Zusätzlich vorhandene Attribute sind Alter, Geschlecht und das (Nicht-) Vorhandensein eines Arbeitsverhältnisses.

Unter Verwendung eines IPF¹-Verfahrens (Anwendungsbeispiel: Frick und Axhausen, 2004) sowie der Daten aus dem Schweizer Mikrozensus 2005 (Bundesamt für Statistik (BFS), 2006) werden die Aktivitätenketten der Agenten erzeugt. Für die Verkehrsmittelwahl wird ein Logit-Modell geschätzt, welches wiederum auf den Daten des Mikrozensus 2005 basiert.

Zusätzlich zum innerschweizerischen Verkehr wird auch die grenzüberschreitende Nachfrage (Pendler aus den Anliegerstaaten, Transitverkehr, usw.) berücksichtigt, welche einen nicht zu vernachlässigenden Anteil des Verkehrs in der Schweiz verursacht. Basierend auf den stunden-

¹Iterative Proportional Fitting

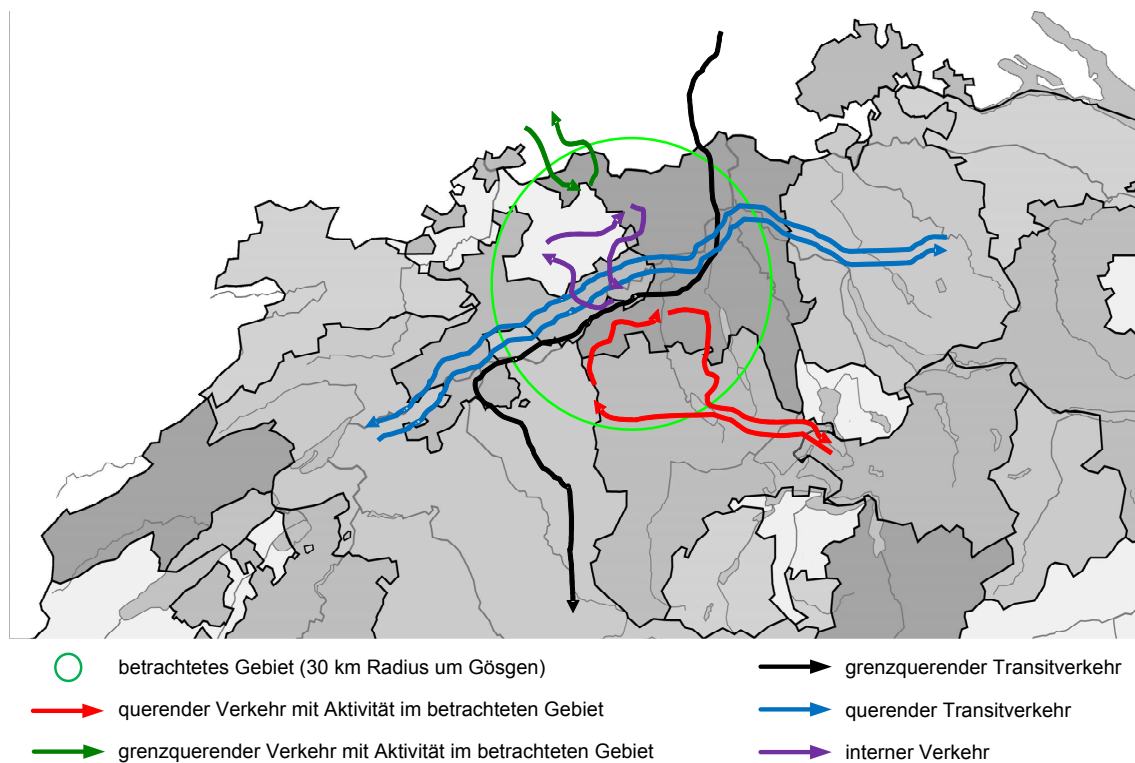
und fahrtzweckfeinen Quell-Ziel-Matrizen aus Vrtic et al. (2005b) werden rund 572.000 Agenten generiert, welche 872.000 Wege (Ausland-Schweiz-Ausland oder Ausland-Ausland via Schweiz) zurücklegen.

2.5.2 Szenario Gösgen

2.5.2.1 Ausschnitt aus dem Szenario Schweiz

Zur Reduzierung des Berechnungsaufwandes wird anstelle der gesamten Bevölkerung des Szenarios Schweiz nur jener Teil simuliert, welcher für das betrachtete Szenario Gösgen relevant ist. Hierbei wird eine Entfernung von 30 km zum KKW Gösgen als Grenze gewählt. Agenten, welche sich zu keinem Zeitpunkt des Tages innerhalb dieser 30 km befinden, werden im Szenario Gösgen nicht berücksichtigt. Das auf diese Weise erzeugte Szenario enthält 1 Mio. Agenten. Das Verkehrsnetz wird hingegen nicht verändert – Personen können sich weiterhin ausserhalb des betrachteten Gebietes bewegen. Die Abbildung 4 zeigt ein schematisches Bild des Gebietes sowie der verschiedenen, berücksichtigten Agenten-Typen.

Abbildung 4: Szenario Gösgen



2.5.2.2 Evakuationsgebiete

Für die Simulationsläufe werden drei unterschiedlich grosse Evakuationsgebiete verwendet. Das kleinste Gebiet wird durch einen 2-km-Radius um das KKW definiert. Die erwähnten Zonen sowie die darin enthaltenen Gemeinden werden in den Zonenplänen für die Notfallplanung (Eidgenössisches Nuklearinspektorat ENSI, 2008) abgebildet und aufgelistet.

- 2-km-Radius um das KKW

Die zu evakuierenden Gebäude und Strassen werden einzeln gewählt, eine gemeindefeine Auswahl erfolgt nicht. Die Evakuation betrifft etwa 6.000 Personen. Dieses Gebiet wurde für die zweite und dritte Projektphase nicht mehr berücksichtigt. Stattdessen wurde ein Gebiet betrachtet, welches die Zonen 1 und 2 umfasst und rund 395.000 Anwohner beinhaltet.

- Evakuation der Zone 1

Die Zone 1 enthält 11 Gemeinden, die rund 29.000 Personen beheimaten. Der Evakuationsradius beträgt rund 5 km.

- Evakuation der Zone 1 sowie des Sektors 2 der Zone 2

Der Sektor 2 der Zone 2 stellt den personenreichsten Sektor dar. Enthalten sind 210.000 Anwohner, welche sich auf 76 Gemeinden verteilen. Gesamthaft betroffen sind somit rund 239.000 Personen in 87 Gemeinden.

Die genannten Einwohnerzahlen können als Richtwert für die Anzahl zu evakuierender Personen herangezogen werden. Abhängig von der Uhrzeit, zu der evakuiert werden soll, sind leichte Schwankungen, sowohl in der Anzahl als auch in der Zusammensetzung, möglich. Grosse Schwankungen der Zahlen, verursacht etwa durch grossräumige Industriegebiete mit einer hohen Anzahl an pendelnder Arbeiter, sind nicht zu erwarten.

2.6 Ergebnisse

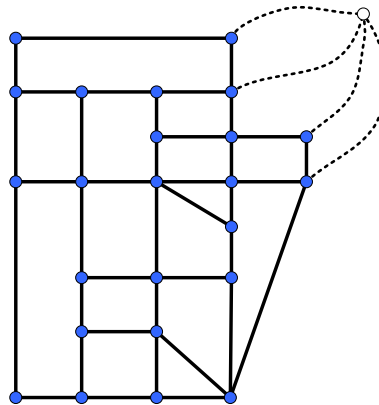
2.6.1 Systemoptimum und Nutzergleichgewicht

Für erste Simulationen zur Bestimmung des Systemoptimums wird ein Szenario verwendet, welches auf dem Sioux-Falls-Verkehrsnetz beruht (z.B. LeBlanc, 1975). Dieses Netz wird speziell im Bereich der Verkehrsplanung häufig für künstliche Szenarien verwendet.

Das Netz wird zusätzlich um einen Evakuationsknoten und vier Links zu diesem Knoten erweitert (Abbildung 5). Das Ziel besteht darin, die gesamte Bevölkerung von 5.000 Personen,

welche zufällig über das Netz verteilt sind, schnellstmöglich zu evakuieren. Evakuationsbeginn ist um 03:00, was von allen Agenten eingehalten werden muss - eine Variation der Abfahrtszeit ist nicht möglich. Somit besteht die einzige Optimierungsmöglichkeit in der Routenwahl.

Abbildung 5: Sioux-Falls-Verkehrsnetz inklusive der Erweiterung um einen Evakuationsknoten



Streben die Agenten ein Nutzergleichgewicht an, so beträgt die mittlere Evakuationszeit 2933 Sekunden. Werden zusätzlich die verursachten sozialen Kosten berücksichtigt – und somit das Systemoptimum angestrebt – ergibt sich eine mittlere Evakuationszeit von 2799 Sekunden. Dies entspricht einer Reisezeitersparnis von 4.6%, was sich mit den Erkenntnissen von Lämmel und Flötteröd (2009) deckt.

Bei der Anwendung der Methodik auf das Szenario Gösgen können keine signifikanten Unterschiede bei den Evakuationszeiten zwischen Nutzergleichgewicht und Systemoptimum festgestellt werden. Eine mögliche Ursache hierfür könnte das Szenario als solches darstellen. Aufgrund der eher geringen Siedlungsdichte im Umfeld des KKW Gösgen kann sich der im Zuge der Evakuation entstehende Verkehr relativ gut auf das Verkehrsnetz verteilen. Dies führt dazu, dass Verkehrsstaus nur in geringem Ausmass auftreten und als direkte Folge daraus der Unterschied zwischen Nutzergleichgewicht und Systemoptimum immer kleiner wird bzw. sogar ganz verschwindet.

Bei anderen Szenarien, bei denen auch Gebiete mit hohen Siedlungsdichten betroffen sind, z.B. Bern durch einen Zwischenfall im KKW Mühleberg oder Zürich durch den Bruch des Sihlseeaudammes, wären andere Ergebnisse zu erwarten. Die zeitliche Differenz zwischen den beiden Evakuationszeiten müsste für den jeweiligen Fall betrachtet werden, eine allgemeine Aussage kann nicht getroffen werden.

2.6.2 Szenario Schweiz im Gebiet Gösgen

Ein wichtiger Schritt bei der Validierung eines Simulationsmodelles ist der Vergleich der simulierten Verkehrsflüsse mit realen Zähldaten. Für die hier vorliegende Studie wird dabei besonderes Augenmerk auf die Zählstationen im Umfeld des KKW Gösgen gelegt. Abbildung 6 zeigt diese Zählstellen und markiert jene, auf welche in den Abbildungen 7 und 9 Bezug genommen wird.

Abbildung 6: Ausgewählte Zählstationen

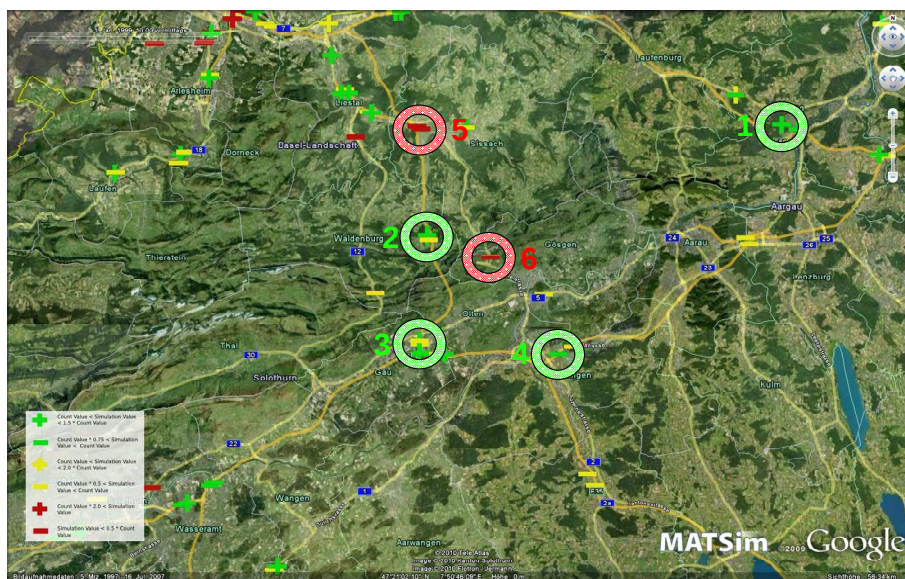


Abbildung 7 zeigt exemplarisch an vier Zählstellen den Vergleich zwischen den effektiven Zähldaten gemäss Verkehrszählungen und den simulierten Verkehrsflüssen im zeitlichen Verlauf. Es zeigt sich, dass auf diesen hochfrequentierten Hauptachsen und Zubringern eine sehr gute Übereinstimmung erreicht wird.

Beispiele für Zählstellen mit schlechter Übereinstimmung werden in Abbildung 9 dargestellt. Hierbei muss jedoch beachtet werden, dass es sich um Strassen mit vergleichsweise geringem Verkehrsaufkommen handelt - die maximale Frequenz ist etwa um einen Faktor zehn kleiner als auf den zuvor betrachteten Hauptachsen. Die Ursachen solcher Abweichungen können vielfältig sein. Eine mögliche Fehlerquelle stellt ein fehlerhaftes Mapping zwischen Gebäuden und deren Anbindung an das Strassennetz dar. Als Beispiel kann man sich ein grosses Einkaufszentrum vorstellen, welches an zwei unterschiedliche Strassen angebunden ist. MATSim unterstützt derzeit nur eine Anbindung je Gebäude. In der Folge wird die Simulation den Verkehrsfluss auf dem einen Link über- und auf dem anderen Link unterschätzen. Weitere Faktoren, wie etwa die optische Attraktivität (beispielsweise die Wahl der Landstrasse entlang eines Sees als Alternative

Abbildung 7: Ganglinien ausgewählter Zählstellen

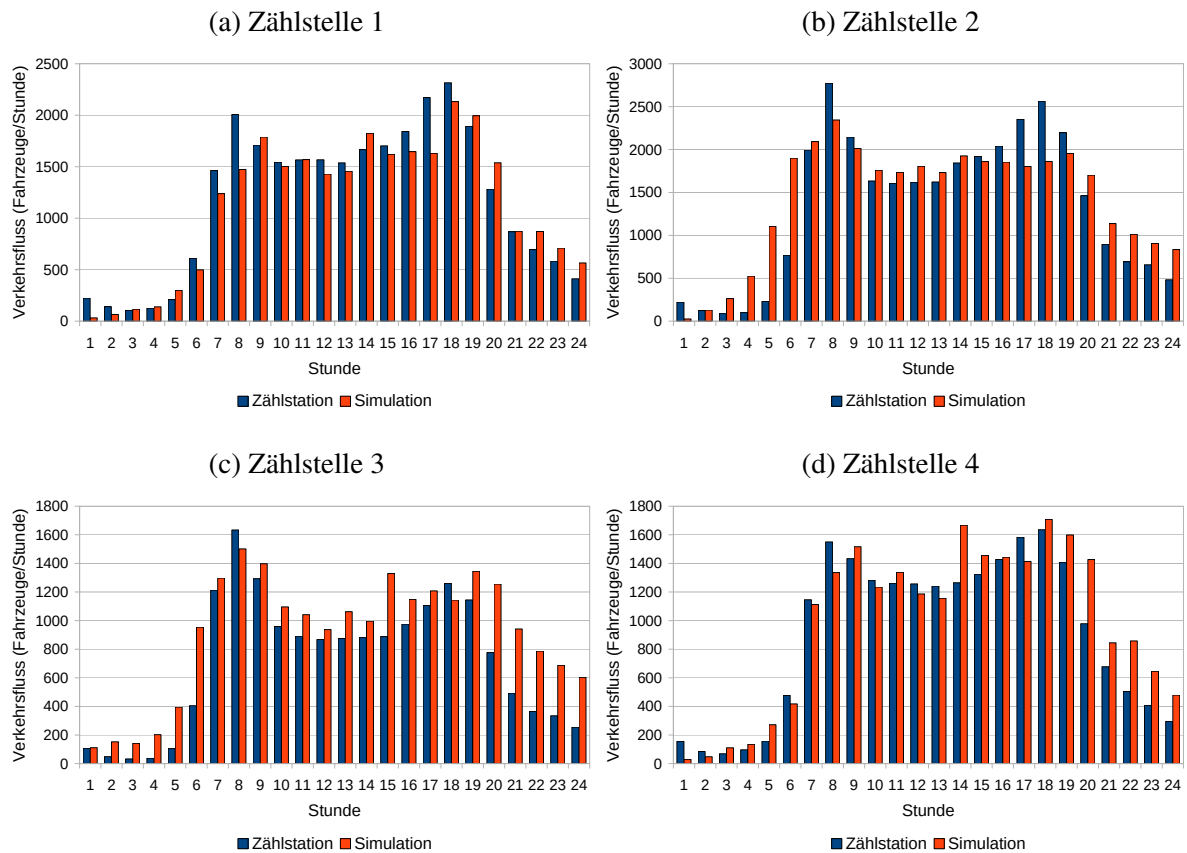
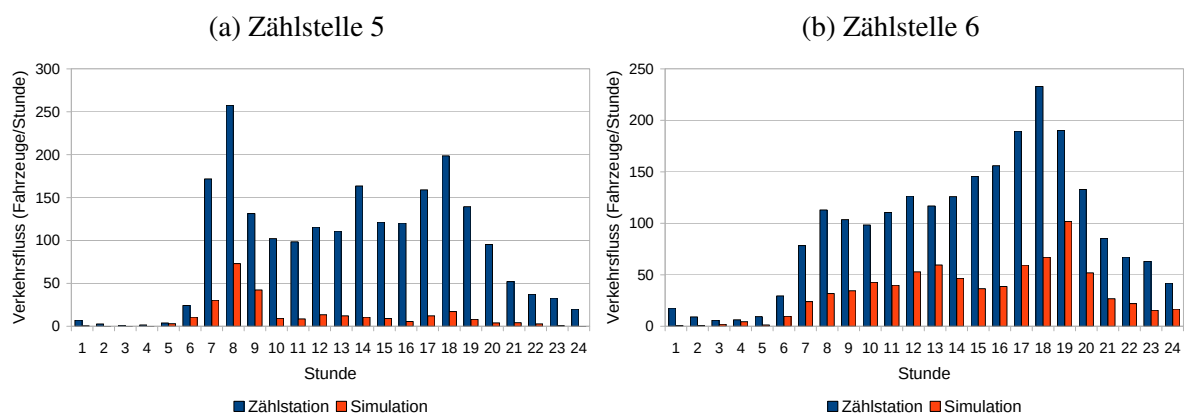


Abbildung 9: Beispiele der Fehlerquellen anhand ausgewählter Zählstellen



zur Autobahn) einer Strecke können in der Simulation ebenfalls nicht berücksichtigt werden.

2.6.3 Szenario Gösgen

Im Rahmen der ersten Projektphase wurde das Szenario Gösgen mit insgesamt 18 unterschiedlichen Parametersätzen simuliert:

- Beginn der Evakuierung zu drei verschiedenen Startzeiten
- mit jeweils drei unterschiedlich grossen Evakuationsgebieten
- mit bzw. ohne Auflesen von Fussgängern

Wie zuvor erwähnt, zeigen die Simulationsläufe, bei denen ein Systemoptimum angestrebt wird, keine signifikant unterschiedlichen Ergebnisse, weshalb sie in diesem Abschnitt nicht weiter berücksichtigt werden.

Aufgrund der Ergebnisse der ersten Simulationsläufe wird auch das Auflesen bzw. Mitnehmen von Fussgängern untersucht. Es zeigt sich einerseits, dass jeweils die Fussgänger die längsten Evakuationszeiten haben. Andererseits stehen allerdings auch eine Vielzahl an Fahrzeugen zur Verfügung, welche einen nicht unerheblichen Teil dieser Personen mitnehmen könnten.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Evakuationszeiten der verschiedenen Szenarien, wobei die Zeiten jeweils auf 5 Minuten gerundet sind. Die angegebenen Werte entsprechen dabei jenen Zeiten, in denen sich mindestens 99% der Personen aus dem gefährdeten Gebiet entfernt haben. Dies wirkt als Filter und blendet einzelne Agenten mit überlangen Evakuationszeiten aus. Ein Beispiel hierfür wäre etwa eine ältere Person, deren Laufgeschwindigkeit deutlich reduziert ist.

Während die Fussgänger deutlich länger für die Evakuierung benötigen, sind die Evakuationszeiten der anderen Transportmittel meist sehr ähnlich. Werden zusätzliche Massnahmen, etwa Shuttlebusse oder dergleichen, eingesetzt, könnten die Evakuationszeiten somit nochmals deutlich reduziert werden. Um dieses mögliche Potential aufzuzeigen, werden in der Tabelle die Evakuationszeiten mit und ohne Berücksichtigung der Fussgänger gegenübergestellt. Der Fall *mit Fussgänger* bedeutet dabei, dass die Zeiten von Fussgängern berücksichtigt werden, die Fussgänger jedoch nicht von Autos aufgelesen werden. Die Spalte *ohne Fussgänger* berücksichtigt nur die Evakuationszeiten von Personen, welche sich nicht zu Fuss in Sicherheit gebracht haben.

An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass in der 2-km-Zone nur eine sehr geringe Zahl an Agenten (einige hundert) vorhanden sind, welche sich zu Fuss evakuieren. Dies führt dazu, dass vereinzelt auftretende Simulationsartefakte stärker zur Wirkung kommen und das Ergebnis verzerren.

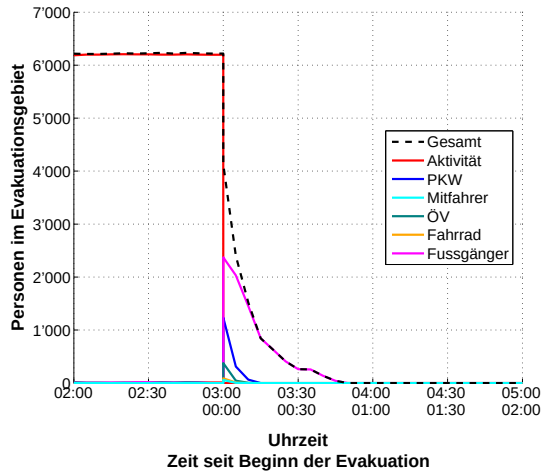
Tabelle 1: Übersicht Evakuationszeiten

Evakuationsgebiet	Uhrzeit	Evakuationszeit [hh:mm]	
		mit Fussgänger	ohne Fussgänger
2-km-Radius um das KKW	03:00	0:50	0:15
	08:00	1:55	0:15
	18:00	1:35	0:25
Zone 1	03:00	1:40	0:35
	08:00	1:45	0:30
	18:00	1:35	0:25
Zone 1 und Sektor 2 der Zone 2	03:00	4:30	2:50
	08:00	4:35	2:25
	18:00	4:30	2:10

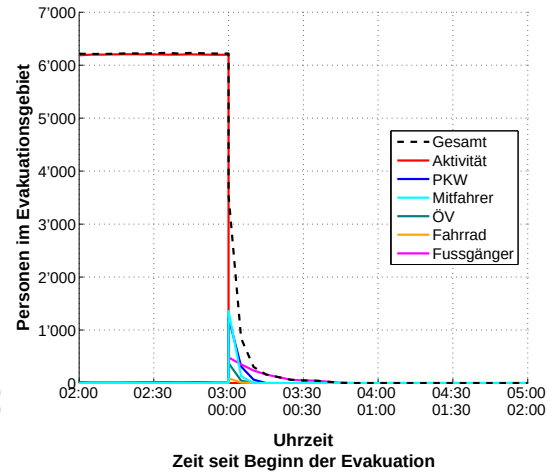
Die Abbildungen 11 bis 15 zeigen, wie viele Personen sich innerhalb des zu evakuierenden Gebietes aufhalten. Unterschieden wird dabei wiederum zwischen dem Ausführen einer Aktivität und den unterschiedlichen Verkehrsmitteln. Durchgängig zeigt sich, dass die Fussgänger die längsten Evakuationszeiten aufweisen. Durch die Mitnahme von Fussgängern kann deren Anzahl jeweils auf etwa ein Drittel der ursprünglichen Anzahl reduziert werden.

Abbildung 11: Evakuationsgebiet 2-km-Radius um das KKW

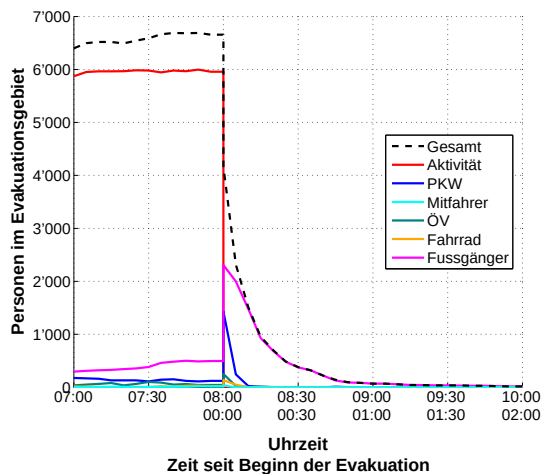
(a) Evakuationsbeginn um 03:00, ohne Auflesen
sen



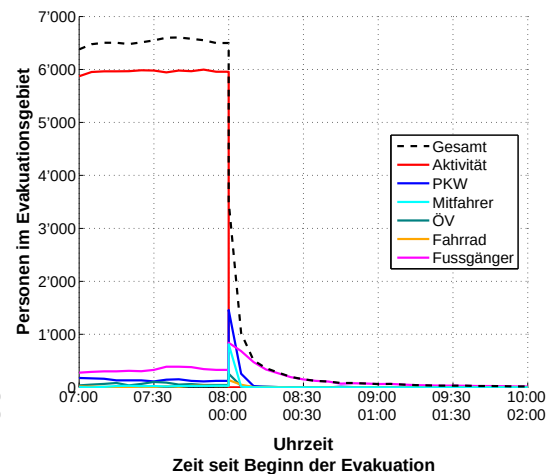
(b) Evakuationsbeginn um 03:00, mit Auflesen
sen



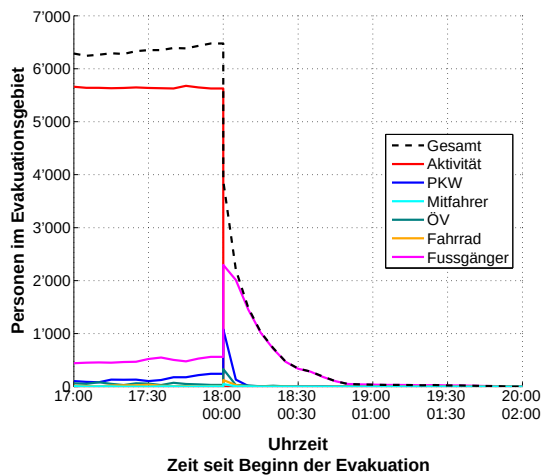
(c) Evakuationsbeginn um 08:00, ohne Auflesen
sen



(d) Evakuationsbeginn um 08:00, mit Auflesen
sen



(e) Evakuationsbeginn um 18:00, ohne Auflesen
sen



(f) Evakuationsbeginn um 18:00, mit Auflesen
sen

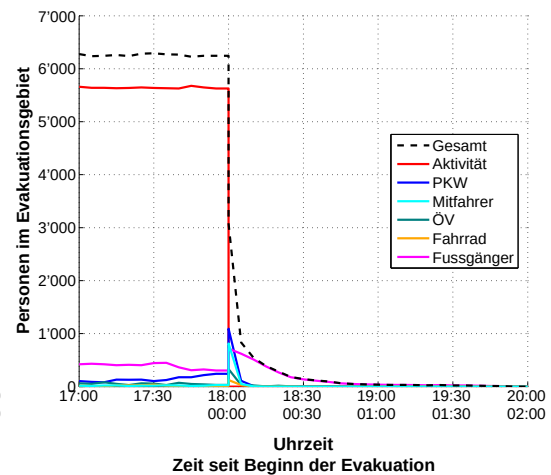
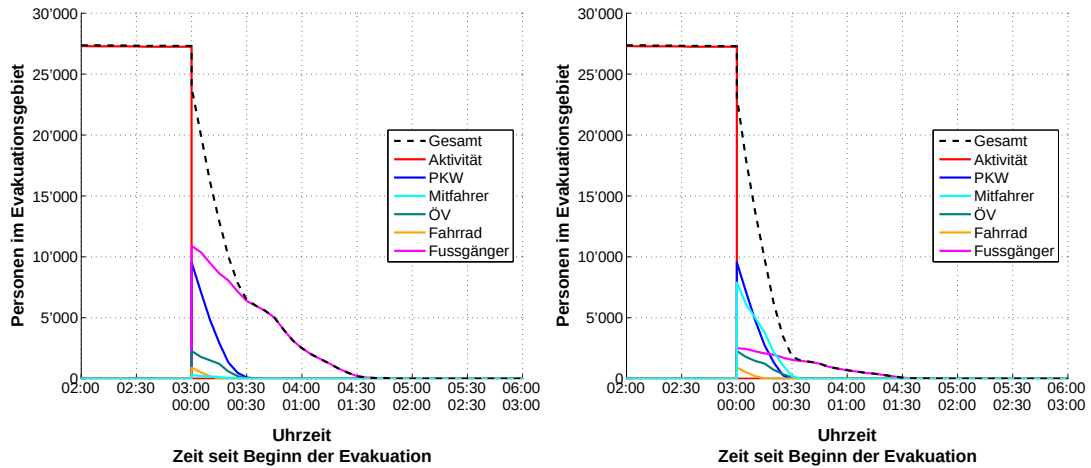
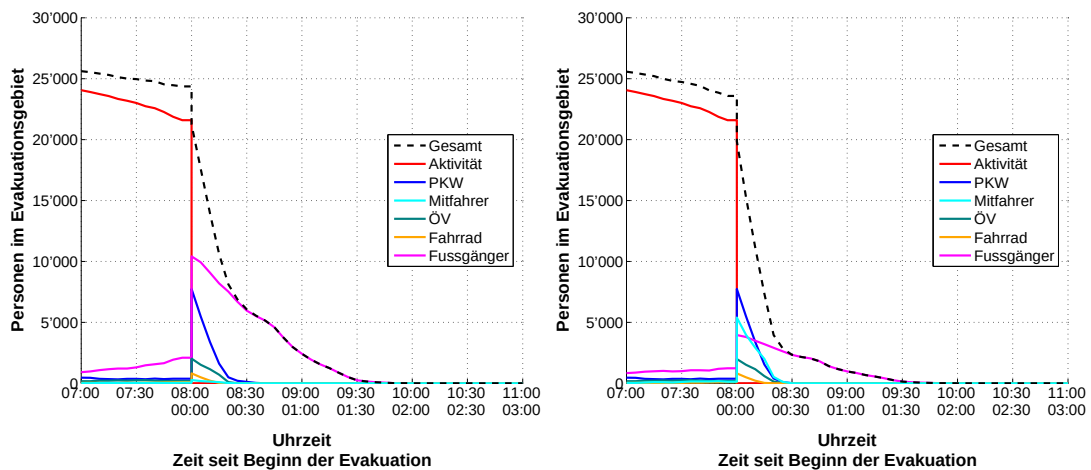


Abbildung 13: Evakuationsgebiet Zone 1

(a) Evakuationsbeginn um 03:00, ohne Auflesen
 (b) Evakuationsbeginn um 03:00, mit Auflesen



(c) Evakuationsbeginn um 08:00, ohne Auflesen
 (d) Evakuationsbeginn um 08:00, mit Auflesen



(e) Evakuationsbeginn um 18:00, ohne Auflesen
 (f) Evakuationsbeginn um 18:00, mit Auflesen

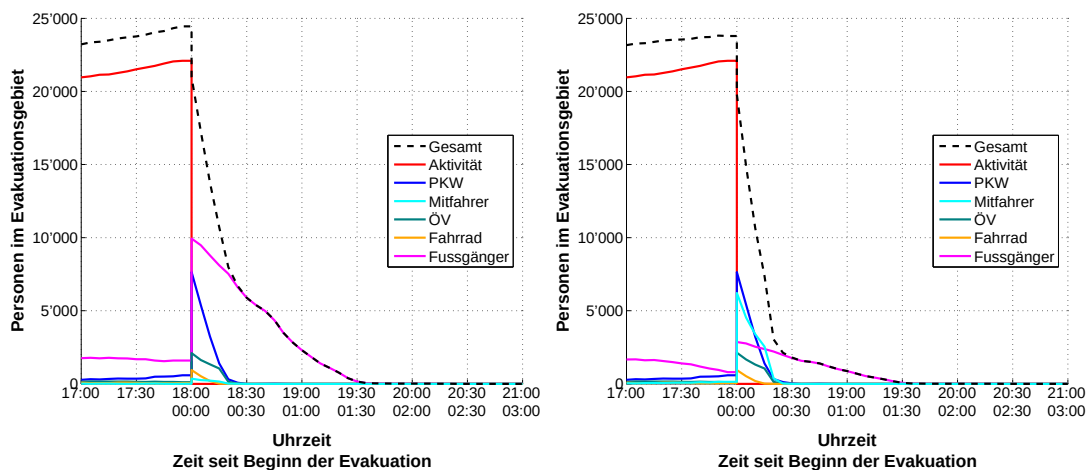
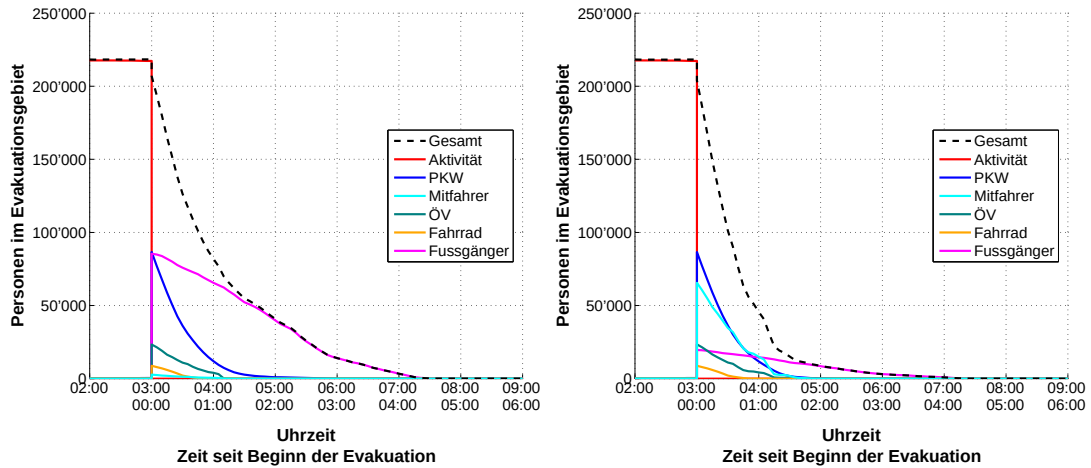
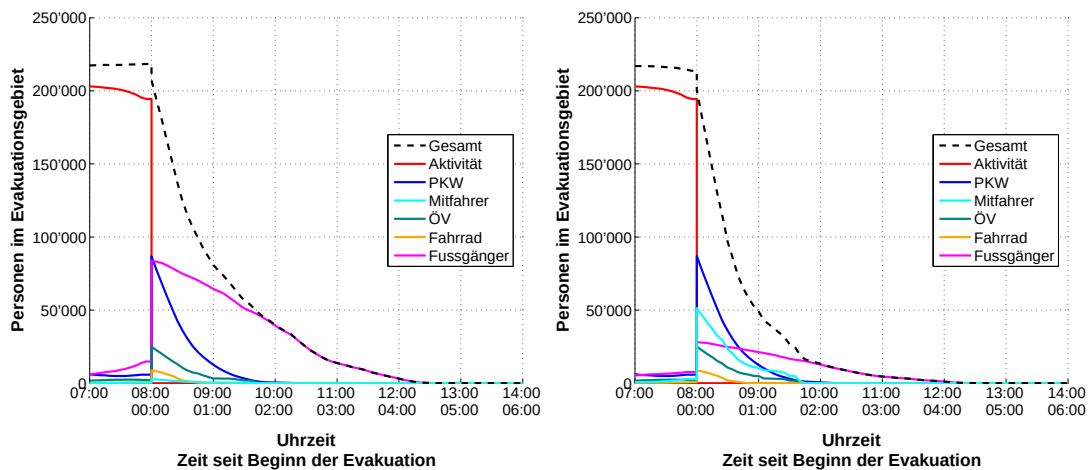


Abbildung 15: Evakuationsgebiet Zone 1 und Sektor 2 der Zone 2

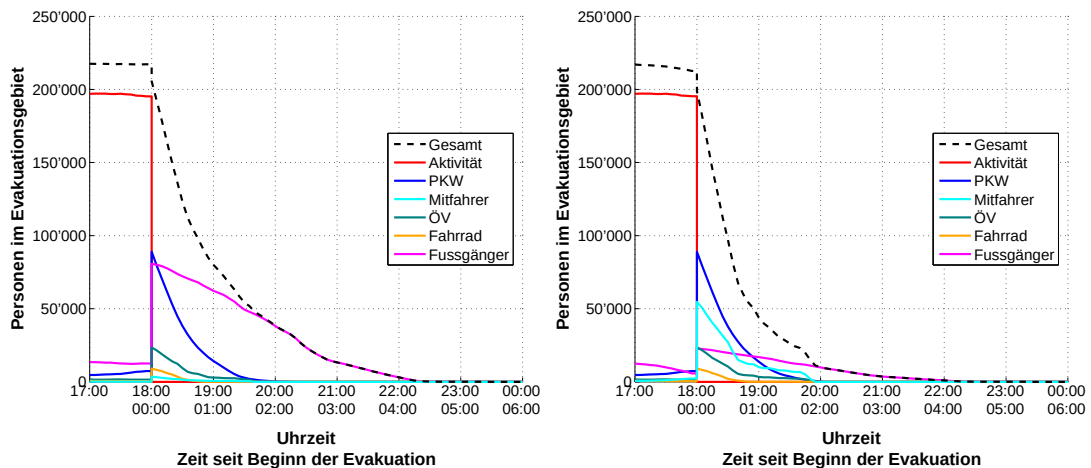
(a) Evakuationsbeginn um 03:00, ohne Auflesen
 (b) Evakuationsbeginn um 03:00, mit Auflesen



(c) Evakuationsbeginn um 08:00, ohne Auflesen
 (d) Evakuationsbeginn um 08:00, mit Auflesen



(e) Evakuationsbeginn um 18:00, ohne Auflesen
 (f) Evakuationsbeginn um 18:00, mit Auflesen



2.7 Zusammenfassung

Im Rahmen der ersten Phase wurde davon ausgegangen, dass eine Evakuation angeordnet wurde und dass optimale Bedingungen vorherrschen. Diese Bedingungen sind insbesondere durch zwei Prämissen begründet. Einerseits wird angenommen, dass sich die Bevölkerung rational verhält und der Anordnung der Evakuation unverzüglich Folge leistet. Andererseits wird davon ausgegangen, dass die Kapazität des Verkehrssystems nicht durch Unfälle oder dergleichen beeinträchtigt wird.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Evakuation der betrachteten Gebiete unter diesen Bedingungen innerhalb weniger Stunden möglich ist. Die sehr kurzen Evakuationszeiten der PKW Benutzer deuten darauf hin, dass die existierende Verkehrsinfrastruktur im Verhältnis zur Bevölkerungszahl im Umfeld des KKW Gösgen sehr gut ausgebaut ist.

Durch das Anstreben eines Systemoptimums anstelle eines Nutzergleichgewichtes lassen sich im vorliegenden Szenario keine signifikanten Unterschiede bei den Evakuationszeiten feststellen. Dies lässt sich mit dem relativ geringen Verkehrsaufkommen begründen. Im Idealfall kann sich jedes Fahrzeug mit unverminderter Geschwindigkeit fortbewegen - in diesem Fall entspricht das Nutzergleichgewicht einem Systemoptimum. Im weiteren Verlauf des Projektes sollen zusätzliche Faktoren, wie etwa verminderte Strassenkapazitäten infolge von Unfällen oder dergleichen, berücksichtigt werden. Dies kann dazu führen, dass die beiden Gleichgewichtszustände weiter auseinanderliegende Ergebnisse liefern. Ein Aspekt, der hierbei noch nicht berücksichtigt ist, stellt die Zusammenarbeit der Bevölkerung beim Anstreben eines Systemoptimums dar. Um ein solches zu erreichen, müssten einige Personen, zum Wohl der restlichen Bevölkerung, Routen wählen, welche für sie nicht optimal sind.

3 Soziales Verhalten in grossräumigen Evakuierungsereignissen

3.1 Literaturrecherche

3.1.1 Die Simulation von Evakuierungsereignissen unter Berücksichtigung sozialer Interaktionen

In der zweiten Projektphase wurden die Prämissen der Simulation in Hinsicht auf soziale Einflussfaktoren realitätsnäher gestaltet. Dabei standen vor allem die drei folgenden Aspekte im Zentrum der Betrachtung:

1. Einflussfaktoren in Verbindung mit der Evakuierungsursache, den Evakuierungsumständen und individuellen persönlichen Merkmalen: Wie verhält sich die zur Evakuierung aufgerufene Bevölkerung? Was sind entscheidende Faktoren für irrationales, im Extremfall panisches Verhalten und in welchem Ausmass darf ein solches Verhalten erwartet werden? Unterscheiden sich Personen unterschiedlicher soziodemographischer Hintergründe in Hinsicht auf ihr Evakuierungsverhalten? Welche Verkehrsmittel benutzen Menschen? Wie weit fliehen sie und wo finden sie Unterkunft? Gibt es Unterschiede im Verhalten in Abhängigkeit von verschiedenen Evakuierungsursachen?
2. Einflussfaktoren in Verbindung mit administrativen Massnahmen der Evakuierungsaufforderung und -planung: Wie verbreiten sich Informationen in Evakuierungssituationen? Ist die Teilnahme an einer Evakuierung abhängig von der Art der Warnung?
3. Das Verhalten von Menschen mit besonderen Bedürfnissen: Wie kann mit Personen verfahren werden, die in ihrer Mobilität eingeschränkt sind, etwa ältere Menschen? Wie können Masseneinrichtungen evakuiert werden, beispielsweise Altersheime und Schulen? Gibt es Erfahrungen im Umgang mit betreuungsintensiven Teilpopulationen wie Menschen in Krankenhäusern oder Gefängnissen? Wie kann der Anteil der freiwillig evakuierenden Bevölkerung gesteigert werden?

Die zur Erforschung dieser Aspekte verwendete Untersuchungsmethodik ist dreigliedrig. Im ersten Schritt wird die verfügbare Literatur zu Evakuierungsereignissen gesichtet. Dabei kann nur ein Teil der gesamthaft verfügbaren Arbeiten über Evakuierungsereignisse berücksichtigt werden. Durch die Abdeckung eines breiten Spektrums an Evakuierungsereignissen bezüglich Ursachen und Verlauf erheben die in der Analyse extrahierten und verallgemeinerten Verhaltensweisen einen Anspruch auf Gültigkeit bezüglich des Verhaltens einer evakuierenden Bevölkerung. Ziel

der Literaturrecherche ist die Generierung von Vorwissen über den Gegenstandsbereich. In weiteren Arbeitsschritten ist es geplant, dieses Wissen zur Erstellung von Interviewleitfäden, die im Zuge sogenannter Experteninterviews verwendet werden sollen, zu nutzen. Durch die Befragung von Experten soll das in der Literaturrecherche zusammengetragene Wissen evaluiert und, wo nötig, korrigiert und ergänzt werden. Schliesslich ist es geplant, die Gültigkeit der in Literaturrecherche und Experteninterviews gewonnen Verhaltenshypothesen für die Schweizer Bevölkerung unter Verwendung einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung zu prüfen.

3.1.2 Die Literatur zu Bevölkerungsevakuierungen

Wissenschaftliche Literatur zu grossräumigen Bevölkerungsevakuierungen ist rar. Zwar gibt es einige Ausnahmeereignisse, in denen die Reaktionen der betroffenen Bevölkerung umfassend dokumentiert und analysiert wurden, doch sind die Datenlagen und die wissenschaftlichen Aufbereitungen der Evakuierungsgeschehen in der Regel eher dürftig (vgl. Perry, 1981; Quarantelli, 1980; Zelinsky und Kosiński, 1991). Dementsprechend sind auch vergleichende Analysen zum Verhalten evakuierender Bevölkerungen selten. Eine weitere Schwierigkeit solcher Vergleiche besteht darin, dass jedes Evakuierungsereignis in Bezug auf seine Ursache, seinen Umfang und seine Folgen ein einzigartiges Ereignis ist. Dennoch lassen sich die jeweiligen Ereignisse in Anlehnung an Perry (1981) und Perry und Mushkatel (1984) durch ein vergleichbares Set an Methoden analysieren und in Bezug auf das Verhalten der Bevölkerung zusammenfassen. Dem Anspruch der vorliegenden Arbeit entsprechend, möglichst allgemeine soziale Verhaltensweisen einer evakuierenden Bevölkerung zu identifizieren, bilden die wenigen vergleichenden Studien, aufgrund ihres Umfangs und ihrer Fokussierung auf das Bevölkerungsverhalten, vor allem die Arbeit von Zelinsky und Kosiński (1991) das Grundgerüst der hier angestrebten Literaturanalyse. Wo immer möglich, sollen die allgemeinen Befunde durch detaillierte Befunde ergänzt werden. Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, dass dazu Evakuierungen infolge verschiedenster Ereignisse berücksichtigt werden. In der bestehenden Literatur gibt es zu diesem Thema mannigfache Positionen. So werden teilweise Evakuierungen in Folge von Kriegen mit dem Hinweis auf ihre Unterschiedlichkeit von vergleichenden Analysen ausgeschlossen (siehe Quarantelli, 1980), andere Autoren beziehen diese Ereignisse ein (Zelinsky und Kosiński, 1991). Auch innerhalb der Einzelfallanalysen existieren oftmals diverse Positionen. So betonen Houts et al. (1988) Besonderheiten im Bevölkerungsverhalten in Folge atomarer Unfälle während, Perry (1981) Schwankungen im Evakuierungsverhalten zwischen ähnlichen Ereignissen betont und so für eine generelle Vergleichbarkeit zwischen Evakuierungen in Folge unterschiedlichster Ereignisse argumentiert (siehe auch Picou und Marshall, 2007).

Da, wie bereits oben erwähnt, die Arbeit von Zelinsky und Kosiński (1991) zentral für diesen Bericht ist, bietet Tabelle 2 zunächst eine chronologische Übersicht über die von den Autoren

berücksichtigten Ereignisse. Zu Darstellungszwecken sind dabei ähnliche Ereignisse, etwa Evakuierungen bei Hurrikans oder mehrfache Evakuierungen im Verlauf eines Krieges, zusammengefasst worden. In einem solchen Fall wird die Anzahl bedrohter Personen als arithmetisches Mittel angegeben, die Anzahl evakuierter Personen als Bandbreite zwischen niedrigster und höchster Schätzung.

Die Tabelle dokumentiert ein hohes Mass an Ungenauigkeit. Die Angaben in Bezug auf die Partizipation der Bevölkerung an den Evakuierungen schwanken teilweise deutlich. Als Katastrophe gilt den Autoren jegliches in Raum und Zeit konzentrierte Ereignis, dass einer gegebenen (Teil-) Gesellschaft Schaden zufügt, indem ihre Mitglieder bedroht oder getötet werden, so dass die routinierten Funktionen des sozialen Miteinanders unterbrochen sind (vgl. auch Perry (1985); Kreps (1984)). Eine Evakuierung wird dagegen als räumliches Bewegungsmuster definiert und meint eine temporär begrenzte Massenbewegung von Personen, die in Reaktion auf eine Bedrohung ein Gebiet verlassen und nach Beendigung der Bedrohung in dieses zurückkehren (siehe auch Quarantelli, 1980). Von diesem in der Verkehrsplanung als Reise beschriebenen Bewegungsmuster (Axhausen, 2007) betrachtet das aktuelle Projekt nur einen Teilausschnitt: Das Verhalten der bedrohten Bevölkerung vom Beginn der Bedrohung bis hin zum Verlassen des gefährdeten Gebiets und dem Auffinden einer 'sicheren' Unterkunft. Die Rückkehr in das ehemals gefährdete Gebiet ist dagegen nicht Gegenstand der Untersuchung.

3.1.3 Situative und soziodemographische Einflüsse

Bevor das Evakuierungsverhalten entlang soziodemographischer Merkmale untersucht wird, soll geklärt werden, in welchem Umfang mit irrationalem, im Extremfall panischem Verhalten zu rechnen ist. Zu dieser Frage herrscht in den gesichteten Berichten weitgehende Einigkeit. Irrationales und panisches Verhalten kommen vor, sind jedoch Ausnahmereischeinungen (siehe Fritz und Marks, 1954; Drabek, 1969; Rosengren et al., 1975; Houts et al., 1984; Zelinsky und Kosiński, 1991). Dieser Befund steht in offensichtlichem Widerspruch zur Aufmerksamkeit, die panisches Verhalten, auch in der wissenschaftlichen Literatur, erfahren hat. Dieses Missverhältnis wird bereits in einer vergleichenden Untersuchung von 1954 festgestellt:

"With a few exceptions, the literature on disaster places heavily emphasis on panic behavior - so much that one gains the impression that this is the most important (and most common) type of disaster behavior. While it is true that panic behavior can, in some cases, cause more damage than the disaster itself, our disaster materials suggest that this is an unusual, rather than a common, reaction to disaster." (Fritz und Marks, 1954, S. 30)

Tabelle 2: Zusammenfassende Darstellung von Evakuierungsereignissen

Bedrohung	Ort	Jahr	Anzahl Ereignisse	Anzahl bedrohte Personen (in Tsd.)	Anzahl evakuierte Personen (in Tsd.)	% Evakuierte Personen
Evakuierungen infolge von Naturereignissen						
Flut	Ohio, USA	1937	1	1'179	294 - 421	25 - 36
Flut	Manitoba, Kanada	1950				
Golf Hurrikan	Texas bis Florida, USA	1953 - 1979	7	verschieden	2'576 - 2'776	-
Hurrikan	Belize City, Belize	1961	1	40	< 10	< 25
Erdbeben	Skopje, Jugoslawien	1963	1	170	100 - 150	59 - 88
Erdbeben	Anchorage, USA	1964	1	49	1,5 - 2,1	3 - 4
Erdbeben	Managua, Nicaragua	1972	1	400	200 - 300	50 - 75
Hurrikan	Darwin, Australien	1974	1	45 - 47	34,5 - 36,5	73 - 81
Vulkan	La Soufriere, Guadeloupe	1976	1	75	38 - 72	51 - 96
Erdbeben	El Asnam, Algerien	1980	1	80	52	65
Evakuierungen infolge kriegereischer Auseinandersetzungen						
Bomben/Invasionsgefahr	Grossbritannien	1938 - 1945	3	je 13'000	1'250 - 2'000	10 - 15
Belagerung/Aufstand	Warschau, Polen	1939 & 1944	2	1'150	100 - 800	8 - 80
Kriegsdrohung/Invasion	Frankreich/Benelux	1939 & 1940	2	15'000	1'100 - 11'000	8 - 68
Invasion	Westliche UdSSR	1941 - 1944	1	83'500	10'000 - 23'000	12 - 28
Belagerung/Bomben	Leningrad, UdSSR	1941 - 1945	1	3'000	1'750	58
Kriegsdrohung/Bomben	Deutschland	1939 & 1943 - 1945	2	38'000	10'000 - 12'500	26 - 33
Bomben	Japan	1943 - 1945	1	15'000	8'500 - 10'000	55 - 65
Evakuierungen infolge von Industrieunfällen						
Atomunfall	Three Mile Island, USA	1979	1	375	144 - 15	38 - 40
Chemieunfall	Mississauga, Kanda	1979	1	225	220	98
Chemieunfall	Bhopal, Indien	1984	2	je 1'200	70 - 300	6 - 50
Atomunfall	Tschernobyl (incl. Kiew), UdSSR	1986	1	2'320	445 - 500	18 - 21

Quelle: Eigene Darstellung nach Zelinsky und Kosiński (1991)

Als Prämissen für panisches Verhalten gilt in der Literatur eine Kombination aus dem Glauben, einer unmittelbaren Lebensbedrohung ausgesetzt zu sein und als zum Überleben aller zeitlich oder kapazitiv zu knapp bewerteten Rettungsmöglichkeiten (siehe Fritz und Marks, 1954; Rosengren et al., 1975). Panisches Fluchtverhalten ist organisiertem Gruppenverhalten diametral entgegengesetzt. Soziale Beziehungen werden nicht beachtet, Regeln und Normen nicht als bindend empfunden. Ein blinder Fluchtreflex überlagert rationale Handlungsüberlegungen, Handlungskonsequenzen werden nicht bedacht, das individuelle Schutzbedürfnis überlagert alle anderen Empfindungen. Obwohl aber panisches Verhalten das Gegenstück zu organisiertem Gruppenverhalten ist, kann es sich in einer Masse verbreiten und als Vorlage für Verhaltensnachahmungen dienen (Quarantelli, 1954). Der Einfluss der zur Rettung verfügbaren Zeitspanne zeigt sich deutlich in einer vergleichenden Studie zum Untergang der Titanic 1912 und der Lusitania 1915. Bei vergleichbarer Anzahl Reisender und vergleichbarer soziodemographischer Zusammensetzung von Passagieren und Crews sank die Titanic 160 Minuten nach der Kollision mit dem Eisberg, die Lusitania dagegen nur 18 Minuten nach ihrer Torpedierung. Obwohl in beiden Fällen 32% aller an Bord befindlicher Personen starben, unterscheidet sich die soziodemographische Zusammensetzung der Überlebenden deutlich. So konnten sich im Fall der Lusitania weit weniger Frauen und Kinder sowie Menschen erster, bzw. zweiter Klasse in die Rettungsbote flüchten als im Falle der Titanic. Die Überlebendenzahlen enthalten Hinweise auf eine grosse Unordnung an Bord der Lusitania, die Kabinen der ersten beiden Klassen lagen, wie auch bei der Titanic, deutlich näher an der Rettungsbooten als die der dritten Klasse, und dass die Befolgung sozialer Normen (Frauen und Kinder werden zuerst gerettet) von der zur Rettung zur Verfügung stehenden Zeitspanne abhängt (Frey et al., 2011).

Während panisches Verhalten eine selten zu beobachtende Form von extrem unsozialem und irrationalen Verhalten darstellt, werden schwächere Formen irrationalen Verhaltens durchaus häufiger berichtet. Diese stehen oft in Zusammenhang mit den über die Evakuierung zur Verfügung stehenden Informationen. Sind nur wenige Informationen verfügbar oder sind diese zweifelhaft, kann das Bemühen um weitere Details zu scheinbar irrationalen Verhaltensweisen führen. So versuchte ein kleiner aber signifikanter Anteil von zur Evakuierung aufgerufener Personen, im Falle einer schnell herannahenden Flutwelle in Denver, diese Informationen durch direkte Beobachtungen zu bestätigen. Anstatt also zu fliehen oder Fragen an Rettungsorganisationen oder soziale Kontakte zu richten, liefen diese Personen direkt auf die Gefahrenquelle zu (Drabek, 1969). Zudem gilt auch im Falle von Evakuierungen, dass jede Massenbewegung eine Gegenbewegung hervorruft. Während die reguläre Bevölkerung die bedrohte Gegend verlässt, versuchen etwa Rettungsorganisationen, Pressevertreter, Wissenschaftler oder Schaulustige in eben dieses Gebiet zu gelangen.

Obwohl also Paniken im Fall von Massenevakuierungen selten sind und der Prozess bei ausreichend früher Warnung und genügend dargebotenen Informationen in fast allen Fällen relativ

geordnet verläuft (Zelinsky und Kosiński, 1991; Fritz und Marks, 1954), sollte die von ihnen ausgehende Gefahr nicht unterschätzt werden, vor allem da panisches Verhalten ansteckend wirken kann. In der Regel jedoch werden bei Evakuierungen, insbesondere in Bezug auf den Strassenverkehr, oft durchschnittlich oder sogar unterdurchschnittlich viele Verkehrsunfälle berichtet. Zudem sind die sich ereignenden Unfälle oft durch Verkehr, der gegen die Fluchtrichtung in die Evakuierungszone fließt, mitverschuldet (Quarantelli, 1980; Houts et al., 1984).

Neben situativen Einflüssen haben auch die persönlichen Merkmale der zur Evakuierung aufgerufenen Menschen einen Einfluss auf ihr Verhalten. Zu den stärksten Zusammenhängen zählt dabei, dass Kernfamilien gemeinsam fliehen. Wo die Möglichkeit besteht, treffen sich getrennte Familienmitglieder in der Evakuierungszone, typischerweise am Wohnort, und evakuieren im Verbund (Drabek, 1969; Quarantelli, 1980; Kiefer et al., 2009). Die getrennte Evakuierung von Familienmitgliedern kann für Menschen zu einem traumatischen Ereignis werden. Dies gilt insbesondere, wenn die Sorgen um das Wohlergehen der anderen aufgrund fehlender Kommunikationsmöglichkeiten etwa in Notunterkünften nicht beruhigt werden können. Neben Traumata können so auch irrationale Verhaltensmuster, wie der Versuch sofort in die Evakuierungszone zurückzukehren, um die Familienmitglieder dort zu treffen, ausgelöst werden (Fritz und Marks, 1954). Auch kann die Weigerung eines einzelnen Familienmitglieds, dem Evakuierungsaufruf Folge zu leisten, bedeuten, dass die gesamte Familie innerhalb des gefährdeten Bereichs verbleibt (Kiefer et al., 2009). Übersetzt in Haushaltsstrukturen ist die Evakuierungswahrscheinlichkeit für Familien mit Kindern am höchsten, gefolgt von Familien ohne Kinder und Single-Haushalten (Zelinsky und Kosiński, 1991; Johnson und Zeigler, 1986).

“The fact that evacuation is a family rather than an individual process is well known [...]. What this means is that most families choose evacuation only when all their members are able to leave together. Mothers will not voluntarily leave home until their children return from school; wives and children will not evacuate until husbands and fathers return home from work. Indeed, separation of family members is one of the major correlates of psychological stress in disasters [...]” (Stallings, 1984, S. 21f.)

Abseits von Familienbanden folgen Frauen und Kinder Evakuierungsauffufen häufiger als Männer im arbeitsfähigen Alter. Als Motive für diesen Verhaltensunterschied werden in der Literatur ein risikofreudigeres Verhalten männlicher Personen, die Angst vor Plünderungen oder die Gefahr eines Arbeitsplatzverlusts genannt (Houts et al., 1984; Johnson und Zeigler, 1986; Houts et al., 1988). Besonders auffällig wird die Verpflichtung gegenüber dem Arbeitsplatz im Falle freiwilliger Evakuierungen, wie etwa der Massenflucht vor irakischem Raketenbeschuss aus Tel Aviv während des ersten Golfkrieges. Hier begannen viele Familienväter kurze Zeit nach der im Familienverbund organisierten Flucht zur Arbeit nach Tel Aviv einzupendeln (Efrat, 1992).

Die Wahrscheinlichkeit, einem Evakuierungsaufruf zu folgen, ist für ältere Menschen niedriger als für jüngere Menschen. Die Unterrepräsentierung älterer Personen in Formen der räumlichen Mobilität ist nicht auf Evakuierungen beschränkt, sondern ein oft berichtetes Handlungsmuster. Besonders deutlich zeigt sich die verstärkte Sesshaftigkeit älterer Menschen im Falle freiwilliger Evakuierungen (Houts et al., 1988; Liverman und Wilson, 1981; Fussell, 2006). Als Motive für dieses Verhalten werden im Fall von Evakuierungen oftmals fehlende physische Anreize oder finanzielle Mittel genannt (Zelinsky und Kosiński, 1991). Auf der anderen Seite gehören Personen, die nicht im bedrohten Gebiet sesshaft sind, üblicherweise zu den Ersten, die evakuieren. Oftmals verlassen Touristen ihren Urlaubsort schon bei kleinen Anzeichen von Gefahr, auch ohne offiziellen Evakuierungsaufruf (Quarantelli, 1990).

Der Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen Status einzelner Personen und ihrem Evakuierungsverhalten ist aufgrund verschiedener Wechselwirkungen nur schwer zu beurteilen. Auf der einen Seite berichten einige Studien, dass die Wahrscheinlichkeit einer Evakuierungsteilnahme mit steigendem Bildungsstand und Einkommen ebenfalls steigt (siehe etwa Zeigler und Johnson, 1984; Houts et al., 1988; Fussell, 2006; Shenhar et al., 2008). Dabei werden geringe monetäre Ressourcen, um die Zeit der Flucht zu überbrücken, fehlende soziale Kontakte, die als Anlaufpunkte dienen, oder Fahrzeuge, um die Flucht zu organisieren, als Begründung für Evakuierungsverweigerungen genannt. Auf der anderen Seite gibt es Studien, die einen vergleichbaren Effekt nicht berichten (Liverman und Wilson, 1981; Efrat, 1992), denn oftmals ist gerade der sozioökonomisch schwächere Teil der Bevölkerung von Evakuierungen betroffen, da diese Menschen in tiefer gelegenen Gebieten, die von Überschwemmungen bedroht sind, oder unmittelbar an Kraftwerken, Autobahnen oder Gleisanlagen wohnen. Neben diesen Punkten weisen Zelinsky und Kosiński (1991) ausdrücklich darauf hin, dass sich keine Verhaltensunterschiede zwischen verschiedenen ethnischen Gruppen innerhalb eines zur Evakuierung aufgeforderten Gebiets feststellen lassen. Derartige Verhaltensunterschiede werden auch in keinem der sonstigen Berichte erwähnt.

Welche Verkehrsmittel die evakuierende Bevölkerung benutzt, ist abhängig von der geographischen Beschaffenheit des gefährdeten Gebiets, dem angestrebten Fluchttort, den Besitzstrukturen innerhalb der Bevölkerung und nicht zuletzt der Kapazität von Strassen, Bussen, Bahnen und Flughäfen (Zelinsky und Kosiński, 1991). Im Falle von Bevölkerungsevakuierungen in westlichen Industriestaaten ist der Personenwagen das erste Mittel der Wahl (Liverman und Wilson, 1981; Houts et al., 1988). Auch kommt es vor, dass Personen mit eigenem Wagen Nicht-Familienmitglieder mitnehmen, was insbesondere für Nachbarn und Freunde gilt (Quarantelli, 1980). Die Präferenz für das eigene Auto liegt zum einen in der Garantie, dass die Kernfamilie während der Flucht gemeinsam reisen kann, zum anderen in der Erwartung von Mobilitätserfordernissen am Fluchtziel begründet (Efrat, 1992).

Verglichen mit der schlecht aufbereiteten Frage der Verkehrsmittelwahl waren die in Evakuierungen zurückgelegten Distanzen Gegenstand ausführlicher Untersuchungen. Die Entfernungen stehen erneut in Wechselwirkung mit vielen anderen Effekten, wie etwa der Geländetopologie, verfügbaren Verkehrsmitteln und den Kapazitäten der Verkehrsinfrastruktur. Oft berichtet wird im Falle einer freien Zielwahl eine mit zunehmender Distanz abnehmende Dichteverteilung der Flüchtlinge hinter der Evakuierungsgrenze, die sich durch ein Gravitationsmodell, wie es in der Migrationsforschung verwendet wird, ausdrücken lässt (Zelinsky und Kosiński, 1991; Bähr, 1997). Dabei lassen sich die wenigsten Flüchtlinge direkt an der Evakuierungsgrenze nieder, sondern legen einen zusätzlichen Sicherheitsabstand zwischen sich und die Evakuierungszone (siehe Liverman und Wilson, 1981; Zeigler et al., 1981; Zeigler und Johnson, 1984; Houts et al., 1988). Dieser Sicherheitsabstand kann mit der Furcht vor der Evakuierungsursache in Zusammenhang stehen, andererseits aber auch mit der Befürchtung einer erneuten Evakuierungsaufforderung bei Ausweitung der Evakuierungszone begründet werden (Liverman und Wilson, 1981).

Auch die Frage des Zielortes der Evakuierungsbewegung wurde in der Vergangenheit untersucht. Zwar resultieren die hier gefundenen Ergebnisse ebenfalls aus Wechselwirkungen, etwa mit der antizipierten Dauer der Evakuierung und dem sozioökonomischen Status einer Person, doch lassen sich einige Befunde verallgemeinern. So scheinen die meisten Evakuierten bei Verwandten und Freunden unterzukommen (im Falle des Mississauga Zugunglücks und des Three Mile Island Reaktorunfalls etwa 80% der Flüchtenden, siehe Liverman und Wilson, 1981; Houts et al., 1988). In deutlich niedrigerer Zahl werden Hotels angesteuert oder evakuierte Personen werden solidarisch von fremden Menschen ausserhalb der Evakuierungszone aufgenommen (Shenhar et al., 2008). Diese beiden Unterkunftsarten sind allerdings stark an die antizipierte Dauer der Evakuierung gebunden und stehen primär im Falle kurzer Ereignishorizonte zur Verfügung. Schliesslich stellen Notunterkünfte oftmals nur die letzte Wahlmöglichkeit dar, was vor allem mit unpersönlicher Behandlung, fehlendem Komfort oder der Angst vor Stigmatisierung begründet wird (Zelinsky und Kosiński, 1991). Zudem finden sich Hinweise, dass öffentliche Notunterkünfte oftmals nur als Übergangslösung angesteuert werden, etwa um Verwandte und Freunde zu kontaktieren und um dort um Unterkunft zu bitten. Werden die Notunterkünfte aber längerfristig genutzt, wird im Falle westlicher Industrienationen oft ein Zusammenhang mit einem niedrigen sozioökonomischen Status berichtet (Quarantelli, 1980). Die Freundschaftsnetzwerke finanziell schwacher Personen sind, wie die älterer oder körperlich beeinträchtigter Menschen, oftmals lokal konzentriert, was die Wahrscheinlichkeit, dass mögliche Freunde selbst evakuieren müssen, steigert (Fussell, 2006).

Verknüpft mit Fragen nach den verwendeten Verkehrsmitteln und der Unterkunftsfindung, ist die Frage, in welche Richtung die bedrohte Bevölkerung flieht. Dazu stellen Zelinsky und Kosiński (1991) fest, dass Menschen sich in die Richtung bewegen, die sie als die Gefahr minimierend

wahrnehmen. Je nach Gefahrenlage spielen dabei auch Wind- und Wetterbedingungen sowie die Geländebeschaffenheit, insbesondere Berge, eine Rolle (siehe Zeigler et al., 1981; Johnson und Zeigler, 1986).

Wie bereits in der Einleitung angesprochen, betonen manche Analysen Verhaltensunterschiede zwischen Evakuierungen infolge verschiedener Ursachen, während andere Untersuchungen Gemeinsamkeiten betonen. Besonders gut dokumentierter Fall einer solchen Auseinandersetzung ist der Three Mile Island Reaktorunfall von 1979. Ungewöhnlich daran ist, dass eine sehr grosse Anzahl Menschen dem freiwilligen Evakuierungsaufruf Folge leistete. Als Grund für diesen Zuspruch wird in der Literatur die für viele Menschen ungewohnte und nur abstrakt fassbare Art der Gefährdung durch radioaktive Strahlung genannt (Houts et al., 1988). Innerhalb der eigentlichen Evakuierungsbewegung folgte das Verhalten allerdings weitgehend den oben beschriebenen Mustern (siehe Stallings, 1984; Houts et al., 1984). Die massenhafte Befolgung der Evakuierungsaufforderung ist um so auffälliger, als dass von behördlich offizieller Seite nur widersprüchliche Informationen zum Unglück und der Bedrohungslage nach aussen gegeben wurden. Wie im Folgenden gezeigt wird, führt eine solche widersprüchliche Informationspolitik in der Regel eher zu niedrigen Teilnahmeraten (Houts et al., 1988). Dennoch reichen die Verhaltensunterscheide nicht aus, um atomar bedingte Evakuationen kategorisch von anderen Evakuationen in Folge industrieller Unfälle oder Naturkatastrophen zu trennen (Perry (1981); Zelinsky und Kosiński (1991); für eine generelle Diskussion siehe auch Picou und Marshall (2007)).

Eine ähnliche Diskussion wird um die Vergleichbarkeit von Evakuierungen in Friedens- und Kriegszeiten geführt. Zwar stimmt es, dass die Kriegsführung einer menschlichen Logik folgt und sich daher von anderen Unglücksfällen unterscheidet und dass sich im Falle kriegsbedingter Evakuierungen Verhaltensauffälligkeiten feststellen lassen, doch sind die Unterschiede zwischen den einzelnen kriegsbedingten Ereignissen gross, so dass die Ausbildung einer gesonderten Kategorie schwer fällt und diese zudem wichtige Gemeinsamkeiten mit Nicht-Kriegsevakuierungen überdecken würde (Quarantelli, 1980; Zelinsky und Kosiński, 1991).

3.1.4 Einflüsse der Evakuierungsplanung und -aufforderung

Die Effektivität einer Evakuierung ist eine Funktion der qualitativen und quantitativen administrativen Ressourcen, der Kapazität des Kommunikations- und Verkehrssystems und der vorbereitenden Planung. Für diese These finden Zelinsky und Kosiński (1991) in ihrer vergleichenden Untersuchung umfassende Bestätigung (siehe auch Perry, 1979; Quarantelli, 1980, 1990). Obwohl Evakuierungsbewegungen nicht zu den passiv abwartenden Handlungsmustern gehören und einige Personen auch ohne offiziellen Aufruf beginnen werden, ein gefährdetes

Gebiet zu verlassen, ist die behördliche Aufforderung doch meist der Start einer massenhaften Bewegung (siehe Liverman und Wilson (1981); Houts et al. (1988); für den Start einer Massenevakuierung ohne offiziellen Aufruf siehe Shenhar et al. (2008)). Grossräumige Evakuierungsaufrufe sind immer auf die Kooperation der Bevölkerung angewiesen, da die einzige Alternative zu einer freiwilligen Evakuierung in einer durch Sanktionen erzwungene Evakuierung besteht, wobei sich dieser Druck aufgrund eines Mangels an Ordnungskräften in der Regel nicht aufrechterhalten lässt (Perry, 1979). Daher ist es von essentieller Bedeutung, dass eine Bevölkerungswarnung von den betroffenen Personen als ernst gemeint und die Bedrohung als real angesehen werden.

"Warning involves far more than linear transmission of a message from a warning source to the public visualized as an aggregate of individuals. Instead, studies indicate that there is no such thing as a warning message; there is instead what is perceived or believed by people, the meaning they give to the message which may or may not correspond to the message intended by those who issue the warning. What is crucial is the interpretation which is given to the message which (...) is affected in very complex ways by a variety of factors (...)"(Quarantelli, 1990, S. 2f).

Die primäre Bedeutung der ersten Evakuierungswarnung besteht darin, möglichst viele Menschen zu erreichen. Je mehr Menschen die Initialwarnung hören, desto stärker wird diese im Anschluss durch die sozialen Kontaktnetzwerke diffundieren, was bedeutend ist, da die Interpretation der Nachricht weniger ein individuelles, als vielmehr ein sozial ausgehandeltes Produkt ist (siehe Quarantelli, 1990). Um das Erreichen möglichst vieler Menschen sicherzustellen, müssen tageszeitabhängige Strategien verwendet werden. Tagsüber zählt in entwickelten Ländern eine Verbreitung über die elektronischen Massenmedien zu den vielversprechendsten Optionen. Nachts dagegen muss diese Strategie zumindest ergänzt werden, wobei auch in der Schweiz schon Erfahrungen mit den Schwierigkeiten nächtlicher Bevölkerungswarnung gesammelt wurden (siehe Regierungsrat des Kantons Basel-Landschaft, 1987). Helfen können in jedem Fall Polizei- oder Feuerwehrangehörige, die Haustüren ablaufen oder per Lautsprecherdurchsagen die Nachricht verbreiten, sowie (der Bevölkerung bekannte) Sirenenzeichen (Drabek, 1969). Idealtypisch lassen sich damit drei Arten von Warnquellen unterscheiden: Behörden, Massenmedien und soziale Kontakte. In einer Simulation von Evakuierungsaufforderungen zu verschiedenen Tageszeiten kommen Stern und Sinuany-Stern (1989) zu dem Ergebnis, dass am frühen Abend durchschnittlich etwa 33% der Bevölkerung unmittelbar von der Aufforderung erreicht würden. Nach etwa 18 Minuten hätte sich die Nachricht beinahe vollständig verbreitet. Ein anderes Bild ergibt sich im Falle einer nächtlichen Evakuierungsaufforderung. Hier würden durchschnittlich nur etwa 28% der Bevölkerung unmittelbar die Initialnachricht empfangen und nach etwa 7 Minuten hätte die Nachricht etwa 90% der betroffenen Bevölkerung erreicht. Die Verbreitung der Nachricht durch das soziale Netzwerk scheint demnach nachts besser zu

funktionieren, da die meisten Personen zu Hause erreicht werden können. Hingegen werden tagsüber mehr Personen erreicht, da die Kommunikationsmöglichkeiten vielfältiger sind und sich nur wenige Personen im Tiefschlaf befinden. Tatsächlich rechnen die Autoren damit, dass nächtliche Evakuierungsaufforderungen etwa 7% der Wohnbevölkerung nicht erreichen würden. Die exakten Diffusionsraten einer Warnung sind mit der Dichte der Bevölkerung und dem Charakter eines Stadtteils oder einer Ortschaft gekoppelt (Stern und Sinuany-Stern, 1989).

Auch nach einem offiziellen behördlichen Evakuierungsauftrag darf unterstellt werden, dass ein Grossteil der Bevölkerung ihre Behausungen nur widerwillig verlassen wird. Zu den Motiven für dieses widerstrebende Verhalten können das Verlassen der gewohnten Umgebung, die Angst vor Plünderungen, das Zurücklassen materieller Werte, die Ungewissheit über den Zeitpunkt der Rückkehr und die Geringschätzung der Gefahr gezählt werden. Idealtypisch lassen sich drei Reaktionsmuster unterscheiden: Die sofortige Befolgung der Evakuierungsaufforderung, der Versuch, die Warnung zu bestätigen und die Ignorierung der Warnung. Welches Verhaltensmuster ergriffen wird, steht in Verbindung mit der Quelle der Initialwarnung. So beginnt in der Regel ein höherer Anteil an Personen, die eine behördliche Initialwarnung empfangen haben, unmittelbar mit der Evakuierung, als wenn die Warnung durch eine andere Quelle vermittelt wird. Persönlich überbrachte Nachrichten wirken stärker als solche, die unpersönlich übermittelt werden. Die bei weitem häufigste Reaktion ist allerdings der Evaluierungsversuch der Meldung, wobei sich dazu vier Handlungstypen unterscheiden lassen, die auch einander ergänzend eingesetzt werden: Der Bestätigungsversuch durch behördliche Institutionen, durch soziale Kontakte oder durch die Beobachtung der Handlungen anderer Personen. Die vierte Bestätigungsart ist passiv und geschieht unbeabsichtigt. Eine vorstellbare Situation etwa wäre, dass ein auf Reisen befindlicher Bewohner des bedrohten Gebiets daran gehindert wird, in das Gebiet zurückzukehren (siehe Drabek, 1969).

Ausschlaggebend für die Reaktion und die Reaktionsgeschwindigkeit ist die individuelle Wahrnehmung der Gefahrenlage als real und bedrohlich. Dient die Initialwarnung eher dazu, die Bevölkerung für die Gefahr und notwendigen Massnahmen zu sensibilisieren, müssen die Bestätigungsversuche den bedrohten Personen diesen ersten Eindruck konsequent und konsistent bestätigen. Nur sich wiederholende, einander nicht widersprechende behördliche Aufforderungen zur Evakuierung vermitteln das Gefühl einer tatsächlich drohenden Gefahr. Die Bestätigung der Initialwarnung durch mindestens eine zweite Quelle ist von grösster Bedeutung (Quarantelli, 1980, 1990), weshalb die Konsistenz der einzelnen Meldungen abgestimmt sein muss. Auch die Beobachtung anderer die Warnung ernst nehmender Menschen oder eine direkte visuelle Bestätigung der Gefahr haben einen steigernden Effekt auf die Teilnahmerate (siehe Houts et al., 1984; Quarantelli, 1990). Eine höhere Evakuierungswahrscheinlichkeit haben auch Menschen, die einer Evakuierungsursache, vor allem im Falle industrieller Unfälle, skeptisch gegenüberstehen (siehe Johnson und Zeigler, 1986). In der Literatur ist allerdings auch ein Fall dokumentiert, in

dem sich widersprechende Gefahrmeldungen einen die freiwillige Evakuierungswahrscheinlichkeit steigernden Effekt hatten. In der Three Mile Island Reaktorkrise wurden die gegenläufigen Gefahren einschätzungen durch Experten als der weitaus häufigste Evakuierungsgrund angegeben. In Verbindung mit der oft als komplex und abstrakt wahrgenommenen Gefahr radioaktiver Strahlung führten widersprüchliche Aussagen hier zu einer die potentielle Gefahr vermeidenden als zu einer abwartenden Reaktion (für den chronologischen Ablauf der Warnmeldungen und eine Analyse der Besonderheiten dieser Evakuierung siehe Houts et al., 1988).

Die oben geschilderten Befunde zeigen deutlich, dass Evakuierungsaufforderungen gründlich vorbereitet sein müssen, was in der Schweiz in der Verantwortung des Bundes, der Kantone und Gemeinden liegt (Schweizerischer Bundesrat, 2003). Nach Möglichkeit sollten sie von Beginn an von präzisen Verhaltensvorschlägen begleitet werden. Da Menschen ohne Informationen oder Anweisungen diese zunächst selbst sammeln und überdenken müssen, erfolgt die Flucht verzögert. Neben detaillierten Informationen zur Gefahrenlage empfiehlt es sich daher, Informationen bezüglich zu empfehlenden Fluchtrouten und Schutzunterkünften präsentieren zu können. Diese können zum einen durch die Massenmedien, zum anderen durch nationale Notfalltelefonnummern verbreitet werden, wobei im letzteren Fall zeitgleich das Bedürfnis nach Informationsbestätigung durch eine offizielle Institution abgedeckt werden kann. Solche Notfallzentralen können zudem während der Dauer der Evakuierung dazu beitragen, den Kontakt zwischen sich einander vermissenden Menschen zu vermitteln und so den oben erwähnten Stress für voneinander getrennte Familienmitglieder zu verringern (siehe Perry, 1979). Auch die Verbreitung von Informationen via Massenmedien muss gründlich vorbereitet sein, kann doch eine falsche oder übertriebene Darstellung von Ereignissen einen destruktiven Impuls senden (siehe Drabek, 1969; Rosengren et al., 1975). Die geschilderten Befunde legen nahe, dass jede dieser Massnahmen einen unmittelbaren Einfluss in Richtung einer Steigerung der Teilnahmerate an einer Evakuierung hat.

3.1.5 Der Umgang mit Menschen mit besonderen Bedürfnissen

Kann die Quellenlage bezüglich grossräumiger Bevölkerungsevakuierungen im Allgemeinen als schlecht bezeichnet werden, sind Berichte zu im Zuge grossräumiger Ereignisse evakuierten Sondereinrichtungen schlichtweg nicht verfügbar. Zwar finden sich vereinzelte Hinweise auf den Umgang mit Menschen mit besonderen Bedürfnissen und entsprechenden Einrichtungen, doch bleiben diese meist vage. Im Falle einiger freiwilliger Evakuierungen wird berichtet, dass Menschen mit speziellen Bedürfnissen, insbesondere ältere oder kranke, die nicht von Verwandten oder Freunden betreut wurden, im bedrohten Gebiet zurückblieben (siehe Fussell, 2006; Shenhar et al., 2008). Hier zeigt sich erneut die Bedeutung des persönlichen Kontaktnetzwerks in Evakuierungssituationen: Menschen, die in ihrer Mobilität eingeschränkt sind, haben

ihre sozialen Kontakte vermehrt im geographischen Nahbereich. Zudem sind in persönlichen Netzwerken häufig Menschen mit vergleichbaren Merkmalen und Verhaltensweisen verbunden (McPherson et al., 2001). Im Falle einer grossflächigen Evakuierung müssen die sozialen Kontakte von Menschen mit besonderen Bedürfnissen häufig selbst das betroffene Gebiet verlassen und sind zudem oftmals selbst auf Hilfe angewiesen. Ist der Personenkreis zudem einkommensschwach und verfügt über keine eigenen Personenwagen, sind seine Mitglieder im Fall einer Evakuierung hochgradig hilfsbedürftig und benötigen eine besondere Berücksichtigung in der Evakuierungsplanung (Fussell, 2006; Kiefer et al., 2009).

Eine weitere Spezialpopulation besteht aus denjenigen Personen, die das evakuierte Gebiet aufgrund ihrer Aufgaben zuletzt verlassen sollten: Sicherheits- und Rettungskräfte, Ärzte und Krankenhauspersonal. Auch für diesen Personenkreis müssen Möglichkeiten geschaffen werden, um das bedrohte Gebiet schliesslich noch verlassen zu können (Fussell, 2006).

Für Evakuierungen von Sammelhaushalten mit besonderen Anforderungen werden einrichtungsspezifische Vorgehensweisen vorgeschlagen (siehe Hans und Sell, 1974). Insbesondere im Fall von Schulen und Kindergärten ist darauf zu achten, dass die Evakuierung solcher Einrichtungen in einer Trennung von Familienmitgliedern resultieren kann, was wiederum oftmals die oben beschriebenen Folgen und damit die Verlangsamung des Evakuierungsprozesses nach sich zieht. Daher empfiehlt es sich, die Kinder entweder zu ihren Eltern zu bringen und so die gemeinsame Evakuierung von Kernfamilien zu unterstützen oder aber einen vorher vereinbarten Sammelpunkt ausserhalb der Evakuierungszone anzusteuern und hier die Familienzusammenführung zu ermöglichen. Ein ähnliches Verfahren bietet sich für Seniorenheime an. In Bezug auf Krankenhäuser und Gefängnisse sind keine Informationen verfügbar. Bei grossen Einrichtungen müssen in jedem Fall die benötigten und verfügbaren Kapazitäten für Transporte, etwa Krankenwagen, Busse und Gefangenentransporter, und Unterbringungen verglichen werden. Die für eine Evakuierung benötigte Zeit einer bestimmten Einrichtung kann aus Übungen abgeleitet werden und sollte sodann in die Evakuierungsplanung einfließen.

3.1.6 Resümee

Allgemein liegen zu grossräumigen Evakuierungsereignissen nur wenige vergleichende Studien vor. Der vorliegende Bericht nutzt diese vergleichenden Arbeiten als Ausgangspunkte, um einen Eindruck über möglichst allgemeine Verhaltensweisen einer evakuierenden Bevölkerung zu gewinnen. Wo immer möglich, werden weitere Detailstudien herangezogen. Der Bericht zielt auf die Generierung von Vorwissen zu insbesondere situativen und soziodemographischen Einflüssen, Einflussfaktoren aus der Evakuierungsplanung und -aufforderung und Erfahrungen zum Umgang mit Menschen mit besonderen Bedürfnissen. Aufgrund des hohen Abstraktionsni-

veaus des Berichts und der Bandbreite an berücksichtigten Evakuierungsereignissen können die geschilderten Ergebnisse als allgemeingültig angenommen werden.

In Bezug auf situative Einflüsse wurde vor allem der für die Evakuierung zur Verfügung stehende Zeithorizont als bedeutend identifiziert. Sind der für eine Rettung verfügbare Zeitraum oder andere Rettungsressourcen zu knapp bemessen, kann ein Kampf aller gegen alle ausbrechen, in dem sich jede betroffene Person nur um ihr eigenes Wohlergehen sorgt. Stehen genug Rettungskapazitäten zur Verfügung, wird in aller Regel ein prosoziales Verhalten vorherrschen. Dementsprechend wird im Allgemeinen nur selten von panischem Verhalten berichtet, bzw. sind panische Reaktionen in Massenevakuierungen meist auf einzelne Personen beschränkt. Es lassen sich aber andere Formen irrationalen Verhaltens beobachten, die oftmals in Zusammenhang mit Bemühungen um Informationsbeschaffung und dem Wunsch nach einer Evakuierung im Familienverbund stehen.

Kernfamilien versuchen gemeinsam zu evakuieren. Sind sie zum Zeitpunkt der Evakuierungsaufforderung nicht beisammen, werden die Familienmitglieder häufig einen Treffpunkt noch innerhalb der Evakuierungszone vereinbaren, meist den gemeinsamen Wohnstandort. Da eine Trennung von Familienmitgliedern Stress und irrationale Verhaltensweisen auslösen kann, sollten von ihren Familien getrennte Personen bei ihrer Suche von offizieller Seite möglichst unterstützt werden. Die Wahrscheinlichkeit für eine Teilnahme an der Evakuierung ist für Frauen und Kinder höher als für Männer, für junge Menschen ist sie höher als für ältere. Insbesondere für Männer im arbeitsfähigen Alter kann auch eine empfundene Verpflichtung gegenüber dem Arbeitgeber ein Evakuierungshindernis darstellen. Als Erste aber evakuieren in der Regel Personen ohne Eigentum in der bedrohten Zone, wie Touristen und andere Besucher. Aus der Präferenz für eine Flucht im Familienverbund ergibt sich in Abhängigkeit von der zu überwindenden Distanz oftmals die Wahl des Personenwagens als bevorzugtes Verkehrsmittel. Dabei nehmen insbesondere Freunde und Nachbarn auch weitere, nicht zum Familienkreis gehörende Personen mit, falls der Personenwagen dazu ausreichend Platz bietet. Bereits hier zeigt sich, dass dem persönlichen sozialen Kontaktnetzwerk der Evakuierenden eine besondere Bedeutung zukommt. Noch bedeutender sind soziale Kontakte aber in Hinsicht auf die Unterkunftsfindung. So kommen die meisten Evakuierenden bei Verwandten oder Freunden unter. Öffentliche Notunterkünfte werden dagegen meist nur als Zwischenstationen angelaufen. Als dauerhafte Unterkunft dienen sie vor allem Personen, deren Kontaktnetzwerk keine Unterkunft bieten kann und denen aus sozioökonomischen Gründen keine anderen Unterkünfte, etwa Hotels o.ä., zur Verfügung stehen. In Hinsicht auf die geographische Verteilung halten die meisten Evakuierenden einen zusätzlichen Abstand zur Evakuierungsgrenze ein. Ab dort nimmt die Verteilung mit zunehmendem Abstand zur Gefahrenquelle ab.

Auch in Bezug auf die Evakuierungsaufforderung sind persönliche Kontaktnetzwerke von her-

ausragender Bedeutung. Zwar erfolgt die Initialwarnung meist über die Massenmedien und/oder durch behördliche Institutionen, wobei tageszeitspezifische Strategien zu verwenden sind, doch ist neben diesen ersten Informationen deren Bestätigung durch mindestens eine zweite Quelle sehr wichtig. Führt die Überprüfung aufgrund konsistenter Inhalte zu einer Bestätigung der ersten Meldung, steigt in der Regel die Wahrscheinlichkeit für eine Teilnahme an der Evakuierung. Denselben Effekt haben auch die Beobachtung an der Evakuierung partizipierender Menschen und visueller Kontakt zur Evakuierungsursache. Da Menschen in der Regel nur widerwillig an Evakuierungen teilnehmen, ist es wichtig, dass die in der Nachricht geschilderte Gefahrenlage von der bedrohten Bevölkerung als real und die Evakuierung als notwendig interpretiert wird. Für beide, sowohl die Initialnachricht als auch den Evaluationsversuch gilt, dass persönlich überbrachte Nachrichten glaubwürdiger erscheinen als unpersönliche. Zudem empfiehlt es sich, neben einer einfachen Evakuierungsaufforderung weitere Informationen, etwa bezüglich Fluchtrouten und Schutzunterkünften zu verbreiten. Der Prozess der Informationsverbreitung ist zentral für den Erfolg der Evakuierungsmassnahme und bedarf daher genauester Planung.

Menschen, die in ihrer Mobilität beschränkt sind, vermehrt lokale soziale Kontakte haben und zudem einen schwachen sozioökonomischen Status aufweisen, haben oft Probleme in Evakuierungssituationen. Für sie müssen spezielle Massnahmen, etwa die Bereitstellung von Sonderverkehrsmitteln, in der Planung vorbereitet und im eigentlichen Ereignis umgesetzt werden. Auch für Personen, die aufgrund ihrer beruflichen Qualifikation bis zuletzt in der Evakuierungszone tätig sind, muss Vorsorge getroffen werden. Die Quellenlage zur Räumung von Sammelhaushalten in grossen Evakuierungsereignissen ist dürftig. In jedem Fall empfiehlt sich auch hier eine sorgfältige Planung. Insbesondere im Fall von Schulen und Kindergärten wird, aufgrund der Präferenz im Familienverbund zu evakuieren, empfohlen, die Kinder ihren Eltern entweder bereits innerhalb der Evakuierungszone zuzuführen oder einen Treffpunkt ausserhalb der Evakuierungszone zu vereinbaren. Teil der planerischen Massnahmen muss es in jedem Fall sein, die für eine Evakuierung von Sammelhaushalten benötigten (Sonder-)Fahrzeugflotten zu berücksichtigen. Zudem sollten die zur Räumung einzelner Einrichtungen benötigten Zeitspannen in Übungen erhoben werden.

Die hier beschriebenen Reaktionsweisen, die aus unterschiedlichen situativen und soziodemographischen Merkmalen sowie aus sozialen Interaktionsprozessen in Verbindung mit der Informationsverbreitung resultieren, sollen die Prämissen der agentenfeinen Evakuierungssimulation realitätsnäher gestalten. Zu welchen Veränderungen die Berücksichtigung einer sozialen Komponente im Agentenverhalten führt, bleibt abzuwarten. Zwar rücken die Agenten vom Modell des Homo Oeconomicus ab, verlieren also wichtige Informationen über ihre Umwelt, doch gewinnen sie auf der anderen Seite an Individualität, was sich aufgrund unterschiedlicher Reaktionen und Reaktionszeiten in einer abnehmenden Stauanfälligkeit des Verkehrssystems niederschlagen dürfte. Bis die soziale Verhaltenskomponente allerdings letztlich in die Simulation implemen-

tiert werden kann, sind weitere Arbeitsschritte nötig. In einem zweiten grossen Schritt ist es zunächst geplant, die beschriebenen Verhaltensunterschiede im Zuge von Experteninterviews zu bestätigen und, wo nötig, zu ergänzen, bzw. zu korrigieren. Schliesslich sollen die Befunde mit Hilfe einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung bezüglich ihrer Gültigkeit für die Schweizer Bevölkerung geprüft werden. Neben der Prüfung auf Repräsentativität dient dieser Schritt auch der Quantifizierung der hier berichteten Verhaltensunterschiede. Teilweise können dazu bereits bestehende Datensätze aus früheren Befragungen genutzt werden. So bietet sich aufgrund der oben beschriebenen zentralen Rolle des sozialen Kontaktnetzwerks ein am IVT erhobener Datensatz zu persönlichen sozialen Netzwerken an, der Informationen über die geographische Distanz zwischen einander bekannten Personen, ihre soziodemographische Ähnlichkeit und die emotionale Bedeutung der Beziehung beinhaltet (siehe Kowald und Axhausen, 2012). Des weiteren erscheint die Durchführung eines Stated-Choice Experiments hilfreich. In einem standardisierten Erhebungsinstrument werden die Teilnehmer dabei zur Auswahl zwischen Entscheidungsalternativen gebeten, beispielsweise sofort zu evakuieren, zunächst einige Sachen zu packen und nach zwei bis drei Stunden zu evakuieren oder nicht zu evakuieren. Die Alternativen sind durch Attribute gekennzeichnet, etwa Art des Unglücks, Quelle der Initialwarnung und Art der Warnungsbestätigung. Schliesslich werden mehrere Entscheidungssituationen vorgelegt, wobei die Alternativen gleich bleiben, die Attribute aber zwischen den Alternativen und den einzelnen Situationen variieren. Die im Datensatz enthaltenen Effekte können in Verbindung mit weiteren Daten, etwa den soziodemographischen Merkmalen der befragten Personen, durch nutzenbasierte Entscheidungsmodelle dargestellt werden (siehe Louviere et al., 2000; Train, 2003). Ergeben sich aus den Einflüssen der Literaturrecherche ähnliche Effekte, kann die modellierte Evakuierungswahrscheinlichkeit auf die Agenten in der Mikrosimulation übertragen werden.

3.2 Ergebnisse einer Expertenbefragung

3.2.1 Menschliches Verhalten in Evakuierungssituationen

Ziel der Simulationsstudie ist die approximative Bestimmung des benötigten Zeitrahmens für grossräumige Evakuierungsereignisse, definiert als Gebiete, die in Anlehnung an die Schweizer Notfallplanung wenigstens drei Kilometer Durchmesser haben (siehe Eidgenössisches Nuklearrinspektorat ENSI, 2008; Schweizerischer Bundesrat, 2003). Das der Simulation zugrunde liegende Verhaltensmodell der evakuierenden Agenten war dabei eng an die Modellannahme des Homo Oeconomicus geknüpft und sollte die Funktionsfähigkeit der Simulationssoftware für den gegebenen Zweck nachweisen. In der zweiten Projektphase (2011) soll das Verhaltensmodell der sozialen Realität angenähert werden, um verlässlichere Informationen aus den Simulationsläufen gewinnen zu können. Dazu ist es notwendig, allgemeine menschliche Verhaltensweisen aus

früheren Evakuierungsereignissen zu extrahieren, was sich vor dem Hintergrund der Einzigartigkeit jedes Evakuierungsereignisses, etwa in Hinsicht auf Evakuierungsursachen, geographische, institutionelle und soziodemographische Besonderheiten des betroffenen Gebiets und der in ihm lebenden Bevölkerung, problematisch gestaltet. Um dennoch gesicherte Erkenntnisse zu ermöglichen, werden drei methodische Vorgehensweisen kombiniert. Die angestrebte Triangulation vereint die Literaturrecherche, deren Ergebnisse im Zuge von Experteninterviews validiert und, wo nötig, korrigiert und ergänzt werden. Schliesslich werden die so gewonnenen und gesicherten Erkenntnisse durch eine repräsentative Bevölkerungsbefragung in Hinsicht auf ihre Gültigkeit für die Schweizer Bevölkerung geprüft.

Dieser Abschnitt befasst sich mit dem zweiten Schritt der Triangulation, den Experteninterviews. Zunächst wird die Methode leitfadengestützter Experteninterviews vorgestellt. Sodann werden die Zusammensetzung der Gesprächspartner sowie die Gesprächsinhalte analysiert. Die Befunde werden schliesslich den Erkenntnissen aus der Literaturrecherche vergleichend gegenübergestellt, woraus sich ein umfassendes Hypothesenset in Bezug auf relevante Parameter für das Verhalten der Agenten in der Mikrosimulation generieren lässt.

3.2.2 Die Methode leitfadengestützter Experteninterviews

Qualitative Methoden der sozialwissenschaftlichen Forschung werden unter anderen verwendet, um sich wenig bearbeiteten Forschungsfeldern explorativ zu nähern. Auch die Methode der Experteninterviews dient oft der Felderschliessung und Hypothesengenerierung (Bogner und Menz, 2009b). Im Fall des vorliegenden Projekts wurde die vorgelagerte Literaturrecherche zu diesem Zweck durchgeführt. Die Experteninterviews zielen dagegen auf die Systematisierung und Validierung des aus der Literaturrecherche extrahierten Vorwissens und auf die Schliessung etwaiger Wissenslücken ab. Im Mittelpunkt der Interviewanalyse steht somit weniger der Deutungscharakter des Expertenwissens als vielmehr dessen Aufklärungspotential in Hinsicht auf die Forschungsfrage (siehe Bogner und Menz, 2009a). Als Experte gilt dabei, wer einen privilegierten Zugang zum Gegenstandsbereich grosser Bevölkerungsevakuationen in Form von Erfahrungswissen oder Kenntnissen über strukturelle Zusammenhänge besitzt. Die Interviews zielen auf kontextuelle Wissenszusammenhänge ab, was bedeutet, dass die Experten Erkenntnisse über die eigentlich interessierende Zielgruppe, eine evakuierende Menschenmenge, liefern sollen. Die Ergänzung der Literaturrecherche durch Experteninterviews hilft so, relevante und gesicherte Erkenntnisse darüber zu generieren, wie sich Menschen in Evakuierungsereignissen verhalten und welche Faktoren ihr Verhalten beeinflussen.

Methodisch lassen sich leitfadengestützte Experteninterviews in der Gruppe der nichtstandardisierten Interviewtechniken verorten. Die Auswertung der Gespräche folgt den Kriterien der

qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2002, 2008; Liamputtong, 2009; Deppermann, 2008; Froschauer und Lueger, 2003; Silverman, 2001; Hopf und Weingarten, 1984). Insgesamt gelten sowohl die Interview- als auch die Analyseart als methodisch nur schwach ausgearbeitet und daher wenig regelgeleitet, weshalb in der verfügbaren Literatur eine umfangreiche Dokumentation beider Arbeitsschritte dringend angemahnt wird (Gläser und Laudel, 2010; Meuser und Nagel, 1991, 2009; Bogner und Menz, 2009b).

Die Operationalisierung der Forschungsfrage beginnt mit der Konstruktion des Interviewleitfadens. Er stellt das Erhebungsinstrument eines qualitativen Experteninterviews dar. Es empfiehlt sich, die enthaltenen Fragen auszuformulieren, um die Vergleichbarkeit zwischen den Aussagen der Interviewten zu erhöhen. So ist sichergestellt, dass alle Experten auf möglichst identische Formulierungen antworten. Zudem wird einer Wandlung des Forschungsinteresses zwischen aufeinander folgenden Interviews vorgebeugt. In die Konstruktion des Leitfadens muss Vorwissen über den Untersuchungsgegenstand einfließen. Nur so lassen sich relevante Themenblöcke erstellen und konkrete Fragestellungen formulieren. Aus dieser Notwendigkeit erklärt sich auch die in diesem Projekt verwendete Reihenfolge der triangulierten Methoden. Der vorgelagerte Schritt der Literaturrecherche bedeutete eine erste theoretische und empirische Auseinandersetzung des Forschungsteams mit dem Gegenstand menschlicher Verhaltensweisen in grossen Evakuierungsereignissen und half, detaillierte und hintergrundinformierte Fragen für die interviewten Experten zu formulieren. So wird eine leitfadengestützte Gesprächsführung "beidem gerecht, dem thematisch begrenzten Interesse des Forschers an dem Experten wie auch dem Expertenstatus des Gegenübers. Die in die Entwicklung eines Leitfadens eingehende Arbeit schliesst aus, dass sich der Forscher als inkompetenter Gesprächspartner darstellt" (Meuser und Nagel (1991, S. 448); siehe auch Pfadenhauer (2009)).

Obwohl der Leitfaden damit alle im Verlauf des Interviews zu behandelnden Themen enthält, ist er doch nur der erste Schritt der Operationalisierung, denn die Reihenfolge der Fragen ist an den Gesprächsverlauf und nicht an den Leitfaden gebunden. Ziel eines Experteninterviews ist es, die Gesprächspartner möglichst ungestört zu Wort kommen zu lassen, damit sie ihre Erfahrungen und Wissenszusammenhänge frei entfalten können. Diese Freiheit für den Interviewpartner ist notwendig, da die Experten ihr Wissen möglicherweise noch nicht im Kontext der konkreten Fragestellung reflektiert haben. Ihre Expertise liegt damit, im Giddenschen Sinne der doppelten Hermeneutik, in der Grauzone zwischen implizitem, in der Sphäre des praktischen Bewusstseins angesiedeltem und wissenschaftlich diskursivem Wissen vor (siehe Meuser und Nagel, 2009; Giddens, 1984). Um den Informationsfluss der Experten möglichst wenig zu stören, stellt das eigentliche Interview den zweiten Schritt in der Operationalisierung der Forschungsfrage dar. Der Interviewer soll den Gedankenzusammenhängen des Experten folgen und nur dann lenkend eingreifen, wenn sich die Aussagen zu weit vom Interessensgebiet der Forschungsfrage entfernen. Die Anwendung des Leitfadens passt sich so flexibel der Interviewsituation an. Zudem sollen

neue, im Zuge eines Interviews gewonnene Erkenntnisse in den Leitfaden aufgenommen und in späteren Gesprächen erneut abgefragt werden. Auch in diesem Sinn ist der Leitfaden flexibel anzuwenden. Seine Konstruktion dauert tendenziell bis zum letzten Interview an.

Von grosser Bedeutung in der Interviewsituation ist die Annäherung an einen natürlichen Gesprächsverlauf. Nur ein sich komfortabelühlender, thematisch interessierter und frei zu Wort kommender Experte kann Einblick in seine Erfahrungen und sein Wissen um relevante Zusammenhänge liefern. Dafür ist es notwendig, dass auch der Interviewpartner im Vorfeld über den Gegenstand des Gesprächs zumindest grob informiert wird. Auch empfiehlt es sich, Informationen über die Länge des Interviews und Signale bezüglich der gewünschten Detailfülle etwaiger Antworten zu liefern. Generell gilt für leitfadengestützte Interviews das Prinzip der informierten Einwilligung. Der Interviewpartner ist über den Gegenstand der Untersuchung unterrichtet und kennt die Bedeutung der Interviews. Er willigt freiwillig in die Zusammenarbeit ein und das Gespräch wird nur mit seinem Einverständnis aufgezeichnet. Im Zuge der Gesprächsanalyse werden die Interviews anonymisiert und persönliche Daten geschützt (Gläser und Laudel, 2010).

3.2.2.1 Der Ablauf der Expertenbefragung

Die vorliegende Untersuchung nutzte ein viergliedriges Vorgehen, um Experten zu rekrutieren und zu befragen. Um Zugang zu Personen mit Expertenwissen über Bevölkerungsevakuationen zu erhalten, wurden in einem ersten Schritt Institutionen angeschrieben, von denen angenommen werden kann, dass sie mit Experten in Kontakt stehen, die sich mit Massnahmen des Bevölkerungsschutzes oder der Evakuierungsplanung beschäftigen. Damit wurde zumindest teilweise das Problem umgangen, eine eigene Definition der gewünschten Expertise zu entwerfen. Der Umweg über Institutionen sollte zudem sicherstellen, dass ein breites Spektrum von Experten mit sowohl theoretischem als auch praktischem Wissen als Zielpersonen für die Interviews in Frage kommen. Das in deutscher und englischer Sprache verfasste Anschreiben informierte über die Projektziele, den Zweck der Interviews und die weitere Handhabung potentieller Adressangaben von Experten. Ein standardisiertes Antwortformular sollte sicherstellen, dass die Kontaktangaben der Experten möglichst vollständig berichtet werden. Das Anschreiben ist als Anhang A diesem Bericht beigelegt.

Im nächsten Arbeitsschritt wurden die von den Institutionen zu den Experten berichteten Angaben vervollständigt. Zudem wurde vor dem Hintergrund der gelieferten Expertisenbeschreibung geprüft, ob die zu erwartenden Wissens- und Erfahrungszusammenhänge als für das Projekt relevant gelten durften. Nach diesem Filter wurden die Experten postalisch kontaktiert und um ein Interview gebeten. Das verwendete Anschreiben enthielt erneut Informationen über

das Projekt, die Bedeutung der Interviews und gab zudem einen Einblick in die thematische Orientierung des Leitfadens. Das Anschreiben ist im Anhang B des vorliegenden Berichts dokumentiert. Einige Tage nach diesem Anschreiben erfolgte ein telefonischer Rekrutierungsanruf. Dieser sollte die Ernsthaftigkeit der Interviewanfrage unterstreichen, helfen eventuelle Fragen von Seiten der Experten zu beantworten und dazu dienen, einen Interviewtermin abzusprechen. Sowohl das an die Experten gerichtete Anschreiben als auch der Rekrutierungsanruf betonten die Freiwilligkeit der Teilnahme, die Absicht zur Aufzeichnung der Gespräche, die erwartete Dauer des Interviews und die Möglichkeit, das transkribierte Gespräch vor der Analyse durchsehen zu können. Letztere Offerte garantierte den Gesprächspartnern die Kontrolle über ihre Aussagen zu einem sensiblen Thema, wie das des Bevölkerungsschutzes.

Zum vereinbarten Termin wurden die Experten telefonisch kontaktiert. Zwar gilt ein face-to-face Interview aufgrund der intimeren Atmosphäre und der besseren Kontrollmöglichkeiten über die Interviewsituation als hochwertiger, doch lässt sich im vorliegenden Projekt die telefonische Interviewform aus forschungsökonomischen Gründen rechtfertigen: Aufgrund meist grosser geographischer Distanzen zwischen den Wohn- oder Arbeitsorten der Experten und dem Forscherteam fehlten die zeitliche Ressourcen, um persönlich-mündliche Interviews durchzuführen. Zudem liess das Forschungsinteresse, welches auf Kontextwissen in Form von Erfahrungen über evakuierende Bevölkerungsteile abzielte, statt etwa auf persönliche Einschätzungen oder Einstellungen der Experten, die Notwendigkeit zur Erfassung nonverbaler Kommunikationsformen als gering erscheinen, womit auch in monetärer Hinsicht eine Rechtfertigung der Reisekosten fehlte (zu den Vor- und Nachteilen telefonischer Experteninterviews siehe Christmann (2009); für Details zur Durchführung telefonischer Interviews siehe Busse (2003)). Der verwendete Leitfaden enthielt acht thematische Blöcke und ist im Anhang C dokumentiert:

1. Der Kontext des Expertenwissens
2. Der Einfluss soziodemographischer Faktoren auf das Evakuierungsverhalten
3. Der Einfluss situationsspezifischer Faktoren auf das Evakuierungsverhalten
4. Zu erwartende konkrete Verhaltensweisen in grossen Evakuierungssituationen
5. Der Einfluss der Evakuierungsplanung und -aufforderung
6. Evakuierungen von Bevölkerungsgruppen mit speziellen Bedürfnissen oder Aufgaben
7. Das zu erwartende Verhalten der Ordnungskräfte
8. Weitere offene Punkte

Der erste Block diente als einleitende Fragestellung. Durch eine kurze thematische Einführung und die Frage nach der Qualifikation der Experten wurde die Rollenverteilung der beiden am Interview beteiligten Personen verdeutlicht. Dieses Vorgehen wird insbesondere für den Umgang mit statushohen Interviewpartnern empfohlen, da diese oftmals daran gewöhnt sind, in Interaktionsprozessen zu dominieren und versuchen könnten, die Gesprächsführung an sich zu

reissen (Gläser und Laudel, 2010; Littig, 2009). Die Einleitungsfrage nach der Qualifikation stellte zudem einen Filter dar. Wurde aus der Selbsteinschätzung des Expertenwissens deutlich, dass ein Interviewpartner keine Erfahrung mit einem bestimmten Themengebiet hatte, konnte der Block in Teilen oder sogar vollständig ausgelassen werden. Jeder neue Themenblock wurde durch eine möglichst umfassend formulierte Einleitungsfrage eröffnet, welche die Funktion einer Erzählanregung erfüllte. Die Detailfragen wurden nur gestellt, wenn die in ihnen behandelten Aspekte in der freien Rede des Experten keine oder nur unzureichende Erwähnung fanden.

Die aufgezeichneten Interviews wurden vollständig wörtlich transkribiert (für eine Übersicht zu Transkriptionsweisen siehe Mayring, 2002). Das gesprochene Wort wurde im Zuge der Transkription in normales Schriftdeutsch übertragen. Parasprachliche Elemente wurden, da sie für die Analyse ohne Bedeutung sind, nicht erfasst. Der Arbeitsaufwand der Transkription betrug etwa eins zu sechs, für eine Stunde gesprochenes Wort waren etwa sechs Stunden Transkription nötig. Die Interviewskripte wurden im vierten Schritt der Kontaktstrategie den Experten zur Durchsicht zugestellt. Durch dieses Vorgehen erhielten die Experten eine Gelegenheit ihre Aussagen nochmals in Ruhe zu prüfen und, wo nötig, zu korrigieren oder spezifizieren (Gläser und Laudel, 2010). Das verwendete Anschreiben ist im Anhang D dokumentiert. Zusätzlich zur Durchsicht der transkribierten Interviews wurde den Experten die Zusendung des Abschlussberichts angeboten.

3.2.2.2 Das Vorgehen der Analyse

Die Auswertung der Interviews orientiert sich an den Vorgaben der qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2002) und einer für die Auswertung von Experteninterviews entwickelten methodischen Modifizierung (Meuser und Nagel, 1991, 2009; Gläser und Laudel, 2010). Ziel der Auswertung ist es, ein theoretisch abgeleitetes Kategoriensystem, die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche, die in die Entwicklung des Interviewleitfadens eingeflossen sind, durch die Aussagen in den Interviews zu prüfen und abzugleichen. Dazu muss zunächst die Vergleichbarkeit der Interviewtexte hergestellt, Repräsentatives entdeckt und in allgemeineren Aussagen zusammengefasst werden. Im Anschluss an die Transkription werden die folgenden Arbeitsschritte vorgeschlagen (siehe Meuser und Nagel, 1991, 2009):

1. Paraphrasierung: Kennzeichnung thematischer Einheiten in den Texten.
2. Kodierung: Den einzelnen thematischen Einheiten werden Labels zugewiesen.
3. Thematischer Vergleich: Einzelne vergleichbare Textpassagen zwischen den Interviews werden einander vergleichend gegenübergestellt, die Labels werden vereinheitlicht.
4. Soziologische Konzeptualisierung: Gemeinsamkeiten und Unterschiede werden in Form theoretischer Kategorien ausgedrückt und ermöglichen so den Anschluss an die allgemeine

wissenschaftliche Diskussion.

5. Theoretische Generalisierung: Die einzelnen Typologien werden ihrem Zusammenhang entsprechend vor dem Hintergrund theoretischer Annahmen dargestellt.

In der vorgeschlagenen Analyse zeigt sich durch die Gegenüberstellung der theoretischen Vorannahmen aus der Literaturrecherche und der empirisch, im Zuge der Experteninterviews erhobenen Typologien, ob die bisherigen Annahmen über das Verhalten einer evakuierenden Menschenmenge gültig sind, ob sie einer Erweiterung bedürfen oder gar ganz verworfen werden müssen.

3.2.3 Die Interviews: Gesprächspartner und Aussagen

Wie im vorigen Kapitel beschrieben, setzte die Rekrutierung von Experten bei Institutionen an, die sich mit dem Bevölkerungsschutz im Allgemeinen und mit Evakuierungen im Besonderen beschäftigen und von denen so angenommen werden konnte, dass sie in Kontakt mit Personen mit dem benötigten Expertenwissen stehen. Insgesamt wurden dazu elf öffentliche Einrichtungen in Deutschland zwischen Juni und August 2011 und acht weitere in den USA im Oktober 2011 angeschrieben. Bei der Auswahl der Einrichtungen wurde darauf geachtet, die thematischen Arbeitsschwerpunkte, also theoretisch-wissenschaftliche (Forschungseinrichtungen und Beratungskommissionen), administrativ-organisatorische (Ministerien), und operativ-praktische (Feuerwehr, Polizei und Hilfsorganisationen), zu etwa gleichen Anteilen zu berücksichtigen. Tabelle 3 liefert einen Überblick zu den thematischen Arbeitsschwerpunkten der Institutionen. Auffällig ist, dass aus Einrichtungen des praktisch-exekutiven Aufgabengebiets in Deutschland keine Experten benannt wurden. Möglicherweise war die Betonung des Forschungsinteresses an 'grossräumigen Evakuierungen' zu offensiv und führte zu der Annahme, dass eher überörtlich agierende Einsatzstäbe als Erfahrungen aus lokal begrenzten Geschehnissen gemeint seien. Die Rückmeldungen aus dem wissenschaftlich-administrativen Block waren dagegen beinahe vollständig und ergaben auch eine Vielzahl von Expertenbenennungen. Interessanterweise waren darunter Personen aus theoretischen und praktischen Arbeitsgebieten des Bevölkerungsschutzes zu finden. Weiterhin ist auffällig, dass die Anfragen in den USA mit einer Ausnahme nicht beantwortet wurden. Hier darf auf einen Zusammenhang zwischen der grossen geographischen Distanz und dem damit verbundenen schwindenden Bekanntheitsgrad der ETH Zürich und des BABS spekuliert werden, der sich in einer niedrigeren Teilnahmebereitschaft ausdrückte.

Von den 19 genannten Personen wurden 12 angeschrieben, bei denen gemäss Expertisenbeschreibung relevante Erfahrungs- oder Wissenszusammenhänge vermutet werden durften. Die verbleibenden sieben Personen wurden aus verschiedenen Gründen nicht als potentielle Gesprächspartner berücksichtigt: Zwei beschäftigen sich ausschliesslich mit Evakuierungen von

Tabelle 3: Die kontaktierten Institutionen zur Benennung von Experten

Art der angeschriebenen Einrichtung	Anzahl gesamt	Anzahl Antworten	Anzahl benannter Experten
Deutschland			
Ministerien	4	4	14
Forschungseinrichtungen/Beratungskommissionen	2	1	4
Feuerwehr	2	0	-
Polizei	2	2	0
Hilfsorganisationen	1	1	0
USA			
Behörden des Heimatschutzes und Notfallmanagements	6	1	1
Forschungseinrichtungen/Beratungskommissionen	2	0	-

Massenveranstaltungen, bei drei weiteren Personen waren die Wissensbestände sehr allgemein und passten daher ebenfalls nur wenig zu den Fragestellungen des Leitfadens. Schliesslich wurden zwei Personen, deren Expertisenbeschreibungen stark denen vorhergehender Gesprächspartner glichen, erst nach Beginn der Gesprächsanalyse benannt.

Die 12 im weiteren Rekrutierungsprozess berücksichtigten Experten erklärten sich alle zu einem Interview bereit. Die Gespräche mit den deutschen Experten wurden zwischen September und Dezember 2011, das Gespräch mit dem US-amerikanischen Experten im Februar 2012 realisiert. In elf Fällen wurden die Interviews telefonisch geführt, in einem Fall per Voice over IP-Software. Alle Experten erklärten sich mit der Aufzeichnung der Interviews einverstanden. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Art der Expertise der jeweiligen Interviewpartner. Die Experten gliedern sich in fünf Personen mit eher theoretisch-wissenschaftlichem und sieben mit praktischen Erfahrungen durch die Übernahme administrativ-organisatorischer oder operativ-praktischer Aufgaben in Evakuierungssituationen. Die Interviewatmosphäre kann durchgehend als ruhig und konzentriert beschrieben werden. Nur in wenigen Ausnahmefällen wurden die Experten durch Störungen wie etwa Telefonläuten oder das Büro betretende Personen unterbrochen. Ein durchschnittliches Interview dauerte etwa eine Stunde. Alle Experten haben Interesse am Abschlussbericht der Untersuchung bekundet.

Im Folgenden werden die Befunde aus den Interviews dargestellt. Die Struktur dieser Aufbereitung des Interviewmaterials orientiert sich an der Abfolge der einzelnen Themenblöcke aus dem Interviewleitfaden. Auf mögliche Querverbindungen zwischen den einzelnen Blöcken wird gesondert hingewiesen. Wo immer es sich anbietet, werden die Befunde durch Zitate aus den Interviews ergänzt. Um Missverständnissen vorzubeugen, sei darauf hingewiesen, dass es in den Interviews um geordnete Evakuierungssituationen, nicht jedoch um Notfallräumungen ging.

Tabelle 4: Die interviewten Experten

Art der Expertise	Anzahl Experten	Interview IDs
Administrativ-organisatorischer / operativ-praktischer Hintergrund		
Stabsarbeit (regional)	3	1, 3, 4
Lokale Einsatzleitung	2	13, 14
Theoretisch-wissenschaftlicher Hintergrund		
Evakuierungsplanung	3	2, 5, 11, 20
Wissenschaftliche Aufarbeitung des Themas	3	6, 15, 16

„Räumung ist das ganz akute [...] weil die Gefahrensituation so enorm ist, das man überhaupt gar keine Zeit mehr hat, irgendwas mit den Leuten zu besprechen. Bei Evakuierungen kündigt sich das Ereignis an. Das können Stunden oder Tage sein [...] in denen die Leute das Ereignis auf sich zukommen sehen und dann muss die Ordnungsbehörde im richtigen Moment entscheiden, wie auf die Gefahr reagiert werden soll.“

3.2.3.1 Gesprächsanalyse: Persönlich-individuelle Einflussfaktoren

Bereits bei der Analyse dieses ersten Gesprächsblocks ergab sich eine notwendige Modifikation des ursprünglichen Categoriesystems. Galt das Interesse zunächst ausschliesslich 'harten' soziodemographischen Charakteristika, wurde schnell deutlich, dass auch individuell 'weiche' Charakteristika wie etwa Erfahrungen mit oder die subjektive Einschätzung einer gegebenen Evakuierungsursache einen Einfluss auf die Evakuierungsentscheidung haben. So wurde das ursprüngliche Konzept um den Einfluss 'persönlich-individueller Faktoren' erweitert.

Betrachtet man zunächst den Bereich persönlicher Einstellungen und Erfahrungen, ist die Teilnahmewahrscheinlichkeit an einer Evakuierungsmassnahme primär davon beeinflusst, ob die drohende Gefahr als real angesehen wird. Ist dies nicht der Fall oder setzt sich der Gedanke durch, dass die Bedrohung durch individuelle Massnahmen abgewendet werden kann, wird die Evakuierungsaufforderung in Zweifel gezogen und unter Umständen nicht befolgt.

„Die meisten gehen freiwillig. [...] Diejenigen, die nicht freiwillig gehen, sind Leute die sagen, dass alles nicht so schlimm ist und welche die Lage selber als beherrschbar einschätzen oder sich überhaupt keine Gedanken machen.“

Ob ein solcher Widerstand entsteht, ist durch zahlreiche Wechselwirkungen beeinflusst. So finden sich in den Interviews Hinweise auf Einflüsse durch das Ausmass des Vertrauens der Be-

völkerung in staatliche Institutionen, die Informationslage im Zusammenhang mit dem Ereignis und individuelle Erfahrungen mit der Bedrohungslage. Während eine gute Nachrichtenlage und Vertrauen in staatliche Empfehlungen mit einem die Evakuierungsbereitschaft steigernden Effekt assoziiert werden, wird individuell biographisch gesammelten Erfahrungs- oder Wissenskontexten eine ambivalente Wirkung auf die Evakuierungsbereitschaft zugeschrieben. Sie können eine steigernde Wirkung haben, insbesondere zeigt sich dieser Zusammenhang bei gleichen, wiederkehrenden Bedrohungslagen, etwa Überschwemmungen an Küsten oder in Flussnähe. Diese Art der Wirkung trifft allerdings vor allem dann zu, wenn das ursächliche Ereignis eine Evakuierung tatsächlich rechtfertigte. War dies nicht der Fall, kann sich die Wirkungsrichtung ins Gegenteil verkehren. So können Erfahrungen auch einen die Evakuierungswahrscheinlichkeit mindernden Einfluss haben.

„Wenn sie Leute haben, die eine solche Evakuierung mehr als einmal hatten, werden die aufgrund ihrer persönlichen Befindlichkeit sagen, dass es beim letzten Mal nicht so schlimm war und bleiben oder dass es beim letzten Mal so schlimm war, dass sie schweren Herzens gehen und sich retten.“

Dies gilt insbesondere für Naturkatastrophen, die in industrialisierten Gesellschaften oft als beherrschbar angesehen werden. Bei dieser Art von Gefahren kommt hinzu, dass viele Personen das Ereignis bereits in abgeschwächter Form erfahren haben, z.B. Wind, Regen oder Hochwasser, und glauben, die Gefahr selbst adäquat einschätzen zu können.

Die Einschätzung einer Gefahr als 'real' ist auch mit dem empfohlenen Zeitpunkt der Evakuierung verknüpft. Wird die für eine Evakuierung zur Verfügung stehende Zeitspanne als lang empfunden, gilt die Gefahr als wenig bedrohlich. Zudem ist der Prozess der kognitiven Bedeutungszuschreibung durch weitere Faktoren beeinflusst. Bedeutend sind im Fall persönlicher Erinnerungen die vergangene Zeitdauer seit dem letzten vergleichbaren Ereignis, im Fall von Wissenskontexten die mediale Aufbereitung der Geschehnisse oder, generell, das Wechselspiel zwischen Gefahrenursache und geographischer Topologie.

Wird eine Gefahr als real angenommen, sind sich alle Experten darin einig, dass Kernfamilien, die zusammen das gefährdete Gebiet bewohnen, eine gemeinsame Evakuierung anstreben. Das emotionale Bedürfnis, auch die nächsten Verwandten in Sicherheit zu wissen, ist stark ausgeprägt. Eng damit verbunden ist der Wunsch nach einem Treffen mit von der Gruppe getrennten Familienmitgliedern. Der konkrete Treffpunkt ist dabei von der geographischen Verteilung der Familienmitglieder abhängig. Halten sich alle Mitglieder innerhalb der Evakuierungszone auf, wird ein Treffen innerhalb dieses Bereiches angestrebt werden, um gemeinsam zu evakuieren. Neben dieser Möglichkeit wird mehrfach darauf hingewiesen, dass ein Treffen innerhalb des gefährdeten Bereichs für Personen, die sich ausserhalb des Bereichs aufhalten, mit zunehmender

Weglänge weniger Sinn ergibt. Auch spielt das Verhältnis der sich ausserhalb oder innerhalb der Zone aufhaltenden Familienmitglieder eine Rolle. Sollte eine Trennung der Gruppe, etwa durch eine erforderliche medizinische Behandlung eines Mitglieds notwendig werden, empfiehlt es sich, eine Begleitung der behandlungsbedürftigen Person durch ein weiteres Familienmitglied anzubieten. Das so geschaffene Wissen um Betreuung und Fürsorge hilft, den Widerstand gegen die Trennung zu minimieren.

„Eine Evakuierung ist sozusagen eine gemeinschaftliche Bewegung. Es kann auch eine Bewegung zu eben dem Ort sein, wo die Mehrheit der Familie ist. Ist die Mehrheit noch im Evakuierungsgebiet, dann wäre das eine Rückwärtsbewegung, ist die Mehrheit schon draussen, wird es ein Verlassen des Evakuierungsgebiets sein. Das Grundbedürfnis nach Gemeinschaft wird in solchen Notfallsituationen stark und daher ist die gemeinsame Evakuierung ein ganz starkes Motiv.“

Mehrfach wird in diesem Zusammenhang auf die in den letzten Jahrzehnten stark ausgebauten Kommunikationsmöglichkeiten verwiesen. So lassen sich Treffpunkte heute einfach und schnell per Mobiltelefon koordinieren. Dennoch macht die gemeinsame Wohnung als Treffpunkt für Familien auch heute noch Sinn, da hier in der Regel wichtige Dokumente und Wertgegenstände gelagert werden. In einem Interview wird zudem auf die Anfälligkeit des Kommunikationsnetzes bei bestimmten Evakuierungsursachen sowie vorhandene Kapazitätsgrenzen hingewiesen. So kann das System infolge eines Wasserschadens bei einer Überflutung oder bei massenhafter Nachfrage kollabieren, wodurch der Treffpunkt der gemeinsamen Wohnung stark aufgewertet würde. Uneinigkeit zwischen den Experten herrscht bezüglich der Frage, wie sich der Familienverband entscheiden würde, falls sich ein einzelnes Mitglied der Familie der Evakuierung widersetzen würde. Die Aussagen reichen hier vom Verbleib der gesamten Familie bis hin zur Beugung des Einzelnen unter dem durch die Familie erzeugten Druck. Mehrfach empfohlen wird das Angebot eines Verbleibs einzelner Evakuierungsverweigerer im gefährdeten Bereich, bei zeitgleicher Evakuierung der restlichen Familie. Zugeständnisse dieser Art ermöglichen, wo immer anwendbar, eine Evakuierung der Restfamilie und führen so zu einem Teilerfolg in Bezug auf die Evakuierungsmassnahme.

Die Anwesenheit von Kindern im Haushalt gilt allen Experten als ein die Teilnahmebereitschaft an Evakuierungen fördernder Faktor. Als leitendes Handlungsmotiv wird die soziale Norm der Fürsorge angeführt, die insbesondere im Fall jüngerer Kinder stark ausgeprägt ist. Während die Bereitschaft zur Evakuierung bei Personen mit Kindern hoch ist, kann die Frage, ob diese auch zügiger als Menschen ohne Kinder dem Evakuierungsaufruf nachkommen, nicht eindeutig beantwortet werden. Zwar weisen die meisten Expertenaussagen in diese Richtung, doch wird in einem Interview betont, dass die Evakuierung mehrerer Personen und kleiner Kinder einen Mehraufwand an Koordination bedeutet und daher möglicherweise erst zeitverzögert

einsetzt. In Übereinstimmung mit dem fürsorglichen Effekt der Kinder wird auch eine höhere Evakuierungswahrscheinlichkeit für mit Partnern lebende Personen angegeben.

„Den grössten Effekt vermute ich bei der Frage, ob Kinder im Haushalt sind. [...] Wenn nur ich selbst evakuieren muss, dann kann ich auch den letzten Zug nehmen und zur Not zu Fuss gehen. Muss ich dagegen meine Kinder irgendwie wegbringen, die nicht so weit laufen können, dann muss ich eventuell eher evakuieren oder das erstmögliche Angebot annehmen.“

Eine Grundvoraussetzung für die Beteiligung oder Nicht-Beteiligung an einer Evakuierung ist die Kenntnis der Massnahme. Sprachbarrieren haben daher einen mindernden Effekt auf die Evakuierungsteilnahme. Eine verminderte Teilnahmebereitschaft aufgrund fehlender Informationen über die Massnahme wird auch für stark isolierte Personen mit bestenfalls homogenen Sozialenkontakten, etwa Drogensüchtige, illegale Einwanderer, Menschen mit psychischen Problemen oder Obdachlose, angenommen. Die Problematik verschärft sich weiter, da für diese Randgruppen ein erhöhtes Mass an Immobilität angenommen wird.

Als ein weiterer die Evakuierungswahrscheinlichkeit mindernder Einfluss gilt ein hohes Lebensalter. Als Argumente werden angeführt, dass sehr alte Menschen oftmals immobil sind, aufgrund langer Bewohndauern eine hohe Affinität zu ihrer Behausung entwickelt haben und potentiell, zumindest im deutschen Kontext, an Kriegstraumata leiden. So werden entweder das unversehrte Überleben der Kriegsgeschehnisse in der Region oder Wohnung oder die schmerzhafteste Erinnerung an Vertreibung und Flucht, oftmals ohne Rückkehr, als Gründe für ein Verbleiben im Gefahrenbereich angegeben. Auch werden die möglicherweise erst nach einiger Zeit einsetzenden Gesundheitsrisiken in der Folge beispielsweise industrieller Unfälle weniger stark gewichtet, als dies durch jüngere Menschen erfolgen würde. Aus all diesen Motiven ergibt sich eine eher fatalistische Lebensauffassung. Weniger fatalistisch als vielmehr egoistisch motiviert beschreiben einige Experten das Verhalten junger Erwachsener. Für diese kann, vor allem im urbanen Lebensraum, ein Evakuierungsereignis einen Eventcharakter aufweisen, weshalb dem Aufruf, sich in Sicherheit zu bringen, eher spät Folge geleistet wird. In Zusammenhang mit dem Verhalten von Kindern und Familien darf daher gefolgert werden, dass Menschen mittleren Alters die primären Personen sind, die einem Evakuierungsaufruf Folge leisten.

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor mit Wirkung in Richtung eines Verbleibs im gefährdeten Bereich ist privates Eigentum. Insbesondere in Verbindung mit dem Gedanken, dass Privatbesitz durch individuelle Sicherungsmassnahmen vor direkten, etwa Wassereinbruch, oder indirekten Gefahren, Plünderungen, aus der Evakuierungssituation bewahrt werden könne oder müsse, entfaltet sich eine Aversion, das gefährdete Gebiet zu verlassen. Lediglich in einem Interview wird der Zusammenhang zwischen Wohnbesitz und einer geringeren Evakuierungswahrschein-

lichkeit mit dem Hinweis auf ein gut ausgebautes Versicherungswesen angezweifelt. Die Gefahr massenhafter Plünderungen wird von den Experten als rundweg übertrieben angesehen. Dennoch wird in den Interviews wiederholt empfohlen, falls die Gefahrenlage dies zulässt, Sicherheitsmassnahmen in Form von Patrouillen zu organisieren und diese auf Nachfrage als Argument für eine Evakuierungsbeteiligung zu verwenden. Des Weiteren muss die Evakuierung landwirtschaftlicher Viehbestände bedacht werden, da diese ebenfalls eine stark bindende Wirkung entfalten können.

„Wir haben in diesem Bereich sehr viele Landwirte und Handwerksbetriebe gehabt. Die Besitzer nehmen eher nicht freiwillig an der Evakuierung teil, weil sie eben ihr Eigentum schützen und nicht verlassen möchten. Das heisst, sie sehen die Gefahr als nicht unbedingt real an und glauben, dass sie durch eigene Massnahmen etwas verhindern können [...]. [...] Plünderungen sollten nicht angesprochen werden, sondern die positiven Massnahmen. Den Ort also sichern ohne dabei negative Assoziationen zu wecken. Wenn die Frage nach Plünderungen aufkommt, muss sie sachlich beantwortet werden. Sagen sie, dass sie so etwas noch nie erlebt haben, aber Vorsichtsmassnahmen ergreifen, obwohl sie nicht damit rechnen.“

In Bezug auf weitere persönliche Merkmale waren die Expertenmeinungen stark unterschiedlich. So kann beispielsweise ein Effekt durch das Geschlecht einer Person nicht verifiziert werden. Ebenso ist ein Einfluss durch den Bildungshintergrund einer Person eher fragwürdig. Einige Experten haben in diesem Zusammenhang darauf verwiesen, dass weniger der Bildungsgrad als vielmehr die subjektive Einschätzung der Gefahr ausschlaggebend seien.

3.2.3.2 Gesprächsanalyse: Situative Einflussfaktoren

Der Zusammenhang zwischen den Mitteln der subjektiven Wahrnehmung der Gefahr und der Evakuierungsbereitschaft wurde bereits angesprochen. Die Bedeutungszuschreibung ist auch davon beeinflusst, ob die Gefahr mit körpereigenen Mitteln erkennbar ist.

„Erkennbare Gefahren rufen so ein Grundgefühl von Kontrollierbarkeit hervor. [...] Wenn man die Gefahr nicht sehen kann, zum Beispiel bei Gas, Chemikalien oder Radioaktivität, dann würde ich zu maximalen Massnahmen greifen.“

Doch ist der Einfluss der körpereigenen Sensorik dabei keineswegs so eindeutig, wie das obige Zitat glauben machen möchte, sondern muss vielmehr als ambivalent angenommen werden. So ruft die Erkennbarkeit einer Gefahr keineswegs immer ein Gefühl von Kontrollierbarkeit hervor. Vielmehr weist ein Experte ausdrücklich darauf hin, dass eine wahrnehmbare mittel- oder

unmittelbare Bedrohung ebenfalls eine die Evakuierungsbereitschaft steigernde Wirkung haben kann. In mehreren Interviews wird der Zusammenhang zwischen vermeidlicher Beherrschbarkeit und der Erfassbarkeit mit den Mitteln der körpereigenen Sensorik daher auf den Bereich von Naturkatastrophen eingeschränkt.

Ein weiterer situativer Einfluss auf das Evakuierungsverhalten ergibt sich aus der für die Evakuierung verfügbaren Zeitspanne. In Abhängigkeit vom Ausmass der Bedrohung soll die Zeitspanne nach Expertenmeinung nicht zu kurz sein. Menschen benötigen Zeit, um ihre Evakuierung vorzubereiten und sich zu koordinieren. Wird die Zeitspanne zu kurz gewählt, ist daher mit Widerstand zu rechnen. Zudem, betont ein Experte, führe zunehmender Zeitdruck und damit aufkommender Stress zu weniger durchdachten Handlungen. Wird der Zeitraum bis zur spätesten noch möglichen Evakuierung andererseits als zu lang ausgegeben, kann dies, wie bereits erwähnt, dazu führen, dass die Bedrohung als wenig unmittelbar wahrgenommen wird und sich die Bewohner des betroffenen Gebietes zumindest vorläufig auf andere Dinge fokussieren. In zwei Gesprächen wird ein ideales Vorgehen derart beschrieben, dass bereits mit Bekanntgabe der Bedrohungslage die Vorwarnung einer möglichen Evakuierung ausgesprochen wird. Zusammen mit Verhaltenshinweisen für einen solchen Fall kann die betroffene Bevölkerung sodann die notwendigen Vorbereitungen einleiten. Wird eine Evakuierung in der Folge tatsächlich nötig, trifft die Massnahme nicht auf eine unvorbereitete Bevölkerung und darf auf eine höhere Akzeptanz hoffen. Bei Entscheidung für eine Evakuierung soll die Aufforderung sachlich an einen unmittelbaren Beginn der Evakuierung appellieren, ohne den voraussichtlich spätest möglichen Zeitpunkt für die Einleitung der Bewegung zu benennen. Dies hilft, individuelle Zeitplanungen in der Bevölkerung zu vermeiden.

Verschieden sind die Expertenmeinungen in Bezug auf den Effekt eines zunehmenden geographischen Abstandes zu Gefahrenursache. Während rund ein Drittel der interviewten Experten keinen Einfluss auf die Evakuierungsbereitschaft vermuten, nehmen die restlichen zwei Drittel an, dass sich zumindest die Gefahrenwahrnehmung abschwächt. Dieser Argumentation folgend, würde eine eher zeitverzögerte Evakuierung eingeleitet werden, auch weil zum Verlassen des bedrohten Gebietes weniger Weg zurückgelegt werden muss. Dabei besteht allerdings erneut ein Zusammenhang mit der Evakuierungsursache. Explizit verweist ein Experte auf die Tatsache, dass im Falle mancher industriell bedingter Evakuierungen die gezogene Evakuierungsgrenze als willkürlich begriffen wird und auch Menschen unmittelbar hinter dieser Grenze beginnen könnten, sich zu evakuieren.

Ein für die Simulation menschlicher Verhaltensweisen sehr bedeutender Faktor sind panische, nicht-soziale Verhaltensweisen. In den Interviews zeigte sich klar, dass die Entstehung panischen Verhaltens an spezifische Ursachen gebunden ist. Dazu zählen das Gefühl einer akuten Lebensbedrohung, fehlende Informationen über die aktuelle Lage und zu wenige Rettungskapazitäten

für zu viele Menschen. In einem Interview wurde zudem die Bedeutung einer empfundenen sozialen Ungleichheit bei der Vergabe von Rettungsressourcen als nicht-soziale Verhaltensweise begünstigend genannt.

„Der Mensch muss in einer Situation sein, wo er das Gefühl hat, subjektiv in Lebensgefahr zu sein. Er orientiert sich dann am Nachbarn. Wenn der dann sozusagen ebenfalls in einer nebulösen Situation ist [...], also kein Handlungsmuster hat, dann kann es in ganz eng begrenzten Fällen, nämlich eng begrenzter Raum und viele Menschen [...], zu einer Art Fluchtbewegung kommen. Wenn sie dann noch den Engpass in Form einer Tür haben, dann wird es kritisch.“

Dementsprechend sind sich die Experten einig: In Evakuierungssituationen kommt es nicht zu Massenpaniken. Zwar sind lokal und zeitlich begrenzte Einzelfälle panischen Verhaltens möglich, doch muss in der Regel nicht mit längeren Phasen massenhaft egoistischen, nicht-sozialen Verhaltens gerechnet werden.

„Panik im eigentlichen Sinn kommt gar nicht vor. Weil bei einer geplanten Evakuierung halt diese unmittelbare Bedrohung fehlt, die eigentlich eine Panik mehr oder weniger bräuchte, um zu entstehen. [...] Wenn die Menschen eine Führung oder Anleitung haben, ist eher mit prosozialem als mit asozialem Verhalten zu rechnen. [...] Menschen laufen bei einer Gefahrennachricht nicht einfach weg und lassen andere Menschen stehen und liegen und drängen sich vorbei. Das tun die wenigsten Menschen. Als Massenphänomen ist das sicher nicht zu erwarten.“

Durch gezielte Massnahmen kann nicht-sozialen Verhaltensweisen zudem vorgebeugt werden. In den Interviews wird wiederholt eine frühzeitig ansetzende und kontinuierlich betriebene Bewusstseinsbildung in Bezug auf Risiken für die möglicherweise betroffene Bevölkerung angemahnt. In Risikolagen, die so vorbereitet werden können, trifft ein Unglücksfall dann nicht auf eine vollkommen unvorbereitete Bevölkerung.

„Das, was uns plötzlich erwischt, führt dazu, dass wir manchmal mit Tunnelblick und Denkblockade auf Dinge reagieren und entweder stehen bleiben oder aber losrennen. Bei vielen Menschen die losrennen, kann das dann sehr unglücklich werden.“

Zudem wird eine schnelle Bereitstellung von Informationen über den konkreten Unglücksfall sowie die Vorgabe sachlich begründeter Verhaltensweisen empfohlen. Teil der ausgegebenen Empfehlungen sollen auch die empfohlenen Evakuierungsrouten sein. Diese sollen von Strukturen mit geringen Verkehrskapazitäten in Richtung immer höherer Kapazitäten führen, um mögliche Nadelöhre im Verkehrsnetz zu umgehen. Schliesslich sollen Informations- und Warnungsmeldungen altruistisches Handeln fördern, also Fürsorglichkeit betonen.

3.2.3.3 Gesprächsanalyse: Konkrete Verhaltensweisen

Die meisten Menschen greifen im Fall einer Evakuierung, soweit vorhanden, auf den eigenen Personenwagen zurück. Dieser vereint für Familien die Chance, gemeinsam zu fliehen, Gepäck zu transportieren, am Zielort mobil zu sein und zeitgleich einen Wertgegenstand aus dem gefährdeten Bereich zu bringen.

„Die Mehrheit derjenigen, die sowieso Individualverkehr betreiben wird zu den eigenen Autos greifen. [...] Es ist ein vertrauter Ort und man bringt gleichzeitig noch einen Wertgegenstand in Sicherheit. Man kann mit der Familie gemeinsam den Ort verlassen. Das hat auch einen Vorteil gegenüber der Angst, in einem Zug getrennt zu werden und in verschiedenen Waggonen zu landen. [...] Und man kann auch Gepäck mitnehmen.“

Trotz dieser Präferenz wird in einigen Interviews darauf verwiesen, dass auch ausreichende Kapazitäten im ÖV geschaffen werden müssen. Diese richten sich vor allem an Menschen, die keinen Personenwagen besitzen, die diesen nicht nutzen können oder die aus sonstigen Gründen auf den ÖV zurückgreifen. Die Aufrechterhaltung eines ÖV-Angebots ist verbunden mit der Problematik, dass Bedienpersonal in ausreichendem Masse in der Evakuierungszone verbleiben muss. Dazu bemerkt ein Experte, dass diese Notwendigkeit möglicherweise mit den Interessen dieser Personen, die eigene Familie in Sicherheit zu bringen, kollidiert. Dieser Aspekt wird in Abschnitt 3.2.3.6 'Gesprächsanalyse: Das Verhalten der Einsatzkräfte' detaillierter diskutiert.

Der Besitz eines Personenwagens ist im Fall einer nicht vollen Auslastung verbunden mit der Frage nach solidarischen Verhaltensweisen. Generell gibt es zwischen den Experten in dieser Frage keinen Widerspruch. Solidarisches Verhalten kann in Evakuierungen beobachtet werden. Dabei werden sich in erster Linie einander bekannte Personen gegenseitig unterstützen. Dazu gehört auch das Angebot der Mitnahme weiterer Personen im eigenen PW. Allerdings ist dieses Angebot streng an den Zeitpunkt der Gesuchstellung gebunden. So wird ein vor der Abfahrt gestelltes Gesuch öfter positiv beantwortet, während die Experten eine Unterbrechung der Fahrt, um unbekannte Personen in den PW einzuladen, nahezu ausschliessen. Falls dies doch vorkommt, muss sich der PW-Besitzer mit dem Gesuchsteller entweder aufgrund geteilter soziodemographischer Merkmale stark identifizieren können oder die direkte Anfrage muss durch die gebotene Eile einen entsprechenden Konformitätsdruck in Richtung des Gesuchs beinhalten.

„Grundsätzlich ist zu erwarten, dass man zunächst auf sich und die unmittelbar wichtigen Personen achtet. Wenn dann vielleicht noch ein Platz im Auto frei ist, würde ich nicht unterstellen, dass man aktiv versucht, diesen Platz optimal auszunutzen. Falls man aber einen Nachbarn hat und weiss, dass dieser selbst kein Auto hat und schlecht zu Fuss ist,

wird man diesen Platz vielleicht doch anbieten. Oder aber man wird direkt angesprochen, dann kann man sich fast nicht aus den sozialen Zwängen befreien.“

Auch bei der Unterkunftsfindung spielt solidarisches Verhalten eine wichtige Rolle. Unisono wird in allen Interviews berichtet, dass die Evakuierenden in der Regel eine private Unterkunft, meist bei Verwandten oder Bekannten, einer staatlichen Notunterkunft vorziehen. Wenige Personen suchen auch Unterkunft in Hotels, wobei die Art der Unterkunft abhängig ist von der antizipierten Dauer der Massnahme. Dennoch ist die Bereitstellung öffentlicher Unterkünfte wichtig. Je kurzfristiger eine Evakuierung angesetzt wird, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass Evakuierende zunächst diese Stellen anlaufen und sich von hier aus eine private Unterkunft organisieren. Massenunterkünfte werden in den Interviews assoziiert mit sozialem Stress, resultierend aus der Unterbringung mit unbekannten Menschen in einer ungewohnten Umgebung, einem Mangel an Privatsphäre und niedrigem Komfort. Zudem wird angenommen, dass Freunde oder Familienmitglieder einen höheren Grad an Fürsorge aufbieten.

„Die meisten würden zu Familienmitgliedern und Freunden, also in private Unterkünfte gehen [...]. Also wer Familie und Freunde hat, geht dorthin. Nur die wenigsten dieser Menschen werden in Unterkünften landen. [...] Gründe sind das Sicherheitsbedürfnis, das soziale Gemeinschaftsbedürfnis und natürlich, dass man in der Sammelunterkunft keine Privatsphäre hat. Durch die Anwesenheit anderer entsteht grosser sozialer Stress.“

Das Ausmass des entstehenden sozialen Stresses lässt sich nach Meinung eines Experten durch ein einfaches Rezept reduzieren. Menschen, die vor der Evakuierung in nachbarschaftlichen Verhältnissen gelebt haben, sollen nach Möglichkeit auch gemeinschaftlich untergebracht werden. So wird ihnen ermöglicht, zumindest einen Teil ihrer alltäglichen sozialen Strukturen beizubehalten. In einem weiteren Interview wird zudem betont, dass die Beschäftigung der Unterkunftsbewohner von Bedeutung für den sozialen Frieden in dieser Gemeinschaft ist. Nach Möglichkeit sollen einige Basisfunktionen wie etwa Kinderbetreuung oder Nahrungsausgabe durch die Unterkunftsbewohner selbst organisiert werden.

Die Mehrzahl der Experten berichtet, dass die Evakuierenden versuchen, eine Unterkunft in der Nähe der Evakuierungsgrenze zu finden. Bedeutende Interaktionseffekte bestehen dabei mit der subjektiven Gefahrenbewertung und der erwarteten Dauer der Massnahme. Je gefährlicher die Situation eingeschätzt wird, desto grösser ist der Wunsch nach einer zusätzlichen Distanz und je länger die Dauer der Evakuierung angenommen wird, desto eher sind Menschen bereit, auch weiter entfernt lebende Freunde und Bekannte als Unterkunftsmöglichkeit in Betracht zu ziehen.

Für die Experten tendieren Personen, die im Zuge einer Evakuierung ein Gebiet verlassen dazu, nur das Nötigste mitzunehmen. Dies sind Dokumente, Wertgegenstände oder emotional bedeutende Objekte. Der Transport grösserer Mengen Hausrats kommt dagegen in der Regel nicht vor. Stattdessen wird mehrfach die Bedeutung vorbeugender Informationen für die Bevölkerung betont. So können präventive Informationsbroschüren wichtige persönliche Gegenstände, etwa einen Ausweis oder Medikamente, auflisten und dazu auffordern, diese nach Möglichkeit griffbereit in der Wohnung zu lagern, was wiederum die Evakuierungsgeschwindigkeit erhöhen kann. Im Zuge solcher Informationen lässt sich auch schildern, welche Höchstgepäckmenge in Bussen oder Zügen transportiert werden darf.

3.2.3.4 Gesprächsanalyse: Evakuierungsplanung und -aufruf

Bereits mehrfach wurde darauf hingewiesen, dass die subjektive Einschätzung der Gefahr ausschlaggebend für die Teilnahme an einer Evakuierung ist. Eng mit dieser verbunden ist der Bereich der Risikoaufklärung und Risikowarnung. Die Bildung eines Risikobewusstseins, die Aufklärung über lokale oder regionale Gefahren und über im Unglücksfall empfohlene Handlungen darf nicht erst mit oder kurz vor einer Evakuierungsaufforderung einsetzen, sondern muss vielmehr als ein kontinuierlich aufgebauter und periodisch aufgefrischter Wissensbestandteil innerhalb der potentiell betroffenen Bevölkerung verankert werden. In vielen Interviews wird darauf hingewiesen, dass eine Evakuierung in einer aufgeklärten Bevölkerung auf eine wesentlich breitere Akzeptanz stossen wird, als in einer in dieser Hinsicht unaufgeklärten. Zudem wird das Evakuierungsgeschehen durch vorbereitende Schulungen besser vorhersagbar: Wissensbestände über empfohlene Sammelstellen, Linien des öffentlichen Nahverkehrs und Ausfallstrassen helfen Menschen, sich in eher ungewohnten Situationen zu orientieren und werden oftmals angenommen. Wo in den Interviews von einer solchen Risikoaufklärung berichtet wird, geschieht diese meist in Form einer postalischen Merkblattzustellung. Exemplarisch ist ein präventives Merkblatt für Sturmflutevakuierungen der Stadt Hamburg diesem Bericht beigelegt (Anhang E). Die Schreiben werden den betreffenden Haushalten entweder in regelmässigen Zeitabständen zugestellt oder, im Fall von Neumeldungen, über die zuständigen Einwohnermeldeämter verteilt. Wird über eine Evakuierung in Folge eines unvorhersehbaren Ereignisses nachgedacht, muss die Möglichkeit dieser Massnahme ebenfalls frühstmöglich kommuniziert werden, um der betroffenen Bevölkerung eine Vorbereitungszeit einzuräumen.

„Das eine ist die Risikokommunikation im Vorfeld. Es muss eine Kommunikation über Risiken auf dem einen oder anderen Weg schon stattgefunden haben. Die Bevölkerung weiss dann, dass der Fall x eingetreten ist und wie darauf reagiert werden kann.“

Ebenfalls von grosser Bedeutung ist der Überbringer der Evakuierungsnachricht. In Bezug auf bevölkerungsweite Informationssendungen eignet sich ein als seriös angesehener Amtsträger mit entweder hoher politischer Entscheidungsgewalt oder bedeutendem staatlich-repräsentativen Aufgabenbereich. Je nach Gefahrenquelle wird empfohlen, daneben ein oder mehrere Experten mit Wissen über die Bekämpfung der Gefahr aufzubieten.

„Das Zweite ist die Glaubwürdigkeit. [...] Die Glaubwürdigkeit eines Senders ist recht zentral für die Befolgung einer Nachricht. [...] Da geht es also nicht nur um die Glaubwürdigkeit der Nachricht und wie diese formuliert ist, sondern auch die Glaubwürdigkeit des Senders ist wichtig.“

Analoges gilt auf der lokalen Ebene, auf der parallel eine Warnungs- und Informationskampagne anlaufen soll. Lokale Persönlichkeiten, die eine Evakuierungsmassnahme argumentativ unterstützen, die das Vertrauen der Bevölkerung geniessen und die durch ihr Amt eine gewisse Autorität ausstrahlen, verstärken nach Expertenmeinung die Teilnahmewahrscheinlichkeit. Je persönlicher die Nachricht dabei überbracht wird, desto nachdrücklicher fällt ihre Wirkung aus. Doch verursacht ein zunehmendes Mass an Intimität im Kommunikationsprozess in der Regel auch einen steigenden Zeitaufwand. Mehrfach empfohlen werden in diesem Zusammenhang Bürgermeister, Feuerwehrkräfte und Geistliche, die über Radio, Lautsprecherwagen oder persönlich-mündlicher Interaktion die Nachricht verbreiten. In der Regel wird der Feuerwehrmann dem Polizisten vorgezogen, da mit der Feuerwehr eher der Bevölkerungsschutz assoziiert wird. In diesem Einsatzkonzept von Evakuierungsfürsprechern sollen auch Personen für im Gebiet ansässige Minderheiten berücksichtigt werden. Im Fall beispielsweise religiös oder sprachlich definierter Minderheiten wird so sichergestellt, dass die Evakuierungsnachricht eine spezifische Gruppe erreicht und verstanden wird, dass bei Rückfragen eine Vertrauensperson als Ansprechpartner zur Verfügung steht und dass die Massnahme als gruppenübergreifend interpretiert wird, also keine Diskriminierung darstellt.

„Wenn man sicher einen Tag Zeit hat, dann sollte man in Gebieten mit Minderheiten besondere Sprecher mitnehmen und in den Gruppen herumgehen. Das ist auch notwendig aufgrund der Sprachproblematik. Viele sprechen die Landessprache vielleicht nur gebrochen. Wenn man dann noch unter Druck gerät, dann geht diese Fähigkeit sehr schnell verloren.“

Prinzipiell wird der Einsatz aller verfügbaren Warnquellen empfohlen, um die Aufmerksamkeit im betroffenen Gebiet auf die Evakuierung zu lenken. Neben Warnquellen, die ausschliesslich Aufmerksamkeit erzeugen – berichtet wird etwa von Sirenen, Glockenläuten und Böllerschüssen – muss auch eine detailliertere Informationsübertragung über geeignete Medien anlaufen. Hier werden vor allem TV, Radio, Pop-up-Windows für Internetbrowser, eine Notfallhomepage,

Warnungen über Facebook, Twitter, SMS, eine Bürgerhotline, Lautsprecherwagen und Tür-zu-Tür-Fusstrupps genannt (für ein Forschungsprojekt zu Warnquellen verweisen einige Experten auf das KATWARN-Projekt des Fraunhofer-Instituts. Eine Projektbeschreibung findet sich in Anhang F). Ein Experte verweist zudem auf die Möglichkeit, grosse Arbeitgeber einzuspannen, die Informationen und Warnungen durch betriebsinterne Nachrichtenverteiler schnell verbreiten können. Der parallele Einsatz verschiedener Medien erzeugt Redundanz, doch es gilt, dass sich die Inhalte der Nachrichten nicht widersprechen dürfen, da sich eine daraus resultierende Verwirrung der Bevölkerung in einer geringeren Teilnahmewahrscheinlichkeit niederschlagen kann. Da die Informationsfülle durch das Übertragungsmedium begrenzt ist, wird empfohlen, dass jede Informationsquelle auf eine weitere, detailliertere Quelle verweist. So wird eine mögliche Reizüberflutung während der ersten Warnungen vermieden. Im Falle einer nächtlichen Evakuierungswarnung sind die Bemühungen entsprechend zu vervielfältigen, um einen maximalen Anteil der Bevölkerung zu erreichen. Überhaupt wird das Informationsmanagement als ein entscheidender Faktor in Bevölkerungsevakuationen angesehen, wobei alle für die Evakuierung verfügbaren und relevanten Informationen zeitnah und vollumfänglich kommuniziert werden sollen. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund einer notwendigen Zusammenarbeit mit den Massenmedien. Entscheidend ist hier die zuverlässige Lieferung relevanter Informationen und die Betonung der Notwendigkeit einer seriösen Verbreitung dieser Meldungen.

„Die Medien dürfen nicht das Gefühl haben, dass ihnen Informationen vorenthalten werden. Sie müssen auch bei einer unklaren Informationslage, wie sie in solchen Situationen passieren kann, wissen, dass sich die Behörden dessen bewusst und um die Schliessung der Informationslücke bemüht sind. Die Quellen, auf denen die bisherigen Informationen beruhen müssen offengelegt werden, so dass die Presse die Informationen auch als vertrauenswürdig ansieht. [...] Man muss die Medien als kompetenten Partner miteinbeziehen und ihnen klar machen, dass sie über die Fähigkeit verfügen, Informationen kurz und knapp abzufassen und zu verbreiten. Eine Fähigkeit, die in dieser Situation benötigt wird.“

Inhaltlich müssen Informationen und Handlungsempfehlungen sachlich begründet und leicht verständlich präsentiert werden. Die ideale Struktur einer Evakuierungsaufforderung ist nach Meinung dreier Experten in Anlehnung an wissenschaftliche Literatur viergliedrig: Die Nachricht muss durch Signalwörter Aufmerksamkeit generieren, die Art der Gefahr definieren, mögliche Konsequenzen der Gefahr für Menschen und das betroffene Gebiet aufzeigen und schliesslich Handlungsempfehlungen enthalten, durch deren Befolgung der Gefahr weitestgehend oder sogar vollständig entgangen werden kann.

„Eine Warnmeldung sollte eigentlich immer vier Aspekte beinhalten: Das erste ist ein Signalwort in der Art von 'Achtung', 'Vorsicht', 'Gefahr' oder etwas Ähnlichem. Das zweite ist die Art der vorliegenden Gefahr. Der dritte Aspekt sind die Auswirkungen,

wenn eine Person nicht reagiert. Das vierte Element sind Handlungen, um der Gefahr zu begegnen. [...] Das hat als Informationsgehalt eigentlich alles, was die Menschen brauchen, um entsprechend reagieren zu können.“

Die Handlungsempfehlungen sollen dabei neben allgemeinen Schutzmassnahmen auch konkrete Informationen über Fluchtrouten und Transportmöglichkeiten liefern. Dazu kann es auch gehören, ausdrücklich von gewohnten Handlungsmustern oder Verkehrsrouten abzuraten, etwa im Fall gesperrter Zugtrassen oder Strassenabschnitte. Die Informationssendungen sollen an die Mitnahme wichtiger Dinge wie Ausweise und Medikamente erinnern. Mehrfach wird empfohlen, sowohl Gefahren als auch Konsequenzen zwar realitätsgetreu zu schildern, doch ebenfalls die positiven Aspekte einer Evakuierung zu betonen: Wird den Handlungsanweisungen Folge geleistet, führen diese zu Schutz vor der Gefahr. Die Massnahmen sollen helfen, die Gesundheit zu bewahren und nicht zu konformen Handlungen zwingen. Zudem sollen die Eigenverantwortung und -kompetenz der Bevölkerung, bzw. die Grenzen staatlicher Handlungsfähigkeit betont werden. Die Handlungsempfehlungen sind auf Umsetzungen angewiesen, für die jeder individuell verantwortlich ist. Zur Förderung altruistischer Verhaltensweisen soll Fürsorglichkeit betont werden.

Da Evakuierungen ungewohnte Situationen sind, die in der Bevölkerung zu Verunsicherungen führen, muss schnellstmöglich auch eine ehrliche Perspektivenschätzung aufgezeigt werden. Dies wird insbesondere bei langen Evakuierungsdauern mit hohem Zerstörungspotential angemahnt, doch entstehen Unsicherheiten etwa bezüglich des Arbeitsplatzes oder der Fortführung des Schulbetriebs auch bei kurzen Evakuierungsdauern mit geringerem Zerstörungspotential. Zudem sollen auf Anfrage Massnahmen zum Eigentumsschutz angegeben, bzw. gegebenenfalls deren Nicht-Durchführbarkeit begründet werden.

„Eine Perspektive, wie es weitergeht, wann man wieder zurück kann. [...] Die Leute haben eine ganz andere Sicht. Die wollen wissen, wie sie weiter leben können. Kann ich je zurück, wird mein Haus je wieder aufgebaut, welche Versicherung zahlt, bin ich danach pleite oder bekomme ich Ersatz? Das ist ein ganz wesentlicher Punkt. Diese Fragen kommen ganz schnell. [...] Der Start einer Evakuierung ist für die Leute nicht das Ziel, sondern der Startpunkt einer negativen Entwicklung, denn sie geben etwas auf.“

Die Informationen zirkulieren nach ihrer Veröffentlichung im sozialen Netzwerk der Empfänger. Diese Informationsverbreitung entlang der Kommunikationsbahnen persönlicher Netzwerke hilft, weitere bisher nicht-informierte Personen zu erreichen. Anfragen bei Verwandten, Freunden, Bekannten und Nachbarn dienen der Verifikation der Nachricht und dem Einholen von Ratschlägen. Dabei verweist ein Experte darauf, dass Meinungen aus dem sozialen Netzwerk in der Regel zwar als wenig verlässlich gelten, ihnen aber doch ein hohes Gewicht bei der

Abwägung zwischen alternativen Handlungsstrategien zugestanden wird.

„Zunächst wird man sich mit jemandem kurzschliessen, also ein Urteil im sozialen Netzwerk einholen. [...] Zwar wird die Glaubwürdigkeit dieser Einschätzung als gering angesehen, aber von diesen Personen ausgehende Handlungsempfehlungen wurden meist befolgt. [...] Öffentliches Fernsehen, Radio und der Rat der guten Freunde sind wichtig.“

3.2.3.5 Gesprächsanalyse: Menschen mit speziellen Bedürfnissen und Sammelhaushalte

Zum Umgang mit Sondereinrichtungen haben die Experten sowohl quantitativ als auch qualitativ wenig berichtet. Der Tenor ist, dass die Evakuierung solcher Einrichtungen gut vorbereitet sein muss. Vor allem Verlegungen von Gefängnissen, Krankenhäusern, Altersheimen, Behindertenwohnstätten und Psychiatrien werden als sehr zeit- und personalaufwändig beschrieben. Eine erfolgreiche Evakuierung ist gekoppelt an die Ausarbeitung konkreter Pläne für die Umverteilung der Patienten oder Insassen bei gesicherten Versorgungskapazitäten während der Verlegung. Lässt sich die Notwendigkeit einer Evakuierung früh erahnen, empfiehlt es sich, mit der Verlegung der Einrichtungen prophylaktisch zu beginnen. So lassen sich Zeitreserven erarbeiten und es wird verhindert, dass das benötigte Personal zu einer Entscheidung zwischen der gemeinsamen Evakuierung mit der eigenen Familie und der beruflichen Pflichterfüllung gedrängt wird. Im Falle anderer Einrichtungen, beispielsweise Schulen oder Kindergärten, sollen die Besucher aufgefordert werden, die weitere Lageentwicklung zu Hause abzuwarten. Eine getrennte Evakuierung von Kindern und Eltern wird nur für den absoluten Notfall angeraten, um unnötige Stresssituationen für beide Parteien zu vermeiden. Falls es doch zu einer Notfallevakuierung in Schulen und Kindergärten kommt, müssen zeitgleich Informationen über eingerichtete Treffpunkte verbreitet werden.

Neben diesen Punkten wurde durch einen Experten darauf verwiesen, dass es Menschen gibt, die durch einen Pflegedienst betreut werden und möglicherweise in ihren Wohnungen keine Kenntnis der Lage oder nur eingeschränkte Möglichkeiten zur Reaktion darauf haben. Zur Erfassung solcher Menschen werden zwei Strategien geschildert: Zum einen können Pflegedienste oder Hausärzte frühzeitig kontaktiert werden, um Listen über hilfsbedürftige Personen anzulegen. Zum anderen können solche Personen im Zuge der vorbeugenden Risiko- und Evakuierungsaufklärung aufgerufen werden, sich in entsprechenden Listen eintragen zu lassen. Per Selbstauskunft werden so auch weitere Details, etwa bezüglich Betreuungsaufwand und benötigter Medikamente, erfragbar.

„Falls eine Person auf die Unterstützung durch unseren speziellen Evakuierungsplan angewiesen ist, ist sie aufgerufen, sich bei uns vor dem Eintritt eines Ereignisses zu melden und

sich dafür einzuschreiben. Dabei wird die Person nach benötigten Medikamenten befragt und nach weiteren Personen, die sie begleiten, so dass wir wissen, welche Ressourcen wir vorhalten müssen. Die Personen sind also aufgefordert, sich zu melden.“

3.2.3.6 Gesprächsanalyse: Das Verhalten der Einsatzkräfte

Eine andere Art von Personen, deren Aufenthalt im Evakuierungsgebiet eine besondere Planung benötigt, sind Einsatzkräfte oder allgemein Menschen mit besonderen Funktionen für den Evakuierungsablauf. Generell halten die Experten die Ordnungs-, Rettungs-, und sonstigen Spezialkräfte im Fall einer Evakuierung für zuverlässig und damit ihre Pflicht erfüllend. Ein systematischer Personalausfall muss daher im Evakuierungsfall nicht befürchtet werden. Doch ist diese Zuverlässigkeit, wie einige Experten berichten, an einen wichtigen Faktor gebunden. Im Fall professioneller Kräfte ist dies die Überzeugung, dass die eigene Familie, falls ebenfalls betroffen, in ausreichendem Masse versorgt, also in Sicherheit gebracht wird. Im besten Fall sind diese Massnahmen in der Evakuierungsplanung fest verankert und den Einsatzkräften bereits im Vorfeld des Evakuierungsereignisses bekannt, so dass keine Bedenken aufkommen können.

„Der Anteil derjenigen, die ihren Posten verlassen, wird eher gering sein. Aber der wird natürlich steigen, je mehr man das Gefühl hat, dass für die Bevölkerung und damit auch für die eigene Familie nicht genug getan wird.“

Bei freiwilligen Kräften, die selbst im betroffenen Gebiet leben, ändert sich die Lage. Im Evakuierungsfall lautet die Empfehlung der Experten, diesen Kräften zunächst Priorität in Bezug auf persönliche Belange, Familie und Besitz, einzuräumen und die Einheiten erst zeitverzögert einzusetzen. Zudem sollen die Kräfte bevorzugt an ihren eigenen Standorten eingesetzt werden. Daraus ergibt sich ein Motivationsvorteil bei der Arbeit und es entfallen Sorgen über den eigenen Wohnort, die bei Einsätzen an entfernten Orten entstehen können.

„Die Einsatzkräfte aus den sicheren Bereichen übernehmen die Schadensbekämpfung der ersten Linie. Die freiwilligen Feuerwehren aus dem betroffenen Bereich werden erstmal noch nicht alarmiert. Die bringen erstmal ihr eigenes Fahrzeug, Haus und Hof in Sicherheit. Sie werden dann in den Bereitschaftsraum genommen und können als Ablösekräfte benutzt werden.“

In einem Interview wird des Weiteren die Notwendigkeit von Schulungen für Einsatzkräfte betont. Besonderes Augenmerk soll dabei auf der Sensibilisierung der Einsatzkräfte für die Belange einer evakuierenden Bevölkerung liegen. Wird auf Anfrage die Evakuierungsmassnahme ruhig und sachlich begründet und nicht ohne weitere Argumentation auf ihre Dringlichkeit

verwiesen, wird, analog zu den Aussagen über die Evakuierungsaufforderung, die Bereitschaft zur Teilnahme in der Bevölkerung steigen. Des Weiteren gilt es bei unterstützenden Einsätzen vor allem im Bereich freiwilliger Kräfte darauf zu achten, dass die Kooperation zwischen den einzelnen Einheiten betont wird und es nicht zu Reibungen aufgrund von Konkurrenzdenken kommt. In einem Interview findet sich auch eine Passage zu zusätzlichen Hilfsangeboten aus der Bevölkerung. Falls diese Angebote angenommen werden, muss der Einsatz dieser Hilfskräfte sorgfältig geplant sein.

Teil der Evakuierungsplanung muss es in jedem Fall sein, den eingesetzten Kräften ebenfalls eine rechtzeitige Evakuierung zu ermöglichen. Während Organisationen wie Polizei und Feuerwehr in der Regel über eigene Fahrzeugflotten verfügen, muss dies insbesondere für den Fall stationär arbeitenden Personals, wie etwa in Krankenhäusern, bedacht werden.

„Bei diesen Einsatzkräften muss man sich überlegen, wie man sie bei einer akuten Bedrohungslage noch rausbringt. [...] Insbesondere muss ich mir um diejenigen, die stationär sind, Gedanken machen. Das bedeutet, dass ich denen einen Bus reserviere und vor das Krankenhaus oder die jeweilige Einrichtung stelle.“

3.2.3.7 Gesprächsanalyse: Zusätzliche/besondere Anmerkungen

Den obigen Feststellungen folgend, benötigen Evakuierungen eine sorgfältige Planung und eine in zeitlicher Hinsicht möglichst lange Vorbereitung. Von unvorbereiteten Evakuierungen ist, wo immer möglich, abzuraten. Die sich in einem solchen unkontrollierten Ereignis zwangsläufig ergebenden Unstimmigkeiten unterminieren das Vertrauen in staatliche Handlungsempfehlungen und fördern, wie beschrieben, unsoziale Verhaltensweisen.

„Das muss ein sauber aufeinander abgestimmtes Räderwerk sein. Es gibt nichts Schlimmeres als Menschen, die bereits eine Stunde an einer Bushaltestelle stehen und auf den ersten Bus warten. So etwas darf nicht passieren.“

Mehrfach wird empfohlen, ein System zur Erfassung der Evakuierenden vorzubereiten. Eine möglichst detaillierte Auskunft an einander suchende Familienangehörige hilft, sozialen Stress zu minimieren und unerwarteten Verhaltensweisen, wie der Rückkehr ins gefährdete Gebiet, um eigene Suchanstrengungen zu unternehmen, vorzubeugen.

Zwar wird der Bereich der Bevölkerungsrückführung in das ehemals betroffene Gebiet nicht in diesem Bericht erfasst, doch enthalten einige Interviews Hinweise darauf, dass auch diese Bewegung sorgfältig geplant sein muss, bzw. worauf dabei zu achten ist.

3.2.4 Das Verhalten einer evakuierenden Bevölkerung: Hypothesenliste

Die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche sollen im Folgenden den Inhalten der Experteninterviews vergleichend gegenübergestellt werden. Dieses Vorgehen dient einerseits der Identifikation dominanter menschlicher Verhaltensweisen und andererseits der Identifikation von Faktoren, die diese Verhaltensweisen beeinflussen. Die präsentierten Befunde fassen nicht alle Erkenntnisse aus der Literaturrecherche und den Experteninterviews zusammen, sondern entsprechen den Zusammenhängen, die in Hinblick auf die geplante Mikrosimulation einer evakuierenden Bevölkerung von Bedeutung sind und welche sich im dritten Schritt der Triangulation, der Bevölkerungsbefragung, quantifizieren lassen.

1. Die Teilnahme an einer Evakuierung ist beeinflusst durch die subjektive Einschätzung der Gefahr. Diese Hypothese wird sowohl in der Literatur als auch in den Interviews aufgestellt. Zusätzliche Erkenntnisse liefern die Experteninterviews vor allem in Bezug auf bedeutende Wechselwirkungen mit weiteren Faktoren, welche die Wahrnehmung beeinflussen: Gefahrenursache, Informationslage, persönliche Erfahrungen und Wissenskontexte, Vertrauen in staatliche Institutionen, die Wahrnehmbarkeit der Gefahr und die geographische Topologie.
2. Kernfamilien versuchen gemeinsam zu evakuieren. Auch diese Hypothese wird durch beide Datenquellen gestützt. Wieder ergeben die Experteninterviews eine Ergänzung: Obwohl viele Gründe für die gemeinsame Wohnung als Treffpunkt für voneinander getrennte Familienmitglieder sprechen, kann dies im Zeitalter nahezu ständig verfügbarer Telekommunikationsmöglichkeiten auch anders koordiniert werden und ist zudem durch die geographische Verteilung der Familienmitglieder bedingt. Im Falle einzelner, sich der Evakuierung widersetzender Personen ist die Reaktion des Familienverbundes ungewiss und kann von der Überredung der Person über die Aufspaltung bis zum gemeinsamen Verbleib der Gruppe im Evakuierungsgebiet reichen.
3. Personen mit Kindern und solche mit Partnern haben eine erhöhte Teilnahmewahrscheinlichkeit im Vergleich zu allein lebenden Menschen. Auch dieser Zusammenhang wird in beiden Teiluntersuchungen bestätigt. Ob diese Menschen auch tatsächlich schneller aufbrechen, bleibt ungewiss: Fürsorge und ein erhöhter Koordinationsaufwand stehen sich gegenüber.
4. Alte Menschen haben aufgrund einer tendenziell fatalistischen Einstellung gegenüber Evakuierungsereignissen eine niedrigere Teilnahmewahrscheinlichkeit. In diesem Punkt enthalten die Interviews eine Ergänzung: Auch für jüngere Menschen darf aufgrund egoistischer Motive eine geringere oder verspätete Teilnahmetendenz im Vergleich zu Menschen mittleren Alters angenommen werden.
5. Menschen ohne Sozialkontakte oder solche, deren Sozialleben sich in stark isolierten

- Subkulturen abspielt, haben, wie auch Menschen ohne lokale Sprachkenntnisse, eine niedrigere Teilnahmewahrscheinlichkeit. Dieser Punkt wird in den Interviews genannt. Aufgrund seiner Plausibilität wird er in die Liste relevanter Faktoren aufgenommen.
6. Nur die Interviews benennen für Menschen mit Privatbesitz, insbesondere Wohneigentum oder Tiere, einen höheren Widerstand gegen eine Evakuierungsbeteiligung. Die Liste der Einflussfaktoren wird auch um diesen Punkt erweitert.
 7. In der Literatur wird berichtet, dass Personen ohne starke Bindungen im betroffenen Gebiet, etwa Touristen, als Erste der Massnahme folgen. Ein entsprechender Hinweis ist in den Interviews nicht direkt enthalten, kann aber vor dem Hintergrund des Einflusses durch Privatbesitz indirekt geschlussfolgert werden.
 8. Der in der Literatur beschriebene Unterschied zwischen den Geschlechtern, mit einer geringeren Teilnahmewahrscheinlichkeit für Männer, wurde in den Interviews nicht eindeutig bestätigt. Da aber einige Expertenaussagen ebenfalls in diese Richtung deuteten, verbleibt der Punkt in der Einflussliste.
 9. Die Evakuierungsursache hat einen Einfluss auf die Reaktion. Diese Hypothese stammt vor allem aus den Interviews. So gelten natürliche Bedrohungen tendenziell als beherrschbar, resultieren daher in geringeren Reaktionsgeschwindigkeiten und in einer verringerten Teilnahmewahrscheinlichkeit. Die Hypothese wird in die Liste aufgenommen mit dem Vermerk einer starken Wechselwirkung mit den verfügbaren Informationen über die, der geographischen Entfernung von der und individuellen Erfahrungs- und Wissenskontexten über die Gefahr. Korrigiert wird die Annahme über die Erkennbarkeit einer Gefahr mit körpereigenen Mitteln. Hier besteht eine ambivalente Wirkung, die von zahlreichen weiteren Faktoren abhängig ist. Diese Hypothese wird daher aus der Liste gestrichen.
 10. Die für eine Evakuierung verfügbare Zeitspanne hat einen Einfluss auf die Teilnahmebereitschaft. Wird der Zeithorizont bis zum Abschluss der Bewegung als zu kurz oder zu lang empfunden, sinkt die Teilnahmebereitschaft. Auch diese Hypothese stammt aus den Interviews.
 11. Panisches Verhalten kommt in vorbereiteten Evakuierungen als Massenphänomen nicht vor, da die Entstehungsprämissen für solche Verhaltensweisen in aller Regel nicht erfüllt sind. In diesem Punkt sind sich Literaturrecherche und Experteninterviews einig. Dabei besteht eine starke Wechselwirkung zu den über die Situation verfügbaren Informationen: ungenügende Informationslagen und Aufklärung können antisoziale Verhaltensweisen fördern. Die Abwesenheit panischen Verhaltens soll aber keinesfalls bedeuten, dass keine aus Sicht der Evakuierungsplaner irrationalen Verhaltensweisen beobachtbar wären.
 12. Das Verkehrsmittel der ersten Wahl ist der eigene PW. Solidarische Handlungen, wie nicht zum Haushalt gehörende Personen auf freien Plätzen des Gefährts zu befördern, sind beobachtbar. Während diese Hypothese in Literatur und Interviews bestätigt wird, erfährt sie doch eine Präzisierung durch die Experten: Solidarität kommt vor allem zwischen

einander bekannten Personen vor, welche die Gelegenheit haben, eine entsprechende Anfrage zu stellen. Menschen ohne eigenen PW und private Transportmöglichkeit werden auf den öffentlichen Verkehr ausweichen.

13. Literatur und Interviews sind sich einig darin, dass die meisten Personen eine private Unterkunft aufsuchen. Öffentliche Notunterkünfte dienen vielen nur als Übergangslösung, wobei es eine Interaktion mit der erwarteten Dauer der Massnahme und der Art der Gefahr gibt. Da soziale Kontakte, etwa Verwandte, Freunde und Bekannte, in der Regel nicht exakt an der Evakuierungsgrenze leben, bleibt die Hypothese aus der Literatur, dass sich die meisten evakuierten Menschen in der Nähe der Evakuierungszone niederlassen und ihre Verteilung mit zunehmendem Abstand zur Evakuierungsgrenze abnimmt, in Kraft.
14. Evakuierungen sind Ereignisse mit einem erhöhten Bedarf an Kommunikation. Die betroffenen Menschen müssen von der drohenden Gefahr und der empfohlenen Reaktionsweise erfahren und diese bestätigen können. Daher gibt es eine Interaktion zwischen der Verhaltensweise und den Informationsquellen. Dieser Zusammenhang wird in der Literatur und den Interviews bestätigt. Ebenfalls wird von beiden Quellen bestätigt, dass eine nächtliche Evakuierungsaufforderung besonders intensiver Bemühungen bedarf.
15. Weiterhin wichtige Erkenntnisse für die Simulation sind: Die Experten empfehlen ein dem Hauptereignis vorgelagertes Evakuierungsereignis von Sammelhaushalten und, wenn möglich, von Menschen mit speziellen Bedürfnissen. Schulen und Kindergärten sollen geschlossen bleiben, um die gemeinsame Evakuierung von Kernfamilien zu begünstigen.

3.2.5 Fazit

Die Triangulation von Literaturrecherche und Experteninterviews resultierte in einer Liste von Zusammenhängen und Interaktionen, die das Verhalten einer evakuierenden Menschenmenge beeinflussen. Die gewonnen Erkenntnisse werden in einem dritten Schritt, einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung, auf ihre Gültigkeit für die Schweizer Bevölkerung überprüft und quantifiziert.

Neben dieser unmittelbar für die Mikrosimulation grossräumiger Evakuierungsereignisse bedeutenden Hypothesenliste konnten weitere Erkenntnisse gefunden werden. Vor allem die Interviews ergaben für die Bereiche der Evakuierungsplanung, des Umgangs mit Sondereinrichtungen und des Verhaltens der Einsatzkräfte tiefgehende Erkenntnisse, die für die Evakuierungsplanung der Schweiz genutzt werden können.

Kritisch bewertet werden muss das verwendete Vorgehen zum Auffinden von Experten. Zwar ergab sich letztlich eine gute Mischung aus praktisch und theoretisch orientiertem Wissen, doch war die Teilnahmebereitschaft einiger Institutionen zur Benennung von Experten gering. Im

Fälle ähnlich gelagerter Forschungsfragen und Untersuchungsvorhaben sollte daher über ein alternatives Vorgehen oder eine Intensivierung der Rekrutierungsbemühungen auf institutioneller Ebene nachgedacht werden. Eine Möglichkeit wäre die Nutzung eines Schneeballverfahrens. Aufgrund der überschaubaren Gruppengrösse von Personen mit Erfahrungen oder Wissen über Evakuierungen könnten einige Initialteilnehmer zur Benennung weiterer Personen mit Expertenwissen genutzt werden, die dann ihrerseits auch wieder interviewt werden könnten. Trotz dieser Einschränkung im Bereich der Institutionen darf die Kombination von Literaturrecherche und Experteninterviews vor dem Hintergrund der weitreichenden Erkenntnisse als für das vorliegende Projekt lohnenswert gewertet werden.

3.3 Schätzung von Verhaltensmodellen

3.3.1 Zur Notwendigkeit eines Verhaltensmodells in Evakuierungssimulationen

Dieser Abschnitt informiert über Anliegen, Methode und Ergebnisse einer Bevölkerungsbefragung in der Schweiz und ist Teil der triangulierten Datensammlung. In die Entwicklung des Erhebungsinstruments flossen Erkenntnisse aus den ersten beiden Schritten der Triangulation ein: einer Literaturrecherche (Kowald et al., 2011) und leitfadengestützter Experteninterviews (Kowald et al., 2012). Ziel der Literaturrecherche war es, Evakuierungen aufgrund verschiedenster Ursachen und Verläufe zu vergleichen, um erste allgemeine menschliche Verhaltensmuster zu identifizieren. Die Experteninterviews dienten der Überprüfung und Vertiefung der gewonnenen Erkenntnisse und mündeten in einer umfassenden Hypothesenliste zu menschlichen Verhaltensweisen in grossflächigen Evakuierungsereignissen. Diese Hypothesenliste auf ihre Gültigkeit für die Schweizer Bevölkerung zu testen, ist das Anliegen der Bevölkerungsbefragung. Schlussendlich sollen die Daten die Schätzung eines Verhaltensmodells ermöglichen. Im Fokus des Interesses stehen dabei 'grossflächige' Bevölkerungsevakuierungen, die in Anlehnung an die Schweizer Notfallverordnung als Gebiete von wenigstens drei Kilometern Durchmesser definiert sind (siehe Eidgenössisches Nuklearinspektorat ENSI, 2008; Schweizerischer Bundesrat, 2003).

Das Verhaltensmodell wird benötigt, um realitätsnahe agentenbasierte Evakuierungsszenarien für die Schweiz simulieren zu können. Das bisher verwendete Verhaltensmodell der evakuierenden Agenten orientiert sich am Modell des Homo Oeconomicus, was bedeutet, dass die Agenten unter anderem mit vollständigen Informationsbeständen über ihre Umwelt ausgestattet sind und sich ausschliesslich um ihre eigenen Belange kümmern, ohne auf die Bedürfnisse anderer Agenten einzugehen.

Kapitel 3.3.2 des vorliegenden Berichts stellt die zu testenden Hypothesen zum menschlichen Verhalten in Evakuierungen vor. Kapitel 3.3.3 informiert über das Erhebungsinstrument und seine Entwicklung. Das Verhältnis von Umfrage- und Zielpopulation sowie das Antwortverhalten sind in Kapitel 3.3.4 enthalten. Deskriptive Statistiken aus dem Datensatz werden in Kapitel 3.3.5 präsentiert. Schliesslich berichtet Kapitel 3.3.6 über die Methode und Ergebnisse der Verhaltensmodellierung. Abschliessend werden alle drei Schritte der triangulierten Datensammlung kritisch in Kapitel 3.3.7 diskutiert, bevor Kapitel 3.3.8 einen Ausblick auf mögliche zukünftige Arbeiten gibt.

3.3.2 Hypothesen über menschliches Verhalten in Evakuierungen

Die Erkenntnisse aus Literaturrecherche und Experteninterviews ergaben eine detaillierte Liste von Hypothesen über menschliche Verhaltensweisen in grossen Evakuierungsereignissen. Eine zusammenfassende Darstellung ist in Tabelle 5 zu finden. Es gilt zu bedenken, dass nicht alle in den vorgelagerten Triangulationsschritten gesammelten Ideen Eingang in diese Hypothesenliste fanden. Die hier angestellten Untersuchungen beschränken sich auf die Bewegungsphase von der Evakuierungsaufforderung bis zum Verlassen des betroffenen Gebiets und der Unterkunftsauffindung. Dabei stehen ausschliesslich Personen ohne besondere Aufgabenstellungen oder Bedürfnisse im Fokus der Betrachtung. Obwohl also Informationen über die Evakuierung von Sammelhaushalten, etwa Krankenhäusern und Gefängnissen, und über das Verhalten von Menschen mit besonderen Pflichten, etwa Rettungs- und Ordnungskräfte, sowie auch über die Phase der Bevölkerungsrückkehr in ein betroffenes Gebiet gesammelt wurden, werden diese Aspekte hier nicht weiter berücksichtigt. Es ist geplant sowohl die qualitativen Interviews als auch die quantitativen Befragungsdaten zu einem späteren Zeitpunkt zu veröffentlichen und damit weitere Detailanalysen zu ermöglichen.

Zu Übersichtszwecken sind die Hypothesen in vier thematische Blöcke gegliedert: Block eins enthält Einflussfaktoren, die sich aus der konkreten Evakuierungssituation und damit verbundenen Einflussfaktoren ergeben. Grosse Effekte werden vermutet für die persönliche Wahrnehmung einer Gefahr sowie zwischen der Evakuierungsbeteiligung und der Evakuierungsursache. Für nur als mässig gefährlich eingeschätzte und natürliche Evakuierungsursachen, die mit Hilfe der körpereigenen Sensorik (zumindest scheinbar) beurteilt werden können, wird eine geringere Evakuierungsbeteiligung unterstellt, als für Bedrohungen, die als lebensbedrohlich eingestuft werden oder die auf industrielle Ursachen zurückgehen, zu deren Beurteilung Expertenwissen notwendig ist.

Block zwei enthält soziodemographische Einflussfaktoren. Gewichtige Effekte werden vermutet für räumlich getrennte Kernfamilien, deren Mitglieder in der Regel zunächst ein Treffen und

Tabelle 5: Ausgewählte Hypothesen aus Literaturrecherche und Experteninterviews

Hypothese: Die Teilnahmebereitschaft an einer Evakuierung...	Einfluss
...steigt bei „lebensbedrohlichen“ Evakuierungsursachen.	+++
...sinkt bei natürlichen Evakuierungsursachen.	++
...sinkt, falls die verfügbare Zeitspanne zu klein oder zu breit ist.	+
...steigt mit der Qualität der verfügbaren Informationen aus verlässlichen Quellen.	++
...steigt für Menschen, die sich um andere kümmern müssen.	+++
...steigt für Menschen ohne emotionale Bindung im betroffenen Gebiet.	++
...steigt, falls die Kernfamilie beisammen ist.	+++
...sinkt für alte Menschen und junge Erwachsene.	+++
...sinkt für Menschen aus „isolierten“ Subkulturen.	+++
...sinkt für Menschen mit grossem Besitz im betroffenen Gebiet.	+++
...sinkt für Männer.	+
...ist wahrscheinlich für die meisten Bewohner.	+++
...wird oft mit dem eigenen PW realisiert.	+++
...äussert sich in den meisten Fällen in einem prosozialen Verhalten.	+
...führt dazu, dass die meisten Menschen auf private Unterkünfte zurückgreifen.	++
...ist abhängig von der Wechselwirkung zwischen Evakuierungsursache und verfügbaren Informationen.	++

eine spätere gemeinsame Evakuierung anstreben, und für Menschen, die für andere Personen Fürsorge übernehmen. Daneben kann auch Privateigentum, etwa in Form von Wohneigentum oder Tierbeständen, eine bindende Wirkung haben und sich negativ auf die Evakuierungsbereitschaft auswirken. Weiterhin gilt für Menschen, die geschlossenen sozialen Subkulturen angehören, beispielsweise illegale Einwanderer oder Drogenabhängige, eine verminderte Teilnahmewahrscheinlichkeit. Für diese Gruppen besteht neben möglicher Sprachbarrieren aufgrund ihrer sozialen Ausgrenzung die Gefahr, dass sie keine ausreichende Kenntnis von der Evakuierungsmassnahme oder eventuellen Verhaltensempfehlungen erhalten. Für alte Menschen, die oftmals nur eingeschränkt mobil sind und zudem emotional mit einem über lange Zeit genutzten Wohnraum verbunden sein können, wird eine geringere Teilnahmewahrscheinlichkeit als für jüngere Menschen angenommen. Umgekehrt wird erwartet, dass Menschen ohne persönliche Bindungen im betroffenen Gebiet, etwa Touristen, zügig und vollständig evakuieren. Eine verminderte Evakuierungsbeteiligung wird auch jungen Erwachsenen unterstellt, da ein Evakuierungsereignis für diese Gruppe unter Umständen einen spannenden Eventcharakter aufweisen kann.

Die in Block drei enthaltenen generellen Verhaltensweisen unterstellen, dass die überwiegende Mehrheit der zur Evakuierung aufgeforderten Personen diesem Aufruf Folge leistet. Als Verkehrsmittel wird dabei, soweit vorhanden, bevorzugt der eigene PW gewählt. Zudem wird der überwiegende Anteil der Evakuierenden eine private Unterkunft bei Verwandten oder Freunden

einer staatlichen Notunterkunft vorziehen.

Schliesslich lässt die Hypothese in Block vier, der Effekte über die während einer Evakuierungsmassnahme verfügbaren Informationen enthält, vermuten, dass mit steigender Qualität und Vollständigkeit der verfügbaren Informationen eine steigernde Wirkung auf die Teilnahmebereitschaft einhergeht. Die Gefahrenquelle ist dabei ein entscheidendes Moment, da, wie bereits erwähnt, Menschen sich bei Gefahren, die mit Hilfe der körpereigenen Sensorik erkannt werden können, oftmals eine Selbsteinschätzung der Situation zutrauen und sich als weniger abhängig von externen Informationen wähnen.

3.3.3 Das Erhebungsinstrument

Eine empirische Prüfung der Hypothesenliste für die Schweizer Wohnbevölkerung zu ermöglichen, war die zentrale Aufgabenstellung für das Erhebungsinstrument, das im dritten Triangulationsschritt verwendet wurde. Die dabei zu behandelnde Vielfalt resultierte in einem Design, das drei Schwerpunkte nacheinander abhandelt (ein vollständiger Fragebogen ist im Anhang H dieses Berichts dokumentiert):

1. Fragen zum generellen Evakuierungsverhalten: Welche Verkehrsmittel bei verschiedenen Evakuierungsstrecken gewählt werden, wo die Befragten um Unterkunft bitten und wie sie das Gefahrenpotential einiger vorgegebener Evakuierungsursachen einschätzen.
2. Eine Stated-Preference-Befragung (Louviere et al., 2000): Den Teilnehmern wurden neun verschiedene Evakuierungssituationen vorgestellt, wobei diese sich für eine von drei vorgegebenen Handlungsalternativen (sofortige, spätere oder keine Evakuierung) entscheiden sollten.
3. Fragen zu den soziodemographischen Eigenschaften der Befragten, sowie ihren Aufenthaltsorten und den Aufenthaltsorten ihrer Haushaltsmitglieder zu bestimmten Tageszeiten. Die Erfragung dieser Orte erlaubt eine Bestimmung der geographischen Distanzen zwischen den Haushaltsmitgliedern und damit der benötigten Zeiträume bis eine gemeinschaftliche Evakuierung möglich wird.

Insbesondere der zweite Block, das Stated-Preference-Experiment, ist für die Entwicklung des Verhaltensmodells von zentraler Bedeutung, da er die Modellierung der getroffenen Entscheidungen erlaubt. Um die Bandbreite möglicher Stimuluskombinationen durch möglichst wenig Fragen abzubilden, wurden die Methoden der statistischen Versuchsplanung genutzt. Sie erlauben eine Messung der Auswirkungen von Stimuli auf Entscheidungen oder Verhaltensweisen mit möglichst wenig Aufwand (Stahel, 2009; Train, 2003).

Tabelle 6: Attribute und Entscheidungsalternativen des stated-preference-Experiments

Attribute	Evakuierungsursache			
	Überflutung	Austritt chemischer Stoffe	Atomare Strahlung	Feuer / giftige Brandgase
Quelle der Evakuierungsaufforderung	1. Sirenenalarm			
	2. Sondersendungen im Fernsehen oder Radio			
	3. Familienmitglieder / Freunde / Bekannte			
Quelle der Warnbestätigung	1. Einsatzkräfte von Polizei / Feuerwehr			
	2. Meldungen in den Medien			
	3. Soziale Kontakte / Nachbarn			
Status der Haushaltsgemeinschaft	1. Mitglieder sind an einem Ort versammelt			
	2. Mitglieder sind räumlich voneinander getrennt			
Zeitraum für die Evakuierung	1. Die Zeit drängt	1. Die Zeit drängt	1. Die Zeit drängt	1. Die Zeit drängt
	2. 8 Stunden	2. 8 Stunden	2. 8 Stunden	
	3. 16 Stunden		3. 16 Stunden	
Abstand von der Gefahrenquelle	1. 2 Kilometer	1. 2 Kilometer	1. 2 Kilometer	1. 2 Kilometer
	(2. 5 Kilometer)	(2. 5 Kilometer)	2. 5 Kilometer	(2. 5 Kilometer)
			3. 10 Kilometer	
Distanz zur Evakuierungsgrenze	1. 2 Kilometer	1. 2 Kilometer	1. 2 Kilometer	1. 2 Kilometer
	(2. 5 Kilometer)	(2. 5 Kilometer)	2. 5 Kilometer	(2. 5 Kilometer)
			3. 10 Kilometer	
Entscheidungsalternativen	1. Sofortige Evakuierung			
	2. Abwarten und später evakuieren			
	3. Nicht evakuieren			

Die vor dem Hintergrund der oben aufgeführten Hypothesen gewählten Stimuli, auch Attribute genannt, wurden im Erhebungsinstrument entsprechend Tabelle 6 situationsspezifisch variiert. Als *Evakuierungsursachen* wurden vier Unglücksfälle im Experiment berücksichtigt. Dabei repräsentieren die Kategorien *Überflutung* und *Schadenfeuer* natürliche Evakuierungsursachen, die mit den körpereigenen Sinnen wahrgenommen werden können. Im Gegensatz zur Flut ist der Brandfall zudem ein oftmals lokal stark begrenztes Ereignis. *Chemische* oder *atomare Unfälle* dagegen zählen zu den industriellen Evakuierungsursachen. Bei ihrem Auftreten greifen Menschen zur Beurteilung der Lage oftmals auf Expertenmeinungen zurück. Dem Atomunfall kommt dabei besondere Aufmerksamkeit zu: Zum einen hat bereits die Literaturrecherche auf Besonderheiten im menschlichen Verhalten bei atomaren Unfällen verwiesen (in der Folge des Three Mile Islands Reaktorstörfalls), zum anderen lag die Fukushima Reaktorhavarie zum Zeitpunkt der Befragungsdurchführung weniger als ein Jahr zurück, weshalb eine besondere Sensibilisierung der Bevölkerung für dieses Thema vermutet wurde. Die weiteren neben der Evakuierungsursache gebotenen Stimuli variierten teils frei, teils in Abhängigkeit von der Evakuierungsursache. Da sich personenspezifische unterschiedliche Informationsstände im Zuge eines Stated-Preference-Experiments nur schwer abbilden lassen, wurde der Effekt des *Informationsüberbringers* als Stellvertreterstimulus für die Seriosität der Informationsquelle und die Qualität der übermittelten Nachrichten einbezogen. In Übereinstimmung mit der ebenfalls in Literaturrecherche und Expertengesprächen benannten menschlichen Tendenz, empfangene Informationen zunächst einer Verifikationsprüfung zu unterziehen, wurde auch die *Quelle der Warnbestätigung* in das Experiment aufgenommen. Beide Attribute variieren zwischen einem *offiziell staatlichen*, einem *massenmedialen* und einem Informationsübermittler, der im *sozialen Netzwerk* der Befragten angesiedelt ist. Ferner wurde der *Einfluss der Haushaltsgemeinschaft* im Experiment berücksichtigt, indem ihr Status zum Zeitpunkt der Evakuierungsaufforderung als *beisammen* oder *räumlich getrennt* angegeben wurde. Die für ein Verlassen des betroffenen Gebiets *verfügbare Zeitspanne* variierte in Abhängigkeit von der Evakuierungsursache. Dieses Attribut wurde aufgenommen, da sowohl wissenschaftliche Arbeiten als auch die Experten für Bevölkerungsevakuierungen darauf verwiesen haben, dass eine solche Information verfügbar sein muss. Wird sie nicht vorgegeben, beginnen die zur Evakuierung Aufgerufenen, individuell-spekulative Zeitpläne zu verfolgen, was für das Vorhaben einer geordneten Evakuierung mit einer hohen freiwilligen Teilnahme eher hinderlich ist. Während die Ausprägung des Attributs dreistufig für Überflutungen und atomare Unfälle ist (*sofort*, *8*, *16 Stunden*), erschien eine 16-stündige Zeitspanne bei Evakuierungen infolge chemischer Unfälle als unrealistisch. Bei Bränden wurde zudem auf die 8-stündige Kategorie verzichtet, da eine Bedrohung im Fall eines Schadenfeuers oftmals unmittelbar vorliegt. Ebenfalls wurden die beiden Attribute *Abstand zur Gefahrenquelle* und *Abstand zur Evakuierungsgrenze* in Abhängigkeit von der Evakuierungsursache variiert. Diese beiden Stimuli ergeben in Kombination die Ausdehnung des Evakuierungsbereiches, der im Experiment immer als kreisrunde Fläche angelegt war. Der

kleinstmögliche Radius des Kreises betrug vier Kilometer, der grösstmögliche 20 Kilometer. Da eine derart grosse Fläche wiederum nur bei atomaren Unfällen plausibel erscheint, wurden die möglichen Attributskombinationen für die übrigen Evakuierungsursachen eingeschränkt. So wurde die Kategorie eines 10-Kilometerabstandes für die übrigen drei Evakuierungsursachen gänzlich gestrichen. Zudem wurde die Kombination von fünf Kilometern Abstand zur Gefahrenursache und fünf Kilometern Abstand zur Evakuierungsgrenze als nicht zulässig definiert. Für Überflutungen, chemische Unfälle und Brände ergaben sich so Evakuierungsflächen mit höchstens sieben Kilometer Radius. Die Befragten waren gebeten, für jede dargebotene Attributskombination zwischen den Entscheidungsalternativen zu wählen (*sofortige Evakuierung; spätere Evakuierung; keine Evakuierung*).

Ohne die oben erwähnte Reduzierung aller möglichen Attributskombinationen durch logische Überlegungen hätte das Stated-Preference-Experiment auf 1'944 verschiedene Kombinationen der situativen Attribute zurückgegriffen. Durch die evakuierungsursachenspezifische Variation der Attribute blieben noch 810 Kombinationsmöglichkeiten. Diese wurden auf 250 Blöcke mit jeweils neun zufällig zugewiesenen Evakuierungssituationen verteilt.² Dabei wurde darauf geachtet, dass das Design die Berechnung von Interaktionen erster Ordnung zwischen den Merkmalen Evakuierungsursache, zur Verfügung stehende Zeitspanne, Abstand zur Evakuierungsursache und Abstand zur Evakuierungsgrenze erlaubt. Ausgehend von 1'000 Befragten mit unverzerrtem Antwortverhalten führt dies zu 9'000 Entscheidungen, womit jede der 810 berücksichtigten Attributskombinationen etwa elfmal bewertet wird.

3.3.4 Umfrage- und Zielpopulation und das Antwortverhalten

Das Ziel der vorliegenden Befragung sind verbindliche Aussagen über menschliches Verhalten in grossräumigen Bevölkerungsevakuierungen in der Schweiz. Die Zielpopulation umfasst daher die gesamte Schweizer Wohnbevölkerung. Aufgrund der räumlichen Segregation des italienischsprachigen Teils der Schweiz durch die Alpenkette, des verhältnismässig kleinen hier lebenden Anteils der Wohnbevölkerung von rund 4,3% (Lüdi und Werlen, 2005) und dem mit einer hier durchgeführten Befragung einhergehenden Übersetzungsaufwand wurde das Tessin aus der Erhebung ausgeklammert.

Die in deutscher und französischer Sprache durchgeführte Befragung verfolgte eine Multikontakt-Strategie. Ziel der wiederholten Kontaktaufnahme zu potentiellen Teilnehmern ist die Verdeutlichung der Bemühungen des Forscherteams um die Antworten und letztlich die Bildung einer Vertrauensbasis für die Interaktion (vgl. Dillman, 2000). Während dies oftmals durch aufeinander-

²Die Blockbildung und Zuweisung der Situationen erfolgte durch das Packet 'AlgDesign' in der Statistiksoftware R (für AlgDesign siehe Wheeler (2012); für R siehe R Development Core Team (2009)).

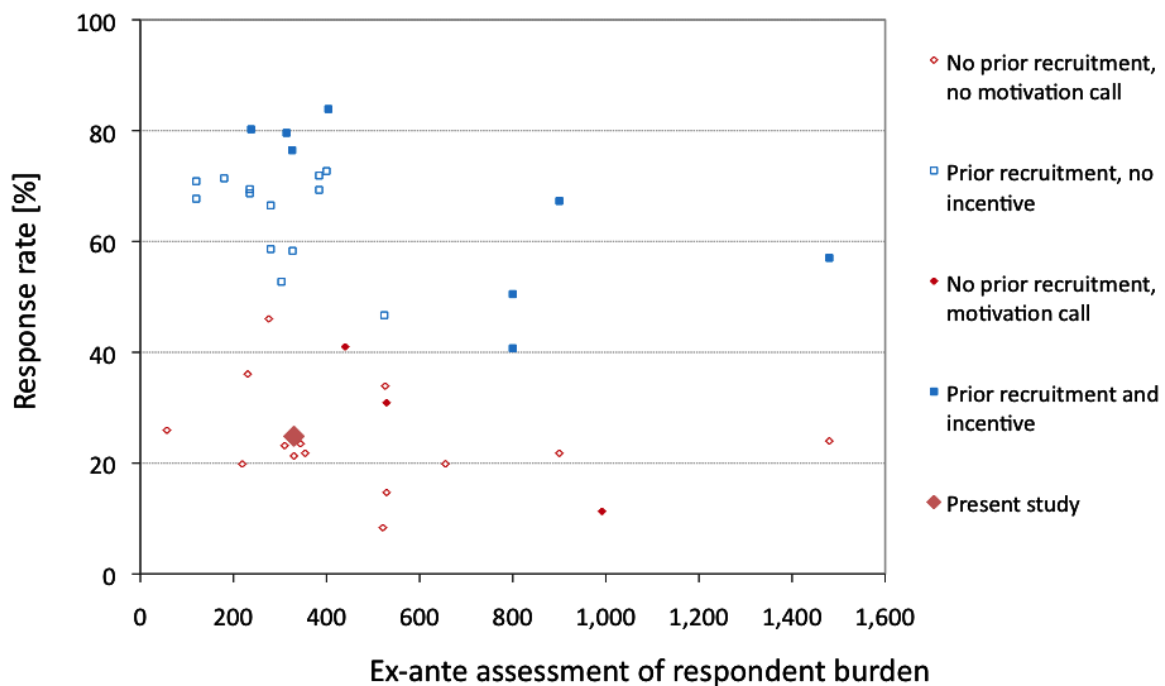
der folgende Anschreiben, etwa ein Einführungsschreiben, ein den Fragebogen begleitendes Informationsschreiben und ein Dankesschreiben, umgesetzt wird, wurde dieses Vorgehen in der vorliegenden Befragung verkürzt. So erhielten alle Personen in der Stichprobe den Fragebogen gemeinsam mit einem Begleitschreiben, das allgemeine Informationen zu den Zielen der Studie und zum Umgang mit den Daten enthielt (die deutsche Version des Schreibens ist im Anhang G, der Fragebogen in Teil H dokumentiert). Vier bis sieben Tage nach diesem Schreiben folgte ein telefonischer Motivationsanruf, der die Bedeutung der Umfrage für die Evakuierungsplanung, die Vertrauenswürdigkeit der die Studie organisierenden staatlichen Institutionen, den wissenschaftlichen Charakter der Erhebung und die Ziele der Umfrage betonte. Zudem konnten eventuelle Fragen der Probanden beantwortet werden. Personen, die im Zuge des Telefonats ihre Zusage zur Teilnahme gaben, deren Antwort jedoch nicht innerhalb der nächsten drei Wochen einging, erhielten ein Erinnerungsschreiben und einen neuen Fragebogen zugeschickt (das deutsche Erinnerungsschreiben kann in Anhang I eingesehen werden). Bei jeder Kontaktaufnahme wurden eine anonyme Datenauswertung zugesichert und die Freiwilligkeit der Teilnahme betont. Die Befragung wurde von einem kommerziellen Meinungsforschungsinstitut in Zürich im Auftrag der ETH Zürich durchgeführt.

Zur Beurteilung des Verhältnisses von Antwortlast, gemeint sind die intellektuellen und zeitlichen Anstrengungen, die ein Befragter investieren muss, um ein Erhebungsinstrument vollständig auszufüllen, und Teilnahmequote kann ein Bewertungsschema aus der kommerziellen Meinungsforschung herangezogen werden. Dieses nutzt ein Punktesystem zur Beurteilung des Schwierigkeitsgrades eines Fragebogens. Der resultierende Punktestand kann sodann zur Prognose der zu erwartenden Teilnahmequote genutzt werden. Am IVT werden dazu die Punktesummen und Teilnahmequoten vergangener Befragungen als Orientierung verwendet (für mehr Informationen zum beschriebenen Punkteschema siehe Axhausen und Weis, 2010).

Wie in Abbildung 17 ersichtlich, ist die erreichte Teilnahmequote von etwa 25% geringer als die ursprünglich erwartete von etwa 40% (Kategorie 'No prior recruitment, motivation call'), stellt aber auch keinen besonders auffälligen Ausreisser dar. Insbesondere im Vergleich zu Studien, die ein Einführungsschreiben und einen Rekrutierungsanruf vor der Versendung des eigentlichen Fragebogens verwenden (Kategorie 'Prior recruitment, no incentive'), wird deutlich, dass ein nachträglicher Motivationsanruf nur bedingt als effizient angesehen werden kann. Eine ausführliche Dokumentation des Rücklaufs wird in Anhang L gegeben.

Ein Pretest ergab erhöhte Anteile fehlender Werte (item non-response) vor allem für die ersten beiden Fragen des Fragebogens. In diesen waren die Teilnehmer zur Bildung von Rangfolgen entsprechend ihrer Vorlieben für Verkehrsmittel und Unterkünfte in Evakuierungssituationen aufgefordert. Durch das Einfügen anschaulicher Beispiele zur Beantwortung der Fragen konnten diese Probleme weitestgehend beseitigt werden. Abbildung 18 bietet einen Überblick über

Abbildung 17: Das Verhältnis von Antwortlast und Teilnahmequote

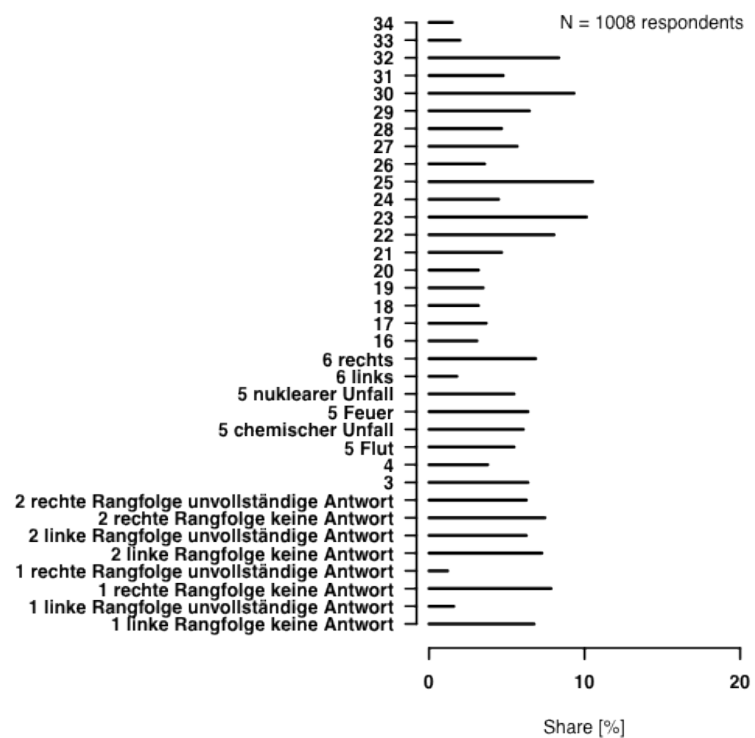


Quelle: Vergleichsdaten: Axhausen und Weis (2012)

fehlende Antworten für die Fragebogenblöcke 1 (allgemeines Evakuierungsverhalten, Fragen 1–6) und 3 (Soziodemographie, Fragen 16–34). Die Fragennummerierung entspricht der des im Anhang dokumentierten Fragebogens. Die Fragen mit hohen Anteilen fehlender Werte entsprechen Themen wie dem Haushaltseinkommen (Frage 25) oder den Adressangaben (Fragen 30 und 32), die auch aus anderen Befragungen als sensibel und schwierig bekannt sind.

In Teil 2 der Befragung, dem Stated-Choice-Experiment, kam es kaum zu Nichtantwort-Verhalten. Weder wurde dieser Teil der Befragung vollständig übersprungen (unit non-response) noch ein einzelnes Szenario nicht beantwortet (item non-response). Ebenfalls wurden nur wenige Non-Trader, Personen, die unabhängig von den dargebotenen Attributen immer die gleiche Entscheidungsalternative benennen, erfasst. Die weitaus meisten dieser Non-Trader antworteten kategorisch mit 'Abwarten, später evakuieren', was durchaus ihrer tatsächlichen Neigung entsprechen kann. Wenige Personen würden dagegen immer oder nie evakuieren. Das Verhältnis zwischen einem stark ausgebildeten oder kaum vorhandenen Vertrauen in staatliche Massnahmen wird für die Schweiz daher als ausbalanciert angenommen. Abbildung ?? gibt einen graphischen Überblick über das Antwortverhalten im Stated-Choice-Experiment. Aufgrund der vertretbaren Ausprägungen für fehlende Werte wurden die Originaldaten ohne Verwendung von Imputationsverfahren für die weiteren Analysen genutzt. Zudem wurde keine

Abbildung 18: Anteil fehlender Angaben in Einstellungen und Soziodemographie



der Non-trading Personen von der Analyse ausgeschlossen.

3.3.5 Die Daten im deskriptiven Überblick

Ein Vergleich zwischen den soziodemographischen Merkmalen der befragten Personen und dem Mikrozensus Mobilität und Verkehr der Schweiz (vgl. Bundesamt für Statistik (BFS), 2006) soll Aufschlüsse über die Repräsentativität der Daten erlauben. Dabei gilt es zu beachten, dass die Repräsentativität einer Stichprobe für eine grössere Grundgesamtheit nie umfassend erreicht wird, sondern immer nur in Bezug auf ausgewählte Merkmale gilt (Diekmann, 2002). In Tabelle 7 zeigt sich deutlich, dass die Daten die Charakteristika der Schweizer Wohnbevölkerung gut abbilden. Unterschiede sind im Zivilstand zu erkennen, wo verheiratete und geschiedene Personen überrepräsentiert (+3%), Singles und verwitwete Personen dagegen unterrepräsentiert sind (-4%). Die Verzerrung im Lebensalter resultiert aus der Entscheidung, nur volljährige Personen in die Stichprobe aufzunehmen. Beachtet man jedoch das empirische Durchschnittsalter der jeweiligen Altersklassen, passt die Umfragepopulation gut zur Schweizer Grundgesamtheit. Beim Haushaltseinkommen zeigt sich eine starke Unterrepräsentierung geringer Einkommen (-15%) während mittlere (+9%) und gehobene Einkommen (+6%) überrepräsentiert sind. Auch in Bezug auf die Staatsbürgerschaft und den Führerausweis gibt es Abweichungen.

Insgesamt dürfen die vorhandenen Abweichungen als mässig angesehen werden, weshalb der Datensatz als repräsentativ für die deutsch- und die französischsprachige Schweiz gelten darf. Da zudem die Bevölkerungsverteilung zwischen den berücksichtigten Kantonen und auch zwischen der deutsch- und französischsprachigen Schweiz akkurat abgebildet wurde, wird auf eine nachträgliche Datengewichtung verzichtet.

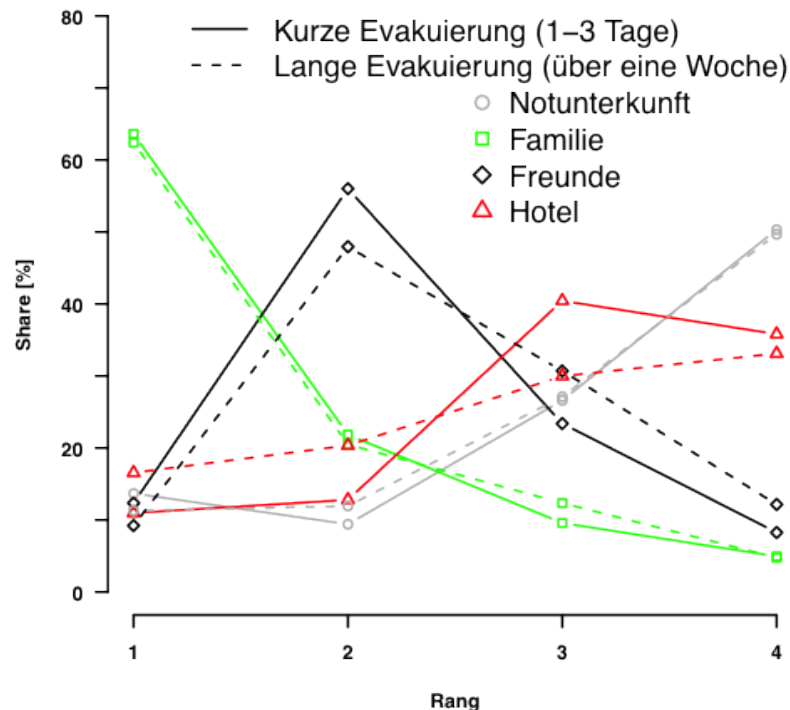
Mit den Methoden der deskriptiven Statistik lassen sich vor allem die Hypothesen über die Unterkunftsfindung und Verkehrsmittelwahl in Evakuierungen prüfen. Dazu werden die gebildeten Rangfolgen der Befragten graphisch aufbereitet. Auffällig ist in Bezug auf die Unterkunftsfindung, dass ein sehr ähnliches Muster für kurze, definiert als ein bis drei Tage, und lange Evakuierungsdauern, über eine Woche, vorliegt. Wie Abbildung 20 deutlich zeigt, ziehen die weitaus meisten Menschen eine Unterbringung bei Verwandten allen anderen Unterkunftsarten vor. Alternativ wird auf Freunde zurückgegriffen. Auf Platz drei finden sich Hotels, deren Popularität mit einer Zunahme der Evakuierungsdauer allerdings stark schwindet. Schliesslich, und somit als letzte Lösungsmöglichkeit, geben die Befragten staatliche Notunterkünfte an. Die Diskrepanzen zwischen den Prioritäten der einzelnen Unterkunftsmöglichkeiten bei verschiedenen Evakuierungsdauern sind klein, mit der Ausnahme von Hotels. Diese Unterkunftsart ist kostensensitiv und wird daher anders bewertet. Die Hypothese der Bevorzugung privater Unterkünfte in Evakuierungssituationen kann damit als bestätigt gelten. Sie darf aber nicht die in den Experteninterviews geäusserte Bedeutung der Notunterkünfte als häufig gewählte Übergangslösungen zur Organisation einer privaten Unterbringung vergessen machen.

Tabelle 7: Die Repräsentativität der Befragung

	Attribute	Umfrage	Mikrozensus Schweiz
Geschlecht [%]	Männlich	50.3	48.7
	Weiblich	49.7	51.3
	Single	25.3	29.9
	Verheiratet	58.1	54.5
Zivilstand [%]	Geschieden	11	7.6
	Verwitwet	3.6	6.6
	Getrennt lebend	2	1.4
	0-20	0.7 19.3	18.8 13.3
Alter [% Personen in einer Klasse Durchschnittliches Alter innerhalb der Klasse]	21-40	29.7 31.7	28.9 31.4
	41-60	43.7 50.4	31.0 50.0
	61-80	25.8 67.7	18.5 69.4
	81+	0.1 84.0	2.8 84.6
Haushaltseinkommen	<8000	57.9	73
	8001-12000	28.2	19.1
	>12.000	13.9	7.9
	Schweizerisch	91.9	80
Staatsbürgerschaft	Deutsch	2.6	2.3
	Französisch	0.4	1.3
	Italienisch	1.2	4.6
	Andere	4	11.8
Führerschein	Vorhanden	91.8	80.7
	Nicht vorhanden	8.2	19.3

Ebenfalls bestätigt werden kann die Hypothese einer bevorzugten Evakuierung im eigenen Personenwagen. Dabei sind die Unterschiede zwischen einer geringen, definiert als drei Kilometer oder weniger, und einer weiten Evakuierungsdistanz, fünf Kilometer oder mehr, stark ausgeprägt. Zunächst aber ist auffällig, dass der eigene Personenwagen in beiden Szenarien klar das erste Mittel der Wahl für die Evakuierung ist. Allerdings ist bei einer geringen Evakuierungsdistanz auch diese Dominanz geringer ausgeprägt. Neben dem eigenen Personenwagen sind hier die beiden weiteren, selbstbestimmten Fortbewegungsarten, der Fussweg und das Fahrrad, unter den ersten beiden Rängen stark vertreten. Die beiden fremdbestimmten Transportarten, die Mitfahrgelegenheit in einem Personenwagen und der öffentliche Verkehr, belegen dagegen die hinteren Ränge. Das Bild wandelt sich für weite Evakuierungsdistanzen deutlich. Nach dem absolut dominanten Personenwagen greifen die Befragten hier eher auf die zwar fremdbestimmten aber doch motorisierten Fortbewegungsmittel zurück. Wenig populär sind bei weiten Distanzen dagegen das Fahrrad oder der Fussmarsch. Auch hier bleibt somit festzuhalten, dass, obwohl viele Menschen eine Flucht im eigenen Personenwagen bevorzugen, die Bedeutung öffentlich

Abbildung 20: Präferenzen bei der Unterkunftsfindung

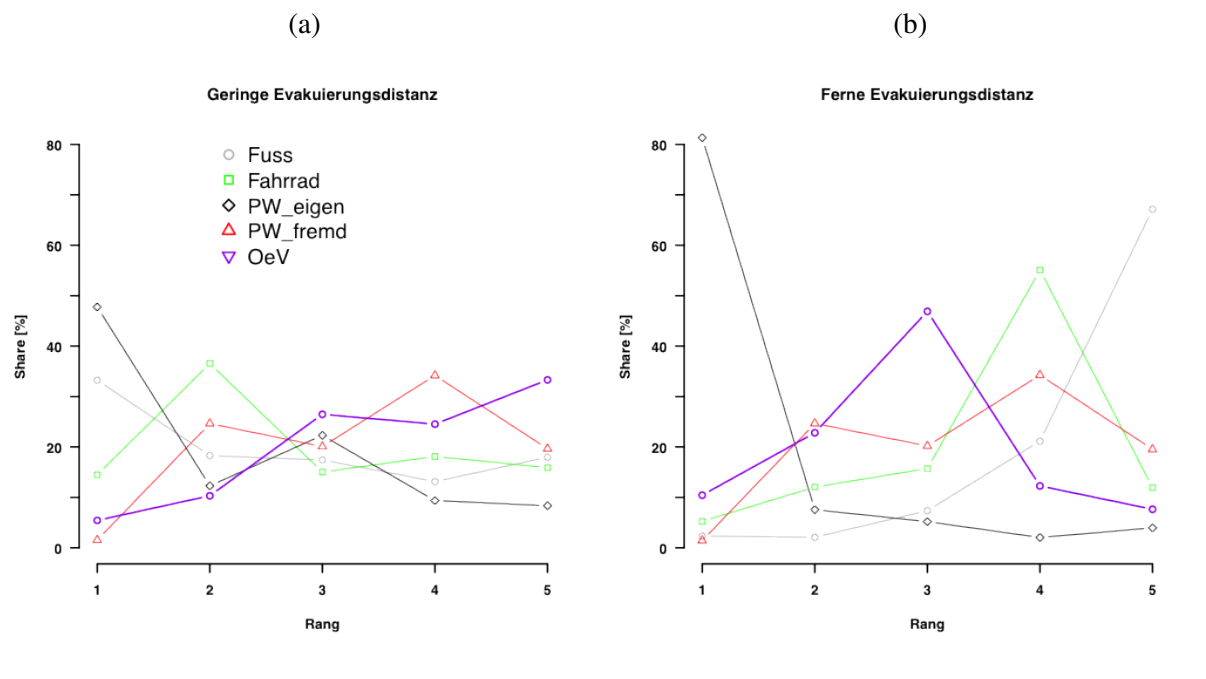


zur Verfügung gestellter Verkehrsmittel, insbesondere im Fall grosser Evakuierungsdistanzen, nicht unterschätzt werden darf.

Die Bedeutung der öffentlichen Verkehrsmittel zeigt sich auch in der Frage, ob die Befragten andere Menschen kennen, die ihnen sicher einen Platz in ihrem Transportmittel anbieten würden, falls der befragten Person selbst zum Zeitpunkt der Evakuierung kein Personenwagen zur Verfügung stünde. Zwar kennen rund 66% der Befragten eine solche Person, doch würden immerhin 34% auf Sonderverkehrsmittel wie Busse oder Taxen zurückgreifen.

Einen Eindruck über die Einschätzung des Gefahrenpotentials verschiedener Evakuierungsursachen liefert die binär gestellte Frage, ob Menschen bei verschiedenen Evakuierungsursachen nah an der Evakuierungsgrenze verbleiben oder einen zusätzlichen Sicherheitsabstand zurücklegen würden. Deutlich zeigt sich einen Zusammenhang mit der Evakuierungsursache: Über 90% der Befragten würden bei einer industriellen Ursache, einem chemischen oder atomaren Zwischenfall einen zusätzlichen Sicherheitsabstand zurücklegen. Dagegen sind es 78% bei einem Brand und 52% beim Bruch einer Talsperre. Die Gefahreneinschätzung unterscheidet sich zwischen den Evakuierungsursachen also deutlich und wird für natürliche Gefahren als

Abbildung 21: Präferenzen bei der Verkehrsmittelwahl



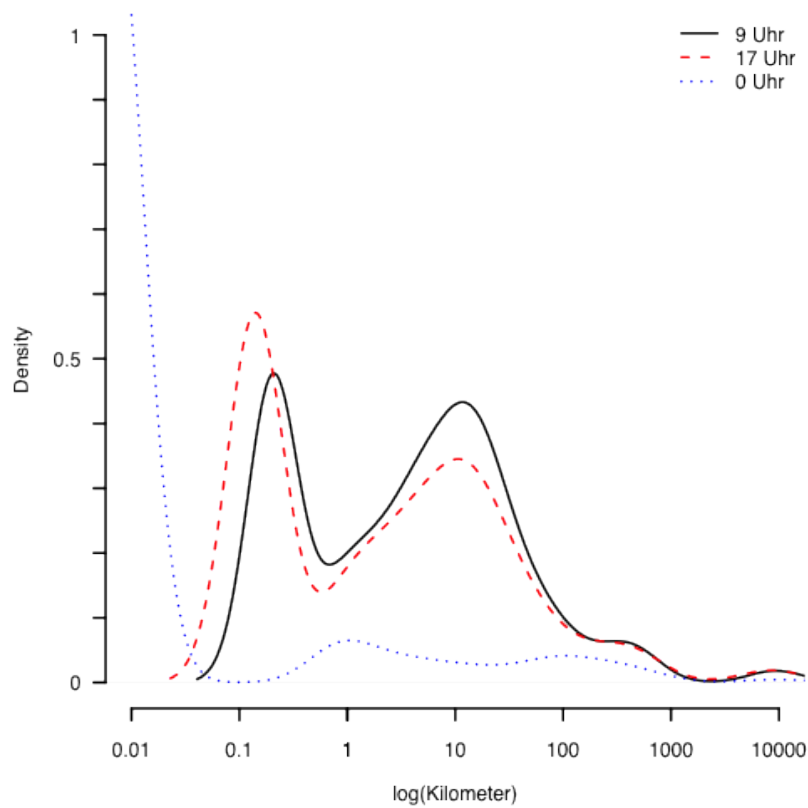
geringer eingestuft.

Die Frage nach einem Treffpunkt innerhalb oder ausserhalb der Evakuierungszone scheint nicht durch die verfügbare Zeitspanne für die Evakuierung beeinflusst zu sein. In beiden Fällen, einer eiligen und einer nicht eiligen Evakuierung, geben etwa 50% einen Treffpunkt innerhalb und 50% einen Treffpunkt ausserhalb der Zone an. Nichts desto trotz sprechen die in den Experteninterviews genannten Gründe für die eigene Wohnung als häufig gewählten Treffpunkt. Um einen Eindruck über die räumliche Verteilung der Haushaltsmitglieder zu verschiedenen Tageszeiten zu bekommen, sind diese als Dichtekurven in Abbildung 23 angegeben. Nicht überraschend sind um Mitternacht beinahe alle Haushaltsmitglieder an ihren Wohnorten anzutreffen. Tagsüber hält sich die Mehrzahl in einem Radius von bis zu zehn Kilometern um die Wohnung auf. Einige wenige sind in Entfernungen zu bis 100 Kilometern anzutreffen. Schliesslich gibt es auch Personen in grösseren Entfernungen, für die ein Treffpunkt mit den übrigen Haushaltsmitgliedern innerhalb der Evakuierungszone aufgrund der Anreisezeit aber wohl nicht in Frage kommt.

3.3.6 Die Daten im deskriptiven Überblick

Die Verwendung der Methoden der nutzenbasierten diskreten Entscheidungsmodellierung erlaubt die Prüfung weiterer Hypothesen über das Evakuierungsverhalten einer Bevölkerung. Die Methoden finden Anwendung in vielen wissenschaftlichen Feldern, unter anderem in den

Abbildung 23: Die räumliche Verteilung der Haushaltsmitglieder



Umweltwissenschaften, im Marketing, der Verkehrsplanung und der sozialen Netzwerkanalyse (Ben-Akiva und Lerman, 1985; Hensher und Greene, 2003). Die diesen Modellen zugrunde liegende Theorie nimmt an, dass Akteure ihre Entscheidungen immer vor dem Hintergrund verschiedener Alternativen wählen. Die Alternativen sind dabei nicht unabhängig voneinander, sondern als sich gegenseitig beeinflussend zu verstehen. Welche Option aus einem Alternativensatz gewählt wird, hängt von den persönlichen Präferenzen des Entscheidenden, in der Modellierung etwa durch soziodemographische Eigenschaften erfasst, den mit jeder Alternative verbundenen Attributen, den im Stated-Preference-Experiment gereichten Stimuli und den Entscheidungsalternativen ab.

Multinomiale logit (MNL) und verwandte Arten von Entscheidungsmodellen (*nested logit* (NL), *cross nested logit* (CNL) sowie Modelle, die statt fixierter Parameter auch individuelle Geschmacksunterschiede durch die Schätzung von Verteilungen für durchschnittliche Parameterwerte erlauben, wie das *mixed multinomial logit* (MMNL), oder eine Unterscheidung der Präferenzen diskreter Gruppen ermöglichen (*latent class Modelle*), nutzen alle das ökonomische Prinzip der Nutzenmaximierung. Sie berechnen einen abstrakten Wert für den Nutzen jeder einzelnen Entscheidungsalternative aus der Gesamtheit aller Entscheidungen, welcher sodann

für die Berechnung von konkreten alternativspezifischen Wahlwahrscheinlichkeiten genutzt werden kann (für mathematische Details der Modellschätzung siehe Ben-Akiva und Lerman, 1985; Hensher und Greene, 2003).

Für den vorliegenden Datensatz werden im Folgenden zwei separate Entscheidungsmodelle vorgestellt. Das erste Modell bezieht sich auf das im zweiten Teil der Befragung behandelte Stated-Preference-Experiment und die damit verbundene Entscheidung, bei welchen Gelegenheiten die Befragten sofort, später oder gar nicht evakuieren würden. Dieses Modell wird die Grundlage der Implementierung eines Verhaltensmodells in der agentenbasierten Simulationssoftware darstellen. Das zweite Modell soll helfen, relevante Kriterien für das Auftreten prosozialer Verhaltensweisen in Evakuierungssituationen zu finden. Hierzu wird die Frage, ob die Besitzer von Personenwagen Nicht-Haushaltsmitglieder in jedem Fall, nur bei einem verfügbaren Platzangebot oder nie mitnehmen würden, untersucht.

3.3.6.1 Die Entscheidung der Evakuierungsteilnahme

Im Zuge der Modellierung der Entscheidungen aus dem Stated-Preference-Experiment, ob sich die befragte Person sofort, später oder gar nicht an einer Evakuierungsnahme beteiligt, wurden alle oben erwähnten Modellformulierungen getestet. Dabei erwies sich die Form eines Latent-Class-MNLs als die am besten zu den Daten passende Modellform. Die Befragten werden hier mittels einer der Entscheidungsmodellierung vorgelagerten Faktoranalyse in Klassen gruppiert, die sich entlang der Korrelationsstrukturen zwischen ausgewählten Variablen bilden lassen, nicht aber direkt aus den Daten beobachtbar sind. Diese latenten Klassen werden sodann in einen gemeinschaftlichen nutzenmaximierenden Modellrahmen einbezogen, wobei für jede Klasse spezifische Variablen genutzt werden können. So tragen die latenten Klassen zur Erklärungskraft des Entscheidungsmodells bei (Hess et al., 2011).

Eine explorative Faktoranalyse zeigte für den vorliegenden Datensatz zwei latente Gruppen mit jeweils ähnlichem Antwortverhalten an (genutzt wurde das schrittweise Vorgehen nach Costello und Osborne, 2005).³ Konkret resultiert eine Faktoranalyse in der Anzahl der von einer Gruppe geteilten Faktoren, die eine Messreihe beeinflussen, und der Stärke der Beziehung zwischen den einzelnen Faktoren und jeder realisierten Messung. Um den abstrakten Faktoren Label und damit Bedeutung zuzuschreiben, müssen die Faktorladungen – sie entsprechen den Korrelationskoeffizienten zwischen den direkt beobachtbaren Variablen und den nicht direkt beobachtbaren latenten Faktoren – betrachtet werden. Wie in Tabelle 8 ersichtlich, ist der erste Faktor definiert durch Personen, die in Haushalten mit Kindern und in Partnerschaft leben, die einen Führerausweis besitzen und über hohe Haushaltseinkommen verfügen. Daneben weist die

³Die Faktoranalyse wurde unter Nutzung der Statistiksoftware R durchgeführt (R Development Core Team, 2009).

Tabelle 8: Die Ergebnisse der explorativen Faktoranalyse

Variable	Faktor 1 (Fürsorger)	Faktor 2 (Unterstützungsbedürftige)
Kinder im Haushalt	0.67	
Partnerschaft	0.52	
Führerausweis	0.18	-0.48
Öffentliche Transportmittel	-0.18	0.27
Studenten		0.15
Alter > 60 Jahre	-0.27	
Hohes Haushaltseinkommen	0.24	-0.12

Variable für die Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs ein negatives Vorzeichen auf. Dies bedeutet, dass die Klassenangehörigen wenig auf derartige Verkehrsmittel zurückgreifen. Aufgrund der genannten Haushaltstruktur wird diese Gruppe als die Fürsorgenden bezeichnet. Umgekehrt bilden Personen ohne Führerschein, die stärker von öffentlichen Verkehrsmitteln abhängig sind, die tiefere Einkommen und einen Studentenstatus aufweisen, die zweite Gruppe. In Abgrenzung zur ersten Gruppe zählen hierzu tendenziell auch ältere Menschen und Menschen, die ohne Partner oder Kinder im Haushalt leben, weshalb diese Gruppe als die Unterstützungsbedürftigen bezeichnet wird. Die gefundenen Gruppen stimmen überraschend gut mit den Befunden der Literaturrecherche und den Experteninterviews überein, in denen immer wieder auf die Notwendigkeit einer Evakuierungsunterstützung für Teile der Bevölkerung aufmerksam gemacht wurde.

Die zu erklärenden Entscheidungen liegen als Faktorvariable mit drei Levels vor. Um die Schätzung eines Entscheidungsmodells zu erlauben und die resultierenden Parameter in Relation zueinander ausdrücken zu können, muss eine Alternative als Referenzkategorie für die Schätzung fungieren. Prinzipiell ist die Parameterschätzung von der Wahl der Referenzkategorie unbeeinflusst, weshalb die Wahl dieser Alternativen ohne Bedeutung ist. Im Folgenden wird dazu die Alternative 'keine Evakuierung' genutzt. Somit werden für die Alternativen 'sofortige Evakuierung' und 'spätere Evakuierung' Nutzenfunktionen formuliert, die neben einer alternativenspezifischen Konstanten diejenigen Variablen enthalten, die einen Erklärungsbeitrag zur Entscheidungsmodellierung liefern. Die Konstanten lassen sich als der Anteil des nicht erklärten Nutzens einer Alternative interpretieren. Als erklärende Variablen können Haupteffekte, direkt in der Befragung erhobene Variablen, und Interaktionseffekte, Kombinationen zwischen Haupteffekten, genutzt werden. Die Effekte können gruppenspezifisch ins Modell aufgenommen werden. Die Kombination zweier latenter Klassen und zweier zu erklärender Entscheidungsalternativen

ergibt insgesamt vier Modellgleichungen, die im Zuge der Modellschätzung berechnet werden müssen. Die Gleichungen können im Anhang J eingesehen werden. Sie gleichen sich hinsichtlich der Berücksichtigung verschiedener Evakuierungsursachen, für die damit eine homogene Wirkung auf die beiden latenten Gruppen angenommen wird. Unterschiede sind etwa in Bezug auf die verfügbare Zeitspanne für die Evakuierung zu erkennen. Während für die Fürsorger ein Interaktionseffekt zwischen der Zeitspanne und dem Status der Haushaltsgemeinschaft, ob die Mitglieder an einem Ort versammelt sind oder nicht, berücksichtigt wird, ist dieser Term für die Gruppe der Unterstützungsbedürftigen, die alleine leben, irrelevant. Dagegen wird für diese zweite Gruppe ein Alterskoeffizient geschätzt, da alte Menschen überproportional oft immobil sind.

Das Modellergebnis der Evakuierungsentscheidungen ist in Tabelle 10 dargestellt.⁴ Die Darstellung der beiden latenten Klassen wird durch einen Teil der in der Faktoranalyse gefundenen Indikatorvariablen geleistet. Aufgrund geringer Einflussgrößen und/oder niedriger Signifikanzwerte werden nicht alle der in der Faktoranalyse erkannten Variablen in das Entscheidungsmodell aufgenommen. So werden die Fürsorger durch zwei Variablen abgebildet: Die Anwesenheit von Kindern im Haushalt und der Besitz eines Führerausweises. Die Gruppe der Unterstützungsbedürftigen wird als das Inverse, die Negation eines Effekts der Kernfamilie in die Modellformulierung aufgenommen, da diese Befragten ohne Partner leben.

Die beiden alternativspezifischen Konstanten zeigen einen positiven Nutzen an. Eine sofortige und eine spätere Evakuierung enthalten also einen höheren Nutzen als eine Evakuierungswidersetzung. Im Fall diskreter Variablen wird ebenfalls eine Referenzkategorie als Vergleichsbasis genutzt. Bezogen auf die Evakuierungsursache zeigt sich für das Auftreten von atomarer Strahlung, chemischen Produkten und giftigen Brandgasen ein positiver Nutzen für die beiden abgebildeten Handlungsalternativen. Im Fall einer Flut ist die Wahrscheinlichkeit einer verweigten Evakuierung somit am höchsten. Wird nur die Entscheidung einer sofortigen Evakuierung betrachtet, ist der Nutzen für atomare Unfälle am höchsten, gefolgt von einer chemischen Bedrohung und schliesslich den Brandgasen. Die Hypothese einer steigenden Teilnahmewahrscheinlichkeit an Evakuierungen in Folge industrieller Ursachen im Vergleich zu natürlichen Ursachen darf damit als bestätigt gelten. Die Tendenz zu einer verzögerten Evakuierung in Folge natürlicher Ursachen zeigt, analog zu den Befunden der deskriptiven Statistik, dass natürliche Evakuierungsursachen als weniger gefährlich eingeschätzt werden. Hier ergibt sich eine Analogie zur Hypothese über die persönliche Gefahreinschätzung. Obwohl alle vier Bedrohungsarten als lebensbedrohlich eingestuft werden können, scheinen die Befragten ein höheres Bedrohungspotential bei industriellen Ursachen zu vermuten. Diese werden möglicherweise als abstrakter wahrgenommen und resultieren in einer höheren Bereitschaft zu einer sofortigen Evakuierung.

⁴Die Entscheidungsmodelle wurden mit Hilfe der Open Source Software Biogeme geschätzt (Bierlaire, 2003, 2009).

Bei der Interpretation der Parameterwerte gilt es allerdings zu beachten, dass die Reaktorhavarie im japanischen Fukushima, die eine breite mediale Aufmerksamkeit auf sich zog, zum Zeitpunkt der Datensammlung erst wenige Monate her war und vielen Befragten das Bedrohungspotential insbesondere eines atomaren Unfalls besonders präsent gewesen sein dürfte.

Die Effekte für das Lebensalter der Befragten wurden nur für die Gruppe der Unterstützungsbedürftigen, die auch ältere Menschen enthält, geschätzt und sind negativ. Der mit einer Teilnahme an einer Evakuierung verbundene Nutzen ist für die beiden abgebildeten Altersklassen im Vergleich zur Altersklasse jüngerer Menschen geringer und negativ. Junge Menschen haben somit eine höhere Wahrscheinlichkeit, an einer Evakuierungsmassnahme teilzunehmen. Vergleicht man die abgebildeten Effekte der beiden Altersklassen untereinander, zeigt sich, dass der Widerstand gegen eine Evakuierungsmassnahme mit einem zunehmenden Lebensalter weiter steigt, doch sind die Unterschiede marginal. Dieser Effekt zwischen jungen, mittelalten und alten Menschen bleibt auch nachweisbar, wenn die Grenzen der Altersklassen enger definiert werden. Die Hypothese über das Verhalten Angehöriger verschiedener Alterskohorten kann damit nur teilweise bestätigt werden. Alte Menschen haben eine geringere Teilnahmewahrscheinlichkeit in Evakuierungssituationen. Doch ist die höchste Teilnahmebereitschaft nicht wie in der Hypothese behauptet, bei Menschen mittleren Alters zu verorten, sondern gilt für junge Menschen.

Der Einfluss der zur Verfügung stehenden Zeitspanne ist für die Handlungsalternative einer sofortigen Evakuierung negativ: Mit Zunahme der zur Verfügung stehenden Zeitspanne geht ein geringerer Nutzen für eine sofortige Evakuierung einher. Eine spätere Evakuierung dagegen hat einen positiven Nutzen. Wenn Zeit zur Verfügung steht, nutzen die Befragten diese Zeitspanne auch, um ihre Evakuierung zu organisieren.

Der Effekt der zur Verfügung stehenden Zeitspanne ist auch als Interaktionseffekt mit dem Status der Haushaltsgemeinschaft geschätzt worden. Die Schätzung erfolgte dabei nur für die Gruppe der Fürsorger, da bei diesen weitere Personen im Haushalt anwesend sind. Durch die Wechselwirkung mit dem Haushaltsstatus verändern sich die Parameterwerte, wie in Abbildung 24 dargestellt. Der Effekt der zur Verfügung stehenden Zeitspanne ist weniger stark ausgeprägt wenn die Haushaltsmitglieder bereits an einem Ort versammelt sind. Der Nutzen einer späteren Evakuierung ist in einem solchen Fall nicht nur geringer, sondern sogar negativ. Familien tendieren dazu, ein gefährdetes Gebiet zu verlassen, wenn sie vereinigt sind. Sind die Mitglieder aber getrennt, wird ein Treffen angestrebt, wozu die bereits versammelten Mitglieder die verfügbare Zeitspanne nutzen und im Evakuierungsgebiet auf die noch fehlenden Personen warten. Die dementsprechende Hypothese über den Effekt der Familienverbände darf somit als bestätigt gelten.

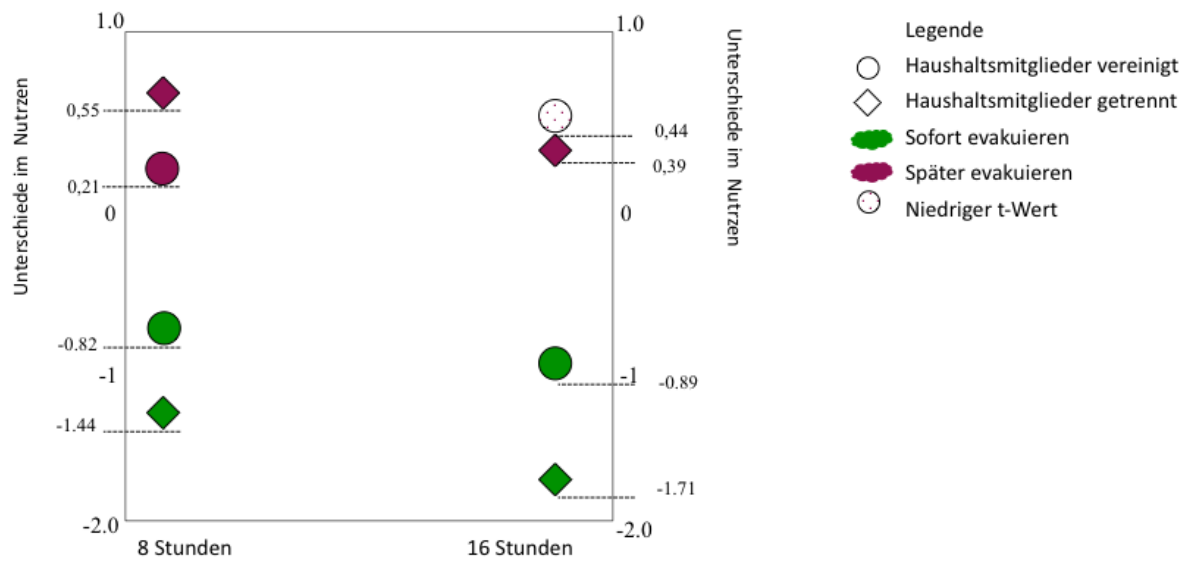
Einige weitere Hypothesen, die im Zuge der Modellentwicklung zur Evakuierungsentscheidung

Tabelle 9: Latent Class-Modell der Evakuierungsentscheidung

Indikatoren der Klassenbildung		Wert	t-test		
Kinder im Haushalt [j/n]		0.6	2.43		
Führerausweis [j/n]		0.52	1.73		
Gruppenparameter		Alternative: Sofortige Evakuierung		Alternative: Spätere Evakuierung	
Parameter	Klasse	Wert	t-test	Wert	t-test
Konstante		4.1	10.15	3.36	8.49
Gefahrenquelle:					
Atom [j/n]		2.08	9.18	0.77	3.78
Chemie [j/n]		1.61	4.9	0.98	3.1
Feuer [j/n]		0.59	1.74	0.3	0.87
Lebensalter in Jahren					
30 - 59 [j/n]	2	-3.12	-5.9	-1.9	-4.11
> 60 [j/n]	2	-3.49	-6.59	-2.13	-4.45
Zeitraum für die Evakuierung					
8 [Stunden]		-1.66	-6.52	0.46	2.09
16 [Stunden]		-1.99	-9.32	0.28	1.32
Wechselwirkungen					
8 [Stunden] * Haushalt vereint	1	-0.17	-0.26	-2.95	-2.03
16 [Stunden] * Haushalt vereint	1	-0.33	-1.96	-1.69	-0.64
				Rho ²	0.391
				N	7874

getestet wurden, konnten nicht bestätigt werden. So liess sich kein Unterschied im Verhalten zwischen Männern und Frauen finden. Weitere soziodemographische Faktoren, für die ebenfalls kein Effekt nachgewiesen werden konnte, waren das Bildungsniveau und das Haushaltseinkommen. Ebenso ergab sich kein Effekt für die Informationsquellen in Bezug auf die Evakuierung. Die Hypothese über den Interaktionseffekt zwischen Evakuierungsursache und Informationsquelle muss vor dem Hintergrund des hier analysierten Datensatzes verworfen werden. Dabei gilt es allerdings zu beachten, dass die Quelle der Evakuierungswarnung und der Warnbestätigung lediglich als Annäherungen an die ursprüngliche Hypothese über den Zusammenhang einer steigenden Informationsqualität und einer ebenfalls steigenden Evakuierungsbereitschaft genutzt wurde. Diese ursprüngliche Hypothese lässt sich durch den erhobenen Datensatz nicht direkt operationalisieren und kann daher weder getestet noch abschliessend beurteilt werden.

Abbildung 24: Nutzen, Zeitspanne und Status der Haushaltsgemeinschaft



Quelle: Koot et al. (2012)

3.3.6.2 Solidarisches Verhalten in Evakuierungssituationen

Eine weitere Hypothese unterstellt das Überwiegen prosozialer über antisoziale Verhaltensweisen. Dieser Aspekt soll hier durch die Frage nach einer Mitnahme familienfremder Personen im Personenwagen operationalisiert werden. Die zu erklärende Variable ist wieder eine dreistufige Alternative mit den folgenden Ausprägungen: 1) Ich würde weitere Personen nur bei vorhandenem Platz befördern, 2) Ich würde immer weitere Personen befördern und zur Not persönliche Gegenstände zurücklassen oder 3) Ich würde nie weitere Personen befördern.

Bei deskriptiver Betrachtung der Daten dominiert das Ausmass solidarischer Handlungsweisen klar: 41% würden andere Menschen befördern, wenn sie Platz hätten, 57% würden notfalls sogar Platz schaffen und lediglich 2% würden auf keinen Fall andere Personen befördern. Es ist anzunehmen, dass diese Werte Verzerrungen in Richtung eines sozial erwünschten Antwortverhaltens enthalten. Nachdrücklich sei nochmals an die Experteninterviews erinnert, in denen solidarisches Verhalten in Bezug auf das Transportmittel an die Bekanntheit zwischen Bittsteller und PW-Besitzer und an den Zeitpunkt der Entrichtung des Mitnahmegesuchs, nach Möglichkeit vor Fahrtantritt, gekoppelt wurde. Auch die Ergebnisse der Literaturrecherche, dass solidarische Verhaltensweisen vor allem bei ausreichenden Rettungskapazitäten beobachtbar sind, während es andernfalls zu panischen Handlungen kommen kann, müssen bedacht werden.

Tabelle 10: MNL-Modell für solidarisches Verhalten

Parameter	Mitnahme falls Platz		Mitnahme in jedem Fall	
	Wert	t-test	Wert	t-test
Konstante	0.92	0.52	2.67	1.6
Alter (31 - 61)	-0.81	-0.96	-0.71	-0.85
Alter (62 - 71)	-0.76	-0.75	-0.71	-0.7
Alter (> 72)	6.43	8.04	6.08	7.64
Kinder im Haushalt	1.57	1.46	1.66	1.54
Führerausweis	3	2.52	1.54	1.53
Geschlecht weiblich	-0.47	-0.76	-0.65	-1.06
			Rho2	0.319
			N	664

Die Schätzung eines MNL-Modells soll helfen, persönliche Merkmale zu identifizieren, die das Ausmass solidarischer Verhaltensweisen beeinflussen. Als erklärende Variablen werden dabei soziodemographische Eigenschaften genutzt, die auch in der agentenbasierten Simulation zur Verfügung stehen. Diese erklärenden Variablen sind das Alter, das Geschlecht, die Frage, ob Kinder im Haushalt anwesend sind und ob die befragte Person einen Führerausweis besitzt. Als Referenzkategorie für die Modellierung dient die Antwortkategorie, nie eine weitere Person zu befördern. Die beiden verwendeten Nutzenfunktionen sind im Anhang K abgebildet.

Das in Tabelle 10 zusammengefasste Ergebnis der Modellschätzung zeigt positive Konstanten für die beiden abgebildeten Entscheidungsalternativen. Die Befragten würden also prinzipiell andere Personen in ihrem Personenwagen transportieren. Dies gilt insbesondere für alte Menschen. Im Vergleich zu Personen unter 30 Jahren ist der Nutzen für die mittleren beiden Alterskategorien aber negativ. Die Bereitschaft, Nichthaushaltsmitglieder im Personenwagen zu transportieren, ist für diese Befragten deutlich eingeschränkt. Die Präsenz von Kindern im Haushalt hat einen positiven Einfluss auf die Bereitschaft zu solidarischen Verhaltensweisen. Ebenso wirkt sich der Besitz eines Führerscheins positiv aus. Dabei werden Nichthaushaltsmitglieder besonders dann transportiert, wenn ohnehin noch ein Platz im Personenwagen verfügbar ist. Schliesslich ist die Tendenz der Beförderung von Nichthaushaltsmitgliedern deutlich niedriger für Frauen als für Männer. Nutzt man die Frage nach der Mitnahme von Nichthaushaltsmitgliedern wie hier vorgeschlagen als Proxy, die Frage, ob sich Personen in Evakuierungssituationen solidarisch, also prosozial und altruistisch, oder unsolidarisch, also egoistisch und antisozial verhalten, kann die aufgestellte Hypothese der Überwiegung pro-sozialer Verhaltensweisen als bestätigt angesehen werden.

3.3.7 Zusammenfassung und Bewertung der Triangulation

Das verwendete Triangulationskonzept erlaubt die Formulierung und Überprüfung eines reichhaltigen Satzes an Hypothesen zu menschlichen Verhaltensweisen in grossflächigen Bevölkerungsevakuierungen. In methodisch-operationaler Hinsicht hat sich das kombinierte Forschungsdesign bewährt. Probleme traten lediglich bei der Rekrutierung von Teilnehmern für die Experteninterviews auf. Obwohl es vermessen wäre, die gesammelten Erkenntnisse als umfassend darzustellen, muss doch festgehalten werden, dass sie weitaus umfangreicher als erwartet ausfielen. Die schlussendlich in diesem Bericht operationalisierten und überprüften Hypothesen stellen nur einen Ausschnitt aus den in den ersten beiden Triangulationsschritten geschilderten Zusammenhängen dar. Die Fokussierung auf diesen reduzierten Hypothesensatz ergibt sich durch das Projektinteresse, das lediglich die Bewegungsphase von der Evakuierungsauforderung bis zum Verlassen des gefährdeten Gebietes, nicht aber die Rückkehr in dieses Gebiet beinhaltet. Eine Reihe weiterer Faktoren sind von politischen Entscheidungen abhängig und konnten daher nicht geprüft werden. Hier sei insbesondere an die in den Experteninterviews betonte Bedeutung der Evakuierungsplanung und -vorbereitung erinnert. Ein kontinuierlich aufgebautes Risikobewusstsein und ein durch Training und Merkblätter verinnerlichtes Ablaufschema können nach Expertenmeinungen den Erfolg einer Evakuierungsmassnahme deutlich steigern. Schliesslich bietet die agentenfeine Simulationssoftware im Vergleich zu älteren, aggregierten Simulationsstrategien eine deutlich erhöhte Detailfülle, doch bleibt auch sie ein vereinfachtes Model der Realität und erlaubt lediglich die Berücksichtigung ausgewählter Parameter. So berücksichtigt das Projekt bisher weder die oftmals als problematisch geschilderte Evakuierung von Sammelhaushalten wie Gefängnissen und Krankenhäusern, noch das Verhalten der Einsatzkräfte. Schliesslich wurden einzelne Hypothesen nicht geprüft, da dies im Zuge der verwendeten Befragungstechnik nicht oder nur schwer möglich gewesen wäre. So wurde beispielsweise auf die Darstellung unterschiedlicher Informationsstände und die Qualität der verfügbaren Informationen im Stated-Preference-Design verzichtet.

Wo immer sich relevante Hypothesen nicht direkt prüfen liessen, wurde versucht, diese über Stellvertretereffekte zu testen. Analog zu Tabelle 5, in der die Hypothesen dargestellt wurden, werden die gefundenen Effekte in Tabelle 11 abschliessend zusammengefasst. Lediglich vier der 15 Hypothesen konnten nicht geprüft werden, wobei die Vermutungen über den Einfluss von emotionalen Bindungen, Privateigentum und isolierten Menschen aus logischer Sicht durchaus plausibel sind. Damit bleibt lediglich der Effekt der verfügbaren Zeitspanne ungewiss. Die im Zuge der Modellierung ermittelten Parameterwerte lassen sich in Wahrscheinlichkeiten umrechnen, die sodann in die Mikrosimulation implementiert werden können. Es resultiert ein Verhaltensmodell, das jedem Agenten Handlungsoptionen mit verschiedenen Wahrscheinlichkeiten zuordnet, womit es zu einem realistischeren Simulationsergebnis beiträgt.

Tabelle 11: Die Ergebnisse der Hypothesentests

Hypothese: Die Teilnahmebereitschaft an einer Evakuierung...	Ergebnis Überprüfung
...steigt bei „lebensbedrohlichen“ Evakuierungsursachen.	Bestätigt
...sinkt bei natürlichen Evakuierungsursachen.	Bestätigt
...sinkt, falls die verfügbare Zeitspanne zu klein oder zu breit ist.	Nicht geprüft
...steigt mit der Qualität der verfügbaren Informationen aus verlässlichen Quellen.	Proxyfrage: Nicht bestätigt
...steigt für Menschen, die sich um andere kümmern müssen.	Bestätigt
...steigt für Menschen ohne emotionale Bindung im betroffenen Gebiet.	Nicht geprüft
...steigt, falls die Kernfamilie beisammen ist.	Bestätigt
...sinkt für alte Menschen und junge Erwachsene.	Teilweise bestätigt
...sinkt für Menschen aus „isolierten“ Subkulturen.	Nicht geprüft
...sinkt für Menschen mit grossem Besitz im betroffenen Gebiet.	Nicht geprüft
...sinkt für Männer.	Nicht bestätigt
...ist wahrscheinlich für die meisten Bewohner.	Bestätigt
...wird oft mit dem eigenen PW realisiert.	Bestätigt
...äussert sich in den meisten Fällen in einem prosozialem Verhalten.	Bestätigt
...führt dazu, dass die meisten Menschen auf private Unterkünfte zurückgreifen.	Bestätigt
...ist abhängig von der Wechselwirkung zwischen Evakuierungsursache und verfügbaren Informationen.	Nicht bestätigt

3.3.8 Ausblick

Dieser Abschnitt stellt den dritten Arbeitsschritt einer triangulierten Datensammlung zu grossräumigen Evakuierungsereignissen in der Schweiz dar. Er baut auf einer aus den ersten beiden Schritten gewonnenen Hypothesenliste zu menschlichen Verhaltensweisen in solchen Extremsituationen auf. Die Hypothesen im Zuge einer schweizweiten Bevölkerungsbefragung zu operationalisieren und zu prüfen, ist der zentrale Gegenstand der vorliegenden Studie.

Im Zuge einer deskriptiven und modellbasierten Datenanalyse konnten die meisten der formulierten Hypothesen bestätigt werden. So nehmen Menschen eher an Evakuierungen teil, wenn sie die Bedrohung als real einstufen. Dies ist bei industriellen Evakuierungsursachen öfter gegeben als bei natürlichen Bedrohungen. Ein Zusammenhang mit der verfügbaren Zeitspanne konnte nicht getestet werden, doch hat es sich gezeigt, dass viele Personen die angegebene Zeitspanne nutzen, um auf weitere Familienmitglieder zu warten oder ihre Evakuierung zu organisieren. Eine steigende Evakuierungswahrscheinlichkeit konnte für Kernfamilien, die beisammen sind und für Menschen, die sich um andere kümmern, also einen Partner oder Kinder im Haushalt haben, festgestellt werden. Alte Menschen haben eine geringere Teilnahmewahrscheinlichkeit. Entgegen der formulierten Hypothese haben aber junge Erwachsene eine gesteigerte Teilnahmewahrscheinlichkeit. Nicht geprüft werden konnte der Einfluss von emotionalen Bindungen, Besitz im betroffenen Gebiet und einer mangelnden sozialen Integrität in die Gesellschaft. Doch sind diese Hypothesen plausibel und sollten in der Simulation beachtet werden. Die Hypothese einer geringeren Teilnahmewahrscheinlichkeit für Männer wurde nicht bestätigt. Die weitaus meisten Personen würden an einer Evakuierung teilnehmen. Doch gibt es scheinbar auch eine kleine Minderheit von Personen ohne Vertrauen in staatliche Handlungsempfehlungen, die sich einer Evakuierung in jedem Fall widersetzen würde. Entschliessen sich Personen zur Teilnahme wird meist der eigene Personenwagen als Verkehrsmittel favorisiert. Die bevorzugte Unterkunftsart sind privat organisierte Schlafstellen bei Verwandten und Freunden. Nichts desto trotz sind sowohl öffentliche Verkehrsmittel als auch Notunterkünfte von zentraler Bedeutung. Wie bereits in Literaturrecherche und Experteninterviews gefolgert, dominieren prosoziale Verhaltensweisen in geplanten Evakuierungen. So würden viele Personen mit eigenem Personenwagen weiteren fremden Menschen eine Transportmöglichkeit anbieten. Insgesamt sollten diese Aussagen aber nicht zu stark gewichtet werden. Zum einen besteht die Gefahr, dass sie Verzerrungen in Richtung eines sozial gewünschten Antwortverhaltens beinhalten, zum anderen dürfen starke Wechselwirkungen zwischen solch konkreten Verhaltensweisen und den Rahmenbedingungen der Evakuierung, etwa, wie viel Zeit zur Verfügung steht, wer wann und wo nach einer Mitfahrgelegenheit fragt, bestehen. Schliesslich konnte die formulierte Interaktion zwischen Evakuierungsursache und den verfügbaren Informationen nicht bestätigt werden.

Die Zusammenhänge aus den getesteten Hypothesen lassen sich in Wahrscheinlichkeiten umrech-

nen, die wiederum als gewichtete Handlungsoptionen die Grundlage für das zu implementierende Handlungsmodell in der Mikrosimulation bilden. Es empfiehlt sich sodann eine Parameterstudie, um Aussagen über den Einfluss jedes einzelnen Effekts auf das Simulationsergebnis zu ermöglichen. Schliesslich beinhalten insbesondere die Experteninterviews Hypothesen über weitere Effekte, insbesondere die Evakuierung von Sammelhaushalten oder das Verhalten der Einsatzkräfte, die in den bisherigen Arbeiten keine Berücksichtigung fanden.

4 Simulationsmodell

4.1 Unvorhersehbare Ereignisse in iterativen Optimierungsprozessen

Wie andere Softwareumgebungen für Verkehrsflusssimulationen, etwa DYNEMO (Schwerdtfeger, 1984; Nökel und Schmidt, 2002) oder TRANSIMS (Smith et al., 1995; Nagel und Rickert, 2001), oder aggregierte Umlegungsmodelle (siehe Ortúzar und Willumsen, 2011), basiert auch MATSim (*Multi-Agent Transport Simulation*) auf einem iterativen Optimierungsprozess. Dabei optimieren die Agenten ihre Tagespläne von Iteration zu Iteration, bis ein Optimum (üblicherweise ein Nutzergleichgewicht) erreicht ist. Für diese Optimierung greifen sie auf die Ergebnisse früherer Iterationen zurück, wodurch sie über (quasi) vollkommenes Wissen verfügen – sie wissen bereits im Vorfeld, was zu einem späteren Zeitpunkt passieren wird. Für Szenarien, die einen typischen Tag beschreiben, ist dies zulässig und plausibel. Eine Person fährt beispielsweise immer zu ähnlichen Zeiten auf derselben Route zur Arbeit und kennt dementsprechend das Verkehrsaufkommen.

Enthält ein Szenario hingegen Ereignisse, die nicht oder nur teilweise vorhersehbar sind, so kann das Verfahren zu Artefakten oder sogar gänzlich falschen Resultaten führen. Nicht vorhersehbare Ereignisse sind in diesem Kontext etwa Erdbeben oder Terroranschläge. Ein Beispiel für ein nur teilweise vorhersehbares Ereignis ist ein grosses Konzert oder ein grosser Sportanlass. Dabei ist zwar die Anzahl verkaufter Tickets bekannt, deren Einfluss auf die Verkehrssysteme kann aber lediglich abgeschätzt werden.

Die Probleme, die bei der iterativen Optimierung von Szenarien mit unvorhersehbaren Ereignissen auftreten können, lassen sich leicht an einem Beispiel aufzeigen. Abbildung 26(a) zeigt ein Verkehrsnetz sowie eine geplante Route. Weiter sind die Durchfahrtszeiten für jeden Knoten der Route angegeben. In Abbildung 26(b) ist ein Ort gekennzeichnet, an dem ein unvorhersehbares Ereignis um 14:02 Uhr auftritt, welches die Strasse für eine Stunde blockiert. Wird die geplante Route dennoch wie vorgesehen abgefahren, verlängert sich die Reisedauer infolge der Strassenblockierung und des daraus resultierenden Rückstaus um zwei Stunden (Abbildung 26(c)). Wird dieses Szenario iteriert, so erkennt die Person, welche die Route gewählt hat, dass die real auftretenden Reisezeiten deutlich höher sind als die bei der Routenwahl angenommenen. Infolgedessen wählt die Person eine neue Route, wobei sie die durch den Stau verursachten hohen Reisezeiten berücksichtigt. Dies führt zu einer optimierten Route, wie sie in Abbildung 26(d) gezeigt wird. Vergleicht man die optimierte mit der ursprünglichen Route, so erkennt man, dass die erste Abweichung bereits um 14:00 Uhr auftritt, d.h. die Person blickt in die Zukunft und reagiert, noch bevor das Ereignis überhaupt eingetreten ist.

Inwiefern solche Vorhersagen Einfluss auf die Ergebnisse einer Simulation haben, hängt vom jeweiligen Szenario und Ereignis ab. Wird etwa die Kapazität eines Verkehrsnetzes nur so geringfügig beeinflusst, dass sich keine Auswirkungen auf die Reisezeiten der Strassennutzer ergeben, so sind auch keine Artefakte in den Ergebnissen zu erwarten. Ist eine Strasse hingegen gänzlich und längerfristig unpassierbar, so sind wesentliche Abweichungen zu erwarten.

4.2 Within-day Replanning Ansatz

Das Auftreten solcher zuvor beschriebener Probleme, hervorgerufen durch das Vorhersehen zukünftiger Ereignisse, kann durch einen so genannten Within-day Replanning Ansatz verhindert werden. Bei einem solchen Ansatz wird anstelle einer Vielzahl an Iterationen lediglich eine einzige ausgeführt. Da den Agenten designbedingt keine Informationen aus früheren Iterationen zur Verfügung stehen, müssen sie diese stattdessen während der laufenden Simulation sammeln, auswerten und allenfalls entsprechend reagieren.

Hierbei muss besonderes Augenmerk auf den Entscheidungsfindungsprozess eines Agenten gelegt werden. Bei einem iterativen Ansatz verfügt jeder Agent über vollkommenes Wissen und kann dementsprechend agieren. Bei einem Within-day Replanning Ansatz ist dies nicht der Fall. Jeder Agent verfügt über ein limitiertes Mass an Informationen, welche er aus verschiedenen Quellen zusammengetragen hat. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Qualität dieser Informationen, abhängig von ihrer Quelle, schwanken kann. Während ein Agent etwa das Verkehrsaufkommen in seinem direkten Umfeld sehr gut selber einschätzen kann, muss er sich über die Belastung auf weiter entfernten Strassenstücken anderweitig informieren. Beispiele solcher Quellen wären etwa Verkehrshinweise in den Medien oder Kontakte in seinem sozialen Netz, welche sich in der jeweiligen Region aufhalten.

Bedingt durch die beschränkte Menge an Informationen ist als Ergebnis eines Simulationslaufes, basierend auf dem Within-Day Ansatz, kein Nutzergleichgewicht zu erwarten. Entscheidungen, die ein Agent während eines Tages trifft, sind weiterhin darauf ausgelegt, den Nutzen des Agenten zu optimieren. Aufgrund der unvollständigen Informationslage stellen sich diese nachträglich betrachtet jedoch häufig als nicht optimal heraus.

Durch die Implementierung des Within-Day Replanning Ansatzes in der MATSim Umgebung, verändert sich deren Struktur wie in Abbildung 27 dargestellt. Das zusätzliche Within-Day Replanning Modul läuft parallel zum Simulationsmodul, prüft in jedem Zeitschritt der Simulation, ob ein Agent seinen Tagesplan anpassen will und setzt allfällige Anpassungswünsche um. Eine detaillierte Beschreibung der Implementierung sowie deren Anwendung auf ein Beispielszenario geben Dobler et al. (2012).

Abbildung 25: Unvorhersehbares Ereignis in einem Verkehrsnetz

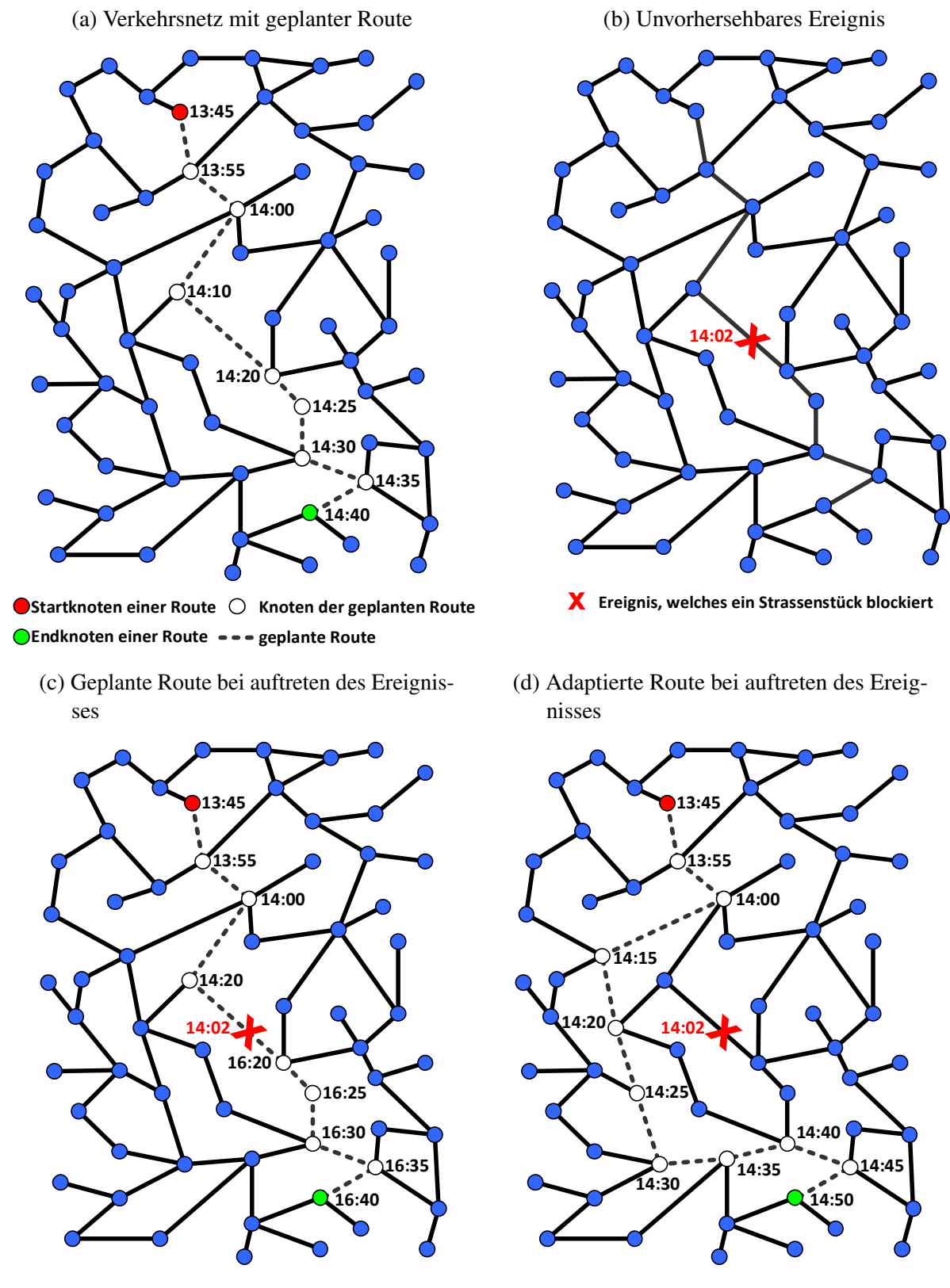
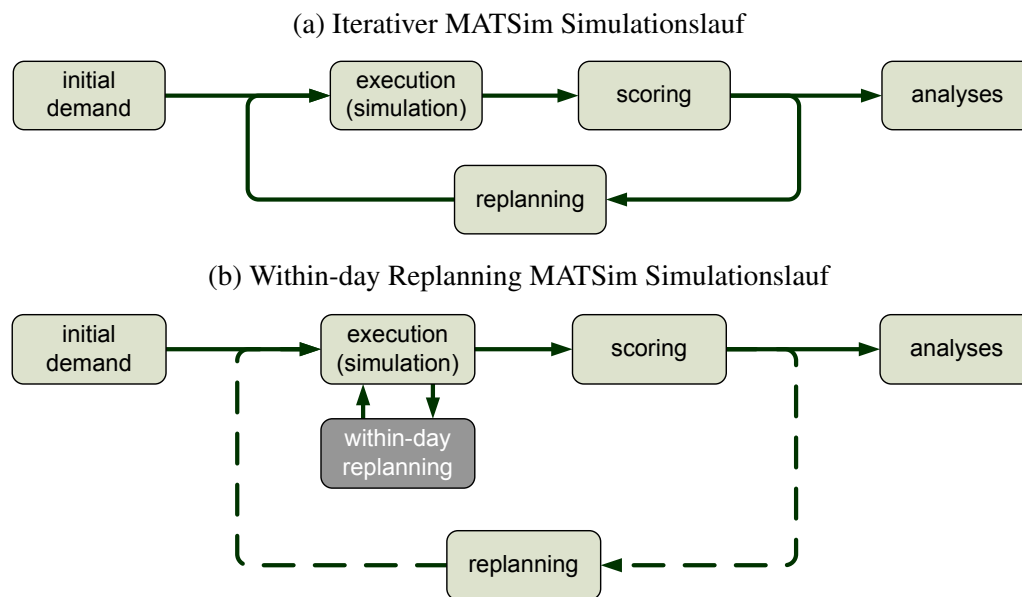


Abbildung 27: Schematischer Ablauf eines MATSim Simulationslaufes



4.3 Verhaltensmodell

Für die Modellierung des Verhaltens der Bevölkerung unter Evakuationsbedingungen, zur Beschreibung der Informationsflüsse (und deren Unvollständigkeit) sowie der Entscheidungsfindung wird der so genannte BDI Ansatz (Belief, Desires, Intentions; siehe z.B. Wooldridge, 2000; Eymann, 2003) genutzt. Dabei wird der Informationsgrad eines Agenten durch dessen Überzeugungen und Annahmen (*Beliefs*) repräsentiert. Die Informationen stammen aus verschiedensten Quellen und können etwa auf Fakten (z.B. eigene Beobachtungen), Vermutungen (infolge einer Überflutung werden bestimmte Strassenstücke überschwemmt sein) oder Hörensagen (z.B. durch Berichte anderer Agenten) beruhen. Ebenso können sie falsch interpretiert werden oder auch veraltet sein.

Was ein Agent zu erreichen versucht, wird durch dessen Ziele (*Desires*) beschrieben. Üblicherweise verfolgt ein Agent mehrere Ziele gleichzeitig, welche häufig in Konflikt zueinander stehen. Ein Familienvater beispielsweise möchte sich einerseits direkt in Sicherheit bringen, andererseits aber auch erst seine Familie treffen, um dann gemeinsam zu evakuieren. Im Zuge der Entscheidungsfindung muss ein Agent deshalb seine Ziele gewichten. Der Versuch, konkurrierende Ziele zu erreichen, kann dazu führen, dass kein einziges erreicht wird.

Die Absichten (*Intentions*) eines Agenten beschreiben dessen Plan, d.h. wie er seine Ziele zu erreichen gedenkt. Üblicherweise interagieren die Überzeugungen, Ziele und Absichten eines Agenten und verändern sich im Laufe der Zeit. Erhält er neue Informationen, so können sich des-

sen Ziele und folgedessen auch dessen Absichten ändern. Erfährt ein Agent beispielsweise, dass seine Familienangehörigen bereits in Sicherheit sind, so wird er seinen Plan, sich zur gefährdeten Wohnung zu begeben, verwerfen und versuchen, die Gefahrenzone ebenfalls schnellstmöglich zu verlassen.

Das derzeitige Informationsmodell gibt einerseits Auskunft über die Evakuierung sowie das betroffene Gebiet, andererseits über die Verkehrsflüsse im Netz. Die Qualität Letzterer nimmt dabei mit zunehmender Distanz zwischen einem Agenten und einer Region im Netz ab. D.h. der Agent kann die Reisezeiten in seinem direkten Umfeld sehr gut abschätzen, bei weiter entfernten Regionen trifft er jedoch zunehmend fehlerhafte Annahmen. Das Hinzufügen weiterer Informationsquellen, wie etwa Durchsagen in den Medien oder Informationen aus dem sozialen Netz einer Person, ist für allfällige weitere Projektphasen vorgesehen.

4.4 Multi-modale Simulation

Eine zusätzliche Erweiterung der MATSim Verkehrsmikrosimulation stellt das Modul für die Simulation von nicht PW-Wegen dar. Standardmässig werden solche Wege in MATSim nicht physisch simuliert. Stattdessen werden die zugehörigen Reisezeiten abgeschätzt - etwa anhand der Luftliniendistanz für Fuss- und Velowege. Die Agenten werden vom Start- zum Zielort ihrer Wege teleportiert wobei ihre Position während des Zurücklegens des Weges nicht bekannt ist.

Die multi-modale Erweiterung der Simulation bildet auch jene Wege physisch ab, welche nicht mittels PW zurückgelegt werden. Einerseits können dadurch die Reisezeiten der einzelnen Wege genauer bestimmt werden. Andererseits ist die Position eines Agenten auch während des Zurücklegens eines solchen Weges bekannt.

Die Simulation unterscheidet dabei je nach Verkehrsmittel. Fussgänger und Fahrradfahrer bewegen sich auf jenen Teilen des vorhandenen Verkehrsnetzes, welche für sie geeignet sind. Die Beurteilung der Eignung eines Strassenstückes geschieht dabei in Abhängigkeit der zulässigen Geschwindigkeit, d.h. dass beispielsweise Schnellstrassen und Autobahnen nicht genutzt werden. Die Geschwindigkeit eines Agenten hängt dabei von Faktoren wie dessen Alter und Geschlecht sowie der Neigung des aktuellen Strassenstückes ab.

Agenten, welche sich als Mitfahrer in einem PW fortbewegen, werden in der multi-modalen Simulation physisch in einem Fahrzeugobjekt befördert. D.h. die Agenten müssen am Strassenrand warten, bis das vorgesehene Fahrzeug vorfährt. Alternativ muss der Fahrer eines Fahrzeuges warten, bis alle vorgesehenen Passagiere eingetroffen sind. Zusätzlich wird die Kapazität eines Fahrzeuges geprüft. Sind keine freien Sitzplätze vorhanden, so kann auch kein weiterer Agent

mehr einsteigen. Neben dem Mitfahren vom Start- zum Zielort des Fahrers eines Fahrzeuges können Passagiere auch nur auf Teilstrecken der Fahrt befördert werden. Hierbei ist sowohl ein Auflesen wie auch ein Absetzen während der Fahrt möglich.

ÖV-Etappen werden ebenfalls auf dem bestehenden Strassennetz geroutet. Interaktionen zwischen Bussen und PWs werden von der Implementierung unterstützt, in der vorliegenden Version des Modells jedoch nicht berücksichtigt. Hierfür wäre es notwendig, den vom ÖV genutzten Teil des Verkehrsnetzes detailliert zu erfassen. Dabei notwendig wären etwa Informationen über Haltebuchten (falls vorhanden, könnten PWs an haltenden Bussen vorbeifahren) oder Busspuren.

4.5 Multi-modale Reisezeiten

4.5.1 Fussgänger

Im Gegensatz zu motorisierten Fortbewegungsarten hängt die Geschwindigkeit von Fussgängern und Fahrradfahrern sehr stark von der jeweiligen Person (Alter, Geschlecht, Fitness, usw.) und deren Umgebung (Neigung der Strecke) ab.

Die Berechnung der Geschwindigkeit von Fussgängern basiert auf der Arbeit von Weidmann (1992), welcher eine umfassende Literaturstudie durchgeführt hat. Ausgangspunkt bildet eine Referenzgeschwindigkeit von 1.34 m/s. Unter Berücksichtigung des Alters sowie des Geschlechts einer Person ergeben sich die in Abbildung 30(a) dargestellten Geschwindigkeitskurven. Abbildung 30(b) zeigt die Abhängigkeit zwischen Geschwindigkeit und Neigung. Die Kombination aus personenspezifischen Ausprägungen und Strassenneigung zeigen die Abbildungen 30(c) und 30(d). Ebenfalls berücksichtigt wird die Streuung der Fussgängergeschwindigkeiten, welche normalverteilt um die Referenzgeschwindigkeit mit einer Standardabweichung von 0.26 m/s angenommen wird.

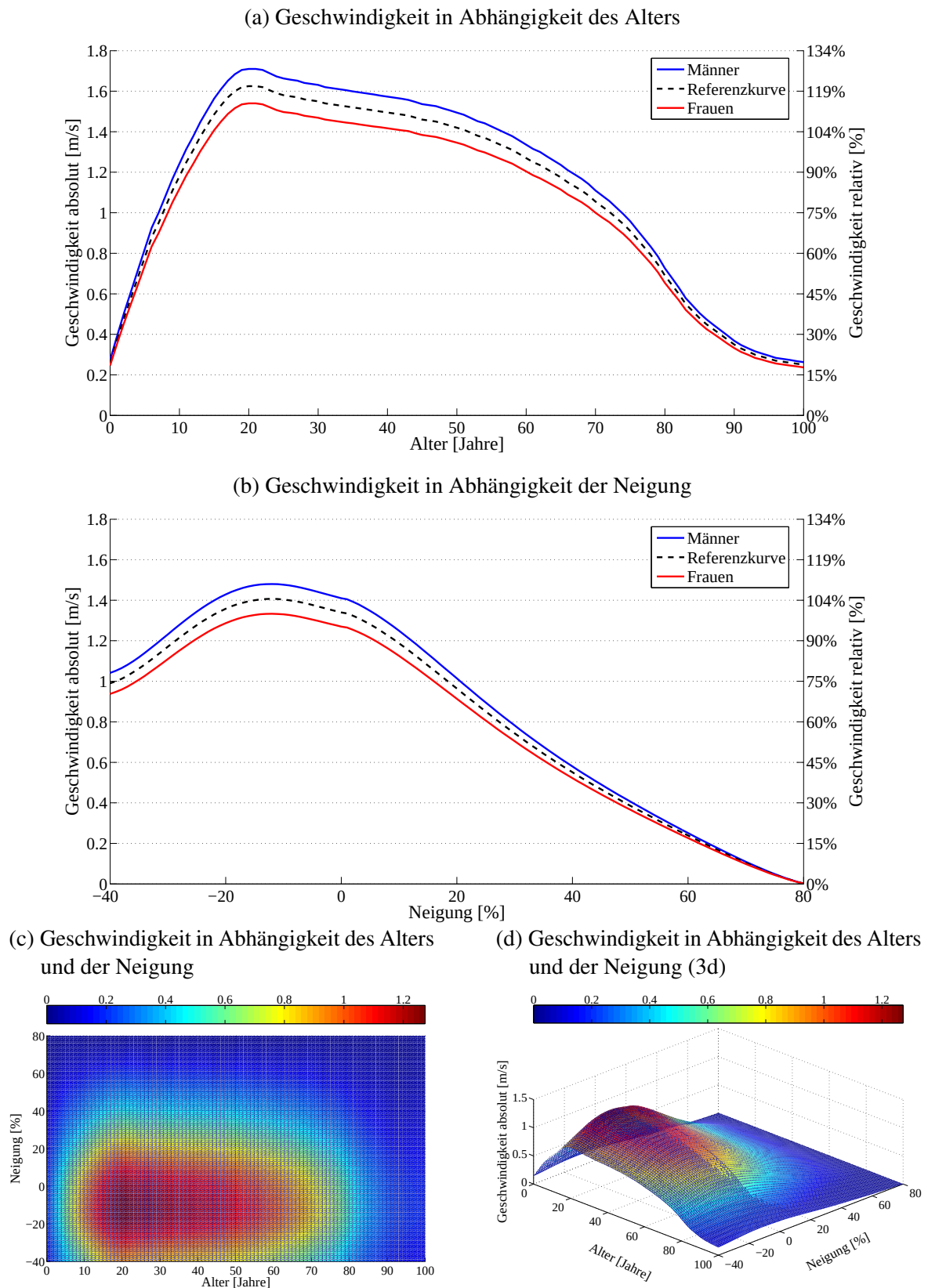
Die Geschwindigkeit einer Person auf ebenem Gelände berechnet sich somit wie folgt:

$$v_{\text{Person}} = v_{\text{Referenz}} \cdot f_{\text{Geschlecht}} \cdot f_{\text{Alter}} \cdot f_{\text{Streuung}} \quad (1)$$

Die Geländeabhängigkeit wird anschliessend folgendermassen berücksichtigt:

$$v_{\text{Person auf Strecke}} = v_{\text{Person}} \cdot f_{\text{Neigung}} \quad (2)$$

Abbildung 29: Geschwindigkeit von Fussgängern



4.5.2 Fahrradfahrer

Für die Bestimmung der Geschwindigkeit von Fahrradfahrern wird auf die Arbeit von Parkin und Rotheram (2010) zurückgegriffen. Als Referenzgeschwindigkeit wird 6.01 m/s gewählt. Die Geschwindigkeit einer Person wird, wie auch bei Fussgängern, wiederum in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht sowie zufälliger Variation bestimmt (siehe Abbildung 32(a)). Für die Bestimmung der Neigungsabhängigkeit wird eine Referenzkurve konstruiert. Pro Grad Steigung verringert sich die Referenzgeschwindigkeit um 0.4002 m/s, pro Grad Gefälle erhöht sie sich um 0.2379 m/s. Hierbei wird angenommen, dass keine Geschwindigkeiten über 35 km/h auftreten. Bei zu starken Steigungen (etwa 12 Grad) würden sich Fahrradfahrer langsamer fortbewegen als Fussgänger. Für Streckenstücke, auf denen dies auftritt, wird angenommen, dass die Fahrradfahrer absteigen und sich dann mit Fussgängergeschwindigkeit fortbewegen.

Die Berechnung der Geschwindigkeit einer Fahrrad fahrenden Person erfolgt analog zur Berechnung bei Fussgängern:

$$v_{\text{Person}} = v_{\text{Referenz}} \cdot f_{\text{Geschlecht}} \cdot f_{\text{Alter}} \cdot f_{\text{Streuung}} \quad (3)$$

$$v_{\text{Person auf Strecke}} = v_{\text{Person}} \cdot f_{\text{Neigung}} \quad (4)$$

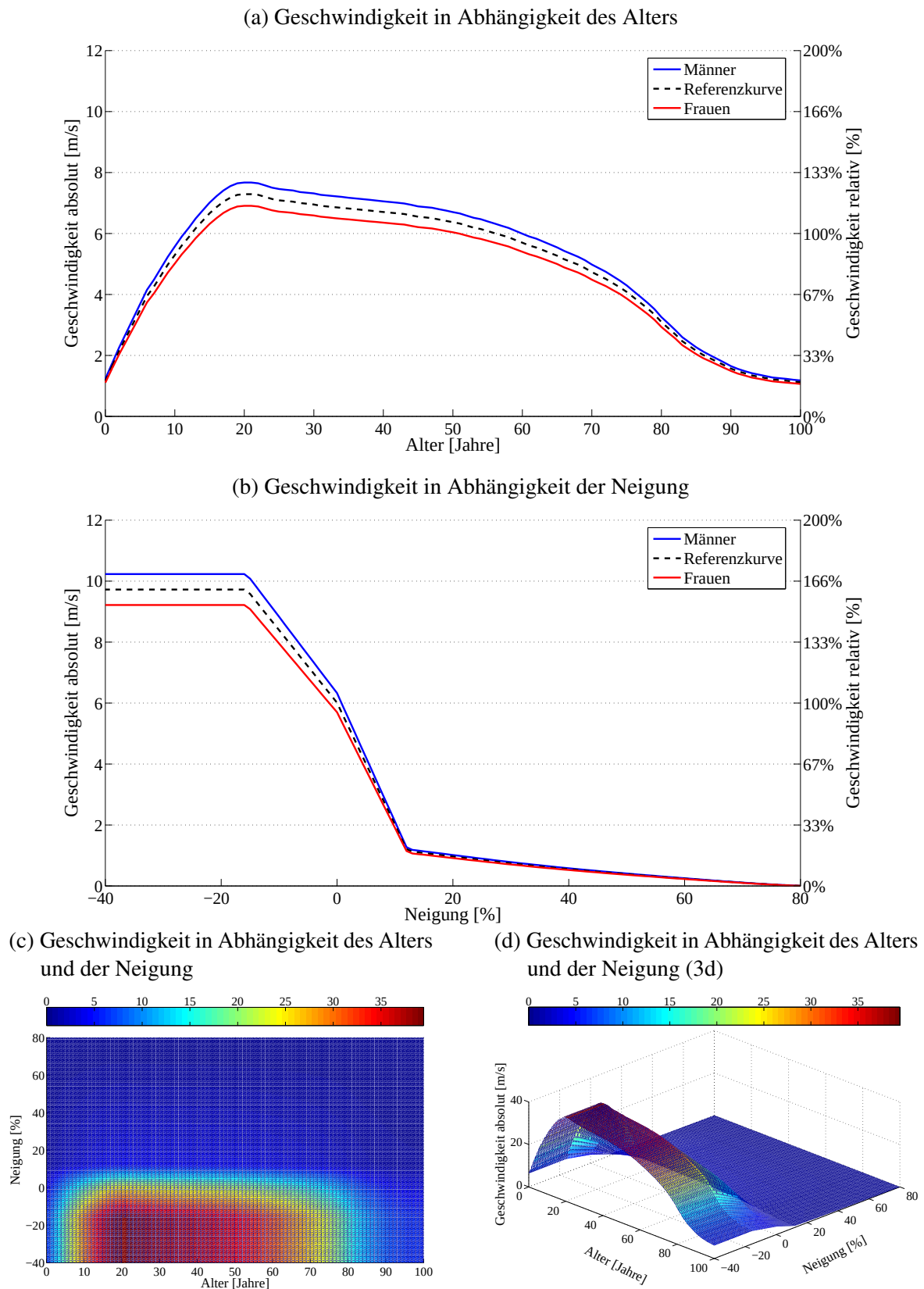
4.5.3 Mitfahrer

Für in PWs mitfahrende Agenten werden dieselben Reisezeiten wie für Fahrer von PWs herangezogen. Zusätzlich werden allfällige Gehzeiten zum Auflesepunkt bzw. vom Absetzpunkt zum Ziel eines Agenten berücksichtigt. Hierbei werden wiederum personenbezogene Gehgeschwindigkeiten verwendet.

4.5.4 ÖV

Zur Bestimmung der Reisezeiten auf ÖV-Wegen wurden aufgrund der Beschaffungsdauer der notwendigen Inputdaten zwei unterschiedliche Ansätze realisiert. Ein erstes, einfaches Modell basiert auf Daten, welche am IVT schon aufbereitet und verwendet werden. Grundlage bilden die Reisezeitmatrizen und die Haltestellentabelle aus den Modellen von Vrtic et al. (2005a). Für die Berechnung einer ÖV-Reisezeit werden die nächstgelegenen Haltestellen von Start und Ziel des Trips gesucht. Hierbei wird auch die aktuelle Tageszeit und deren

Abbildung 31: Geschwindigkeit von Fahrradfahrern



Einfluss auf die ÖV-Taktung berücksichtigt. Anschliessend wird die zugehörige Reisezeit aus der Matrix bezogen. Zusätzlich werden, wiederum unter Berücksichtigung personenbezogener Gehgeschwindigkeiten, die Laufwege zu und von den Haltestellen bestimmt.

Das zweite, detailliertere Modell basiert auf den HAFAS Daten (*HaCon Fahrplan-Auskunfts-System*). Der Datensatz beinhaltet die gesamten ÖV-Fahrplandaten der Schweiz, d.h. Daten der SBB sowie auch regionaler Anbieter wie etwa dem ZVV. Ebenfalls enthalten sind grenzquerende Verbindungen. Die Aufbereitung der Daten sowie die Erstellung einer für MATSim lesbaren Fahrplandatei wurden von der Firma senozon AG übernommen. In Kombination dieser Datei mit einem speziellen Router können ÖV-Reisezeiten innerhalb der Schweiz berechnet werden. Der angepasste Router berücksichtigt neben Umsteigezeiten auch die Tatsache, dass es sinnvoll sein kann, von einer weiter entfernten Haltestelle loszufahren, beispielsweise wenn dort andere Linien halten.

Der hohe zeitliche Aufwand für die Realisierung des zweiten Modells – rund 6 Monate für Datenbeschaffung und -aufarbeitung sowie Erstellung und Optimierung des MATSim ÖV-Modells – lässt sich durch dessen Flexibilität rechtfertigen. Verzögerungen oder Ausfall von gewählten Linien können ebenso wie zusätzliche Fahrten oder Linien durch einfache Anpassungen der MATSim Fahrplandatei modelliert werden. Überdies bildet das Modell die Grundlage, um auch Interaktionen zwischen Bussen und PWs in der Simulation abbilden zu können (siehe Abschnitt 4.4).

5 Szenario

Das Ausgangsszenario für die durchgeführten Simulationen basiert auf denselben Eingangsdaten, die bereits in der ersten Projektphase verwendet wurden. Um die für diese Phase notwendigen Informationen zu enthalten, wurde das Szenario zusätzlich um Haushalte, Fahrzeuge sowie Höhenkoordinaten erweitert. Die Implementierung der einzelnen Informationen wird nachfolgend beschrieben.

Das erweiterte Szenario Schweiz wurde wiederum iterativ optimiert, bis ein Nutzergleichgewicht erreicht wurde. Das Ergebnis dieser Simulation bildet die Ausgangslage für die Simulationsläufe mit dem um die Within-day Replanning Funktionalität erweiterten MATSim Framework.

5.1 Haushalte

Basierend auf den Daten der Eidgenössischen Volkszählung 2000 (Bundesamt für Statistik (BFS), 2000), auf der auch schon die synthetische Bevölkerung basiert, wurden die Haushalte generiert, zu denen die einzelnen Personen gehören. Die Tagespläne aller Mitglieder eines Haushaltes wurden dabei so angepasst, dass alle Personen im selben Gebäude wohnhaft sind. Personen, deren Daten in der Volkszählung nicht vollständig enthalten sind, wurden den vorhandenen Daten und Randbedingungen entsprechend Haushalten zugeordnet. Die Zuordnung erfolgte z.B. nur zu Mehrpersonen- und Sammelhaushalten, nicht jedoch zu Einpersonenhaushalten.

5.2 Modell der Fahrzeugflotte

5.2.1 Modellschätzung

Das Flottenmodell, welches in MATSim implementiert wurde, basiert auf den Daten der Studie von Erath und Axhausen (2010). In einer repräsentativen Stichprobe wurde 409 Haushalte mit Fahrzeugbesitz bezüglich ihrer Fahrzeugen befragt. Zusätzlich wurden Stated-Preference-Experimente durchgeführt, bei denen die Haushalte in Szenarien mit verschiedenen Ölpreisen ihre Fahrzeugflotte anpassen mussten.

Aus diesen Daten wurde ein Multiple-Discrete-Continuous-Extreme-Value (MDCEV, siehe Bhat, 2005) geschätzt. Bei diesem Modell wurden die Parameter geschätzt, die bestimmen, welche Autotypen ein Haushalt besitzt und wie viele Kilometer im Jahr mit diesem Typ zurückgelegt

werden. Es wurden Parameter für Einkommen, Ölpreis, Anzahl Kinder, Anzahl Erwachsener pro Altersklasse, ob die Wohngemeinde eine Stadt ist und die Erreichbarkeit der Wohngemeinde geschätzt. Die Autotypen oder Klassen, zwischen denen im Modell unterschieden wurde, sind: Micro, Subkompakt, Compact, MiniMVP, Mittelklassewagen, Oberklassewagen, und Luxusauto mit Dieselantrieb, sowie Micro, Subkompakt, Compact, MiniMVP, Mittelklassewagen, Oberklassewagen, Luxusauto und Sportwagen mit Benzinmotor und eine Klasse für alternative Antriebstechnologien (Hybrid, Elektro oder Gas). Eine ausführliche Beschreibung des Modells und dessen Implementierungen geben Jäggi et al. (2012).

5.2.2 Vorhersage

Mit dem aus dem Modell erhaltenen Parameterset konnte der Vorhersage-Algorithmus von Pinjari und Bhat (2010) benutzt werden. Die Grundlage für die Vorhersage sind alle Haushalte der Schweiz aus dem Zensus 2000, wie sie auch in der MATSim Population vorhanden sind. Mit einem separaten Modell, welches auf dem Mikrozensus (Bundesamt für Statistik (BFS), 2006) basiert, wurden das Haushaltseinkommen und die Anzahl Autos auf alle Haushalte extrapoliert. Ein weiteres Teilmodell (ebenfalls basierend auf dem Mikrozensus) schätzt auf Grundlage der Anzahl Autos, Haushaltsmitglieder und der Einkommensklasse die jährliche Fahrleistung in km für alle Fahrzeuge im Haushalt. Über die für jeden Haushalt vorhandene Gemeindenummer werden zusätzlich Variablen für das städtische Umfeld und die Erreichbarkeiten für IV und ÖV zugespielt. Mit diesen Informationen wird ein Inputfile erstellt, welches als Grundlage für die Simulation dient.

Im Algorithmus der Simulation wird die Fahrleistung pro Haushalt gemäss dem oben beschriebenen Modell auf die Fahrzeugklassen verteilt. Da die Anzahl Autos aus der Vorhersage nicht unbedingt mit der Anzahl Autos aus dem Inputfile übereinstimmt, werden die Ergebnisse nachbearbeitet. Bei Vorhersage zu vieler Autos werden diejenigen mit der grössten Fahrleistung verwendet, bei zu wenigen wird angenommen, dass mehrere Autos derselben Fahrzeugklasse angehören. Daraus resultiert schlussendlich eine Datei, die für jeden Haushalt der Schweiz die Anzahl Autos, die jeweilige Fahrleistung und die Fahrzeugklasse enthält.

Das beschriebene Modell liefert lediglich die Fahrzeugflotte für Ein- und Mehrpersonenhaushalte. Da für Sammelhaushalte (z.B. Wohnheime, Kasernen, usw.) nicht genügend Informationen vorliegen, um ein vergleichbares Modell zu schätzen, wird ein anderer Ansatz gewählt. Jede Person, die laut Attributierung immer ein Fahrzeug zur Verfügung hat, wird mit einem Mittelklassefahrzeug mit fünf Sitzplätzen ausgestattet.

5.3 Höhenkoordinaten für das Verkehrsnetz

Für die Bestimmung der Neigung eines Strassenstückes wurde das Strassennetz um Höhenkoordinaten erweitert. Koordinaten innerhalb der Schweiz werden aus dem digitalen Höhenmodell DHM25 (Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 2012) bestimmt, Koordinaten ausserhalb der Schweiz basieren auf Daten der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM, National Aeronautics and Space Administration, 2012). Auf dieselbe Weise können Gebäude mit Höheninformationen versehen werden, um etwa bei Überschwemmungsszenarien bestimmen zu können, welche Gebäude als sicher betrachtet werden können.

5.4 Verhaltensmodell

5.4.1 Informierung der Bevölkerung

Ein erstes Modell adressiert die Informierung der Bevölkerung. Einerseits können alle Haushalte unmittelbar informiert werden. Andererseits erlaubt es das Modell, unter Verwendung einer Rayleigh Verteilung, die Bevölkerung erst nach und nach zu informieren. Für den letzteren Fall sind die Parameter der Verteilung so gewählt, dass nach rund 25 Minuten alle Haushalte informiert sind. Hierbei wird vereinfachend angenommen, dass alle Mitglieder eines Haushaltes zeitgleich informiert werden bzw. dass das erste informierte Mitglieder als erste Reaktion die restlichen Mitglieder informiert.

5.4.2 Befolgen der Evakuationsanweisung

Für die Entscheidung, ob ein betroffener Haushalt evakuiert oder nicht, wurden zwei unterschiedliche Modelle erstellt. Es wird jeweils angenommen, dass der Haushalt die Entscheidung gemeinsam trifft und diese auch von allen Mitgliedern befolgt wird. Unter einem betroffenen Haushalt wird in diesem Zusammenhang ein Haushalt verstanden, dessen Standort im zu evakuierenden Gebiet liegt. Haushalte, die nicht betroffen sind, evakuieren grundsätzlich unmittelbar nach deren Informierung und treffen sich zuhause.

Ein erstes Modell wählt zufällig zwischen den beiden Optionen *Haushalt evakuiert sofort* und *Haushalt evakuiert nicht*. Die Wahrscheinlichkeit für die Entscheidung *Haushalt evakuiert sofort* kann dabei vorgegeben werden. Dieses Modell kann etwa zur Untersuchung der Extremfälle *alle Haushalte evakuieren* und *alle Haushalte treffen sich zuhause* genutzt werden.

Das zweite Modell der Evakuationsentscheidung eines betroffenen Haushaltes basiert auf den Ergebnissen der durchgeführten Bevölkerungsbefragung (siehe Abschnitt 3.3). Wird der Haushalt über die bevorstehende Evakuierung informiert, entscheidet erst jedes Mitglied für sich, welche Option (*sofort*, *später* oder *nie evakuieren*) bevorzugt wird. Anschliessend werden die einzelnen Entscheidungen aufsummiert und mittels Zufallszahl die Haushaltsentscheidung bestimmt. Sind in einem Haushalt beispielsweise drei Personen für eine sofortige und eine weitere Person für eine verzögerte Evakuierung, so liegt die Wahrscheinlichkeit, dass der Haushalt sofort evakuiert bei 75%.

Haushalte, die verzögert evakuieren, wählen einen Zeitpunkt, bis zu dem sie spätestens das betroffene Gebiet verlassen haben wollen. Hierbei wird davon ausgegangen, dass der späteste Zeitpunkt bekannt ist, bis zu dem man das betroffene Gebiet verlassen haben sollte. Beispiele wären etwa ein Großfeuer, bei dem eine sofortige Evakuierung nötig ist, oder ein sich langsam entwickelndes Hochwasser, bei dem die Situation erst nach einigen Stunden kritisch wird. Die späteste Evakuierungszeit, die ein Haushalt akzeptiert, wird wie folgt berechnet:

$$t_1 = \frac{1}{2} (t_{\text{späteste, empfohlene Evakuierungszeit}} - t_{\text{jetzt}}) \quad (5)$$

$$t_2 \text{ wird mittels einer Rayleigh Verteilung gewählt : } 0 \leq t_2 \leq t_1 \quad (6)$$

$$t_{\text{späteste, akzeptierte Evakuierungszeit}} = t_{\text{jetzt}} + t_1 + t_2, \text{ d.h.} \quad (7)$$

$$t_{\text{späteste, akzeptierte Evakuierungszeit}} \leq t_{\text{späteste, empfohlene Evakuierungszeit}} \quad (8)$$

Die späteste, akzeptierte Abfahrtszeit eines Haushaltes (bzw. seiner einzelnen Mitglieder) ergibt sich aus der spätesten, akzeptierten Evakuationszeit abzüglich der Reisezeit von der aktuellen Position der Haushaltsmitglieder bis zum Rand des evakuierten Gebiets. Die Reisezeit wird dabei unter Berücksichtigung der Haushaltsmitglieder über die derzeitigen Verkehrsflüsse abgeschätzt.

$$t_{\text{späteste, akzeptierte Abfahrtszeit}} = t_{\text{späteste, akzeptierte Evakuierungszeit}} - t_{\text{Reisezeit für Evakuierung}} \quad (9)$$

5.4.3 Wahl eines Treffpunktes

Abbildung 33 zeigt, anhand welcher Kriterien ein evakuierender Haushalt das Vorgehen bei der Evakuierung festlegt, was insbesondere auch die Wahl eines Treffpunktes beinhaltet. Grundsätz-

lich wird davon ausgegangen, dass Haushalte bevorzugt gemeinsam evakuieren. Deshalb ist ein Haushalt unter Umständen gewillt, sich erst zuhause zu versammeln, auch wenn eine getrennte Evakuierung aller Mitglieder möglicherweise schneller vonstatten gehen könnte. Umgekehrt kann sich die Evakuationszeit eines Haushalts durch ein Treffen am Wohnort sogar verkürzen, etwa wenn dadurch alle Mitglieder den Haushalts-PW nutzen können.

Um entscheiden zu können, ob gemeinsam oder doch getrennt evakuiert werden soll, schätzt ein Haushalt die Dauern der Optionen *treffen zuhause und gemeinsam evakuieren* und *getrennt evakuieren* ab. Dies geschieht unter Berücksichtigung der verfügbaren Verkehrsmittel und der aktuellen Verkehrsflüsse. Die erste Option wird grundsätzlich bevorzugt – Haushalte sind gewillt, sie zu wählen, selbst wenn sie bis zu einer Stunde länger geschätzt wird (der jeweils akzeptierte Wert hängt vom betroffenen Haushalt und dem Verhältnis der beiden geschätzten Dauern ab).

5.4.4 Fahrzeugnutzung

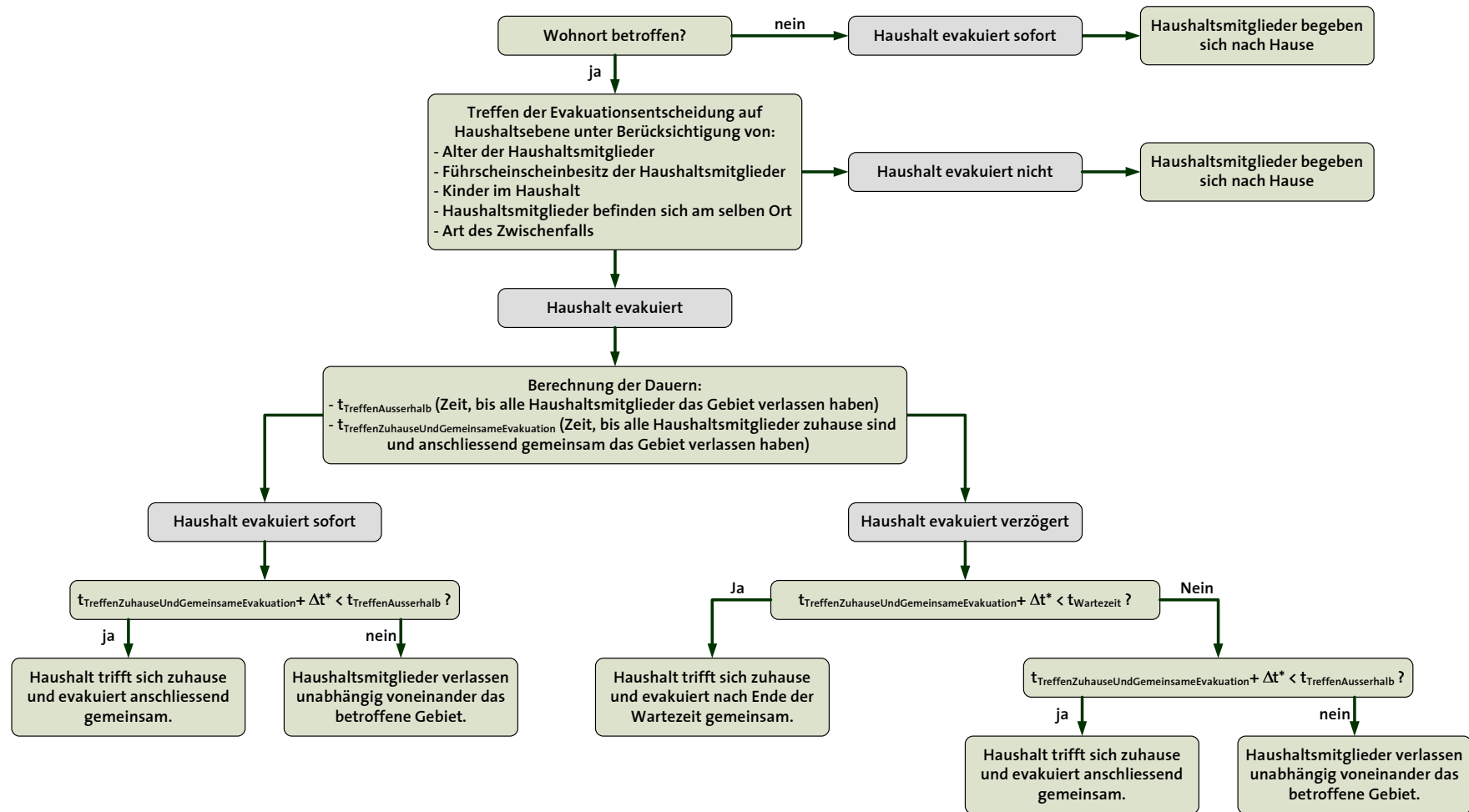
Hat sich ein gesamter Haushalt an einem Treffpunkt versammelt, beginnt er mit der Evakuierung. Bevorzugt wird dabei eine Evakuierung mittels vorhandener Fahrzeuge. Sind mehrere Fahrzeuge und Fahrer vorhanden, so werden die Fahrzeuge nach ihrer vorhandenen Kapazität, d.h. Anzahl der Sitzplätze, geordnet, wobei solche mit höherer Kapazität die Liste anführen. Ebenso werden die Personen nach ihrer Fortbewegungsgeschwindigkeit zu Fuss geordnet. Die langsamsten Personen werden bei der Befüllung der Fahrzeuge zuerst gewählt. Bieten die Fahrzeuge nicht genügend Kapazität, evakuieren sich die übrig gebliebenen Personen zu Fuss oder via ÖV.

5.4.5 Auflesen von Fussgängern

Für die Entscheidung, ob Fussgänger von Autofahrer aufgelesen werden können oder nicht, gibt es zwei unterschiedliche Modi im Simulationsmodell. Einerseits sind alle oder kein Fahrer bereit, Fussgänger aufzulesen. Andererseits wird ein Modell, welches ebenfalls auf den Ergebnissen der Bevölkerungsbefragung (siehe Abschnitt 3.3) basiert, angewandt, um für jeden Fahrer zu bestimmen, ob dieser Fussgänger *immer*, *nie* oder nur, *falls Platz im PW verfügbar ist* (d.h. wenn auch nach dem Auflesen noch mindestens ein Sitzplatz frei ist), aufliest.

Befinden sich ein Fahrer, der Fussgänger auflesen würde, und Fussgänger auf demselben Strassenstück, so wird geprüft, ob ein Auflesen möglich ist. Dabei wird in einem ersten Schritt geprüft, ob das Fahrzeug über ausreichend freie Kapazität verfügt. Trifft dies zu, werden die Zielorte von Fahrer und Fussgänger verglichen. Dabei werden die folgenden Regeln angewandt:

Abbildung 33: Treffen der Evakuationsentscheidung und Wahl eines Treffpunktes



Δt^* ... Ein Haushalt bevorzugt die Variante, sich zuhause zu treffen und anschliessend gemeinsam zu evakuieren. Die Haushaltsmitglieder sind gewillt, diese Variante zu wählen, selbst wenn sie eine Zeitdauer Δt länger dauert als die direkte (jedoch getrennte) Evakuierung.

- Fahrer, deren Zielort innerhalb des evakuierten Gebietes liegt, lesen keine Fussgänger auf.
- Stimmen Zielort von Fahrer und Fussgänger überein, so nimmt der Fahrer den Fussgänger bis dorthin mit. Ansonsten verlässt der Fussgänger das Fahrzeug wieder, sobald dieses das evakuierte Gebiet verlassen hat.
- Der Fahrer passt seine geplante Route nicht nach den Wünschen und Bedürfnissen des Fussgängers an. Es werden lediglich zusätzliche *Auflese*- und/oder *Absetze*-Aktivitäten in den Tagesplan eingefügt.

5.5 Menschen mit besonderen Bedürfnissen

Menschen mit besonderen besonderen Bedürfnissen werden im Szenario nicht gesondert berücksichtigt. D.h. Krankenhäuser, Pflegeheime, Gefängnisse usw. werden nicht speziell modelliert und entsprechend behandelt. Hierfür wäre es nötig, für jede dieser Einrichtungen ein Verhaltensmodell zu definieren und zu implementieren, was jedoch in enger Zusammenarbeit mit der jeweiligen Einrichtung geschehen müsste. Die Ergebnisse der nachfolgend beschriebenen Simulationsläufe liefern Grundlagendaten wie etwa zu erwartende Verkehrsdichten und Reisezeiten, welche bei der Erstellung von Verhaltensstrategien für die genannten Institutionen herangezogen werden können.

6 Simulationsläufe

6.1 Überblick

Aus zeitlichen Gründen wurden die ersten 32 Simulationsläufe bereits durchgeführt, noch bevor die Bevölkerungsbefragung durchgeführt und die basierend darauf geschätzten Verhaltensmodelle verfügbar waren. Somit werden in diesen Läufen lediglich die einfachen Verhaltensmodelle für das Treffen der Evakuationsentscheidung sowie die Entscheidung, ob Fussgänger aufgelesen werden, verwendet.

Neben der Verfügbarkeit der erweiterten Verhaltensmodelle stand für die Simulationsläufe 33–212 auch das Modul zur Berechnung von ÖV-Reisezeiten basierend auf dem HAFAS-Datensatz zur Verfügung. Für die vorangegangenen Simulationen wurde hingegen noch der ältere, matrizenbasierte Ansatz genutzt. Um den Einfluss des neuen ÖV-Reisezeitenmoduls untersuchen zu können, wurden für die Läufe 33–40 die erweiterten Verhaltensmodelle noch nicht eingesetzt.

Für die Läufe 1–80 wurden die Parameter so gewählt, dass der Suchraum optimal über alle Evakuierungsgebiete abgedeckt wird. Die Läufe 81–104 nutzen Parameter für den besten bzw. schlechtesten zu erwartenden Zustand. Für den schlechtesten Fall bedeutet dies beispielsweise, dass die Strassenverhältnisse durch Schneefahrbahn beeinträchtigt sind und dass auch der ÖV-Betrieb eingestellt ist. Im besten Fall hingegen agieren alle Personen rational und alle Autofahrer sind gewillt, Fussgänger aufzulesen. Die Läufe für den besten bzw. schlechtesten Fall wurden jeweils zweimal durchgeführt, wobei nur die Anzahl teilnehmender Personen verändert wurde (einmal modellbasiert, einmal 5% bzw. 95% der Bevölkerung). Nach einer ersten Auswertung der Läufe 1–104 wurden weitere Läufe (105–212) durchgeführt, um die identifizierten Effekte genauer untersuchen zu können.

Einen Überblick über die durchgeführten Simulationsläufe und die jeweils genutzten Parameter liefern die Tabellen 12 bis 18. Die nachfolgende Liste beschreibt die in den Tabellen verwendeten Eingabeparameter sowie deren Ausprägungen:

- *betroffenes Gebiet*
 - Zone 1
 - Zone 1 und Sektor 2 der Zone 2
 - Zonen 1 und 2
- *Startzeit der Evakuierung*
 - 03:00

- 08:00
- *Teilnehmende Haushalte*

Die Wahl von 5 und 95% anstelle von 0 und 100% erlaubt es auch, Aussagen über die Reisezeit derjenigen Personen zu treffen, welche sich nicht wie die überwiegende Mehrheit der Bevölkerung verhält.

 - 5%
 - 95%
 - modellbasiert
- *Kenntnis der Evakuationsaufforderung*
 - unmittelbar
 - verteilt, unter Verwendung einer Rayleigh Verteilung
- *Strassenverhältnisse*
 - unverändert
 - gleichmässige Behinderung: verursacht etwa durch Starkregen oder Schneefahrbahn Reduzierung der Strassenkapazitäten um 30% sowie Senkung der Maximalgeschwindigkeiten um 35% (siehe z.B. Agarwal et al., 2005; Transportation Research Board, 2010).
- *Mitnahme von Fussgängern*
 - immer
 - nie
 - modellbasiert
- *ÖV-Betrieb*
 - unverändert
 - Betrieb eingestellt
- *Anteil panischer Personen*

Panisches Verhalten wird im Modell vereinfacht dargestellt. Eine panisch agierende Person wählt ihre Route zufällig im Netz, bevorzugt dabei aber Strassenstücke, welche vom KKW wegführen. Die vorhandene Verkehrsbelastung wird nicht berücksichtigt.

 - 0%
 - 10%
- *Kenntnisse der Verkehrsflüsse*
 - vollständig
 - eingeschränkt: Je weiter entfernt ein Strassenstück ist, desto grösser ist die Unsicherheit einer Person bei der Abschätzung der Verkehrsflüsse (und damit der Reisezeit) auf dem Stück.

Tabelle 12: Simulationsläufe 1–32

Lauf	betroffenes Gebiet	Startzeit	Teilnehmende	Kenntnis der	Strassenverhältnisse	Mitnehmen von	ÖV	Anteil panischer	Kenntnis der
			Haushalte	Evakuierungsaufforderung		Fussgängern		Personen	Verkehrsflüsse
1	Zone 1	8:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
2	Zone 1	8:00	50%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	10%	eingeschränkt
3	Zonen 1 und 2	3:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
4	Zone 1	8:00	50%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
5	Zonen 1 und 2	3:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	10%	vollständig
6	Zonen 1 und 2	8:00	50%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
7	Zone 1	3:00	95%	verteilt	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	0%	eingeschränkt
8	Zonen 1 und 2	8:00	5%	unmittelbar	unverändert	immer	unverändert	10%	eingeschränkt
9	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	95%	unmittelbar	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
10	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	unmittelbar	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
11	Zonen 1 und 2	8:00	95%	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	0%	eingeschränkt
12	Zonen 1 und 2	3:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
13	Zonen 1 und 2	3:00	95%	unmittelbar	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
14	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	50%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
15	Zonen 1 und 2	8:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	0%	vollständig
16	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	95%	verteilt	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
17	Zonen 1 und 2	3:00	50%	verteilt	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
18	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	50%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	10%	vollständig
19	Zone 1	3:00	95%	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
20	Zonen 1 und 2	8:00	5%	verteilt	unverändert	nie	unverändert	0%	eingeschränkt
21	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	verteilt	unverändert	immer	unverändert	10%	vollständig
22	Zone 1	3:00	5%	unmittelbar	unverändert	immer	unverändert	0%	eingeschränkt
23	Zone 1	8:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	10%	vollständig
24	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	95%	unmittelbar	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
25	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	5%	verteilt	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	10%	eingeschränkt
26	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	50%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	0%	vollständig
27	Zone 1	3:00	95%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	10%	vollständig
28	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	5%	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
29	Zone 1	3:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
30	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	0%	vollständig
31	Zone 1	3:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
32	Zone 1	8:00	95%	verteilt	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	10%	vollständig

Tabelle 13: Simulationsläufe 33–62

Lauf	betroffenes Gebiet	Startzeit	Teilnehmende	Kenntnis der	Strassenverhältnisse	Mitnehmen von	ÖV	Anteil panischer	Kenntnis der
			Haushalte	Evakuierungsaufforderung		Fussgängern		Personen	Verkehrsflüsse
33	Zonen 1 und 2	3:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
34	Zonen 1 und 2	3:00	5%	verteilt	unverändert	nie	unverändert	0%	eingeschränkt
35	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	95%	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	0%	vollständig
36	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
37	Zone 1	3:00	5%	unmittelbar	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
38	Zonen 1 und 2	3:00	95%	verteilt	unverändert	nie	unverändert	0%	vollständig
39	Zone 1	8:00	5%	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	10%	eingeschränkt
40	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	0%	vollständig
41	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	Modell	verteilt	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	0%	vollständig
42	Zonen 1 und 2	3:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
43	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	Modell	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	10%	eingeschränkt
44	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
45	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	verteilt	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
46	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	Modell	verteilt	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
47	Zonen 1 und 2	3:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	10%	vollständig
48	Zone 1	8:00	Modell	verteilt	unverändert	nie	unverändert	0%	eingeschränkt
49	Zonen 1 und 2	3:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	Modell	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
50	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	verteilt	gleichmässige Behinderung	Modell	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
51	Zone 1	3:00	95%	verteilt	unverändert	Modell	unverändert	10%	eingeschränkt
52	Zonen 1 und 2	8:00	95%	verteilt	unverändert	Modell	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
53	Zonen 1 und 2	3:00	50%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	Modell	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
54	Zonen 1 und 2	3:00	5%	unmittelbar	unverändert	Modell	unverändert	0%	vollständig
55	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	95%	unmittelbar	unverändert	Modell	unverändert	0%	eingeschränkt
56	Zone 1	3:00	50%	unmittelbar	unverändert	Modell	unverändert	0%	vollständig
57	Zone 1	3:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	Modell	unverändert	0%	vollständig
58	Zone 1	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	Modell	unverändert	10%	vollständig
59	Zonen 1 und 2	3:00	Modell	verteilt	unverändert	Modell	unverändert	10%	vollständig
60	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	Modell	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
61	Zone 1	8:00	Modell	verteilt	gleichmässige Behinderung	Modell	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
62	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	verteilt	unverändert	Modell	unverändert	0%	vollständig

Tabelle 14: Simulationsläufe 63–92

Lauf	betroffenes Gebiet	Startzeit	Teilnehmende Haushalte	Kenntnis der Evakuierungsaufforderung	Strassenverhältnisse	Mitnehmen von Fussgängern	ÖV	Anteil panischer Personen	Kenntnis der Verkehrsflüsse
63	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	Modell	unverändert	10%	eingeschränkt
64	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	Modell	verteilt	unverändert	Modell	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
65	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	verteilt	gleichmässige Behinderung	Modell	unverändert	10%	vollständig
66	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	Modell	unmittelbar	unverändert	Modell	unverändert	0%	eingeschränkt
67	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	Modell	verteilt	gleichmässige Behinderung	Modell	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
68	Zone 1	8:00	Modell	verteilt	unverändert	Modell	unverändert	10%	eingeschränkt
69	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	Modell	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
70	Zone 1	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	Modell	unverändert	0%	eingeschränkt
71	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	verteilt	gleichmässige Behinderung	Modell	unverändert	10%	eingeschränkt
72	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	Modell	verteilt	gleichmässige Behinderung	Modell	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
73	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
74	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	0%	eingeschränkt
75	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
76	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	verteilt	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
77	Zone 1	3:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
78	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	10%	eingeschränkt
79	Zone 1	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	10%	eingeschränkt
80	Zonen 1 und 2	3:00	Modell	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
81	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	verteilt	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
82	Zonen 1 und 2	8:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
83	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	verteilt	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
84	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
85	Zone 1	8:00	Modell	verteilt	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
86	Zone 1	8:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
87	Zonen 1 und 2	3:00	Modell	verteilt	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
88	Zonen 1 und 2	3:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
89	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	Modell	verteilt	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
90	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
91	Zone 1	3:00	Modell	verteilt	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
92	Zone 1	3:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt

Tabelle 15: Simulationsläufe 93–122

Lauf	betroffenes Gebiet	Startzeit	Teilnehmende	Kenntnis der	Strassenverhältnisse	Mitnehmen von	ÖV	Anteil panischer	Kenntnis der
			Haushalte	Evakuierungsaufforderung		Fussgängern		Personen	Verkehrsflüsse
93	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
94	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
95	Zone 1	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
96	Zonen 1 und 2	3:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
97	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
98	Zone 1	3:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
99	Zonen 1 und 2	8:00	5%	verteilt	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
100	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	verteilt	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
101	Zone 1	8:00	5%	verteilt	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
102	Zonen 1 und 2	3:00	5%	verteilt	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
103	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	3:00	5%	verteilt	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
104	Zone 1	3:00	5%	verteilt	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
105	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	10%	vollständig
106	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
107	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	verteilt	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
108	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
109	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
110	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
111	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	verteilt	unverändert	nie	unverändert	10%	vollständig
112	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
113	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	0%	eingeschränkt
114	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	verteilt	unverändert	nie	unverändert	0%	eingeschränkt
115	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
116	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	10%	vollständig
117	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	0%	vollständig
118	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	unmittelbar	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
119	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	0%	vollständig
120	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	0%	vollständig
121	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	10%	eingeschränkt
122	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	0%	eingeschränkt

Tabelle 16: Simulationsläufe 123–152

Lauf	betroffenes Gebiet	Startzeit	Teilnehmende	Kenntnis der	Strassenverhältnisse	Mitnehmen von	ÖV	Anteil panischer	Kenntnis der
			Haushalte	Evakuierungsaufforderung		Fussgängern		Personen	Verkehrsflüsse
123	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	0%	eingeschränkt
124	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	verteilt	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
125	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	0%	vollständig
126	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	0%	vollständig
127	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	verteilt	unverändert	nie	unverändert	0%	vollständig
128	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
129	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	5%	unmittelbar	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
130	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	verteilt	unverändert	immer	unverändert	10%	vollständig
131	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	10%	eingeschränkt
132	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	95%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	0%	eingeschränkt
133	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
134	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	95%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	0%	vollständig
135	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	95%	verteilt	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
136	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	0%	vollständig
137	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	95%	verteilt	unverändert	nie	unverändert	0%	vollständig
138	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	95%	unmittelbar	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
139	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	95%	verteilt	unverändert	immer	unverändert	10%	vollständig
140	Zone 1, Zone 2 Sektor 2	8:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	10%	eingeschränkt
141	Zonen 1 und 2	8:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	10%	vollständig
142	Zonen 1 und 2	8:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
143	Zonen 1 und 2	8:00	5%	verteilt	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
144	Zonen 1 und 2	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
145	Zonen 1 und 2	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
146	Zonen 1 und 2	8:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
147	Zonen 1 und 2	8:00	5%	verteilt	unverändert	nie	unverändert	10%	vollständig
148	Zonen 1 und 2	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
149	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	0%	eingeschränkt
150	Zonen 1 und 2	8:00	5%	verteilt	unverändert	nie	unverändert	0%	eingeschränkt
151	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
152	Zonen 1 und 2	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	10%	vollständig

Tabelle 17: Simulationsläufe 153–182

Lauf	betroffenes Gebiet	Startzeit	Teilnehmende Haushalte	Kenntnis der Evakuierungsaufforderung	Strassenverhältnisse	Mitnehmen von Fussgängern	ÖV	Anteil panischer Personen	Kenntnis der Verkehrsflüsse
153	Zonen 1 und 2	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	0%	vollständig
154	Zonen 1 und 2	8:00	5%	unmittelbar	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
155	Zonen 1 und 2	8:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	0%	vollständig
156	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	0%	vollständig
157	Zonen 1 und 2	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	10%	eingeschränkt
158	Zonen 1 und 2	8:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	0%	eingeschränkt
159	Zonen 1 und 2	8:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	0%	eingeschränkt
160	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	verteilt	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
161	Zonen 1 und 2	8:00	5%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	0%	vollständig
162	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	0%	vollständig
163	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	verteilt	unverändert	nie	unverändert	0%	vollständig
164	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
165	Zonen 1 und 2	8:00	5%	unmittelbar	unverändert	immer	unverändert	0%	vollständig
166	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	verteilt	unverändert	immer	unverändert	10%	vollständig
167	Zonen 1 und 2	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	10%	eingeschränkt
168	Zonen 1 und 2	8:00	95%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	0%	eingeschränkt
169	Zonen 1 und 2	8:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
170	Zonen 1 und 2	8:00	95%	unmittelbar	unverändert	nie	unverändert	0%	vollständig
171	Zonen 1 und 2	8:00	95%	verteilt	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
172	Zonen 1 und 2	8:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	0%	vollständig
173	Zonen 1 und 2	8:00	95%	verteilt	unverändert	nie	unverändert	0%	vollständig
174	Zonen 1 und 2	8:00	95%	unmittelbar	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	10%	vollständig
175	Zonen 1 und 2	8:00	95%	verteilt	unverändert	immer	unverändert	10%	vollständig
176	Zonen 1 und 2	8:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer	unverändert	10%	eingeschränkt
177	Zone1	8:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	unverändert	10%	vollständig
178	Zone1	8:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
179	Zone1	8:00	5%	verteilt	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
180	Zone1	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	immer	Betrieb eingestellt	0%	vollständig
181	Zone1	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	nie	Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
182	Zone1	8:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	nie	Betrieb eingestellt	10%	vollständig

Tabelle 18: Simulationsläufe 183–212

Lauf	betroffenes Gebiet	Startzeit	Teilnehmende	Kenntnis der		Mitnehmen von		ÖV	Anteil panischer Personen	Kenntnis der Verkehrsflüsse
			Haushalte	Evakuierungsaufforderung	Strassenverhältnisse	Fussgängern				
183	Zone1	8:00	5%	verteilt	unverändert	nie		unverändert	10%	vollständig
184	Zone1	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	immer		unverändert	0%	vollständig
185	Zone1	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	nie		unverändert	0%	eingeschränkt
186	Zone1	8:00	5%	verteilt	unverändert	nie		unverändert	0%	eingeschränkt
187	Zone1	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie		Betrieb eingestellt	0%	vollständig
188	Zone1	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	nie		unverändert	10%	vollständig
189	Zone1	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	nie		unverändert	0%	vollständig
190	Zone1	8:00	5%	unmittelbar	unverändert	nie		Betrieb eingestellt	10%	eingeschränkt
191	Zone1	8:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	nie		unverändert	0%	vollständig
192	Zone1	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	nie		unverändert	0%	vollständig
193	Zone1	8:00	50%	unmittelbar	unverändert	nie		unverändert	10%	eingeschränkt
194	Zone1	8:00	5%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer		unverändert	0%	eingeschränkt
195	Zone1	8:00	50%	verteilt	gleichmässige Behinderung	immer		unverändert	0%	eingeschränkt
196	Zone1	8:00	Modell	verteilt	unverändert	nie		Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
197	Zone1	8:00	5%	unmittelbar	unverändert	nie		unverändert	0%	vollständig
198	Zone1	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie		unverändert	0%	vollständig
199	Zone1	8:00	Modell	verteilt	unverändert	nie		unverändert	0%	vollständig
200	Zone1	8:00	Modell	unmittelbar	unverändert	immer		Betrieb eingestellt	10%	vollständig
201	Zone1	8:00	5%	unmittelbar	unverändert	immer		unverändert	0%	vollständig
202	Zone1	8:00	Modell	verteilt	unverändert	immer		unverändert	10%	vollständig
203	Zone1	8:00	Modell	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer		unverändert	10%	eingeschränkt
204	Zone1	8:00	95%	unmittelbar	unverändert	nie		unverändert	0%	eingeschränkt
205	Zone1	8:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie		Betrieb eingestellt	0%	vollständig
206	Zone1	8:00	95%	unmittelbar	unverändert	nie		unverändert	0%	vollständig
207	Zone1	8:00	95%	verteilt	unverändert	nie		Betrieb eingestellt	0%	eingeschränkt
208	Zone1	8:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	nie		unverändert	0%	vollständig
209	Zone1	8:00	95%	verteilt	unverändert	nie		unverändert	0%	vollständig
210	Zone1	8:00	95%	unmittelbar	unverändert	immer		Betrieb eingestellt	10%	vollständig
211	Zone1	8:00	95%	verteilt	unverändert	immer		unverändert	10%	vollständig
212	Zone1	8:00	95%	unmittelbar	gleichmässige Behinderung	immer		unverändert	10%	eingeschränkt

Nachfolgend werden die Simulationsergebnisse tabellarisch und mittels Diagrammen aufgeführt. Hierfür wurden absolute Zahlen aus den Simulationsergebnissen (z.B. Anzahl evakuierender Personen; Anzahl ÖV nutzender Personen, usw.) jeweils auf die Hunderterstelle gerundet. Gleichzeitig werden in Tabellen, welche Zeiten (Zeit für die Rückkehr nach Hause oder Evakuationszeit) enthalten, Einträge für Personengruppen < 50 Personen herausgefiltert. Dies erleichtert die Lesbarkeit und Interpretierbarkeit der Ergebnisse, da unrealistisch hohe Werte, verursacht etwa durch einzelne Ausreisser in kleinen Gruppen, vermieden werden. An dieser Stelle muss auch nochmals darauf hingewiesen werden, dass die Simulationsergebnisse nicht auf Ebene einzelner Agenten, sondern immer in aggregierter Form betrachtet werden müssen. Hierfür sollte die Stichprobengrösse mindestens 30, besser 50 oder mehr Agenten betragen, was durch die vorgenommene Filterung erreicht wird.

Einen Überblick über die Anzahl Personen, die in den einzelnen Läufen das Evakuationsgebiet verlassen, geben die Tabellen 19 bis 22. Zusätzlich geben die Tabellen Aufschluss über die Häufigkeit der dafür gewählten Verkehrsmittel (siehe auch Abbildungen 34 bis 37).

Die Tabellen 23 bis 26 listen für jeden Lauf die Anzahl Personen auf, die im Evakuationsgebiet wohnen, jedoch nicht an der Evakuierung teilnehmen. Unterschieden wird dabei zwischen Personen, die bereits zuhause sind und solchen, die sich noch dorthin begeben müssen. Bei Letzteren wird je nach Verkehrsmittel unterschieden. Für die Zahlen der Tabellen 27 bis 30 werden nur jene Personen berücksichtigt, welche noch nicht zuhause sind. Die relativen Angaben entsprechen also somit auch der anteilmässigen Nutzung der Verkehrsmittel für die Rückkehr nach Hause.

Die Verteilung der Verkehrsmittelwahl für die Rückkehr nach Hause wird in den Abbildungen 38 bis 41) gezeigt. Bei einzelnen Simulationsläufen ist die Anzahl nach Hause zurückkehrender Personen sehr gering (Evakuierungsbeginn um 03:00, nur Zone 1 betroffen; z.B. Läufe 57, 77 und 98), so dass sich ungewöhnliche Verteilungen ergeben. Diese besitzen jedoch aufgrund der geringen Stichprobengrösse nur eine geringe Aussagekraft.

Tabelle 19: Das Evakuationsgebiet verlassende Personen (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)		Auto (Mitfahrer)		Fussgänger		ÖV		Velo	
1	1'500	600	(40.0%)	600	(40.0%)	200	(13.3%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
2	15'300	6'100	(39.9%)	6'400	(41.8%)	400	(2.6%)	2'300	(15.0%)	100	(0.7%)
3	19'900	6'600	(33.2%)	12'000	(60.3%)	1'200	(6.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
4	15'300	6'100	(39.9%)	7'400	(48.4%)	1'400	(9.2%)	300	(2.0%)	100	(0.7%)
5	374'100	126'000	(33.7%)	199'000	(53.2%)	4'400	(1.2%)	43'900	(11.7%)	700	(0.2%)
6	212'000	82'500	(38.9%)	95'800	(45.2%)	29'200	(13.8%)	3'800	(1.8%)	900	(0.4%)
7	27'300	9'100	(33.3%)	14'700	(53.8%)	0	(0.0%)	3'400	(12.5%)	0	(0.0%)
8	21'800	8'600	(39.4%)	9'700	(44.5%)	300	(1.4%)	3'100	(14.2%)	100	(0.5%)
9	247'700	103'700	(41.9%)	124'300	(50.2%)	14'000	(5.7%)	4'500	(1.8%)	1'200	(0.5%)
10	13'100	5'500	(42.0%)	5'500	(42.0%)	1'900	(14.5%)	200	(1.5%)	100	(0.8%)
11	405'000	158'400	(39.1%)	181'200	(44.7%)	3'200	(0.8%)	60'600	(15.0%)	1'800	(0.4%)
12	196'100	66'200	(33.8%)	104'400	(53.2%)	24'900	(12.7%)	200	(0.1%)	400	(0.2%)
13	375'200	126'300	(33.7%)	244'500	(65.2%)	3'200	(0.9%)	400	(0.1%)	700	(0.2%)
14	113'500	38'400	(33.8%)	60'100	(53.0%)	14'500	(12.8%)	300	(0.3%)	200	(0.2%)
15	403'100	156'100	(38.7%)	182'600	(45.3%)	2'800	(0.7%)	59'900	(14.9%)	1'700	(0.4%)
16	216'500	73'600	(34.0%)	140'600	(64.9%)	1'200	(0.6%)	700	(0.3%)	400	(0.2%)
17	196'400	66'300	(33.8%)	104'400	(53.2%)	25'100	(12.8%)	200	(0.1%)	400	(0.2%)
18	113'500	38'400	(33.8%)	60'000	(52.9%)	1'900	(1.7%)	13'000	(11.5%)	200	(0.2%)
19	27'400	9'200	(33.6%)	17'700	(64.6%)	300	(1.1%)	200	(0.7%)	0	(0.0%)
20	21'500	8'600	(40.0%)	9'400	(43.7%)	100	(0.5%)	3'200	(14.9%)	100	(0.5%)
21	13'000	5'500	(42.3%)	5'300	(40.8%)	200	(1.5%)	1'900	(14.6%)	100	(0.8%)
22	1'400	500	(35.7%)	800	(57.1%)	0	(0.0%)	200	(14.3%)	0	(0.0%)
23	15'300	6'200	(40.5%)	6'200	(40.5%)	600	(3.9%)	2'200	(14.4%)	100	(0.7%)
24	248'000	103'600	(41.8%)	103'100	(41.6%)	35'600	(14.4%)	4'500	(1.8%)	1'200	(0.5%)
25	11'100	3'800	(34.2%)	5'900	(53.2%)	100	(0.9%)	1'300	(11.7%)	0	(0.0%)
26	113'500	38'400	(33.8%)	60'100	(53.0%)	0	(0.0%)	14'800	(13.0%)	200	(0.2%)
27	27'300	9'100	(33.3%)	14'700	(53.8%)	300	(1.1%)	3'100	(11.4%)	0	(0.0%)
28	11'100	3'800	(34.2%)	6'300	(56.8%)	1'000	(9.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
29	1'400	500	(35.7%)	800	(57.1%)	200	(14.3%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
30	128'800	52'900	(41.1%)	53'700	(41.7%)	1'200	(0.9%)	20'300	(15.8%)	700	(0.5%)
31	14'300	4'800	(33.6%)	8'900	(62.2%)	500	(3.5%)	100	(0.7%)	0	(0.0%)
32	29'900	12'200	(40.8%)	11'900	(39.8%)	5'200	(17.4%)	400	(1.3%)	200	(0.7%)
33	19'900	7'500	(37.7%)	11'400	(57.3%)	800	(4.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
34	19'300	7'500	(38.9%)	11'100	(57.5%)	0	(0.0%)	700	(3.6%)	0	(0.0%)
35	216'400	83'400	(38.5%)	123'600	(57.1%)	100	(0.0%)	9'000	(4.2%)	300	(0.1%)
36	128'300	57'900	(45.1%)	61'200	(47.7%)	5'800	(4.5%)	2'900	(2.3%)	600	(0.5%)
37	1'400	500	(35.7%)	900	(64.3%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
38	375'000	144'300	(38.5%)	214'800	(57.3%)	800	(0.2%)	14'600	(3.9%)	600	(0.2%)
39	1'400	600	(42.9%)	600	(42.9%)	0	(0.0%)	100	(7.1%)	0	(0.0%)
40	12'900	5'800	(45.0%)	5'900	(45.7%)	100	(0.8%)	1'100	(8.5%)	100	(0.8%)
41	137'600	51'200	(37.2%)	80'800	(58.7%)	100	(0.1%)	5'300	(3.9%)	200	(0.1%)
42	238'300	88'400	(37.1%)	140'700	(59.0%)	8'700	(3.7%)	100	(0.0%)	400	(0.2%)
43	137'500	51'100	(37.2%)	80'800	(58.8%)	800	(0.6%)	4'600	(3.3%)	200	(0.1%)
44	105'700	49'600	(46.9%)	49'000	(46.4%)	4'700	(4.4%)	1'800	(1.7%)	500	(0.5%)
45	172'800	80'200	(46.4%)	82'900	(48.0%)	6'800	(3.9%)	2'100	(1.2%)	700	(0.4%)
46	137'400	51'200	(37.3%)	80'700	(58.7%)	5'100	(3.7%)	100	(0.1%)	200	(0.1%)
47	238'100	88'300	(37.1%)	140'600	(59.1%)	800	(0.3%)	7'900	(3.3%)	400	(0.2%)
48	11'500	5'100	(44.3%)	5'000	(43.5%)	100	(0.9%)	1'200	(10.4%)	100	(0.9%)
49	196'600	75'600	(38.5%)	119'300	(60.7%)	1'200	(0.6%)	200	(0.1%)	300	(0.2%)
50	12'600	5'800	(46.0%)	5'800	(46.0%)	700	(5.6%)	300	(2.4%)	100	(0.8%)
51	27'400	10'400	(38.0%)	16'000	(58.4%)	0	(0.0%)	1'000	(3.6%)	0	(0.0%)
52	410'000	181'500	(44.3%)	204'900	(50.0%)	17'400	(4.2%)	4'600	(1.1%)	1'600	(0.4%)
53	196'700	75'600	(38.4%)	120'100	(61.1%)	500	(0.3%)	200	(0.1%)	300	(0.2%)

Tabelle 20: Das Evakuationsgebiet verlassende Personen (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)		Auto (Mitfahrer)		Fussgänger		ÖV		Velo	
54	19'900	7'600	(38.2%)	11'500	(57.8%)	0	(0.0%)	800	(4.0%)	0	(0.0%)
55	250'900	113'200	(45.1%)	111'500	(44.4%)	1'400	(0.6%)	23'800	(9.5%)	1'100	(0.4%)
56	14'400	5'400	(37.5%)	8'400	(58.3%)	0	(0.0%)	600	(4.2%)	0	(0.0%)
57	17'200	6'200	(36.0%)	10'300	(59.9%)	0	(0.0%)	700	(4.1%)	0	(0.0%)
58	12'100	5'400	(44.6%)	5'300	(43.8%)	300	(2.5%)	1'000	(8.3%)	100	(0.8%)
59	238'800	88'700	(37.1%)	142'000	(59.5%)	100	(0.0%)	7'600	(3.2%)	400	(0.2%)
60	175'200	80'200	(45.8%)	85'600	(48.9%)	6'500	(3.7%)	2'200	(1.3%)	700	(0.4%)
61	11'500	5'200	(45.2%)	5'300	(46.1%)	900	(7.8%)	100	(0.9%)	100	(0.9%)
62	105'100	49'500	(47.1%)	44'000	(41.9%)	600	(0.6%)	10'400	(9.9%)	500	(0.5%)
63	170'600	76'700	(45.0%)	80'100	(47.0%)	1'300	(0.8%)	11'800	(6.9%)	700	(0.4%)
64	137'700	51'200	(37.2%)	85'500	(62.1%)	600	(0.4%)	100	(0.1%)	200	(0.1%)
65	168'000	76'600	(45.6%)	77'400	(46.1%)	1'500	(0.9%)	11'800	(7.0%)	700	(0.4%)
66	137'700	51'200	(37.2%)	81'100	(58.9%)	100	(0.1%)	5'100	(3.7%)	200	(0.1%)
67	137'600	51'200	(37.2%)	85'600	(62.2%)	400	(0.3%)	100	(0.1%)	200	(0.1%)
68	11'800	5'400	(45.8%)	5'000	(42.4%)	300	(2.5%)	1'100	(9.3%)	100	(0.8%)
69	170'400	76'700	(45.0%)	85'200	(50.0%)	4'900	(2.9%)	2'800	(1.6%)	700	(0.4%)
70	11'700	5'200	(44.4%)	5'300	(45.3%)	100	(0.9%)	1'100	(9.4%)	100	(0.9%)
71	168'100	76'700	(45.6%)	77'400	(46.0%)	1'400	(0.8%)	11'800	(7.0%)	700	(0.4%)
72	137'400	51'200	(37.3%)	85'600	(62.3%)	300	(0.2%)	100	(0.1%)	200	(0.1%)
73	101'000	47'200	(46.7%)	46'800	(46.3%)	4'200	(4.2%)	2'300	(2.3%)	500	(0.5%)
74	168'900	76'700	(45.4%)	77'700	(46.0%)	900	(0.5%)	12'900	(7.6%)	700	(0.4%)
75	105'600	49'500	(46.9%)	45'600	(43.2%)	8'100	(7.7%)	1'800	(1.7%)	500	(0.5%)
76	104'000	49'600	(47.7%)	47'200	(45.4%)	4'900	(4.7%)	1'800	(1.7%)	500	(0.5%)
77	17'200	6'300	(36.6%)	10'800	(62.8%)	100	(0.6%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
78	175'200	80'100	(45.7%)	79'500	(45.4%)	2'000	(1.1%)	13'000	(7.4%)	700	(0.4%)
79	11'800	5'300	(44.9%)	5'200	(44.1%)	300	(2.5%)	900	(7.6%)	100	(0.8%)
80	238'800	88'700	(37.1%)	149'100	(62.4%)	500	(0.2%)	100	(0.0%)	400	(0.2%)
81	173'300	80'100	(46.2%)	77'500	(44.7%)	800	(0.5%)	14'200	(8.2%)	700	(0.4%)
82	400'600	173'700	(43.4%)	195'700	(48.9%)	23'300	(5.8%)	6'400	(1.6%)	1'500	(0.4%)
83	105'100	49'500	(47.1%)	44'000	(41.9%)	600	(0.6%)	10'400	(9.9%)	500	(0.5%)
84	242'200	108'800	(44.9%)	110'500	(45.6%)	16'400	(6.8%)	5'400	(2.2%)	1'100	(0.5%)
85	11'500	5'100	(44.3%)	5'000	(43.5%)	100	(0.9%)	1'200	(10.4%)	100	(0.9%)
86	28'800	12'600	(43.8%)	13'000	(45.1%)	2'800	(9.7%)	300	(1.0%)	200	(0.7%)
87	239'000	88'800	(37.2%)	141'300	(59.1%)	100	(0.0%)	8'400	(3.5%)	400	(0.2%)
88	374'300	143'900	(38.4%)	215'000	(57.4%)	14'600	(3.9%)	300	(0.1%)	600	(0.2%)
89	137'800	51'400	(37.3%)	81'000	(58.8%)	100	(0.1%)	5'100	(3.7%)	200	(0.1%)
90	215'900	83'200	(38.5%)	123'500	(57.2%)	8'700	(4.0%)	200	(0.1%)	300	(0.1%)
91	17'300	6'200	(35.8%)	10'400	(60.1%)	0	(0.0%)	600	(3.5%)	0	(0.0%)
92	27'300	10'300	(37.7%)	15'800	(57.9%)	1'100	(4.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
93	170'300	76'800	(45.1%)	79'500	(46.7%)	10'500	(6.2%)	2'800	(1.6%)	700	(0.4%)
94	102'900	47'400	(46.1%)	45'500	(44.2%)	7'200	(7.0%)	2'300	(2.2%)	500	(0.5%)
95	11'900	5'300	(44.5%)	5'200	(43.7%)	1'200	(10.1%)	100	(0.8%)	100	(0.8%)
96	238'100	88'300	(37.1%)	140'600	(59.1%)	8'600	(3.6%)	100	(0.0%)	400	(0.2%)
97	137'300	51'000	(37.1%)	80'800	(58.8%)	5'200	(3.8%)	100	(0.1%)	200	(0.1%)
98	17'200	6'200	(36.0%)	10'300	(59.9%)	700	(4.1%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
99	21'500	9'600	(44.7%)	10'200	(47.4%)	100	(0.5%)	1'600	(7.4%)	100	(0.5%)
100	13'100	6'100	(46.6%)	5'600	(42.7%)	100	(0.8%)	1'200	(9.2%)	100	(0.8%)
101	1'400	600	(42.9%)	600	(42.9%)	0	(0.0%)	100	(7.1%)	0	(0.0%)
102	19'300	7'500	(38.9%)	11'100	(57.5%)	0	(0.0%)	700	(3.6%)	0	(0.0%)
103	11'100	4'300	(38.7%)	6'400	(57.7%)	0	(0.0%)	400	(3.6%)	0	(0.0%)
104	1'400	500	(35.7%)	800	(57.1%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
105	12'800	5'800	(45.3%)	5'800	(45.3%)	200	(1.6%)	1'000	(7.8%)	100	(0.8%)
106	12'900	5'800	(45.0%)	5'900	(45.7%)	800	(6.2%)	300	(2.3%)	100	(0.8%)

Tabelle 21: Das Evakuationsgebiet verlassende Personen (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	13'000	6'100 (46.9%)	5'800 (44.6%)	800 (6.2%)	200 (1.5%)	100 (0.8%)
108	130'600	59'700 (45.7%)	61'600 (47.2%)	6'600 (5.1%)	2'200 (1.7%)	600 (0.5%)
109	130'600	59'700 (45.7%)	58'300 (44.6%)	9'800 (7.5%)	2'200 (1.7%)	600 (0.5%)
110	127'700	57'900 (45.3%)	57'400 (44.9%)	9'000 (7.0%)	2'800 (2.2%)	600 (0.5%)
111	13'000	6'000 (46.2%)	5'600 (43.1%)	200 (1.5%)	1'100 (8.5%)	100 (0.8%)
112	132'100	59'800 (45.3%)	58'400 (44.2%)	800 (0.6%)	12'600 (9.5%)	600 (0.5%)
113	107'100	49'700 (46.4%)	45'900 (42.9%)	500 (0.5%)	10'500 (9.8%)	500 (0.5%)
114	13'100	6'100 (46.6%)	5'600 (42.7%)	100 (0.8%)	1'200 (9.2%)	100 (0.8%)
115	103'300	47'300 (45.8%)	45'900 (44.4%)	7'100 (6.9%)	2'400 (2.3%)	500 (0.5%)
116	131'300	59'600 (45.4%)	57'900 (44.1%)	1'800 (1.4%)	11'400 (8.7%)	600 (0.5%)
117	132'000	59'700 (45.2%)	58'400 (44.2%)	800 (0.6%)	12'600 (9.5%)	600 (0.5%)
118	13'100	6'000 (45.8%)	5'900 (45.0%)	1'000 (7.6%)	200 (1.5%)	100 (0.8%)
119	128'800	57'800 (44.9%)	58'000 (45.0%)	900 (0.7%)	11'400 (8.9%)	600 (0.5%)
120	107'100	49'700 (46.4%)	45'900 (42.9%)	500 (0.5%)	10'500 (9.8%)	500 (0.5%)
121	131'300	59'600 (45.4%)	57'900 (44.1%)	1'800 (1.4%)	11'400 (8.7%)	600 (0.5%)
122	12'900	5'800 (45.0%)	5'900 (45.7%)	100 (0.8%)	1'100 (8.5%)	100 (0.8%)
123	128'900	58'000 (45.0%)	58'000 (45.0%)	900 (0.7%)	11'400 (8.8%)	600 (0.5%)
124	103'900	49'500 (47.6%)	44'000 (42.3%)	8'100 (7.8%)	1'800 (1.7%)	500 (0.5%)
125	13'300	6'000 (45.1%)	5'900 (44.4%)	100 (0.8%)	1'200 (9.0%)	100 (0.8%)
126	103'800	47'400 (45.7%)	45'900 (44.2%)	600 (0.6%)	9'400 (9.1%)	500 (0.5%)
127	105'100	49'500 (47.1%)	44'000 (41.9%)	600 (0.6%)	10'400 (9.9%)	500 (0.5%)
128	105'700	49'600 (46.9%)	49'000 (46.4%)	4'700 (4.4%)	1'800 (1.7%)	500 (0.5%)
129	13'300	6'000 (45.1%)	5'900 (44.4%)	100 (0.8%)	1'200 (9.0%)	100 (0.8%)
130	104'500	49'400 (47.3%)	44'000 (42.1%)	1'100 (1.1%)	9'500 (9.1%)	500 (0.5%)
131	103'400	47'500 (45.9%)	45'800 (44.3%)	1'000 (1.0%)	8'600 (8.3%)	500 (0.5%)
132	250'900	113'200 (45.1%)	111'400 (44.4%)	1'400 (0.6%)	23'800 (9.5%)	1'100 (0.4%)
133	242'700	108'300 (44.6%)	111'500 (45.9%)	16'200 (6.7%)	5'600 (2.3%)	1'100 (0.5%)
134	251'000	113'300 (45.1%)	111'400 (44.4%)	1'400 (0.6%)	23'800 (9.5%)	1'100 (0.4%)
135	249'400	114'600 (46.0%)	110'500 (44.3%)	19'100 (7.7%)	4'100 (1.6%)	1'100 (0.4%)
136	244'000	108'600 (44.5%)	111'500 (45.7%)	1'600 (0.7%)	21'200 (8.7%)	1'100 (0.5%)
137	252'000	114'500 (45.4%)	110'500 (43.8%)	1'500 (0.6%)	24'300 (9.6%)	1'100 (0.4%)
138	247'700	113'300 (45.7%)	117'200 (47.3%)	12'100 (4.9%)	4'100 (1.7%)	1'100 (0.4%)
139	250'900	114'500 (45.6%)	110'300 (44.0%)	2'900 (1.2%)	22'100 (8.8%)	1'200 (0.5%)
140	243'100	108'800 (44.8%)	111'100 (45.7%)	2'600 (1.1%)	19'400 (8.0%)	1'100 (0.5%)
141	21'400	9'200 (43.0%)	10'500 (49.1%)	200 (0.9%)	1'400 (6.5%)	100 (0.5%)
142	21'500	9'200 (42.8%)	10'600 (49.3%)	1'200 (5.6%)	400 (1.9%)	100 (0.5%)
143	21'500	9'700 (45.1%)	10'500 (48.8%)	1'000 (4.7%)	200 (0.9%)	100 (0.5%)
144	215'600	94'600 (43.9%)	108'900 (50.5%)	8'800 (4.1%)	2'500 (1.2%)	800 (0.4%)
145	215'900	94'900 (44.0%)	103'300 (47.8%)	14'400 (6.7%)	2'500 (1.2%)	800 (0.4%)
146	211'300	92'400 (43.7%)	102'100 (48.3%)	12'700 (6.0%)	3'300 (1.6%)	800 (0.4%)
147	21'400	9'600 (44.9%)	10'100 (47.2%)	200 (0.9%)	1'400 (6.5%)	100 (0.5%)
148	216'500	94'600 (43.7%)	103'400 (47.8%)	1'000 (0.5%)	16'600 (7.7%)	800 (0.4%)
149	175'800	80'000 (45.5%)	80'000 (45.5%)	800 (0.5%)	14'200 (8.1%)	700 (0.4%)
150	21'500	9'600 (44.7%)	10'200 (47.4%)	100 (0.5%)	1'600 (7.4%)	100 (0.5%)
151	171'200	76'800 (44.9%)	80'400 (47.0%)	10'500 (6.1%)	2'900 (1.7%)	700 (0.4%)
152	215'600	94'700 (43.9%)	102'500 (47.5%)	2'500 (1.2%)	15'100 (7.0%)	800 (0.4%)
153	216'500	94'700 (43.7%)	103'300 (47.7%)	1'100 (0.5%)	16'600 (7.7%)	800 (0.4%)
154	21'700	9'500 (43.8%)	10'400 (47.9%)	1'500 (6.9%)	200 (0.9%)	100 (0.5%)
155	212'700	92'300 (43.4%)	103'200 (48.5%)	1'300 (0.6%)	15'100 (7.1%)	800 (0.4%)
156	175'500	79'800 (45.5%)	80'000 (45.6%)	800 (0.5%)	14'200 (8.1%)	700 (0.4%)
157	215'600	94'700 (43.9%)	102'500 (47.5%)	2'500 (1.2%)	15'100 (7.0%)	800 (0.4%)
158	21'500	9'200 (42.8%)	10'600 (49.3%)	100 (0.5%)	1'500 (7.0%)	100 (0.5%)
159	212'900	92'500 (43.4%)	103'200 (48.5%)	1'200 (0.6%)	15'100 (7.1%)	800 (0.4%)

Tabelle 22: Das Evakuationsgebiet verlassende Personen (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)		Auto (Mitfahrer)		Fussgänger		ÖV		Velo	
160	172'700	80'200	(46.4%)	77'400	(44.8%)	12'300	(7.1%)	2'100	(1.2%)	700	(0.4%)
161	21'900	9'500	(43.4%)	10'500	(47.9%)	100	(0.5%)	1'700	(7.8%)	100	(0.5%)
162	171'300	76'700	(44.8%)	80'400	(46.9%)	800	(0.5%)	12'800	(7.5%)	700	(0.4%)
163	173'300	80'100	(46.2%)	77'400	(44.7%)	800	(0.5%)	14'200	(8.2%)	700	(0.4%)
164	174'500	80'000	(45.8%)	85'200	(48.8%)	6'500	(3.7%)	2'100	(1.2%)	700	(0.4%)
165	21'900	9'500	(43.4%)	10'500	(47.9%)	100	(0.5%)	1'700	(7.8%)	100	(0.5%)
166	172'700	80'100	(46.4%)	77'400	(44.8%)	1'500	(0.9%)	12'900	(7.5%)	800	(0.5%)
167	170'600	76'700	(45.0%)	80'100	(47.0%)	1'300	(0.8%)	11'800	(6.9%)	700	(0.4%)
168	411'000	178'900	(43.5%)	196'900	(47.9%)	2'000	(0.5%)	31'600	(7.7%)	1'500	(0.4%)
169	402'900	173'600	(43.1%)	198'000	(49.1%)	23'300	(5.8%)	6'500	(1.6%)	1'400	(0.3%)
170	410'500	178'500	(43.5%)	196'900	(48.0%)	2'000	(0.5%)	31'600	(7.7%)	1'500	(0.4%)
171	411'500	181'400	(44.1%)	195'400	(47.5%)	28'400	(6.9%)	4'800	(1.2%)	1'600	(0.4%)
172	403'400	173'700	(43.1%)	198'000	(49.1%)	2'100	(0.5%)	28'200	(7.0%)	1'400	(0.3%)
173	412'500	180'800	(43.8%)	195'400	(47.4%)	2'200	(0.5%)	32'500	(7.9%)	1'600	(0.4%)
174	408'200	179'200	(43.9%)	206'500	(50.6%)	16'300	(4.0%)	4'700	(1.2%)	1'500	(0.4%)
175	411'100	181'200	(44.1%)	194'800	(47.4%)	4'000	(1.0%)	29'600	(7.2%)	1'600	(0.4%)
176	401'200	173'800	(43.3%)	196'700	(49.0%)	3'400	(0.8%)	25'800	(6.4%)	1'500	(0.4%)
177	1'500	700	(46.7%)	600	(40.0%)	0	(0.0%)	100	(6.7%)	0	(0.0%)
178	1'500	600	(40.0%)	700	(46.7%)	100	(6.7%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
179	1'400	600	(42.9%)	700	(50.0%)	100	(7.1%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
180	15'100	6'400	(42.4%)	7'300	(48.3%)	1'300	(8.6%)	100	(0.7%)	100	(0.7%)
181	15'100	6'400	(42.4%)	6'900	(45.7%)	1'600	(10.6%)	100	(0.7%)	100	(0.7%)
182	15'200	6'700	(44.1%)	6'700	(44.1%)	1'600	(10.5%)	100	(0.7%)	100	(0.7%)
183	1'500	700	(46.7%)	600	(40.0%)	0	(0.0%)	100	(6.7%)	0	(0.0%)
184	15'000	6'400	(42.7%)	6'900	(46.0%)	200	(1.3%)	1'300	(8.7%)	100	(0.7%)
185	11'700	5'200	(44.4%)	5'300	(45.3%)	100	(0.9%)	1'100	(9.4%)	100	(0.9%)
186	1'400	600	(42.9%)	600	(42.9%)	0	(0.0%)	100	(7.1%)	0	(0.0%)
187	11'600	5'100	(44.0%)	5'200	(44.8%)	1'200	(10.3%)	100	(0.9%)	100	(0.9%)
188	15'400	6'800	(44.2%)	6'900	(44.8%)	400	(2.6%)	1'200	(7.8%)	100	(0.6%)
189	15'000	6'400	(42.7%)	6'900	(46.0%)	200	(1.3%)	1'300	(8.7%)	100	(0.7%)
190	1'500	700	(46.7%)	700	(46.7%)	200	(13.3%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
191	14'800	6'400	(43.2%)	6'700	(45.3%)	300	(2.0%)	1'300	(8.8%)	100	(0.7%)
192	11'700	5'100	(43.6%)	5'300	(45.3%)	100	(0.9%)	1'100	(9.4%)	100	(0.9%)
193	15'400	6'800	(44.2%)	6'900	(44.8%)	400	(2.6%)	1'200	(7.8%)	100	(0.6%)
194	1'500	600	(40.0%)	700	(46.7%)	0	(0.0%)	100	(6.7%)	0	(0.0%)
195	14'800	6'400	(43.2%)	6'700	(45.3%)	300	(2.0%)	1'300	(8.8%)	100	(0.7%)
196	11'600	5'100	(44.0%)	5'000	(43.1%)	1'300	(11.2%)	100	(0.9%)	100	(0.9%)
197	1'500	600	(40.0%)	700	(46.7%)	0	(0.0%)	100	(6.7%)	0	(0.0%)
198	11'600	5'100	(44.0%)	5'200	(44.8%)	200	(1.7%)	1'000	(8.6%)	100	(0.9%)
199	11'500	5'100	(44.3%)	5'000	(43.5%)	100	(0.9%)	1'200	(10.4%)	100	(0.9%)
200	12'200	5'400	(44.3%)	5'700	(46.7%)	1'000	(8.2%)	0	(0.0%)	100	(0.8%)
201	1'500	600	(40.0%)	700	(46.7%)	0	(0.0%)	100	(6.7%)	0	(0.0%)
202	11'800	5'300	(44.9%)	5'000	(42.4%)	300	(2.5%)	1'100	(9.3%)	100	(0.8%)
203	11'800	5'300	(44.9%)	5'200	(44.1%)	300	(2.5%)	900	(7.6%)	100	(0.8%)
204	28'400	12'300	(43.3%)	13'100	(46.1%)	400	(1.4%)	2'500	(8.8%)	200	(0.7%)
205	28'100	12'000	(42.7%)	13'000	(46.3%)	2'700	(9.6%)	200	(0.7%)	200	(0.7%)
206	28'400	12'200	(43.0%)	13'100	(46.1%)	400	(1.4%)	2'500	(8.8%)	200	(0.7%)
207	28'900	12'500	(43.3%)	12'800	(44.3%)	3'300	(11.4%)	100	(0.3%)	200	(0.7%)
208	28'000	12'000	(42.9%)	13'000	(46.4%)	400	(1.4%)	2'400	(8.6%)	200	(0.7%)
209	28'700	12'500	(43.6%)	12'800	(44.6%)	400	(1.4%)	2'800	(9.8%)	200	(0.7%)
210	29'400	12'900	(43.9%)	13'800	(46.9%)	2'400	(8.2%)	100	(0.3%)	200	(0.7%)
211	29'600	13'200	(44.6%)	12'900	(43.6%)	800	(2.7%)	2'600	(8.8%)	200	(0.7%)
212	28'600	12'600	(44.1%)	13'000	(45.5%)	700	(2.4%)	2'200	(7.7%)	200	(0.7%)

Tabelle 23: Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Aktivität	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
1	27'400	16'300 (59.5%)	5'500 (20.1%)	100 (0.4%)	4'200 (15.3%)	1'000 (3.6%)	300 (1.1%)
2	14'500	8'500 (58.6%)	2'900 (20.0%)	100 (0.7%)	1'800 (12.4%)	1'000 (6.9%)	200 (1.4%)
3	373'700	371'500 (99.4%)	1'000 (0.3%)	0 (0.0%)	800 (0.2%)	300 (0.1%)	100 (0.0%)
4	14'500	8'500 (58.6%)	2'900 (20.0%)	100 (0.7%)	2'300 (15.9%)	500 (3.4%)	200 (1.4%)
5	19'800	19'800 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
6	197'300	118'500 (60.1%)	39'400 (20.0%)	900 (0.5%)	30'000 (15.2%)	6'300 (3.2%)	2'200 (1.1%)
7	1'500	1'500 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
8	372'700	225'000 (60.4%)	73'600 (19.7%)	1'800 (0.5%)	39'400 (10.6%)	28'600 (7.7%)	4'300 (1.2%)
9	11'500	7'000 (60.9%)	2'300 (20.0%)	100 (0.9%)	1'800 (15.7%)	200 (1.7%)	100 (0.9%)
10	215'200	131'500 (61.1%)	41'600 (19.3%)	900 (0.4%)	34'300 (15.9%)	4'300 (2.0%)	2'600 (1.2%)
11	20'100	11'500 (57.2%)	4'200 (20.9%)	100 (0.5%)	2'300 (11.4%)	1'700 (8.5%)	300 (1.5%)
12	197'700	196'500 (99.4%)	600 (0.3%)	0 (0.0%)	400 (0.2%)	100 (0.1%)	100 (0.1%)
13	19'800	19'800 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
14	114'000	113'300 (99.4%)	300 (0.3%)	0 (0.0%)	300 (0.3%)	100 (0.1%)	0 (0.0%)
15	19'900	12'000 (60.3%)	3'900 (19.6%)	100 (0.5%)	2'100 (10.6%)	1'600 (8.0%)	200 (1.0%)
16	11'400	11'400 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
17	197'800	196'500 (99.3%)	600 (0.3%)	0 (0.0%)	500 (0.3%)	100 (0.1%)	100 (0.1%)
18	113'900	113'300 (99.5%)	300 (0.3%)	0 (0.0%)	200 (0.2%)	100 (0.1%)	0 (0.0%)
19	1'300	1'300 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
20	374'000	213'600 (57.1%)	78'800 (21.1%)	2'200 (0.6%)	40'500 (10.8%)	34'200 (9.1%)	4'700 (1.3%)
21	215'400	124'800 (57.9%)	44'300 (20.6%)	1'200 (0.6%)	25'200 (11.7%)	17'100 (7.9%)	2'800 (1.3%)
22	27'500	27'300 (99.3%)	100 (0.4%)	0 (0.0%)	100 (0.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
23	14'400	8'100 (56.3%)	3'000 (20.8%)	100 (0.7%)	2'000 (13.9%)	1'000 (6.9%)	200 (1.4%)
24	11'500	7'000 (60.9%)	2'300 (20.0%)	100 (0.9%)	1'800 (15.7%)	200 (1.7%)	100 (0.9%)
25	215'800	214'600 (99.4%)	600 (0.3%)	0 (0.0%)	400 (0.2%)	200 (0.1%)	0 (0.0%)
26	113'900	113'300 (99.5%)	300 (0.3%)	0 (0.0%)	200 (0.2%)	100 (0.1%)	0 (0.0%)
27	1'500	1'500 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
28	215'800	214'600 (99.4%)	600 (0.3%)	0 (0.0%)	500 (0.2%)	100 (0.0%)	0 (0.0%)
29	27'500	27'300 (99.3%)	100 (0.4%)	0 (0.0%)	100 (0.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
30	114'100	65'700 (57.6%)	23'600 (20.7%)	700 (0.6%)	13'100 (11.5%)	9'500 (8.3%)	1'500 (1.3%)
31	14'400	14'400 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
32	1'300	800 (61.5%)	300 (23.1%)	0 (0.0%)	200 (15.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
33	373'700	371'500 (99.4%)	1'000 (0.3%)	0 (0.0%)	800 (0.2%)	300 (0.1%)	100 (0.0%)
34	374'200	371'900 (99.4%)	1'100 (0.3%)	0 (0.0%)	600 (0.2%)	500 (0.1%)	100 (0.0%)
35	11'400	11'400 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
36	114'100	65'700 (57.6%)	23'600 (20.7%)	700 (0.6%)	20'000 (17.5%)	2'600 (2.3%)	1'500 (1.3%)
37	27'500	27'300 (99.3%)	100 (0.4%)	0 (0.0%)	100 (0.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
38	20'100	20'000 (99.5%)	100 (0.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
39	27'400	15'400 (56.2%)	5'800 (21.2%)	100 (0.4%)	2'800 (10.2%)	2'900 (10.6%)	400 (1.5%)
40	215'500	131'500 (61.0%)	41'800 (19.4%)	900 (0.4%)	18'200 (8.4%)	20'600 (9.6%)	2'500 (1.2%)
41	10'300	10'300 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
42	17'100	17'100 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
43	9'800	9'800 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
44	7'400	5'600 (75.7%)	1'000 (13.5%)	0 (0.0%)	600 (8.1%)	100 (1.4%)	100 (1.4%)
45	12'600	9'200 (73.0%)	1'900 (15.1%)	0 (0.0%)	1'300 (10.3%)	100 (0.8%)	100 (0.8%)
46	10'300	10'300 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
47	17'100	17'100 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
48	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)
49	197'700	196'500 (99.4%)	600 (0.3%)	0 (0.0%)	400 (0.2%)	100 (0.1%)	100 (0.1%)
50	215'200	124'800 (58.0%)	44'300 (20.6%)	1'200 (0.6%)	37'600 (17.5%)	4'600 (2.1%)	2'700 (1.3%)
51	1'300	1'300 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
52	20'000	11'500 (57.5%)	4'100 (20.5%)	100 (0.5%)	3'700 (18.5%)	300 (1.5%)	300 (1.5%)
53	197'100	196'100 (99.5%)	500 (0.3%)	0 (0.0%)	400 (0.2%)	100 (0.1%)	0 (0.0%)

Abbildung 34: Verkehrsmittelwahl für die Evakuierung (Läufe 1–53)

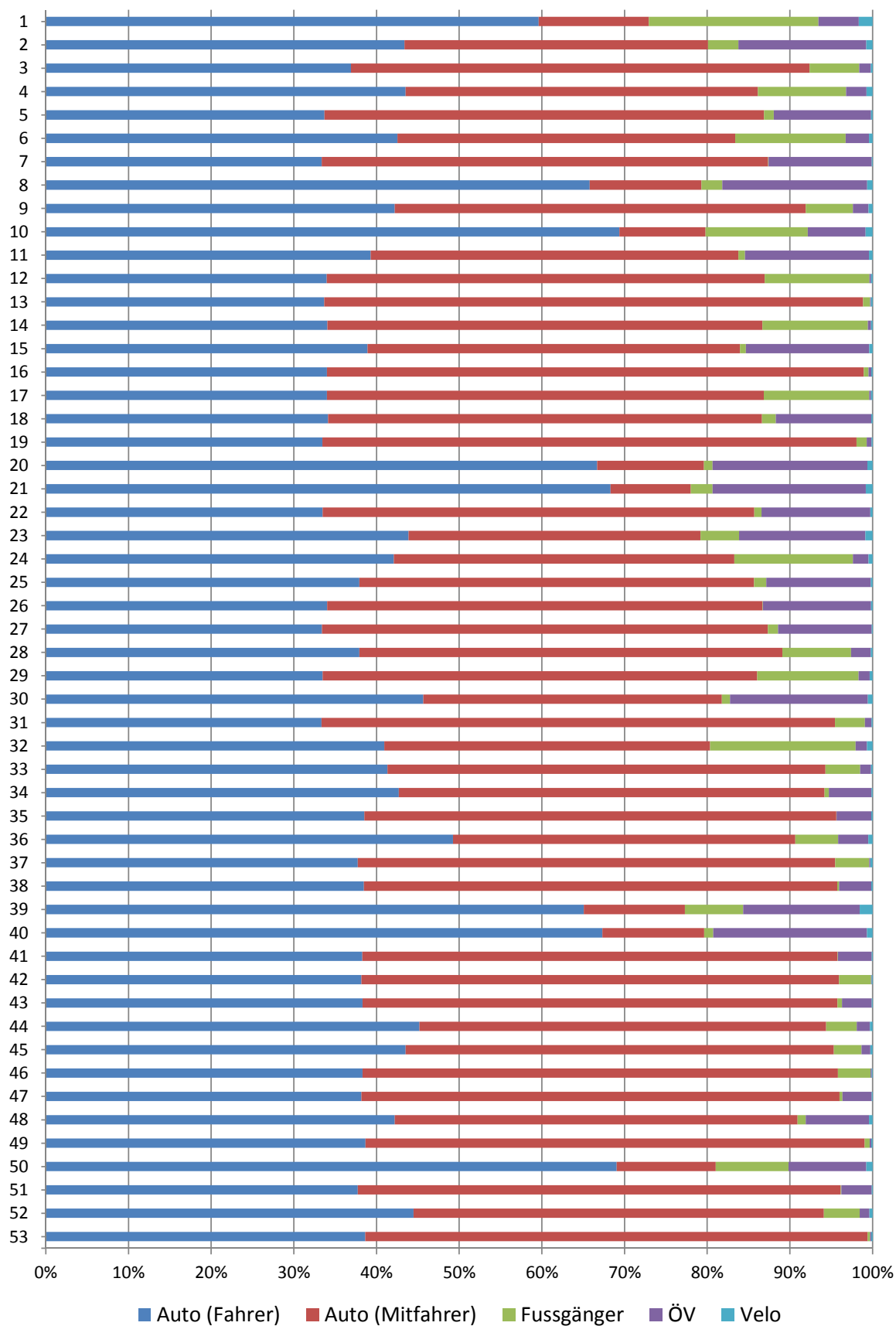


Abbildung 35: Verkehrsmittelwahl für die Evakuierung (Läufe 54–106)

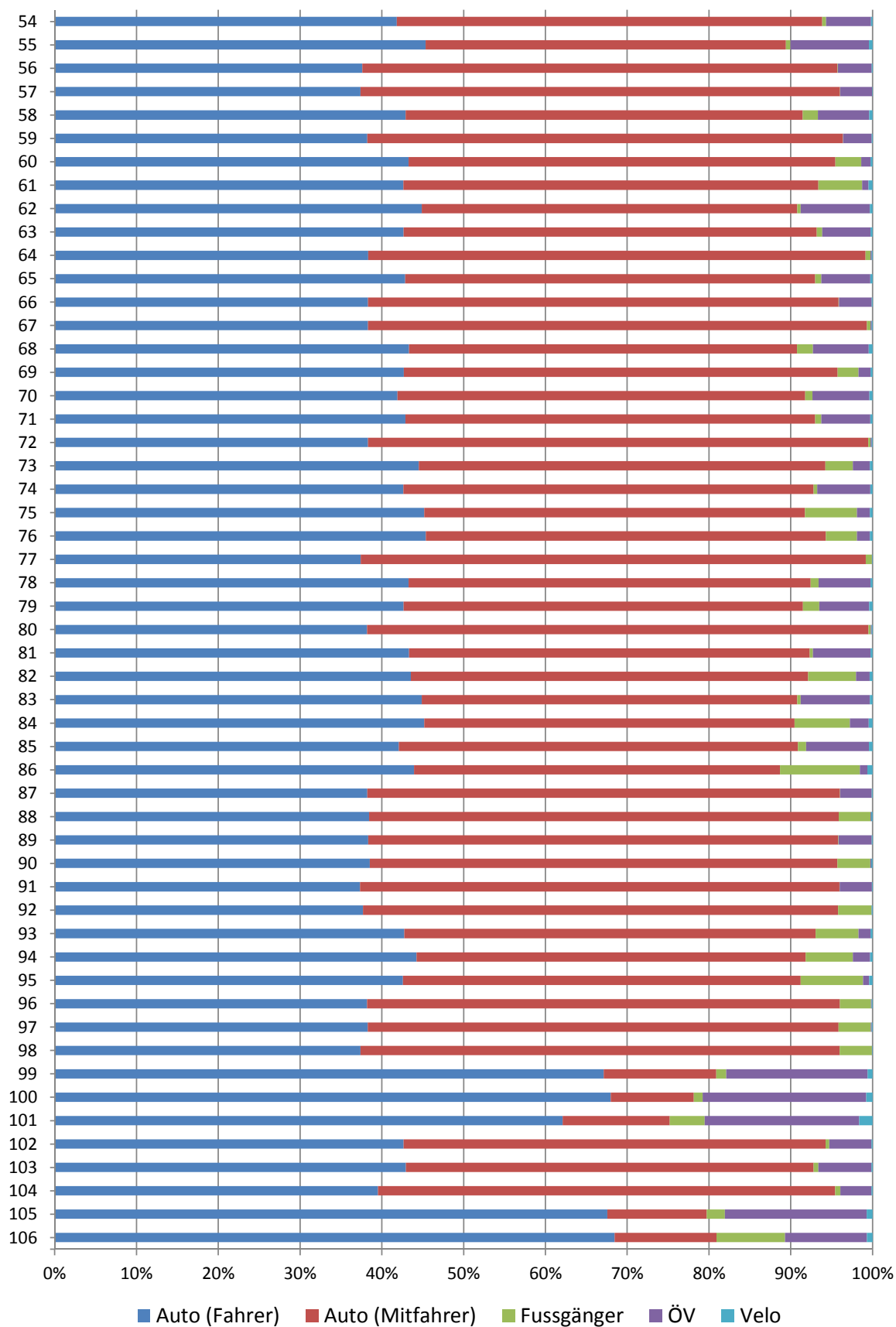


Abbildung 36: Verkehrsmittelwahl für die Evakuierung (Läufe 107–159)

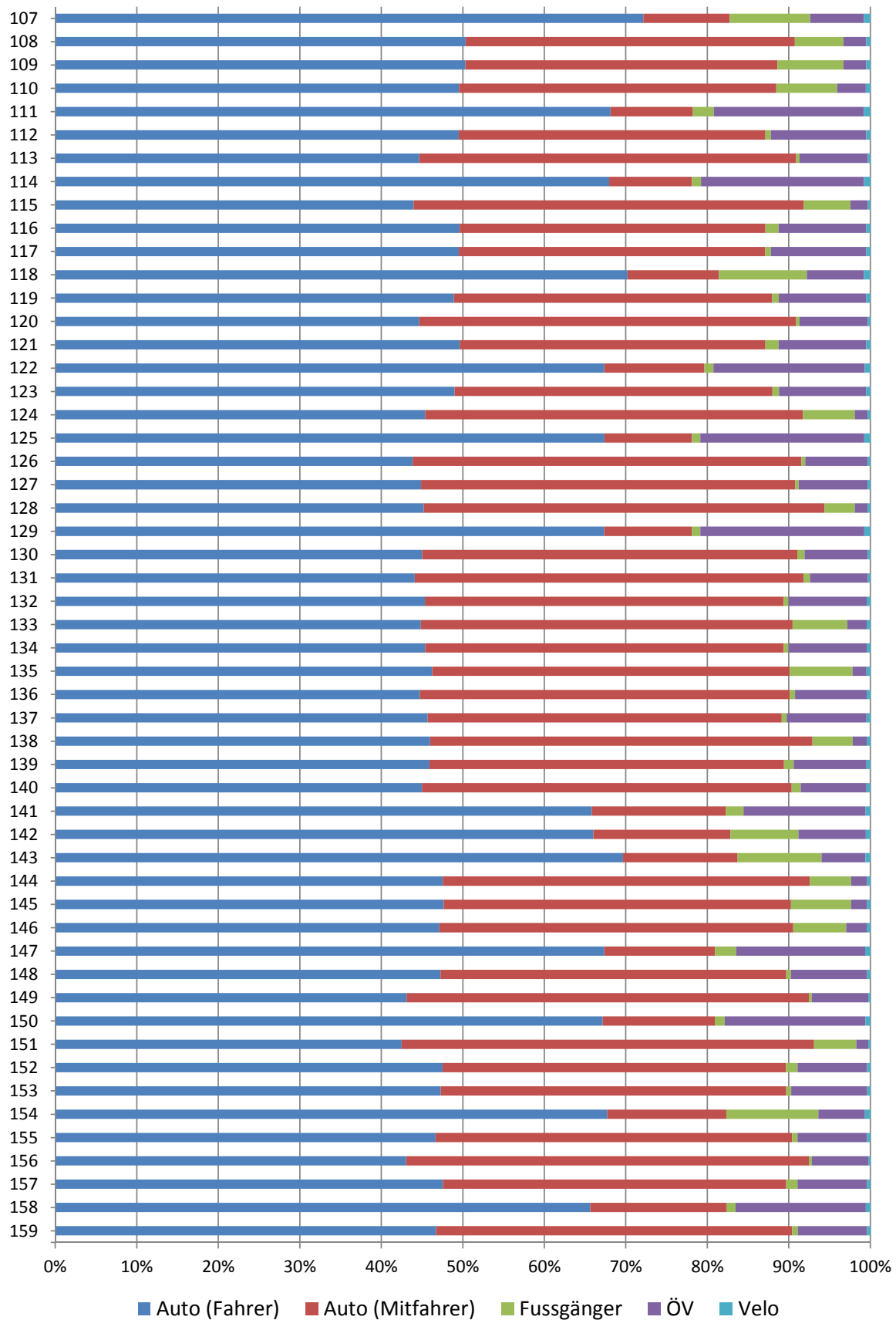


Abbildung 37: Verkehrsmittelwahl für die Evakuierung (Läufe 160–212)

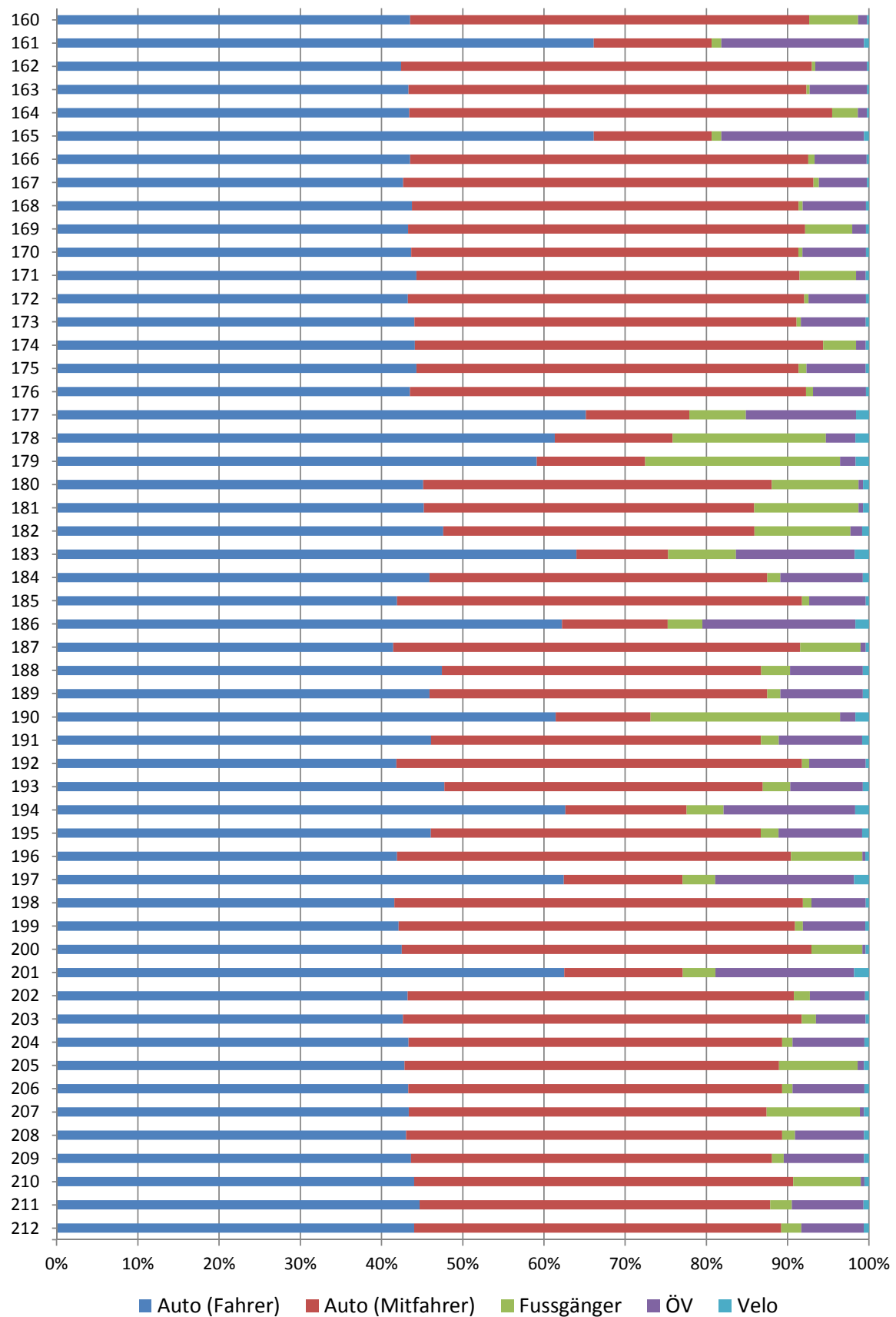


Tabelle 24: Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Aktivität	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
54	373'700	371'500 (99.4%)	1'000 (0.3%)	0 (0.0%)	600 (0.2%)	500 (0.1%)	100 (0.0%)
55	11'500	7'000 (60.9%)	2'300 (20.0%)	100 (0.9%)	800 (7.0%)	1'200 (10.4%)	100 (0.9%)
56	14'300	14'300 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
57	1'300	1'300 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
58	800	700 (87.5%)	100 (12.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
59	17'500	17'500 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
60	12'800	9'700 (75.8%)	1'800 (14.1%)	0 (0.0%)	1'100 (8.6%)	100 (0.8%)	100 (0.8%)
61	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
62	7'400	5'400 (73.0%)	1'100 (14.9%)	0 (0.0%)	300 (4.1%)	500 (6.8%)	100 (1.4%)
63	12'800	9'700 (75.8%)	1'800 (14.1%)	0 (0.0%)	600 (4.7%)	600 (4.7%)	100 (0.8%)
64	9'800	9'800 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
65	12'600	9'200 (73.0%)	1'900 (15.1%)	0 (0.0%)	700 (5.6%)	700 (5.6%)	100 (0.8%)
66	9'800	9'800 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
67	10'300	10'300 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
68	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)
69	12'800	9'700 (75.8%)	1'800 (14.1%)	0 (0.0%)	1'000 (7.8%)	200 (1.6%)	100 (0.8%)
70	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)
71	12'600	9'200 (73.0%)	1'900 (15.1%)	0 (0.0%)	700 (5.6%)	700 (5.6%)	100 (0.8%)
72	10'300	10'300 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
73	7'400	5'400 (73.0%)	1'100 (14.9%)	0 (0.0%)	700 (9.5%)	100 (1.4%)	100 (1.4%)
74	12'600	9'200 (73.0%)	1'900 (15.1%)	0 (0.0%)	600 (4.8%)	800 (6.3%)	100 (0.8%)
75	7'400	5'600 (75.7%)	1'000 (13.5%)	0 (0.0%)	600 (8.1%)	100 (1.4%)	100 (1.4%)
76	7'400	5'400 (73.0%)	1'100 (14.9%)	0 (0.0%)	700 (9.5%)	100 (1.4%)	100 (1.4%)
77	1'300	1'300 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
78	12'800	9'700 (75.8%)	1'800 (14.1%)	0 (0.0%)	500 (3.9%)	700 (5.5%)	100 (0.8%)
79	800	700 (87.5%)	100 (12.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
80	17'500	17'500 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
81	12'500	9'200 (73.6%)	1'900 (15.2%)	0 (0.0%)	500 (4.0%)	800 (6.4%)	100 (0.8%)
82	19'800	12'000 (60.6%)	3'900 (19.7%)	100 (0.5%)	3'100 (15.7%)	500 (2.5%)	200 (1.0%)
83	7'400	5'400 (73.0%)	1'100 (14.9%)	0 (0.0%)	300 (4.1%)	500 (6.8%)	100 (1.4%)
84	11'500	7'000 (60.9%)	2'300 (20.0%)	100 (0.9%)	1'700 (14.8%)	300 (2.6%)	100 (0.9%)
85	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)
86	1'400	900 (64.3%)	300 (21.4%)	0 (0.0%)	200 (14.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
87	17'500	17'500 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
88	19'800	19'800 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
89	10'300	10'300 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
90	11'400	11'400 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
91	1'300	1'300 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
92	1'500	1'500 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
93	12'800	9'700 (75.8%)	1'800 (14.1%)	0 (0.0%)	1'000 (7.8%)	200 (1.6%)	100 (0.8%)
94	7'400	5'600 (75.7%)	1'000 (13.5%)	0 (0.0%)	600 (8.1%)	100 (1.4%)	100 (1.4%)
95	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
96	17'100	17'100 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
97	9'800	9'800 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
98	1'300	1'300 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
99	374'100	213'600 (57.1%)	78'800 (21.1%)	2'200 (0.6%)	29'900 (8.0%)	44'900 (12.0%)	4'700 (1.3%)
100	216'000	124'800 (57.8%)	44'600 (20.6%)	1'200 (0.6%)	17'200 (8.0%)	25'400 (11.8%)	2'800 (1.3%)
101	27'500	15'400 (56.0%)	5'800 (21.1%)	100 (0.4%)	2'200 (8.0%)	3'600 (13.1%)	400 (1.5%)
102	374'200	371'900 (99.4%)	1'100 (0.3%)	0 (0.0%)	600 (0.2%)	500 (0.1%)	100 (0.0%)
103	215'800	214'600 (99.4%)	600 (0.3%)	0 (0.0%)	300 (0.1%)	300 (0.1%)	0 (0.0%)
104	27'400	27'300 (99.6%)	100 (0.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
105	214'800	131'500 (61.2%)	41'500 (19.3%)	900 (0.4%)	19'600 (9.1%)	18'800 (8.8%)	2'500 (1.2%)
106	215'600	131'500 (61.0%)	41'800 (19.4%)	900 (0.4%)	33'600 (15.6%)	5'300 (2.5%)	2'500 (1.2%)

Tabelle 25: Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Aktivität	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	216'000	124'800 (57.8%)	44'600 (20.6%)	1'200 (0.6%)	39'600 (18.3%)	3'000 (1.4%)	2'800 (1.3%)
108	113'900	69'500 (61.0%)	22'200 (19.5%)	500 (0.4%)	18'700 (16.4%)	1'700 (1.5%)	1'300 (1.1%)
109	113'900	69'500 (61.0%)	22'200 (19.5%)	500 (0.4%)	18'700 (16.4%)	1'700 (1.5%)	1'300 (1.1%)
110	113'700	65'700 (57.8%)	23'500 (20.7%)	600 (0.5%)	19'900 (17.5%)	2'500 (2.2%)	1'500 (1.3%)
111	215'300	124'800 (58.0%)	44'300 (20.6%)	1'200 (0.6%)	19'200 (8.9%)	23'000 (10.7%)	2'800 (1.3%)
112	113'900	69'500 (61.0%)	22'200 (19.5%)	500 (0.4%)	8'600 (7.6%)	11'800 (10.4%)	1'300 (1.1%)
113	7'400	5'600 (75.7%)	1'000 (13.5%)	0 (0.0%)	300 (4.1%)	400 (5.4%)	100 (1.4%)
114	216'000	124'800 (57.8%)	44'600 (20.6%)	1'200 (0.6%)	17'200 (8.0%)	25'400 (11.8%)	2'800 (1.3%)
115	7'400	5'600 (75.7%)	1'000 (13.5%)	0 (0.0%)	600 (8.1%)	100 (1.4%)	100 (1.4%)
116	113'600	69'500 (61.2%)	22'100 (19.5%)	500 (0.4%)	9'500 (8.4%)	10'700 (9.4%)	1'300 (1.1%)
117	113'900	69'500 (61.0%)	22'200 (19.5%)	500 (0.4%)	8'600 (7.6%)	11'800 (10.4%)	1'300 (1.1%)
118	215'000	131'500 (61.2%)	41'500 (19.3%)	900 (0.4%)	35'500 (16.5%)	3'000 (1.4%)	2'600 (1.2%)
119	114'100	65'700 (57.6%)	23'600 (20.7%)	700 (0.6%)	10'500 (9.2%)	12'100 (10.6%)	1'500 (1.3%)
120	7'400	5'600 (75.7%)	1'000 (13.5%)	0 (0.0%)	300 (4.1%)	400 (5.4%)	100 (1.4%)
121	113'600	69'500 (61.2%)	22'100 (19.5%)	500 (0.4%)	9'500 (8.4%)	10'700 (9.4%)	1'300 (1.1%)
122	215'500	131'500 (61.0%)	41'800 (19.4%)	900 (0.4%)	18'200 (8.4%)	20'600 (9.6%)	2'500 (1.2%)
123	114'100	65'700 (57.6%)	23'600 (20.7%)	700 (0.6%)	10'500 (9.2%)	12'100 (10.6%)	1'500 (1.3%)
124	7'400	5'400 (73.0%)	1'100 (14.9%)	0 (0.0%)	700 (9.5%)	100 (1.4%)	100 (1.4%)
125	215'600	131'500 (61.0%)	41'800 (19.4%)	900 (0.4%)	16'400 (7.6%)	22'400 (10.4%)	2'600 (1.2%)
126	7'400	5'600 (75.7%)	1'000 (13.5%)	0 (0.0%)	300 (4.1%)	400 (5.4%)	100 (1.4%)
127	7'400	5'400 (73.0%)	1'100 (14.9%)	0 (0.0%)	300 (4.1%)	500 (6.8%)	100 (1.4%)
128	7'400	5'600 (75.7%)	1'000 (13.5%)	0 (0.0%)	600 (8.1%)	100 (1.4%)	100 (1.4%)
129	215'600	131'500 (61.0%)	41'800 (19.4%)	900 (0.4%)	16'400 (7.6%)	22'400 (10.4%)	2'600 (1.2%)
130	7'300	5'400 (74.0%)	1'100 (15.1%)	0 (0.0%)	300 (4.1%)	400 (5.5%)	100 (1.4%)
131	7'300	5'600 (76.7%)	1'000 (13.7%)	0 (0.0%)	300 (4.1%)	300 (4.1%)	100 (1.4%)
132	11'500	7'000 (60.9%)	2'300 (20.0%)	100 (0.9%)	800 (7.0%)	1'200 (10.4%)	100 (0.9%)
133	11'500	7'000 (60.9%)	2'300 (20.0%)	100 (0.9%)	1'700 (14.8%)	300 (2.6%)	100 (0.9%)
134	11'500	7'000 (60.9%)	2'300 (20.0%)	100 (0.9%)	800 (7.0%)	1'200 (10.4%)	100 (0.9%)
135	11'500	6'700 (58.3%)	2'300 (20.0%)	100 (0.9%)	2'100 (18.3%)	200 (1.7%)	100 (0.9%)
136	11'500	7'000 (60.9%)	2'300 (20.0%)	100 (0.9%)	900 (7.8%)	1'100 (9.6%)	100 (0.9%)
137	11'500	6'700 (58.3%)	2'300 (20.0%)	100 (0.9%)	900 (7.8%)	1'400 (12.2%)	100 (0.9%)
138	11'400	7'000 (61.4%)	2'200 (19.3%)	100 (0.9%)	1'800 (15.8%)	200 (1.8%)	100 (0.9%)
139	11'500	6'700 (58.3%)	2'300 (20.0%)	100 (0.9%)	1'100 (9.6%)	1'200 (10.4%)	100 (0.9%)
140	11'400	7'000 (61.4%)	2'200 (19.3%)	100 (0.9%)	1'000 (8.8%)	1'000 (8.8%)	100 (0.9%)
141	372'400	225'000 (60.4%)	73'600 (19.8%)	1'800 (0.5%)	33'800 (9.1%)	34'000 (9.1%)	4'200 (1.1%)
142	373'600	225'000 (60.2%)	74'000 (19.8%)	1'800 (0.5%)	58'400 (15.6%)	10'200 (2.7%)	4'200 (1.1%)
143	374'100	213'600 (57.1%)	78'800 (21.1%)	2'200 (0.6%)	69'200 (18.5%)	5'600 (1.5%)	4'700 (1.3%)
144	197'300	118'500 (60.1%)	39'400 (20.0%)	900 (0.5%)	33'000 (16.7%)	3'200 (1.6%)	2'300 (1.2%)
145	197'300	118'500 (60.1%)	39'400 (20.0%)	900 (0.5%)	33'000 (16.7%)	3'200 (1.6%)	2'300 (1.2%)
146	197'000	112'600 (57.2%)	41'400 (21.0%)	1'200 (0.6%)	34'500 (17.5%)	4'800 (2.4%)	2'500 (1.3%)
147	373'000	213'600 (57.3%)	78'300 (21.0%)	2'200 (0.6%)	33'600 (9.0%)	40'600 (10.9%)	4'700 (1.3%)
148	197'300	118'500 (60.1%)	39'400 (20.0%)	900 (0.5%)	15'000 (7.6%)	21'200 (10.7%)	2'300 (1.2%)
149	12'900	9'700 (75.2%)	1'800 (14.0%)	0 (0.0%)	500 (3.9%)	800 (6.2%)	100 (0.8%)
150	374'100	213'600 (57.1%)	78'800 (21.1%)	2'200 (0.6%)	29'900 (8.0%)	44'900 (12.0%)	4'700 (1.3%)
151	12'800	9'700 (75.8%)	1'800 (14.1%)	0 (0.0%)	1'000 (7.8%)	200 (1.6%)	100 (0.8%)
152	196'700	118'500 (60.2%)	39'100 (19.9%)	900 (0.5%)	16'700 (8.5%)	19'200 (9.8%)	2'300 (1.2%)
153	197'300	118'500 (60.1%)	39'400 (20.0%)	900 (0.5%)	15'000 (7.6%)	21'200 (10.7%)	2'300 (1.2%)
154	372'600	225'000 (60.4%)	73'600 (19.8%)	1'800 (0.5%)	62'100 (16.7%)	5'800 (1.6%)	4'300 (1.2%)
155	197'700	112'600 (57.0%)	41'700 (21.1%)	1'200 (0.6%)	18'100 (9.2%)	21'600 (10.9%)	2'500 (1.3%)
156	12'900	9'700 (75.2%)	1'800 (14.0%)	0 (0.0%)	500 (3.9%)	800 (6.2%)	100 (0.8%)
157	196'700	118'500 (60.2%)	39'100 (19.9%)	900 (0.5%)	16'700 (8.5%)	19'200 (9.8%)	2'300 (1.2%)
158	373'600	225'000 (60.2%)	74'000 (19.8%)	1'800 (0.5%)	31'400 (8.4%)	37'200 (10.0%)	4'200 (1.1%)
159	197'700	112'600 (57.0%)	41'700 (21.1%)	1'200 (0.6%)	18'100 (9.2%)	21'600 (10.9%)	2'500 (1.3%)

Tabelle 26: Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Aktivität	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
160	12'600	9'200 (73.0%)	1'900 (15.1%)	0 (0.0%)	1'300 (10.3%)	100 (0.8%)	100 (0.8%)
161	373'500	225'000 (60.2%)	74'000 (19.8%)	1'800 (0.5%)	28'300 (7.6%)	40'100 (10.7%)	4'300 (1.2%)
162	12'800	9'700 (75.8%)	1'800 (14.1%)	0 (0.0%)	500 (3.9%)	700 (5.5%)	100 (0.8%)
163	12'500	9'200 (73.6%)	1'900 (15.2%)	0 (0.0%)	500 (4.0%)	800 (6.4%)	100 (0.8%)
164	12'800	9'700 (75.8%)	1'800 (14.1%)	0 (0.0%)	1'100 (8.6%)	100 (0.8%)	100 (0.8%)
165	373'500	225'000 (60.2%)	74'000 (19.8%)	1'800 (0.5%)	28'300 (7.6%)	40'100 (10.7%)	4'300 (1.2%)
166	12'500	9'200 (73.6%)	1'900 (15.2%)	0 (0.0%)	600 (4.8%)	700 (5.6%)	100 (0.8%)
167	12'800	9'700 (75.8%)	1'800 (14.1%)	0 (0.0%)	600 (4.7%)	600 (4.7%)	100 (0.8%)
168	19'800	12'000 (60.6%)	3'900 (19.7%)	100 (0.5%)	1'500 (7.6%)	2'100 (10.6%)	200 (1.0%)
169	19'800	12'000 (60.6%)	3'900 (19.7%)	100 (0.5%)	3'100 (15.7%)	500 (2.5%)	200 (1.0%)
170	19'800	12'000 (60.6%)	3'900 (19.7%)	100 (0.5%)	1'500 (7.6%)	2'100 (10.6%)	200 (1.0%)
171	20'100	11'500 (57.2%)	4'200 (20.9%)	100 (0.5%)	3'700 (18.4%)	300 (1.5%)	300 (1.5%)
172	19'900	12'000 (60.3%)	3'900 (19.6%)	100 (0.5%)	1'700 (8.5%)	2'000 (10.1%)	200 (1.0%)
173	20'200	11'500 (56.9%)	4'200 (20.8%)	100 (0.5%)	1'700 (8.4%)	2'400 (11.9%)	300 (1.5%)
174	19'800	12'000 (60.6%)	3'900 (19.7%)	100 (0.5%)	3'300 (16.7%)	300 (1.5%)	200 (1.0%)
175	20'100	11'500 (57.2%)	4'200 (20.9%)	100 (0.5%)	1'900 (9.5%)	2'100 (10.4%)	300 (1.5%)
176	19'800	12'000 (60.6%)	3'900 (19.7%)	100 (0.5%)	1'800 (9.1%)	1'800 (9.1%)	200 (1.0%)
177	27'400	16'300 (59.5%)	5'500 (20.1%)	100 (0.4%)	2'600 (9.5%)	2'600 (9.5%)	300 (1.1%)
178	27'400	16'300 (59.5%)	5'500 (20.1%)	100 (0.4%)	4'500 (16.4%)	700 (2.6%)	300 (1.1%)
179	27'500	15'400 (56.0%)	5'800 (21.1%)	100 (0.4%)	5'400 (19.6%)	400 (1.5%)	400 (1.5%)
180	14'400	8'500 (59.0%)	2'900 (20.1%)	100 (0.7%)	2'500 (17.4%)	200 (1.4%)	200 (1.4%)
181	14'400	8'500 (59.0%)	2'900 (20.1%)	100 (0.7%)	2'500 (17.4%)	200 (1.4%)	200 (1.4%)
182	14'400	8'100 (56.3%)	3'000 (20.8%)	100 (0.7%)	2'700 (18.8%)	300 (2.1%)	200 (1.4%)
183	27'400	15'400 (56.2%)	5'800 (21.2%)	100 (0.4%)	2'400 (8.8%)	3'300 (12.0%)	400 (1.5%)
184	14'500	8'500 (58.6%)	2'900 (20.0%)	100 (0.7%)	1'100 (7.6%)	1'700 (11.7%)	200 (1.4%)
185	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)
186	27'500	15'400 (56.0%)	5'800 (21.1%)	100 (0.4%)	2'200 (8.0%)	3'600 (13.1%)	400 (1.5%)
187	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
188	14'400	8'500 (59.0%)	2'900 (20.1%)	100 (0.7%)	1'200 (8.3%)	1'500 (10.4%)	200 (1.4%)
189	14'500	8'500 (58.6%)	2'900 (20.0%)	100 (0.7%)	1'100 (7.6%)	1'700 (11.7%)	200 (1.4%)
190	27'300	16'300 (59.7%)	5'500 (20.1%)	100 (0.4%)	4'700 (17.2%)	400 (1.5%)	300 (1.1%)
191	14'500	8'100 (55.9%)	3'000 (20.7%)	100 (0.7%)	1'400 (9.7%)	1'700 (11.7%)	200 (1.4%)
192	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)
193	14'400	8'500 (59.0%)	2'900 (20.1%)	100 (0.7%)	1'200 (8.3%)	1'500 (10.4%)	200 (1.4%)
194	27'400	16'300 (59.5%)	5'500 (20.1%)	100 (0.4%)	2'400 (8.8%)	2'800 (10.2%)	300 (1.1%)
195	14'500	8'100 (55.9%)	3'000 (20.7%)	100 (0.7%)	1'400 (9.7%)	1'700 (11.7%)	200 (1.4%)
196	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
197	27'400	16'300 (59.5%)	5'500 (20.1%)	100 (0.4%)	2'100 (7.7%)	3'100 (11.3%)	300 (1.1%)
198	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)
199	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)
200	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
201	27'400	16'300 (59.5%)	5'500 (20.1%)	100 (0.4%)	2'100 (7.7%)	3'100 (11.3%)	300 (1.1%)
202	900	700 (77.8%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	100 (11.1%)	0 (0.0%)
203	800	700 (87.5%)	100 (12.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
204	1'500	900 (60.0%)	300 (20.0%)	0 (0.0%)	100 (6.7%)	200 (13.3%)	0 (0.0%)
205	1'400	900 (64.3%)	300 (21.4%)	0 (0.0%)	200 (14.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
206	1'500	900 (60.0%)	300 (20.0%)	0 (0.0%)	100 (6.7%)	200 (13.3%)	0 (0.0%)
207	1'400	800 (57.1%)	300 (21.4%)	0 (0.0%)	300 (21.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
208	1'500	900 (60.0%)	300 (20.0%)	0 (0.0%)	100 (6.7%)	200 (13.3%)	0 (0.0%)
209	1'400	800 (57.1%)	300 (21.4%)	0 (0.0%)	100 (7.1%)	200 (14.3%)	0 (0.0%)
210	1'500	900 (60.0%)	300 (20.0%)	0 (0.0%)	300 (20.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
211	1'300	800 (61.5%)	300 (23.1%)	0 (0.0%)	100 (7.7%)	100 (7.7%)	0 (0.0%)
212	1'400	900 (64.3%)	300 (21.4%)	0 (0.0%)	100 (7.1%)	100 (7.1%)	0 (0.0%)

Tabelle 27: Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (ohne Personen, die bereits zuhause sind; Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)		Auto (Mitfahrer)		Fussgänger		ÖV		Velo	
1	11'100	5'500	(49.5%)	100	(0.9%)	4'200	(37.8%)	1'000	(9.0%)	300	(2.7%)
2	6'000	2'900	(48.3%)	100	(1.7%)	1'800	(30.0%)	1'000	(16.7%)	200	(3.3%)
3	2'200	1'000	(45.5%)	0	(0.0%)	800	(36.4%)	300	(13.6%)	100	(4.5%)
4	6'000	2'900	(48.3%)	100	(1.7%)	2'300	(38.3%)	500	(8.3%)	200	(3.3%)
5	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
6	78'800	39'400	(50.0%)	900	(1.1%)	30'000	(38.1%)	6'300	(8.0%)	2'200	(2.8%)
7	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
8	147'700	73'600	(49.8%)	1'800	(1.2%)	39'400	(26.7%)	28'600	(19.4%)	4'300	(2.9%)
9	4'500	2'300	(51.1%)	100	(2.2%)	1'800	(40.0%)	200	(4.4%)	100	(2.2%)
10	83'700	41'600	(49.7%)	900	(1.1%)	34'300	(41.0%)	4'300	(5.1%)	2'600	(3.1%)
11	8'600	4'200	(48.8%)	100	(1.2%)	2'300	(26.7%)	1'700	(19.8%)	300	(3.5%)
12	1'200	600	(50.0%)	0	(0.0%)	400	(33.3%)	100	(8.3%)	100	(8.3%)
13	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
14	700	300	(42.9%)	0	(0.0%)	300	(42.9%)	100	(14.3%)	0	(0.0%)
15	7'900	3'900	(49.4%)	100	(1.3%)	2'100	(26.6%)	1'600	(20.3%)	200	(2.5%)
16	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
17	1'300	600	(46.2%)	0	(0.0%)	500	(38.5%)	100	(7.7%)	100	(7.7%)
18	600	300	(50.0%)	0	(0.0%)	200	(33.3%)	100	(16.7%)	0	(0.0%)
19	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
20	160'400	78'800	(49.1%)	2'200	(1.4%)	40'500	(25.2%)	34'200	(21.3%)	4'700	(2.9%)
21	90'600	44'300	(48.9%)	1'200	(1.3%)	25'200	(27.8%)	17'100	(18.9%)	2'800	(3.1%)
22	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
23	6'300	3'000	(47.6%)	100	(1.6%)	2'000	(31.7%)	1'000	(15.9%)	200	(3.2%)
24	4'500	2'300	(51.1%)	100	(2.2%)	1'800	(40.0%)	200	(4.4%)	100	(2.2%)
25	1'200	600	(50.0%)	0	(0.0%)	400	(33.3%)	200	(16.7%)	0	(0.0%)
26	600	300	(50.0%)	0	(0.0%)	200	(33.3%)	100	(16.7%)	0	(0.0%)
27	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
28	1'200	600	(50.0%)	0	(0.0%)	500	(41.7%)	100	(8.3%)	0	(0.0%)
29	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
30	48'400	23'600	(48.8%)	700	(1.4%)	13'100	(27.1%)	9'500	(19.6%)	1'500	(3.1%)
31	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
32	500	300	(60.0%)	0	(0.0%)	200	(40.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
33	2'200	1'000	(45.5%)	0	(0.0%)	800	(36.4%)	300	(13.6%)	100	(4.5%)
34	2'300	1'100	(47.8%)	0	(0.0%)	600	(26.1%)	500	(21.7%)	100	(4.3%)
35	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
36	48'400	23'600	(48.8%)	700	(1.4%)	20'000	(41.3%)	2'600	(5.4%)	1'500	(3.1%)
37	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
38	100	100	(100.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
39	12'000	5'800	(48.3%)	100	(0.8%)	2'800	(23.3%)	2'900	(24.2%)	400	(3.3%)
40	84'000	41'800	(49.8%)	900	(1.1%)	18'200	(21.7%)	20'600	(24.5%)	2'500	(3.0%)
41	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
42	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
43	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
44	1'800	1'000	(55.6%)	0	(0.0%)	600	(33.3%)	100	(5.6%)	100	(5.6%)
45	3'400	1'900	(55.9%)	0	(0.0%)	1'300	(38.2%)	100	(2.9%)	100	(2.9%)
46	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
47	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
48	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)
49	1'200	600	(50.0%)	0	(0.0%)	400	(33.3%)	100	(8.3%)	100	(8.3%)
50	90'400	44'300	(49.0%)	1'200	(1.3%)	37'600	(41.6%)	4'600	(5.1%)	2'700	(3.0%)
51	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
52	8'500	4'100	(48.2%)	100	(1.2%)	3'700	(43.5%)	300	(3.5%)	300	(3.5%)
53	1'000	500	(50.0%)	0	(0.0%)	400	(40.0%)	100	(10.0%)	0	(0.0%)

Tabelle 28: Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (ohne Personen, die bereits zuhause sind; Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)		Auto (Mitfahrer)		Fussgänger		ÖV		Velo	
54	2'200	1'000	(45.5%)	0	(0.0%)	600	(27.3%)	500	(22.7%)	100	(4.5%)
55	4'500	2'300	(51.1%)	100	(2.2%)	800	(17.8%)	1'200	(26.7%)	100	(2.2%)
56	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
57	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
58	100	100	(100.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
59	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
60	3'100	1'800	(58.1%)	0	(0.0%)	1'100	(35.5%)	100	(3.2%)	100	(3.2%)
61	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
62	2'000	1'100	(55.0%)	0	(0.0%)	300	(15.0%)	500	(25.0%)	100	(5.0%)
63	3'100	1'800	(58.1%)	0	(0.0%)	600	(19.4%)	600	(19.4%)	100	(3.2%)
64	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
65	3'400	1'900	(55.9%)	0	(0.0%)	700	(20.6%)	700	(20.6%)	100	(2.9%)
66	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
67	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
68	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)
69	3'100	1'800	(58.1%)	0	(0.0%)	1'000	(32.3%)	200	(6.5%)	100	(3.2%)
70	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)
71	3'400	1'900	(55.9%)	0	(0.0%)	700	(20.6%)	700	(20.6%)	100	(2.9%)
72	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
73	2'000	1'100	(55.0%)	0	(0.0%)	700	(35.0%)	100	(5.0%)	100	(5.0%)
74	3'400	1'900	(55.9%)	0	(0.0%)	600	(17.6%)	800	(23.5%)	100	(2.9%)
75	1'800	1'000	(55.6%)	0	(0.0%)	600	(33.3%)	100	(5.6%)	100	(5.6%)
76	2'000	1'100	(55.0%)	0	(0.0%)	700	(35.0%)	100	(5.0%)	100	(5.0%)
77	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
78	3'100	1'800	(58.1%)	0	(0.0%)	500	(16.1%)	700	(22.6%)	100	(3.2%)
79	100	100	(100.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
80	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
81	3'300	1'900	(57.6%)	0	(0.0%)	500	(15.2%)	800	(24.2%)	100	(3.0%)
82	7'800	3'900	(50.0%)	100	(1.3%)	3'100	(39.7%)	500	(6.4%)	200	(2.6%)
83	2'000	1'100	(55.0%)	0	(0.0%)	300	(15.0%)	500	(25.0%)	100	(5.0%)
84	4'500	2'300	(51.1%)	100	(2.2%)	1'700	(37.8%)	300	(6.7%)	100	(2.2%)
85	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)
86	500	300	(60.0%)	0	(0.0%)	200	(40.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
87	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
88	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
89	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
90	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
91	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
92	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
93	3'100	1'800	(58.1%)	0	(0.0%)	1'000	(32.3%)	200	(6.5%)	100	(3.2%)
94	1'800	1'000	(55.6%)	0	(0.0%)	600	(33.3%)	100	(5.6%)	100	(5.6%)
95	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
96	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
97	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
98	0	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
99	160'500	78'800	(49.1%)	2'200	(1.4%)	29'900	(18.6%)	44'900	(28.0%)	4'700	(2.9%)
100	91'200	44'600	(48.9%)	1'200	(1.3%)	17'200	(18.9%)	25'400	(27.9%)	2'800	(3.1%)
101	12'100	5'800	(47.9%)	100	(0.8%)	2'200	(18.2%)	3'600	(29.8%)	400	(3.3%)
102	2'300	1'100	(47.8%)	0	(0.0%)	600	(26.1%)	500	(21.7%)	100	(4.3%)
103	1'200	600	(50.0%)	0	(0.0%)	300	(25.0%)	300	(25.0%)	0	(0.0%)
104	100	100	(100.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
105	83'300	41'500	(49.8%)	900	(1.1%)	19'600	(23.5%)	18'800	(22.6%)	2'500	(3.0%)
106	84'100	41'800	(49.7%)	900	(1.1%)	33'600	(40.0%)	5'300	(6.3%)	2'500	(3.0%)

Tabelle 29: Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (ohne Personen, die bereits zuhause sind; Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)		Auto (Mitfahrer)		Fussgänger		ÖV		Velo	
107	91'200	44'600	(48.9%)	1'200	(1.3%)	39'600	(43.4%)	3'000	(3.3%)	2'800	(3.1%)
108	44'400	22'200	(50.0%)	500	(1.1%)	18'700	(42.1%)	1'700	(3.8%)	1'300	(2.9%)
109	44'400	22'200	(50.0%)	500	(1.1%)	18'700	(42.1%)	1'700	(3.8%)	1'300	(2.9%)
110	48'000	23'500	(49.0%)	600	(1.3%)	19'900	(41.5%)	2'500	(5.2%)	1'500	(3.1%)
111	90'500	44'300	(49.0%)	1'200	(1.3%)	19'200	(21.2%)	23'000	(25.4%)	2'800	(3.1%)
112	44'400	22'200	(50.0%)	500	(1.1%)	8'600	(19.4%)	11'800	(26.6%)	1'300	(2.9%)
113	1'800	1'000	(55.6%)	0	(0.0%)	300	(16.7%)	400	(22.2%)	100	(5.6%)
114	91'200	44'600	(48.9%)	1'200	(1.3%)	17'200	(18.9%)	25'400	(27.9%)	2'800	(3.1%)
115	1'800	1'000	(55.6%)	0	(0.0%)	600	(33.3%)	100	(5.6%)	100	(5.6%)
116	44'100	22'100	(50.1%)	500	(1.1%)	9'500	(21.5%)	10'700	(24.3%)	1'300	(2.9%)
117	44'400	22'200	(50.0%)	500	(1.1%)	8'600	(19.4%)	11'800	(26.6%)	1'300	(2.9%)
118	83'500	41'500	(49.7%)	900	(1.1%)	35'500	(42.5%)	3'000	(3.6%)	2'600	(3.1%)
119	48'400	23'600	(48.8%)	700	(1.4%)	10'500	(21.7%)	12'100	(25.0%)	1'500	(3.1%)
120	1'800	1'000	(55.6%)	0	(0.0%)	300	(16.7%)	400	(22.2%)	100	(5.6%)
121	44'100	22'100	(50.1%)	500	(1.1%)	9'500	(21.5%)	10'700	(24.3%)	1'300	(2.9%)
122	84'000	41'800	(49.8%)	900	(1.1%)	18'200	(21.7%)	20'600	(24.5%)	2'500	(3.0%)
123	48'400	23'600	(48.8%)	700	(1.4%)	10'500	(21.7%)	12'100	(25.0%)	1'500	(3.1%)
124	2'000	1'100	(55.0%)	0	(0.0%)	700	(35.0%)	100	(5.0%)	100	(5.0%)
125	84'100	41'800	(49.7%)	900	(1.1%)	16'400	(19.5%)	22'400	(26.6%)	2'600	(3.1%)
126	1'800	1'000	(55.6%)	0	(0.0%)	300	(16.7%)	400	(22.2%)	100	(5.6%)
127	2'000	1'100	(55.0%)	0	(0.0%)	300	(15.0%)	500	(25.0%)	100	(5.0%)
128	1'800	1'000	(55.6%)	0	(0.0%)	600	(33.3%)	100	(5.6%)	100	(5.6%)
129	84'100	41'800	(49.7%)	900	(1.1%)	16'400	(19.5%)	22'400	(26.6%)	2'600	(3.1%)
130	1'900	1'100	(57.9%)	0	(0.0%)	300	(15.8%)	400	(21.1%)	100	(5.3%)
131	1'700	1'000	(58.8%)	0	(0.0%)	300	(17.6%)	300	(17.6%)	100	(5.9%)
132	4'500	2'300	(51.1%)	100	(2.2%)	800	(17.8%)	1'200	(26.7%)	100	(2.2%)
133	4'500	2'300	(51.1%)	100	(2.2%)	1'700	(37.8%)	300	(6.7%)	100	(2.2%)
134	4'500	2'300	(51.1%)	100	(2.2%)	800	(17.8%)	1'200	(26.7%)	100	(2.2%)
135	4'800	2'300	(47.9%)	100	(2.1%)	2'100	(43.8%)	200	(4.2%)	100	(2.1%)
136	4'500	2'300	(51.1%)	100	(2.2%)	900	(20.0%)	1'100	(24.4%)	100	(2.2%)
137	4'800	2'300	(47.9%)	100	(2.1%)	900	(18.8%)	1'400	(29.2%)	100	(2.1%)
138	4'400	2'200	(50.0%)	100	(2.3%)	1'800	(40.9%)	200	(4.5%)	100	(2.3%)
139	4'800	2'300	(47.9%)	100	(2.1%)	1'100	(22.9%)	1'200	(25.0%)	100	(2.1%)
140	4'400	2'200	(50.0%)	100	(2.3%)	1'000	(22.7%)	1'000	(22.7%)	100	(2.3%)
141	147'400	73'600	(49.9%)	1'800	(1.2%)	33'800	(22.9%)	34'000	(23.1%)	4'200	(2.8%)
142	148'600	74'000	(49.8%)	1'800	(1.2%)	58'400	(39.3%)	10'200	(6.9%)	4'200	(2.8%)
143	160'500	78'800	(49.1%)	2'200	(1.4%)	69'200	(43.1%)	5'600	(3.5%)	4'700	(2.9%)
144	78'800	39'400	(50.0%)	900	(1.1%)	33'000	(41.9%)	3'200	(4.1%)	2'300	(2.9%)
145	78'800	39'400	(50.0%)	900	(1.1%)	33'000	(41.9%)	3'200	(4.1%)	2'300	(2.9%)
146	84'400	41'400	(49.1%)	1'200	(1.4%)	34'500	(40.9%)	4'800	(5.7%)	2'500	(3.0%)
147	159'400	78'300	(49.1%)	2'200	(1.4%)	33'600	(21.1%)	40'600	(25.5%)	4'700	(2.9%)
148	78'800	39'400	(50.0%)	900	(1.1%)	15'000	(19.0%)	21'200	(26.9%)	2'300	(2.9%)
149	3'200	1'800	(56.3%)	0	(0.0%)	500	(15.6%)	800	(25.0%)	100	(3.1%)
150	160'500	78'800	(49.1%)	2'200	(1.4%)	29'900	(18.6%)	44'900	(28.0%)	4'700	(2.9%)
151	3'100	1'800	(58.1%)	0	(0.0%)	1'000	(32.3%)	200	(6.5%)	100	(3.2%)
152	78'200	39'100	(50.0%)	900	(1.2%)	16'700	(21.4%)	19'200	(24.6%)	2'300	(2.9%)
153	78'800	39'400	(50.0%)	900	(1.1%)	15'000	(19.0%)	21'200	(26.9%)	2'300	(2.9%)
154	147'600	73'600	(49.9%)	1'800	(1.2%)	62'100	(42.1%)	5'800	(3.9%)	4'300	(2.9%)
155	85'100	41'700	(49.0%)	1'200	(1.4%)	18'100	(21.3%)	21'600	(25.4%)	2'500	(2.9%)
156	3'200	1'800	(56.3%)	0	(0.0%)	500	(15.6%)	800	(25.0%)	100	(3.1%)
157	78'200	39'100	(50.0%)	900	(1.2%)	16'700	(21.4%)	19'200	(24.6%)	2'300	(2.9%)
158	148'600	74'000	(49.8%)	1'800	(1.2%)	31'400	(21.1%)	37'200	(25.0%)	4'200	(2.8%)
159	85'100	41'700	(49.0%)	1'200	(1.4%)	18'100	(21.3%)	21'600	(25.4%)	2'500	(2.9%)

Tabelle 30: Im Evakuationsgebiet lebende und nicht evakuierende Personen (ohne Personen, die bereits zuhause sind; Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)		Auto (Mitfahrer)		Fussgänger		ÖV		Velo	
160	3'400	1'900	(55.9%)	0	(0.0%)	1'300	(38.2%)	100	(2.9%)	100	(2.9%)
161	148'500	74'000	(49.8%)	1'800	(1.2%)	28'300	(19.1%)	40'100	(27.0%)	4'300	(2.9%)
162	3'100	1'800	(58.1%)	0	(0.0%)	500	(16.1%)	700	(22.6%)	100	(3.2%)
163	3'300	1'900	(57.6%)	0	(0.0%)	500	(15.2%)	800	(24.2%)	100	(3.0%)
164	3'100	1'800	(58.1%)	0	(0.0%)	1'100	(35.5%)	100	(3.2%)	100	(3.2%)
165	148'500	74'000	(49.8%)	1'800	(1.2%)	28'300	(19.1%)	40'100	(27.0%)	4'300	(2.9%)
166	3'300	1'900	(57.6%)	0	(0.0%)	600	(18.2%)	700	(21.2%)	100	(3.0%)
167	3'100	1'800	(58.1%)	0	(0.0%)	600	(19.4%)	600	(19.4%)	100	(3.2%)
168	7'800	3'900	(50.0%)	100	(1.3%)	1'500	(19.2%)	2'100	(26.9%)	200	(2.6%)
169	7'800	3'900	(50.0%)	100	(1.3%)	3'100	(39.7%)	500	(6.4%)	200	(2.6%)
170	7'800	3'900	(50.0%)	100	(1.3%)	1'500	(19.2%)	2'100	(26.9%)	200	(2.6%)
171	8'600	4'200	(48.8%)	100	(1.2%)	3'700	(43.0%)	300	(3.5%)	300	(3.5%)
172	7'900	3'900	(49.4%)	100	(1.3%)	1'700	(21.5%)	2'000	(25.3%)	200	(2.5%)
173	8'700	4'200	(48.3%)	100	(1.1%)	1'700	(19.5%)	2'400	(27.6%)	300	(3.4%)
174	7'800	3'900	(50.0%)	100	(1.3%)	3'300	(42.3%)	300	(3.8%)	200	(2.6%)
175	8'600	4'200	(48.8%)	100	(1.2%)	1'900	(22.1%)	2'100	(24.4%)	300	(3.5%)
176	7'800	3'900	(50.0%)	100	(1.3%)	1'800	(23.1%)	1'800	(23.1%)	200	(2.6%)
177	11'100	5'500	(49.5%)	100	(0.9%)	2'600	(23.4%)	2'600	(23.4%)	300	(2.7%)
178	11'100	5'500	(49.5%)	100	(0.9%)	4'500	(40.5%)	700	(6.3%)	300	(2.7%)
179	12'100	5'800	(47.9%)	100	(0.8%)	5'400	(44.6%)	400	(3.3%)	400	(3.3%)
180	5'900	2'900	(49.2%)	100	(1.7%)	2'500	(42.4%)	200	(3.4%)	200	(3.4%)
181	5'900	2'900	(49.2%)	100	(1.7%)	2'500	(42.4%)	200	(3.4%)	200	(3.4%)
182	6'300	3'000	(47.6%)	100	(1.6%)	2'700	(42.9%)	300	(4.8%)	200	(3.2%)
183	12'000	5'800	(48.3%)	100	(0.8%)	2'400	(20.0%)	3'300	(27.5%)	400	(3.3%)
184	6'000	2'900	(48.3%)	100	(1.7%)	1'100	(18.3%)	1'700	(28.3%)	200	(3.3%)
185	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)
186	12'100	5'800	(47.9%)	100	(0.8%)	2'200	(18.2%)	3'600	(29.8%)	400	(3.3%)
187	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
188	5'900	2'900	(49.2%)	100	(1.7%)	1'200	(20.3%)	1'500	(25.4%)	200	(3.4%)
189	6'000	2'900	(48.3%)	100	(1.7%)	1'100	(18.3%)	1'700	(28.3%)	200	(3.3%)
190	11'000	5'500	(50.0%)	100	(0.9%)	4'700	(42.7%)	400	(3.6%)	300	(2.7%)
191	6'400	3'000	(46.9%)	100	(1.6%)	1'400	(21.9%)	1'700	(26.6%)	200	(3.1%)
192	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)
193	5'900	2'900	(49.2%)	100	(1.7%)	1'200	(20.3%)	1'500	(25.4%)	200	(3.4%)
194	11'100	5'500	(49.5%)	100	(0.9%)	2'400	(21.6%)	2'800	(25.2%)	300	(2.7%)
195	6'400	3'000	(46.9%)	100	(1.6%)	1'400	(21.9%)	1'700	(26.6%)	200	(3.1%)
196	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
197	11'100	5'500	(49.5%)	100	(0.9%)	2'100	(18.9%)	3'100	(27.9%)	300	(2.7%)
198	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)
199	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)
200	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
201	11'100	5'500	(49.5%)	100	(0.9%)	2'100	(18.9%)	3'100	(27.9%)	300	(2.7%)
202	200	100	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	100	(50.0%)	0	(0.0%)
203	100	100	(100.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
204	600	300	(50.0%)	0	(0.0%)	100	(16.7%)	200	(33.3%)	0	(0.0%)
205	500	300	(60.0%)	0	(0.0%)	200	(40.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
206	600	300	(50.0%)	0	(0.0%)	100	(16.7%)	200	(33.3%)	0	(0.0%)
207	600	300	(50.0%)	0	(0.0%)	300	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
208	600	300	(50.0%)	0	(0.0%)	100	(16.7%)	200	(33.3%)	0	(0.0%)
209	600	300	(50.0%)	0	(0.0%)	100	(16.7%)	200	(33.3%)	0	(0.0%)
210	600	300	(50.0%)	0	(0.0%)	300	(50.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
211	500	300	(60.0%)	0	(0.0%)	100	(20.0%)	100	(20.0%)	0	(0.0%)
212	500	300	(60.0%)	0	(0.0%)	100	(20.0%)	100	(20.0%)	0	(0.0%)

Abbildung 38: Verkehrsmittelwahl für die Rückkehr nach Hause (Läufe 1–53)

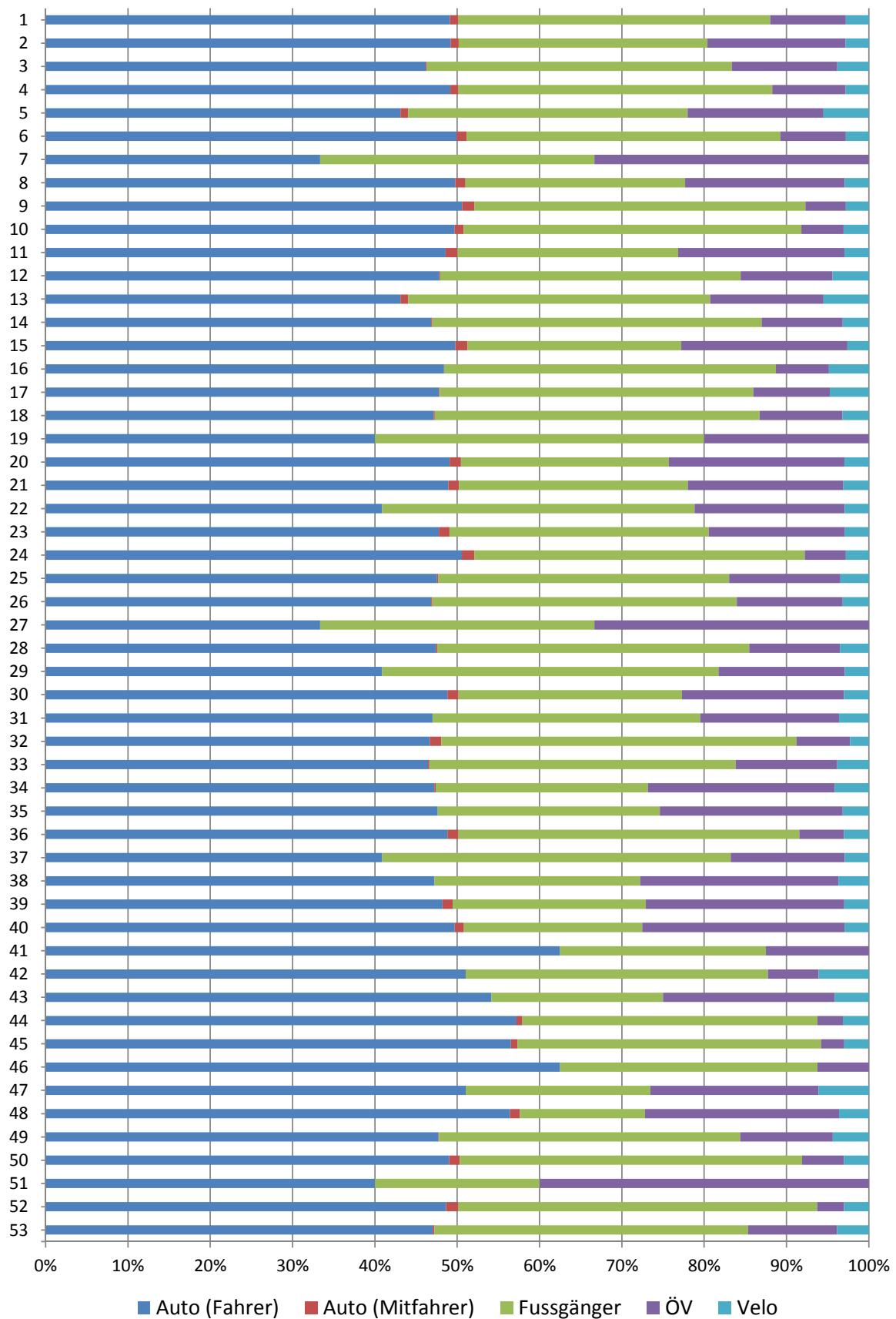


Abbildung 39: Verkehrsmittelwahl für die Rückkehr nach Hause (Läufe 54–106)



Abbildung 40: Verkehrsmittelwahl für die Rückkehr nach Hause (Läufe 107–159)

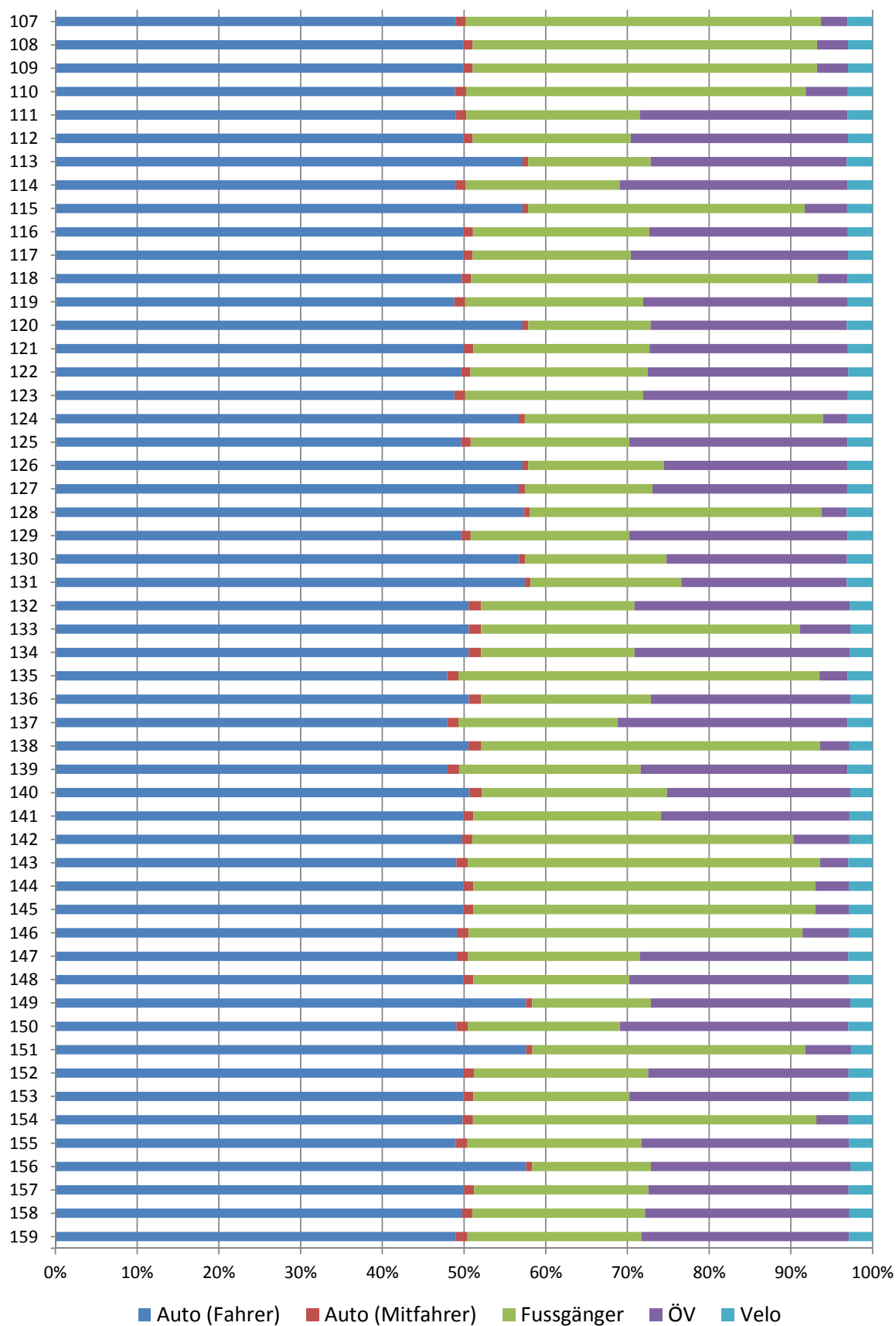
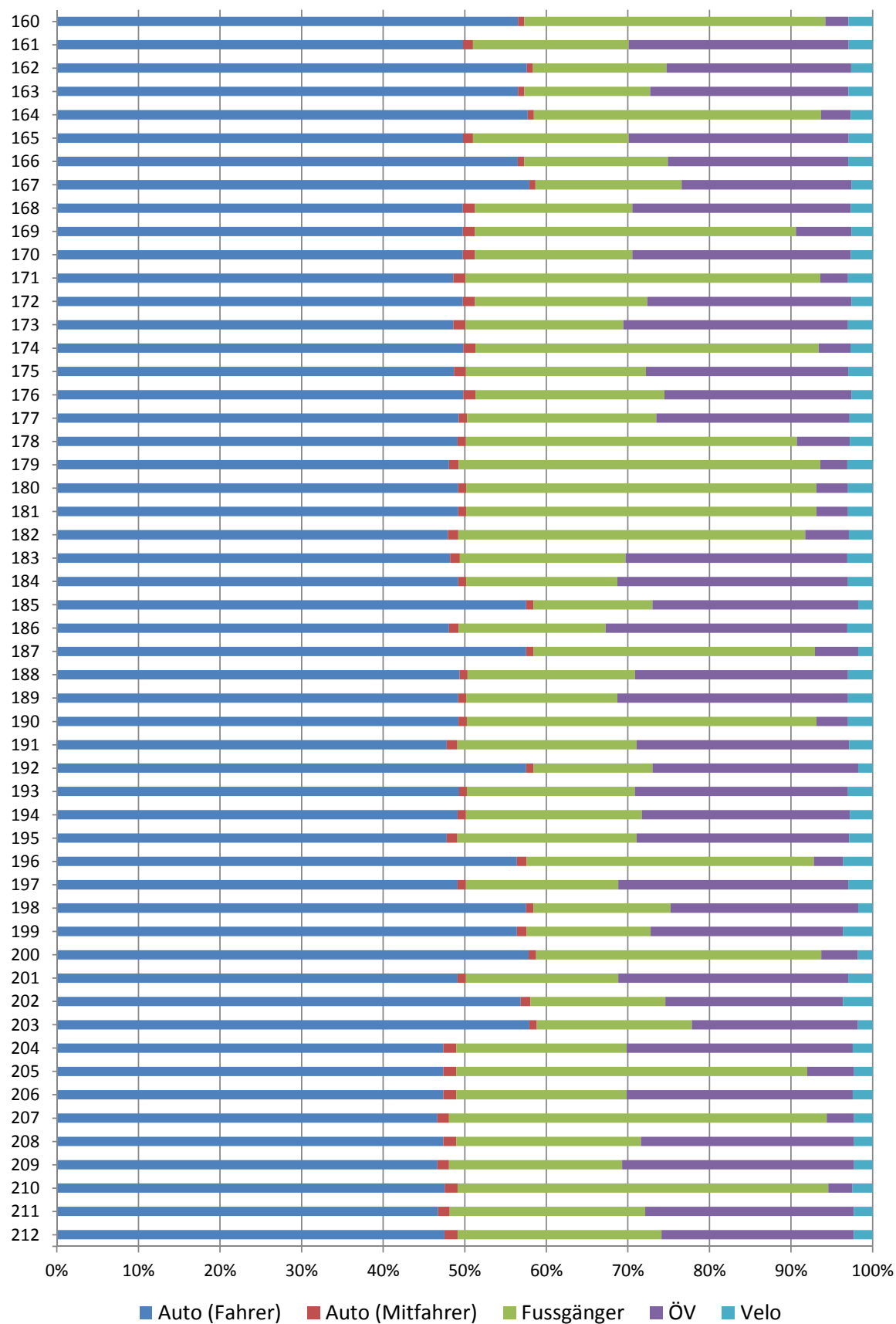


Abbildung 41: Verkehrsmittelwahl für die Rückkehr nach Hause (Läufe 160–212)



6.2 Evakuationszeiten

Die Tabellen 31 bis 34 enthalten die Zeiten (in Stunden und Minuten), bis 95% aller Personen, die sich im Evakuationsgebiet befinden und gewillt sind zu evakuieren, das Gebiet verlassen haben. Enthalten sind wiederum Spalten für die jedes einzelne Verkehrsmittel, sowie eine Spalte *Gesamt*, welche den Mittelwert aller evakuierenden Personen unabhängig vom Verkehrsmittel darstellt. Wie bereits zuvor erwähnt, enthalten nur jene Spalten Werte, für die mehr als 50 Beobachtungen vorhanden sind. Es empfiehlt sich, die Tabellen gemeinsam mit den Tabellen 19 bis 22 zu betrachten, da diese aufzeigen, wie viele Personen das jeweilige Verkehrsmittel für die Rückkehr nach Hause nutzen. Tabellen für weitere Prozentsätze (50%, 75%, 85%, 90% und 99%) sind in Anhang M.1 zu finden.

Die Tabellen 35 bis 38 zeigen die Zeiten (in Stunden und Minuten), bis 95% aller jener Personen, deren Haushalt im Evakuationsgebiet liegt und die nicht evakuieren, sondern stattdessen nach Hause fahren, zuhause angekommen sind. Die Verkehrsmittel werden dabei getrennt betrachtet. Ein Wert von 01:00 in der *Fussgänger*-Spalte der Tabelle bedeutet, dass nach dieser Zeit 95% all jener Personen zuhause angekommen sind, die den Weg zu Fuss zurücklegen. Tabellen für andere Prozentsätze sind wiederum in Anhang M.1 zu finden.

Die Spalte *Unterwegs* fasst alle Verkehrsmittel zusammen, beschreibt also die Zeit, bis 95% aller Personen, die nach Hause zurückkehren, dort angekommen sind. Im Gegensatz dazu berücksichtigt die Spalte *Gesamt* alle Personen, die nicht evakuieren und stattdessen nach Hause fahren. Dies inkludiert auch jene Personen, die sich bereits zuhause befinden. Auch hier empfiehlt es sich, die Tabellen gemeinsam mit den Tabellen 23 bis 30 zu betrachten, da diese aufzeigen, wie viele Personen das jeweilige Verkehrsmittel für die Rückkehr nach Hause nutzen.

Einträge mit der Dauer 00:00 bei den Verkehrsmitteln bedeuten, dass keine Person dieses Verkehrsmittel genutzt hat. In der Spalte *Gesamt* bedeutet ein solcher Eintrag, dass sich mehr als 95% aller nicht evakuierenden Personen bereits zuhause befinden und eine Rückkehr dorthin somit nicht mehr nötig ist. Dieser Fall tritt insbesondere bei jenen Szenarien auf, bei denen die Evakuierung um 03:00 beginnt.

Tabelle 31: Zeiten, bis 95% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
1	02:18	01:07	02:18	03:37	02:05	01:56
2	08:22	13:00	17:32	48:23	01:48	07:11
3	06:32	03:58	16:16	19:03	08:49	-
4	08:31	10:29	08:13	13:04	36:12	12:53
5	04:12	03:48	07:44	74:36	02:06	06:25
6	05:11	02:31	04:01	12:09	04:04	02:37
7	00:34	00:33	00:41	-	00:39	-
8	06:54	05:16	12:30	67:11	02:43	07:01
9	05:11	04:02	06:40	15:37	04:22	04:04
10	06:48	04:22	08:16	22:34	04:38	17:47
11	02:41	02:37	04:05	08:13	02:12	02:43
12	07:26	03:35	06:54	23:21	12:19	05:43
13	01:29	01:28	02:17	14:41	02:14	02:04
14	03:57	01:28	02:28	08:58	01:58	03:03
15	02:35	02:32	03:54	07:54	02:08	02:37
16	02:52	02:15	05:02	14:29	02:06	03:55
17	05:09	02:32	04:54	16:47	05:50	05:13
18	02:19	02:01	03:04	57:34	01:50	03:39
19	01:41	01:09	02:03	06:17	00:40	-
20	02:08	02:05	03:03	03:48	02:38	03:12
21	05:48	04:11	10:22	67:45	02:49	04:49
22	00:31	00:29	00:35	-	00:45	-
23	10:43	14:02	09:36	40:11	02:15	21:23
24	03:09	01:45	02:48	06:15	02:44	01:54
25	03:25	03:01	05:52	75:50	02:04	-
26	01:36	01:29	02:25	05:02	01:53	03:03
27	00:54	00:44	00:57	34:20	00:40	-
28	02:54	01:01	02:41	10:08	02:12	-
29	01:30	00:31	00:40	02:58	-	-
30	02:20	02:19	03:33	06:34	02:23	02:24
31	00:46	00:39	00:57	04:47	00:36	-
32	06:17	07:14	08:26	07:31	26:26	06:30
33	05:21	04:01	10:38	20:37	02:24	-
34	01:07	00:57	01:42	02:09	02:43	-
35	02:04	02:04	03:46	05:02	02:16	03:00
36	02:53	02:28	03:52	07:08	03:13	02:14
37	00:32	00:29	00:36	03:24	-	-
38	01:45	01:40	02:52	02:11	02:41	02:02
39	25:23	26:16	17:09	54:48	14:59	21:37
40	02:28	02:28	03:15	04:39	02:36	02:22
41	06:10	06:12	07:30	06:24	04:51	03:00
42	06:18	06:12	07:36	15:08	03:04	02:43
43	06:32	06:33	07:47	56:49	05:13	03:25
44	07:34	07:06	10:04	17:42	03:49	04:44
45	06:20	06:14	07:28	07:49	02:55	02:28
46	06:58	06:46	09:24	19:36	02:35	06:35
47	06:56	06:57	10:07	76:56	04:15	06:35
48	06:19	06:16	06:53	01:20	05:24	01:09
49	01:49	01:48	03:18	22:27	03:04	02:51
50	07:42	05:29	14:16	27:02	05:17	09:55
51	00:55	00:52	01:12	-	00:51	-
52	06:46	05:11	09:26	15:46	04:20	04:45
53	03:59	03:31	06:44	31:31	02:50	06:30

Tabelle 32: Zeiten, bis 95% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
54	01:03	00:47	01:53	02:03	02:35	-
55	01:43	01:42	02:37	04:30	02:07	01:50
56	00:31	00:30	00:36	-	00:40	-
57	06:07	06:09	06:19	-	05:24	-
58	07:19	07:36	12:10	60:51	05:35	11:22
59	06:36	06:39	11:09	45:06	04:51	04:43
60	06:20	06:14	07:20	07:48	02:51	02:18
61	08:18	08:49	17:20	17:50	69:34	30:01
62	06:17	06:12	07:27	04:40	04:41	02:13
63	09:49	08:48	14:21	54:52	04:13	06:55
64	06:08	06:10	06:49	07:38	01:54	01:38
65	09:58	08:53	14:51	56:57	04:18	07:37
66	06:07	06:09	06:46	04:41	05:11	01:38
67	06:10	06:12	07:37	08:21	02:31	03:00
68	07:43	08:16	13:47	54:31	05:35	08:22
69	10:03	08:46	14:42	22:13	05:42	07:27
70	06:17	06:14	06:44	01:11	05:22	01:16
71	09:45	08:47	13:55	59:33	04:17	08:46
72	06:46	06:46	09:54	16:16	02:35	06:59
73	08:52	07:51	13:44	19:16	05:09	06:59
74	06:23	06:19	07:47	07:19	03:58	02:41
75	07:43	07:05	09:57	16:14	03:49	05:01
76	06:17	06:11	07:28	05:24	02:57	02:13
77	06:21	06:22	06:31	07:27	-	-
78	08:14	07:29	11:23	62:37	04:32	05:27
79	08:00	08:36	10:17	55:05	05:40	04:06
80	06:10	06:12	07:49	09:00	03:19	03:08
81	06:18	06:15	07:30	05:02	04:20	02:28
82	09:19	06:49	12:06	23:37	05:13	06:15
83	06:17	06:12	07:27	04:40	04:41	02:13
84	07:18	05:32	10:47	18:25	05:15	04:43
85	06:19	06:16	06:53	01:20	05:24	01:09
86	05:41	07:08	06:37	08:29	80:47	03:36
87	06:07	06:09	07:10	04:22	04:51	02:07
88	05:39	03:53	09:31	25:05	03:26	06:55
89	06:09	06:10	06:56	05:01	05:12	02:06
90	04:30	03:03	05:09	20:43	03:47	05:08
91	06:10	06:12	06:25	-	05:41	-
92	01:40	01:03	01:24	06:10	-	-
93	10:37	08:43	13:40	24:16	05:44	06:06
94	08:58	07:44	13:39	19:45	05:20	05:17
95	08:04	09:08	16:35	13:46	81:40	17:43
96	07:20	06:55	10:19	24:35	02:57	07:24
97	06:55	06:46	10:28	20:05	03:47	05:32
98	06:23	06:22	06:32	07:40	-	-
99	02:11	02:05	03:06	02:59	02:54	03:13
100	02:10	02:04	02:56	03:02	02:51	02:27
101	01:05	00:55	01:54	01:16	01:03	01:22
102	01:06	00:56	01:42	02:09	02:43	-
103	01:06	00:54	01:56	02:04	02:31	-
104	00:39	00:37	00:45	-	01:05	-
105	06:29	05:32	12:27	63:23	03:09	07:01
106	03:04	02:22	03:39	07:11	03:10	02:22

Tabelle 33: Zeiten, bis 95% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	03:30	03:13	04:02	05:11	04:16	02:27
108	02:08	01:47	02:52	05:10	02:52	02:05
109	02:21	01:47	02:55	05:55	02:51	02:05
110	07:33	05:32	11:12	19:18	05:15	08:33
111	05:23	04:15	09:18	67:17	02:55	13:34
112	01:45	01:44	02:39	04:14	02:16	02:05
113	06:17	06:11	07:20	04:53	04:39	02:05
114	02:09	02:04	02:53	03:02	02:52	02:27
115	06:25	06:16	07:33	08:54	03:07	02:13
116	04:40	03:47	07:09	55:53	02:21	04:44
117	01:45	01:44	02:39	04:14	02:18	02:05
118	06:08	04:05	09:52	21:40	03:57	04:48
119	02:25	02:24	03:42	06:19	02:33	02:14
120	06:17	06:12	07:22	04:53	04:39	02:05
121	04:41	03:51	06:51	55:07	02:23	04:56
122	02:23	02:21	03:11	04:39	02:43	02:22
123	02:26	02:25	03:43	06:17	02:37	02:14
124	06:21	06:11	07:26	07:08	02:57	02:13
125	02:06	02:01	02:43	02:36	02:45	02:26
126	06:20	06:15	07:31	06:35	04:22	02:13
127	06:17	06:11	07:27	04:54	04:41	02:13
128	07:33	07:06	11:57	17:58	03:46	05:55
129	02:05	02:01	02:42	02:36	02:45	02:26
130	07:27	07:07	10:19	52:52	04:51	04:56
131	08:30	07:47	11:46	51:41	04:40	05:23
132	09:41	09:40	18:35	12:30	10:11	09:50
133	11:04	10:30	19:55	16:31	11:08	10:08
134	09:45	09:44	18:41	12:30	10:04	09:50
135	10:26	09:50	19:05	14:08	10:53	10:00
136	10:31	10:29	19:43	14:22	10:29	10:08
137	09:48	09:45	18:52	12:40	10:10	09:57
138	12:58	11:56	23:13	23:04	11:49	12:21
139	12:53	12:09	23:34	58:45	10:14	11:56
140	14:15	13:22	25:52	60:07	10:32	13:23
141	08:51	07:21	12:51	66:48	03:23	09:32
142	03:20	02:28	04:07	10:16	03:17	02:38
143	03:45	03:14	04:31	09:11	04:21	03:19
144	02:22	01:54	03:10	08:17	02:53	02:16
145	02:45	01:52	03:13	09:17	02:54	02:16
146	09:32	06:51	12:44	23:32	05:28	06:38
147	06:21	05:22	09:28	66:54	02:57	08:45
148	01:48	01:45	02:46	04:14	02:24	02:16
149	06:18	06:14	07:19	05:04	04:18	02:18
150	02:10	02:05	03:03	02:59	02:54	03:13
151	06:31	06:20	07:37	13:25	03:10	02:34
152	05:42	04:42	08:09	60:42	02:24	05:08
153	01:49	01:45	02:46	04:12	02:28	02:16
154	08:10	05:10	09:47	20:53	04:13	08:52
155	02:35	02:29	03:49	06:33	02:52	02:31
156	06:19	06:15	07:25	05:04	04:18	02:18
157	05:29	04:34	08:05	57:49	02:24	05:20
158	02:30	02:25	03:27	05:29	02:50	02:38
159	02:35	02:29	03:48	06:33	02:48	02:31

Tabelle 34: Zeiten, bis 95% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
160	06:23	06:14	07:30	09:30	02:56	02:28
161	02:06	02:01	02:55	02:58	02:48	03:05
162	06:23	06:20	07:36	07:13	03:53	02:34
163	06:18	06:14	07:29	05:11	04:20	02:28
164	08:20	07:29	11:57	19:22	04:09	04:56
165	02:06	02:01	02:55	02:58	02:48	03:05
166	08:08	07:31	11:49	60:52	04:33	05:36
167	09:30	08:40	14:20	57:55	04:13	07:08
168	01:54	01:50	02:55	04:30	02:16	02:04
169	03:33	02:46	04:19	13:24	03:25	02:30
170	01:55	01:52	02:59	04:30	02:14	02:04
171	02:51	02:03	03:33	09:17	02:52	02:09
172	02:44	02:40	04:04	06:45	02:52	02:30
173	01:59	01:55	03:11	04:44	02:17	02:09
174	06:23	04:57	09:08	16:22	04:07	05:45
175	06:04	05:04	09:57	51:55	02:21	04:41
176	07:39	06:33	12:49	50:11	02:57	07:23
177	25:21	25:21	13:05	52:45	25:55	09:34
178	02:16	01:02	02:24	03:40	01:19	01:56
179	02:05	00:49	01:59	02:42	00:56	01:22
180	01:38	01:04	01:49	02:32	00:41	01:04
181	01:41	01:06	01:52	02:32	00:41	01:04
182	10:29	12:34	08:34	16:28	64:52	20:59
183	22:47	20:11	11:22	64:07	01:46	34:11
184	01:07	00:58	01:37	01:20	00:46	01:04
185	06:17	06:14	06:44	01:11	05:22	01:16
186	01:03	00:52	01:50	01:16	01:03	01:22
187	06:19	06:15	06:51	06:09	01:11	01:37
188	06:59	09:05	06:22	57:44	01:02	10:21
189	01:07	00:58	01:37	01:20	00:46	01:04
190	19:49	19:42	16:13	24:35	82:06	13:15
191	01:36	01:22	02:18	02:25	01:00	01:16
192	06:17	06:14	06:39	01:11	05:22	01:16
193	07:26	10:04	07:48	52:34	01:02	10:31
194	01:11	01:02	02:14	01:52	00:59	01:56
195	01:35	01:21	02:23	02:25	01:00	01:16
196	06:20	06:16	06:53	05:57	00:51	01:09
197	00:57	00:46	01:44	01:09	00:51	01:17
198	06:18	06:15	06:51	02:10	05:04	01:37
199	06:19	06:16	06:53	01:20	05:24	01:09
200	07:12	07:26	10:16	22:52	82:07	30:03
201	00:58	00:47	01:40	01:09	00:51	01:17
202	07:24	07:29	14:59	57:28	05:35	06:38
203	08:06	09:01	14:35	56:31	05:39	10:47
204	01:12	01:01	01:40	01:24	00:44	00:54
205	01:55	01:25	02:19	03:33	01:04	00:49
206	01:12	01:02	01:43	01:24	00:43	00:54
207	01:43	01:13	02:07	02:35	00:56	00:57
208	01:29	01:17	02:04	02:10	00:48	00:49
209	01:14	01:05	01:53	01:25	00:51	00:57
210	05:04	06:19	05:06	14:58	78:50	04:34
211	05:42	06:26	08:41	46:11	00:57	06:20
212	05:53	07:18	10:32	47:14	01:03	04:49

Tabelle 35: Zeiten, bis 95% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
1	01:21	02:16	01:33	01:06	03:37	02:23	00:43
2	01:20	02:23	02:19	06:58	02:43	02:29	00:58
3	00:00	05:49	01:23	-	09:27	05:22	02:26
4	01:46	03:26	02:19	18:19	04:59	03:33	01:11
5	00:00	-	-	-	-	-	-
6	01:29	02:31	01:41	00:48	04:51	02:22	00:55
7	00:00	-	-	-	-	-	-
8	01:07	01:57	01:52	01:16	03:55	01:36	01:26
9	01:25	03:33	01:44	01:57	05:13	03:03	01:54
10	01:26	03:39	01:50	01:17	05:53	02:18	01:26
11	01:18	01:46	01:48	01:14	01:29	02:03	00:51
12	00:00	07:05	02:11	-	09:22	10:02	07:12
13	00:00	-	-	-	-	-	-
14	00:00	02:53	00:56	-	05:53	01:55	-
15	01:12	01:45	01:45	00:47	01:25	02:01	00:52
16	00:00	-	-	-	-	-	-
17	00:00	06:37	01:28	-	08:25	06:37	16:16
18	00:00	03:43	00:48	-	05:32	04:12	-
19	00:00	-	-	-	-	-	-
20	01:02	01:25	01:27	00:40	01:08	01:35	00:52
21	01:12	01:58	01:52	01:16	03:34	01:41	01:35
22	00:00	03:18	00:41	-	01:45	-	-
23	01:26	02:29	02:25	03:32	02:52	02:28	01:15
24	01:06	02:02	01:19	00:30	04:12	01:59	00:58
25	00:00	03:44	01:39	-	05:35	04:20	-
26	00:00	02:53	00:55	-	02:54	04:02	-
27	00:00	-	-	-	-	-	-
28	00:00	02:58	00:59	-	06:07	02:06	-
29	00:00	02:34	01:03	-	17:13	-	-
30	01:12	01:42	01:40	00:51	01:26	02:02	01:05
31	00:00	-	-	-	-	-	-
32	01:18	03:24	01:31	-	05:33	-	-
33	00:00	05:54	01:59	-	09:44	02:10	02:29
34	00:00	02:52	00:45	-	02:55	03:36	00:57
35	00:00	-	-	-	-	-	-
36	01:34	02:30	01:40	00:51	04:21	02:47	01:05
37	00:00	03:18	00:41	-	10:55	-	-
38	00:00	02:56	00:42	-	-	-	-
39	01:28	02:24	02:18	01:21	04:28	02:07	01:50
40	01:03	01:38	01:35	00:42	01:27	01:53	00:48
41	00:00	-	-	-	-	-	-
42	00:00	-	-	-	-	-	-
43	00:00	-	-	-	-	-	-
44	00:48	02:45	01:39	-	05:03	02:10	03:41
45	00:54	02:00	01:27	-	03:53	01:55	00:55
46	00:00	-	-	-	-	-	-
47	00:00	-	-	-	-	-	-
48	00:39	01:26	00:56	-	-	01:44	-
49	00:00	03:16	01:06	-	07:08	01:57	01:12
50	01:57	04:13	02:25	01:24	05:59	03:09	01:55
51	00:00	-	-	-	-	-	-
52	01:41	04:11	01:53	00:54	06:07	02:30	01:03
53	00:00	05:29	01:22	-	10:32	02:22	-

Tabelle 36: Zeiten, bis 95% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
54	00:00	02:43	00:39	-	02:45	03:31	00:34
55	00:54	01:21	01:18	00:30	01:04	01:28	00:58
56	00:00	-	-	-	-	-	-
57	00:00	-	-	-	-	-	-
58	00:33	02:01	01:59	-	-	-	-
59	00:00	-	-	-	-	-	-
60	00:46	01:55	01:25	-	04:02	02:02	00:24
61	01:13	03:30	02:15	-	04:05	-	-
62	00:44	01:26	01:26	-	01:26	01:28	01:12
63	00:57	02:24	02:31	-	05:25	01:55	04:36
64	00:00	-	-	-	-	-	-
65	01:06	02:26	02:14	-	07:27	01:53	02:41
66	00:00	-	-	-	-	-	-
67	00:00	-	-	-	-	-	-
68	00:49	01:41	01:38	-	-	01:41	-
69	01:05	03:45	02:38	-	05:55	02:15	02:54
70	00:32	01:32	01:33	-	-	02:01	-
71	01:05	02:21	02:08	-	06:05	01:54	01:23
72	00:00	-	-	-	-	-	-
73	01:13	03:16	01:58	-	05:56	06:47	02:41
74	00:59	01:44	01:44	-	01:45	01:51	00:51
75	00:48	03:11	01:44	-	04:49	02:13	04:47
76	00:51	01:53	01:24	-	03:58	01:37	01:12
77	00:00	-	-	-	-	-	-
78	00:46	01:53	01:52	-	04:30	01:43	00:50
79	00:45	02:05	02:19	-	-	-	-
80	00:00	-	-	-	-	-	-
81	00:46	01:27	01:28	-	01:13	01:28	00:55
82	01:52	04:25	02:20	03:56	06:40	03:13	02:28
83	00:44	01:26	01:26	-	01:26	01:28	01:12
84	01:45	04:14	02:23	08:05	05:53	03:36	02:57
85	00:40	01:26	00:51	-	-	01:44	-
86	02:02	03:43	02:11	-	05:04	-	-
87	00:00	-	-	-	-	-	-
88	00:00	-	-	-	-	-	-
89	00:00	-	-	-	-	-	-
90	00:00	-	-	-	-	-	-
91	00:00	-	-	-	-	-	-
92	00:00	-	-	-	-	-	-
93	01:05	03:40	02:27	-	06:12	02:19	02:57
94	01:01	03:49	02:15	-	05:55	02:17	02:13
95	00:51	02:18	02:18	-	06:23	-	-
96	00:00	-	-	-	-	-	-
97	00:00	-	-	-	-	-	-
98	00:00	-	-	-	-	-	-
99	01:03	01:28	01:27	00:40	01:20	01:39	00:52
100	00:58	01:26	01:24	00:37	01:15	01:35	00:47
101	00:56	01:24	01:26	00:57	01:08	01:35	00:40
102	00:00	02:52	00:45	-	02:55	03:36	00:57
103	00:00	02:49	00:44	-	02:56	03:31	-
104	00:00	01:42	00:47	-	-	-	-
105	05:37	17:55	17:48	14:08	31:05	03:23	08:19
106	03:46	06:40	02:14	01:09	11:36	03:49	02:34

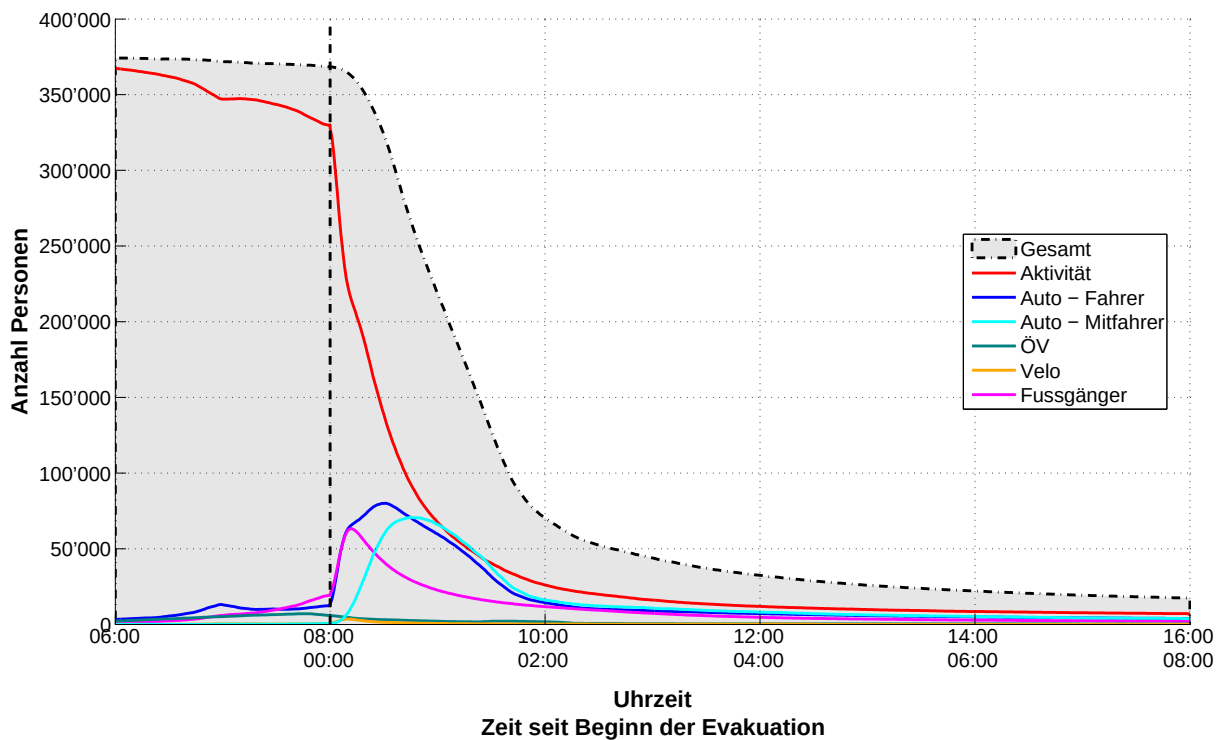
Tabelle 37: Zeiten, bis 95% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	03:48	06:40	03:20	01:17	09:30	04:24	02:01
108	03:23	06:48	01:44	00:52	09:48	02:43	02:04
109	03:23	06:48	01:45	00:53	09:48	02:43	02:04
110	08:55	19:06	17:27	10:23	21:08	11:56	08:10
111	05:09	15:01	15:06	08:48	32:07	02:28	06:57
112	01:38	01:58	01:46	00:54	02:08	02:16	02:04
113	01:25	01:54	01:49	-	01:21	02:07	03:41
114	01:45	02:03	01:53	01:04	02:09	02:25	02:01
115	02:23	06:12	02:15	-	14:07	03:29	05:38
116	04:35	16:22	14:36	06:21	33:46	02:23	06:32
117	01:38	01:58	01:46	00:58	02:08	02:15	02:04
118	07:28	16:29	14:41	08:06	19:51	15:25	07:14
119	02:09	02:37	02:17	01:21	03:11	03:13	02:59
120	01:24	01:54	01:47	-	01:21	02:07	03:41
121	04:35	16:28	14:44	09:43	38:00	02:23	05:14
122	02:01	02:27	02:12	01:09	03:11	02:53	02:34
123	02:08	02:37	02:15	01:21	03:11	03:12	02:59
124	02:24	06:26	01:54	-	09:30	02:06	02:14
125	01:40	02:00	01:51	01:03	02:05	02:21	01:58
126	01:42	02:16	02:15	-	01:59	02:16	05:38
127	01:33	01:56	01:48	-	03:20	02:01	02:14
128	03:27	13:27	13:27	-	15:34	65:03	04:39
129	01:40	01:59	01:51	01:03	02:05	02:24	01:58
130	02:19	15:43	12:27	-	66:26	02:01	07:46
131	02:08	12:44	17:26	-	12:52	02:18	43:55
132	09:35	09:57	09:40	08:53	10:11	10:06	10:41
133	11:46	15:14	10:16	09:09	20:02	11:50	12:06
134	09:36	09:57	09:43	08:44	10:11	10:03	10:41
135	11:42	14:35	09:48	09:19	17:12	10:50	09:56
136	10:02	10:30	10:08	09:09	11:43	10:38	12:06
137	09:43	10:00	09:47	09:22	10:11	10:23	09:56
138	15:43	26:25	25:43	30:46	25:44	40:53	14:27
139	12:40	23:28	22:35	11:30	46:16	10:27	12:46
140	13:25	23:44	24:13	21:30	31:45	13:36	13:31
141	06:08	18:36	18:12	13:02	34:11	03:33	09:57
142	04:00	07:02	02:23	01:17	11:10	03:41	02:29
143	04:05	06:33	03:25	01:29	09:21	04:21	01:57
144	03:45	06:30	01:47	01:03	09:29	02:30	01:56
145	03:45	06:30	01:46	01:05	09:29	02:27	01:56
146	09:13	19:44	18:57	13:01	22:08	14:13	08:56
147	05:36	15:55	14:31	13:03	36:03	02:30	08:20
148	01:41	02:00	01:47	00:58	02:17	02:13	01:56
149	01:31	01:59	01:49	-	01:47	02:07	03:41
150	01:49	02:05	01:56	01:08	02:17	02:24	01:57
151	02:42	06:19	02:34	-	11:07	03:13	05:38
152	05:06	16:10	14:05	12:43	38:20	02:23	09:46
153	01:41	02:01	01:47	00:58	02:17	02:15	01:56
154	07:47	17:50	14:49	10:12	22:42	16:06	08:50
155	02:15	02:46	02:29	01:21	03:24	03:02	02:42
156	01:32	02:01	01:51	-	01:47	02:07	03:41
157	05:18	17:18	15:07	09:29	38:10	02:22	09:24
158	02:06	02:39	02:22	01:16	03:21	02:52	02:29
159	02:15	02:46	02:30	01:21	03:24	03:04	02:42

Tabelle 38: Zeiten, bis 95% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
160	02:30	05:31	01:52	-	09:03	02:57	01:48
161	01:43	02:02	01:52	00:58	02:12	02:20	01:54
162	01:53	02:29	02:18	-	03:05	02:28	05:38
163	01:36	01:58	01:52	-	03:20	02:01	01:48
164	04:07	11:53	10:54	-	15:39	02:41	22:19
165	01:43	02:02	01:52	00:58	02:12	02:20	01:54
166	02:19	22:24	13:50	-	54:41	02:04	02:42
167	02:46	16:07	15:25	-	36:59	02:37	18:11
168	01:39	01:59	01:44	01:00	02:21	02:07	01:54
169	04:00	07:22	02:30	01:08	12:02	03:13	02:57
170	01:39	02:00	01:49	00:56	02:21	02:07	01:54
171	04:07	06:22	01:48	01:20	09:04	02:39	01:12
172	02:12	02:39	02:26	01:10	03:41	02:57	02:57
173	01:47	02:02	01:49	01:28	02:20	02:18	01:12
174	08:14	18:05	15:36	10:31	18:09	32:43	02:53
175	06:08	18:42	16:02	01:48	39:31	02:25	25:46
176	05:54	18:26	15:12	44:13	31:45	05:36	04:06
177	04:46	14:20	15:49	09:04	25:47	03:34	03:37
178	03:10	05:50	02:19	01:08	11:39	03:59	02:09
179	03:50	07:29	03:27	01:22	11:05	04:39	02:04
180	03:10	07:56	01:56	01:11	11:51	02:58	02:16
181	03:10	07:56	01:53	01:07	11:51	02:59	02:16
182	08:01	18:56	16:48	52:36	22:52	24:48	02:59
183	04:50	16:23	16:30	29:39	32:20	02:40	04:26
184	01:45	02:01	01:55	01:19	01:57	02:46	02:16
185	01:38	02:01	01:59	-	-	02:30	-
186	01:49	02:03	02:00	01:20	01:46	02:48	02:04
187	02:10	06:23	02:20	-	19:50	-	-
188	04:43	14:24	15:20	30:00	22:54	02:58	08:11
189	01:45	02:01	01:55	01:19	01:57	02:46	02:16
190	07:08	14:51	13:51	08:37	15:56	11:20	04:12
191	02:14	02:33	02:25	01:59	02:24	03:10	02:42
192	01:36	02:01	01:50	-	-	02:39	-
193	04:29	15:14	16:36	44:53	33:37	02:58	08:29
194	02:06	02:29	02:19	01:13	02:10	02:58	02:09
195	02:13	02:35	02:26	01:59	02:24	03:15	02:42
196	02:02	14:57	01:38	-	40:14	-	-
197	01:43	02:01	01:55	00:51	01:36	02:40	02:00
198	01:57	02:16	02:19	-	-	02:11	-
199	01:35	01:50	01:37	-	-	03:51	-
200	06:09	19:19	19:19	-	34:44	-	-
201	01:42	02:02	01:57	00:51	01:36	02:38	02:00
202	02:04	15:42	12:52	-	-	03:51	-
203	02:12	23:18	26:49	-	-	-	-
204	01:38	02:06	01:53	-	01:26	02:27	-
205	03:40	05:04	02:58	-	10:44	-	-
206	01:46	01:57	01:54	-	01:26	02:11	-
207	04:09	07:19	02:00	-	09:32	-	-
208	02:14	02:40	02:28	-	02:01	03:42	-
209	01:48	02:03	02:03	-	01:16	02:35	-
210	07:06	20:30	07:30	-	45:56	-	-
211	04:17	14:28	12:31	-	40:23	02:33	-
212	06:38	16:31	08:02	-	44:43	03:17	-

Abbildung 42: Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet

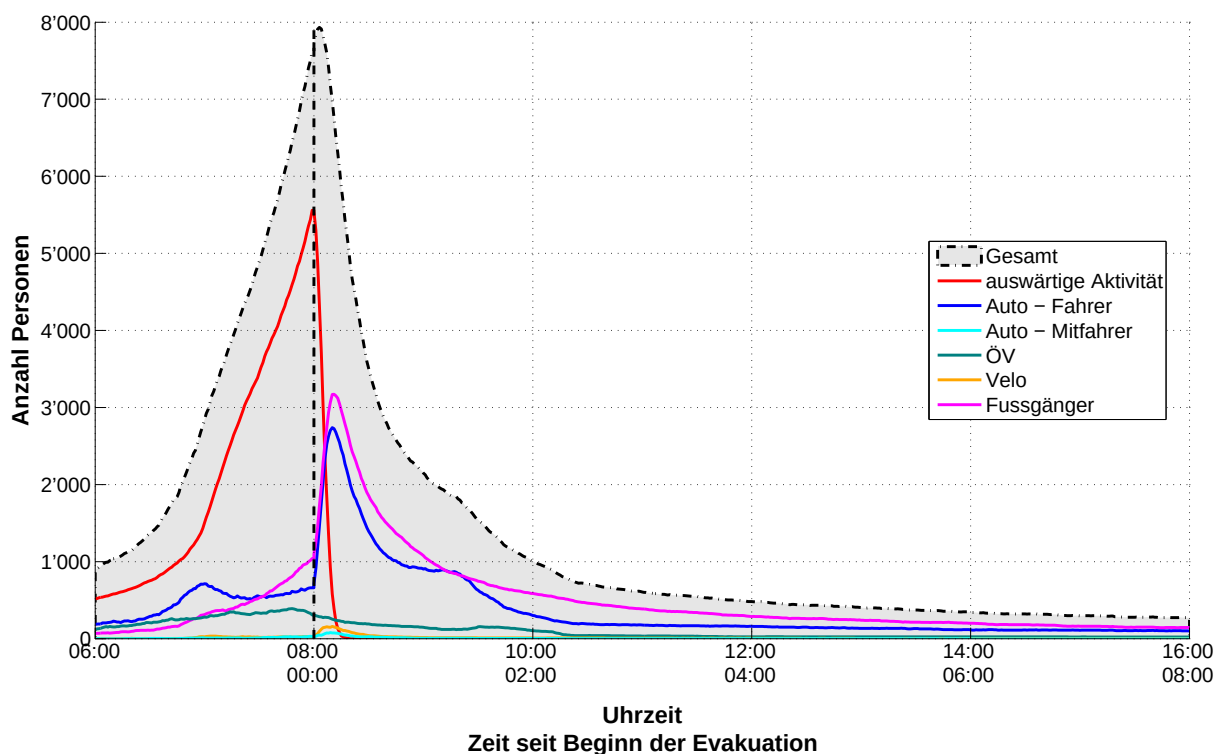


6.3 Zeitdiagramme

In Anhang M.2 befinden sich für jeden durchgeführten Lauf zwei Diagramme, welche einen Überblick über die jeweiligen Evakuationszeiten geben. Der erste Typ (siehe Abbildung 42, *Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet*) zeigt im zeitlichen Verlauf, wie viele Personen, die gewillt sind zu evakuieren, sich innerhalb des Evakuationsgebiets befinden. Die X-Achse ist mit einer zweizeiligen Beschriftung versehen: der Tageszeit (oben) sowie der Zeit, die seit dem Beginn der Evakuierung vergangen ist (unten). Die Anzahl Personen wird dabei sowohl akkumuliert als auch detailliert (d.h. nach Verkehrsmitteln bzw. Ausführen einer Aktivität) dargestellt.

Ein zweiter Typ (siehe Abbildung 43, *Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet*) zeigt, wie viele nicht an der Evakuierung teilnehmende Personen im Evakuierungsgebiet unterwegs sind. Berücksichtigt werden dabei alle jene nicht teilnehmenden Personen, die sich (noch) nicht zuhause aufhalten. Die X-Achse ist analog zum ersten Diagrammtyp beschriftet. Ebenfalls sind die Personen wiederum akkumuliert sowie auch detailliert dargestellt.

Abbildung 43: Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

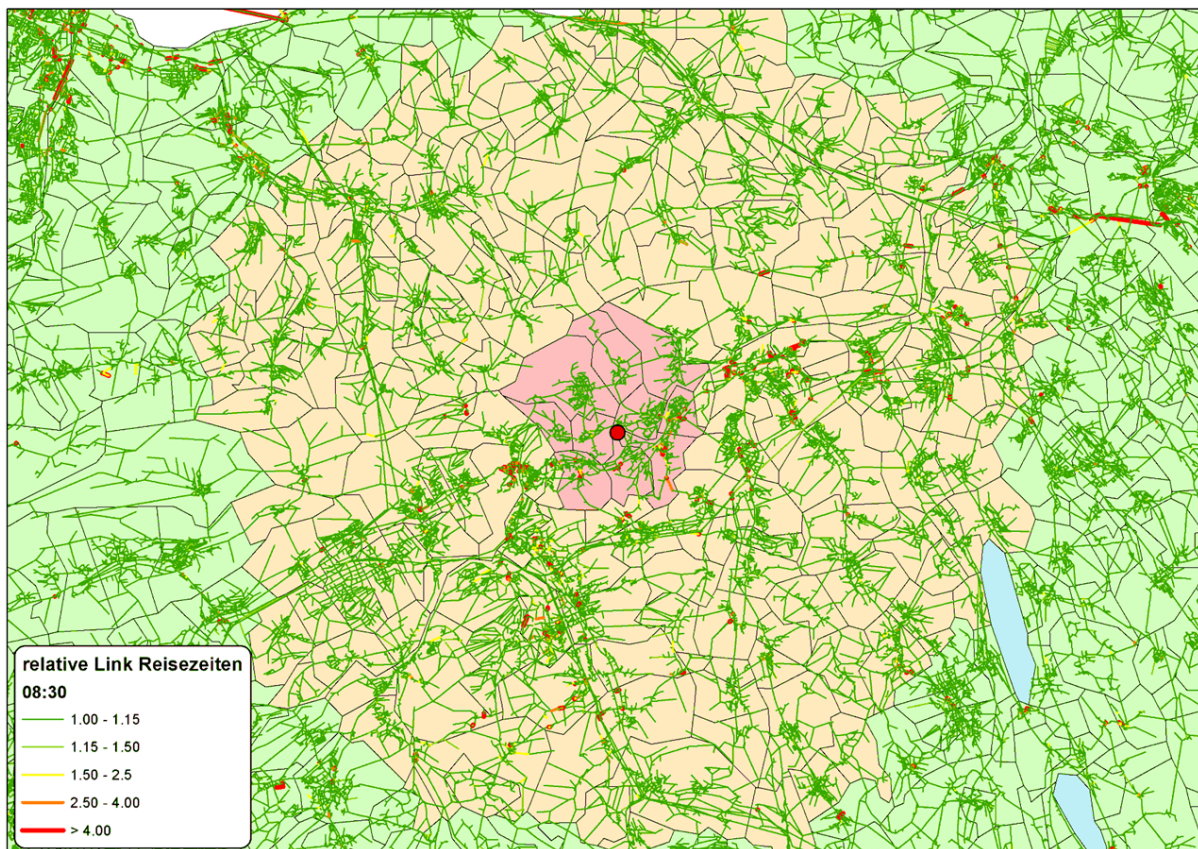


6.4 Reisezeiten im Verkehrsnetz

Eine weitere Auswertung befasst sich mit den während der Evakuierung auftretenden Reisezeiten. Die Betrachtung erfolgt für jedes einzelne Strassenstück separat. Alle Reisezeiten über ein solches Stück innerhalb eines 15-Minuten-Zeitintervalls werden dabei gemittelt. Figur 44 zeigt ein Beispiel der so berechneten Daten. Die Figur zeigt die Position des KKW's (roter Kreis), die Zonen 1 (hellrot) und 2 (gelb) sowie das Verkehrsnetz. Die Farbe jedes einzelnen Strassenstücks beschreibt die mittlere relative Reisezeit auf dem Stück zwischen 08:30 und 08:45. Entsprechend der Legende ist die mittlere Reisezeit auf grün gekennzeichneten Abschnitten beispielsweise maximal um 15% höher als im unbelasteten Netzzustand. Auf rot gekennzeichneten Abschnitten ist die mittlere Reisezeit hingegen mindestens viermal höher als ohne Verkehrsbelastung.

Neben relativen Werten liegen die Reisezeiten auch als absolute Zahlen vor. Dies erlaubt es, Artefakte, welche speziell auf sehr kurzen Strassenstücken auftreten können, zu identifizieren und zu entfernen. Ein Beispiel wäre etwa eine Abbiegespur an einer Kreuzung. Im Idealfall kann ein Fahrzeug innerhalb weniger Sekunden abbiegen. Schon bei geringem Gegenverkehr kann sich dies jedoch um einige Sekunden verzögern. Relativ betrachtet führt dies zu einem sehr hohen Wert, was jedoch nicht zwingend mit einer starken Überlastung gleichzusetzen ist. Dies wäre lediglich der Fall, wenn sich an dieser Stelle ein signifikanter Rückstau bilden würde.

Abbildung 44: Relative Reisezeiten im Verkehrsnetz



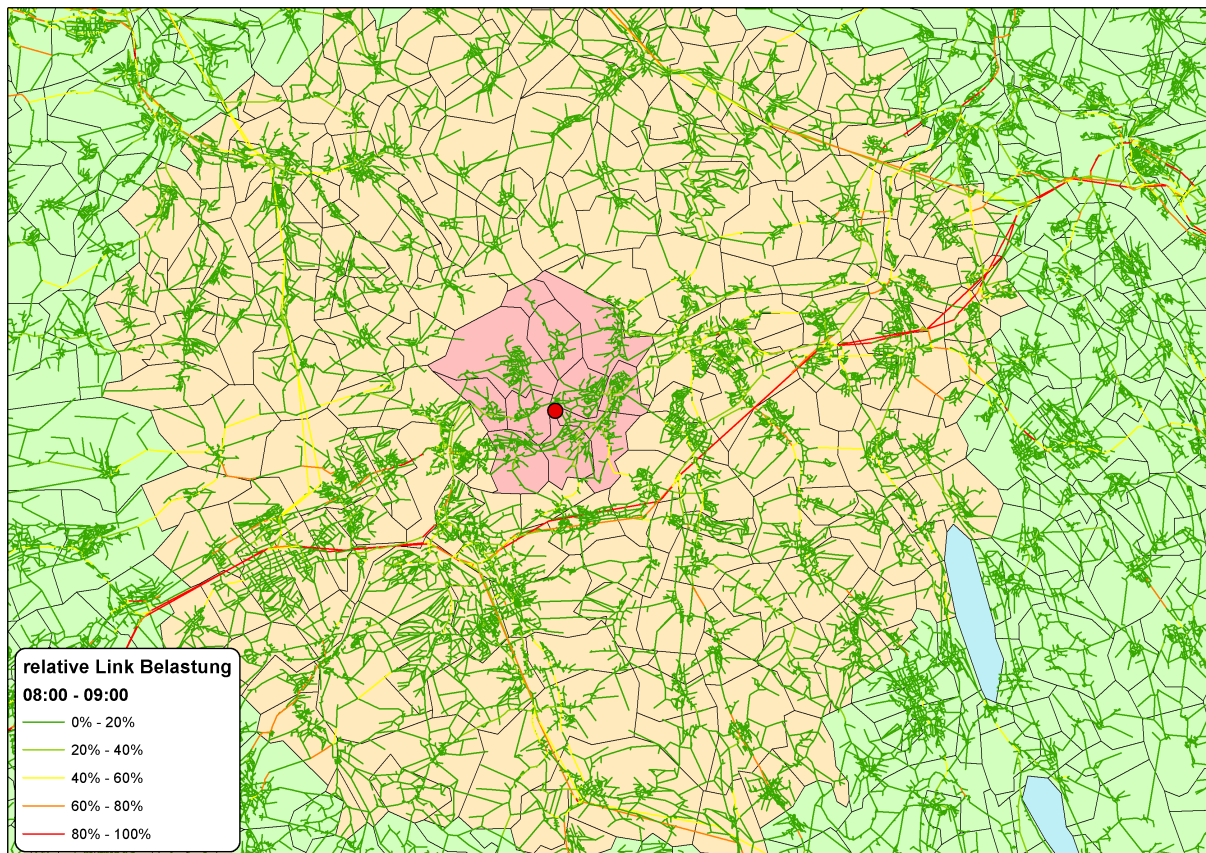
Aufgrund der enormen Datenmenge (etwa 12 relevante Stunden, d.h. 48-15-Minuten Intervalle, je Szenario) wird von einer detaillierten Auswertung an dieser Stelle abgesehen. Die Daten werden dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz als ESRI Shape Files (ESRI, 1998) mit dem vorliegenden Bericht geliefert und können für weitere Analysen herangezogen werden.

6.5 Belastung des Verkehrsnetzes

Neben den im letzten Abschnitt beschriebenen Reisezeiten werden auch die auftretenden Verkehrsflüsse für jeden Strassenabschnitt bestimmt. Die Zahlen werden sowohl absolut als auch relativ, im Verhältnis zur maximalen Kapazität des jeweiligen Abschnitts, bestimmt. Da die Kapazität einer Strasse üblicherweise in *Fahrzeuge pro Stunde* angegeben wird, werden auch die Zahlen mit stündlicher Auflösung erfasst. Unter der ersten Stunde wird dabei die Zeit zwischen 00:00 und 09:00 verstanden. Auch diese Daten werden dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz als ESRI Shape Files geliefert und können für weitere Analysen herangezogen werden.

Abbildung 45 zeigt beispielhaft eine grafische Aufbereitung der Daten. Die Abbildung zeigt

Abbildung 45: Relative Belastung des Verkehrsnetzes



wiederum das KKW Gösgen sowie die Zonen 1 und 2. Die Farbe eines Strassenabschnittes beschreibt dessen Belastungsgrad (grün: 0 bis 20% der maximalen Kapazität ausgenutzt; rot: 80 bis 100%). Gut erkennbar sind die Autobahnstrecken im betroffenen Gebiet, welche fast durchgängig eine hohe bis sehr hohe Belastung aufweisen.

6.6 Gegenüberstellung ähnlicher Läufe

In diesem Abschnitt werden ähnliche Läufe, d.h. Läufe mit identischem Evakuationsbeginn und dem selben evakuierten Gebiet, gegenübergestellt. In einem ersten Schritt wird die Dauer der Rückkehr nach Hause betrachtet. Hierbei werden nur Simulationsläufe mit Evakuationsbeginn um 8:00 berücksichtigt. Bei Evakuationsbeginn um 3:00 befindet sich nur ein minimaler Teil der Bevölkerung nicht zuhause, welcher aufgrund der geringen Stichprobengrösse an dieser Stelle nicht weiter untersucht wird.

Anschliessend wird die Evakuationsdauer untersucht. Hierbei wird unterschieden zwischen den beiden Fällen *unmittelbare* und *spätere Evakuierung*. Letztgenannte Option steht einem Haushalt

nur zur Verfügung, wenn das implementierte Verhaltensmodell für die Evakuationsentscheidung genutzt wird. Bei Läufen, bei denen ein fixer Anteil der Bevölkerung evakuiert, tritt der Fall *spätere Evakuierung* nicht auf, d.h. es gibt für diese Läufe keine Einträge in den Diagrammen.

Diese Analysen geben einen ersten Überblick über den Einfluss der restlichen Parameter. Eine detailliertere Analyse der Gewichte der einzelnen Faktoren folgt im nächsten Abschnitt.

Für die Betrachtung der Rückkehr nach Hause werden die zurückgelegten Wege mittels PW und zu Fuss, welche vom überwiegenden Teil der Bevölkerung genutzt werden (im Mittel 50% respektive 30%), genauer betrachtet. Die Abbildungen 46 und 47 zeigen die Ergebnisse für Läufe, bei denen die Zonen 1 und 2 betroffen sind. Dieselben Diagramme für die beiden anderen Zonen sind in Anhang M.3 zu finden.

Insbesondere bei den 90%- und 95%-Balken sind die Auswirkungen panisch agierender Bevölkerungsteile gut zu erkennen. Bei den Läufen ohne diese Anteile zeigt sich eine maximale Dauer von etwa 1:45 Stunden für die Rückkehr nach Hause mittels PW. Sind panisch agierende Personen vorhanden, so verlängert sich die Zeit um eine Stunde. Bei der zu Fuss nach Hause zurückkehrenden Bevölkerung zeigt sich ein ähnliches Bild. Nach 3:30 Stunden befinden sich 90% der Personen zuhause, nach 7:30 95%.

Für das Verlassen des Evakuationsgebietes wählt der überwiegende Teil der Bevölkerung (im Mittel über 90%) den PW als Verkehrsmittel. Deshalb liegt das Hauptaugenmerk bei der Betrachtung der evakuierenden Bevölkerung auf diesem Verkehrsmittel.

Die Abbildungen 48 bis 51 zeigen die Evakuationsdauern von unmittelbar und später evakuierenden Personen für Läufe, bei denen die Zonen 1 und 2 betroffen sind mit Evakuationsbeginn um 3:00 respektive um 8:00. In Anhang M.3 befinden sich dieselben Diagramme für die beiden anderen Zonen.

Auch hier zeigt sich der Einfluss panisch agierender Bevölkerungsteile gut erkennbar bei den 90%- und 95%-Balken. Wie zuvor erwähnt, gibt es bei Läufen, welche die Evakuationsentscheidung modellbasiert treffen, Werte für den Fall *spätere Evakuierung*. Beginnt die Evakuierung um 3:00, zeigen sich maximale Evakuationszeiten von knapp unter 2 Stunden, sofern keine panisch agierenden Personen vorhanden sind. Andernfalls sind Werte von rund 2:30 (90%) und 4:00 zu finden. Die Evakuationsdauer später evakuierender Personen beträgt bis zu 6:45 ohne, respektive 8:30 mit einem panischen Bevölkerungsanteil.

Beginnt die Evakuierung erst um 8:00, so sind Evakuationsdauern von 2:45 (ohne panischen Anteil), respektive 7:00 für sofort evakuierende Personen zu finden. Bei später evakuierenden Personen beträgt die Dauer bei Läufen ohne panische Bevölkerungsteile weiterhin bis zu 6:45,

Abbildung 46: Startzeit 8:00, Zonen 1 und 2, mittels PW nach Hause zurückkehrende Personen

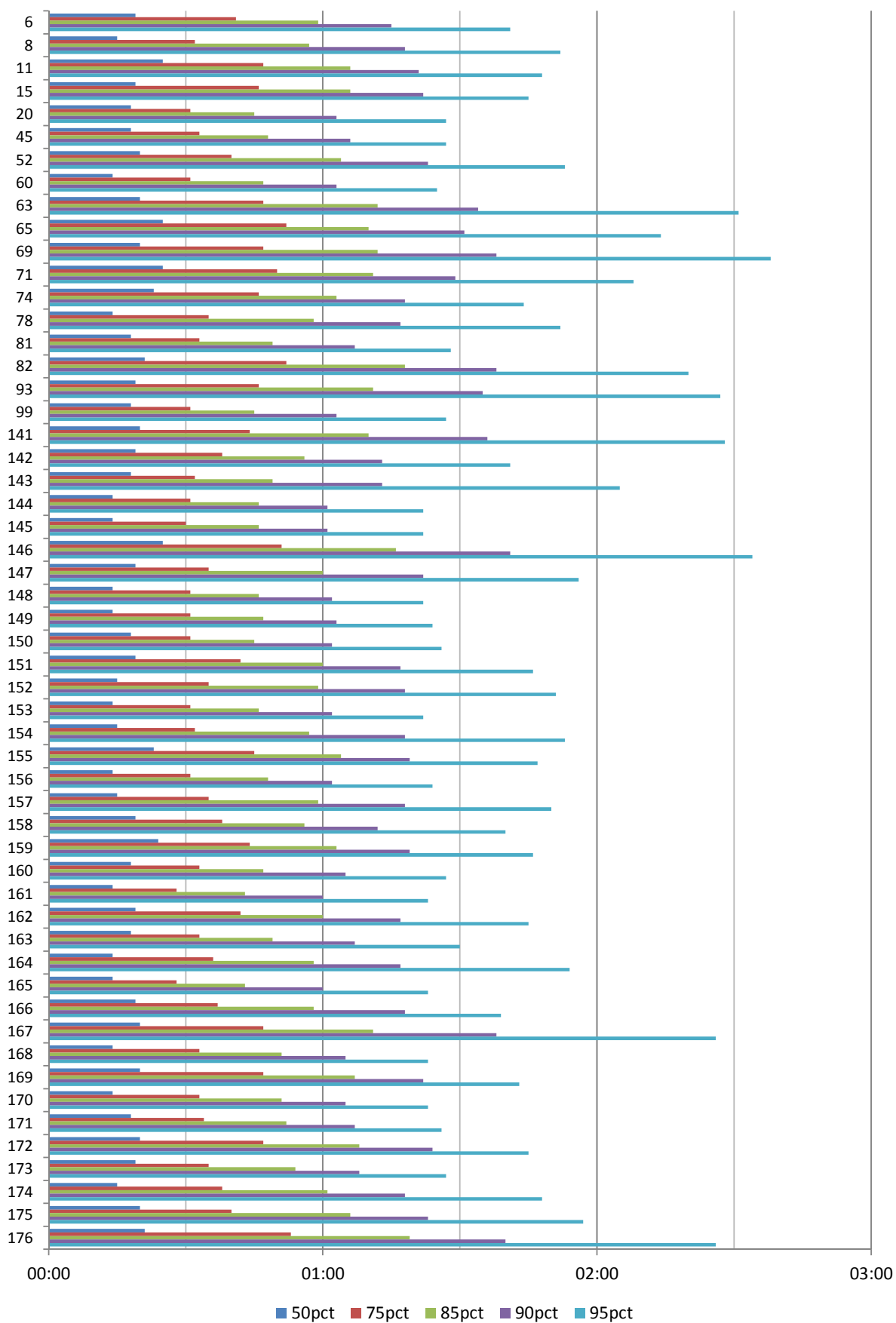
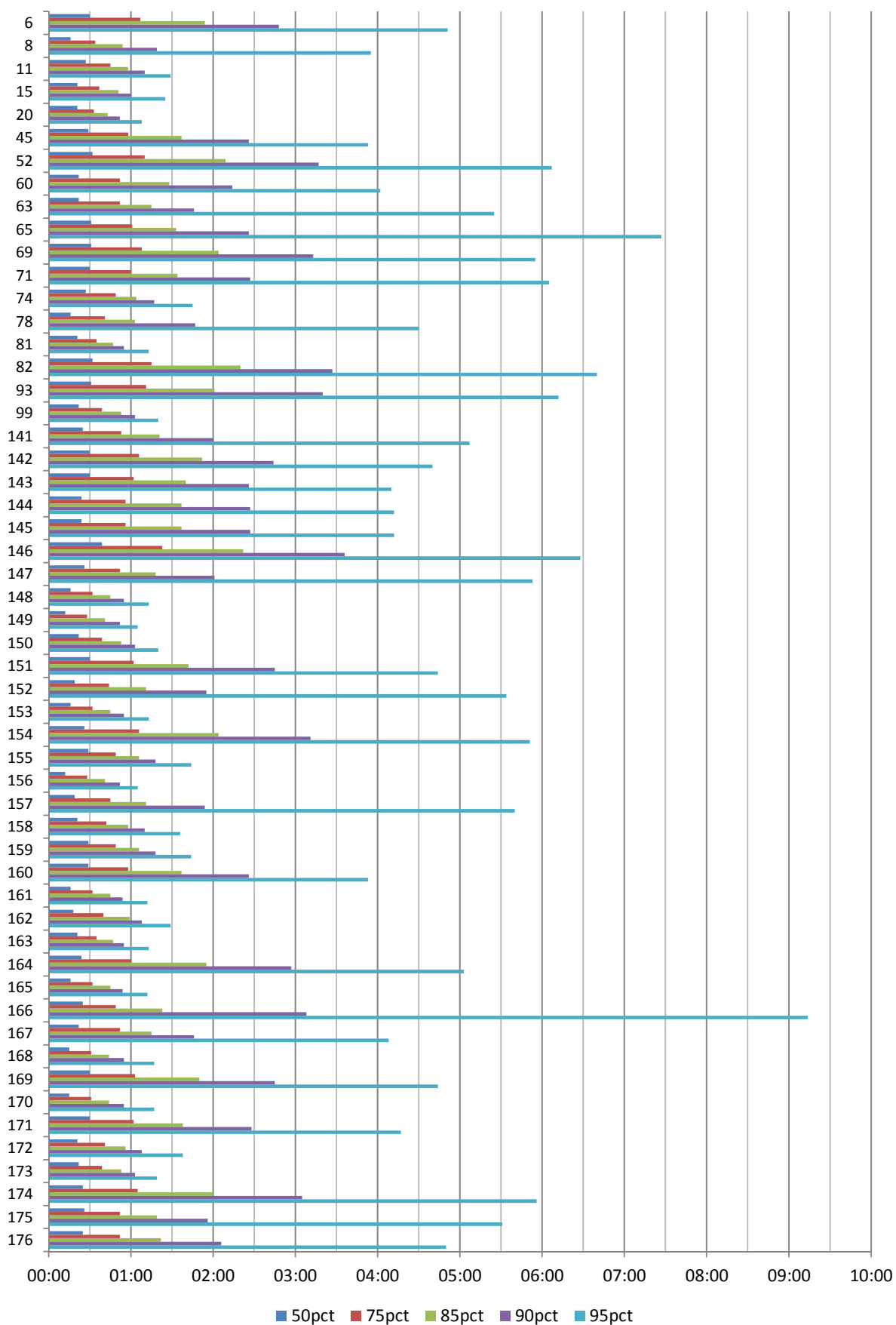


Abbildung 47: Startzeit 8:00, Zonen 1 und 2, zu Fuss nach Hause zurückkehrende Personen



während sie sich im umgekehrten Fall auf bis zu 10:30 verlängert. Die Verlängerung der Dauern kann darauf zurückgeführt werden, dass um 3:00 der überwiegende Teil aller Haushalte zuhause versammelt ist, während dies um 8:00 nicht mehr der Fall ist. Dies führt dazu, dass die getrennten Haushalte sich entweder erst zuhause treffen müssen, um dann gemeinsam evakuieren zu können, oder sich getrennt voneinander in Sicherheit bringen.

Eine Erkenntnis besteht darin, dass die Grösse des evakuierten Gebiets kaum Einfluss auf die Evakuationsdauer von Personen hat, welche sich *später* mittels PW in Sicherheit bringen. Aufgezeigt wird dies in Abbildung 52. Dort werden Läufe unabhängig von der Gebietsgrösse verglichen. Um die Ergebnisse besser vergleichen zu können, sind Läufe, bei denen Personen panisch agieren, nicht berücksichtigt.

Dieses Verhalten lässt sich durch zwei Dinge erklären. Einerseits bietet die Entscheidung zur späteren Evakuierung den Haushalten die Möglichkeit, sich zuhause zu treffen. Verspätete Abfahrten – d.h. ein Haushalt ist zum gewünschten Abfahrtszeitpunkt noch immer nicht vollständig zuhause versammelt, was zu einer Verzögerung der Abfahrt führt – kommen nur sehr selten vor. Andererseits ist das Verkehrsnetz zum Zeitpunkt der späteren Evakuierung nur relativ schwach belastet, d.h. es gibt kaum Verzögerungen durch Staueffekte. Als letzte Einflussgrösse ist die Fahrzeit für das Verlassen des betroffenen Gebietes zu betrachten. Hier treten Unterschiede in Abhängigkeit der Gebietsgrösse auf. Diese sind jedoch klein im Vergleich zur Zeitspanne zwischen Beginn der Evakuierung und der verspäteten Abfahrt.

Die etwas höheren Dauern bei den 03:00-Läufen lässt sich darauf zurückführen, dass die Haushalte ihre Abfahrt so wählen, dass Sie bis spätestens 8 Stunden nach Beginn der Evakuierung das betroffene Gebiet verlassen haben. Da das Verkehrsaufkommen in diesem Fall noch etwas geringer ist als bei Evakuationsbeginn um 8:00, wählen die Haushalte im Mittel einen etwas späteren Abfahrtszeitpunkt. Unterschiede in den Strassenbedingungen werden bei der Planung der Abfahrtszeit ebenfalls berücksichtigt, so dass kaum Unterschiede zwischen den Fällen *normale Strassenverhältnisse* und *beeinträchtigte Strassenverhältnisse* auftreten.

Abbildung 48: Startzeit 3:00, Zonen 1 und 2, mittels PW evakuierende Personen

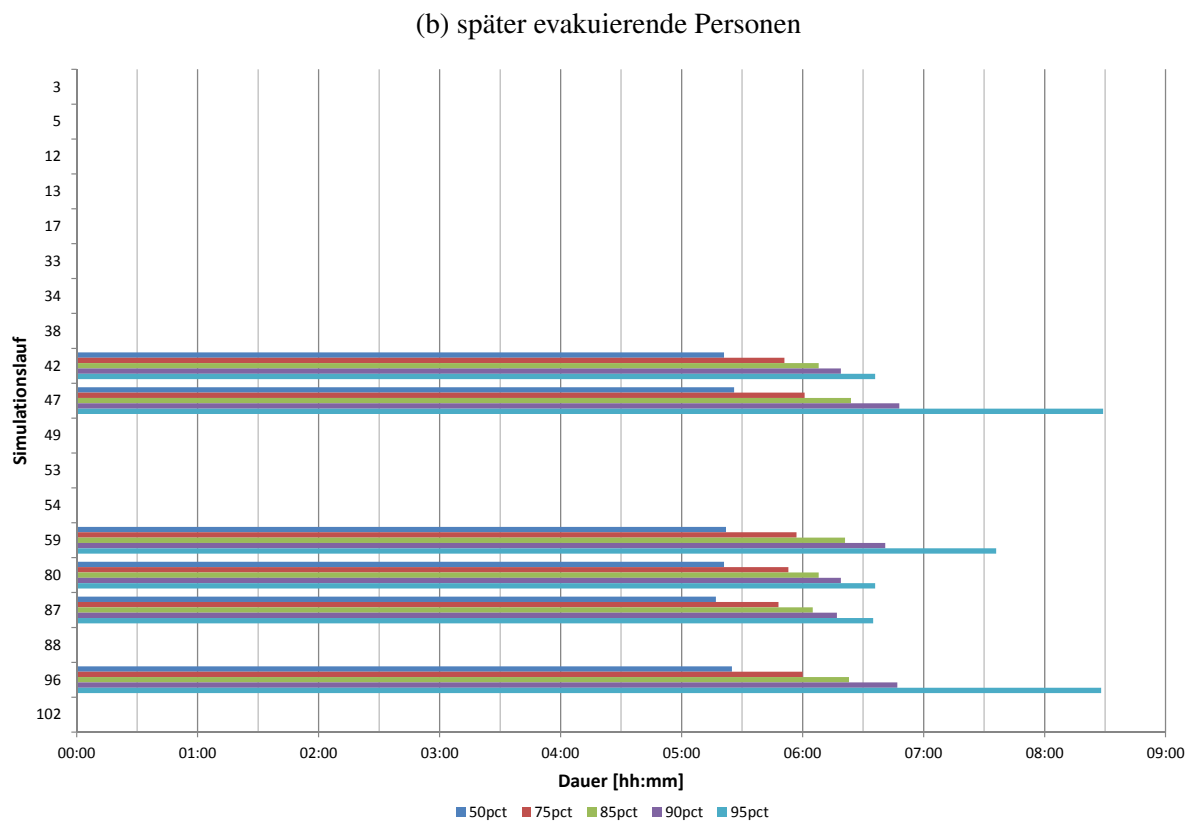
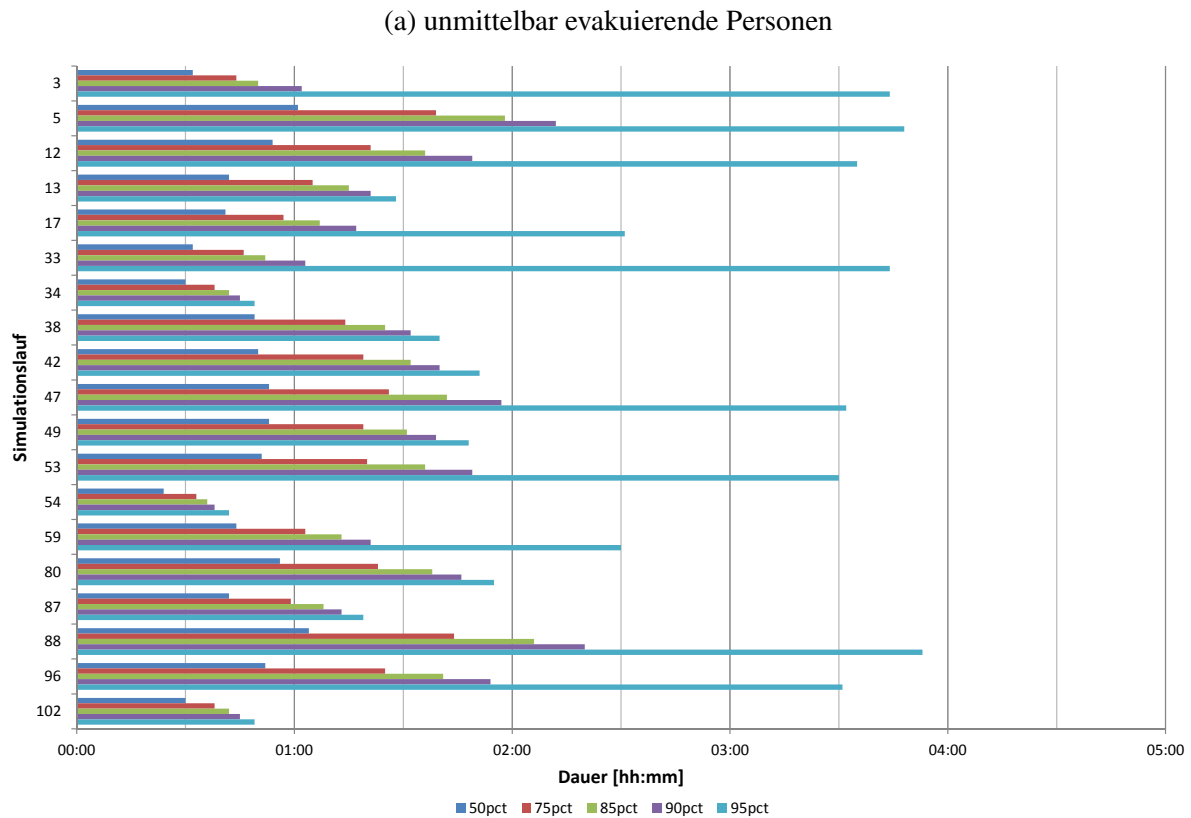


Abbildung 50: Startzeit 8:00, Zonen 1 und 2, unmittelbar mittels PW evakuierende Personen

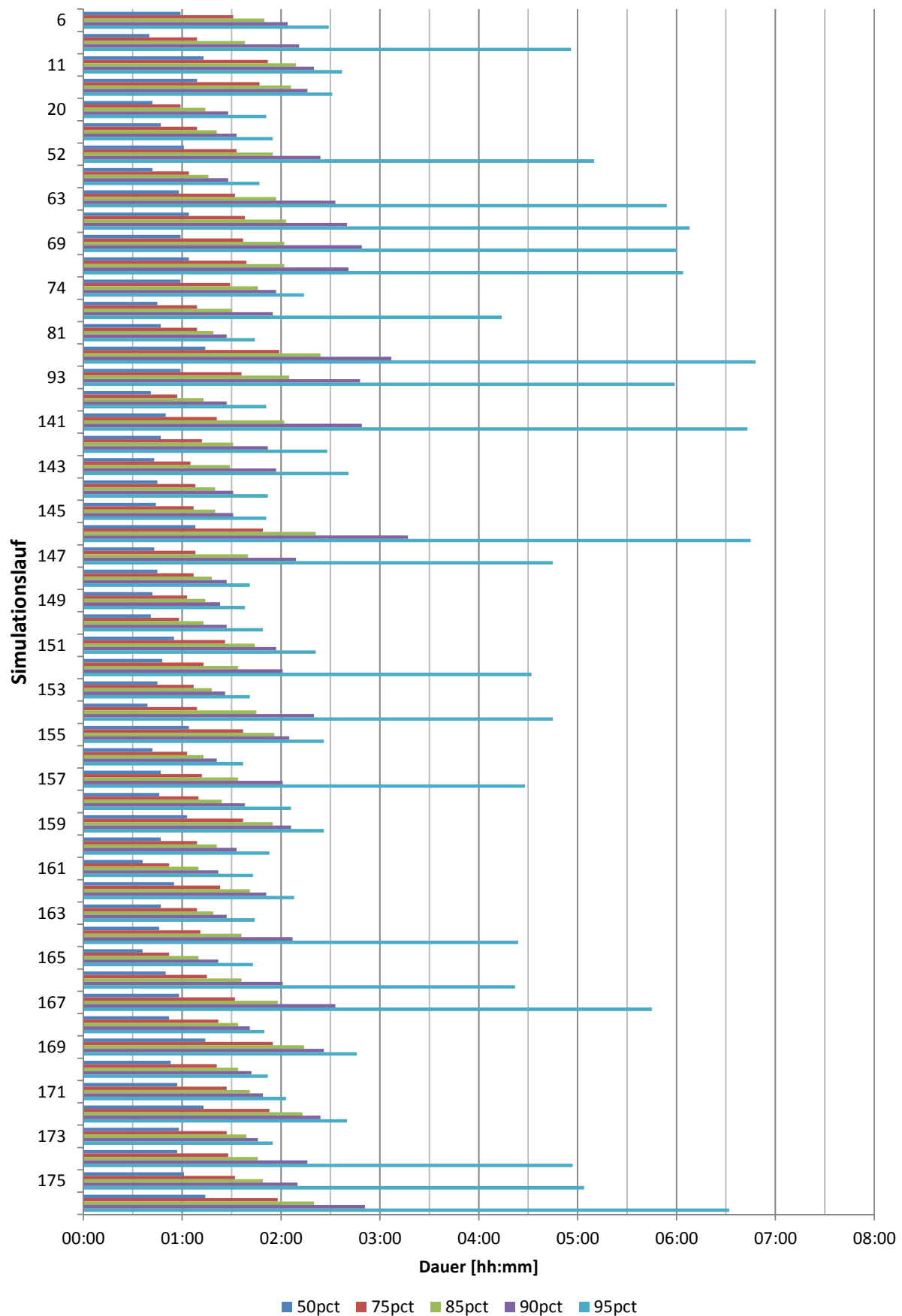


Abbildung 51: Startzeit 8:00, Zonen 1 und 2, später mittels PW evakuierende Personen

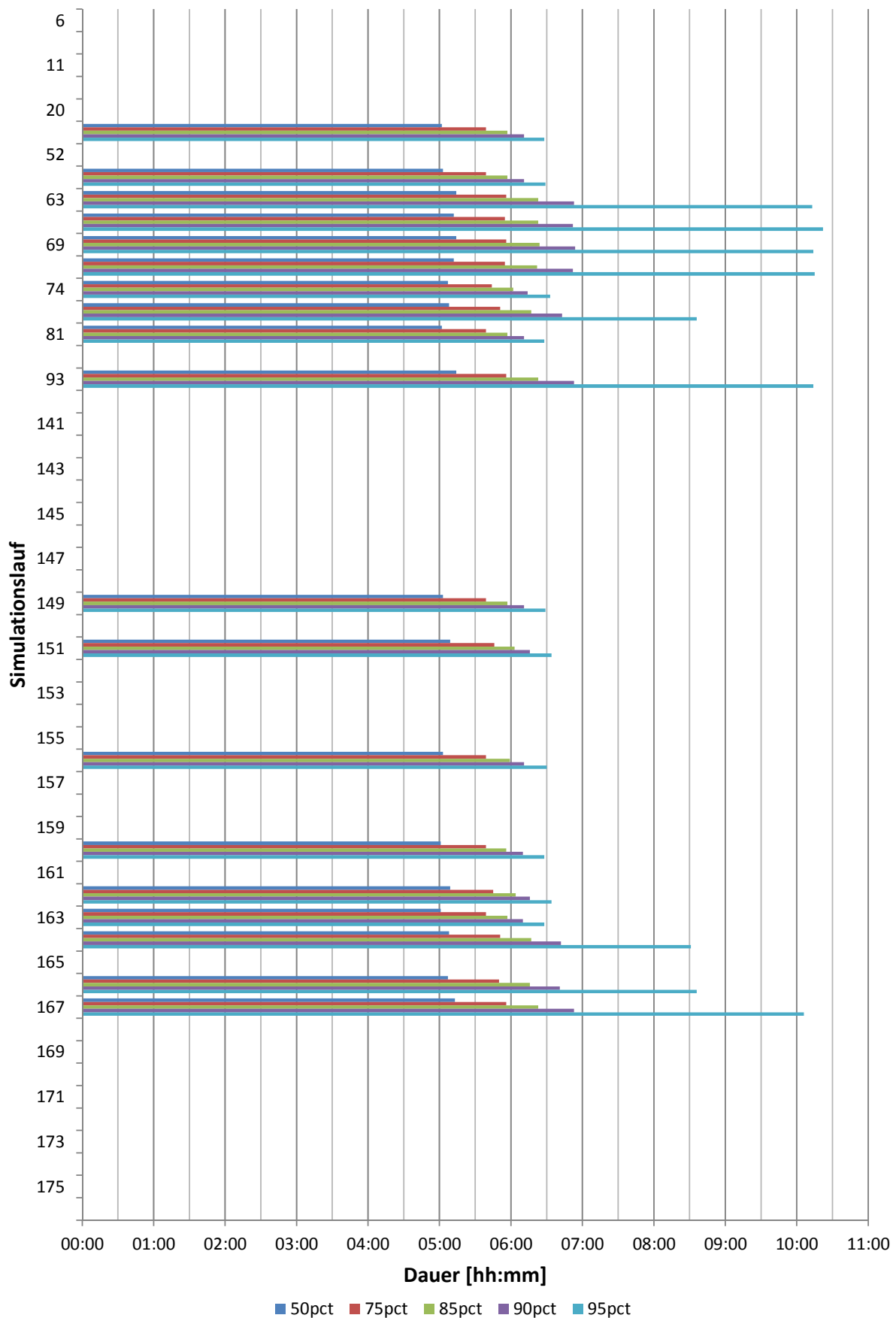
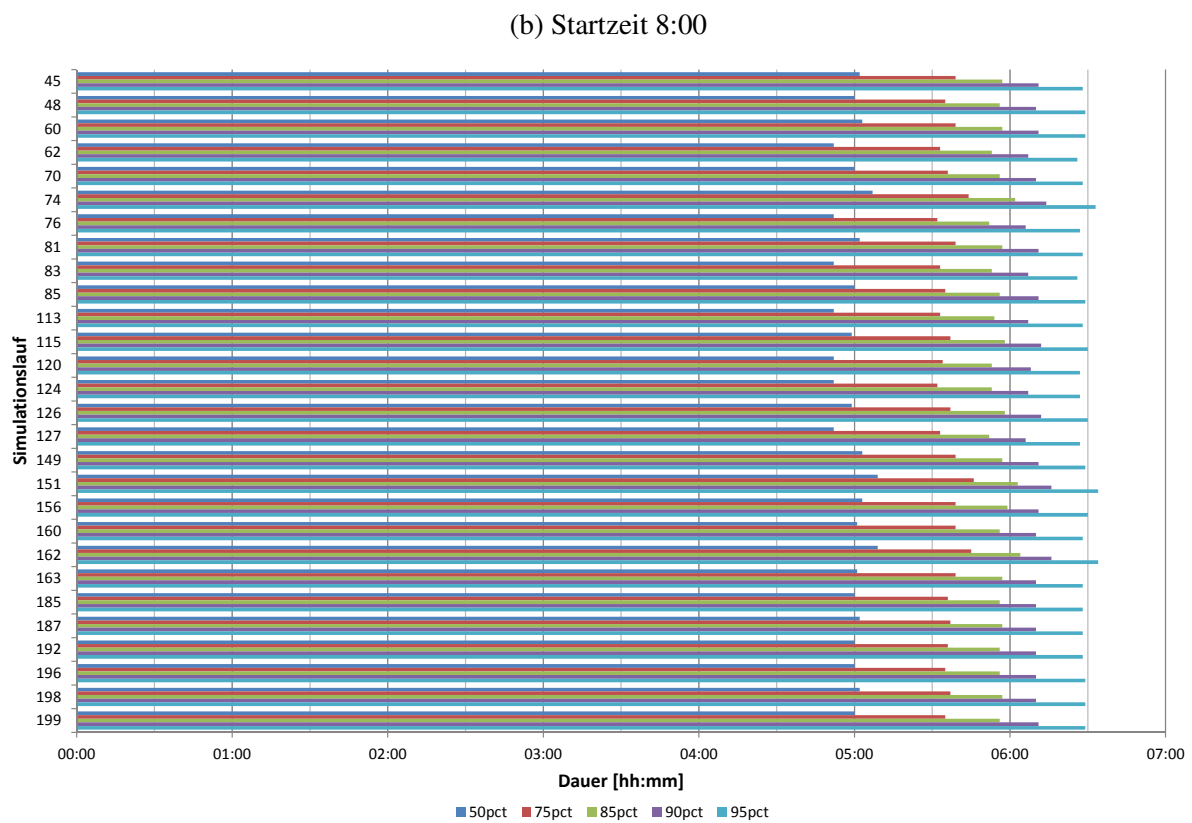
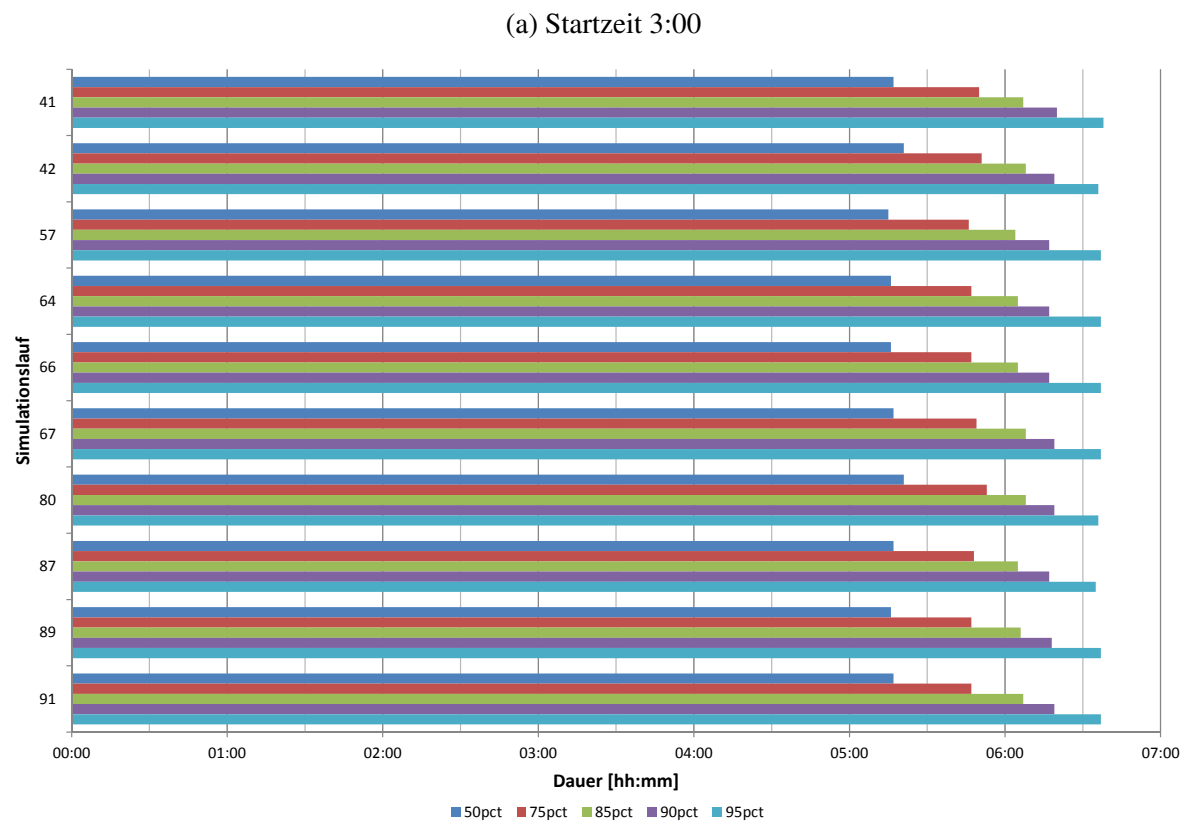


Abbildung 52: Später evakuierende Personen, alle Evakuationsgebiete, mittels PW evakuierende Personen



6.7 Analyse der Simulationen

Die oben vorgestellten Simulationen sollen uns helfen, den relativen Einfluss der untersuchten Faktoren auf die erwarteten Dauern der Evakuationen zu verstehen. Sie geben uns keine Auskunft über die Wahrscheinlichkeiten des Eintretens dieser Zustände, diese müssen in einem zweiten Schritt in Zusammenarbeit mit dem BABS und der Begleitkommission noch abgeschätzt werden, um die entsprechenden Vorgaben für die Planung zu entwickeln. In diesem Schritt können dann auch die bisher noch nicht berücksichtigten Faktoren ihren Einfluss geltend machen.

Die Simulationen wurden mit Hilfe verschiedener Versuchspläne erzeugt. Die Versuchspläne legen für jeden Lauf (Experiment) die Werte der variierten Faktoren fest. Diese Ausprägungen ergeben sich aus den Fähigkeiten der Software, dem Untersuchungsgebiet und dem Wunsch, die Bandbreite der Möglichkeiten auszuloten.

Für diese Auswertung werden alle Läufe herangezogen. Die letzten zusätzlichen 108 Läufe stellen jetzt sicher, dass die Wirkungen der Variablen und ihrer Wechselwirkungen sauber getrennt werden können.

Die Analyse konzentriert sich auf zwei Aspekte, die Zeit, um nach Hause zurückzukehren und dort zu bleiben, und die Zeit, um das jeweilige Evakuationsgebiet zu verlassen, getrennt für PW-Fahrer und Fussgänger, um das mit dem schnellsten und langsamsten Verkehrsmittel, die Brandbreite abzustecken. Die Evakuationszeiten können auf zwei Weisen berechnet werden. Als Erstes könnte man messen, wie lange $n\%$ derjenigen gebraucht haben, um eine bestimmte Zone, die sich entschlossen hatten unmittelbar zu evakuieren, d.h. nicht auf ihre Familie zu warten und auf weitere Information zu warten. Die zweite Weise ist, alle zu berücksichtigen, die evakuieren, unabhängig davon, ob sie unmittelbar beginnen oder nicht. Die zweite Art ergibt die konservativeren Ergebnisse, die wir hier vorstellen, vor allem auch die substantiellen Ergebnisse, sich für die beiden Arten nicht unterscheiden, wenn auch die Parameterwerte natürlich unterschiedlich sind.

Die Variable “Fussgänger Mitnahme” und die Wirkung der Modelle zur Teilnahme an der Evakuation und zur Mitnahme der Fussgänger werden durch die Anzahl der sich ergebenden Ereignisse modelliert, d.h. durch die Anzahl der mitgenommenen Personen pro Fahrzeug und durch die Dichte des Fahrzeugstromes.

Die Dichte des Fahrzeugstroms kann auf verschiedene Arten gemessen werden, da jeweils zwei Variablen zur Verfügung stehen: Anzahl Fahrzeuge oder Fahrzeugkilometer, Netzlänge oder die Summe der mit ihren Kapazitäten gewichteten Streckenlängen. Die Nutzung der Fahrzeugkilometer ist attraktiv, verbietet sich aber, da die Grösse, die Wirkung der Prozesses enthält, der uns interessiert: das Ausweichen auf Grund allfälliger Staus und die zusätzlichen Kilometer der

panischen Fahrer. Da uns die Wirkung unterschiedlich ausgebauter Netze interessiert, sollten wir die kapazitätsgewichtete Netzlänge verwenden. Diese Grösse sagt aber nichts über die topologische Struktur des Netzes aus, d.h. die Existenz von Engpässen, Brücken, Unterführungen oder Tunneln, die die Evakuationszeiten dramatisch erhöhen können. Hier wären vertiefte Analysen, weitere Kennzahlen und die Simulation anderer Untersuchungsgebiete notwendig.

Die A-priori-Erwartungen an die Wirkung der Ausprägungen sind in Tabelle 39 aufgeführt.

6.7.1 Beschreibende Analyse

In diesem Abschnitt soll eine beschreibende Übersicht über die Ergebnisse gegeben werden, vor allem auch, um ein Gefühl für die Variabilität der Läufe zu vermitteln.

Die Analyse der Ergebnisse hängt sehr von dem gewählten Anteil aller Evakuierten ab, den man betrachtet. Abbildung 54 zeigt dies beispielhaft für den Anteil der sofort oder später PW-Evakuiierenden. Das 95%-Perzentil erscheint der sinnvolle Wert zu sein, der die Planung auf den wesentlichen Teil der Bevölkerung konzentriert, respektive den Behörden erlaubt, sich auf die verletzlichen Personen zu konzentrieren, die nicht selber in der Lage sind, sich zu evakuieren. Natürlich können auch Analysen über alle Anteile von Interesse sein, die Entwicklung des Prozesses zu verstehen.

Der Einfluss der Mitnahme der Fussgänger wird in Abbildung 55 gezeigt. Die Mitnahme verlängert im Mittel die Evakuierung, aber man muss daran denken, dass es sich nicht um dieselbe Anzahl handelt, da ja immer mehr Fussgänger mit dem Auto evakuiert werden, vor allem für die 95%- und 99%-Zeiten.

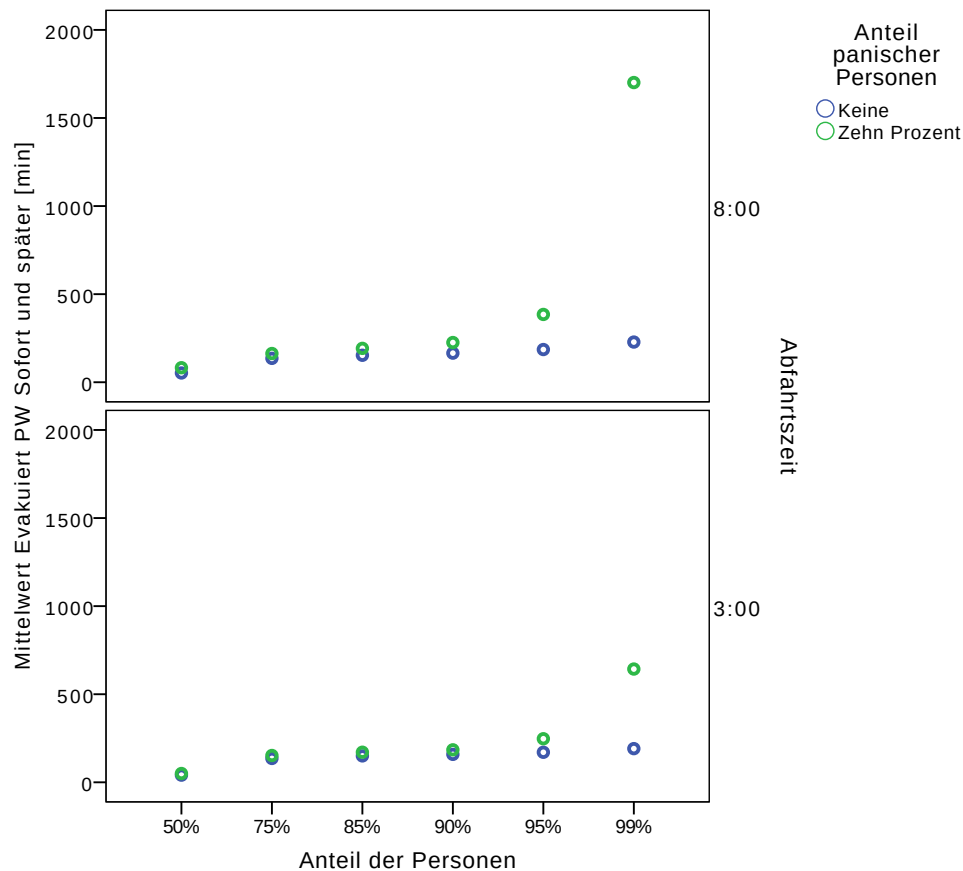
Abbildung 56 zeigt die Evakuationszeiten der PW-Fahrer, die sofort oder verteilt losfahren. Hier wird schon sichtbar, wie stark der Einfluss der Gebietsgrösse (Streckenkapazität) und des Beginns der Evakuierung ist. Als Drittes wird sichtbar, dass der Anteil der panischen Personen extrem stark ist.

Abbildung 57 zeigt ein ähnliches Muster, aber für den Einfluss der Mitnahme der Fussgänger auf deren Evakuationszeit. Man beachte insbesondere den sehr grossen Einfluss der panischen Personen. Hier fällt auf, dass der Einfluss des Gebiets nicht mehr sichtbar ist.

Tabelle 39: Erwartungen an die Wirkung der Ausprägungen

Variable	Ausprägungen	Erwartete Wirkungen auf Fussgänger	Erwartete Wirkungen auf PW-Fahrer
Evakuationsgebiet	Zone 1 (Referenz)	Etwa gleich, da die Distanz nach Hause in allen Zonen ähnlich sein sollte; vielleicht Zone 1 höher.	Unklar, da die topologische Struktur des Netzes eine Rolle spielt.
	Zone 1 und 2-2 Zonen 1 und 2		
Beginn der Evakuierung	3 Uhr	Deutlich tiefer, da die Haushalte in der Regel schon versammelt sind.	Deutlich tiefer, da die Haushalte in der Regel schon versammelt sind.
	8 Uhr		
Abfahrt	Sofort Zufällig verzögert	Tiefer	Tiefer
Strassenzustand	Unverändert 10% Kapazitätsverlust	Keine Wirkung auf die Fussgänger	Deutliche Erhöhung
Betrieb ÖV	Unverändert	Höher, da bei eingestelltem Betrieb auch die ÖV-Nutzer, die oft älter oder Eltern mit Kindern sind, zu Fuss gehen müssen.	Tiefer, da weniger Autofahrer unterwegs sein sollten.
	Eingestellt		
Kenntnis des Verkehrszustands	Vollständig	Tiefer, da die Personen informiert sind.	Tiefer, da die Fahrer informiert sind.
	Eingeschränkt		
Anteil panischer Personen	Keine	Deutliche Erhöhung, da zusätzliche Distanzen zurückgelegt werden.	Deutliche Erhöhung, da zusätzliche Distanzen zurückgelegt werden.
	10%		
Mitgenommene Personen pro Fahrzeug	[P/Fz]	Unklar, da die Wirkung davon abhängen wird, wer mitgenommen wird. Falls die Fahrer die schnellen Fussgänger mitnehmen, die sie bei ihrer relativ frühen Evakuierung antreffen, ist die Wirkung negativ, d.h. die Zeit über alle Fussgänger geht in die Höhe.	
Dichte	[Fz/Streckenkapazität]	Negativ, d.h. sollte die Zeit der Fussgängerevakuierung erhöhen, da sie die Evakuierung mit dem PW unattraktiver macht und damit den Anteil der Fussgänger erhöht.	Negativ, d.h. sollte die Zeit der PW-Evakuierung erhöhen, da die PW-Fahrer sich gegenseitig behindern.

Abbildung 54: Evakuationszeit PW (sofort und später) als Funktion des Anteils der Evakuierten



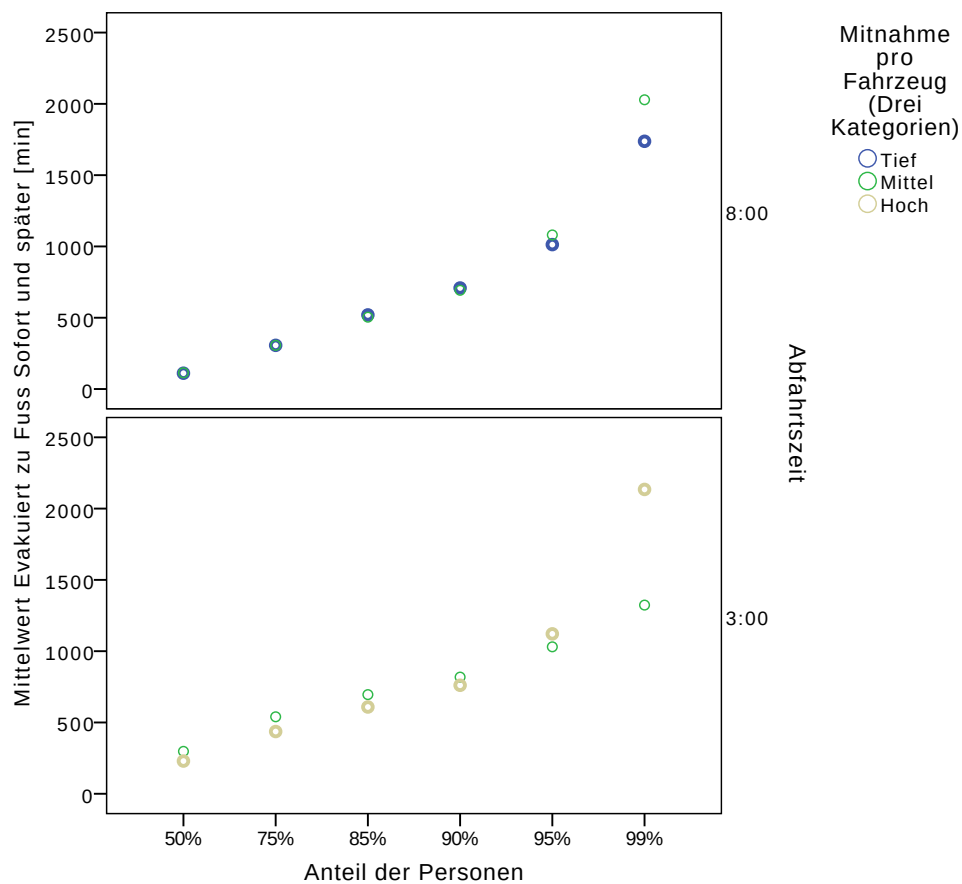
6.7.2 Regressionsanalyse

Regression ist ein analytisches Verfahren, das es erlaubt, den Beitrag einer Variable zur Erklärung zu ermitteln, wobei sowohl der Anteil an der Erklärung der Varianz, als auch der Beitrag zur Grösse der unabhängigen Variable ermittelt wird. Hier wird das Verfahren des allgemeinen linearen Modells verwendet, das es einfach macht, die Wechselwirkungen zwischen den Variablen zu berücksichtigen.

Die Analysen werden für die Evakuationszeiten der Fussgänger und Autofahrer (sofort und später) als auch für die Rückkehr nach Hause (Fussgänger, Autofahrer) durchgeführt, da ja dieser Anteil immer noch relevant ist, respektive eine vertikale Evakuierung angeordnet werden könnte. Alle vier Analysen werden für alle Prozentanteile und für 95% Evakuierte/Nach Hause Gekommene durchgeführt.

In den beiden Tabellen 40 und 41 sind die Wertebereiche der abhängigen und unabhängigen Variablen aufgeführt. Diese müssen bei den Interpretationen der Parameter der Regressionsmodelle

Abbildung 55: Evakuierung der Fussgänger (sofort und später) als Funktion des Anteils der Evakuierten



– insbesondere für die beiden kontinuierlichen Variablen – berücksichtigt werden.

Für die zu Fuss Evakuierten zeigt sich, dass der Anteil der panischen Personen alle anderen Effekte überwältigt. Die Parameter in der Tabelle geben an, um wie viele Minuten sich die Zeit verändert, wenn der jeweilige Zustand im Verhältnis zum Vergleichszustand eintritt. Zum Beispiel sinkt die Evakuationszeit um 93.58 Minuten bei unveränderten Kapazitäten im Vergleich zur modellierten gleichmässigen Reduktion der Kapazität.

Die vollständigen Modelle verbessern die Gesamterklärungskraft jeweils signifikant. Die Werte von MacFaddens $\rho^2 = 0.05$ und 0.07 sehen im Vergleich zu üblichen Werten in der linearen Regression niedrig aus, sind aber doch angemessen, angesichts der hohen Varianz des Verhaltens. Die Residuen sind normalverteilt und zeigen keine Heteroskedastizität, d.h. eine erklärbare Verzerrung.

Die Werte für die Wechselwirkungen zwischen Abfahrtszeit und Prozentanteil zeigen sehr gut, wie stark die Wirkung der Abfahrtszeit ist, und dass sich der Effekt mit wachsenden Anteilen

Abbildung 56: Dauer der Evakuierung der PW-Fahrer (sofort und später) (95%)

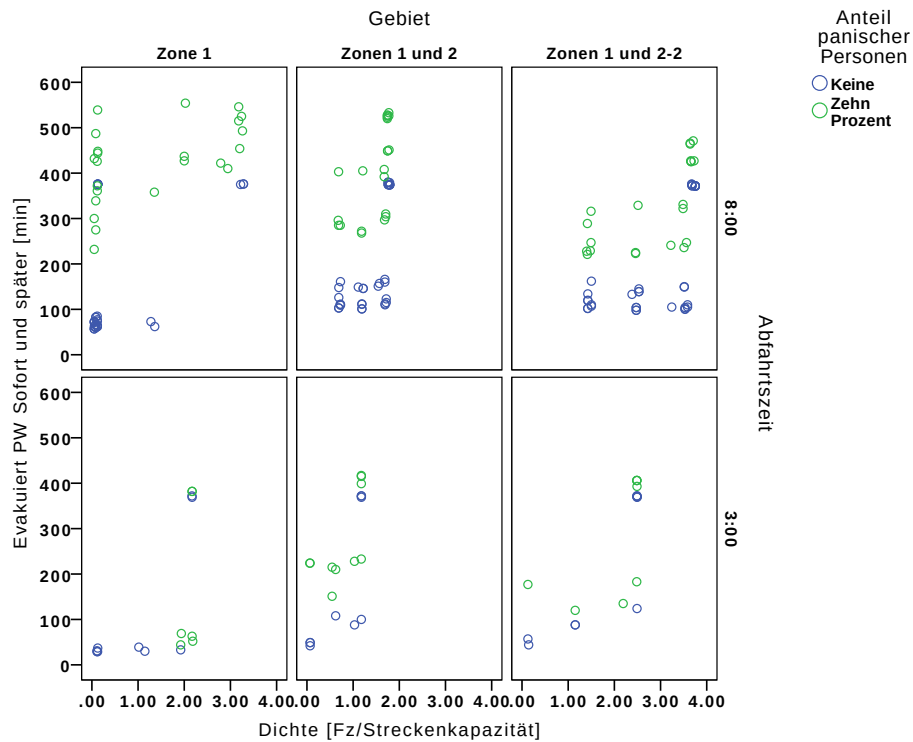


Abbildung 57: Dauer der Evakuierung zu Fuss (sofort und später) (95%)

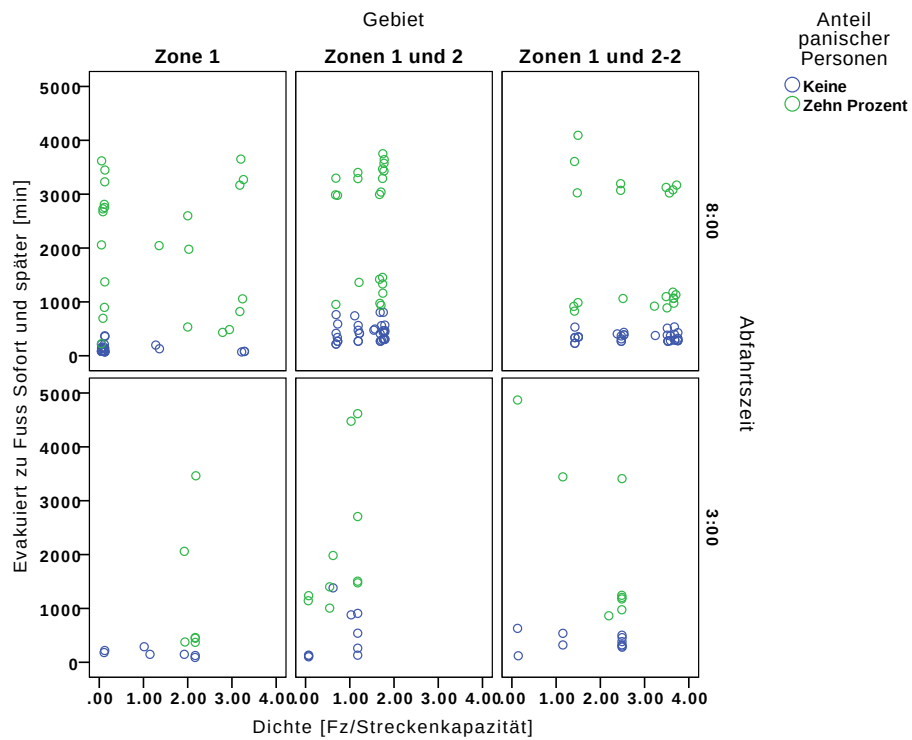


Tabelle 40: Wertebereich der Variablen für die Analyse der 95% der Evakuierten/Nach Hause Zurückgekehrten

	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Anzahl
evakuiert PW, sofort und später [min]	29	235	252	554	
evakuiert zu Fuss, sofort und später [min]	71	467	1075	4870	
evakuiert PW, sofort [min]	29	122	171	554	
evakuiert zu Fuss sofort [min]	0	438	1023	4870	
Abfahrtszeit					
03:00					52
08:00					160
Verteilung der Abfahrten					
Unmittelbar					124
Verteilt					88
Strassenzustand					
Unverändert					120
Gleichmässige Behinderung					92
ÖV Betrieb					
Unverändert					125
Eingestellt					87
Anteil panischer Personen					
Keine					123
Zehn Prozent					89
Kenntnisse des Verkehrszustands					
Vollständig					125
Eingeschränkt					87
Mitnahme pro Fahrzeug	0.13	1.07	1	1.93	
Dichte [Fz/Streckenkapazität]	0.05	1.52	1.61	3.75	

verringert. Im Modell über alle Prozentanteile beträgt für den 95%-Fall 168 Minuten oder 259 Minuten im Fall des 95%-Modells.

Die sofortige Evakuierung und die Netzkenntnisse haben zwar im Fall des 95%-Modells substantielle Wirkungen, die aber in dieser Stichprobe nicht klar genug gemessen werden können; sie sind statistisch nicht signifikant. Der unveränderte ÖV-Betrieb erhöht die Zeit, bis 95% aller verbleibenden Fussgänger evakuiert haben.

Die Wirkung der panischen Personen überwältigt alle anderen Effekte: Die 10% panischen Personen erhöhen je nach betroffenem Gebiet die Evakuationszeit um 20 bis 30 Stunden im Vergleich zu Gebiet 3, wobei jedoch die Konstante beachtet werden muss. Der Unterschied zwischen Zonen 1 und 2.2 und Zonen 1 und 2 kann wiederum nicht klar gemessen werden. Diese Effekte sind zehnmal so gross wie die Wirkungen der Mitnahme und der Fahrzeugdichte,

Tabelle 41: Wertebereich der Variablen für alle Prozentanteile

	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Anzahl
evakuiert PW, sofort und später [min]	15	115	255	3010	
evakuiert zu Fuss, sofort und später [min]	15	302	797	5419	
evakuiert PW, sofort [min]	15	82	179	3010	
evakuiert zu Fuss, sofort [min]	0	274	762	5415	
Abfahrtszeit					
03:00					312
08:00					960
Verteilung der Abfahrten					
Unmittelbar					744
Verteilt					528
Strassenzustand					
Unverändert					720
Gleichmässige Behinderung					552
ÖV Betrieb					
Unverändert					750
Eingestellt					522
Anteil panischer Personen					
Keine					738
Zehn Prozent					534
Kenntnisse des Verkehrszustands					
Vollständig					750
Eingeschränkt					522
Mitnahme pro Fahrzeug	0.13	1.07	1	1.93	
Dichte [Fz/Streckenkapazität]	0.05	1.52	1.61	3.75	

wenn man den Wertebereich dieser Variablen betrachtet.

Es stellt sich hier im Rückblick die Frage, ob es nicht zielführender gewesen wäre, kleinere und realistischere Anteile zu simulieren. Es bleibt aber festzuhalten, dass das Vermeiden einer Panikreaktion ein zentrales Ziel der behördlichen Massnahmen und Kommunikation sein muss.

Die Ergebnisse für die PW-Fahrer sind in ihrer Struktur ähnlich (MacFaddens ρ^2 0.05 und 0.06): hochsignifikantes Gesamtmodell, aber insgesamt geringe Erklärungskraft. Die Residuen sind angemessen normalverteilt; siehe Abbildung 58.

Die grosse Wirkung des Anteils der panischen Verkehrsteilnehmer ist wieder sichtbar, wenn auch nur 4 Stunden, was die höhere Geschwindigkeit des Autos reflektiert. Der Strassenzustand zeigt deutlich und klar erkennbare Wirkung, wenn auch mit knapp 30 Minuten im Verhältnis klein.

Tabelle 42: Lesebeispiel

Evakuationszeit für 95% aller zu Fuss Evakuierenden in Zonen 1 und Sektor 2 der Zone 2		
=	2008.84	Konstante
-	259.3	3:00 Start
-	62.2	Sofort Abfahrt
-	93.91	Unveränderte Strassenverhältnisse
-	0	Kein ÖV
-	59.45	Vollständige Kenntnisse
-	36.9	10% Panik in Zonen 1 und 2.1
+	272.40 * 1.07	Mitnahme * Median der simulierten Werte
-	152.49 * 1.52	Dichte * Median der simulierten Werte
=	1556.76	Fast 26 Stunden

Zur Erläuterung: In einer linearen Regression sind die Werte nicht notwendigerweise auf den Bereich zwischen 0 und plus unendlich beschränkt. Es können auch negative Werte vorhergesagt werden.

Die Wirkung der Dichte ist wie erwartet, wenn auch relativ gering. Die Grösse der Wirkung überrascht insbesondere im Verhältnis zur Wirkung des Mitnehmens. Ebenso überraschend ist die zwar nicht statistisch signifikante, aber Reisezeit erhöhende Wirkung des vollständigen Wissens über das Netz. Hier ist aber zu erwähnen, dass das Modell nur die momentanen Streckengeschwindigkeiten zur Verfügung stellt und dass so die Fahrer unter Umständen in einen Stau gelockt werden. Ebenso kann beschränktes Wissen dazu führen, dass Fahrer etwas weitere Wege wählen, die aber weniger belastet sind. Dies kann zu einer besseren Verteilung des Verkehrs im Netz und somit zu kürzeren, mittleren Reisezeiten führen.

Die Modelle zur Rückkehr nach Hause sind noch stärker als die Modelle zur Evakuierung von dem zufälligen Verhalten der panischen Fahrer bestimmt. Die Erklärungskraft ist noch geringer (MacFaddens ρ^2 0.03 und 0.02), auch wenn die Gleichung als Ganzes hochsignifikant ist.

Auffällig ist, dass der Effekt der Mitnahme sein Vorzeichen wechselt, auch wenn der Effekt hier nicht sauber gemessen werden kann (nicht signifikant). Die Effekte der Dichte und des Strassenzustands haben das erwartete Vorzeichen und sind zumindest über alle Beobachtungen signifikant, wenn auch sehr klein im Verhältnis zum Anteil der panischen Fahrer.

Bei der Rückkehr nach Hause zu Fuss wiederholen sich die Ergebnisse. Auffällig ist nur, dass

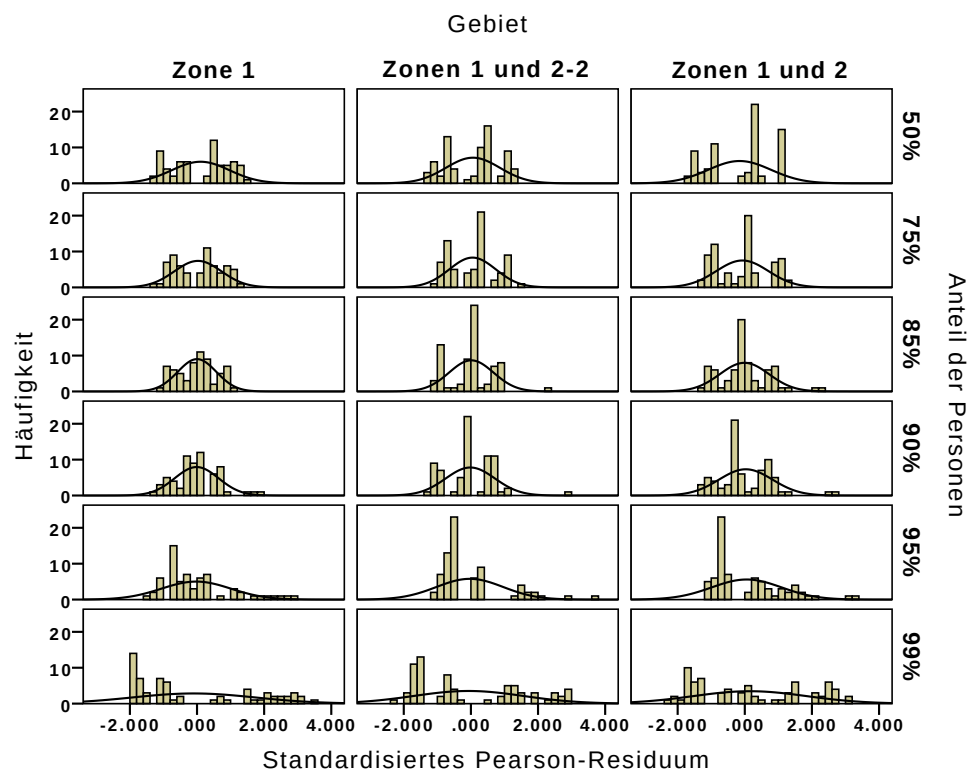
Tabelle 43: Regressionsergebnisse: Evakuierung zu Fuss

	Alle Prozentanteile		Nur 95%	
Anpassungsgüte	Wert	df	Wert	df
Log-Likelihood (Nur Konstante)	-10686	1259	-1785	209
Log-Likelihood (Modell)	-10093	1237	-1658	197
AIC mit Korrektur für endliche Stichproben (AICC)	20236		3346	
Bayes-Informationskriterium (BIC)	20358		3390	
Parameter	Regressions- koeffizient B	Sig.	Regressions- koeffizient B	Sig.
(Konstanter Term)	2761.66	0.00	2008.84	0.00
[AchtUhr=0] * [Percentage=50]	-1932.63	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=75]	-1720.63	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=85]	-1550.89	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=90]	-1402.67	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=95]	-1062.85	0.00	-259.30	0.12
[AchtUhr=0] * [Percentage=99]	-150.75	0.26		
[AchtUhr=1] * [Percentage=50]	-1846.19	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=75]	-1653.09	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=85]	-1451.76	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=90]	-1263.12	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=95]	-894.83	0.00		
[Abfahrt=0]	-17.08	0.69	-62.02	0.51
[Strassenzustand=0]	-93.58	0.03	-93.91	0.32
[OeV=0]	462.43	0.00	903.83	0.00
[Kenntnisse=0]	-33.72	0.43	-59.45	0.53
[Panik=0] * [Gebiet=1]	-1744.34	0.00	-2448.19	0.00
[Panik=0] * [Gebiet=2]	-1386.89	0.00	-1911.87	0.00
[Panik=0] * [Gebiet=3]	-1437.98	0.00	-2042.23	0.00
[Panik=10] * [Gebiet=1]	-458.26	0.00	-542.87	0.00
[Panik=10] * [Gebiet=2]	-64.05	0.47	-36.90	0.85
Mitnahme pro Fz	151.19	0.04	272.40	0.10
Dichte	-90.68	0.00	-152.49	0.01

hier zum ersten Mal die Wirkung der sofortigen Evakuierung sauber gemessen werden kann und der Effekt auch substantiell ist. In den anderen Modellen überlagern sich die Prozesse, so dass er nicht mehr sichtbar wird. Der Effekt der Fahrzeugdichte verschwindet fast in diesem ersten Teil des gesamten Prozesses.

Die beiden nächsten Tabellen fassen die Ergebnisse der Analyse durch ihren Vergleich mit den A-priori-Erwartungen von oben zusammen, ergänzt durch einen groben Wert der Effektgrösse (Tabellen 47 und 48). In der Regel wurden die Erwartungen hinsichtlich der Vorzeichen der Wirkungen erfüllt, wenn auch mit wichtigen Ausnahmen. Die Fahrzeugdichte wirkt sich negativ

Abbildung 58: Residuen der Regression über alle Fälle: Evakuation PW-Fahrer (sofort und später)



auf die Evakuation der Fussgänger aus. Hier muss der Effekt überwiegen, dass durch die Mitnahme die langsameren Fussgänger nicht mehr selber laufen müssen. Dies müsste aber noch durch vertiefte Analysen bestätigt werden, insbesondere, da dies der Wirkung der Anzahl mitgenommener Personen je Fahrzeug widersprechen würde. Dies könnte nur gleichzeitig richtig sein, wenn es sich um zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu Fuss gehende Teile der Bevölkerung handelt. Es bleibt aber zu bedenken, dass die Grösse all dieser Effekte von der Wirkung der panischen Fussgänger überschattet wird. Der nächst grössere Effekt entsteht durch den ÖV, der hier vorallem die schnelleren Fussgänger mitzunehmen scheint.

Beim Vergleich der Erwartungen für die PW-Evakuierenden fällt auf, dass zwei der Erwartungen nicht erfüllt werden (ÖV-Betrieb, Kenntnis des Verkehrszustands), wenn auch in beiden Fällen die Grössen der Effekte klein sind und nicht sauber gemessen werden konnten. Hier gilt es, weitere Simulationen durchzuführen, um die Effekte verlässlich messen zu können. Der Beginn der Evakuation und der Anteil der panischen Fahrer dominieren hier die Effekte, wenn auch nicht so stark wie bei den Fussgängern. Bei der Fahrzeugdichte wäre zu prüfen, ob in der Schweiz noch höhere Dichten zu erreichen sind, als die, die im Raum Gösigen/Olten jetzt beobachtet wurden. Auch die Topologie des Netzes müsste besser beschrieben zu werden, um zentrale Engpässe nicht zu vernachlässigen.

Tabelle 44: Regressionsergebnisse: Evakuierung als PW-Fahrer

	Alle Prozentanteile		Nur 95%	
	Wert	df	Wert	df
Anpassungsgüte				
Log-Likelihood (Nur Konstante)	-9350	1271	-1367	211
Log-Likelihood (Modell)	-8898	1249	-1288	199
AIC mit Korrektur für endliche Stichproben (AICC)	17845		2652	
Bayes-Informationskriterium (BIC)	17968		2652	
Parameter	Regressions- koeffizient B	Sig.	Regressions- koeffizient B	Sig.
(Konstanter Term)	878.25	0.00	270.33	0.00
[AchtUhr=0] * [Percentage=50]	-872.17	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=75]	-773.96	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=85]	-757.63	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=90]	-746.67	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=95]	-711.27	0.00	-147.24	0.00
[AchtUhr=0] * [Percentage=99]	-517.52	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=50]	-761.87	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=75]	-679.79	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=85]	-657.54	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=90]	-636.87	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=95]	-559.99	0.00		
[Abfahrt=0]	-32.04	0.04	-32.82	0.03
[Strassenzustand=0]	-36.37	0.02	-36.51	0.02
[OeV=0]	16.19	0.31	11.01	0.48
[Kenntnisse=0]	2.64	0.87	-2.83	0.85
[Panik=0] * [Gebiet=1]	-264.32	0.00	-183.57	0.00
[Panik=0] * [Gebiet=2]	-276.89	0.00	-196.36	0.00
[Panik=0] * [Gebiet=3]	-246.77	0.00	-162.75	0.00
[Panik=10] * [Gebiet=1]	8.00	0.78	-2.80	0.92
[Panik=10] * [Gebiet=2]	-70.71	0.03	-78.19	0.01
Mitnahme pro Fz	115.08	0.00	116.24	0.00
Dichte	27.91	0.01	32.56	0.00

6.7.3 Zusammenfassung und Ausblick

Für den Untersuchungsraum konnte mit den Simulationsexperimenten gezeigt werden, dass der Anfangszeitpunkt der Evakuierung und der Anteil der panisch Reagierenden die Gesamtzeiten massgeblich beeinflussen. Die anderen Faktoren sind im Vergleich klein, wenn auch nicht zu vernachlässigen.

Die Wirkungsmechanismen zur Fussgängermitnahme allgemein, und auch zur Fahrzeugdichte

Tabelle 45: Regressionsergebnisse: Rückkehr nach Hause als PW-Fahrer

	Alle Prozentanteile		Nur 95%	
	Wert	df	Wert	df
Anpassungsgüte				
Log-Likelihood (Nur Konstante)	-8921	1271	-1295	211
Log-Likelihood (Modell)	-8601	1249	-1274	199
AIC mit Korrektur für endliche Stichproben (AICC)	17251		2579	
Bayes-Informationskriterium (BIC)	17373		2624	
Parameter	Regressions- koeffizient B	Sig.	Regressions- koeffizient B	Sig.
(Konstanter Term)	561.97	0.00	113.20	0.00
[AchtUhr=0] * [Percentage=50]	-512.45	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=75]	-498.24	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=85]	-486.42	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=90]	-478.84	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=95]	-451.2	0.00	-68.99	0.01
[AchtUhr=0] * [Percentage=99]	-220.9	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=50]	-462.25	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=75]	-443.51	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=85]	-425.86	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=90]	-407.25	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=95]	-374.67	0.00		
[Abfahrt=0]	-0.89	0.94	14.11	0.32
[Strassenzustand=0]	-24.43	0.05	-16.1	0.26
[OeV=0]	1.50	0.90	-0.59	0.97
[Kenntnisse=0]	-0.38	0.98	5.26	0.71
[Panik=0] * [Gebiet=1]	-142.85	0	-45.07	0.07
[Panik=0] * [Gebiet=2]	-103.95	0	-1.52	0.96
[Panik=0] * [Gebiet=3]	-148.23	0	-47.31	0.05
[Panik=10] * [Gebiet=1]	-24.00	0.28	-25.94	0.31
[Panik=10] * [Gebiet=2]	19.00	0.45	11.74	0.69
Mitnahme pro Fz	13.63	0.53	-45.05	0.07
Dichte	15.55	0.05	14.31	0.12

bei der Fussgängerevakuierung, sind durch vertiefte Analysen noch zu klären, um insbesondere die Wechselwirkung mit der Gesamtanzahl der Evakuierenden und deren Verkehrsmittelwahl zu verstehen. Im selben Sinne sollten noch weitere Simulationen durchgeführt werden, um die bisher noch nicht signifikant gemessenen Effekte sauber messen zu können. Um die Wirkung der panischen Teilnehmer zu vertiefen, müssten hier noch Experimente mit anderen Anteilen durchgeführt werden, so dass auch quadratische oder kubische Ansätze möglich werden.

Die meisten getesteten, aber nicht berichteten Wechselwirkungen waren klein und nicht signifikant. Nach weiteren Experimenten könnte sich das ändern. Die Analysen müssten dafür offen sein.

Tabelle 46: Regressionsergebnisse: Rückkehr nach Hause zu Fuss

	Alle Prozentanteile		Nur 95%	
Anpassungsgüte	Wert	df	Wert	df
Log-Likelihood (Nur Konstante)	-9690	1271	-1509	211
Log-Likelihood (Modell)	-9320	1249	-1461	199
AIC mit Korrektur für endliche Stichproben (AICC)	18689		2949	
Bayes-Informationskriterium (BIC)	18812		2996	
Parameter	Regressions- koeffizient B	Sig.	Regressions- koeffizient B	Sig.
(Konstanter Term)	1134.37	0.00	520.77	0.00
[AchtUhr=0] * [Percentage=50]	-989.68	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=75]	-930.24	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=85]	-882.35	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=90]	-764.18	0.00		
[AchtUhr=0] * [Percentage=95]	-583.68	0.00	141.1	0.02
[AchtUhr=0] * [Percentage=99]	-236.74	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=50]	-868.45	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=75]	-843.83	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=85]	-816.96	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=90]	-786.29	0.00		
[AchtUhr=1] * [Percentage=95]	-687.26	0.00		
[Abfahrt=0]	-59.96	0.01	-48.71	0.15
[Strassenzustand=0]	-14.72	0.5	-50.64	0.14
[OeV=0]	-58.78	0.01	-154.33	0
[Kenntnisse=0]	-7.97	0.71	-29.5	0.39
[Panik=0] * [Gebiet=1]	-302.41	0.00	-228.31	0.00
[Panik=0] * [Gebiet=2]	-192.06	0.00	-175.5	0.01
[Panik=0] * [Gebiet=3]	-297.92	0.00	-227.25	0.00
[Panik=10] * [Gebiet=1]	-92.63	0.02	-185.11	0.00
[Panik=10] * [Gebiet=2]	70.86	0.11	72.69	0.30
Mitnahme pro Fz	86.13	0.02	19.18	0.75
Dichte	-23.03	0.10	7.03	0.75

Tabelle 47: Vergleich mit den Erwartungen: Evakuierung zu Fuss (sofort und später)

		Erwartet	Simuliert			Grösse
			Alle	95%		
Beginn der Evakuierung	3 Uhr	tief	tief	tief		-120
Abfahrt	Sofort	tief	(tief)	(tief)		-25
Strassenzustand	Unverändert	ohne Wirkung	(tief)	tief		-90
Betrieb ÖV	Unverändert	höher	höher	höher		480
Kenntnis des Verkehrszustands	Vollständig	tief	(tief)	(tief)		-30
Anteil panischer Personen	Keine	tief	tief	tief		-1200
Mitgenommene Personen pro Fahrzeug	[P/Fz]	unklar	höher	höher		200
Dichte	[Fz/Strecken-kapazität]	höher	tief	tief		-90

Tabelle 48: Vergleich mit den Erwartungen: Evakuierung PW (sofort und später)

		Erwartet	Simuliert			Grösse
			Alle	95%		
Beginn der Evakuierung	3 Uhr	tief	tief	tief		-140
Abfahrt	Sofort	tief	(tief)	(tief)		-20
Strassenzustand	Unverändert	höher	höher	höher		-30
Betrieb ÖV	Unverändert	tief	(höher)	(höher)		20
Kenntnis des Verkehrszustands	Vollständig	tief	(höher)	(höher)		10
Anteil panischer Personen	Keine	tief	tief	tief		-240
Mitgenommene Personen pro Fahrzeug	[P/Fz]	höher	höher	höher		120
Dichte	[Fz/Strecken-kapazität]	höher	höher	höher		50

7 Zusammenfassung

Im Rahmen des hier dokumentierten, 3-jährigen Forschungsprojektes wurde mittels einer agenten-basierten Simulation eine grossräumige Evakuierung modelliert, simuliert und analysiert. Ziel war es, Antworten auf Fragen etwa bezüglich der Durchführbarkeit und Dauer einer vorsorglichen Evakuierung zu finden. Als Anwendungsbeispiel wurde hierfür die Region Gösgen gewählt, welche aufgrund eines Zwischenfalls im KKW Gösgen evakuiert werden soll.

Bei der Durchführung der einzelnen Projektphasen wurde auf die Wahl eines möglichst breiten Fokus geachtet. So wurden beispielsweise in der durchgeführten Literaturrecherche über das soziale Verhalten in grossräumigen Evakuierungsereignissen unterschiedliche auslösende Ereignisse einer Evakuierung (Atomar, Chemie, Feuer, Wasser, usw.) berücksichtigt. Als zweiter Schritt der Untersuchung des sozialen Verhaltens wurden Experten aus Forschung und Praxis bezüglich ihrer Erfahrungen mit grossräumigen Evakuierungen befragt. Abschliessend wurde eine repräsentative Bevölkerungsbefragung in der Schweiz durchgeführt, um Auskunft über das zu erwartende Verhalten in Abhängigkeit unterschiedlicher auslösender Ereignisse zu erhalten. Auf Grundlage der erhaltenen Antworten wurden Verhaltensmodelle geschätzt, welche im weiteren Projektverlauf in das Simulationsmodell integriert wurden.

Für die Durchführung der Simulationen wurde die Simulationsumgebung MATSim verwendet, welche um zusätzliche Features erweitert wurde, um auch unvorhersehbare Ereignisse und das daraus resultierende, veränderte Verhalten betroffener Personen abbilden zu können. Das verwendete Szenario basiert auf einem Modell der gesamten Schweiz, welches mit zusätzlichen Daten (Haushaltszugehörigkeit, Fahrzeugbesitz, Höhenkoordinaten des Verkehrsnetzes, usw.) angereichert wurde. Diese zusätzlichen Daten bilden die Grundlage der Modelle, welche das Verhalten während der Evakuierung beschreiben. Personen mit Familienangehörigen tendieren beispielsweise dazu, sich mit diesen zu treffen, um anschliessend gemeinsam zu evakuieren. Zu Fuss evakuierende Personen meiden Routen mit grossen Steigungen, da sie dort nur langsam vorankommen.

Unter Verwendung des erstellten Szenarios Gösgen wurden insgesamt 212 Simulationsläufe durchgeführt, bei denen Eingabeparameter wie die Grösse des betroffenen Gebiets, die Startzeit der Evakuierung oder die Strassenverhältnisse variiert wurden. Die durchgeführten Analysen wurden zweigeteilt. Erst wurden allgemeine Auswertungen für jeden einzelnen Simulationslauf erstellt, etwa bezüglich der Evakuationsentscheidung (sofort, später, nie), der Verkehrsmittelwahl und der jeweiligen Evakuationsdauern. Dies erlaubt beispielsweise Rückschlüsse darauf, wie viele Personen nicht mittels eigenem PW evakuieren können und deshalb auf andere Verkehrsmittel zurückgreifen müssen. Für jeden Simulationslauf wurden zudem zwei Diagramme

erstellt, welche im zeitlichen Verlauf zeigen, wie viele (nicht) evakuierende Personen sich im zu evakuierenden Gebiet aufhalten. Die Diagramme zeigen dabei jeweils auch auf, welche Verkehrsmittel genutzt werden.

Weitere Auswertungen befassen sich mit der Belastung des Verkehrsnetzes. Wiederum wurde für jeden Simulationslauf die stündliche Belastung der einzelnen Strassenabschnitte erfasst. Diese Daten können insbesondere für diesem Projekt anschliessende Planungen genutzt werden. Sie geben beispielsweise darüber Auskunft, welche Bereiche des Verkehrsnetzes hoch belastet sind und wo in der Folge kapazitätsmindernde Zwischenfälle entsprechend starke Auswirkungen hätten. Umgekehrt zeigen die Daten auch, welche Streckenabschnitte nur mässig belastet sind und somit etwa von Einsatzkräften genutzt werden könnten.

In einem nächsten Schritt wurden ähnliche Läufe, d.h. etwa Läufe mit demselben betroffenen Gebiet und derselben Startzeit der Evakuierung, in Diagrammen gegenübergestellt. Dies erlaubt es, einen ersten Eindruck der Einflüsse der variablen Einflussgrössen (z.B. Strassenzustand, ÖV Betrieb, Panik, usw.) zu erhalten.

Im zweiten Teil der Analysen wurde der relative Einfluss der betrachteten Faktoren auf die zu erwartenden Evakuationsdauern untersucht. Dies erlaubt etwa, Aussagen darüber zu treffen, welche Verlängerung der Evakuationsdauer zu erwarten ist, wenn die Strassenverhältnisse beeinträchtigt sind. Die Analysen können jedoch keine Aussage über die Eintretenswahrscheinlichkeiten der einzelnen Faktoren machen. Diese müssten in einem weiteren Schritt in Zusammenarbeit mit dem BABS und der Begleitkommission abgeschätzt werden.

An dieser Stelle muss auch darauf hingewiesen werden, dass die Simulationsergebnisse nur für das Szenario Gösgen Gültigkeit haben. Inwiefern sie auf andere Szenarien (z.B. Beznau, Leibstadt oder Mühleberg) repräsentativ sind, kann ohne genaue Betrachtung sowie die Durchführung von Referenzsimulationsläufen nicht abgeschätzt werden. Ob Kennwerte, wie etwa die Besiedlungsdichte oder die verfügbare Netzkapazität für grobe Abschätzungen der Vergleichbarkeit herangezogen werden können, müsste im Zuge der Betrachtung alternativer Szenarien untersucht werden. Nicht betroffen davon sind die Aussagen bezüglich des sozialen Verhaltens in grossräumigen Evakuierungsereignissen – diese haben für die gesamte Schweiz Gültigkeit. Ebenso können das Simulationswerkzeug MATSim, inklusive die eingeführten Erweiterungen, unmittelbar für die Untersuchung weiterer Szenarien genutzt werden.

8 Literatur

- Agarwal, M., T. H. Maze und R. Souleyrette (2005) Impacts of weather on urban freeway traffic flow characteristics and facility capacity, Vortrag: *2005 Mid-Continent Transportation Research Symposium*, Ames, August 2005.
- Axhausen, K. W. (2007) Definition of movement and activity for transport modelling, in D. A. Hensher und K. J. Button (Hg.) *Handbook of Transport Modelling*, 2. Aufl., 329–343, Elsevier, Oxford.
- Axhausen, K. W. und C. Weis (2010) Predicting response rate: A natural experiment, *Survey Practice*, **3** (2).
- Balakrishna, R., Y. Wen, M. E. Ben-Akiva und C. Antoniou (2008) Simulation-based framework for transportation network management in emergencies, *Transportation Research Record*, **2041**, 80–88.
- Balmer, M. (2007) Travel demand modeling for multi-agent traffic simulations: Algorithms and systems, Dissertation, ETH Zürich, Zürich, Mai 2007.
- Balmer, M., M. Rieser, K. Meister, D. Charypar, N. Lefebvre, K. Nagel und K. W. Axhausen (2008) MATSim-T: Architektur und Rechenzeiten, Vortrag: *Heureka '08*, Stuttgart, März 2008.
- Ben-Akiva, M. E., M. Bierlaire, H. Koutsopoulos und R. Mishalani (1998) DynaMIT: A simulation-based system for traffic prediction, Vortrag: *DACCORS Short Term Forecasting Workshop*.
- Ben-Akiva, M. E., M. Bierlaire, H. Koutsopoulos und R. Mishalani (2002) Real time simulation of traffic demand-supply interactions with DynaMIT, in M. Gendreau und P. Marcotte (Hg.) *Transportation and Network Analysis: Current Trends*, 19–36, Kluwer, Dordrecht.
- Ben-Akiva, M. E. und S. R. Lerman (1985) *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press, Cambridge.
- Bhat, C. R. (2005) A multiple discrete-continuous extreme value model: Formulation and application to discretionary time-use decisions, *Transportation Research Part B: Methodological*, **39** (8) 679–707.
- Bähr, J. (1997) *Bevölkerungsgeographie. Verteilung und Dynamik der Bevölkerung in globaler, nationaler und regionaler Sicht*, 3. Aufl., UTB, Stuttgart.

- Bierlaire, M. (2003) BIOGEME: A free package for the estimation of discrete choice models, Vortrag: *3rd Swiss Transport Research Conference*, Ascona, März 2003.
- Bierlaire, M. (2009) *An introduction to BIOGEME (Version 1.8)*, <http://transp-or2.epfl.ch/biogeme/doc/tutorialv18.pdf>.
- Bogner, A. und W. Menz (2009a) Das theoriegenerierende Experteninterview, in A. Bogner, B. Littig und W. Menz (Hg.) *Experteninterviews: Theorien, Methoden, Anwendungsfelder*, 61–98, Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Bogner, A. und W. Menz (2009b) Experteninterviews in der qualitativen Sozialforschung, in A. Bogner, B. Littig und W. Menz (Hg.) *Experteninterviews: Theorien, Methoden, Anwendungsfelder*, 7–31, Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Bundesamt für Landestopografie swisstopo (2012) DhM25, Webseite, Februar 2012, <http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/products/height/dhm25.html>.
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2000) Eidgenössische Volkszählung 2000, http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen/_quellen/blank/blank/vz/uebersicht.html.
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2001) *Eidgenössische Betriebszählung 2001 - Sektoren 2 und 3, GEOSTAT Datenbeschreibung*, Bundesamt für Statistik (BFS), GEOSTAT, Neuchâtel, <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/dienstleistungen/geostat/datenbeschreibung/betriebszaehlung05.Document.111424.pdf>.
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2006) *Ergebnisse des Mikrozensus 2005 zum Verkehrsverhalten*, Bundesamt für Statistik (BFS), Neuchâtel.
- Busse, G. (2003) Leitfadengestützte qualitative telefoninterviews, in O. Katenkamp, R. Kopp und A. Schröder (Hg.) *Praxishandbuch: Empirische Sozialforschung*, 27–36, Lit Verlag, Münster.
- Cameron, G. D. B. und G. I. D. Duncan (1996) PARAMICS-parallel microscopic simulation of road traffic, *Journal of Supercomputing*, **10** (1) 25–53.
- Charypar, D. und K. Nagel (2005) Generating complete all-day activity plans with genetic algorithms, *Transportation*, **32** (4) 369–397.
- Christmann, G. B. (2009) Telefonische Experteninterview - ein schwieriges Unterfangen, in A. Bogner, B. Littig und W. Menz (Hg.) *Experteninterviews: Theorien, Methoden, Anwendungsfelder*, 197–222, Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

- Costello, A. B. und J. W. Osborne (2005) Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis, *Practical Assessment, Research & Evaluation*, **10** (7) 173–178.
- Cova, T. J. und J. P. Johnson (2003) A network flow model for lane-based evacuation routing, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **37**, 579–604.
- Deppermann, A. (2008) *Gespräche analysieren: Eine Einführung*, Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Diekmann, A. (2002) Diagnose von Fehlerquellen und methodische Qualität in der sozialwissenschaftlichen Umfrageforschung, *Arbeitsbericht*, **ITA-02-04**, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien.
- Dillman, D. A. (2000) *Mail and Internet Surveys. The Tailored Design Method*, John Wiley & Sons, New York.
- Dobler, C. und K. W. Axhausen (2011) Evakuierung Schweizer Städte: Agenten-basierte Analyse - Zwischenbericht, *Arbeitsbericht*, **659**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Dobler, C., M. Kowald, N. Schüssler und K. W. Axhausen (2012) Within-day replanning of exceptional events, Vortrag: *91st Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington, D.C., Januar 2012.
- Drabek, T. E. (1969) Social processes in disaster: Family evacuation, *Social Problems*, **16** (3) 336–349.
- Efrat, E. (1992) The geography of a population mass-escape from the Tel Aviv area during the gulf war, *The Geographical Journal*, **158** (2) 199–206.
- Eidgenössisches Nuklearinspektorat ENSI (2008) *Zonenpläne für die Notfallplanung*, Eidgenössisches Nuklearinspektorat ENSI, Brugg, http://www.ensi.ch/fileadmin/deutsch/files/Zonenplaene_vollversion_D.pdf.
- Erath, A. und K. W. Axhausen (2010) Long term fuel price elasticity: Effects on mobility tool ownership and residential location choice, *Technischer Bericht*, Bundesamt für Energie (BFE), Bundesamt für Umwelt (BAFU), IVT, ETH Zürich, Bern.
- ESRI (1998) *ESRI Shapefile Technical Description*, Environmental Systems Research Institute (ESRI) Inc., <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>.
- Eymann, T. (2003) *Digitale Geschäftsagenten - Softwareagenten im Einsatz*, Springer, Berlin.

- Ferber, J. (1999) *Multi-Agent Systems: An Introduction to Distributed Artificial Intelligence*, Addison-Wesley, Boston.
- Frey, B. S., D. A. Savage und B. Torgler (2011) Behavior under extreme conditions: The titanic disaster, *Journal of Economic Perspectives*, **25** (1) 209–222.
- Frick, M. und K. W. Axhausen (2004) Generating synthetic populations using IPF and Monte Carlo techniques: Some new results, Vortrag: *4th Swiss Transport Research Conference*, Ascona, März 2004.
- Fritz, C. E. und E. S. Marks (1954) The NORC studies of human behavior in disaster, *Journal of Social Issues*, **10** (3) 26–41.
- Froschauer, U. und M. Lueger (2003) *Das qualitative Interview*, WUV-Universitätsverlag, Wien.
- Fussell, E. (2006) Leaving New Orleans: Social stratification, networks, and hurricane evacuation, Webseite, Juni 2006, <http://understandingkatrina.ssrc.org/Fussell/>.
- Giddens, A. (1984) *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*, Polity Press, Cambridge.
- Gläser, J. und G. Laudel (2010) *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*, Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Hans, J. M. und T. C. Sell (1974) Evacuation risks: an evaluation, *Endbericht*, U.S. Environmental Protection Agency and Office of Radiation Programs, National Environmental Research Center, Las Vegas.
- Hensher, D. A. und W. Greene (2003) The mixed logit model: The state of practice, *Transportation*, **30** (2) 133–176.
- Hess, S., M. E. Ben-Akiva, D. Gopinath und J. L. Walker (2011) Advantages of latent class over continuous mixture of logit models, *Arbeitsbericht*, Institute for Transport Studies, Institute for Transport Studies, Leeds, Mai 2011.
- Hobeika, A. G. und C. Kim (1998) Comparison of traffic assignment in evacuation modeling, *IEEE Transactions on Engineering Management*, **45** (2) 192–198.
- Hopf, C. und E. Weingarten (Hg.) (1984) *Qualitative Sozialforschung*, Klett, Stuttgart.
- Houts, P. S., P. D. Cleary und T. W. Hu (1988) *The Three Mile Island Crisis: Psychological, Social, and Economic Impacts on the Surrounding Population*, Pennsylvania State University Press, Harrisburg.

- Houts, P. S., M. K. Lindell, T. W. Hu, P. D. Cleary, G. Tokuhata und C. B. Flynn (1984) The protective action decision model applied to evacuation during the Three Mile Island crisis, *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, **2** (1) 27–40.
- Jäggi, B., A. Erath, C. Dobler und K. W. Axhausen (2012) Modeling household fleet choice as a function of fuel price using a multiple discrete-continuous choice model, *Transportation Research Record*, **2302**, 174–183.
- Jha, M., K. Moore und B. Pashaie (2004) Emergency evacuation planning with microscopic traffic simulation, *Transportation Research Record*, **1886**, 40–48.
- Johnson, J. H. und D. J. Zeigler (1986) Modelling evacuation behavior during the Three Mile Island reactor crisis, *Socio-Economic Planning Sciences*, **20** (3) 165–171.
- Kiefer, J. J., P. Jenkins und S. Laska (2009) City-assisted evacuation plan participant survey report, *Forschungsbericht*, New Orleans Office of Emergency Preparedness, University of New Orleans, Center for Hazards Assessment, Response & Technology, New Orleans, April 2009.
- Klügl, F. (2001) *Multiagentensimulation - Konzepte, Werkzeuge, Anwendung*, Addison-Wesley, München.
- Kowald, M. und K. W. Axhausen (2012) Focusing on connected personal leisure networks: Selected results from a snowball sample, *Environment and Planning A*, **44** (5) 1085–1100.
- Kowald, M., C. Dobler und K. W. Axhausen (2011) Der Einfluss sozialer Kontakte in grossräumigen Evakuationsereignissen, *Arbeitsbericht*, **683**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Kowald, M., C. Dobler und K. W. Axhausen (2012) Soziales Verhalten in grossräumigen Evakuierungsereignissen: Ergebnisse einer Expertenbefragung, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **710**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Kreps, G. A. (1984) Sociological inquiry and disaster research, *Annual Review of Sociology*, **10**, 309–330.
- Lüdi, G. und I. Werlen (2005) Eidgenössische Volkszählung 2000: Sprachenlandschaft in der Schweiz, *Endbericht*, Bundesamt für Statistik (BFS), Universität Basel, Universität Bern, Neuchâtel.
- LeBlanc, L. J. (1975) An algorithm for the discrete network design problem, *Transportation Science*, **9** (3) 183–199.
- Liamputtong, P. (2009) *Qualitative Research Methods*, Oxford, New York.

- Littig, B. (2009) Interviews mit Eliten - Interviews mit Experten: Gibt es Unterschiede?, in A. Bogner, B. Littig und W. Menz (Hg.) *Experteninterviews: Theorien, Methoden, Anwendungsfelder*, 117–135, Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Liverman, D. M. und J. P. Wilson (1981) The Mississauga train derailment and evacuation, *Canadian Geographer*, **25** (4) 365–375.
- Lämmel, G. und G. Flötteröd (2009) Towards system optimum: Time-dependent networks for large-scale evacuation problems, in B. Mertsching, M. Hund und Z. Aziz (Hg.) *KI 2009: Advances in Artificial Intelligence - 32nd Annual German Conference on AI, Paderborn, Germany, September 15-18, 2009, Proceedings*, 532–539, Springer, Berlin.
- Louviere, J. J., D. A. Hensher und J. D. Swait (2000) *Stated Choice Methods - Analysis and Application*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Mahmassani, H. S., T. Hu und R. Jayakrishnan (1995) Dynamic traffic assignment and simulation for advanced network informatics (DYNASMART), in N. H. Gartner und G. Improta (Hg.) *Urban traffic networks: dynamic flow modeling and control*, Springer, Berlin.
- Mayring, P. (2002) *Einführung in die qualitative Sozialforschung*, Beltz, Weinheim.
- Mayring, P. (2008) *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*, Beltz, Weinheim.
- McPherson, M., L. Smith-Lovin und J. M. Cook (2001) Birds of a feather: Homophily in social networks, *Annual Review of Sociology*, **27**, 415–444.
- Meuser, M. und U. Nagel (1991) Experteninterviews - vielfach erprobt, in D. Garz und K. Kraimer (Hg.) *Qualitativ-empirische Sozialforschung: Konzepte, Methoden, Analysen*, 441–471, Westdeutscher Verlag, Opladen.
- Meuser, M. und U. Nagel (2009) Experteninterview und der Wandel der Wissensproduktion, in A. Bogner, B. Littig und W. Menz (Hg.) *Experteninterviews: Theorien, Methoden, Anwendungsfelder*, 35–60, Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Murray-Tuite, P. M. (2007) Perspectives for network management in response to unplanned disruptions, *Journal of Urban Planning and Development*, **133** (1) 9–17.
- Nagel, K. und M. Rickert (2001) Parallel implementation of the TRANSIMS micro-simulation, *Parallel Computing*, **58** (2) 1611–1639.
- Nash, J. (1951) Non-cooperative games, *The Annals of Mathematics*, **54** (2) 286–295.
- National Aeronautics and Space Administration (2012) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), Webseite, Februar 2012, <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>.

- Nökel, K. und M. Schmidt (2002) Parallel DYNEMO: Meso-scopie traffic flow simulation on large networks, *Networks and Spatial Economics*, **2** (4) 387–403.
- Ortúzar, J. d. D. und L. G. Willumsen (2011) *Modelling Transport*, 4th Aufl., John Wiley & Sons, Chichester.
- Parkin, J. und J. Rotherham (2010) Design speeds and acceleration characteristics of bicycle traffic for use in planning, design and appraisal, *Transport Policy*, **17** (5) 335–341.
- Perry, R. W. (1979) Incentives for evacuation in natural disaster research based community emergency planning, *Journal of the American Planning Association*, **45** (4) 440–447.
- Perry, R. W. (1981) *Citizen Evacuation in Response to Nuclear and Nonnuclear Threats*, Battelle Human Affairs Research Centers.
- Perry, R. W. (1985) *Comprehensive emergency management: evacuating threatened populations*, JAI Press, Greenwich.
- Perry, R. W. und A. H. Mushkatel (1984) *Disaster Management: Warning Response and Community Relocation*, Quorum Books, Westport.
- Pfadenhauer, M. (2009) Das Experteninterview - ein Gespräch zwischen Experte und Quasi-Experte, in A. Bogner, B. Littig und W. Menz (Hg.) *Experteninterviews: Theorien, Methoden, Anwendungsfelder*, 99–116, Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Picou, J. S. und B. K. Marshall (2007) Katrina as paradigm shift: Reflections on disaster research in the twenty-first century, in D. L. Brunsma, D. Overfelt und J. S. Picou (Hg.) *The sociology of Katrina. Perspectives on a Modern Catastrophe*, 1–20, Rowman & Littlefield, Plymouth.
- Pidd, M., F. N. de Silva und R. W. Eglese (1993) CEMPS: A configurable evacuation management and planning system - a progress report, in G. W. Evans, M. Mollaghasemi, E. C. Russell und W. E. Biles (Hg.) *WSC '93: Proceedings of the 25th Conference on Winter Simulation*, 1319–1323, Association for Computing Machinery, New York.
- Pinjari, A. R. und C. R. Bhat (2010) An efficient forecasting procedure for kuhn-tucker consumer demand model systems: Application to residential energy consumption analysis, *Technischer Bericht*, University of South Florida, Juli 2010.
- Quarantelli, E. L. (1954) The nature and conditions of panic, *The American Journal of Sociology*, **60** (3) 267–275.
- Quarantelli, E. L. (1980) *Evacuation behavior and problems: findings and implications from the research literature*, Disaster Research Center, Ohio State University, Columbus.

- Quarantelli, E. L. (1990) The warning process and evacuation behavior: The research evidence, *Vorläufiger Bericht*, **148**, University of Delaware, Delaware.
- R Development Core Team (2009) *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing, Wien, <http://www.r-project.org>.
- Rathi, A. K. und R. S. Solanki (1993) Simulation of traffic flow during emergency evacuations: A microcomputer based modeling system, in G. W. Evans, M. Mollaghasemi, E. C. Russell und W. E. Biles (Hg.) *WSC '93: Proceedings of the 25th Conference on Winter Simulation*, 1250–1258, Association for Computing Machinery, New York.
- Regierungsrat des Kantons Basel-Landschaft (1987) *Bericht des Regierungsrates an den Landrat zur Katastrophe Schweizerhalle*, Bd. 7 von *Recht und Politik im Kanton Basel-Landschaft*, Verlag des Kantons Basel-Landschaft, Liestal.
- Rosengren, K. E., P. Arvidson und D. Stureson (1975) The barsebäck 'panic': A radio programme as a negative summary event, *Acta Sociologica*, **18** (4) 303–321.
- Schweizerischer Bundesrat (2003) *Verordnung über die Sicherheit der Stauanlagen*, www.admin.ch/ch/d/sr/7/721.102.de.pdf.
- Schwerdtfeger, T. (1984) DYNEMO: A model for the simulation of traffic flow in motorway networks, in J. Volmuller und R. Hamerslag (Hg.) *Proceedings of the Ninth International Symposium on Transportation and Traffic Theory*, Kap. 4, 65–87, VNU Science Press, Utrecht.
- Sheffi, Y., H. S. Mahmassani und W. B. Powell (1982) A transportation network evacuation model, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **16** (4) 209–218.
- Shenhar, G., D. Gidron und K. Peleg (2008) Mass population displacement under an unclear evacuation policy during the Israel-Lebanon War 2006, *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, **5** (1) 1–11.
- Sherali, H. D., T. B. Carter und A. G. Hobeika (1991) A location-allocation model and algorithm for evacuation planning under hurricane/flood conditions, *Transportation Research Part B: Methodological*, **25** (6) 439–425.
- Silverman, D. (2001) *Interpreting Qualitative Data. Methods for Analysing Talk, Text and Interaction*, SAGE Publications, London.
- Smith, L., R. J. Beckman, D. Anson, K. Nagel und M. E. Williams (1995) TRANSIMS: TRansportation ANalysis and SIMulation System, Vortrag: *5th TRB National Transportation Planning Methods Applications Conference*, Seattle, April 1995.
- Stahel, W. A. (2009) *Statistische Datenanalyse. Eine Einführung für Naturwissenschaftler*, Vieweg, Wiesbaden.

- Stallings, R. A. (1984) Evacuation behavior at three mile island, *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, **2** (1) 11–26.
- Stern, E. und Z. Sinuany-Stern (1989) A behavioural-based simulation model for urban evacuation, *Papers in Regional Science*, **66** (1) 87–103.
- Train, K. E. (2003) *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge University Press, New York.
- Transportation Research Board (2010) *Highway Capacity Manual*, Transportation Research Board, Washington, D.C., Dezember 2010.
- Vrtic, M., P. Fröhlich und K. W. Axhausen (2003) Schweizerische Netzmodelle für Strassen- und Schienenverkehr, in T. Bieger, C. Lässer und R. Maggi (Hg.) *Jahrbuch 2002/2003 Schweizerische Verkehrswirtschaft*, 119–140, Schweizerische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (SVWG), St. Gallen.
- Vrtic, M., P. Fröhlich, N. Schüssler, S. Dasen, S. Erne, B. Singer, K. W. Axhausen und D. Lohse (2005a) Erstellung des nationalen Personenverkehrsmodells für den öffentlichen und privaten Verkehr, *Forschungsbericht*, Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Bundesamt für Strassen and Bundesamt für Verkehr, IVT, ETH Zürich, Emch und Berger and Institut für Verkehrsplanung und Strassenverkehr, Technische Universität Dresden, Zürich.
- Vrtic, M., P. Fröhlich, N. Schüssler, S. Dasen, S. Erne, B. Singer, K. W. Axhausen und D. Lohse (2005b) Erzeugung neuer Quell-/Zielmatrizen im Personenverkehr, *Forschungsbericht*, Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Bundesamt für Strassen and Bundesamt für Verkehr, IVT, ETH Zürich, Emch und Berger, Institut für Verkehrsplanung und Strassenverkehr, Technische Universität Dresden, Zürich.
- Wardrop, J. G. (1952) Some theoretical aspects of road traffic research, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, **1** (3) 325–362.
- Weidmann, U. (1992) Transporttechnik der Fussgänger - Transporttechnische Eigenschaften des Fussgängerverkehrs, Literaturlauswertung, *Schriftenreihe*, **90**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Wheeler, B. (2012) AlgDesign: Algorithmic experimental design. R package version 1.1-2, Webseite, <http://CRAN.R-project.org/package=AlgDesign>.
- Wooldridge, M. (2000) *Reasoning about Rational Agents*, MIT Press, Cambridge.

- Yuan, F., L. D. Han, S.-M. Chin und H. Hwang (2006) Proposed framework for simultaneous optimization of evacuation traffic destination and route assignment, *Transportation Research Record*, **1964**, 50–58.
- Zeigler, D. J., S. D. Brunn und J. H. Johnson (1981) Evacuation from a nuclear technological disaster, *The Geographical Review*, **71** (1) 1–16.
- Zeigler, D. J. und J. H. Johnson (1984) Evacuation behavior in response to nuclear power plant accidents, *The Professional Geographer*, **36** (2) 207–215.
- Zelinsky, W. und L. A. Kosiński (1991) *The Emergency Evacuation of Cities: A Cross-national Historical and Geographical Study*, Rowman & Littlefield, Maryland.

9 Anhang

A Anschreiben an Institutionen des Bevölkerungsschutzes zur Benennung von Experten

Zürich, DATUM

Betreff.: Ihre Erfahrung im Umgang mit grossräumigen Evakuierungen

BRIEFANREDE,

seit rund zwei Jahren untersuchen das schweizerische Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) und die Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) in Zürich im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes das Thema „grossräumige Evakuierungen“. Dabei werden mittels eines agentenbasierten Simulationstools verschiedene Szenarien analysiert, um Aussagen über die notwendige Zeitdauer grossräumiger Evakuierungen sowie über die Möglichkeiten ihrer Steuerung durch Führungsorgane und Einsatzkräfte zu gewinnen.

In einer ersten Phase wurden diese Simulationen unter „Best Case“-Annahmen durchgeführt. Aktuell sind wir daran, das Verhalten der Agenten – d.h. der Bevölkerung – zu modellieren und in die Simulation zu integrieren. In einem weiteren Schritt werden dann auch mögliche Verhaltensweisen der Führungsorgane und Einsatzkräfte einbezogen. Nähere Angaben zum Projekt finden Sie in der Beilage.

Um unsere Modellannahmen zu kalibrieren und zu validieren, sind wir auf Erkenntnisse aus durchgeführten Evakuierungen oder allenfalls entsprechenden Übungen angewiesen. Gemäss unseren Kenntnissen arbeiten in Ihrer Institution Experten, die über solch spezialisiertes Wissen verfügen, und wir wären Ihnen deshalb sehr verbunden, wenn Sie uns den Kontakt zu den entsprechenden Personen vermitteln könnten. Genauere Angaben zum vorgesehenen Ablauf der Befragung finden Sie im beiliegenden Dokument.

Die Teilnahme an der Befragung erfolgt selbstverständlich auf einer freiwilligen Basis, ausserdem garantieren wir die vollständige Anonymisierung der Antworten.

Schon jetzt möchten wir uns ganz herzlich bei Ihnen für die Bereitschaft bedanken, bei diesem für uns wichtigen Projekt einen Beitrag zu leisten.

Mit freundliche Grüssen

Prof. Kay W. Axhausen

Anlagen:

- Beschreibung des Forschungsprojekt
- Ablaufplan der Expertenbefragung
- Vordruck zum Berichten von Kontaktinformationen

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:

ETH Zürich
Institut für Transportplanung und Verkehrssysteme
Matthias Kowald
CH-8093 Zürich
Telefon: +41 44 633 30 89
E-Mail: kowald@ivt.baug.ethz.ch

Angaben zum Projekt: Grossräumige Evakuierungen in der Schweiz

Das Schweizer Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) und die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH) untersuchen in einem gemeinsamen Projekt die Durchführbarkeit grossräumiger Evakuierungen in der Schweiz. Im Vordergrund steht dabei die Frage, innerhalb welcher Zeitspanne ausgewählte Gebiete in der Schweiz evakuiert werden können.

Die Evakuierungsszenarien werden unter Verwendung eines agenten-basierten Simulationsansatzes betrachtet (für Informationen zur Simulationssoftware siehe www.matsim.org). Die Verwendung eines so genannten ‚Best-Case Szenarios‘ in der ersten Projektphase erbrachte zufriedenstellende Ergebnisse in Bezug auf den minimal benötigten Zeitaufwand zur Evakuierung der betrachteten Gebiete. Allerdings waren dabei die Annahmen zum Verhalten der simulierten Agenten wenig realistisch. Diese begannen unmittelbar nach der Evakuierungsaufforderung, sich in Sicherheit zu bringen, ohne auf soziale Bindungen Rücksicht zu nehmen. Zudem wurden die Reisezeiten durch die Prämisse eines Nutzergleichgewichts für das Strassennetzwerks minimiert.

In der nun anstehenden Projektphase geht es darum, die simulierten Agenten mit sozialen Handlungscharakteristika auszustatten, ihr Verhalten also an das einer sich tatsächlich evakuierenden Bevölkerung anzunähern. Dazu wurde die bestehende wissenschaftliche Literatur zu grossräumigen Evakuierungsereignissen (mit Evakuierungszonen ab etwa 1.5 Kilometer Durchmesser) in Folge verschiedenster Ursachen, etwa Naturkatastrophen, technischen Vorfällen und Kriegen gesichtet. Insgesamt ist die Informationslage dabei, bis auf einige Ausnahmeereignisse, wenig zufriedenstellend. Zum einen sind nur wenige detaillierte Forschungsberichte zum Verhalten von Bevölkerungen in grossen Evakuierungsereignissen verfügbar, zum anderen sind die erhobenen Daten oftmals nur schwer vergleichbar.

Um die von uns bisher extrahierten allgemeinen Verhaltensweisen einer sich evakuierenden Bevölkerung zu prüfen und zu vervollständigen, würden wir gerne Experteninterviews durchführen. Im Zentrum der Interviews wird dabei die Phase vom Aufruf zur Evakuierung bis hin zum Ende der Evakuierungsaufforderung stehen. Das Verhalten der Bevölkerung nach der Evakuierungsmassnahme, also die Rückkehr in das ehemals bedrohte Gebiet, ist nicht Gegenstand der Untersuchung.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:
ETH Zürich
Institut für Transportplanung und Verkehrssysteme
Matthias Kowald
CH-8093 Zürich
Telefon: +41 44 633 30 89
E-Mail: kowald@ivt.baug.ethz.ch

Die weitere Handhabung der Kontaktangaben

Gerne möchten wir Sie über die weitere Schritte in diesem Projekt informieren. Zunächst werden wir die Namen und Kontaktinformationen der von Ihnen und anderen Institutionen benannten Experten sammeln und bezüglich ihres Wissens kategorisieren (etwa nach Berufsständen: Wissenschaftler, Mitglied der Einsatzleitung etc.). Schliesslich werden wir aus einer umfassenden Liste diejenigen Experten auswählen, die wir um ein Interview bitten möchten.

Die ausgewählten Personen werden zunächst ein Einführungsschreiben mit generellen Informationen über die Studie einerseits und den Gegenstand des Interviews andererseits erhalten. Dazu werden, in Abhängigkeit von der Form des Expertenwissens, auch die den Interviews zugrunde liegenden Leitfäden, also die konkreten Fragestellungen, verschickt. Diese Informationen geben den Experten die Möglichkeit, eine Entscheidung in Hinsicht auf Ihre Teilnahme zu treffen und zu prüfen, ob sie tatsächlich über die in den Interviews erfragten Wissenskontexte verfügen.

Etwa eine Woche nach dem Einführungsschreiben werden die Experten telefonisch kontaktiert, um ihre Teilnahmebereitschaft zu erfragen. Zudem können in diesem Gespräch offene Fragen von Seiten der Experten diskutiert werden. Mit allen Personen, die einer Teilnahme zustimmen, wird in diesem Gespräch ein Interviewtermin vereinbart, welcher auch nochmals schriftlich bestätigt wird. Sollte ein Experte der Teilnahme nicht zustimmen, wird die Person nicht weiter kontaktiert werden. Alle angegebenen Namen und Adressen werden nach Abschluss des Projekts vernichtet.

Zum vereinbarten Termin wird ein Interviewer, ein Doktorand des Instituts für Transportplanung und Verkehrssysteme der ETH Zürich, den jeweiligen Experten persönlich mündlich oder, bei zu grossen geographischen Entfernungen, telefonisch befragen. Bei Zustimmung der Experten wird dieses Gespräch aufgezeichnet. Den Teilnehmern werden die jeweiligen für die Analyse relevanten verschriftlichten Interviewteile zur Durchsicht zugestellt. Sollten die Experten Korrekturen anbringen, werden diese selbstverständlich berücksichtigt.



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IVT–Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme

Prof. Kay W.Axhausen

ETH Hönggerberg
CH-8093 Zürich
www.ivt.ethz.ch

- ☐ Diese Institution hat keinen Kontakt zu Experten/Expertinnen für die angegebenen Wissensbereiche
- ☐ Bitte finden Sie die Namen und Adressen der uns bekannten Experten/Expertinnen anbei

Name

Adresse

Telefon

E-Mail

Qualifikation

Name

Adresse

Telefon

E-Mail

Qualifikation

Name	
Adresse	
Telefon	
E-Mail	
Qualifikation	

Name	
Adresse	
Telefon	
E-Mail	
Qualifikation	

Name	
Adresse	
Telefon	
E-Mail	
Qualifikation	

B Anschreiben an die Experten mit der Bitte um ein Interview

Zürich, DATUM

Betreff.: Ihre Erfahrung im Umgang mit grossräumigen Evakuierungen

BRIEFANREDE

seit rund zwei Jahren untersuchen das schweizerische Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) und die Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) in Zürich im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes das Thema „grossräumige Evakuierungen“. Dabei werden mittels eines agentenbasierten Simulationstools verschiedene Szenarien analysiert, um Aussagen über die notwendige Zeitdauer grossräumiger Evakuierungen sowie über die Möglichkeiten ihrer Steuerung durch Führungsorgane und Einsatzkräfte zu gewinnen.

In einer ersten Phase wurden diese Simulationen unter „Best Case“-Annahmen durchgeführt. Aktuell sind wir daran, das Verhalten der Agenten – d.h. der Bevölkerung – zu modellieren und in die Simulation zu integrieren. In einem weiteren Schritt werden dann auch mögliche Verhaltensweisen der Führungsorgane und Einsatzkräfte einbezogen. Nähere Angaben zum Projekt finden Sie in der Beilage.

Um unsere Modellannahmen zu kalibrieren und zu validieren, sind wir auf Erkenntnisse aus durchgeführten Evakuierungen oder allenfalls entsprechenden Übungen angewiesen. Bei der Suche nach Experten, die über solch spezialisiertes Wissen verfügen, sind wir auf Ihren Namen gestossen. Wir möchten Sie deshalb anfragen, ob Sie bereit wären, für ein Experteninterview zur Verfügung zu stehen. Genauere Angaben zum vorgesehenen Ablauf der Befragung finden Sie im beiliegenden Dokument.

Die Teilnahme an der Befragung erfolgt selbstverständlich auf einer freiwilligen Basis, ausserdem garantieren wir die vollständige Anonymisierung der Antworten.

Schon jetzt möchten wir uns ganz herzlich bei Ihnen für die Bereitschaft bedanken, bei diesem für uns wichtigen Projekt einen Beitrag zu leisten.

Mit freundliche Grüssen

Prof. Kay W. Axhausen

Anlagen:

- Beschreibung des Forschungsprojekt
- Ablaufplan der Expertenbefragung

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:
ETH Zürich
Institut für Transportplanung und Verkehrssysteme
Matthias Kowald
CH-8093 Zürich
Telefon: +41 44 633 30 89
E-Mail: kowald@ivt.baug.ethz.ch

Angaben zum Projekt: Grossräumige Evakuierungen in der Schweiz

Das Schweizer Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) und die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH) untersuchen in einem gemeinsamen Projekt die Durchführbarkeit grossräumiger Evakuierungen in der Schweiz. Im Vordergrund steht dabei die Frage, innerhalb welcher Zeitspanne ausgewählte Gebiete in der Schweiz evakuiert werden können.

Die Evakuierungsszenarien werden unter Verwendung eines agenten-basierten Simulationsansatzes betrachtet (für Informationen zur Simulationssoftware siehe www.matsim.org). Die Verwendung eines so genannten ‚Best-Case Szenarios‘ in der ersten Projektphase erbrachte zufriedenstellende Ergebnisse in Bezug auf den minimal benötigten Zeitaufwand zur Evakuierung der betrachteten Gebiete. Allerdings waren dabei die Annahmen zum Verhalten der simulierten Agenten wenig realistisch. Diese begannen unmittelbar nach der Evakuierungsaufforderung, sich in Sicherheit zu bringen, ohne auf soziale Bindungen Rücksicht zu nehmen. Zudem wurden die Reisezeiten durch die Prämisse eines Nutzergleichgewichts für das Strassennetzwerks minimiert.

In der nun anstehenden Projektphase geht es darum, die simulierten Agenten mit sozialen Handlungscharakteristika auszustatten, ihr Verhalten also an das einer sich tatsächlich evakuierenden Bevölkerung anzunähern. Dazu wurde die bestehende wissenschaftliche Literatur zu grossräumigen Evakuierungsereignissen (mit Evakuierungszonen ab etwa 1.5 Kilometer Durchmesser) in Folge verschiedenster Ursachen, etwa Naturkatastrophen, technischen Vorfällen und Kriegen gesichtet. Insgesamt ist die Informationslage dabei, bis auf einige Ausnahmeereignisse, wenig zufriedenstellend. Zum einen sind nur wenige detaillierte Forschungsberichte zum Verhalten von Bevölkerungen in grossen Evakuierungsereignissen verfügbar, zum anderen sind die erhobenen Daten oftmals nur schwer vergleichbar.

Um die von uns bisher extrahierten allgemeinen Verhaltensweisen einer sich evakuierenden Bevölkerung zu prüfen und zu vervollständigen, würden wir gerne Experteninterviews durchführen. Im Zentrum der Interviews wird dabei die Phase vom Aufruf zur Evakuierung bis hin zum Ende der Evakuierungsaufforderung stehen. Das Verhalten der Bevölkerung nach der Evakuierungsmassnahme, also die Rückkehr in das ehemals bedrohte Gebiet, ist nicht Gegenstand der Untersuchung.

Zum Ablauf der Experteninterviews

Gerne möchten wir Sie über den Inhalt und die Gestaltung und Verwendung der Interviews informieren. Das Interview, das wir mit Ihnen führen möchten, orientiert sich an einem Leitfaden. Die zentralen Punkte des Leitfadens finden Sie unten aufgeführt. Das Interview dient dem Zweck einen Einblick in Ihre Erfahrungen und Ihr Wissen in Bezug auf diese Punkte zu erhalten. Das Interview wird zwischen 60 und 90 Minuten dauern. Die Informationen aus den Interviews werden von uns mit den Ergebnissen einer bereits durchgeführten Literaturrecherche zum Verhalten evakuierender Bevölkerungen verglichen. So können die Befunde der Literaturrecherche geprüft, ergänzt und, wo nötig, korrigiert werden.

In den nächsten Tagen werden wir Sie telefonisch kontaktieren. Dieser Anruf dient der Abfrage Ihrer Teilnahmebereitschaft an den Interviews. Zudem können allfällige Fragen Ihrerseits besprochen werden. Sollten Sie einer Teilnahme zustimmen, möchten wir in diesem Gespräch auch gerne den Termin für das Interview festlegen. Ihre Teilnahme an den Interviews ist selbstverständlich freiwillig. Ihre Angaben werden anonym behandelt. Rückschlüsse von Ihren Aussagen auf Ihre Person werden nicht möglich sein.

Zum vereinbarten Termin wird ein Interviewer, ein Doktorand des Instituts für Transportplanung und Verkehrssysteme der ETH Zürich, die Fragen des Leitfadens persönlich mündlich oder, bei zu grosser geographischer Entfernungen, telefonisch mit Ihnen diskutieren. Mit Ihrer Zustimmung werden wir dieses Gespräch aufzeichnen. Falls Sie dies nicht wünschen, werden wir auf die Aufzeichnung verzichten. In jedem Fall werden wir Ihnen die in der späteren Analyse verwendeten Teile des Interviews schriftlich zukommen lassen. Sollten Sie Korrekturen anbringen wollen, werden wir diese selbstverständlich berücksichtigen.

Die thematische Orientierung des Leitfadens

- Der Einfluss individuell-persönlicher Merkmale auf das Evakuierungsverhalten
- Einflüsse der Entscheidungssituation und sozialen Umwelt auf das Evakuierungsverhalten
- Die Rolle von Evakuierungsplanung und -Aufforderung für das Evakuierungsverhalten
- Die Evakuierung von Sondereinrichtungen (Krankenhäuser/Gefängnisse/Schulen) und Menschen mit besonderen Bedürfnissen

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:
ETH Zürich
Institut für Transportplanung und Verkehrssysteme
Matthias Kowald
CH-8093 Zürich
Telefon: +41 44 633 30 89
E-Mail: kowald@ivt.baug.ethz.ch

C Der Interviewleitfaden

„Soziales Verhalten in grossräumigen Evakuierungsereignissen“

Interviewprotokoll:

Interview mit [ID]:

Qualifikation: [Eintrag der Qualifikation wie durch Institution angegeben]

Interviewer:

Datum:

Kommunikationsmodus: [Skype / Telefon / persönliches Interview]

Aufzeichnung: [Ja / Nein]

Uhrzeit Beginn des Interviews:

Uhrzeit Ende des Interviews:

Abschlussbericht zuschicken: [Ja / Nein]

Beschreibung der Interviewatmosphäre:

Einführungstext:

Sehr geehrter [Gesprächspartner]. Zu Beginn des Interviews möchte ich nochmals kurz erklären welchem Zweck dieses Interview dient. In einer gemeinsamen Studie untersuchen das schweizerische Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) und das Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich die Durchführbarkeit grossräumiger Evakuierungen in der Schweiz mittels einer agentenbasierten Simulationssoftware. Um das Verhalten der simulierten Agenten in sozialer Hinsicht realistisch zu gestalten, suchen wir nach typischen Verhaltensweisen einer evakuierenden Bevölkerung. Zu diesem Zweck wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Recherche möchten wir gerne mit Ihrem Wissen über Evakuierungen abgleichen, ergänzen und, wo nötig, korrigieren.

Vielen Dank, dass Sie sich zur freiwilligen Teilnahme an diesem Interview bereit erklärt haben. [Vielen Dank auch für Ihre Einverständnis, dass wir dieses Gespräch aufzeichnen dürfen.] Die Auswertung erfolgt anonym. Wir werden Ihnen eine verschriftlichte Form derjenigen Interviewteile, die wir verwenden wollen, zuschicken, so dass sie Gelegenheit zu Ergänzungen und Korrekturen haben, die wir selbstverständlich berücksichtigen werden.

Abschlusstext:

Sehr geehrter [Gesprächspartner]. Nochmals möchte ich mich gerne im Namen aller Projektmitarbeiter beim BABS und IVT bei Ihnen für Ihre Teilnahme bedanken. Sie haben uns dadurch sehr geholfen die besprochenen Themen besser zu verstehen. Wie versprochen werden wir Ihnen eine verschriftlichte Form der für uns relevanten Interviewteile zusenden. Sie haben so Gelegenheit Ergänzungen oder Korrekturen anzubringen, die wir selbstverständlich berücksichtigen werden. Ich wünsche Ihnen alles Gute.

Leitfaden:

Anzusprechen	Thema Fragentext Überleitungen	Beantwortet

Block: Intervieweinleitung

Einleitung: Am besten beginnen wir, indem Sie berichten, in welchem Ausmass und bei welchen Gelegenheiten Sie Erfahrung und Wissen über das Verhalten einer evakuierenden Menschenmenge sammeln konnten.

	Kontext klären: Experte durch wissenschaftliche / einsatzleitende / politisch administrative Tätigkeit	

Block: Soziodemographische Einflussfaktoren

Überleitung: Wenden wir uns zunächst den Merkmalen der zur Evakuierung aufgerufene Bevölkerung zu. Unsere Recherchen haben ergeben, dass Menschen mit unterschiedlichen persönlichen Merkmalen auch verschieden auf Evakuierungsaufrufe reagieren. Wie ist Ihre Einschätzung dieses Zusammenhangs? Gibt es Merkmale mit bedeutendem Einfluss und falls ja, wie wirken diese Merkmale?

	Wer nimmt freiwillig an einer Evakuierung teil?	
	Was beeinflusst den Zeitpunkt der Befolgung einer Evakuierungsaufforderung? (Wer bricht früher auf, wer später?)	
	Wie verhalten sich Familien?	
	Verhalten, falls Familie nicht versammelt? - Wo treffen sich die Mitglieder?	
	Bei getrennter Evakuierung: - Wo treffen sich die Mitglieder?	
	Was passiert wenn sich einzelne Mitglieder der Familie einer Evakuierung widersetzen?	
	Was für eine Rolle spielen die folgenden persönlichen Merkmale: - Geschlecht - Zivilstand - Kinder im Haushalt - Alter - Besitz im betroffenen Gebiet (Haus/Wohnung) - Bildungshintergrund	

Anzusprechen	Thema Fragentext Überleitungen	Beantwortet

Block: Situative Einflussfaktoren

Überleitung: In welchem Ausmass denken Sie hängt das Verhalten von den spezifischen äusseren Rahmenbedingungen, beispielsweise der Evakuierungsursache, der verfügbaren Zeit für die Evakuierung und der Evakuierungssituation, ab? Welche Faktoren beeinflussen hier das Verhalten?

	In welchem Ausmass beeinflusst die Evakuierungsursache (natürlich/industriell (Chemie/Atom)) das Verhalten?	
	Welche Rolle spielt die zur Evakuierung verfügbare Zeitspanne?	
	Wann und in welchem Ausmass kommt es zu irrationalem/panischem Verhalten?	
	Welche Umstände begünstigen irrationales/panisches Verhalten?	
	Wie kann irrationalem/panischen Verhalten entgegengewirkt werden?	
	Wie verändert sich das Verhalten der Menschen mit zunehmendem räumlichen Abstand zur Evakuierungsursache?	

Block: Konkrete Verhaltensmuster (Verkehrsmittelwahl/Zielwahl)

Überleitung: Für die Mikrosimulation ist es besonders wichtig zu klären, mit welchen Verkehrsmitteln Menschen evakuieren und wohin Sie flüchten. Haben Sie hierzu Erfahrungen sammeln können?

	Mit welchen Verkehrsmitteln wird evakuiert?	
	In welchem Ausmass wird Hausrat befördert?	
	Wie lange benötigen Menschen zum packen der Gegenstände?	
	Sind Evakuierende bereit andere Personen in Ihrem PW zu befördern? Und wenn ja, welche Personen? Würden Sie dazu Hausrat zurücklassen?	
	Wie weit fliehen die Evakuierenden (in Abhängigkeit von Gefahrenquelle und Evakuierungsgrenze)?	
	Wie verteilen Sie sich räumlich jenseits der Evakuierungsgrenze?	
	Wo finden die Evakuierten Unterkunft (Rolle von Familie, Freunden, Fremden, Hotels, Notunterkünften)?	
	Wie ist der Zusammenhang zwischen der erwarteten Dauer der Evakuierung und der Unterkuftsfindung?	
	Gibt es einen Zusammenhang zwischen sozioökonomischen Status (Bildung/Einkommen/Prestige) und der Unterkunft?	

Anzusprechen	Thema Fragentext Überleitungen	Beantwortet

Block: Die Rolle der Evakuierungsplanung und -Aufforderung

Überleitung: In der Literatur wird empfohlen Evakuierungsmassnahmen gut vorzubereiten. Dazu gehören unter anderem die Planung des Evakuierungsaufrufes und die Verbreitung dieser Nachricht. Welche Kriterien sind bei einem initialen Evakuierungsaufruf von Bedeutung und was sind typische Reaktionen auf diesen Aufruf?

	Welche Rolle spielt ein offizieller Evakuierungsaufruf? - Wie reagieren Menschen auf einen solchen Aufruf (sofort evakuieren/bestätigen)? - Wie verhält sich die Bevölkerung ohne Aufruf? - Wie verhält sich die Bevölkerung mit Aufruf?	
	Wie lässt sich ein Initialaufruf effektiv platzieren; welche Medien sollten benutzt werden?	
	In welcher Zeit verbreitet sich die Nachricht? - Welche Rolle spielt dabei die Tageszeit?	
	Welchen Einfluss haben die in der Nachricht enthaltenen Informationen (Detailfülle)?	
	Welche Faktoren in Bezug auf die Warnmeldungen steigern den Anteil Evakuierender? - (Widerspruchsfreie Meldungen) - (Mehrere Medien) - (Glaubwürdigkeit der Warnungsüberbringer)	
	Wie lässt sich der Anteil freiwillig evakuierender Personen steigern? (Wie lässt kann die Notwendigkeit einer Evakuierung unterstrichen, die Bedrohung als real dargestellt werden?)	

Block: Die Evakuierung von Menschen mit besonderen Bedürfnissen

Überleitung: In der Literatur zu Evakuierungen haben wir nur wenige Hinweise zum Umgang mit Menschen mit besonderen Bedürfnissen gefunden. Besonders interessieren wir uns für den Umgang mit Menschen in besonderen Einrichtungen wie Krankenhäusern, Gefängnissen, aber auch Schulen und Kindergärten. Können Sie uns dazu etwas berichten?

	Wie wurden mit diese Institutionen bei vergangenen Ereignissen verfahren? - Krankenhäusern - Gefängnissen - Schulen und Kindergärten	
	Kennen Sie Berichte (Quellenangaben)?	
	Wie lassen sich andere, noch im Gebiet benötigte Personen (Ärzte/Pfleger/Polizei- und Feuerwehrangehörige) noch rechtzeitig evakuieren?	

Anzusprechen	Thema Fragentext Überleitungen	Beantwortet

Block: Das Verhalten der Ordnungskräfte

Überleitung: Zuletzt möchten wir Sie gerne nach Ihrer Erfahrung mit dem Verhalten der Ordnungskräfte fragen. Wie sind Ihre Erfahrungen hier?

	Wie verhalten sich die Ordnungskräfte (Ist verlass auf Pflichterfüllung im Evakuierungsgebiet)?	
	Was sind besondere (auffällige) Verhaltensweisen?	

Block: Abschluss des Interviews

Abschluss: Vielen Dank, dass Sie uns mit Ihrem Wissen und Ihren Erfahrungen geholfen haben. Wir haben alle Bereiche behandelt, deren Einfluss wir aufgrund der Literaturrecherche für bedeutend halten.

	Wollen Sie vielleicht noch Bereiche/Themen nennen, die einen entscheidenden Einfluss auf eine evakuierende Bevölkerung haben, die aber bisher nicht besprochen wurden?	

D Anschreiben an die Experten mit Bitte um Anmerkungen zum oder Korrektur des Transkripts

Zürich, DATUM

Betreff.: Ihr Interview

BRIEFANREDE,

seit rund zwei Jahren untersuchen das schweizerische Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) und die Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) in Zürich im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes das Thema „grossräumige Evakuierungen“. Dabei werden mittels eines agentenbasierten Simulationstools verschiedene Szenarien analysiert, um Aussagen über die notwendige Zeitdauer grossräumiger Evakuierungen sowie über die Möglichkeiten ihrer Steuerung durch Führungsorgane und Einsatzkräfte zu gewinnen. Um die Modellannahmen zu kalibrieren und zu validieren, sind wir auf Erkenntnisse aus durchgeführten Evakuierungen oder allenfalls entsprechenden Übungen angewiesen.

Sie haben uns Ihr Wissen und Ihre Erfahrungen im Zuge eines Experteninterviews zur Verfügung gestellt. Dafür möchten wir uns nochmals bei Ihnen bedanken. Wie damals angekündigt finden Sie eine Abschrift des Interviews anbei. Gerne möchten wir Sie bitten die Abschrift durchzusehen und allfällige Missverständnisse oder Korrekturen anzubringen. Diese werden wir bei der Auswertung selbstverständlich berücksichtigen. *Bitte senden Sie uns Ihre Anmerkungen bis spätestens zum DATUM per E-Mail oder postalisch zu.*

Die Auswertung der Interviews erfolgt anonymisiert. Eine Zuordnung Ihrer Person zu den Aussagen wird nicht möglich sein. Ihren Namen und Ihre Adresse werden wir getrennt von den Interviews bewahren, um Ihnen später den Abschlussbericht zusenden zu können.

Erneut möchten wir uns ganz herzlich bei Ihnen für die Bereitschaft bedanken, bei diesem für uns wichtigen Projekt einen Beitrag zu leisten.

Mit freundliche Grüssen



Prof. Kay W. Axhausen

Anlagen:

- Abschrift des Interviews

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:
ETH Zürich
Institut für Transportplanung und Verkehrssysteme
Matthias Kowald
CH-8093 Zürich
Telefon: +41 44 633 30 89
E-Mail: kowald@ivt.baug.ethz.ch

E Präventives Merkblatt für Sturmflutevakuierungen Stadt Hamburg

Die Busse fahren die Bus-Haltestellen an, die als „Sammelpunkt bei Sturmflut“ ausgewiesen sind, und bringen Sie zu den S-Bahnhöfen Wilhelmsburg und Veddel oder auch direkt in die Notunterkünfte.

Vom **S-Bahnhof Veddel** werden Sie zum Hamburger Hauptbahnhof gebracht und von dort durch bereitgestellte Busse in eine Notunterkunft in Hamburg-Horn.



Vom **S-Bahnhof Wilhelmsburg** werden Sie nach Harburg und von dort mit Bussen in die Harburger Notunterkünfte gebracht.

Die Adressen der **Notunterkünfte** finden Sie auf der umseitigen Karte.

Sollte es Ihnen nach Abschluss der planmäßigen Evakuierung nicht mehr möglich sein, das gefährdete Gebiet zu verlassen, so können Sie in den eingerichteten **Fluchtburgen in Wilhelmsburg** Schutz finden. Dort können Sie in den oberen Geschossen das Abflauen des Hochwassers abwarten.

Die Adressen der **Fluchtburgen** finden Sie ebenfalls auf der umseitigen Karte.

Raum für eigene Notizen:

Herausgeber: Behörde für Inneres
Katastrophen- und Bevölkerungsschutz
Johanniswall 4
20095 Hamburg

Wer hilft Ihnen in dringenden Notfällen?

Schnelle Hilfe erhalten Sie in dringenden Fällen über die Notrufe der Feuerwehr 112 oder der Polizei 110.

Sollten Sie zum Beispiel krank, behindert oder gebrechlich sein und nicht mit Hilfe von Familienangehörigen oder Nachbarn das Gebiet verlassen können, rufen Sie bitte frühzeitig den Rettungsdienst über den Notruf der **Feuerwehr ☎ 112** an. Ihre Beförderung aus dem gefährdeten Gebiet wird dann rechtzeitig veranlasst. Wenn Sie nach einer Sturmflut Hilfe brauchen, wenden Sie sich bitte an Ihr Bezirksamt (Tel. 040/4 28 54-34 16).

Checkliste für Notfallmaßnahmen bei Überflutungen und Sturmfluten:

Erdigen:	Handgepäck:	Falls noch Zeit bleibt:
- Radio einschalten (batteriebetrieben) - Strom abstellen - Gas abstellen - Taschenlampe bereithalten - Nachbarn informieren	- wichtige Dokumente - wichtige Medikamente - Mobiltelefon - warme Kleidung - Decke, Schlafsack - Lebensmittel für 1–2 Tage - Trinkwasser für 1–2 Tage - Wertsachen, Geld	- empfindliches Mobiliar etc. in höhere Stockwerke bringen - Chemikalien, Farben, Kraftstoffe etc. in höhere Stockwerke umlagern - Heizöltanks ggf. fluten (um ein Aufschwimmen zu verhindern)

Evakuierungsgebiete und Notunterkünfte:

Bei Sturmfluten über 7,30 m NN müssen die Bewohner Wilhelmsburgs, die keinen Schutz in höher gelegenen Räumen finden, evakuiert werden. Zu Ihrer Unterbringung sind in Harburg und in Hamburg-Horn **Notunterkünfte** vorhanden. Nutzen Sie bitte Ihre eigenen Fahrzeuge, um das **Evakuierungsgebiet** zu verlassen, beachten Sie dabei die Verkehrsleitmaßnahmen der Polizei. Haben Sie kein eigenes Fahrzeug oder keine Mitfahrgelegenheit, werden Sie mit Bussen und der S-Bahn zu den Notunterkünften gebracht.

So werden Sie gewarnt:

Rechtzeitig vor Eintritt einer Sturmflut werden Sie gewarnt durch:

- **Böllerschüsse,**
- **Rundfunkwarungen,**
- **Untertitelungen im Fernsehen,**
- **Sirensignal:** Heulton von einer Minute Dauer:
Schalten Sie sofort Ihr Rundfunk- oder Fernsehgerät ein!
- **Lautsprecherdurchsagen.**

Folgende Maßnahmen sollten Sie treffen:

- Bewahren Sie dieses Merkblatt stets griffbereit auf (z. B. in der Nähe des Telefons) und treffen Sie rechtzeitig Vorsorge.
- Wenn Sie sich in Keller- oder tiefliegenden Räumen (auch Tiefgaragen) aufhalten, suchen Sie bitte höher gelegene Stockwerke auf. Bitten Sie ggf. Ihre Nachbarn um Aufnahme.
- Verständigen Sie Ihre Nachbarn. Informieren und helfen Sie bei Bedarf auch älteren und gebrechlichen Menschen sowie ausländischen Mitbürgerinnen und Mitbürgern, insbesondere wenn sie sich in Keller- und Parterreräumen aufhalten.
- Schützen Sie Ihren Besitz. Lagern Sie keine hochwertigen Gegenstände in gefährdeten Räumen (z. B. Kellergeschossen).
- Sichern Sie elektrische und technische Anlagen (EDV, Telefonzentralen, Heizungsanlagen etc.) in den gefährdeten Räumen durch bauliche Maßnahmen.
- Prüfen Sie bitte rechtzeitig die Befestigung von Öltanks und sichern Sie diese gegen Aufschwimmen bei Überflutung. Lassen Sie sich bereits jetzt von Fachkräften beraten.
- Lagern Sie keine Chemikalien in den gefährdeten Räumen.
- Legen Sie sich Vorräte an, damit Sie sich bei Bedarf für einige Zeit selbst versorgen können.
- Denken Sie auch an Ihr Vieh bzw. Ihre sonstigen Tiere.



Merkblatt für Wilhelmsburg

Stand: September 2010

Liebe Hamburgerinnen, liebe Hamburger,

der Hochwasserschutz in Hamburg wurde in den vergangenen Jahren weiter verbessert. Der Ausbau der Hochwasserschutzanlagen ist vorangeschritten, so dass die Hamburger Stadtteile hinter den Hochwasserschutzanlagen bis zu einem Wasserstand von 7,30 m über Normal Null (NN) sicher sind. Dadurch hat sich die Gefahr, die von Sturmfluten für unsere Stadt und ihre Bürger ausgeht, erheblich verringert.

In dem vorliegenden Merkblatt erhalten Sie in Kurzform alle Informationen, die im Fall einer Sturmflut wichtig sind.

Sturmflutvorhersagen – wer informiert?

Bei der Gefahr von Sturmfluten können Sie sich unter folgenden Rufnummern über den zu erwartenden Wasserstand informieren:

- Sturmflut-Ansagedienst ☎ 040/4 28 99-1 11 11
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) ☎ 040/31 90-31 90
- Öffentliche Auskunft der Hamburg Port Authority ☎ 040/31 59 51 oder 040/31 59 52
- Auskunft über den aktuellen Wasserstand im Hafen ☎ 040/4 28 47-32 85

Hinweise für die Bevölkerung im Warnbereich:
Verlassen Sie vorsorglich das Gebiet,
wenn Sie keine Fluchtmöglichkeit
in obere Stockwerke haben!

Sturmflut-Hinweise für die Bevölkerung in Wilhelmsburg

Zeichenerklärung

- Hauptdeichlinie
- Warnbereich
- Evakuierungsgebiete ab 7,30 m über NN
- Evakuierungsgebiete ab 6,50 m über NN

H Bushaltestellen

Es handelt sich um Haltestellen des HVV, die als »Sammelpunkt bei Sturmflut« gekennzeichnet sind.

S Sammelpunkt Obergewerke Deich

Innerhalb Wilhelmsburgs werden vier Buslinien eingerichtet. Diese verkehren in regelmäßigen Abständen zu den S-Bahnhöfen Veddel und Wilhelmsburg. Von dort aus fahren S-Bahnen zum Hauptbahnhof und Bahnhof Harburg. Die Busse aus dem Osten Wilhelmsburgs verkehren direkt zum Bahnhof Harburg. Von dort und vom Hauptbahnhof verkehren weitere Busse zu den Notunterkünften, in denen Sie von Mitarbeitern der Hilfsorganisationen betreut werden.

Folgende Unterkünfte werden für Sie zur Verfügung (ohne Abbildung auf der Karte):

- Notunterkünfte:**
- N1: Haupt- und Realschule Hanhoopsfeld und Alexander-von-Humboldt-Gymnasium, Rönneburger Straße 50, 21079 Hamburg-Wilstorf
 - N2: Gesamtschule Harburg, Eißendorfer Straße 26 und Schule Bennigsenstraße 7, 21073 Hamburg-Harburg
 - N3: Heisenberg-Gymnasium, Triftstraße 43, 21075 Hamburg-Eißendorf
 - N4: Schule Beim Pachthof 15/17, 22111 Hamburg-Horn

Fluchtburgen:

Insbesondere für den Fall von Sturmfluten mit kurzen Vorwarnzeiten werden innerhalb Wilhelmsburgs sogenannte Fluchtburgen eingerichtet. Es handelt sich hierbei um standssichere Gebäude, in denen Mitarbeiter des Maltseer Hilfsdienstes e.V. als Ansprechpartner zur Verfügung stehen.

F1 Schulzentrum Dratelnstraße 24-28	F5 Schule Rahmwerder Straße 3
F2 Schule Fährstraße 90	F6 Schule Krieterstraße 5
F3 Schule Rotenhäuser Damm 45	F7 Gesamtschule Neuenfelder Straße 106
F4 Schule Kurddamm 8	F8 Hotel »Leonardo« Stillhorne Weg 40

Bitte beachten Sie, dass die Fluchtburgen nicht mit privaten Fahrzeugen angefahren werden können, da kein Parkraum zur Verfügung steht!

F Informationen zum KATWARN-Projekt des Fraunhofer-Instituts



KATWARN – KATASTROPHEN- WARNUNG FÜR ALLE FÄLLE

Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST

Institutsteil Berlin
Steinplatz 2
10623 Berlin

Ansprechpartner

Dipl.-Wirt.-Ing. Ulrich Meissen
Telefon 030 24306-450
Fax 030 24306-599
ulrich.meissen@isst.fraunhofer.de

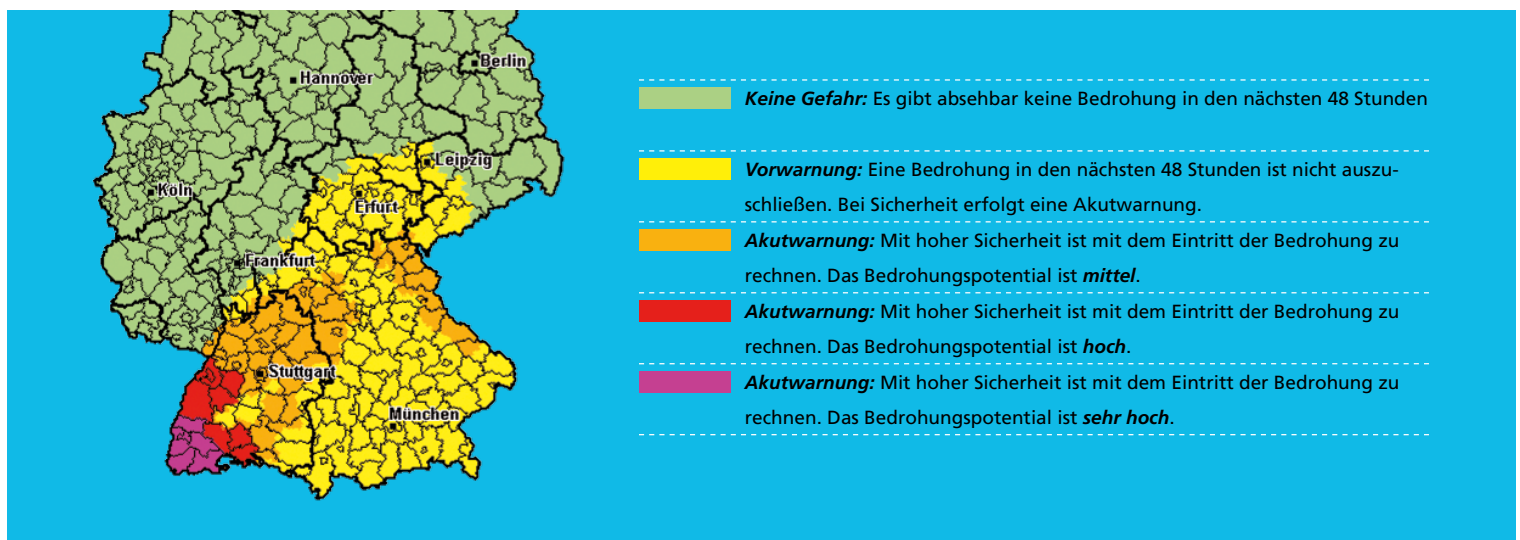
www.isst.fraunhofer.de

MULTI-HAZARD-SYSTEM FÜR UMFASSENDE SICHERHEIT

Schutz vor gefährlichen Situationen wie Großunfällen, Extremwettern oder Waldbränden bieten nur frühzeitige Warnungen, die die Bürger, Rettungskräfte und Behörden zur richtigen Zeit am richtigen Ort erreichen. Eigenständige Warnsysteme, für jeden dieser Katastrophenfälle und für jede Situation, in der sich Betroffene befinden, sind aber finanziell nicht machbar. Zudem würden sie zu einer Vielzahl paralleler Anwendungen führen, die sich sogar gegenseitig behindern könnten. Beim Projekt **KATWARN** setzt das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST daher auf Multi-Hazard- und Multi-Channel-Technologien: Die Verbindung bestehender Warnsysteme und konzepte mit den eigenen Entwicklungen des Fraunhofer ISST schafft Synergien, die zukunftsweisende und wirklich umfassende Warnsysteme bezahlbar machen. Katastrophenschutz für alle Fälle!

SYNERGIEN MIT MULTI-CHANNEL- TECHNOLOGIE

In **KATWARN** werden verschiedene Warnkanäle genutzt, um von Katastrophen Betroffene in jeder Situation zu erreichen. Die Basis stellen die klassischen Warnkanäle wie E-Mail, SMS und Fax dar. Mit ihnen können bereits viele Personen im Haushalt, Büro und unterwegs gewarnt werden. Zusätzlich werden im Projekt neue Technologien für wichtige, künftige Warninfrastrukturen getestet. Dafür arbeitet das Fraunhofer ISST mit verschiedenen Partnern zusammen, die ihre Technologien für das Pilotsystem zur Verfügung stellen. Eine wesentliche Lücke in heutigen Frühwarnsysteminfrastrukturen stellt beispielsweise die Warnmöglichkeit der Bevölkerung bei Überlastung der Kommunikationsnetze, Stromausfällen oder während der Nacht dar, wenn Radio-, Fernseh- und Mobilfunkgeräte ausgeschaltet sind. Der Einsatz neuer Warnkanäle ist hier im wahrsten Sinne des Wortes lebenswichtig.



NEUE WARNKANÄLE

Neben den klassischen Kommunikationskanälen werden im Projekt **KATWARN** auch weitere Warntechnologien getestet. So werden zum Beispiel Gebäudemelder verteilt und in öffentlichen oder Privathäusern installiert. Diese Melder sind unabhängig vom Stromnetz und können analog zu Brandmeldern Ton-, Licht-, aber auch Sprach- und Textsignale abgeben und damit auch in extremen Situationen Warnmeldungen ausgeben, wenn andere Systeme bereits ausgefallen sind. Insbesondere für die Warnung älterer Personen werden zudem spezielle Einblendungen für das Fernsehen erarbeitet, die eindeutig auf mögliche Gefahren hinweisen und Handlungsanweisungen geben.

WARNSTUFEN FÜR DEN ERNSTFALL

Das System verwendet farblich gekennzeichnete Warnschwellen (vgl. Abbildung oben): Vorwarnungen (Farbstufe gelb) werden langfristig bei möglichen Gefahren abgegeben. Akutwarnungen werden kurzfristig abgegeben, wenn das Ereignis mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit eintritt, eine Farbskala gibt dann die zu erwartende Stärke und das Schadenspotenzial des Ereignisses an. Die Schwellenwerte können den Ereignissen angepasst werden - wichtig ist, dass die Betroffenen mit einer einfachen Farbskala das Gefahrenpotenzial sofort einschätzen und entsprechend handeln können. Erstellt und verbreitet werden die Warnungen über eine Warnredaktion in der Leitstelle. Die Warnredaktion ist über einen Rechner mit einem Warnserver verbunden,

in dem alle Wetterinformationen eingehen und ausgewertet werden. Der Rechner wird dabei eindeutig über seine physikalische Adresse identifiziert, so dass eine missbräuchliche Eingabe von Warnungen über andere Rechner ausgeschlossen ist. Nur für Notsituationen wird ein zweiter Rechner vorbereitet. Das System liefert die Warnungen zunächst postleitzahlengenau, kann aber für den späteren Einsatz an Straßen-Niveau und sogar an Geokoordinaten-Niveau angepasst werden.

TECHNOLOGIE

Grundlage des Systems ist ein eigens vom Fraunhofer ISST entwickeltes Architekturkonzept für performante Frühwarnsysteme, das bereits in erfolgreichen Projekten zum Einsatz gekommen ist. Darin wird der Informationsbedarf von betroffenen Nutzern in Aufträge umgewandelt. Anschließend werden die Aufträge strukturiert und von speziellen Komponenten bearbeitet: Der so genannte »Content Broker« stellt den jeweils geforderten Inhalt, der »Locator« den Aufenthaltsort der betroffenen Person oder des zu überwachenden Objekts und der »Timer« den Zustellzeitpunkt zur Verfügung. Über die Komponente »Presentation Producer« werden alle Informationen für das jeweilige Endgerät aufbereitet und den Nutzern zugestellt. Da das System offen und flexibel gestaltet ist, lassen sich eine Vielzahl von Inhalten verschiedener Content-Systeme einbinden und die Integration und Nutzung aller gängigen ortungsfähigen Endgeräte ist mit diesem System problemlos möglich.

LEISTUNG UND KOMPETENZEN

Das Fraunhofer ISST beschäftigt sich seit vielen Jahren mit Konzepten, Pilotentwicklungen und Beratung im Umfeld von orts- und situationsbasierten Diensten, speziell im Anwendungsfeld Frühwarnsysteme. Ziel ist die Entwicklung effektiver Warn- und Alarmierungssysteme der nächsten Generation, die Entscheider, Einsatzkräfte und vor allem Bevölkerung und Industrie schnell und sicher mit maßgeschneiderten Warnungen versorgen.

Das Fraunhofer ISST bietet dafür:

- Flexible Multi-Hazard- und Multi-Channel-Lösungen für hocheffektive Frühwarnsysteminfrastrukturen für den industriellen oder öffentlichen Bereich
- Machbarkeits-, Anforderungs- und Wirtschaftlichkeitsanalysen zu Frühwarnsystemen
- Beratung und Unterstützung bei der Konzeption, Architekturentwicklung, Realisierung und dem Betrieb von Frühwarnsystemen.

G Anschreiben an Teilnehmer der Befragung



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IVT-Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme

Prof. Kay W. Axhausen

ETH Zürich
CH-8093 Zürich
www.ivt.ethz.ch

Zürich, Datum

Sehr geehrter [Briefanrede],

Wir bitten Sie um Mithilfe bei einem aktuellen Forschungsprojekt!

Seit rund zwei Jahren untersuchen das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) und die Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes das Thema Bevölkerungsevakuationen.

Um das Verhalten der Bevölkerung in solchen Situationen besser verstehen zu können, bitten wir Sie nun um Ihre Mithilfe bei einer Befragung. Ziel dieser Befragung ist es Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Evakuierungsbedingungen und menschlichen Verhaltensweisen zu ermitteln. Detaillierte Kenntnisse über solche Zusammenhänge sind nötig, um in extremen Ereignissen wie Fluten, Bränden oder industriellen Unfällen angemessen reagieren zu können.

Wie kann ich teilnehmen?

Ihre Teilnahme an dieser Befragung ist sehr wichtig, aber natürlich freiwillig. Bitte bedenken Sie, dass Sie durch Ihre Teilnahme einen wichtigen Beitrag zum Bevölkerungsschutz in der Schweiz leisten.

Bitte füllen Sie den beiliegenden Fragebogen aus (Zeitbedarf ca. 15-20 Minuten) und schicken Sie ihn im ebenfalls beiliegenden Antwortcouvert bis 10 Januar 2012 an Dichter Research zurück. Dieses Marktforschungsinstitut wurde von uns mit der anonymen Durchführung der Befragung beauftragt.

Ihre Angaben werden absolut vertraulich behandelt!

Ihre Angaben werden streng vertraulich und anonym behandelt. In diesem Projekt geht es darum, anonyme statistische Zusammenhänge aufzudecken, nicht Aussagen über Einzelpersonen zu ermöglichen. Falls Sie trotz Anonymitätsgarantie nicht alle Fragen beantworten wollen oder können, so senden Sie den Fragebogen bitte auch unvollständig ausgefüllt zurück.

Sollten Sie Fragen haben, richten Sie diese bitte per Telefon oder E-Mail an Herrn Christoph Dobler.

Wir bedanken uns bereits im Voraus ganz herzlich für Ihre Mitarbeit.
Mit freundlichen Grüssen

Prof. Kay W. Axhausen

Rückfragen (ab 03.01.2012) zur Befragung richten Sie bitte an:

ETH Zürich
Christoph Dobler
Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Wolfgang-Pauli-Str. 15
8093 Zürich
Telefon: 0041/44 633 65 29
E-Mail: dobler@ivt.baug.ethz.ch

Rückfragen (ab 03.01.2012) zum Projekt richten Sie bitte an:

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS
Dr. Stephan Zellmeyer
Konzeption und Koordination
Monbijoustrasse 51A
3003 Bern
Telefon: 0041/31 322 94 01
stephan.zellmeyer@babs.admin.ch

H Fragebogen

Teil A: Allgemeine Fragen zum Evakuierungsverhalten

Gerne möchten wir Sie zunächst nach Ihren Vorlieben in Bezug auf ausgewählte Aspekte von Evakuierungssituationen fragen. Bitte berichten Sie dazu die Rangfolge, in der Sie die angebotenen Auswahlmöglichkeiten nutzen würden.

Ein banales Beispiel für eine Rangfolge: Bitte geben Sie Ihre Vorliebe in Bezug auf die Farbe von Kleidungsstücken an. Berichten Sie die Reihenfolge, in der Sie einen Pullover (links) und eine Hose (rechts) in den folgenden Farben kaufen würde.

Angenommen Ihre Lieblingsfarbe für einen Pullover wäre gelb, Ihre zweitliebste Farbe rot, dann blau und grün. Ihre Vorliebe für eine Hose wäre blau gefolgt von grün usw. Dann sähe Ihre Liste so aus:

Pullover		Hose
2	Rot	3
1	Gelb	4
4	Grün	2
3	Blau	1

Bitte beantworten Sie die folgenden allgemeinen Fragen zu Evakuierungssituationen. Stellen Sie sich vor, dass Sie aufgrund eines Unglücksfalls und eines daraus resultierenden Gesundheitsrisikos evakuiert werden müssen.

1. Bitte geben Sie an, in welcher Reihenfolge (1-4) Sie versuchen würden bei den angegebenen Stellen im Falle einer Evakuierung Unterkunft zu finden. Geben Sie Ihre Rangfolge für kurze Evakuierungen (1-3 Tage) links, für lange Evakuierungen (über eine Woche) rechts an.

Kurze Dauer		Lange Dauer
	Öffentliche Notunterkünfte	
	Familienmitglieder	
	Freunde/Bekannte	
	Hotels/Pensionen	

2. In welcher Reihenfolge (1-5) würden Sie versuchen die unten aufgeführten Transportmöglichkeiten zu nutzen, um das betroffene Gebiet zu verlassen. Bitte geben Sie Ihre Rangfolge für eine geringe Evakuierungsdistanz (3 Kilometer oder weniger) links, für eine weite Distanz (5 Kilometer oder mehr) rechts an.

Geringe Distanz		Weite Distanz
	Zu Fuss	
	Fahrrad	
	Im eigenen Personenwagen	
	Mit bekannten Personen in deren Wagen	
	Öffentlicher Personennahverkehr	

3. Falls Ihrem Haushalt ein eigener Personenwagen zur Verfügung steht, könnten Sie sich vorstellen in diesem Personenwagen weitere, nicht zu Ihrem Haushalt gehörende Menschen mitzunehmen (z.B. Menschen, die zu Fuss unterwegs sind)? Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:

- ☐ Ja, aber nur wenn Platz vorhanden wäre
☐ Ja, ich würde Platz schaffen und notfalls persönliche Gegenstände zurück lassen
☐ Nein, ich würde keine weiteren Personen mitnehmen

4. Angenommen Ihrem Haushalt steht zum Zeitpunkt des Evakuierungsaufwurfes kein Personenwagen zur Verfügung: Kennen Sie Menschen, bei denen Sie sich in einem solchen Fall absolut sicher sind, dass diese Sie in ihrem Wagen mitnehmen würden oder würden Sie lieber auf zur Verfügung gestellte Sonderverkehrsmittel (z.B. Busse, Taxen, etc.) zurückgreifen?

- ☐ Ich kenne Personen die mich sicher in Ihrem Wagen mitnehmen würden
☐ Ich würde lieber auf Sonderverkehrsmittel (z.B. Busse, Taxen, etc) zurückgreifen

5. Bitte geben Sie für jede Evakuierungsursache an, welche Distanz Sie zurücklegen würden. Würden Sie versuchen nah an der Evakuierungsgrenze zu bleiben oder würden Sie versuchen einen zusätzlichen Sicherheitsabstand zwischen sich und die Evakuierungsgrenze zu bringen?

	Nah an der Evakuierungs- grenze	Zusätzlicher Sicherheits- abstand
Bruch einer Talsperre / Überflutung	☐	☐
Austritt chemischer Stoffe	☐	☐
Feuer / giftige Brandgase	☐	☐
Atomare Strahlung	☐	☐

6. Angenommen Sie sind zum Zeitpunkt der Evakuierungsaufforderung von Ihrer Familie oder anderen Ihnen nahe stehenden Menschen getrennt. Wo würden Sie in einem solchen Fall versuchen Ihre Angehörigen zu treffen? Bitte kreuzen Sie links Ihre Antwort für eine eilige Evakuierung (weniger als 3 Stunden Zeit) und rechts für eine Evakuierung mit mehr Zeit (etwa 8 Stunden) an.

Eilige Evakuierung

Nicht eilige Evakuierung

☐	Innerhalb der Evakuierungszone	☐
☐	Ausserhalb der Evakuierungszone	☐

Teil B: Ihre Reaktion in Evakuierungssituationen

Im folgenden Teil des Fragebogens geht es um Ihre Reaktion auf konkrete Evakuierungssituationen. Dazu werden Ihnen neun Situationen vorgegeben, in denen Sie zu einer Evakuierung aufgerufen sind. Die Situationen unterscheiden sich in bestimmten Merkmalen. Ein Beispiel, wie die genannten Merkmale zu verstehen sind, finden Sie hier:

Beispiel			
Art des Unglücks	Austritt chemischer Stoffe		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sirenenalarm		
Quelle der Warnungsbestätigung	soziale Kontakte / Nachbarn		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Nein		
Zeitraum für die Evakuierung	die Zeit drängt		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	2 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	5 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später Evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	☐	☐	☐

In der oben geschilderten Situation treten gesundheitsgefährdende chemische Stoffe, etwa nach einer Zugentgleisung, aus. Durch einen Sirenenalarm sind Sie aufmerksam geworden. Ihnen bekannte Personen bestätigen das Unglück. Sie erfahren, dass Sie aufgerufen sind sich so schnell wie möglich in Sicherheit zu bringen. Momentan sind sie von Ihren Familien-/Haushaltsmitgliedern getrennt. Sie befinden sich in 2 Kilometern Abstand vom Unglücksort und sollen noch 5 zusätzliche Kilometer zwischen sich und die Gefahrenquelle bringen. Der Radius der Evakuierung beträgt also 7 Kilometer. Wie entscheiden sie sich?

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1 1			
Art des Unglücks	Feuer / giftige Brandgase		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sondersendungen im Fernsehen oder Radio		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Nein		
Zeitraum für die Evakuierung	Die Zeit drängt		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	2 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	2 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	☐	☐	☐

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1 2			
Art des Unglücks	Überflutung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Familienmitglieder / Freunde / Bekannte		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Ja		
Zeitraum für die Evakuierung	8 Stunden		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	2 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	2 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	☐	☐	☐

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1_3			
Art des Unglücks	Überflutung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Familienmitglieder / Freunde / Bekannte		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Ja		
Zeitraum für die Evakuierung	Die Zeit drängt		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	5 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	2 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	☐	☐	☐

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1_4			
Art des Unglücks	Atomare Strahlung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sondersendungen im Fernsehen oder Radio		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Nein		
Zeitraum für die Evakuierung	16 Stunden		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	10 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	2 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	☐	☐	☐

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1_5			
Art des Unglücks	Feuer / giftige Brandgase		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sirenenalarm		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Ja		
Zeitraum für die Evakuierung	Die Zeit drängt		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	2 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	5 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	☐	☐	☐

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1_6			
Art des Unglücks	Überflutung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sondersendungen im Fernsehen oder Radio		
Quelle der Warnungsbestätigung	Soziale Kontakte / Nachbarn		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Ja		
Zeitraum für die Evakuierung	8 Stunden		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	2 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	5 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	☐	☐	☐

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1_7			
Art des Unglücks	Atomare Strahlung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Familienmitglieder / Freunde / Bekannte		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Ja		
Zeitraum für die Evakuierung	8 Stunden		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	10 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	5 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	☐	☐	☐

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1 8			
Art des Unglücks	Atomare Strahlung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sirenenalarm		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Nein		
Zeitraum für die Evakuierung	16 Stunden		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	2 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	10 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	☐	☐	☐

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1 9			
Art des Unglücks	Atomare Strahlung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sirenenalarm		
Quelle der Warnungsbestätigung	Einsatzkräfte von Polizei / Feuerwehr		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Nein		
Zeitraum für die Evakuierung	Die Zeit drängt		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	10 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	10 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	☐	☐	☐

Teil C: Personenfragebogen

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen zu Ihrer Person.

16. Besitzen Sie einen Auto-Führerausweis?

- ☐
- Ja
-
- ☐
- Nein

17. Wie häufig steht Ihnen ein Personenwagen zur Verfügung?

- ☐
- immer
-
- ☐
- häufig
-
- ☐
- selten
-
- ☐
- nie

18. Sind Sie ...?

- ☐
- männlich
-
- ☐
- weiblich

19. In welchem Jahr wurden Sie geboren?

20. Welchen Familienstand haben Sie?

- ☐
- ledig
-
- ☐
- verheiratet
-
- ☐
- geschieden
-
- ☐
- verwitwet
-
- ☐
- verheiratet, in Trennung lebend

21. Welche erste Staatsbürgerschaft besitzen Sie?

22. Heutzutage gibt es viele Menschen, die aufgrund körperlicher oder geistiger Beschwerden in Ihrem Aktivitäts- und Mobilitätsverhalten eingeschränkt sind. Falls dies auch auf Sie zutrifft, möchten wir Sie fragen, wie weit Sie ohne Hilfe gehen können OHNE anhalten zu müssen oder starke Schmerzen zu haben.

- ☐ Ich habe keine solchen Beschwerden → weiter bei Frage 24
- ☐ 500 Meter oder mehr
- ☐ 200 Meter oder mehr
- ☐ Mehr als ein paar Schritte aber weniger als 200 Meter
- ☐ Nur ein paar Schritte
- ☐ Ich kann überhaupt nicht gehen

23. Falls Sie in Ihrem Aktivitäts- und Mobilitätsverhalten eingeschränkt sind, können Sie sich ohne fremde Hilfe mit dem Rollstuhl fortbewegen?

- ☐ Ja
- ☐ Nein

24. Welchen höchsten Ausbildungsabschluss haben Sie erworben?

- ☐ Primarschul- oder Grundschulabschluss
- ☐ eidg. Fachausweis / eidg. Diplom
- ☐ Sekundarschul- oder Realschulabschluss
- ☐ Maturität / Abitur
- ☐ Lehrabschluss
- ☐ Fachhochschulabschluss
- ☐ Universitäts- / Hochschulabschluss

25. Wie hoch ist das monatliche Einkommen Ihres Haushalts vor Abzug der Steuern insgesamt (gemeint ist das Bruttoeinkommen aller Personen aus Arbeit, Nebeneinkünften, Verpachtung / Vermietung, staatlichen Zuwendungen, Zinsen etc.)?

- ☐ Unter 3.300 CHF
- ☐ 3.301 bis 4.600 CHF
- ☐ 4.601 bis 5.700 CHF
- ☐ 5.701 bis 7.000 CHF
- ☐ 7.001 bis 8.000 CHF
- ☐ 8.001 bis 9.100 CHF
- ☐ 9.101 bis 10.400 CHF
- ☐ 10.401 bis 12.100 CHF
- ☐ 12.101 bis 15.500 CHF
- ☐ Über 15.501 CHF

26. Sind Sie hauptsächlich...?

☐	In Ausbildung / Lehre
☐	Vollzeit berufstätig
☐	Teilzeit berufstätig
☐	Auf Arbeitssuche → (weiter bei Frage 30)
☐	Hausmann / -Frau → (weiter bei Frage 30)
☐	Rentner / Rentnerin → (weiter bei Frage 30)
☐	Erwerbsunfähig → (weiter bei Frage 30)

27. Mit welchem Beschäftigungsgrad sind Sie bei ihrem Hauptarbeitgeber angestellt bzw. bis zu welchem Grad nimmt Sie ihre Selbständigkeit in Anspruch?

	%

28. Wenn Sie berufstätig sind, wo sind Sie dies zum überwiegenden Teil?

☐	An einem Arbeitsplatz zuhause
☐	An einem festen Arbeitsplatz ausser Haus
☐	An ständig wechselnden Orten / Im Aussendienst

29. Bitte geben Sie die Adresse Ihres Arbeitsortes so detailliert wie möglich an. Nennen Sie bitte auch den Firmennamen.

Strasse und Nummer	
PLZ und Ort	
Land	
Firmenname	

30. Bitte geben Sie die Adresse Ihres ersten Wohnsitzes so detailliert wie möglich an.

Strasse und Nummer	
PLZ und Ort	
Land	

31. Leben Sie an diesem Ort mit Ihrer Familie oder anderen Ihnen wichtigen Menschen zusammen?

☐	Ja
☐	Nein

32. An welchem Ort halten Sie sich an einem durchschnittlichem Wochentag um 9:00 Uhr morgens auf? Bitte geben Sie die Adresse so detailliert wie möglich an. Falls Sie die exakte Adresse nicht kennen oder nachschlagen können, nennen Sie bitte den Namen des Platzes/der Einrichtung.

☐ Ich halte mich an meinem 1. Wohnsitz auf
☐ Ich halte mich an meinem Arbeitsplatz auf
☐ Ich halte mich an einem anderen Ort auf: _____



Strasse und Nummer	
PLZ und Ort	
Land	
Name Platz / Einrichtung	

33. An welchem Ort halten Sie sich an einem durchschnittlichem Wochentag um 17:00 Uhr mittags auf? Bitte geben Sie die Adresse so detailliert wie möglich an. Falls Sie die exakte Adresse nicht kennen oder nachschlagen können, nennen Sie bitte den Namen des Platzes/der Einrichtung.

☐ Ich halte mich an meinem 1. Wohnsitz auf
☐ Ich halte mich an meinem Arbeitsplatz auf
☐ Ich halte mich an einem anderen Ort auf: _____



Strasse und Nummer	
PLZ und Ort	
Land	
Name Platz / Einrichtung	

34. An welchem Ort halten Sie sich an einem durchschnittlichem Wochentag um 0:00 Uhr nachts auf? Bitte geben Sie die Adresse so detailliert wie möglich an. Falls Sie die exakte Adresse nicht kennen oder nachschlagen können, nennen Sie bitte den Namen des Platzes/der Einrichtung.

☐ Ich halte mich an meinem 1. Wohnsitz auf
☐ Ich halte mich an meinem Arbeitsplatz auf
☐ Ich halte mich an einem anderen Ort auf: _____



Strasse und Nummer	
PLZ und Ort	
Land	
Name Platz / Einrichtung	

35. Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen zu allen Personen ausser Ihnen, die in Ihrem Haushalt leben. Sollten Sie alleine leben, lassen sie diese Fragen bitte unbeantwortet.												
Person	Alter	Ist die Person hauptsächlich...?						Wo trifft man die Person an einem durchschnittlichem Wochentag...	Adresse			
		in Ausbildung	vollzeit berufstätig	teilzeit berufstätig	auf Arbeitssuche	Hausmann/-frau	Rentner / Rentnerin	Erwerbsunfähig		Strasse und Nummer oder, falls Sie die Adresse nicht kennen, der Name des Platzes / der Firma oder Einrichtung.	PLZ	Ort
Beispiel	33		X						Um 9:00 Uhr morgens	Wolfgang-Pauli-Str. 15	8093	Zürich
									Um 17:00 Uhr nachmittags	Rütistr. 3	8057	Zürich
									Um 0:00 Uhr nachts	Quartierstr. 99	8064	Winterthur
Person 1									Um 9:00 Uhr morgens			
									Um 17:00 Uhr nachmittags			
									Um 0:00 Uhr nachts			
Person 2									Um 9:00 Uhr morgens			
									Um 17:00 Uhr nachmittags			
									Um 0:00 Uhr nachts			

Person	Alter	Ist die Person hauptsächlich...?	Wo trifft man die Person an einem durchschnittlichem Wochentag...	Adresse
		in Ausbildung vollzeit berufstätig teilzeit berufstätig auf Arbeitssuche Hausmann/-frau Rentner / Rentnerin Erwerbsunfähig		Strasse und Nummer oder, falls Sie die Adresse nicht kennen, der Name des Platzes / der Firma oder Einrichtung. PLZ Ort
Beispiel	33	X	Um 9:00 Uhr morgens	Wolfgang-Pauli-Str. 15 8093 Zürich
			Um 17:00 Uhr nachmittags	Rütistr. 3 8057 Zürich
			Um 0:00 Uhr nachts	Quartierstr. 99 8064 Winterthur
Person 1			Um 9:00 Uhr morgens	
			Um 17:00 Uhr nachmittags	
			Um 0:00 Uhr nachts	
Person 2			Um 9:00 Uhr morgens	
			Um 17:00 Uhr nachmittags	
			Um 0:00 Uhr nachts	

Person	Alter	Ist die Person hauptsächlich...?	Wo trifft man die Person an einem durchschnittlichem Wochentag...	Adresse	PLZ	Ort
		in Ausbildung vollzeit berufstätig teilzeit berufstätig auf Arbeitssuche Hausmann/-frau Rentner / Rentnerin Erwerbsunfähig		Strasse und Nummer oder, falls Sie die Adresse nicht kennen, der Name des Platzes / der Firma oder Einrichtung.		
Person 3			Um 9:00 Uhr morgens			
			Um 17:00 Uhr nachmittags			
			Um 0:00 Uhr nachts			
Person 4			Um 9:00 Uhr morgens			
			Um 17:00 Uhr nachmittags			
			Um 0:00 Uhr nachts			
Person 5			Um 9:00 Uhr morgens			
			Um 17:00 Uhr nachmittags			
			Um 0:00 Uhr nachts			
Person 6			Um 9:00 Uhr morgens			
			Um 17:00 Uhr nachmittags			
			Um 0:00 Uhr nachts			

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an dieser Befragung! Falls Sie weitere Anmerkungen zum Thema ‚Evakuierung‘, zum Forschungsprojekt oder dem Fragebogen haben, können Sie diese gerne hier niederschreiben. Wir werden Ihre Anregungen lesen und Ihre Gedanken in die Auswertung einfließen zu lassen.

Für Kontakt zum Forschungsteam wenden Sie sich bitte an:

ETH Zürich

Christoph Dobler

Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT)

Wolfgang-Pauli-Str. 15

8093 Zürich

Schweiz

Telefon: +41 44 633 65 29

E-Mail: dobler@ivt.baug.ethz.ch

I Erinnerungsschreiben



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IVT-Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme

Prof. Kay W. Axhausen

ETH Zürich
CH-8093 Zürich
www.ivt.ethz.ch

Zürich, Datum

Sehr geehrter Briefanrede,

gerne möchten wir Sie an unsere Bitte um Mithilfe bei einem Forschungsprojekt erinnern!

vor etwa drei Wochen haben wir Ihnen Unterlagen zu einem Forschungsprojekt zum Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Evakuierungsbedingungen und menschlichen Verhaltensweisen zugeschickt. Leider haben wir bisher noch keine Antwort von Ihnen erhalten.

Natürlich ist Ihre Teilnahme an der Befragung freiwillig. Doch möchten wir Sie daran erinnern, dass jede einzelne Antwort für uns sehr wichtig ist. Die Befragung hilft das Verhalten der Bevölkerung in extremen Situationen wie Fluten, Bränden oder industriellen Unfällen besser zu verstehen und angemessen reagieren zu können. Bitte bedenken Sie, dass Sie durch Ihre Teilnahme einen wichtigen Beitrag zum Bevölkerungsschutz in der Schweiz liefern.

Wir möchten Sie nochmals bitten, sich die Zeit zu nehmen und an der Befragung teilzunehmen. Wir garantieren, dass Ihre Angaben streng vertraulich und anonym behandelt werden. Eine Zuordnung von Angaben zu Ihrer Person ist nicht möglich. Es entstehen Ihnen keine Kosten. Bitte schicken Sie den Fragebogen im beiliegenden Antwortcouvert bis am 12. Dezember 2011 an uns zurück.

Falls Sie Fragen haben, steht Ihnen Herr Christoph Dobler gerne zur Verfügung.

Wir bedanken uns ganz herzlich im Voraus für Ihre wertvolle Unterstützung.

Mit freundlichen Grüssen

Prof. Kay W. Axhausen

Rückfragen zur Befragung richten Sie sich bitte an:
ETH Zürich
Christoph Dobler
Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Wolfgang-Pauli-Str. 15
8093 Zürich
Telefon: 0041/44 633 65 29
E-Mail: dobler@ivt.baug.ethz.ch

J Gleichungen für die Modellschätzung

Die Fürsorger

$$V_{imm} = ASC_{imm} + \beta_{atom}^1 * d_{atom} + \beta_{chemie}^1 * d_{chemie} + \beta_{fire}^1 * d_{fire} + \beta_{time8}^1 * (1 + \beta_{hhunit1}^1 * hhunit) * d_{time8} + \beta_{time16}^1 * (1 + \beta_{hhunit2}^1 * d_{hhunit}) * d_{time16}$$

$$V_{lat} = ASC_{lat} + \beta_{atom}^2 * d_{atom} + \beta_{chemie}^2 * d_{chemie} + \beta_{fire}^2 * d_{fire} + \beta_{time8}^2 * (1 + \beta_{hhunit1}^2 * hhunit) * d_{time8} + \beta_{time16}^2 * (1 + \beta_{hhunit2}^2 * d_{hhunit}) * d_{time16}$$

Die Unterstützungsbedürftigen

$$V_{imm} = ASC_{imm} + \beta_{atom}^1 * d_{atom} + \beta_{chemie}^1 * d_{chemie} + \beta_{fire}^1 * d_{fire} + \beta_{time8}^1 * d_{time8} + \beta_{time16}^1 * d_{time16} + \beta_{age30}^1 * d_{age30} + \beta_{age60}^1 * d_{age60}$$

$$V_{lat} = ASC_{lat} + \beta_{atom}^2 * d_{atom} + \beta_{chemie}^2 * d_{chemie} + \beta_{fire}^2 * d_{fire} + \beta_{time8}^2 * d_{time8} + \beta_{time16}^2 * d_{time16} + \beta_{age30}^2 * d_{age30} + \beta_{age60}^2 * d_{age60}$$

K Nutzenfunktion für das Auflösen von Fussgängern

$$V_{platz} = ASC_{platz} + \beta_{child}^1 * d_{child} + \beta_{driverl}^1 * d_{driverl} + \beta_{age30}^1 * d_{age30} + \beta_{age60}^1 * d_{age60}$$

$$V_{immer} = ASC_{immer} + \beta_{child}^2 * d_{child} + \beta_{driverl}^2 * d_{driverl} + \beta_{age30}^2 * d_{age30} + \beta_{age60}^2 * d_{age60}$$

L Rücklauf der Befragung

Kontakt	Abs.	%
Versendete Fragebögen	4049	100%
Motivationsanrufe...	3811	94.1%
...Personen erreicht	3429	84.7
...Personen nicht erreicht	382	9.4
Absagen	1316	32.5
Zusagen	2113	52.2
Fragebogen ausgefüllt zurück	874	21.6
Versendete Erinnerungsschreiben	1500	37.0
Teilnahme nach Erinnerung	134	3.3
Teilnahme absolut	1008	24.9

M Ergebnisse

M.1 Evakuationszeiten

Tabelle 49: Zeiten, bis 50% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
1	00:22	00:15	00:48	01:06	00:18	00:16
2	00:32	00:28	00:52	01:07	00:18	00:18
3	00:35	00:34	00:56	03:50	01:00	01:29
4	00:37	00:28	00:52	01:08	00:26	00:18
5	01:04	01:01	01:21	20:52	01:27	01:14
6	01:12	00:58	01:29	03:48	01:29	00:51
7	00:19	00:18	00:22	00:25	00:23	00:13
8	00:43	00:41	01:03	03:28	00:42	00:24
9	00:53	00:46	01:09	01:58	00:53	00:38
10	00:46	00:39	01:01	02:05	00:55	00:21
11	01:15	01:13	01:55	02:02	00:38	01:00
12	00:59	00:54	01:21	04:30	01:16	01:19
13	00:42	00:42	00:55	03:33	00:54	00:46
14	00:41	00:37	00:53	03:09	00:25	01:06
15	01:09	01:09	01:43	01:55	00:32	00:56
16	00:41	00:40	00:59	02:11	00:31	00:53
17	00:44	00:41	01:00	03:06	01:00	00:56
18	00:32	00:29	00:41	08:14	01:11	00:47
19	00:30	00:29	00:44	01:56	00:25	00:24
20	00:44	00:41	01:07	00:30	00:47	00:24
21	00:45	00:42	01:12	03:31	00:46	00:27
22	00:16	00:15	00:21	00:28	00:23	00:13
23	00:39	00:34	01:06	01:25	00:24	00:23
24	00:52	00:42	01:05	02:13	00:51	00:35
25	00:37	00:36	01:02	14:25	01:17	01:06
26	00:40	00:37	00:53	00:38	01:12	01:06
27	00:19	00:19	00:23	03:05	00:23	00:14
28	00:36	00:34	01:01	03:32	00:47	01:06
29	00:18	00:17	00:25	01:13	00:19	00:12
30	00:56	00:55	01:30	01:27	00:37	00:46
31	00:26	00:24	00:36	01:57	00:25	00:23
32	00:39	00:32	00:54	01:04	00:19	00:18
33	00:34	00:34	00:57	04:23	00:56	01:19
34	00:31	00:31	00:53	00:54	01:33	00:52
35	00:55	00:55	01:18	00:51	01:16	01:11
36	01:05	00:55	01:33	02:10	01:27	00:40
37	00:15	00:15	00:21	01:11	00:03	00:13
38	00:50	00:49	01:09	00:57	01:47	00:52
39	00:32	00:28	01:10	01:18	00:29	00:26
40	00:47	00:44	01:07	00:44	00:50	00:18
41	01:10	01:13	01:33	00:56	01:41	01:10
42	01:27	01:27	01:42	05:19	01:03	01:12
43	00:51	00:52	01:00	09:08	01:43	00:46
44	04:12	01:24	05:00	02:07	00:59	00:34
45	04:14	01:32	05:02	02:08	01:26	00:40
46	01:21	01:21	01:42	05:02	01:03	01:15
47	01:33	01:35	01:51	22:06	01:56	01:16
48	04:22	00:51	05:03	00:27	00:29	00:18
49	00:53	00:53	01:19	05:55	01:10	01:16
50	01:00	00:53	01:33	02:29	01:18	00:27
51	00:26	00:25	00:36	00:55	00:31	00:18
52	01:11	01:01	01:36	01:54	01:32	00:45
53	00:50	00:51	01:10	03:50	01:08	01:18

Tabelle 50: Zeiten, bis 50% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
54	00:25	00:25	00:36	00:51	01:34	00:49
55	00:47	00:43	01:04	00:54	00:35	00:33
56	00:16	00:16	00:20	00:28	00:23	00:13
57	00:29	00:29	00:33	00:21	00:35	00:19
58	04:30	02:21	04:58	01:18	00:22	00:15
59	01:08	01:08	01:27	01:34	02:03	00:55
60	04:12	01:28	04:55	02:02	01:21	00:35
61	04:35	04:08	05:11	01:15	00:34	00:25
62	01:58	01:14	05:03	00:52	00:55	00:34
63	04:29	02:35	05:15	04:13	00:58	00:59
64	00:45	00:47	00:56	04:04	00:47	00:43
65	04:31	02:42	05:24	04:01	01:04	01:03
66	00:46	00:47	00:55	00:45	01:43	00:43
67	01:10	01:13	01:32	04:02	00:58	01:10
68	04:30	02:13	05:10	01:16	00:29	00:21
69	04:35	02:47	05:14	02:54	01:28	00:59
70	04:21	00:48	04:51	00:19	00:21	00:11
71	04:31	02:41	05:23	04:06	01:04	01:03
72	01:17	01:20	01:43	04:09	01:03	01:15
73	04:27	02:03	05:21	02:49	01:24	00:52
74	04:10	02:03	05:12	01:38	01:03	00:56
75	04:16	01:25	05:03	03:07	00:57	00:34
76	02:51	01:15	05:01	01:52	01:04	00:34
77	00:31	00:31	00:35	03:34	06:32	00:20
78	04:22	01:44	05:06	06:33	00:56	00:39
79	04:32	03:53	05:00	01:49	00:24	00:16
80	01:28	01:32	01:55	03:56	01:10	01:17
81	03:55	01:29	05:05	00:50	01:02	00:40
82	01:28	01:14	01:55	03:56	01:31	00:57
83	01:58	01:14	05:03	00:52	00:55	00:34
84	01:11	01:01	01:38	03:04	01:31	00:51
85	04:23	00:51	05:03	00:27	00:29	00:18
86	00:40	00:31	00:52	01:06	00:27	00:17
87	01:04	01:04	01:22	00:55	02:03	00:52
88	01:04	01:04	01:23	04:52	01:08	01:13
89	00:51	00:52	01:05	00:50	01:45	00:48
90	00:51	00:51	01:09	03:44	00:57	01:08
91	00:30	00:30	00:40	00:37	00:40	00:18
92	00:26	00:25	00:30	01:20	06:32	00:20
93	04:39	02:46	05:16	04:55	01:25	00:59
94	04:28	01:56	05:14	04:20	01:18	00:49
95	04:34	04:07	05:02	01:41	00:27	00:17
96	01:33	01:34	01:50	05:31	01:09	01:16
97	01:19	01:19	01:31	05:00	00:55	01:10
98	00:31	00:31	00:34	02:39	06:32	00:20
99	00:44	00:41	01:06	00:33	00:57	00:23
100	00:43	00:39	01:05	00:39	00:51	00:22
101	00:20	00:17	00:54	00:23	00:27	00:21
102	00:31	00:31	00:53	00:56	01:33	00:52
103	00:30	00:29	00:48	00:50	01:04	00:45
104	00:22	00:22	00:31	00:37	00:29	00:13
105	00:50	00:48	01:14	03:24	00:50	00:21
106	00:51	00:45	01:09	02:03	01:07	00:18

Tabelle 51: Zeiten, bis 50% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	00:50	00:45	01:08	01:41	01:07	00:22
108	00:46	00:40	01:00	01:36	01:00	00:26
109	00:46	00:40	00:59	01:55	00:59	00:26
110	01:10	00:59	01:41	03:02	01:25	00:48
111	00:46	00:42	01:11	03:07	00:51	00:27
112	00:43	00:40	00:58	00:45	00:38	00:26
113	01:46	01:09	04:55	00:51	00:47	00:28
114	00:43	00:39	01:06	00:39	00:51	00:22
115	04:10	01:37	05:04	03:59	01:17	00:40
116	00:46	00:42	01:04	03:57	00:38	00:33
117	00:43	00:40	00:58	00:46	00:38	00:26
118	00:45	00:39	01:01	01:57	00:55	00:21
119	00:59	00:54	01:31	01:16	00:51	00:40
120	01:46	01:09	04:55	00:51	00:47	00:28
121	00:46	00:43	01:04	04:12	00:38	00:33
122	00:46	00:44	01:07	00:44	00:50	00:18
123	00:59	00:55	01:31	01:15	00:51	00:40
124	03:22	01:16	05:03	02:50	01:05	00:34
125	00:39	00:36	00:55	00:31	00:45	00:15
126	02:29	01:35	05:04	01:22	00:54	00:40
127	01:58	01:14	05:03	00:53	00:55	00:34
128	04:12	01:24	05:01	02:07	00:58	00:34
129	00:39	00:36	00:55	00:31	00:45	00:15
130	04:03	01:28	05:11	03:22	00:55	00:40
131	04:15	01:51	05:14	03:50	00:54	00:49
132	08:47	08:43	17:04	08:55	08:35	08:33
133	09:09	08:59	17:33	10:44	09:31	08:46
134	08:48	08:44	17:06	08:55	08:35	08:33
135	08:56	08:48	17:18	10:06	09:06	08:39
136	09:03	08:59	17:31	09:20	08:43	08:46
137	08:53	08:48	17:16	09:00	08:42	08:39
138	08:54	08:47	17:11	09:51	08:59	08:37
139	08:55	08:51	17:21	11:16	08:42	08:43
140	09:05	09:01	17:36	11:33	08:43	08:51
141	00:56	00:53	01:21	03:19	00:55	00:26
142	00:55	00:48	01:15	02:24	01:22	00:20
143	00:53	00:48	01:11	02:04	01:25	00:23
144	00:52	00:45	01:07	01:41	01:24	00:34
145	00:52	00:44	01:06	02:21	01:22	00:34
146	01:20	01:07	01:50	03:42	01:34	00:58
147	00:48	00:44	01:12	02:27	00:58	00:29
148	00:49	00:44	01:05	00:38	00:45	00:34
149	03:07	01:25	04:58	00:47	00:56	00:35
150	00:45	00:41	01:06	00:33	00:57	00:23
151	04:26	02:04	05:05	04:40	01:26	00:54
152	00:53	00:48	01:11	03:58	00:45	00:38
153	00:49	00:44	01:05	00:38	00:45	00:34
154	00:48	00:41	01:03	02:23	01:16	00:24
155	01:10	01:03	01:41	01:14	00:56	00:53
156	03:11	01:23	04:58	00:47	00:56	00:35
157	00:52	00:47	01:10	03:43	00:45	00:39
158	00:51	00:48	01:13	00:40	00:53	00:20
159	01:09	01:02	01:40	01:13	00:56	00:53

Tabelle 52: Zeiten, bis 50% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
160	04:19	01:32	05:04	03:26	01:28	00:40
161	00:40	00:37	00:55	00:26	00:49	00:17
162	04:07	01:58	05:05	01:36	00:57	00:54
163	03:54	01:29	05:05	00:51	01:02	00:40
164	04:27	01:50	05:04	02:16	01:25	00:40
165	00:40	00:37	00:55	00:26	00:49	00:17
166	04:23	01:49	05:14	03:21	01:02	00:44
167	04:29	02:35	05:16	04:04	00:58	00:59
168	00:57	00:52	01:15	00:51	00:44	00:36
169	01:26	01:13	01:50	03:34	01:34	00:53
170	00:57	00:53	01:16	00:51	00:44	00:36
171	01:07	00:57	01:30	02:30	01:26	00:42
172	01:19	01:13	01:46	01:22	00:49	00:53
173	01:03	00:58	01:28	00:55	00:50	00:42
174	01:05	00:56	01:24	01:49	01:26	00:39
175	01:06	01:00	01:33	02:49	00:51	00:45
176	01:21	01:14	01:52	03:09	00:49	00:58
177	00:26	00:23	00:50	01:16	00:20	00:22
178	00:22	00:15	00:47	01:05	00:16	00:16
179	00:22	00:16	00:54	01:05	00:19	00:21
180	00:28	00:20	00:38	00:46	00:11	00:12
181	00:28	00:20	00:38	00:49	00:11	00:12
182	00:44	00:34	01:06	01:15	00:29	00:23
183	00:27	00:22	00:59	02:36	00:27	00:27
184	00:26	00:20	00:38	00:20	00:14	00:12
185	04:21	00:48	04:51	00:19	00:21	00:11
186	00:20	00:17	00:54	00:23	00:27	00:21
187	04:25	01:09	04:54	01:24	00:16	00:14
188	00:28	00:24	00:40	01:48	00:14	00:15
189	00:26	00:20	00:38	00:20	00:14	00:12
190	00:26	00:17	00:40	01:19	00:20	00:19
191	00:36	00:30	01:02	00:35	00:21	00:22
192	04:21	00:48	04:51	00:19	00:21	00:11
193	00:28	00:25	00:41	01:45	00:14	00:15
194	00:19	00:15	00:45	00:21	00:17	00:16
195	00:35	00:30	01:02	00:35	00:21	00:22
196	04:23	00:55	05:02	01:13	00:16	00:18
197	00:14	00:11	00:35	00:16	00:15	00:13
198	04:23	01:06	04:54	00:31	00:22	00:14
199	04:23	00:52	05:03	00:27	00:29	00:18
200	04:29	02:29	04:56	01:04	00:18	00:15
201	00:14	00:11	00:35	00:16	00:15	00:13
202	04:30	02:05	05:10	01:25	00:30	00:21
203	04:33	04:08	05:00	01:13	00:24	00:17
204	00:29	00:24	00:39	00:26	00:13	00:11
205	00:36	00:29	00:50	00:59	00:16	00:14
206	00:29	00:25	00:39	00:26	00:13	00:11
207	00:36	00:29	00:53	00:50	00:15	00:15
208	00:33	00:28	00:49	00:38	00:13	00:14
209	00:34	00:29	00:52	00:31	00:21	00:15
210	00:33	00:28	00:41	00:47	00:20	00:12
211	00:36	00:32	00:55	01:09	00:20	00:18
212	00:35	00:30	00:51	01:12	00:13	00:16

Tabelle 53: Zeiten, bis 75% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
1	00:45	00:28	01:09	02:08	00:39	00:28
2	00:59	00:54	01:25	06:35	00:36	00:33
3	00:50	00:47	02:04	07:23	01:28	01:46
4	01:10	00:54	01:26	02:25	04:49	00:29
5	01:41	01:39	02:16	39:43	01:47	01:52
6	01:54	01:32	02:19	06:09	02:28	01:22
7	00:25	00:24	00:29	00:53	00:30	00:16
8	01:23	01:23	01:55	17:28	01:17	01:16
9	01:22	01:15	01:49	03:35	01:49	01:01
10	01:36	01:22	01:49	03:42	02:02	01:12
11	01:54	01:52	02:46	04:26	00:55	01:30
12	01:33	01:21	02:07	07:20	02:05	01:52
13	01:05	01:05	01:23	06:45	01:37	01:06
14	01:09	00:59	01:19	05:07	01:05	01:34
15	01:49	01:47	02:39	04:18	00:48	01:24
16	00:59	00:58	01:29	04:03	01:02	01:15
17	01:05	00:57	01:26	05:02	01:32	01:17
18	00:49	00:43	00:58	21:35	01:31	01:10
19	00:40	00:38	00:55	03:13	00:30	00:33
20	01:14	01:16	01:36	00:55	01:17	00:59
21	01:23	01:24	01:55	20:05	01:13	01:06
22	00:22	00:20	00:27	00:53	00:28	00:15
23	01:08	01:01	01:42	05:58	00:43	00:41
24	01:19	01:08	01:37	03:36	01:37	00:53
25	00:54	00:50	01:24	36:06	01:41	01:35
26	01:04	00:59	01:19	01:33	01:33	01:34
27	00:26	00:25	00:31	06:46	00:29	00:17
28	00:50	00:47	01:19	05:28	01:20	01:31
29	00:25	00:22	00:31	01:53	00:22	00:23
30	01:25	01:24	02:12	03:49	01:00	01:21
31	00:32	00:31	00:45	02:47	00:30	00:31
32	01:08	00:50	01:25	01:48	00:43	00:37
33	00:49	00:48	02:03	07:45	01:25	01:45
34	00:40	00:40	01:03	01:30	02:03	01:11
35	01:22	01:22	02:03	01:52	01:43	01:34
36	01:40	01:28	02:21	04:15	02:08	01:18
37	00:21	00:20	00:27	01:44	00:05	00:15
38	01:15	01:14	01:47	01:21	02:06	01:09
39	01:25	01:34	01:55	10:19	00:49	01:16
40	01:19	01:20	01:44	01:28	01:24	00:53
41	04:56	05:02	05:38	02:13	02:35	01:29
42	05:05	05:05	05:33	07:12	01:59	01:39
43	05:01	05:06	05:20	21:46	03:31	01:05
44	05:27	05:13	06:05	03:46	01:54	01:03
45	05:19	05:10	05:59	03:48	02:03	01:04
46	05:09	05:09	05:51	06:46	01:43	01:45
47	05:09	05:15	05:49	42:17	02:22	01:52
48	05:19	05:11	05:51	00:52	01:02	00:27
49	01:18	01:19	02:02	11:41	02:00	01:41
50	01:52	01:36	02:37	04:49	02:17	01:16
51	00:34	00:33	00:45	10:13	00:40	00:24
52	01:43	01:33	02:25	03:52	02:13	01:13
53	01:20	01:20	01:53	11:40	01:59	01:53

Tabelle 54: Zeiten, bis 75% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
54	00:34	00:34	00:50	01:20	01:56	01:08
55	01:11	01:09	01:38	02:15	00:58	00:52
56	00:22	00:21	00:26	00:53	00:31	00:16
57	04:56	05:00	05:03	00:50	04:02	00:21
58	05:27	05:22	05:49	10:24	01:18	00:37
59	05:03	05:08	05:46	09:42	02:44	01:22
60	05:18	05:10	05:50	03:44	01:59	00:58
61	05:32	05:26	06:08	02:52	08:40	01:01
62	05:14	05:02	06:01	02:04	01:44	00:59
63	05:38	05:30	06:31	14:41	01:39	01:38
64	04:55	05:00	05:09	05:04	01:15	00:58
65	05:38	05:30	06:38	13:51	01:43	01:44
66	04:54	05:00	05:10	01:15	03:31	00:58
67	04:57	05:02	05:33	04:52	01:38	01:29
68	05:29	05:24	06:07	09:38	01:15	00:40
69	05:41	05:31	06:29	05:23	02:25	01:38
70	05:18	05:10	05:37	00:43	00:56	00:19
71	05:38	05:29	06:38	14:13	01:43	01:45
72	05:05	05:09	05:50	05:08	01:43	01:45
73	05:32	05:20	06:32	05:04	02:11	01:30
74	05:22	05:15	06:15	03:59	01:42	01:28
75	05:29	05:13	06:06	05:26	01:53	01:03
76	05:14	05:02	05:57	03:18	01:55	00:59
77	05:01	05:04	05:07	05:01	18:25	00:24
78	05:30	05:21	06:13	21:39	01:42	01:10
79	05:29	05:25	05:52	10:16	02:43	00:30
80	04:59	05:05	05:47	04:58	02:04	01:43
81	05:17	05:09	06:01	02:17	01:44	01:04
82	02:14	01:59	03:02	07:03	02:38	01:34
83	05:14	05:02	06:01	02:04	01:44	00:59
84	01:55	01:39	02:42	05:30	02:08	01:21
85	05:19	05:11	05:50	00:52	01:02	00:27
86	01:10	00:53	01:24	02:11	02:12	00:29
87	04:55	05:01	05:28	01:29	02:44	01:09
88	01:48	01:44	02:26	08:19	02:16	01:47
89	04:54	04:59	05:20	01:13	03:23	01:01
90	01:26	01:23	01:59	06:15	01:41	01:37
91	04:56	05:02	05:06	00:53	04:23	00:21
92	00:36	00:35	00:42	02:15	18:25	00:25
93	05:42	05:29	06:31	07:21	02:30	01:39
94	05:33	05:19	06:21	06:14	02:00	01:25
95	05:31	05:26	05:58	04:46	03:26	00:37
96	05:15	05:15	05:51	08:13	02:01	01:51
97	05:09	05:09	05:40	06:48	01:39	01:40
98	05:02	05:04	05:07	05:24	18:25	00:24
99	01:17	01:16	01:36	00:54	01:27	00:58
100	01:14	01:15	01:33	00:59	01:20	00:53
101	00:33	00:26	01:12	00:47	00:40	00:31
102	00:40	00:40	01:03	01:30	02:03	01:11
103	00:38	00:38	01:00	01:14	01:42	01:01
104	00:28	00:27	00:36	00:53	00:40	00:25
105	01:32	01:30	02:06	17:01	01:28	01:11
106	01:30	01:21	01:49	04:02	02:02	00:53

Tabelle 55: Zeiten, bis 75% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	01:48	01:43	01:42	02:58	02:29	00:53
108	01:08	01:04	01:29	03:01	01:46	00:50
109	01:09	01:03	01:29	03:19	01:47	00:50
110	01:54	01:38	02:40	05:26	02:07	01:30
111	01:24	01:23	01:55	16:36	01:22	01:13
112	01:03	01:03	01:26	01:48	01:04	00:50
113	05:13	05:02	05:51	02:18	01:38	00:53
114	01:14	01:14	01:32	01:00	01:20	00:53
115	05:20	05:07	06:02	05:41	01:56	01:15
116	01:11	01:09	01:38	16:05	01:04	01:01
117	01:04	01:03	01:26	01:50	01:04	00:50
118	01:32	01:21	01:49	03:35	02:04	01:04
119	01:30	01:25	02:16	03:22	01:20	01:18
120	05:14	05:02	05:52	02:18	01:38	00:53
121	01:11	01:09	01:38	16:34	01:04	01:01
122	01:20	01:20	01:44	01:29	01:25	00:53
123	01:32	01:27	02:19	03:19	01:20	01:18
124	05:16	05:02	05:58	04:55	01:53	00:59
125	01:09	01:11	01:19	00:54	01:15	00:48
126	05:16	05:07	06:03	03:44	01:44	01:15
127	05:15	05:02	06:01	02:07	01:44	00:59
128	05:27	05:13	06:05	03:47	01:54	01:04
129	01:09	01:11	01:20	00:54	01:15	00:48
130	05:26	05:13	06:16	13:36	01:44	01:09
131	05:29	05:20	06:21	13:01	01:48	01:25
132	09:10	09:08	17:37	10:19	08:58	08:52
133	09:51	09:36	18:29	12:49	10:17	09:14
134	09:11	09:09	17:40	10:18	08:59	08:52
135	09:24	09:15	17:54	11:29	10:03	08:59
136	09:40	09:35	18:26	11:31	09:09	09:14
137	09:17	09:14	17:53	10:22	09:05	08:59
138	09:24	09:16	17:52	11:28	09:59	08:59
139	09:25	09:21	18:03	20:05	09:05	09:07
140	09:44	09:38	18:38	19:45	09:09	09:22
141	01:40	01:37	02:23	18:00	01:39	01:22
142	01:37	01:25	02:01	04:52	02:11	01:02
143	01:47	01:37	01:49	04:00	02:27	00:59
144	01:16	01:10	01:39	03:26	02:04	00:56
145	01:17	01:09	01:37	04:08	01:57	00:56
146	02:06	01:49	02:51	06:47	02:29	01:41
147	01:28	01:26	02:00	17:10	01:28	01:22
148	01:11	01:09	01:36	01:38	01:12	00:56
149	05:17	05:10	05:52	02:20	01:42	00:58
150	01:16	01:16	01:37	00:55	01:27	00:58
151	05:29	05:17	06:10	06:28	02:31	01:24
152	01:19	01:15	01:49	18:11	01:13	01:13
153	01:11	01:09	01:36	01:39	01:12	00:56
154	01:37	01:23	02:04	04:57	02:06	01:16
155	01:43	01:37	02:26	03:05	01:26	01:25
156	05:18	05:11	05:52	02:20	01:41	00:58
157	01:18	01:15	01:47	17:21	01:13	01:13
158	01:25	01:24	01:52	01:45	01:35	01:02
159	01:43	01:37	02:26	03:03	01:25	01:25

Tabelle 56: Zeiten, bis 75% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
160	05:21	05:10	06:00	05:26	02:05	01:04
161	01:13	01:13	01:25	00:51	01:23	00:54
162	05:23	05:17	06:08	04:07	01:36	01:24
163	05:17	05:09	06:01	02:18	01:44	01:04
164	05:32	05:22	06:12	04:24	02:00	01:11
165	01:13	01:13	01:25	00:51	01:23	00:54
166	05:30	05:21	06:21	14:13	01:45	01:18
167	05:37	05:29	06:30	14:27	01:40	01:39
168	01:25	01:22	01:53	02:03	01:08	00:56
169	02:08	01:55	02:50	06:03	02:46	01:20
170	01:25	01:22	01:55	02:03	01:08	00:56
171	01:38	01:27	02:10	04:14	02:11	01:03
172	01:58	01:53	02:44	03:25	01:14	01:20
173	01:30	01:27	02:06	02:07	01:13	01:03
174	01:37	01:28	02:09	03:48	02:05	01:07
175	01:38	01:32	02:21	11:42	01:14	01:14
176	02:03	01:58	02:57	11:23	01:16	01:35
177	01:10	01:23	01:28	10:33	00:38	00:49
178	00:44	00:29	01:09	02:10	00:31	00:28
179	00:43	00:25	01:16	01:52	00:35	00:31
180	00:43	00:32	00:57	01:36	00:18	00:19
181	00:44	00:32	00:58	01:34	00:18	00:19
182	01:19	01:01	01:46	02:29	06:14	00:41
183	01:14	01:18	01:31	17:03	00:42	01:29
184	00:36	00:31	00:53	00:43	00:27	00:19
185	05:18	05:10	05:37	00:43	00:56	00:19
186	00:33	00:26	01:11	00:47	00:40	00:31
187	05:20	05:11	05:39	03:37	00:30	00:25
188	00:47	00:42	01:09	12:19	00:28	00:34
189	00:36	00:31	00:53	00:43	00:27	00:19
190	01:42	01:16	01:26	02:13	10:32	01:17
191	00:51	00:44	01:21	01:11	00:34	00:32
192	05:18	05:10	05:35	00:43	00:56	00:19
193	00:47	00:43	01:08	10:24	00:28	00:31
194	00:34	00:28	01:05	00:51	00:33	00:28
195	00:51	00:44	01:22	01:11	00:34	00:32
196	05:19	05:11	05:51	02:25	00:28	00:27
197	00:27	00:21	00:53	00:38	00:30	00:26
198	05:18	05:11	05:39	01:03	01:06	00:25
199	05:19	05:11	05:50	00:52	01:02	00:27
200	05:27	05:22	05:48	02:08	09:42	00:43
201	00:27	00:21	00:52	00:38	00:30	00:26
202	05:29	05:22	06:04	11:41	01:15	00:40
203	05:30	05:25	05:58	07:32	02:43	00:31
204	00:39	00:36	00:55	00:47	00:25	00:18
205	00:55	00:45	01:11	01:46	00:33	00:24
206	00:39	00:35	00:55	00:47	00:26	00:18
207	00:51	00:40	01:14	01:29	00:24	00:25
208	00:50	00:44	01:07	01:08	00:25	00:24
209	00:44	00:40	01:10	00:54	00:31	00:25
210	00:55	00:44	01:07	01:44	05:39	00:25
211	00:53	00:47	01:22	07:02	00:32	00:32
212	01:00	00:50	01:20	04:58	00:27	00:28

Tabelle 57: Zeiten, bis 85% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
1	01:10	00:40	01:24	02:46	00:54	00:45
2	01:31	01:42	01:57	15:42	00:47	01:16
3	01:38	00:57	04:01	10:14	02:00	02:12
4	02:00	01:47	02:18	03:30	15:55	01:30
5	01:59	01:58	03:12	53:43	01:55	02:39
6	02:30	01:52	02:48	07:50	02:52	01:47
7	00:29	00:28	00:34	01:23	00:34	00:17
8	01:51	01:47	03:05	34:16	01:37	02:19
9	01:58	01:35	02:36	04:46	02:16	01:26
10	02:09	01:46	03:00	05:17	02:29	02:10
11	02:11	02:09	03:15	05:35	01:10	01:49
12	02:30	01:36	02:43	10:10	02:23	02:35
13	01:16	01:15	01:39	09:28	01:46	01:20
14	01:27	01:11	01:42	06:21	01:27	01:54
15	02:08	02:06	03:06	05:28	01:04	01:45
16	01:12	01:09	01:59	05:46	01:23	01:49
17	01:47	01:07	01:47	07:02	01:51	01:56
18	01:04	00:53	01:18	31:23	01:41	01:27
19	00:46	00:43	01:03	04:08	00:34	00:36
20	01:33	01:36	02:01	01:31	01:34	01:31
21	01:52	01:49	02:53	34:38	01:39	01:50
22	00:25	00:23	00:30	02:22	00:32	00:16
23	01:52	02:01	02:28	13:51	00:53	01:32
24	01:41	01:20	01:58	04:24	02:06	01:06
25	01:18	00:57	02:14	50:16	01:51	02:06
26	01:18	01:12	01:43	01:55	01:43	01:54
27	00:31	00:30	00:36	10:20	00:33	00:25
28	00:57	00:54	01:28	06:57	01:33	01:45
29	00:31	00:25	00:34	02:14	00:23	00:24
30	01:45	01:43	02:40	04:53	01:24	01:39
31	00:36	00:34	00:51	03:31	00:33	00:35
32	01:46	01:26	02:03	02:24	06:11	01:20
33	01:05	00:57	02:17	10:19	01:40	02:22
34	00:46	00:45	01:07	01:45	02:18	01:23
35	01:41	01:41	02:47	02:13	01:55	01:53
36	02:00	01:48	02:49	05:11	02:27	01:35
37	00:25	00:23	00:30	02:19	00:05	00:16
38	01:28	01:25	02:12	01:40	02:18	01:21
39	05:15	06:18	03:40	23:27	01:03	03:27
40	01:42	01:42	02:08	02:45	02:01	01:13
41	05:26	05:30	06:27	03:44	03:49	01:52
42	05:34	05:33	06:18	09:25	02:15	01:56
43	05:35	05:38	06:07	31:04	04:19	01:25
44	05:57	05:46	06:52	04:59	02:09	01:42
45	05:44	05:36	06:33	04:52	02:31	01:23
46	05:43	05:42	06:42	08:40	02:06	02:32
47	05:44	05:47	06:56	55:32	02:50	02:29
48	05:41	05:36	06:14	01:02	04:23	00:34
49	01:31	01:31	02:25	15:08	02:24	01:53
50	02:35	02:11	03:51	06:45	02:39	02:17
51	00:38	00:37	00:51	19:44	00:44	00:28
52	02:17	01:55	03:25	05:51	02:21	01:48
53	01:37	01:36	02:26	17:24	02:18	02:33

Tabelle 58: Zeiten, bis 85% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
54	00:39	00:39	00:59	01:33	02:13	01:11
55	01:23	01:22	01:58	03:14	01:14	01:04
56	00:24	00:24	00:30	01:23	00:34	00:16
57	05:24	05:28	05:36	02:06	04:40	00:24
58	05:57	05:54	06:45	24:13	04:34	01:24
59	05:36	05:40	06:36	18:29	03:41	02:00
60	05:43	05:36	06:23	04:47	02:26	01:15
61	06:04	06:01	07:38	04:16	15:58	02:04
62	05:38	05:31	06:30	03:08	03:00	01:12
63	06:07	06:00	07:19	27:51	02:29	02:11
64	05:27	05:30	05:46	05:52	01:30	01:10
65	06:09	06:01	07:28	26:48	02:31	02:31
66	05:26	05:30	05:48	01:45	04:19	01:10
67	05:26	05:29	06:14	05:44	01:57	01:52
68	05:59	05:56	07:10	24:14	04:36	01:22
69	06:10	06:01	07:14	07:31	02:35	02:11
70	05:40	05:35	06:03	00:54	04:23	00:30
71	06:07	06:00	07:28	26:13	02:32	02:29
72	05:39	05:42	06:46	06:08	02:06	02:29
73	06:07	05:54	07:27	06:31	02:36	02:00
74	05:47	05:42	06:50	05:10	02:33	01:49
75	05:59	05:46	06:49	06:40	02:11	01:36
76	05:38	05:30	06:29	04:03	02:19	01:12
77	05:32	05:33	05:41	05:54	69:52	00:31
78	06:01	05:53	06:59	34:45	02:41	01:45
79	06:01	05:57	06:27	22:19	04:25	01:33
80	05:30	05:34	06:35	05:55	02:27	02:00
81	05:42	05:36	06:33	03:23	02:38	01:23
82	03:06	02:24	04:03	10:29	03:06	02:06
83	05:38	05:31	06:30	03:08	03:00	01:12
84	02:38	02:05	03:33	07:22	02:27	01:47
85	05:41	05:36	06:14	01:02	04:23	00:34
86	01:47	01:25	02:02	03:05	22:03	00:49
87	05:25	05:29	06:14	02:01	03:41	01:23
88	02:12	02:06	03:19	12:13	02:37	02:28
89	05:26	05:30	06:00	01:34	04:18	01:15
90	01:49	01:43	02:52	08:29	02:06	02:05
91	05:25	05:29	05:37	01:09	04:53	00:25
92	00:43	00:41	00:51	03:11	69:52	00:43
93	06:14	06:00	07:18	10:41	02:43	02:15
94	06:09	05:53	07:15	07:54	02:27	01:54
95	06:03	05:59	07:29	05:45	28:21	01:54
96	05:48	05:45	06:50	12:03	02:19	02:25
97	05:43	05:42	06:57	08:36	02:01	02:11
98	05:33	05:33	05:41	06:01	69:52	00:31
99	01:36	01:36	02:02	01:23	01:52	01:31
100	01:36	01:37	01:54	01:28	01:49	01:19
101	00:43	00:32	01:25	00:58	00:47	00:40
102	00:46	00:45	01:07	01:47	02:18	01:23
103	00:43	00:42	01:05	01:31	01:55	01:24
104	00:32	00:31	00:39	01:09	00:48	00:25
105	02:08	02:04	03:14	31:41	02:05	01:56
106	02:02	01:45	02:19	04:57	02:20	01:13

Tabelle 59: Zeiten, bis 85% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	02:31	02:24	02:16	03:41	03:44	01:19
108	01:24	01:17	01:47	03:44	02:08	01:06
109	01:29	01:17	01:50	04:05	02:09	01:06
110	02:43	02:08	03:48	07:17	02:33	02:01
111	01:53	01:49	02:53	31:51	01:51	02:14
112	01:15	01:15	01:45	02:57	01:24	01:06
113	05:38	05:31	06:20	03:19	02:56	01:06
114	01:36	01:37	01:53	01:28	01:49	01:19
115	05:45	05:34	06:33	06:35	02:17	01:30
116	01:37	01:33	02:19	26:42	01:27	01:40
117	01:16	01:16	01:45	02:55	01:24	01:06
118	02:04	01:45	02:52	05:10	02:19	01:50
119	01:49	01:45	02:44	04:24	01:46	01:35
120	05:38	05:32	06:21	03:19	02:56	01:06
121	01:38	01:33	02:20	28:40	01:27	01:40
122	01:44	01:43	02:08	02:45	02:02	01:13
123	01:48	01:45	02:42	04:23	01:44	01:35
124	05:40	05:30	06:31	05:44	02:13	01:12
125	01:32	01:34	01:40	01:16	01:44	01:16
126	05:41	05:35	06:32	04:52	02:32	01:30
127	05:39	05:32	06:29	03:14	03:00	01:12
128	05:59	05:46	06:52	05:00	02:08	01:32
129	01:32	01:34	01:40	01:16	01:45	01:16
130	05:56	05:46	07:02	23:59	03:08	01:44
131	06:04	05:55	07:08	25:22	02:45	01:55
132	09:23	09:22	17:57	11:14	09:14	09:04
133	10:11	09:57	18:59	13:56	10:33	09:29
134	09:24	09:23	18:01	11:14	09:14	09:04
135	09:36	09:28	18:15	12:15	10:13	09:11
136	09:58	09:55	18:53	12:34	09:33	09:29
137	09:29	09:28	18:14	11:19	09:20	09:11
138	09:55	09:35	18:40	12:33	10:12	09:24
139	09:44	09:39	18:44	29:43	09:22	09:30
140	10:10	10:03	19:20	32:09	09:38	09:47
141	02:19	02:11	03:42	34:03	02:11	02:17
142	02:09	01:48	02:45	06:24	02:31	01:30
143	02:31	02:16	02:26	05:36	03:41	01:37
144	01:32	01:23	02:01	04:43	02:28	01:17
145	01:37	01:23	02:04	05:34	02:24	01:17
146	03:13	02:21	04:19	10:09	02:42	02:13
147	01:56	01:51	02:54	33:22	01:58	02:29
148	01:22	01:21	01:55	02:34	01:37	01:17
149	05:42	05:36	06:23	03:19	02:33	01:15
150	01:35	01:35	02:01	01:23	01:51	01:31
151	05:52	05:44	06:42	08:13	02:38	01:45
152	01:44	01:36	02:37	31:52	01:38	01:50
153	01:22	01:21	01:53	02:34	01:36	01:17
154	02:19	01:47	03:23	07:39	02:28	02:23
155	02:01	01:57	02:53	04:21	01:52	01:45
156	05:42	05:36	06:27	03:19	02:33	01:15
157	01:44	01:36	02:33	31:00	01:39	01:54
158	01:48	01:46	02:19	02:57	02:05	01:30
159	02:00	01:56	02:53	04:20	01:53	01:45

Tabelle 60: Zeiten, bis 85% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
160	05:46	05:36	06:32	06:20	02:28	01:23
161	01:32	01:32	01:49	01:23	01:46	01:24
162	05:47	05:43	06:43	05:09	02:27	01:45
163	05:42	05:37	06:33	03:27	02:39	01:23
164	06:03	05:54	06:58	06:41	02:23	01:46
165	01:32	01:32	01:49	01:23	01:46	01:24
166	06:01	05:53	07:08	25:36	02:43	01:57
167	06:06	06:00	07:18	28:27	02:30	02:18
168	01:37	01:34	02:12	02:54	01:26	01:11
169	02:28	02:14	03:21	08:06	03:07	01:40
170	01:37	01:35	02:14	02:54	01:27	01:11
171	01:52	01:41	02:33	05:37	02:26	01:18
172	02:17	02:13	03:14	04:38	01:42	01:40
173	01:43	01:39	02:28	03:04	01:32	01:18
174	02:08	01:46	03:02	05:51	02:16	01:42
175	01:56	01:49	03:02	21:54	01:36	01:49
176	02:28	02:20	03:47	23:07	01:45	02:12
177	04:59	06:03	02:43	22:01	00:55	02:36
178	01:04	00:39	01:24	02:48	00:40	00:45
179	01:06	00:32	01:31	02:11	00:39	00:40
180	00:57	00:40	01:12	01:56	00:22	00:30
181	00:58	00:40	01:13	01:55	00:23	00:30
182	02:14	01:54	02:38	03:31	15:50	01:16
183	04:21	04:39	02:58	32:42	00:50	05:01
184	00:46	00:38	01:07	00:57	00:32	00:30
185	05:40	05:35	06:03	00:54	04:23	00:30
186	00:43	00:32	01:25	00:59	00:47	00:40
187	05:42	05:36	06:06	05:08	00:40	00:31
188	01:15	01:19	01:40	26:31	00:33	01:17
189	00:46	00:38	01:07	00:57	00:32	00:30
190	04:00	04:56	02:47	04:18	26:43	04:00
191	01:02	00:52	01:39	01:30	00:44	00:41
192	05:40	05:35	06:01	00:54	04:23	00:30
193	01:16	01:24	02:17	23:51	00:34	01:23
194	00:45	00:38	01:20	01:10	00:40	00:45
195	01:01	00:52	01:41	01:30	00:45	00:41
196	05:42	05:36	06:14	04:54	00:38	00:34
197	00:35	00:28	01:07	00:49	00:36	00:33
198	05:41	05:36	06:09	01:20	04:07	00:31
199	05:41	05:36	06:14	01:02	04:23	00:34
200	05:57	05:54	06:40	04:09	24:04	01:41
201	00:35	00:28	01:07	00:49	00:36	00:33
202	05:59	05:54	06:48	23:28	04:36	01:20
203	06:01	05:59	06:43	16:00	04:25	01:27
204	00:49	00:42	01:05	00:59	00:31	00:27
205	01:13	00:54	01:30	02:22	00:39	00:29
206	00:49	00:42	01:08	00:59	00:31	00:27
207	01:03	00:49	01:29	01:54	00:35	00:31
208	00:59	00:53	01:21	01:26	00:33	00:29
209	00:53	00:45	01:24	01:04	00:38	00:31
210	01:25	01:11	01:37	02:23	21:22	00:51
211	01:17	01:12	01:53	18:54	00:39	01:09
212	01:26	01:18	02:04	16:04	00:35	00:49

Tabelle 61: Zeiten, bis 90% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
1	01:39	00:47	01:43	03:06	01:10	00:49
2	02:41	04:14	03:29	27:47	00:55	02:08
3	03:23	01:20	07:32	13:04	02:22	02:35
4	03:12	03:58	03:46	04:59	21:25	02:18
5	02:12	02:12	03:51	62:55	02:00	03:45
6	03:14	02:06	03:14	09:13	03:09	02:02
7	00:31	00:30	00:36	02:22	00:36	00:29
8	02:22	02:03	04:49	47:33	02:09	03:21
9	02:46	02:00	03:41	06:48	02:43	02:09
10	02:59	02:01	03:48	07:56	02:52	03:32
11	02:23	02:20	03:35	06:33	01:26	02:06
12	04:26	01:49	03:31	13:43	02:36	03:21
13	01:22	01:21	01:53	11:21	01:58	01:35
14	01:44	01:19	01:57	07:16	01:40	02:11
15	02:17	02:16	03:22	06:28	01:21	02:03
16	01:23	01:17	02:32	08:07	01:34	02:22
17	03:05	01:17	02:03	09:38	02:17	02:58
18	01:28	00:58	01:43	41:50	01:44	02:03
19	00:52	00:48	01:10	04:39	00:36	01:16
20	01:48	01:49	02:22	02:15	01:57	02:13
21	02:16	02:05	04:17	48:34	02:09	02:38
22	00:28	00:26	00:32	02:22	00:32	00:16
23	03:17	04:34	03:56	23:13	01:04	02:24
24	02:06	01:28	02:14	05:03	02:20	01:18
25	01:45	01:15	02:42	59:52	01:55	03:08
26	01:25	01:19	01:54	02:05	01:47	02:11
27	00:34	00:33	00:39	15:22	00:36	00:34
28	01:06	00:57	02:15	07:59	01:48	01:47
29	00:37	00:27	00:37	02:34	00:23	00:24
30	01:58	01:57	03:02	05:37	01:46	01:51
31	00:39	00:36	00:55	03:51	00:34	00:36
32	02:31	02:28	03:28	03:15	14:26	01:47
33	02:12	01:20	02:50	13:33	02:02	02:32
34	00:50	00:49	01:12	01:59	02:27	01:45
35	01:52	01:51	03:07	04:09	02:01	02:10
36	02:18	02:02	03:16	05:53	02:43	01:47
37	00:28	00:25	00:32	02:33	00:05	00:16
38	01:35	01:32	02:28	01:56	02:27	01:31
39	10:19	11:14	06:42	35:51	01:44	12:00
40	02:02	02:01	02:32	03:36	02:16	01:42
41	05:45	05:48	06:58	05:02	04:16	02:06
42	05:52	05:50	06:46	11:29	02:31	02:09
43	05:56	05:58	06:41	40:49	04:48	01:59
44	06:22	06:10	07:41	06:43	02:41	02:37
45	05:58	05:52	06:55	05:53	02:37	01:45
46	06:08	06:05	07:41	11:05	02:18	03:27
47	06:05	06:08	07:42	64:50	03:27	03:33
48	05:57	05:52	06:31	01:10	04:53	00:43
49	01:39	01:39	02:55	17:50	02:34	02:06
50	03:31	02:37	05:38	09:32	03:07	03:43
51	00:41	00:40	00:54	23:43	00:47	00:31
52	03:23	02:24	04:56	08:22	02:50	02:30
53	01:52	01:49	03:01	21:08	02:27	03:03

Tabelle 62: Zeiten, bis 90% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
54	00:43	00:42	01:35	01:45	02:21	01:33
55	01:30	01:29	02:11	03:47	01:32	01:16
56	00:27	00:26	00:32	02:28	00:36	00:17
57	05:42	05:45	05:54	02:06	04:57	00:25
58	06:19	06:18	07:50	41:39	04:57	03:40
59	05:57	06:01	07:08	26:57	04:06	02:43
60	05:58	05:52	06:43	05:50	02:30	01:34
61	06:28	06:27	11:39	06:37	34:30	03:37
62	05:54	05:47	06:55	03:47	03:55	01:25
63	06:36	06:26	08:15	38:49	03:02	03:03
64	05:44	05:46	06:07	06:38	01:41	01:22
65	06:37	06:27	08:24	37:02	03:02	03:37
66	05:43	05:46	06:09	02:05	04:47	01:22
67	05:44	05:48	06:48	06:28	02:15	02:06
68	06:22	06:22	08:21	37:20	04:59	01:58
69	06:41	06:27	08:12	10:47	03:04	03:07
70	05:56	05:52	06:22	01:00	04:50	00:37
71	06:36	06:26	08:21	37:06	03:02	03:46
72	06:04	06:05	07:39	07:29	02:17	03:08
73	06:35	06:20	08:11	08:31	03:00	03:00
74	06:01	05:58	07:09	05:59	02:56	02:03
75	06:25	06:10	07:38	08:14	02:43	02:26
76	05:55	05:46	06:52	04:34	02:39	01:25
77	05:53	05:54	06:02	06:32	92:55	01:28
78	06:27	06:17	07:52	45:02	03:32	02:34
79	06:23	06:23	07:06	35:08	04:50	02:15
80	05:48	05:51	07:11	06:46	02:35	02:28
81	05:57	05:52	06:54	04:04	03:20	01:45
82	04:48	03:07	05:56	14:09	03:14	03:00
83	05:54	05:47	06:55	03:47	03:55	01:25
84	03:57	02:41	04:54	09:42	02:53	02:27
85	05:57	05:52	06:31	01:10	04:51	00:43
86	02:29	02:19	03:12	03:57	51:49	01:56
87	05:43	05:47	06:40	02:17	04:06	01:43
88	02:34	02:20	04:07	15:54	02:54	03:21
89	05:43	05:46	06:20	02:01	04:45	01:27
90	02:10	01:57	03:29	11:03	02:33	03:03
91	05:43	05:46	05:59	01:30	05:14	00:26
92	00:52	00:46	00:57	03:58	92:55	00:52
93	06:50	06:27	08:15	14:23	03:05	03:14
94	06:36	06:19	08:12	10:12	02:48	02:38
95	06:26	06:26	10:24	06:39	52:08	02:53
96	06:12	06:07	07:41	15:49	02:32	03:24
97	06:06	06:03	07:37	11:11	02:16	03:05
98	05:54	05:54	06:03	06:37	92:54	01:06
99	01:51	01:49	02:23	01:52	02:23	02:13
100	01:50	01:49	02:18	02:05	02:15	01:48
101	00:49	00:39	01:33	01:07	00:51	00:57
102	00:50	00:49	01:12	02:00	02:27	01:45
103	00:45	00:44	01:36	01:59	02:09	02:06
104	00:34	00:33	00:41	01:30	00:55	00:25
105	02:38	02:29	04:40	46:52	02:23	03:06
106	02:20	02:03	02:56	05:47	02:31	01:42

Tabelle 63: Zeiten, bis 90% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	02:53	02:44	02:39	04:15	03:54	01:49
108	01:41	01:29	02:08	04:14	02:26	01:19
109	01:46	01:30	02:10	04:43	02:26	01:19
110	04:03	02:42	05:16	09:48	02:59	03:12
111	02:17	02:05	04:08	46:08	02:14	03:31
112	01:26	01:27	01:58	03:33	01:46	01:19
113	05:54	05:47	06:43	03:57	03:54	01:20
114	01:50	01:49	02:17	02:04	02:14	01:48
115	06:03	05:51	06:57	07:21	02:33	01:42
116	02:07	01:52	03:21	38:44	01:47	02:35
117	01:26	01:27	01:58	03:32	01:46	01:19
118	02:44	01:59	03:58	07:50	02:47	03:05
119	02:03	02:00	03:05	05:05	02:10	01:47
120	05:54	05:47	06:43	03:57	03:54	01:20
121	02:07	01:53	03:20	37:18	01:47	02:54
122	02:03	02:01	02:29	03:36	02:18	01:42
123	02:02	01:59	03:03	05:02	02:08	01:47
124	05:57	05:47	06:53	06:15	02:40	01:25
125	01:46	01:45	02:03	01:41	02:09	01:44
126	05:58	05:51	06:59	05:39	03:25	01:42
127	05:54	05:47	06:54	03:52	03:55	01:25
128	06:21	06:10	07:45	06:40	02:42	02:29
129	01:46	01:46	02:02	01:41	02:08	01:44
130	06:21	06:11	07:48	33:29	04:03	02:29
131	06:28	06:19	07:58	35:22	03:42	02:38
132	09:30	09:29	18:10	11:47	09:30	09:16
133	10:26	10:10	19:19	14:50	10:40	09:42
134	09:32	09:31	18:14	11:47	09:33	09:16
135	09:51	09:35	18:35	12:56	10:32	09:21
136	10:09	10:06	19:11	13:19	09:57	09:42
137	09:36	09:35	18:31	11:53	09:39	09:20
138	10:39	10:00	19:46	14:04	10:41	10:14
139	10:18	09:59	19:48	38:48	09:42	10:17
140	10:48	10:33	20:37	42:21	10:01	10:22
141	03:04	02:43	05:58	46:40	02:33	03:42
142	02:29	02:06	03:21	07:54	02:46	01:55
143	03:00	02:39	03:03	06:58	03:56	02:14
144	01:48	01:34	02:23	05:58	02:31	01:37
145	01:56	01:34	02:27	06:54	02:28	01:37
146	04:52	03:11	06:14	13:47	03:06	03:13
147	02:25	02:08	04:16	46:53	02:26	03:31
148	01:32	01:31	02:11	03:06	01:54	01:37
149	05:56	05:52	06:44	04:03	03:18	01:34
150	01:50	01:48	02:23	01:52	02:24	02:13
151	06:07	05:58	07:06	10:02	02:45	02:00
152	02:22	02:01	03:49	42:22	01:57	03:00
153	01:32	01:30	02:12	03:06	01:52	01:37
154	03:33	02:04	05:02	10:29	02:48	03:43
155	02:12	02:07	03:15	05:08	02:30	01:57
156	05:58	05:54	06:47	04:03	03:18	01:34
157	02:21	02:00	03:42	43:18	01:55	03:05
158	02:06	02:03	02:44	03:59	02:26	01:55
159	02:12	02:08	03:14	05:04	02:25	01:57

Tabelle 64: Zeiten, bis 90% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
160	06:00	05:51	06:56	07:16	02:36	01:45
161	01:46	01:45	02:17	01:52	02:15	02:09
162	06:03	05:59	07:03	05:58	02:52	02:00
163	05:57	05:52	06:56	04:10	03:20	01:45
164	06:29	06:17	07:54	09:44	02:44	02:50
165	01:46	01:45	02:17	01:52	02:15	02:09
166	06:26	06:17	07:58	38:09	03:32	02:49
167	06:35	06:26	08:14	40:02	03:03	03:27
168	01:44	01:41	02:28	03:31	01:47	01:27
169	02:46	02:26	03:41	09:56	03:17	01:55
170	01:44	01:42	02:31	03:31	01:48	01:27
171	02:06	01:49	02:54	06:56	02:33	01:34
172	02:28	02:24	03:35	05:26	02:15	01:55
173	01:50	01:46	02:48	03:39	01:53	01:34
174	03:11	02:15	04:30	08:29	02:40	02:31
175	02:33	02:10	04:26	32:26	01:57	02:33
176	03:13	02:51	05:24	32:09	02:22	03:14
177	09:57	10:57	04:24	34:11	01:30	04:47
178	01:34	00:46	01:41	03:10	00:52	00:49
179	01:33	00:38	01:42	02:22	00:44	00:57
180	01:09	00:48	01:22	02:10	00:31	00:37
181	01:13	00:49	01:27	02:09	00:31	00:37
182	03:31	04:08	03:59	05:16	34:25	02:13
183	08:55	08:36	05:06	45:00	01:02	08:17
184	00:53	00:45	01:18	01:07	00:36	00:37
185	05:56	05:52	06:22	01:00	04:50	00:37
186	00:49	00:38	01:30	01:07	00:51	00:57
187	05:58	05:52	06:24	05:32	00:50	00:45
188	02:09	02:43	03:13	39:00	00:41	02:11
189	00:53	00:45	01:18	01:07	00:36	00:37
190	09:05	09:55	04:38	11:06	67:49	05:50
191	01:14	01:01	01:55	01:49	00:50	00:48
192	05:56	05:52	06:17	01:00	04:50	00:37
193	02:10	02:51	03:59	32:30	00:40	03:00
194	00:52	00:46	01:37	01:22	00:47	00:49
195	01:13	01:00	01:54	01:49	00:51	00:48
196	05:58	05:52	06:30	05:25	00:40	00:43
197	00:42	00:33	01:17	00:59	00:42	00:51
198	05:57	05:52	06:26	01:36	04:33	00:45
199	05:57	05:52	06:31	01:10	04:52	00:43
200	06:18	06:17	07:16	06:43	53:21	04:49
201	00:42	00:33	01:15	00:59	00:42	00:51
202	06:22	06:19	08:01	34:38	04:59	01:46
203	06:24	06:25	07:50	29:35	04:50	02:36
204	00:56	00:49	01:16	01:09	00:34	00:32
205	01:28	01:04	01:49	02:51	00:47	00:39
206	00:57	00:50	01:17	01:09	00:34	00:32
207	01:17	00:56	01:44	02:11	00:39	00:39
208	01:09	00:59	01:39	01:43	00:38	00:39
209	00:59	00:53	01:34	01:12	00:43	00:39
210	02:01	01:58	02:26	04:00	45:27	01:17
211	01:59	02:03	03:15	29:58	00:45	02:08
212	02:08	02:12	03:36	25:36	00:43	01:54

Tabelle 65: Zeiten, bis 99% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
1	03:37	01:54	03:40	04:59	02:29	02:36
2	38:52	45:57	98:11	79:12	28:31	42:01
3	20:23	19:33	26:15	52:01	67:05	09:18
4	38:03	43:07	53:14	64:47	74:12	85:05
5	22:26	16:03	34:45	89:15	02:36	22:10
6	10:30	03:35	06:45	20:16	04:52	04:36
7	00:43	00:38	00:47	02:28	00:48	00:54
8	43:05	37:30	69:36	86:12	15:50	76:40
9	22:32	21:32	32:34	55:25	40:44	34:57
10	42:30	34:05	60:38	69:15	42:18	61:24
11	03:31	03:08	05:33	14:01	03:37	04:50
12	22:32	13:15	25:10	63:46	46:37	14:06
13	01:50	01:39	02:51	21:36	02:45	03:41
14	07:52	01:41	03:14	13:36	02:27	05:17
15	03:20	03:03	05:08	14:01	03:39	04:43
16	08:38	07:39	14:26	59:54	38:00	10:09
17	16:10	09:12	15:29	49:51	66:10	13:31
18	13:04	06:56	12:04	82:42	02:06	18:10
19	05:53	05:08	06:14	31:15	04:30	03:30
20	02:44	02:26	04:11	07:06	03:31	04:35
21	42:22	34:48	48:34	86:43	17:16	58:16
22	00:45	00:34	00:38	02:28	01:00	00:16
23	45:13	49:48	99:06	73:34	33:25	58:09
24	05:43	02:19	04:11	09:44	04:03	03:41
25	23:05	15:04	13:03	90:18	10:40	52:11
26	01:52	01:41	03:14	07:48	02:05	05:17
27	05:25	03:44	03:22	74:33	00:53	00:54
28	07:32	01:43	02:44	14:04	02:35	03:08
29	02:40	00:37	00:45	05:43	00:36	00:24
30	03:31	03:12	04:53	09:17	04:17	04:13
31	02:40	00:47	01:12	06:39	00:42	01:37
32	29:32	30:27	39:53	43:34	75:28	23:25
33	17:16	16:33	19:56	48:45	66:55	03:51
34	02:14	01:41	02:16	02:30	03:39	04:07
35	02:20	02:19	04:09	08:29	02:37	05:25
36	05:08	03:22	05:54	11:07	05:08	04:09
37	01:50	00:34	00:40	03:57	00:05	00:16
38	02:10	01:55	03:31	04:05	03:44	03:36
39	65:02	61:02	62:21	86:31	73:13	61:26
40	03:19	03:15	04:36	06:57	04:21	03:56
41	06:52	06:54	08:38	07:30	05:51	05:25
42	07:32	06:52	08:32	23:51	03:18	04:41
43	11:01	10:14	15:36	81:09	06:16	12:14
44	26:00	23:59	43:56	62:44	72:23	28:18
45	07:04	06:54	08:37	12:09	04:10	04:23
46	14:30	12:35	24:42	56:09	87:44	18:46
47	19:06	17:32	36:25	90:19	05:27	13:24
48	06:58	06:56	07:53	02:10	06:10	01:29
49	02:12	02:05	03:58	35:07	03:23	05:22
50	44:35	39:02	48:56	66:45	67:31	50:12
51	03:49	03:51	04:00	61:45	01:05	00:52
52	28:55	25:29	47:52	56:49	81:19	28:12
53	14:14	13:06	26:02	71:22	66:55	11:17

Tabelle 66: Zeiten, bis 99% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
54	02:10	01:31	01:59	02:21	03:09	02:26
55	02:20	02:10	03:28	06:16	03:12	03:41
56	00:38	00:36	00:43	02:28	00:52	00:17
57	06:51	06:52	07:03	02:06	06:26	00:31
58	27:47	28:52	24:31	78:54	21:42	37:38
59	12:14	12:30	57:26	76:04	05:51	12:53
60	07:05	06:55	08:40	12:09	04:09	04:25
61	40:07	40:05	76:26	62:15	85:56	81:56
62	06:58	06:54	08:40	06:19	05:49	04:04
63	35:13	32:45	65:50	84:33	14:28	42:02
64	06:52	06:53	07:58	12:21	02:31	03:04
65	34:30	32:06	50:55	84:04	10:16	51:11
66	06:51	06:53	07:58	05:51	06:15	03:04
67	06:53	06:54	08:49	17:09	02:46	05:25
68	32:43	34:26	53:07	80:08	27:00	50:27
69	34:18	31:37	56:08	64:38	72:44	40:02
70	06:56	06:53	07:49	02:04	06:17	01:24
71	34:14	31:52	51:51	85:16	11:43	35:58
72	13:13	13:00	24:37	52:18	87:44	18:16
73	29:50	28:01	48:04	57:25	70:54	46:20
74	06:58	06:55	09:01	13:12	05:17	04:55
75	28:01	24:23	57:01	55:28	72:24	42:28
76	06:59	06:54	08:28	07:18	04:05	04:04
77	08:11	08:11	08:11	22:06	92:55	03:06
78	30:28	26:40	49:14	83:26	06:50	42:44
79	33:09	33:45	52:36	85:47	74:22	46:54
80	06:50	06:52	08:57	19:34	03:33	05:22
81	06:57	06:53	08:40	08:31	05:33	04:23
82	33:37	29:14	49:13	61:57	72:01	29:08
83	06:58	06:54	08:40	06:19	05:49	04:04
84	29:53	25:52	46:18	56:45	72:07	23:06
85	06:58	06:56	07:56	02:10	06:10	01:29
86	31:16	35:00	41:18	44:59	87:47	31:21
87	06:49	06:51	08:17	06:28	05:48	03:53
88	19:37	16:33	49:08	63:43	62:29	21:30
89	06:51	06:53	08:03	06:22	06:09	04:07
90	13:39	10:37	25:19	59:05	89:07	08:38
91	06:50	06:52	07:04	01:30	06:27	00:52
92	07:13	06:07	06:21	29:12	92:55	13:16
93	35:06	31:47	60:21	62:31	73:20	30:24
94	31:27	27:21	55:30	55:45	73:58	27:18
95	33:58	36:39	78:50	55:19	87:44	50:06
96	18:46	16:15	37:16	63:16	62:16	22:07
97	14:36	12:54	17:41	58:33	89:09	18:28
98	09:03	08:17	08:23	26:35	92:54	04:40
99	02:56	02:25	04:15	05:28	03:51	04:35
100	02:54	02:28	04:01	05:14	03:47	04:07
101	01:53	01:53	03:01	02:08	01:36	01:47
102	02:14	01:39	02:16	03:17	03:39	04:07
103	02:04	01:49	02:03	02:17	03:19	04:07
104	00:55	00:45	00:55	01:30	02:32	00:25
105	45:30	37:34	84:26	86:46	49:13	48:50
106	05:39	03:17	05:11	10:16	05:22	03:56

Tabelle 67: Zeiten, bis 99% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	04:28	03:46	06:34	07:19	04:33	04:07
108	03:49	02:20	04:11	08:10	04:06	03:51
109	04:29	02:20	04:10	09:23	04:06	03:51
110	33:09	29:09	59:50	59:21	67:38	39:48
111	42:36	35:07	50:01	84:05	15:58	65:57
112	02:23	02:13	03:42	05:49	03:21	03:51
113	06:58	06:54	08:29	06:53	05:48	03:51
114	02:56	02:27	04:08	05:14	03:47	04:07
115	07:21	06:57	08:46	13:37	05:34	03:56
116	27:00	24:34	35:47	81:29	04:34	33:22
117	02:24	02:14	03:41	05:49	03:21	03:51
118	41:34	34:07	57:44	67:41	74:34	40:05
119	03:20	03:13	05:08	09:08	03:50	04:09
120	06:58	06:54	08:38	06:53	05:49	03:51
121	27:34	25:02	43:27	81:16	04:39	43:07
122	03:20	03:16	04:35	06:57	04:20	03:56
123	03:20	03:11	04:52	09:08	03:49	04:09
124	07:07	06:54	08:34	10:18	04:05	04:04
125	02:49	02:24	04:00	04:26	03:41	04:02
126	07:00	06:56	08:52	08:55	05:39	03:56
127	06:58	06:54	08:39	06:28	05:49	04:04
128	26:36	23:55	50:56	63:26	70:52	42:54
129	02:50	02:24	03:49	04:26	03:41	04:02
130	27:27	24:55	41:59	82:08	06:40	25:52
131	31:11	28:58	52:11	75:14	11:57	35:04
132	10:19	10:10	19:39	14:16	11:11	11:41
133	14:09	11:20	21:30	21:25	13:20	11:56
134	10:20	10:11	19:44	14:16	11:11	11:41
135	12:38	10:25	20:30	17:52	12:03	11:37
136	11:10	11:08	20:53	16:38	11:34	11:56
137	10:24	10:14	19:49	14:16	11:17	11:37
138	32:08	29:34	54:14	61:56	81:31	30:30
139	31:55	30:13	56:25	85:51	12:20	35:05
140	35:46	33:13	56:44	87:16	18:17	24:55
141	51:51	47:11	55:58	86:11	52:50	70:44
142	07:46	03:18	07:18	15:49	05:00	04:47
143	07:03	03:54	06:46	12:47	04:41	04:49
144	04:39	02:41	05:14	12:39	04:10	04:25
145	06:07	02:40	05:15	13:42	04:09	04:25
146	35:25	32:19	53:07	63:36	75:51	28:39
147	44:10	37:34	47:13	84:56	17:14	46:11
148	02:24	02:13	03:53	07:03	03:21	04:25
149	06:58	06:55	08:34	08:30	05:29	04:25
150	02:55	02:26	04:20	05:28	03:51	04:35
151	07:54	06:58	08:55	21:58	05:03	04:41
152	27:55	25:11	41:12	84:10	05:24	33:24
153	02:28	02:13	03:57	07:03	03:20	04:25
154	43:18	37:00	49:24	71:20	72:38	86:02
155	03:24	03:13	05:34	12:25	03:51	04:55
156	06:58	06:55	08:33	08:30	05:29	04:25
157	28:10	24:42	46:00	83:33	04:58	39:42
158	03:24	03:16	05:29	08:41	04:18	04:47
159	03:24	03:12	05:29	12:25	03:49	04:55

Tabelle 68: Zeiten, bis 99% der sich im Evakuationsgebiet befindenden Personen das Gebiet verlassen haben (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
160	07:18	06:54	08:41	14:20	04:10	04:23
161	02:49	02:21	04:08	05:33	03:45	04:44
162	07:00	06:56	08:41	13:25	05:15	04:41
163	06:57	06:53	08:41	08:30	05:33	04:23
164	28:43	26:00	42:30	62:31	71:54	34:55
165	02:49	02:21	04:08	05:33	03:45	04:44
166	30:38	27:58	52:01	82:46	07:09	33:54
167	33:38	31:33	48:52	81:42	13:00	28:41
168	02:22	02:12	03:56	07:14	03:10	04:06
169	07:59	03:52	06:46	22:02	04:57	04:19
170	02:22	02:13	03:56	07:14	03:09	04:06
171	06:04	02:58	05:28	14:11	04:05	04:06
172	03:21	03:14	05:22	12:15	03:56	04:19
173	02:26	02:17	04:02	07:53	03:15	04:06
174	27:20	25:08	40:00	61:48	72:03	27:20
175	27:57	24:49	41:49	82:14	04:29	23:20
176	30:54	28:54	48:35	79:17	11:56	32:30
177	68:34	65:10	20:10	78:16	86:14	25:13
178	03:37	01:53	03:41	05:05	02:28	02:36
179	03:03	01:47	03:57	04:11	03:09	01:47
180	02:21	01:50	03:00	03:50	02:32	01:24
181	02:26	01:57	02:58	03:52	02:19	01:24
182	40:59	45:11	65:55	60:13	85:56	40:30
183	65:26	56:53	88:10	84:40	58:24	87:55
184	01:55	01:49	02:51	02:10	01:14	01:24
185	06:56	06:53	07:49	02:04	06:17	01:24
186	01:52	01:56	02:37	02:08	01:36	01:47
187	06:59	06:54	08:25	07:04	02:29	02:08
188	40:59	44:32	25:31	84:20	36:57	39:25
189	01:55	01:49	02:51	02:10	01:14	01:24
190	64:29	60:34	30:12	65:40	87:45	49:03
191	02:29	02:15	04:10	03:37	01:33	02:10
192	06:56	06:53	07:48	02:04	06:17	01:24
193	36:12	38:27	26:34	80:42	44:21	74:42
194	01:58	01:53	03:29	02:59	01:42	02:36
195	02:28	02:09	04:09	03:37	01:33	02:10
196	06:59	06:56	07:55	06:56	02:00	01:29
197	01:45	01:45	02:46	02:04	01:31	01:44
198	06:56	06:54	08:25	03:05	06:09	02:08
199	06:58	06:56	07:53	02:10	06:10	01:29
200	29:03	30:48	24:45	64:53	87:42	66:37
201	01:46	01:45	02:56	02:04	01:31	01:44
202	36:23	35:41	51:14	80:19	27:00	53:27
203	41:00	40:37	39:55	83:27	74:22	81:35
204	01:58	01:52	02:52	02:16	01:07	01:24
205	03:13	02:18	04:08	05:11	02:14	02:08
206	01:57	01:51	02:52	02:16	01:07	01:24
207	02:30	02:00	02:58	03:56	02:01	01:29
208	02:20	02:06	03:54	03:29	01:21	02:08
209	02:00	01:54	02:43	02:11	01:17	01:29
210	26:40	29:52	25:36	57:06	87:46	21:37
211	29:37	28:16	27:13	75:56	20:08	37:19
212	31:10	32:30	33:12	75:01	71:42	51:40

Tabelle 69: Zeiten, bis 50% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
1	00:00	00:21	00:16	00:08	00:27	00:27	00:13
2	00:00	00:22	00:18	00:09	00:23	00:39	00:13
3	00:00	00:21	00:09	-	00:43	00:37	00:10
4	00:00	00:23	00:18	00:09	00:30	00:28	00:13
5	00:00	-	-	-	-	-	-
6	00:00	00:23	00:19	00:09	00:30	00:26	00:13
7	00:00	-	-	-	-	-	-
8	00:00	00:17	00:15	00:08	00:16	00:28	00:09
9	00:00	00:18	00:14	00:09	00:24	00:17	00:10
10	00:00	00:17	00:14	00:07	00:24	00:15	00:09
11	00:00	00:28	00:25	00:17	00:27	00:40	00:18
12	00:00	00:30	00:17	-	00:55	00:46	00:17
13	00:00	-	-	-	-	-	-
14	00:00	00:18	00:07	-	00:37	00:39	-
15	00:00	00:22	00:19	00:09	00:21	00:33	00:13
16	00:00	-	-	-	-	-	-
17	00:00	00:22	00:14	-	00:45	00:27	00:15
18	00:00	00:14	00:05	-	00:30	00:40	-
19	00:00	-	-	-	-	-	-
20	00:00	00:21	00:18	00:14	00:21	00:33	00:16
21	00:00	00:22	00:18	00:14	00:23	00:33	00:16
22	00:00	00:11	00:04	-	00:20	-	-
23	00:00	00:28	00:22	00:17	00:30	00:45	00:19
24	00:00	00:16	00:13	00:08	00:22	00:15	00:09
25	00:00	00:29	00:15	-	00:44	01:00	-
26	00:00	00:18	00:07	-	00:32	01:05	-
27	00:00	-	-	-	-	-	-
28	00:00	00:25	00:15	-	00:46	00:42	-
29	00:00	00:15	00:06	-	00:32	-	-
30	00:00	00:27	00:23	00:16	00:27	00:40	00:19
31	00:00	-	-	-	-	-	-
32	00:00	00:22	00:17	-	00:31	-	-
33	00:00	00:21	00:09	-	00:43	00:36	00:11
34	00:00	00:19	00:13	-	00:46	00:25	00:12
35	00:00	-	-	-	-	-	-
36	00:00	00:28	00:23	00:16	00:36	00:41	00:19
37	00:00	00:11	00:04	-	00:23	-	-
38	00:00	00:21	00:13	-	-	-	-
39	00:00	00:26	00:22	00:17	00:32	00:32	00:19
40	00:00	00:20	00:18	00:08	00:21	00:25	00:12
41	00:00	-	-	-	-	-	-
42	00:00	-	-	-	-	-	-
43	00:00	-	-	-	-	-	-
44	00:00	00:16	00:13	-	00:24	00:20	00:08
45	00:00	00:22	00:18	-	00:29	00:24	00:15
46	00:00	-	-	-	-	-	-
47	00:00	-	-	-	-	-	-
48	00:00	00:16	00:14	-	-	00:27	-
49	00:00	00:27	00:15	-	00:53	00:44	00:17
50	00:00	00:29	00:23	00:16	00:38	00:39	00:20
51	00:00	-	-	-	-	-	-
52	00:00	00:24	00:20	00:14	00:32	00:29	00:15
53	00:00	00:20	00:09	-	00:41	00:39	-

Tabelle 70: Zeiten, bis 50% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
54	00:00	00:13	00:05	-	00:37	00:18	00:06
55	00:00	00:15	00:13	00:08	00:15	00:19	00:09
56	00:00	-	-	-	-	-	-
57	00:00	-	-	-	-	-	-
58	00:00	00:13	00:11	-	-	-	-
59	00:00	-	-	-	-	-	-
60	00:00	00:16	00:14	-	00:22	00:23	00:08
61	00:00	00:24	00:19	-	00:37	-	-
62	00:00	00:19	00:17	-	00:21	00:23	00:14
63	00:00	00:21	00:20	-	00:22	00:24	00:12
64	00:00	-	-	-	-	-	-
65	00:00	00:27	00:25	-	00:31	00:31	00:21
66	00:00	-	-	-	-	-	-
67	00:00	-	-	-	-	-	-
68	00:00	00:18	00:15	-	-	00:27	-
69	00:00	00:24	00:20	-	00:31	00:34	00:12
70	00:00	00:12	00:11	-	-	00:16	-
71	00:00	00:27	00:25	-	00:30	00:31	00:21
72	00:00	-	-	-	-	-	-
73	00:00	00:29	00:24	-	00:37	00:47	00:20
74	00:00	00:26	00:23	-	00:27	00:31	00:18
75	00:00	00:16	00:13	-	00:24	00:20	00:08
76	00:00	00:21	00:17	-	00:28	00:23	00:14
77	00:00	-	-	-	-	-	-
78	00:00	00:15	00:14	-	00:16	00:18	00:08
79	00:00	00:17	00:14	-	-	-	-
80	00:00	-	-	-	-	-	-
81	00:00	00:20	00:18	-	00:21	00:25	00:15
82	00:00	00:26	00:21	00:12	00:32	00:36	00:13
83	00:00	00:19	00:17	-	00:21	00:23	00:14
84	00:00	00:25	00:20	00:14	00:31	00:39	00:13
85	00:00	00:16	00:14	-	-	00:27	-
86	00:00	00:27	00:20	-	00:33	-	-
87	00:00	-	-	-	-	-	-
88	00:00	-	-	-	-	-	-
89	00:00	-	-	-	-	-	-
90	00:00	-	-	-	-	-	-
91	00:00	-	-	-	-	-	-
92	00:00	-	-	-	-	-	-
93	00:00	00:24	00:19	-	00:31	00:32	00:12
94	00:00	00:22	00:18	-	00:31	00:32	00:11
95	00:00	00:18	00:15	-	00:27	-	-
96	00:00	-	-	-	-	-	-
97	00:00	-	-	-	-	-	-
98	00:00	-	-	-	-	-	-
99	00:00	00:20	00:18	00:14	00:22	00:26	00:16
100	00:00	00:20	00:17	00:13	00:22	00:25	00:15
101	00:00	00:19	00:16	00:14	00:22	00:26	00:15
102	00:00	00:19	00:13	-	00:46	00:26	00:12
103	00:00	00:19	00:12	-	00:43	00:24	-
104	00:00	00:17	00:11	-	-	-	-
105	00:00	00:21	00:19	00:09	00:24	00:25	00:13
106	00:00	00:22	00:18	00:08	00:29	00:28	00:12

Tabelle 71: Zeiten, bis 50% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	00:00	00:22	00:17	00:13	00:29	00:24	00:15
108	00:00	00:16	00:13	00:06	00:22	00:16	00:09
109	00:00	00:16	00:13	00:06	00:22	00:17	00:09
110	00:00	00:30	00:24	00:17	00:38	00:41	00:20
111	00:00	00:21	00:18	00:14	00:25	00:25	00:16
112	00:00	00:15	00:13	00:06	00:15	00:19	00:09
113	00:00	00:14	00:12	-	00:12	00:18	00:07
114	00:00	00:20	00:17	00:13	00:22	00:25	00:15
115	00:00	00:21	00:18	-	00:28	00:32	00:11
116	00:00	00:16	00:14	00:07	00:18	00:19	00:09
117	00:00	00:15	00:13	00:06	00:15	00:19	00:09
118	00:00	00:17	00:14	00:07	00:24	00:16	00:09
119	00:00	00:26	00:23	00:16	00:28	00:32	00:19
120	00:00	00:14	00:13	-	00:12	00:18	00:07
121	00:00	00:16	00:14	00:07	00:18	00:19	00:09
122	00:00	00:20	00:18	00:08	00:21	00:25	00:12
123	00:00	00:26	00:23	00:16	00:28	00:32	00:19
124	00:00	00:21	00:18	-	00:28	00:23	00:14
125	00:00	00:14	00:13	00:06	00:15	00:19	00:08
126	00:00	00:19	00:17	-	00:18	00:25	00:11
127	00:00	00:19	00:17	-	00:21	00:23	00:14
128	00:00	00:16	00:13	-	00:24	00:20	00:08
129	00:00	00:14	00:13	00:06	00:15	00:19	00:08
130	00:00	00:20	00:18	-	00:24	00:23	00:15
131	00:00	00:20	00:18	-	00:20	00:25	00:12
132	00:00	08:15	08:13	08:08	08:15	08:19	08:09
133	00:00	08:23	08:18	08:12	08:30	08:36	08:13
134	00:00	08:15	08:13	08:08	08:15	08:19	08:09
135	00:00	08:22	08:18	08:13	08:28	08:23	08:15
136	00:00	08:21	08:19	08:12	08:21	08:26	08:13
137	00:00	08:20	08:18	08:13	08:22	08:24	08:15
138	00:00	08:18	08:14	08:10	08:24	08:22	08:10
139	00:00	08:22	08:19	08:13	08:26	08:25	08:16
140	00:00	08:22	08:20	08:14	08:24	08:26	08:13
141	00:00	00:22	00:20	00:10	00:25	00:26	00:14
142	00:00	00:23	00:19	00:09	00:30	00:29	00:13
143	00:00	00:22	00:18	00:14	00:30	00:24	00:16
144	00:00	00:17	00:14	00:07	00:24	00:17	00:09
145	00:00	00:17	00:14	00:07	00:24	00:17	00:09
146	00:00	00:31	00:25	00:18	00:39	00:42	00:21
147	00:00	00:22	00:19	00:14	00:26	00:26	00:16
148	00:00	00:15	00:14	00:07	00:16	00:20	00:09
149	00:00	00:14	00:14	-	00:12	00:19	00:08
150	00:00	00:20	00:18	00:14	00:22	00:26	00:16
151	00:00	00:23	00:19	-	00:30	00:34	00:11
152	00:00	00:17	00:15	00:08	00:19	00:20	00:10
153	00:00	00:15	00:14	00:07	00:16	00:20	00:09
154	00:00	00:18	00:15	00:07	00:26	00:17	00:09
155	00:00	00:27	00:23	00:17	00:29	00:33	00:20
156	00:00	00:14	00:14	-	00:12	00:19	00:08
157	00:00	00:17	00:15	00:08	00:19	00:20	00:10
158	00:00	00:21	00:19	00:09	00:21	00:26	00:13
159	00:00	00:27	00:24	00:17	00:29	00:33	00:20

Tabelle 72: Zeiten, bis 50% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
160	00:00	00:21	00:18	-	00:29	00:24	00:15
161	00:00	00:15	00:14	00:07	00:16	00:20	00:09
162	00:00	00:20	00:19	-	00:18	00:24	00:11
163	00:00	00:20	00:18	-	00:21	00:25	00:15
164	00:00	00:17	00:14	-	00:24	00:22	00:09
165	00:00	00:15	00:14	00:07	00:16	00:20	00:09
166	00:00	00:21	00:19	-	00:25	00:25	00:17
167	00:00	00:21	00:20	-	00:22	00:24	00:12
168	00:00	00:15	00:14	00:08	00:15	00:20	00:09
169	00:00	00:24	00:20	00:10	00:30	00:34	00:13
170	00:00	00:15	00:14	00:08	00:15	00:20	00:09
171	00:00	00:23	00:18	00:14	00:30	00:28	00:14
172	00:00	00:21	00:20	00:09	00:21	00:27	00:13
173	00:00	00:21	00:19	00:14	00:22	00:26	00:14
174	00:00	00:19	00:15	00:08	00:25	00:21	00:09
175	00:00	00:22	00:20	00:14	00:26	00:27	00:15
176	00:00	00:23	00:21	00:12	00:25	00:27	00:13
177	00:00	00:20	00:18	00:08	00:23	00:25	00:13
178	00:00	00:21	00:16	00:08	00:28	00:27	00:13
179	00:00	00:21	00:16	00:14	00:29	00:23	00:15
180	00:00	00:16	00:12	00:06	00:22	00:18	00:09
181	00:00	00:16	00:12	00:06	00:22	00:18	00:09
182	00:00	00:28	00:22	00:16	00:37	00:35	00:19
183	00:00	00:20	00:17	00:14	00:25	00:25	00:16
184	00:00	00:14	00:12	00:06	00:15	00:18	00:09
185	00:00	00:12	00:11	-	-	00:16	-
186	00:00	00:19	00:16	00:14	00:22	00:26	00:15
187	00:00	00:18	00:15	-	00:26	-	-
188	00:00	00:15	00:13	00:07	00:18	00:18	00:09
189	00:00	00:14	00:12	00:06	00:15	00:18	00:09
190	00:00	00:17	00:13	00:06	00:23	00:19	00:09
191	00:00	00:25	00:21	00:16	00:28	00:32	00:18
192	00:00	00:12	00:11	-	-	00:16	-
193	00:00	00:15	00:13	00:06	00:18	00:18	00:09
194	00:00	00:19	00:16	00:08	00:20	00:25	00:13
195	00:00	00:25	00:21	00:16	00:28	00:32	00:18
196	00:00	00:17	00:14	-	00:29	-	-
197	00:00	00:14	00:12	00:06	00:14	00:18	00:09
198	00:00	00:16	00:14	-	-	00:21	-
199	00:00	00:16	00:14	-	-	00:27	-
200	00:00	00:14	00:11	-	00:21	-	-
201	00:00	00:14	00:12	00:06	00:14	00:18	00:09
202	00:00	00:18	00:15	-	-	00:27	-
203	00:00	00:17	00:14	-	-	-	-
204	00:00	00:15	00:13	-	00:18	00:18	-
205	00:00	00:25	00:18	-	00:32	-	-
206	00:00	00:15	00:14	-	00:18	00:18	-
207	00:00	00:22	00:17	-	00:29	-	-
208	00:00	00:22	00:18	-	00:25	00:28	-
209	00:00	00:20	00:17	-	00:22	00:23	-
210	00:00	00:20	00:14	-	00:27	-	-
211	00:00	00:21	00:17	-	00:27	00:23	-
212	00:00	00:23	00:19	-	00:29	00:28	-

Tabelle 73: Zeiten, bis 75% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
1	00:16	00:43	00:35	00:20	01:01	00:59	00:19
2	00:18	00:45	00:39	00:26	00:42	01:04	00:21
3	00:00	00:55	00:27	-	01:55	01:07	00:19
4	00:17	00:51	00:40	00:28	01:09	01:09	00:20
5	00:00	-	-	-	-	-	-
6	00:17	00:50	00:41	00:19	01:07	01:07	00:22
7	00:00	-	-	-	-	-	-
8	00:13	00:37	00:32	00:16	00:34	00:53	00:17
9	00:12	00:42	00:33	00:20	01:00	00:47	00:18
10	00:12	00:41	00:30	00:15	01:01	00:35	00:16
11	00:25	00:50	00:47	00:28	00:45	01:08	00:28
12	00:00	01:06	00:37	-	02:19	01:20	00:27
13	00:00	-	-	-	-	-	-
14	00:00	00:49	00:21	-	01:35	01:11	-
15	00:16	00:46	00:46	00:21	00:37	01:03	00:23
16	00:00	-	-	-	-	-	-
17	00:00	00:52	00:27	-	02:06	00:52	00:23
18	00:00	00:41	00:18	-	01:28	01:45	-
19	00:00	-	-	-	-	-	-
20	00:19	00:36	00:31	00:20	00:33	00:56	00:22
21	00:19	00:39	00:33	00:22	00:38	00:55	00:24
22	00:00	00:36	00:10	-	00:35	-	-
23	00:25	00:49	00:42	00:25	00:46	01:10	00:31
24	00:12	00:36	00:29	00:15	00:52	00:42	00:17
25	00:00	01:01	00:35	-	01:34	02:35	-
26	00:00	00:48	00:21	-	01:17	02:06	-
27	00:00	-	-	-	-	-	-
28	00:00	00:54	00:29	-	01:47	01:07	-
29	00:00	00:49	00:15	-	01:04	-	-
30	00:23	00:46	00:42	00:26	00:42	01:06	00:29
31	00:00	-	-	-	-	-	-
32	00:20	00:41	00:31	-	01:03	-	-
33	00:00	00:55	00:29	-	01:53	01:06	00:19
34	00:00	00:42	00:22	-	01:38	01:00	00:20
35	00:00	-	-	-	-	-	-
36	00:24	00:53	00:42	00:25	01:08	01:36	00:29
37	00:00	00:36	00:10	-	01:05	-	-
38	00:00	00:42	00:24	-	-	-	-
39	00:24	00:48	00:42	00:28	00:56	00:53	00:30
40	00:14	00:40	00:37	00:17	00:39	00:50	00:21
41	00:00	-	-	-	-	-	-
42	00:00	-	-	-	-	-	-
43	00:00	-	-	-	-	-	-
44	00:00	00:39	00:31	-	00:58	00:56	00:16
45	00:08	00:40	00:33	-	00:58	00:48	00:22
46	00:00	-	-	-	-	-	-
47	00:00	-	-	-	-	-	-
48	00:09	00:33	00:25	-	-	00:51	-
49	00:00	00:59	00:31	-	02:03	01:13	00:27
50	00:25	00:59	00:45	00:27	01:18	01:33	00:31
51	00:00	-	-	-	-	-	-
52	00:21	00:53	00:40	00:22	01:10	01:09	00:23
53	00:00	00:58	00:26	-	02:07	01:13	-

Tabelle 74: Zeiten, bis 75% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
54	00:00	00:35	00:16	-	01:29	00:50	00:11
55	00:11	00:32	00:31	00:15	00:30	00:43	00:17
56	00:00	-	-	-	-	-	-
57	00:00	-	-	-	-	-	-
58	00:00	00:30	00:31	-	-	-	-
59	00:00	-	-	-	-	-	-
60	00:00	00:37	00:31	-	00:52	01:02	00:14
61	00:10	00:54	00:39	-	01:25	-	-
62	00:07	00:35	00:32	-	00:35	00:44	00:22
63	00:00	00:48	00:47	-	00:52	00:50	00:26
64	00:00	-	-	-	-	-	-
65	00:09	00:53	00:52	-	01:01	00:54	00:34
66	00:00	-	-	-	-	-	-
67	00:00	-	-	-	-	-	-
68	00:09	00:36	00:31	-	-	00:50	-
69	00:00	00:54	00:47	-	01:08	01:26	00:25
70	00:00	00:29	00:30	-	-	00:27	-
71	00:09	00:52	00:50	-	01:00	00:54	00:34
72	00:00	-	-	-	-	-	-
73	00:09	00:57	00:50	-	01:12	01:41	00:34
74	00:09	00:48	00:46	-	00:49	00:55	00:30
75	00:00	00:40	00:31	-	00:58	00:55	00:17
76	00:07	00:39	00:33	-	00:55	00:45	00:22
77	00:00	-	-	-	-	-	-
78	00:00	00:37	00:35	-	00:41	00:42	00:16
79	00:00	00:39	00:39	-	-	-	-
80	00:00	-	-	-	-	-	-
81	00:08	00:36	00:33	-	00:35	00:46	00:22
82	00:18	01:00	00:52	00:30	01:15	01:28	00:25
83	00:07	00:35	00:32	-	00:35	00:44	00:22
84	00:17	00:58	00:51	00:36	01:09	01:32	00:27
85	00:09	00:33	00:28	-	-	00:51	-
86	00:17	01:01	00:44	-	01:30	-	-
87	00:00	-	-	-	-	-	-
88	00:00	-	-	-	-	-	-
89	00:00	-	-	-	-	-	-
90	00:00	-	-	-	-	-	-
91	00:00	-	-	-	-	-	-
92	00:00	-	-	-	-	-	-
93	00:00	00:54	00:46	-	01:11	01:27	00:26
94	00:00	00:52	00:43	-	01:10	01:12	00:21
95	00:00	00:45	00:40	-	00:57	-	-
96	00:00	-	-	-	-	-	-
97	00:00	-	-	-	-	-	-
98	00:00	-	-	-	-	-	-
99	00:18	00:36	00:31	00:20	00:39	00:49	00:22
100	00:18	00:34	00:29	00:19	00:37	00:45	00:22
101	00:18	00:33	00:28	00:19	00:35	00:45	00:22
102	00:00	00:42	00:22	-	01:38	01:00	00:20
103	00:00	00:40	00:22	-	01:35	00:50	-
104	00:00	00:38	00:17	-	-	-	-
105	00:15	00:45	00:42	00:20	00:50	00:50	00:24
106	00:16	00:46	00:37	00:17	01:01	01:14	00:21

Tabelle 75: Zeiten, bis 75% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	00:19	00:41	00:30	00:20	00:56	00:52	00:22
108	00:12	00:36	00:28	00:14	00:51	00:47	00:15
109	00:12	00:36	00:28	00:14	00:51	00:47	00:15
110	00:25	01:00	00:48	00:27	01:17	01:36	00:32
111	00:18	00:39	00:33	00:22	00:48	00:45	00:24
112	00:11	00:31	00:28	00:13	00:30	00:41	00:15
113	00:00	00:30	00:28	-	00:26	00:41	00:13
114	00:18	00:34	00:29	00:19	00:37	00:45	00:22
115	00:00	00:46	00:39	-	01:00	01:19	00:20
116	00:11	00:36	00:33	00:16	00:41	00:41	00:17
117	00:11	00:31	00:28	00:13	00:30	00:41	00:15
118	00:12	00:41	00:30	00:15	00:59	00:45	00:16
119	00:23	00:46	00:42	00:25	00:47	00:56	00:29
120	00:00	00:30	00:29	-	00:26	00:41	00:13
121	00:11	00:36	00:33	00:17	00:41	00:41	00:17
122	00:14	00:40	00:37	00:17	00:39	00:50	00:21
123	00:23	00:46	00:42	00:25	00:47	00:56	00:29
124	00:07	00:39	00:33	-	00:55	00:45	00:22
125	00:11	00:30	00:26	00:12	00:30	00:41	00:14
126	00:00	00:41	00:40	-	00:38	00:50	00:20
127	00:07	00:35	00:32	-	00:35	00:44	00:22
128	00:00	00:39	00:32	-	00:55	00:56	00:18
129	00:11	00:30	00:26	00:12	00:30	00:41	00:14
130	00:07	00:39	00:36	-	00:45	00:44	00:25
131	00:00	00:44	00:41	-	00:49	00:48	00:27
132	08:11	08:32	08:31	08:15	08:30	08:43	08:17
133	08:16	08:51	08:45	08:21	08:59	09:29	08:24
134	08:11	08:32	08:31	08:15	08:30	08:44	08:17
135	08:19	08:43	08:33	08:22	08:57	09:07	08:22
136	08:15	08:44	08:44	08:21	08:39	08:51	08:24
137	08:18	08:37	08:34	08:22	08:37	08:47	08:22
138	08:12	08:44	08:35	08:20	08:59	09:06	08:18
139	08:19	08:43	08:38	08:22	08:53	08:48	08:23
140	08:15	08:49	08:50	08:36	08:50	08:51	08:26
141	00:16	00:47	00:44	00:22	00:53	00:53	00:25
142	00:17	00:48	00:38	00:18	01:06	01:12	00:22
143	00:20	00:44	00:32	00:21	01:02	00:54	00:22
144	00:13	00:39	00:31	00:14	00:56	00:48	00:15
145	00:13	00:39	00:30	00:14	00:56	00:48	00:15
146	00:26	01:04	00:51	00:29	01:23	01:33	00:32
147	00:19	00:42	00:35	00:23	00:52	00:49	00:24
148	00:12	00:34	00:31	00:14	00:32	00:44	00:15
149	00:00	00:32	00:31	-	00:28	00:41	00:14
150	00:18	00:36	00:31	00:21	00:39	00:49	00:22
151	00:00	00:49	00:42	-	01:02	01:27	00:21
152	00:12	00:39	00:35	00:16	00:44	00:45	00:17
153	00:12	00:33	00:31	00:14	00:32	00:44	00:15
154	00:13	00:45	00:32	00:16	01:06	00:46	00:17
155	00:24	00:49	00:45	00:26	00:49	00:59	00:29
156	00:00	00:32	00:31	-	00:28	00:42	00:14
157	00:12	00:39	00:35	00:17	00:45	00:44	00:17
158	00:15	00:42	00:38	00:18	00:42	00:52	00:22
159	00:24	00:49	00:44	00:26	00:49	00:59	00:29

Tabelle 76: Zeiten, bis 75% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
160	00:08	00:40	00:33	-	00:58	00:46	00:22
161	00:11	00:32	00:28	00:13	00:32	00:44	00:15
162	00:00	00:43	00:42	-	00:40	00:50	00:21
163	00:08	00:36	00:33	-	00:35	00:46	00:22
164	00:00	00:42	00:36	-	01:00	01:01	00:17
165	00:11	00:32	00:28	00:13	00:32	00:44	00:15
166	00:08	00:41	00:37	-	00:49	00:46	00:25
167	00:00	00:48	00:47	-	00:52	00:50	00:25
168	00:11	00:35	00:33	00:15	00:31	00:45	00:16
169	00:17	00:54	00:47	00:21	01:03	01:27	00:23
170	00:11	00:35	00:33	00:15	00:31	00:45	00:16
171	00:20	00:45	00:34	00:22	01:02	01:08	00:21
172	00:16	00:46	00:47	00:21	00:41	00:54	00:23
173	00:19	00:39	00:35	00:22	00:39	00:52	00:21
174	00:13	00:48	00:38	00:21	01:05	01:01	00:17
175	00:20	00:46	00:40	00:23	00:52	00:52	00:24
176	00:16	00:52	00:53	00:30	00:52	00:54	00:25
177	00:16	00:43	00:39	00:22	00:47	00:49	00:22
178	00:16	00:44	00:35	00:20	01:01	01:30	00:19
179	00:19	00:39	00:29	00:19	00:56	01:03	00:22
180	00:13	00:35	00:26	00:16	00:52	00:51	00:15
181	00:13	00:35	00:27	00:16	00:52	00:50	00:15
182	00:25	00:56	00:42	00:24	01:14	01:50	00:30
183	00:19	00:38	00:31	00:24	00:45	00:45	00:23
184	00:11	00:30	00:27	00:16	00:30	00:40	00:15
185	00:00	00:29	00:30	-	-	00:27	-
186	00:18	00:33	00:27	00:19	00:35	00:45	00:22
187	00:00	00:44	00:39	-	00:50	-	-
188	00:12	00:34	00:30	00:26	00:41	00:40	00:15
189	00:11	00:30	00:27	00:16	00:30	00:40	00:15
190	00:13	00:39	00:28	00:15	00:57	01:02	00:15
191	00:23	00:42	00:38	00:24	00:44	00:54	00:29
192	00:00	00:29	00:29	-	-	00:27	-
193	00:12	00:34	00:30	00:15	00:41	00:40	00:15
194	00:15	00:38	00:35	00:20	00:38	00:48	00:19
195	00:23	00:42	00:37	00:23	00:44	00:54	00:29
196	00:09	00:36	00:27	-	01:16	-	-
197	00:11	00:29	00:25	00:15	00:28	00:40	00:14
198	00:00	00:37	00:43	-	-	00:36	-
199	00:09	00:33	00:28	-	-	00:51	-
200	00:00	00:34	00:30	-	00:39	-	-
201	00:11	00:29	00:25	00:15	00:28	00:40	00:14
202	00:09	00:35	00:33	-	-	00:50	-
203	00:00	00:38	00:41	-	-	-	-
204	00:11	00:33	00:27	-	00:33	00:50	-
205	00:16	00:54	00:37	-	01:05	-	-
206	00:11	00:33	00:27	-	00:33	00:50	-
207	00:20	00:37	00:28	-	00:53	-	-
208	00:15	00:45	00:39	-	00:40	00:55	-
209	00:18	00:33	00:29	-	00:35	00:46	-
210	00:13	00:46	00:32	-	01:09	-	-
211	00:19	00:36	00:30	-	00:44	00:45	-
212	00:15	00:49	00:42	-	00:53	00:51	-

Tabelle 77: Zeiten, bis 85% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
1	00:31	01:08	00:48	00:34	01:36	01:46	00:25
2	00:33	01:07	01:03	00:53	01:00	01:28	00:32
3	00:00	01:33	00:42	-	03:07	01:31	00:23
4	00:35	01:28	01:04	01:05	01:56	01:56	00:32
5	00:00	-	-	-	-	-	-
6	00:34	01:16	00:59	00:28	01:54	01:38	00:28
7	00:00	-	-	-	-	-	-
8	00:25	00:59	00:57	00:27	00:54	01:07	00:25
9	00:26	01:13	00:54	00:31	01:58	01:26	00:30
10	00:25	01:13	00:52	00:25	01:57	01:00	00:24
11	00:40	01:08	01:06	00:48	00:58	01:26	00:33
12	00:00	01:54	00:53	-	03:24	01:49	00:44
13	00:00	-	-	-	-	-	-
14	00:00	01:13	00:38	-	02:45	01:29	-
15	00:31	01:04	01:06	00:36	00:51	01:22	00:29
16	00:00	-	-	-	-	-	-
17	00:00	01:45	00:39	-	03:17	01:15	00:34
18	00:00	01:23	00:30	-	02:26	03:26	-
19	00:00	-	-	-	-	-	-
20	00:29	00:52	00:45	00:26	00:43	01:09	00:28
21	00:30	01:00	00:55	00:29	00:56	01:10	00:31
22	00:00	00:55	00:22	-	01:07	-	-
23	00:40	01:11	01:04	00:38	01:03	01:31	00:37
24	00:24	00:58	00:44	00:20	01:32	01:03	00:20
25	00:00	01:45	00:50	-	02:27	03:31	-
26	00:00	01:13	00:36	-	01:50	03:26	-
27	00:00	-	-	-	-	-	-
28	00:00	01:16	00:42	-	02:45	01:30	-
29	00:00	01:13	00:34	-	01:41	-	-
30	00:37	01:03	00:58	00:32	00:55	01:24	00:35
31	00:00	-	-	-	-	-	-
32	00:32	01:05	00:44	-	01:35	-	-
33	00:00	01:35	00:43	-	03:11	01:27	00:35
34	00:00	01:11	00:31	-	02:11	02:55	00:26
35	00:00	-	-	-	-	-	-
36	00:41	01:19	00:59	00:33	01:47	02:05	00:35
37	00:00	00:55	00:22	-	01:45	-	-
38	00:00	01:22	00:29	-	-	-	-
39	00:39	01:10	01:06	00:41	01:22	01:10	00:39
40	00:28	00:56	00:53	00:25	00:53	01:09	00:27
41	00:00	-	-	-	-	-	-
42	00:00	-	-	-	-	-	-
43	00:00	-	-	-	-	-	-
44	00:11	01:07	00:51	-	01:54	01:52	00:20
45	00:20	01:04	00:48	-	01:37	01:02	00:29
46	00:00	-	-	-	-	-	-
47	00:00	-	-	-	-	-	-
48	00:17	00:46	00:35	-	-	01:09	-
49	00:00	01:29	00:45	-	02:58	01:28	00:43
50	00:43	01:35	01:11	00:39	02:13	02:07	00:40
51	00:00	-	-	-	-	-	-
52	00:36	01:24	01:04	00:37	02:09	01:41	00:30
53	00:00	01:38	00:43	-	03:25	01:34	-

Tabelle 78: Zeiten, bis 85% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
54	00:00	01:05	00:25	-	02:06	02:41	00:14
55	00:22	00:49	00:47	00:21	00:42	00:58	00:20
56	00:00	-	-	-	-	-	-
57	00:00	-	-	-	-	-	-
58	00:10	00:47	00:54	-	-	-	-
59	00:00	-	-	-	-	-	-
60	00:12	01:00	00:47	-	01:28	01:39	00:17
61	00:23	01:30	00:58	-	02:19	-	-
62	00:18	00:50	00:46	-	00:47	01:02	00:27
63	00:15	01:12	01:12	-	01:15	01:12	00:42
64	00:00	-	-	-	-	-	-
65	00:25	01:15	01:10	-	01:33	01:19	00:44
66	00:00	-	-	-	-	-	-
67	00:00	-	-	-	-	-	-
68	00:17	00:54	00:41	-	-	01:05	-
69	00:17	01:26	01:12	-	02:04	01:51	00:37
70	00:09	00:38	00:43	-	-	00:45	-
71	00:25	01:14	01:11	-	01:34	01:19	00:43
72	00:00	-	-	-	-	-	-
73	00:26	01:26	01:09	-	02:06	02:19	00:50
74	00:24	01:05	01:03	-	01:04	01:17	00:34
75	00:11	01:07	00:51	-	01:55	01:52	00:22
76	00:19	00:59	00:46	-	01:35	00:59	00:27
77	00:00	-	-	-	-	-	-
78	00:11	00:58	00:58	-	01:03	01:01	00:22
79	00:12	00:56	00:57	-	-	-	-
80	00:00	-	-	-	-	-	-
81	00:19	00:52	00:49	-	00:47	01:04	00:29
82	00:39	01:36	01:18	00:45	02:20	02:01	00:33
83	00:18	00:50	00:46	-	00:47	01:02	00:27
84	00:37	01:30	01:13	00:51	02:05	02:05	00:42
85	00:16	00:46	00:35	-	-	01:09	-
86	00:35	01:54	01:19	-	02:18	-	-
87	00:00	-	-	-	-	-	-
88	00:00	-	-	-	-	-	-
89	00:00	-	-	-	-	-	-
90	00:00	-	-	-	-	-	-
91	00:00	-	-	-	-	-	-
92	00:00	-	-	-	-	-	-
93	00:17	01:27	01:11	-	02:01	01:52	00:43
94	00:15	01:21	01:04	-	02:04	01:53	00:31
95	00:13	01:15	00:57	-	01:18	-	-
96	00:00	-	-	-	-	-	-
97	00:00	-	-	-	-	-	-
98	00:00	-	-	-	-	-	-
99	00:29	00:53	00:45	00:26	00:53	01:05	00:28
100	00:27	00:49	00:41	00:24	00:49	01:01	00:26
101	00:28	00:46	00:36	00:29	00:45	00:59	00:25
102	00:00	01:11	00:31	-	02:11	02:55	00:26
103	00:00	01:05	00:32	-	02:02	02:42	-
104	00:00	00:58	00:23	-	-	-	-
105	00:30	01:08	01:06	00:34	01:17	01:10	00:34
106	00:31	01:11	00:53	00:24	01:42	01:50	00:27

Tabelle 79: Zeiten, bis 85% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	00:31	01:04	00:44	00:25	01:30	01:18	00:26
108	00:24	00:57	00:42	00:19	01:28	01:11	00:19
109	00:24	00:57	00:41	00:20	01:28	01:10	00:19
110	00:44	01:34	01:11	00:40	02:14	02:04	00:43
111	00:30	01:00	00:55	00:29	01:13	01:02	00:31
112	00:21	00:45	00:42	00:20	00:42	00:57	00:19
113	00:10	00:45	00:44	-	00:39	01:01	00:17
114	00:27	00:49	00:41	00:24	00:49	01:01	00:26
115	00:15	01:08	00:56	-	01:33	01:53	00:24
116	00:23	00:57	00:54	00:25	01:06	00:57	00:23
117	00:21	00:45	00:42	00:20	00:42	00:57	00:19
118	00:25	01:13	00:51	00:24	01:53	01:14	00:24
119	00:36	01:03	00:59	00:32	01:02	01:18	00:35
120	00:10	00:45	00:45	-	00:39	01:01	00:17
121	00:24	00:56	00:54	00:25	01:06	00:57	00:24
122	00:28	00:56	00:53	00:24	00:53	01:09	00:27
123	00:37	01:03	00:59	00:33	01:02	01:18	00:35
124	00:19	00:59	00:47	-	01:35	00:58	00:27
125	00:21	00:44	00:38	00:18	00:41	00:57	00:19
126	00:14	00:58	00:56	-	00:54	01:10	00:24
127	00:18	00:50	00:46	-	00:47	01:02	00:27
128	00:11	01:07	00:53	-	01:48	01:51	00:22
129	00:21	00:44	00:38	00:18	00:41	00:57	00:19
130	00:19	01:00	00:57	-	01:18	01:02	00:34
131	00:14	01:08	01:04	-	01:14	01:09	00:42
132	08:22	08:49	08:47	08:21	08:42	08:58	08:20
133	08:34	09:15	09:02	08:37	09:38	10:02	08:29
134	08:22	08:48	08:45	08:21	08:42	08:58	08:20
135	08:32	09:05	08:49	08:29	09:29	09:27	08:25
136	08:30	09:00	09:02	08:36	08:53	09:12	08:29
137	08:29	08:54	08:51	08:28	08:51	09:07	08:25
138	08:27	09:15	08:57	08:29	09:51	09:39	08:31
139	08:31	09:06	09:01	08:33	09:18	09:09	08:30
140	08:33	09:13	09:13	08:44	09:15	09:12	08:33
141	00:32	01:12	01:10	00:35	01:21	01:12	00:35
142	00:33	01:16	00:56	00:27	01:52	01:44	00:29
143	00:33	01:11	00:49	00:26	01:40	01:16	00:28
144	00:26	01:03	00:46	00:20	01:37	01:11	00:20
145	00:26	01:03	00:46	00:20	01:37	01:09	00:20
146	00:47	01:40	01:16	00:41	02:22	02:01	00:43
147	00:32	01:05	01:00	00:31	01:18	01:05	00:32
148	00:23	00:50	00:46	00:20	00:45	01:00	00:20
149	00:11	00:48	00:47	-	00:41	01:01	00:17
150	00:29	00:53	00:45	00:26	00:53	01:05	00:28
151	00:16	01:13	01:00	-	01:42	01:56	00:25
152	00:26	01:00	00:59	00:26	01:11	01:00	00:25
153	00:23	00:50	00:46	00:20	00:45	01:00	00:20
154	00:28	01:18	00:57	00:25	02:04	01:11	00:25
155	00:38	01:07	01:04	00:34	01:06	01:19	00:36
156	00:11	00:49	00:48	-	00:41	01:02	00:17
157	00:26	01:00	00:59	00:27	01:11	01:00	00:25
158	00:30	00:59	00:56	00:27	00:58	01:11	00:29
159	00:38	01:07	01:03	00:35	01:06	01:19	00:36

Tabelle 80: Zeiten, bis 85% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
160	00:20	01:03	00:47	-	01:37	01:02	00:29
161	00:22	00:48	00:43	00:20	00:45	00:59	00:20
162	00:15	01:01	01:00	-	00:59	01:12	00:25
163	00:19	00:52	00:49	-	00:47	01:04	00:29
164	00:12	01:12	00:58	-	01:55	01:39	00:23
165	00:22	00:48	00:43	00:20	00:45	00:59	00:20
166	00:20	01:02	00:58	-	01:23	01:03	00:34
167	00:15	01:12	01:11	-	01:15	01:12	00:36
168	00:24	00:53	00:51	00:21	00:44	01:00	00:20
169	00:35	01:22	01:07	00:32	01:50	02:01	00:29
170	00:24	00:52	00:51	00:23	00:44	01:00	00:20
171	00:33	01:09	00:52	00:34	01:38	01:34	00:25
172	00:32	01:05	01:08	00:35	00:56	01:15	00:29
173	00:30	00:57	00:54	00:34	00:53	01:10	00:25
174	00:29	01:19	01:01	00:31	02:00	01:38	00:23
175	00:33	01:09	01:06	00:36	01:19	01:10	00:30
176	00:34	01:17	01:19	00:43	01:22	01:15	00:33
177	00:31	01:03	01:02	00:36	01:10	01:04	00:32
178	00:32	01:10	00:47	00:34	01:34	02:07	00:25
179	00:31	01:02	00:39	00:28	01:23	01:25	00:25
180	00:25	00:57	00:35	00:28	01:20	01:18	00:19
181	00:25	00:57	00:36	00:29	01:20	01:18	00:19
182	00:42	01:32	01:05	00:39	01:59	02:17	00:35
183	00:31	00:57	00:51	00:30	01:08	00:58	00:30
184	00:22	00:43	00:36	00:29	00:43	00:55	00:19
185	00:09	00:38	00:43	-	-	00:45	-
186	00:28	00:46	00:36	00:27	00:45	00:59	00:25
187	00:13	01:00	00:49	-	01:15	-	-
188	00:24	00:55	00:52	00:36	01:01	00:55	00:22
189	00:22	00:43	00:36	00:29	00:43	00:55	00:19
190	00:26	01:10	00:46	00:28	01:33	01:31	00:23
191	00:36	00:57	00:50	00:38	00:59	01:08	00:33
192	00:09	00:38	00:43	-	-	00:45	-
193	00:24	00:55	00:52	00:31	01:00	00:55	00:22
194	00:28	00:53	00:48	00:36	00:52	01:04	00:25
195	00:36	00:57	00:49	00:37	00:59	01:08	00:33
196	00:17	00:50	00:36	-	01:32	-	-
197	00:21	00:42	00:34	00:24	00:40	00:55	00:17
198	00:12	00:50	00:52	-	-	00:52	-
199	00:16	00:46	00:35	-	-	01:09	-
200	00:11	01:08	01:03	-	01:06	-	-
201	00:21	00:42	00:34	00:24	00:40	00:55	00:17
202	00:17	00:54	00:41	-	-	01:05	-
203	00:12	00:56	01:10	-	-	-	-
204	00:22	00:49	00:41	-	00:43	00:58	-
205	00:33	01:30	01:02	-	02:00	-	-
206	00:22	00:49	00:41	-	00:43	00:58	-
207	00:30	01:02	00:36	-	01:13	-	-
208	00:30	01:00	01:02	-	00:54	01:03	-
209	00:27	00:46	00:36	-	00:44	00:59	-
210	00:28	01:26	00:51	-	01:47	-	-
211	00:29	00:52	00:43	-	01:07	00:59	-
212	00:32	01:12	01:07	-	01:27	01:00	-

Tabelle 81: Zeiten, bis 90% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
1	00:45	01:33	01:03	00:47	02:13	02:02	00:32
2	00:47	01:33	01:35	01:09	01:18	01:54	00:38
3	00:00	02:30	00:53	-	05:02	01:46	00:49
4	00:54	02:02	01:33	03:59	02:33	02:21	00:38
5	00:00	-	-	-	-	-	-
6	00:51	01:42	01:15	00:37	02:48	01:57	00:34
7	00:00	-	-	-	-	-	-
8	00:38	01:17	01:18	00:39	01:19	01:17	00:42
9	00:42	01:42	01:14	01:22	02:52	01:59	00:52
10	00:40	01:45	01:16	00:31	02:57	01:33	00:40
11	00:53	01:22	01:21	00:55	01:10	01:41	00:38
12	00:00	02:54	01:07	-	05:24	03:06	00:53
13	00:00	-	-	-	-	-	-
14	00:00	01:45	00:45	-	03:25	01:44	-
15	00:47	01:20	01:22	00:41	01:00	01:35	00:34
16	00:00	-	-	-	-	-	-
17	00:00	02:47	00:48	-	04:41	02:12	00:57
18	00:00	02:17	00:37	-	03:19	03:47	-
19	00:00	-	-	-	-	-	-
20	00:39	01:05	01:03	00:30	00:52	01:19	00:32
21	00:42	01:18	01:19	00:38	01:19	01:21	00:45
22	00:00	01:17	00:37	-	01:16	-	-
23	00:53	01:33	01:32	00:55	01:24	01:57	00:46
24	00:36	01:20	00:57	00:21	02:12	01:35	00:31
25	00:00	02:36	00:59	-	02:58	03:51	-
26	00:00	01:45	00:45	-	02:27	03:35	-
27	00:00	-	-	-	-	-	-
28	00:00	01:52	00:51	-	03:24	01:45	-
29	00:00	01:41	00:54	-	02:34	-	-
30	00:49	01:17	01:13	00:41	01:06	01:39	00:41
31	00:00	-	-	-	-	-	-
32	00:44	01:30	01:02	-	02:46	-	-
33	00:00	02:34	00:57	-	05:16	01:38	00:56
34	00:00	01:52	00:37	-	02:31	03:17	00:31
35	00:00	-	-	-	-	-	-
36	00:57	01:43	01:14	00:40	02:34	02:18	00:41
37	00:00	01:17	00:37	-	07:13	-	-
38	00:00	02:12	00:30	-	-	-	-
39	00:52	01:35	01:33	01:00	01:51	01:32	00:51
40	00:40	01:11	01:08	00:34	01:05	01:26	00:33
41	00:00	-	-	-	-	-	-
42	00:00	-	-	-	-	-	-
43	00:00	-	-	-	-	-	-
44	00:21	01:36	01:09	-	02:34	01:55	01:01
45	00:30	01:25	01:06	-	02:26	01:10	00:34
46	00:00	-	-	-	-	-	-
47	00:00	-	-	-	-	-	-
48	00:25	00:56	00:38	-	-	01:26	-
49	00:00	02:01	00:52	-	04:00	01:39	00:49
50	01:03	02:13	01:36	00:50	03:21	02:25	00:57
51	00:00	-	-	-	-	-	-
52	00:58	01:56	01:23	00:44	03:17	01:56	00:37
53	00:00	02:39	00:55	-	05:08	01:47	-

Tabelle 82: Zeiten, bis 90% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
54	00:00	01:42	00:31	-	02:23	03:10	00:18
55	00:33	01:01	01:01	00:22	00:51	01:11	00:31
56	00:00	-	-	-	-	-	-
57	00:00	-	-	-	-	-	-
58	00:19	01:15	01:21	-	-	-	-
59	00:00	-	-	-	-	-	-
60	00:23	01:20	01:03	-	02:14	01:41	00:20
61	00:37	02:14	01:17	-	02:23	-	-
62	00:26	01:04	01:04	-	00:56	01:14	00:32
63	00:29	01:34	01:34	-	01:46	01:29	00:51
64	00:00	-	-	-	-	-	-
65	00:37	01:35	01:31	-	02:26	01:30	01:04
66	00:00	-	-	-	-	-	-
67	00:00	-	-	-	-	-	-
68	00:28	01:19	01:15	-	-	01:20	-
69	00:32	01:58	01:38	-	03:13	02:04	00:46
70	00:17	00:56	01:03	-	-	01:07	-
71	00:37	01:35	01:29	-	02:27	01:31	00:53
72	00:00	-	-	-	-	-	-
73	00:41	01:57	01:27	-	02:56	02:29	00:59
74	00:35	01:20	01:18	-	01:17	01:30	00:38
75	00:22	01:41	01:09	-	02:48	01:59	01:09
76	00:29	01:22	01:02	-	02:23	01:13	00:32
77	00:00	-	-	-	-	-	-
78	00:21	01:17	01:17	-	01:47	01:18	00:34
79	00:22	01:18	01:25	-	-	-	-
80	00:00	-	-	-	-	-	-
81	00:27	01:07	01:07	-	00:55	01:15	00:34
82	01:00	02:14	01:38	01:04	03:27	02:18	00:48
83	00:26	01:04	01:04	-	00:56	01:14	00:32
84	00:57	02:06	01:34	02:40	03:16	02:21	01:18
85	00:25	00:57	00:39	-	-	01:26	-
86	00:59	02:18	01:49	-	03:09	-	-
87	00:00	-	-	-	-	-	-
88	00:00	-	-	-	-	-	-
89	00:00	-	-	-	-	-	-
90	00:00	-	-	-	-	-	-
91	00:00	-	-	-	-	-	-
92	00:00	-	-	-	-	-	-
93	00:33	01:57	01:35	-	03:20	02:07	00:50
94	00:30	01:54	01:29	-	03:20	01:59	01:03
95	00:27	01:50	01:48	-	01:52	-	-
96	00:00	-	-	-	-	-	-
97	00:00	-	-	-	-	-	-
98	00:00	-	-	-	-	-	-
99	00:39	01:08	01:03	00:30	01:03	01:18	00:32
100	00:37	01:03	00:57	00:29	00:58	01:17	00:30
101	00:36	00:59	00:49	00:31	00:54	01:16	00:30
102	00:00	01:52	00:37	-	02:31	03:17	00:31
103	00:00	01:39	00:37	-	02:29	03:14	-
104	00:00	01:17	00:38	-	-	-	-
105	00:45	01:32	01:31	00:47	01:53	01:27	00:48
106	00:46	01:36	01:07	00:33	02:31	02:07	00:33

Tabelle 83: Zeiten, bis 90% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	00:44	01:33	01:04	00:29	02:11	01:53	00:30
108	00:36	01:20	00:55	00:24	02:11	01:34	00:23
109	00:36	01:19	00:55	00:24	02:11	01:34	00:23
110	01:04	02:11	01:35	00:51	03:20	02:20	01:03
111	00:42	01:21	01:19	00:38	01:55	01:17	00:45
112	00:31	00:59	00:56	00:24	00:50	01:13	00:23
113	00:18	01:00	00:57	-	00:45	01:12	00:20
114	00:37	01:03	00:57	00:29	00:58	01:17	00:30
115	00:29	01:32	01:10	-	02:41	02:01	00:30
116	00:36	01:17	01:15	00:33	01:46	01:14	00:38
117	00:31	00:58	00:56	00:24	00:50	01:13	00:23
118	00:40	01:44	01:15	00:33	02:53	01:42	00:40
119	00:49	01:19	01:13	00:41	01:15	01:33	00:41
120	00:18	00:58	00:56	-	00:45	01:12	00:20
121	00:36	01:17	01:16	00:32	01:44	01:14	00:38
122	00:40	01:11	01:08	00:33	01:05	01:26	00:33
123	00:49	01:18	01:13	00:41	01:15	01:33	00:41
124	00:29	01:23	01:03	-	02:23	01:10	00:32
125	00:30	00:58	00:53	00:23	00:50	01:12	00:23
126	00:25	01:13	01:12	-	01:05	01:26	00:30
127	00:26	01:05	01:04	-	00:56	01:14	00:32
128	00:22	01:37	01:11	-	02:33	01:57	00:47
129	00:30	00:57	00:53	00:23	00:50	01:12	00:23
130	00:28	01:19	01:16	-	02:06	01:14	01:12
131	00:26	01:26	01:26	-	01:33	01:26	01:05
132	08:32	09:00	09:00	08:22	08:51	09:11	08:31
133	08:51	09:39	09:17	08:41	10:33	10:13	08:34
134	08:33	09:00	08:58	08:24	08:51	09:11	08:31
135	08:46	09:24	09:04	08:35	10:14	09:44	08:30
136	08:44	09:16	09:18	08:43	09:02	09:27	08:34
137	08:40	09:08	09:03	08:36	09:02	09:21	08:30
138	08:43	09:42	09:16	09:34	10:47	10:05	08:53
139	08:46	09:23	09:20	08:43	10:13	09:21	08:37
140	08:49	09:33	09:31	09:48	09:44	09:28	08:52
141	00:48	01:36	01:36	00:47	02:00	01:28	00:51
142	00:49	01:42	01:13	00:35	02:44	02:05	00:35
143	00:48	01:43	01:13	00:32	02:26	01:43	00:32
144	00:40	01:24	01:01	00:26	02:27	01:34	00:25
145	00:40	01:24	01:01	00:26	02:27	01:32	00:25
146	01:09	02:17	01:41	00:52	03:36	02:20	01:02
147	00:46	01:24	01:22	00:40	02:01	01:19	00:48
148	00:34	01:03	01:02	00:26	00:55	01:14	00:25
149	00:20	01:03	01:03	-	00:52	01:18	00:20
150	00:40	01:07	01:02	00:30	01:03	01:18	00:32
151	00:31	01:38	01:17	-	02:45	02:12	00:30
152	00:39	01:20	01:18	00:35	01:55	01:15	00:43
153	00:34	01:03	01:02	00:26	00:55	01:14	00:25
154	00:45	01:50	01:18	00:36	03:11	01:38	00:42
155	00:52	01:23	01:19	00:42	01:18	01:34	00:42
156	00:20	01:03	01:02	-	00:52	01:17	00:20
157	00:40	01:19	01:18	00:36	01:54	01:15	00:43
158	00:42	01:15	01:12	00:35	01:10	01:26	00:35
159	00:52	01:23	01:19	00:42	01:18	01:34	00:42

Tabelle 84: Zeiten, bis 90% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
160	00:30	01:24	01:05	-	02:26	01:11	00:34
161	00:33	01:02	01:00	00:25	00:54	01:13	00:25
162	00:27	01:17	01:17	-	01:08	01:30	00:30
163	00:27	01:07	01:07	-	00:55	01:15	00:34
164	00:24	01:42	01:17	-	02:57	01:46	00:38
165	00:33	01:02	01:00	00:25	00:54	01:13	00:25
166	00:29	01:20	01:18	-	03:08	01:14	00:50
167	00:29	01:36	01:38	-	01:46	01:29	01:19
168	00:36	01:04	01:05	00:26	00:55	01:14	00:27
169	00:55	01:45	01:22	00:40	02:45	02:14	00:37
170	00:36	01:04	01:05	00:25	00:55	01:14	00:27
171	00:49	01:29	01:07	00:45	02:28	01:49	00:29
172	00:47	01:22	01:24	00:44	01:08	01:29	00:37
173	00:42	01:11	01:08	00:40	01:03	01:22	00:29
174	00:49	01:49	01:18	00:49	03:05	01:56	00:45
175	00:50	01:26	01:23	00:44	01:56	01:23	00:37
176	00:52	01:40	01:40	00:50	02:06	01:30	00:47
177	00:44	01:27	01:28	00:58	01:33	01:26	00:44
178	00:46	01:35	01:03	00:46	02:09	02:18	00:32
179	00:44	01:26	00:52	00:33	01:50	01:57	00:30
180	00:37	01:20	00:48	00:31	01:48	01:38	00:23
181	00:37	01:19	00:49	00:31	01:48	01:36	00:23
182	01:02	02:07	01:32	00:54	02:45	02:36	00:43
183	00:42	01:19	01:21	00:49	01:45	01:15	00:38
184	00:32	00:56	00:48	00:31	00:52	01:14	00:23
185	00:17	00:56	01:03	-	-	01:07	-
186	00:36	00:59	00:49	00:30	00:54	01:15	00:30
187	00:24	01:26	01:05	-	01:54	-	-
188	00:36	01:18	01:20	02:26	01:34	01:14	00:30
189	00:32	00:56	00:48	00:31	00:52	01:14	00:23
190	00:41	01:36	01:16	00:41	02:18	02:01	00:31
191	00:46	01:13	01:05	00:41	01:11	01:30	00:38
192	00:17	00:58	01:01	-	-	01:08	-
193	00:35	01:17	01:19	00:41	01:31	01:14	00:30
194	00:40	01:07	01:03	00:45	01:03	01:23	00:32
195	00:46	01:13	01:05	00:40	01:11	01:30	00:38
196	00:28	01:20	00:40	-	02:18	-	-
197	00:30	00:55	00:47	00:31	00:49	01:12	00:22
198	00:22	01:10	01:05	-	-	01:16	-
199	00:25	00:58	00:39	-	-	01:26	-
200	00:22	01:27	01:28	-	01:15	-	-
201	00:30	00:55	00:46	00:31	00:49	01:12	00:22
202	00:28	01:23	01:12	-	-	01:20	-
203	00:22	01:24	01:44	-	-	-	-
204	00:33	01:00	01:00	-	00:49	01:14	-
205	00:52	02:01	01:22	-	02:23	-	-
206	00:33	00:59	00:59	-	00:49	01:15	-
207	00:40	01:14	00:45	-	01:36	-	-
208	00:43	01:18	01:21	-	01:02	01:24	-
209	00:35	00:58	00:45	-	00:50	01:15	-
210	00:45	01:49	01:24	-	02:24	-	-
211	00:38	01:14	01:00	-	01:39	01:15	-
212	00:48	01:47	01:47	-	02:07	01:18	-

Tabelle 85: Zeiten, bis 99% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 1–53)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
1	03:10	05:50	02:20	01:16	11:51	03:25	02:09
2	05:03	16:12	14:59	86:54	20:25	16:49	02:42
3	00:00	27:13	24:35	-	31:41	45:55	02:51
4	07:50	18:15	13:45	69:32	18:33	31:15	03:11
5	00:00	-	-	-	-	-	-
6	04:02	07:06	02:22	01:13	11:26	03:15	02:27
7	00:00	-	-	-	-	-	-
8	05:14	16:42	14:29	14:19	29:19	03:02	08:49
9	07:20	15:25	13:47	15:23	17:33	19:20	05:37
10	07:43	17:40	15:30	12:14	21:01	18:14	07:18
11	02:11	02:33	02:30	01:27	02:27	02:43	01:24
12	00:00	33:25	33:25	-	25:32	65:48	71:50
13	00:00	-	-	-	-	-	-
14	00:00	09:11	01:09	-	15:42	02:42	-
15	02:07	02:37	02:23	01:03	03:03	02:45	02:57
16	00:00	-	-	-	-	-	-
17	00:00	37:28	28:32	-	40:27	59:19	19:39
18	00:00	28:25	16:41	-	37:04	82:40	-
19	00:00	-	-	-	-	-	-
20	01:44	02:00	01:57	01:07	01:54	02:20	01:57
21	05:14	15:52	15:15	09:58	26:45	02:49	06:40
22	00:00	04:11	01:22	-	03:18	-	-
23	05:37	16:45	17:01	58:59	16:46	19:46	03:10
24	03:19	06:59	01:41	00:49	09:35	02:27	02:41
25	00:00	32:40	24:21	-	51:43	25:25	-
26	00:00	04:13	01:08	-	05:51	04:39	-
27	00:00	-	-	-	-	-	-
28	00:00	08:39	01:15	-	13:33	02:44	-
29	00:00	22:43	02:06	-	24:31	-	-
30	02:05	02:31	02:17	01:19	02:36	02:57	02:59
31	00:00	-	-	-	-	-	-
32	07:20	13:32	09:51	-	24:25	-	-
33	00:00	24:15	18:34	-	27:27	36:03	07:43
34	00:00	03:46	01:01	-	03:43	04:07	02:55
35	00:00	-	-	-	-	-	-
36	04:05	06:44	02:17	01:20	10:43	04:11	02:59
37	00:00	13:13	01:22	-	13:51	-	-
38	00:00	03:54	00:50	-	-	-	-
39	05:19	14:35	18:24	71:55	19:18	03:41	08:31
40	02:02	02:28	02:14	01:09	03:11	02:50	02:34
41	00:00	-	-	-	-	-	-
42	00:00	-	-	-	-	-	-
43	00:00	-	-	-	-	-	-
44	03:24	13:04	09:19	-	14:25	65:02	33:48
45	02:29	05:31	01:55	-	09:03	03:00	01:48
46	00:00	-	-	-	-	-	-
47	00:00	-	-	-	-	-	-
48	01:35	02:03	01:35	-	-	03:51	-
49	00:00	10:07	01:41	-	13:13	02:33	04:21
50	08:58	19:13	18:50	08:55	20:34	16:30	08:48
51	00:00	-	-	-	-	-	-
52	08:33	20:21	12:57	02:15	25:59	32:35	05:09
53	00:00	21:21	10:08	-	36:53	36:05	-

Tabelle 86: Zeiten, bis 99% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 54–106)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
54	00:00	03:46	00:54	-	03:54	04:02	02:44
55	01:34	01:57	01:41	00:51	02:11	02:06	02:41
56	00:00	-	-	-	-	-	-
57	00:00	-	-	-	-	-	-
58	02:28	12:36	12:36	-	-	-	-
59	00:00	-	-	-	-	-	-
60	02:07	05:36	01:50	-	10:25	02:15	03:41
61	04:06	21:54	11:07	-	25:10	-	-
62	01:33	01:53	01:47	-	03:20	02:01	02:14
63	02:50	15:54	13:38	-	36:18	02:38	46:05
64	00:00	-	-	-	-	-	-
65	03:18	17:46	17:37	-	31:09	06:28	07:30
66	00:00	-	-	-	-	-	-
67	00:00	-	-	-	-	-	-
68	02:34	32:58	26:44	-	-	03:51	-
69	04:45	17:23	18:16	-	17:23	03:13	40:55
70	01:38	02:01	01:59	-	-	02:30	-
71	03:01	19:42	17:29	-	39:06	06:28	06:12
72	00:00	-	-	-	-	-	-
73	04:30	19:03	20:37	-	19:03	21:54	08:10
74	01:55	02:42	02:24	-	03:32	02:39	02:41
75	03:42	22:22	23:53	-	16:40	65:01	62:10
76	02:24	06:26	01:45	-	09:30	02:21	02:14
77	00:00	-	-	-	-	-	-
78	02:03	14:58	14:25	-	24:01	02:05	11:01
79	02:18	26:01	27:11	-	-	-	-
80	00:00	-	-	-	-	-	-
81	01:35	01:58	01:54	-	03:20	02:01	01:48
82	08:52	20:36	19:16	35:34	23:54	30:33	04:24
83	01:33	01:53	01:47	-	03:20	02:01	02:14
84	07:50	20:13	20:26	40:32	18:06	26:30	07:35
85	01:35	01:49	01:37	-	-	03:51	-
86	06:51	17:41	32:10	-	16:27	-	-
87	00:00	-	-	-	-	-	-
88	00:00	-	-	-	-	-	-
89	00:00	-	-	-	-	-	-
90	00:00	-	-	-	-	-	-
91	00:00	-	-	-	-	-	-
92	00:00	-	-	-	-	-	-
93	04:33	18:54	17:04	-	20:44	03:10	56:48
94	04:21	17:23	16:03	-	28:41	03:06	05:38
95	02:46	23:47	48:07	-	19:50	-	-
96	00:00	-	-	-	-	-	-
97	00:00	-	-	-	-	-	-
98	00:00	-	-	-	-	-	-
99	01:49	02:06	01:57	01:09	02:17	02:26	01:57
100	01:46	02:02	01:53	01:03	02:09	02:25	02:01
101	01:50	02:05	02:02	01:27	01:46	02:42	02:04
102	00:00	03:46	01:01	-	03:43	04:07	02:55
103	00:00	03:44	00:57	-	03:42	04:07	-
104	00:00	03:22	01:28	-	-	-	-
105	05:37	17:55	17:48	14:08	31:05	03:23	08:19
106	03:46	06:40	02:14	01:09	11:36	03:49	02:34

Tabelle 87: Zeiten, bis 99% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 107–159)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
107	03:48	06:40	03:20	01:17	09:30	04:24	02:01
108	03:23	06:48	01:44	00:52	09:48	02:43	02:04
109	03:23	06:48	01:45	00:53	09:48	02:43	02:04
110	08:55	19:06	17:27	10:23	21:08	11:56	08:10
111	05:09	15:01	15:06	08:48	32:07	02:28	06:57
112	01:38	01:58	01:46	00:54	02:08	02:16	02:04
113	01:25	01:54	01:49	-	01:21	02:07	03:41
114	01:45	02:03	01:53	01:04	02:09	02:25	02:01
115	02:23	06:12	02:15	-	14:07	03:29	05:38
116	04:35	16:22	14:36	06:21	33:46	02:23	06:32
117	01:38	01:58	01:46	00:58	02:08	02:15	02:04
118	07:28	16:29	14:41	08:06	19:51	15:25	07:14
119	02:09	02:37	02:17	01:21	03:11	03:13	02:59
120	01:24	01:54	01:47	-	01:21	02:07	03:41
121	04:35	16:28	14:44	09:43	38:00	02:23	05:14
122	02:01	02:27	02:12	01:09	03:11	02:53	02:34
123	02:08	02:37	02:15	01:21	03:11	03:12	02:59
124	02:24	06:26	01:54	-	09:30	02:06	02:14
125	01:40	02:00	01:51	01:03	02:05	02:21	01:58
126	01:42	02:16	02:15	-	01:59	02:16	05:38
127	01:33	01:56	01:48	-	03:20	02:01	02:14
128	03:27	13:27	13:27	-	15:34	65:03	04:39
129	01:40	01:59	01:51	01:03	02:05	02:24	01:58
130	02:19	15:43	12:27	-	66:26	02:01	07:46
131	02:08	12:44	17:26	-	12:52	02:18	43:55
132	09:35	09:57	09:40	08:53	10:11	10:06	10:41
133	11:46	15:14	10:16	09:09	20:02	11:50	12:06
134	09:36	09:57	09:43	08:44	10:11	10:03	10:41
135	11:42	14:35	09:48	09:19	17:12	10:50	09:56
136	10:02	10:30	10:08	09:09	11:43	10:38	12:06
137	09:43	10:00	09:47	09:22	10:11	10:23	09:56
138	15:43	26:25	25:43	30:46	25:44	40:53	14:27
139	12:40	23:28	22:35	11:30	46:16	10:27	12:46
140	13:25	23:44	24:13	21:30	31:45	13:36	13:31
141	06:08	18:36	18:12	13:02	34:11	03:33	09:57
142	04:00	07:02	02:23	01:17	11:10	03:41	02:29
143	04:05	06:33	03:25	01:29	09:21	04:21	01:57
144	03:45	06:30	01:47	01:03	09:29	02:30	01:56
145	03:45	06:30	01:46	01:05	09:29	02:27	01:56
146	09:13	19:44	18:57	13:01	22:08	14:13	08:56
147	05:36	15:55	14:31	13:03	36:03	02:30	08:20
148	01:41	02:00	01:47	00:58	02:17	02:13	01:56
149	01:31	01:59	01:49	-	01:47	02:07	03:41
150	01:49	02:05	01:56	01:08	02:17	02:24	01:57
151	02:42	06:19	02:34	-	11:07	03:13	05:38
152	05:06	16:10	14:05	12:43	38:20	02:23	09:46
153	01:41	02:01	01:47	00:58	02:17	02:15	01:56
154	07:47	17:50	14:49	10:12	22:42	16:06	08:50
155	02:15	02:46	02:29	01:21	03:24	03:02	02:42
156	01:32	02:01	01:51	-	01:47	02:07	03:41
157	05:18	17:18	15:07	09:29	38:10	02:22	09:24
158	02:06	02:39	02:22	01:16	03:21	02:52	02:29
159	02:15	02:46	02:30	01:21	03:24	03:04	02:42

Tabelle 88: Zeiten, bis 99% der im Evakuationsgebiet lebenden und nicht evakuierenden Personen zuhause sind (Läufe 160–212)

Lauf	Gesamt	Unterwegs	Auto (Fahrer)	Auto (Mitfahrer)	Fussgänger	ÖV	Velo
160	02:30	05:31	01:52	-	09:03	02:57	01:48
161	01:43	02:02	01:52	00:58	02:12	02:20	01:54
162	01:53	02:29	02:18	-	03:05	02:28	05:38
163	01:36	01:58	01:52	-	03:20	02:01	01:48
164	04:07	11:53	10:54	-	15:39	02:41	22:19
165	01:43	02:02	01:52	00:58	02:12	02:20	01:54
166	02:19	22:24	13:50	-	54:41	02:04	02:42
167	02:46	16:07	15:25	-	36:59	02:37	18:11
168	01:39	01:59	01:44	01:00	02:21	02:07	01:54
169	04:00	07:22	02:30	01:08	12:02	03:13	02:57
170	01:39	02:00	01:49	00:56	02:21	02:07	01:54
171	04:07	06:22	01:48	01:20	09:04	02:39	01:12
172	02:12	02:39	02:26	01:10	03:41	02:57	02:57
173	01:47	02:02	01:49	01:28	02:20	02:18	01:12
174	08:14	18:05	15:36	10:31	18:09	32:43	02:53
175	06:08	18:42	16:02	01:48	39:31	02:25	25:46
176	05:54	18:26	15:12	44:13	31:45	05:36	04:06
177	04:46	14:20	15:49	09:04	25:47	03:34	03:37
178	03:10	05:50	02:19	01:08	11:39	03:59	02:09
179	03:50	07:29	03:27	01:22	11:05	04:39	02:04
180	03:10	07:56	01:56	01:11	11:51	02:58	02:16
181	03:10	07:56	01:53	01:07	11:51	02:59	02:16
182	08:01	18:56	16:48	52:36	22:52	24:48	02:59
183	04:50	16:23	16:30	29:39	32:20	02:40	04:26
184	01:45	02:01	01:55	01:19	01:57	02:46	02:16
185	01:38	02:01	01:59	-	-	02:30	-
186	01:49	02:03	02:00	01:20	01:46	02:48	02:04
187	02:10	06:23	02:20	-	19:50	-	-
188	04:43	14:24	15:20	30:00	22:54	02:58	08:11
189	01:45	02:01	01:55	01:19	01:57	02:46	02:16
190	07:08	14:51	13:51	08:37	15:56	11:20	04:12
191	02:14	02:33	02:25	01:59	02:24	03:10	02:42
192	01:36	02:01	01:50	-	-	02:39	-
193	04:29	15:14	16:36	44:53	33:37	02:58	08:29
194	02:06	02:29	02:19	01:13	02:10	02:58	02:09
195	02:13	02:35	02:26	01:59	02:24	03:15	02:42
196	02:02	14:57	01:38	-	40:14	-	-
197	01:43	02:01	01:55	00:51	01:36	02:40	02:00
198	01:57	02:16	02:19	-	-	02:11	-
199	01:35	01:50	01:37	-	-	03:51	-
200	06:09	19:19	19:19	-	34:44	-	-
201	01:42	02:02	01:57	00:51	01:36	02:38	02:00
202	02:04	15:42	12:52	-	-	03:51	-
203	02:12	23:18	26:49	-	-	-	-
204	01:38	02:06	01:53	-	01:26	02:27	-
205	03:40	05:04	02:58	-	10:44	-	-
206	01:46	01:57	01:54	-	01:26	02:11	-
207	04:09	07:19	02:00	-	09:32	-	-
208	02:14	02:40	02:28	-	02:01	03:42	-
209	01:48	02:03	02:03	-	01:16	02:35	-
210	07:06	20:30	07:30	-	45:56	-	-
211	04:17	14:28	12:31	-	40:23	02:33	-
212	06:38	16:31	08:02	-	44:43	03:17	-

M.2 Zeitdiagramme

Abbildung 59: Lauf 1

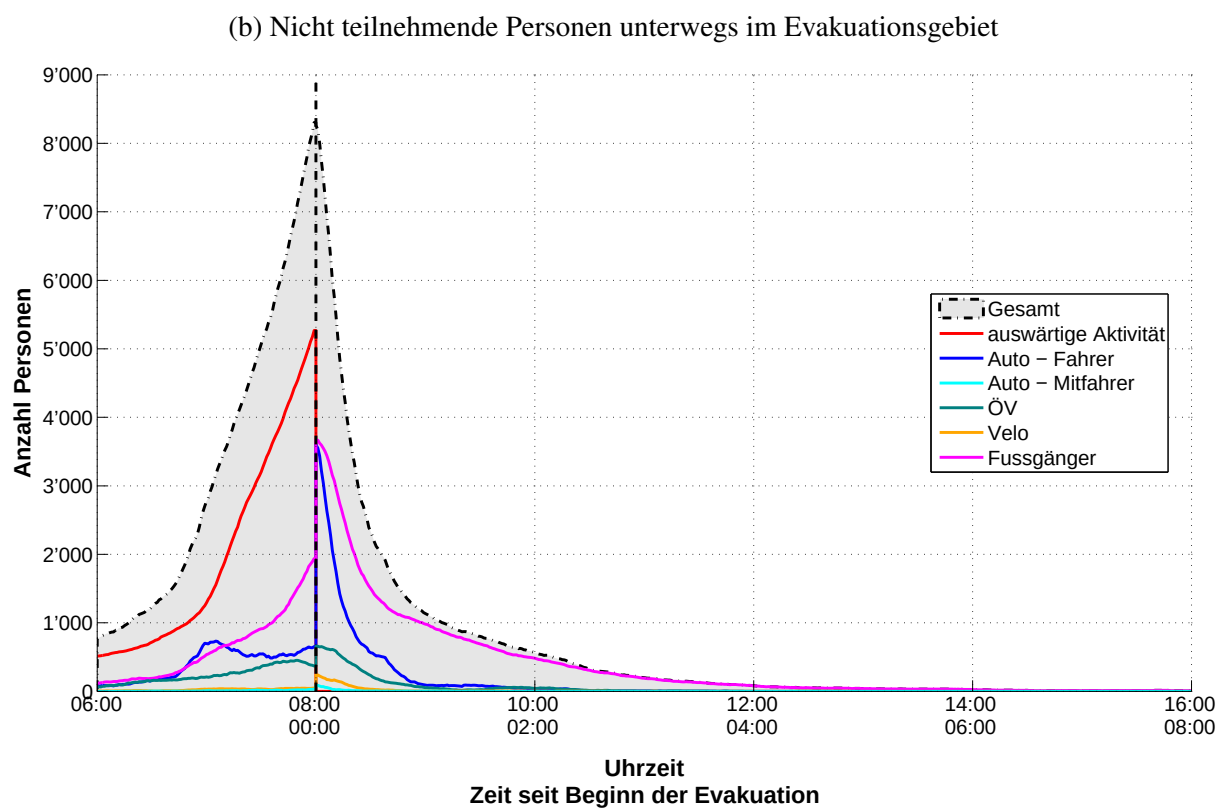
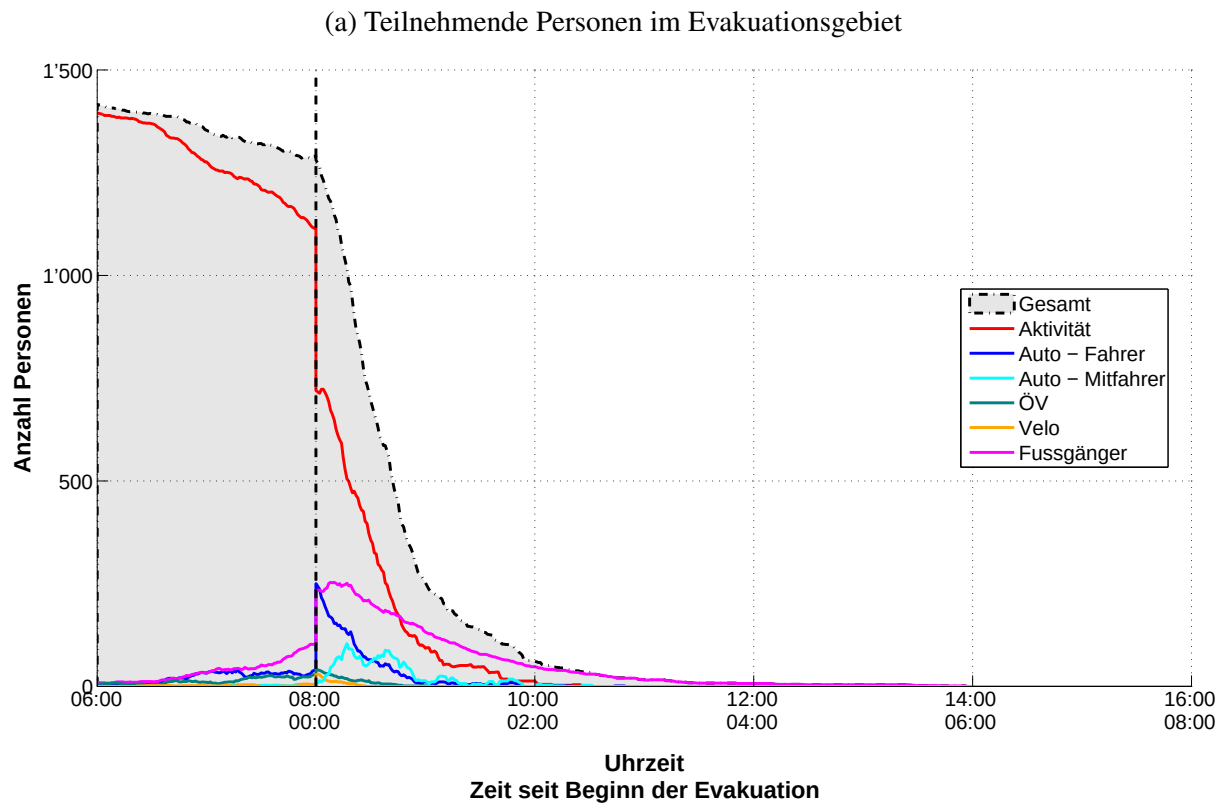


Abbildung 61: Lauf 2

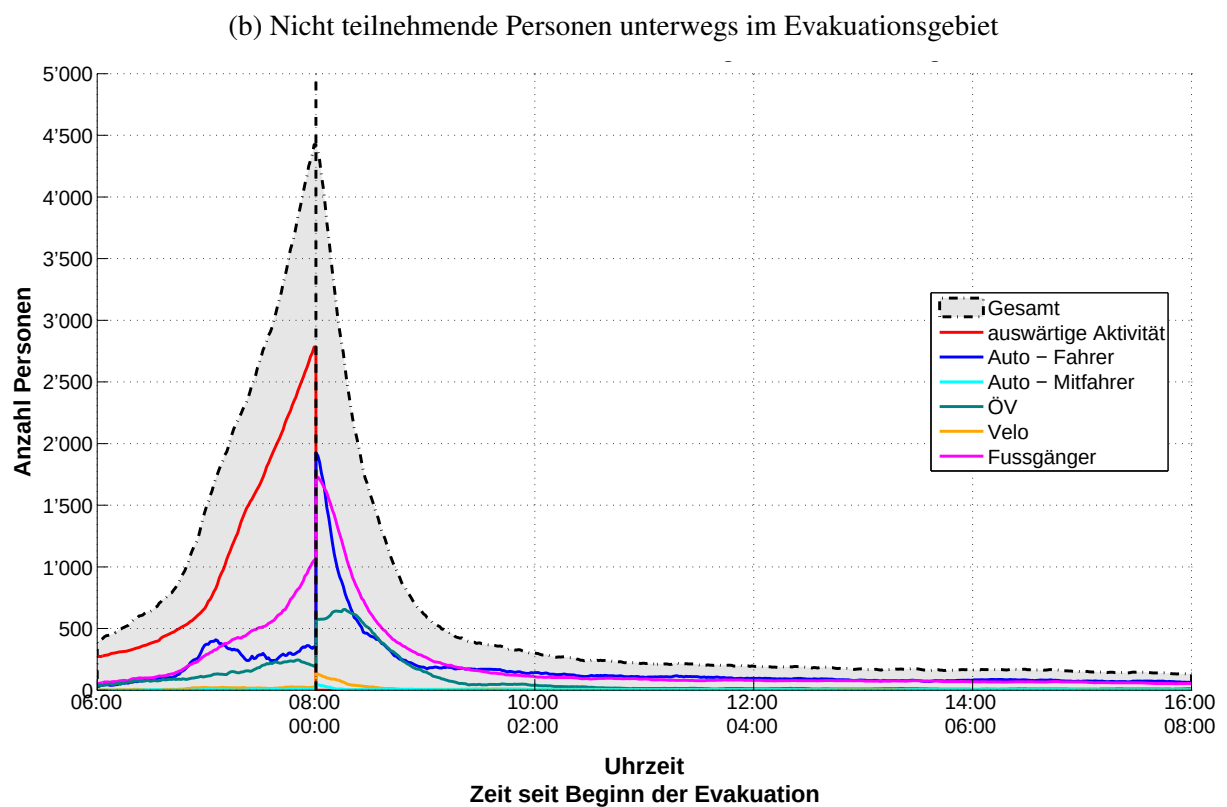
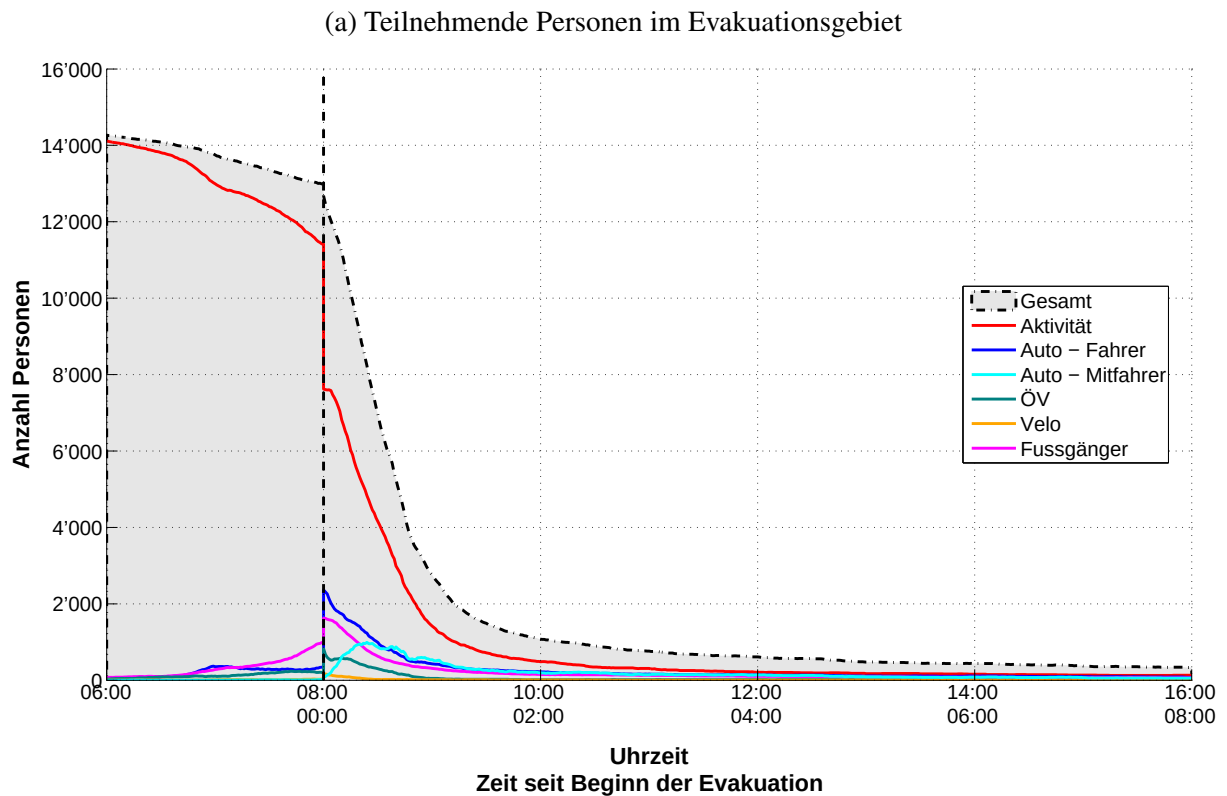


Abbildung 63: Lauf 3

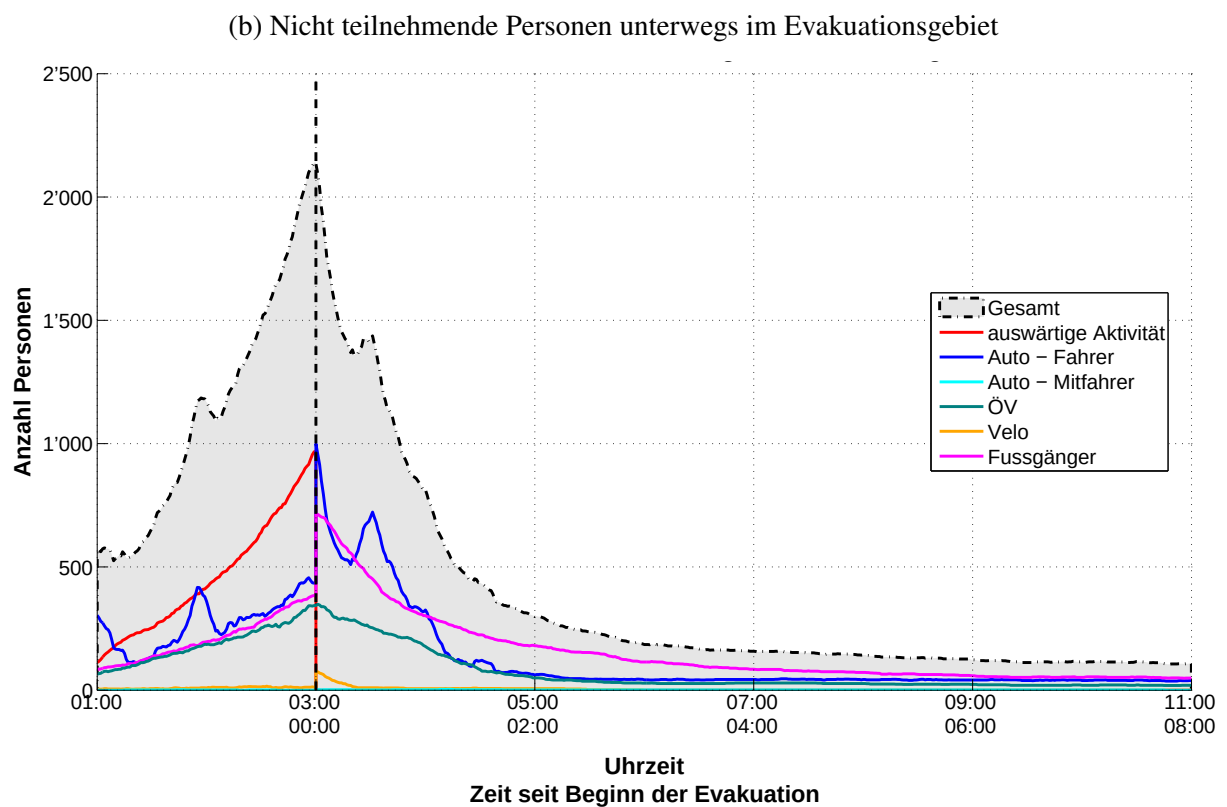
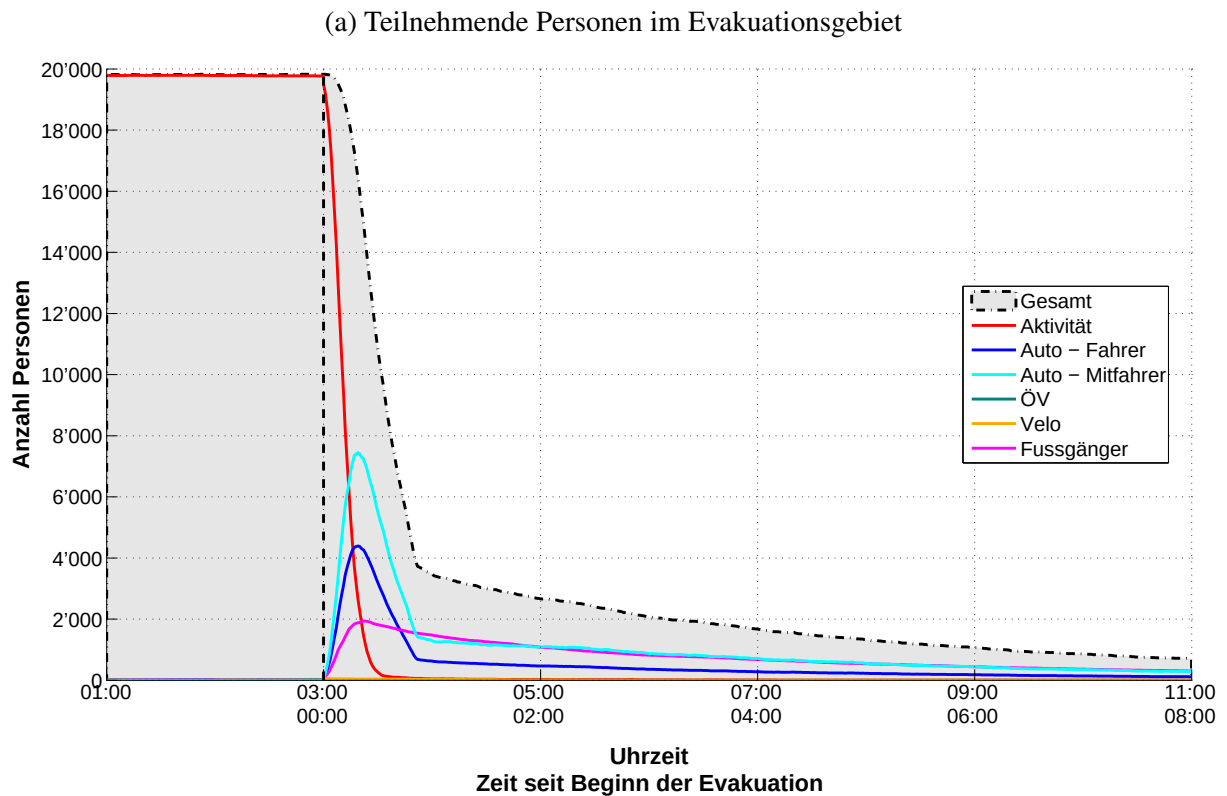


Abbildung 65: Lauf 4

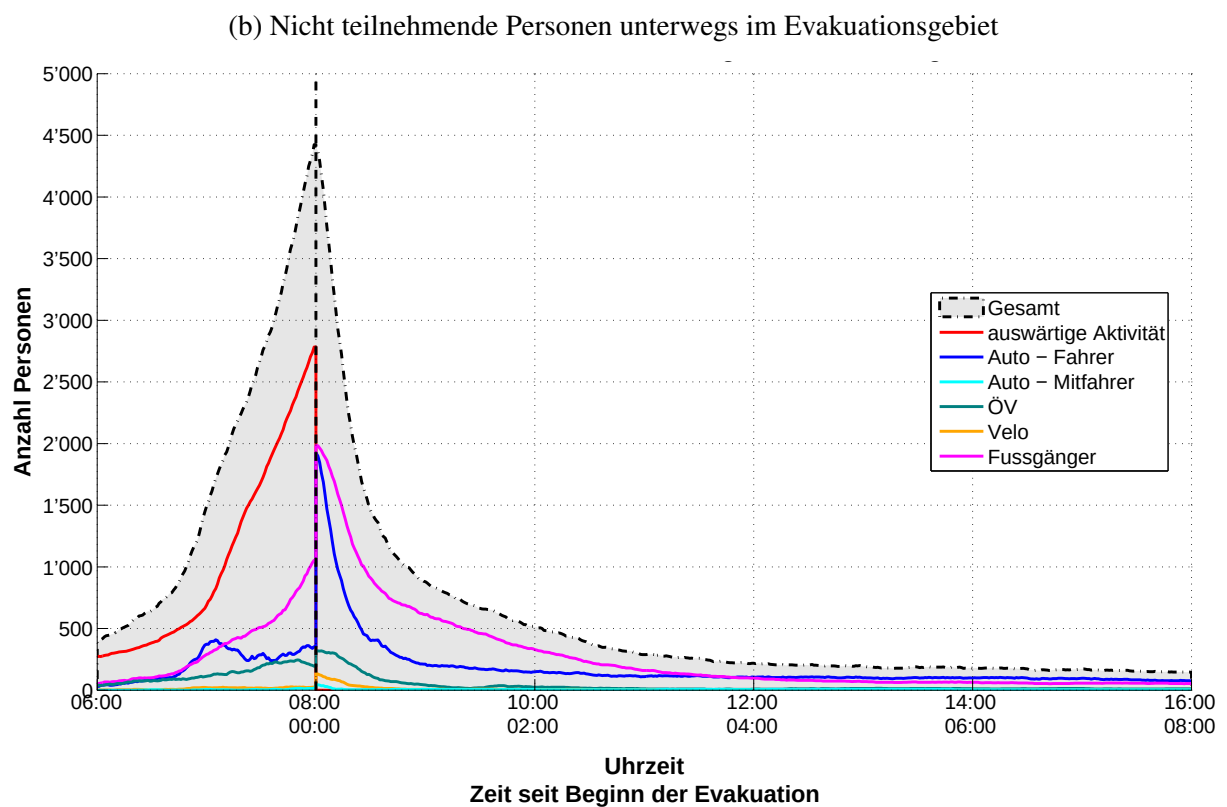
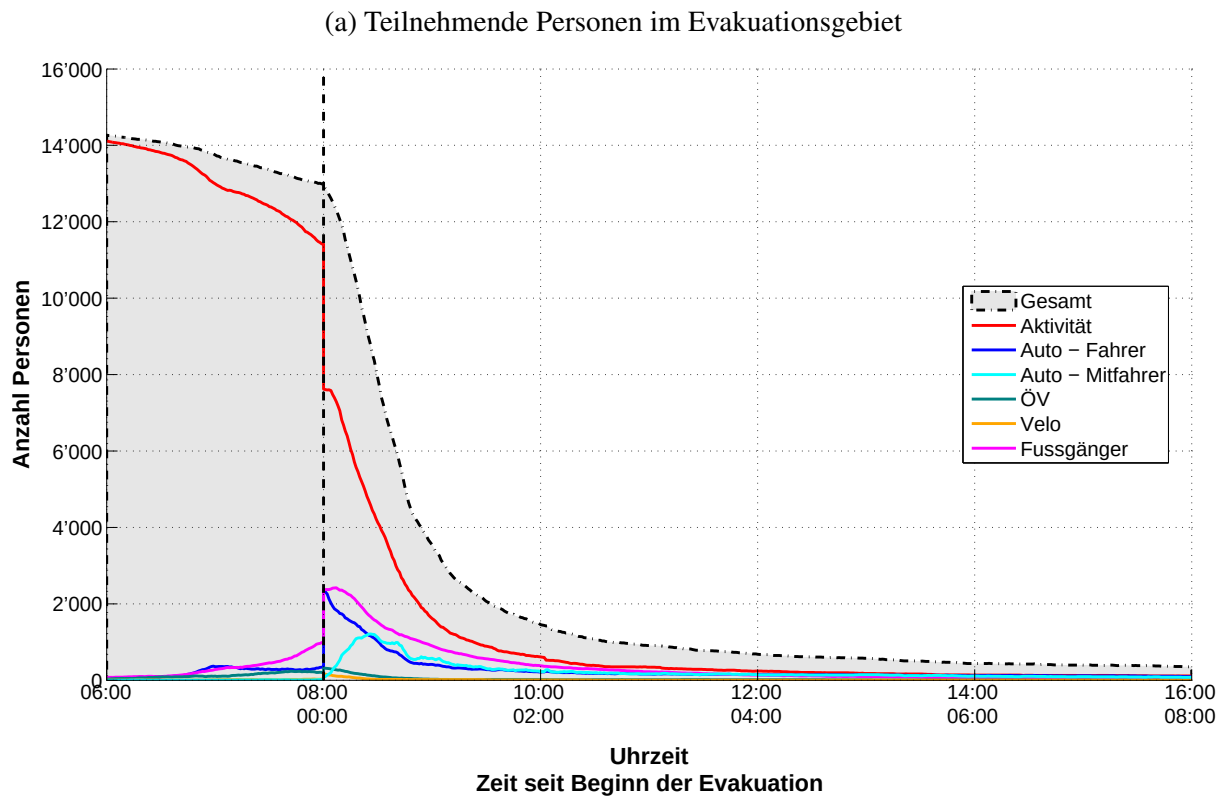


Abbildung 67: Lauf 5

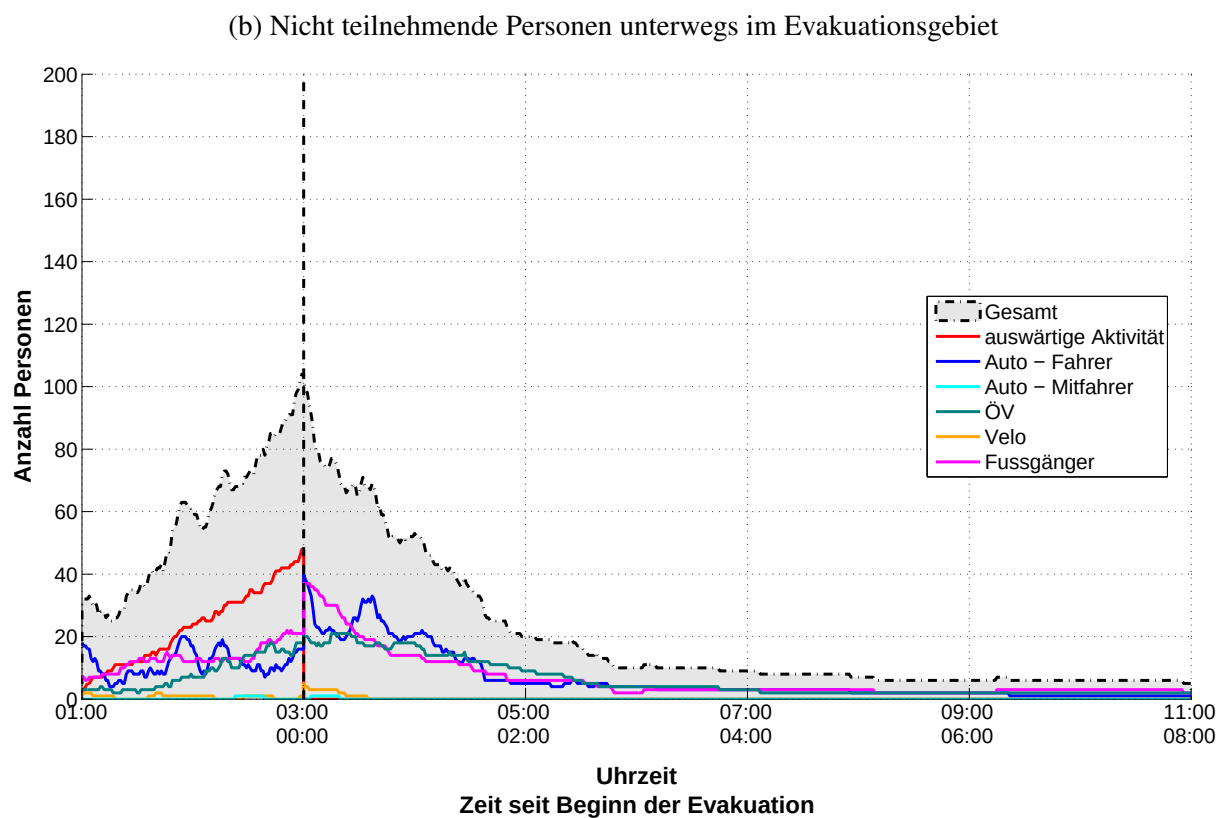
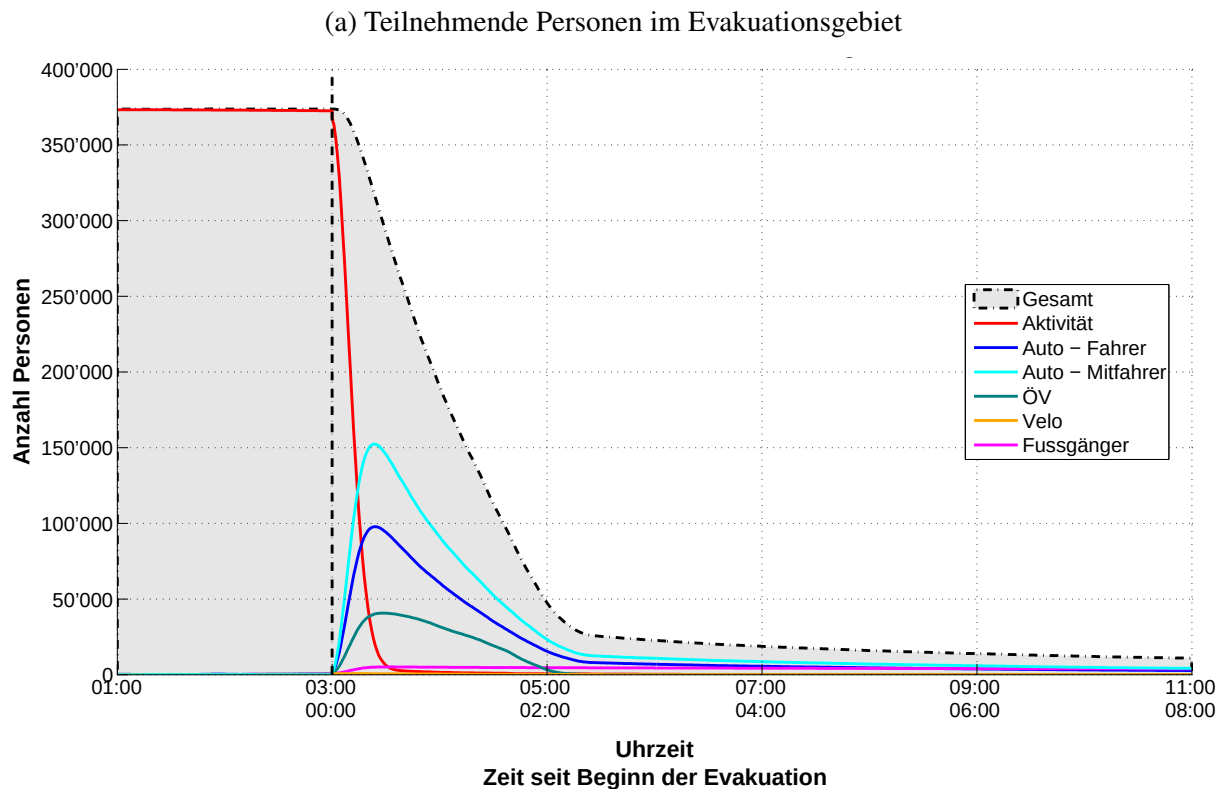


Abbildung 69: Lauf 6

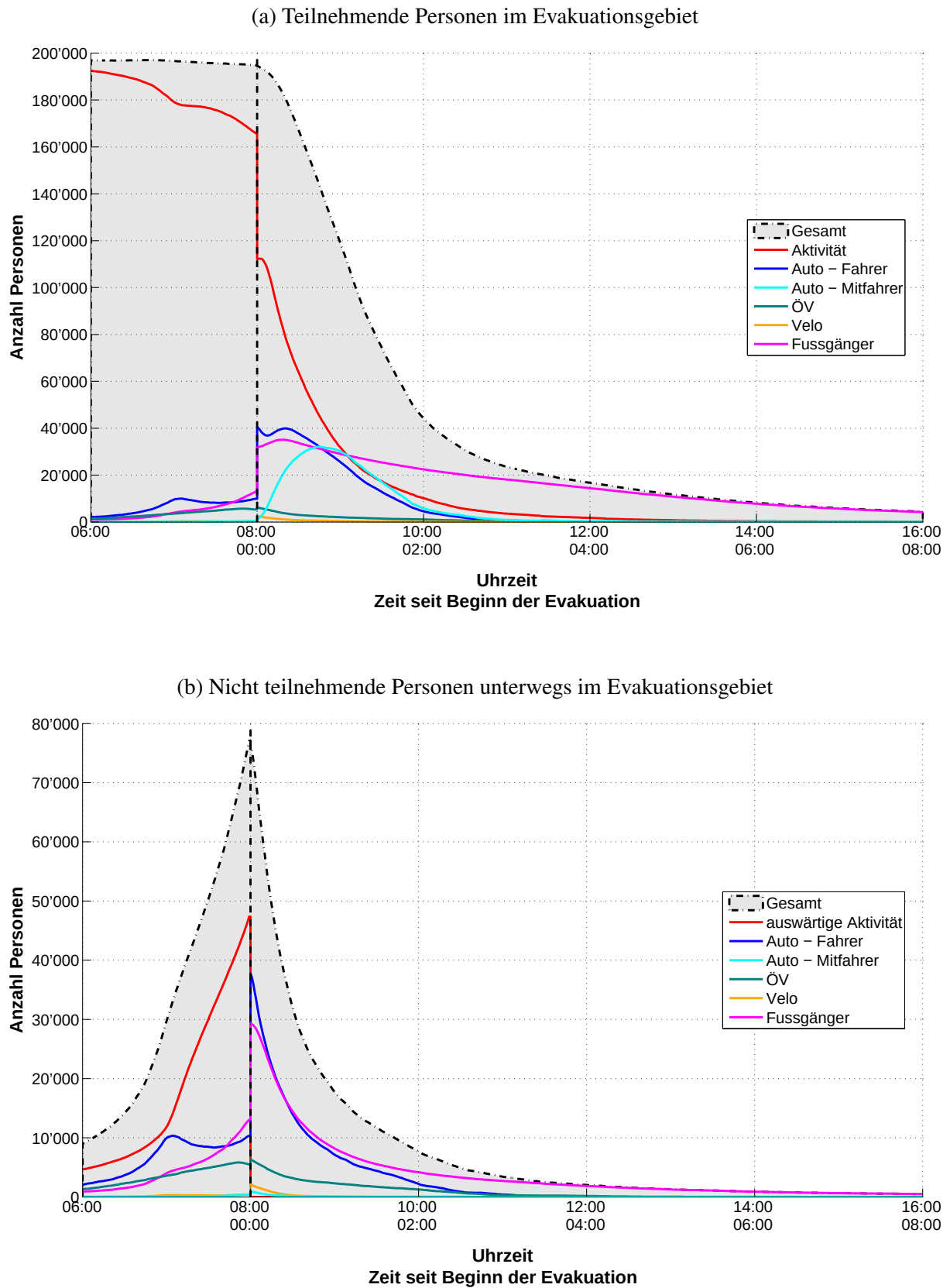


Abbildung 71: Lauf 7

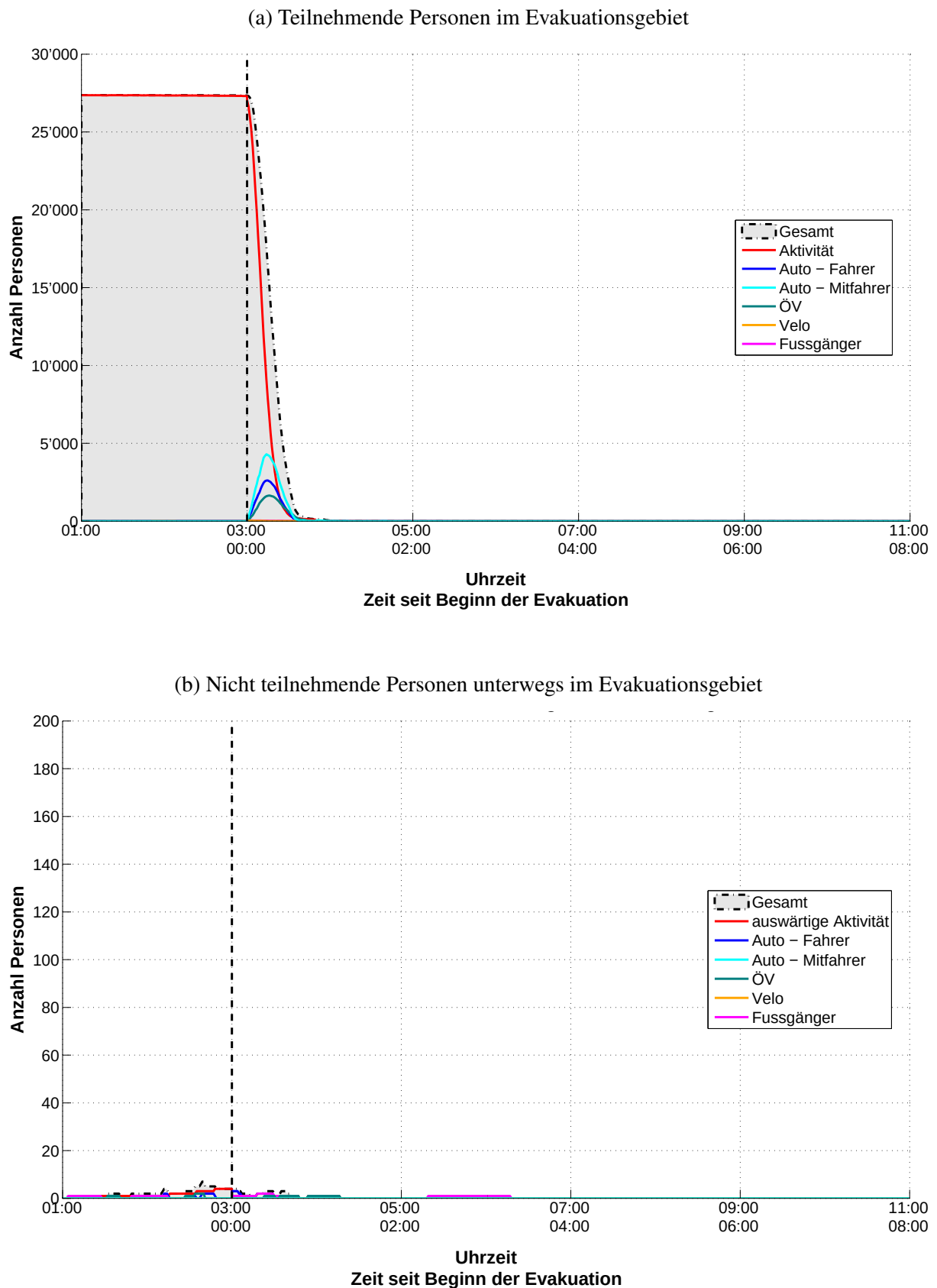


Abbildung 73: Lauf 8

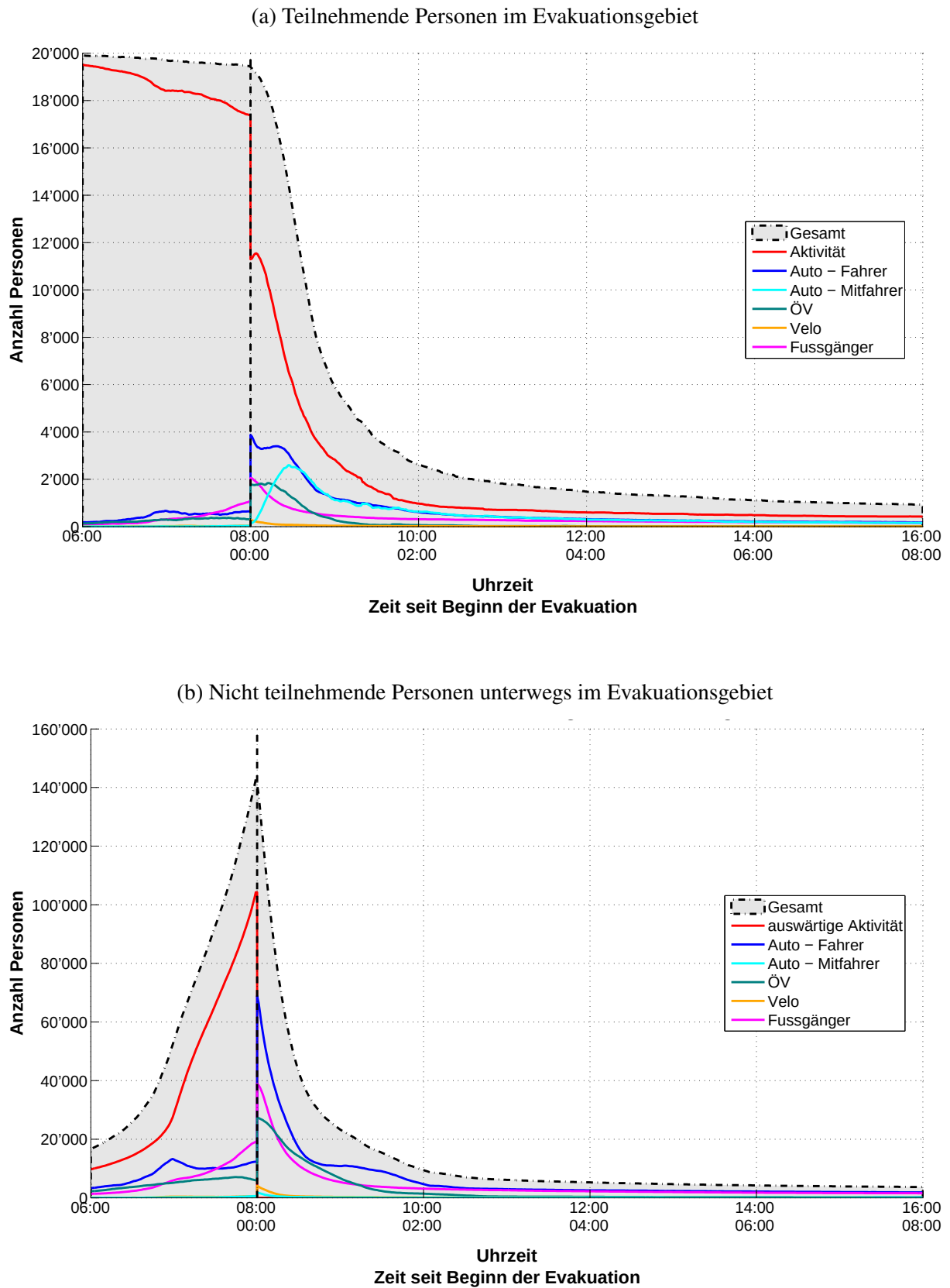


Abbildung 75: Lauf 9

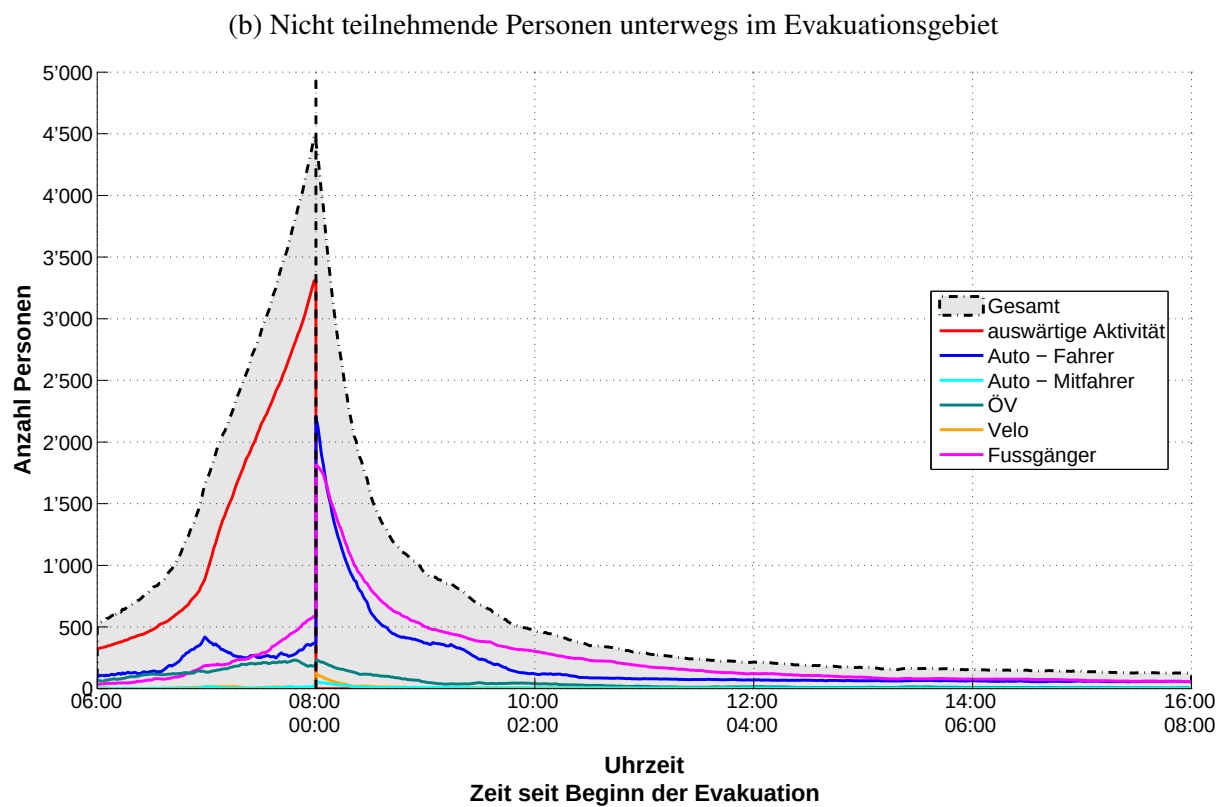
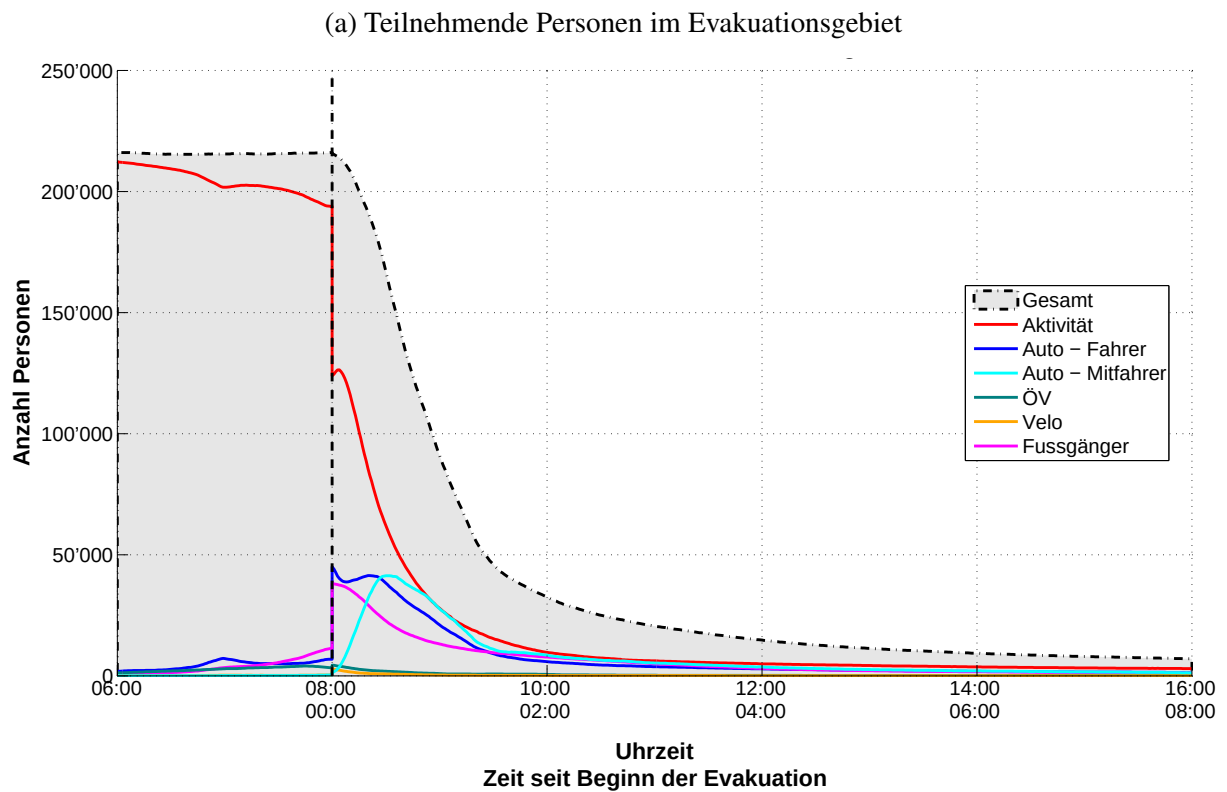


Abbildung 77: Lauf 10

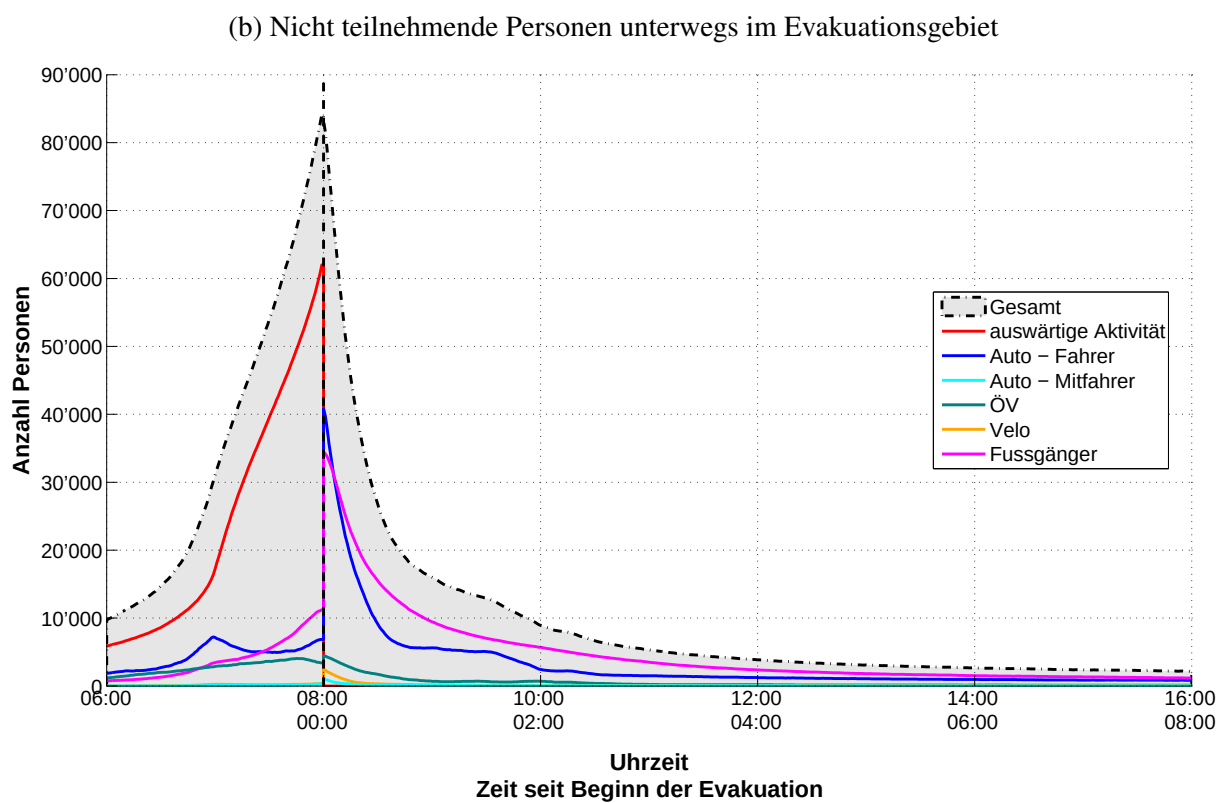
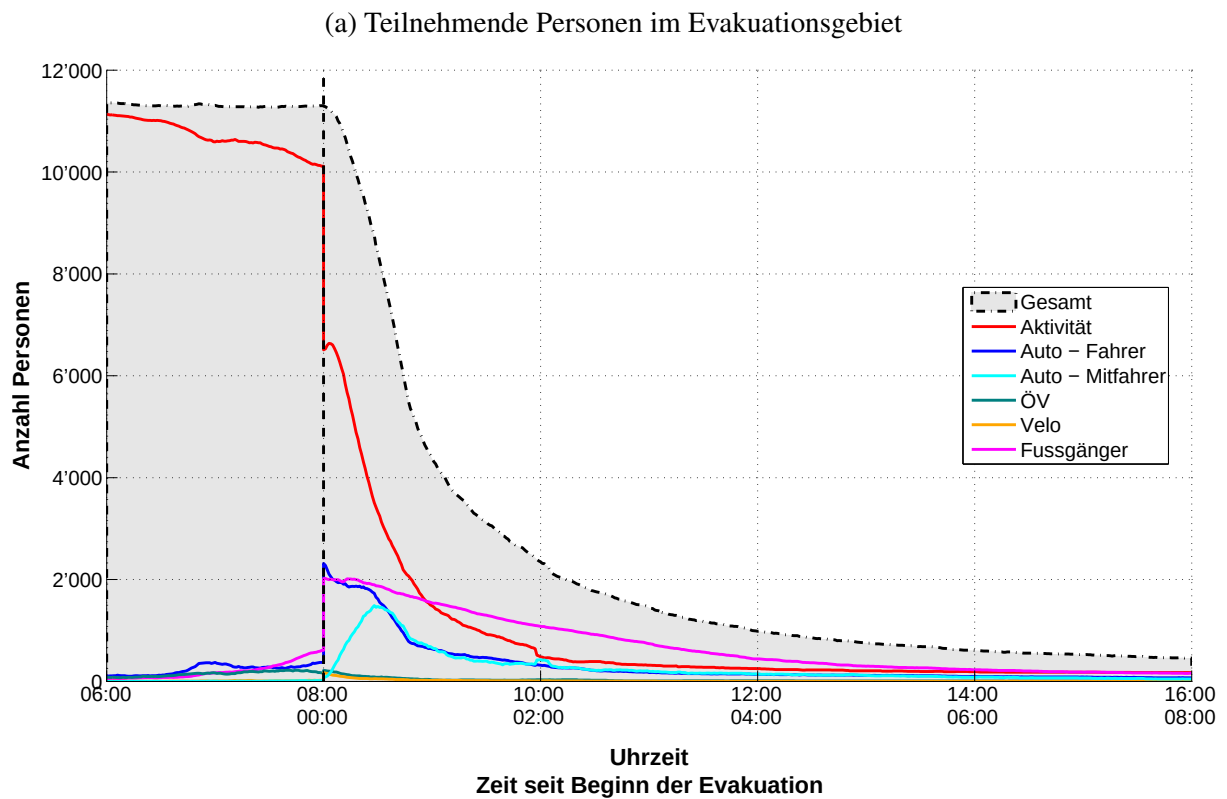


Abbildung 79: Lauf 11

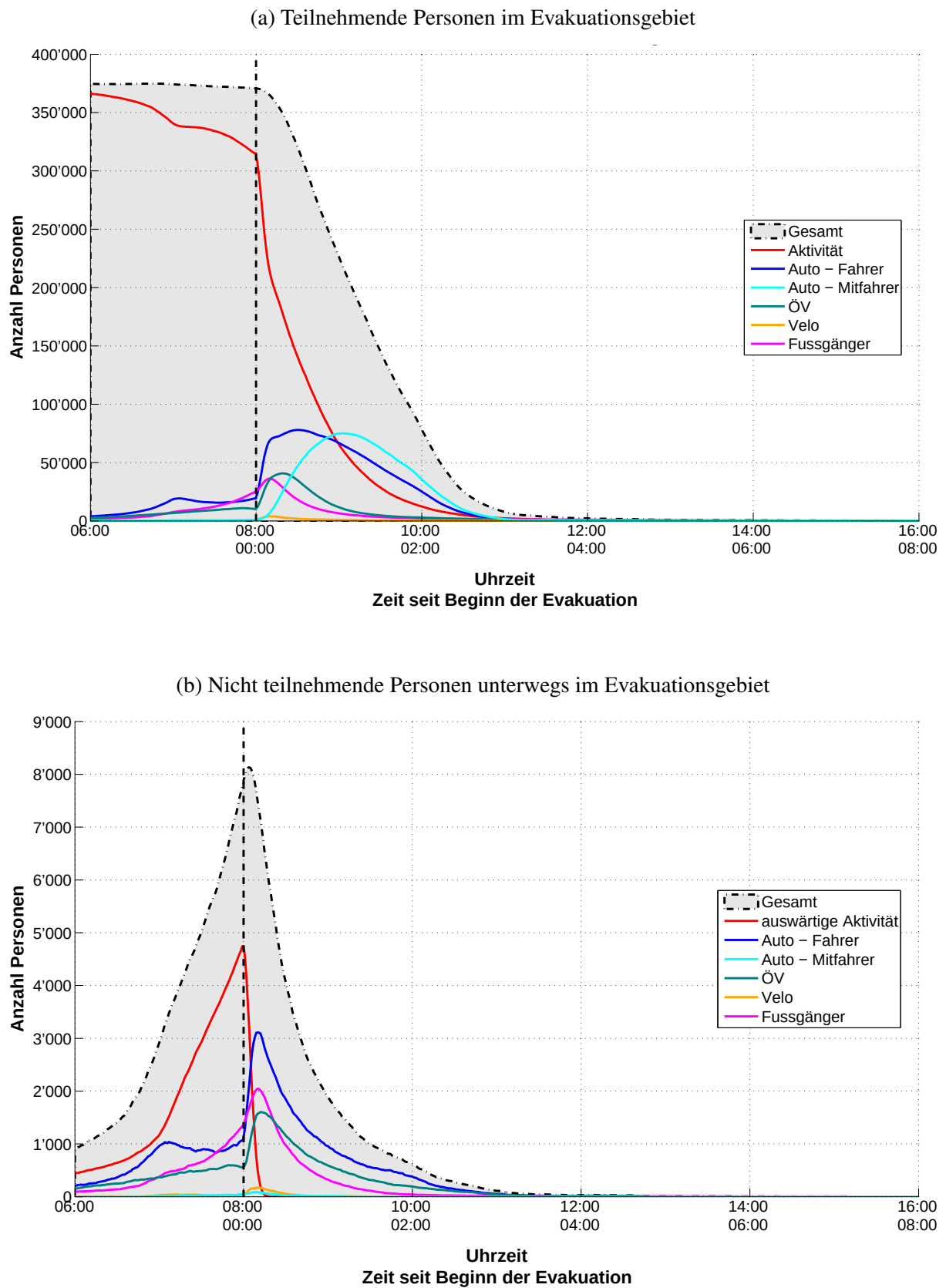


Abbildung 81: Lauf 12

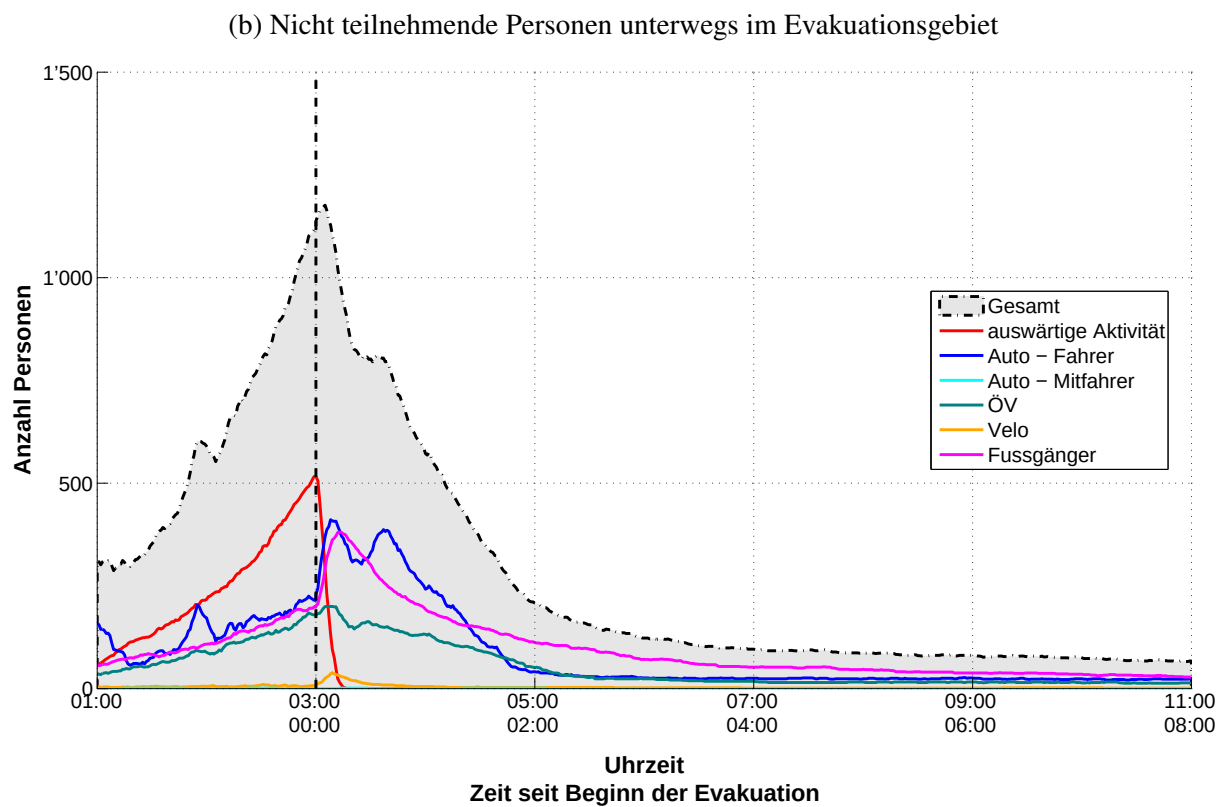
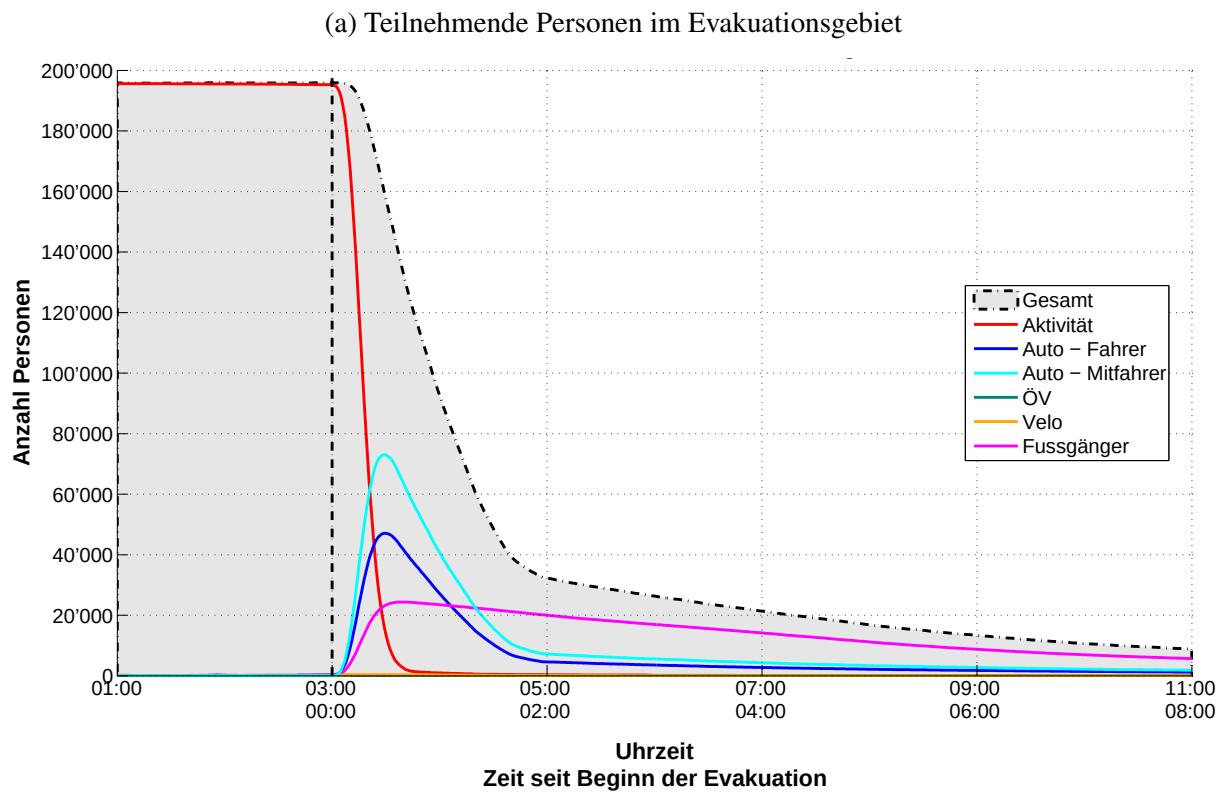


Abbildung 83: Lauf 13

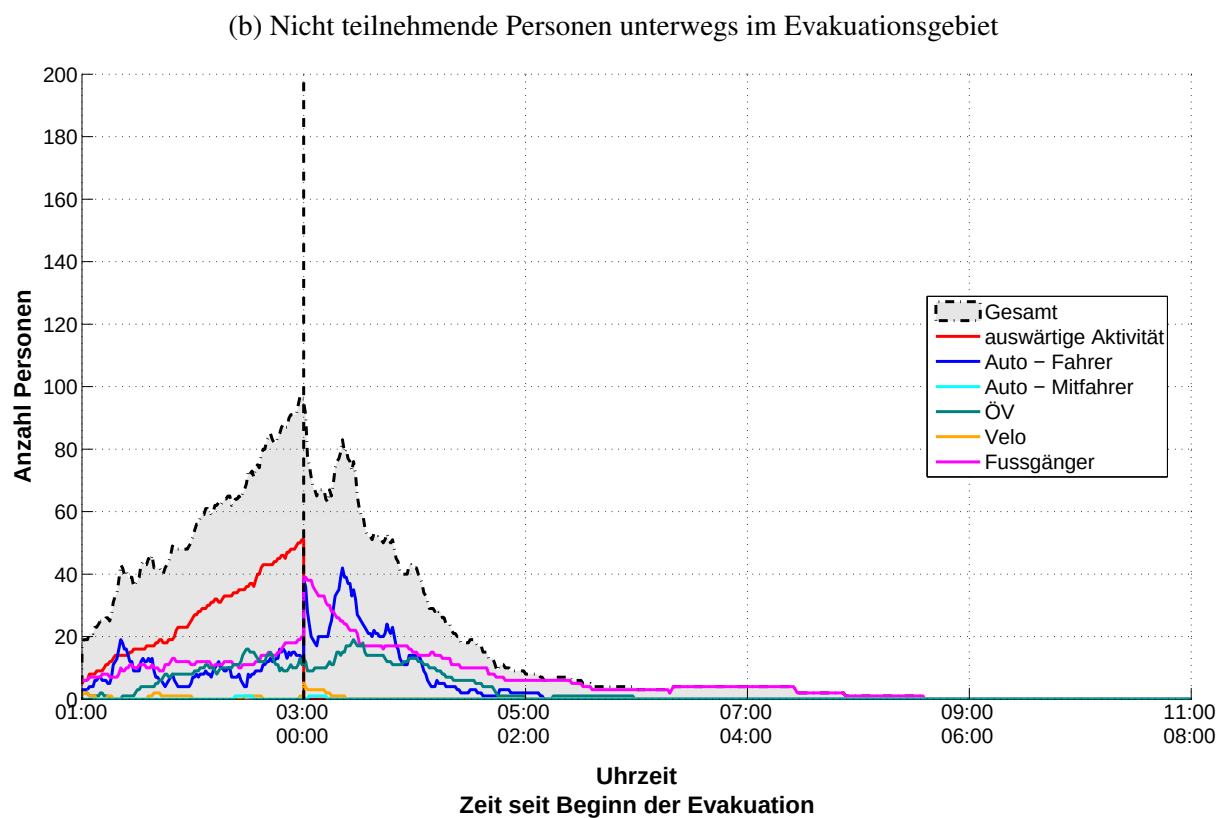
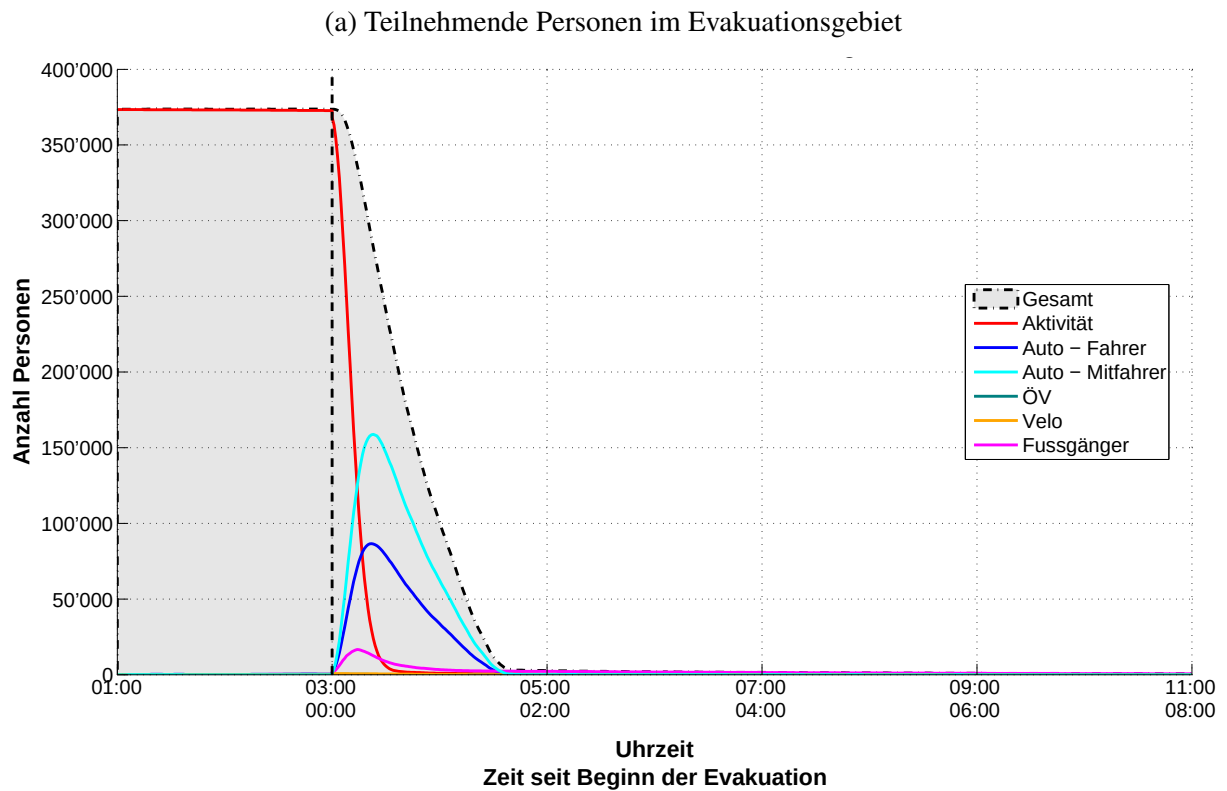


Abbildung 85: Lauf 14

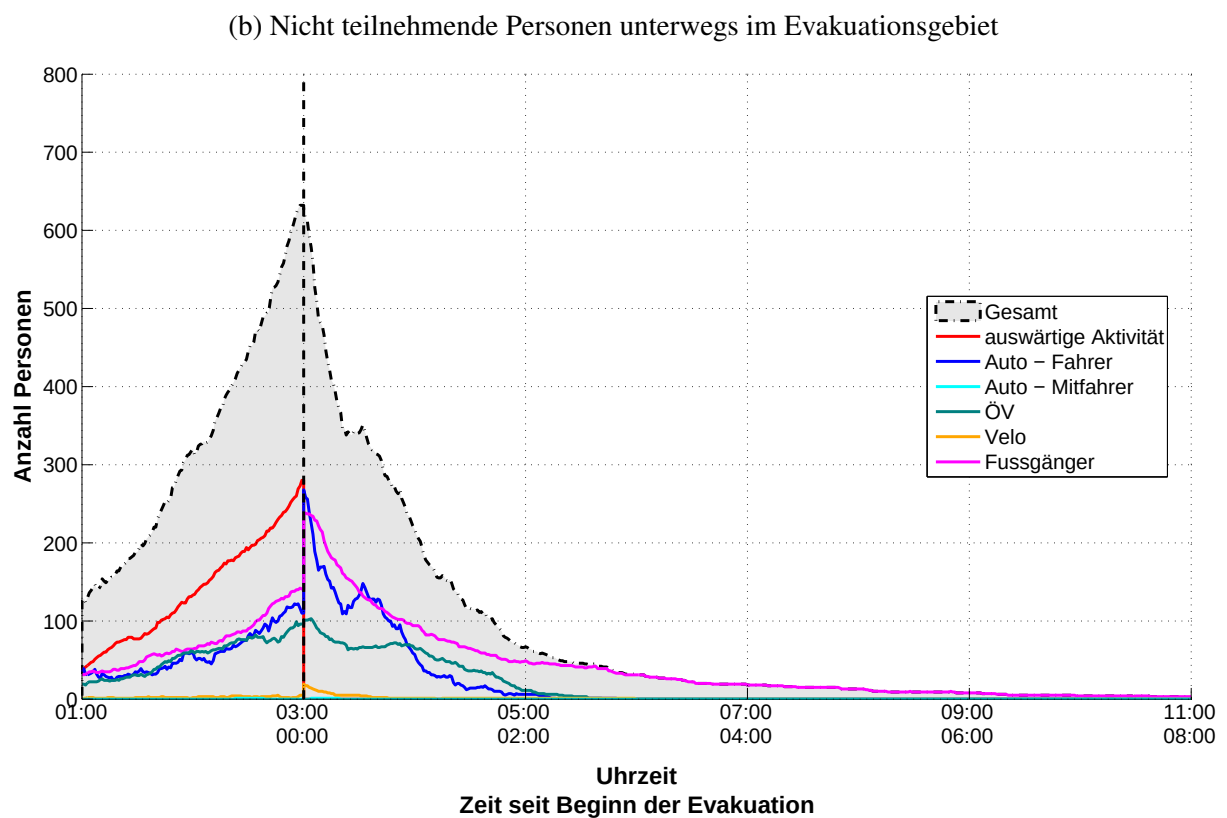
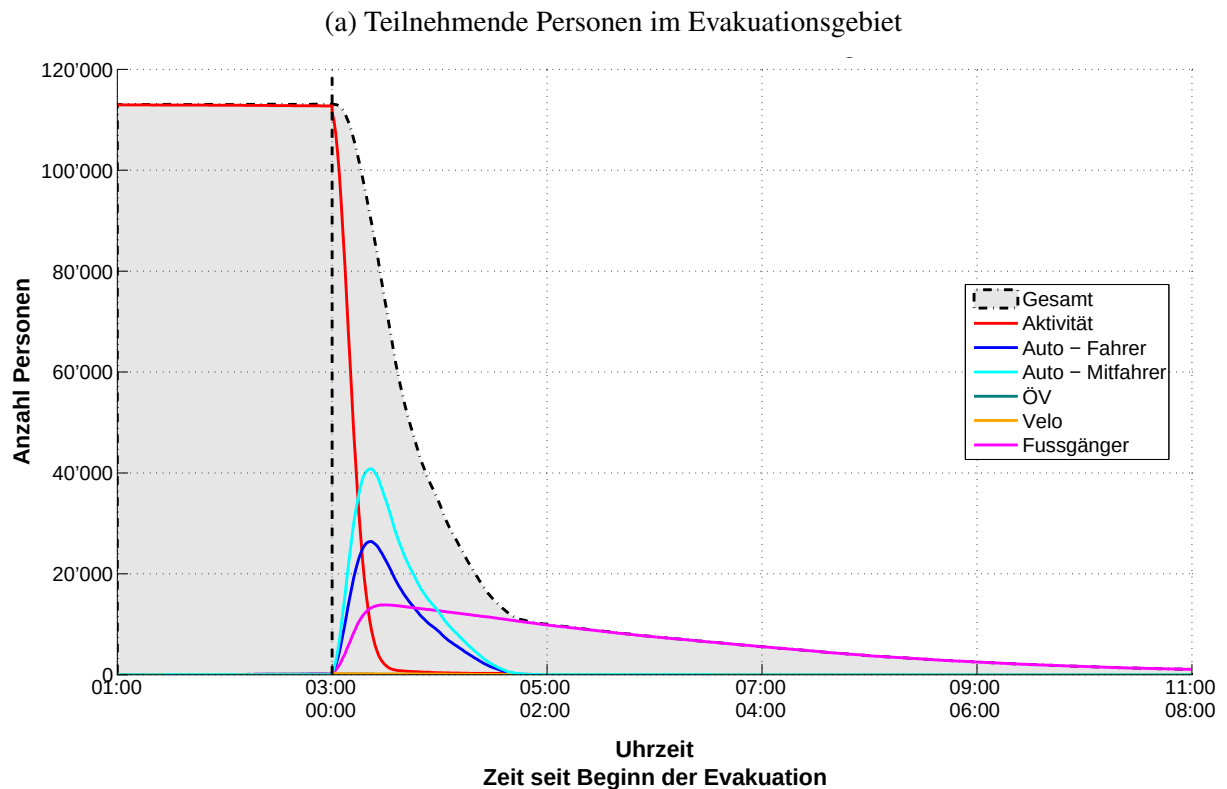


Abbildung 87: Lauf 15

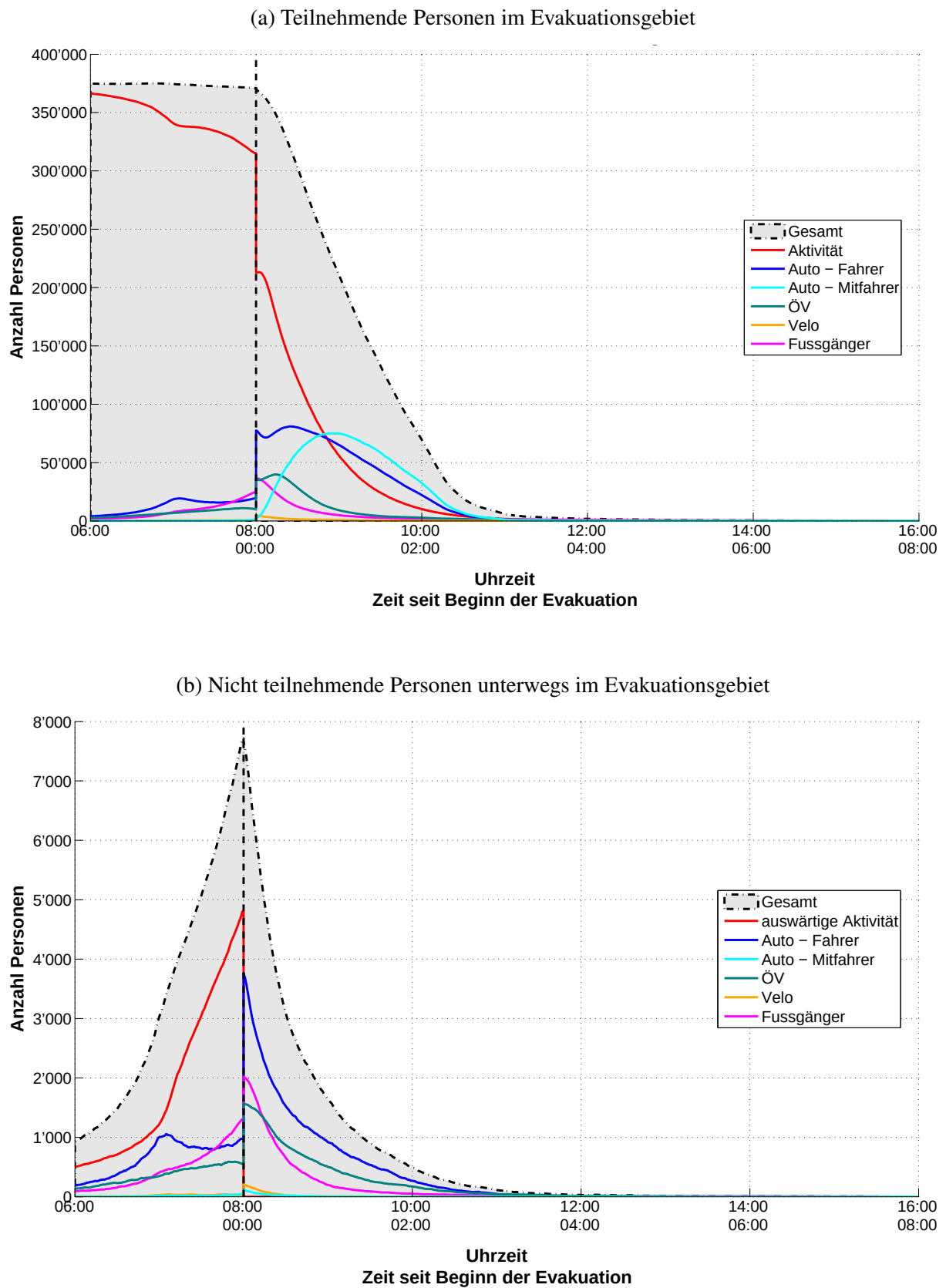


Abbildung 89: Lauf 16

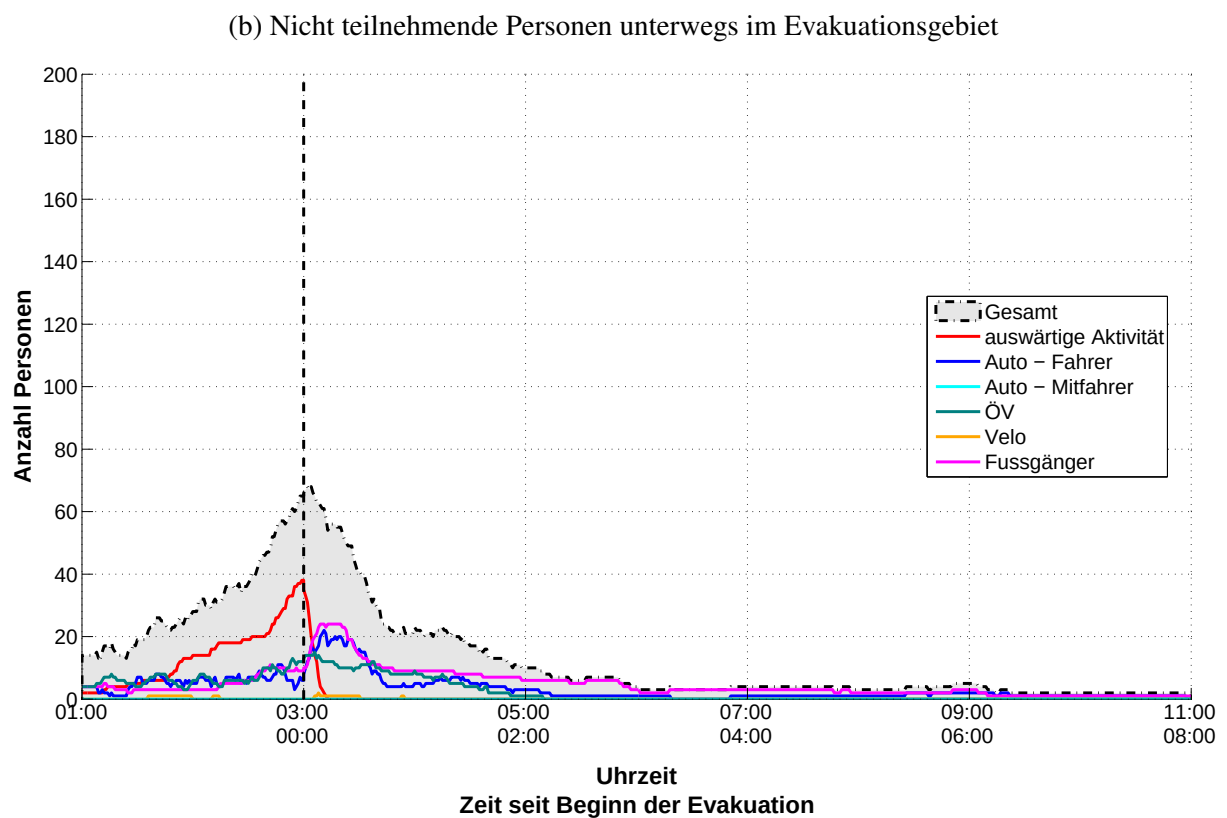
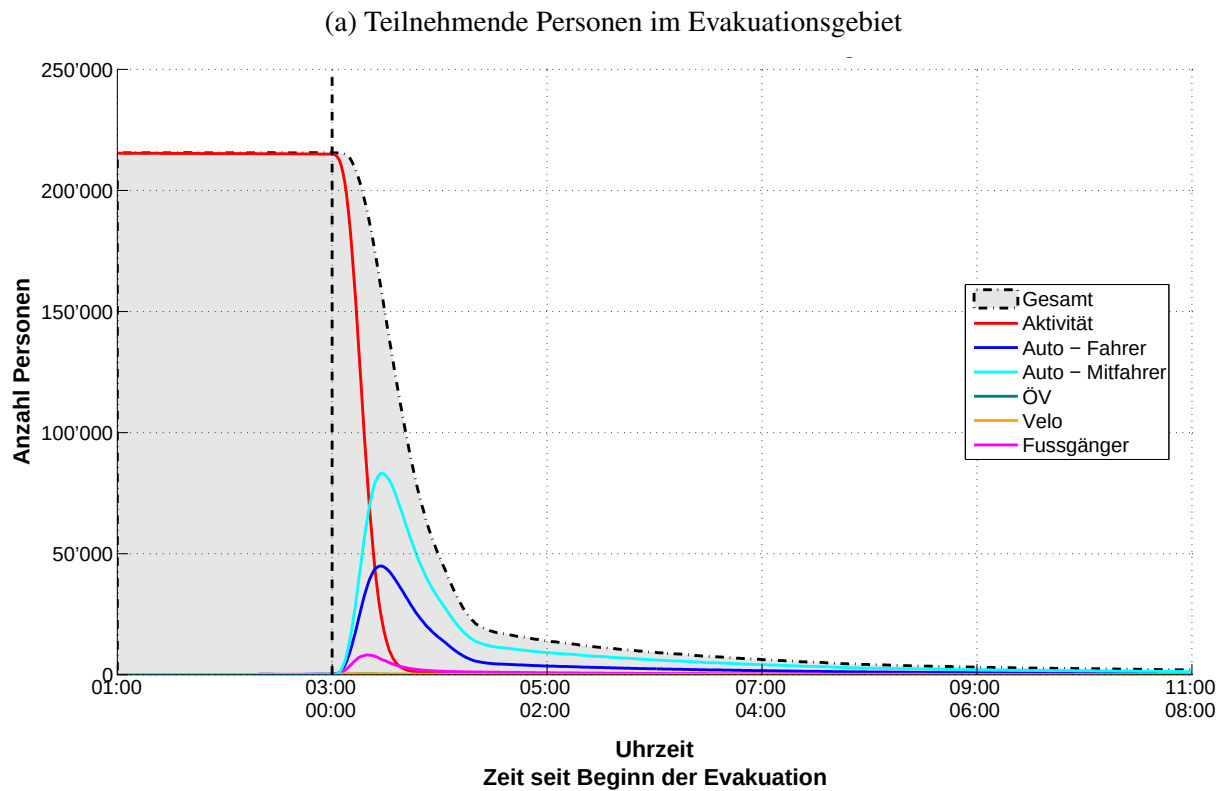


Abbildung 91: Lauf 17

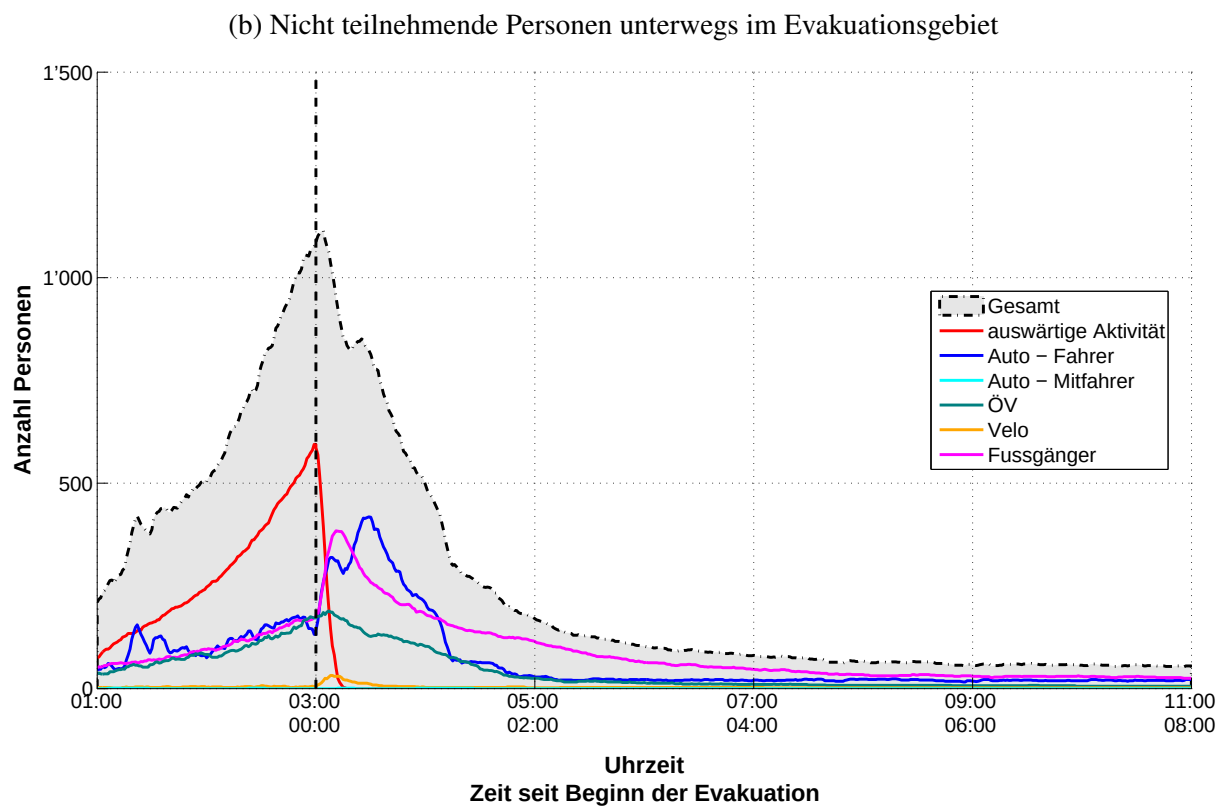
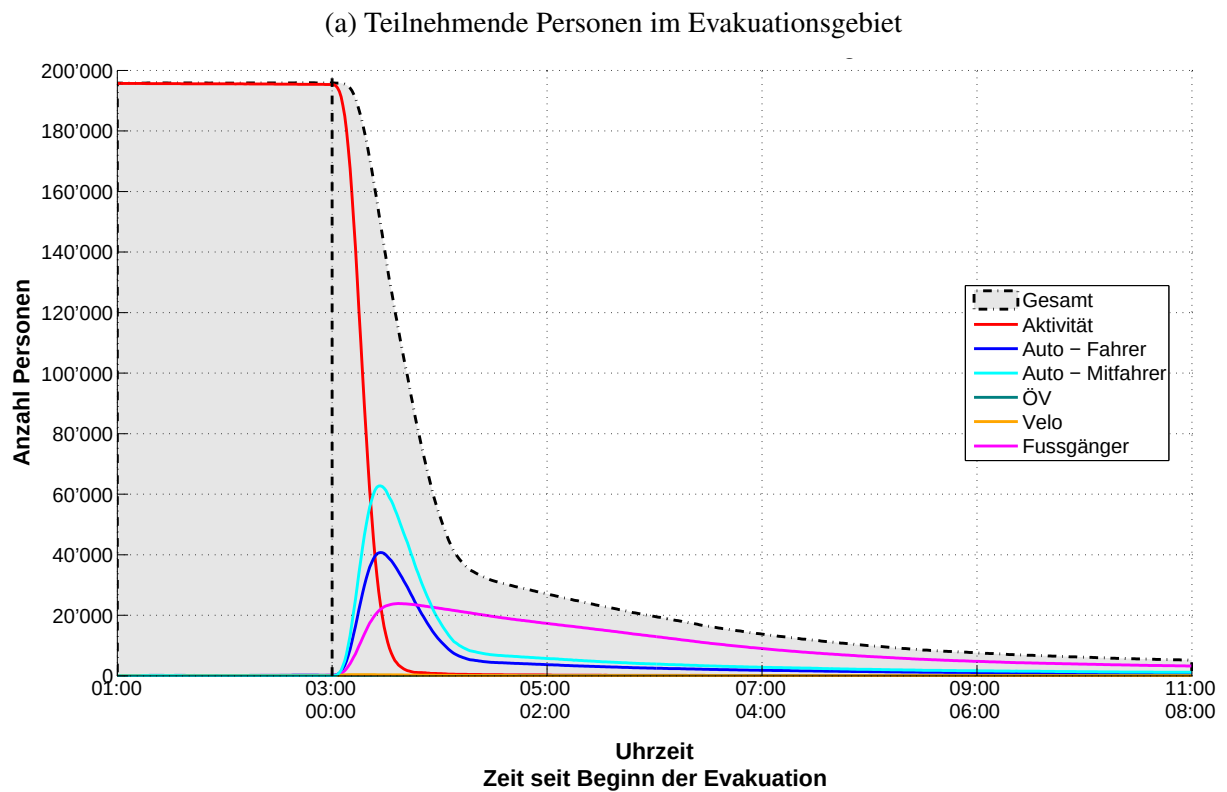


Abbildung 93: Lauf 18

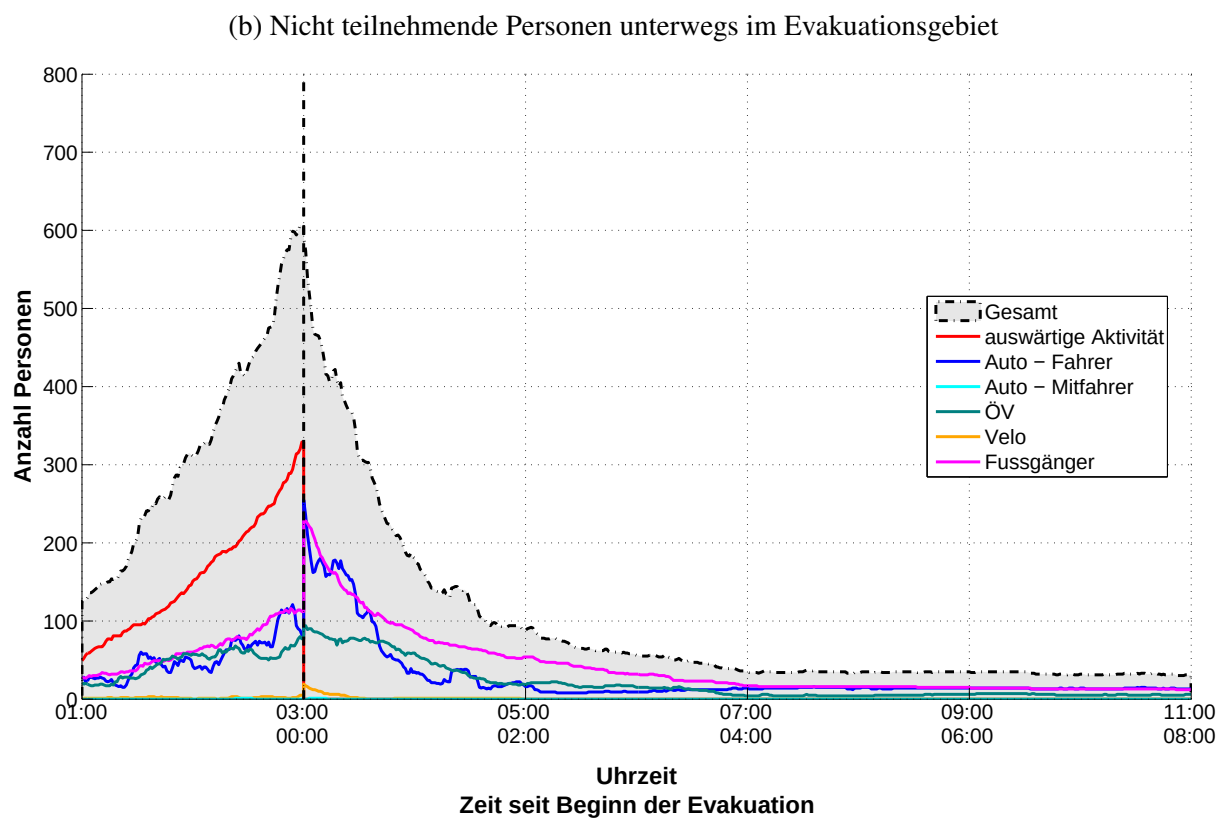
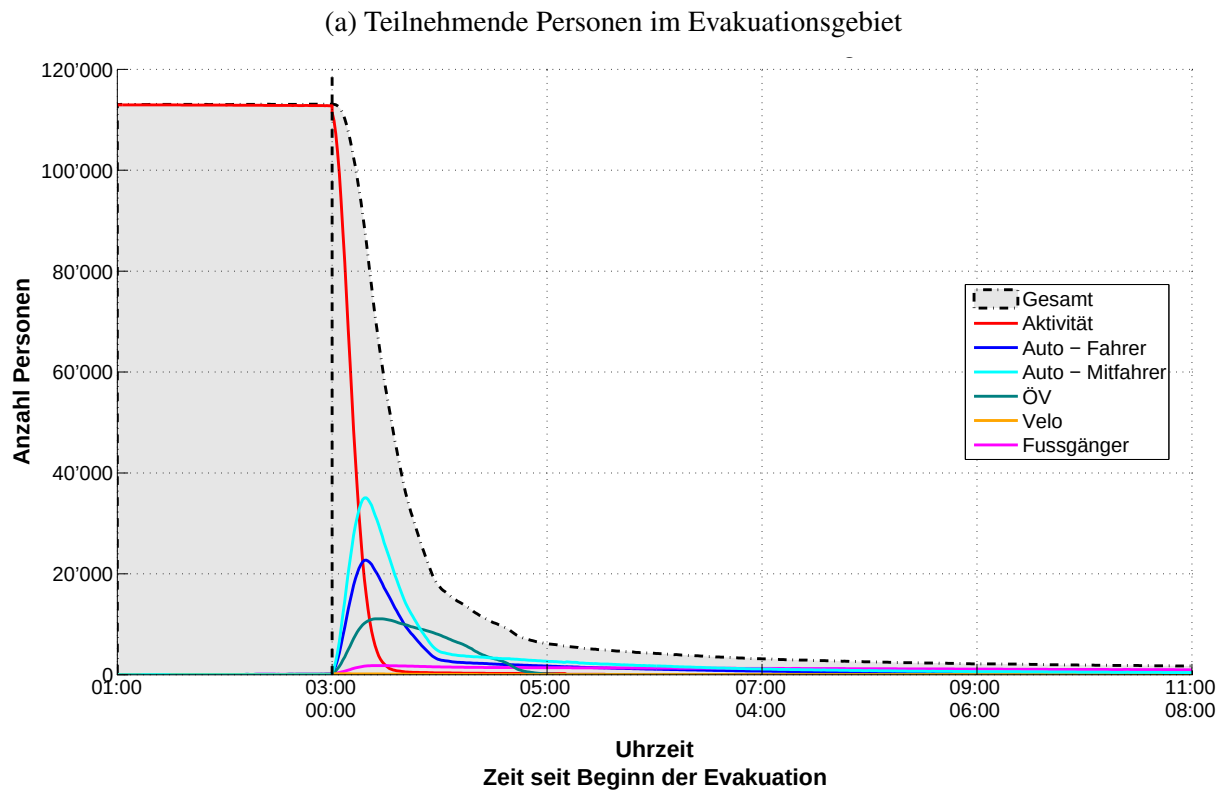


Abbildung 95: Lauf 19

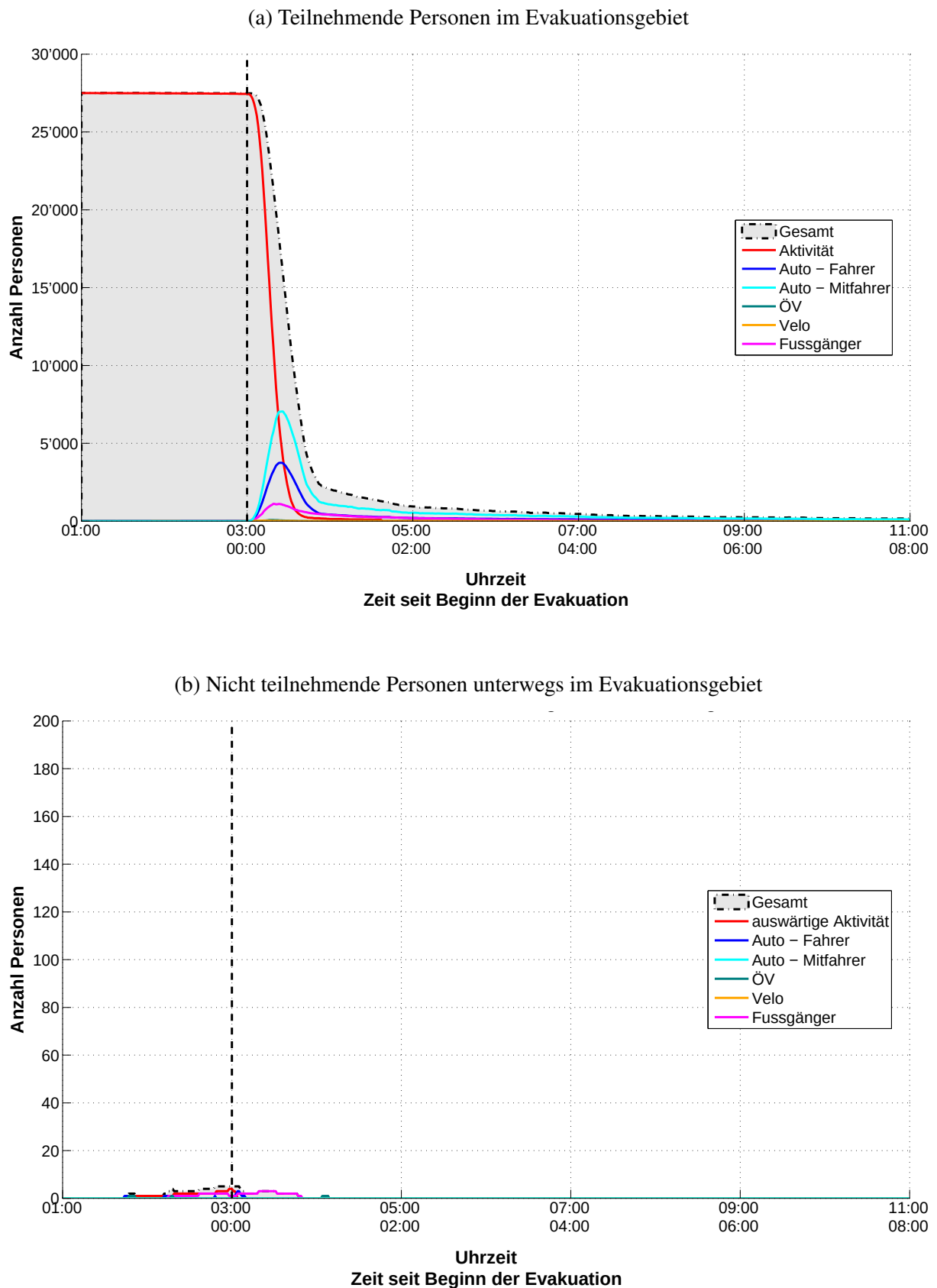


Abbildung 97: Lauf 20

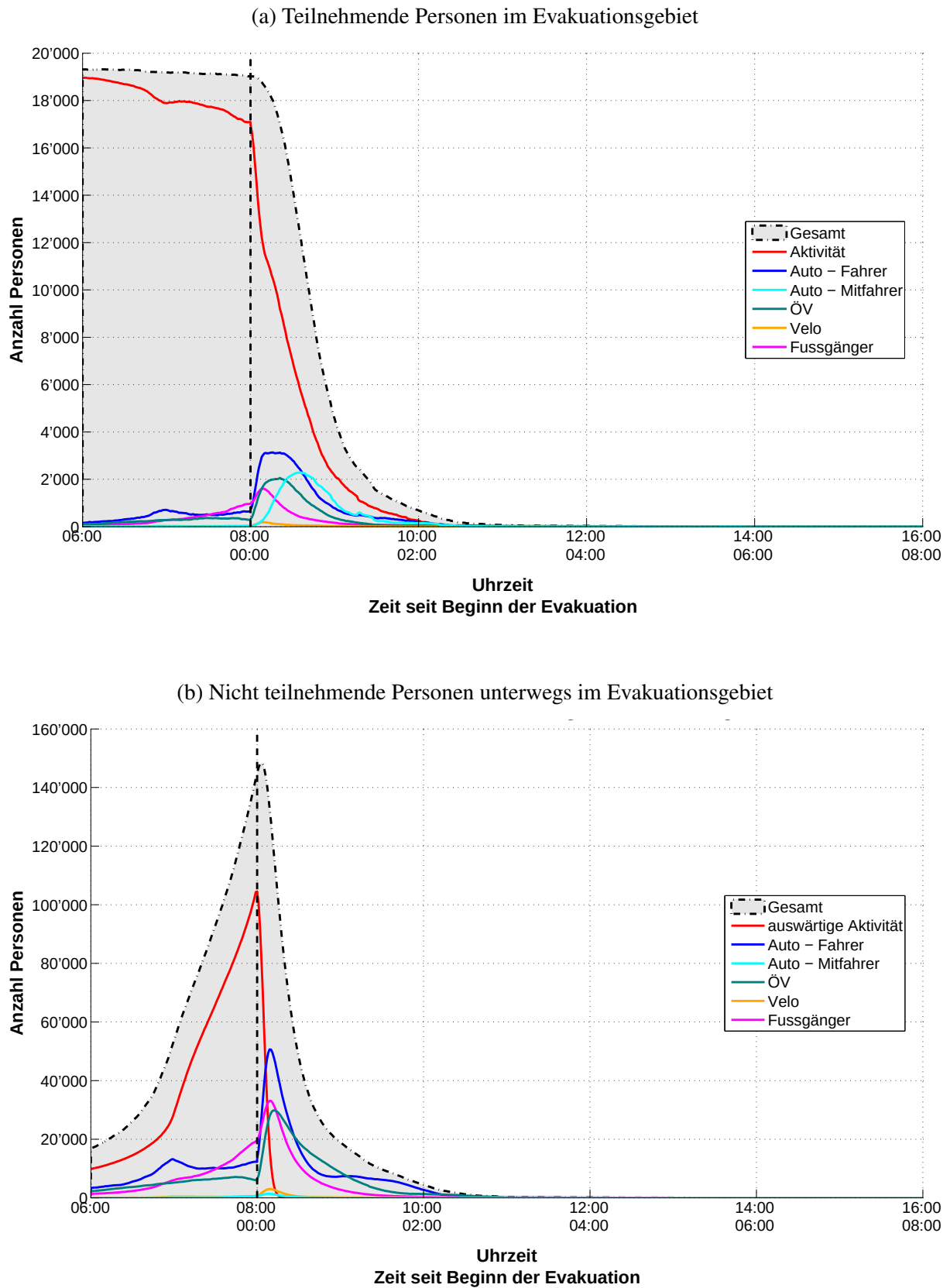


Abbildung 99: Lauf 21

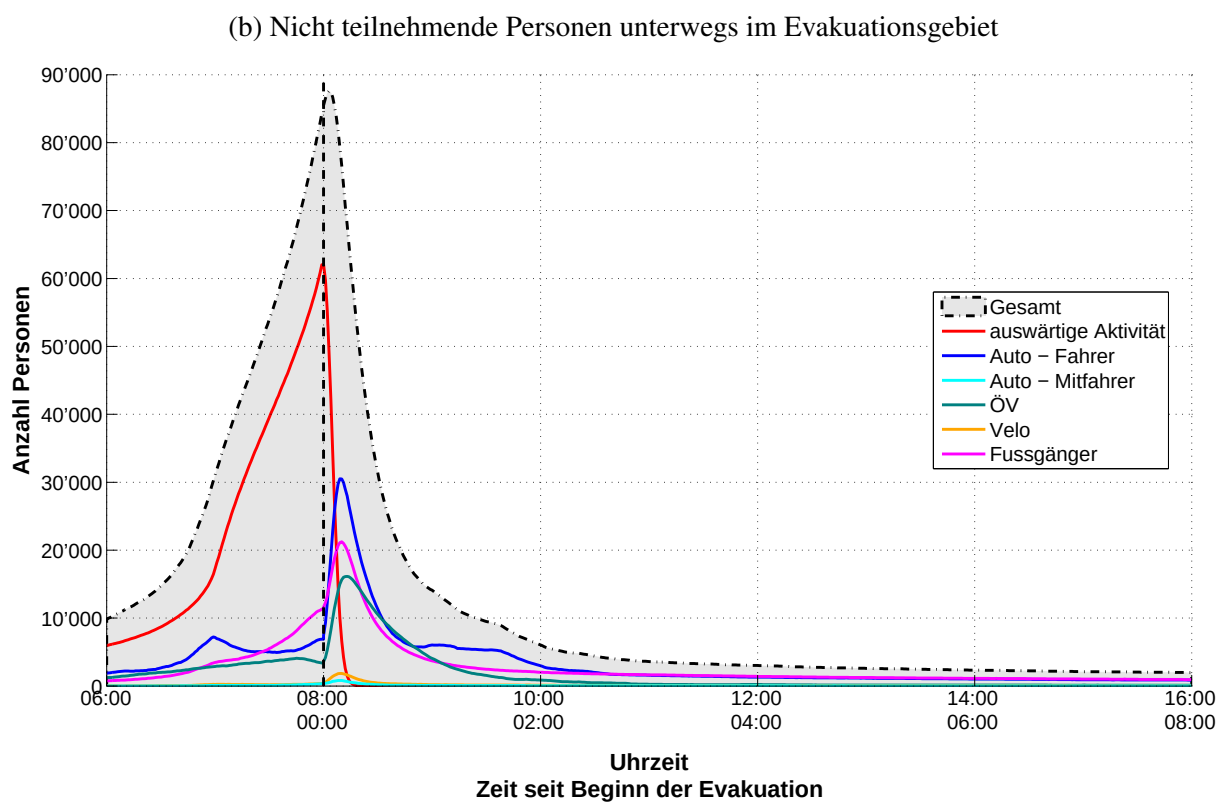
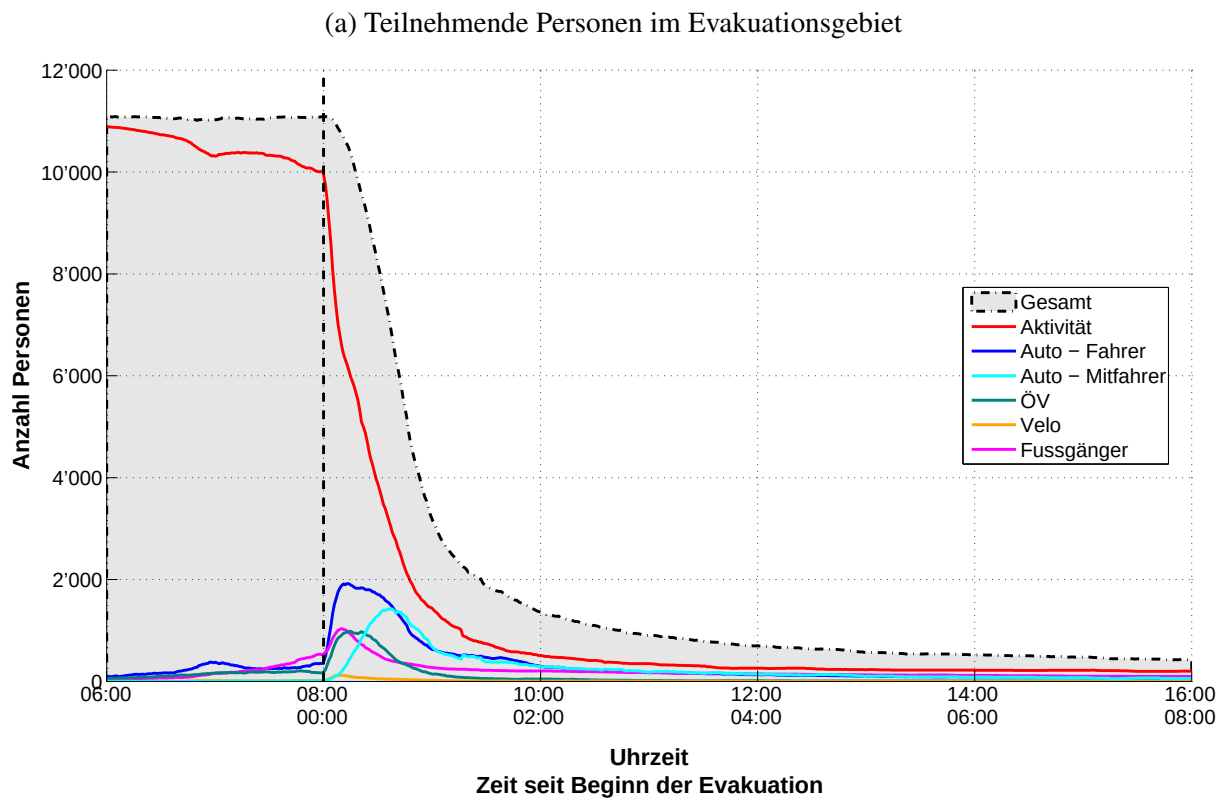
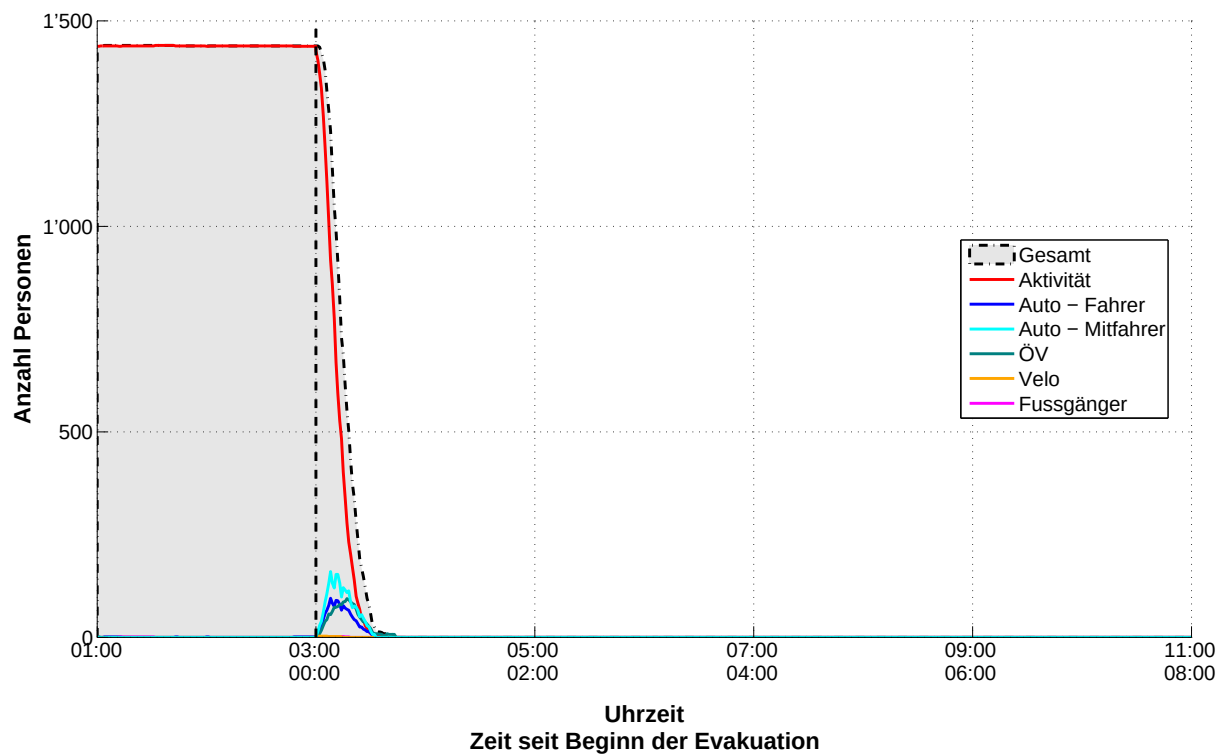


Abbildung 101: Lauf 22

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

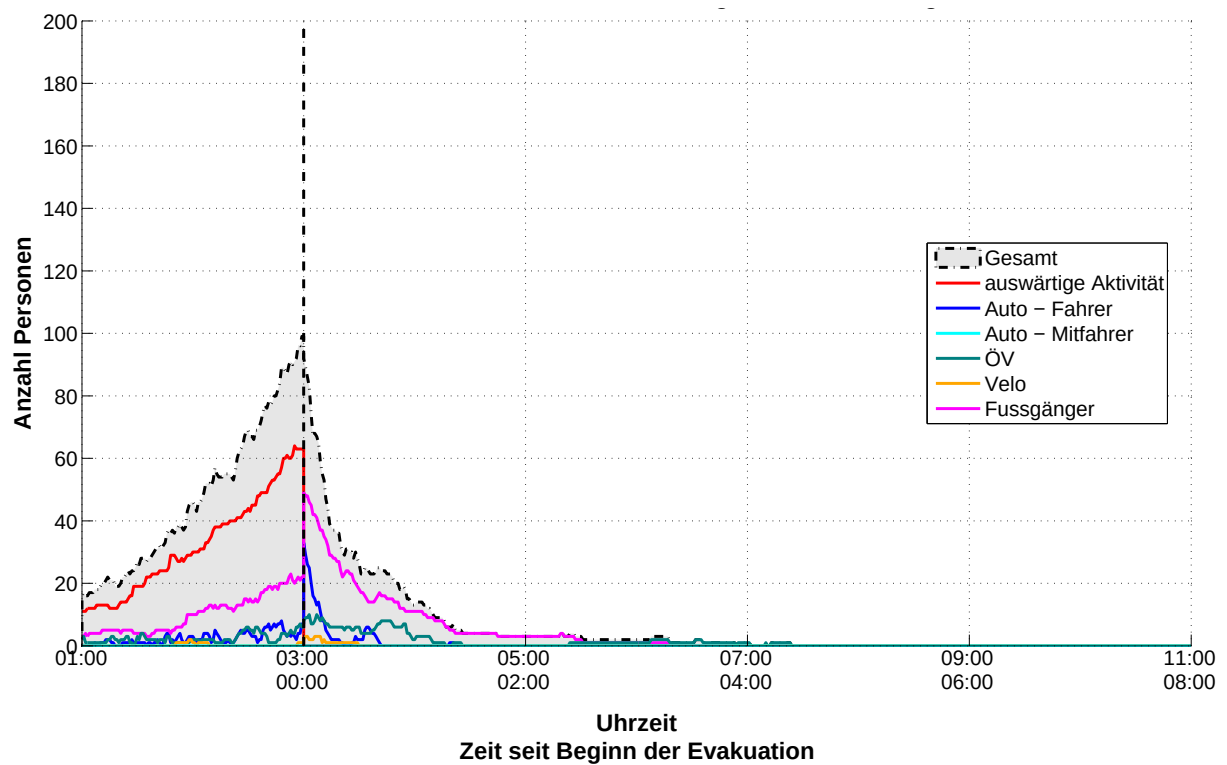


Abbildung 103: Lauf 23

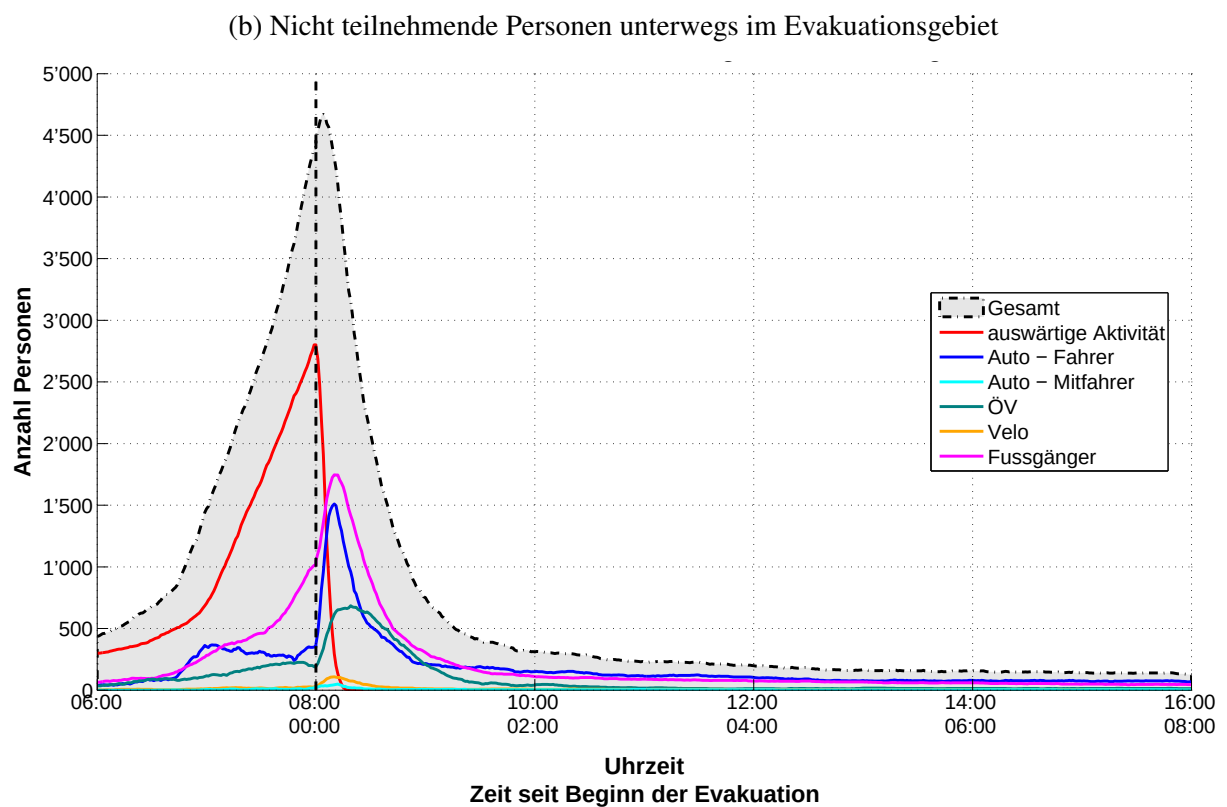
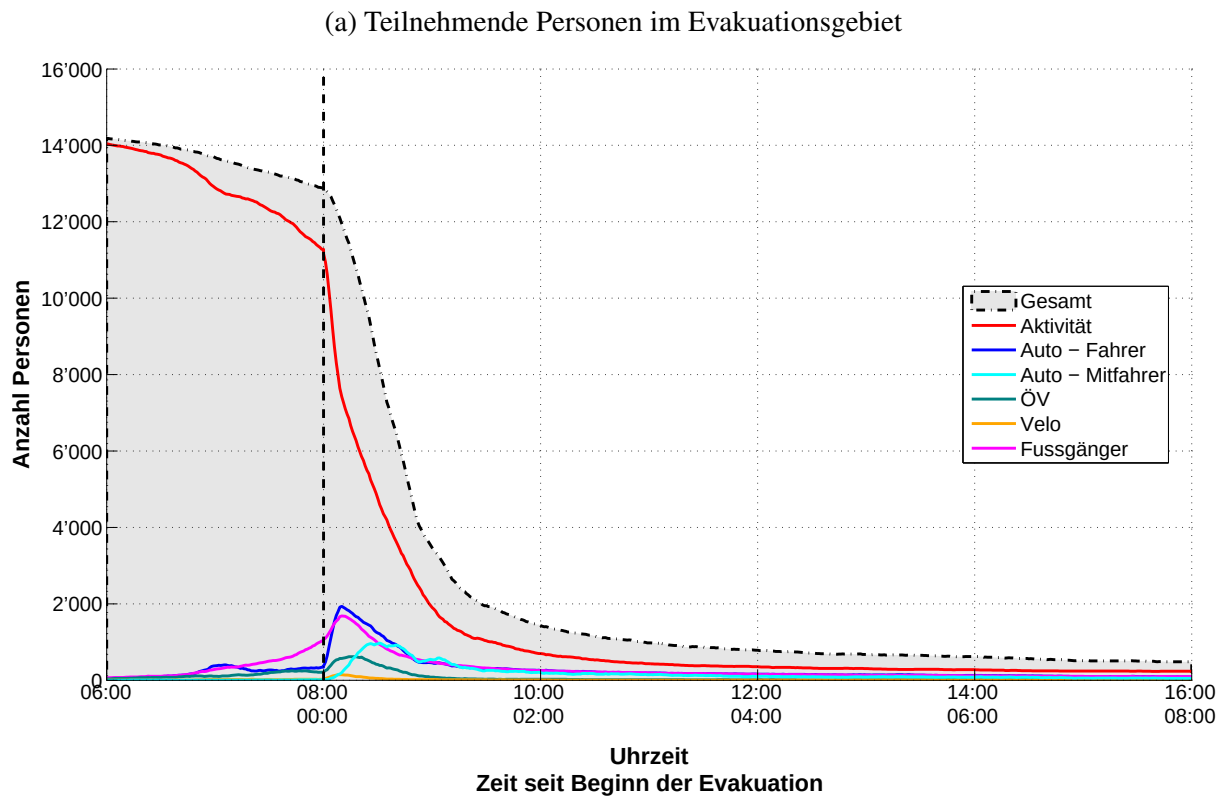


Abbildung 105: Lauf 24

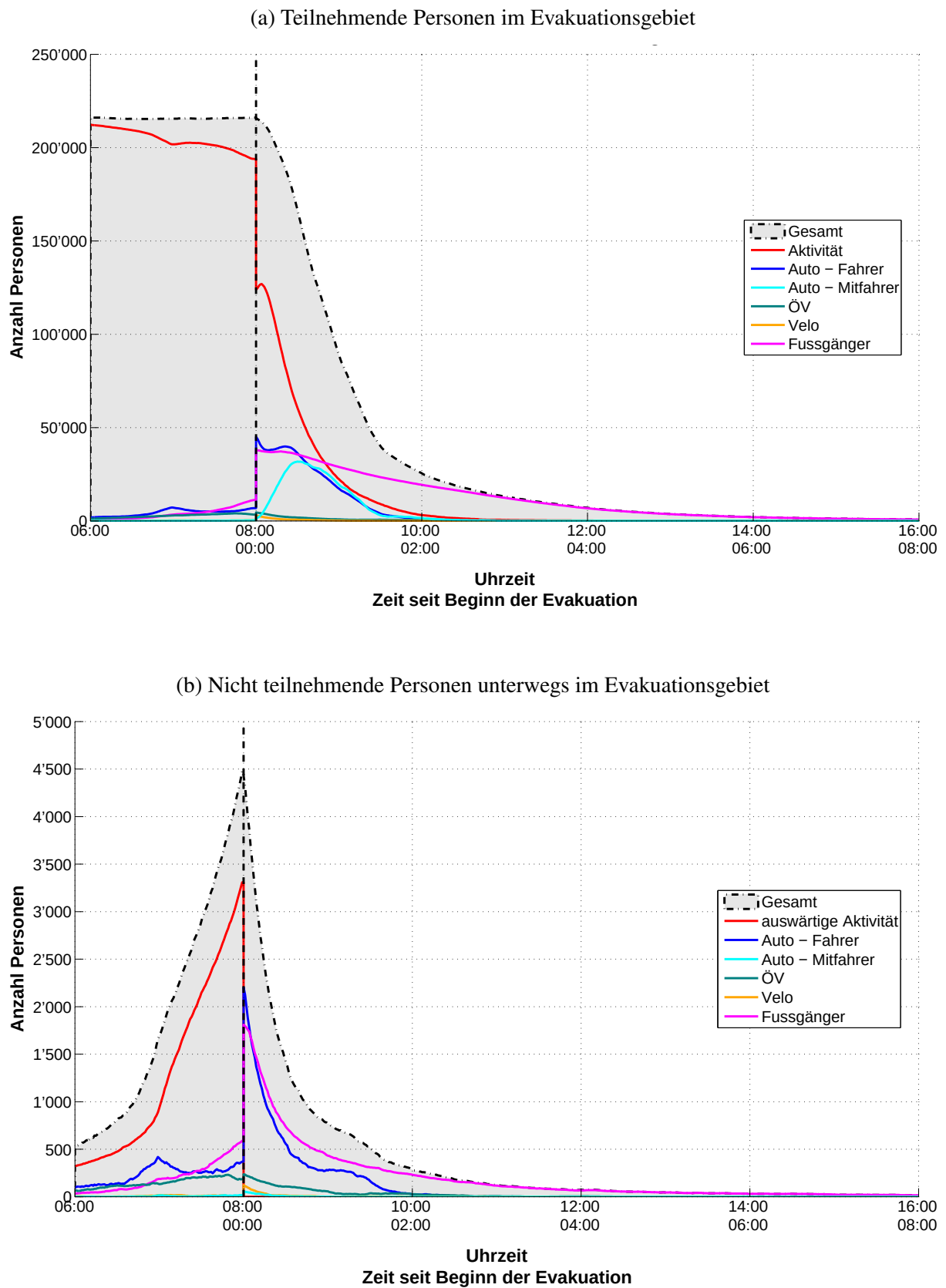


Abbildung 107: Lauf 25

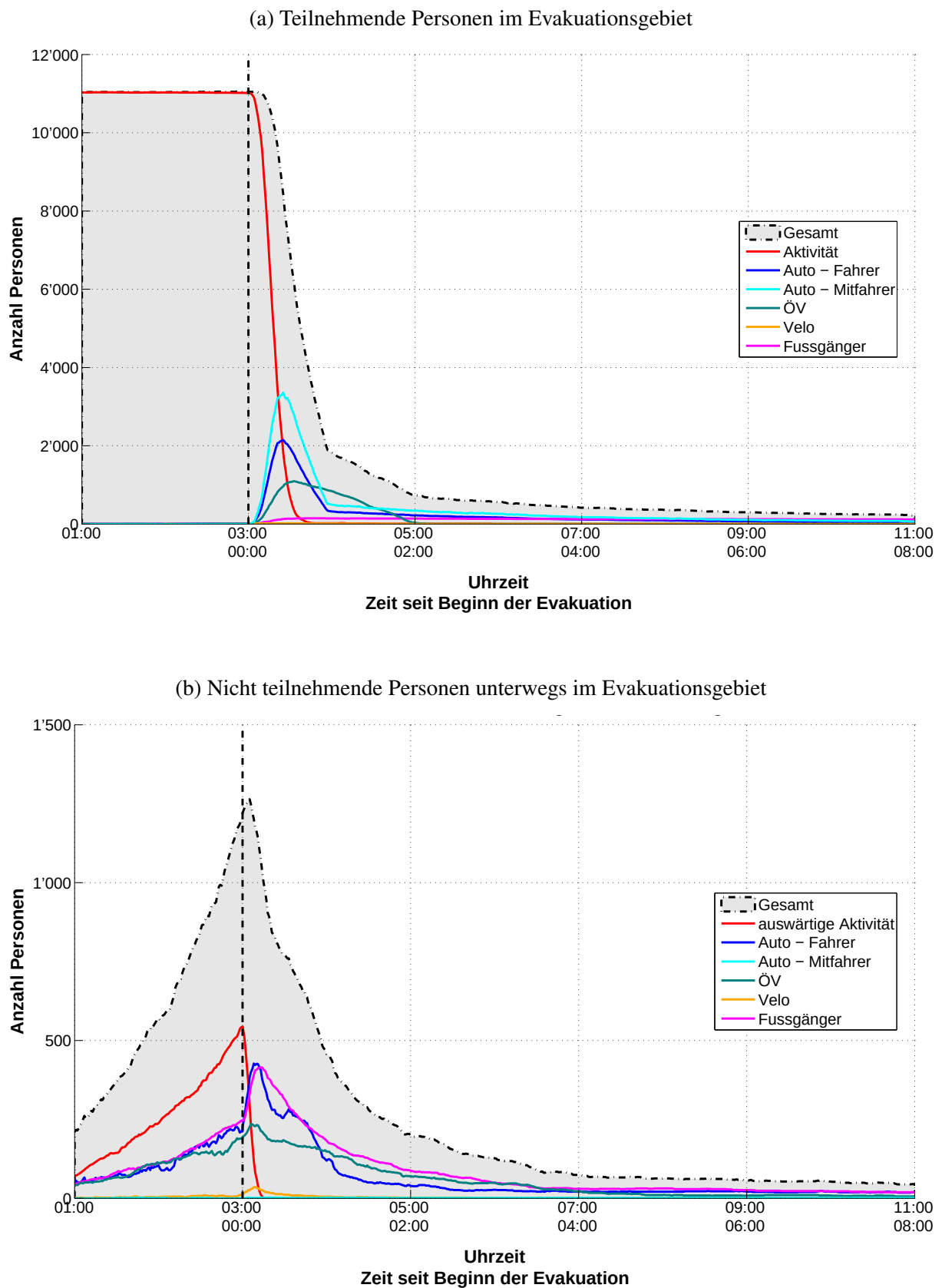


Abbildung 109: Lauf 26

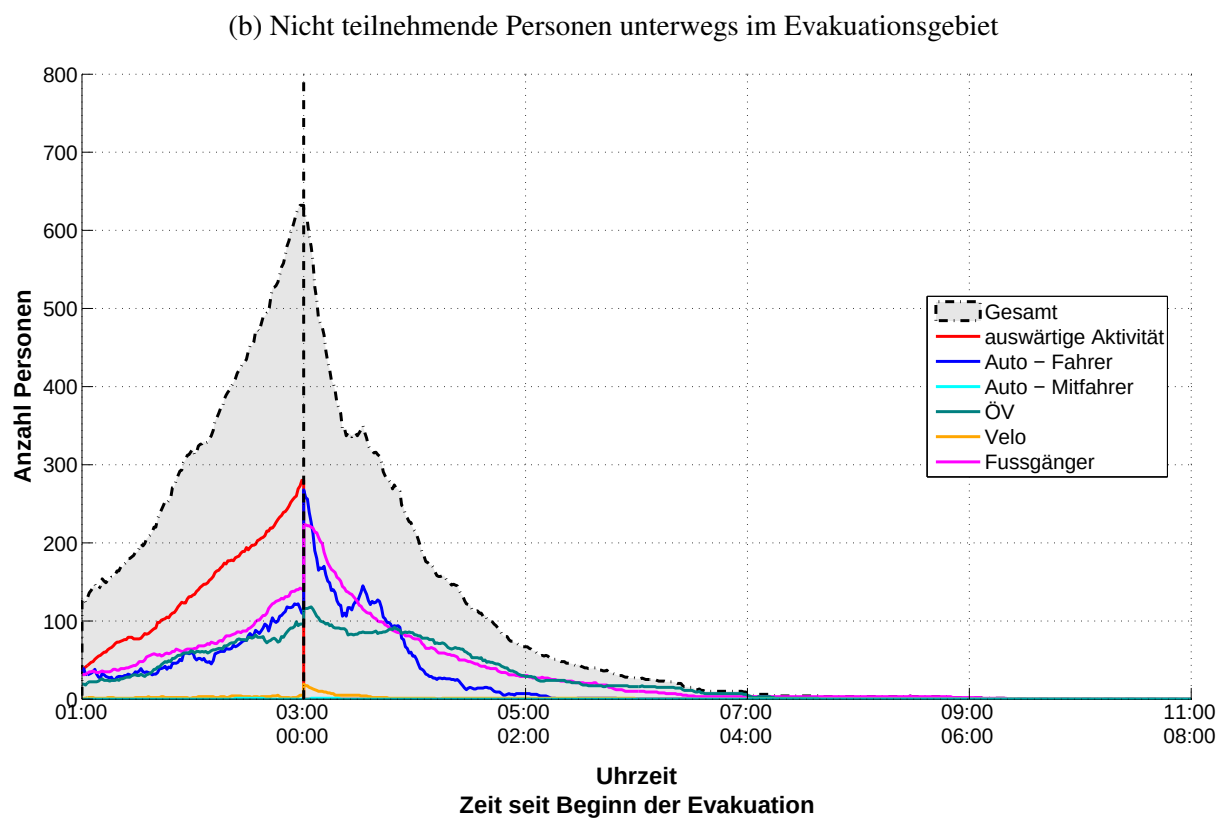
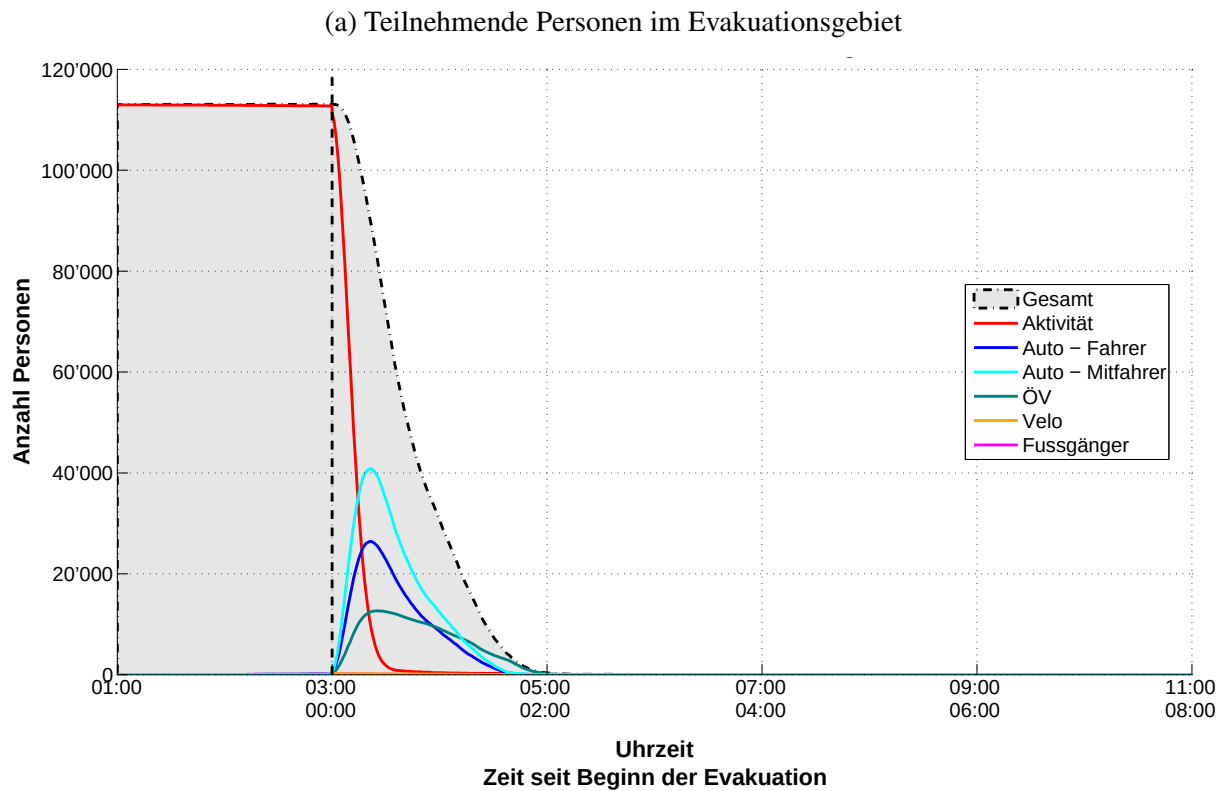


Abbildung 111: Lauf 27

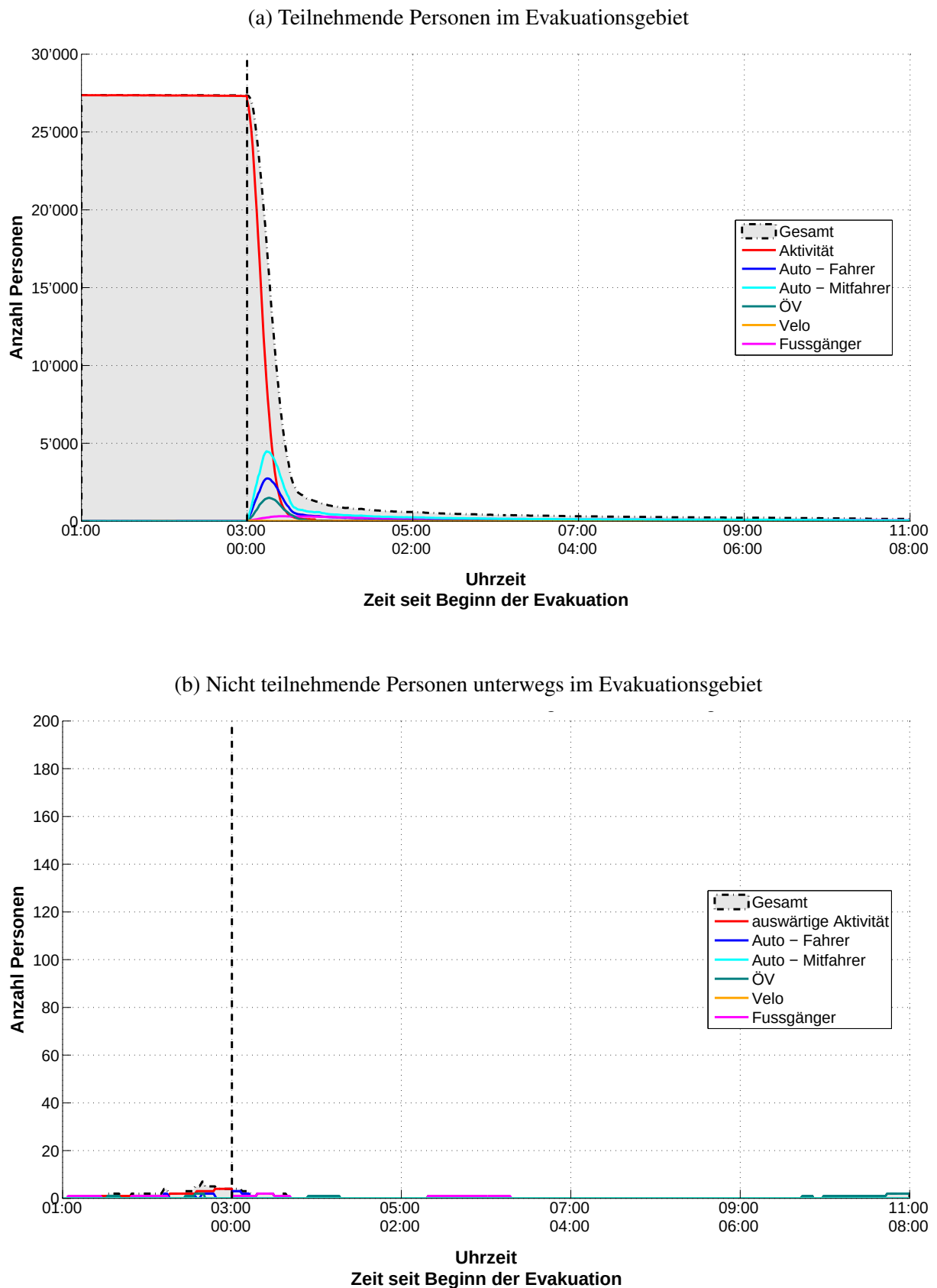


Abbildung 113: Lauf 28

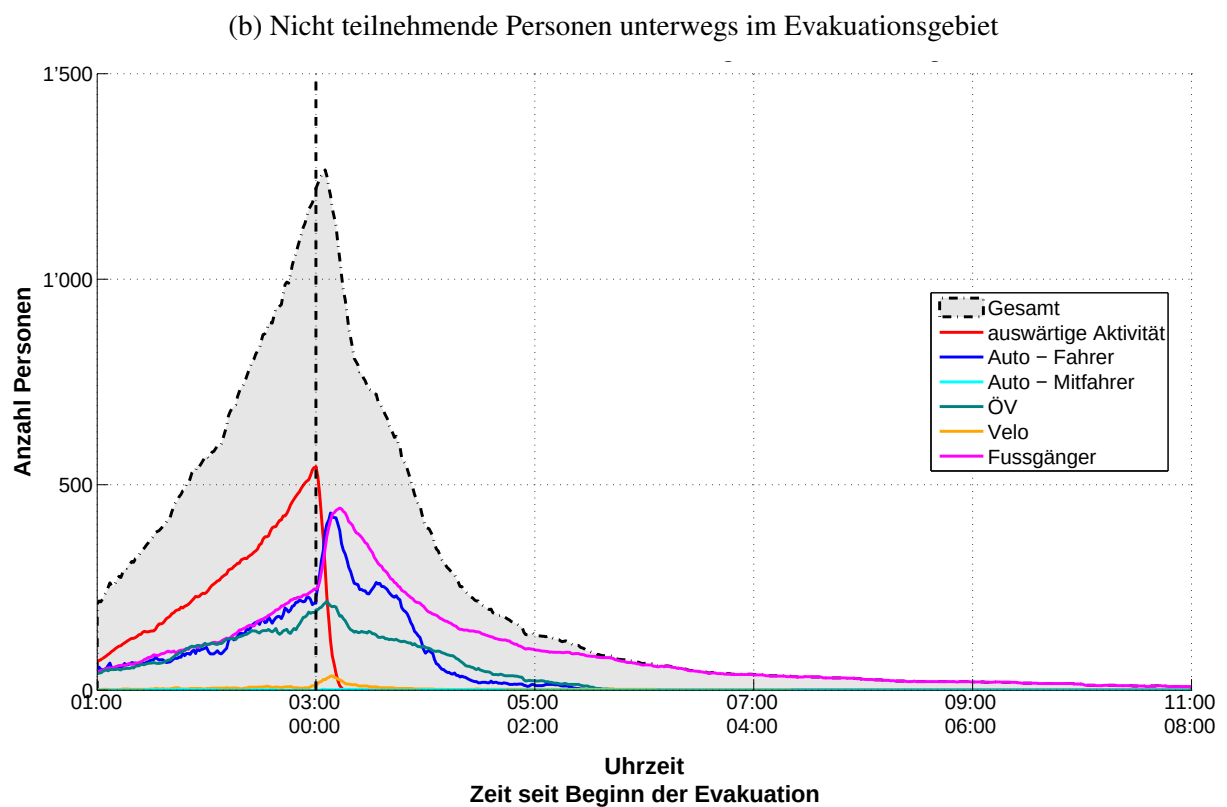
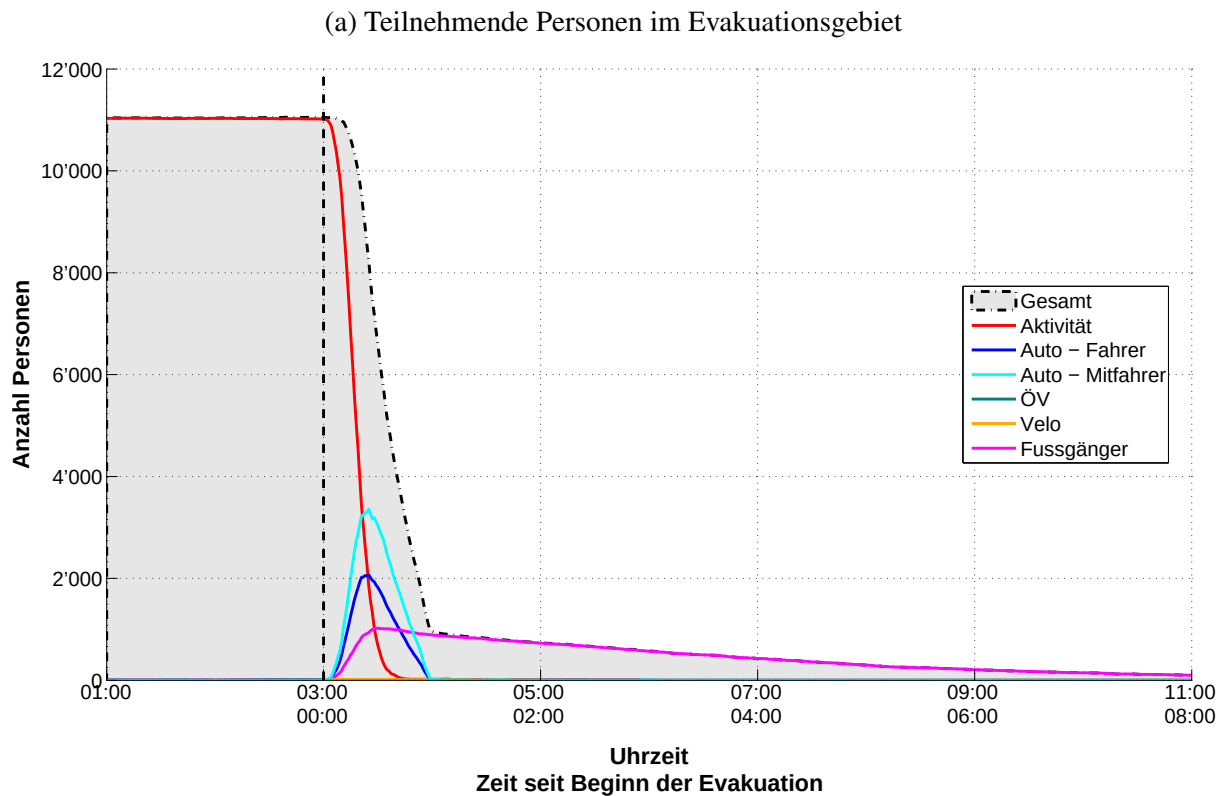
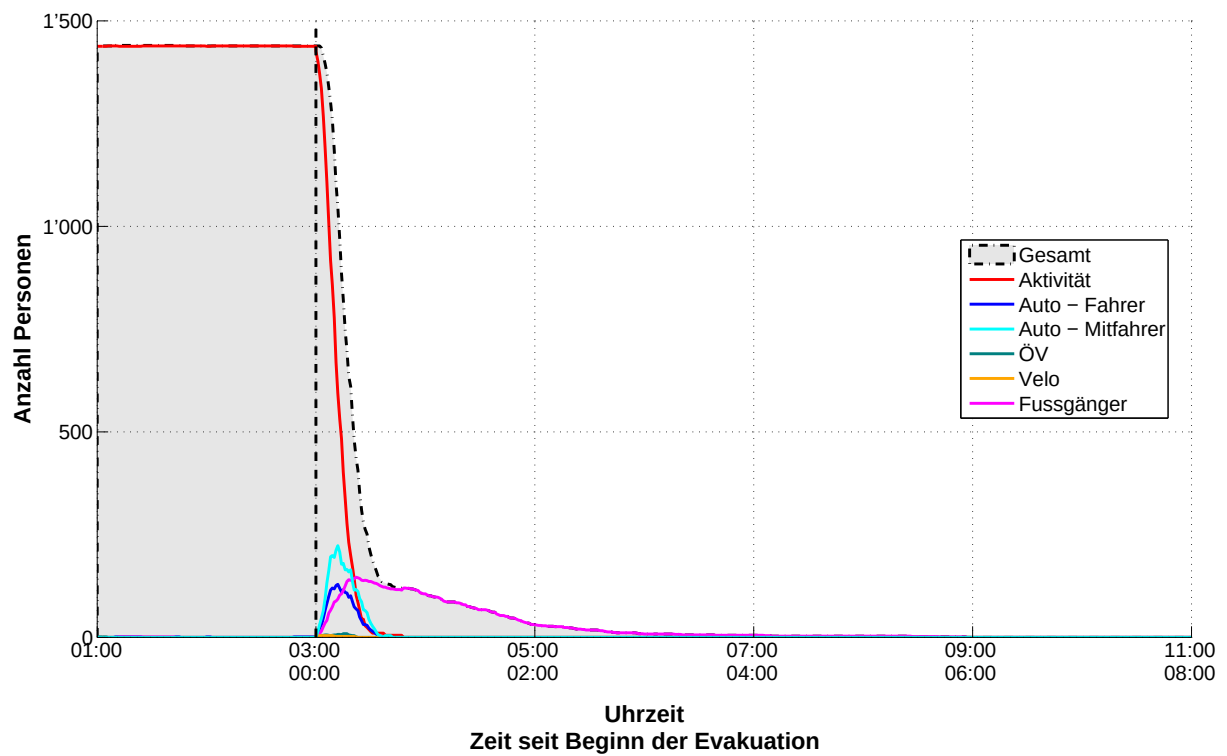


Abbildung 115: Lauf 29

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

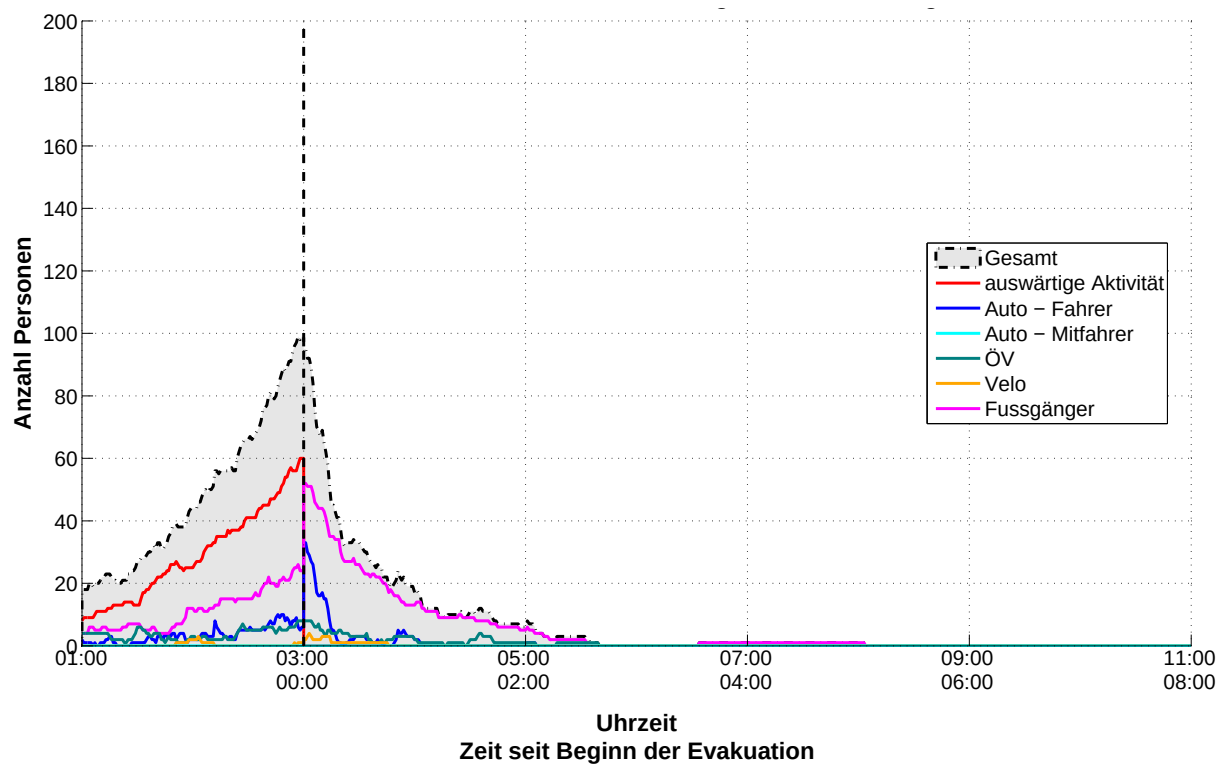


Abbildung 117: Lauf 30

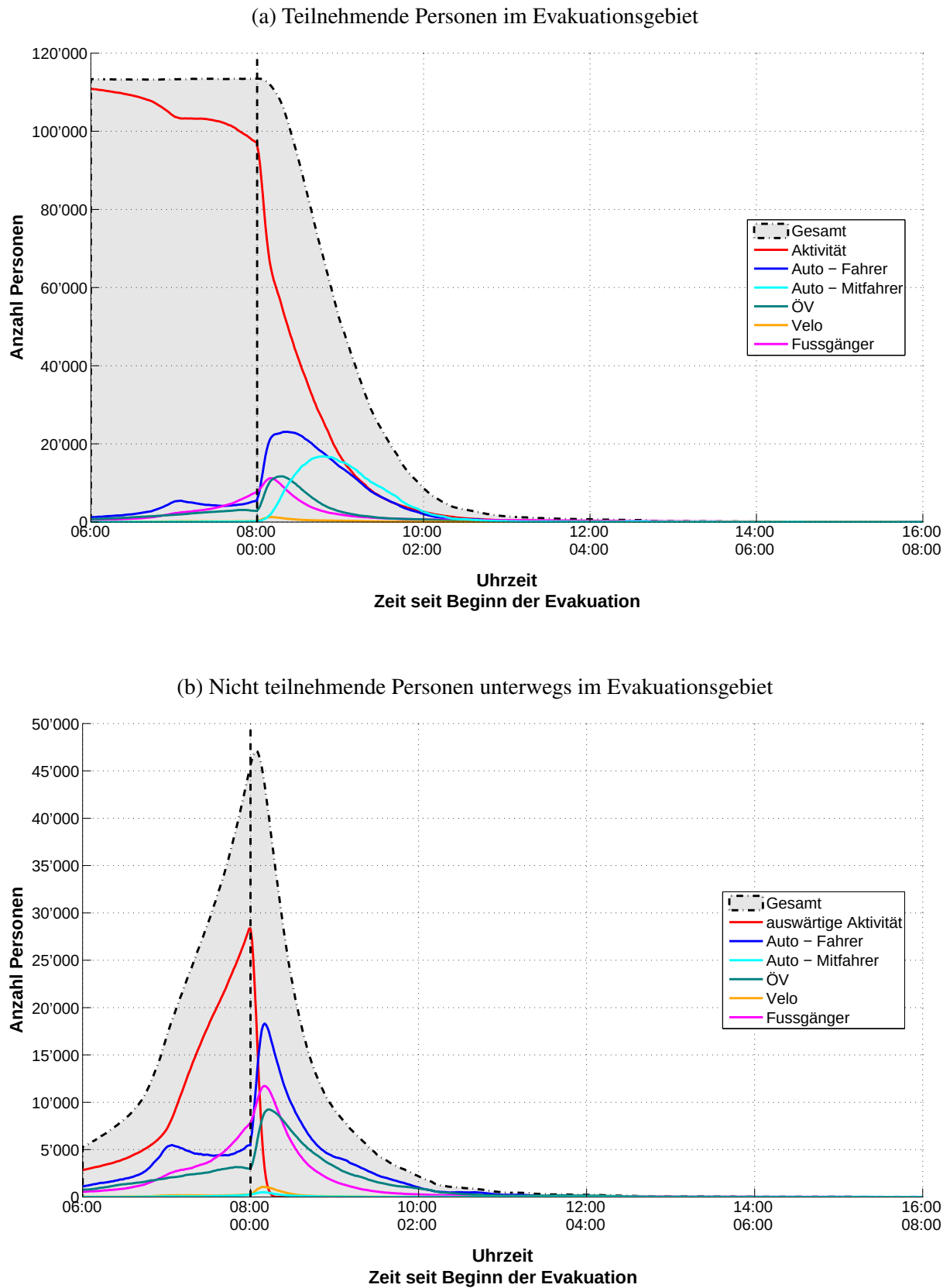


Abbildung 119: Lauf 31

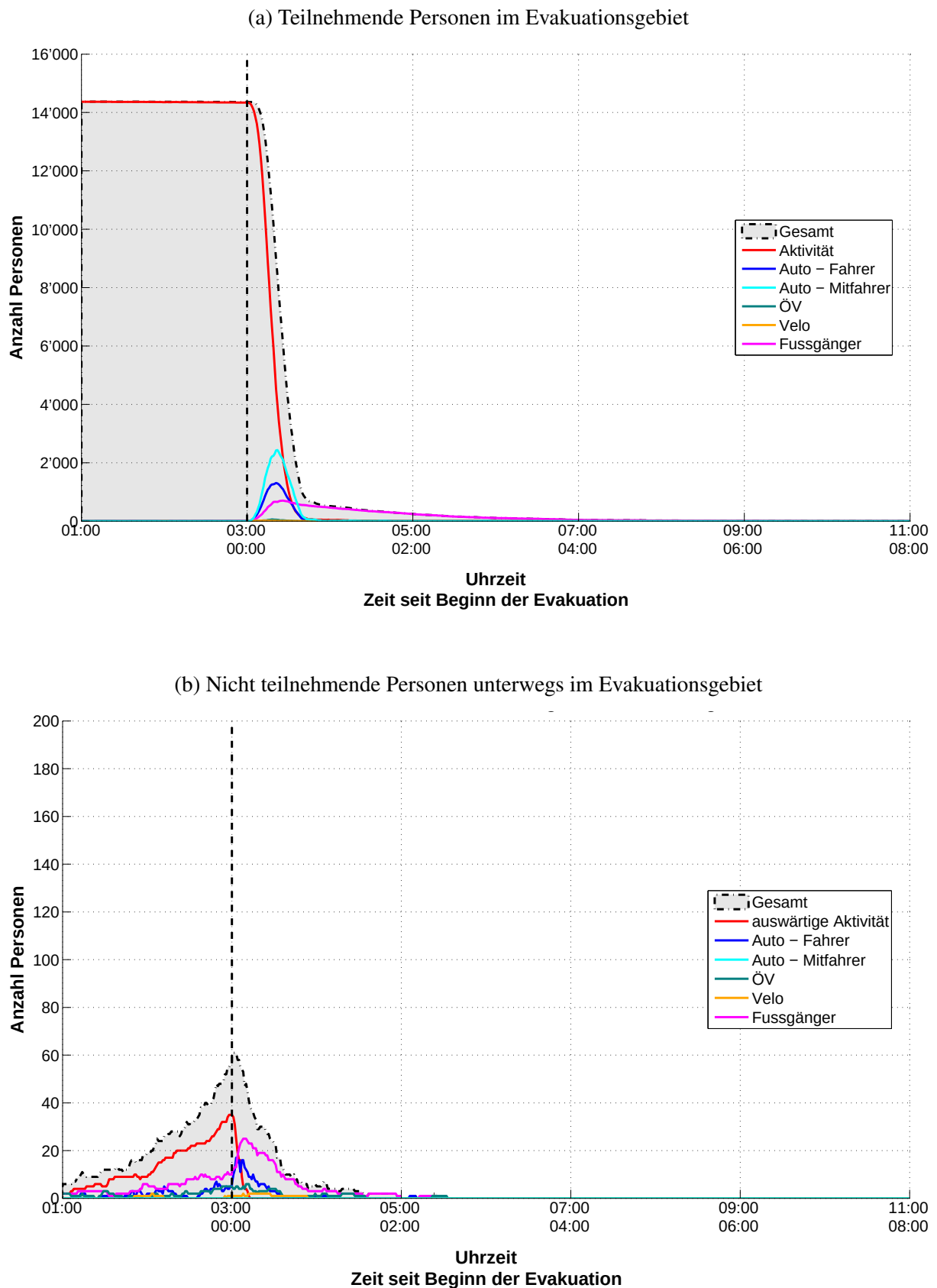


Abbildung 121: Lauf 32

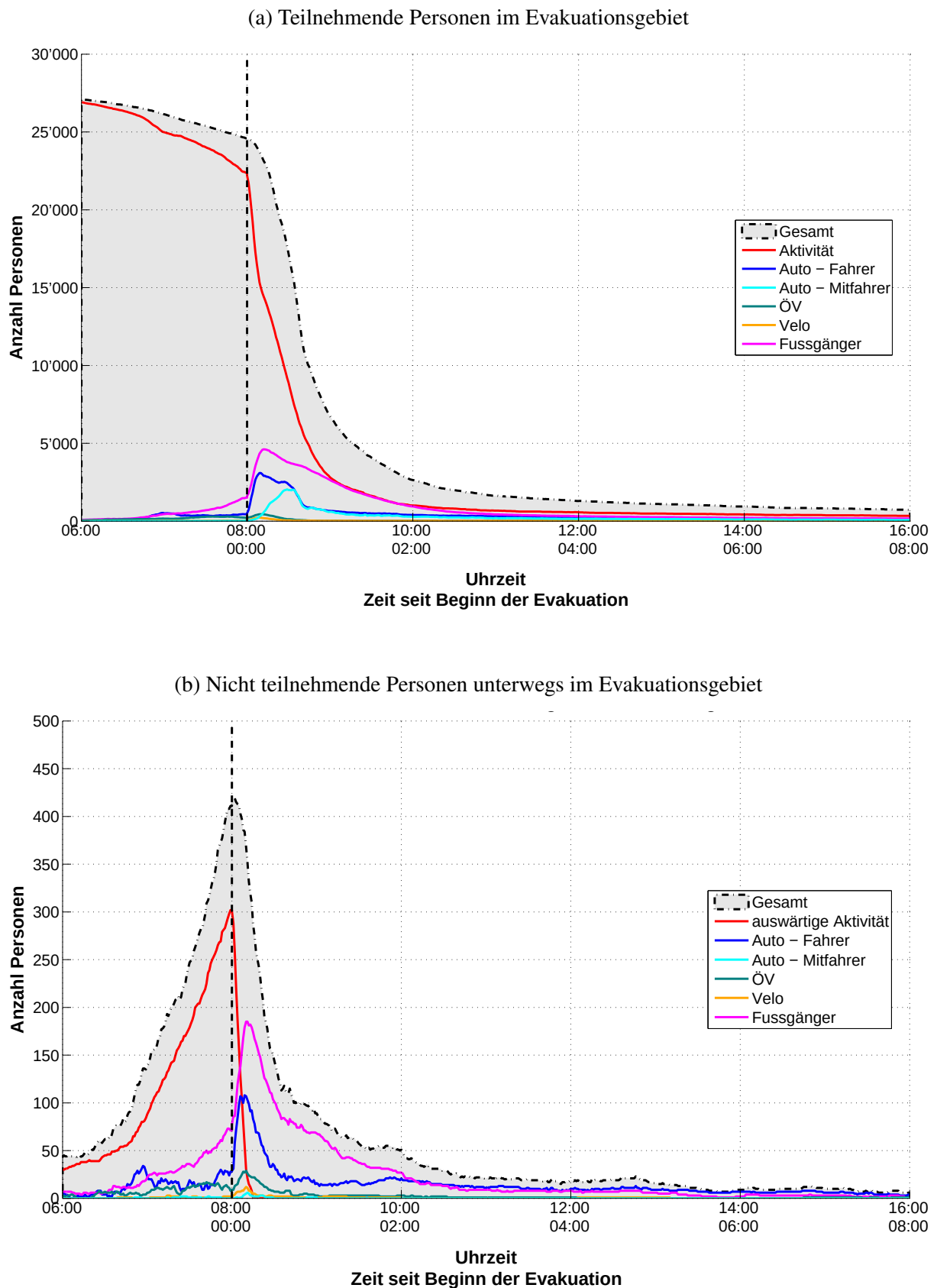


Abbildung 123: Lauf 33

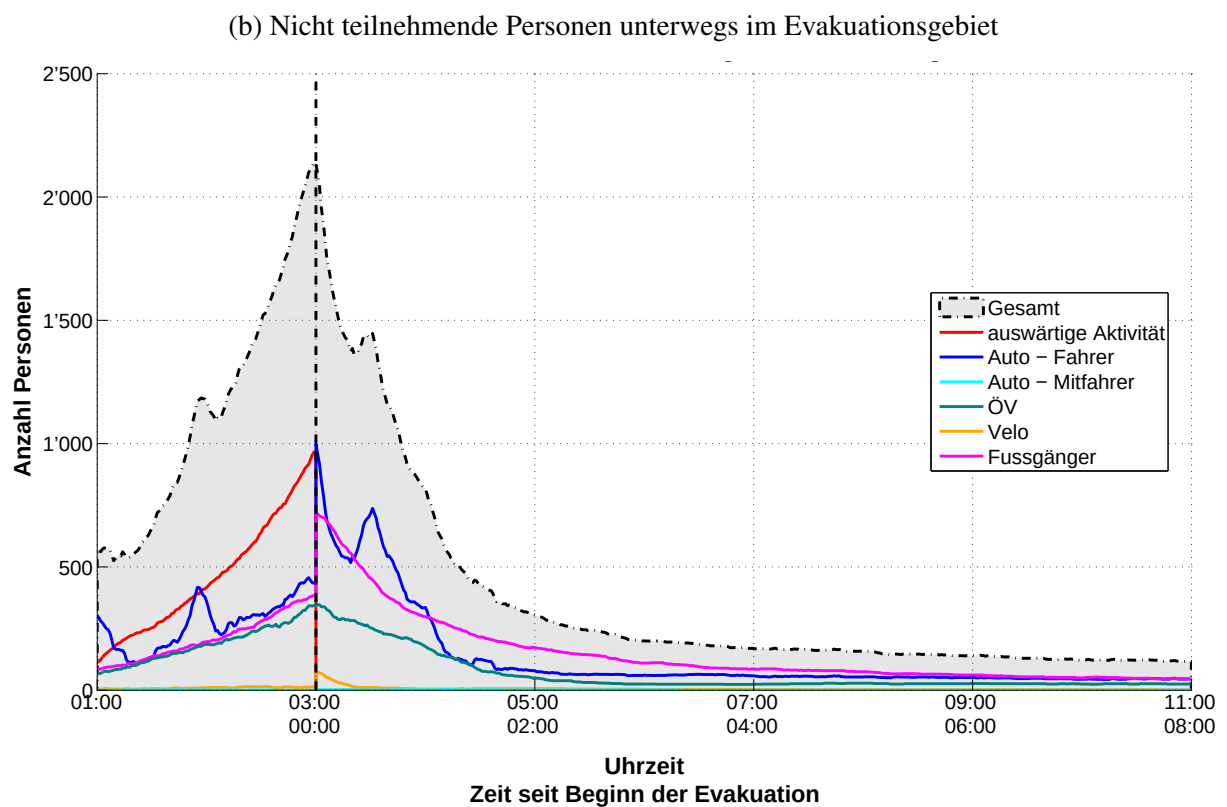
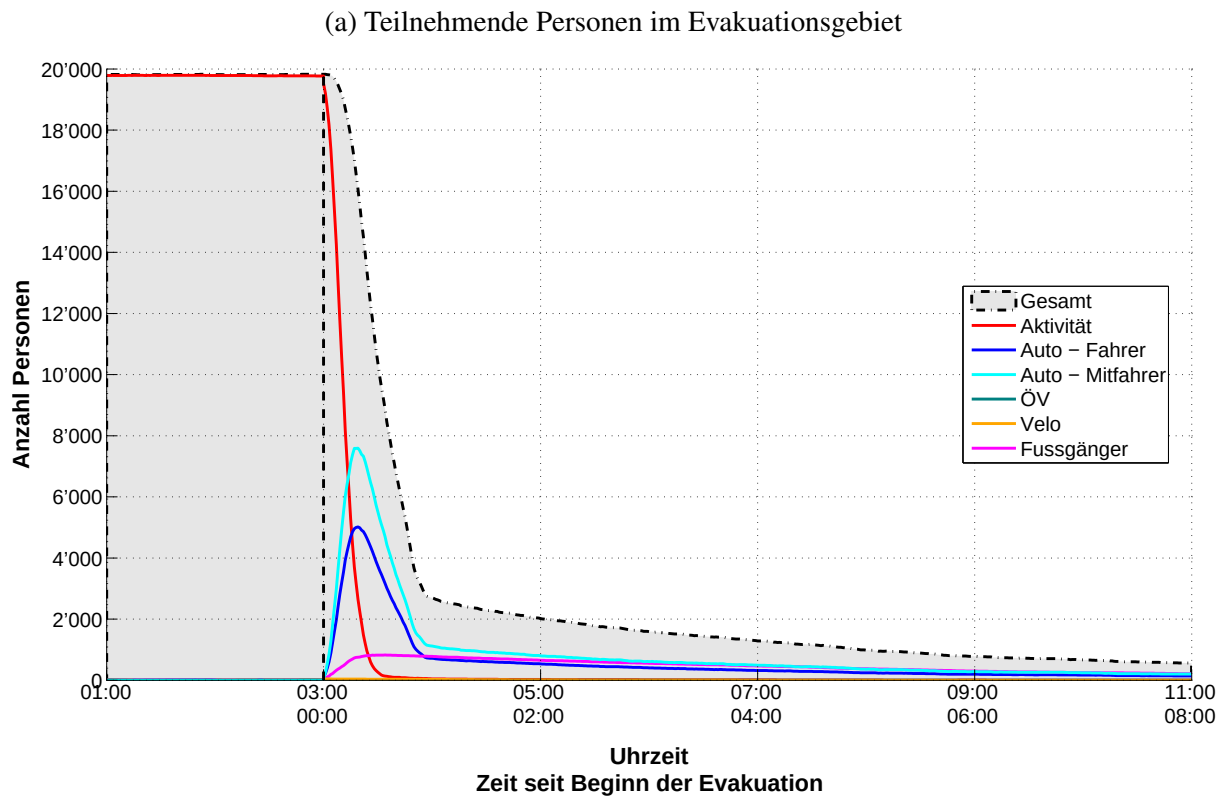


Abbildung 125: Lauf 34

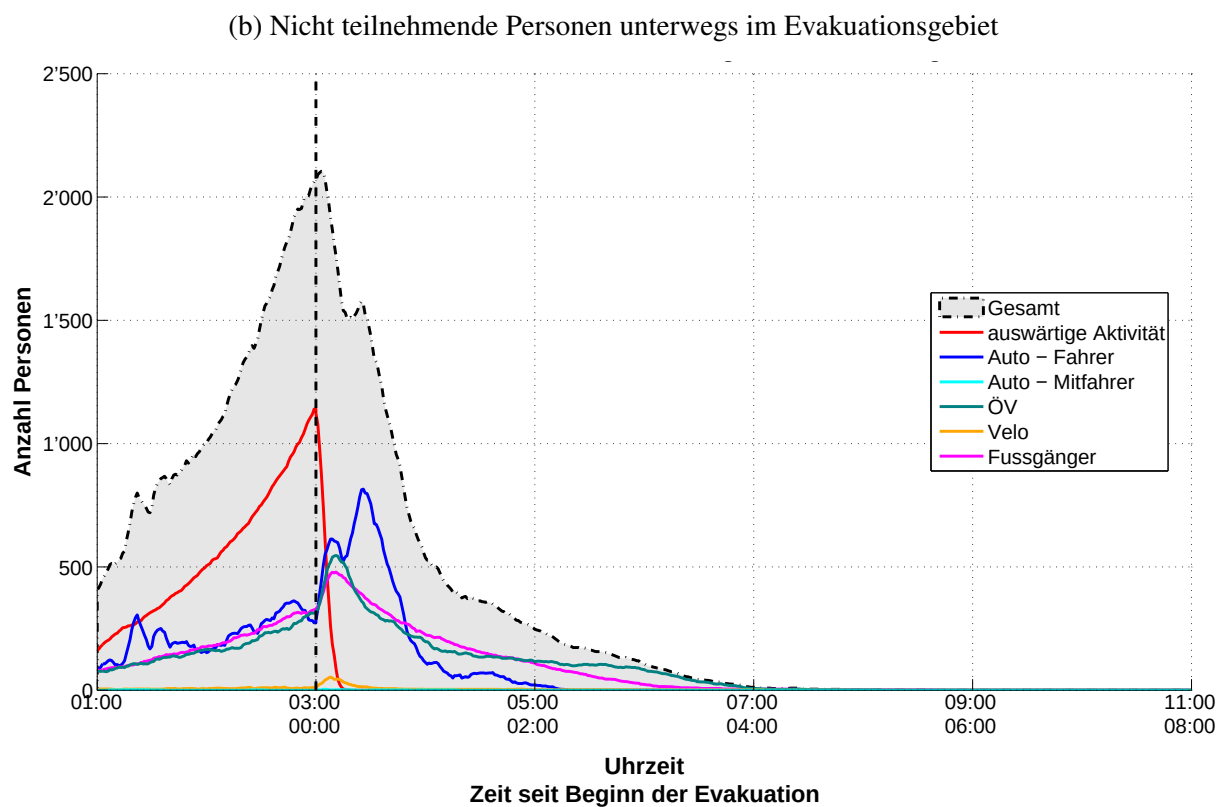
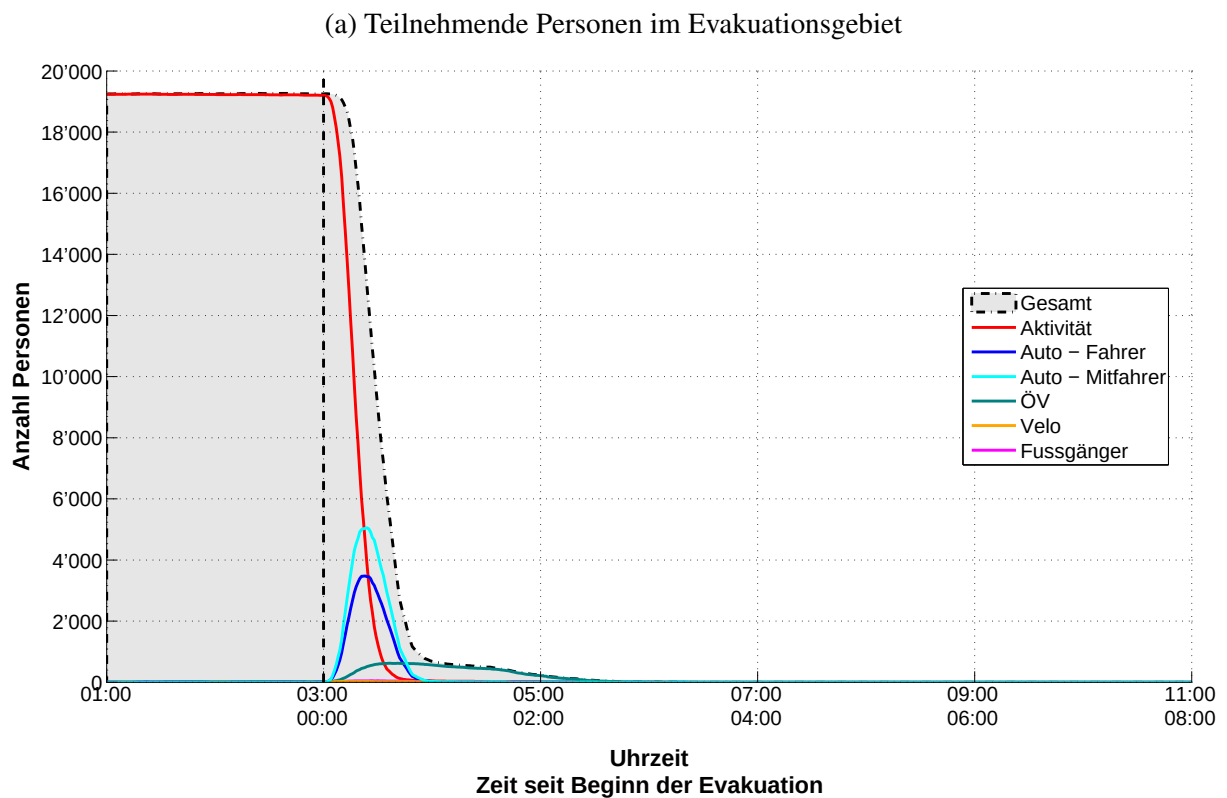


Abbildung 127: Lauf 35

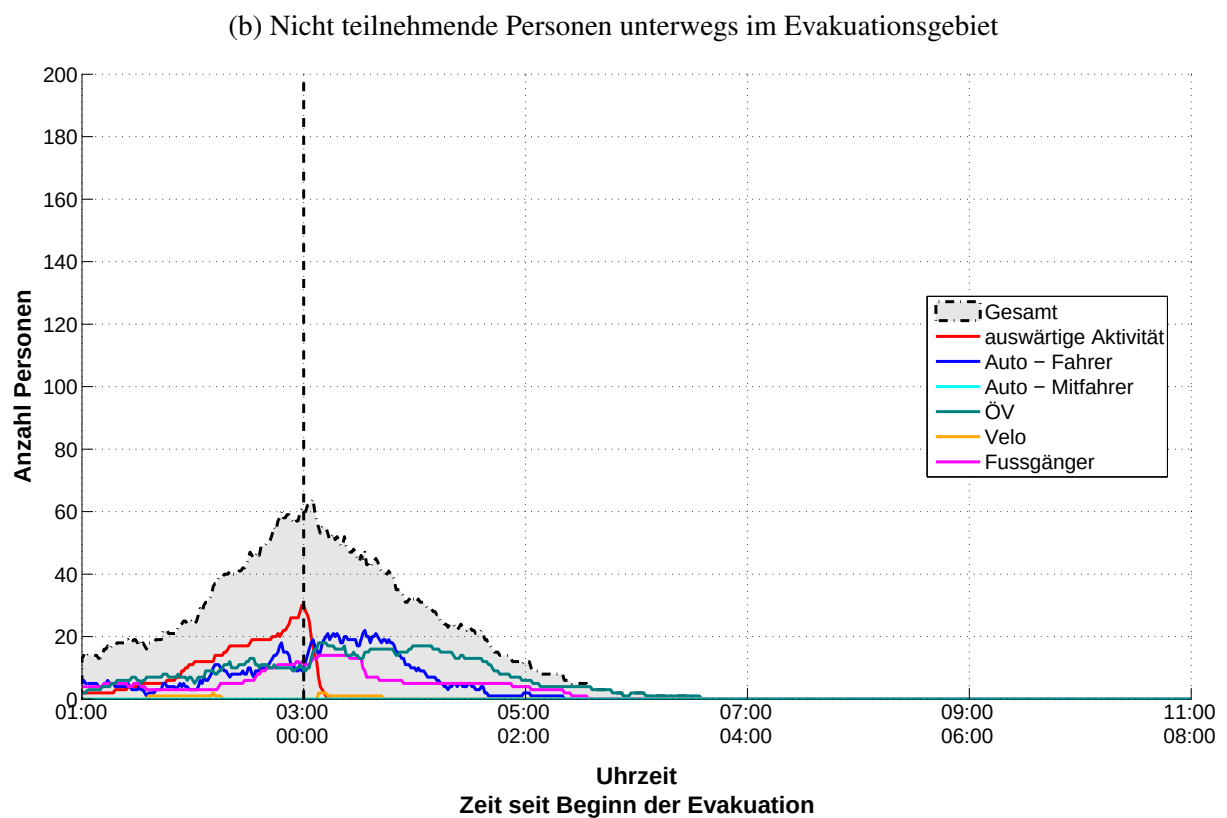
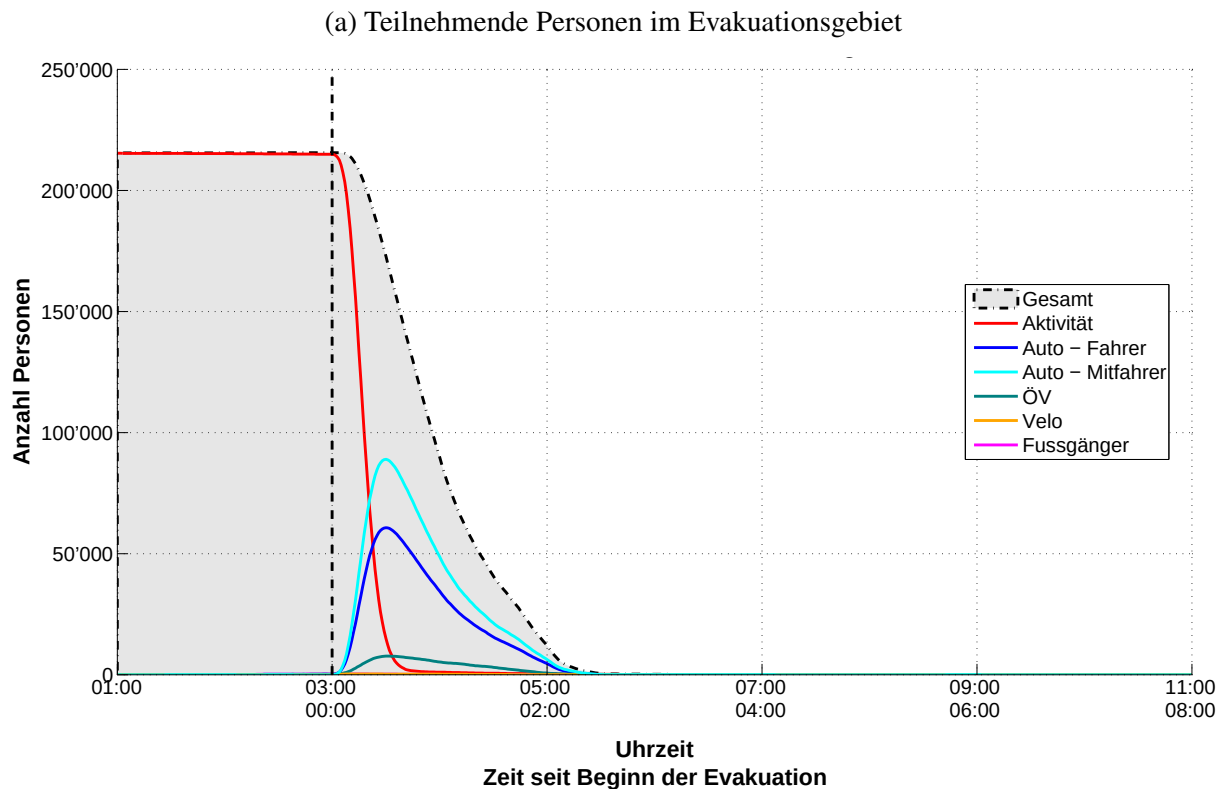


Abbildung 129: Lauf 36

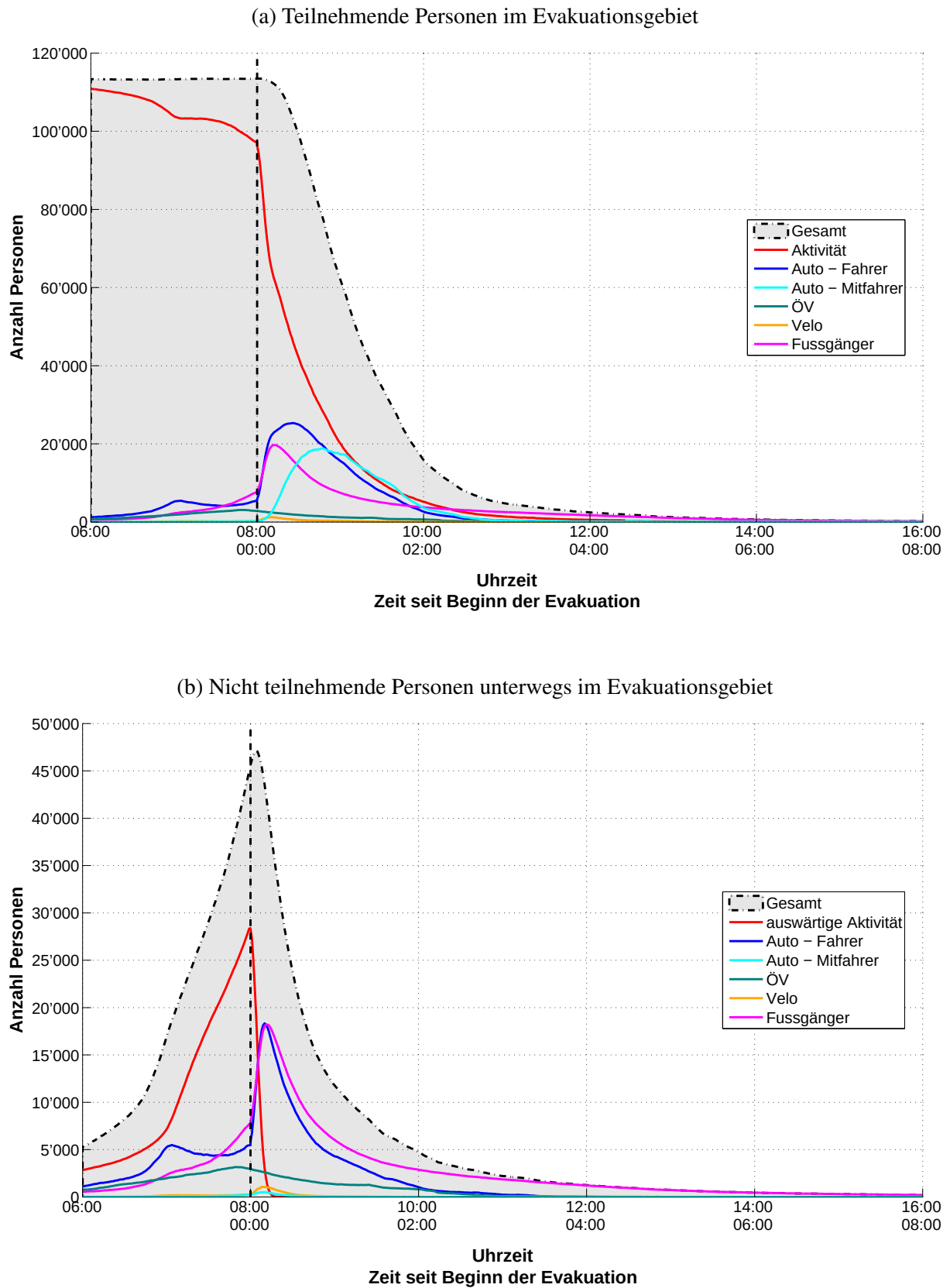


Abbildung 131: Lauf 37

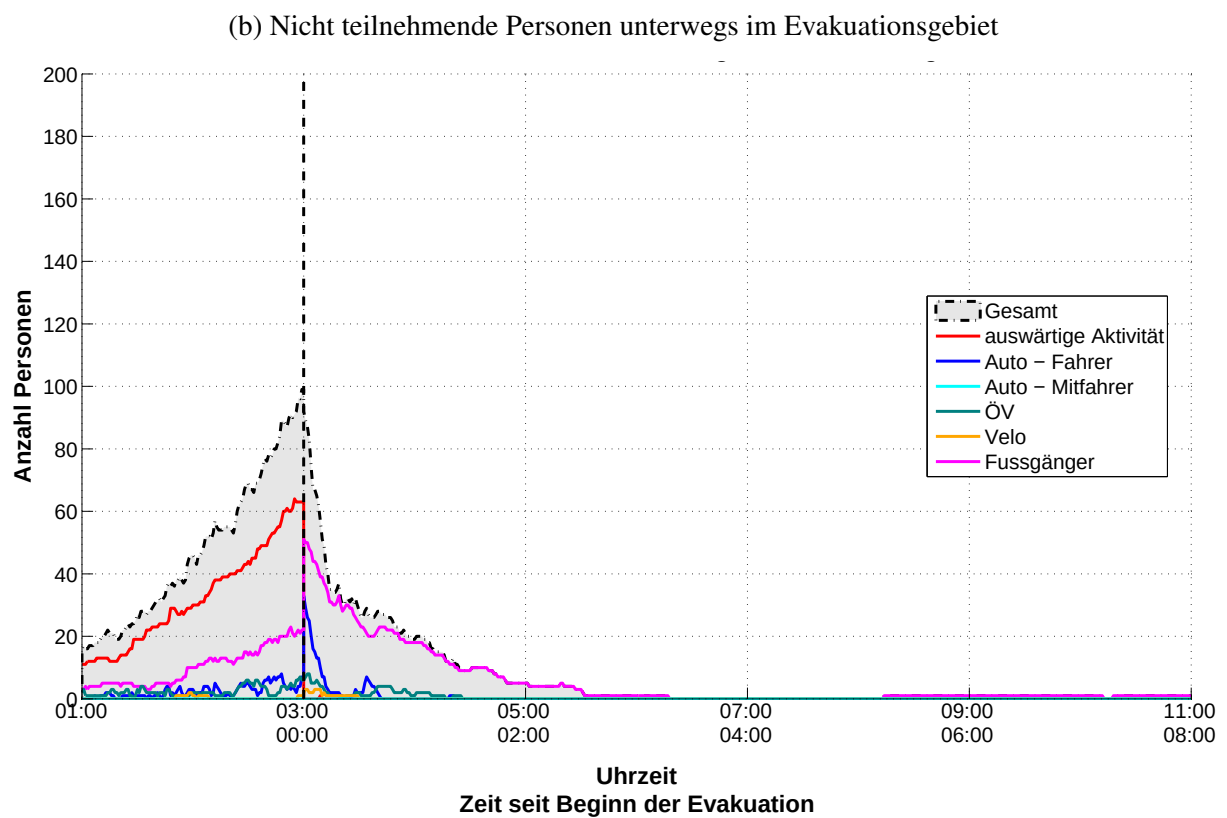
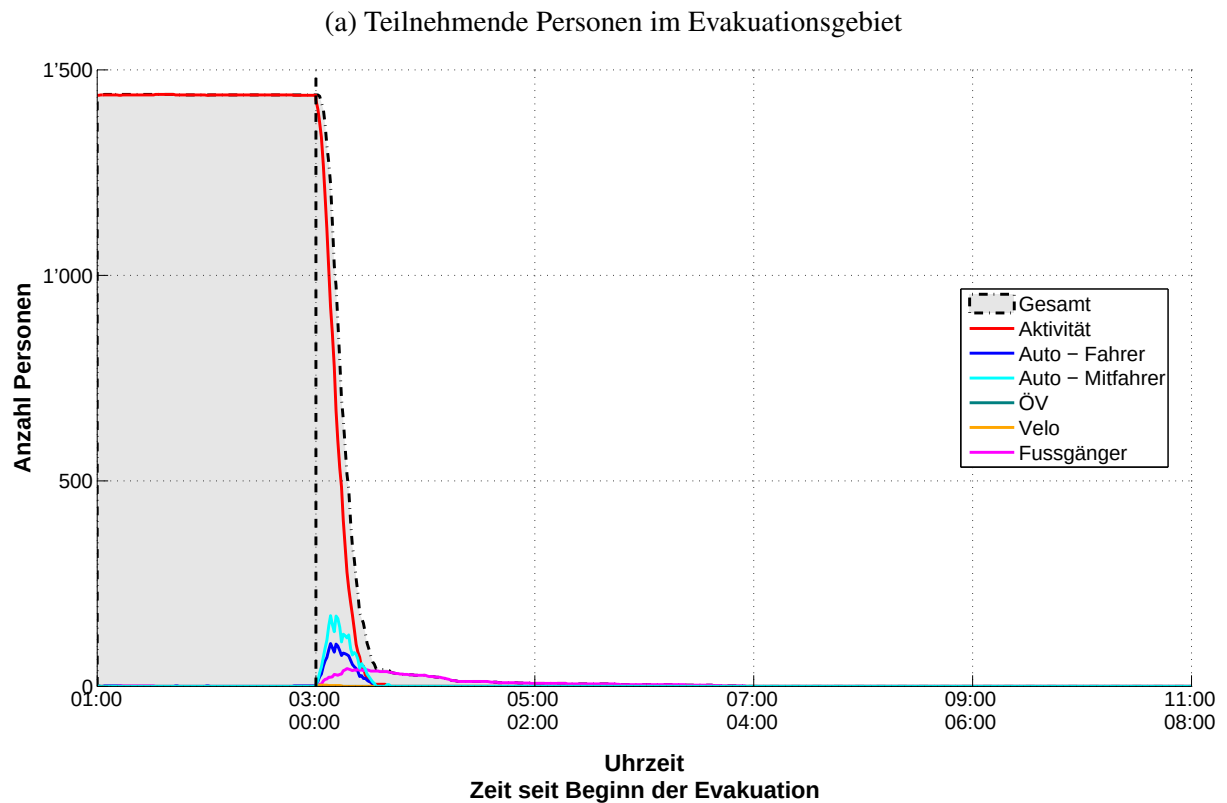


Abbildung 133: Lauf 38

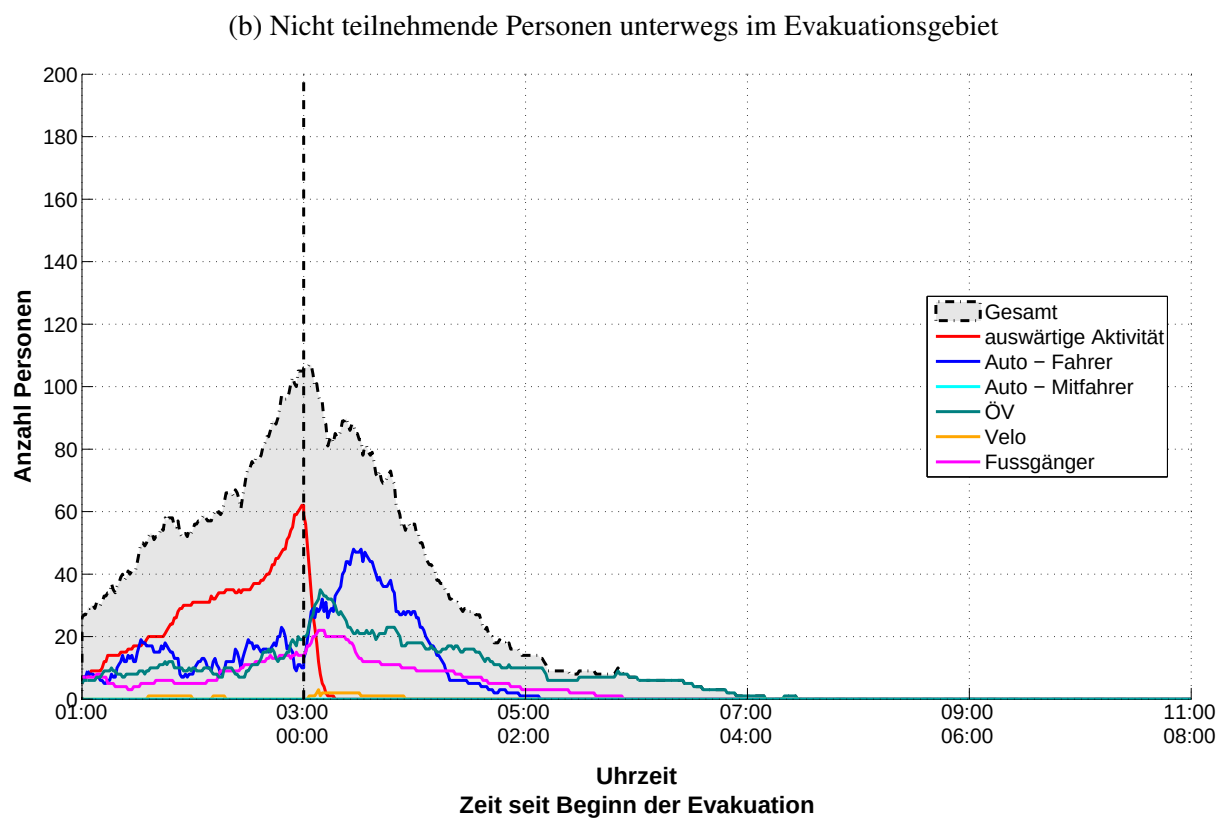
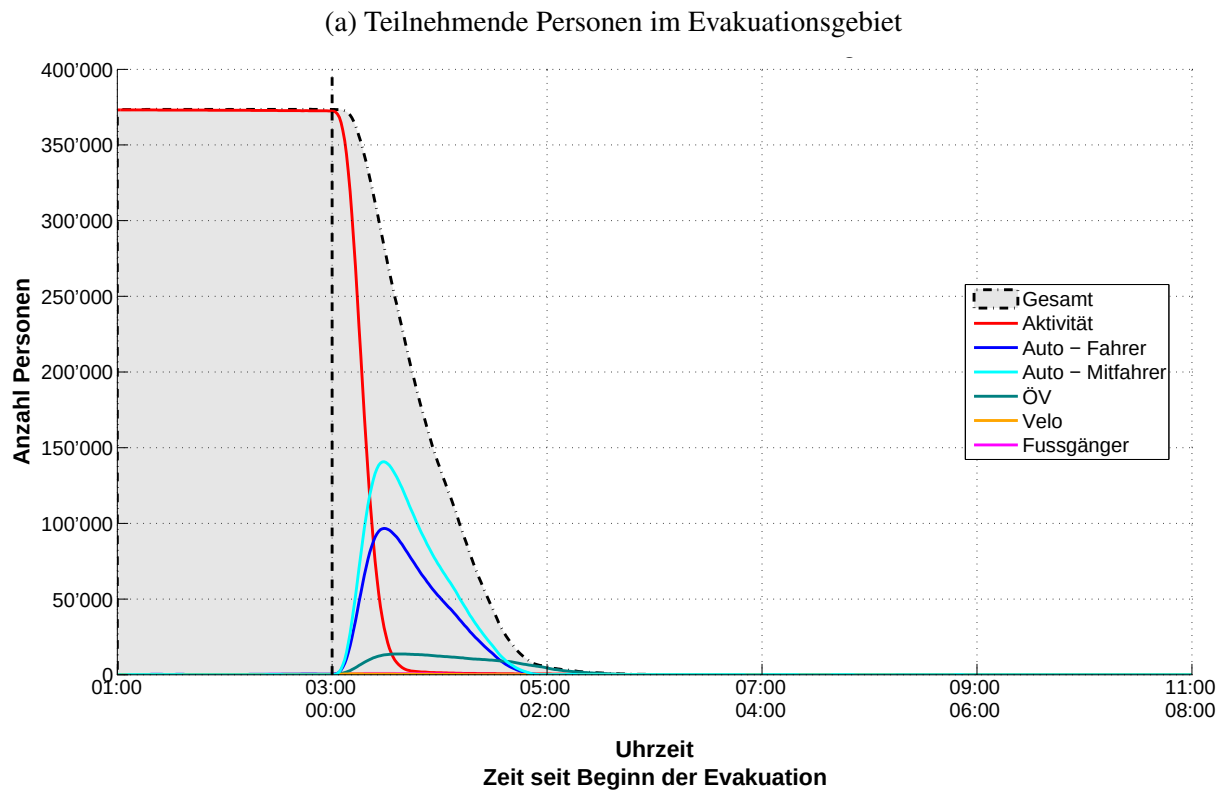


Abbildung 135: Lauf 39

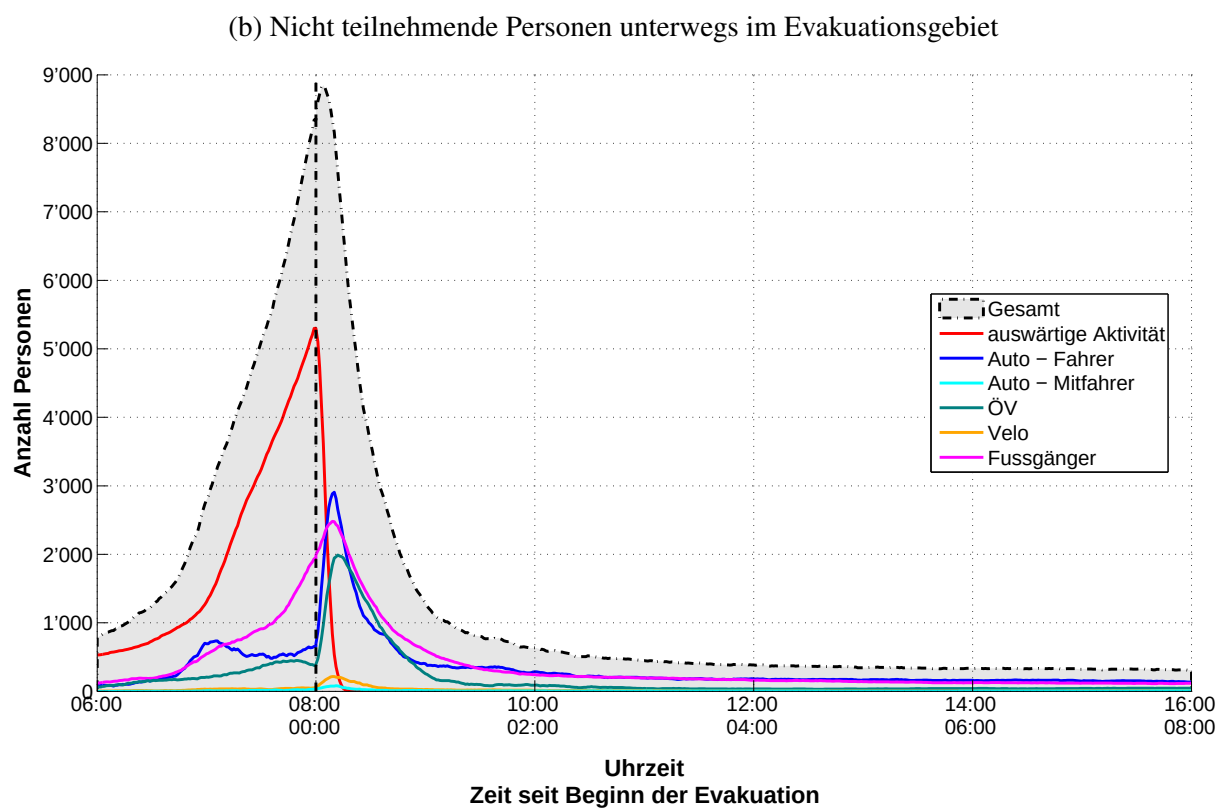
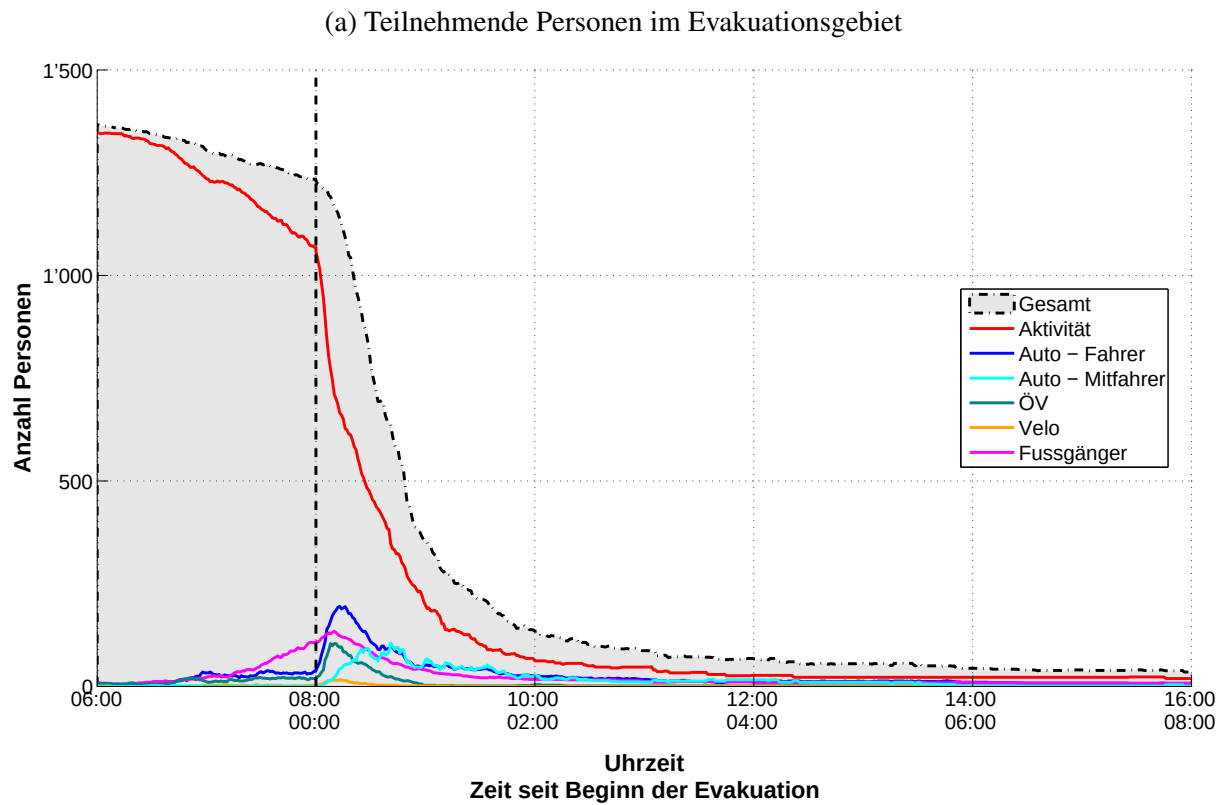


Abbildung 137: Lauf 40

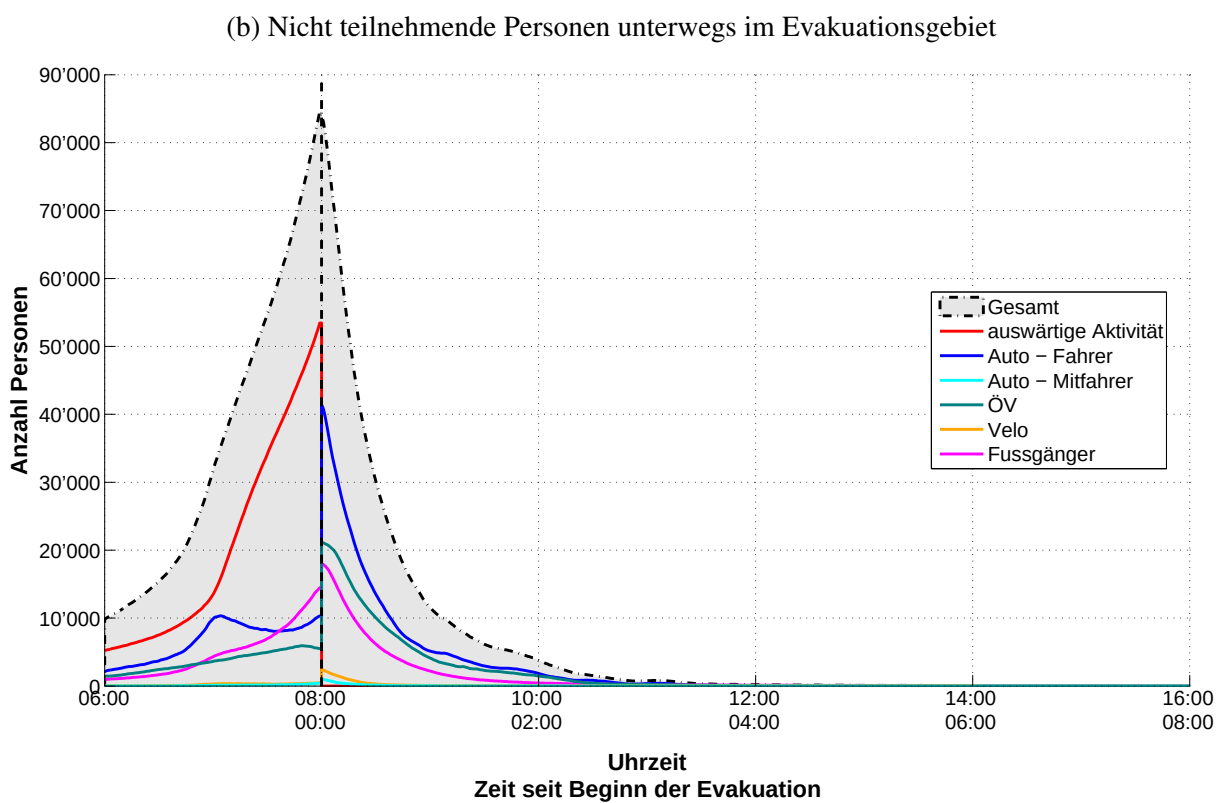
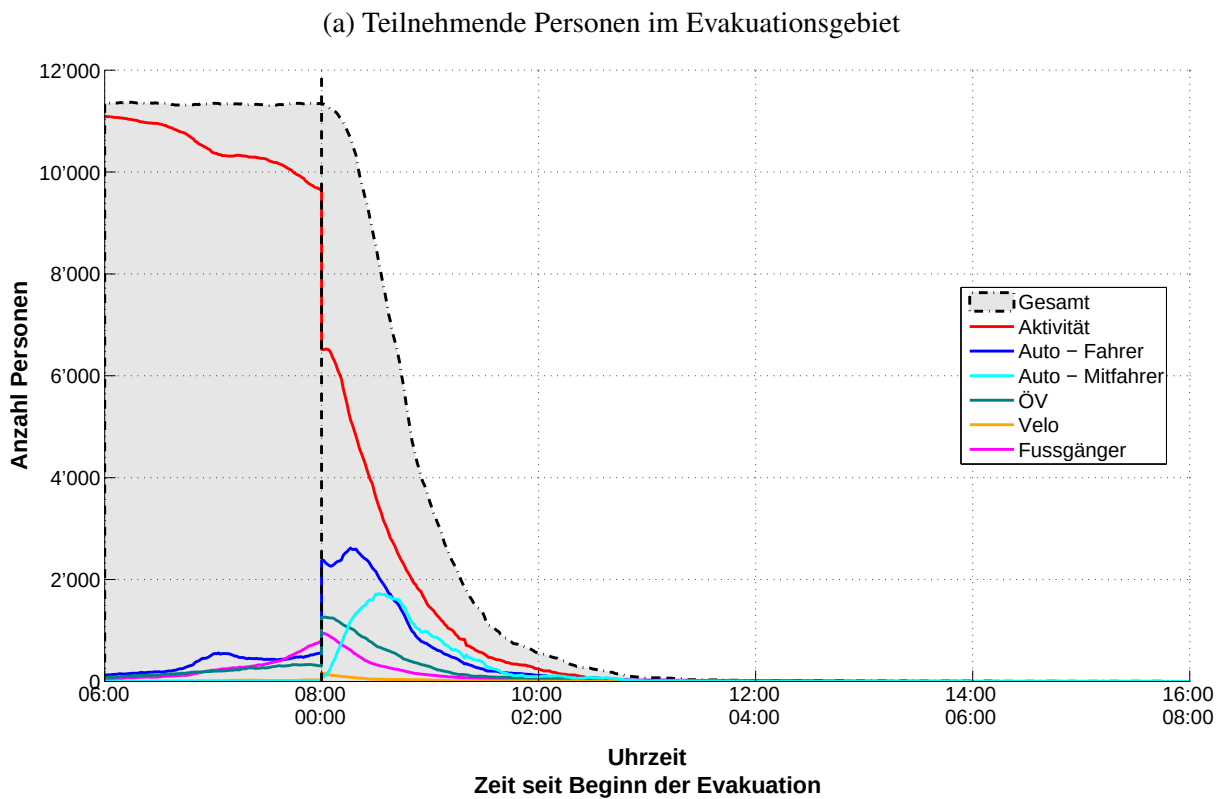


Abbildung 139: Lauf 41

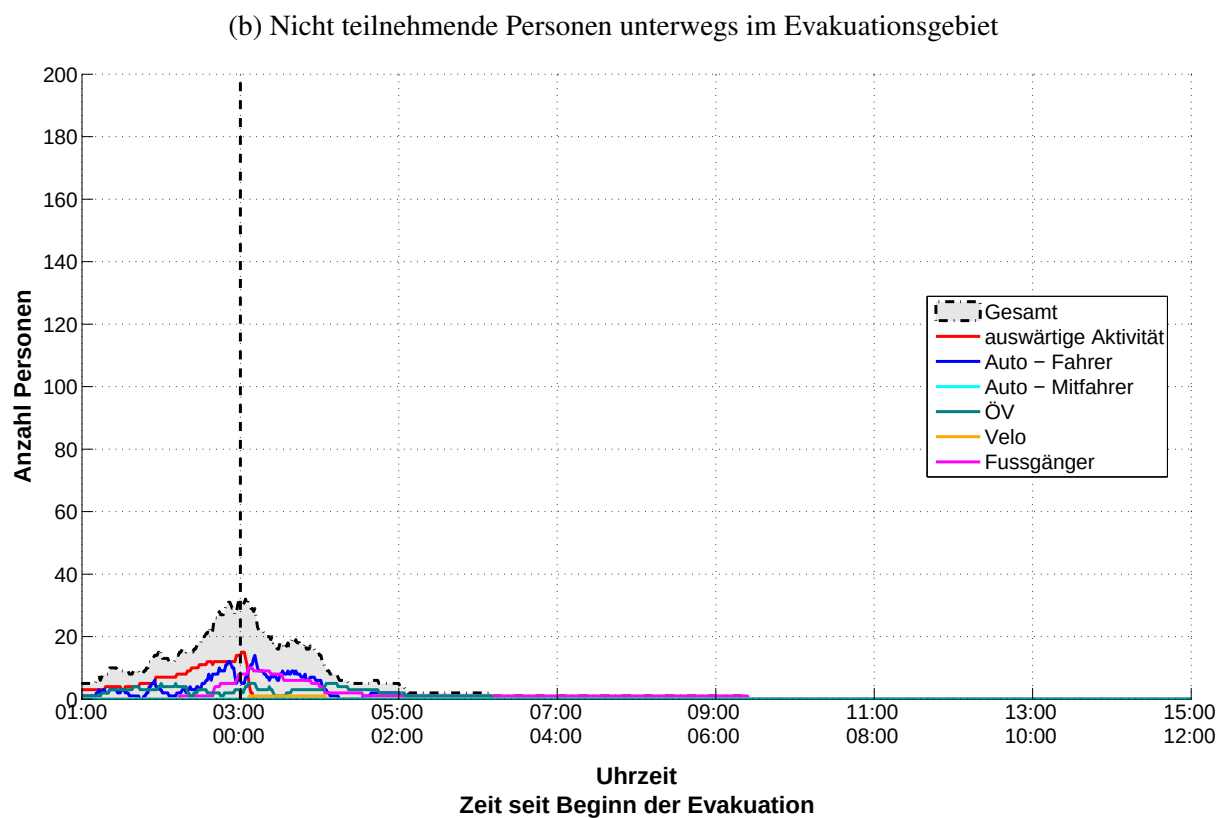
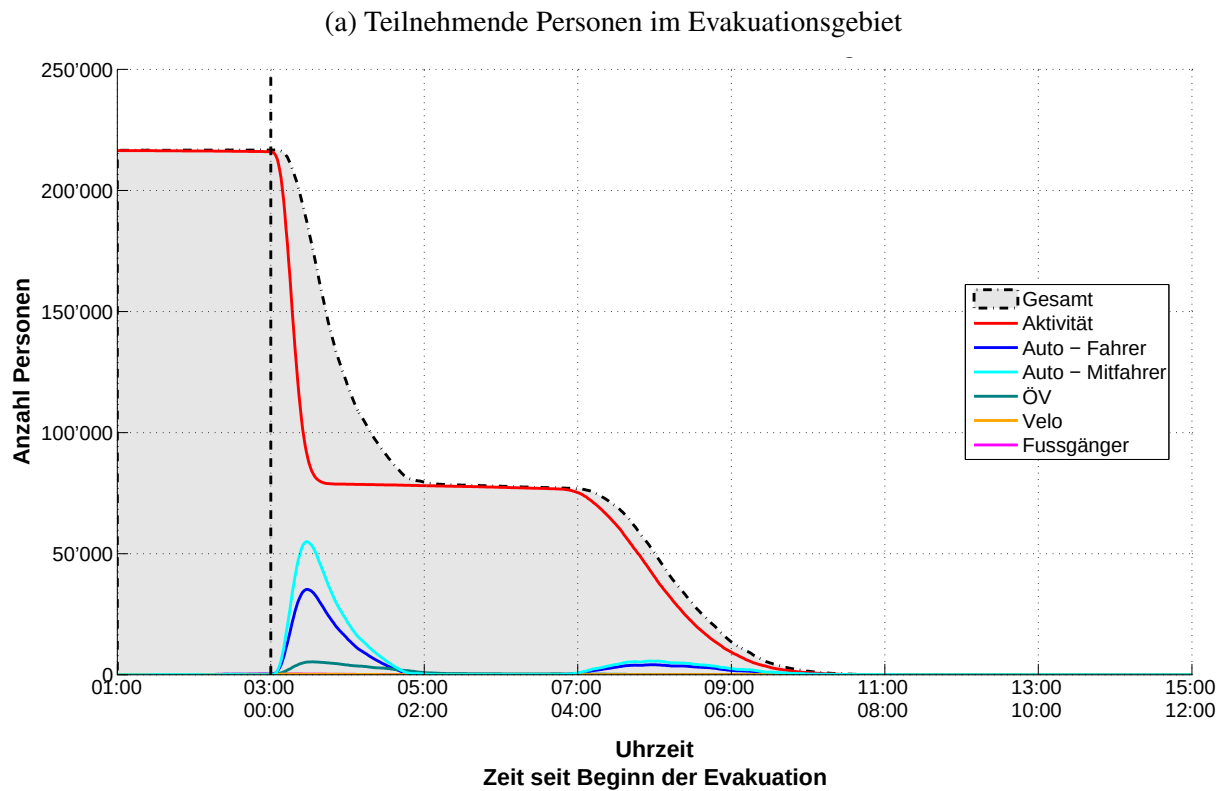


Abbildung 141: Lauf 42

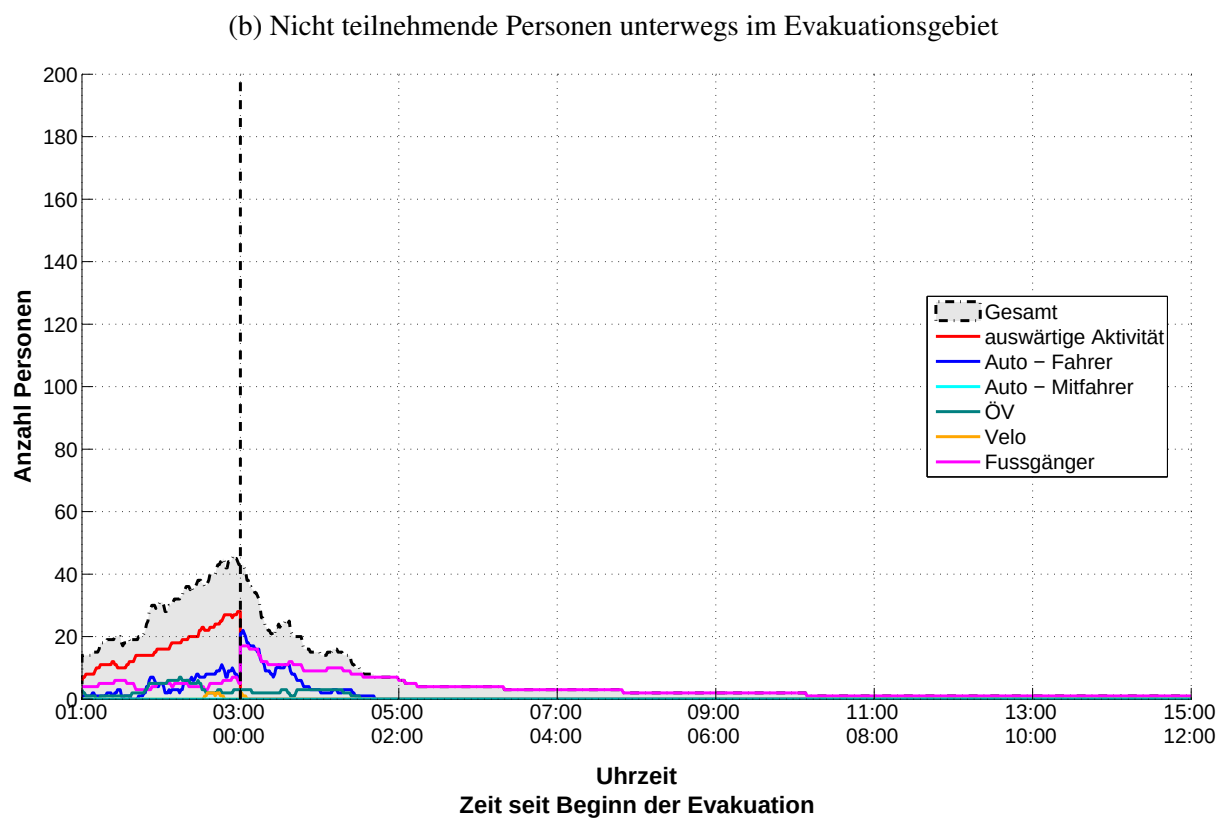
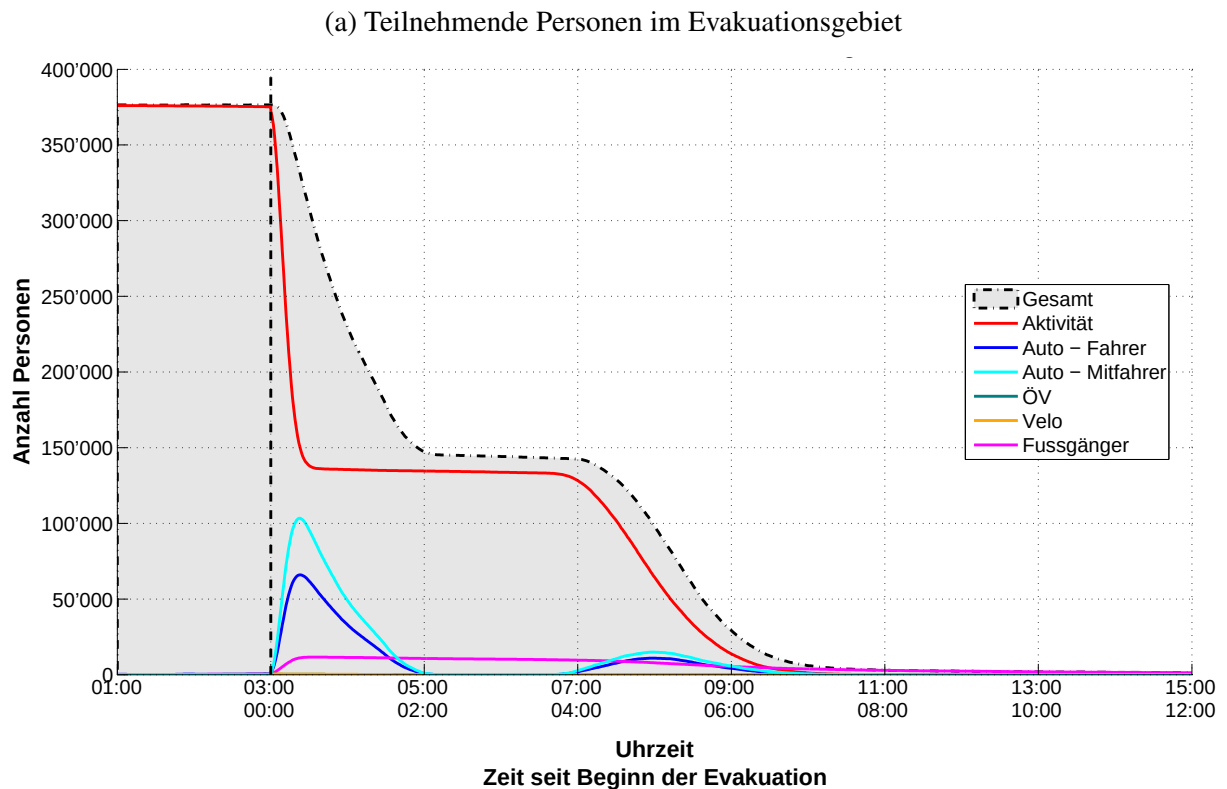


Abbildung 143: Lauf 43

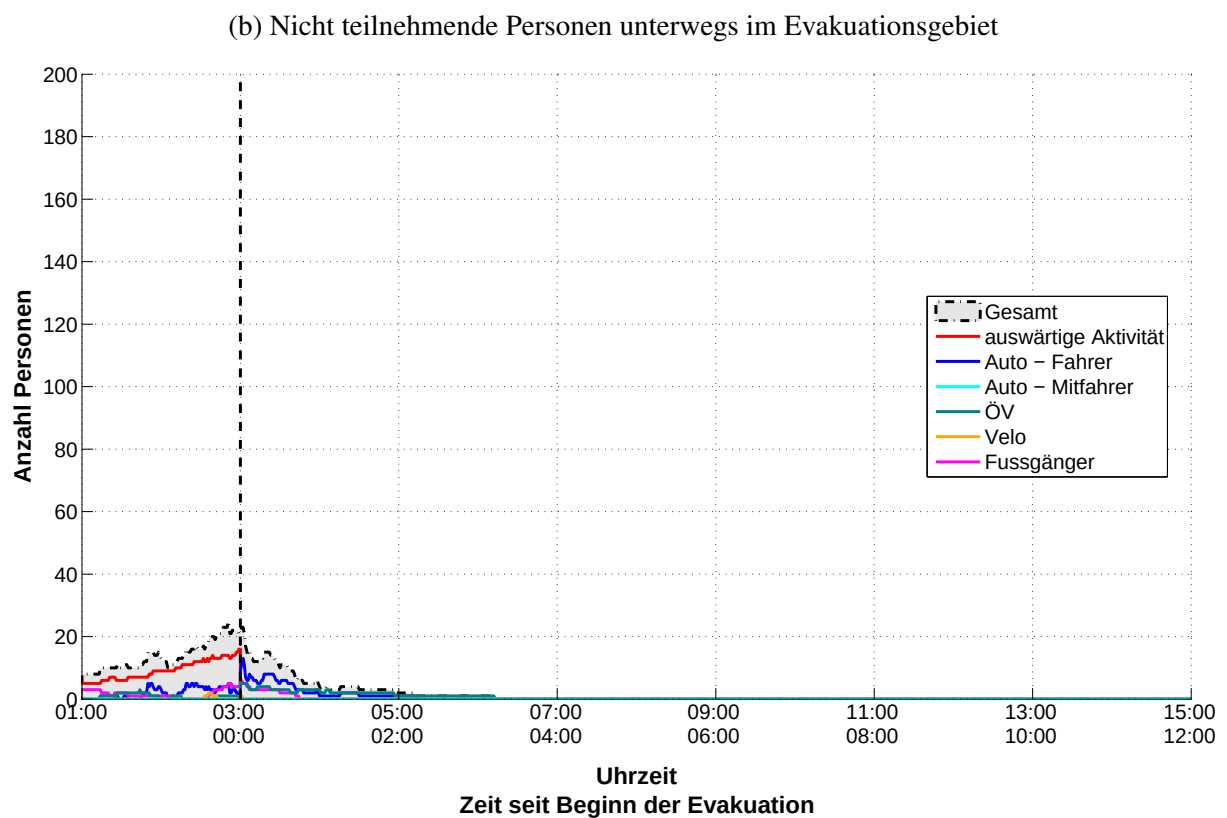
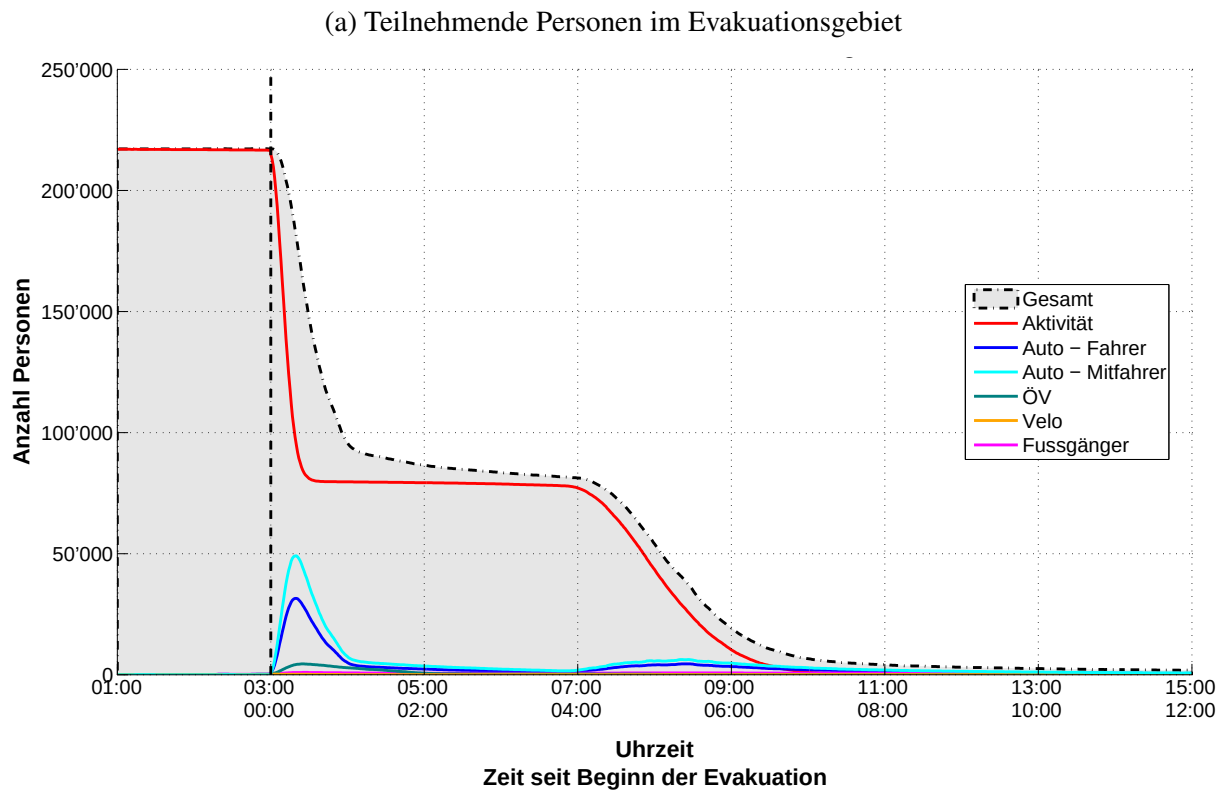


Abbildung 145: Lauf 44

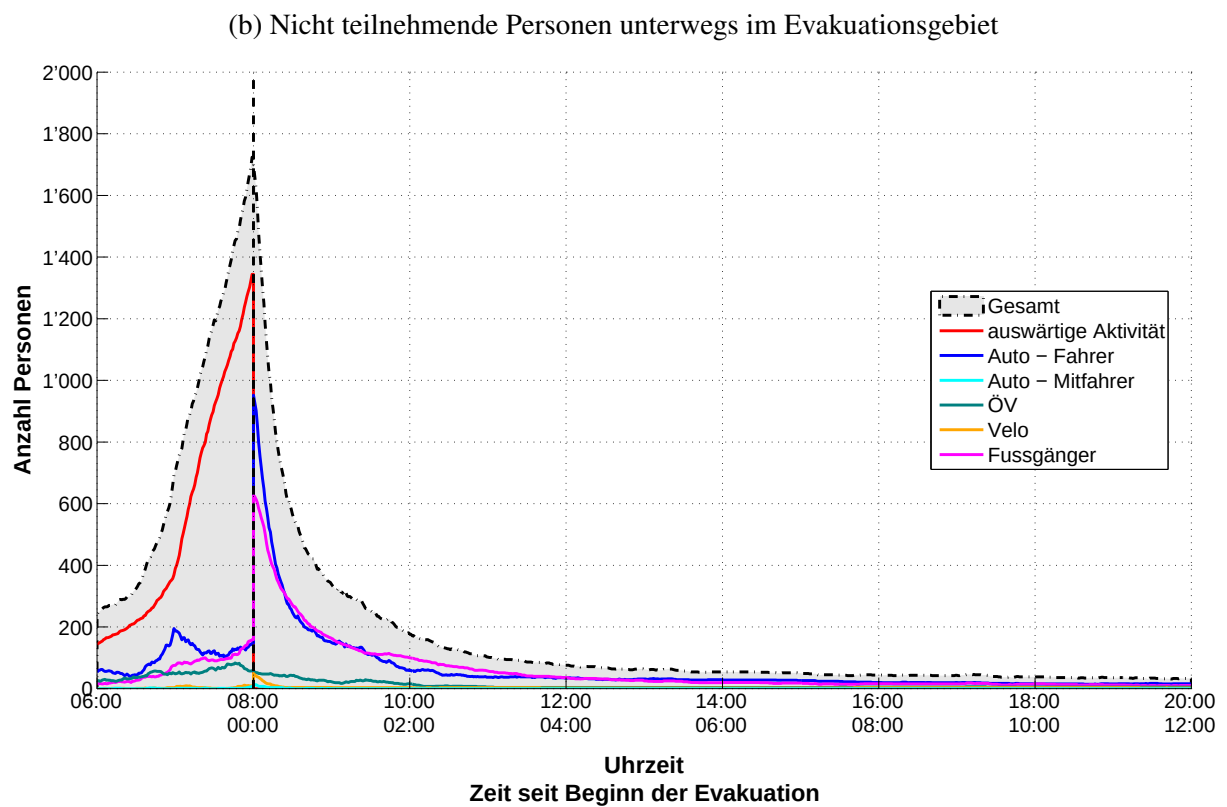
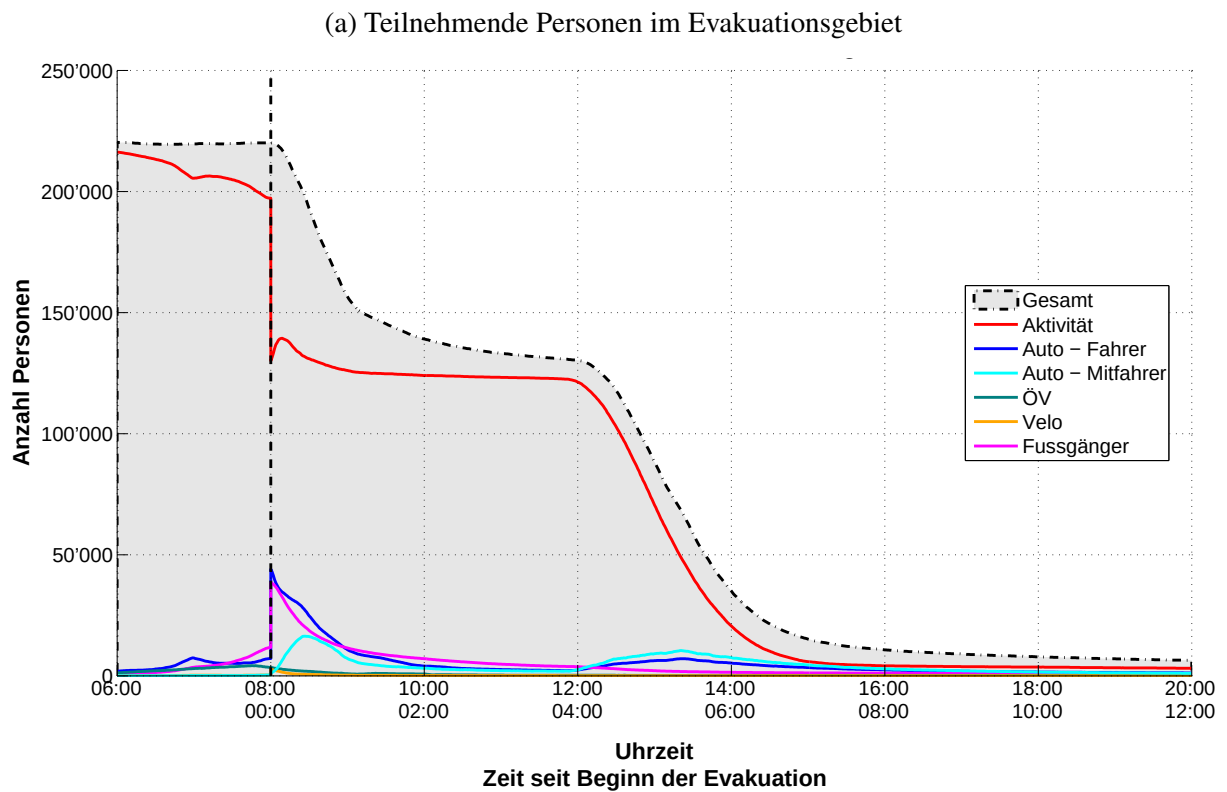


Abbildung 147: Lauf 45

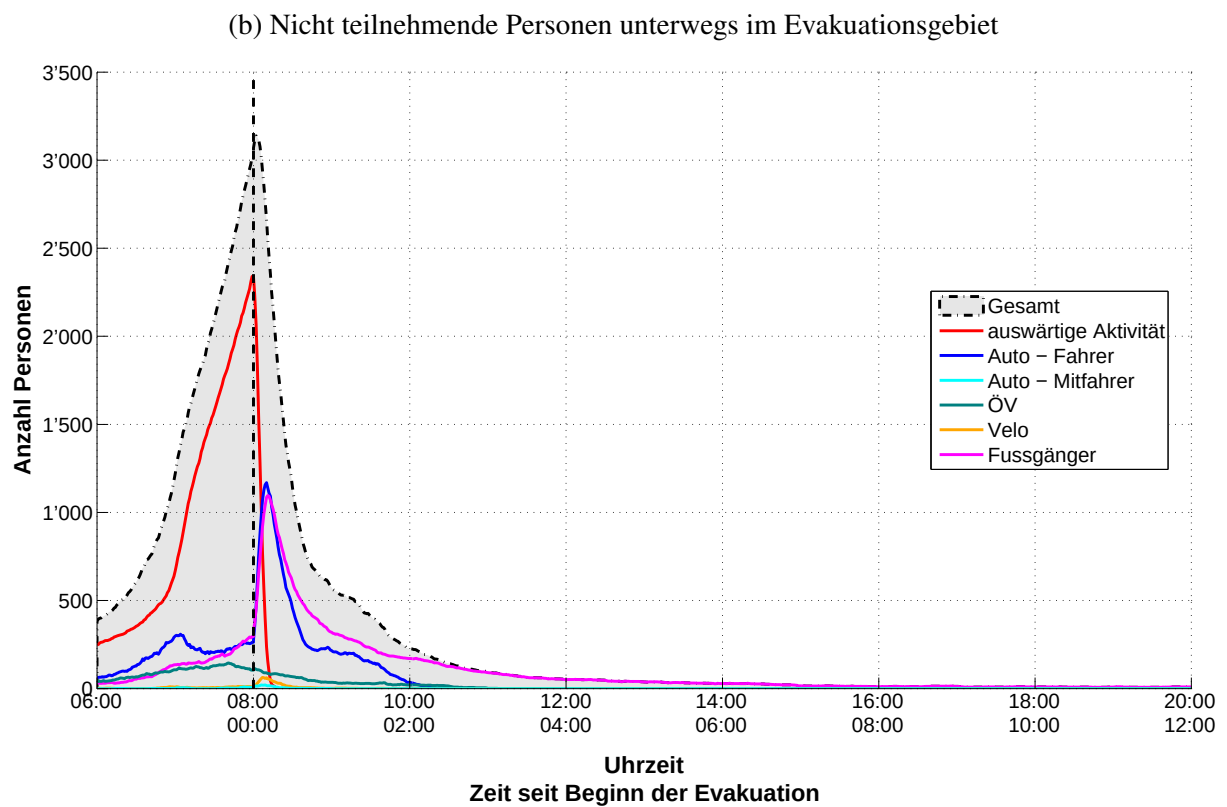
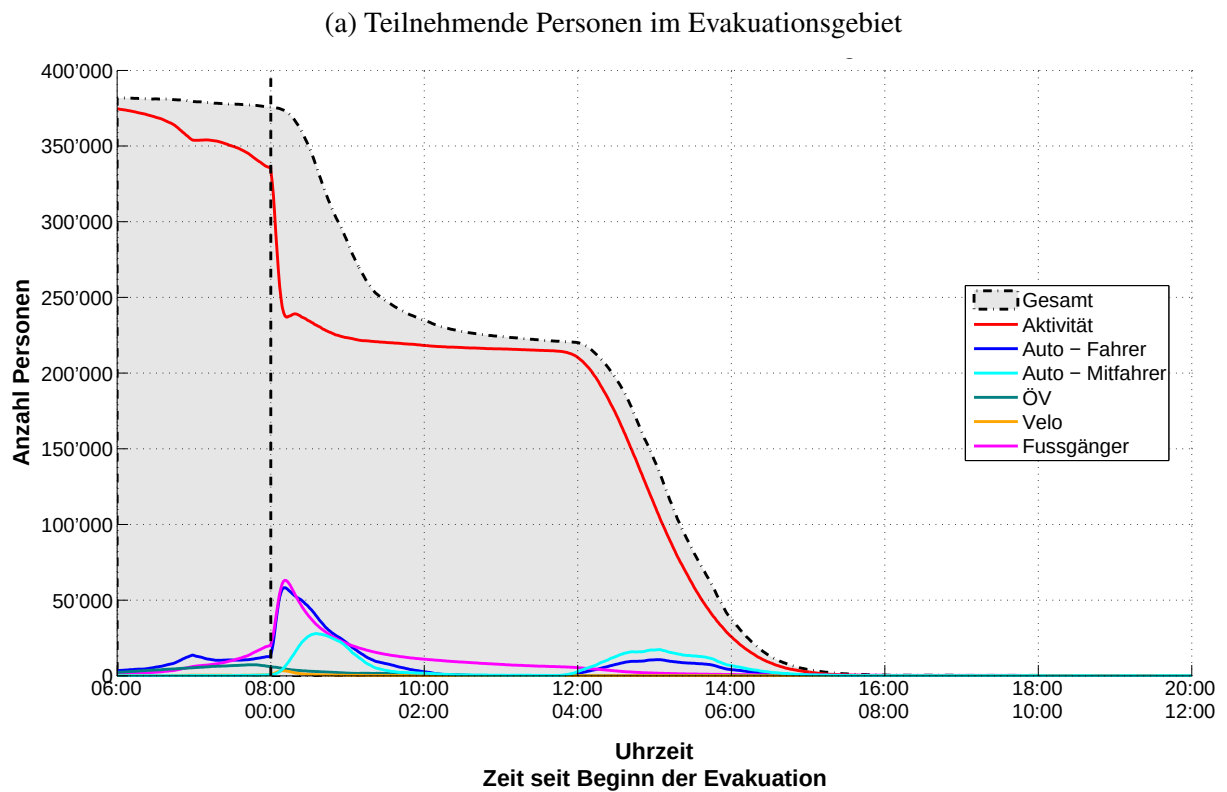


Abbildung 149: Lauf 46

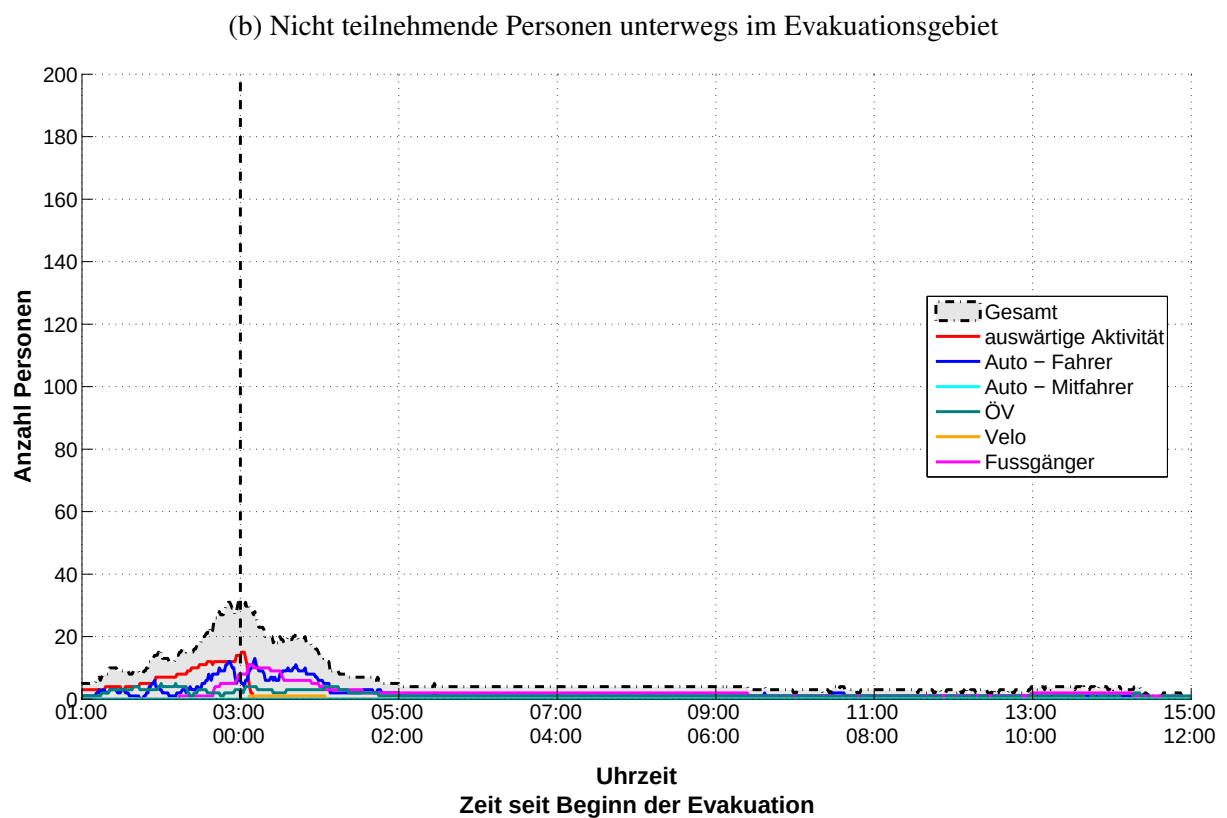
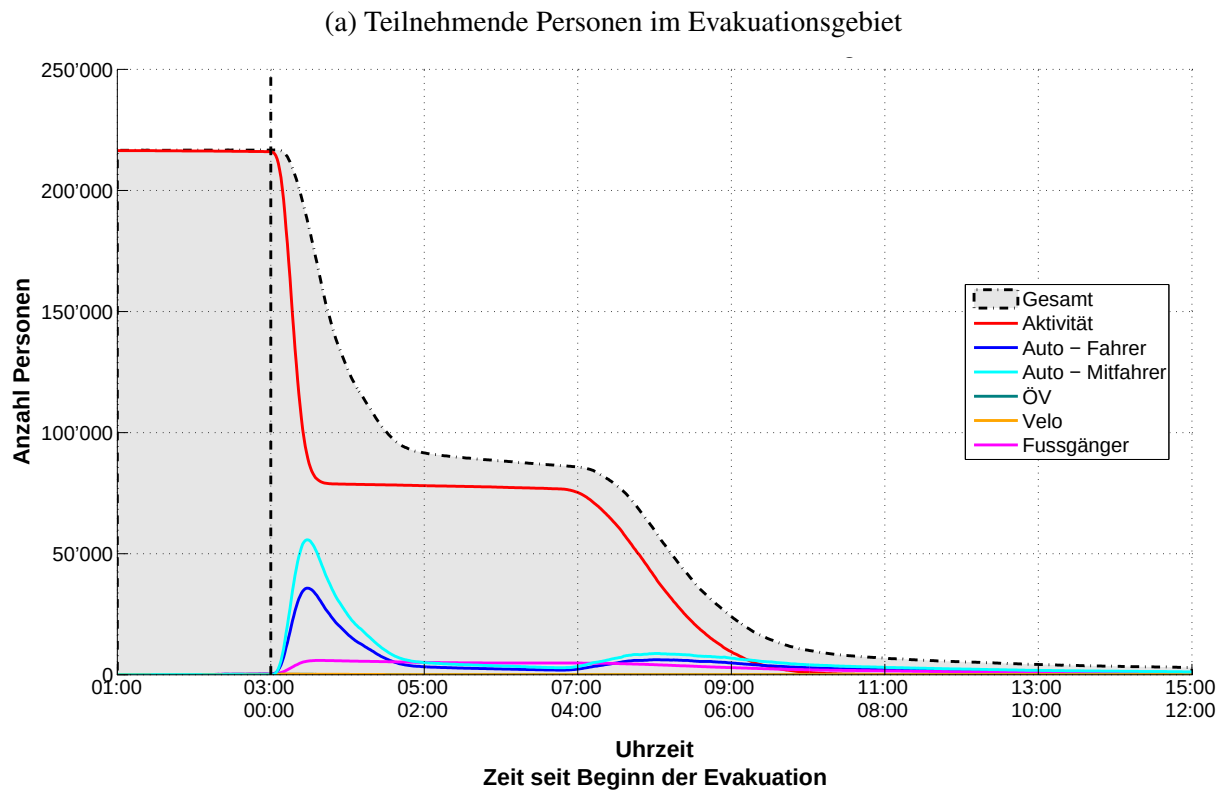


Abbildung 151: Lauf 47

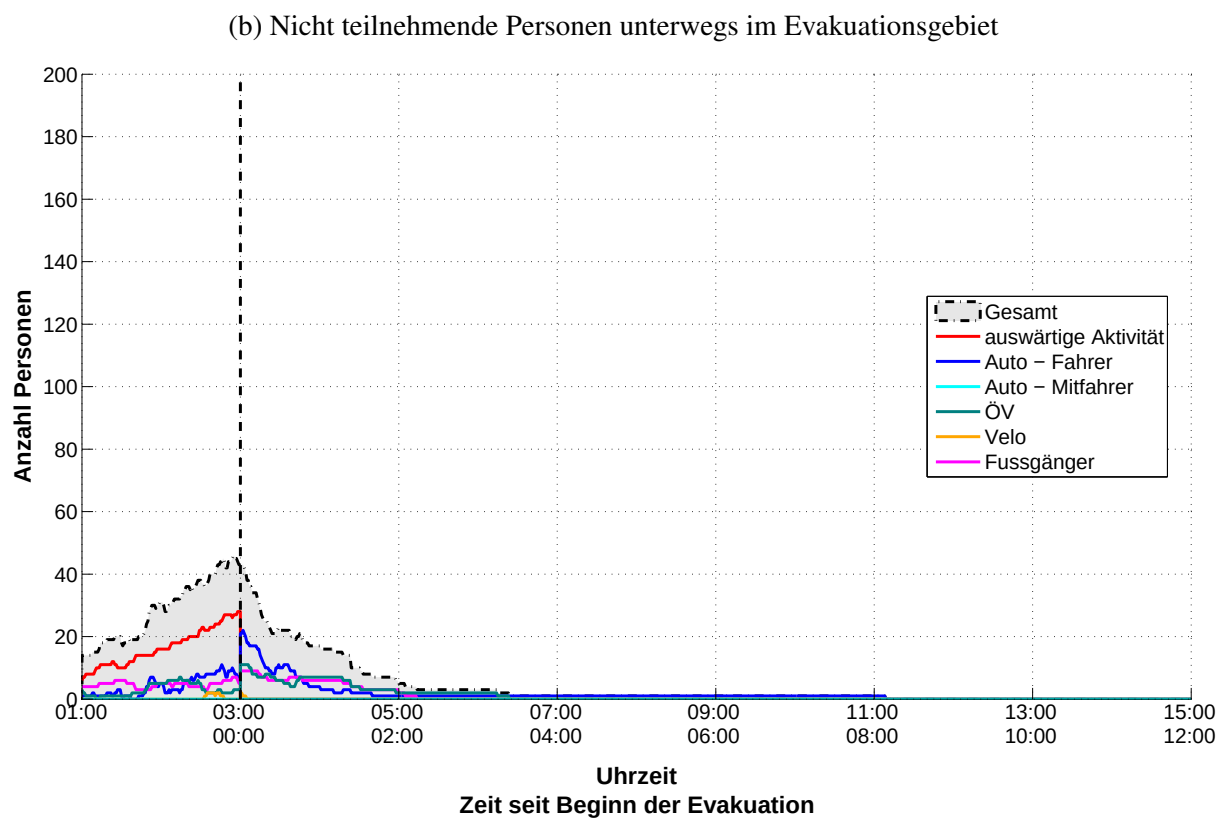
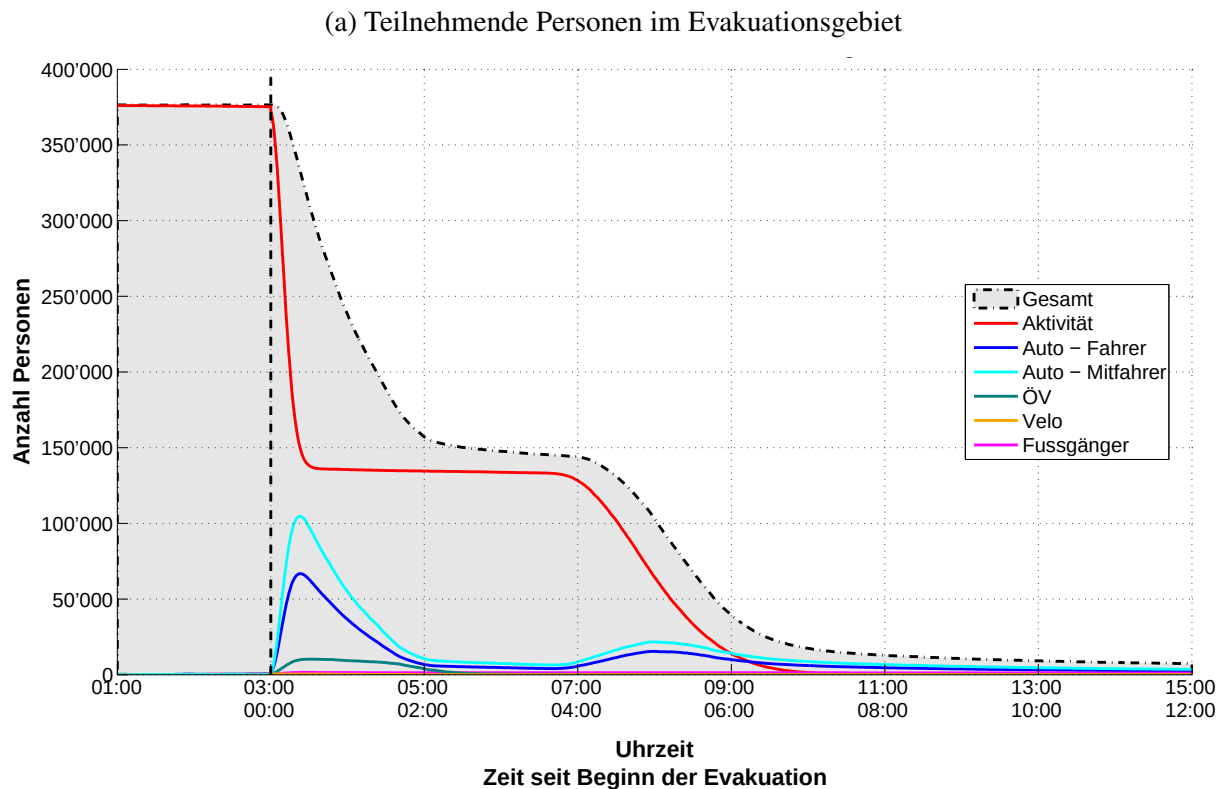


Abbildung 153: Lauf 48

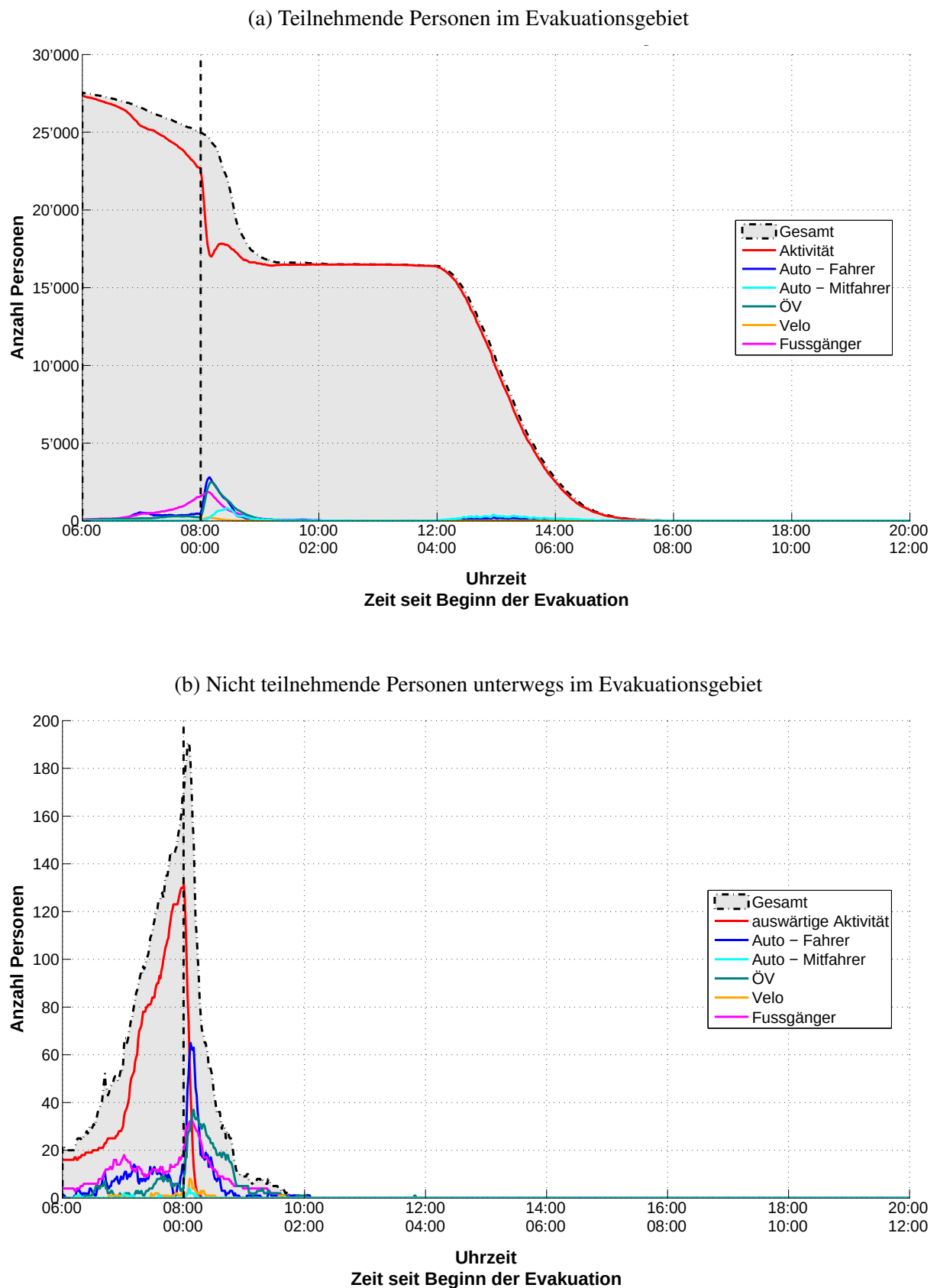


Abbildung 155: Lauf 49

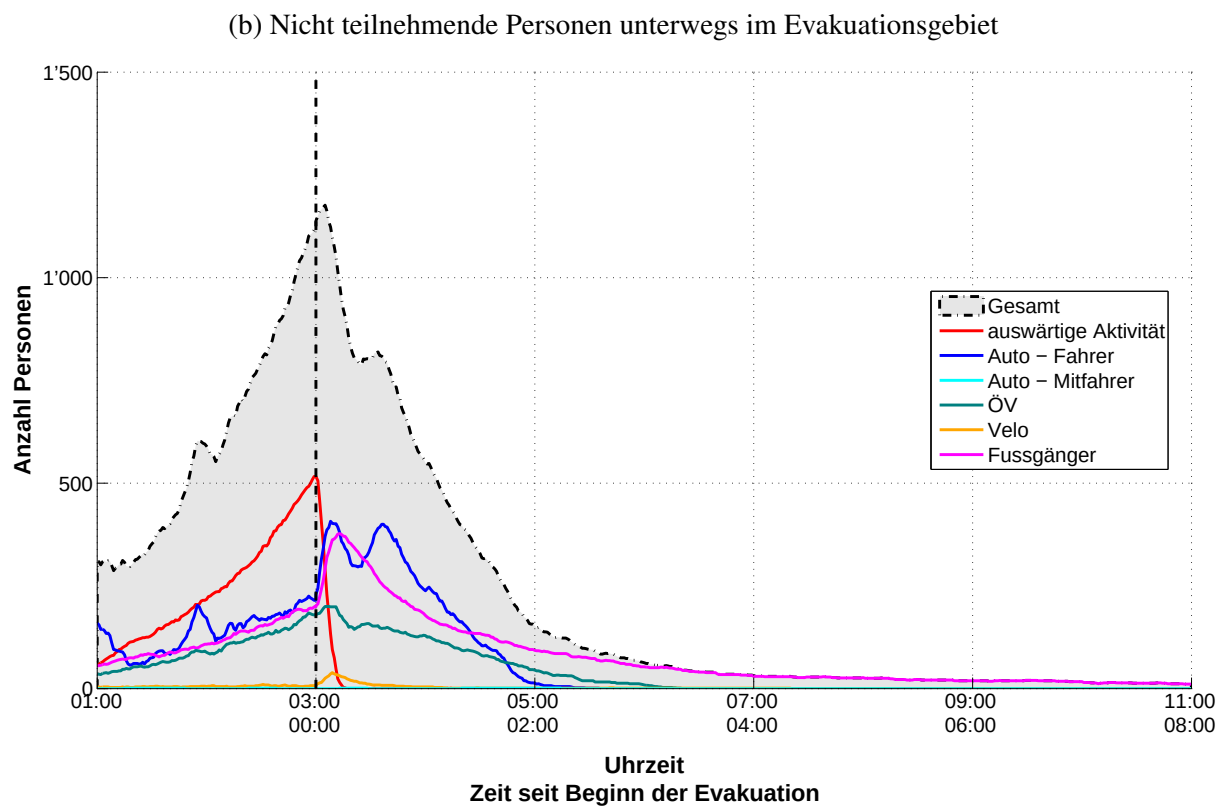
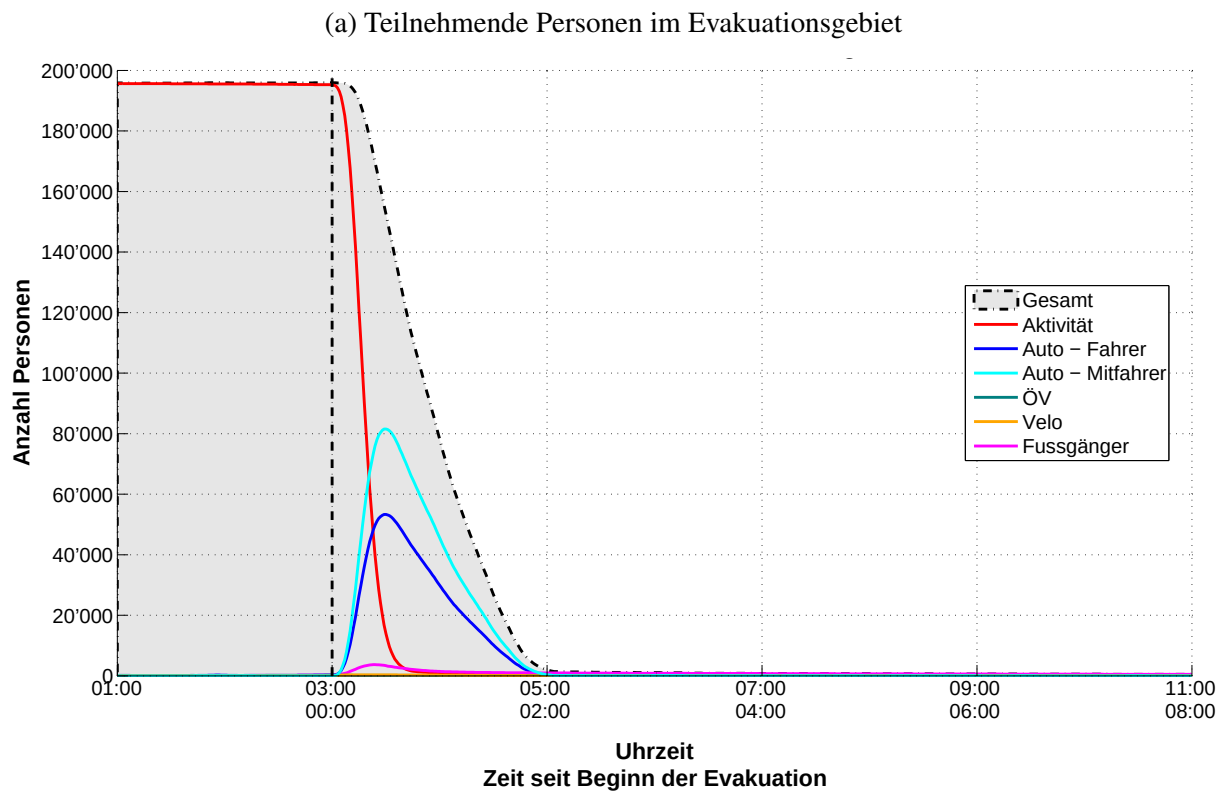


Abbildung 157: Lauf 50

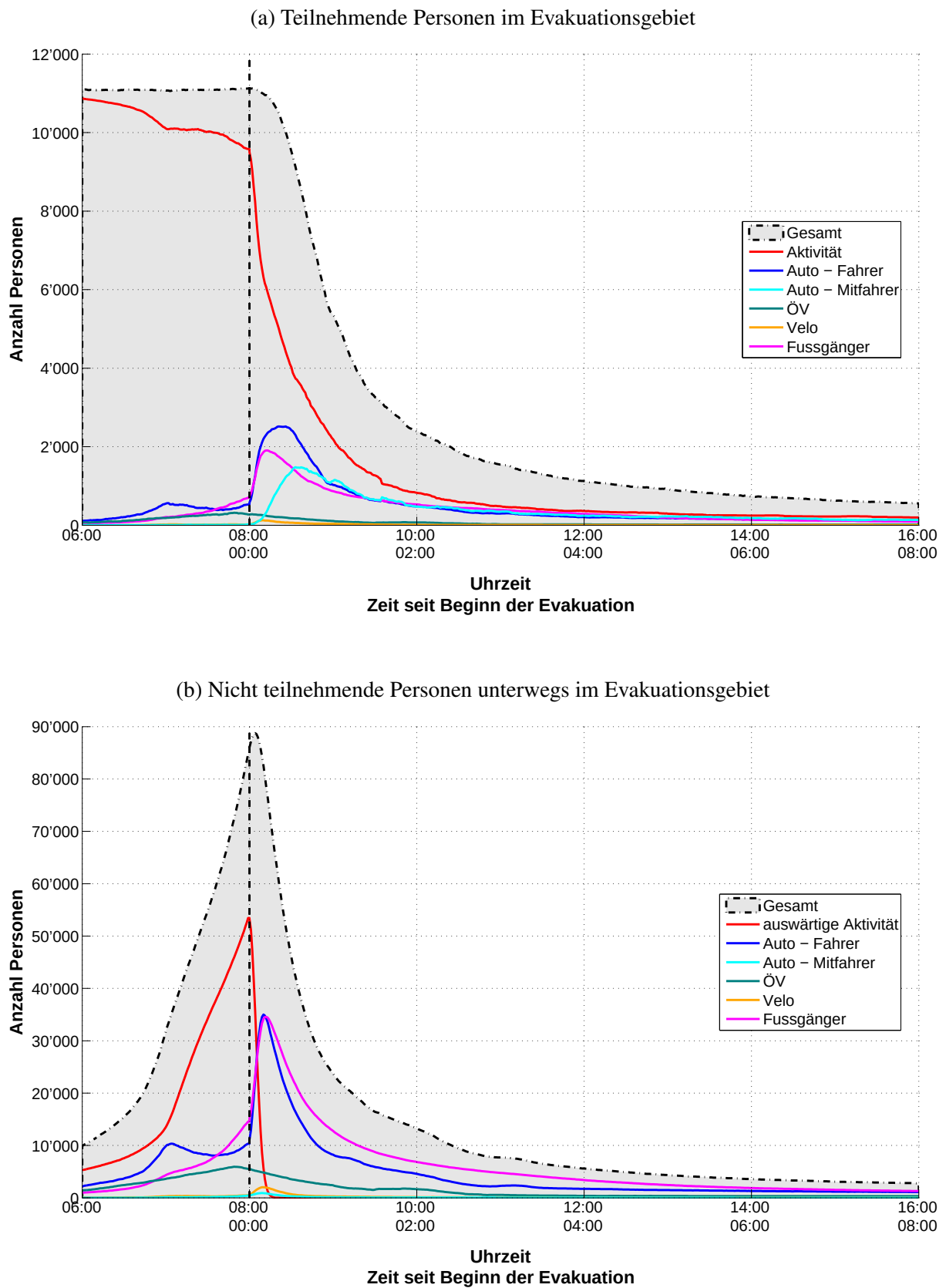


Abbildung 159: Lauf 51

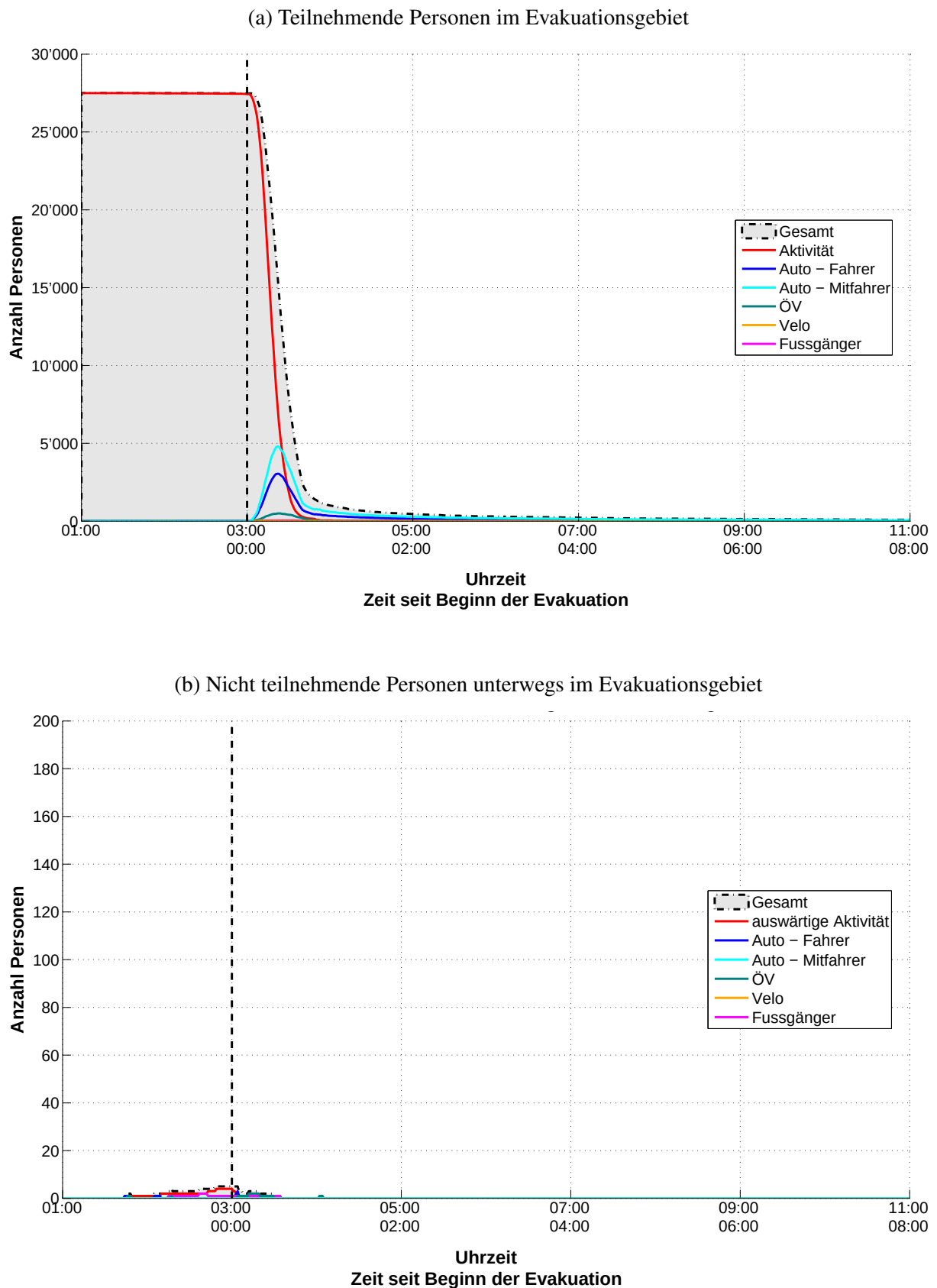


Abbildung 161: Lauf 52

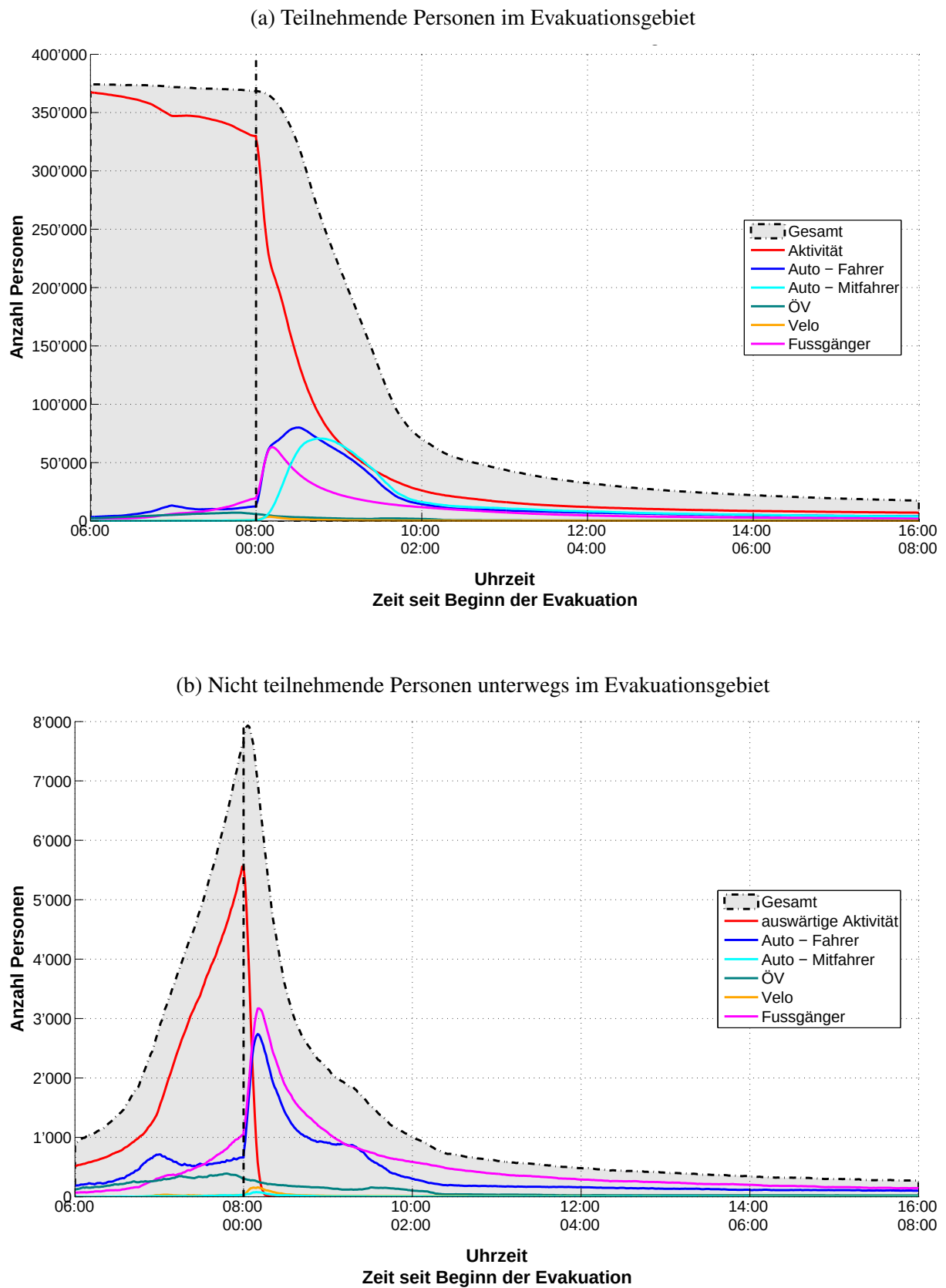


Abbildung 163: Lauf 53

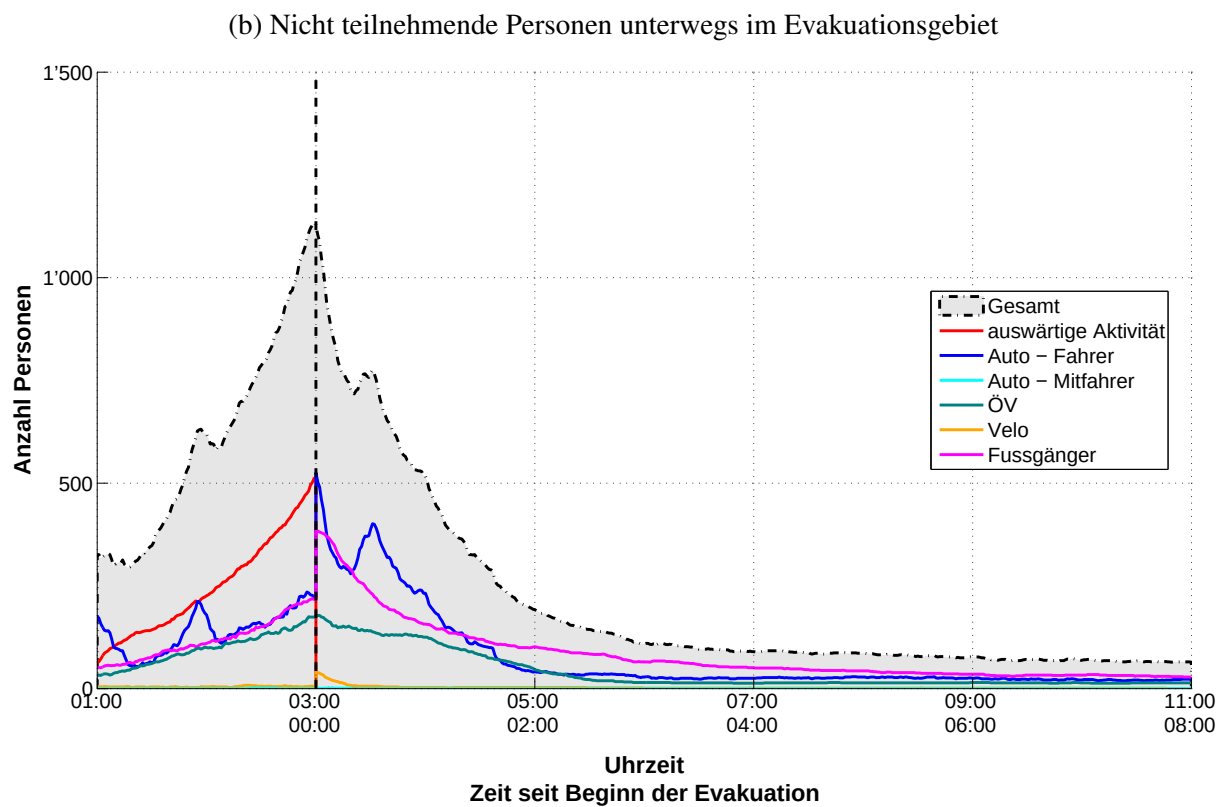
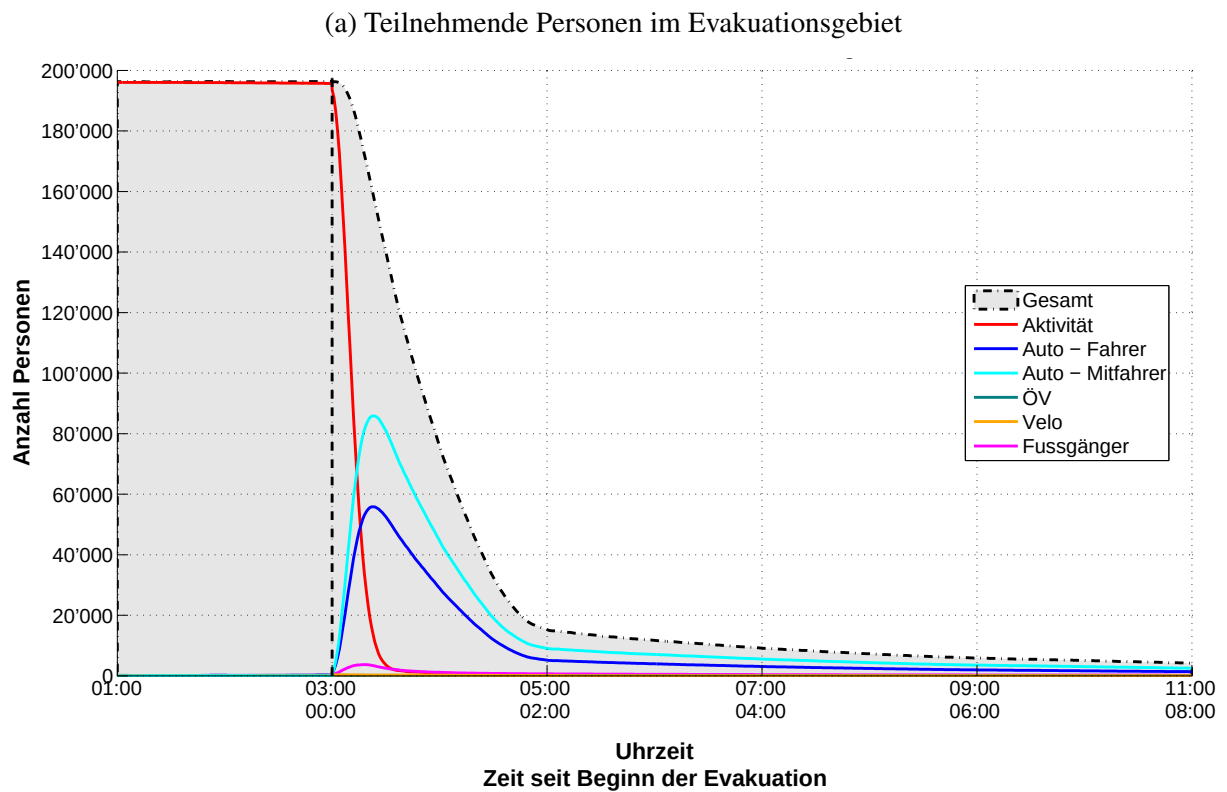


Abbildung 165: Lauf 54

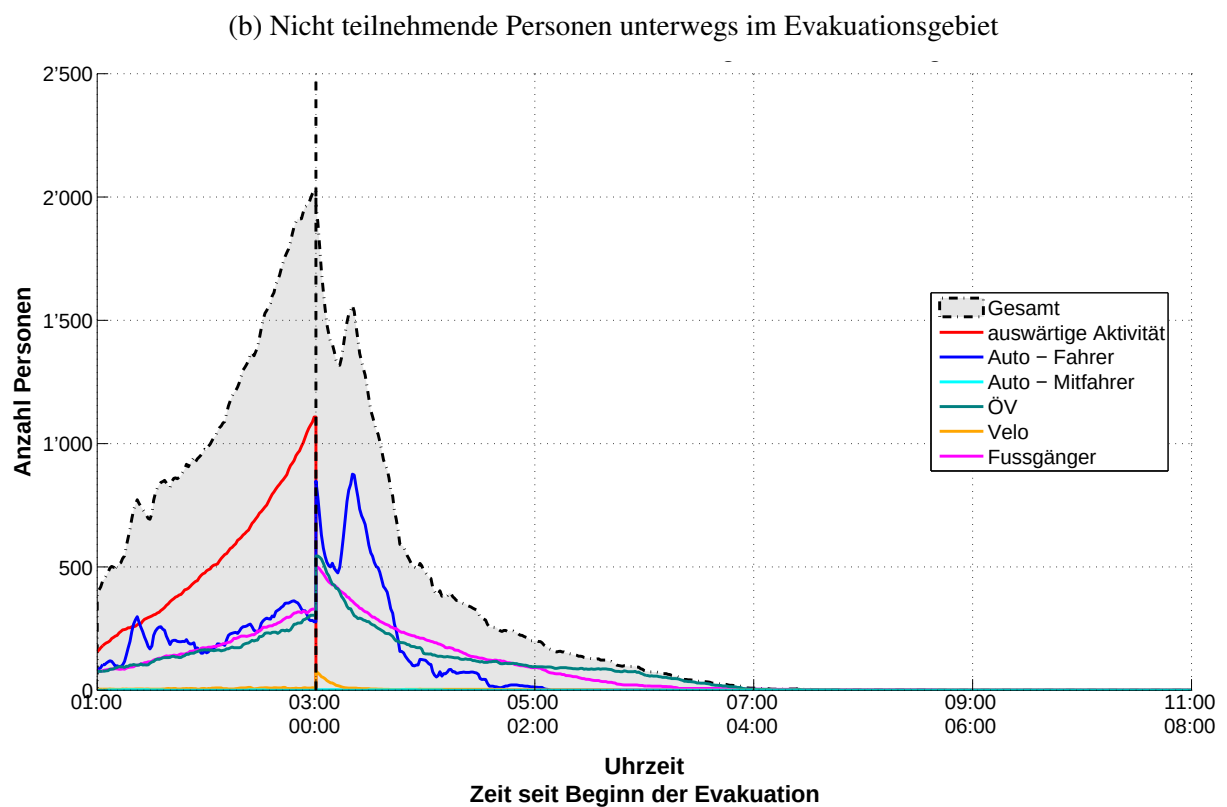
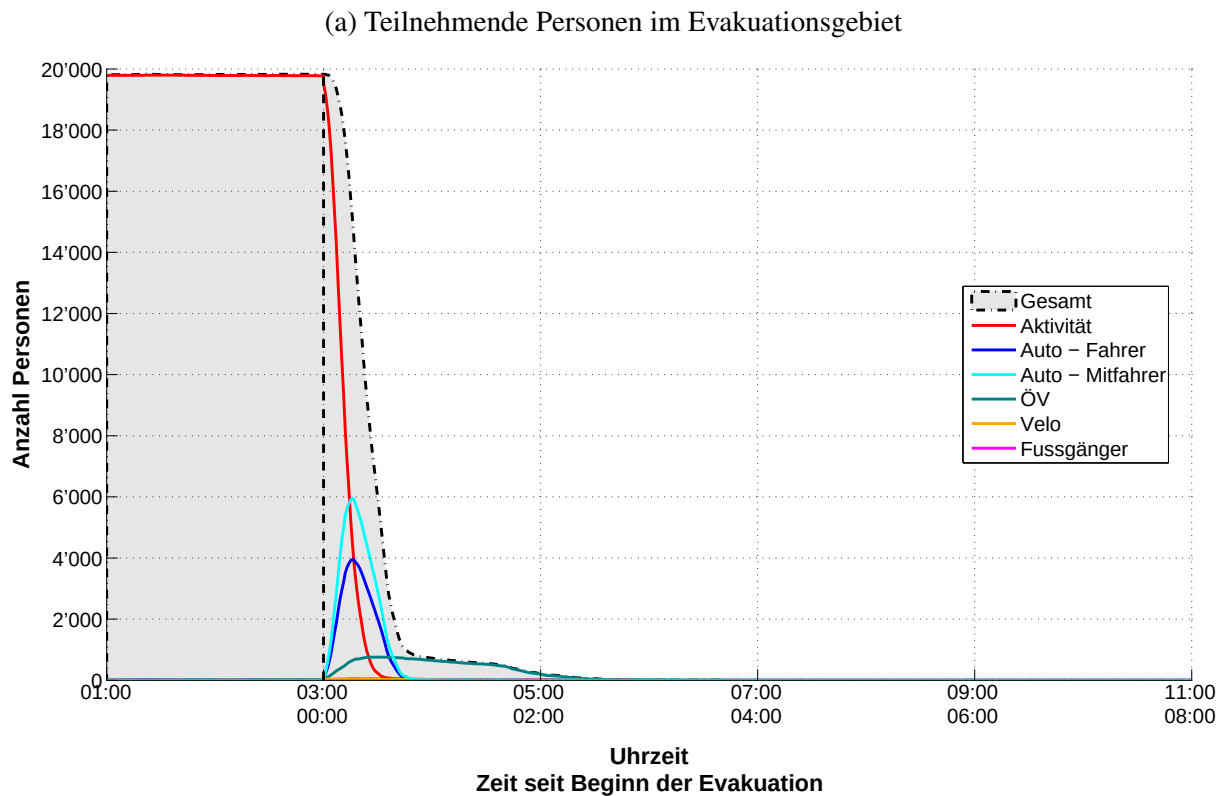


Abbildung 167: Lauf 55

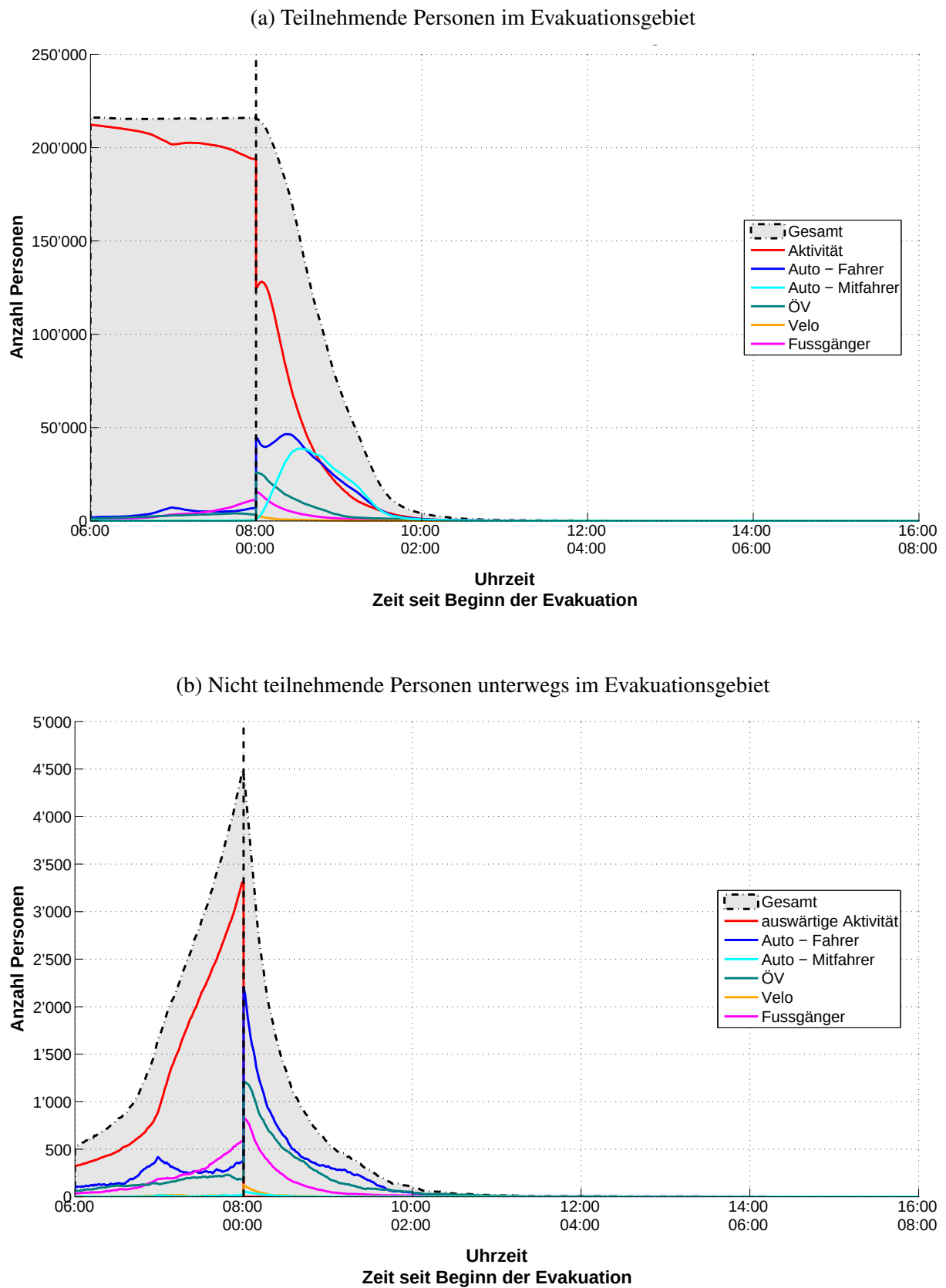


Abbildung 169: Lauf 56

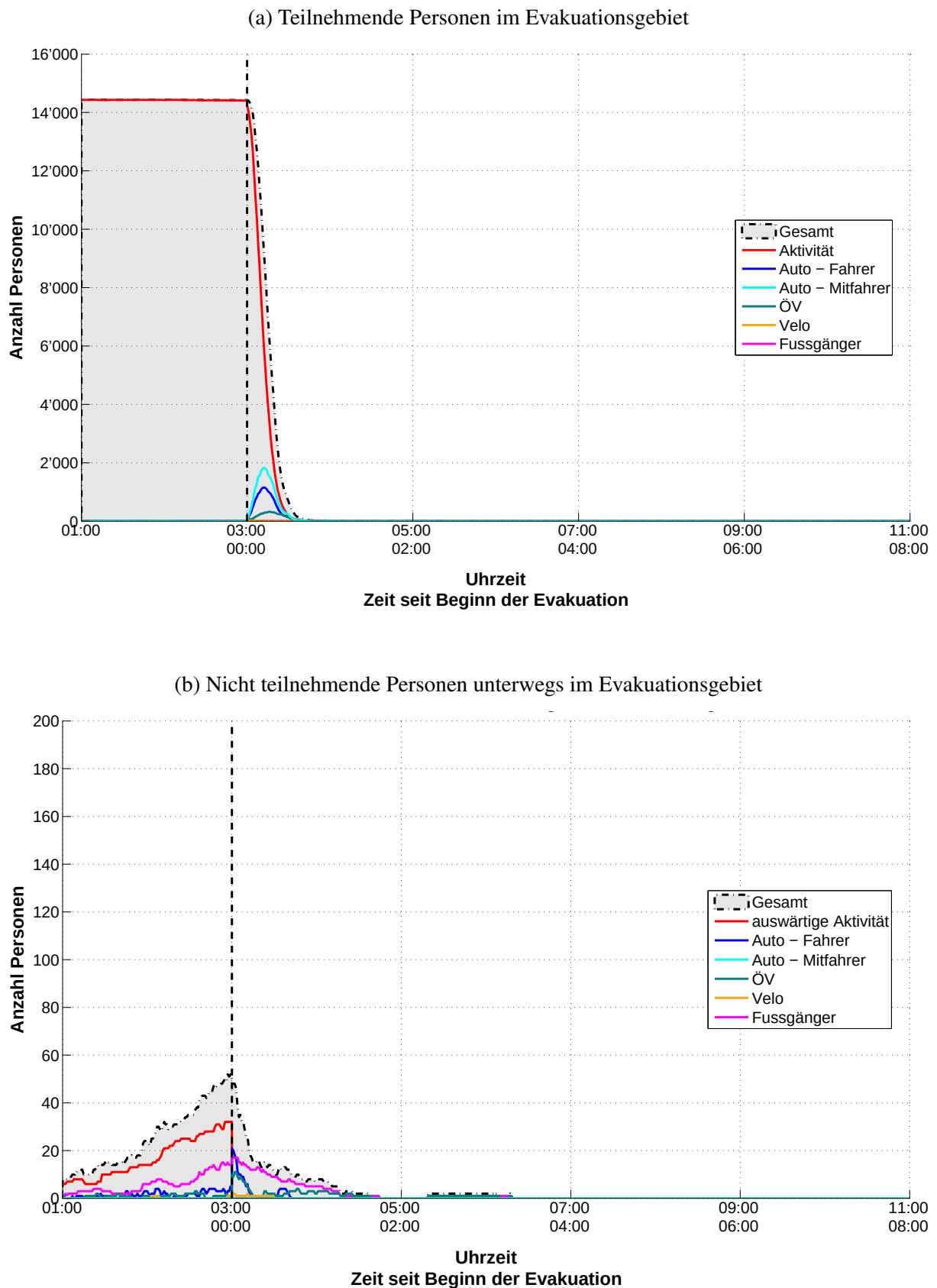


Abbildung 171: Lauf 57

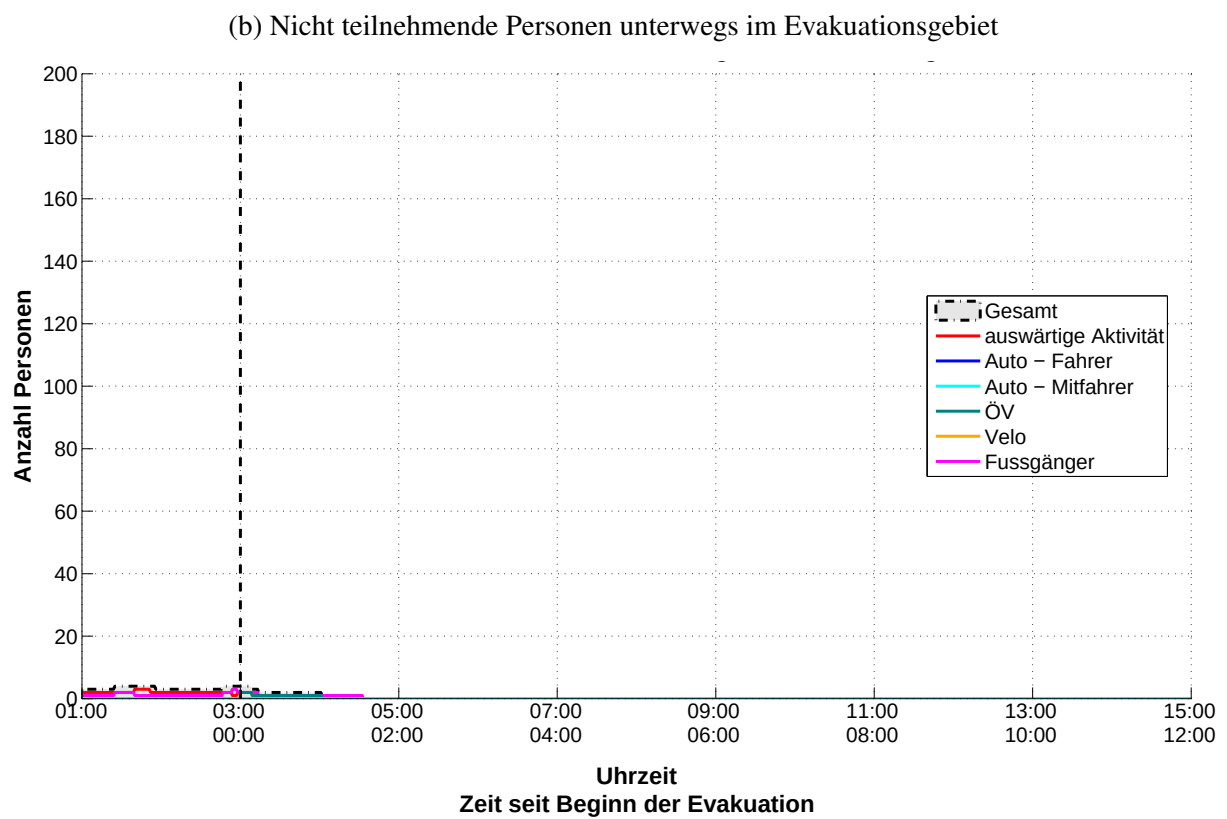
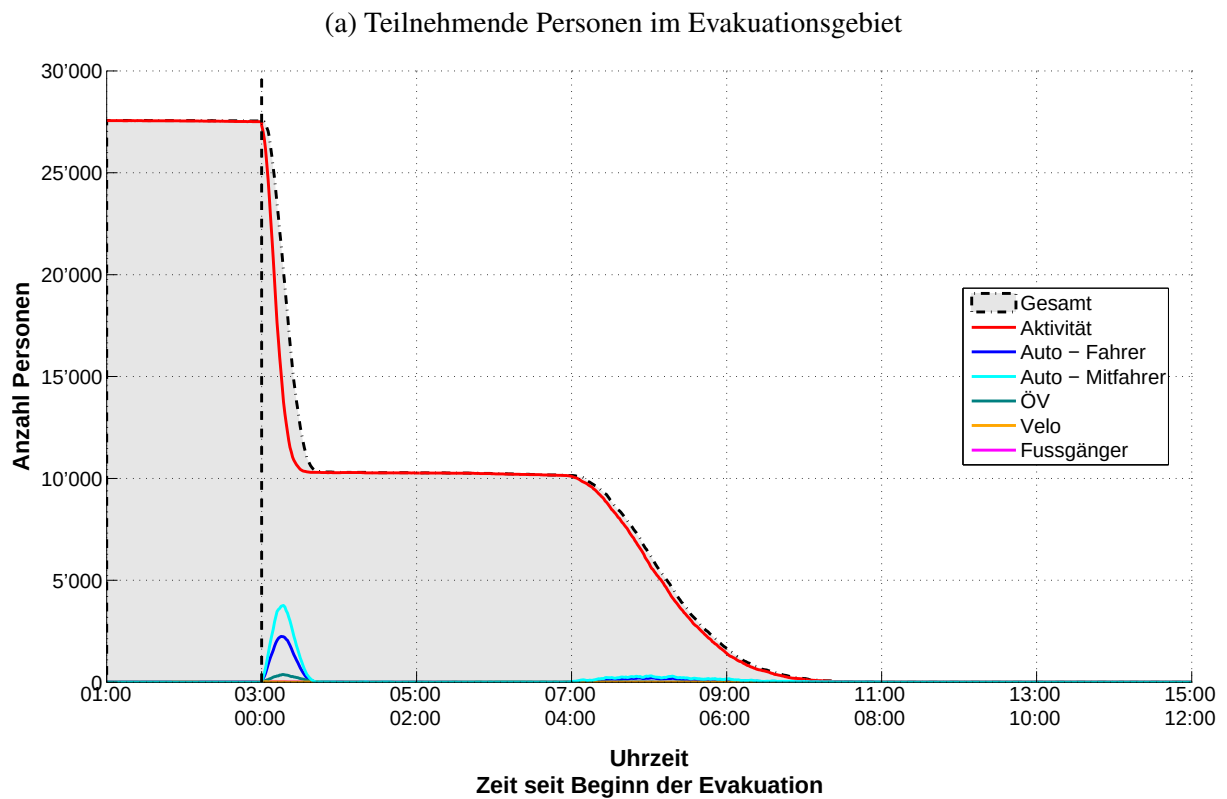


Abbildung 173: Lauf 58

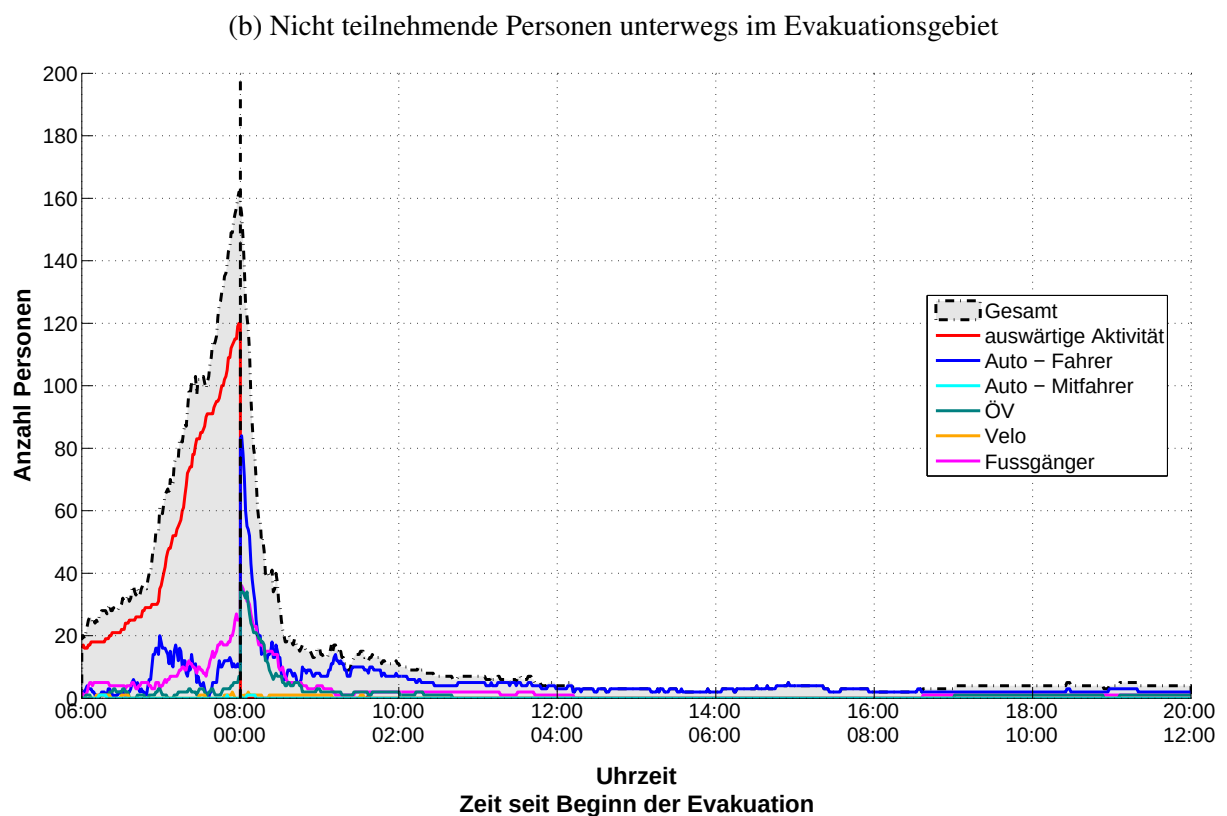
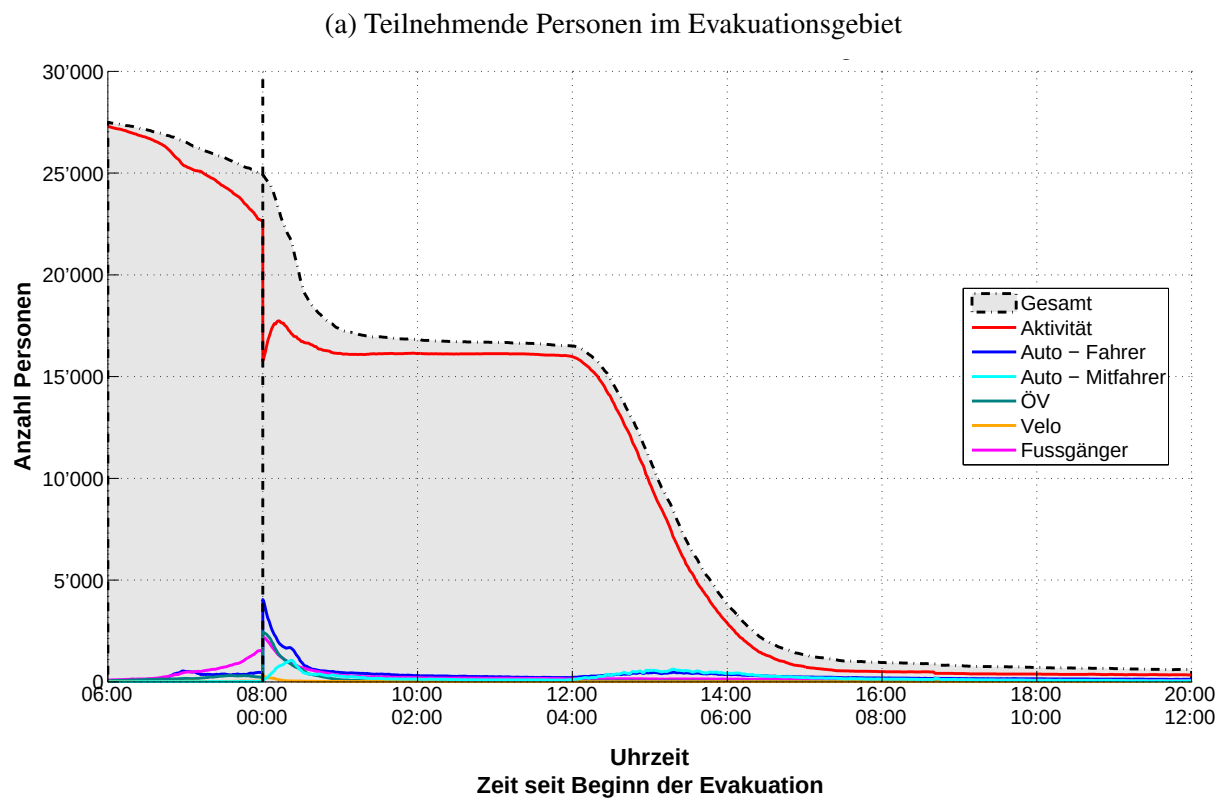


Abbildung 175: Lauf 59

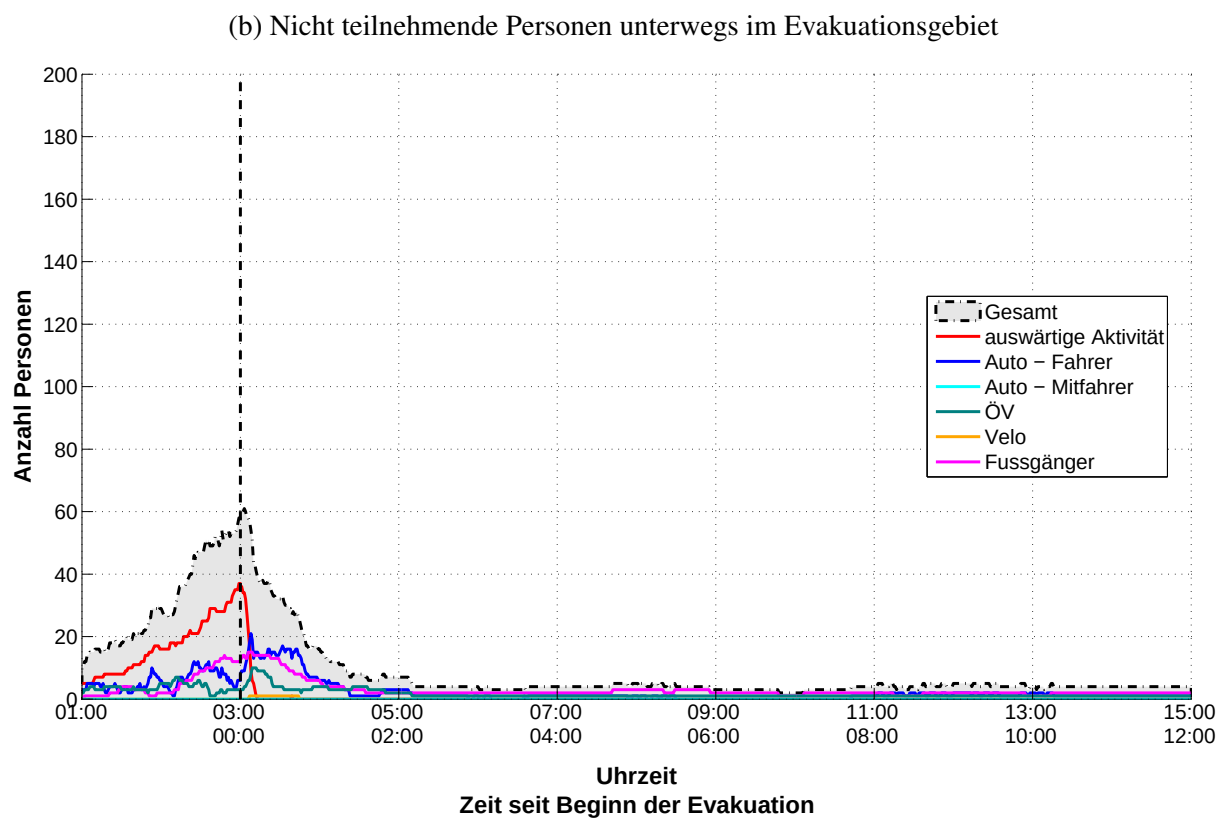
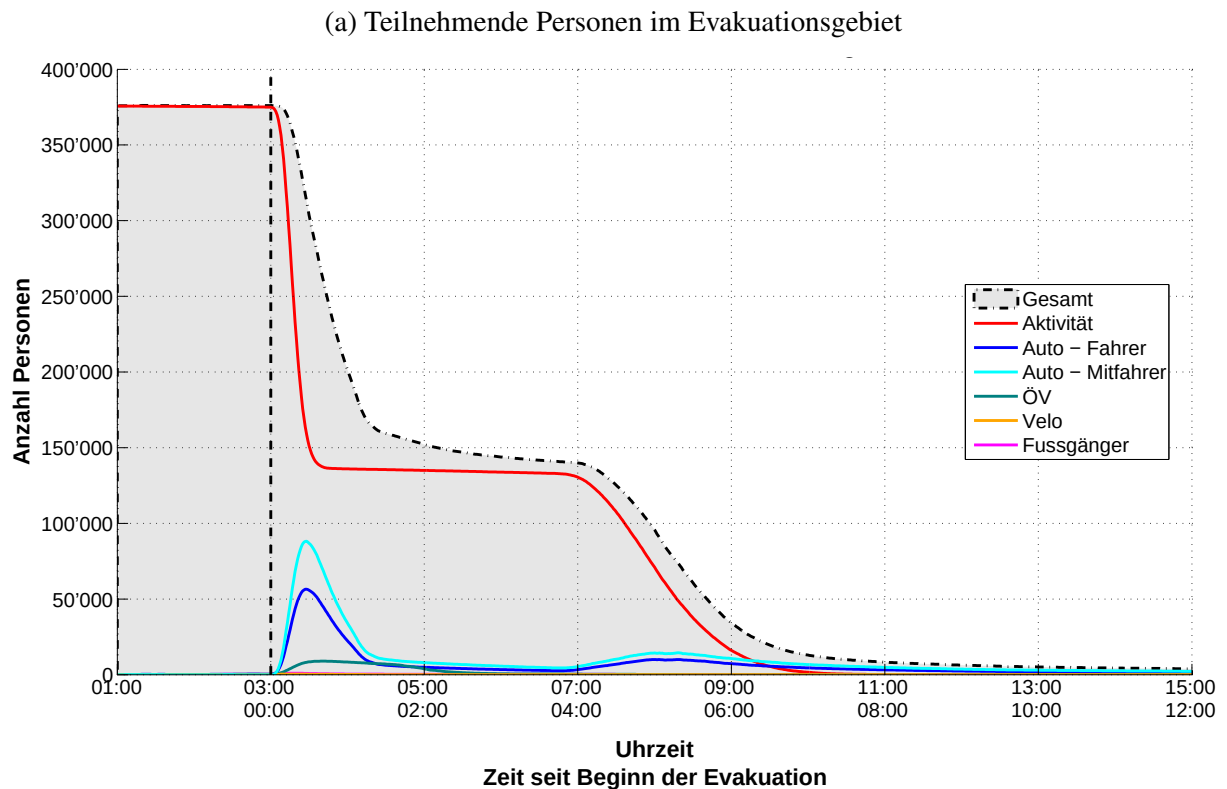


Abbildung 177: Lauf 60

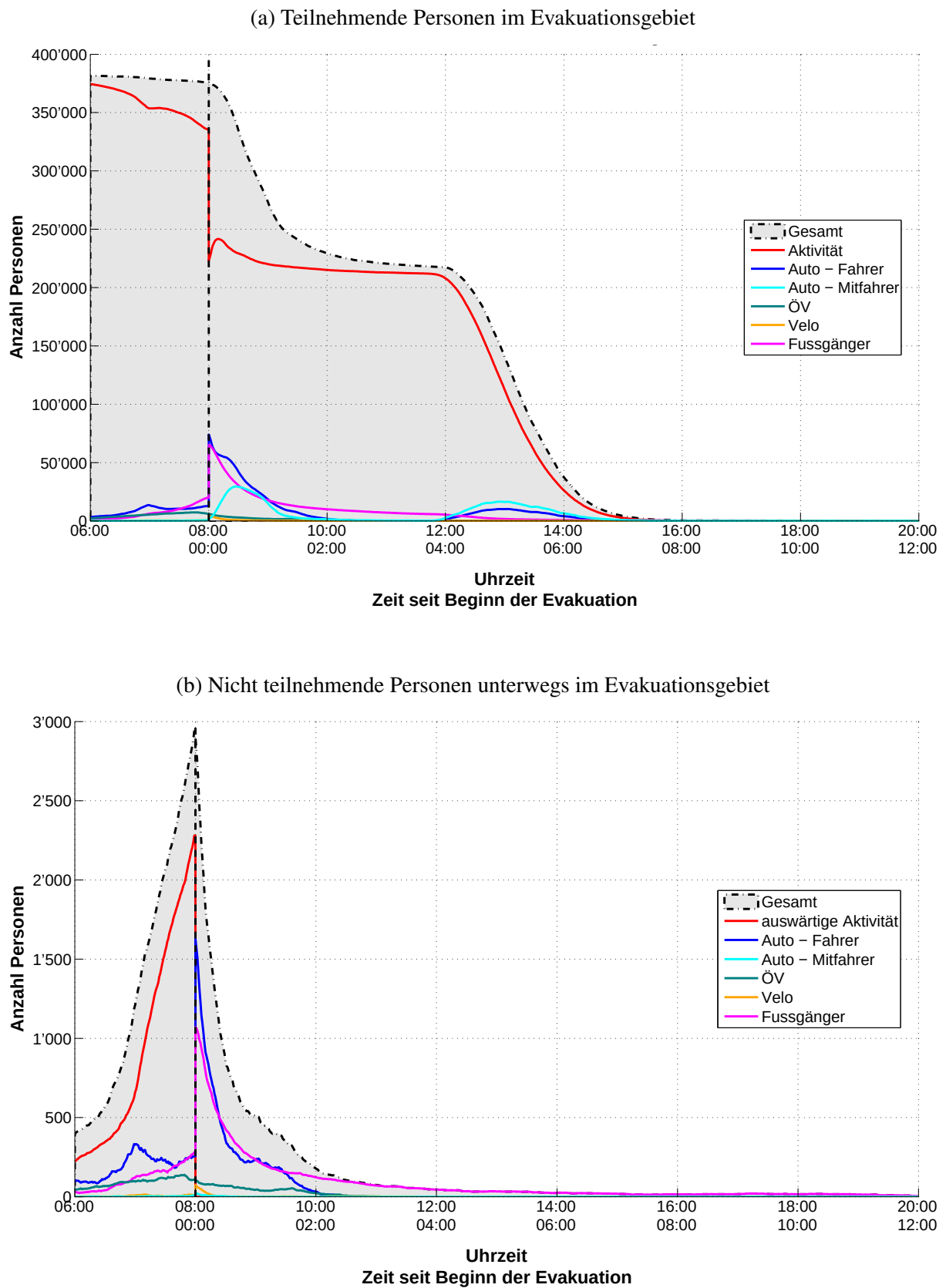


Abbildung 179: Lauf 61

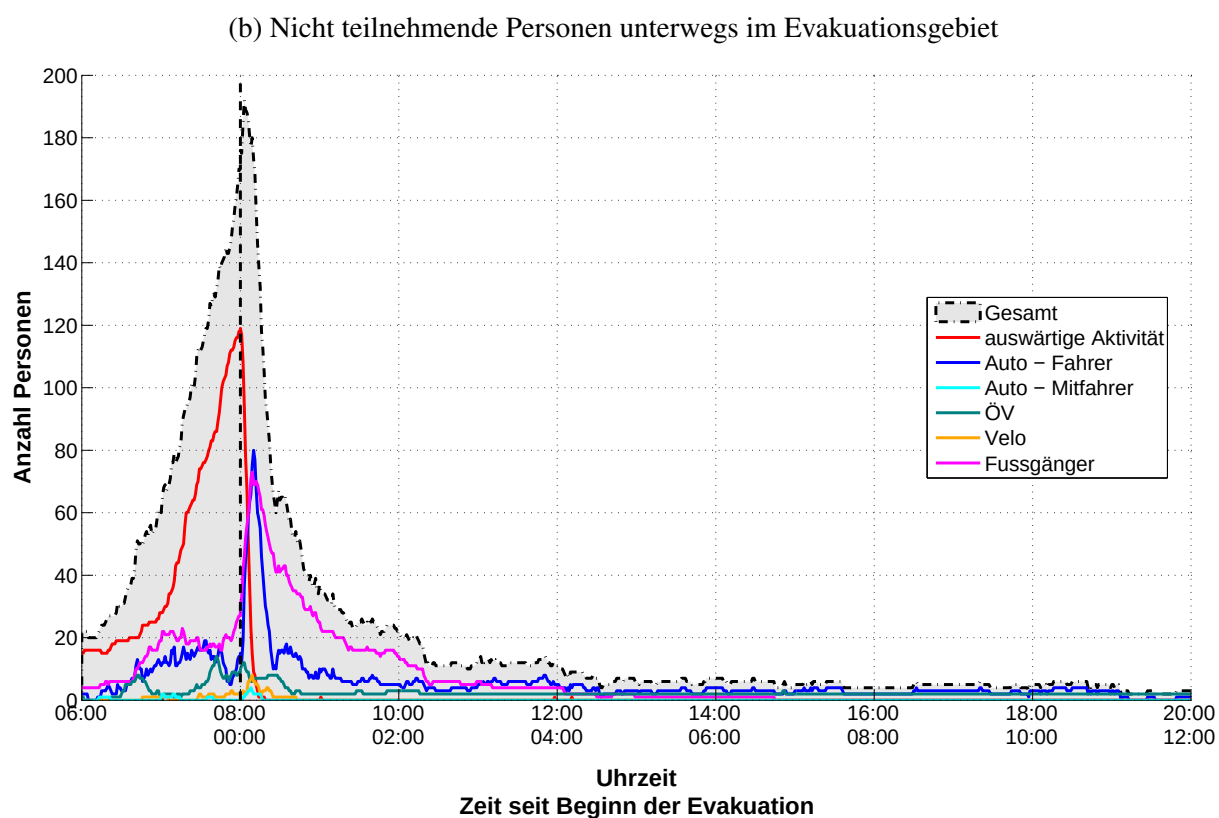
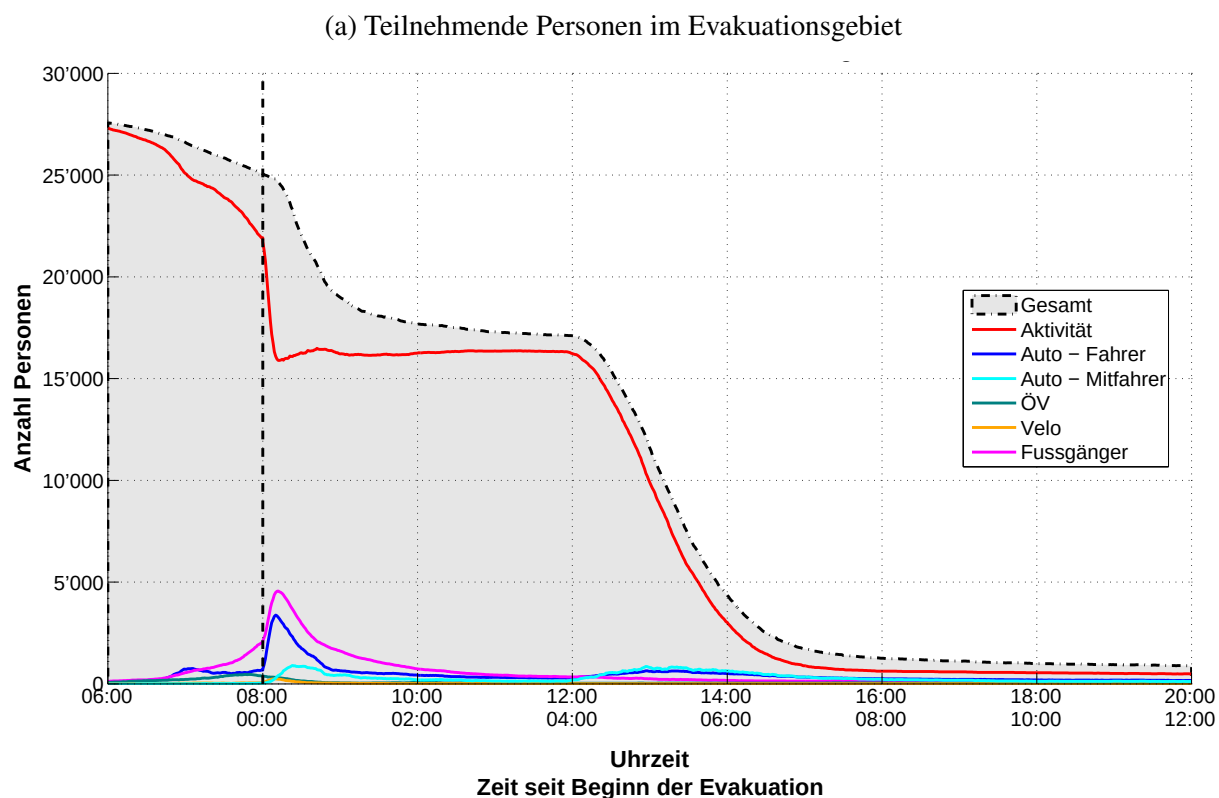


Abbildung 181: Lauf 62

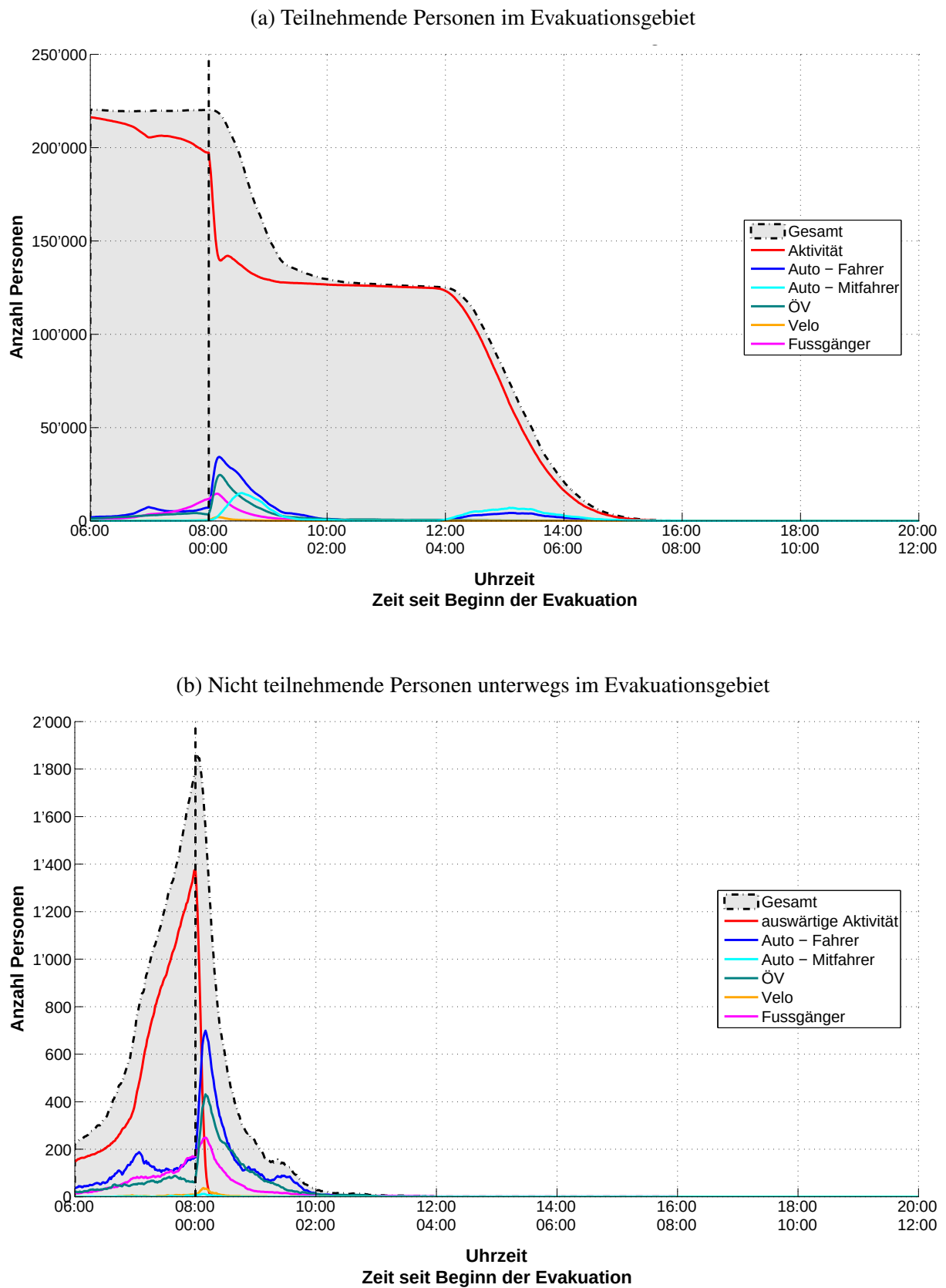


Abbildung 183: Lauf 63

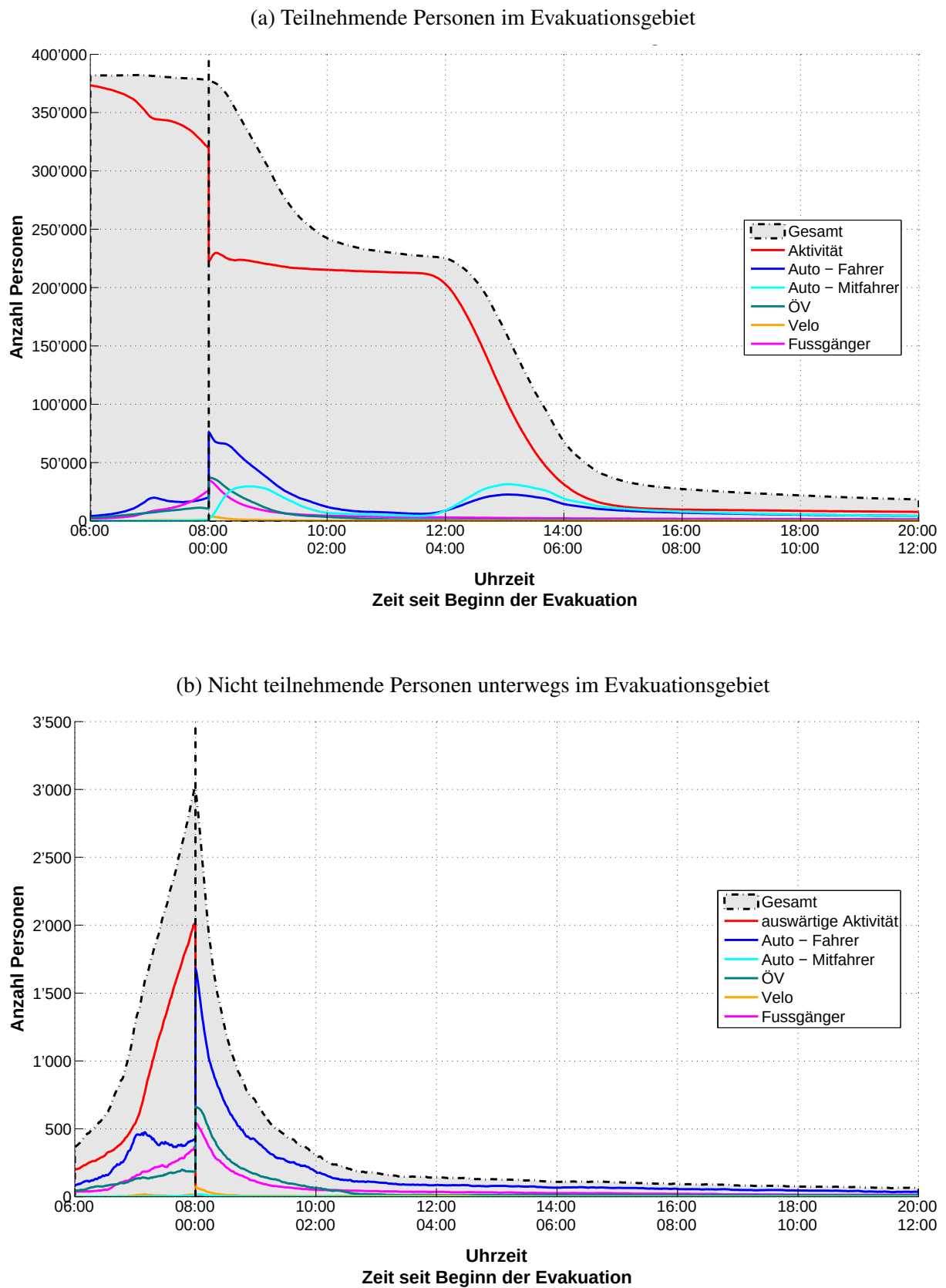


Abbildung 185: Lauf 64

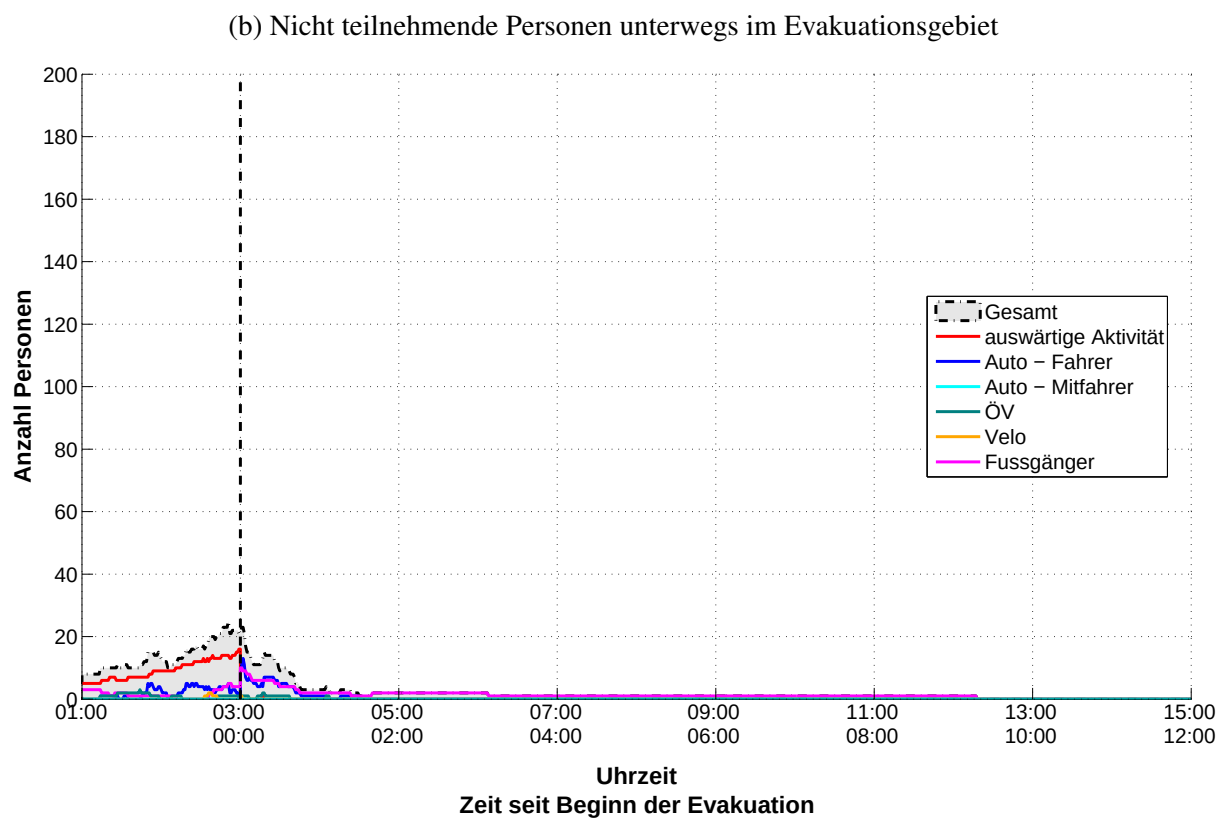
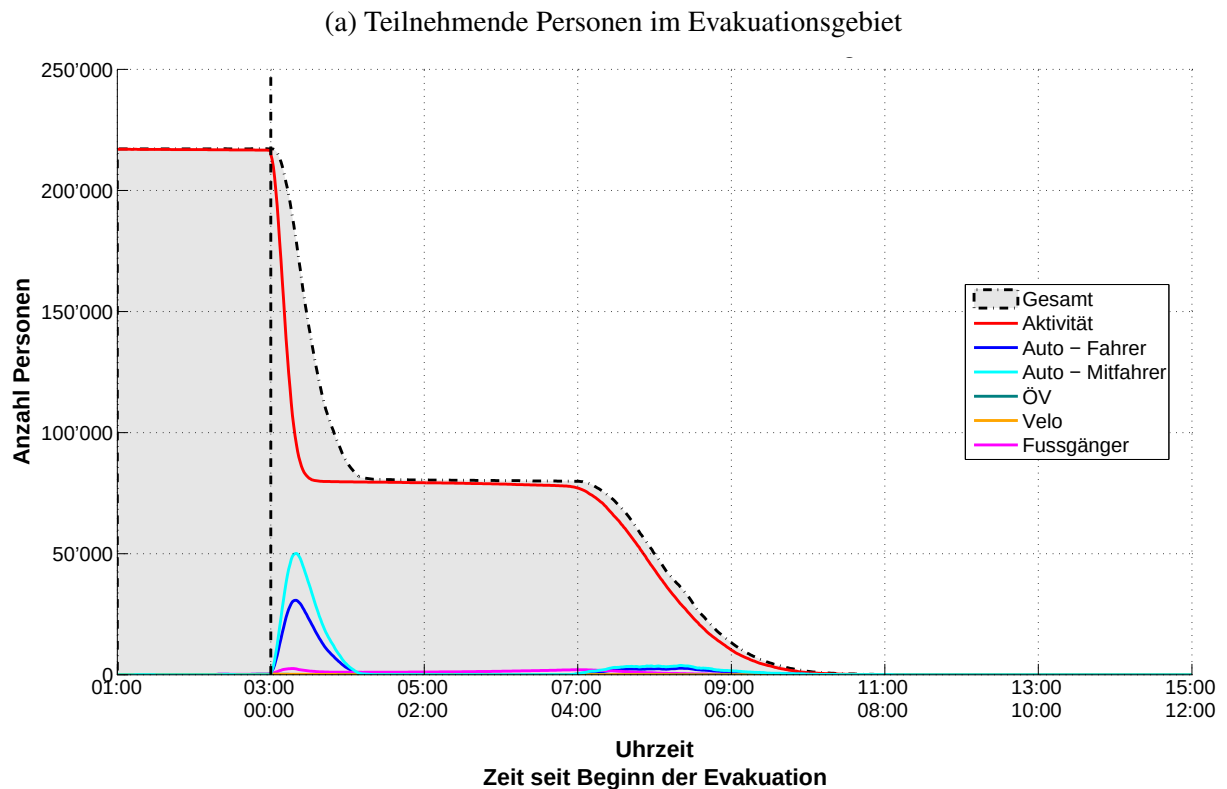


Abbildung 187: Lauf 65

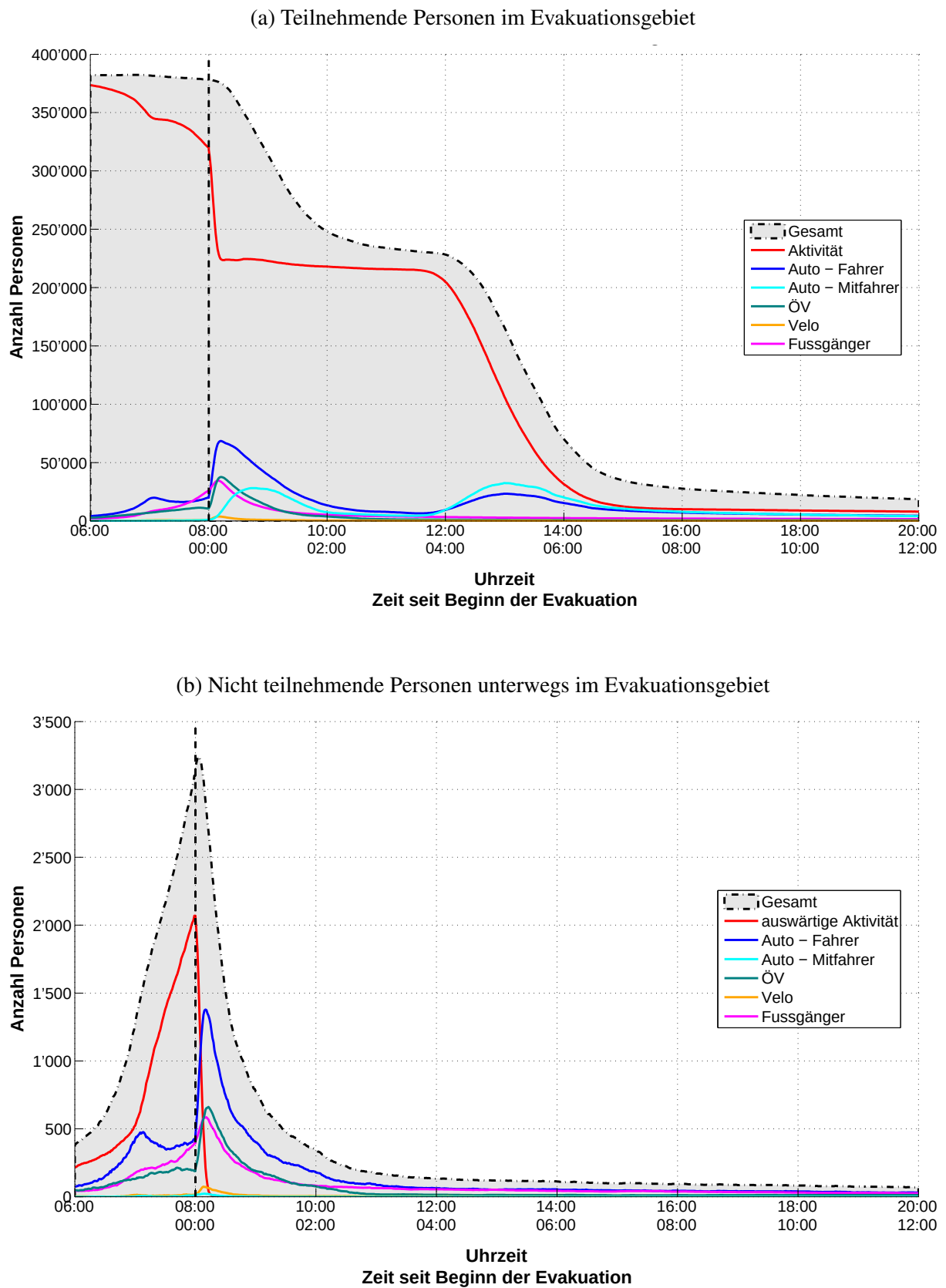


Abbildung 189: Lauf 66

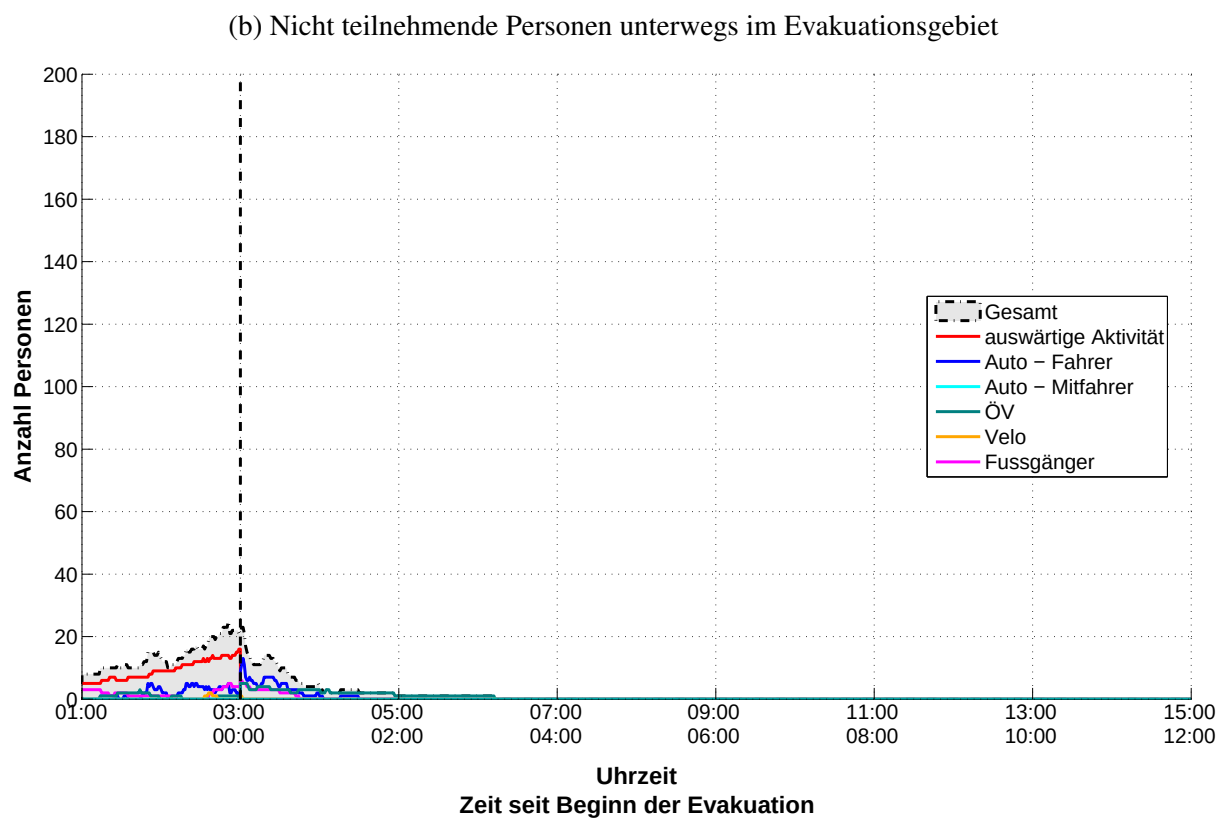
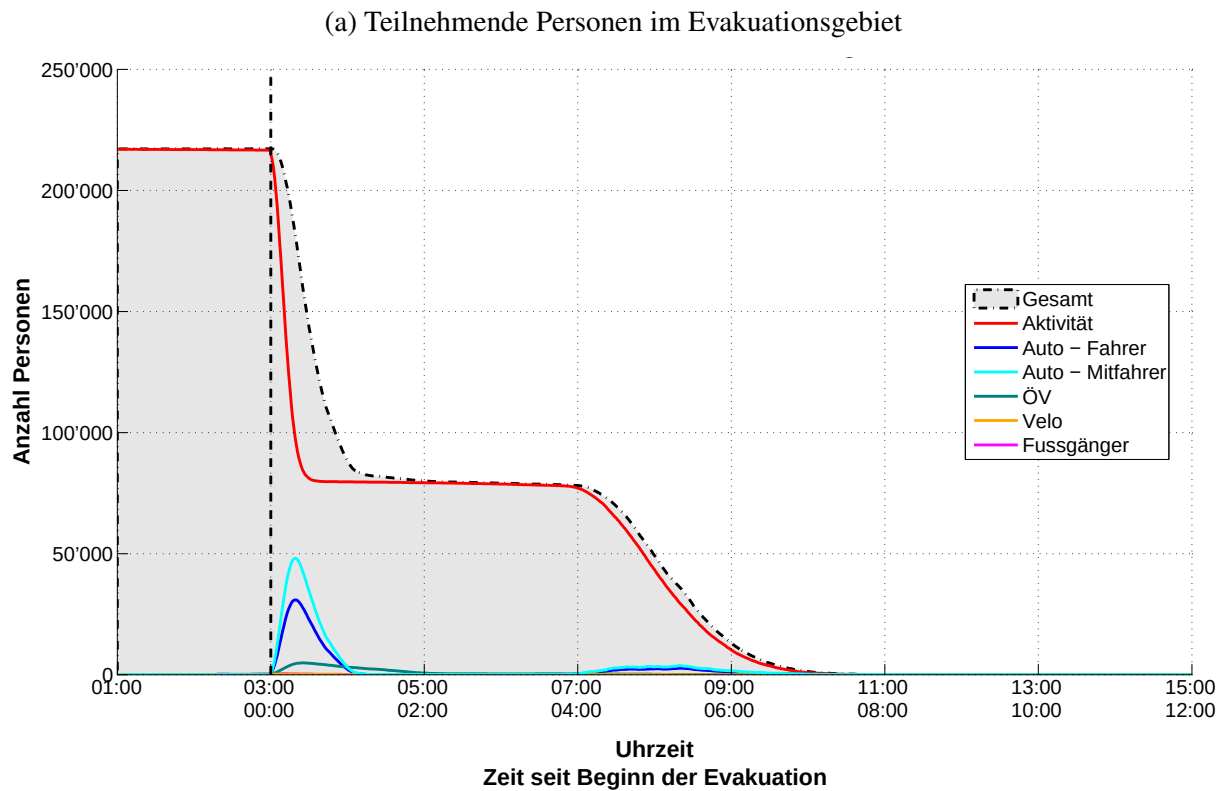


Abbildung 191: Lauf 67

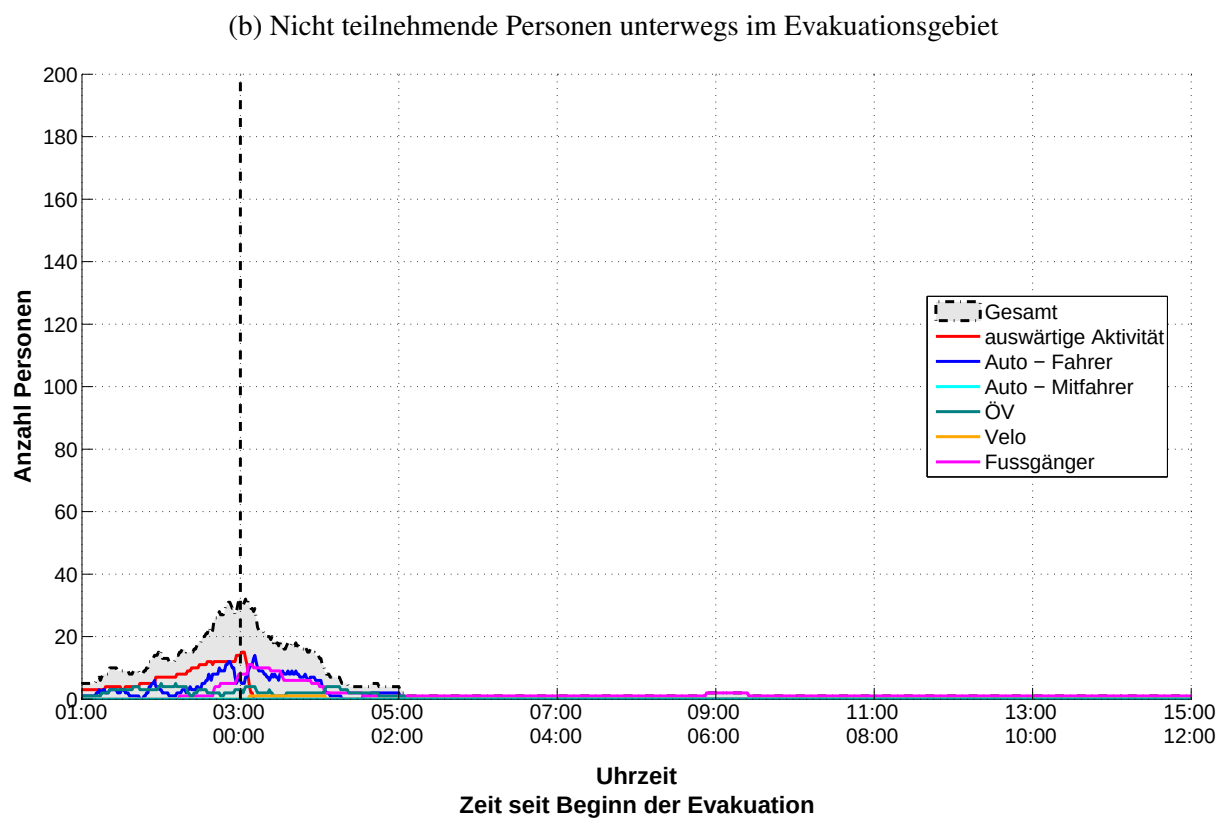
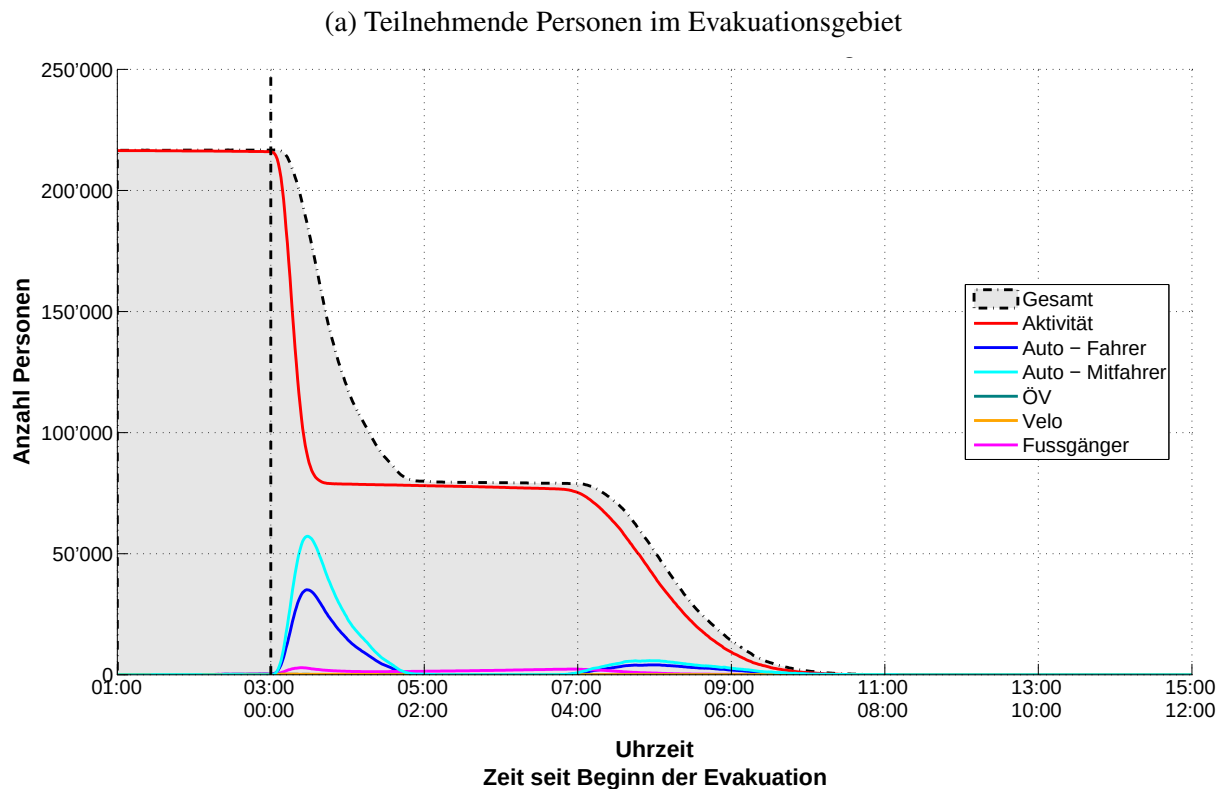


Abbildung 193: Lauf 68

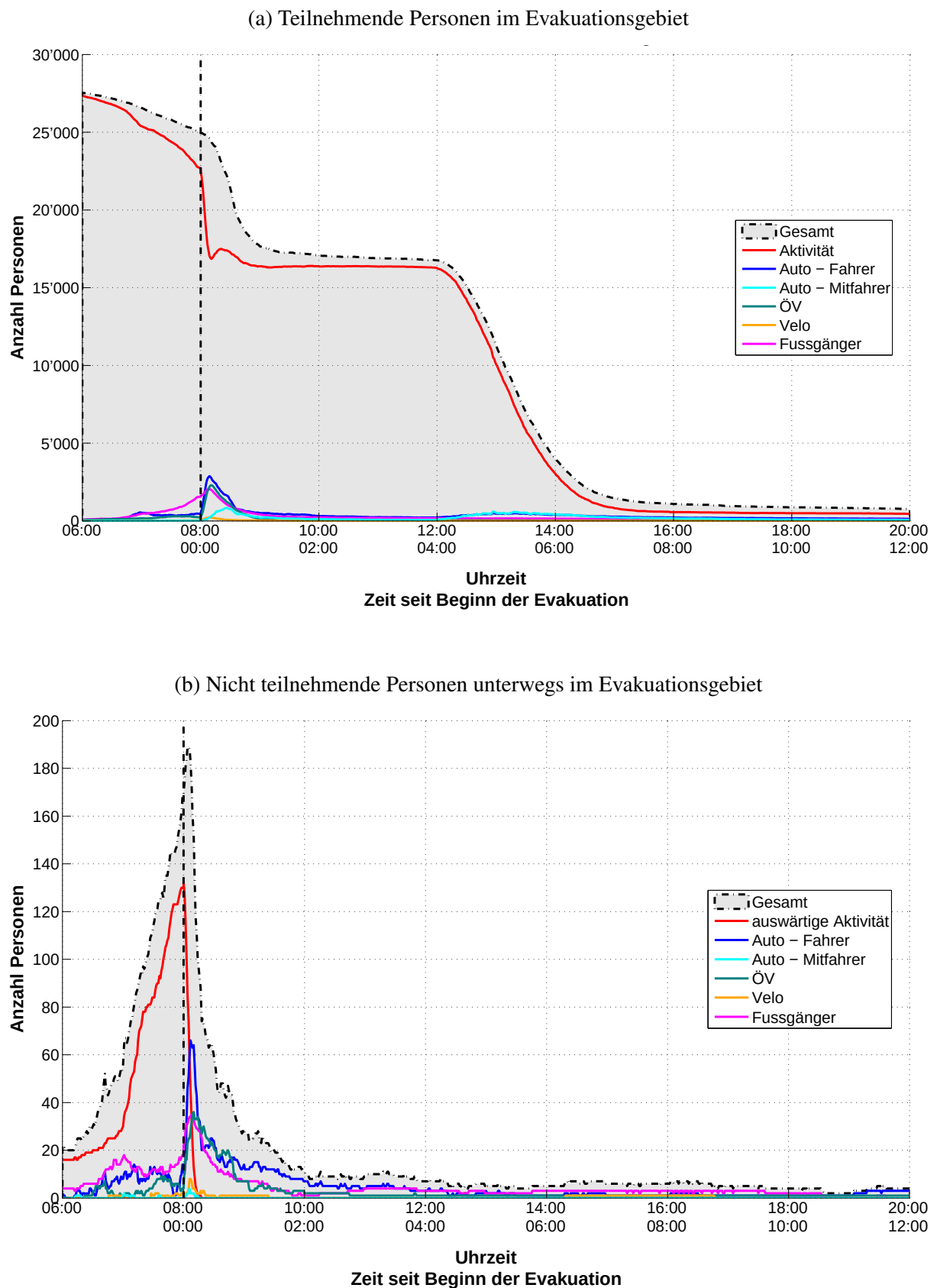


Abbildung 195: Lauf 69

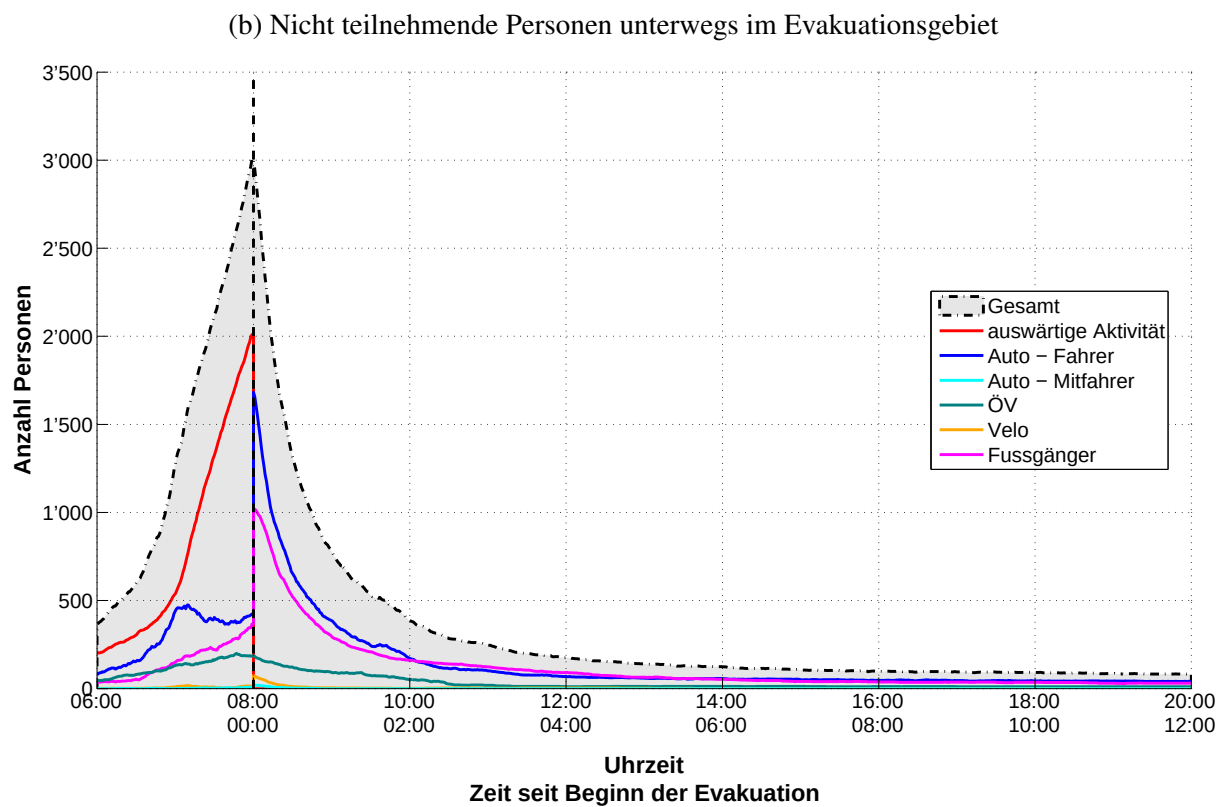
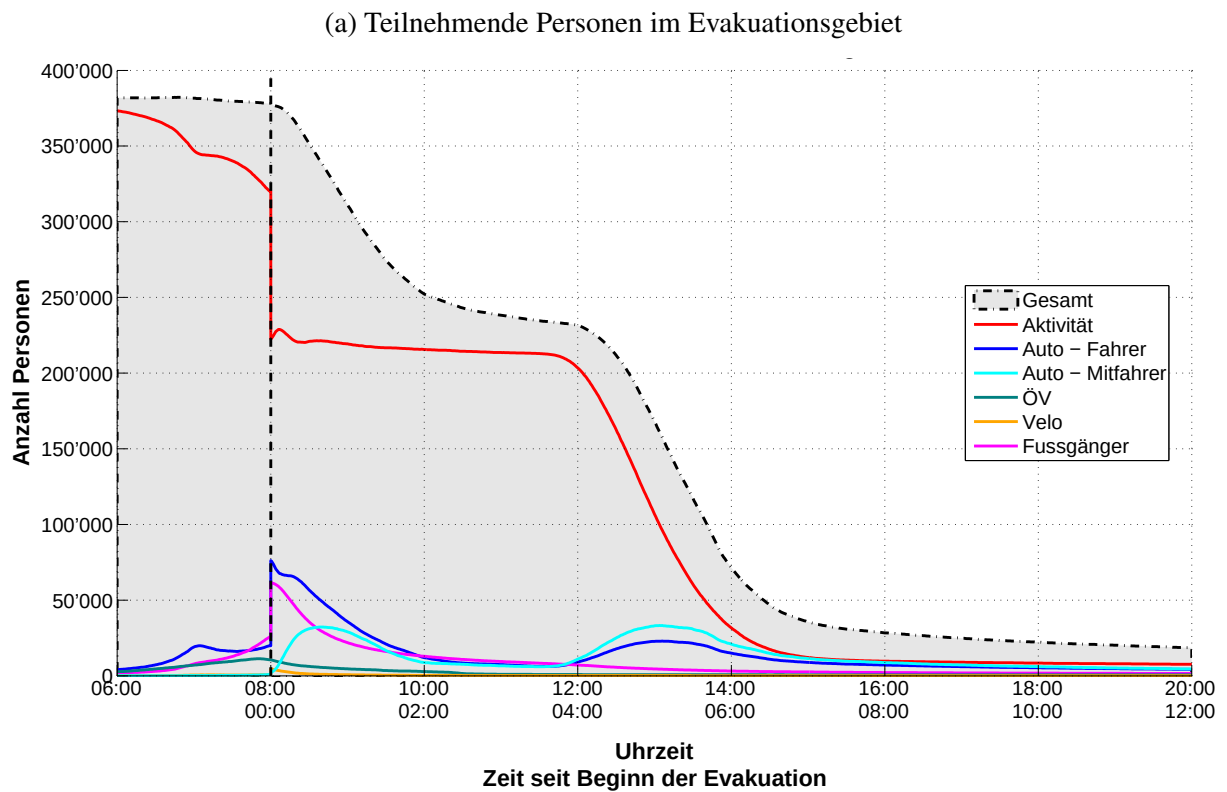


Abbildung 197: Lauf 70

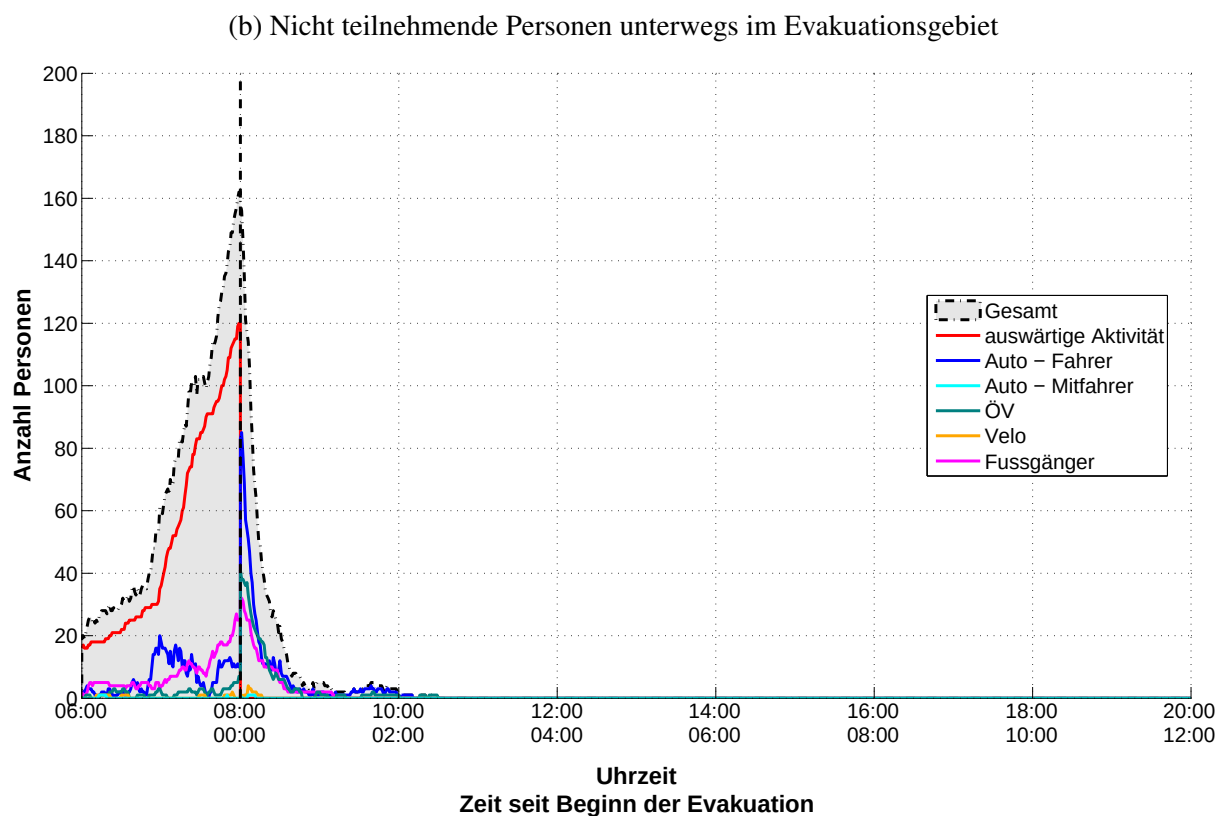
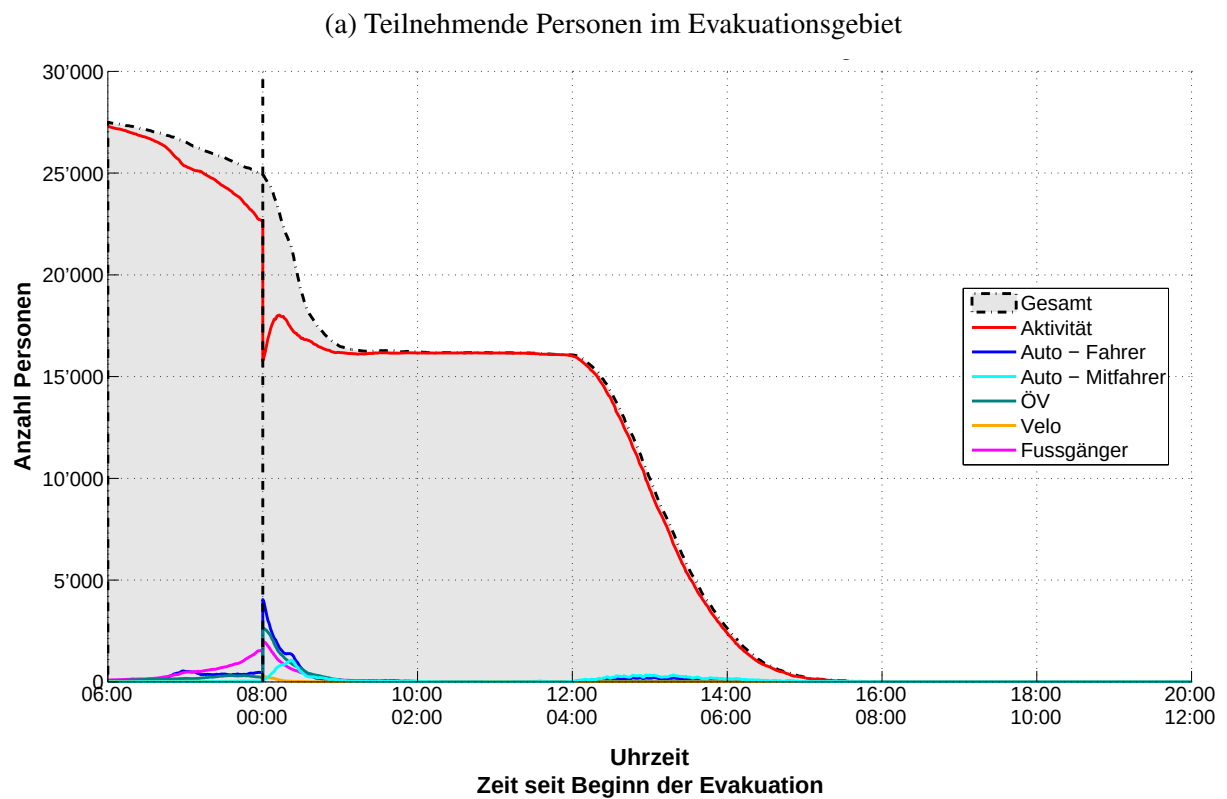


Abbildung 199: Lauf 71

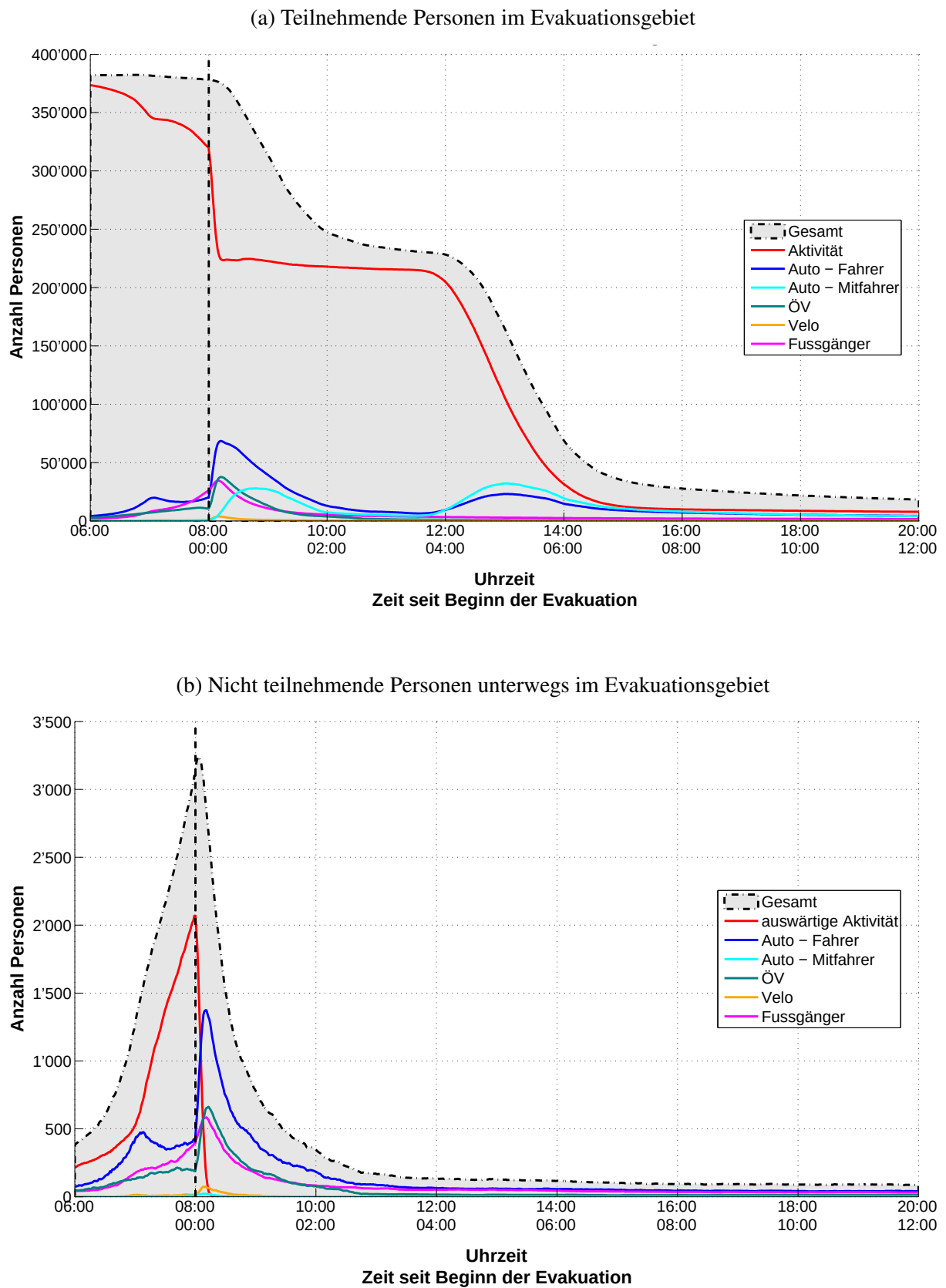


Abbildung 201: Lauf 72

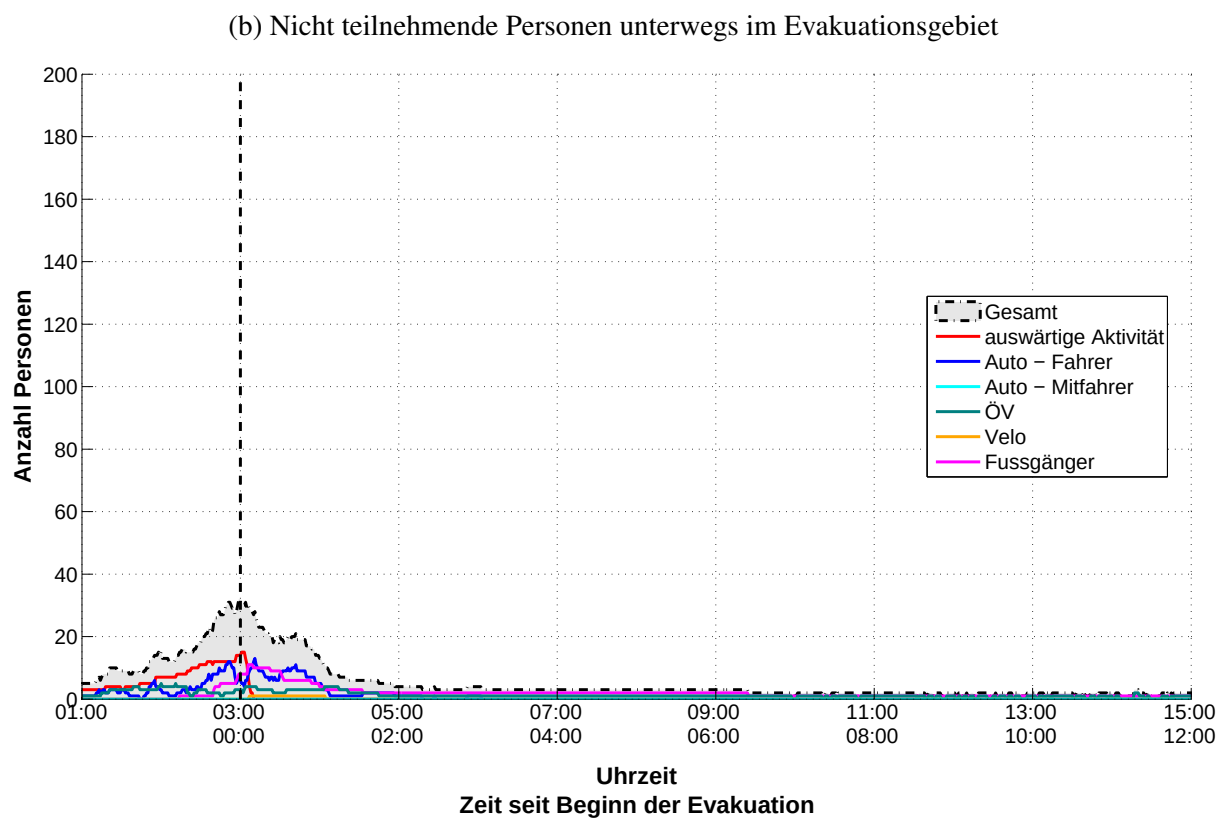
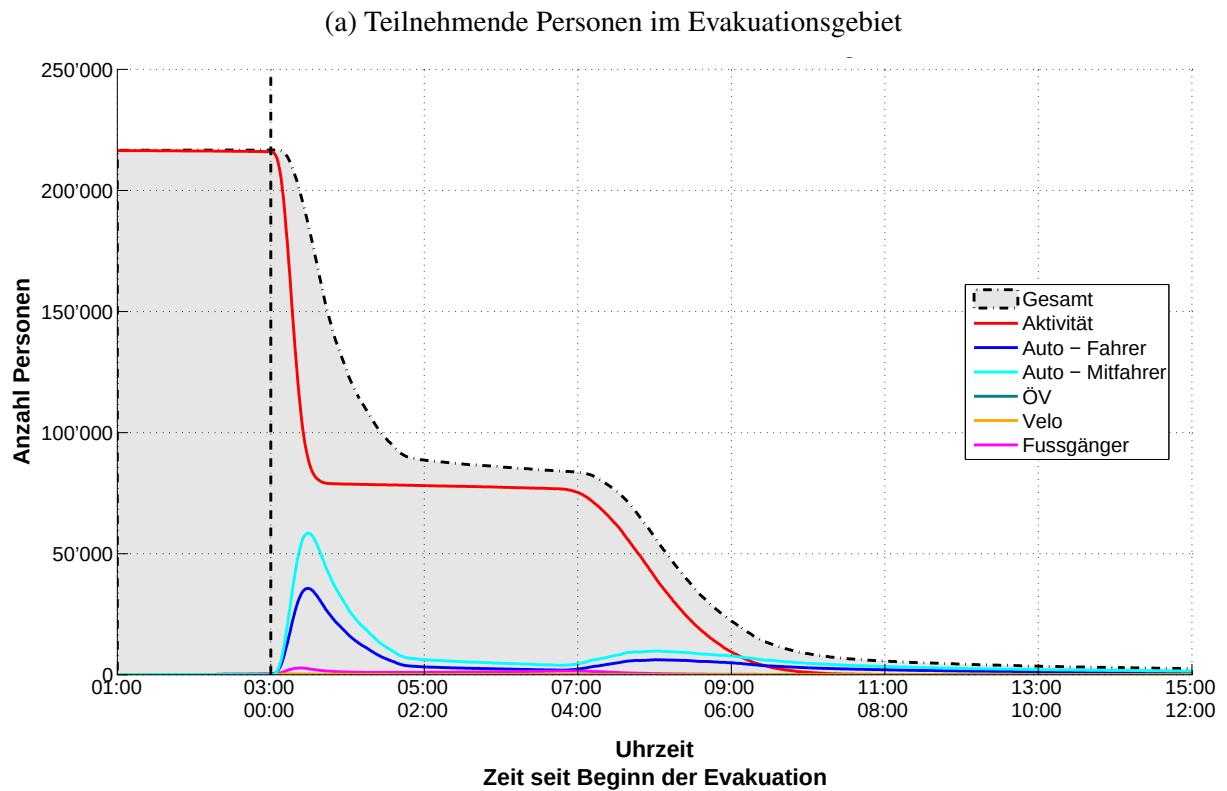


Abbildung 203: Lauf 73

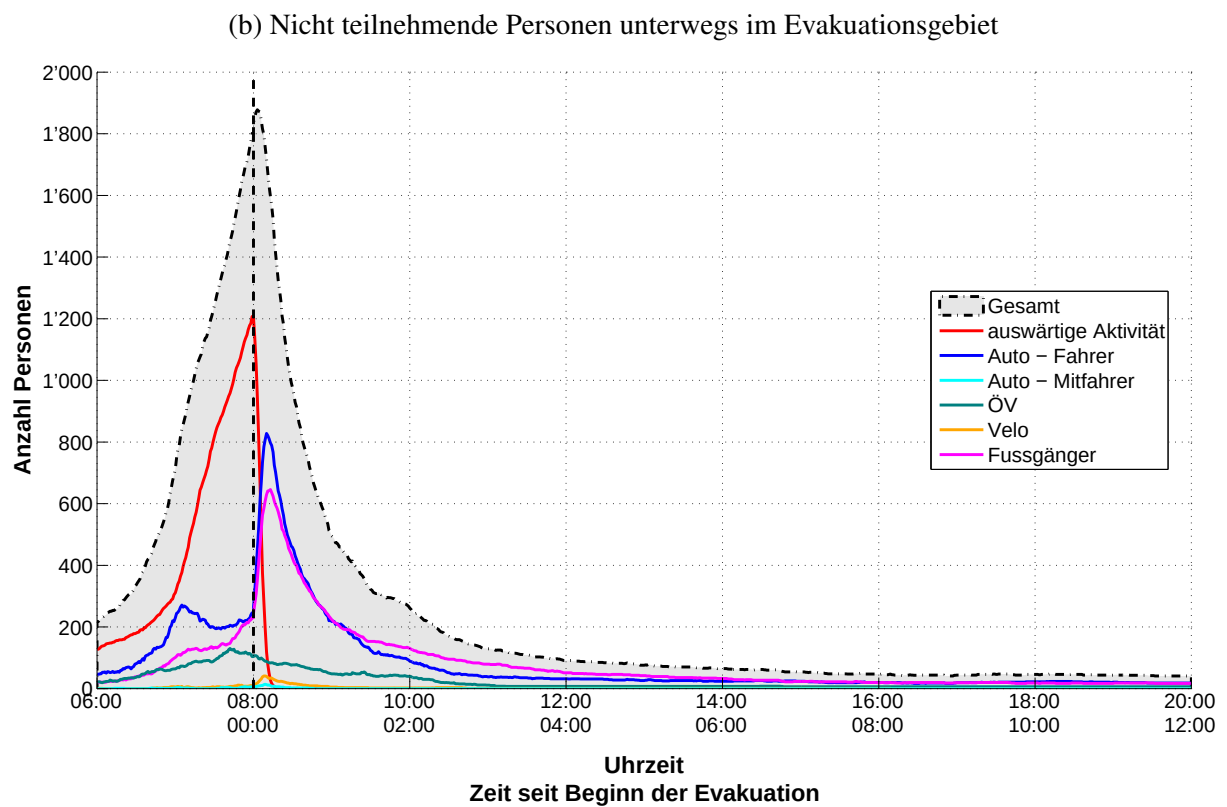
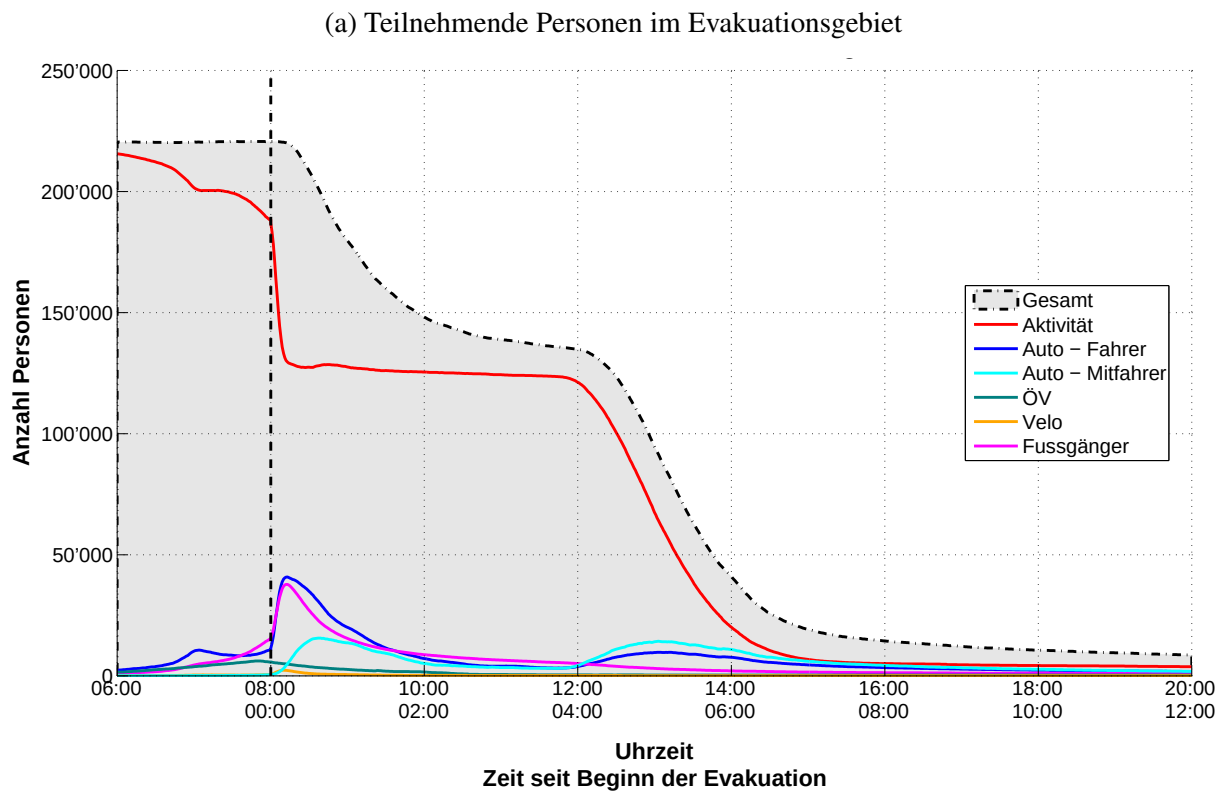


Abbildung 205: Lauf 74

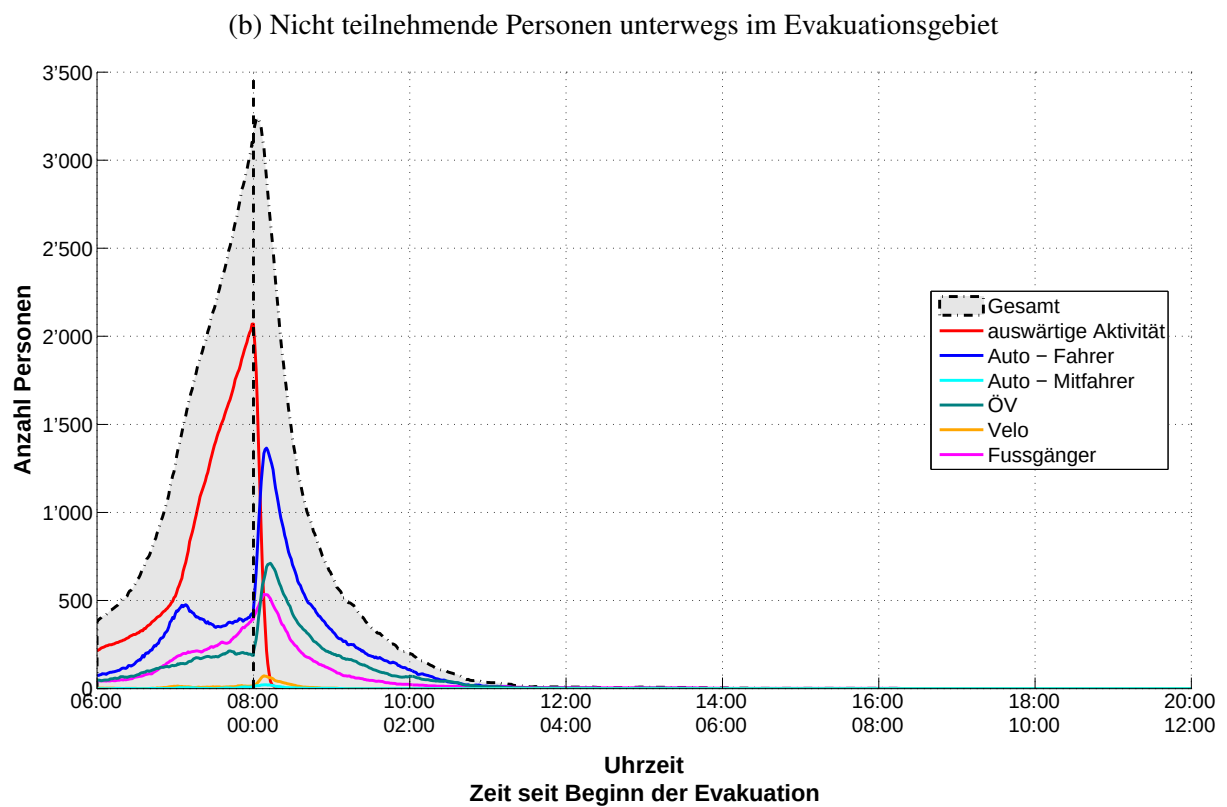
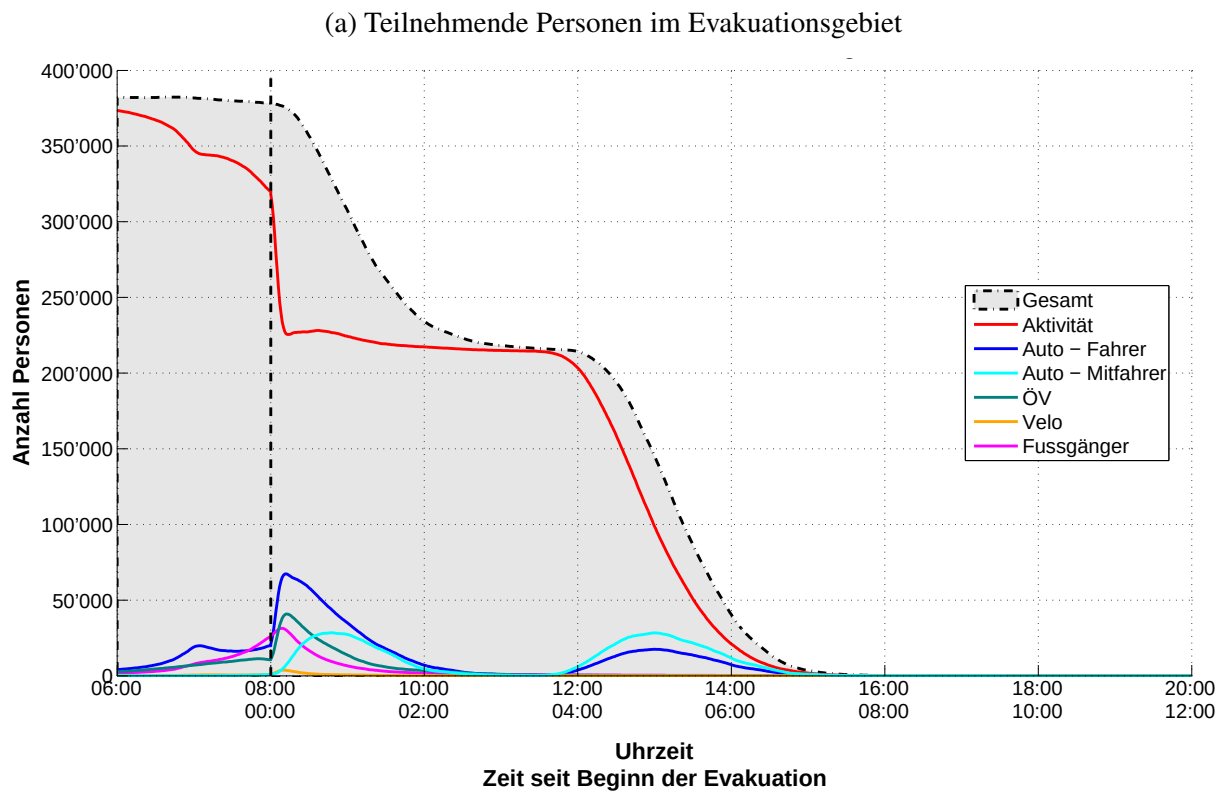


Abbildung 207: Lauf 75

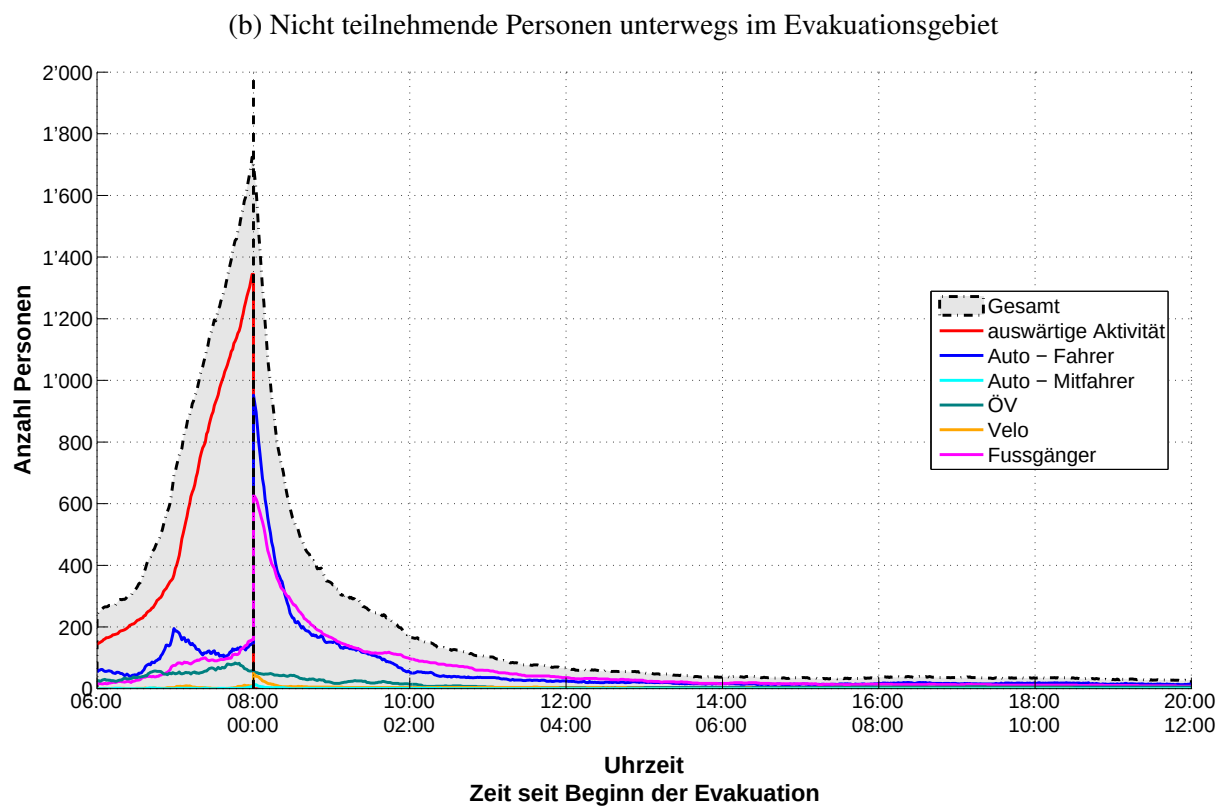
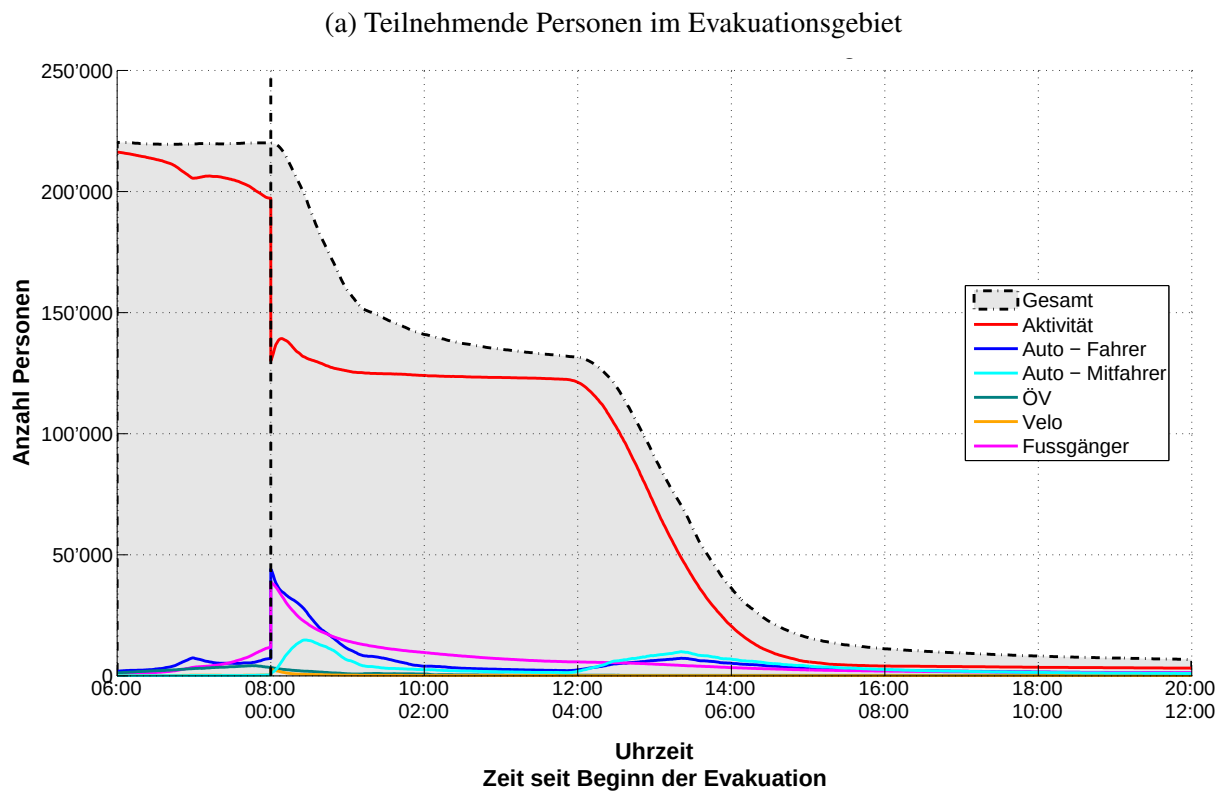


Abbildung 209: Lauf 76

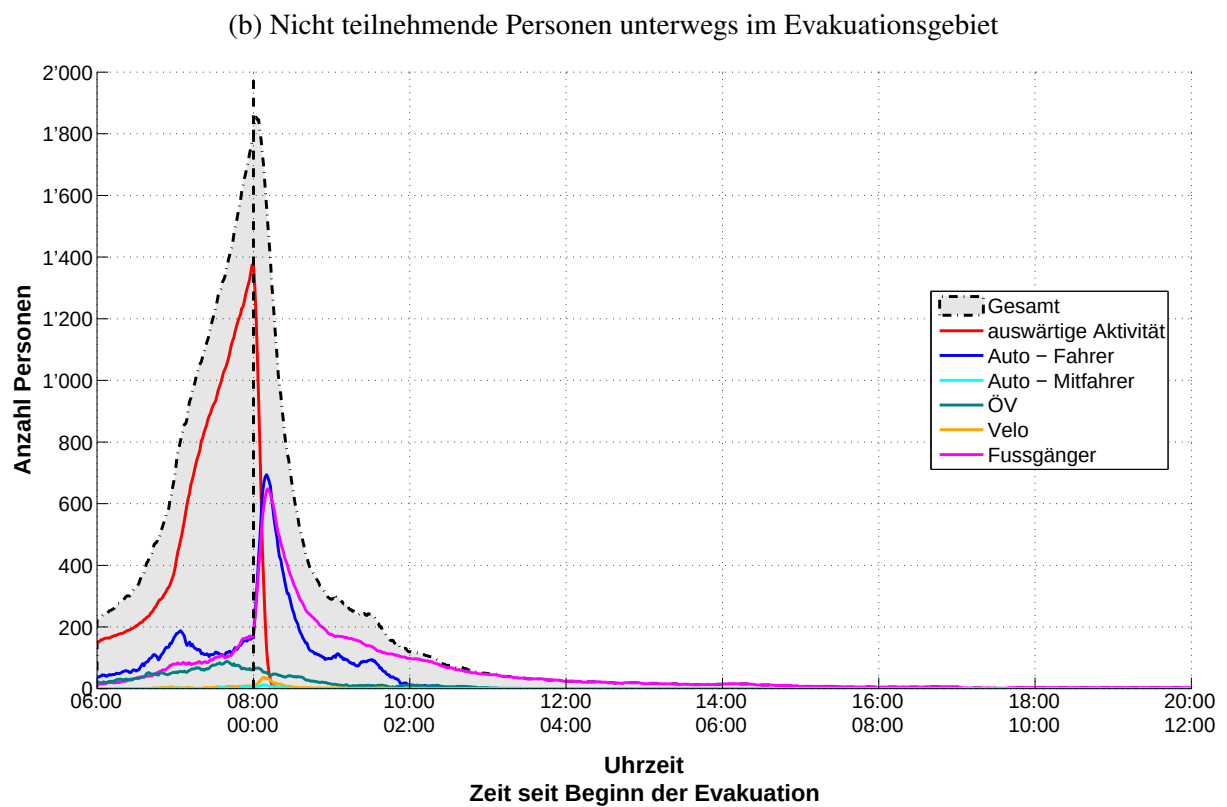
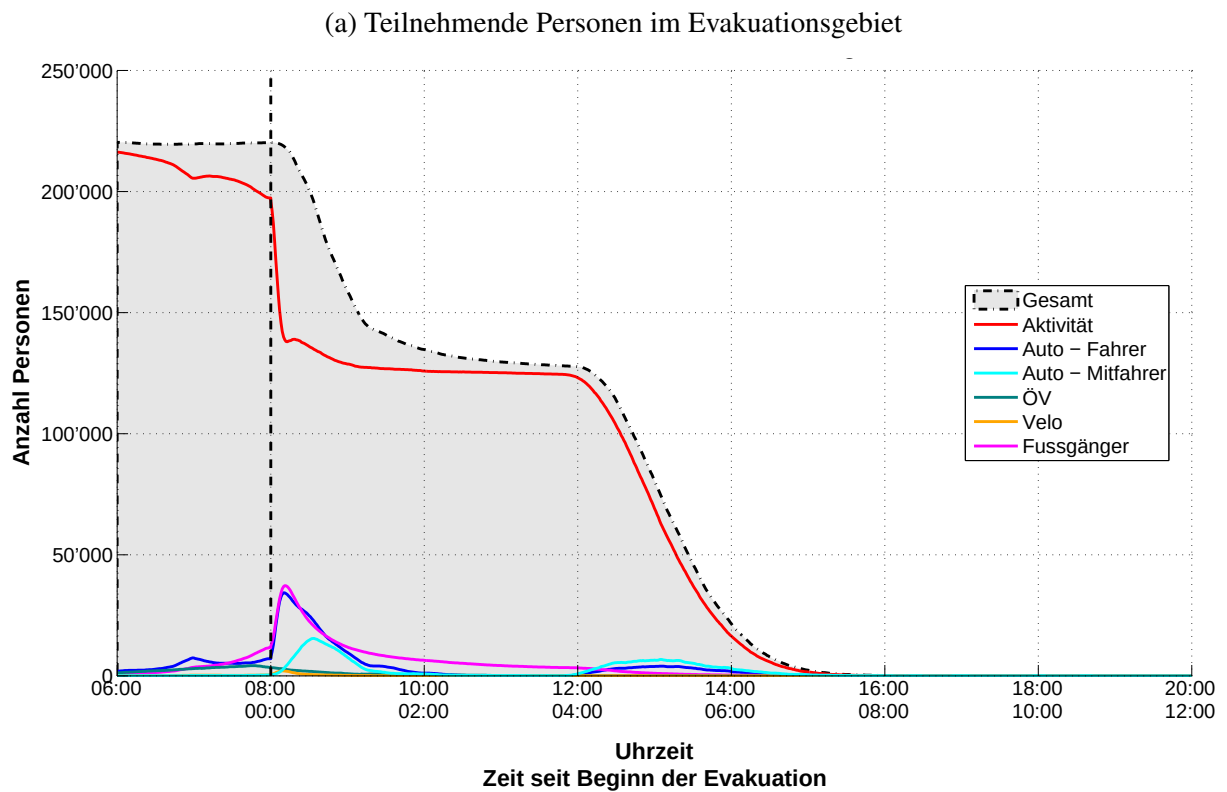


Abbildung 211: Lauf 77

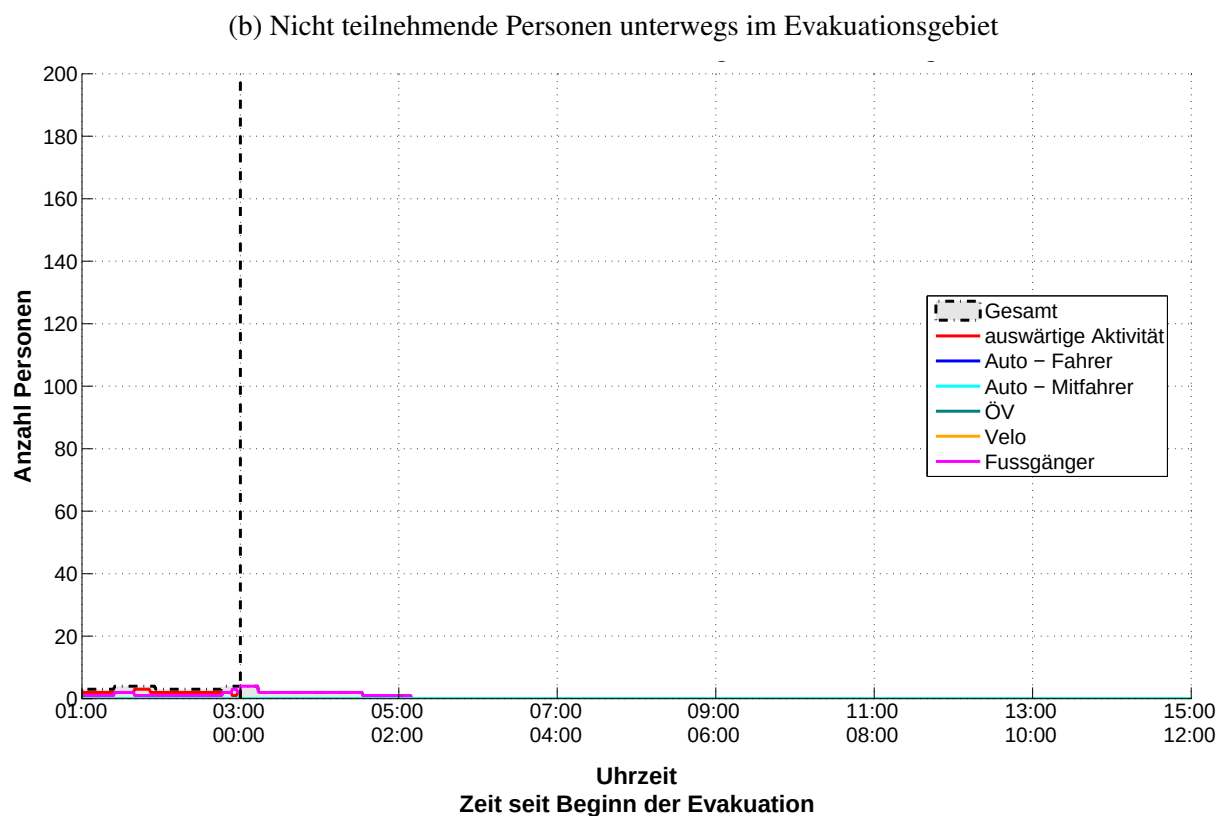
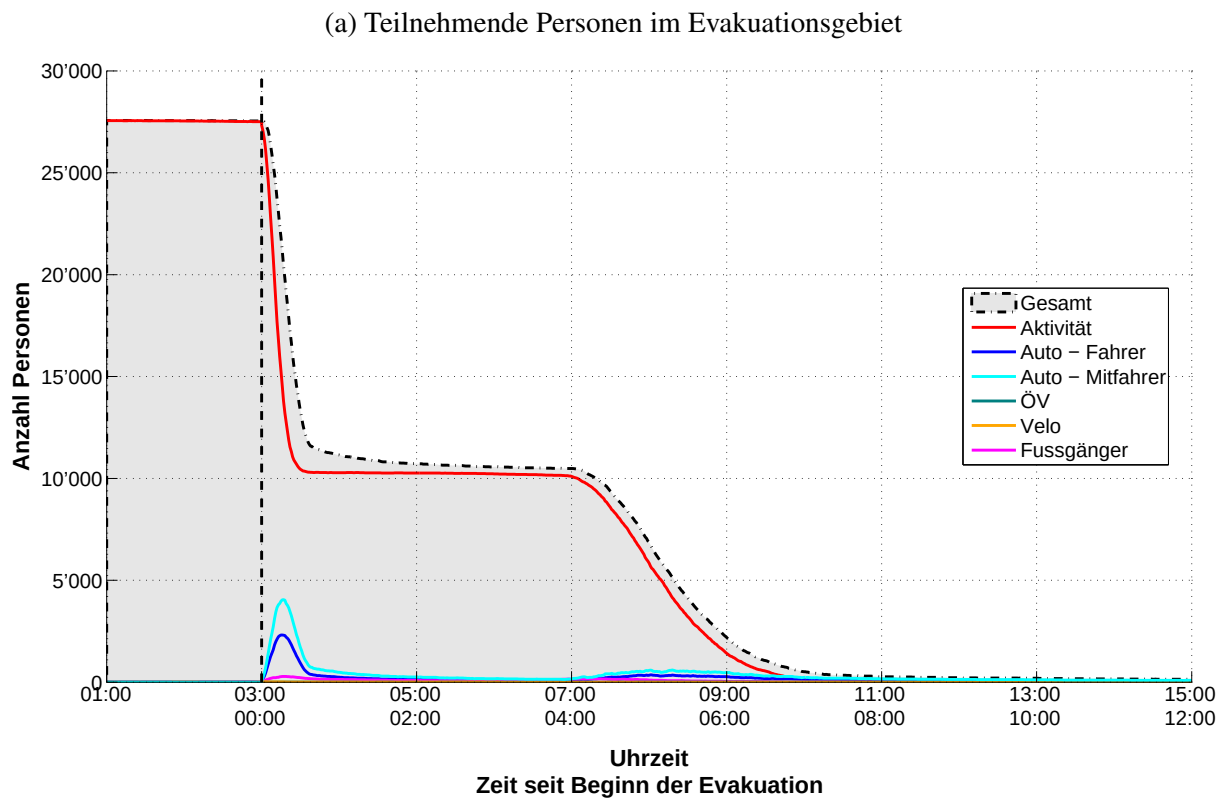


Abbildung 213: Lauf 78

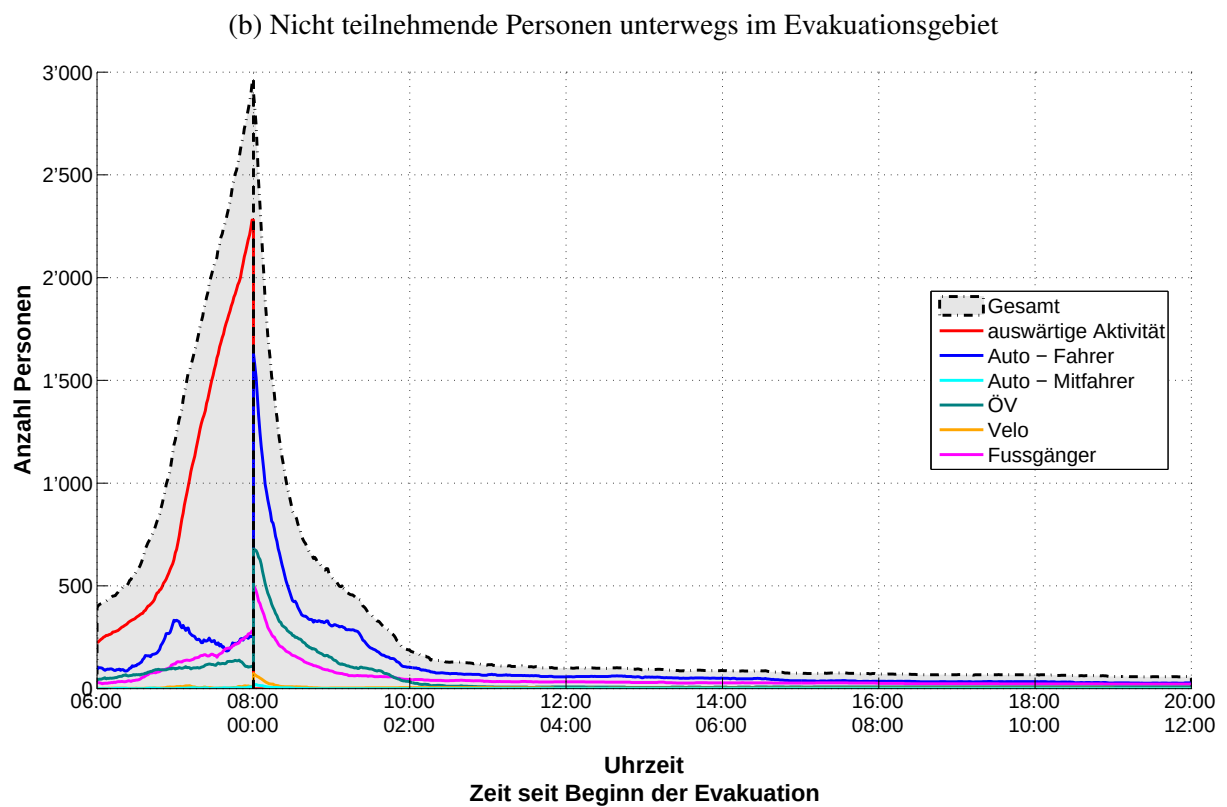
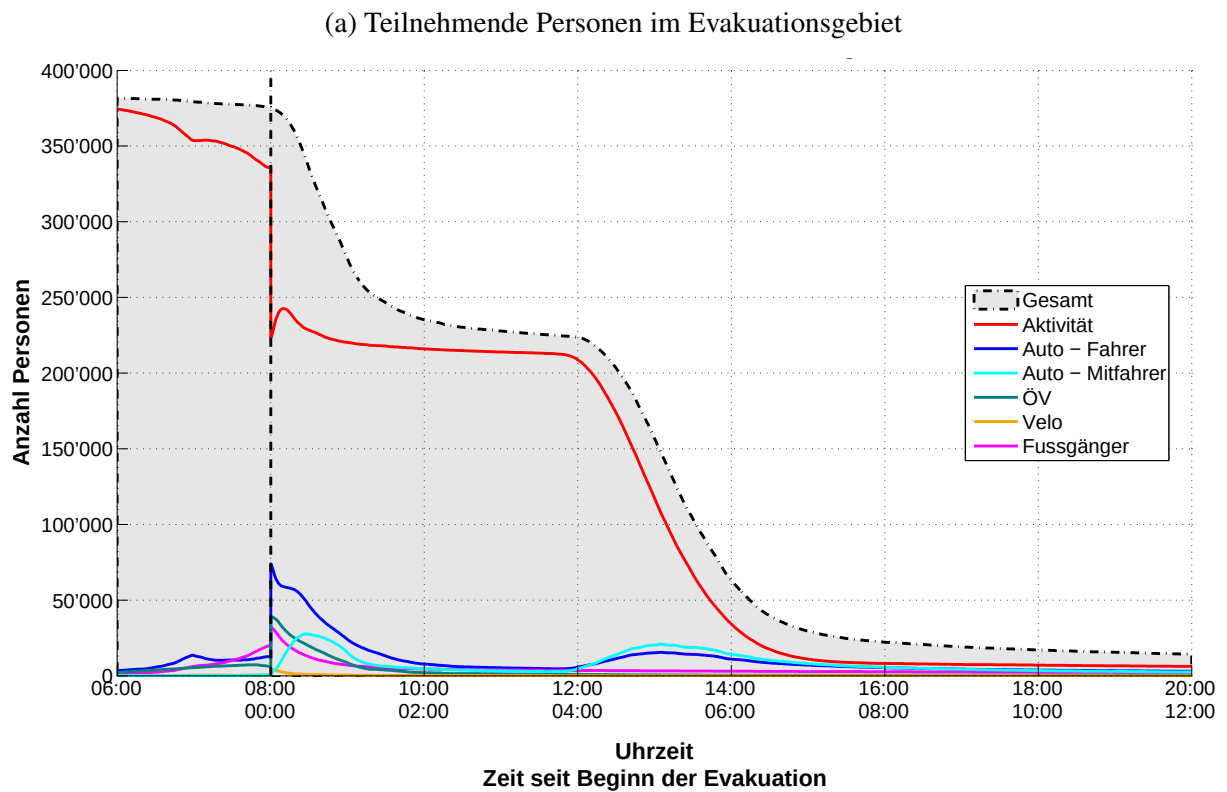


Abbildung 215: Lauf 79

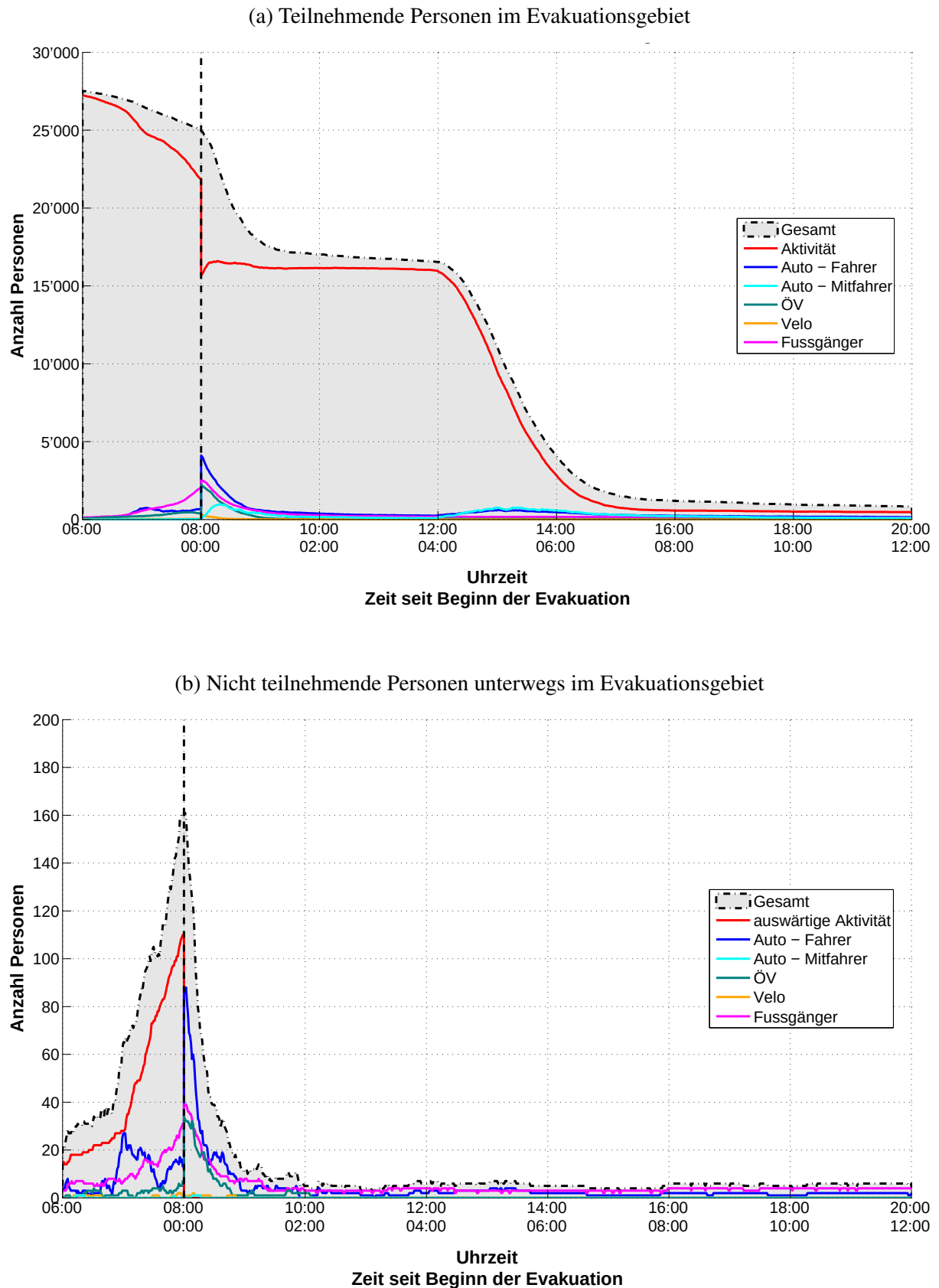


Abbildung 217: Lauf 80

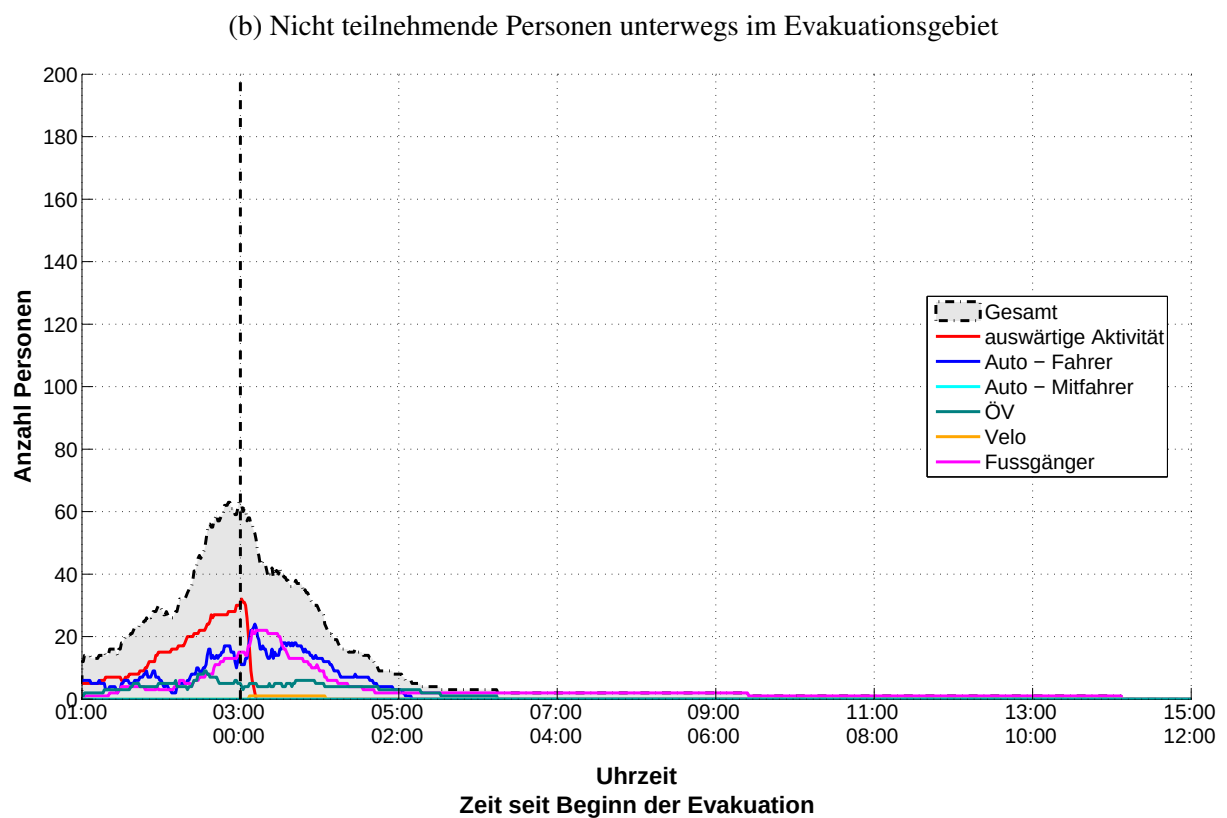
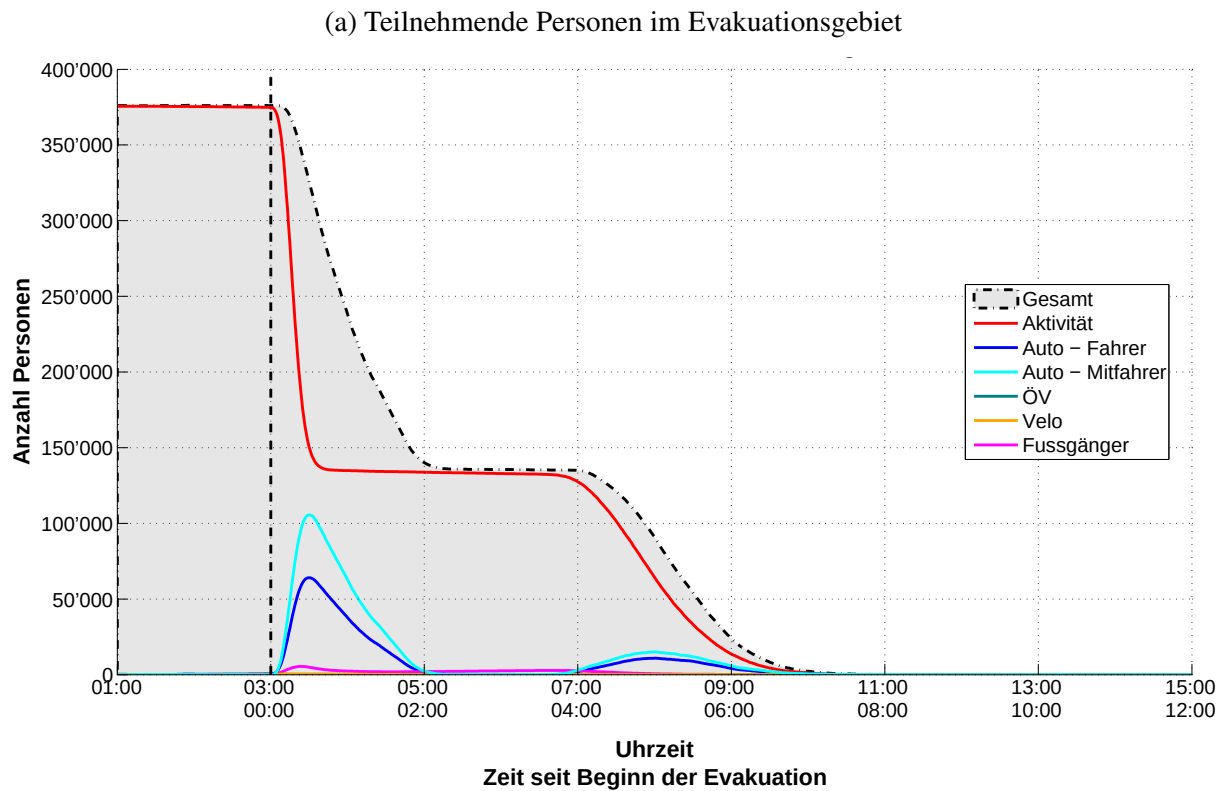


Abbildung 219: Lauf 81

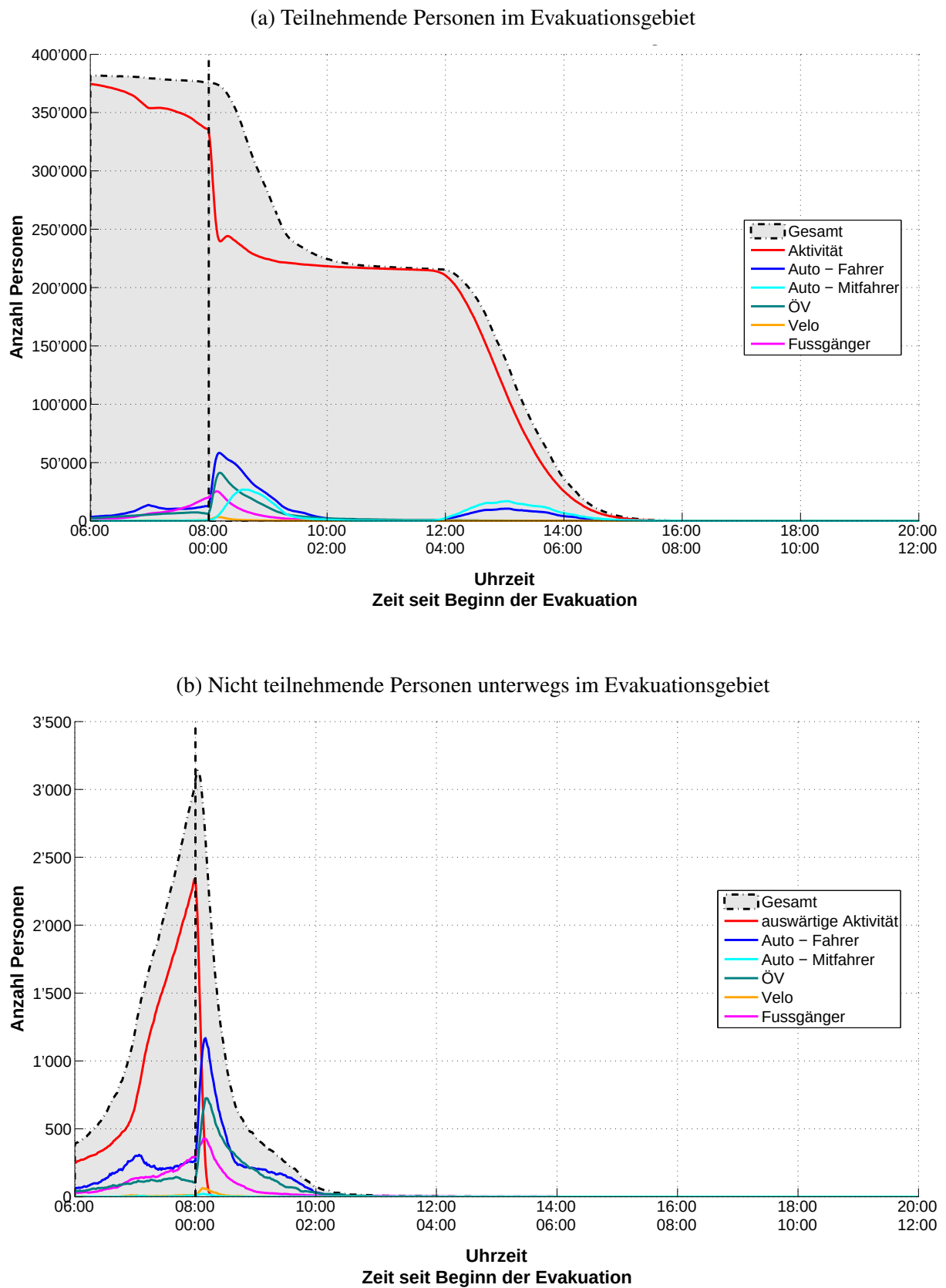


Abbildung 221: Lauf 82

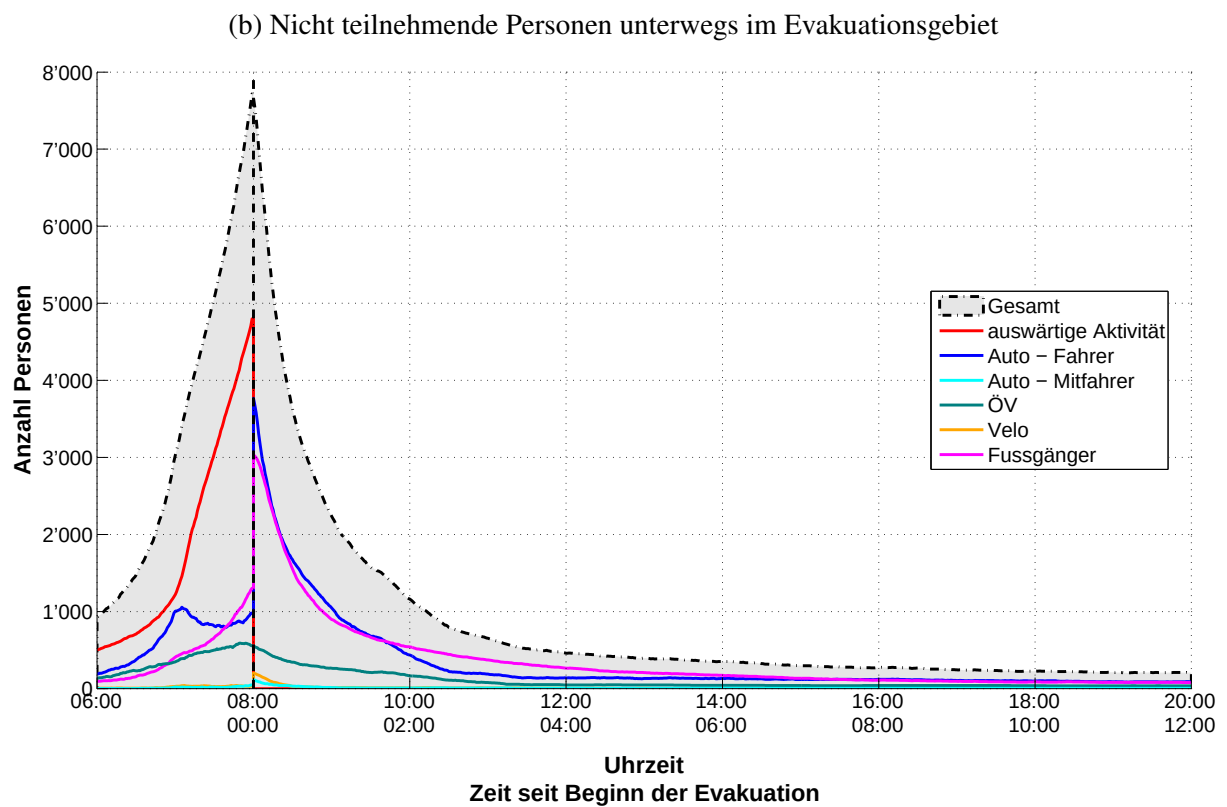
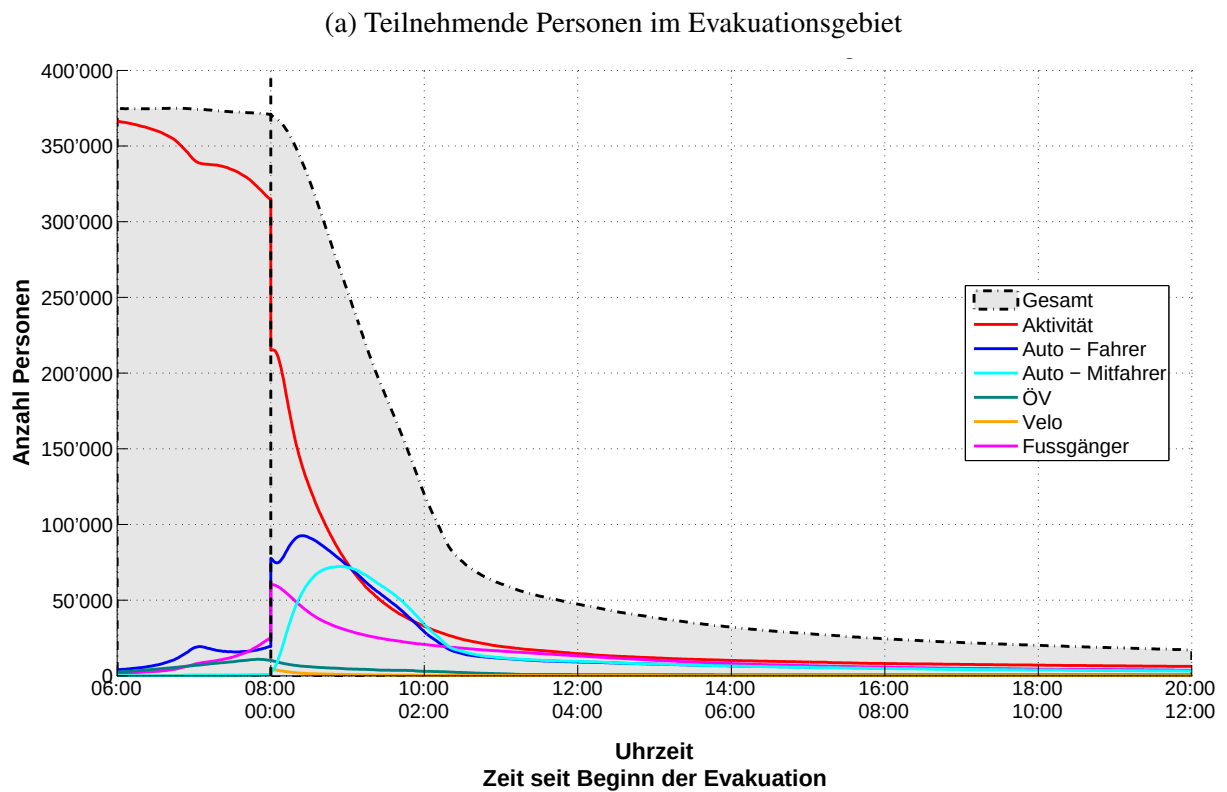


Abbildung 223: Lauf 83

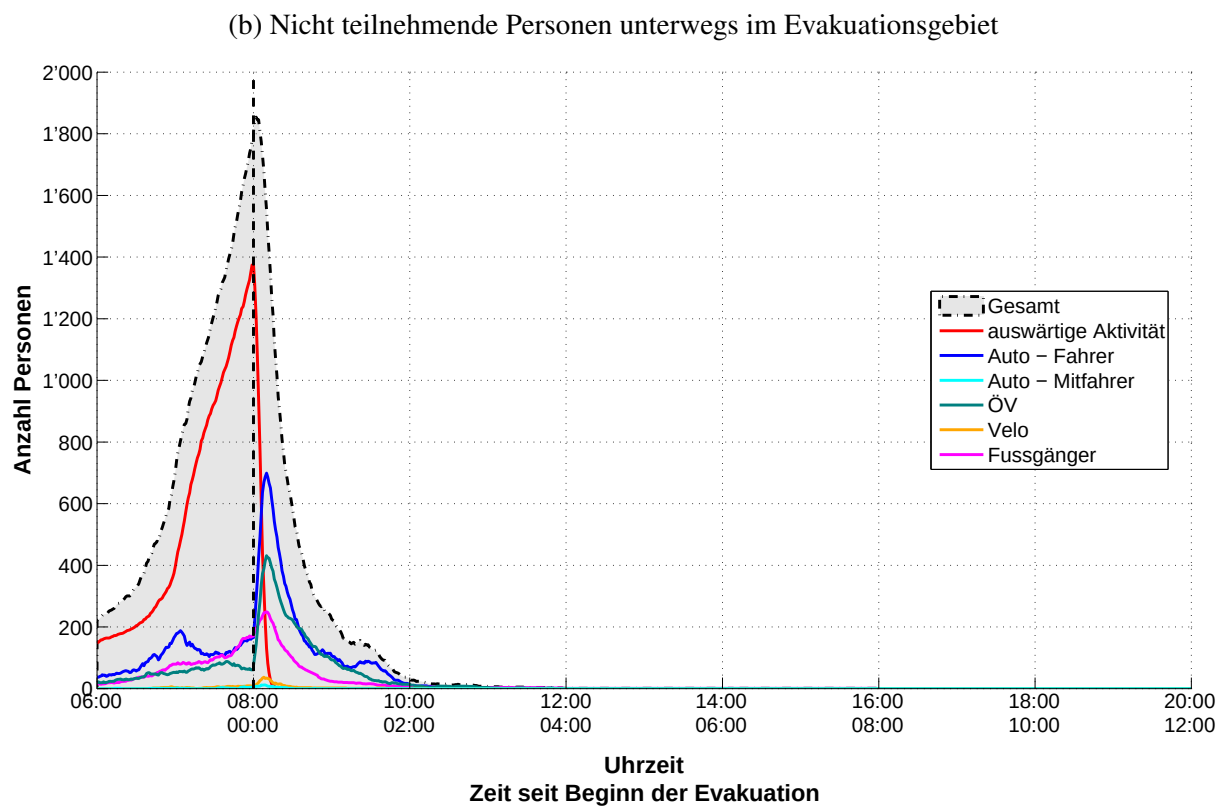
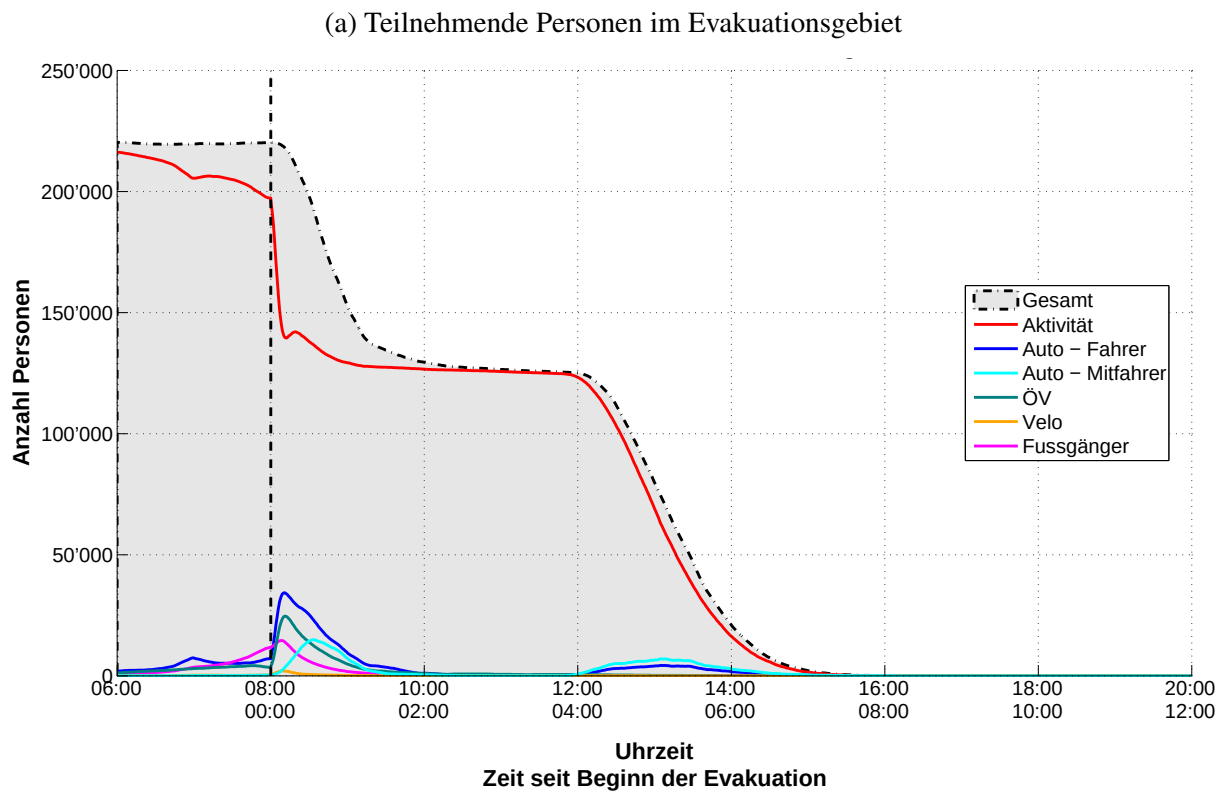


Abbildung 225: Lauf 84

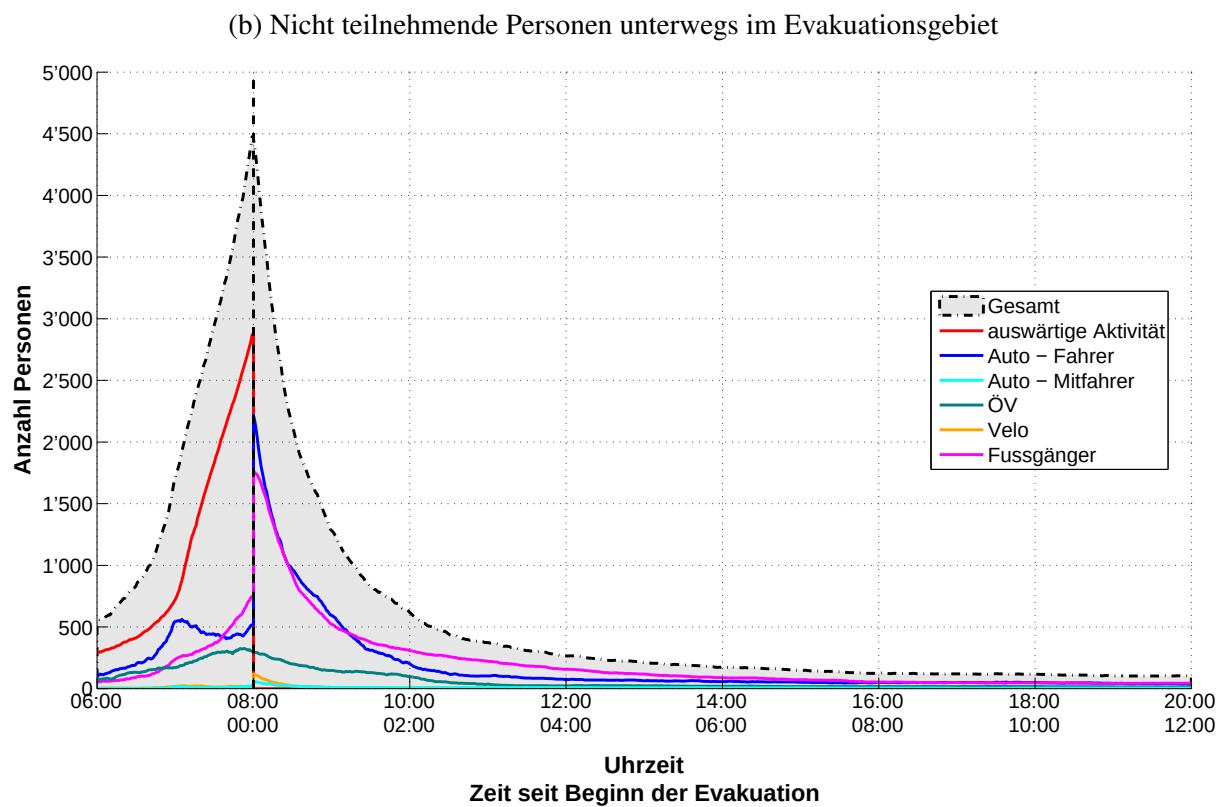
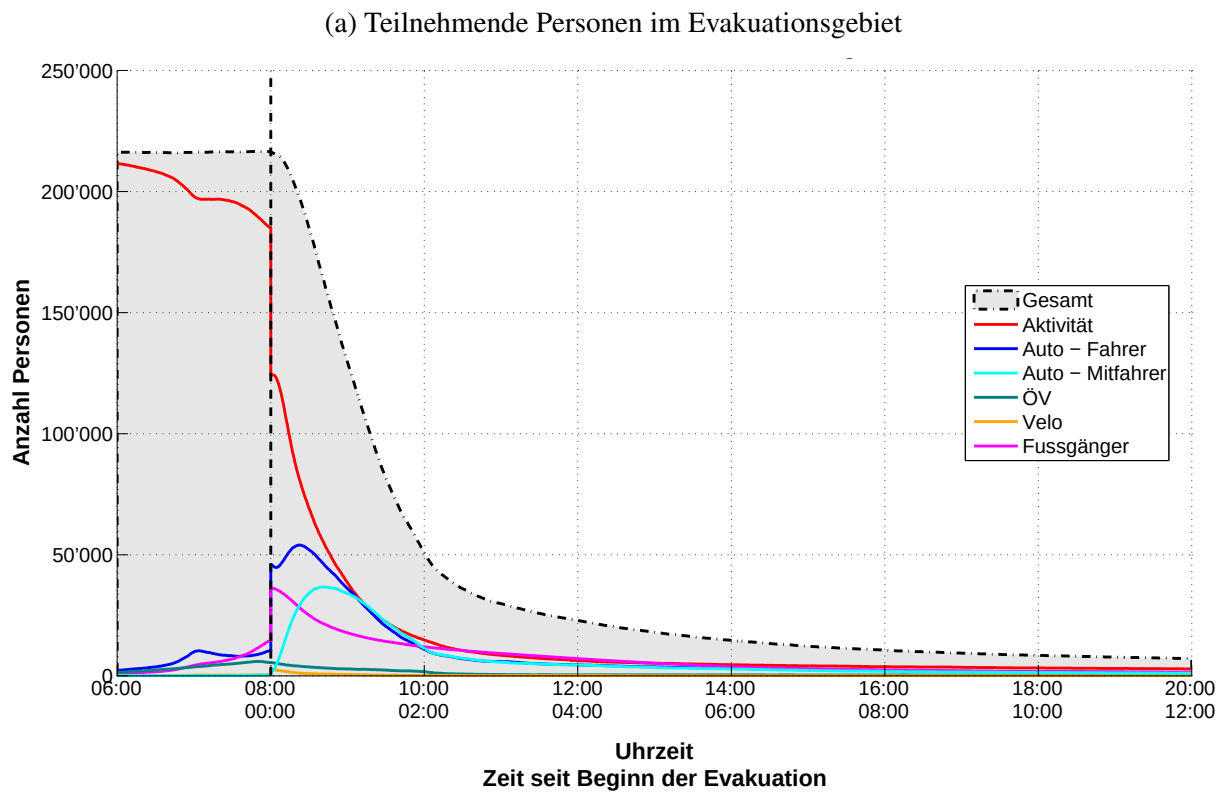


Abbildung 227: Lauf 85

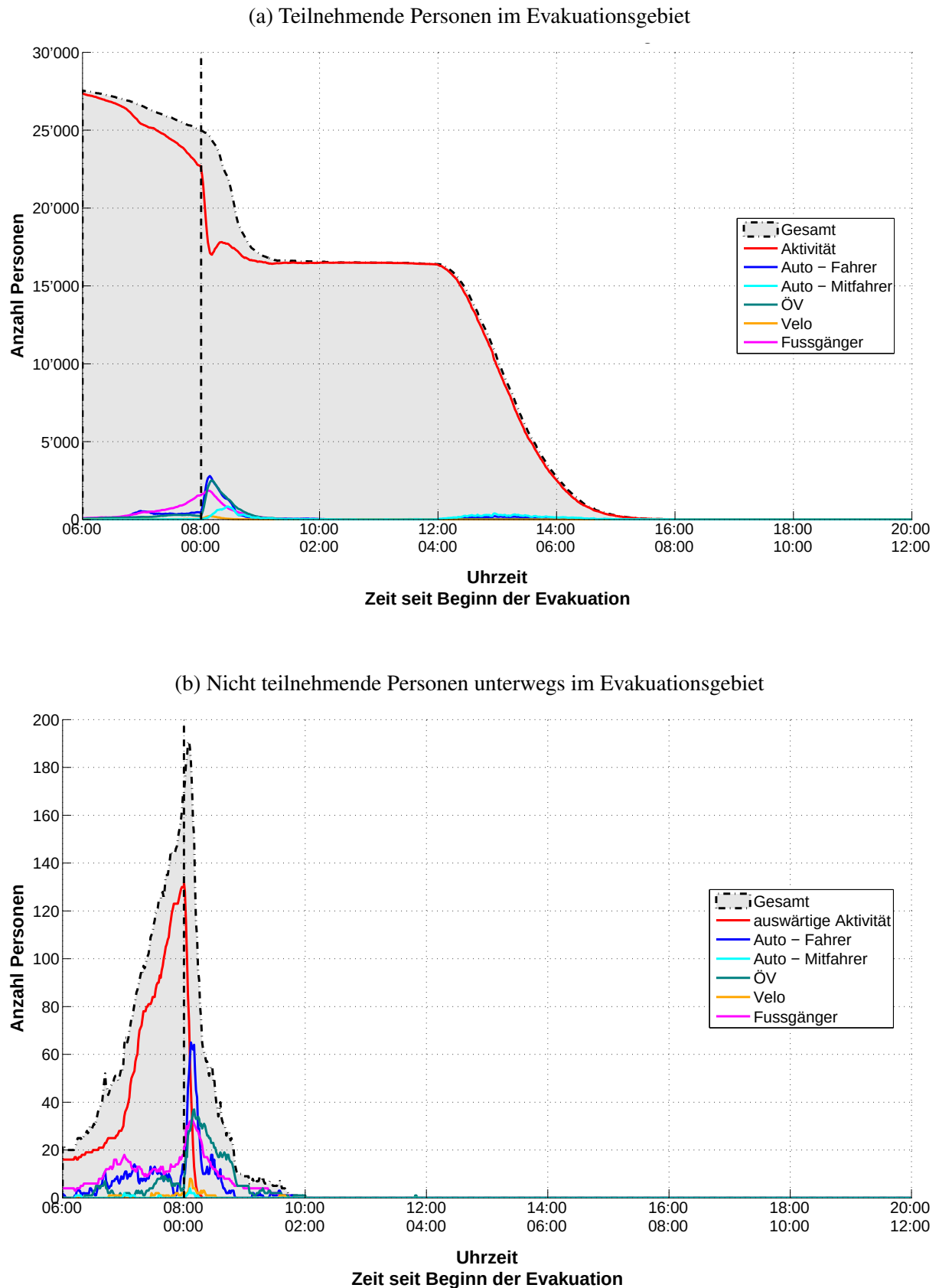


Abbildung 229: Lauf 86

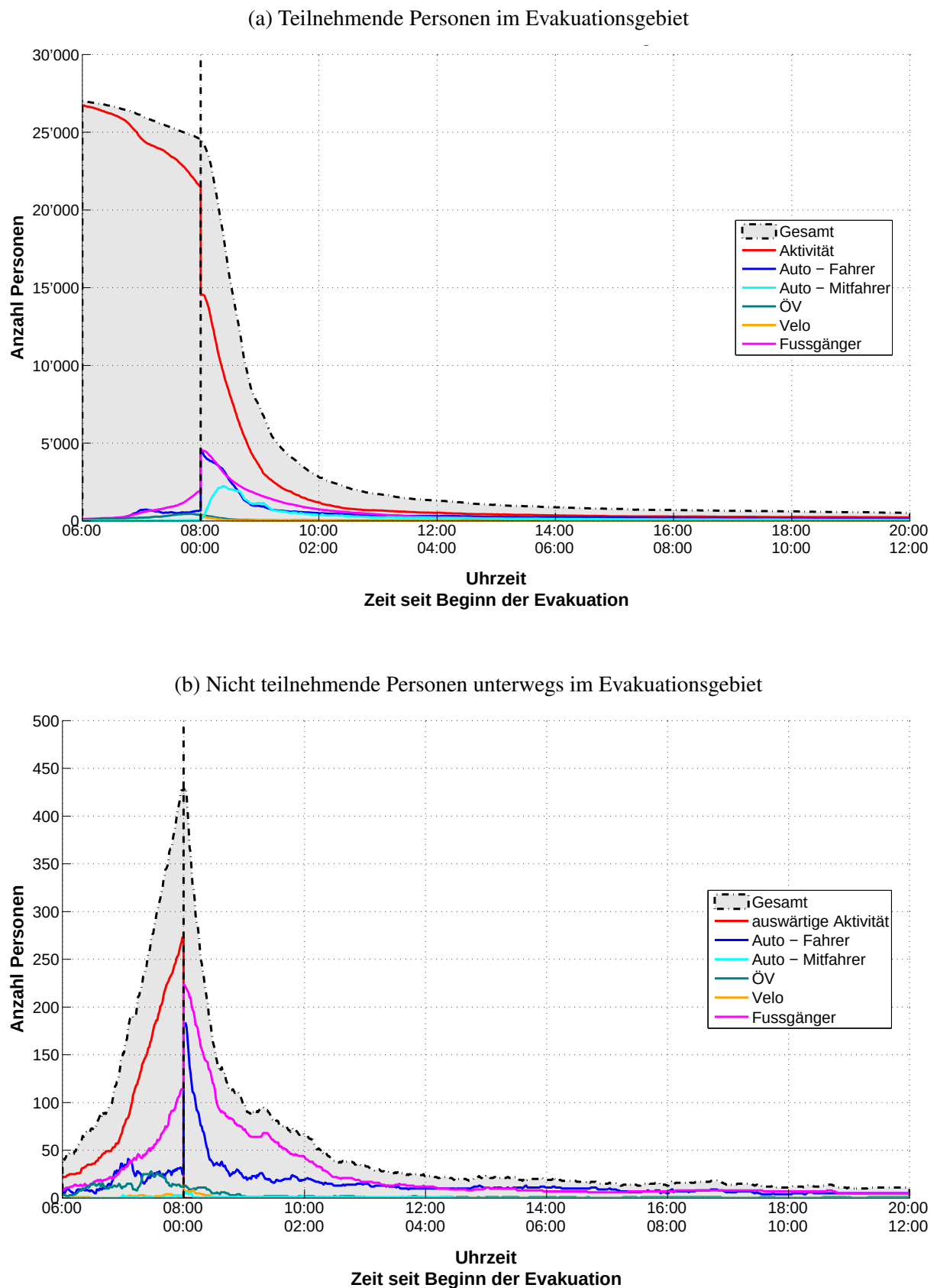


Abbildung 231: Lauf 87

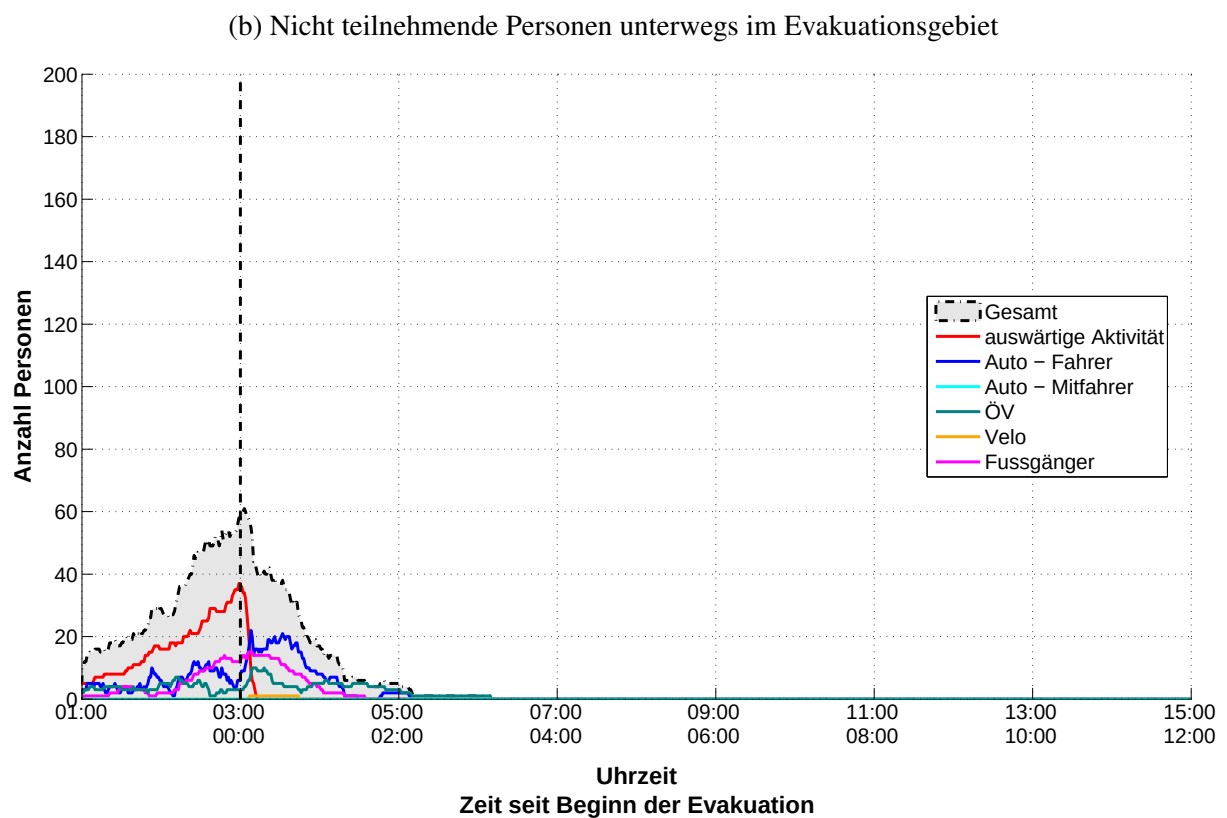
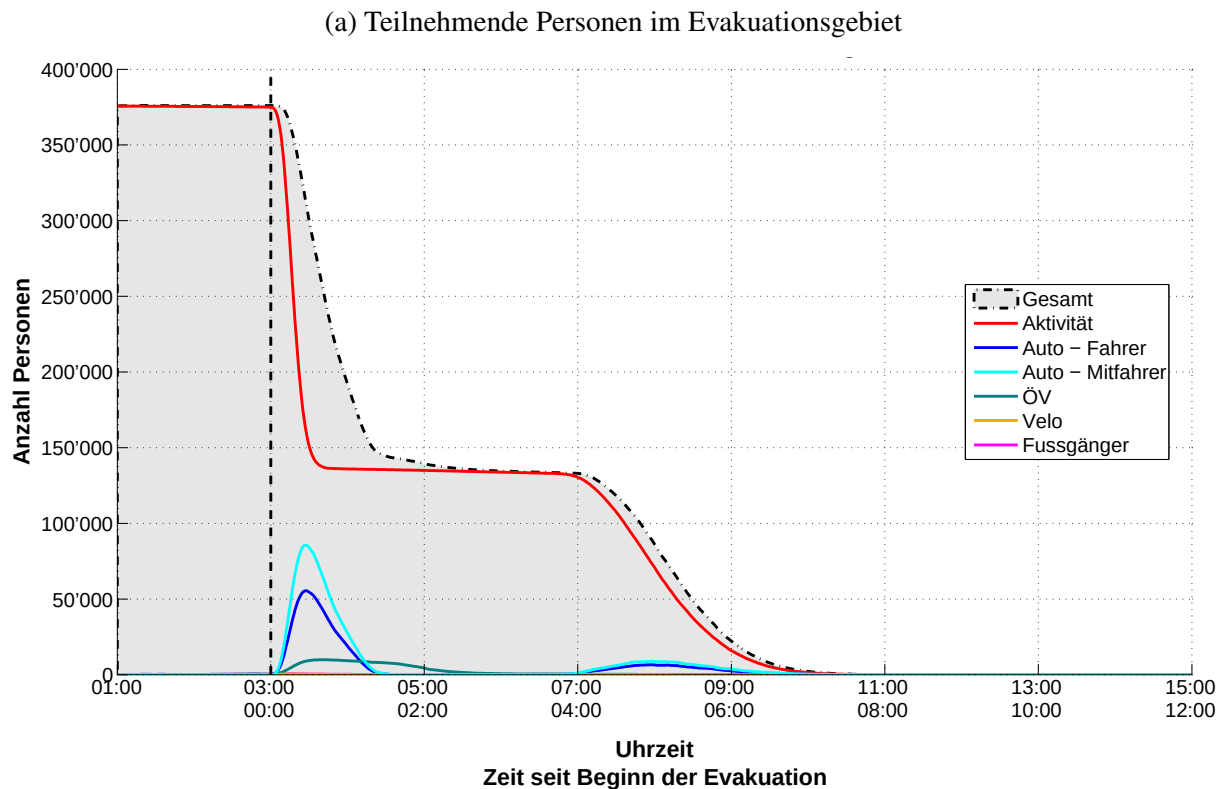


Abbildung 233: Lauf 88

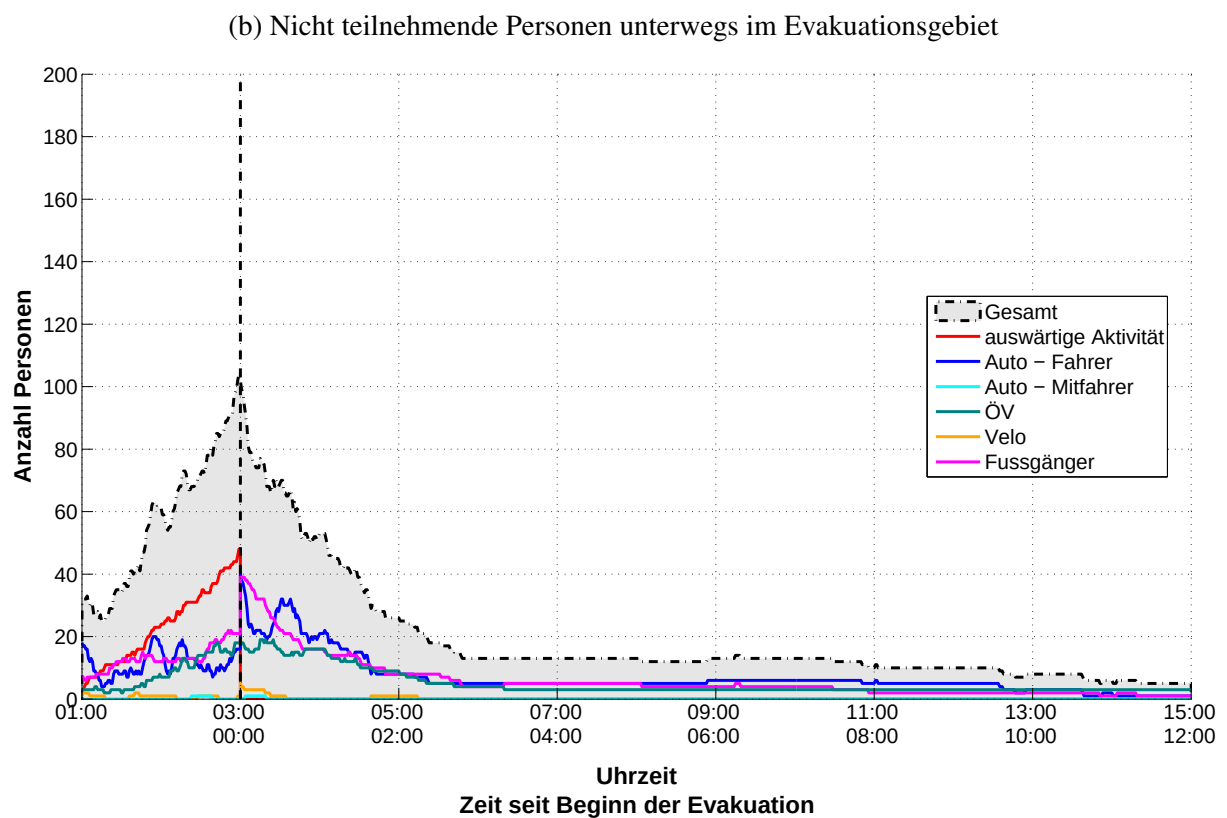
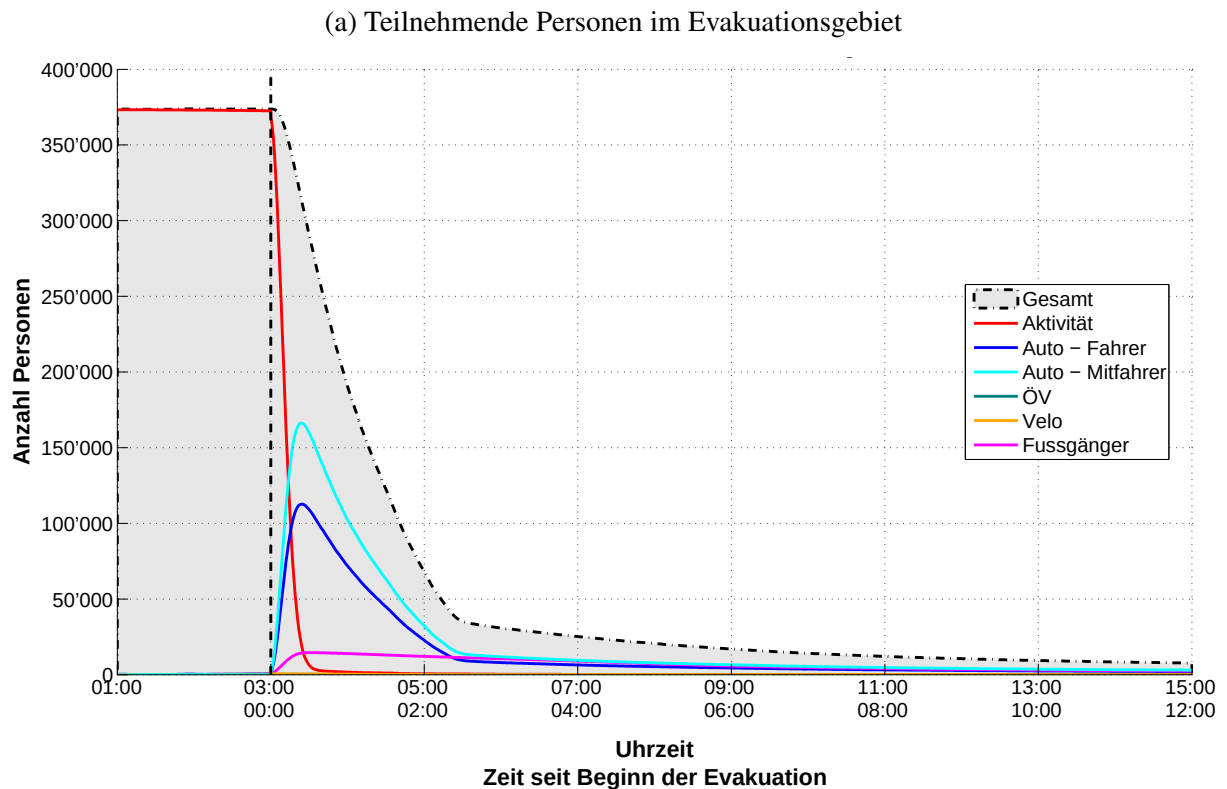


Abbildung 235: Lauf 89

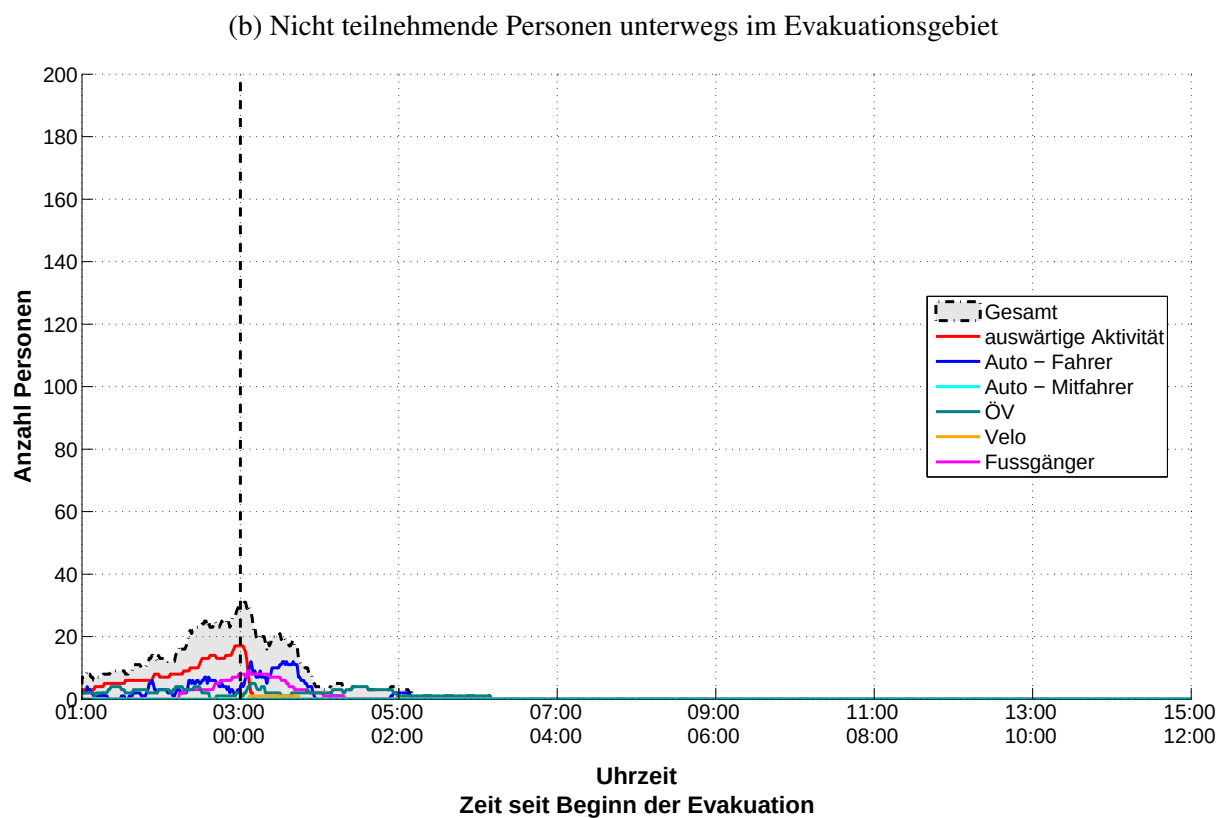
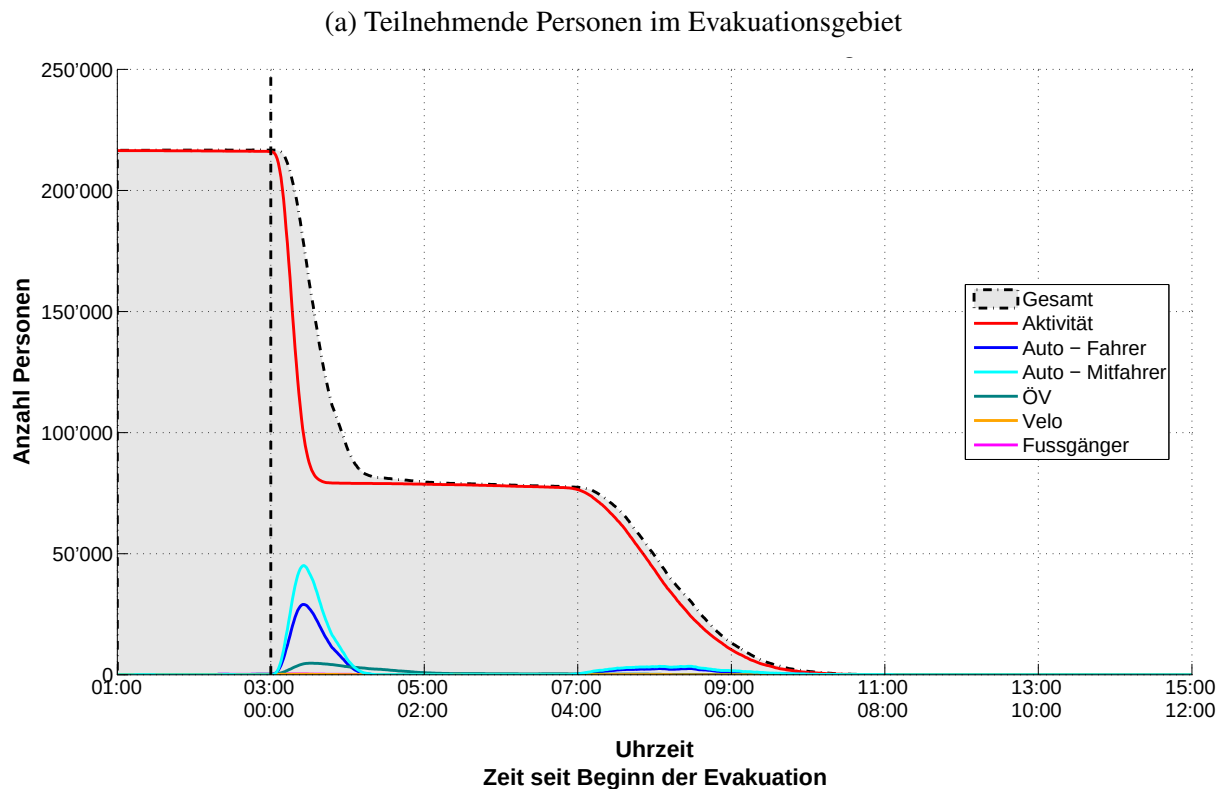


Abbildung 237: Lauf 90

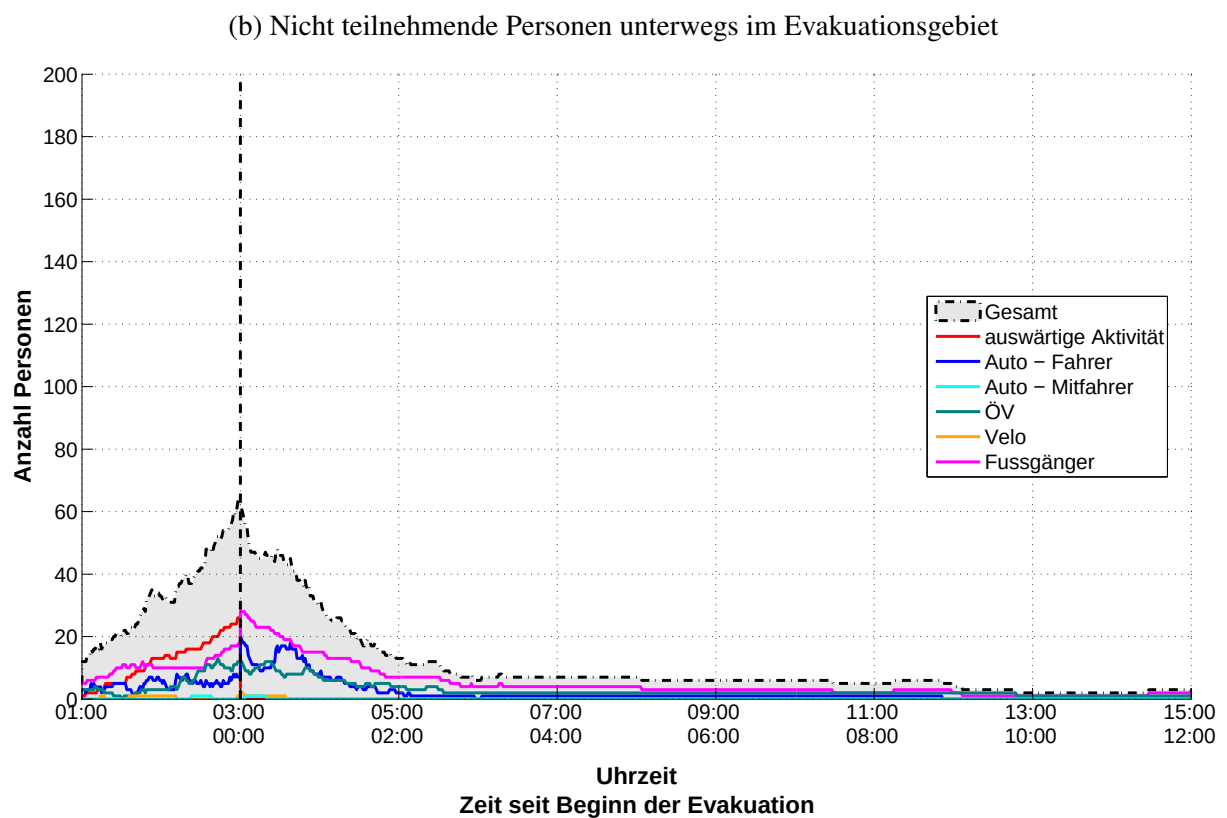
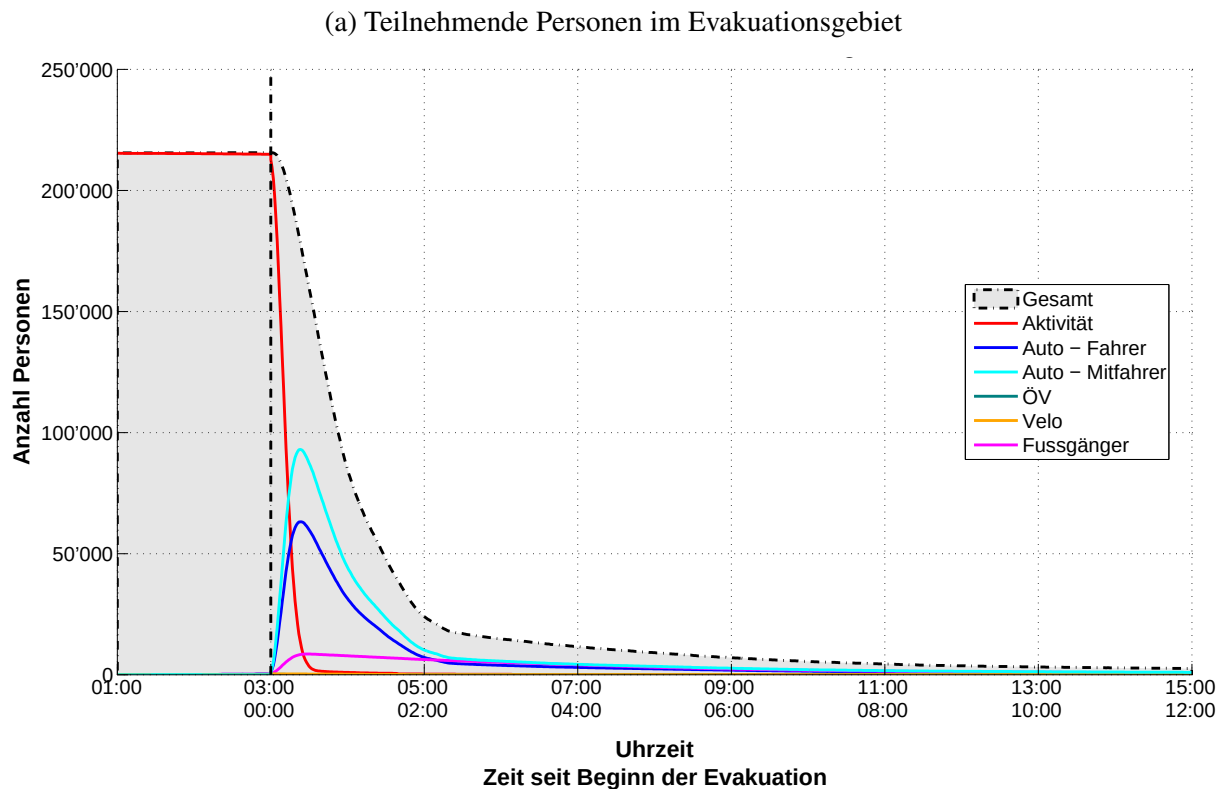


Abbildung 239: Lauf 91

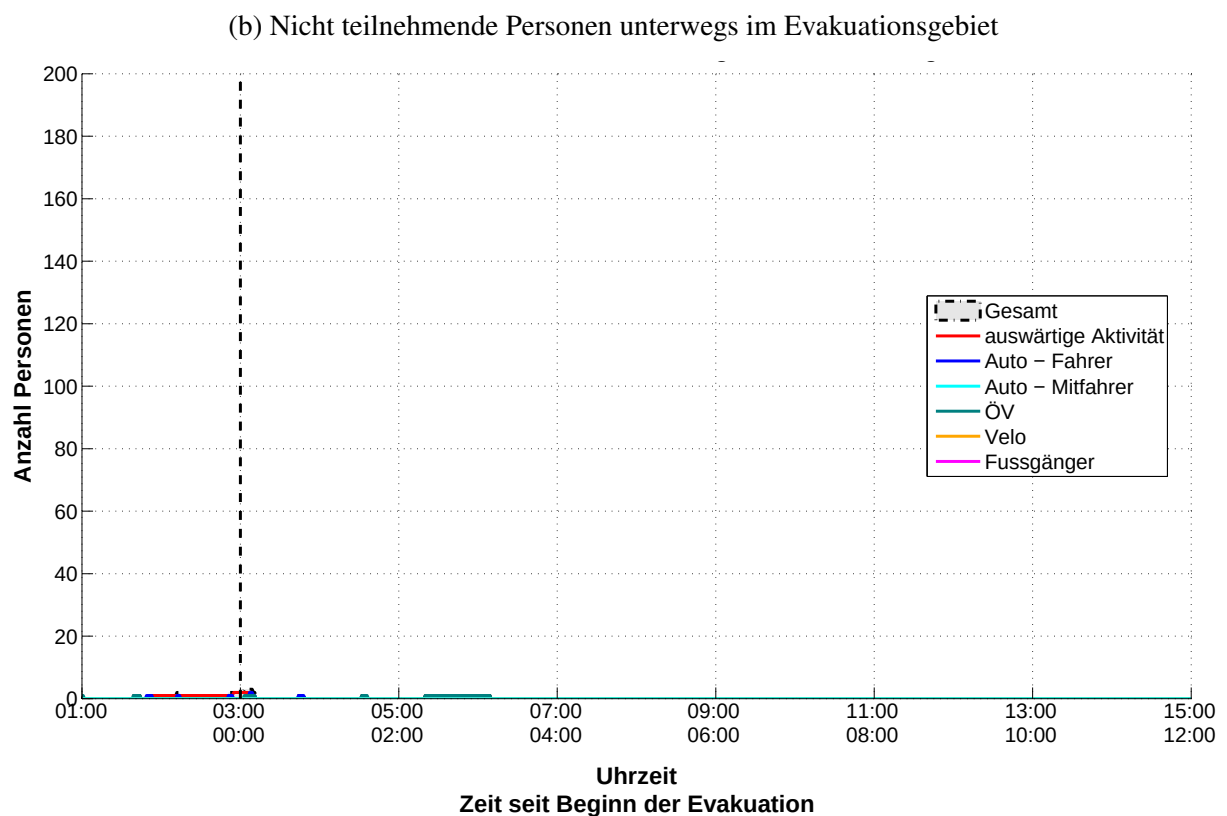
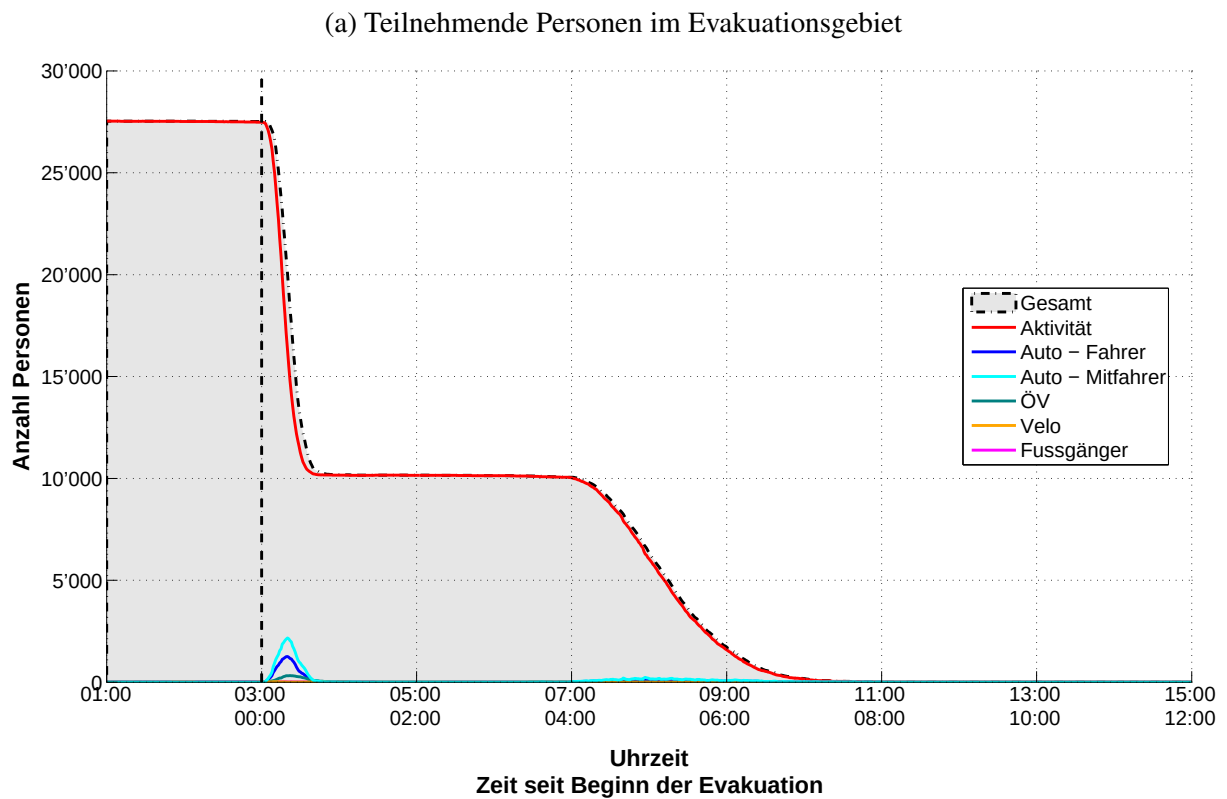


Abbildung 241: Lauf 92

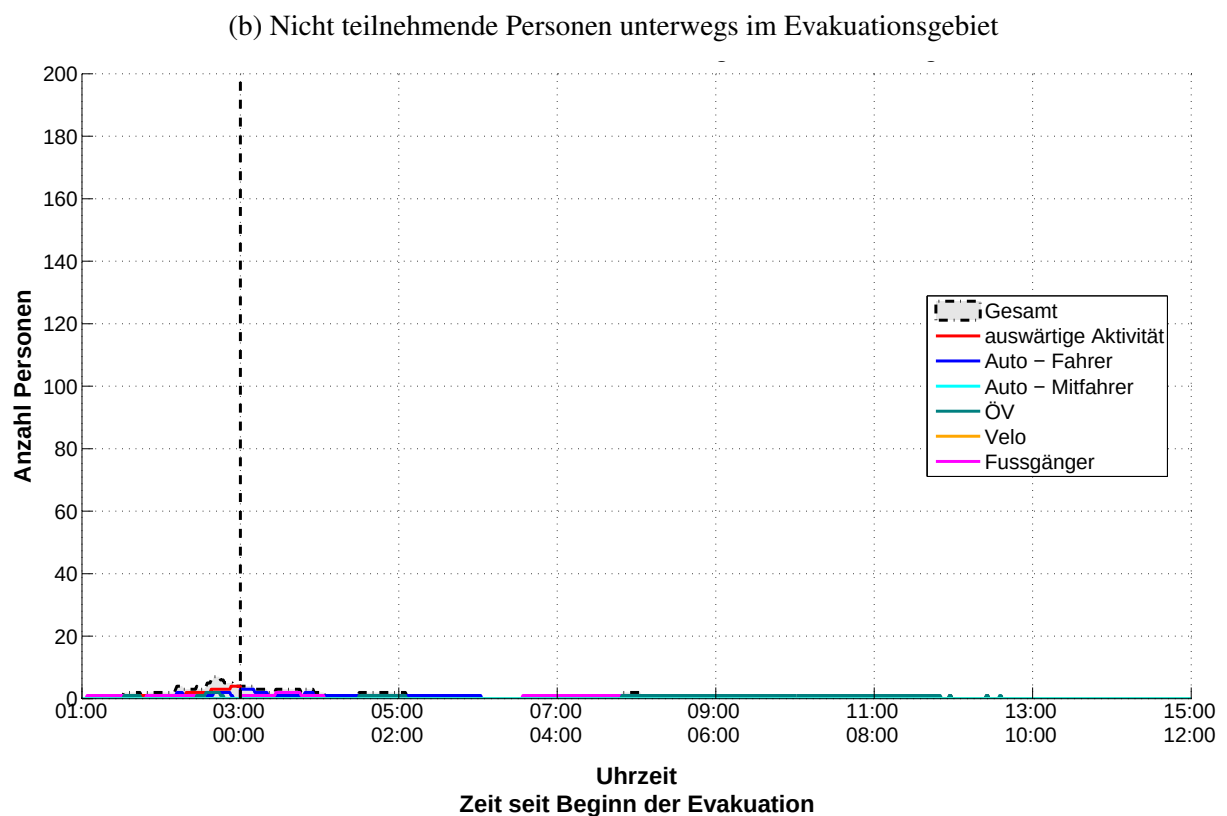
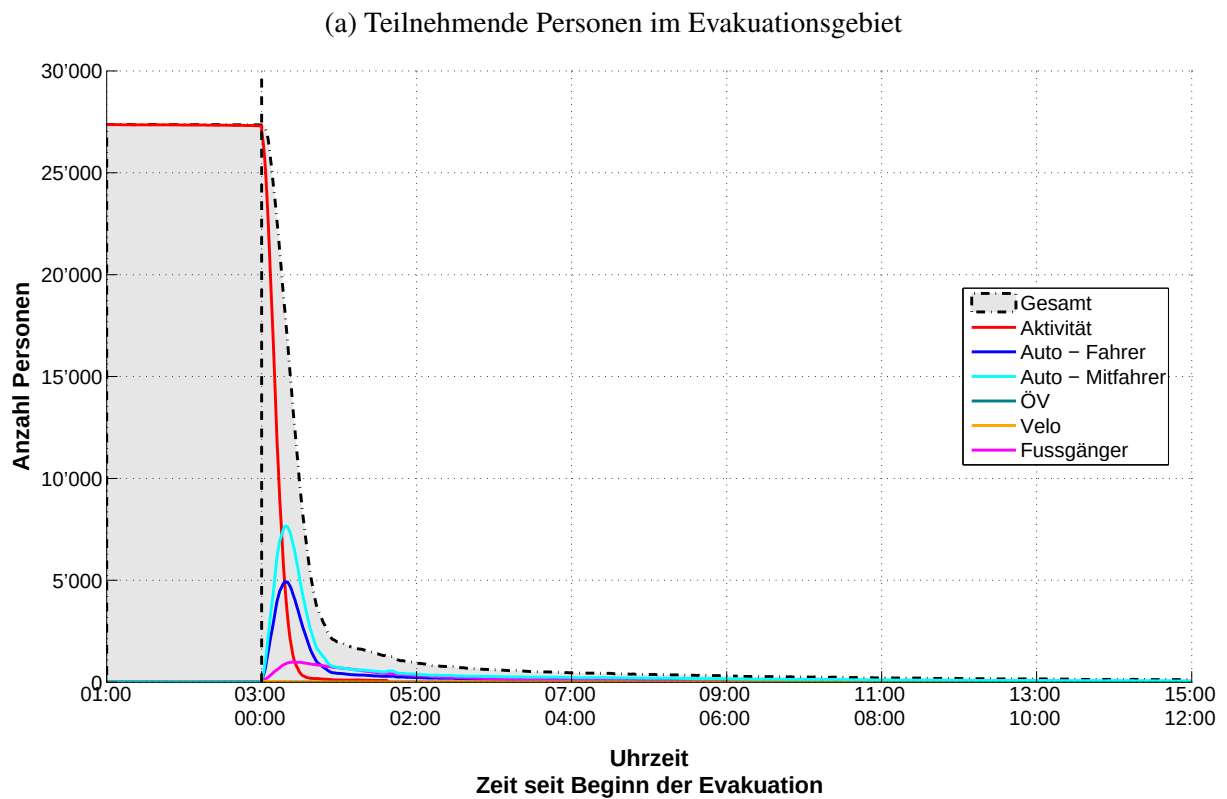


Abbildung 243: Lauf 93

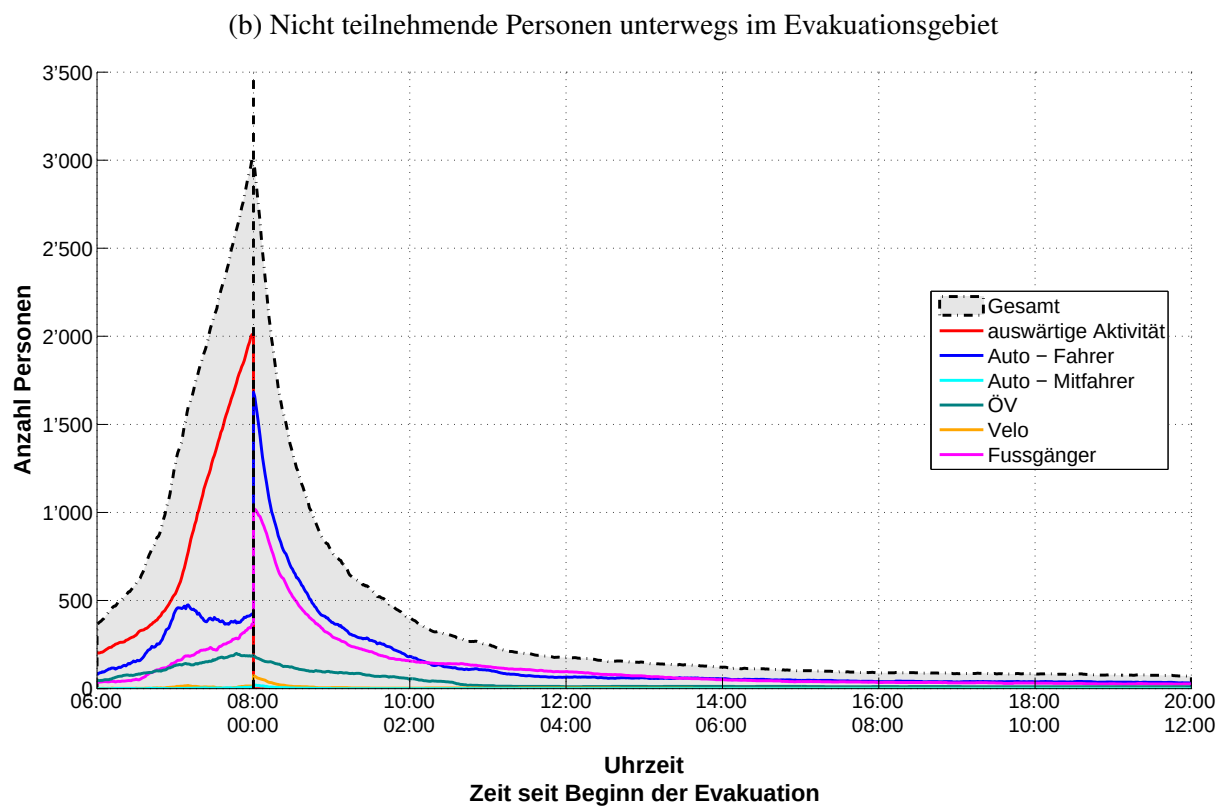
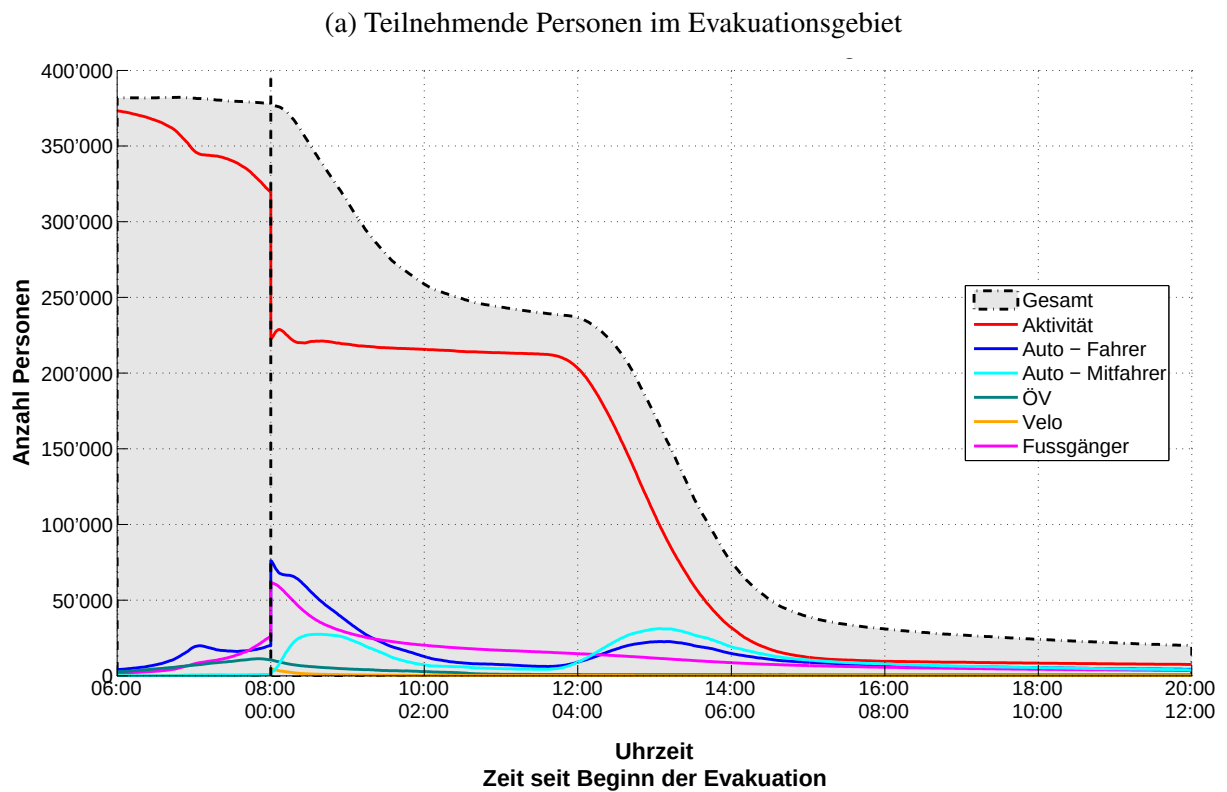


Abbildung 245: Lauf 94

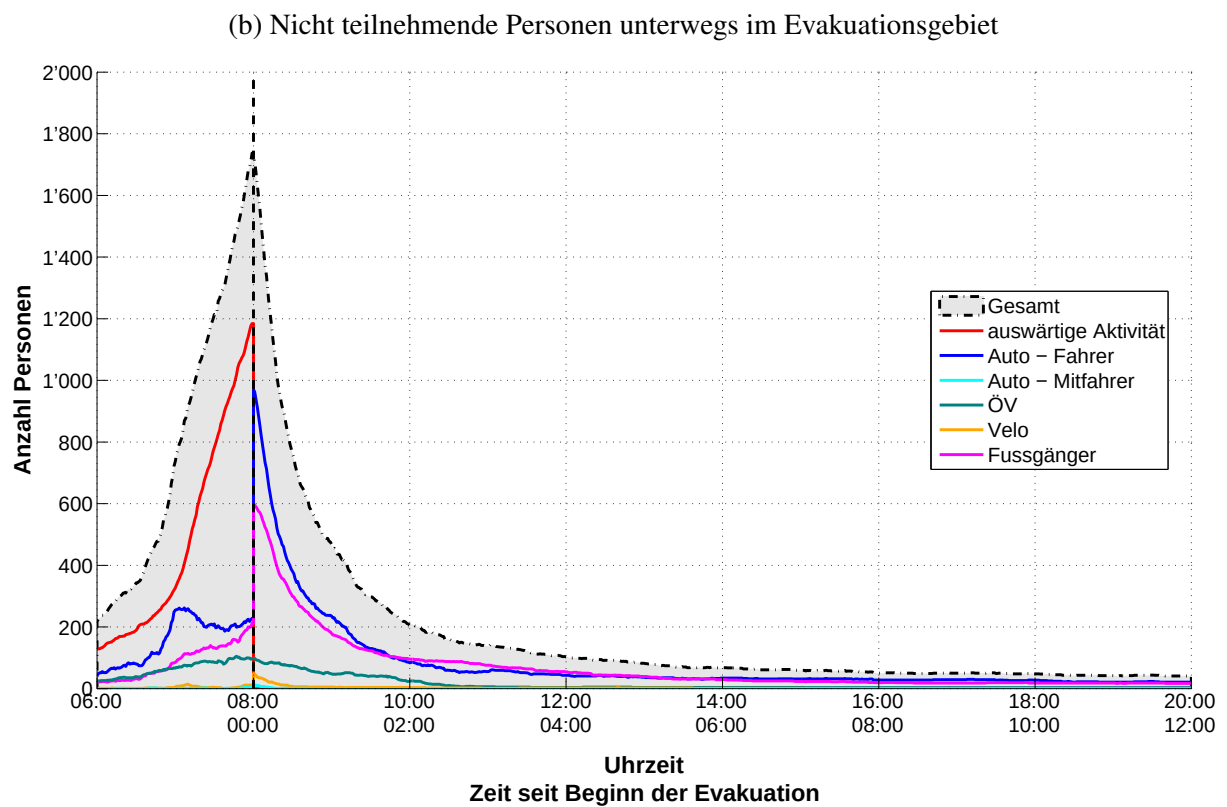
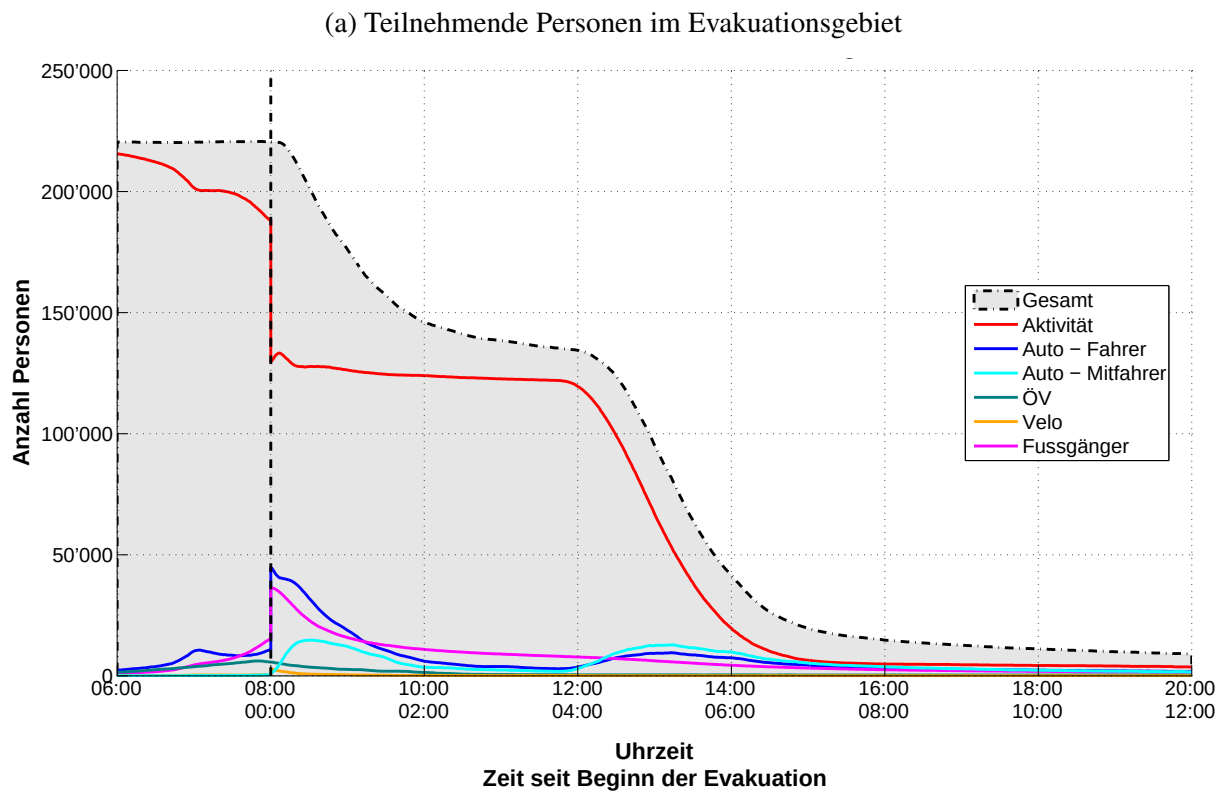


Abbildung 247: Lauf 95

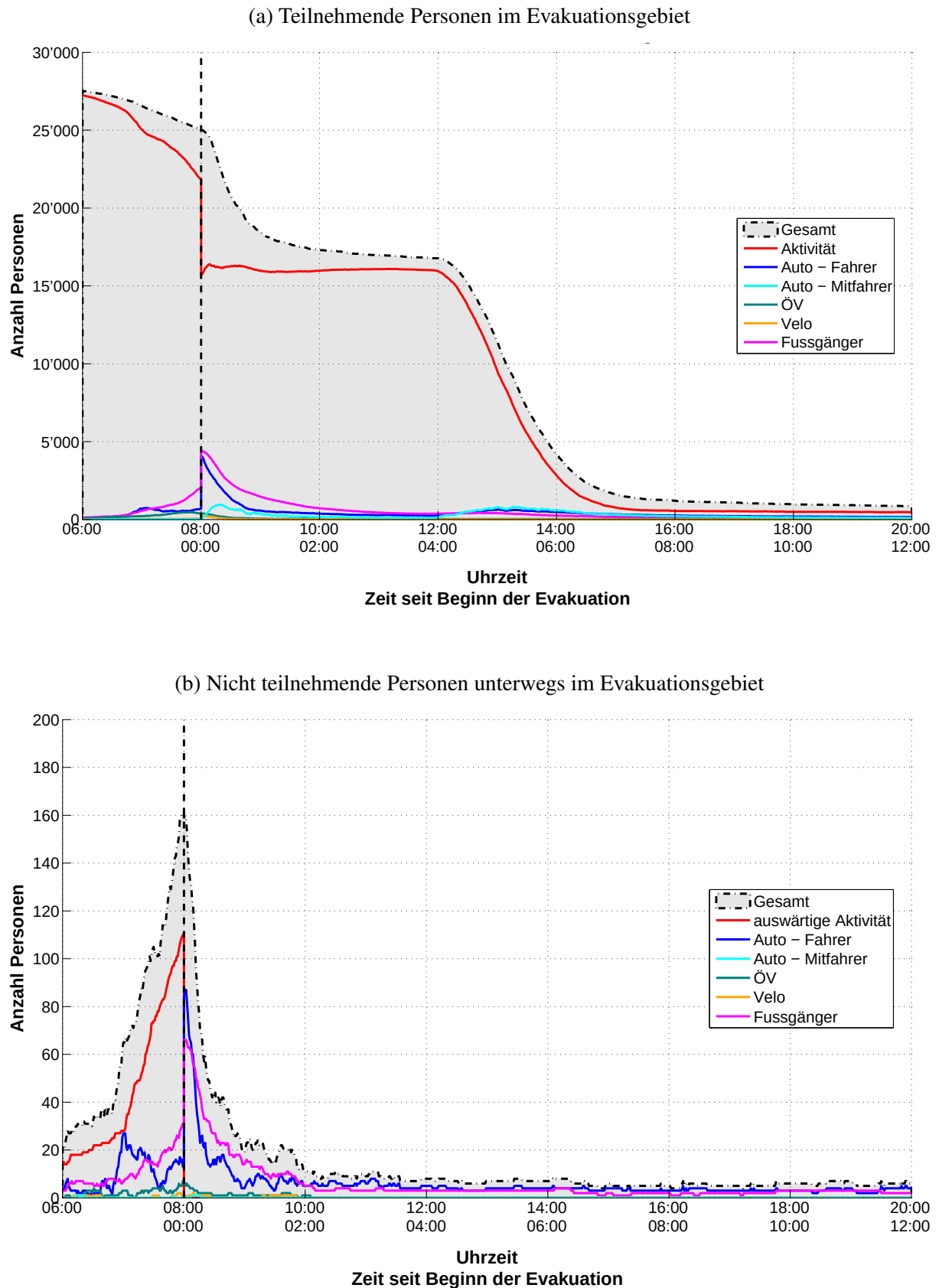


Abbildung 249: Lauf 96

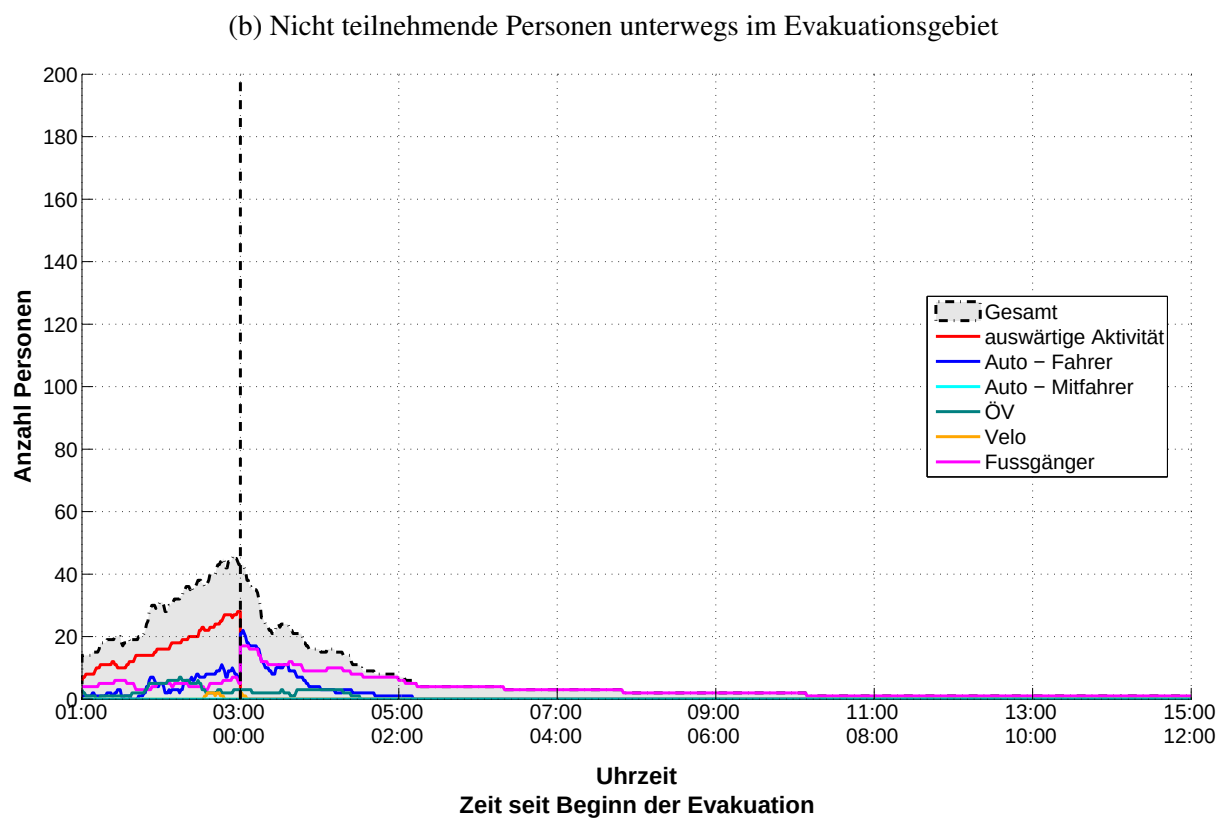
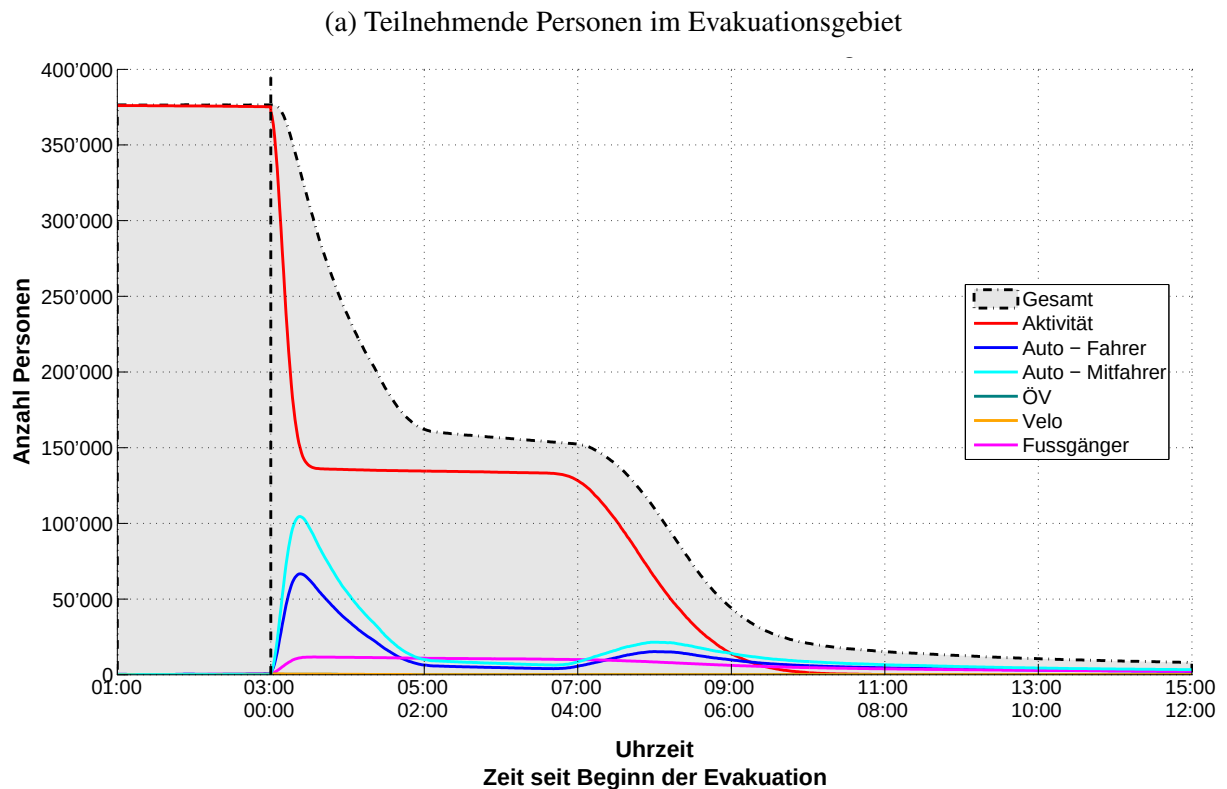


Abbildung 251: Lauf 97

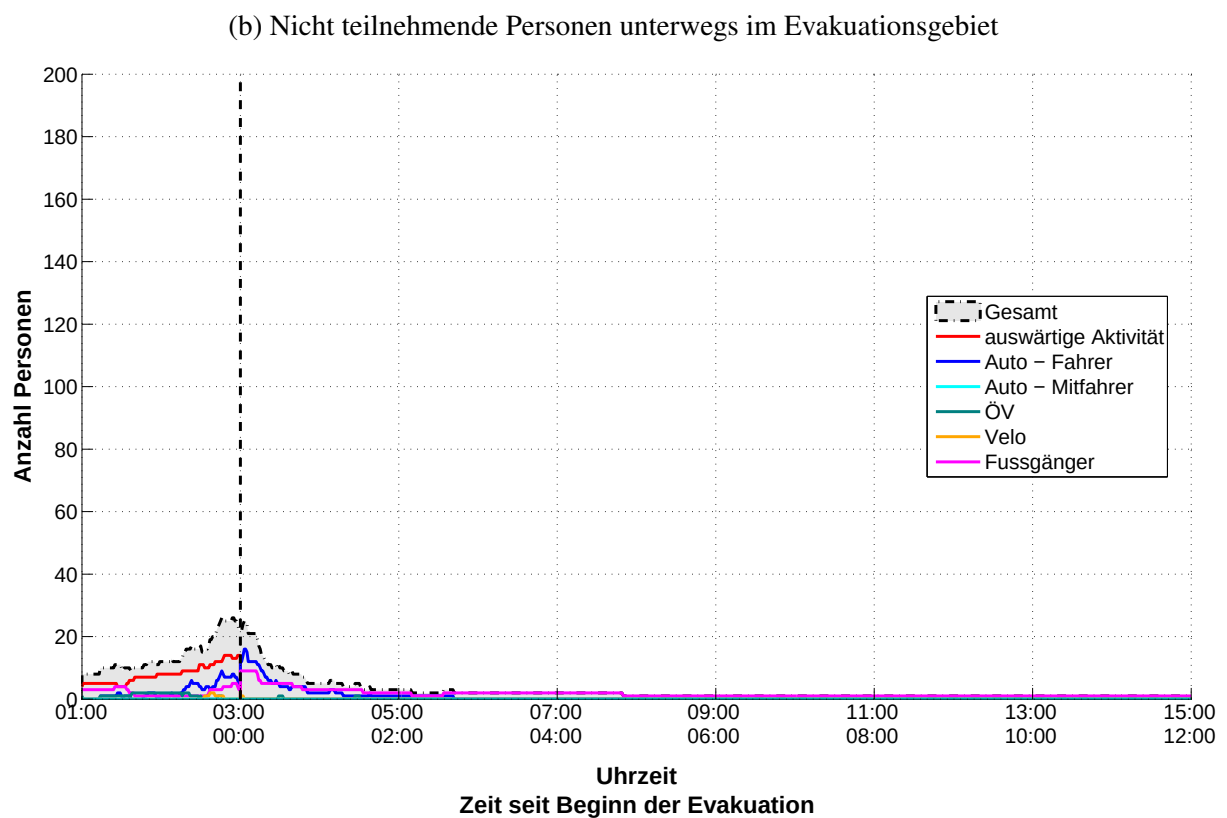
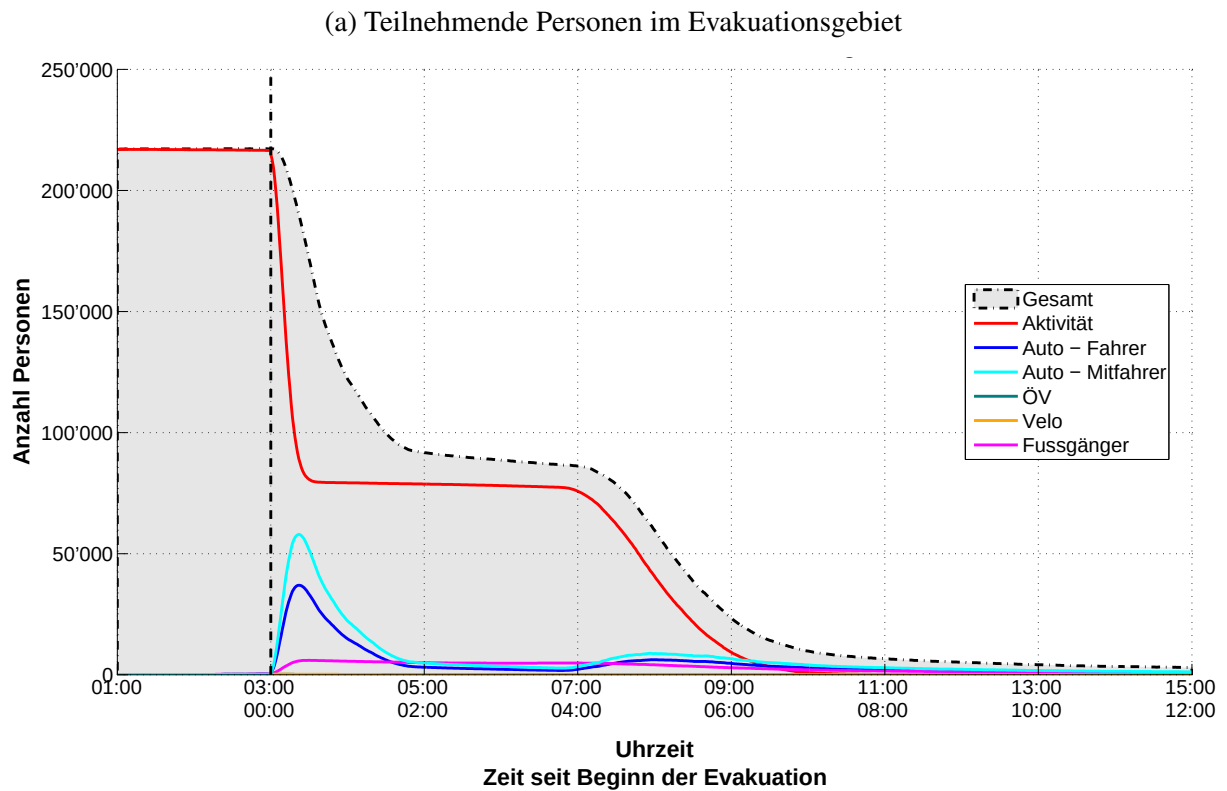


Abbildung 253: Lauf 98

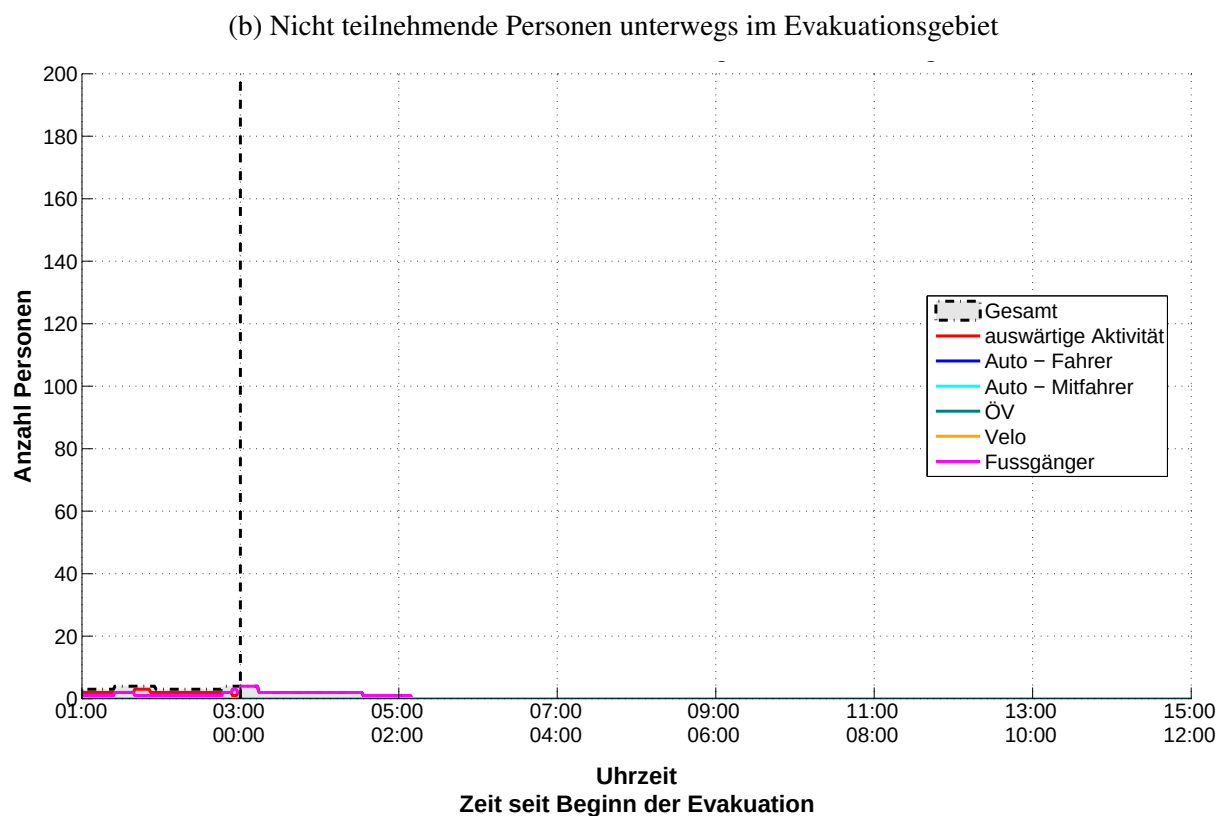
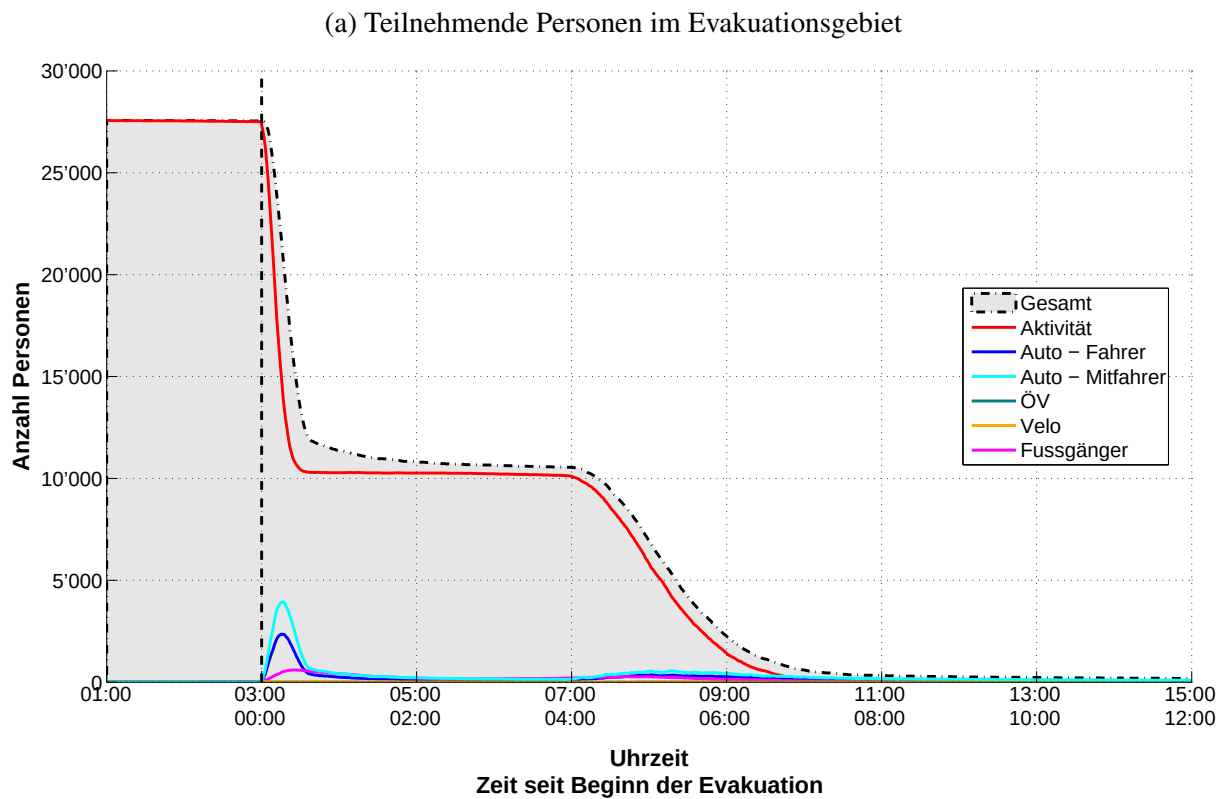


Abbildung 255: Lauf 99

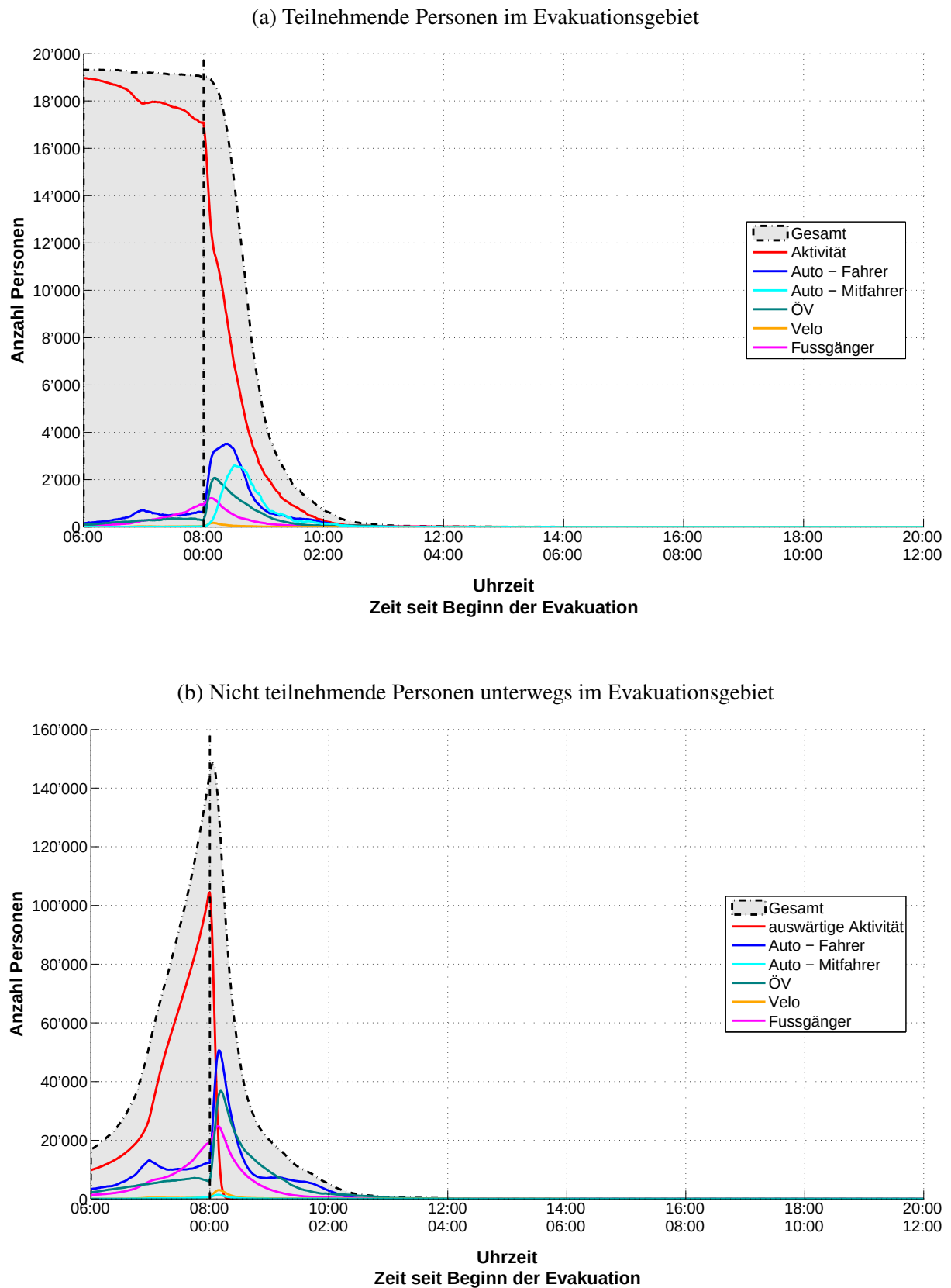


Abbildung 257: Lauf 100

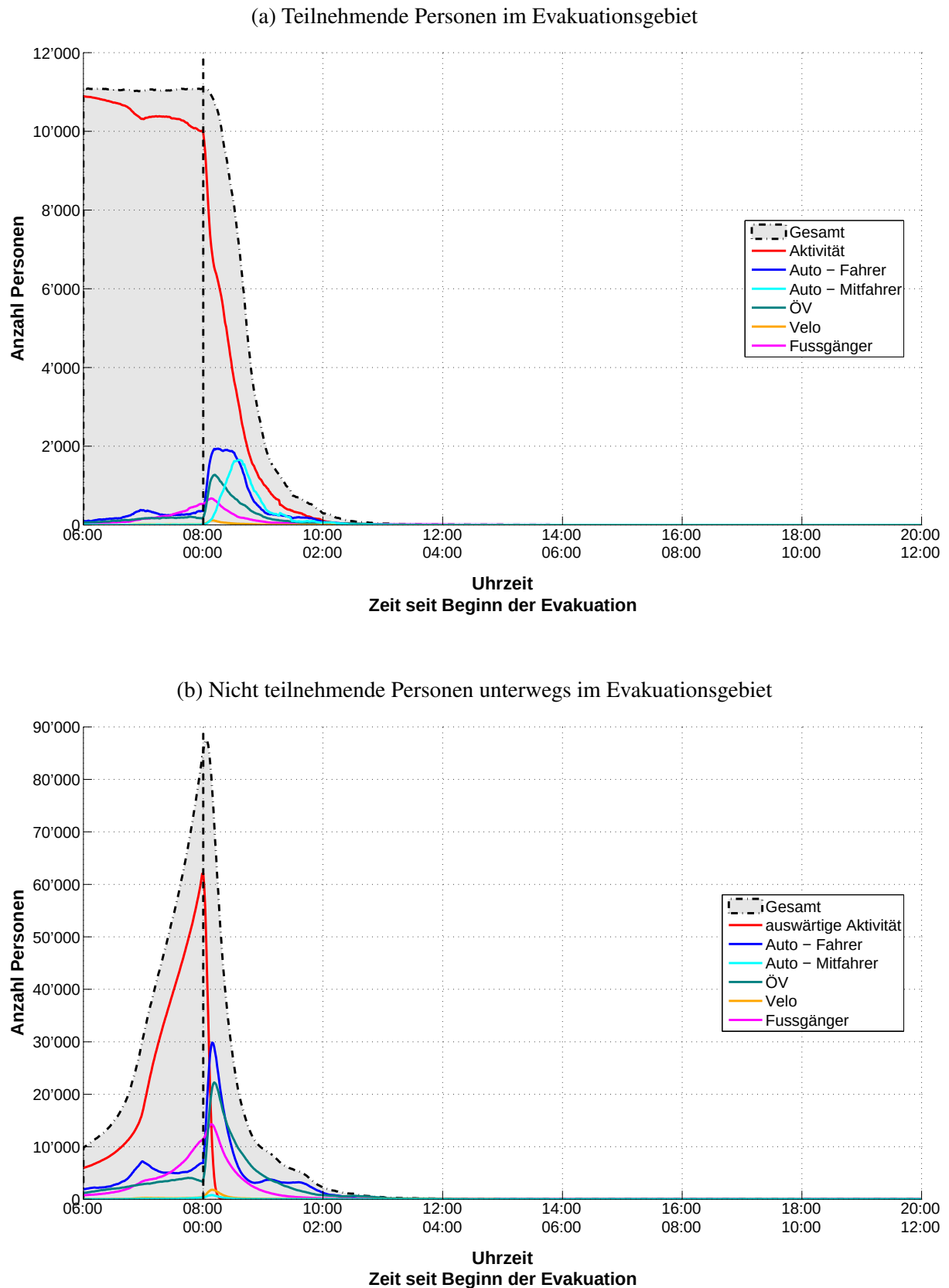
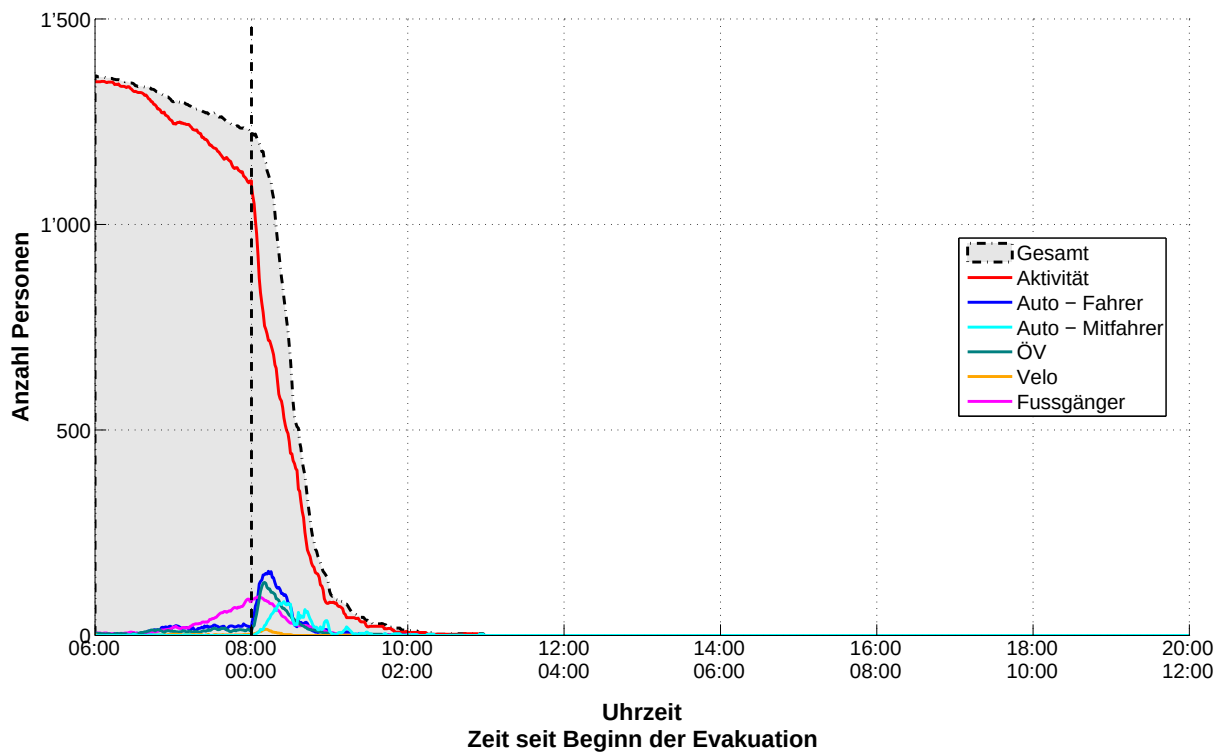


Abbildung 259: Lauf 101

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

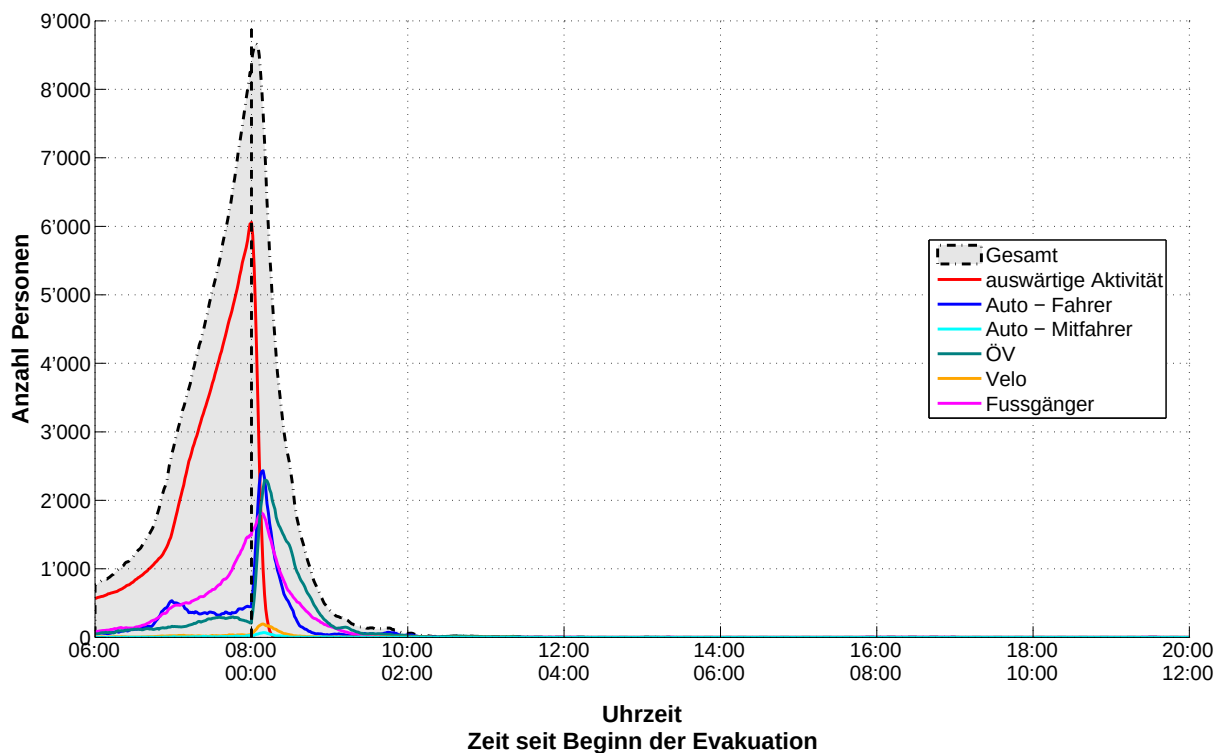


Abbildung 261: Lauf 102

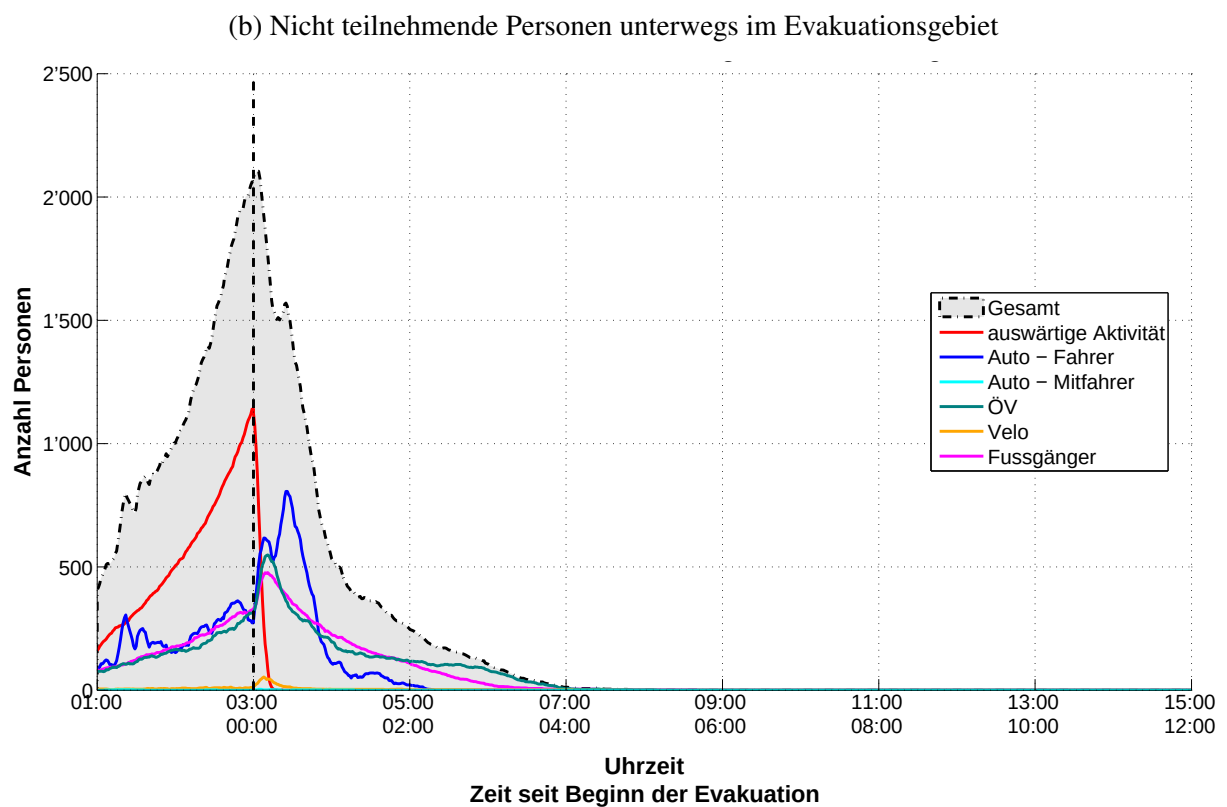
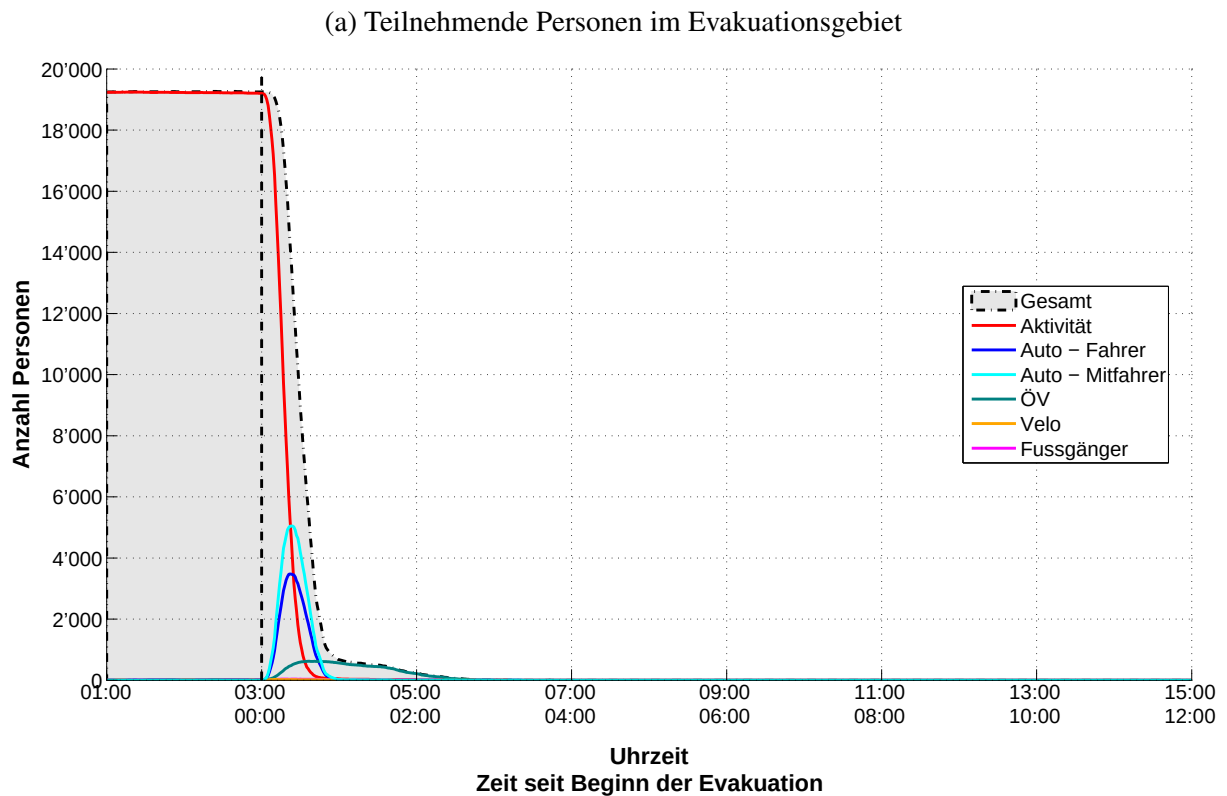


Abbildung 263: Lauf 103

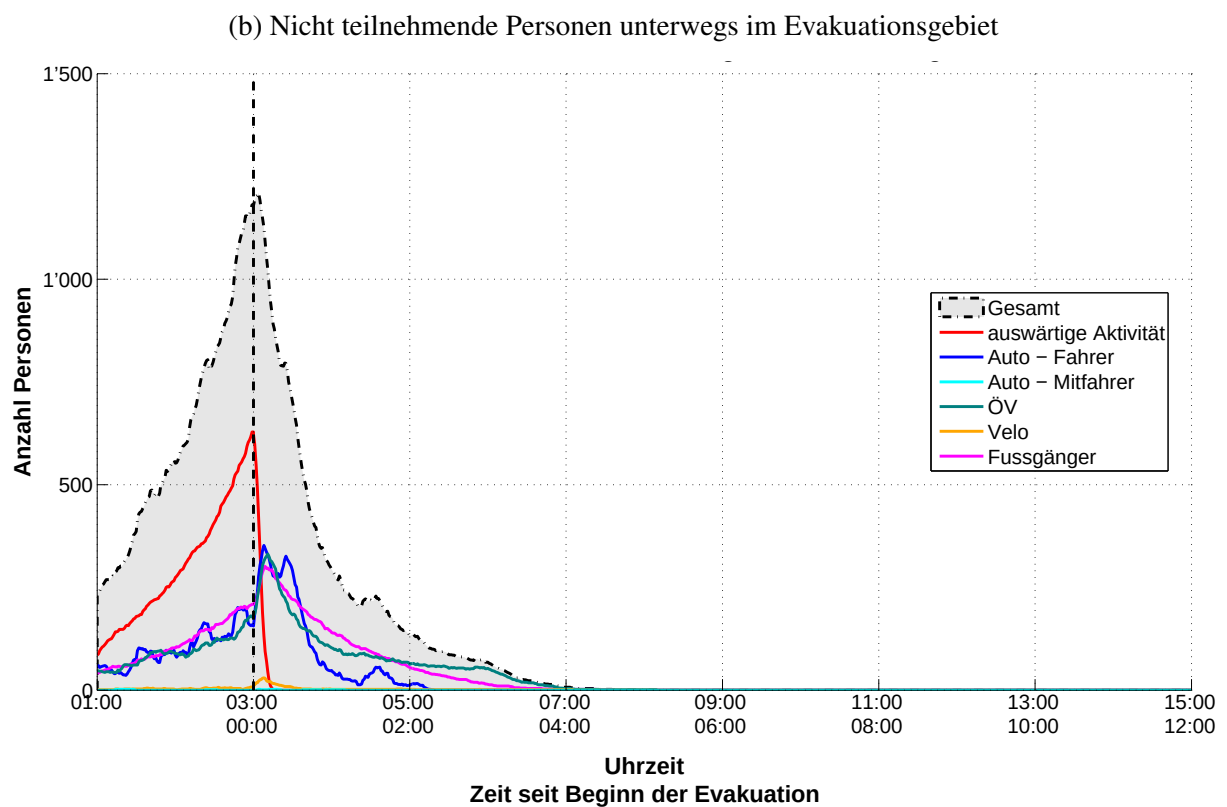
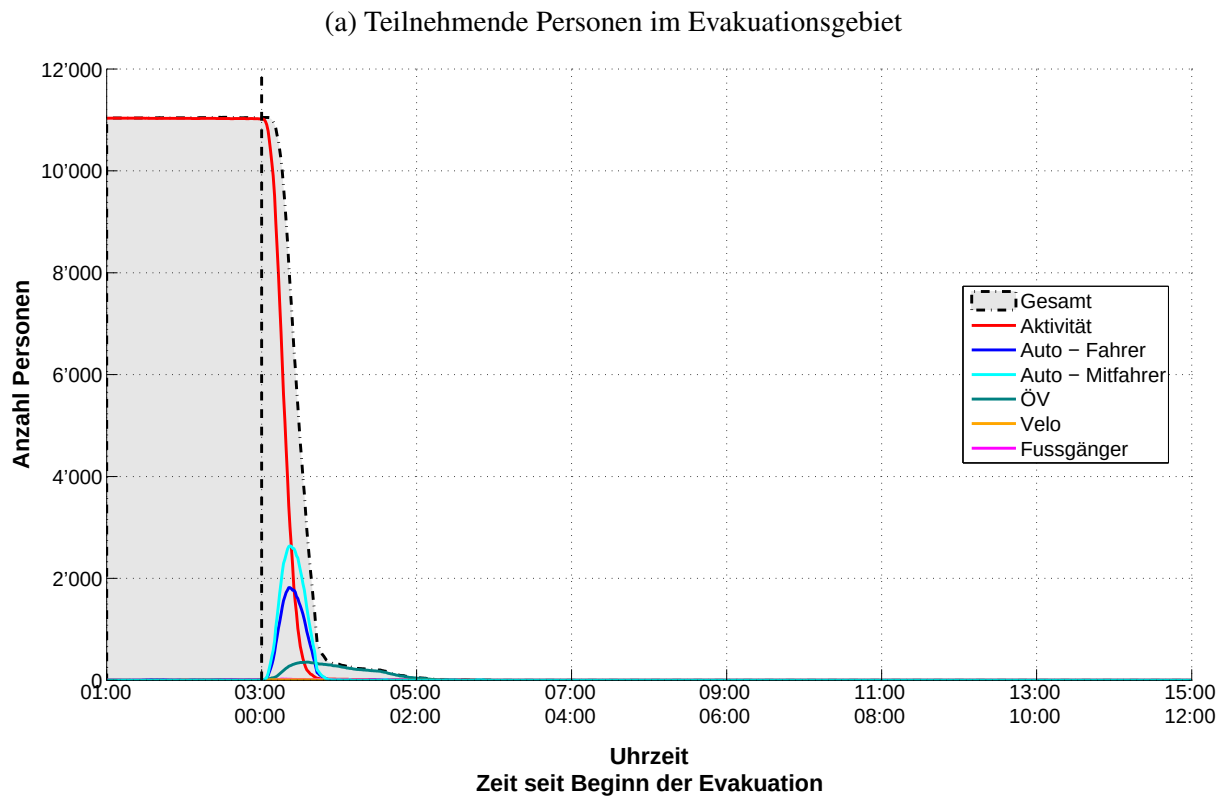


Abbildung 265: Lauf 104

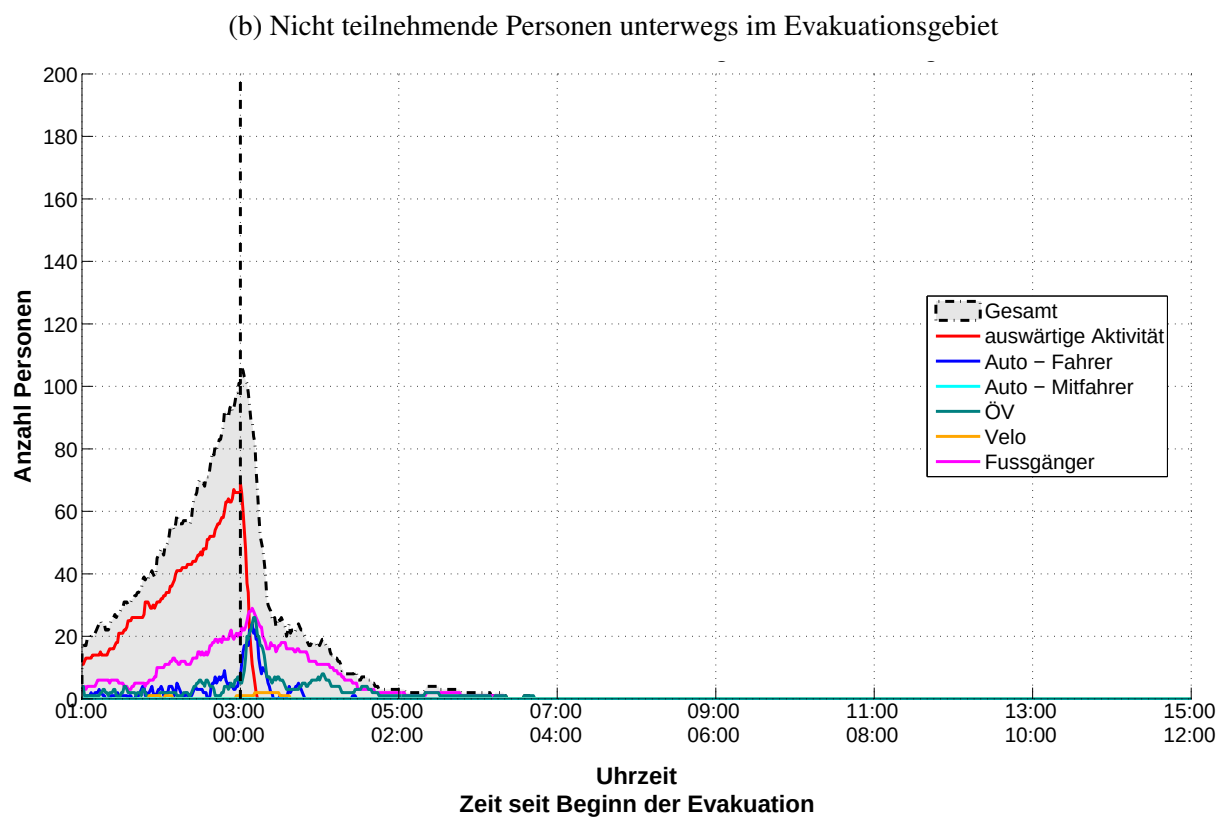
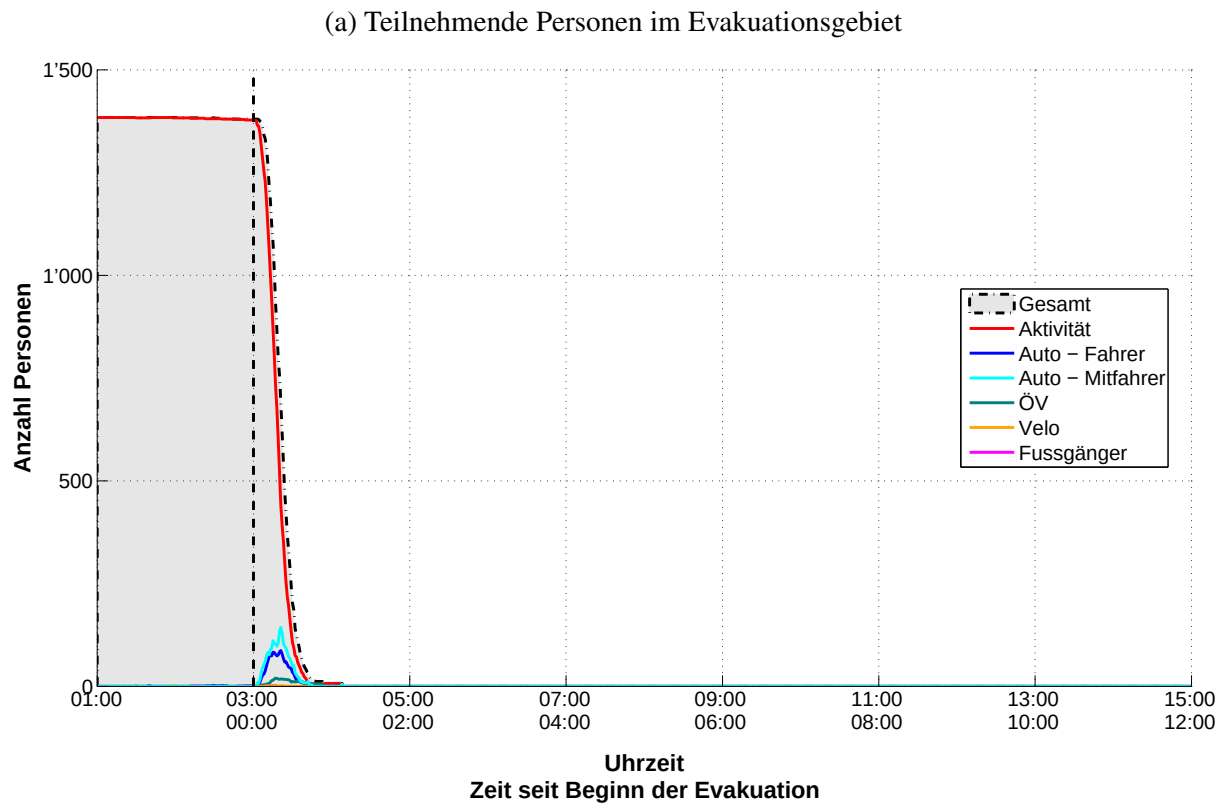
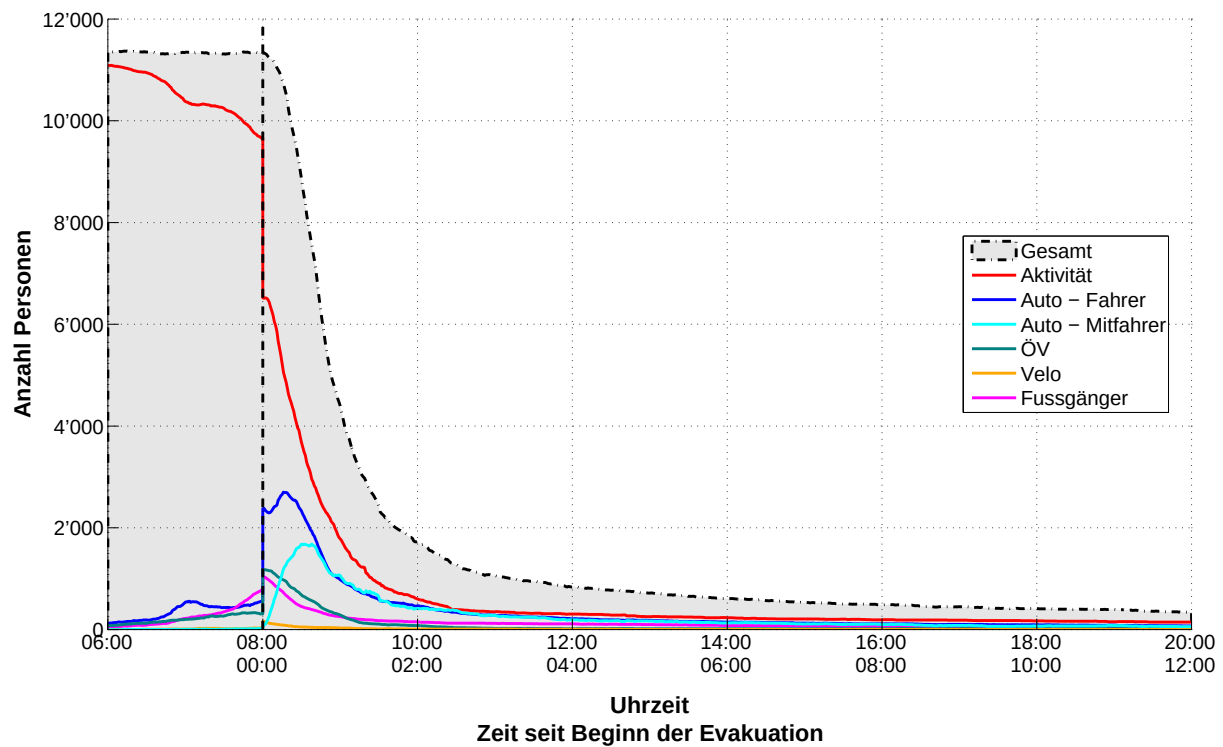


Abbildung 267: Lauf 105

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

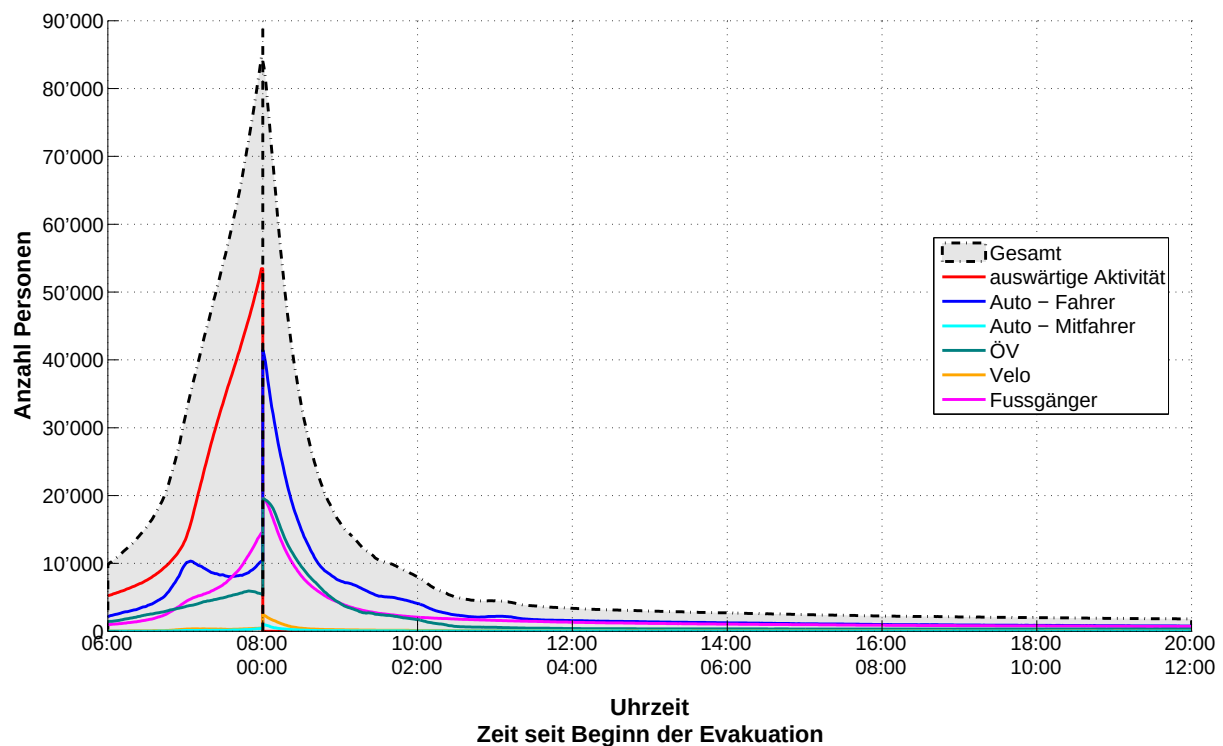


Abbildung 269: Lauf 106

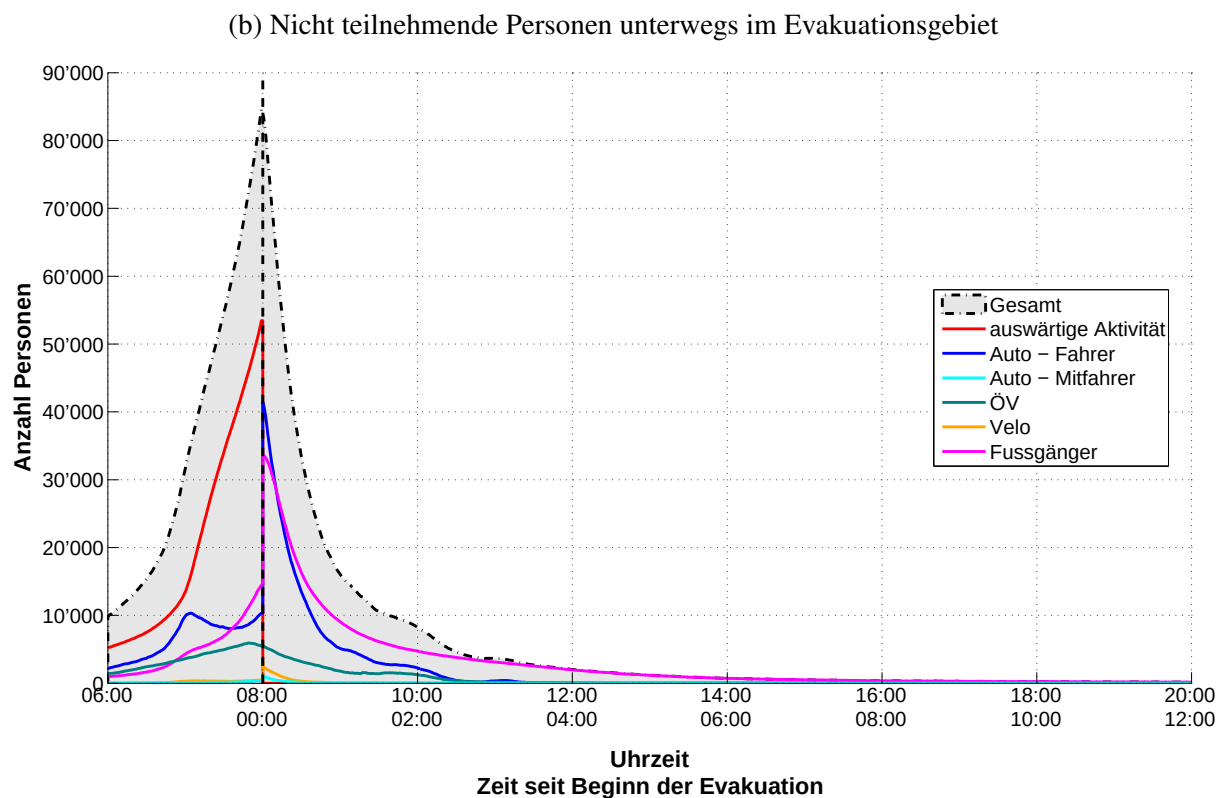
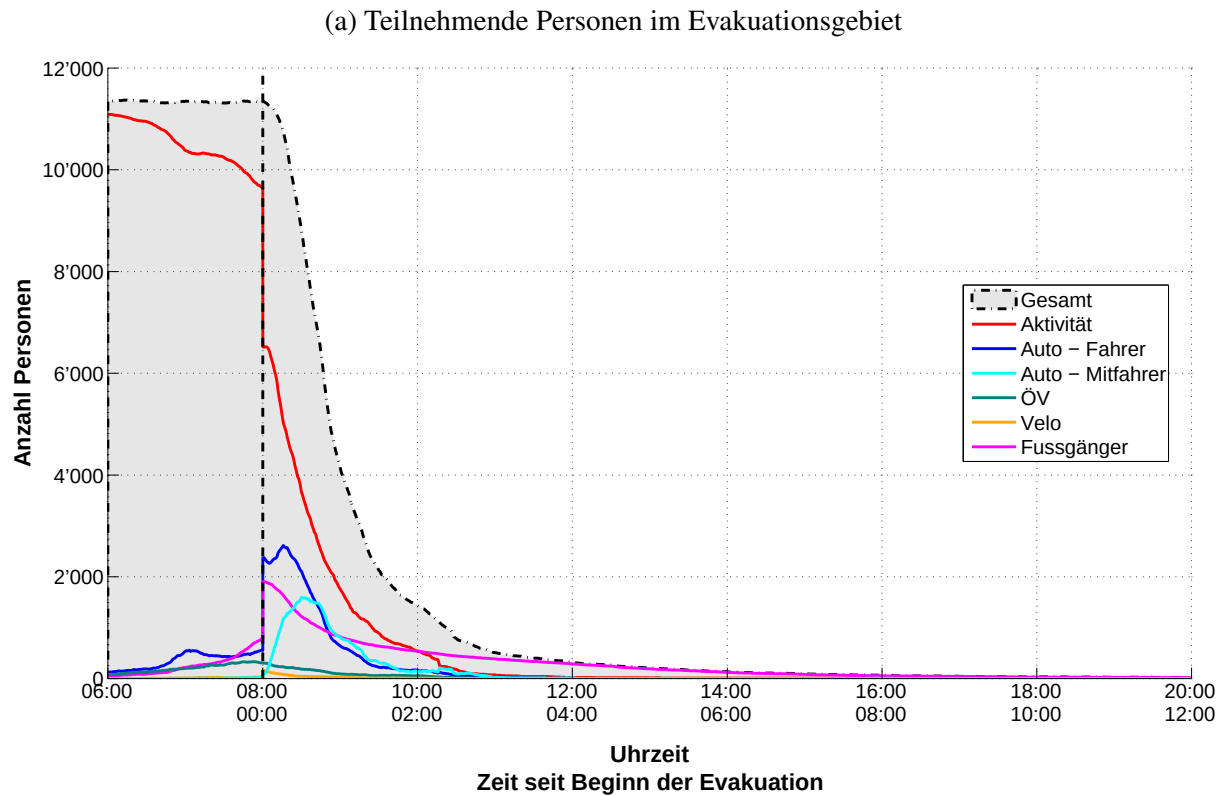


Abbildung 271: Lauf 107

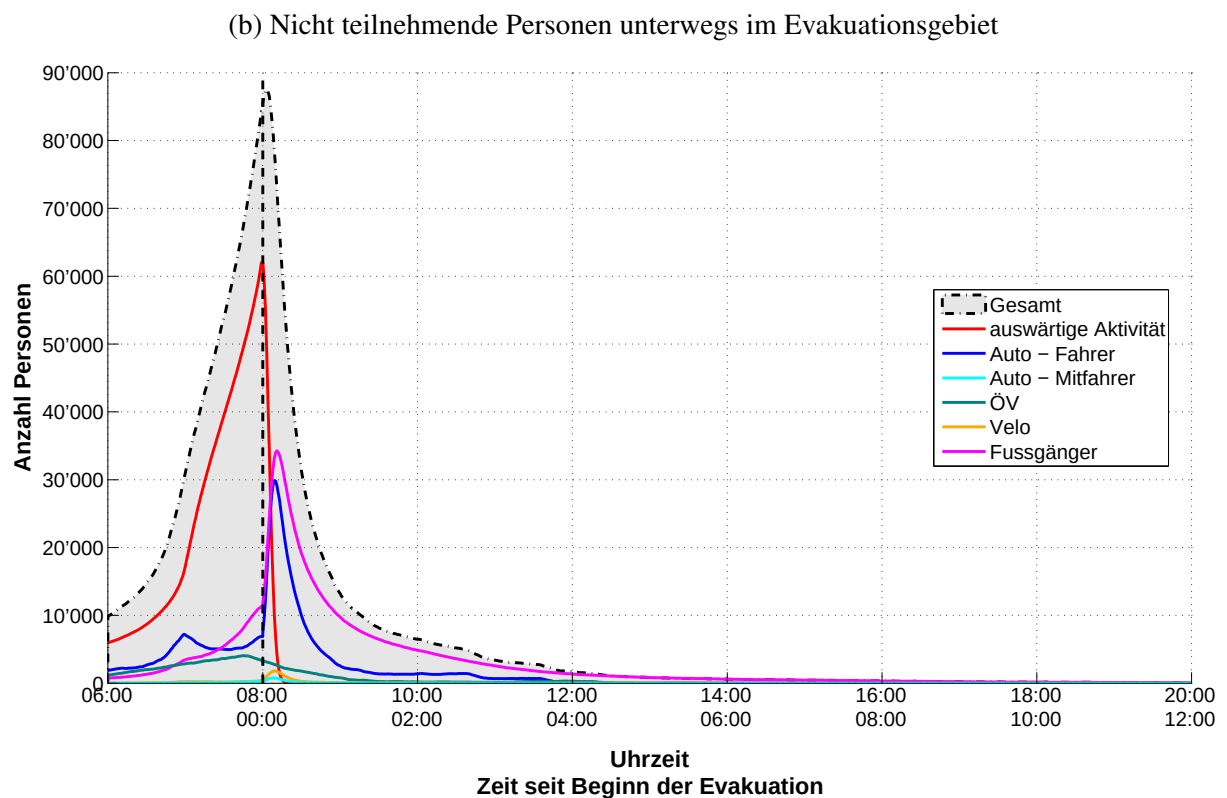
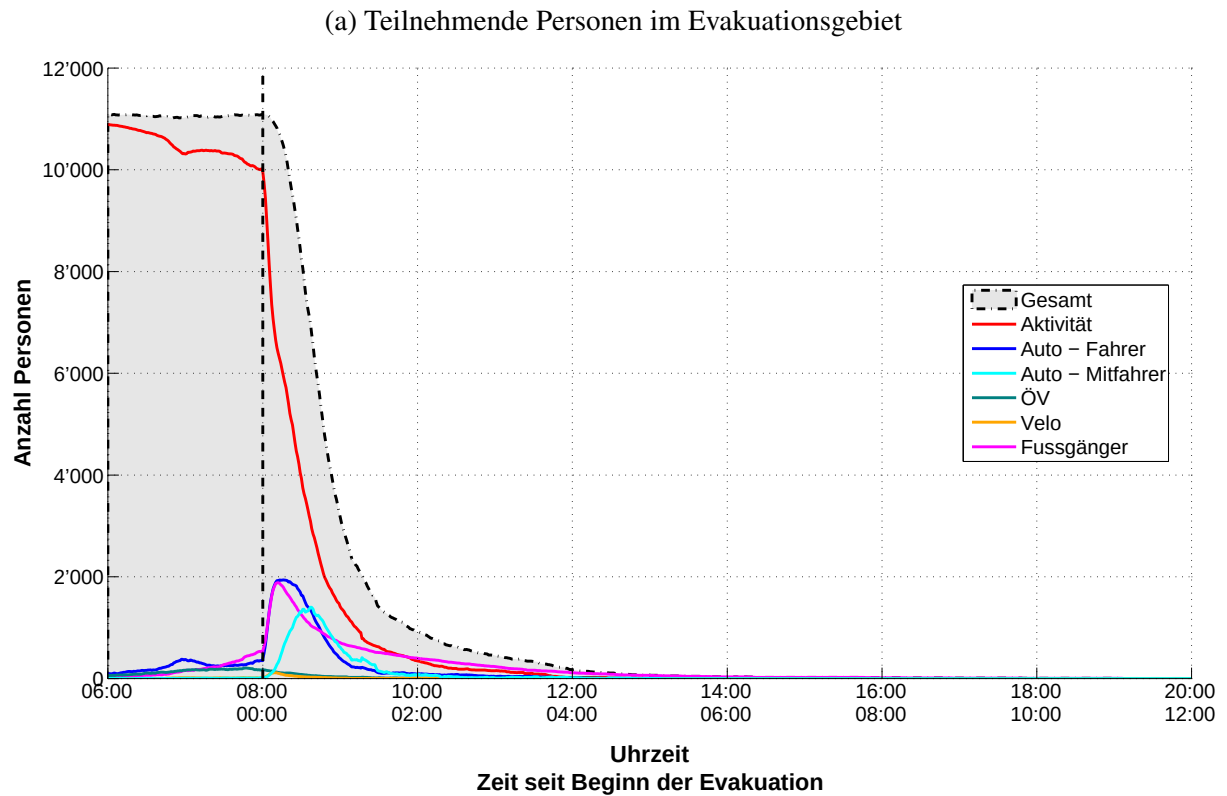


Abbildung 273: Lauf 108

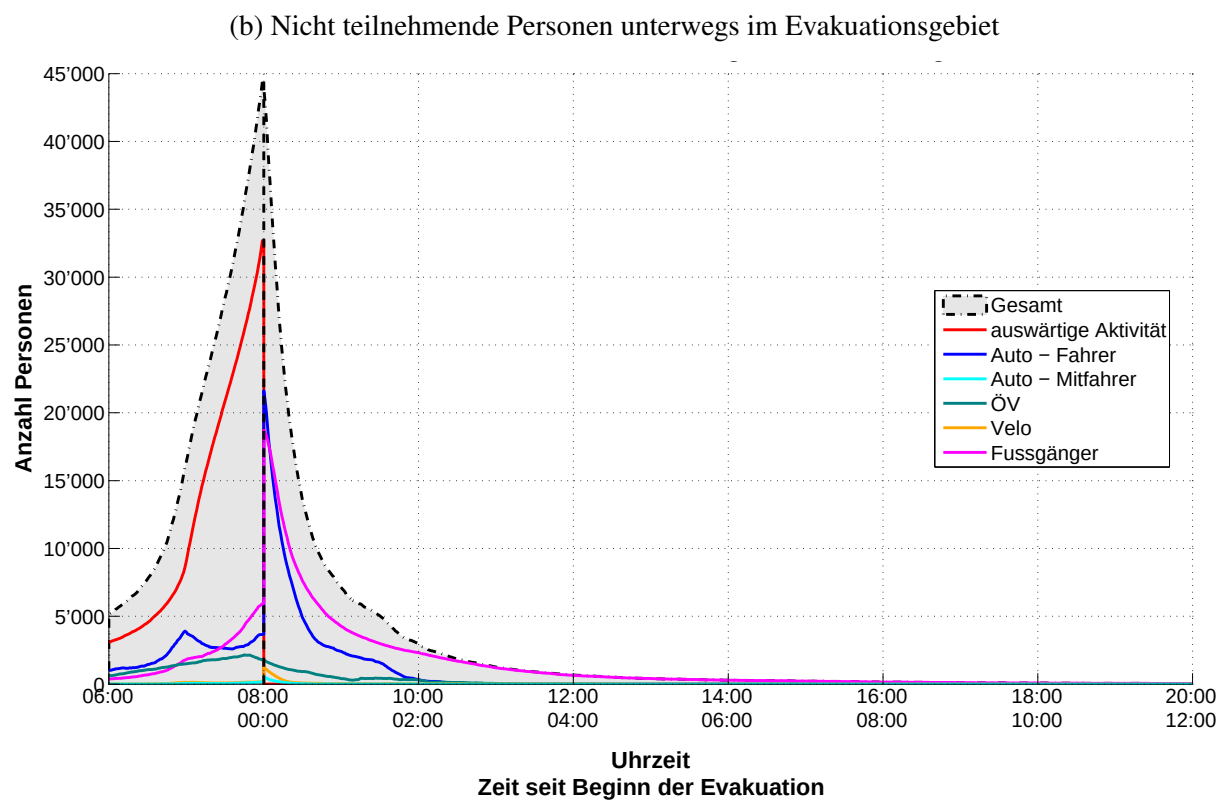
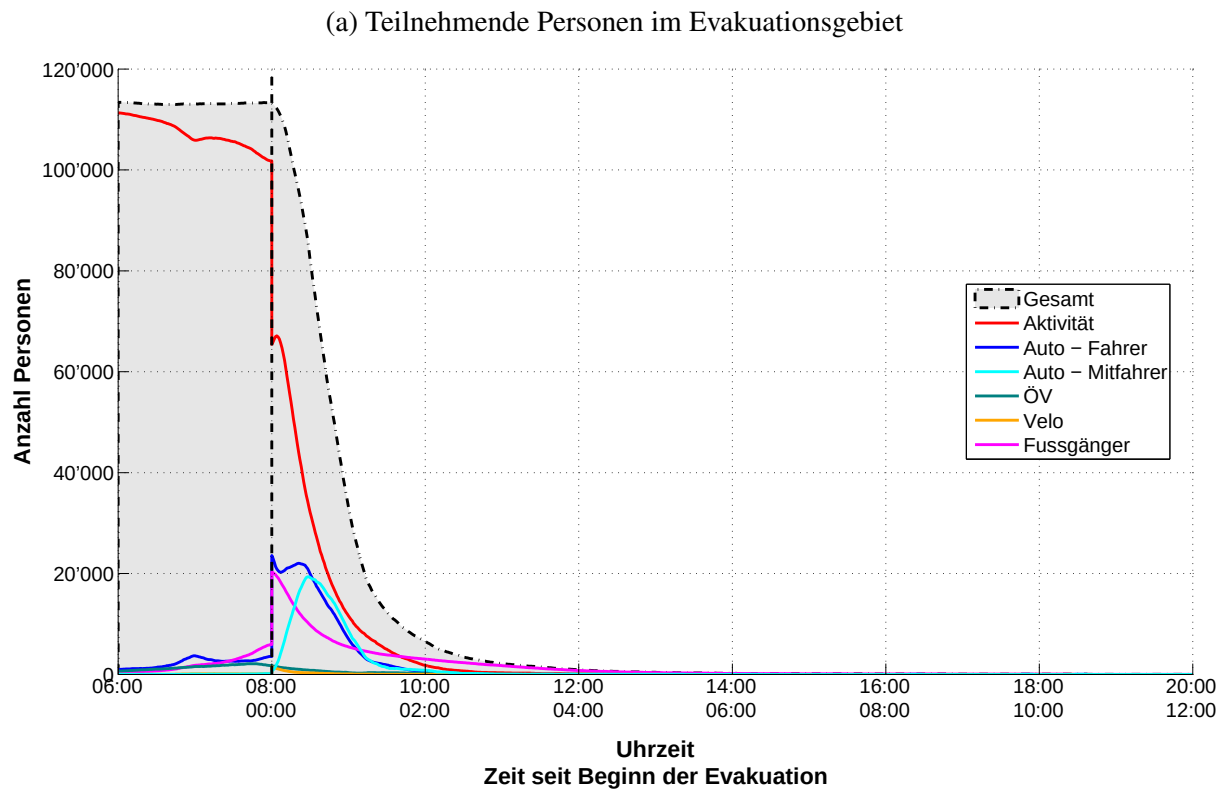


Abbildung 275: Lauf 109

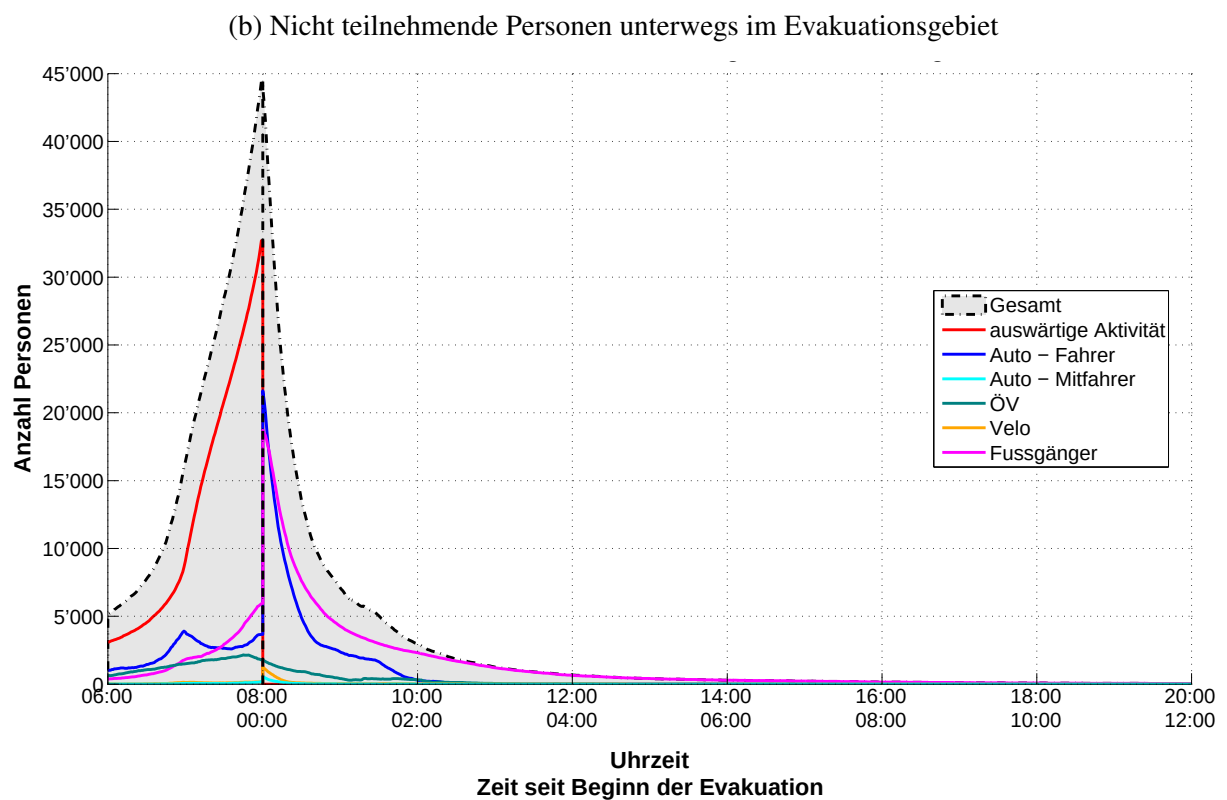
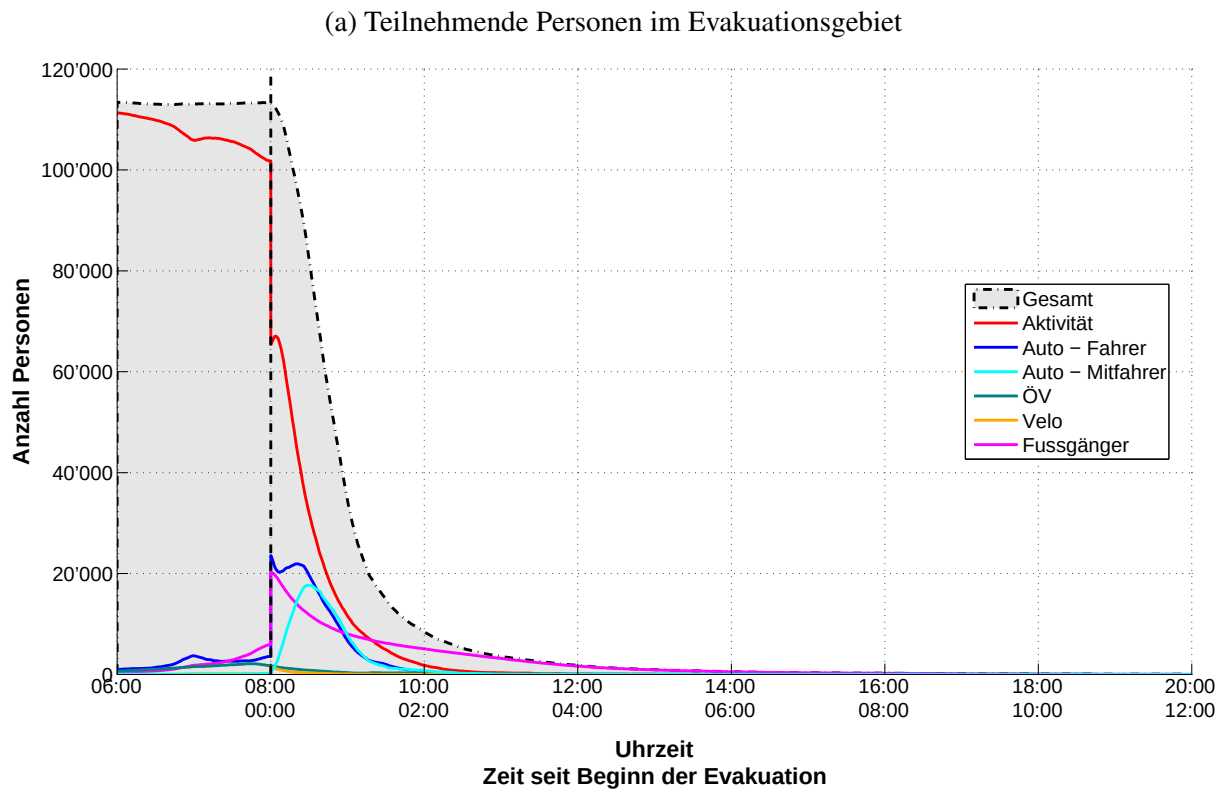


Abbildung 277: Lauf 110

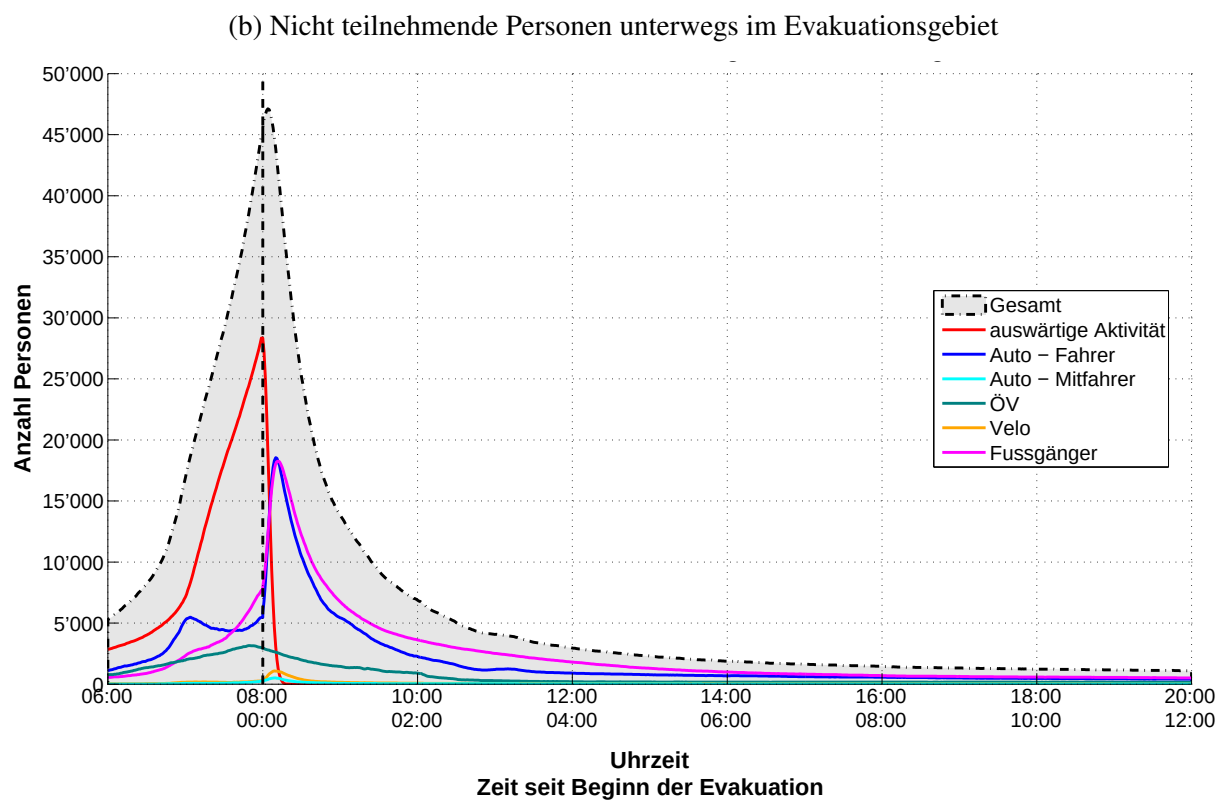
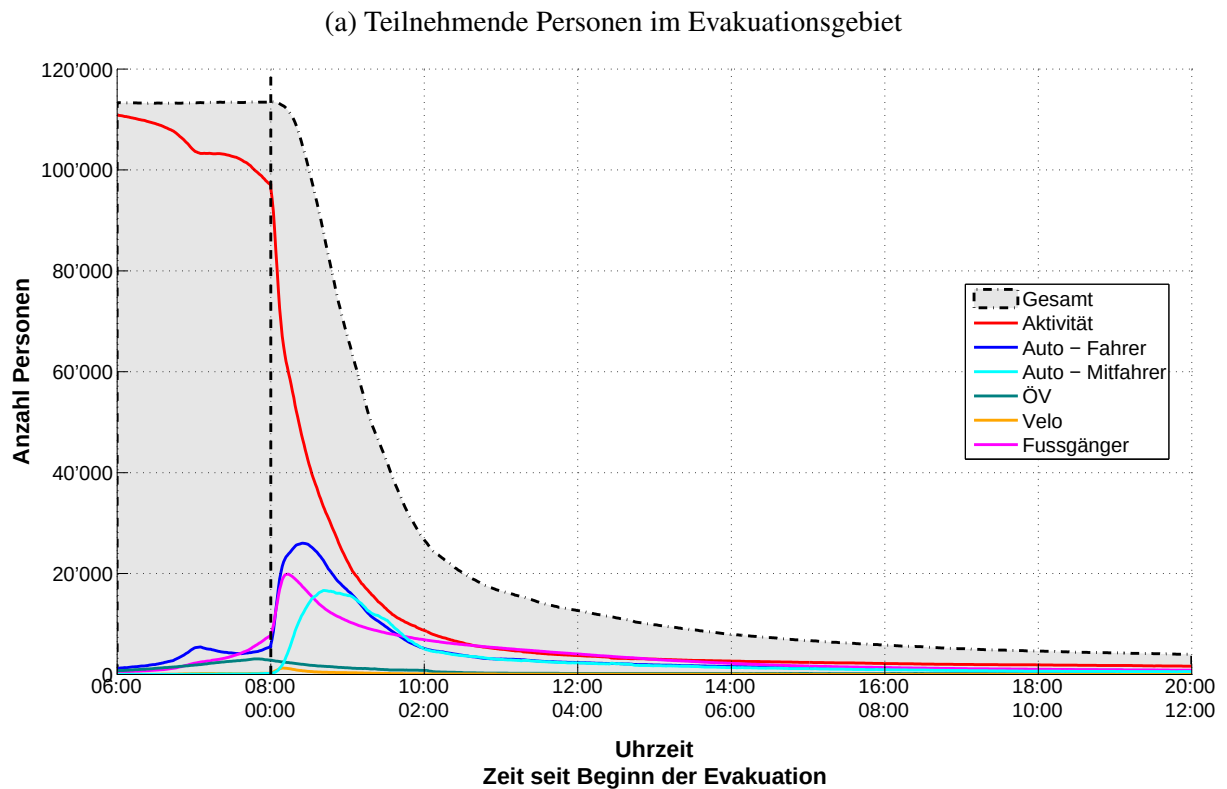
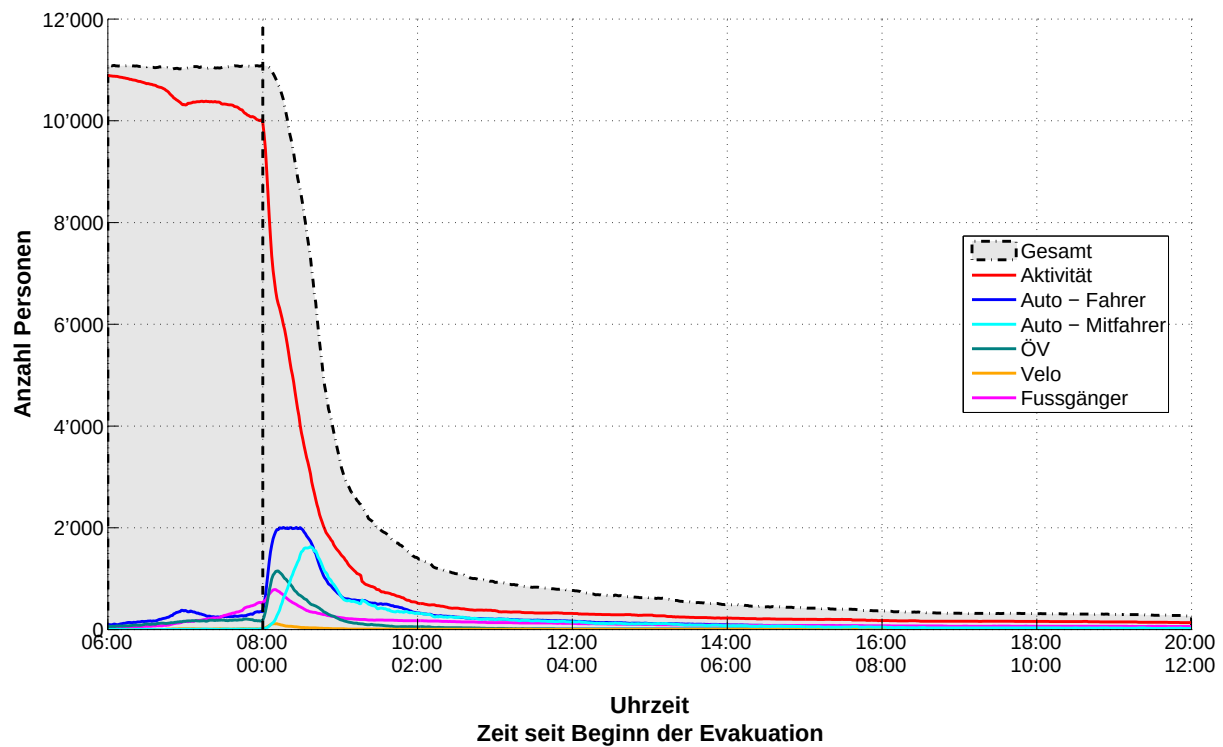


Abbildung 279: Lauf 111

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

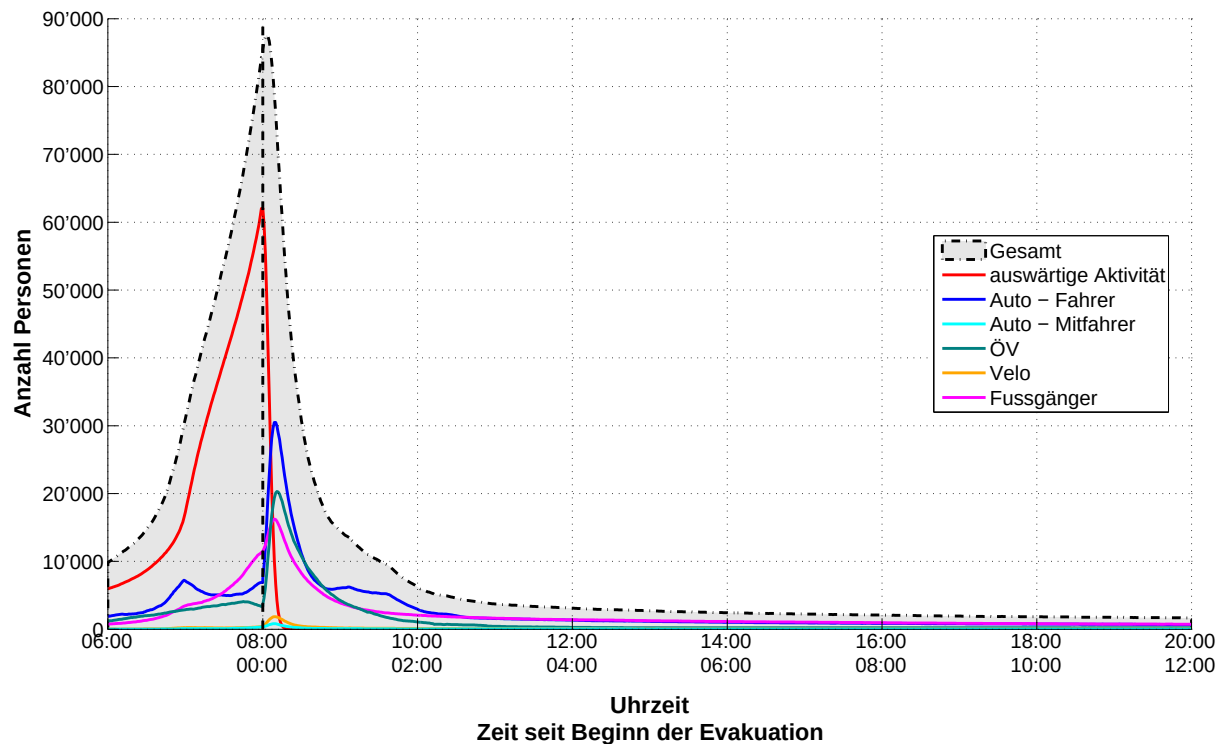


Abbildung 281: Lauf 112

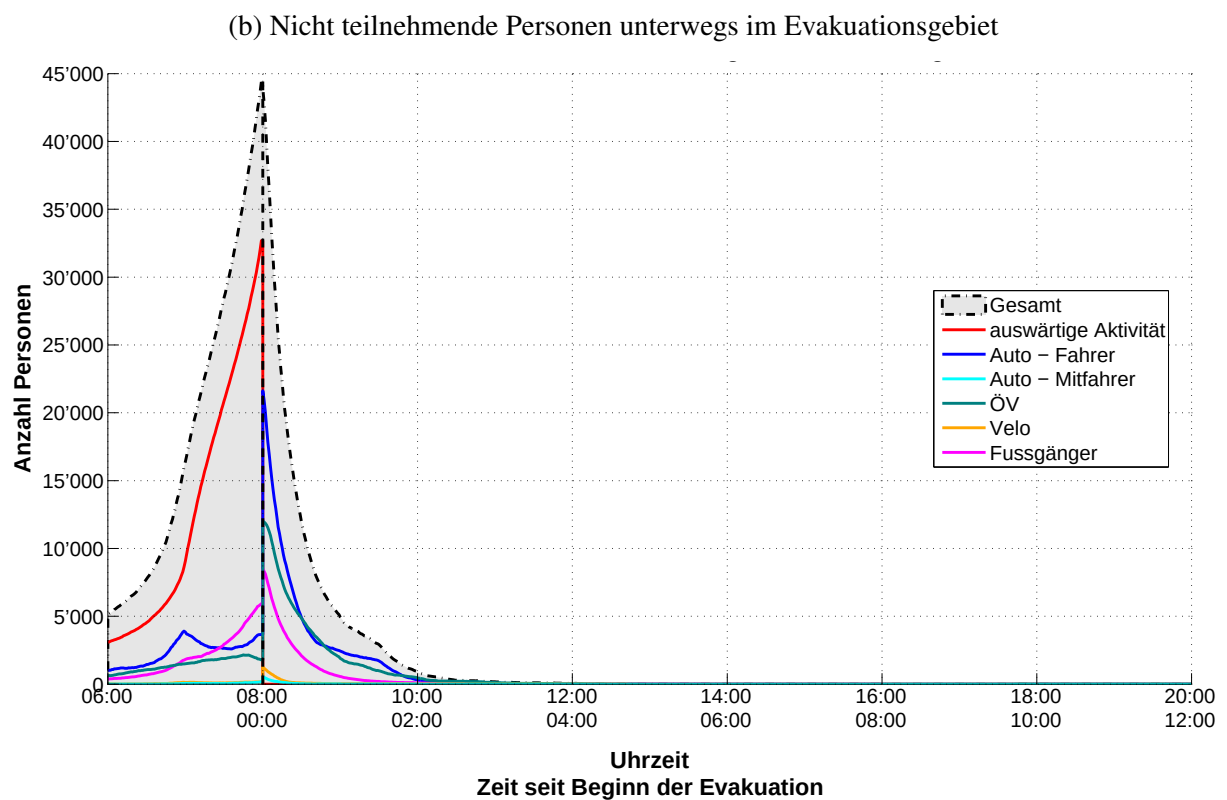
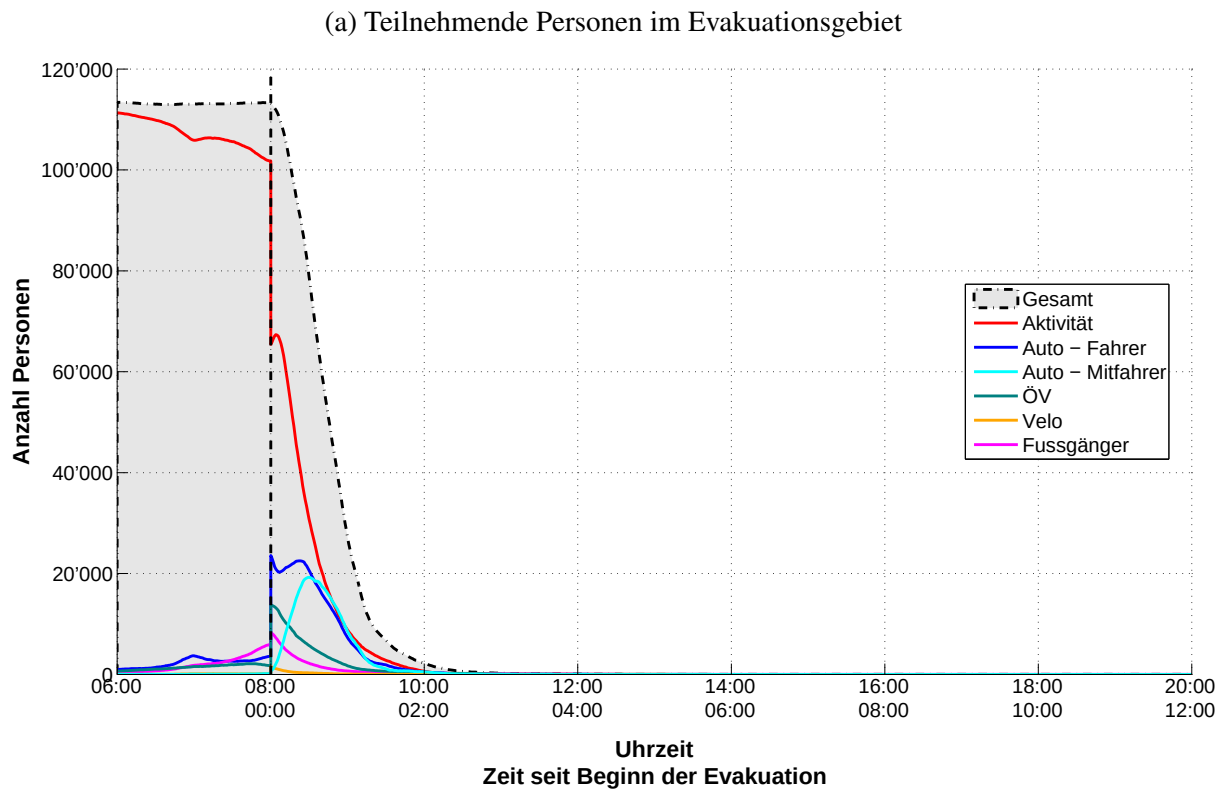


Abbildung 283: Lauf 113

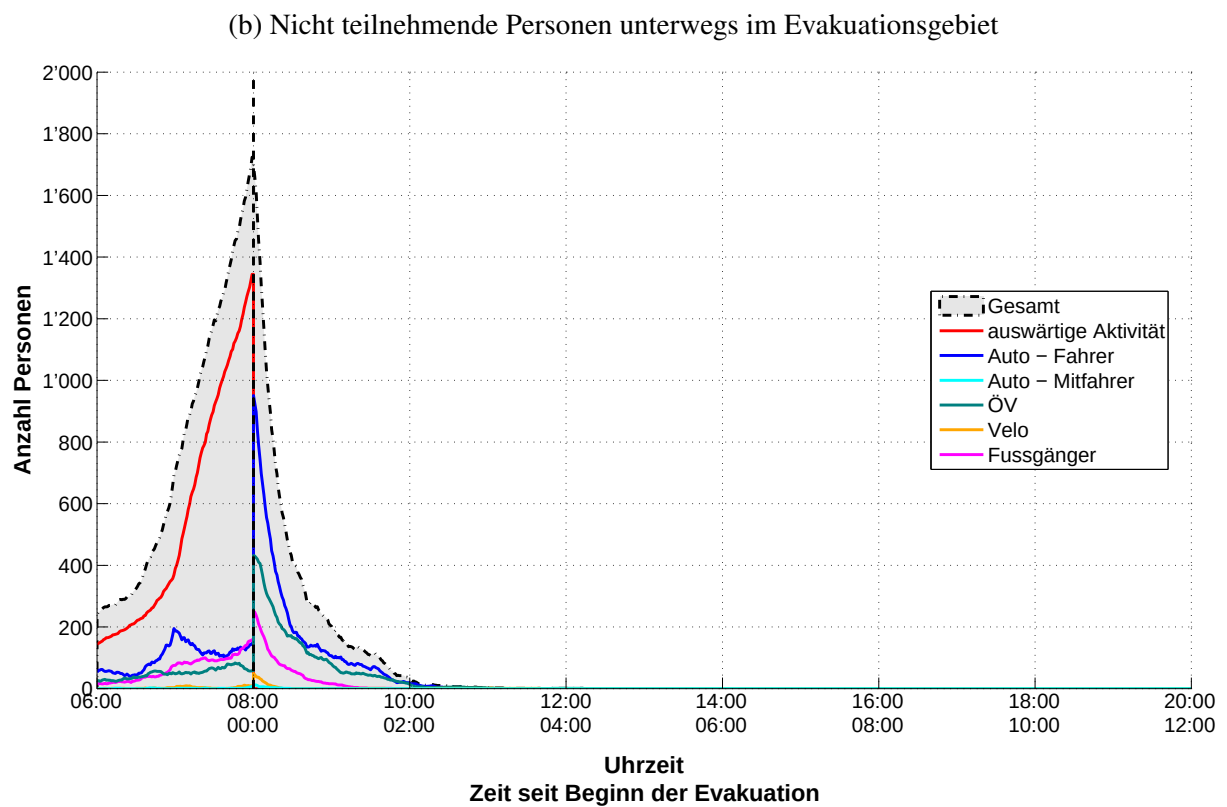
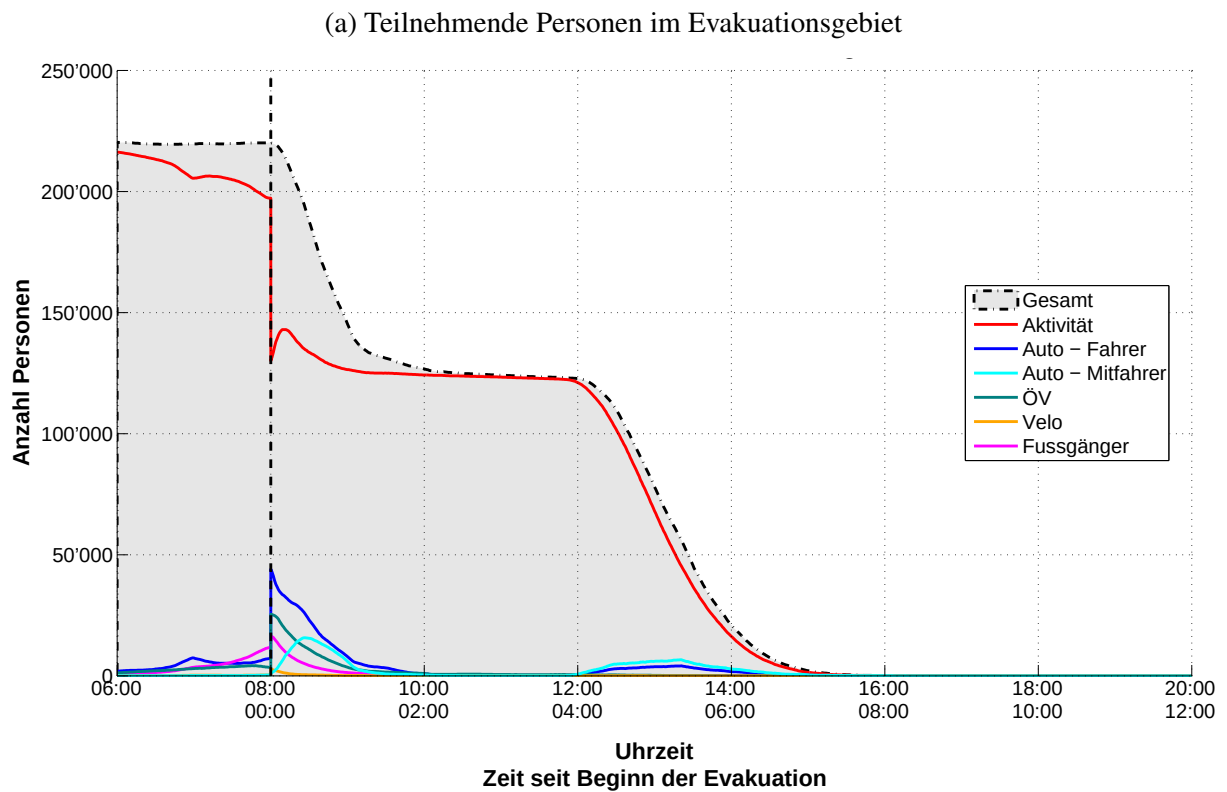


Abbildung 285: Lauf 114

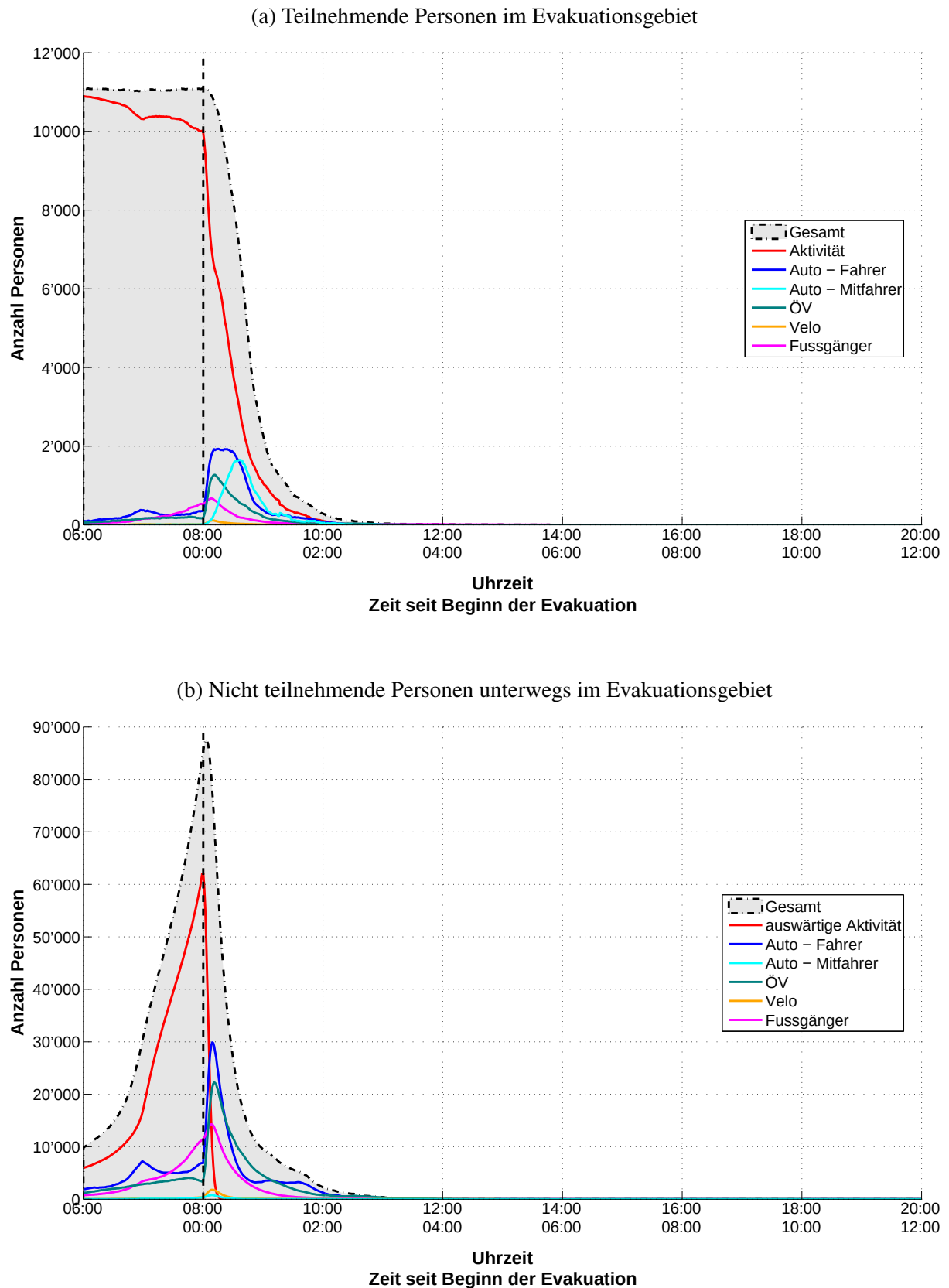


Abbildung 287: Lauf 115

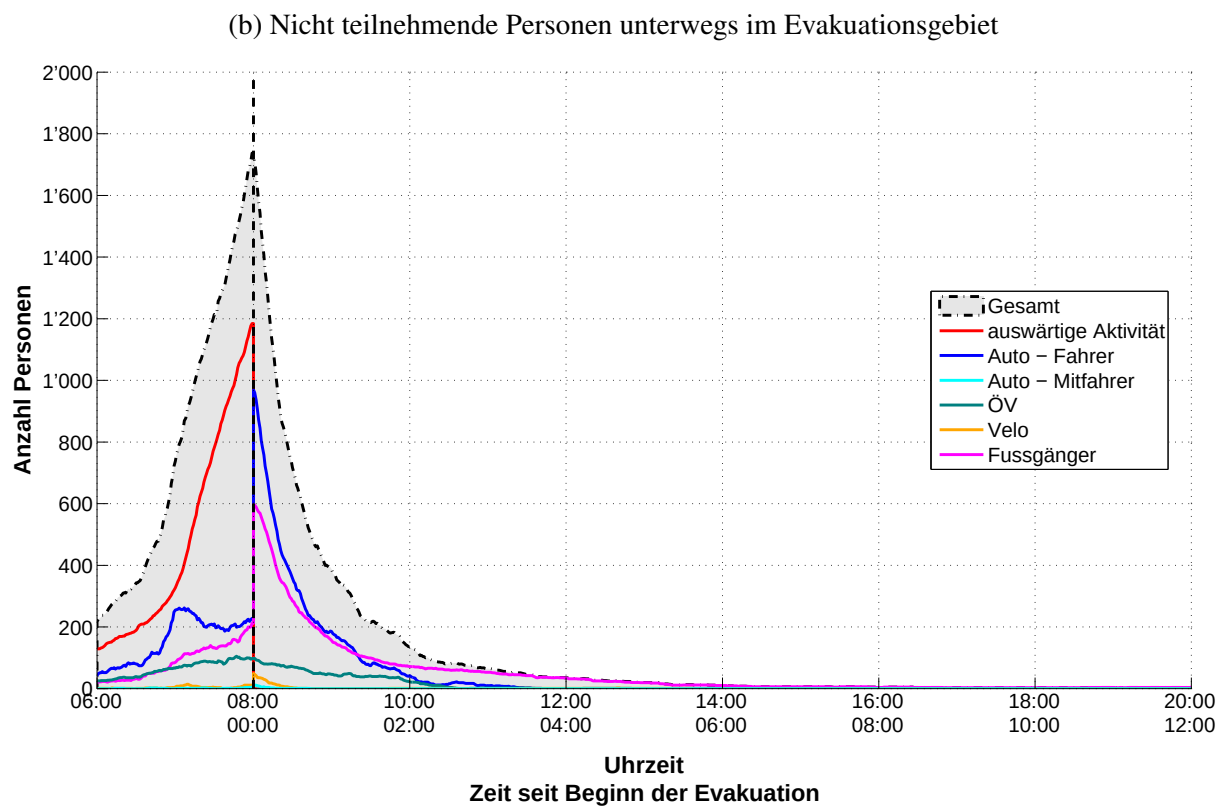
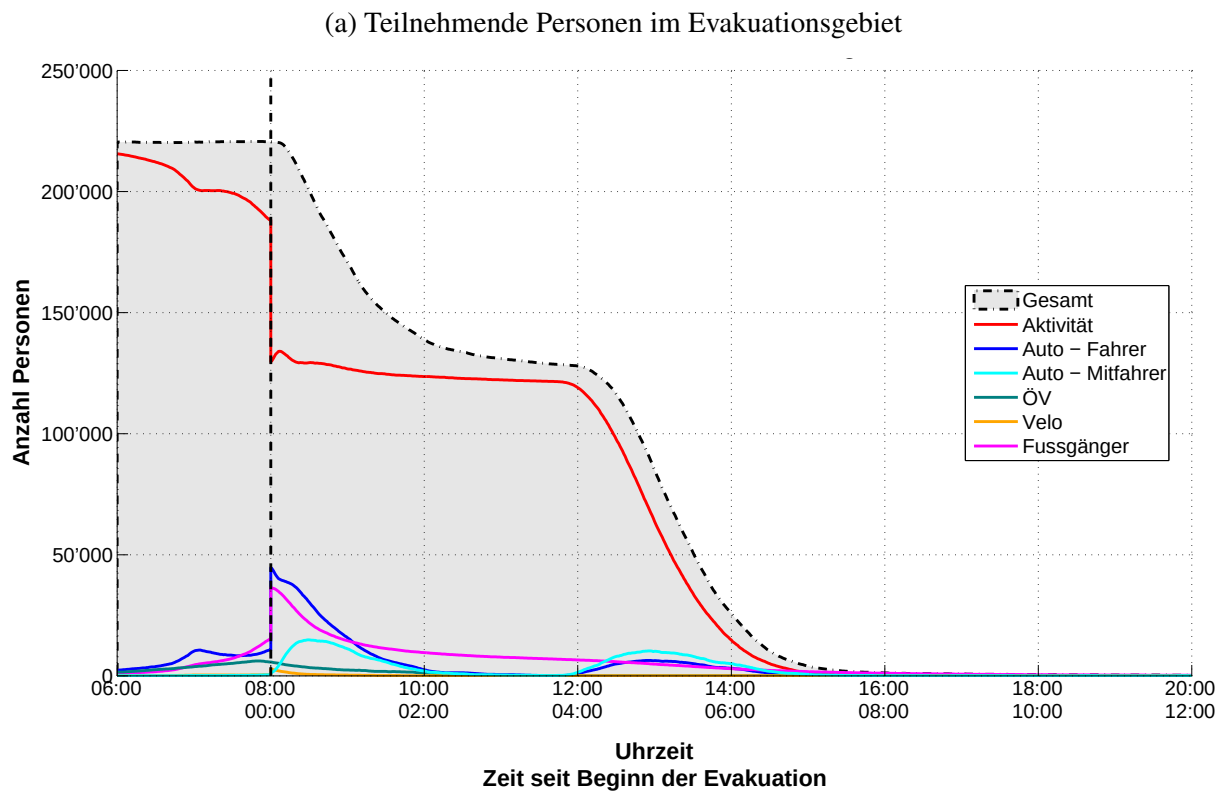


Abbildung 289: Lauf 116

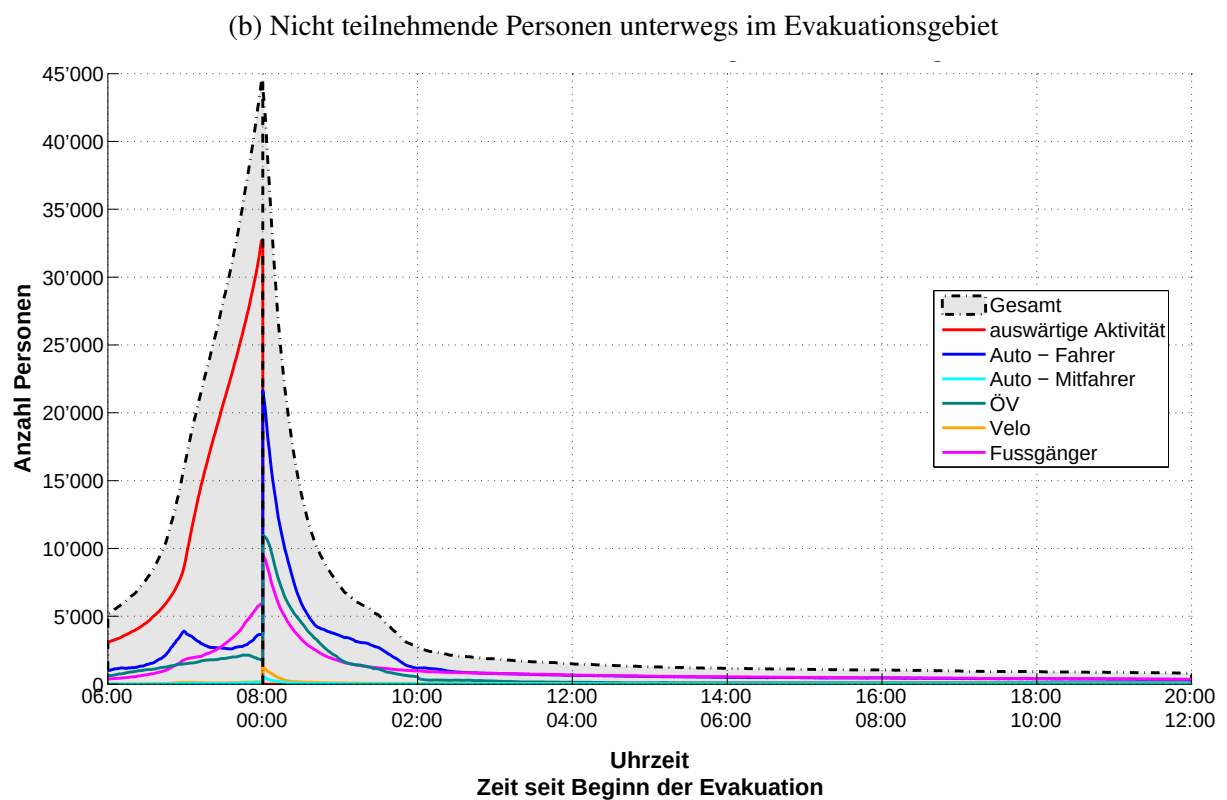
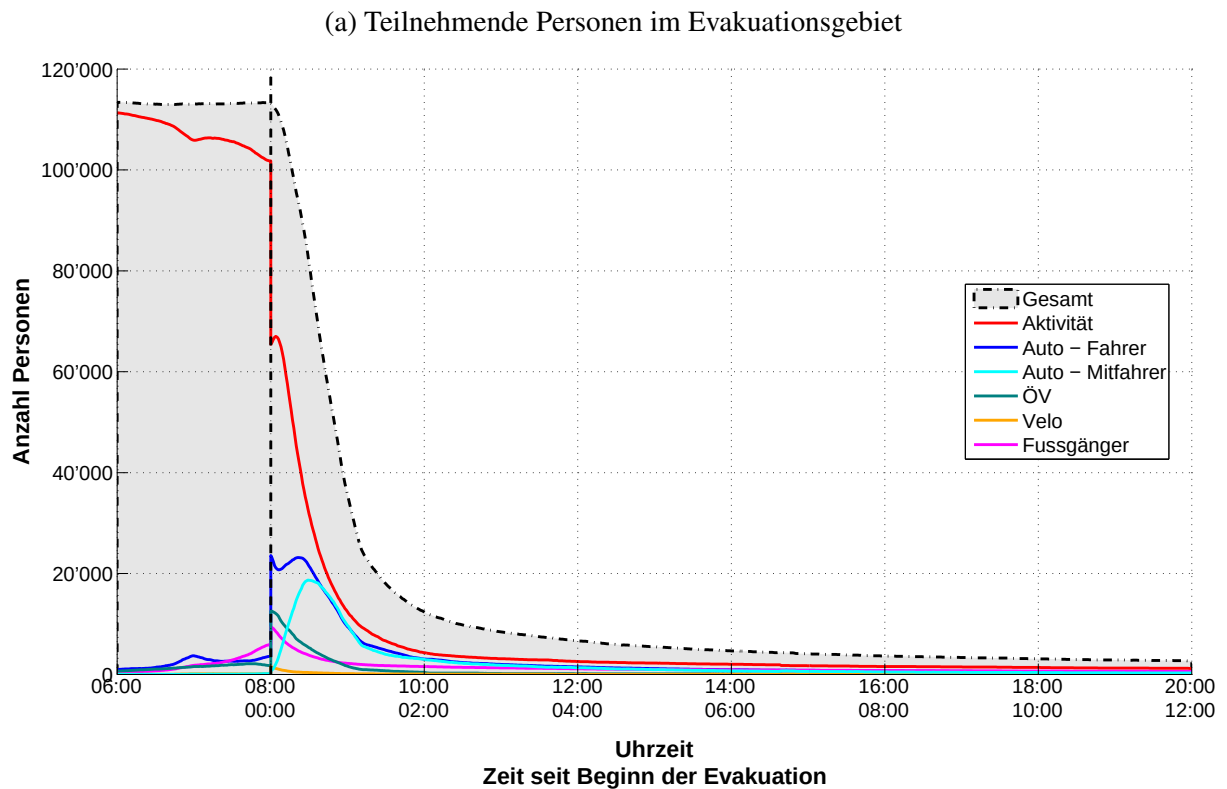
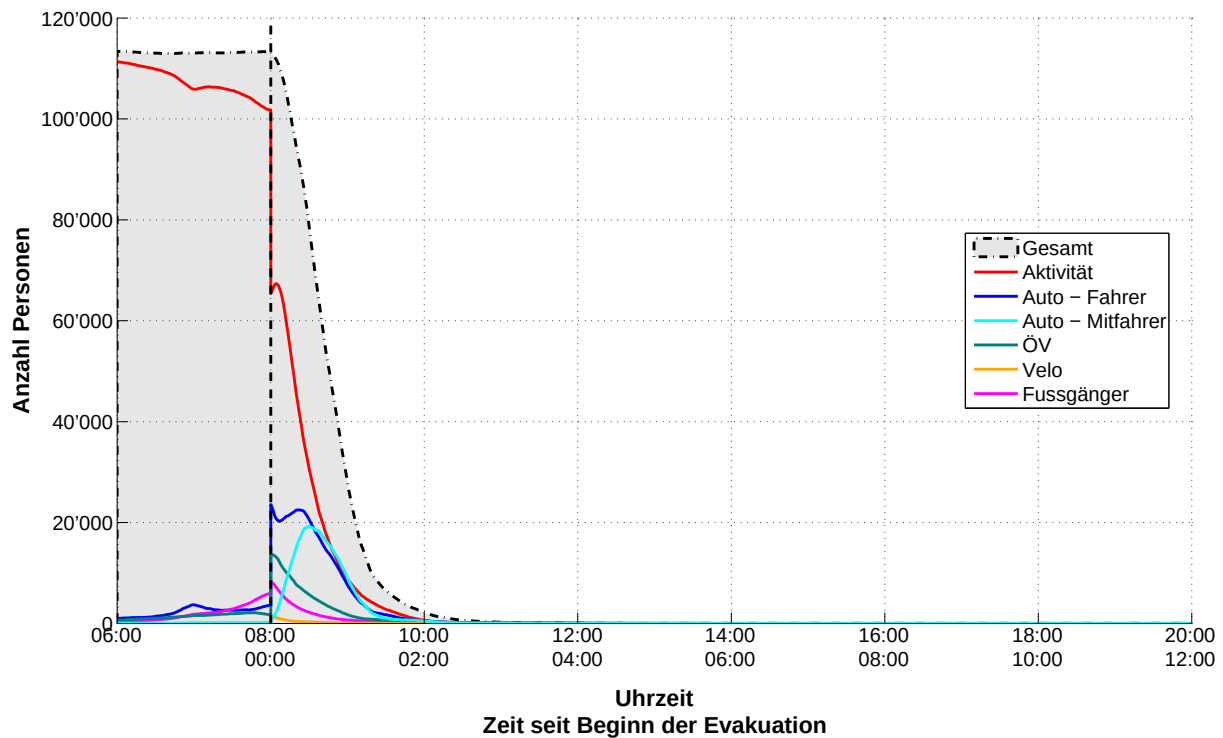


Abbildung 291: Lauf 117

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

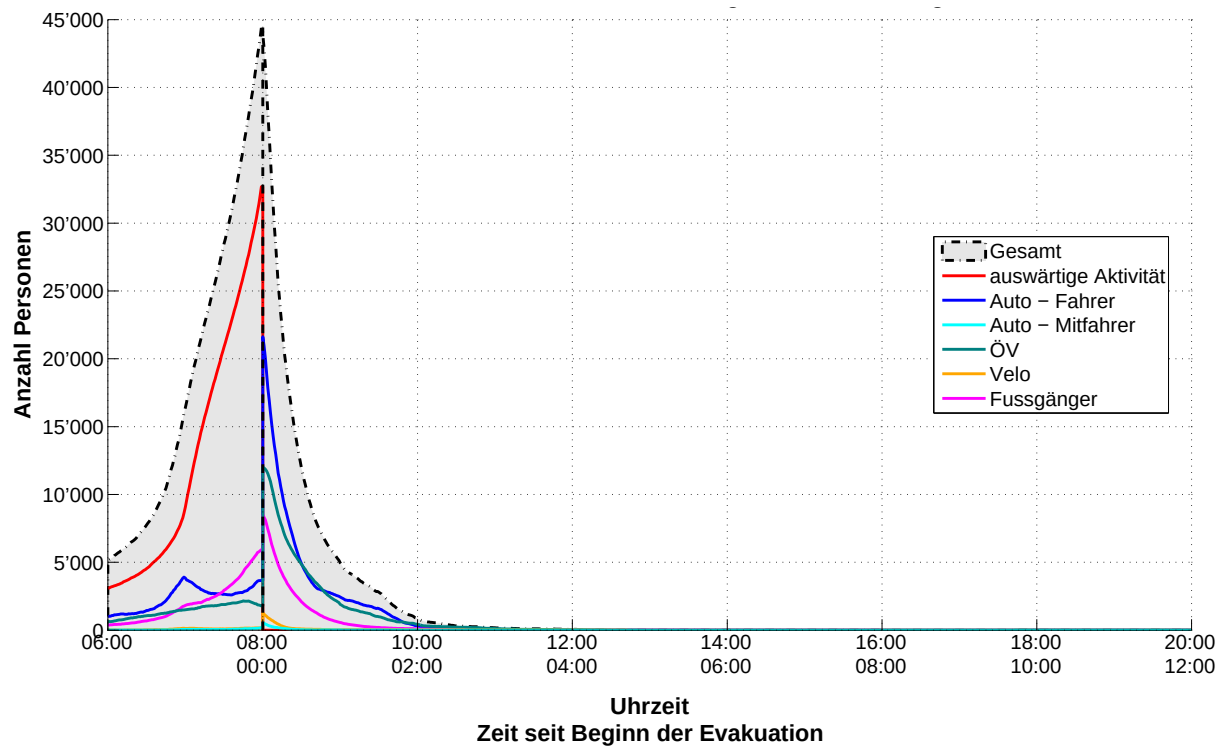
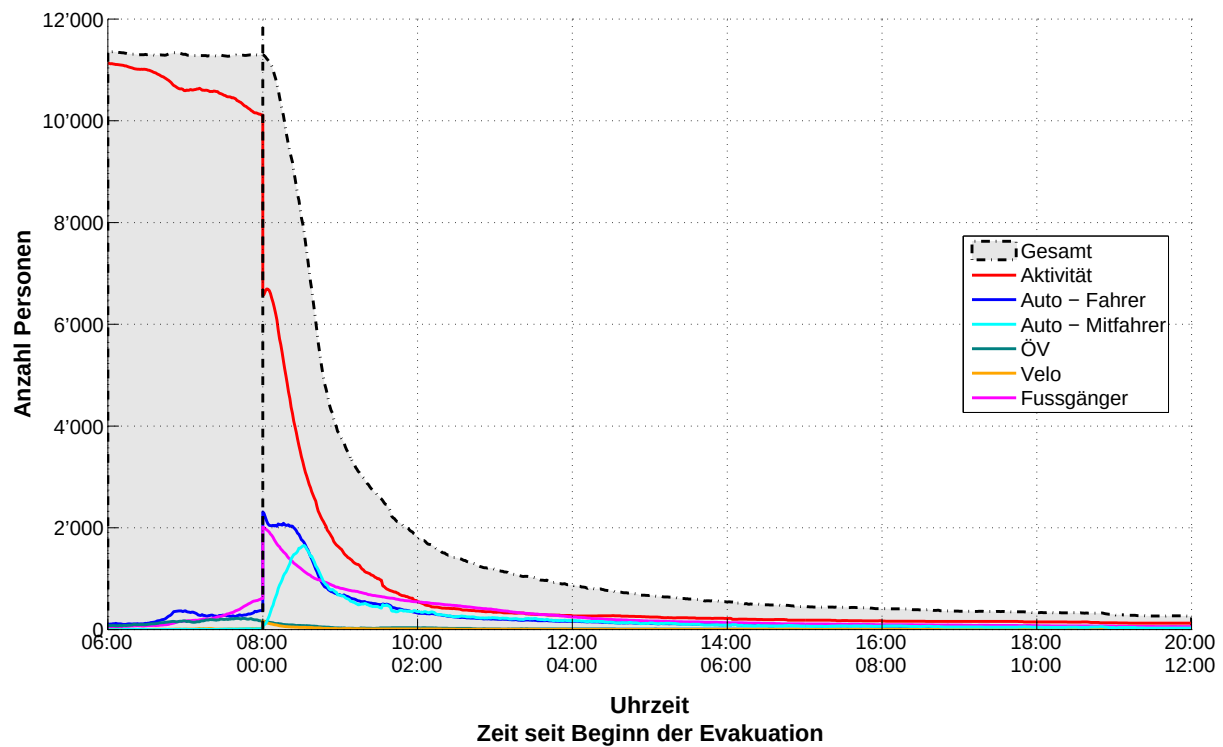


Abbildung 293: Lauf 118

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

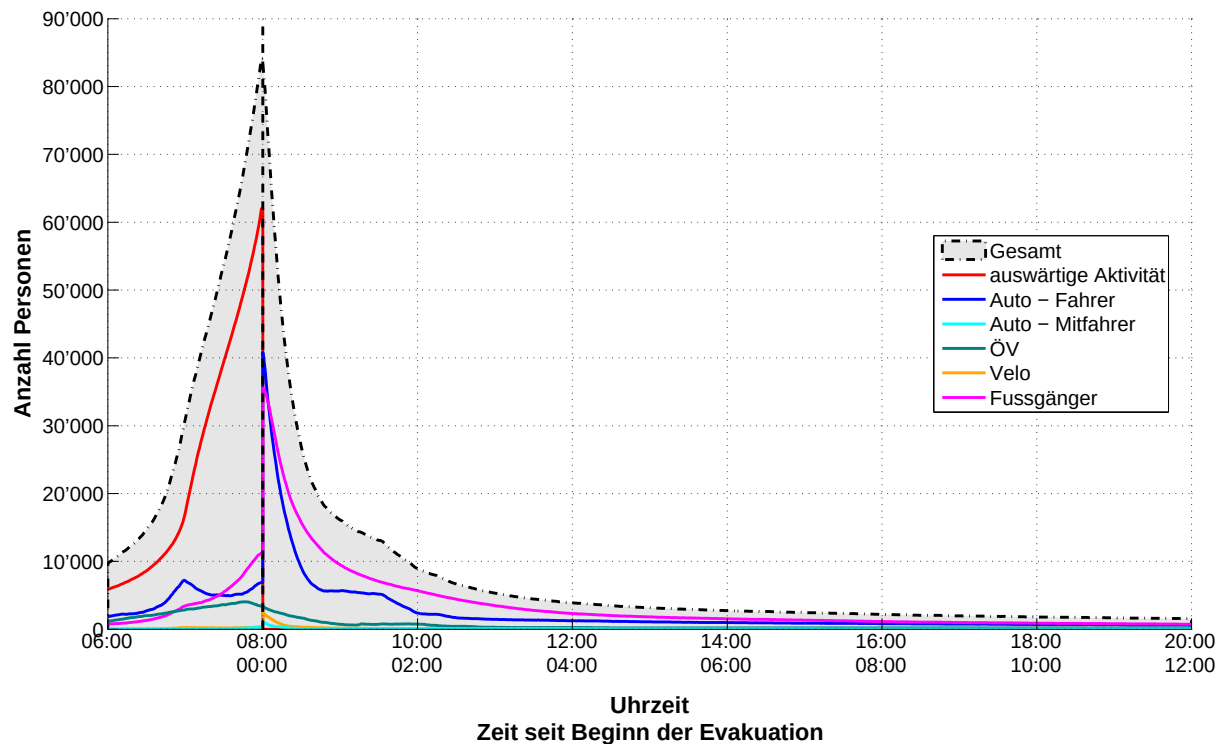


Abbildung 295: Lauf 119

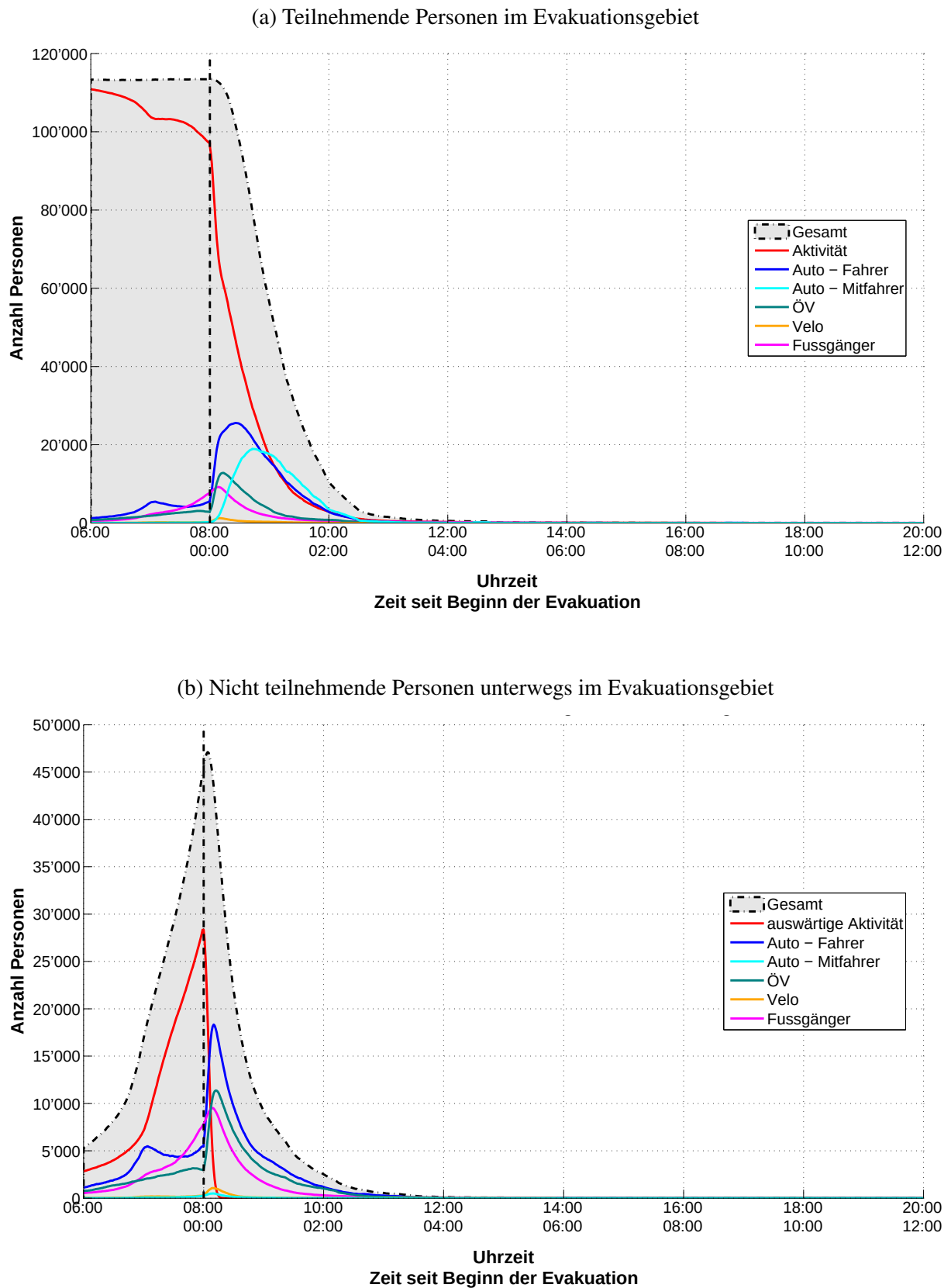


Abbildung 297: Lauf 120

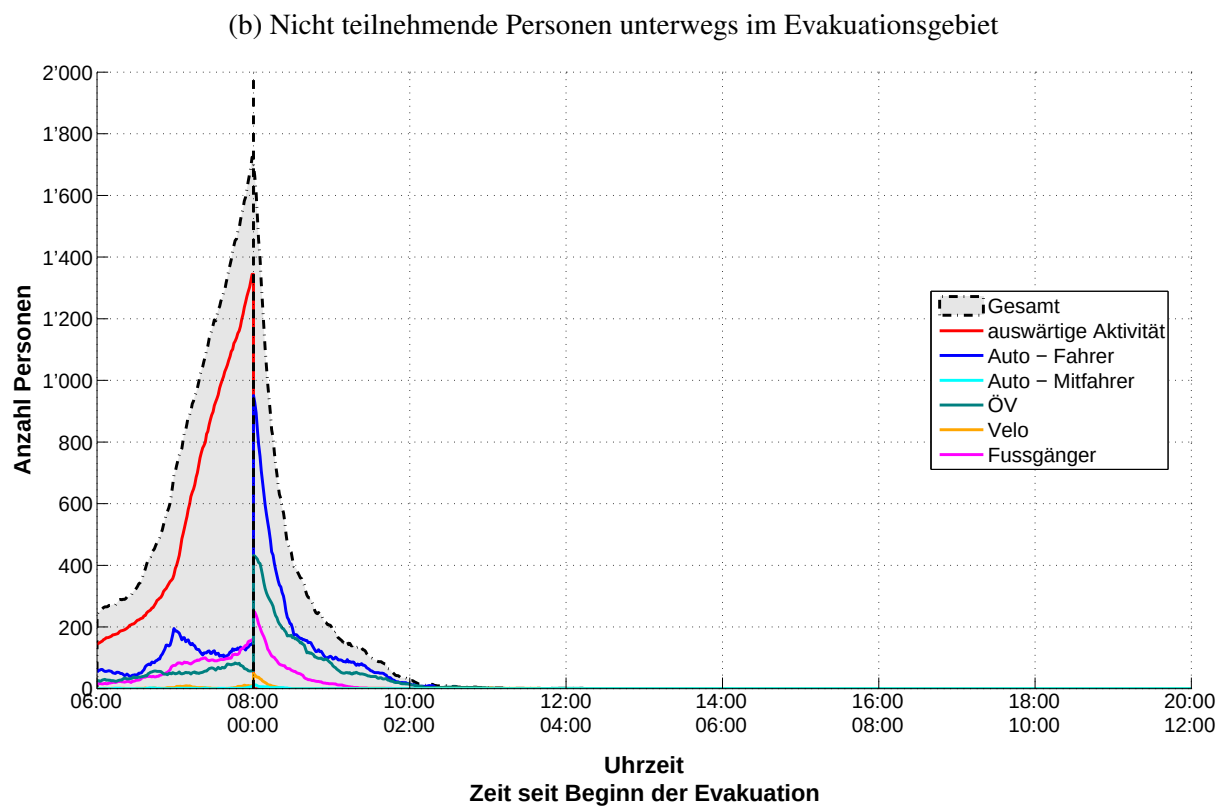
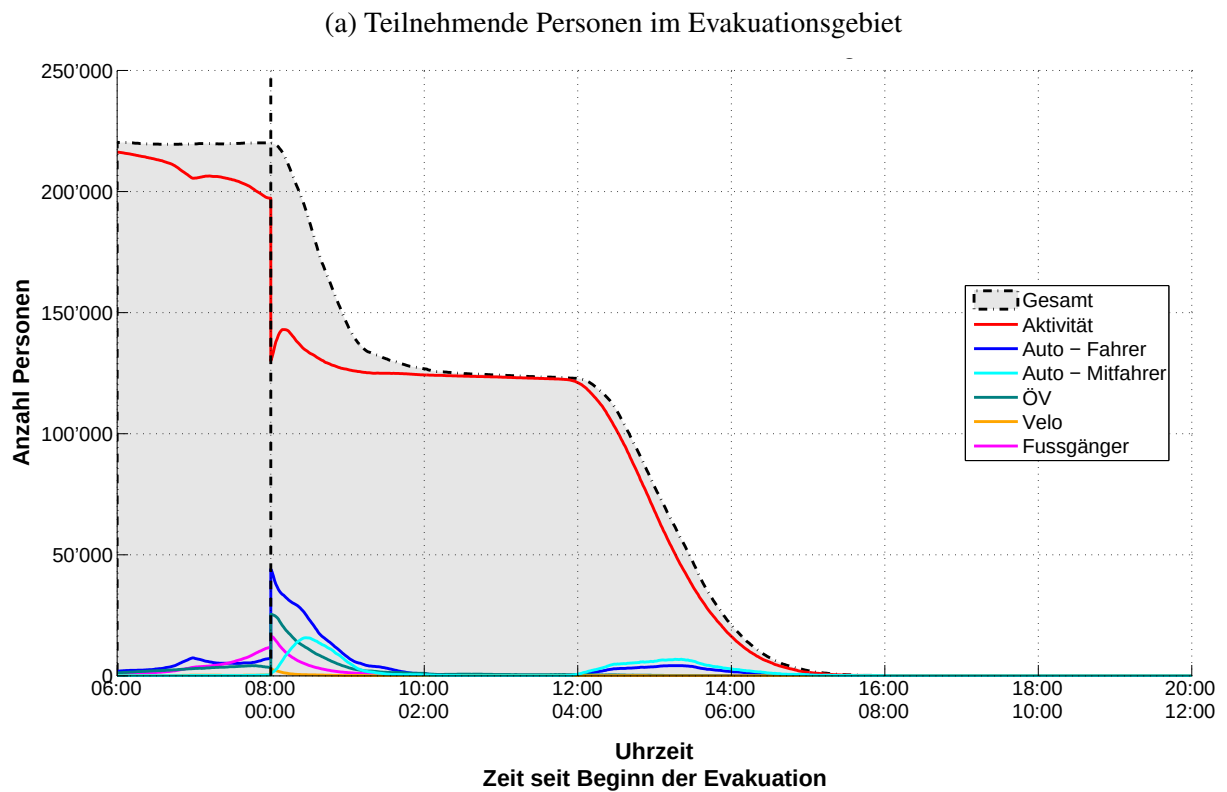
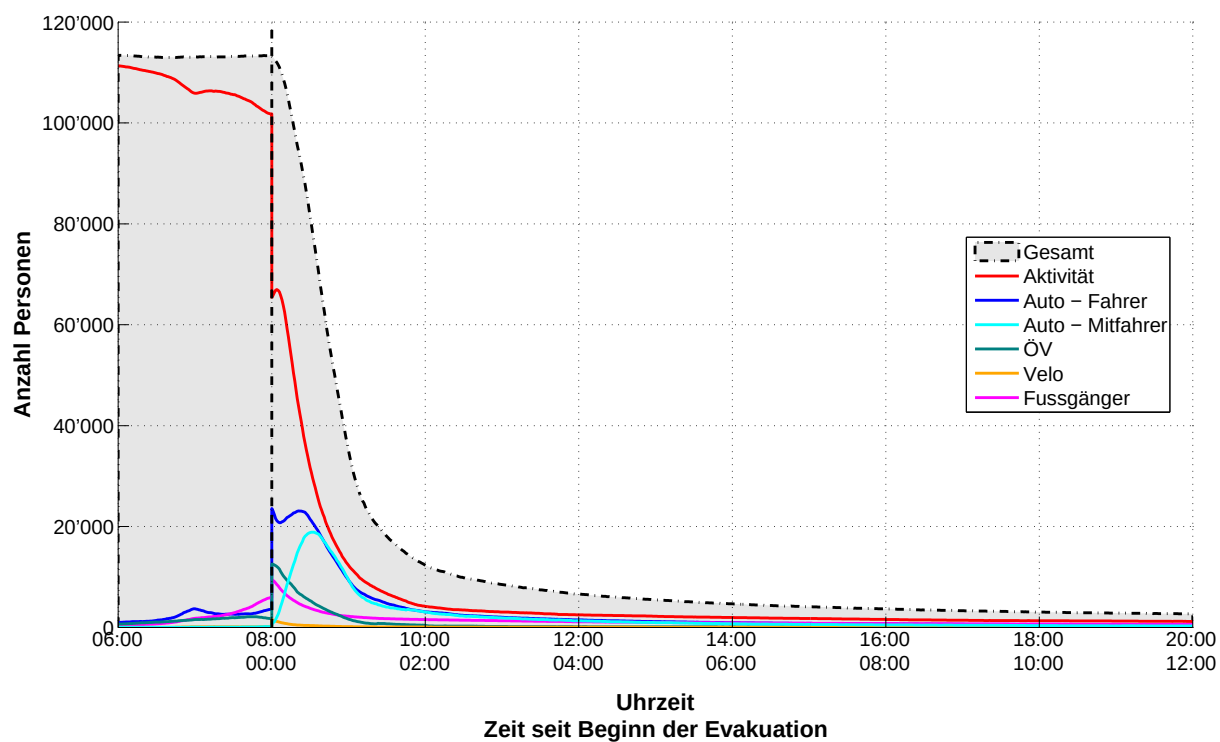


Abbildung 299: Lauf 121

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

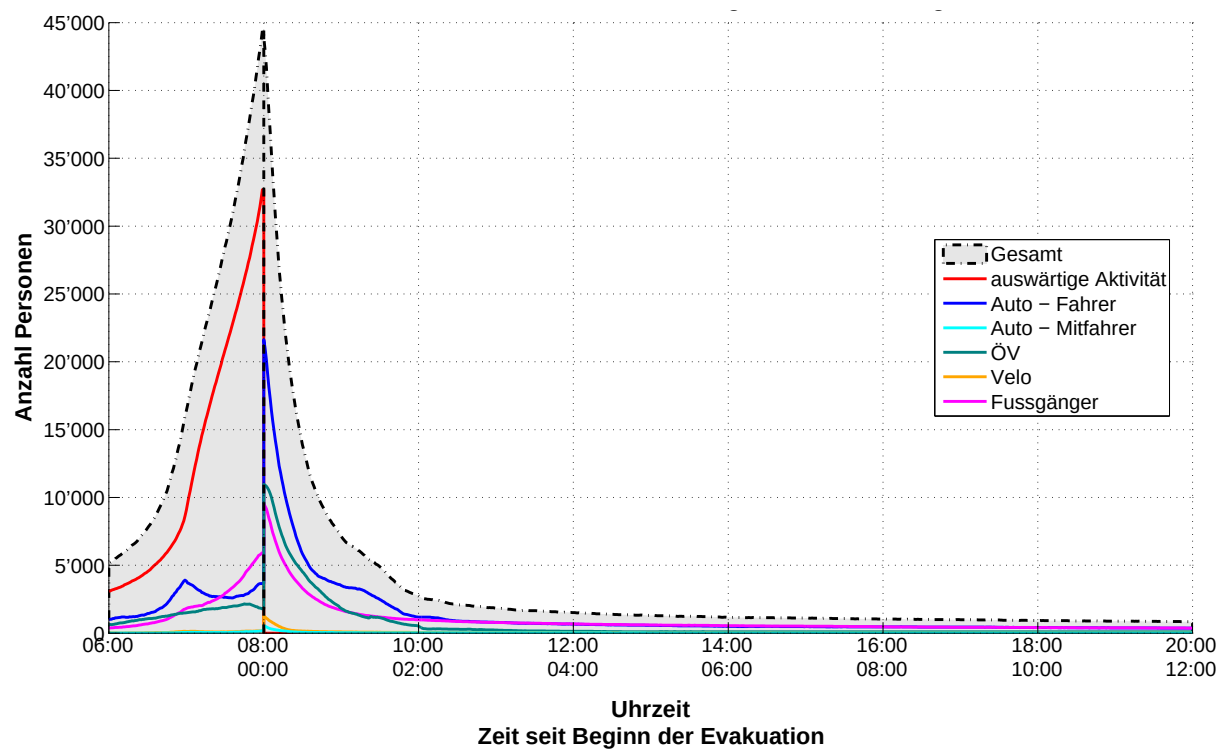


Abbildung 301: Lauf 122

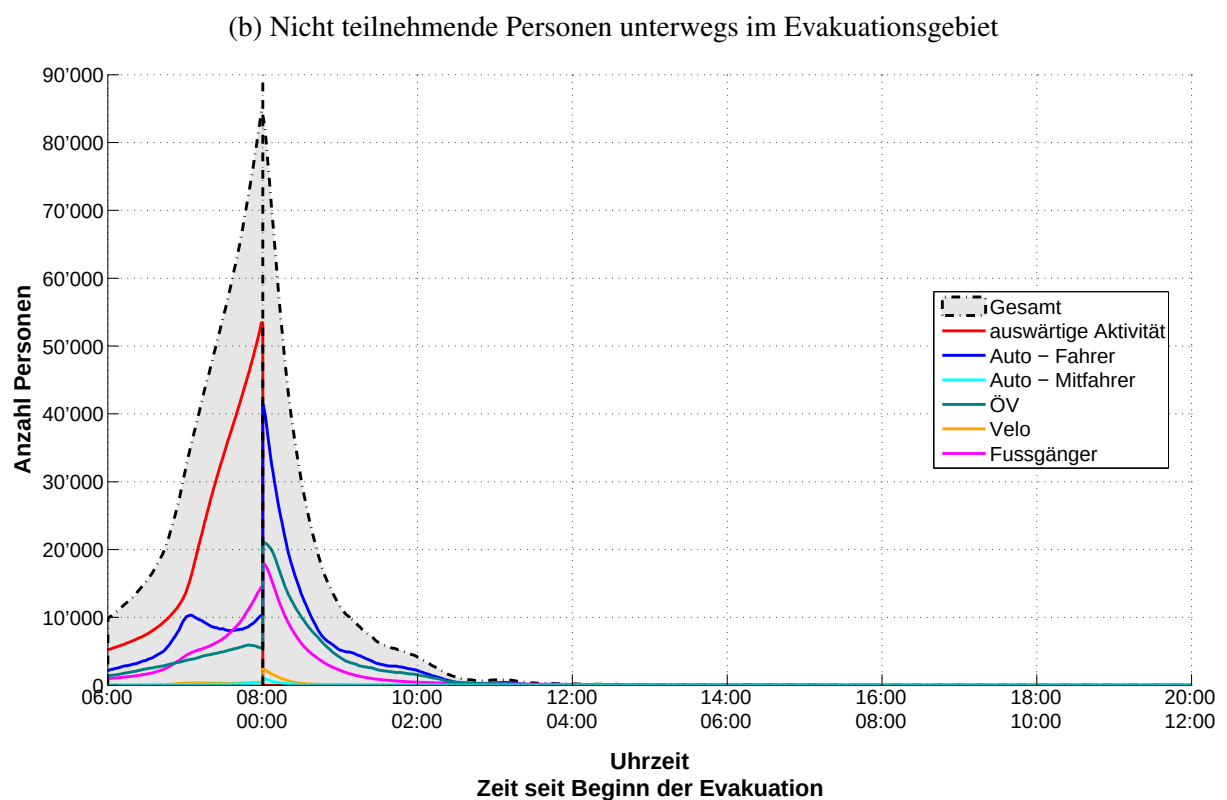
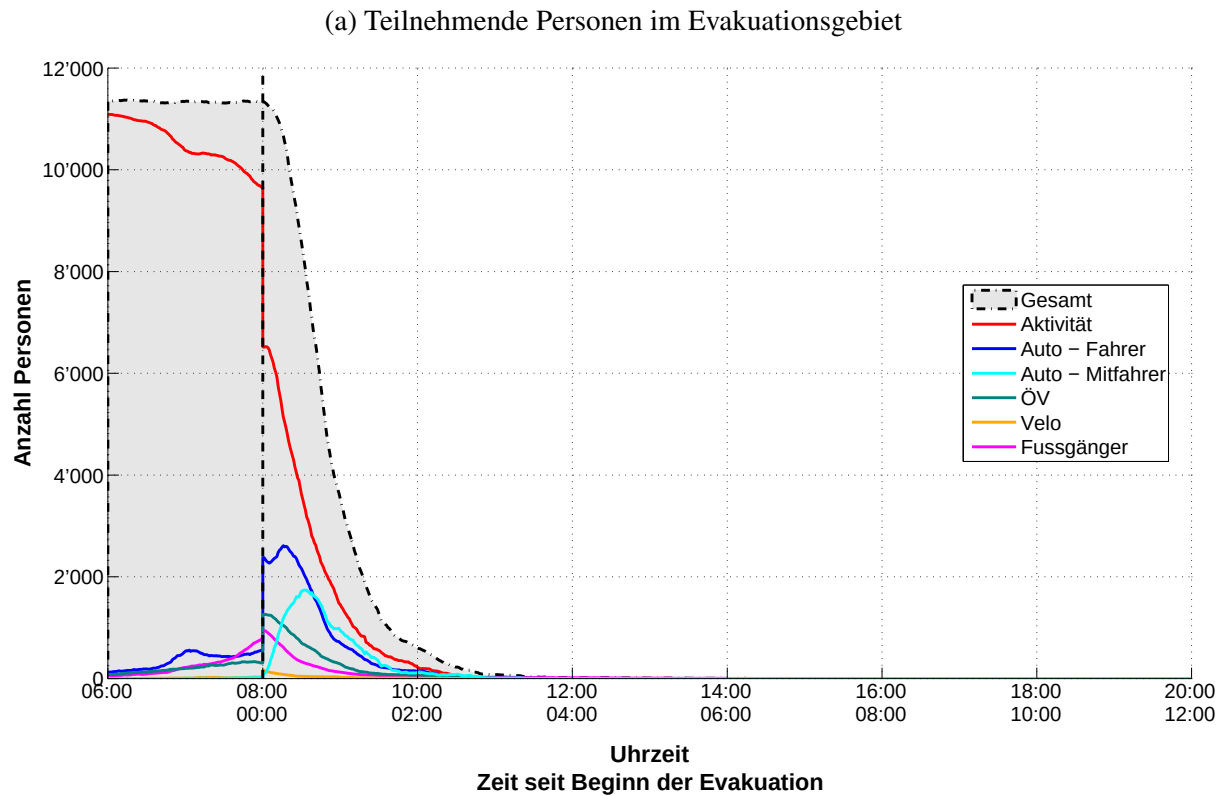


Abbildung 303: Lauf 123

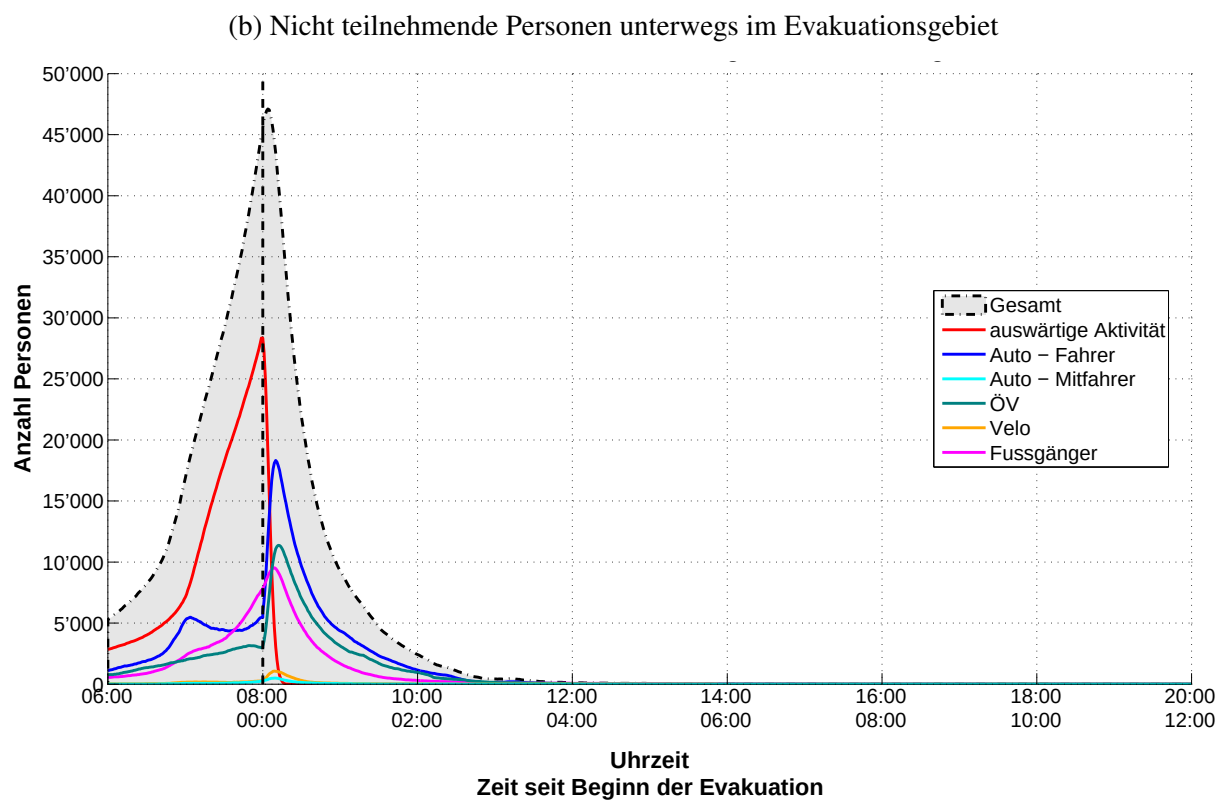
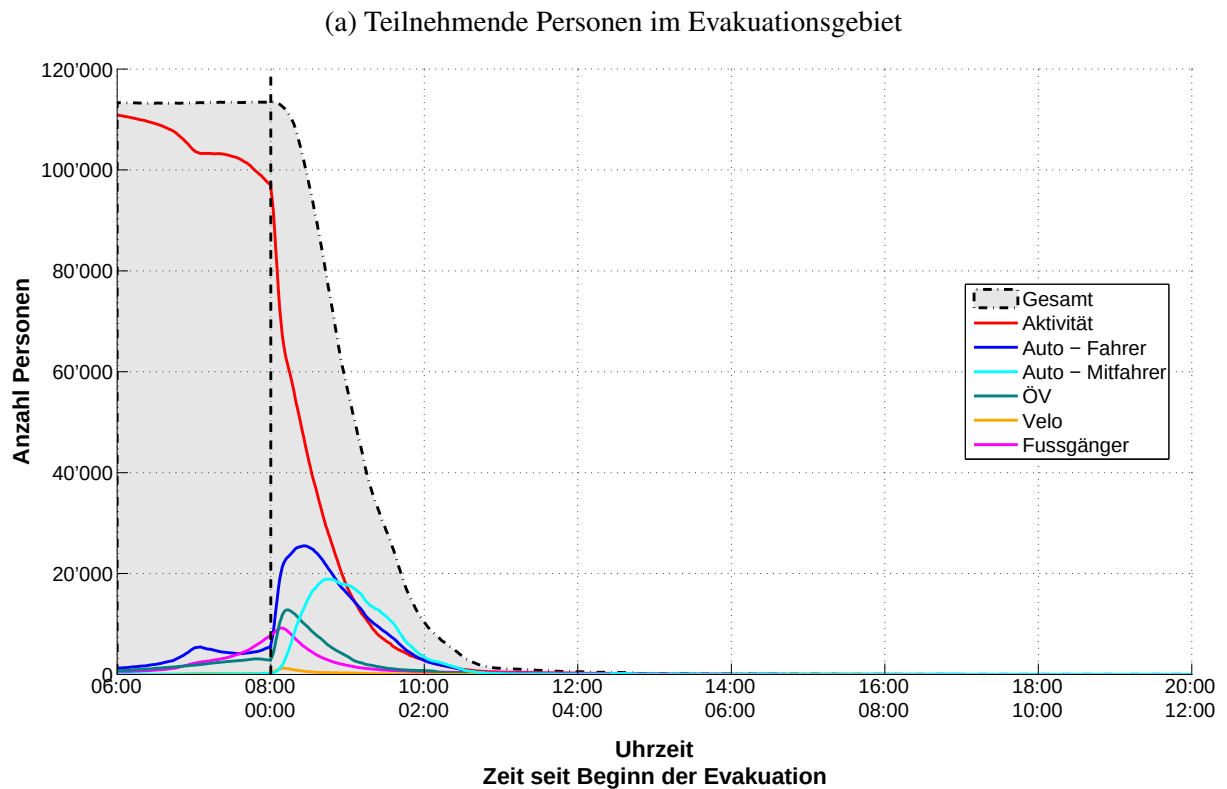


Abbildung 305: Lauf 124

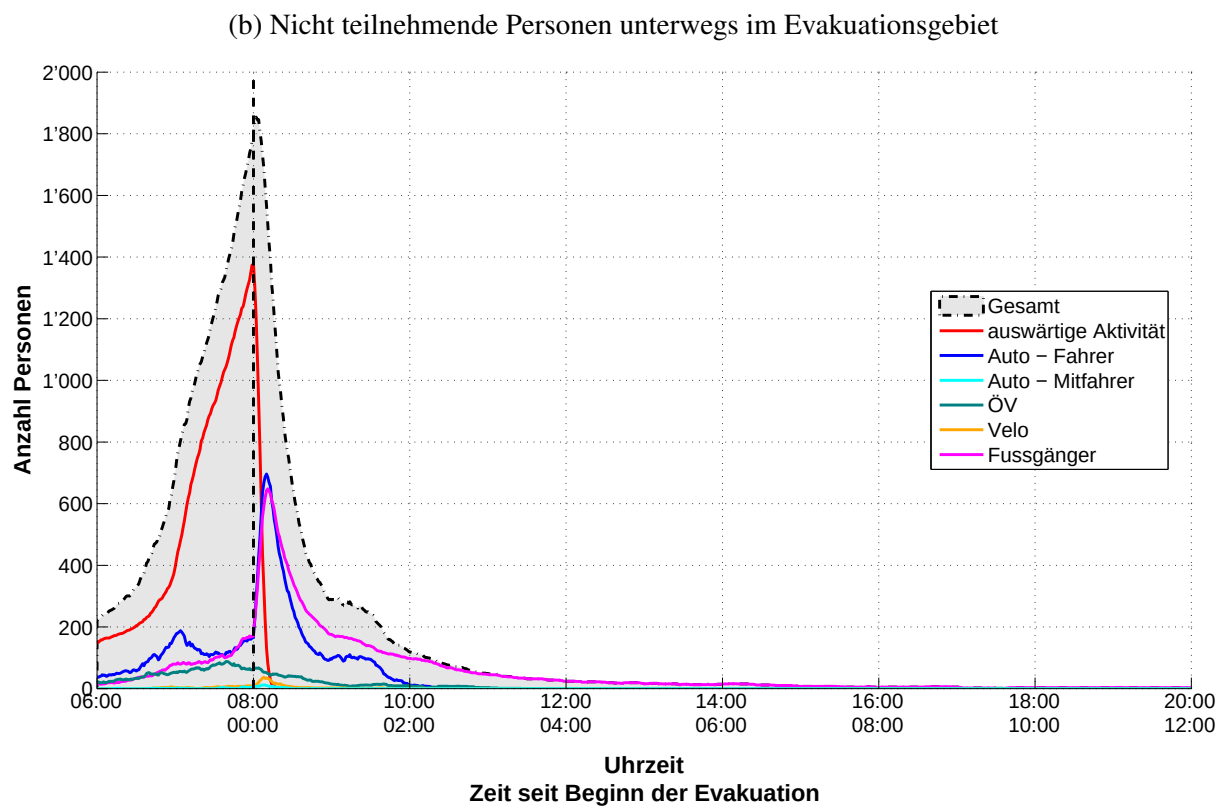
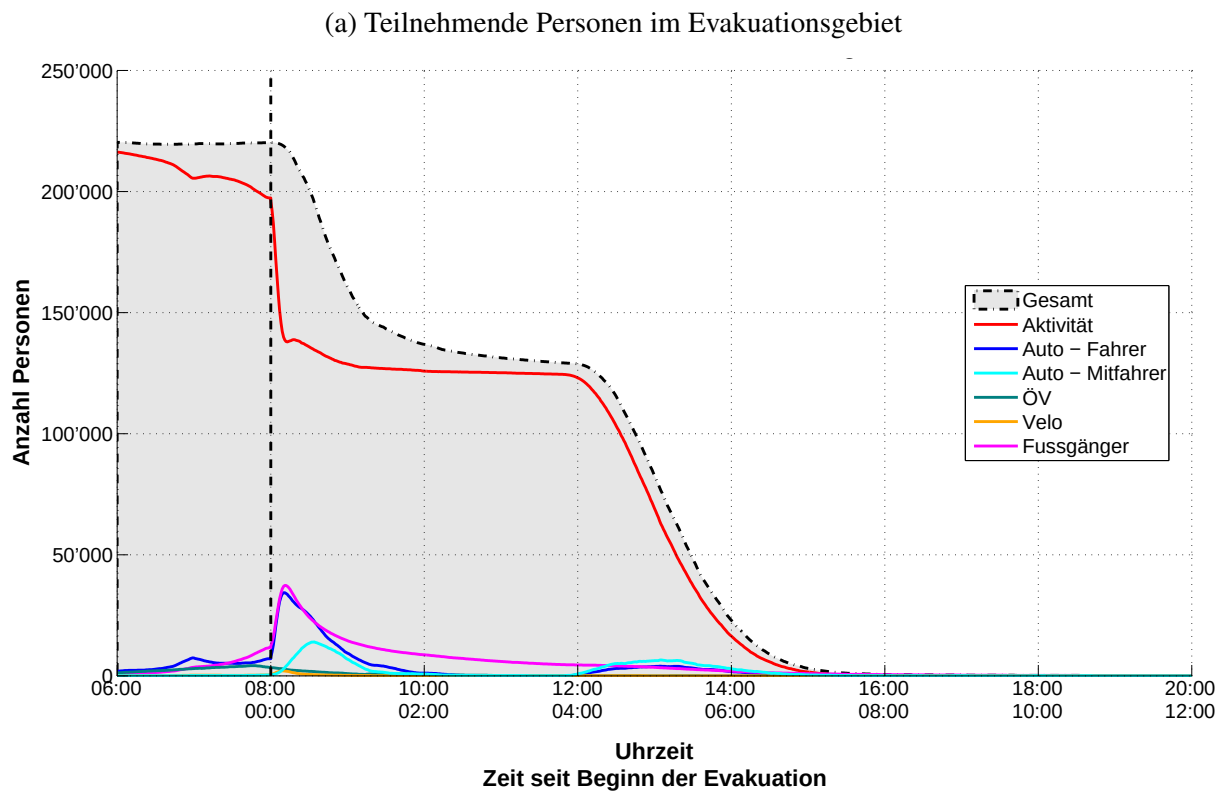


Abbildung 307: Lauf 125

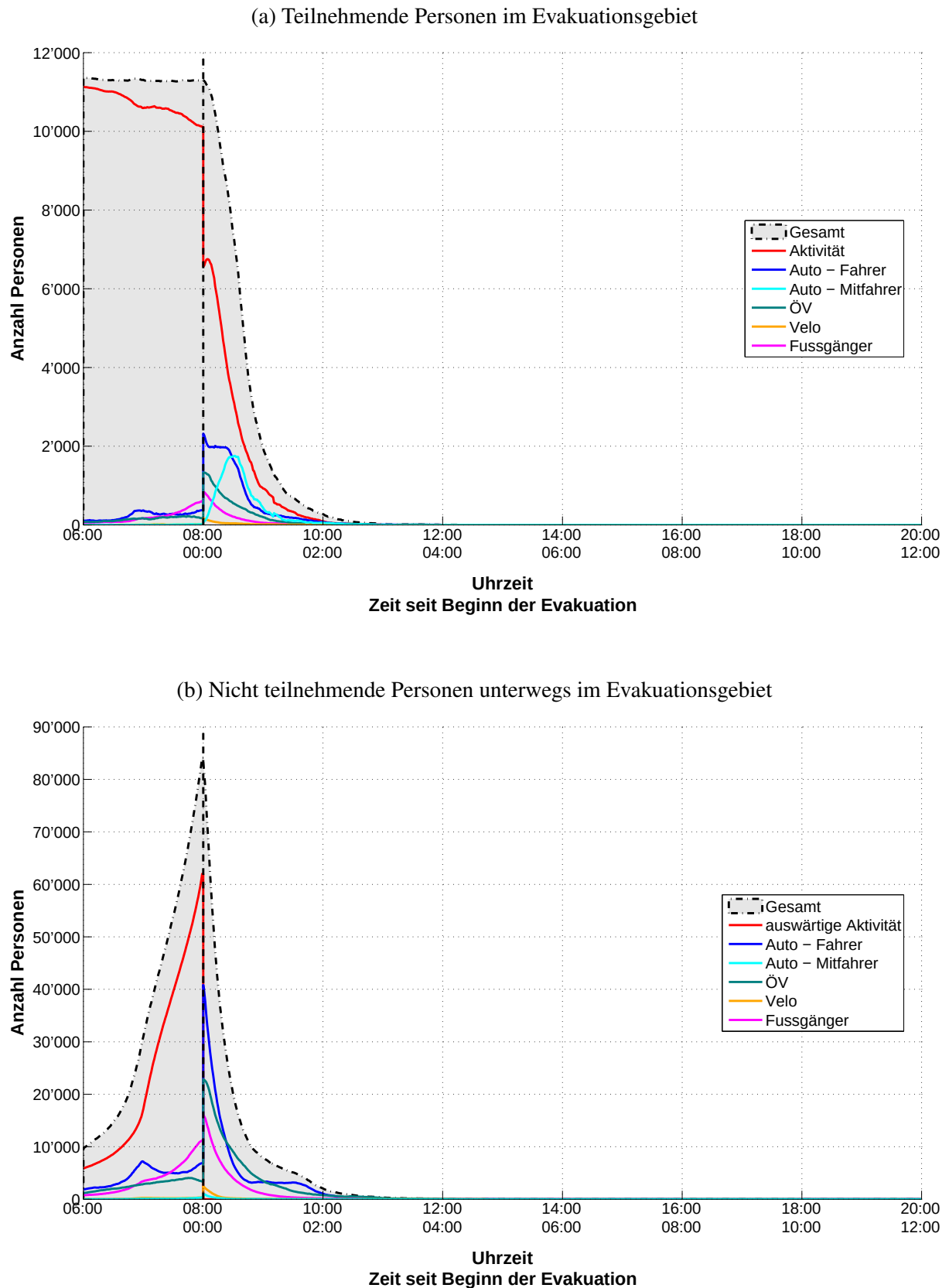


Abbildung 309: Lauf 126

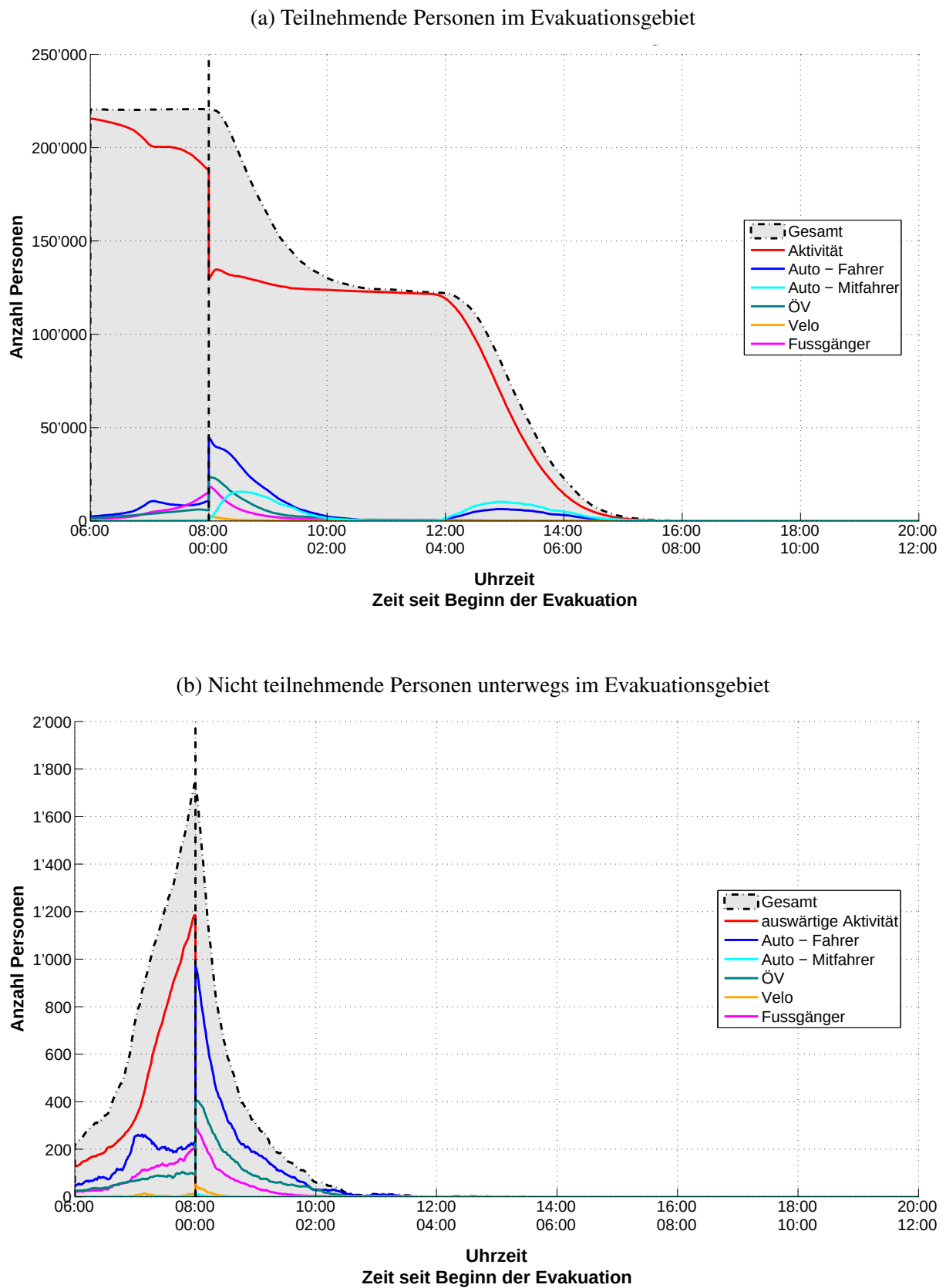


Abbildung 311: Lauf 127

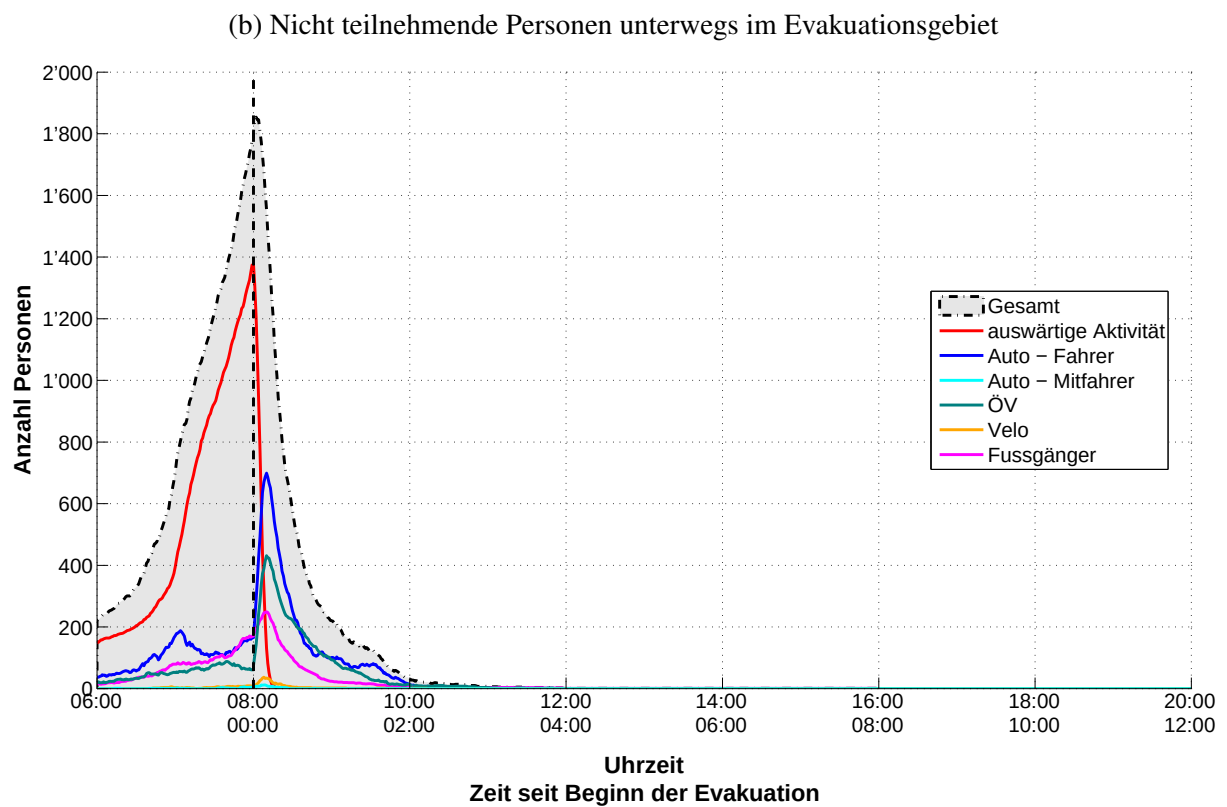
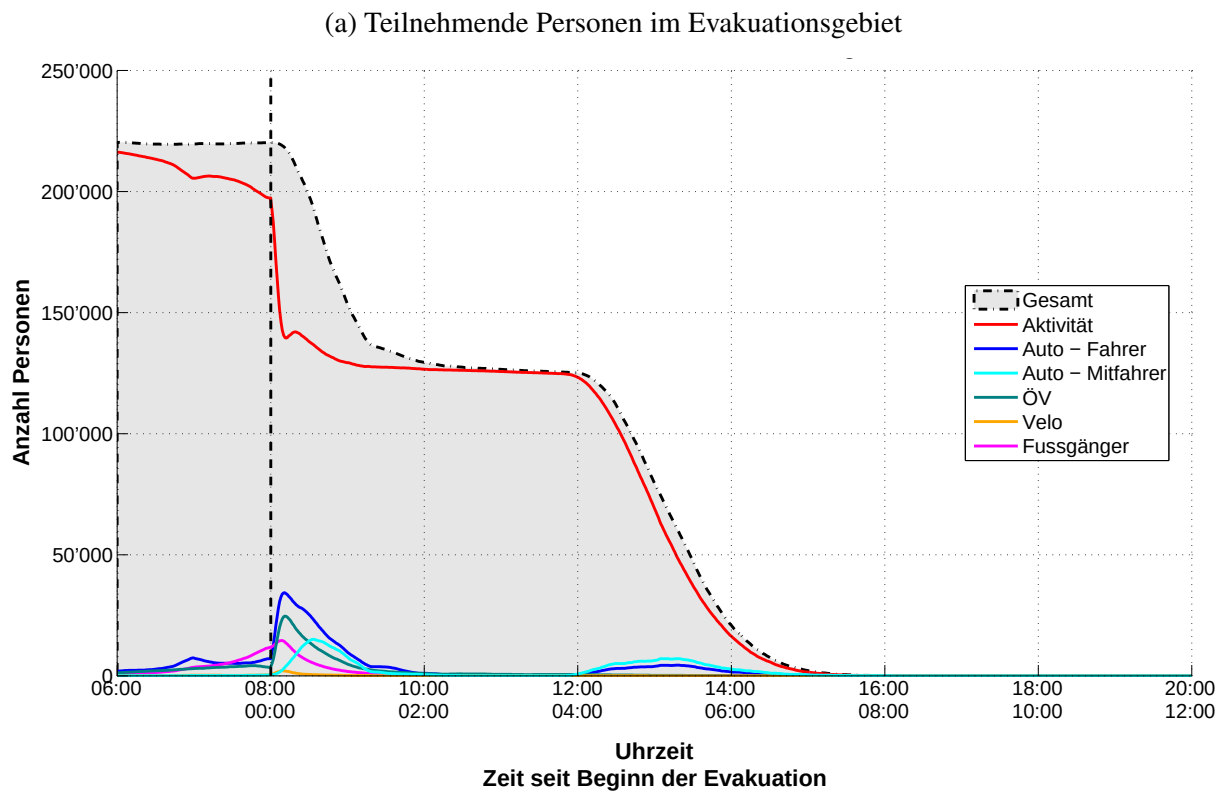


Abbildung 313: Lauf 128

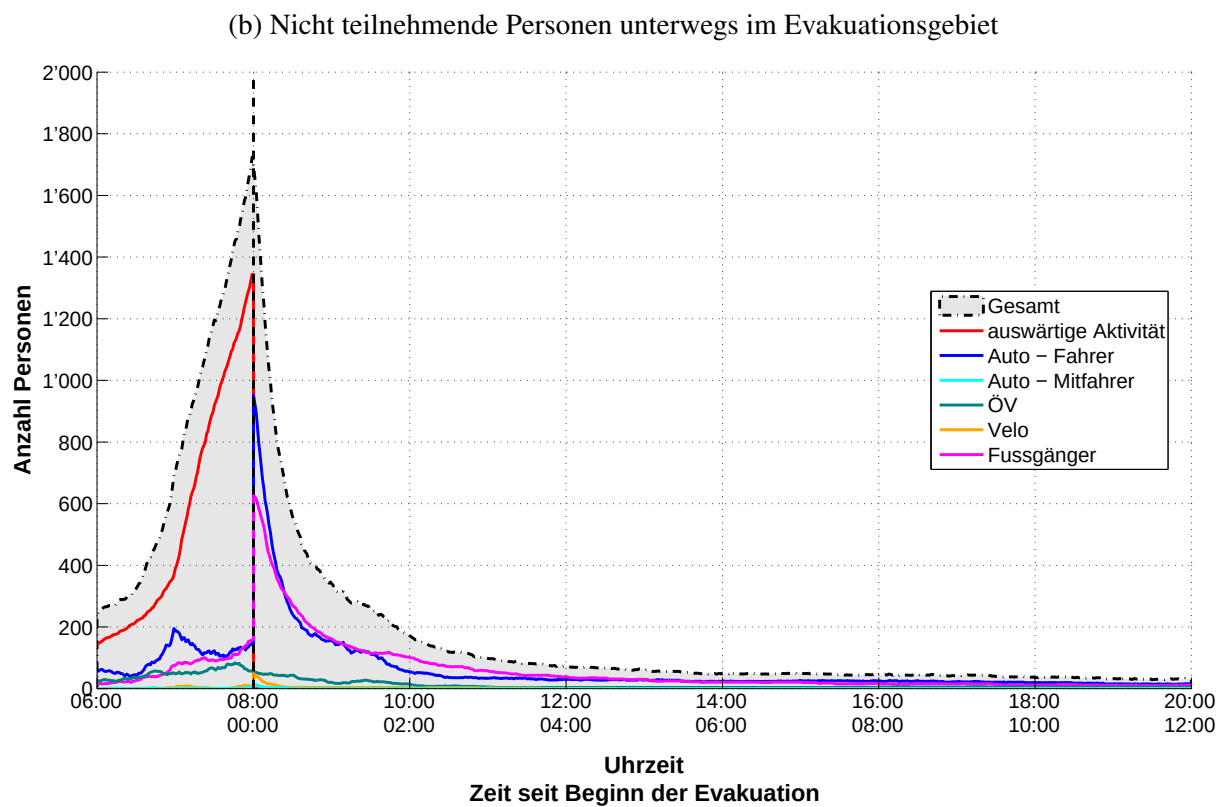
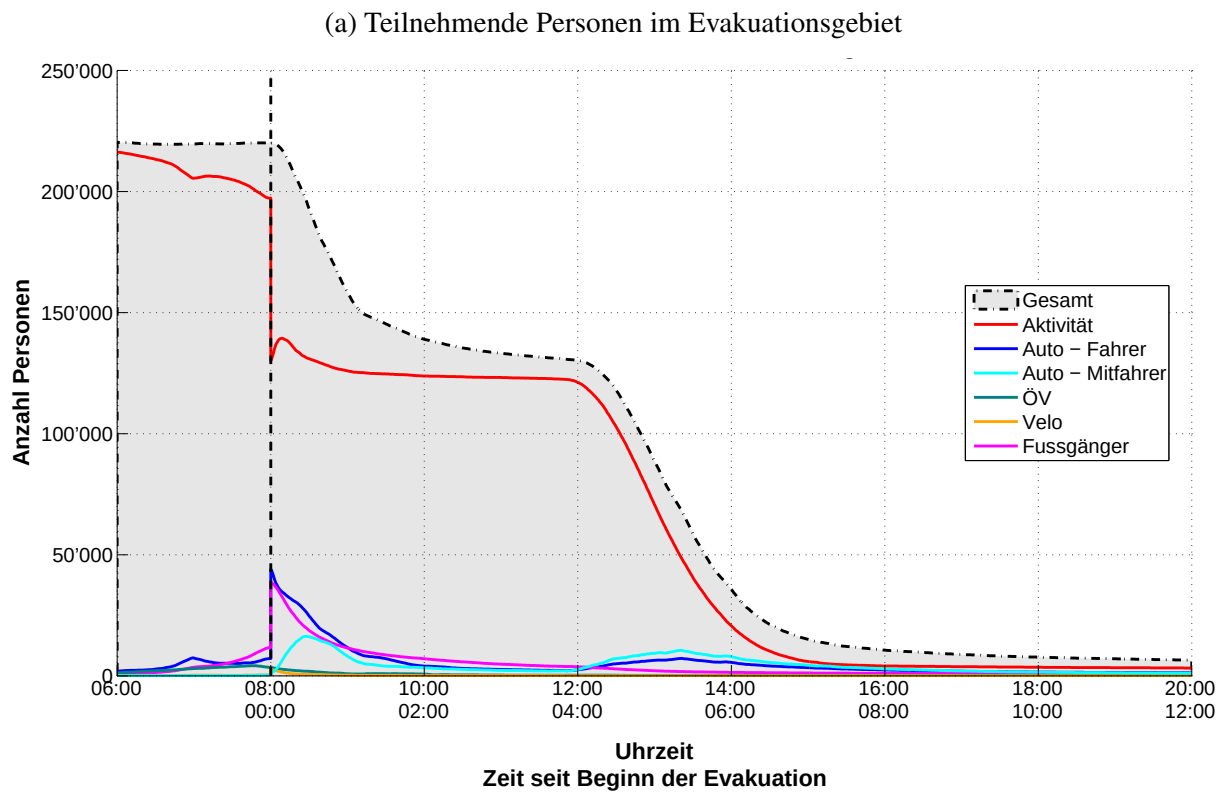


Abbildung 315: Lauf 129

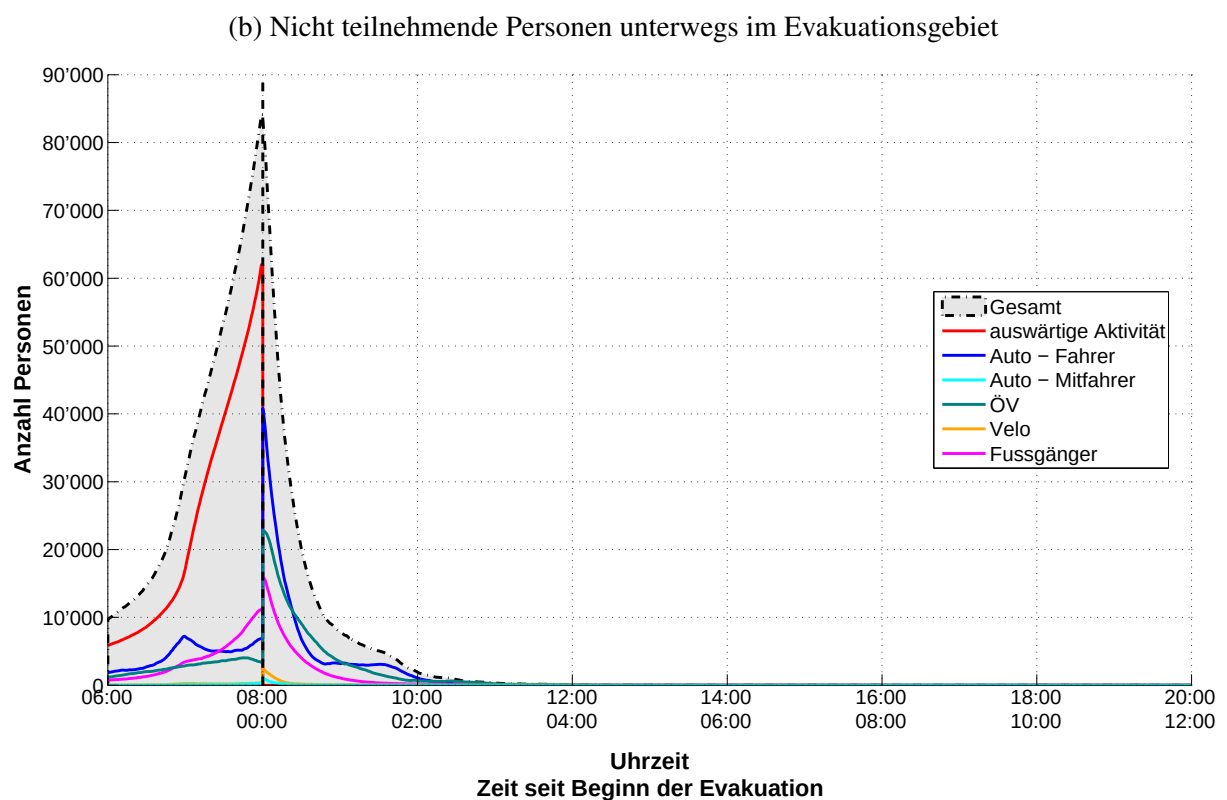
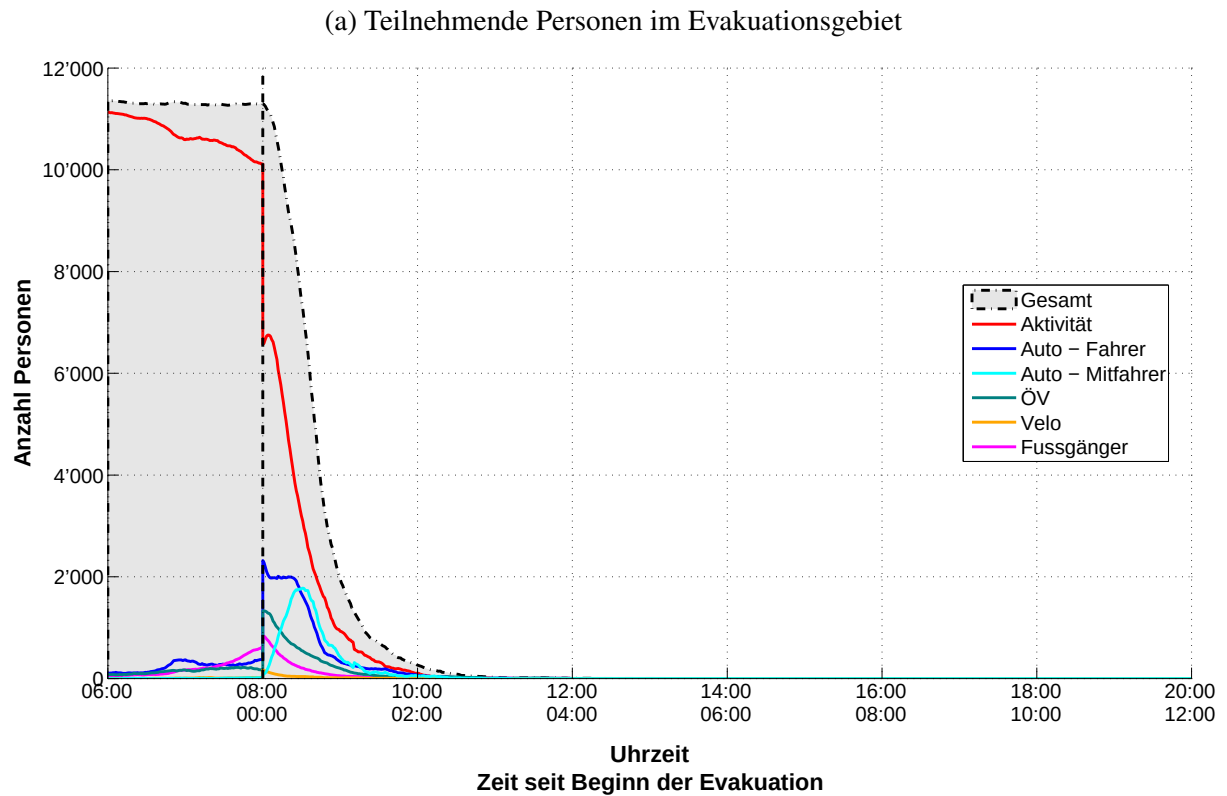


Abbildung 317: Lauf 130

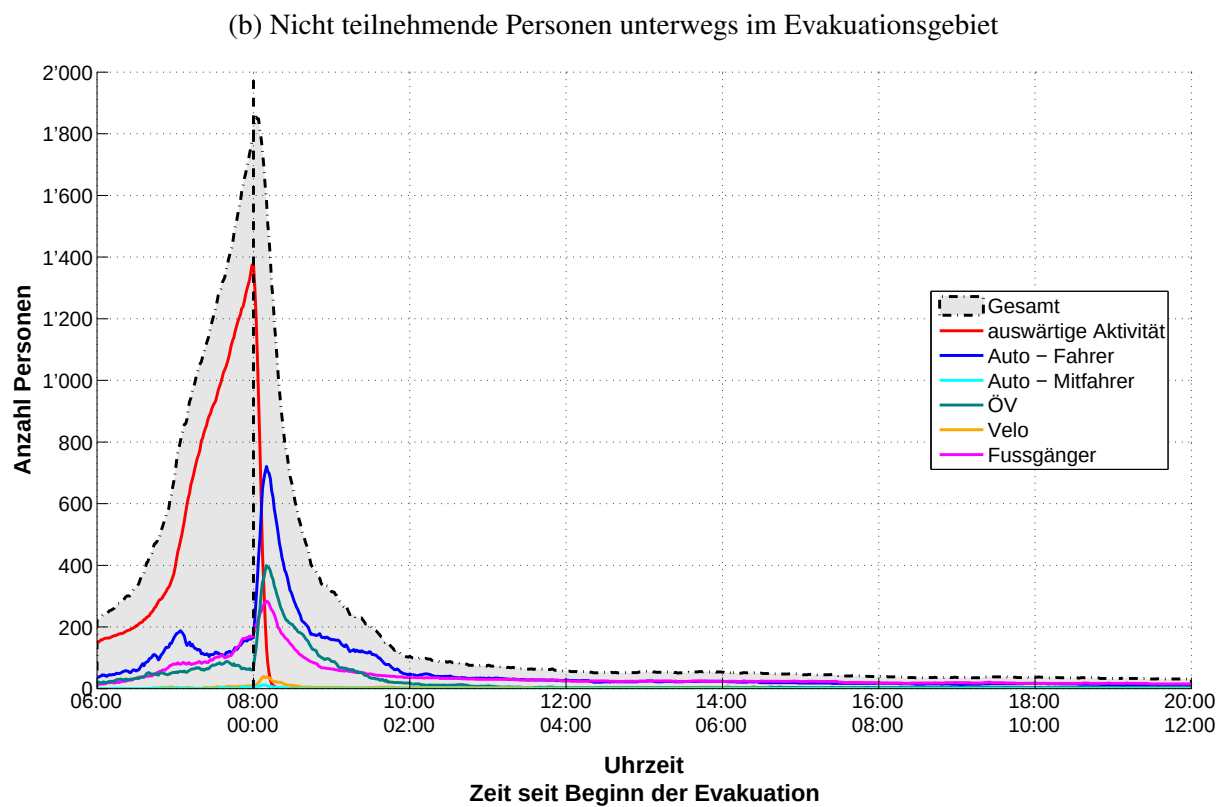
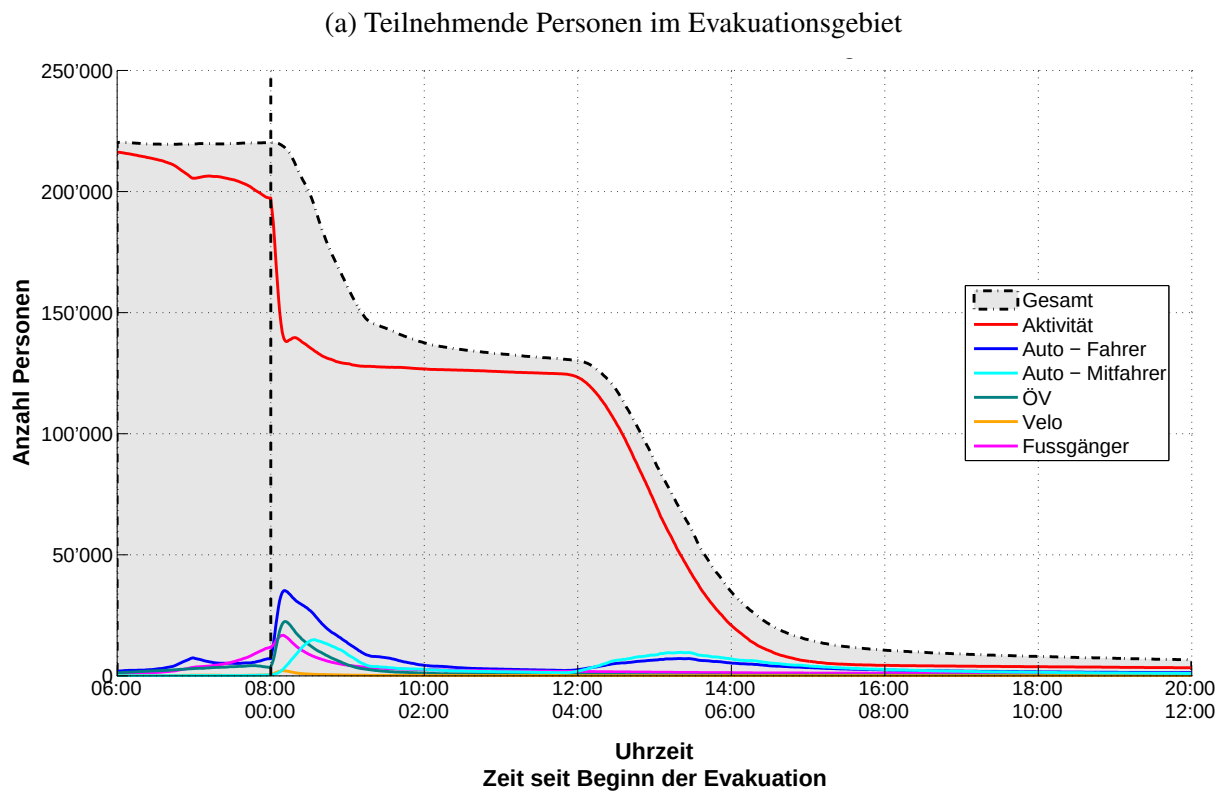


Abbildung 319: Lauf 131

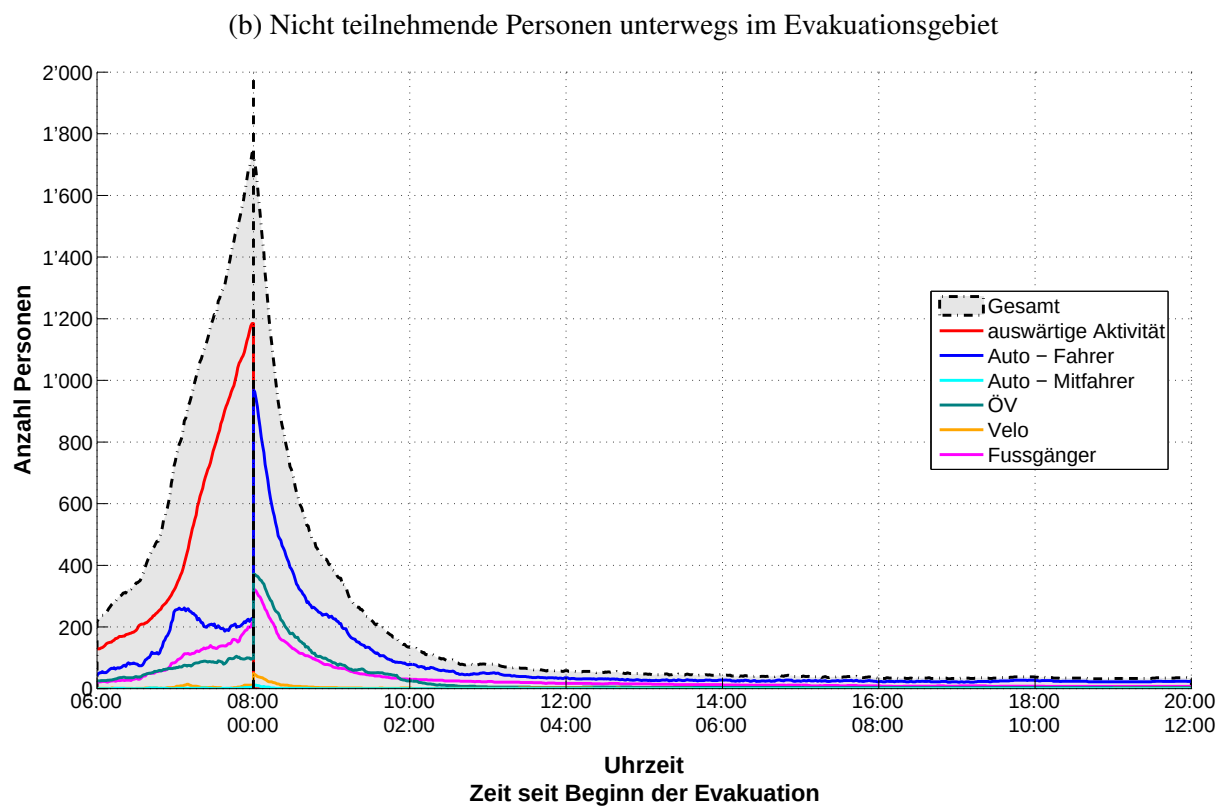
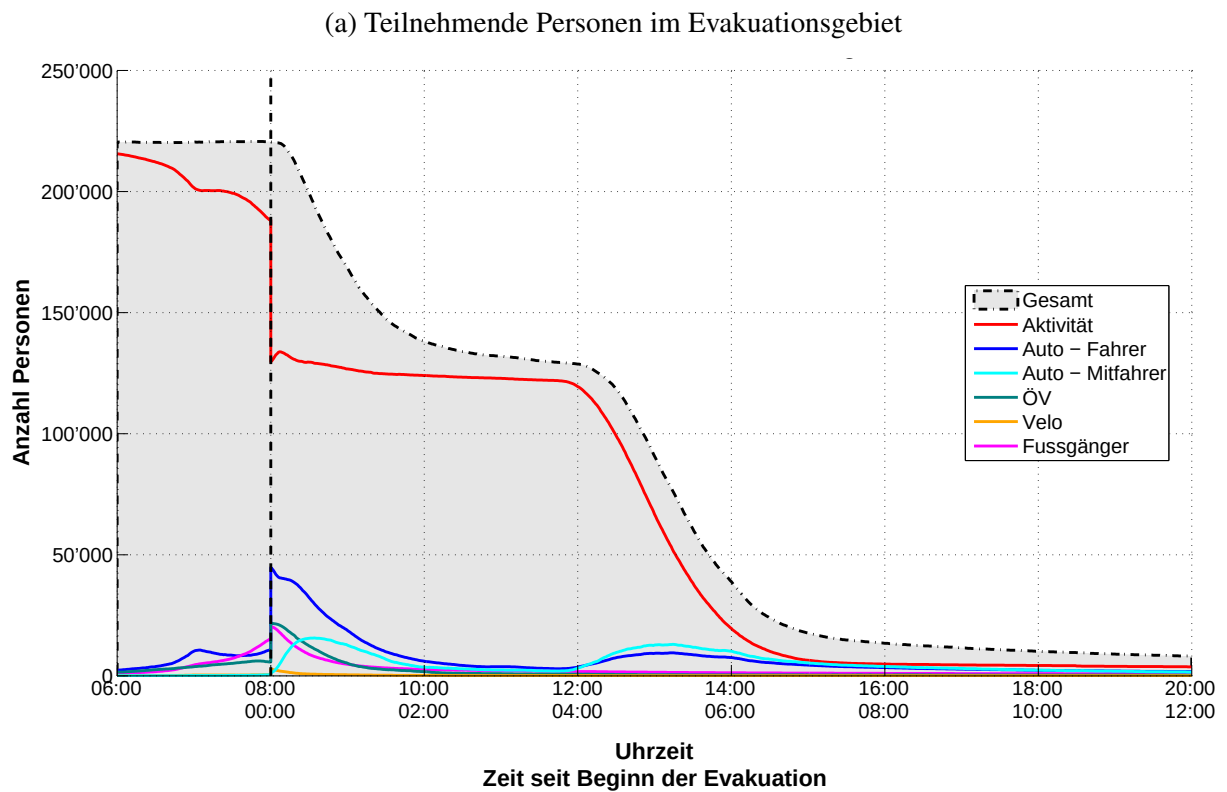


Abbildung 321: Lauf 132

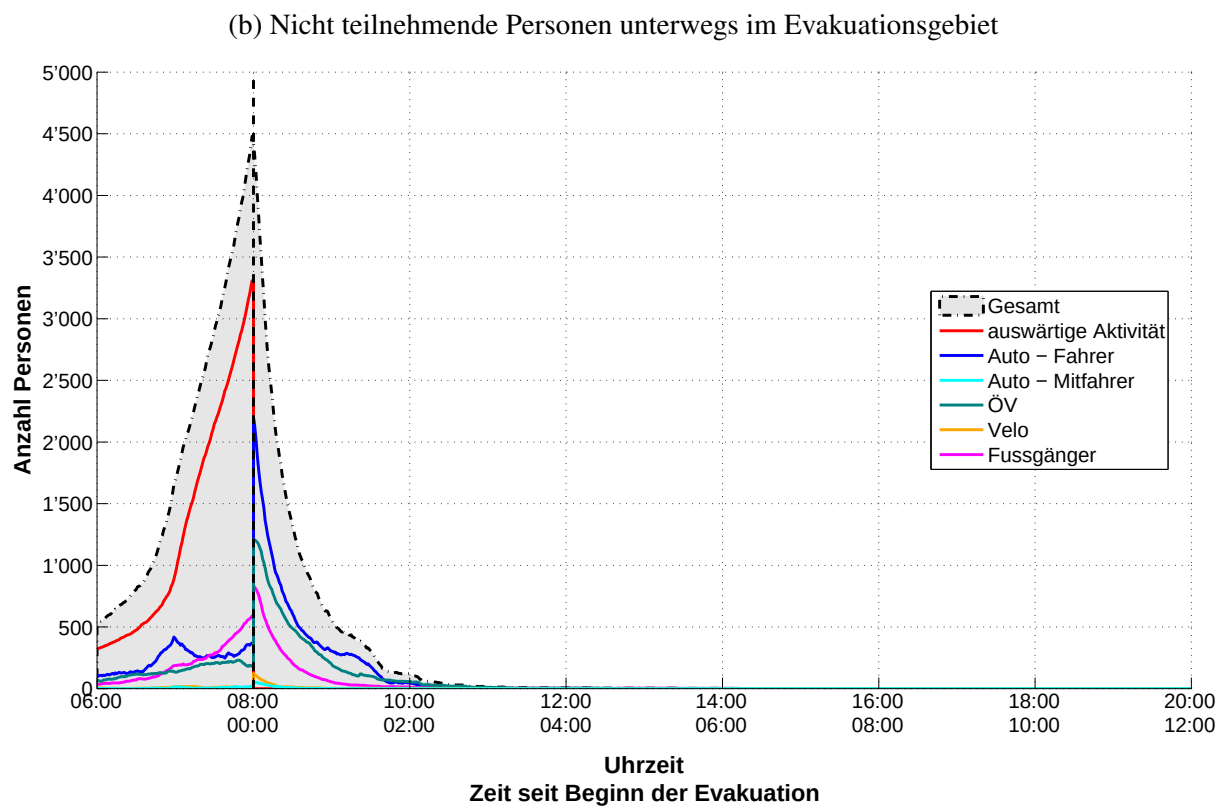
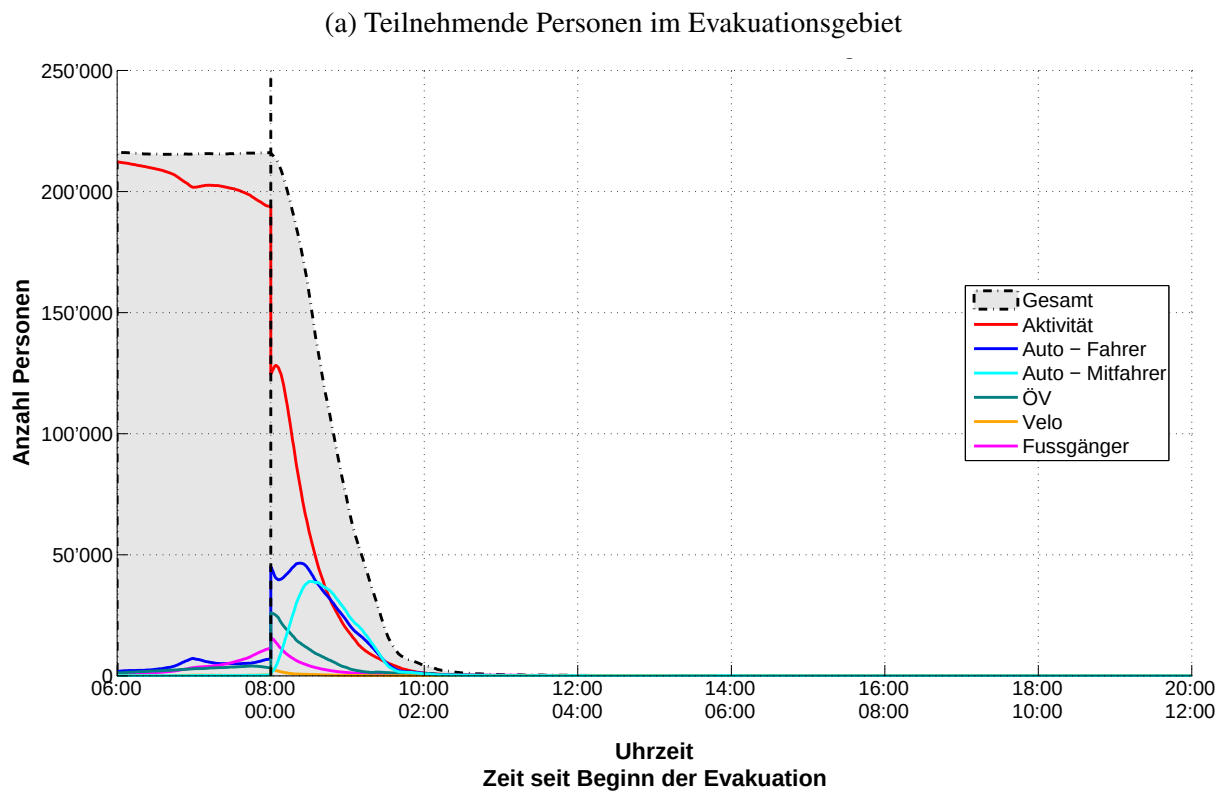


Abbildung 323: Lauf 133

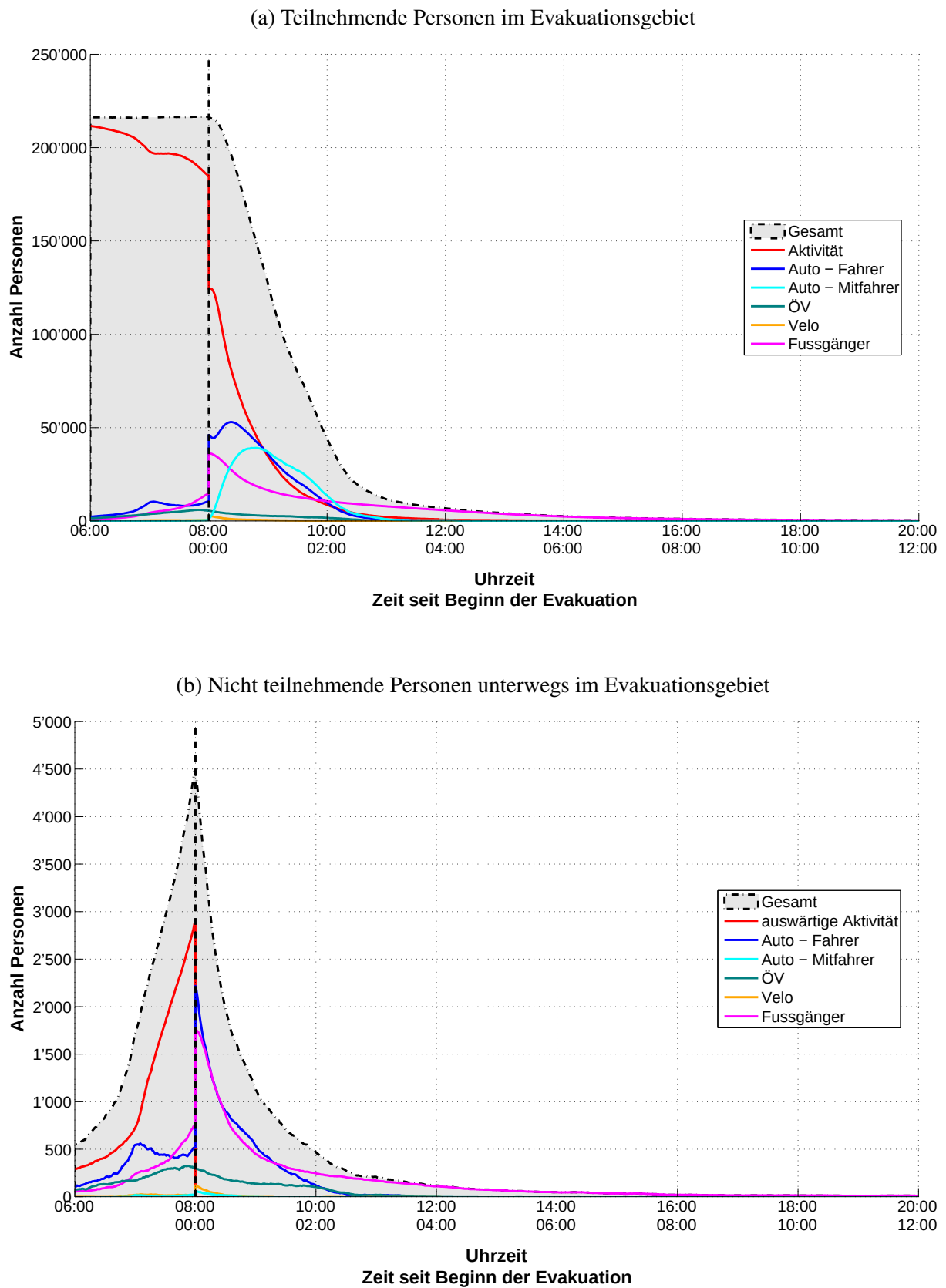


Abbildung 325: Lauf 134

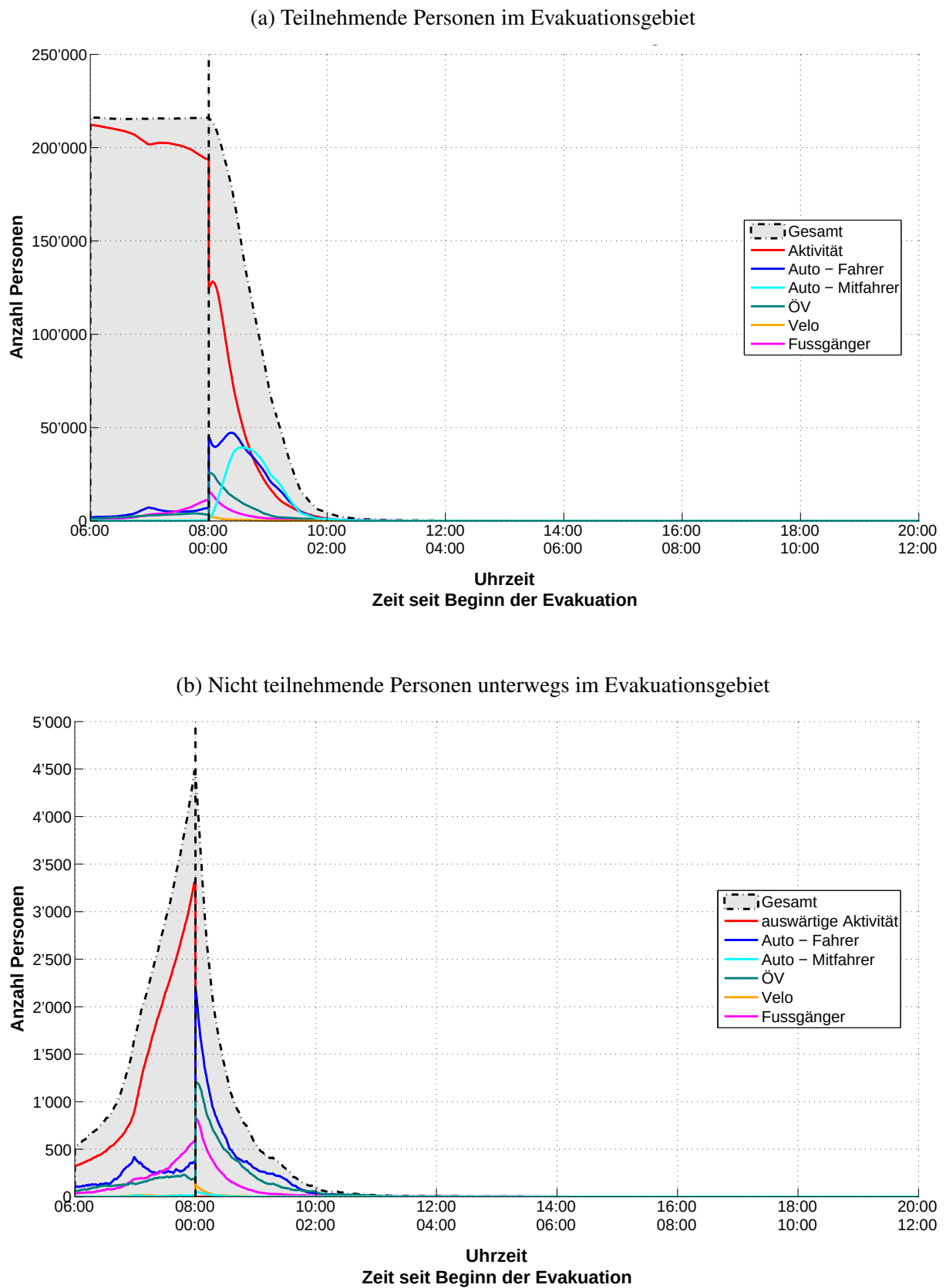


Abbildung 327: Lauf 135

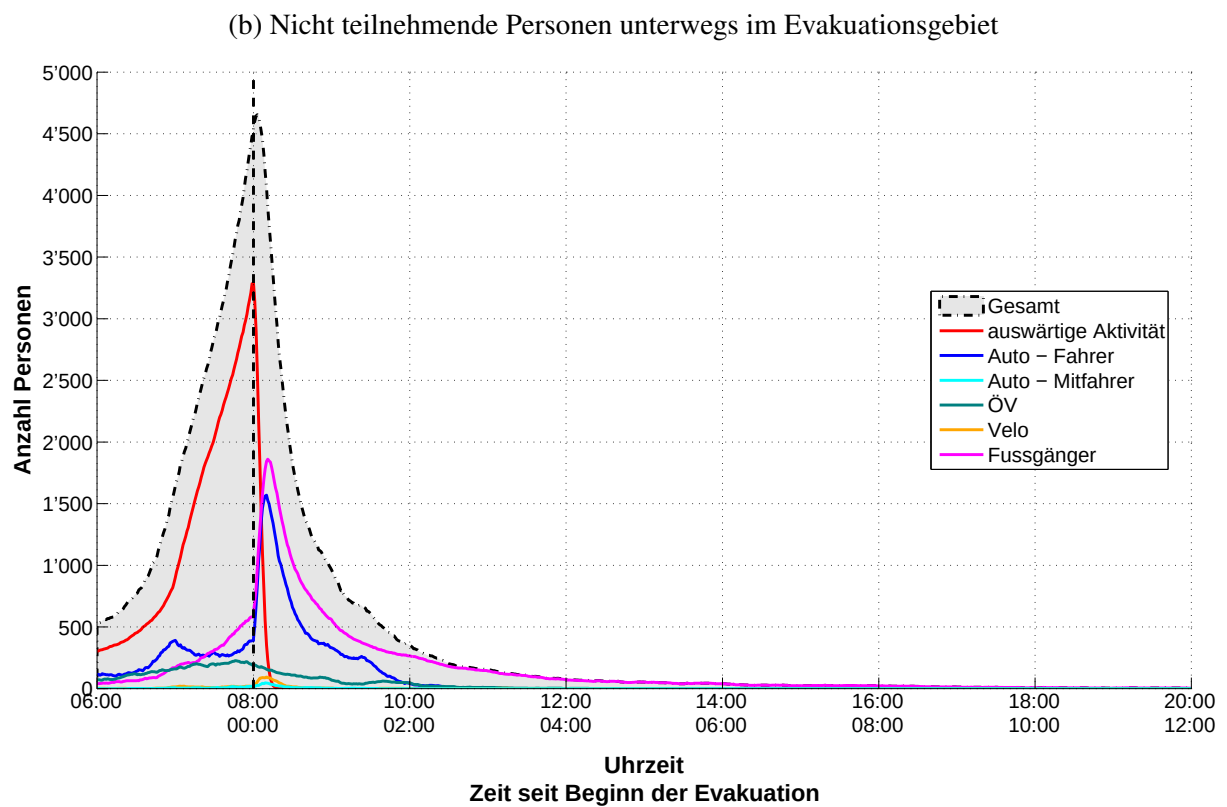
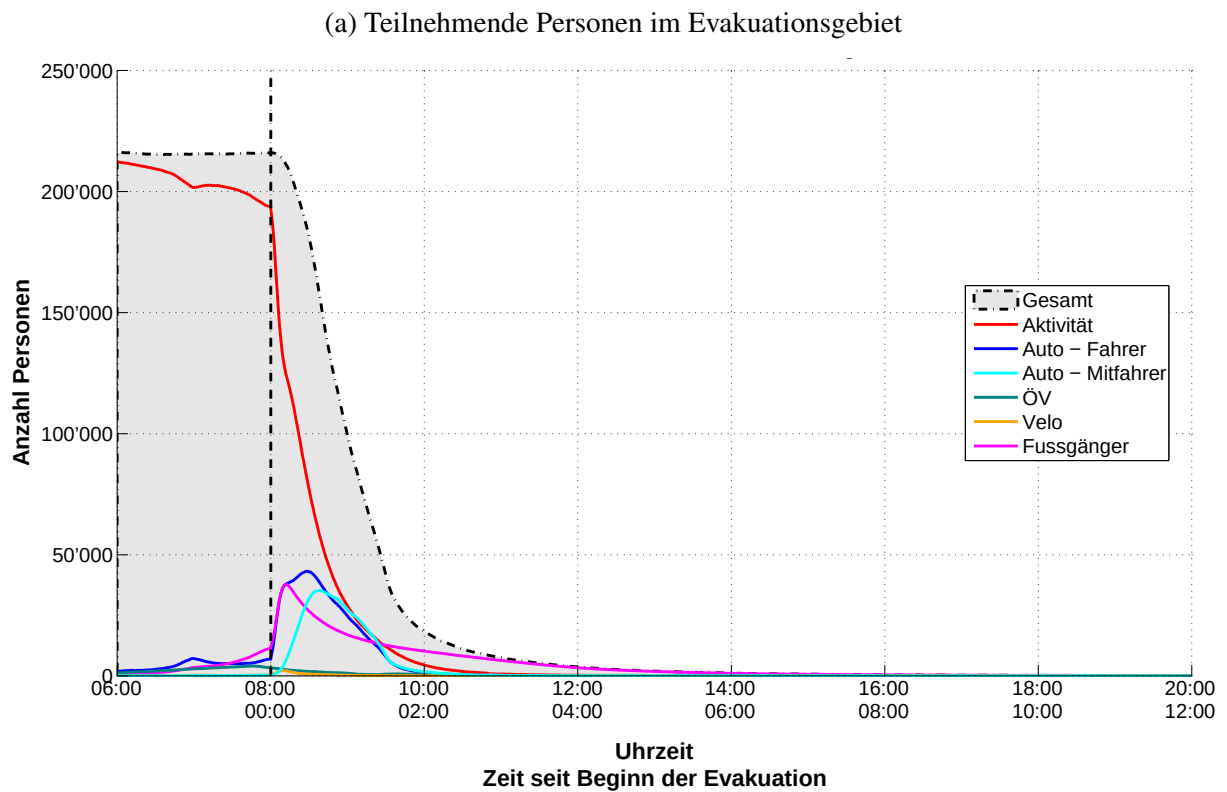


Abbildung 329: Lauf 136

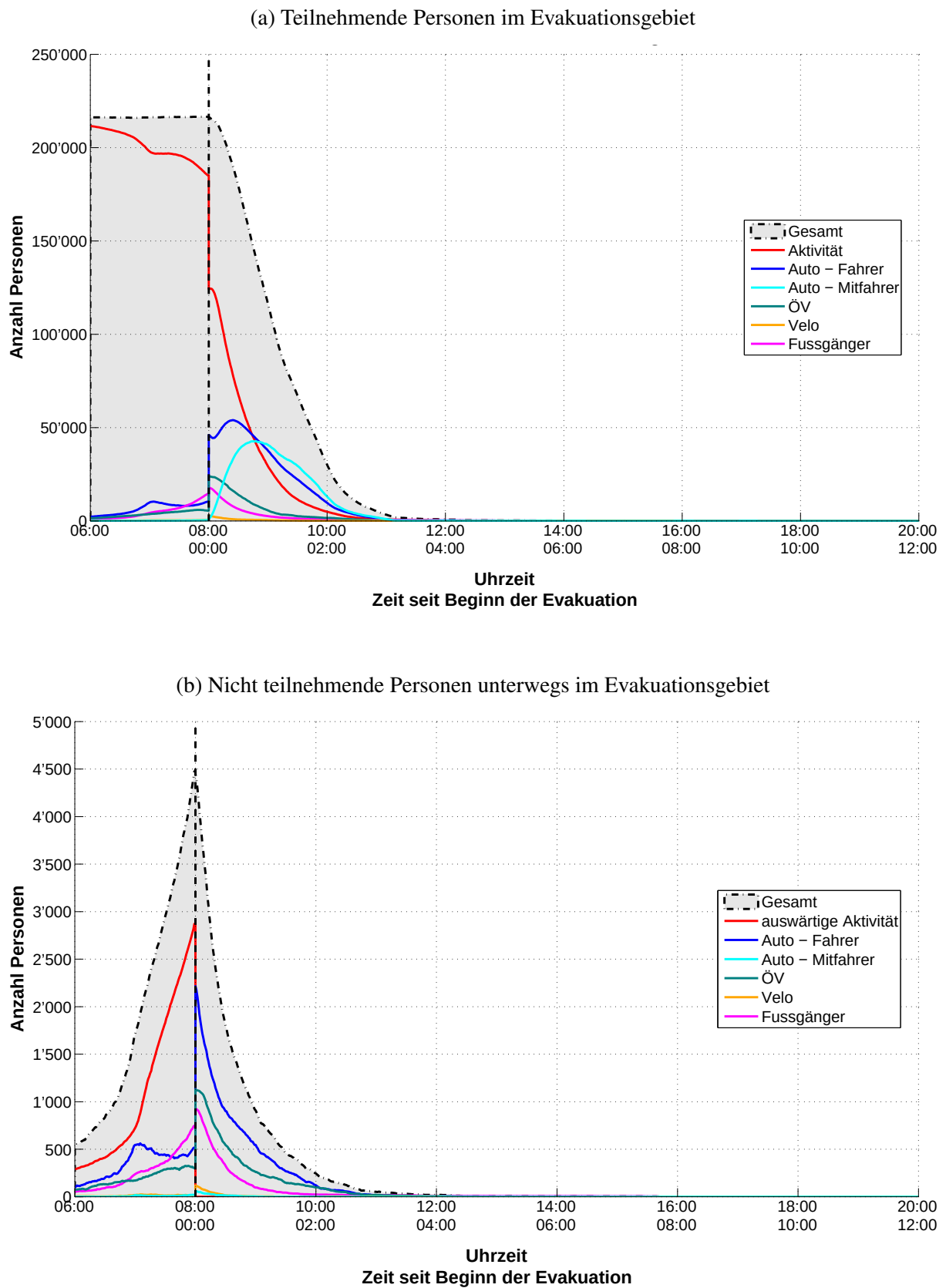


Abbildung 331: Lauf 137

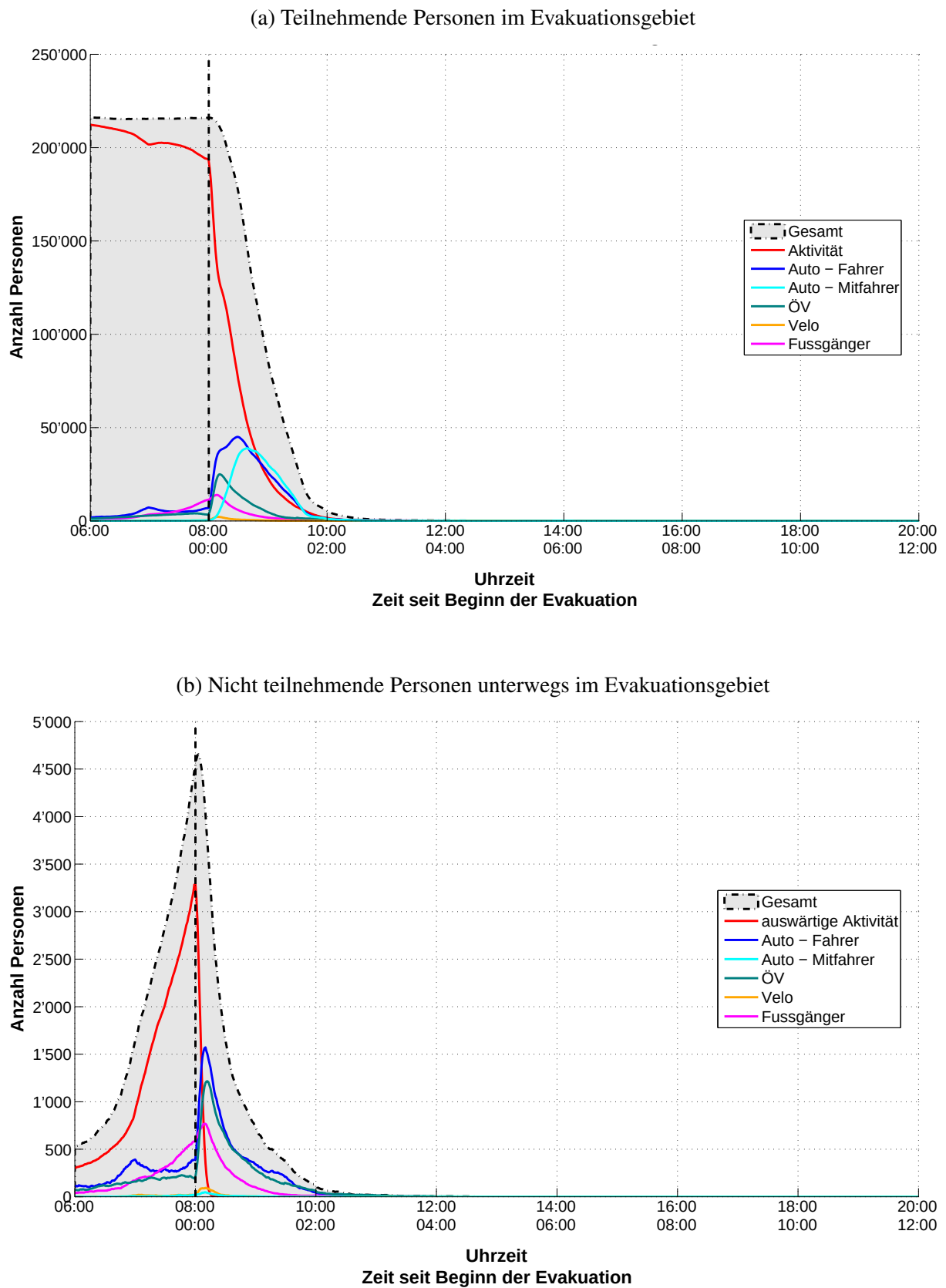


Abbildung 333: Lauf 138

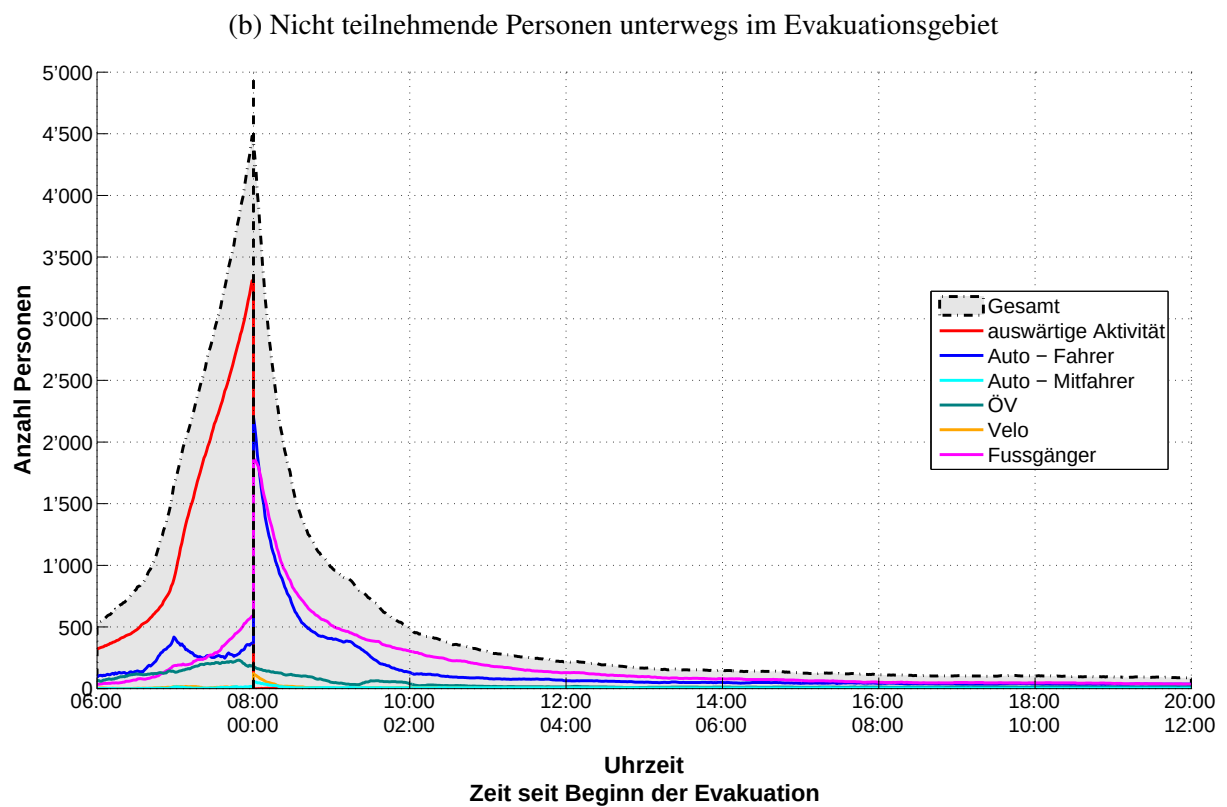
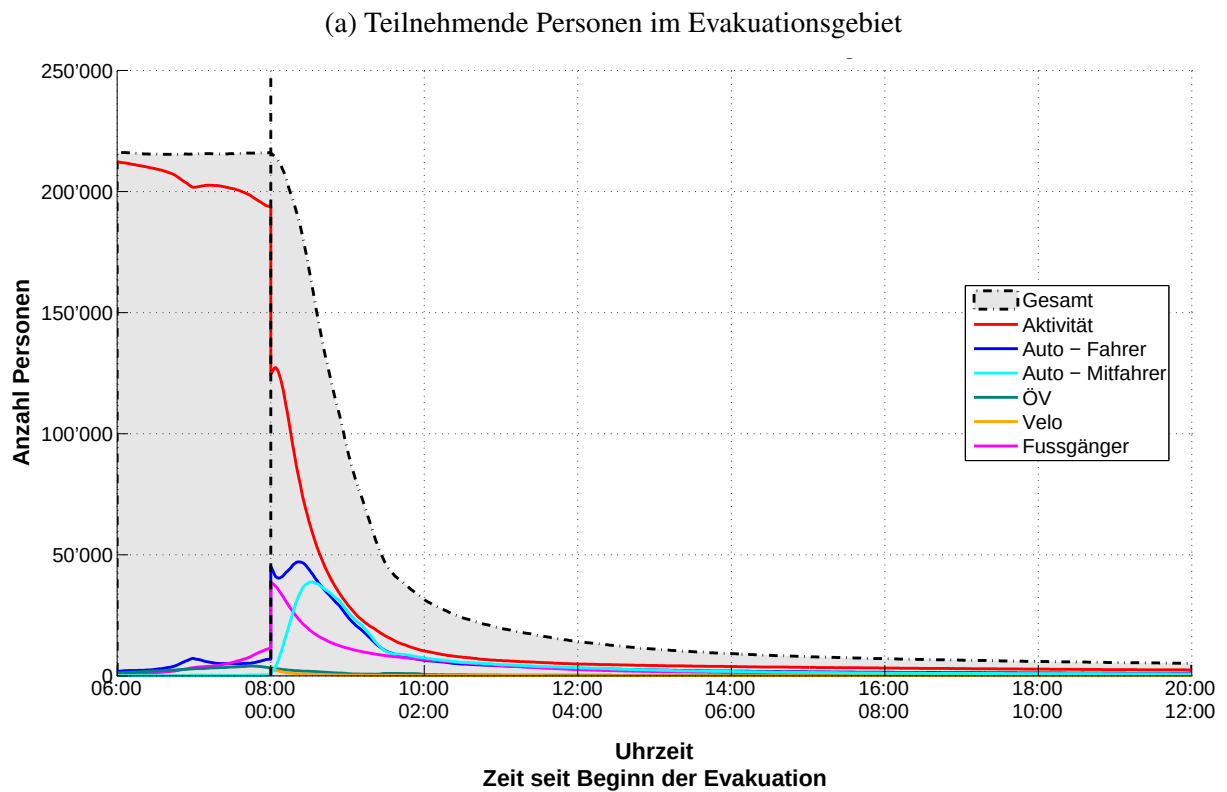


Abbildung 335: Lauf 139

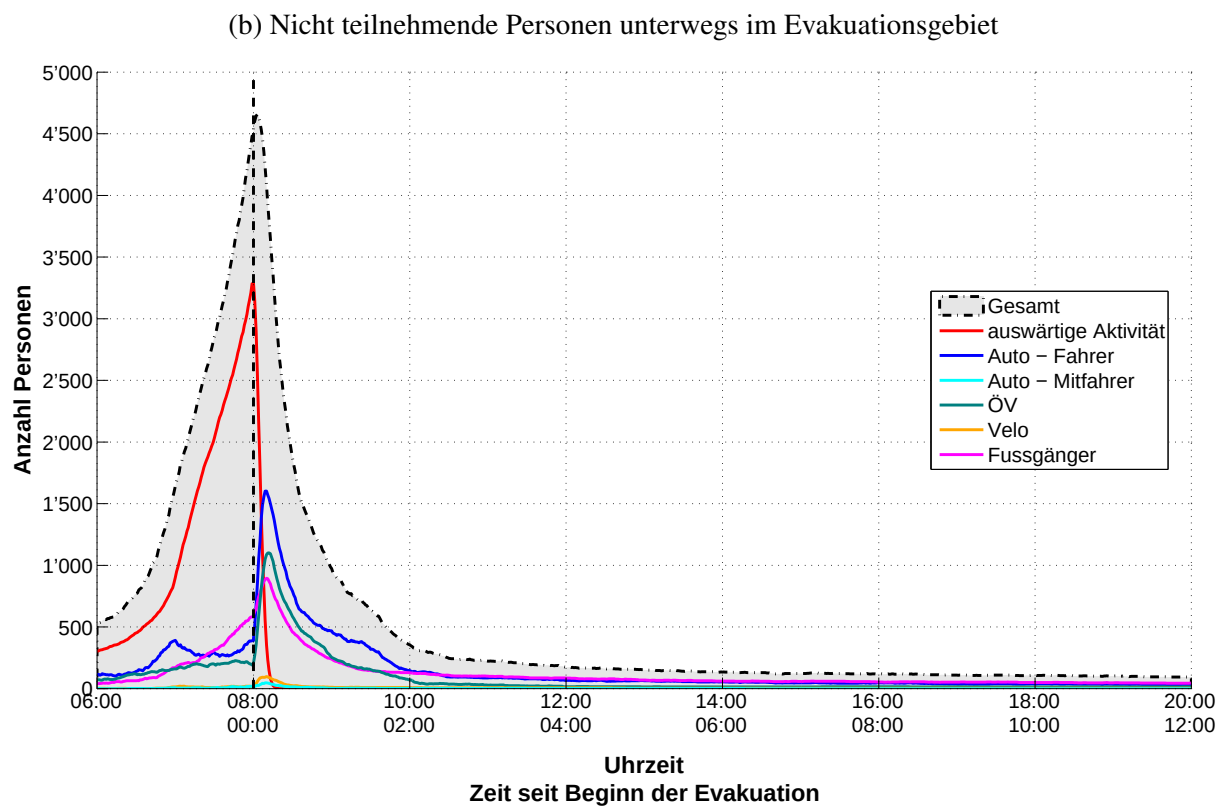
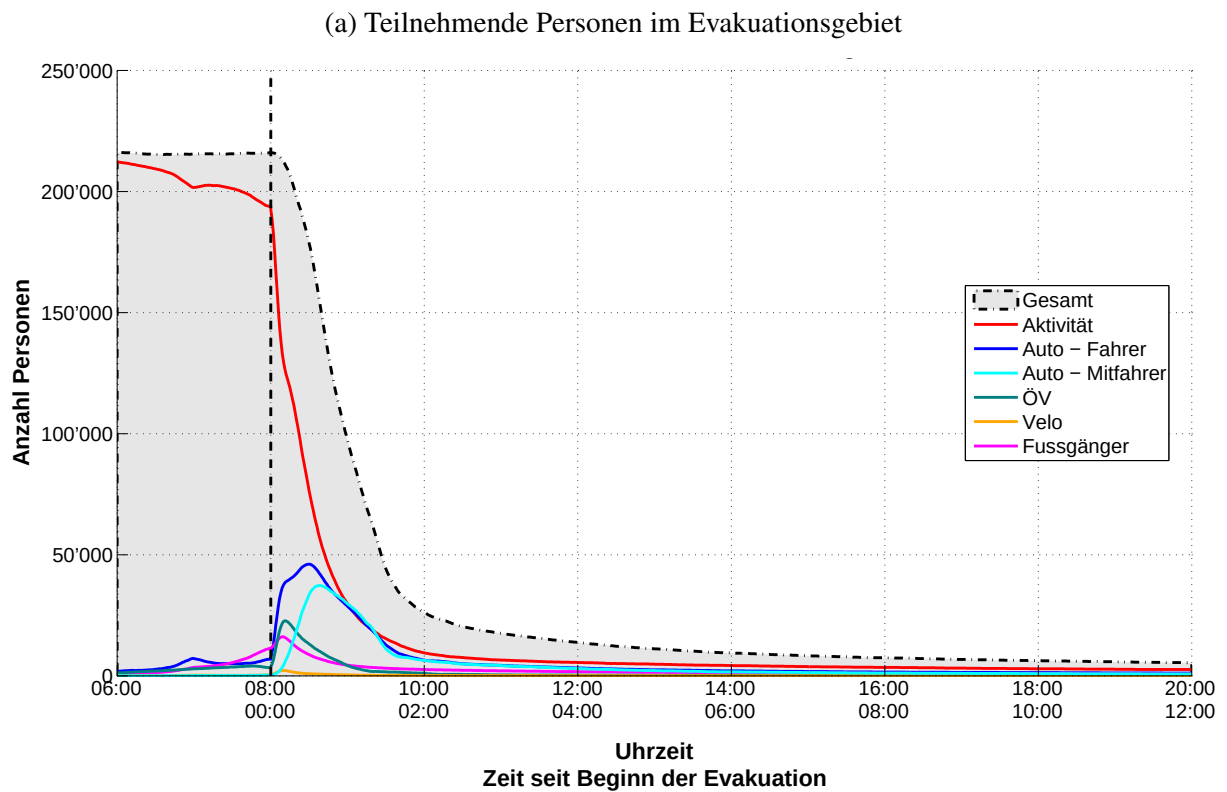


Abbildung 337: Lauf 140

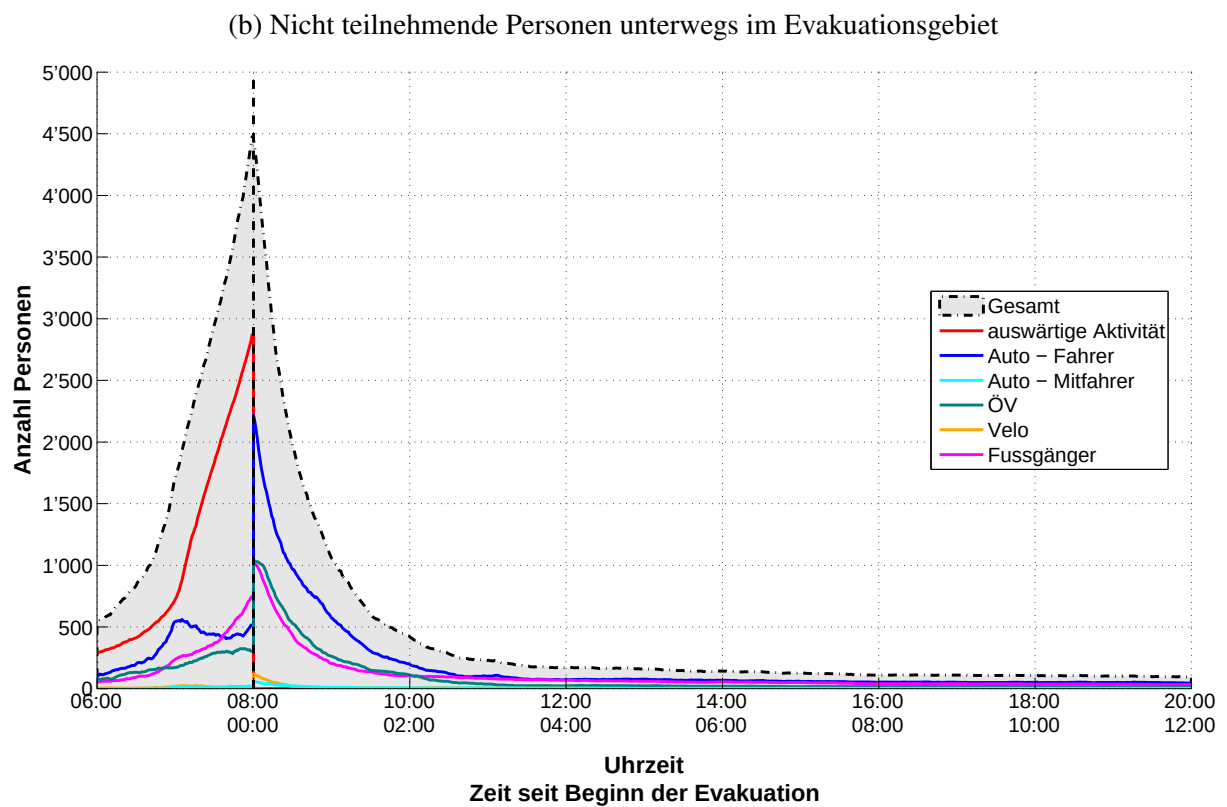
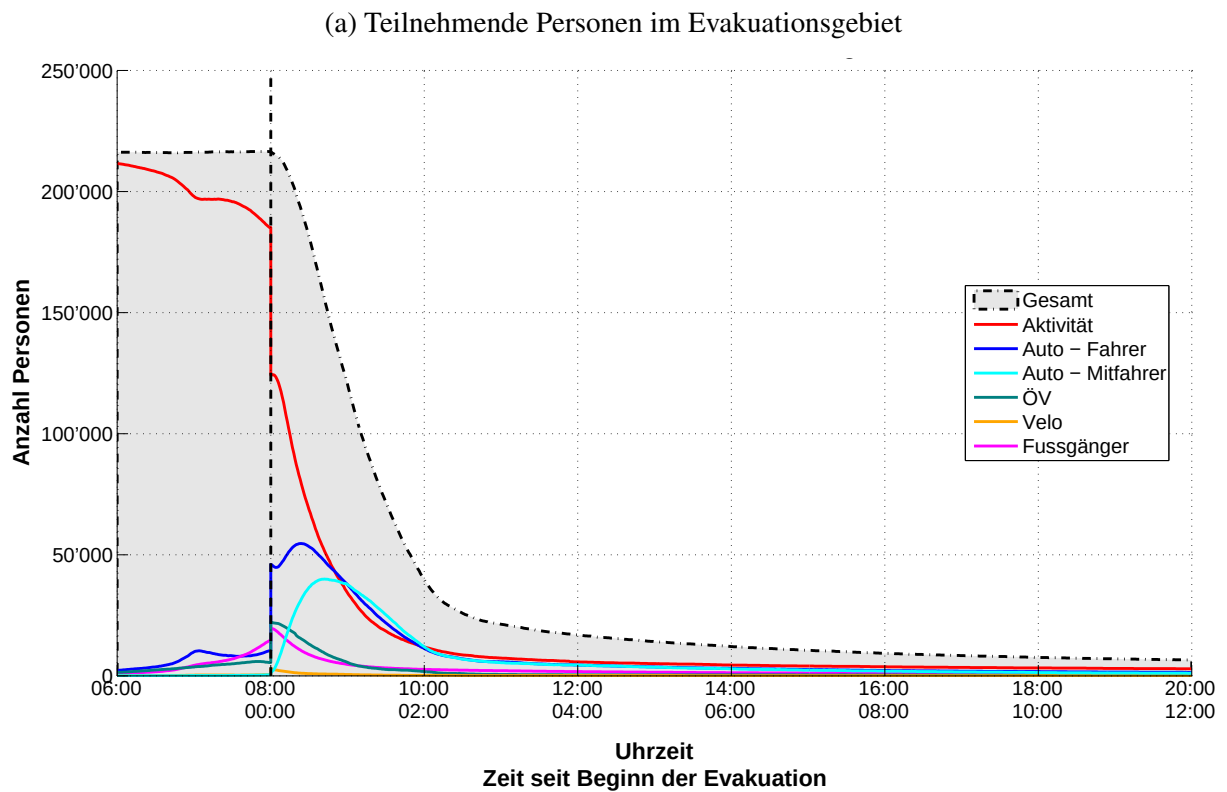


Abbildung 339: Lauf 141

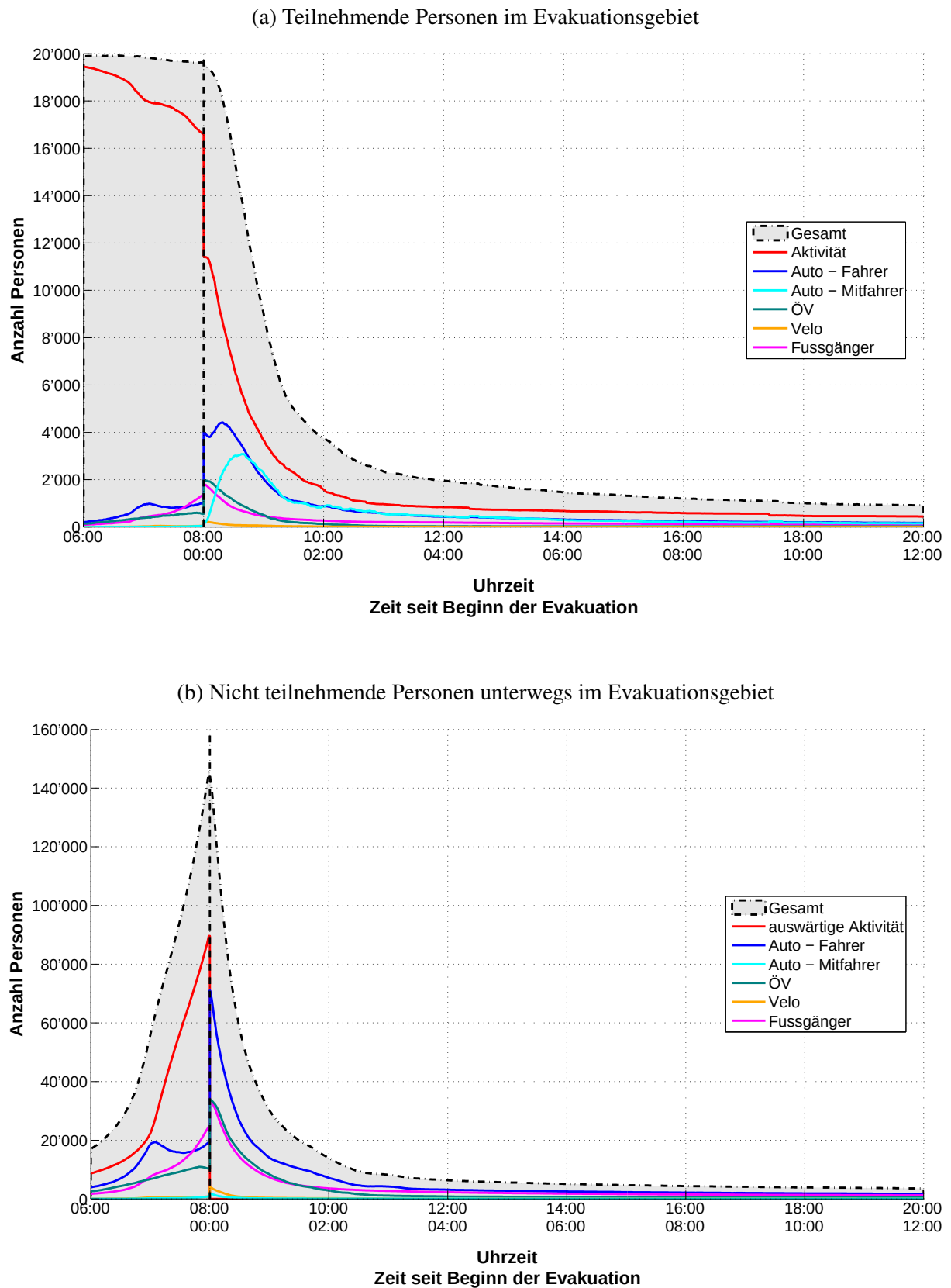
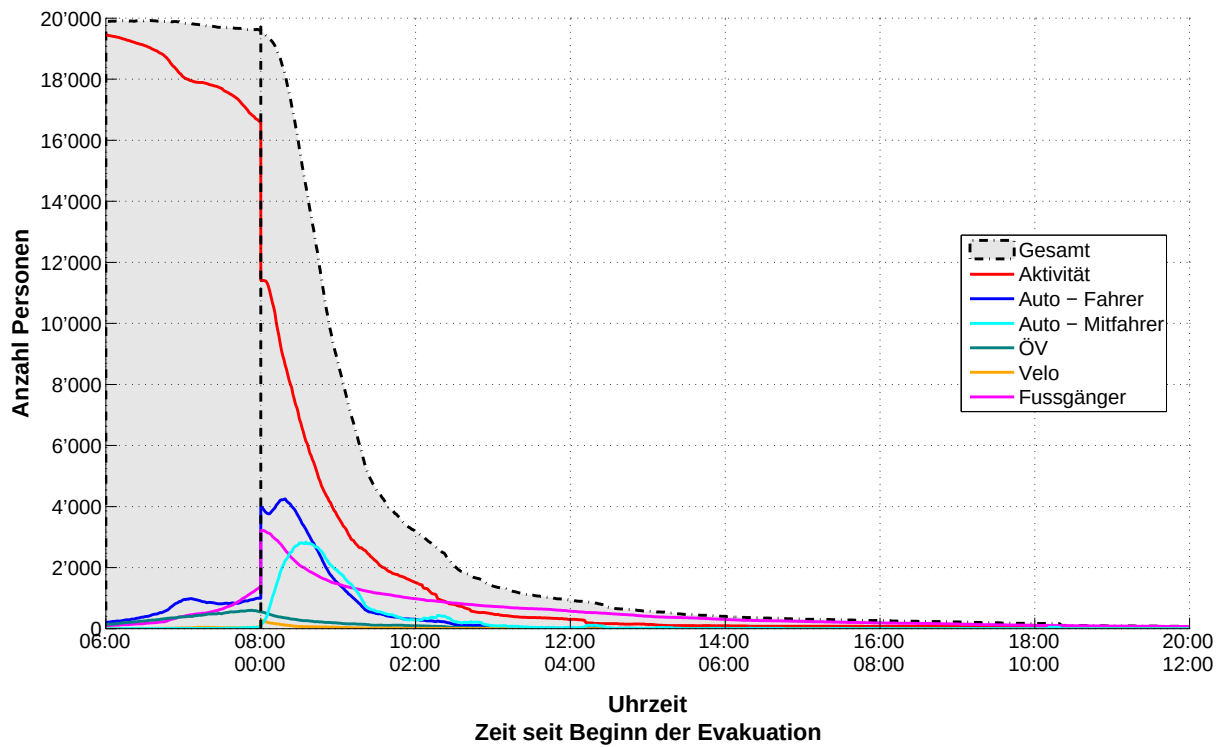


Abbildung 341: Lauf 142

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

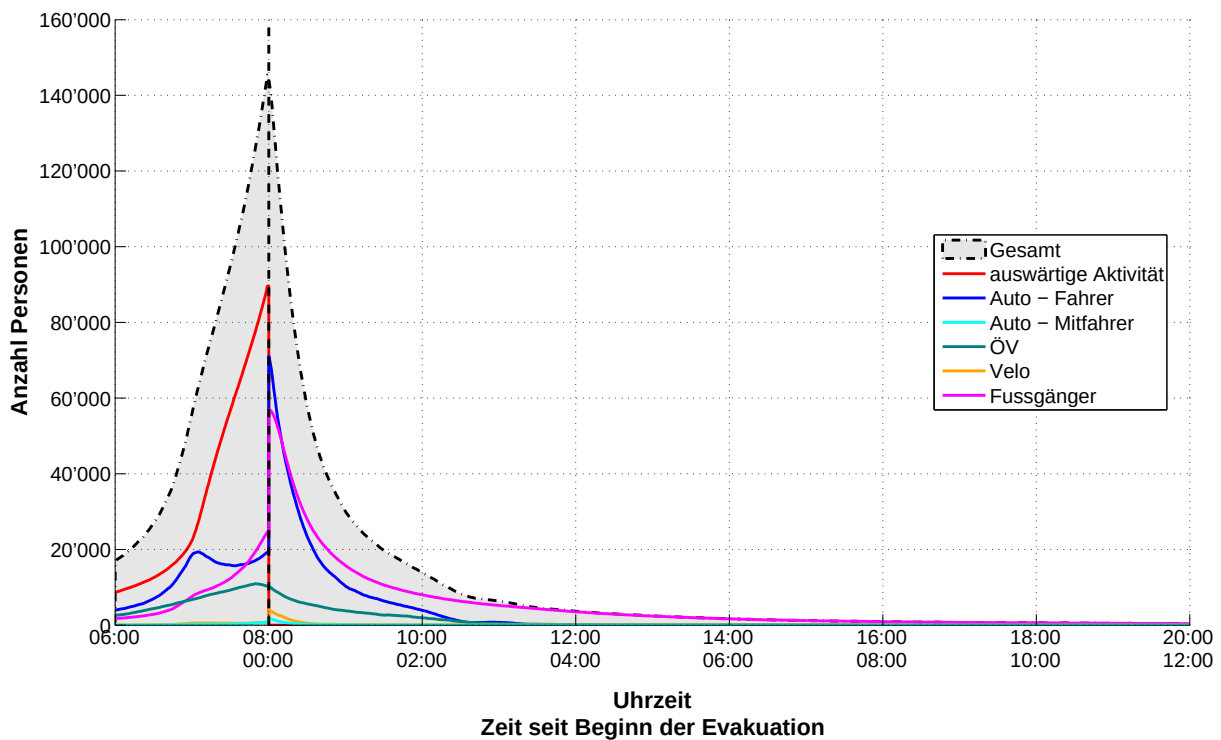


Abbildung 343: Lauf 143

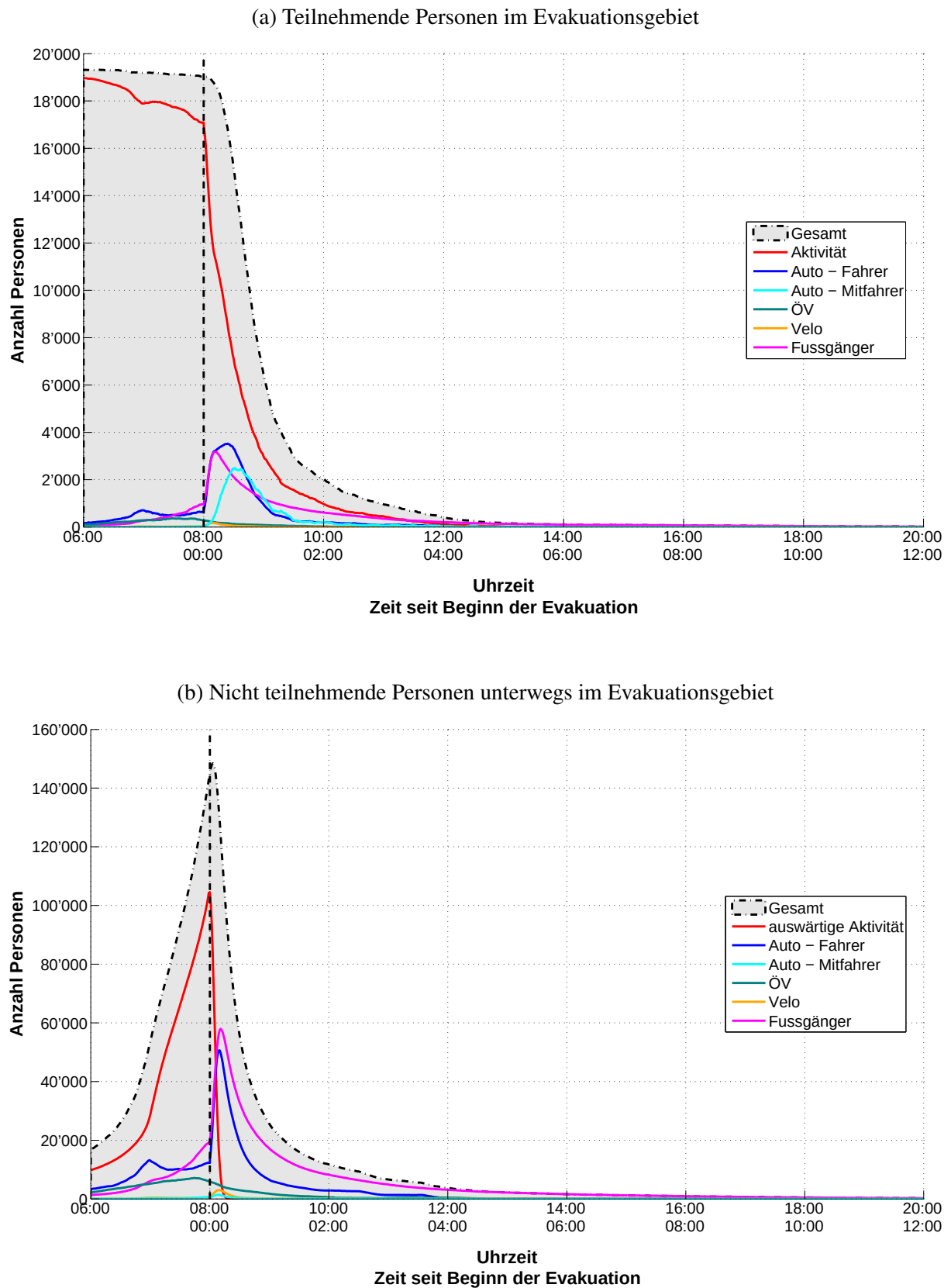


Abbildung 345: Lauf 144

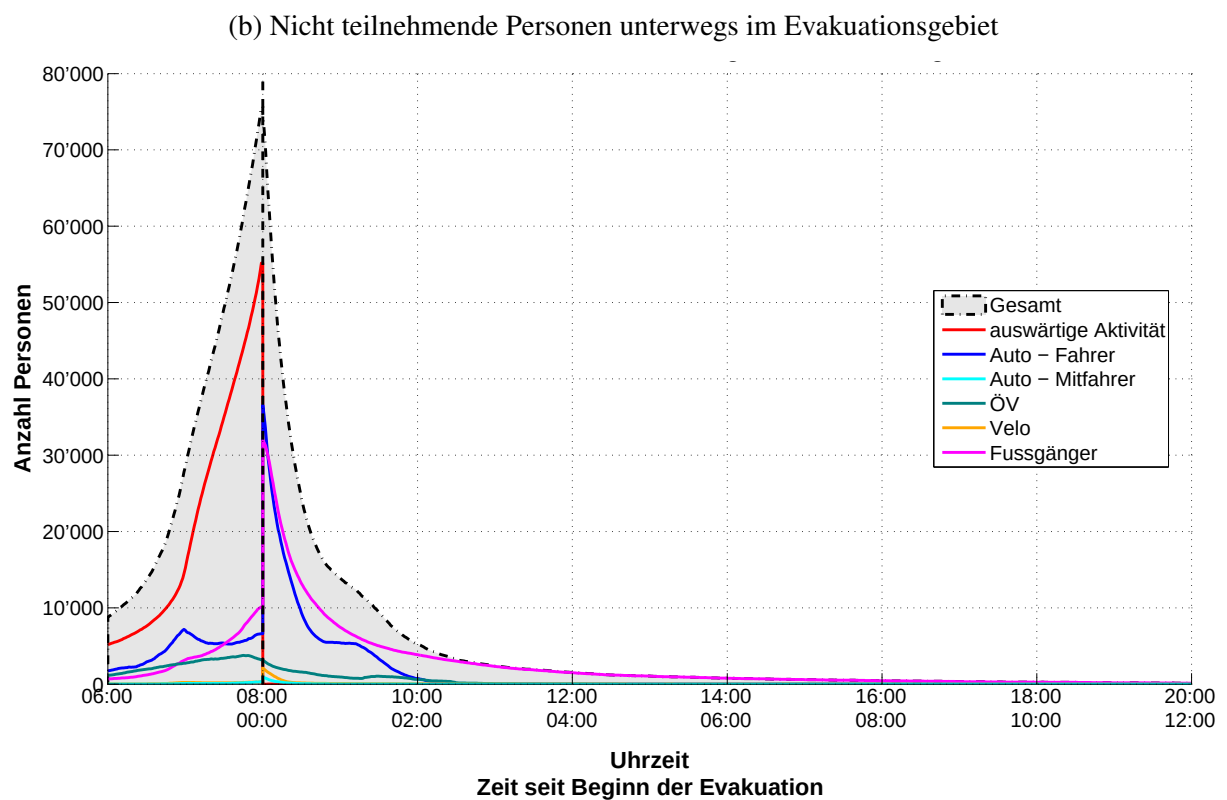
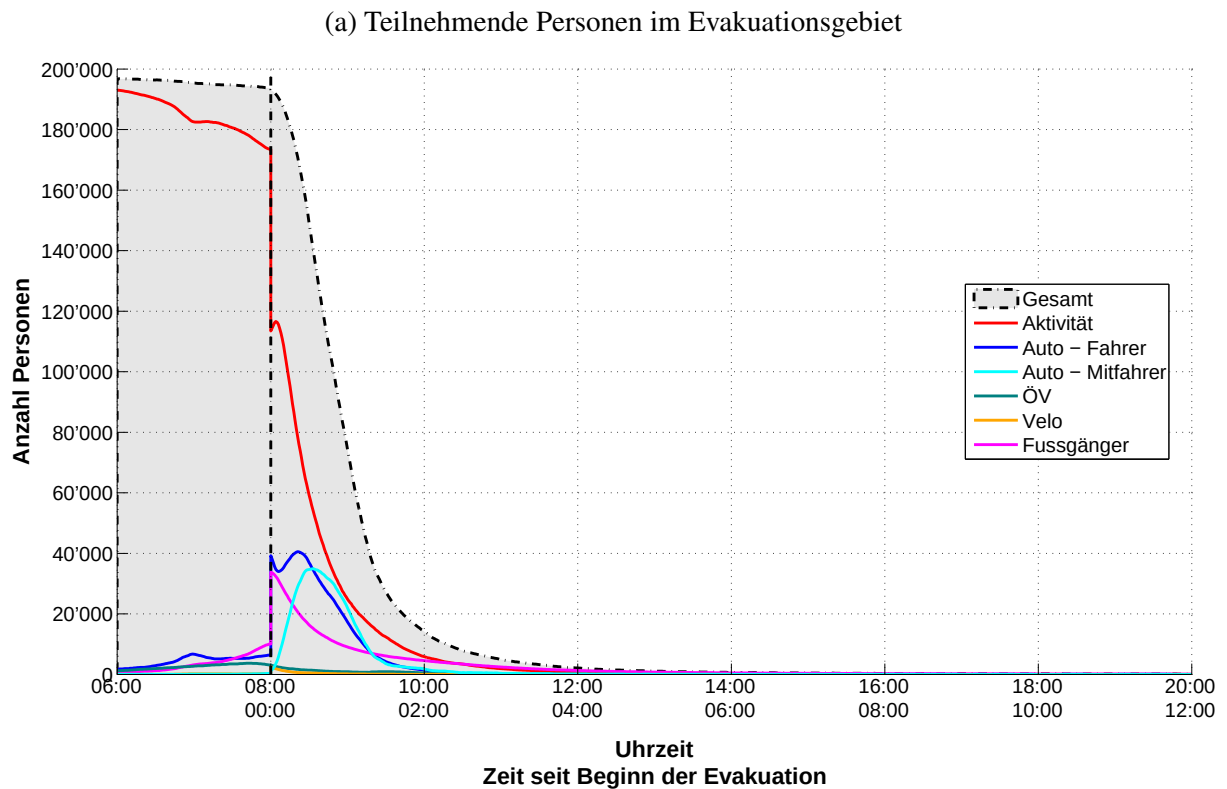
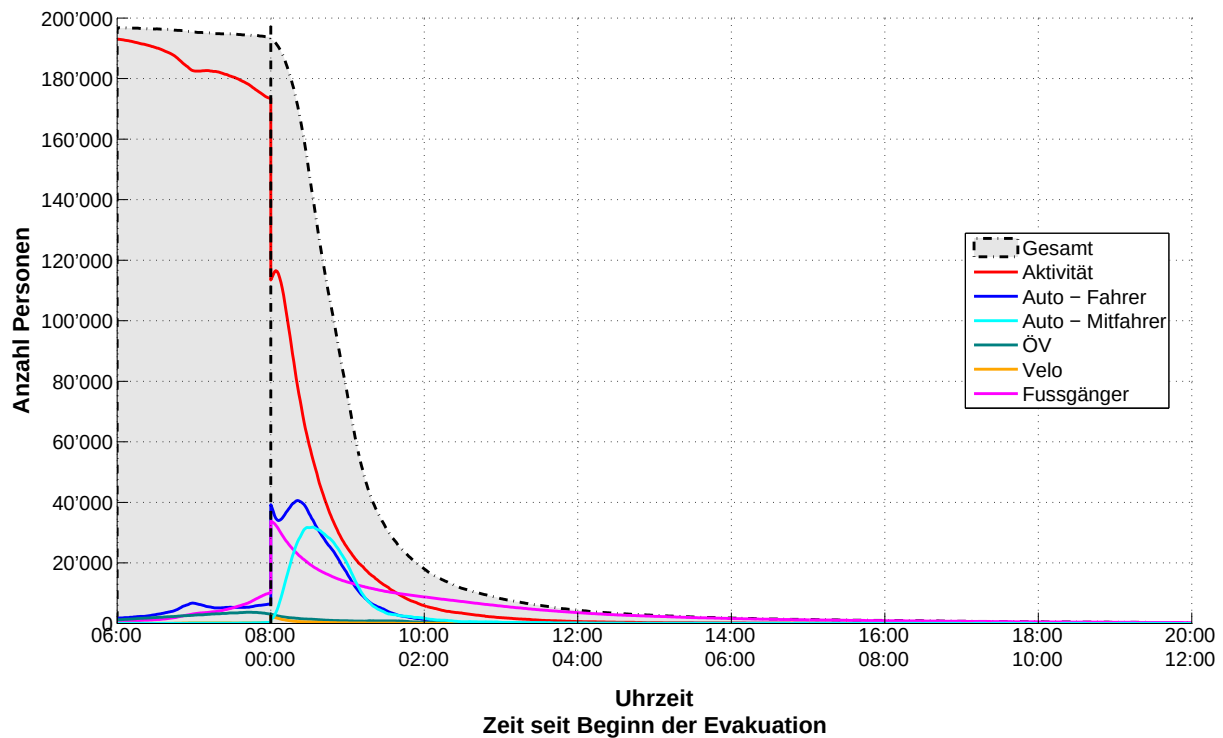


Abbildung 347: Lauf 145

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

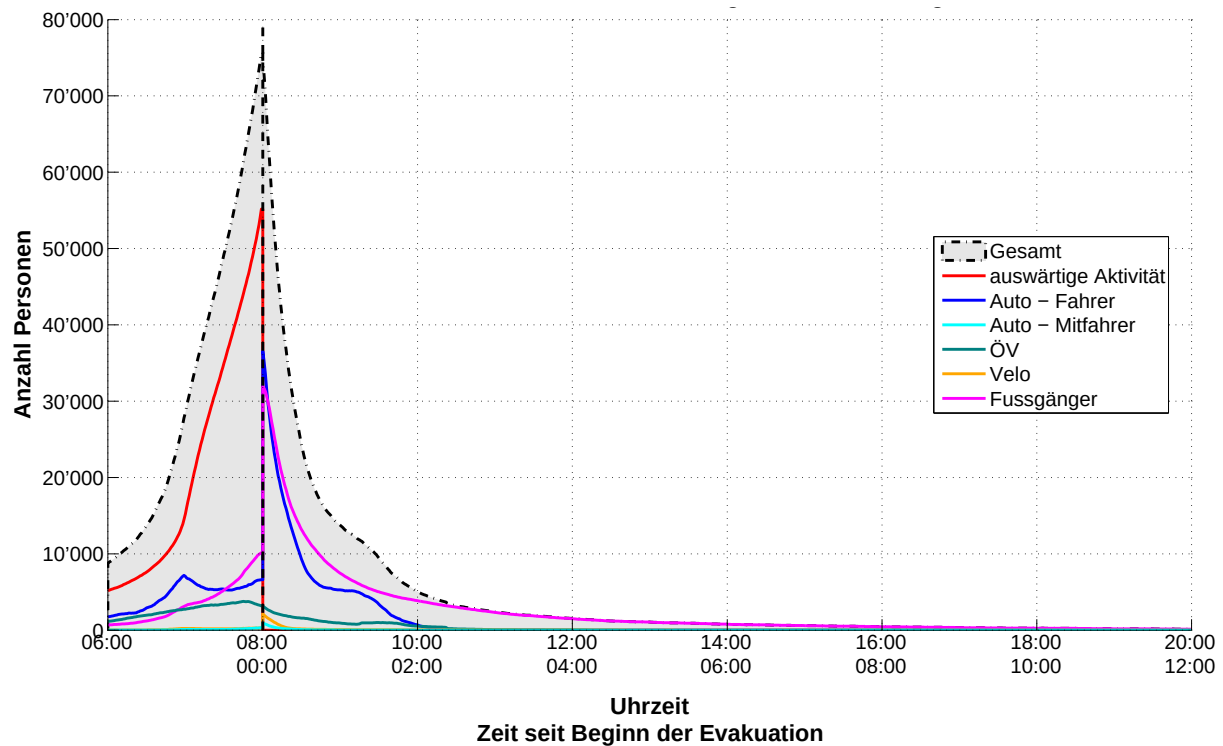


Abbildung 349: Lauf 146

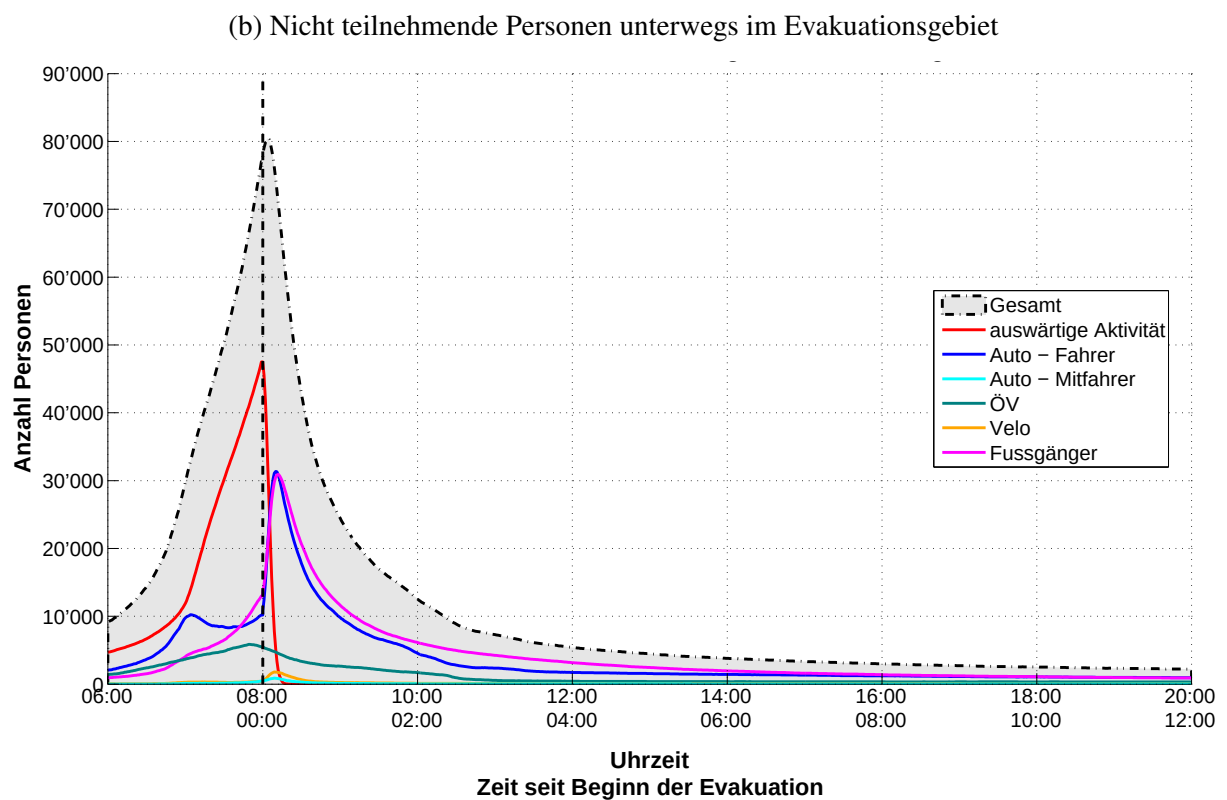
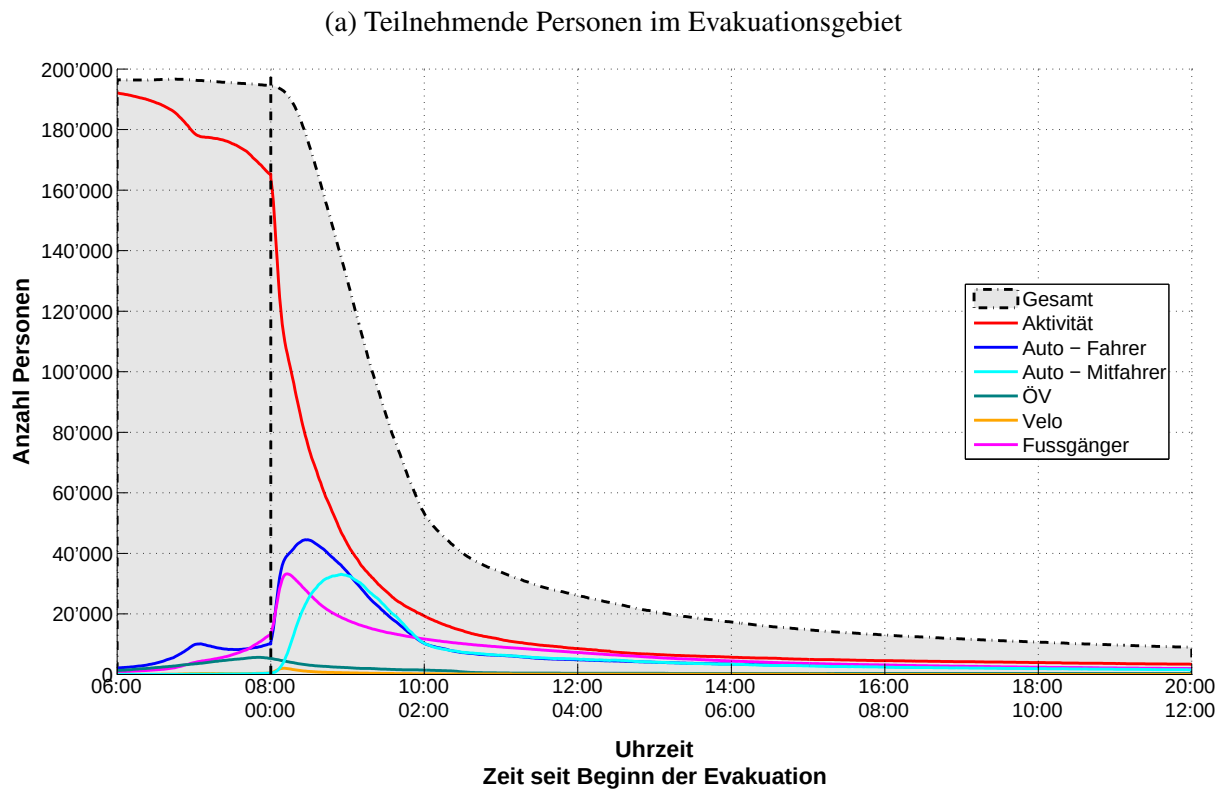


Abbildung 351: Lauf 147

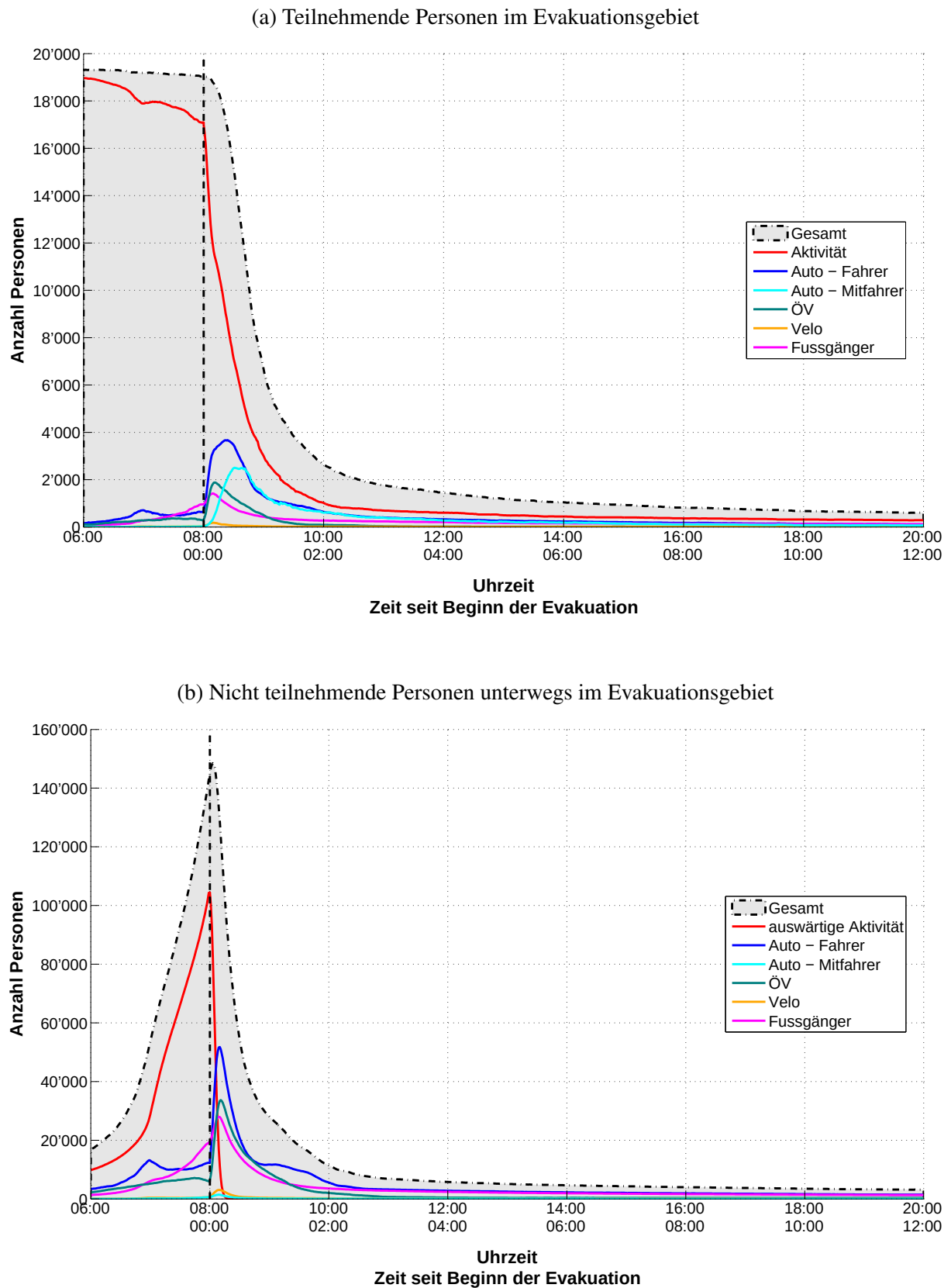
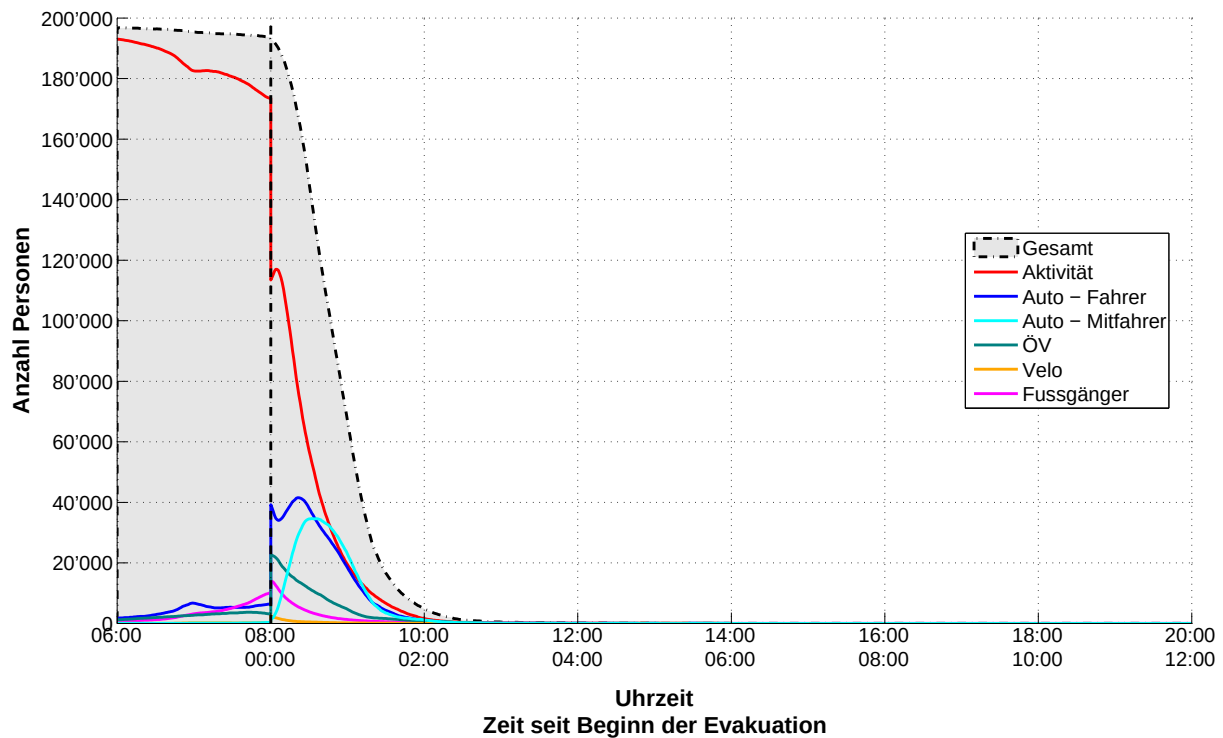


Abbildung 353: Lauf 148

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

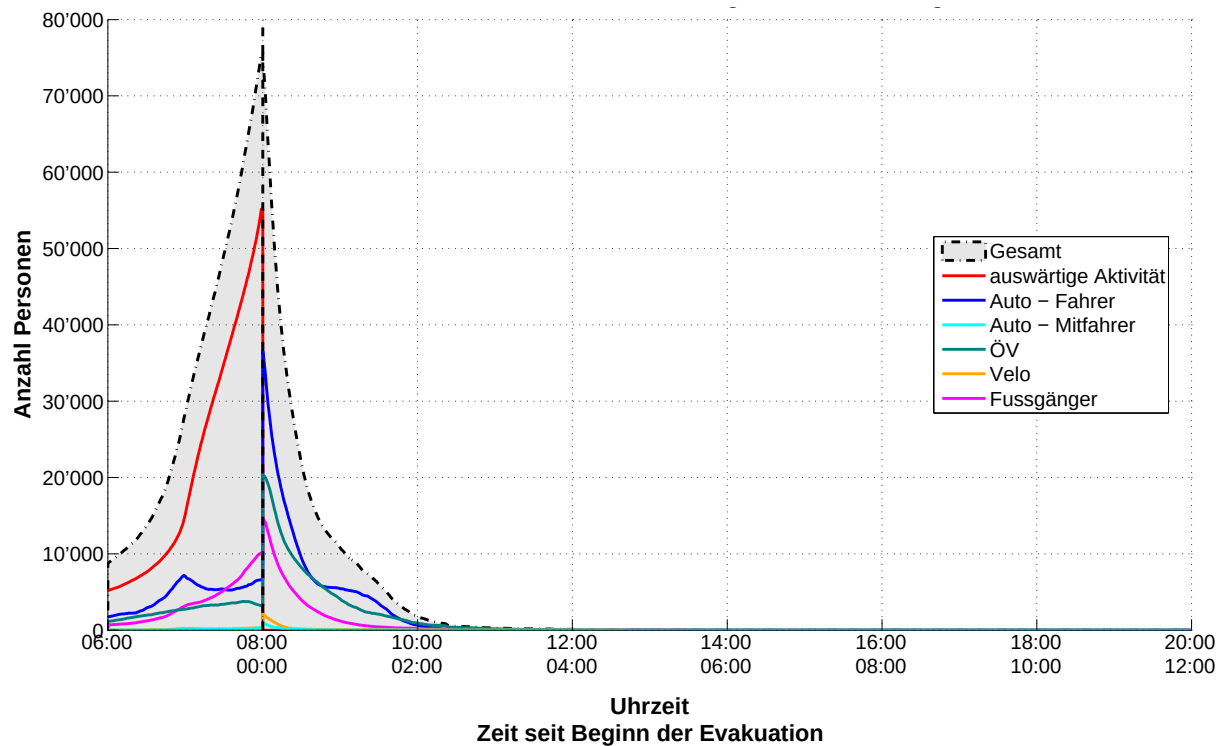


Abbildung 355: Lauf 149

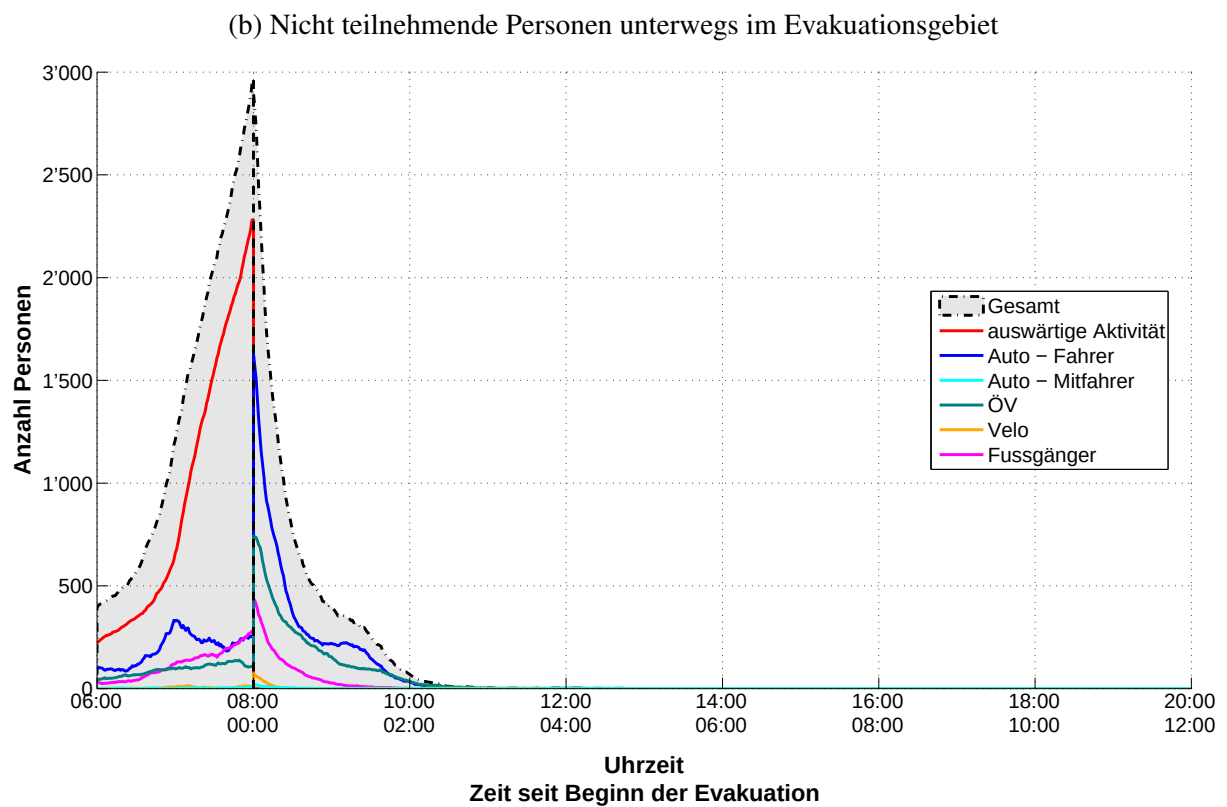
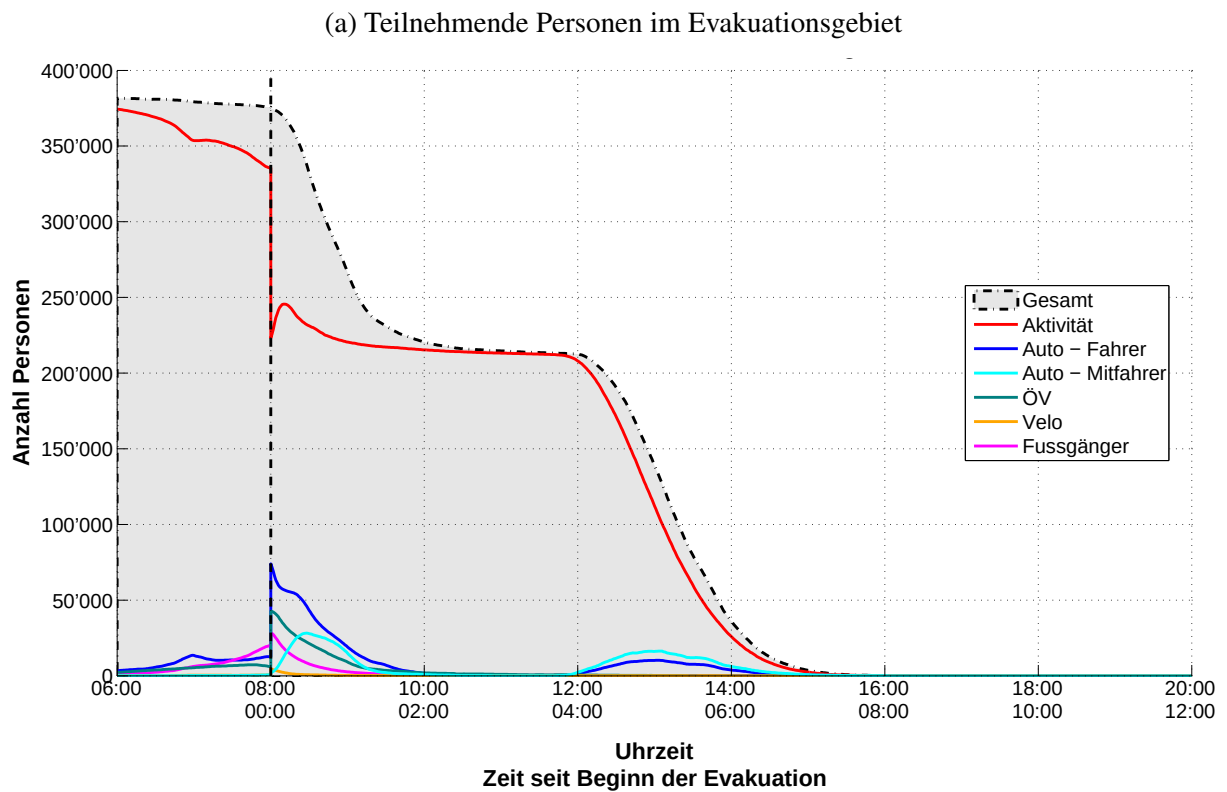


Abbildung 357: Lauf 150

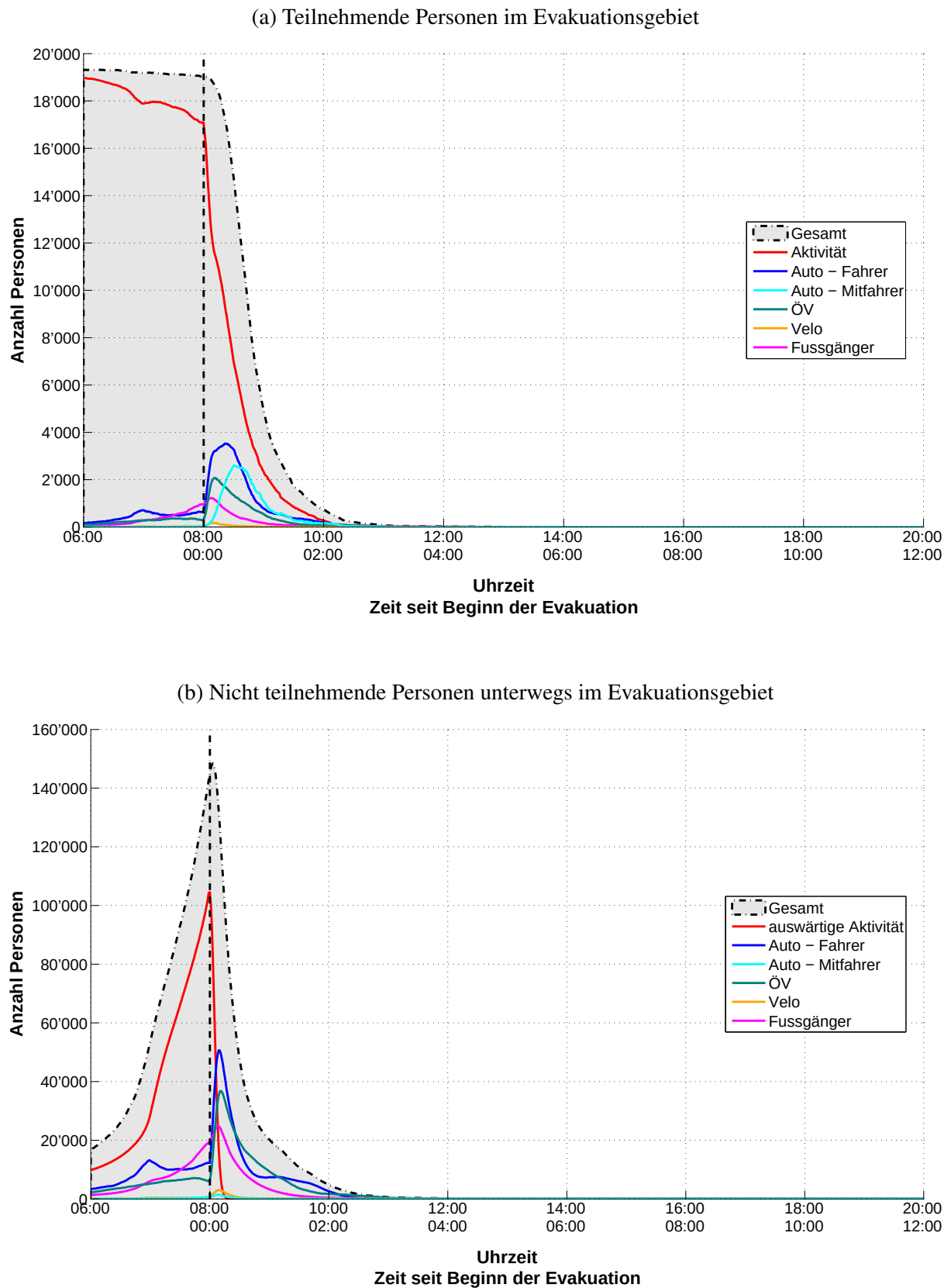


Abbildung 359: Lauf 151

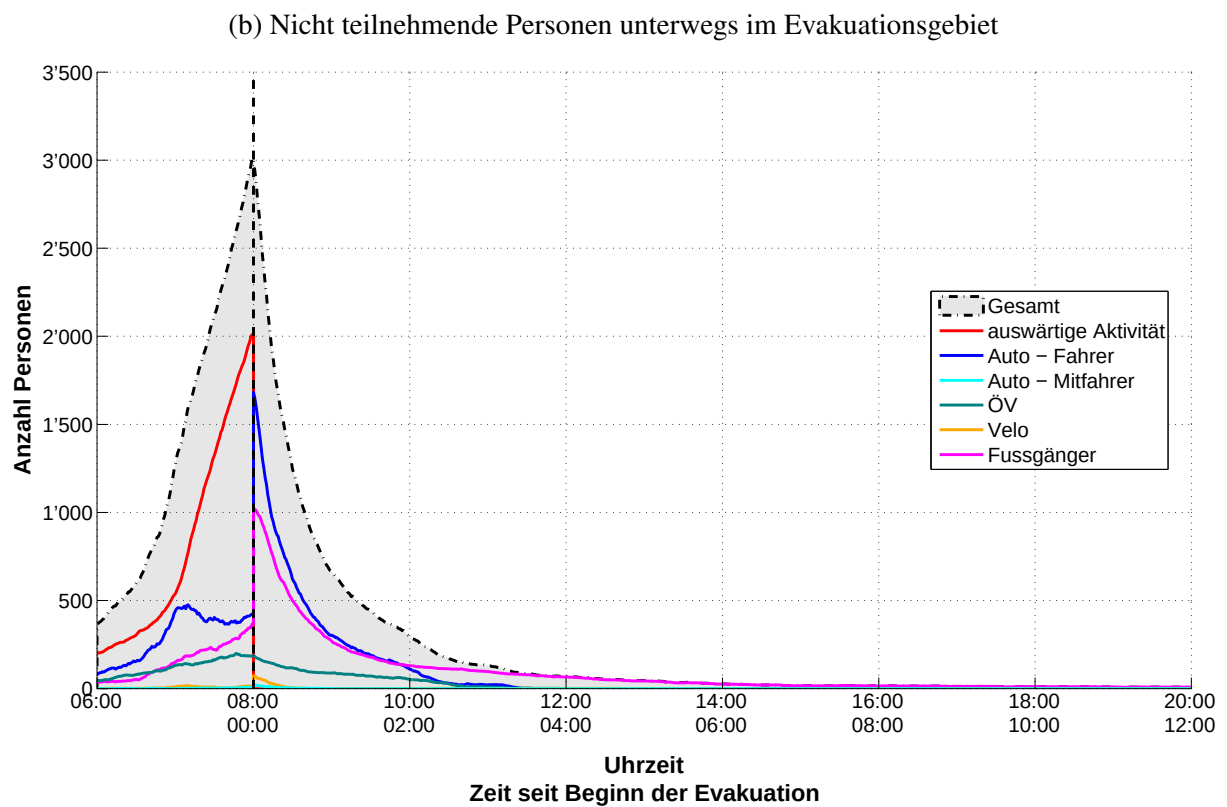
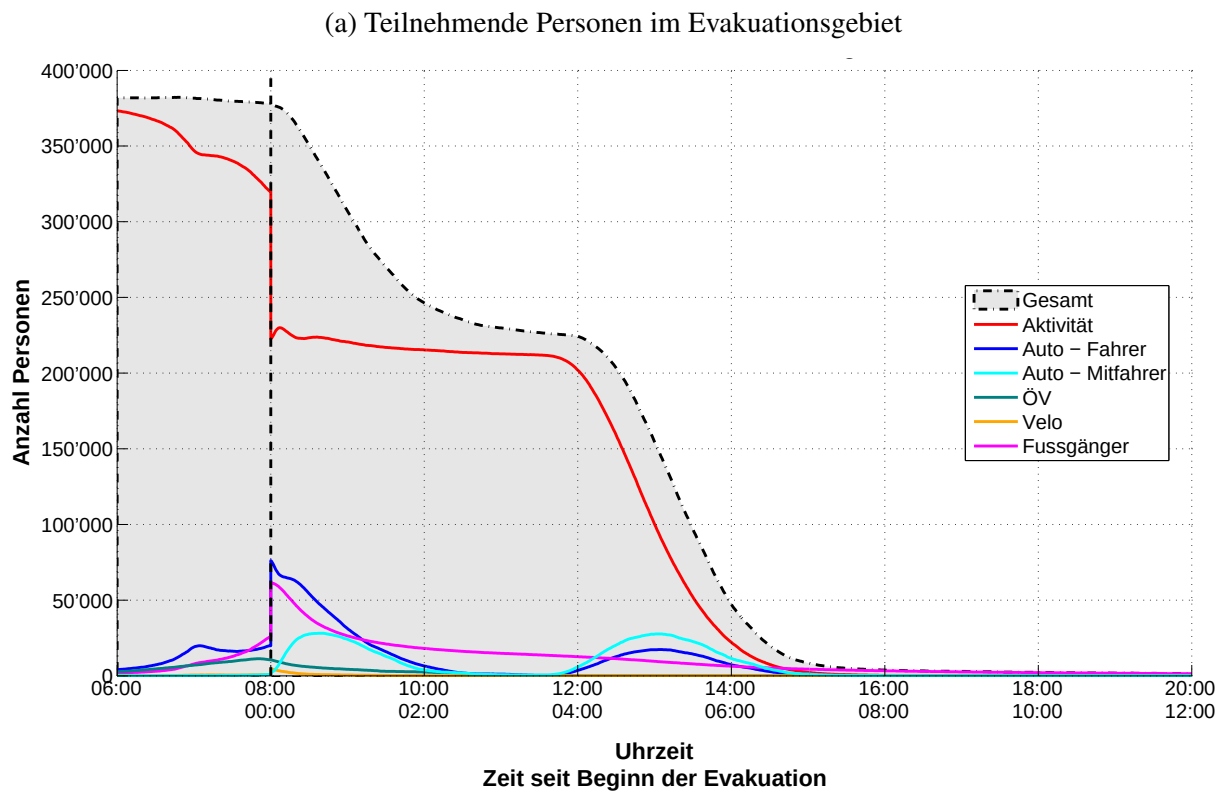
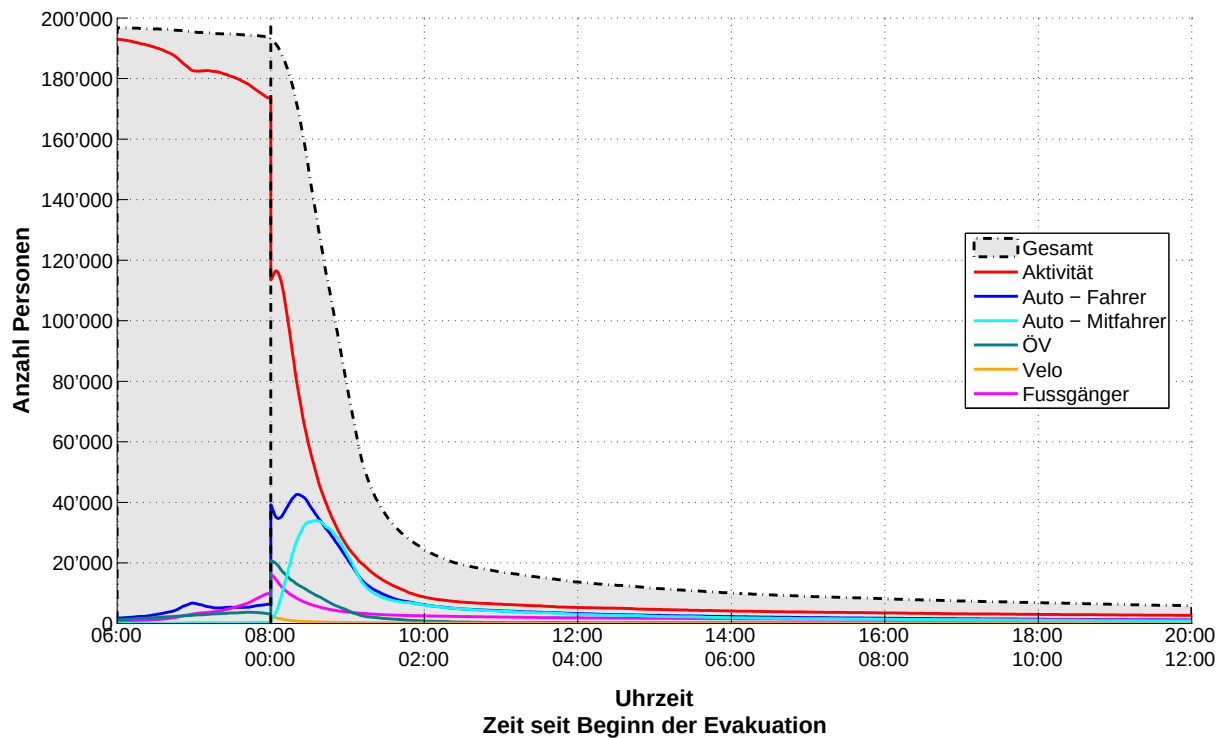


Abbildung 361: Lauf 152

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

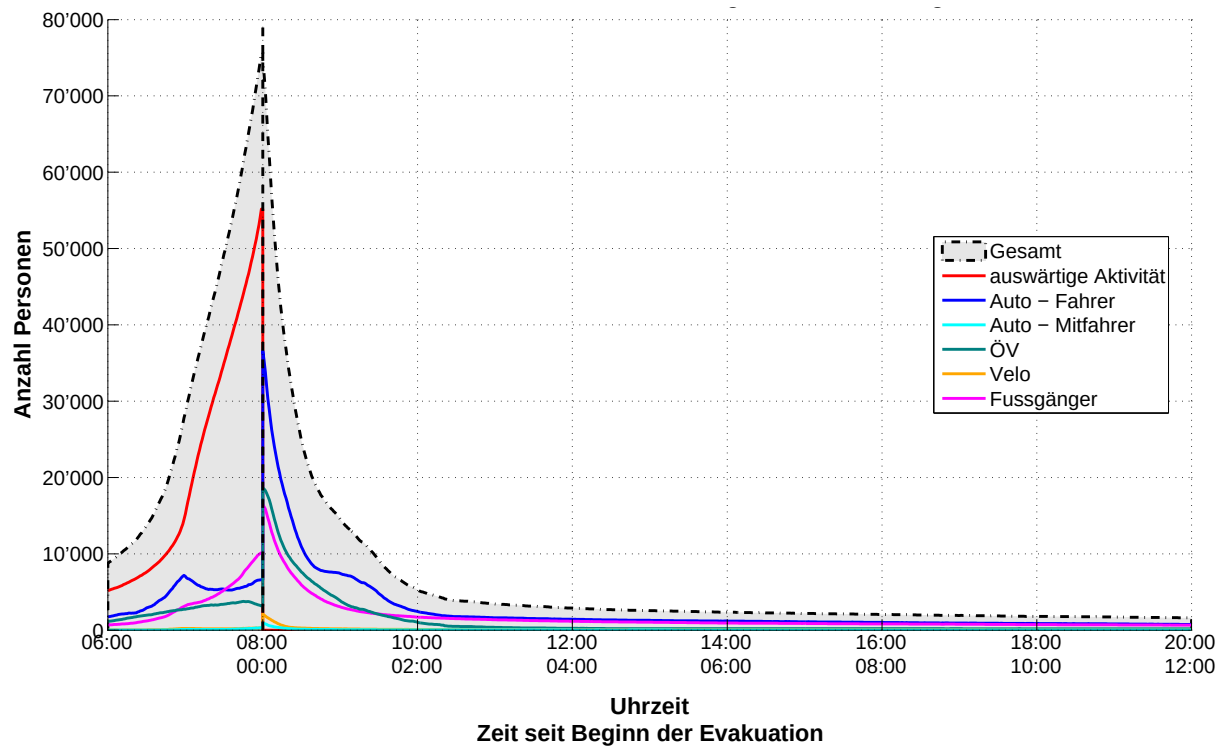
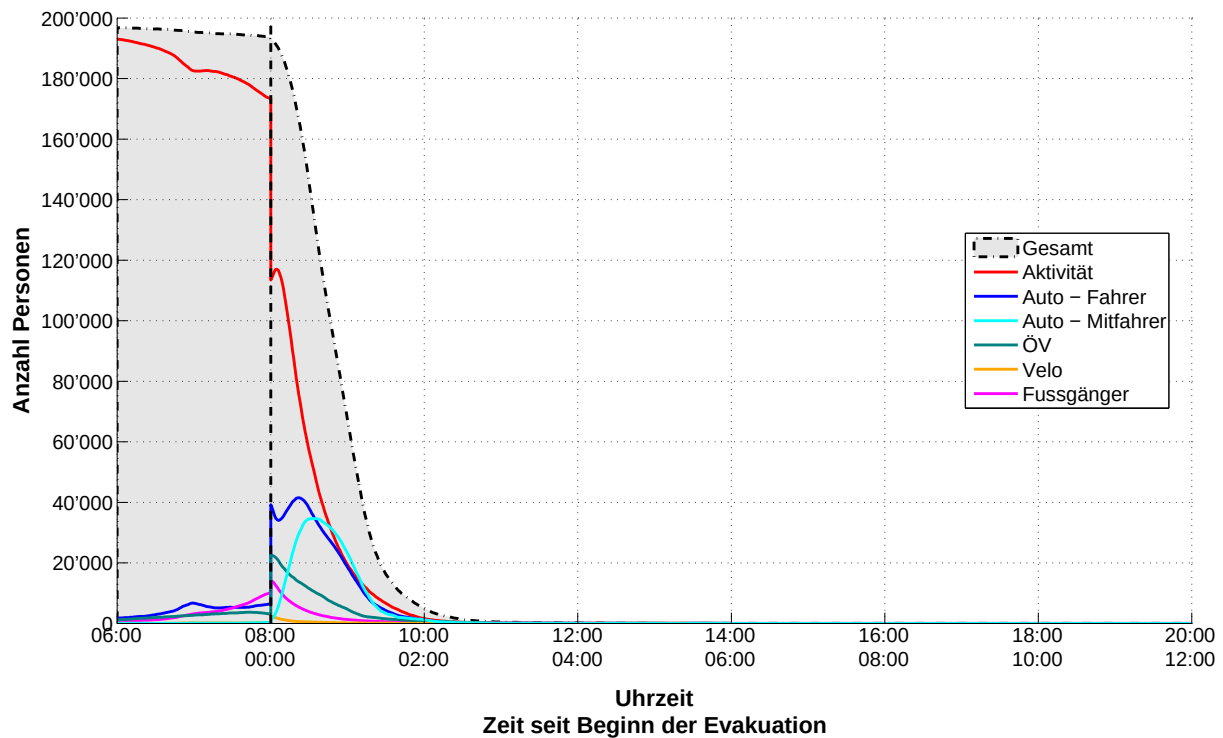


Abbildung 363: Lauf 153

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

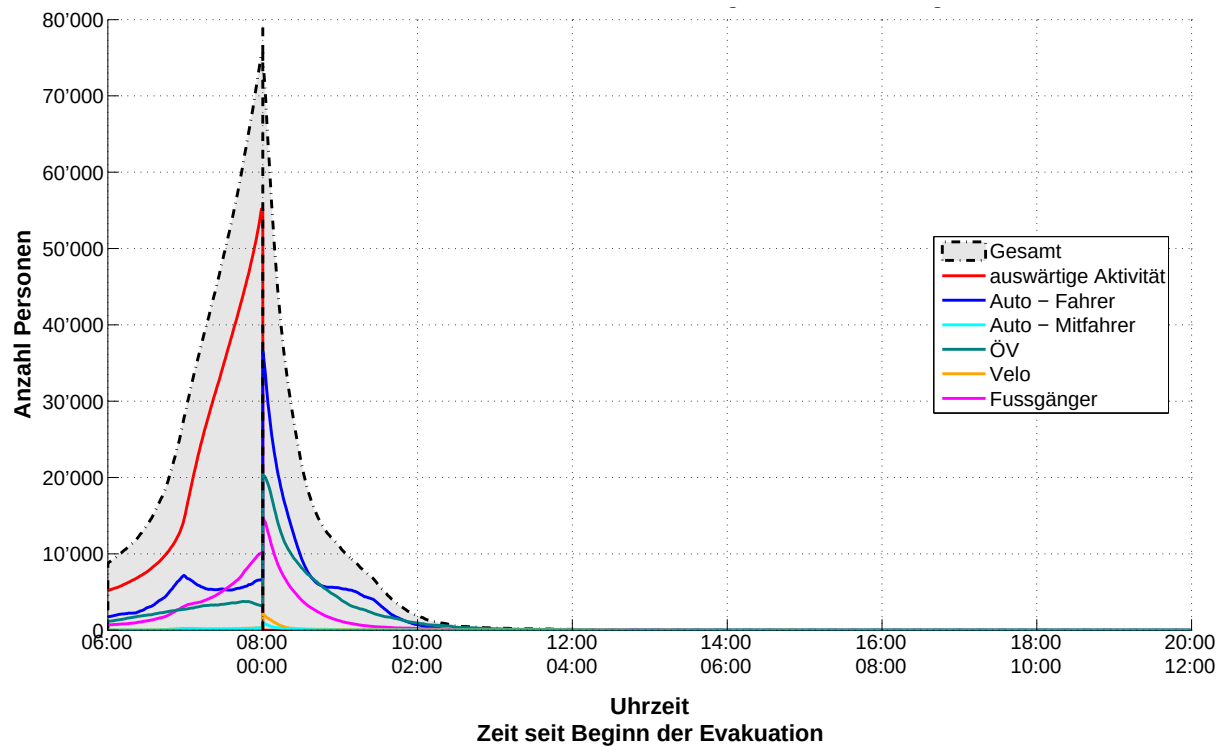


Abbildung 365: Lauf 154

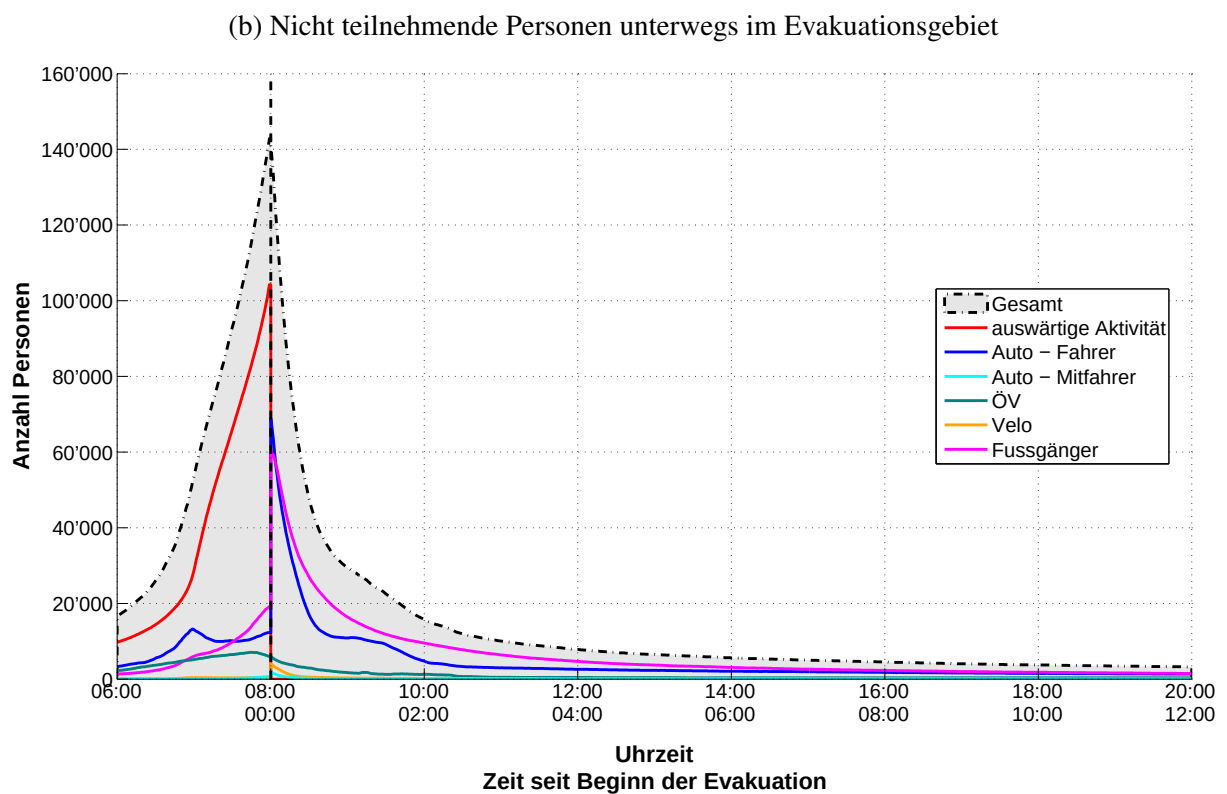
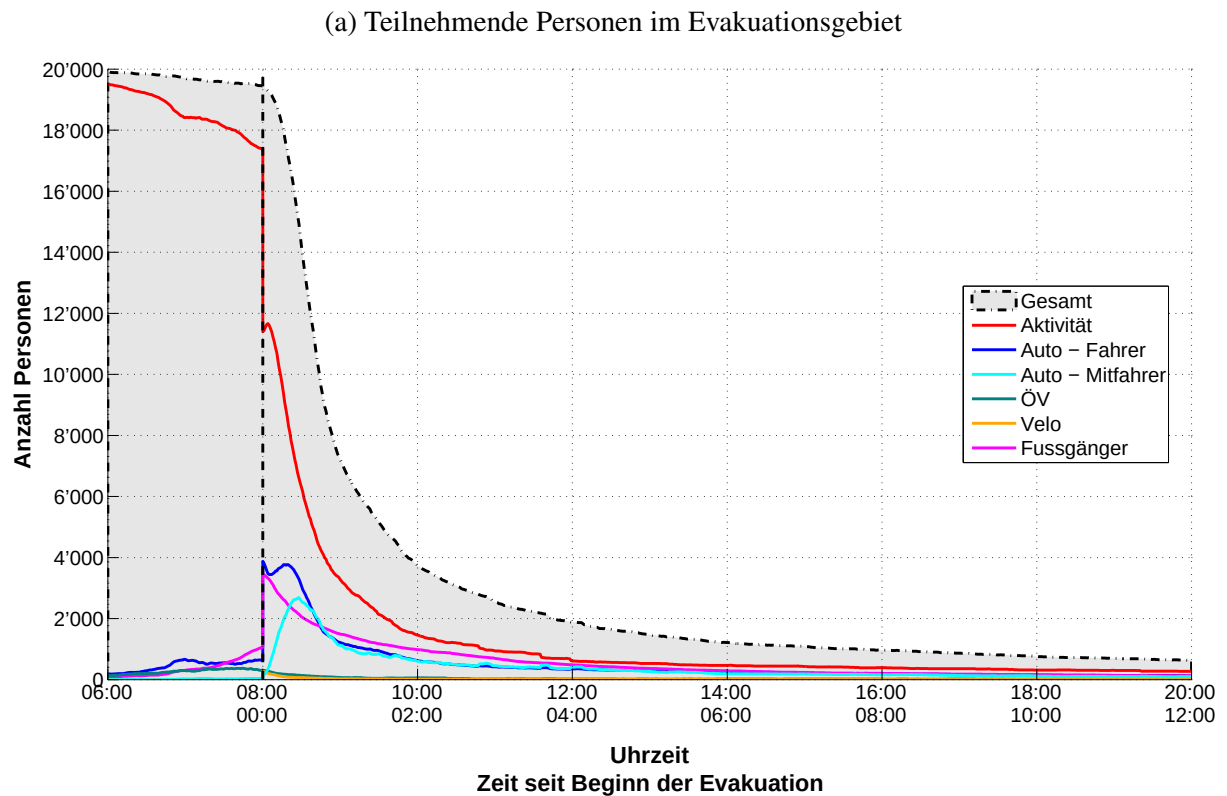


Abbildung 367: Lauf 155

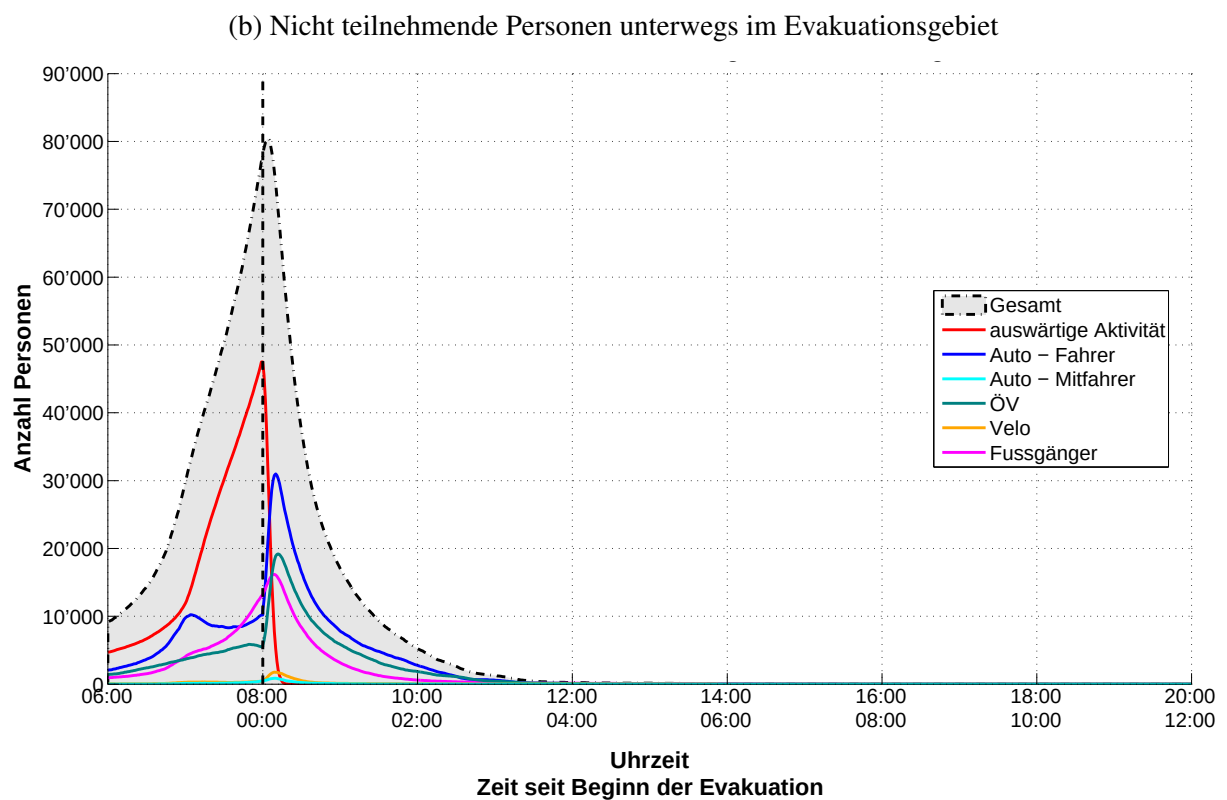
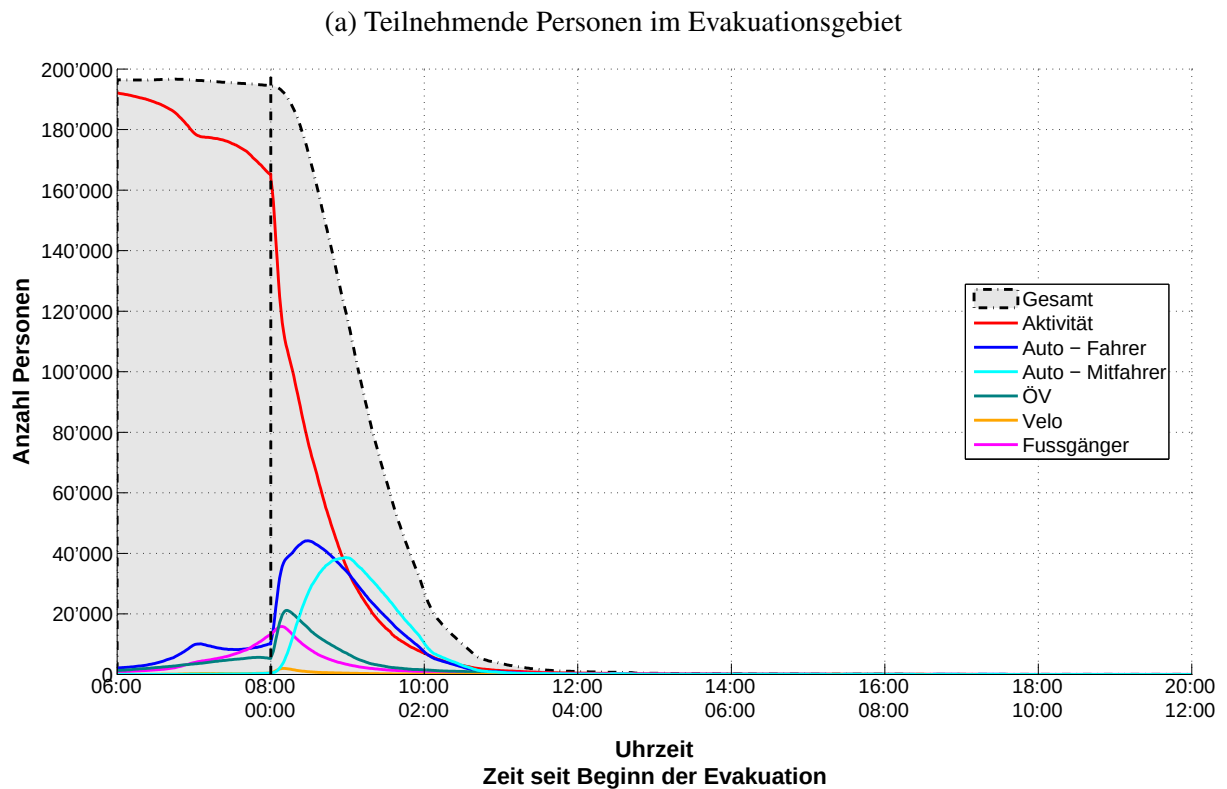


Abbildung 369: Lauf 156

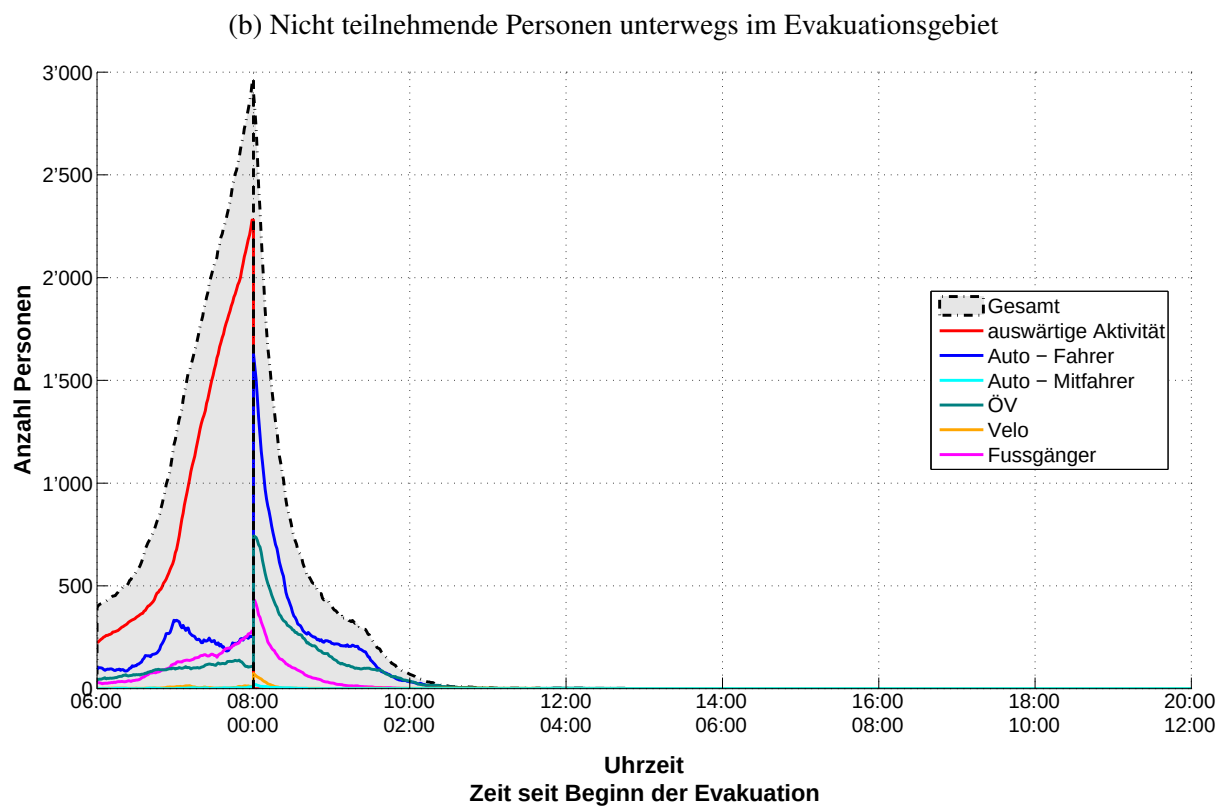
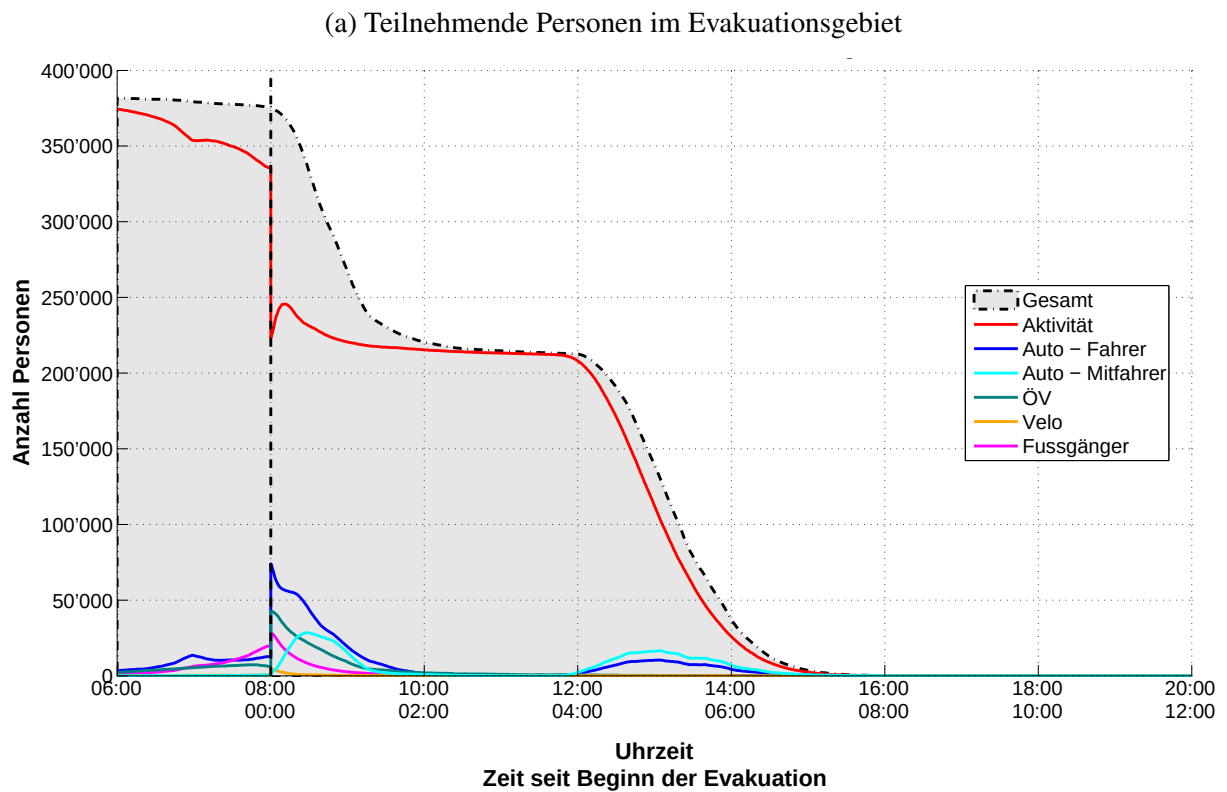


Abbildung 371: Lauf 157

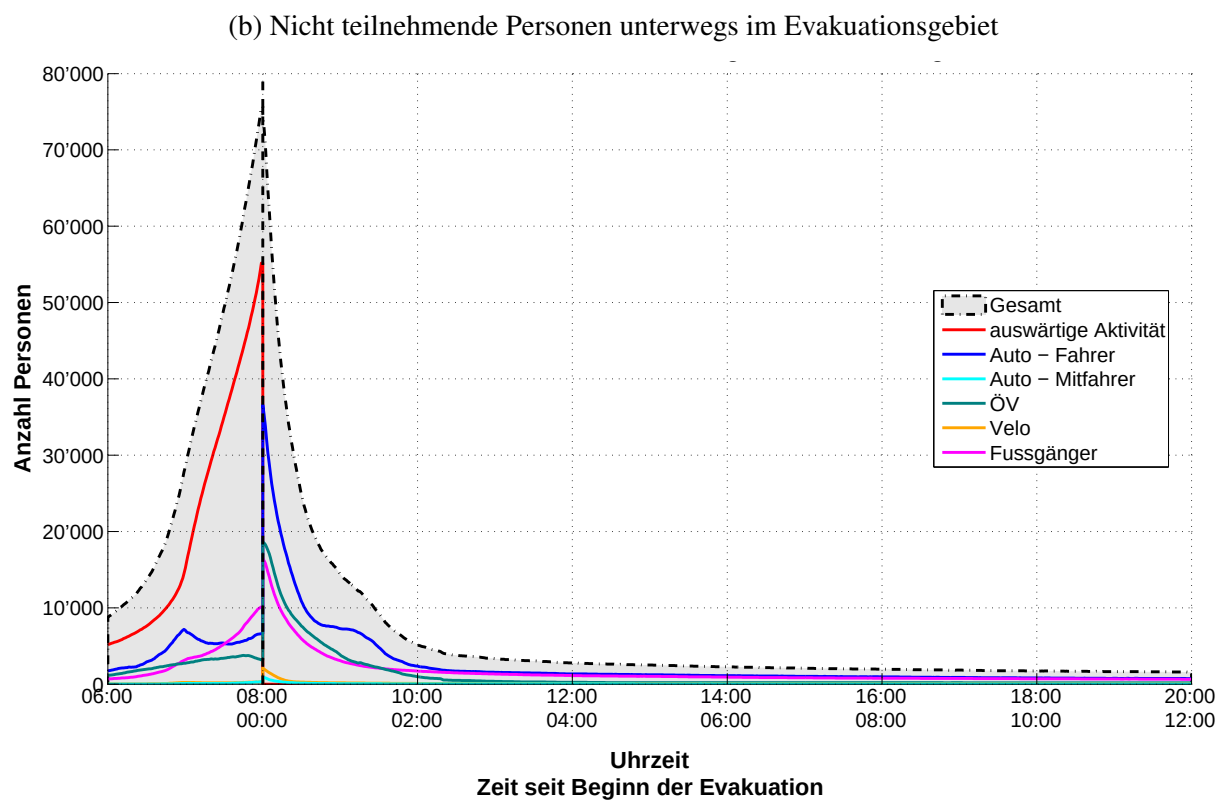
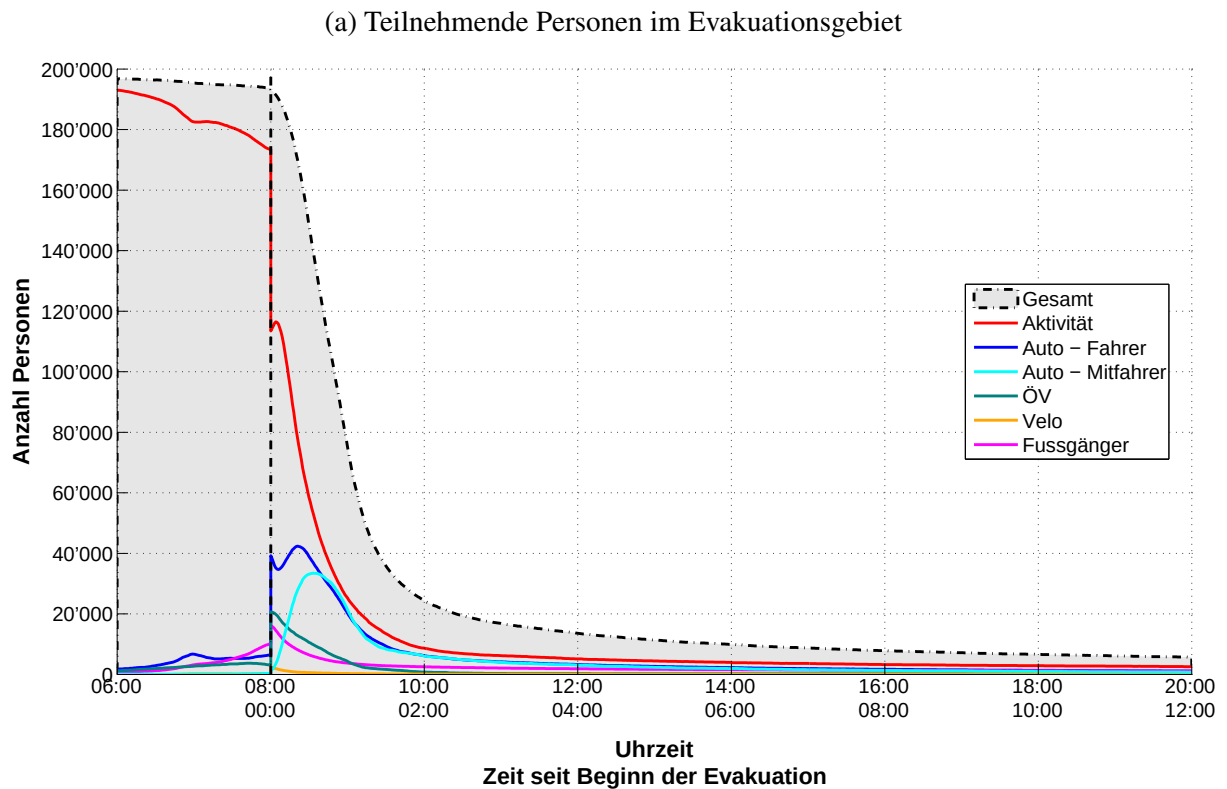


Abbildung 373: Lauf 158

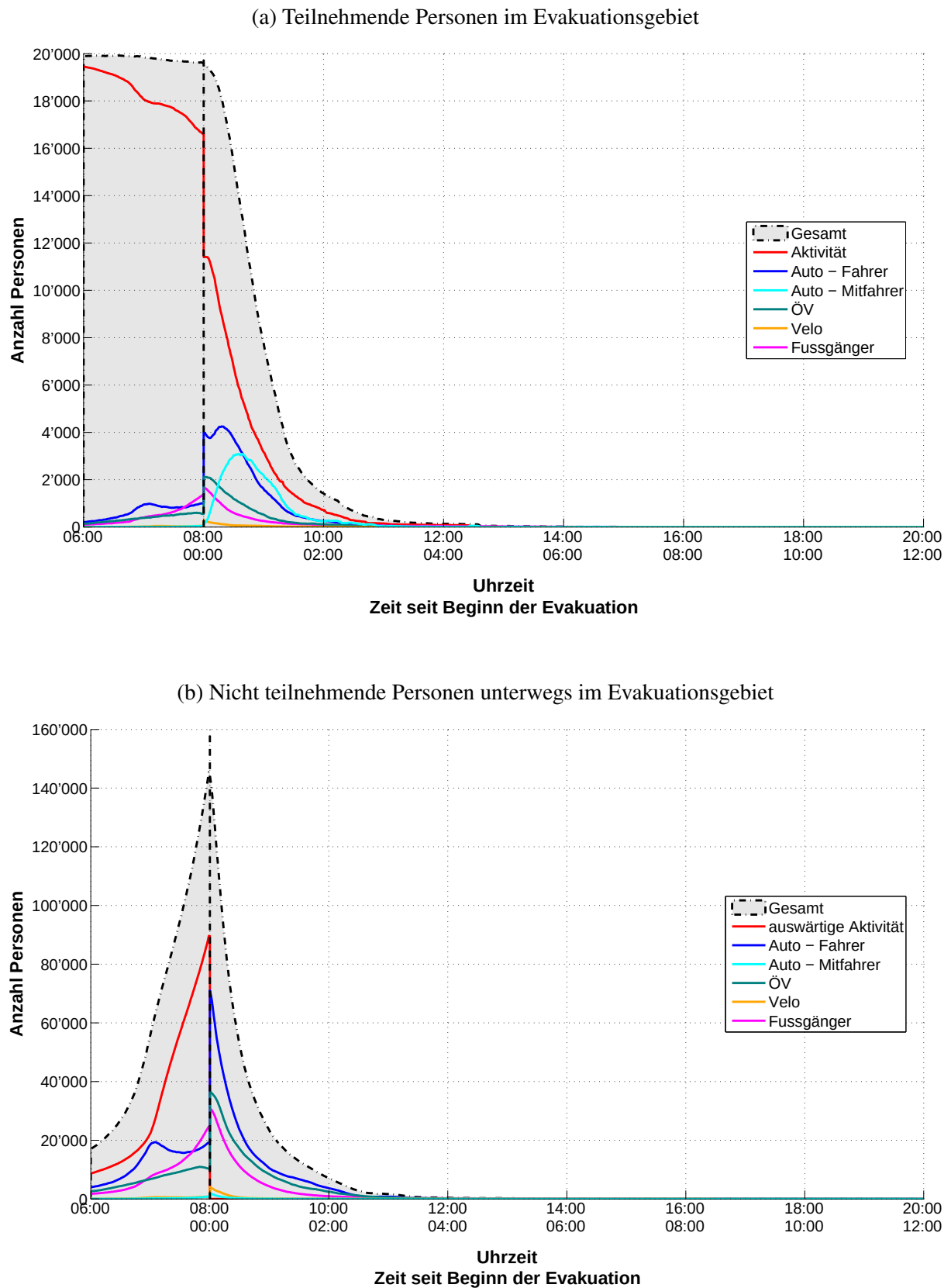


Abbildung 375: Lauf 159

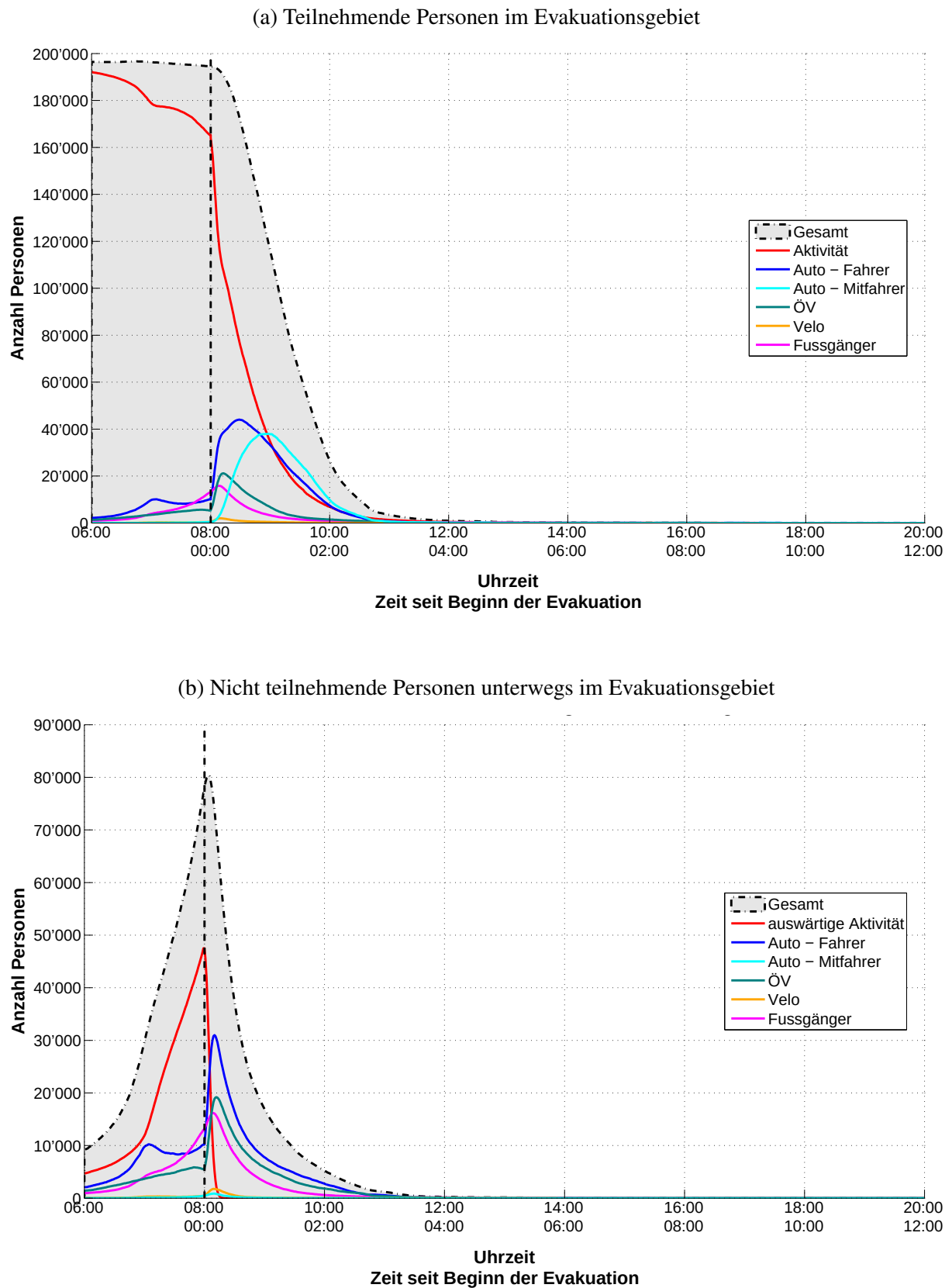


Abbildung 377: Lauf 160

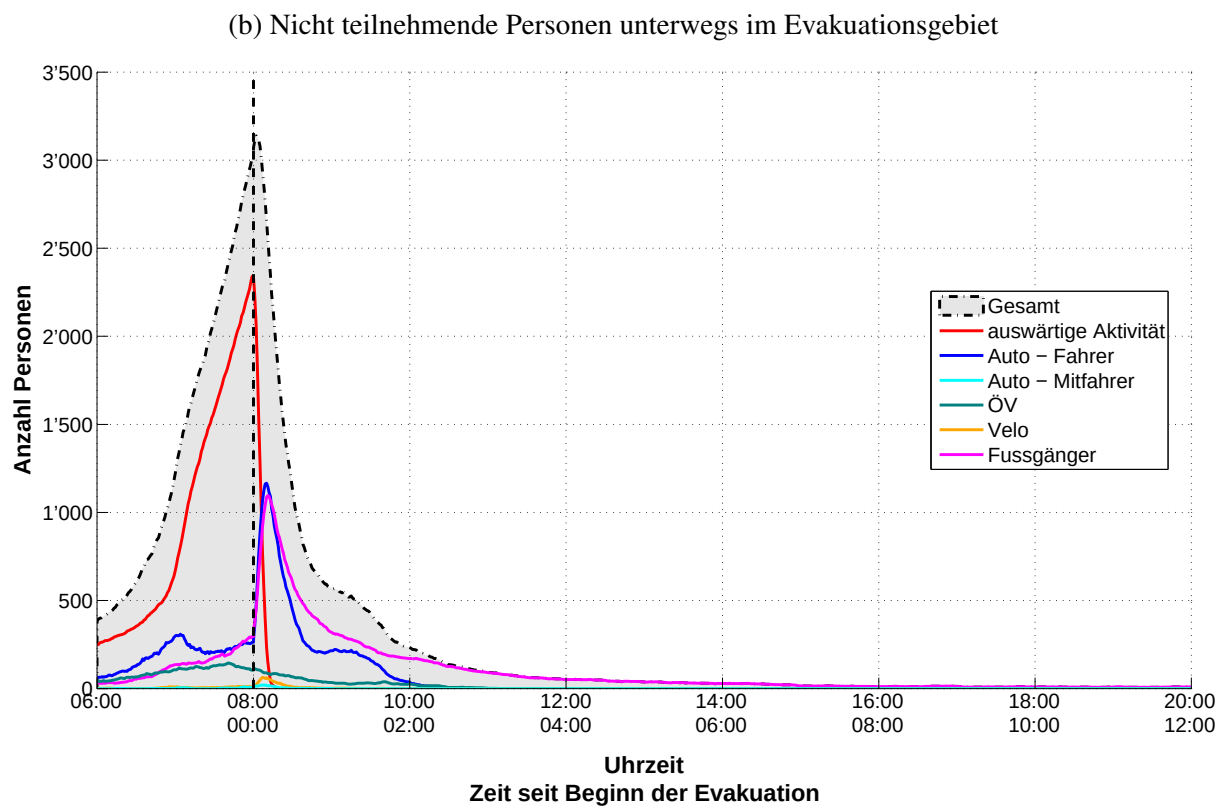
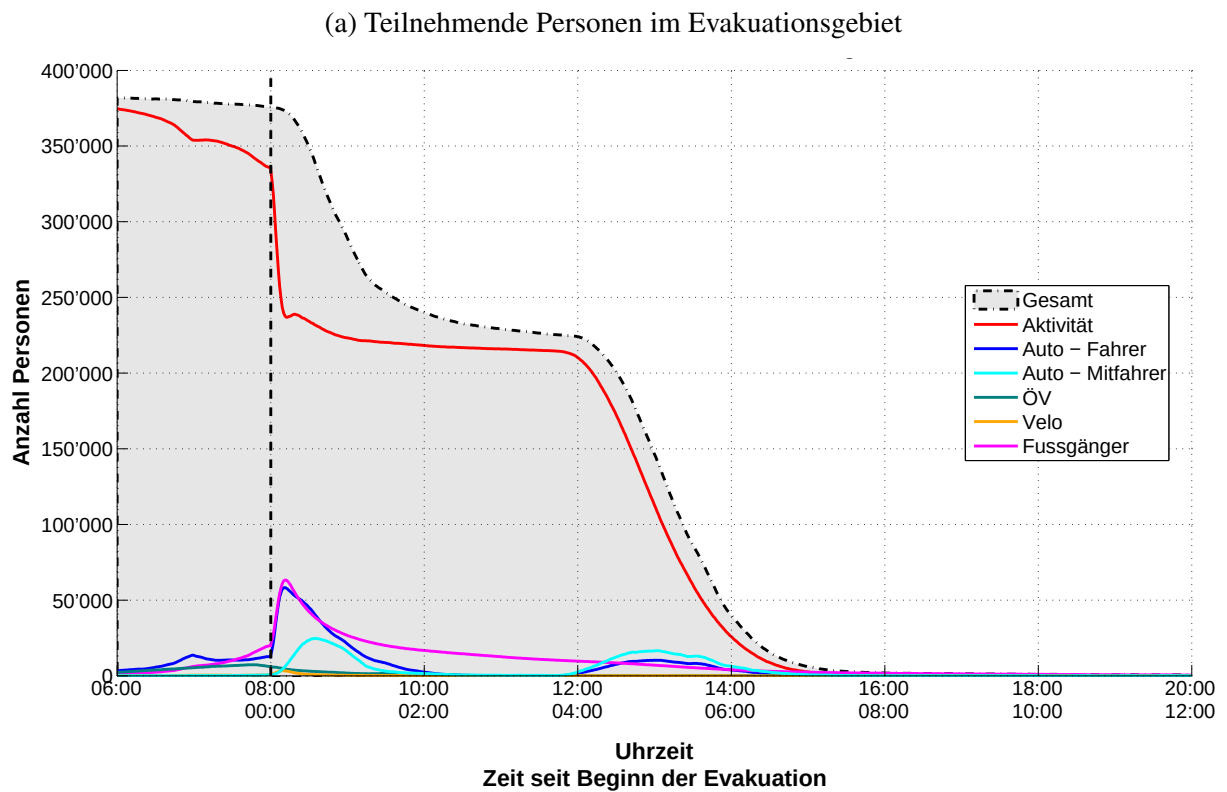


Abbildung 379: Lauf 161

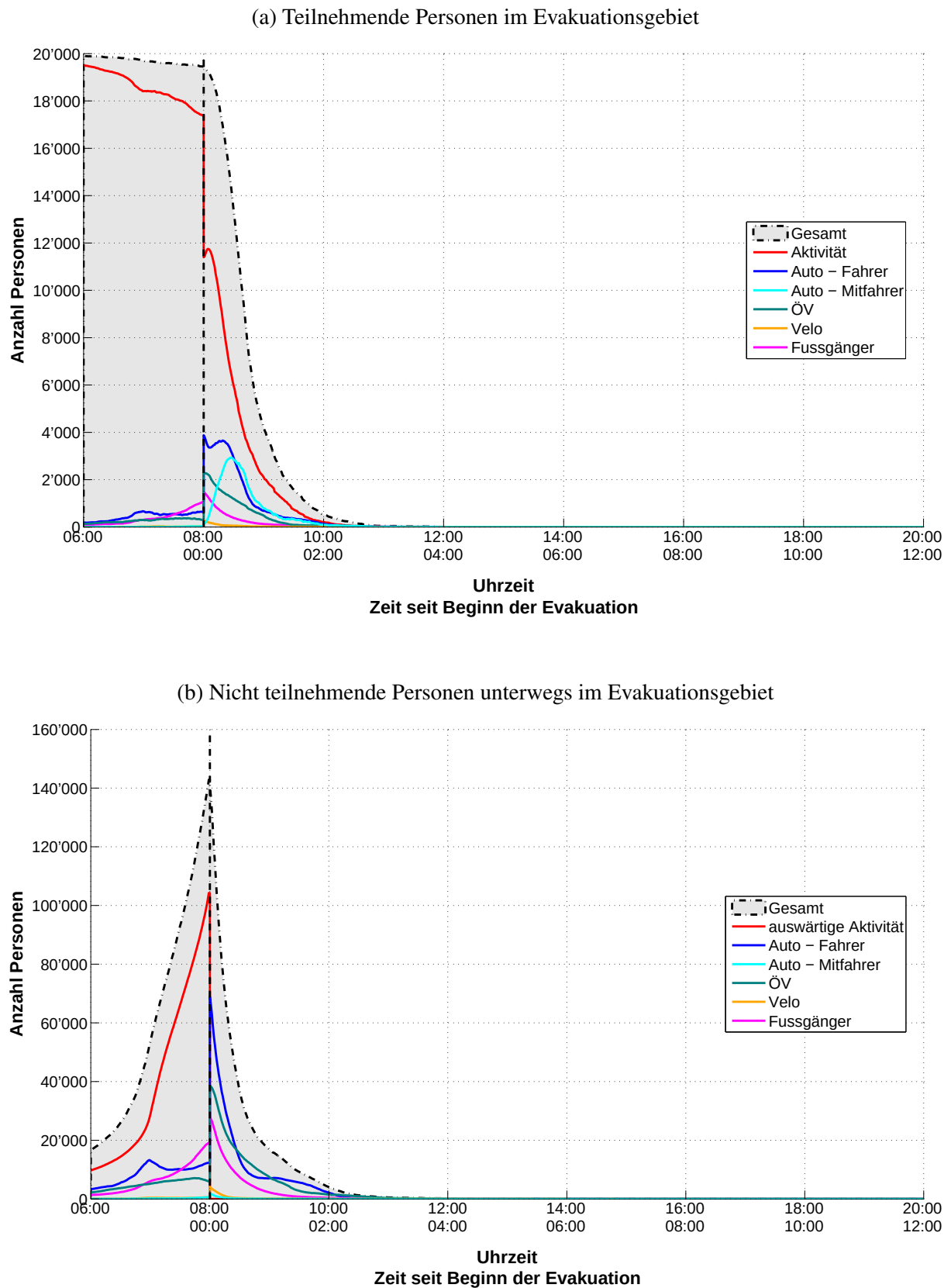


Abbildung 381: Lauf 162

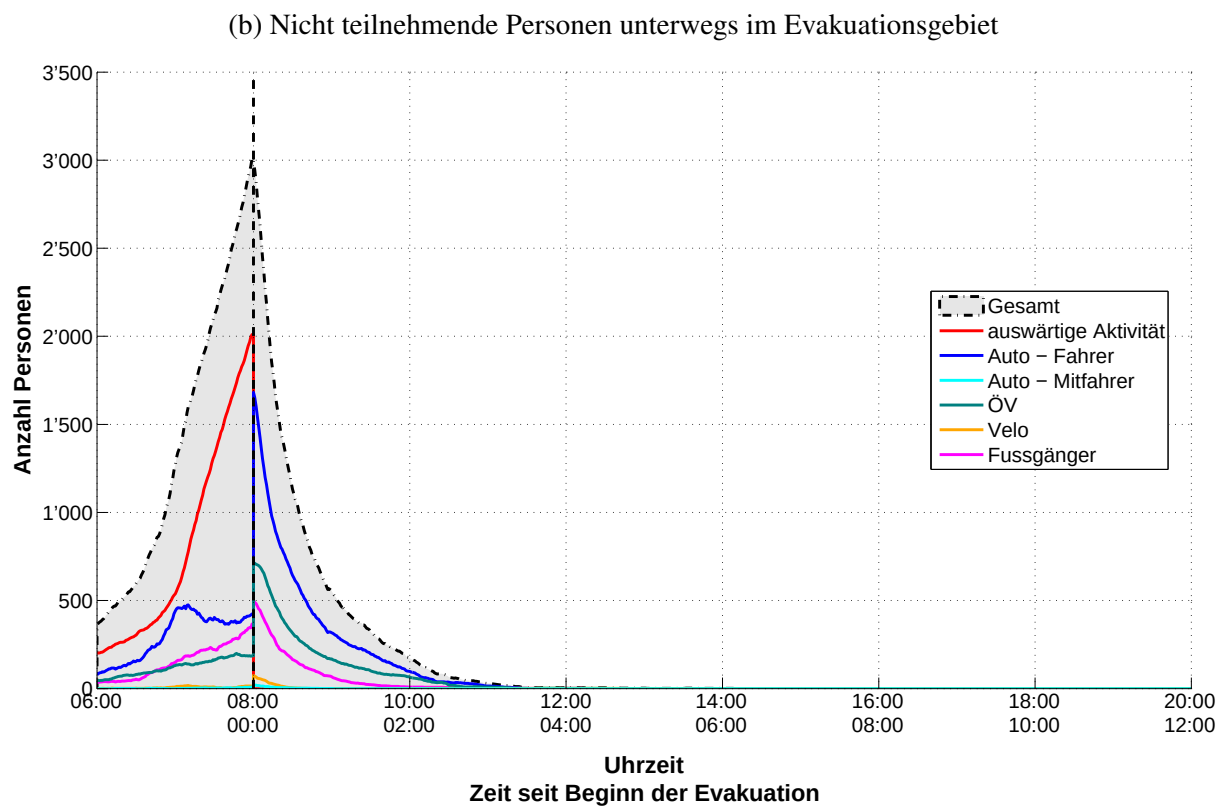
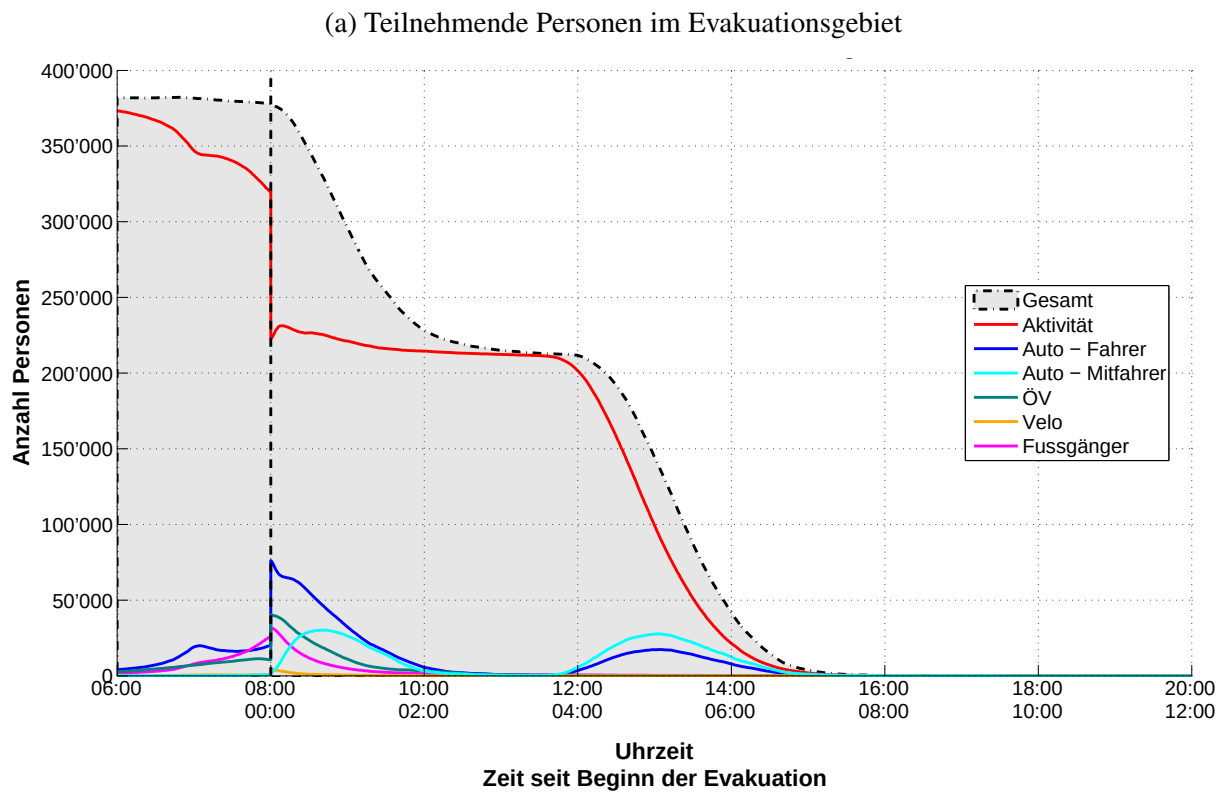


Abbildung 383: Lauf 163

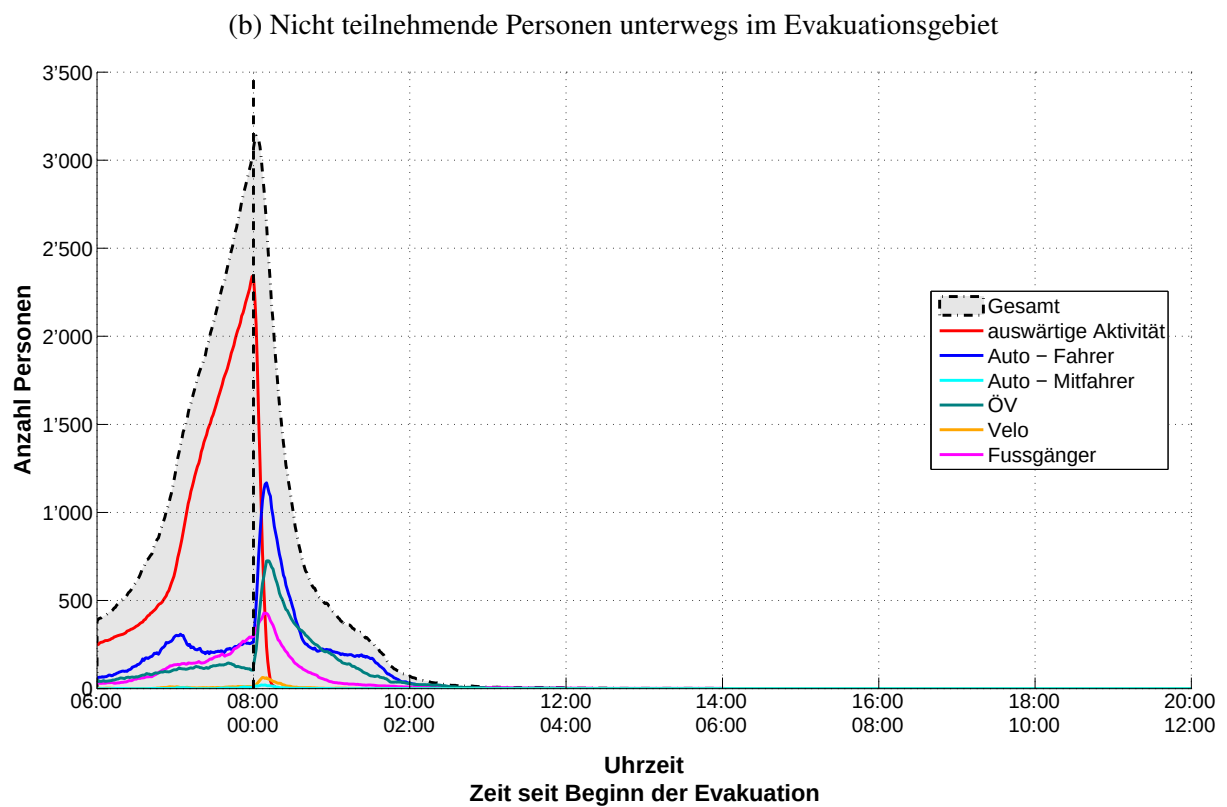
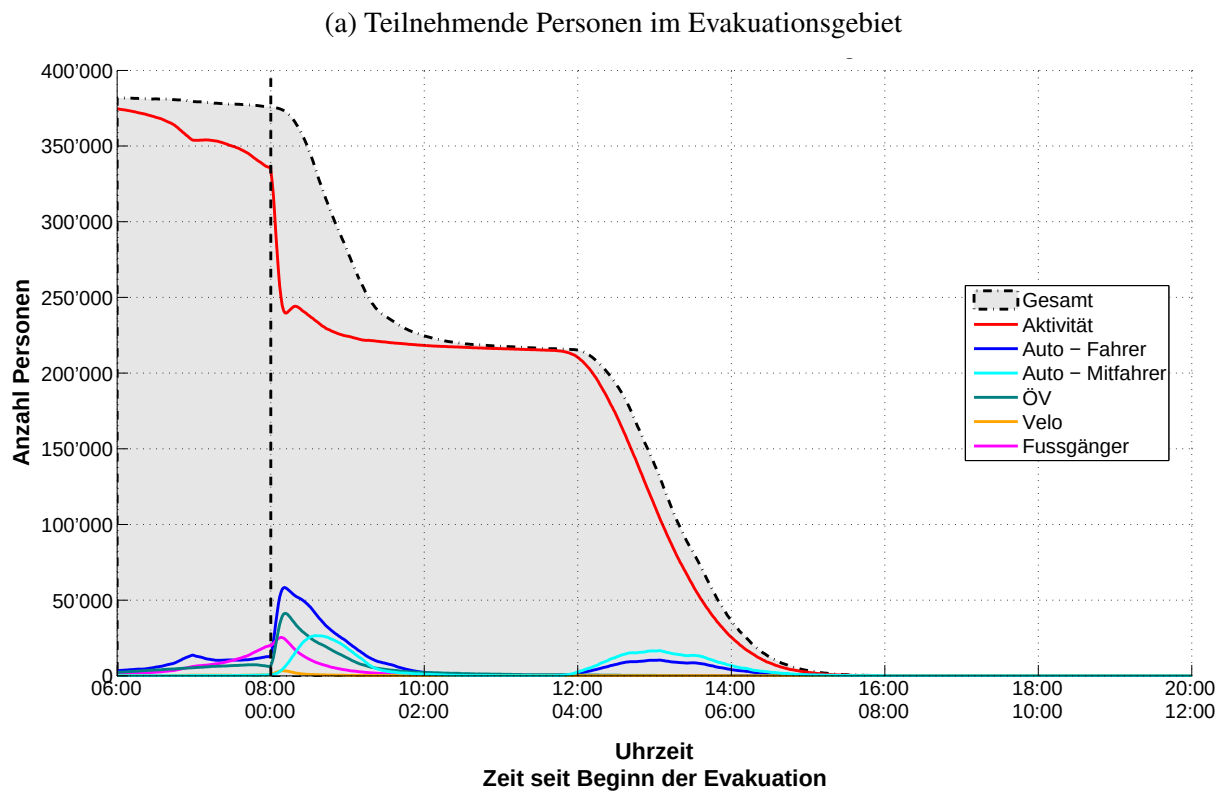


Abbildung 385: Lauf 164

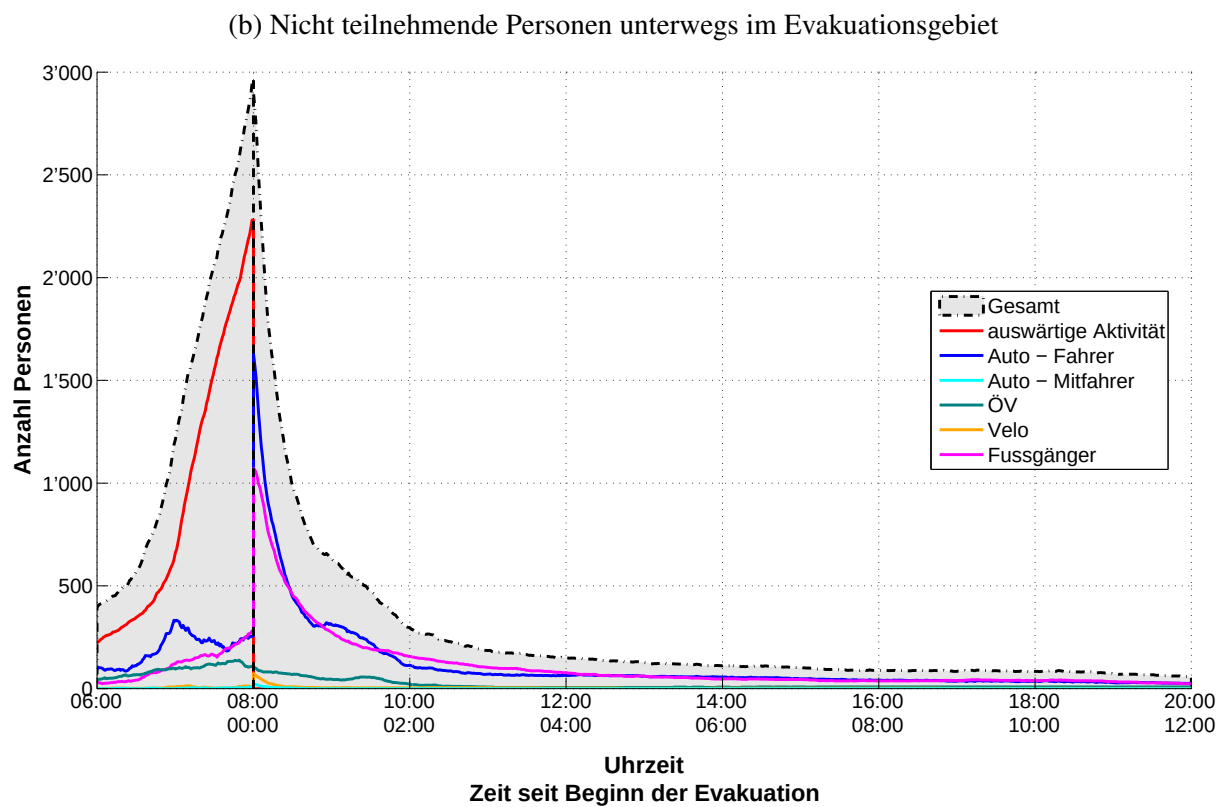
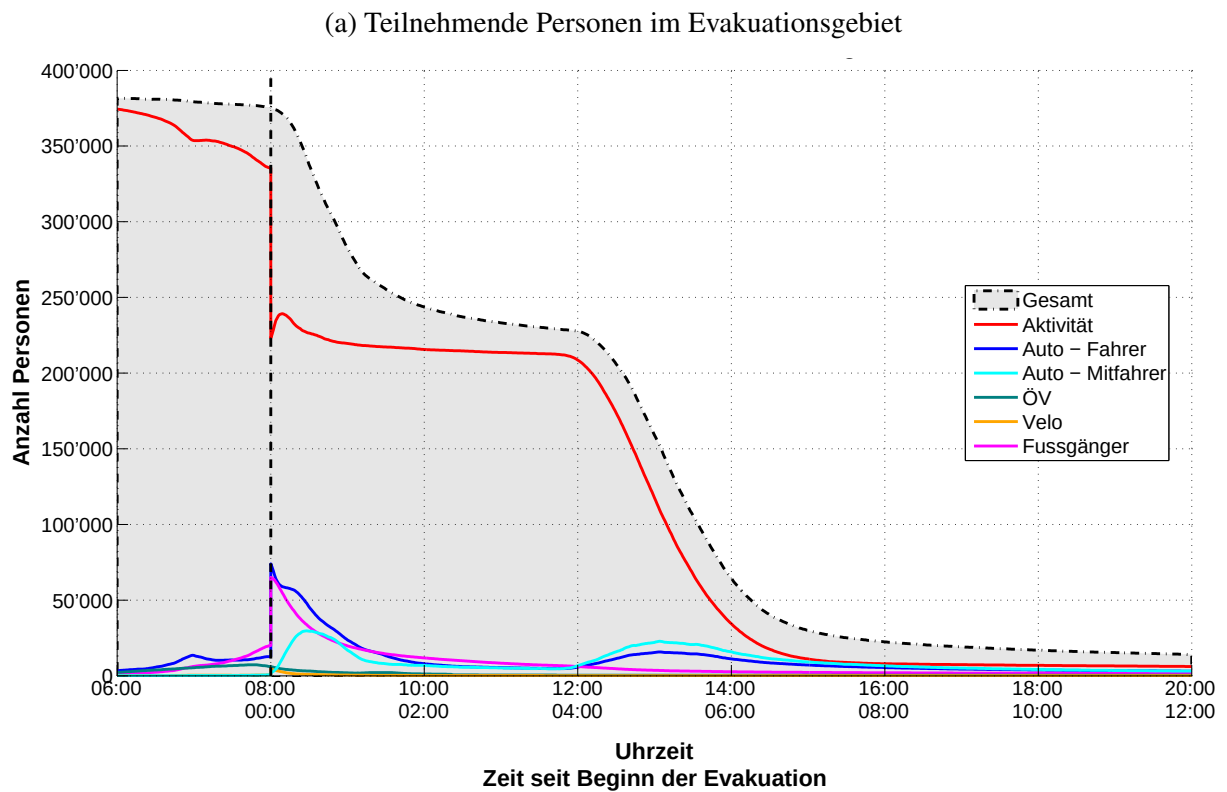
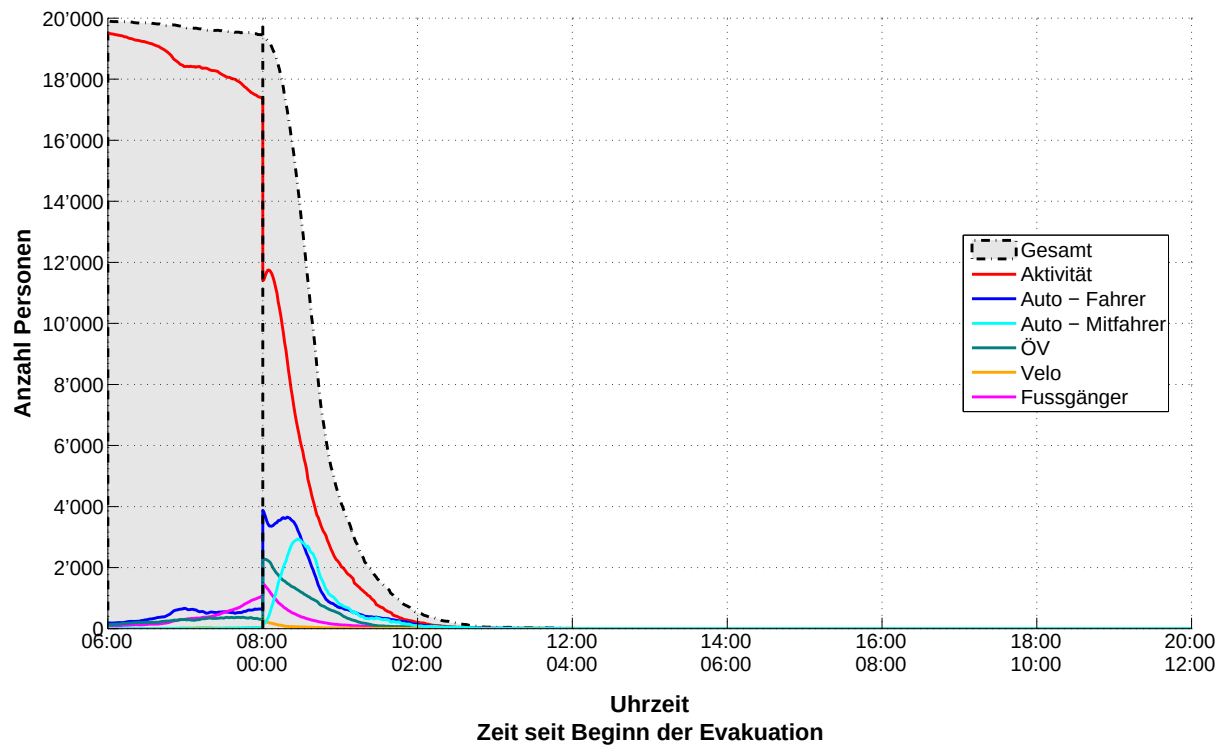


Abbildung 387: Lauf 165

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

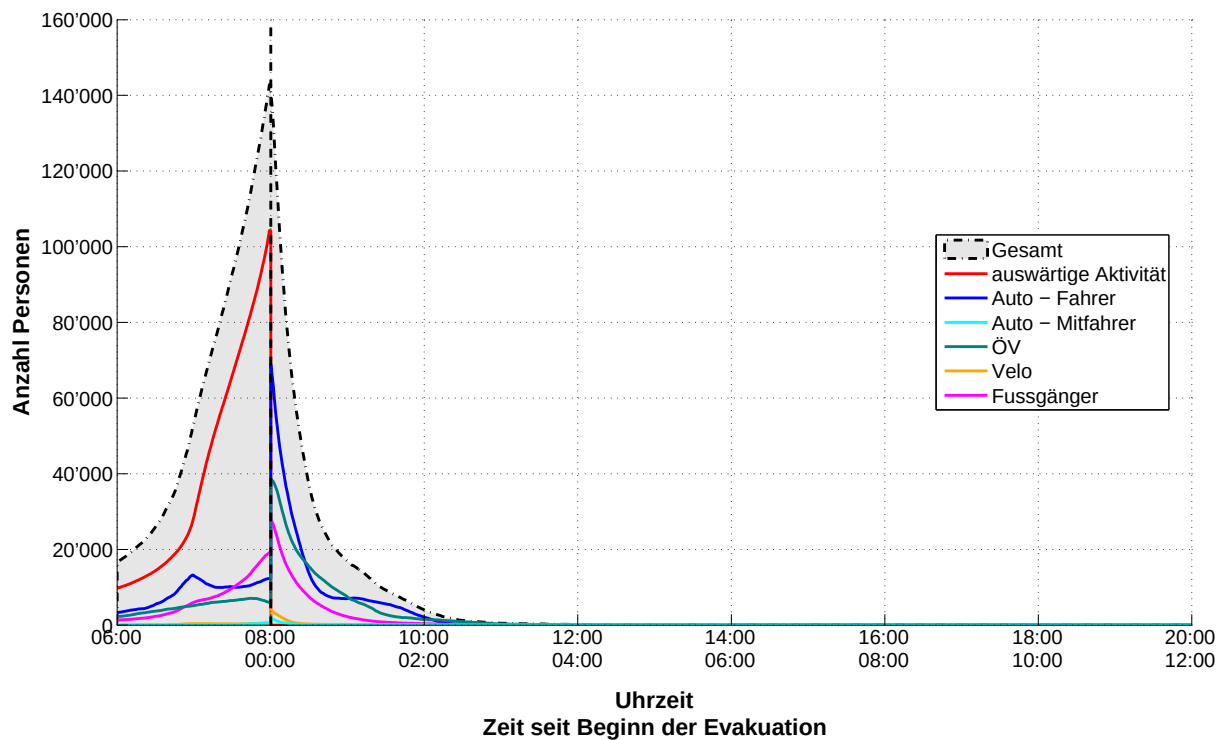


Abbildung 389: Lauf 166

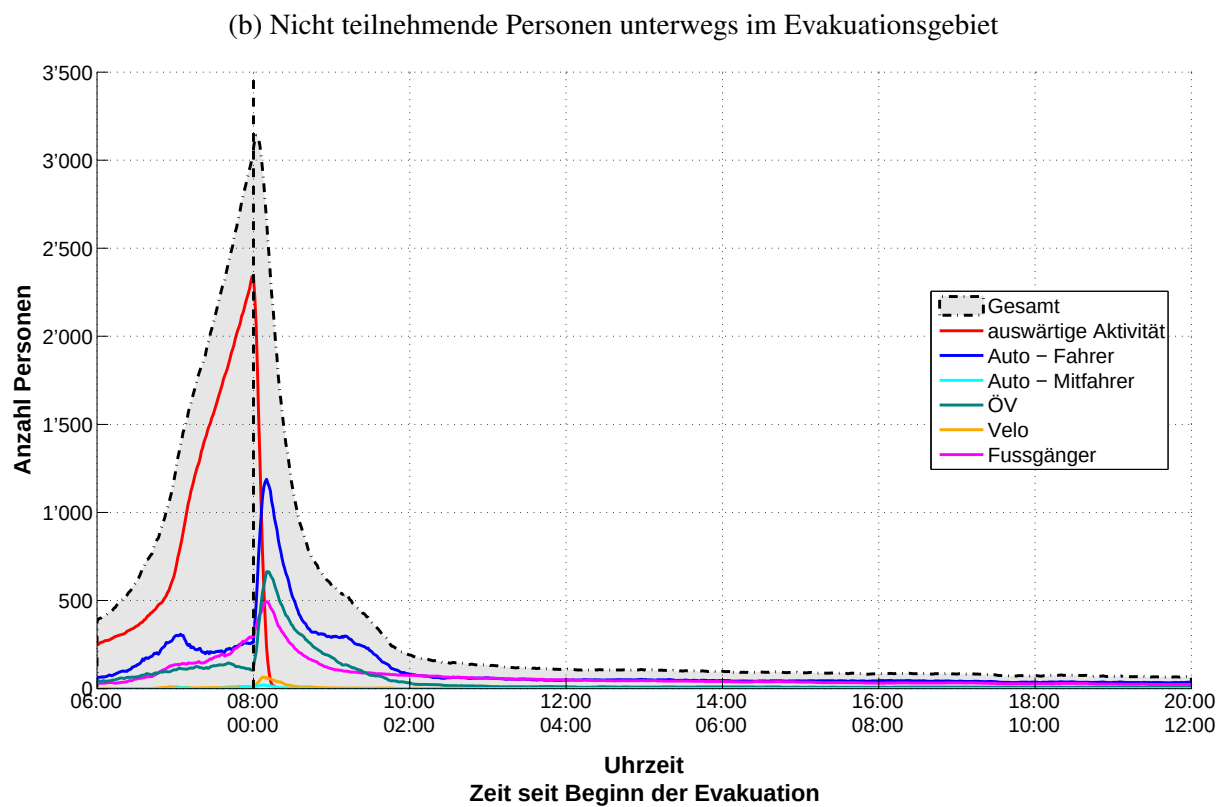
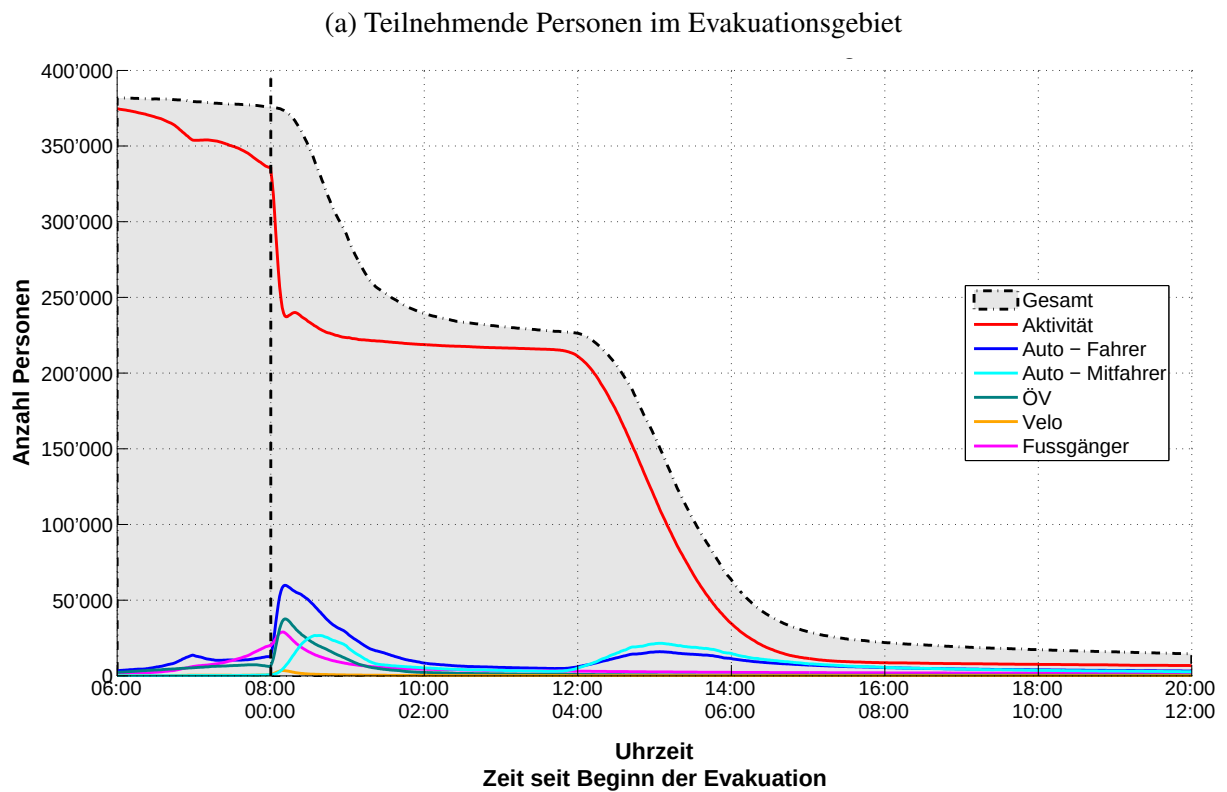


Abbildung 391: Lauf 167

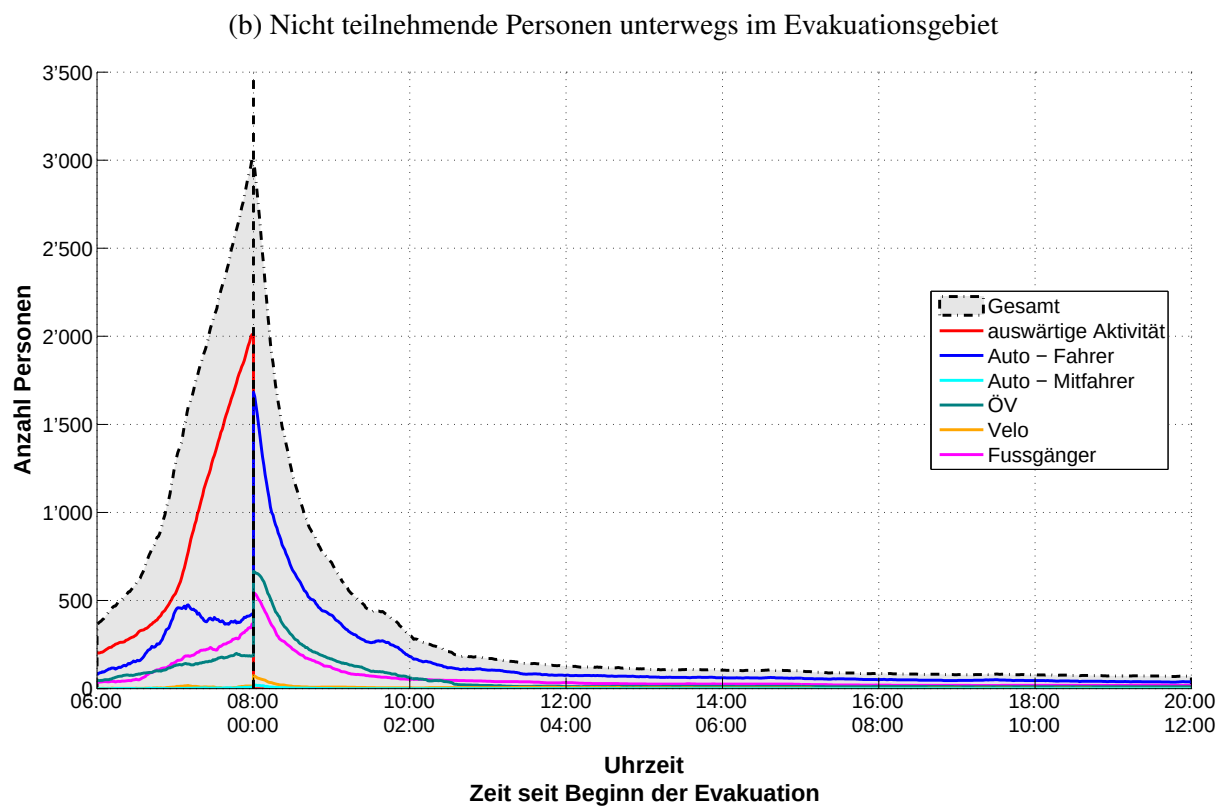
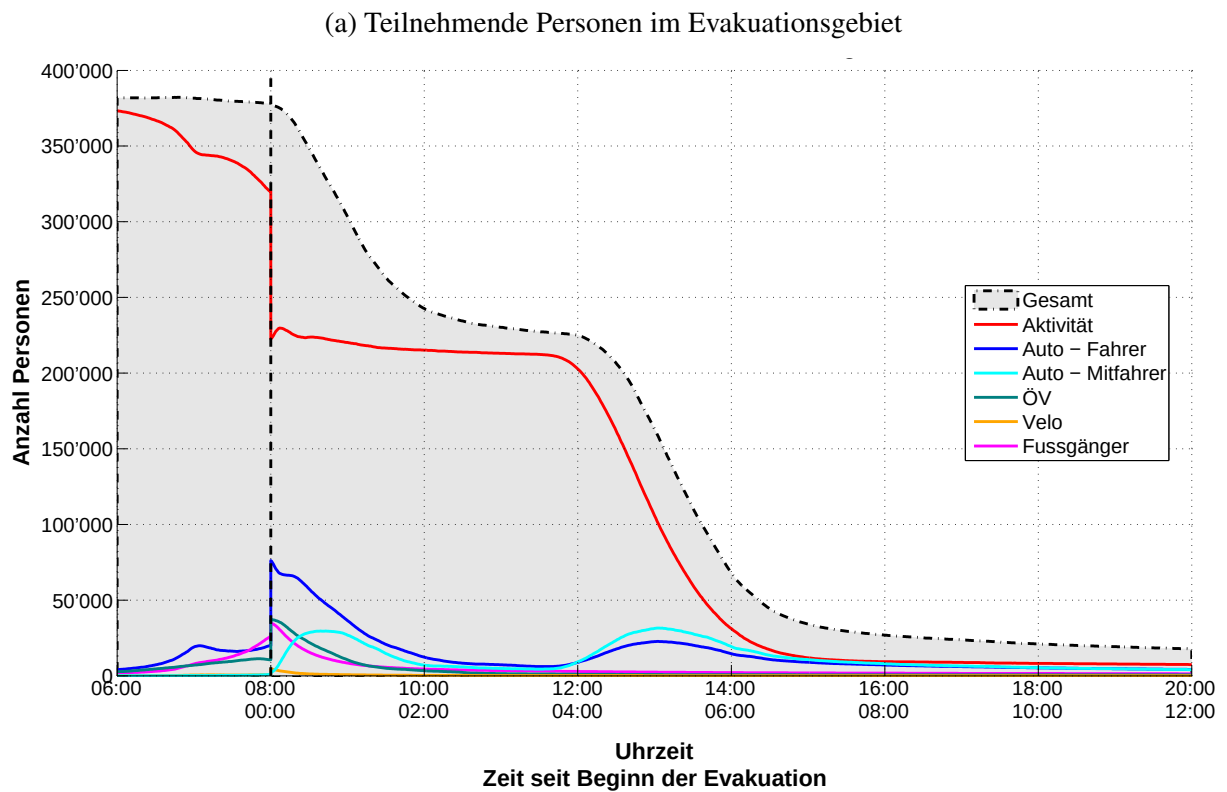


Abbildung 393: Lauf 168

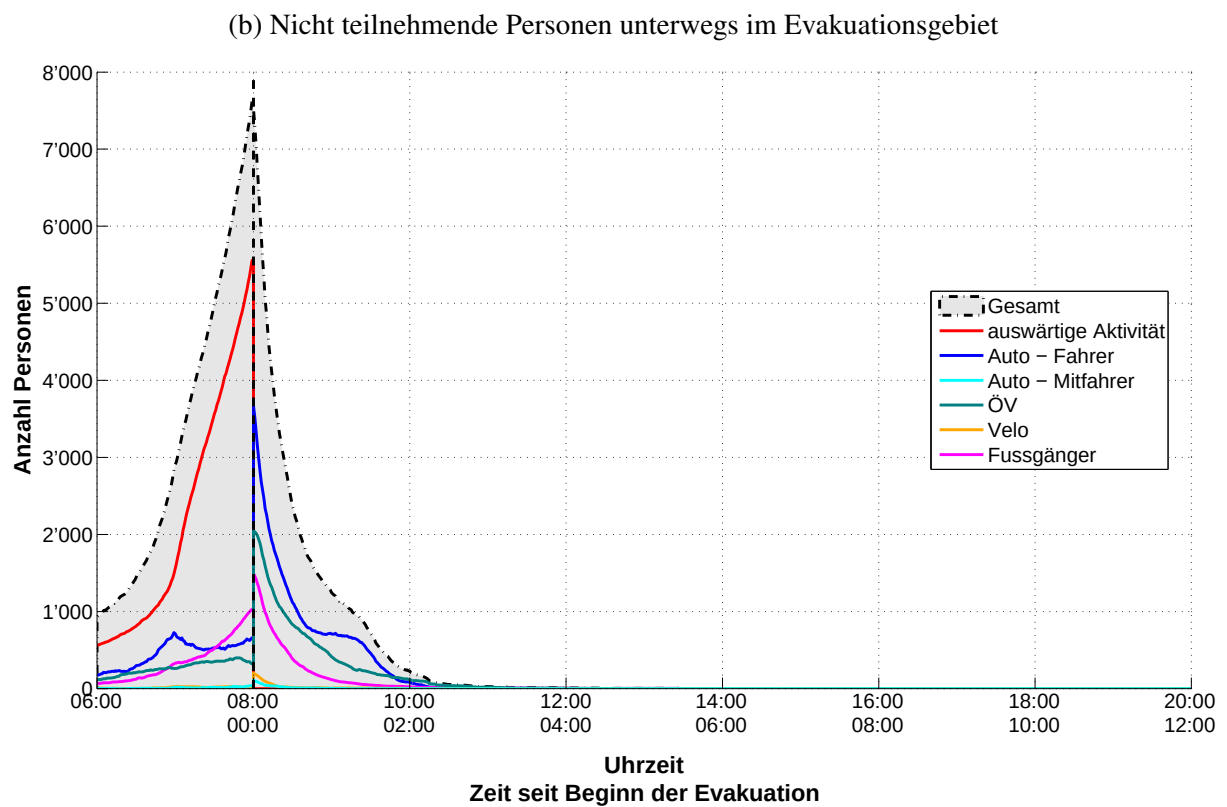
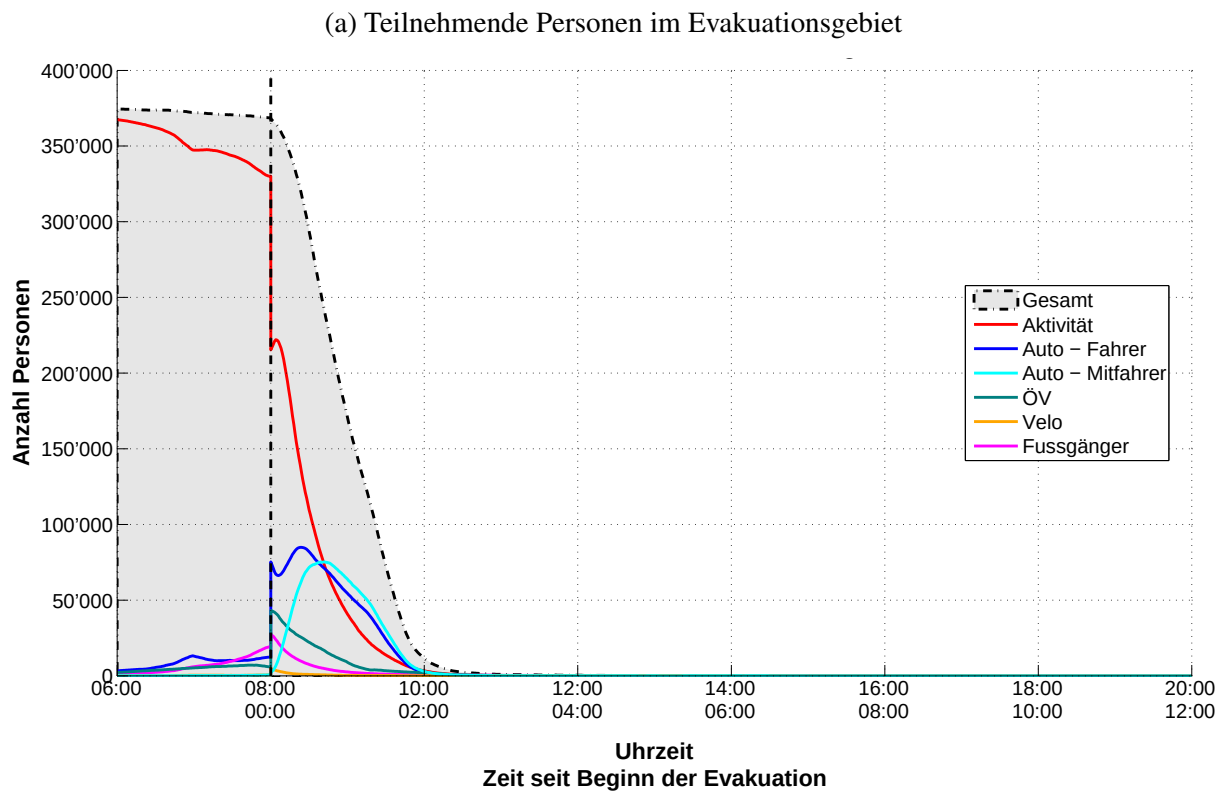


Abbildung 395: Lauf 169

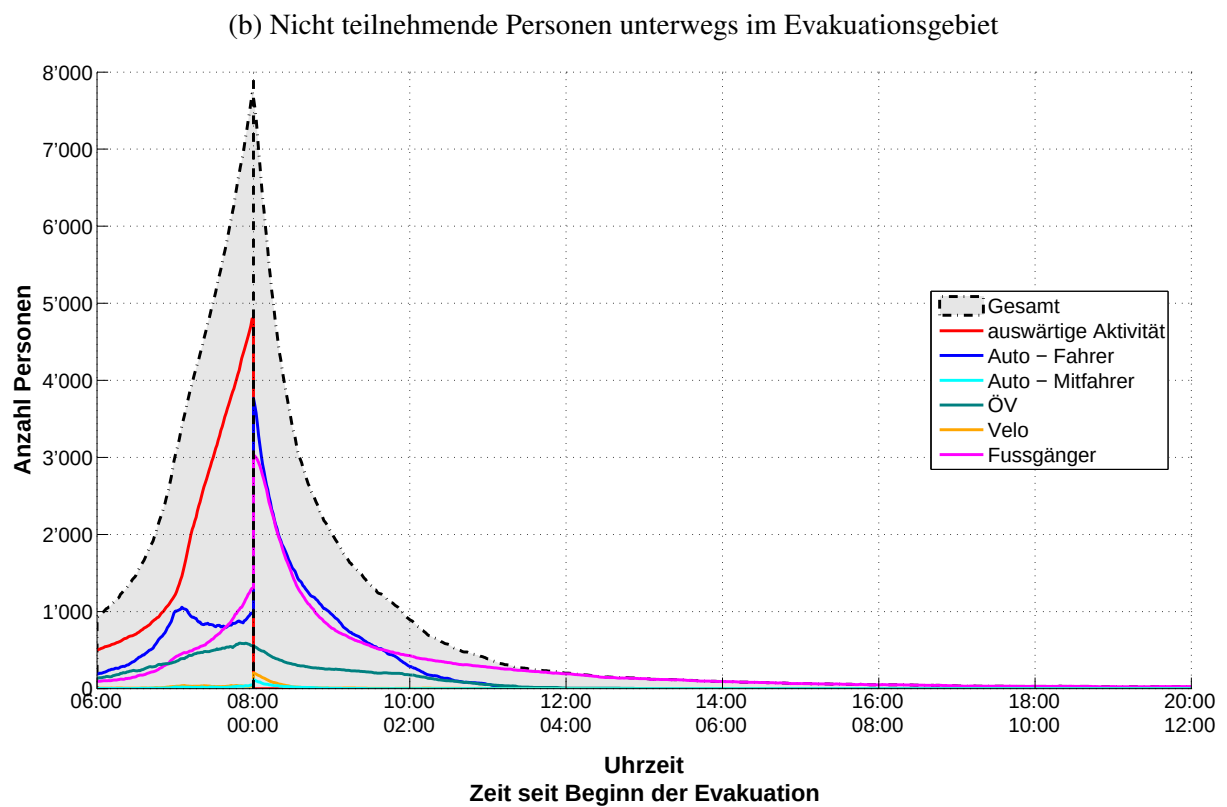
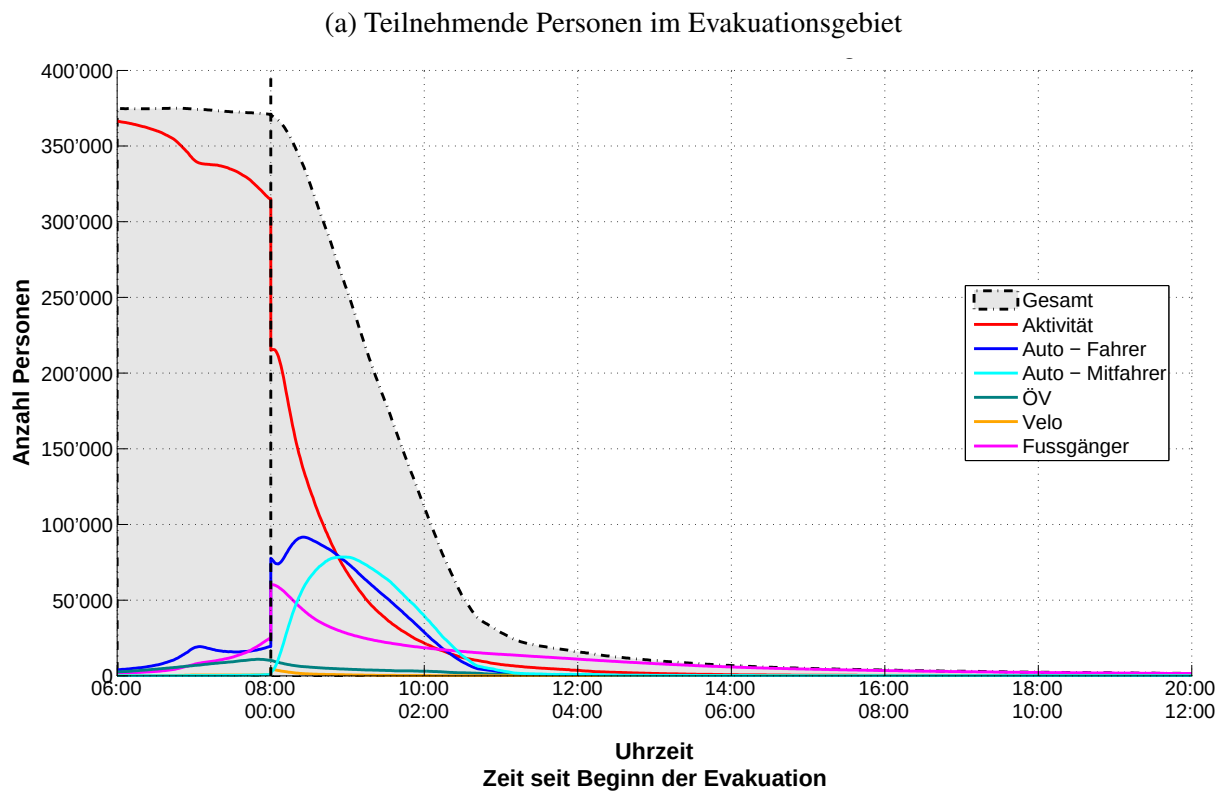


Abbildung 397: Lauf 170

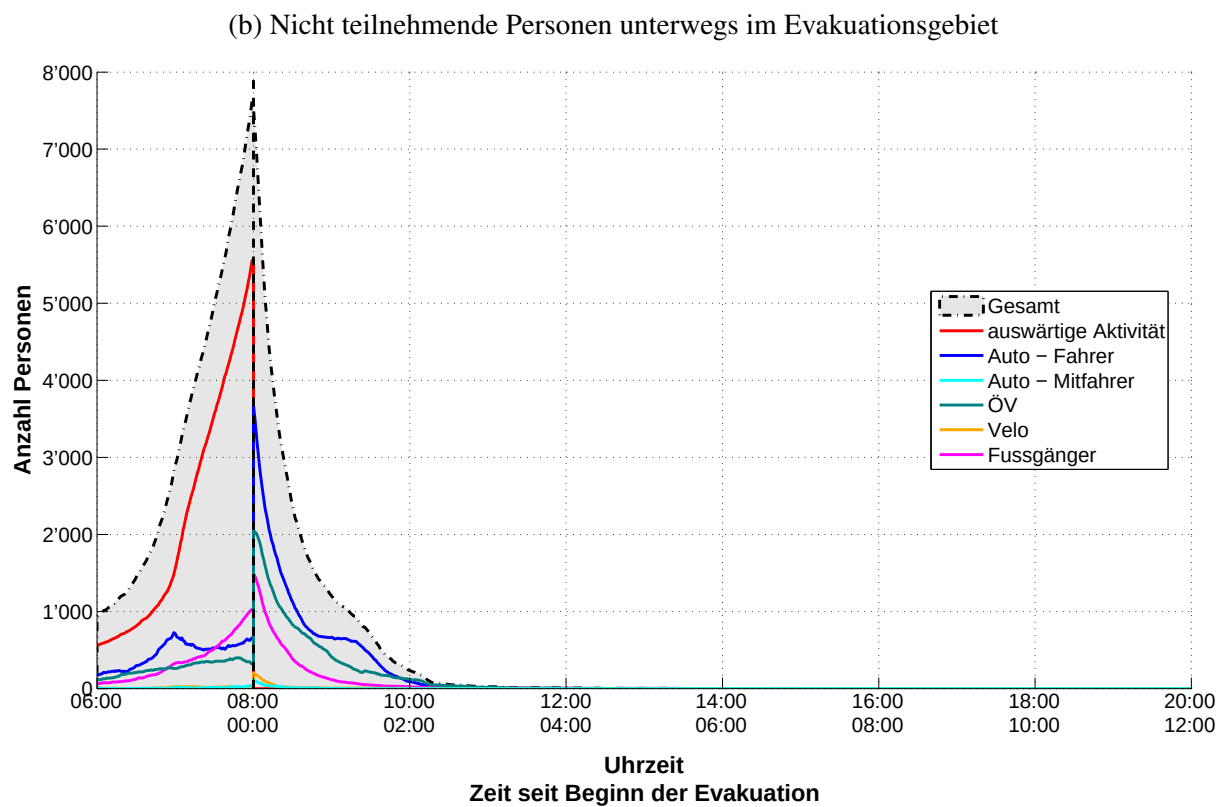
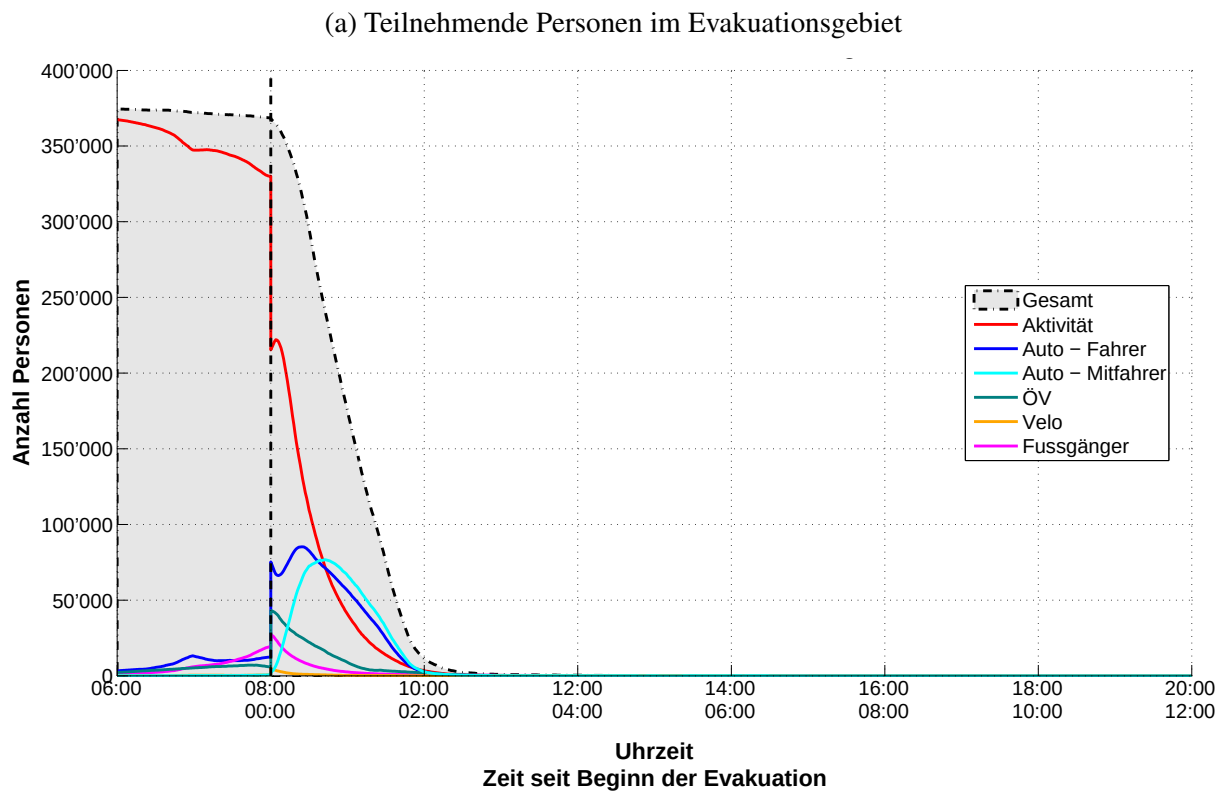


Abbildung 399: Lauf 171

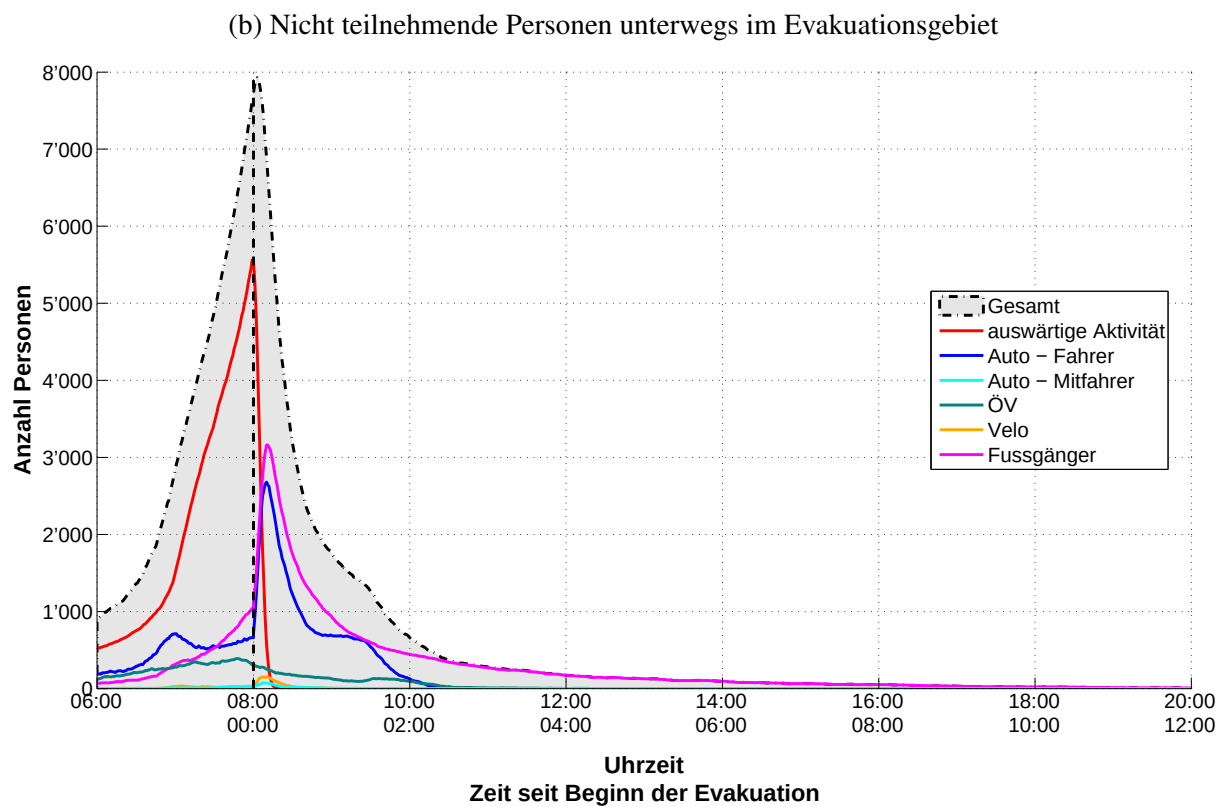
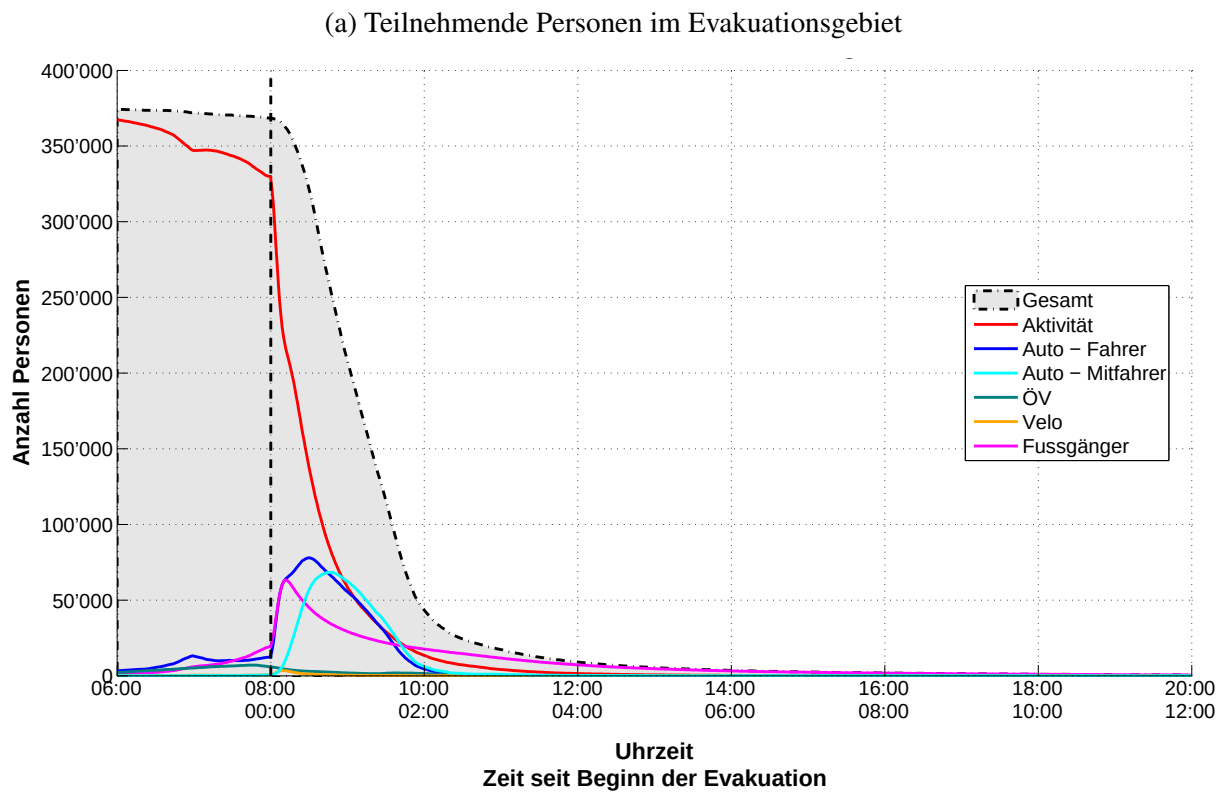


Abbildung 401: Lauf 172

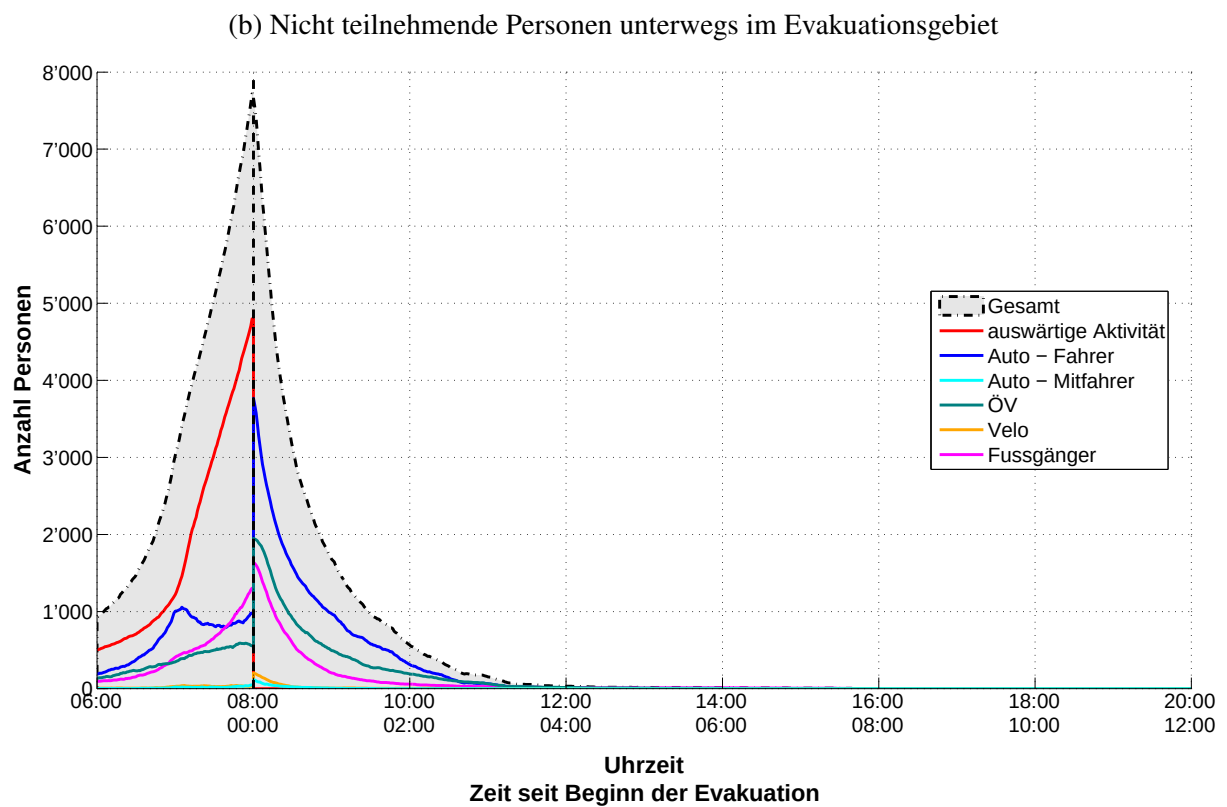
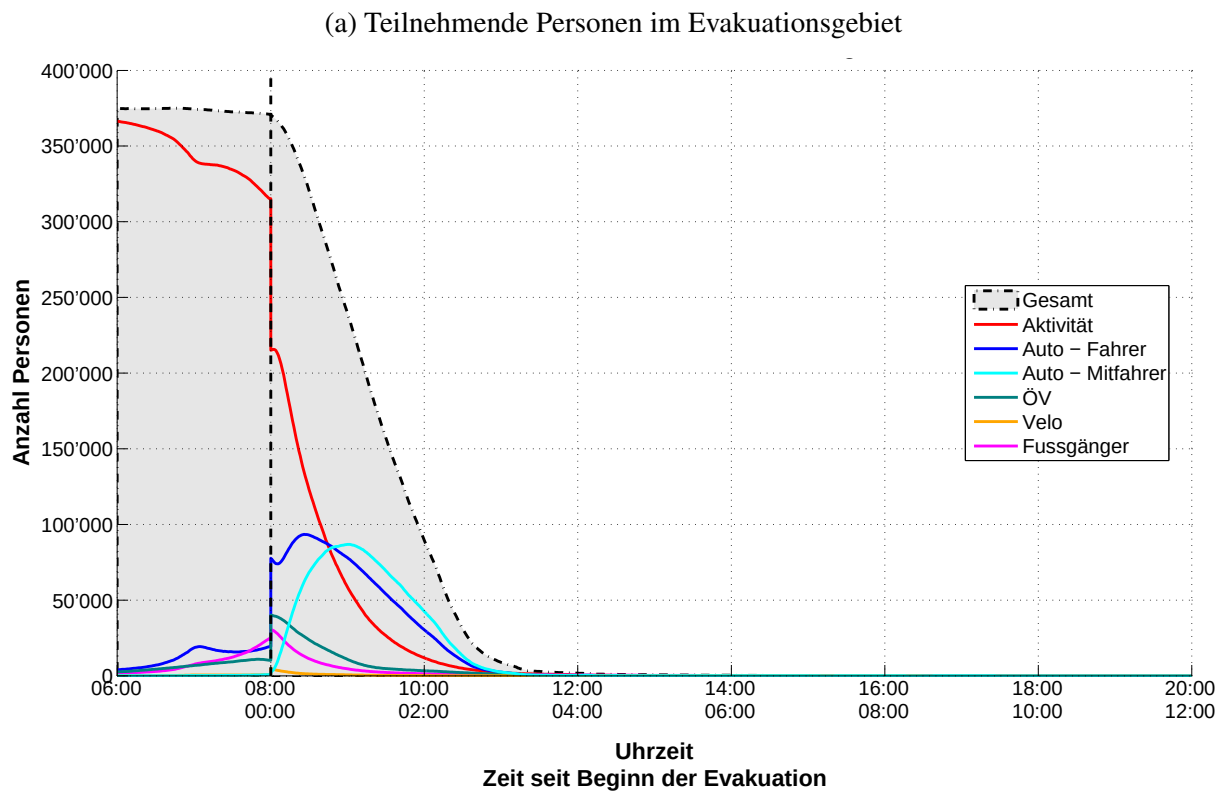


Abbildung 403: Lauf 173

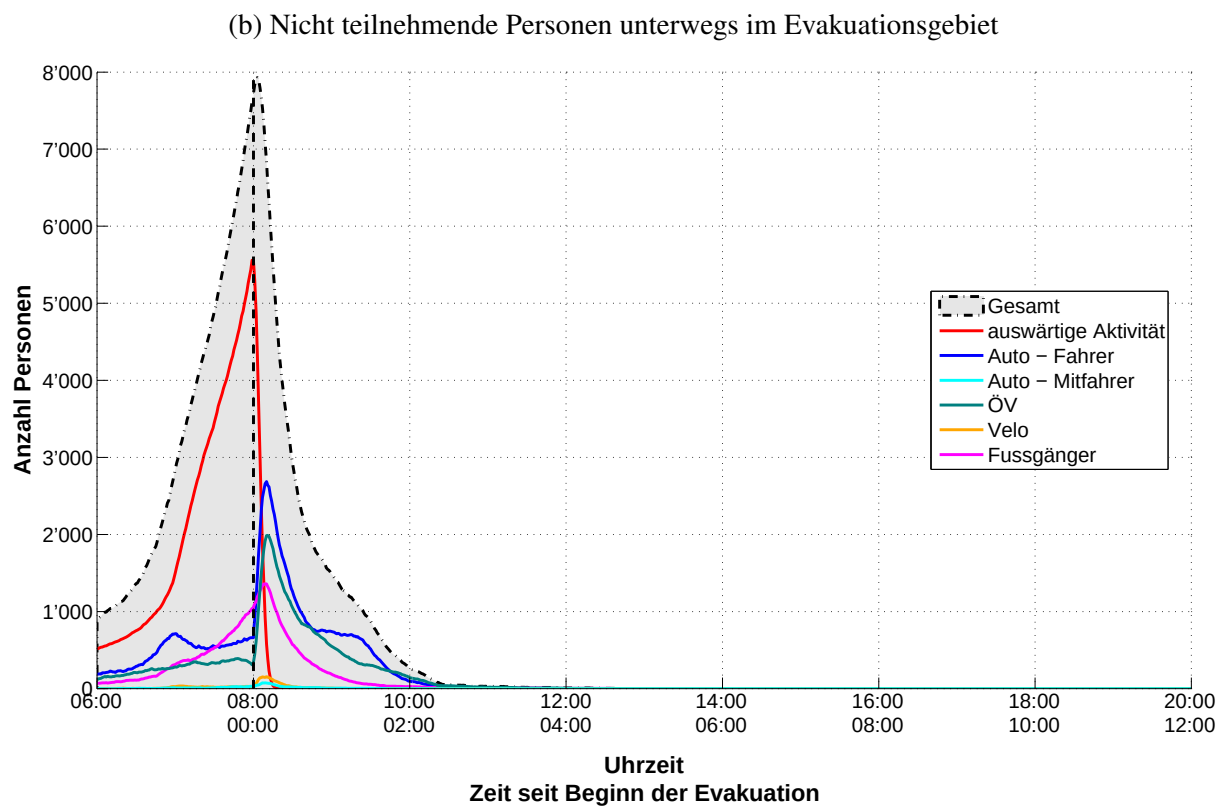
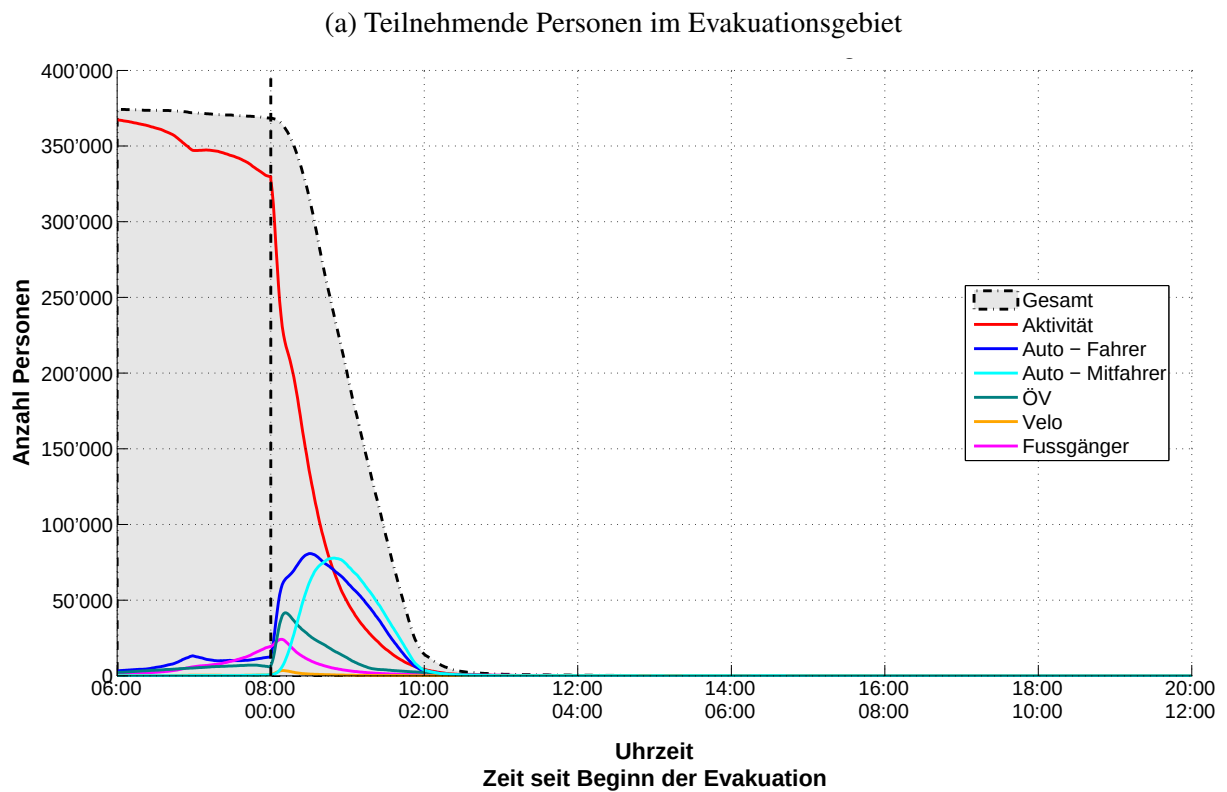


Abbildung 405: Lauf 174

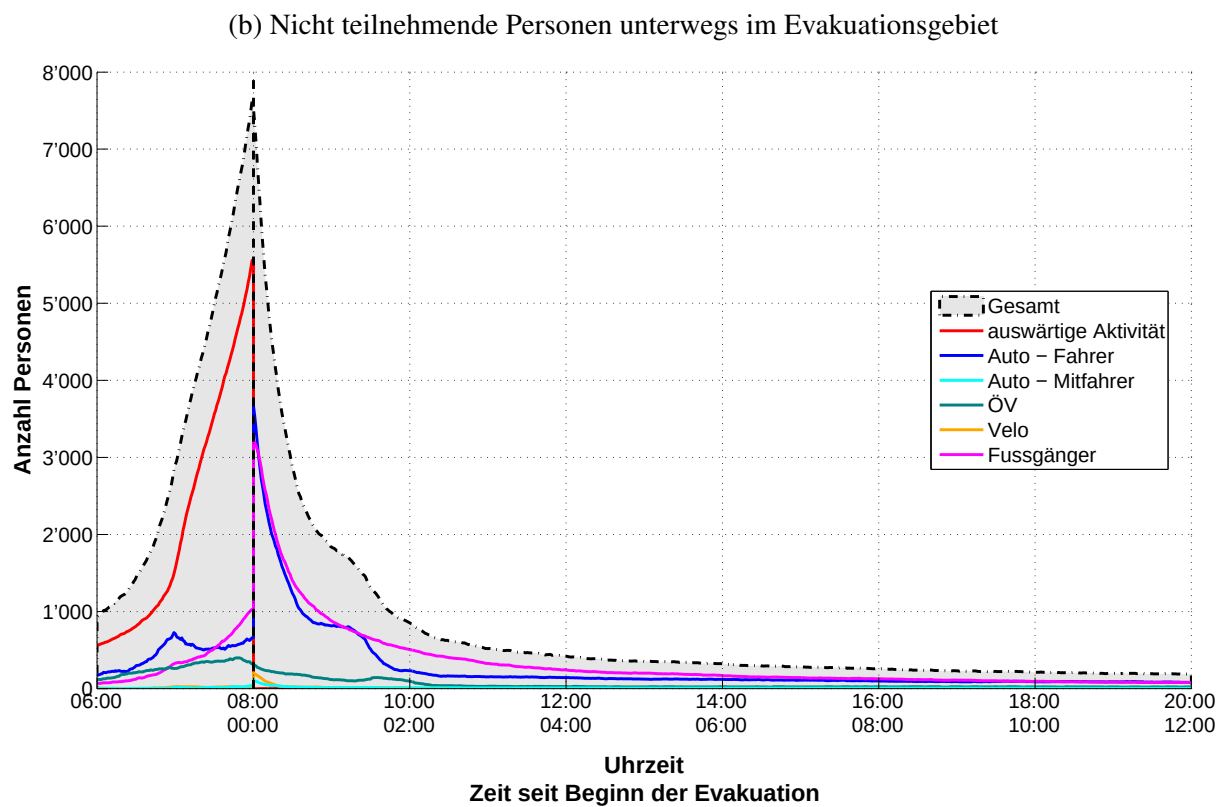
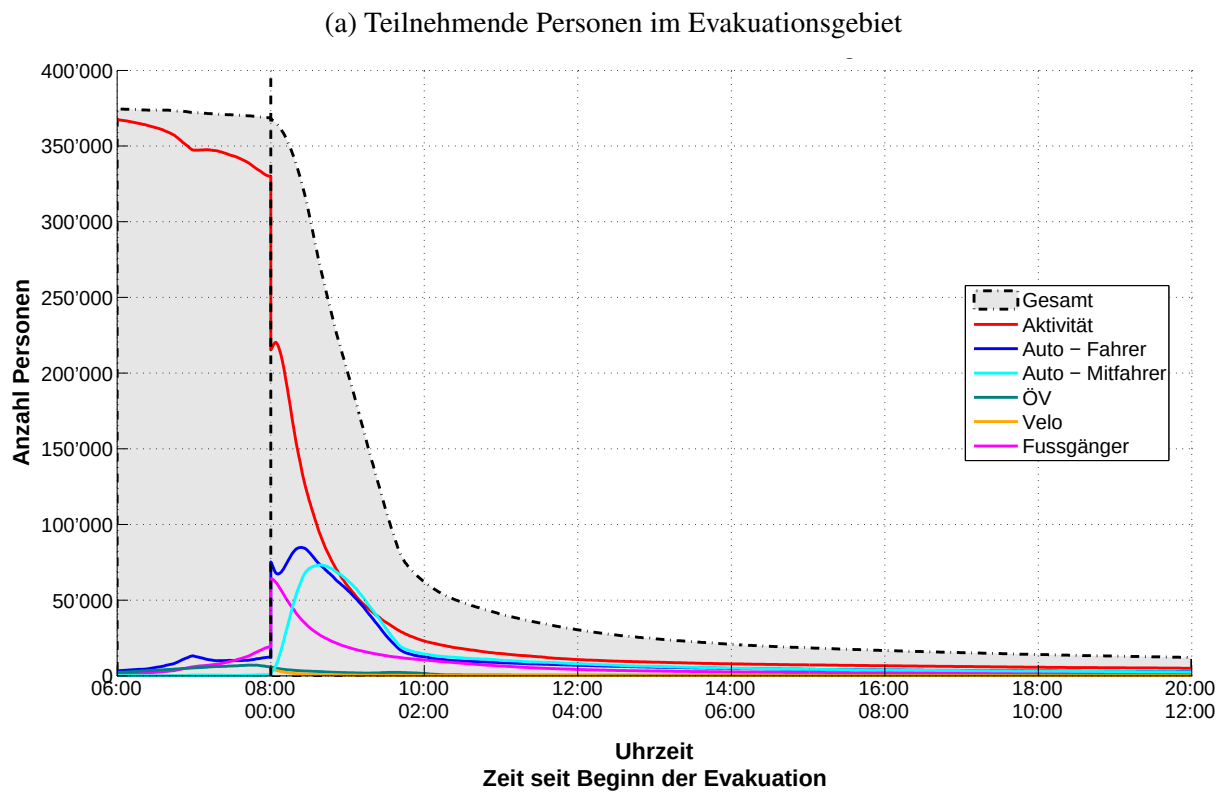


Abbildung 407: Lauf 175

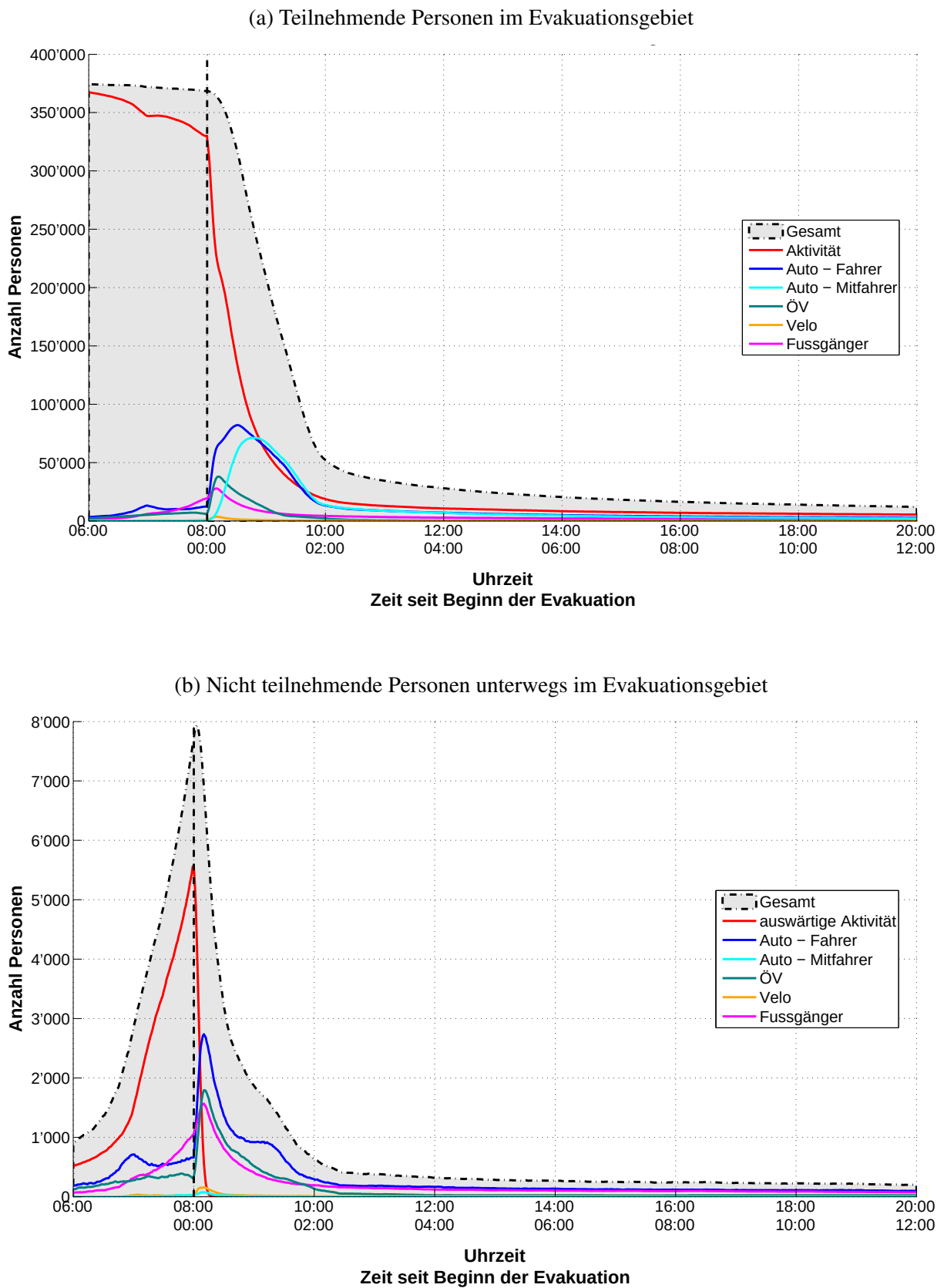


Abbildung 409: Lauf 176

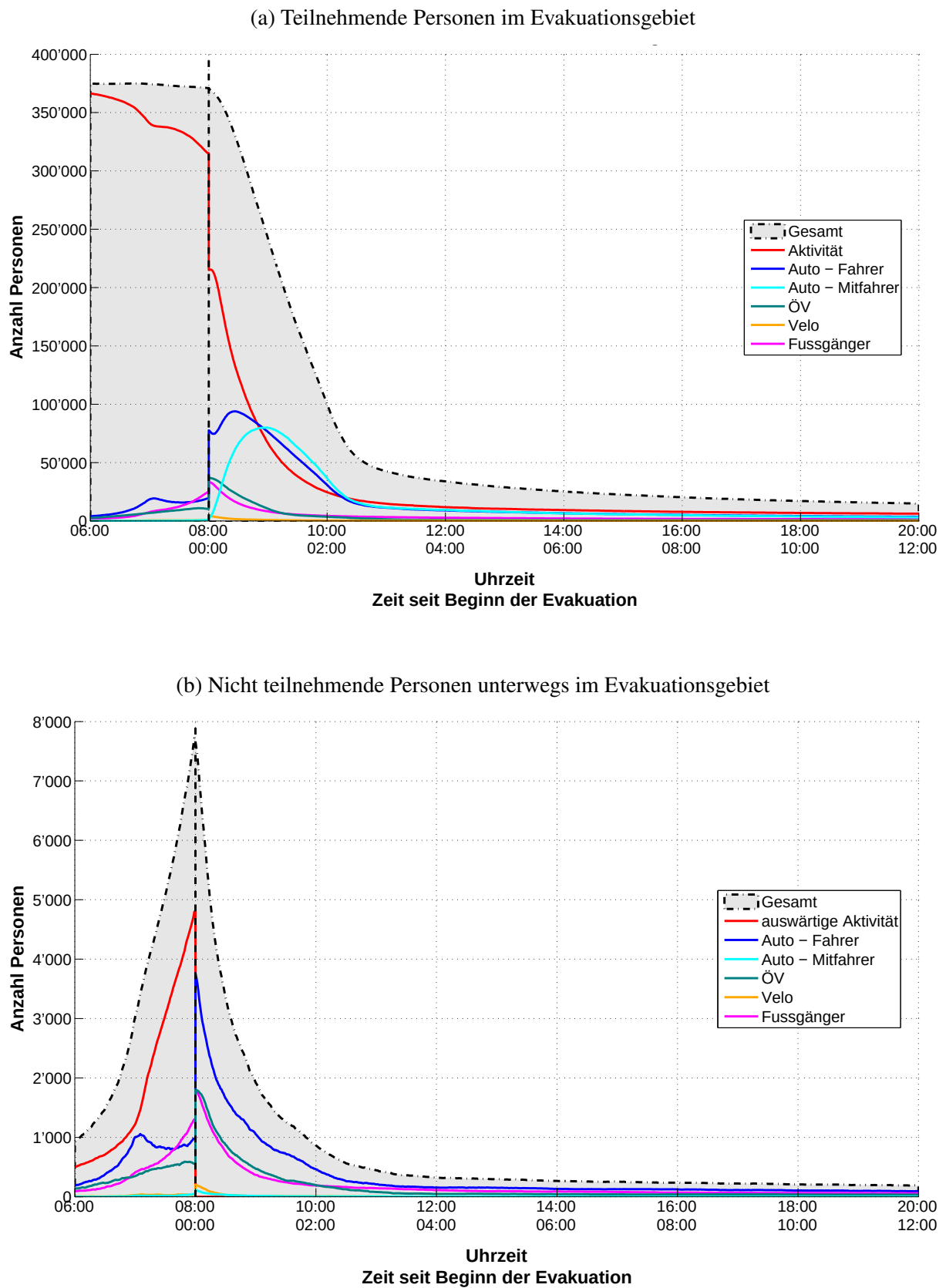
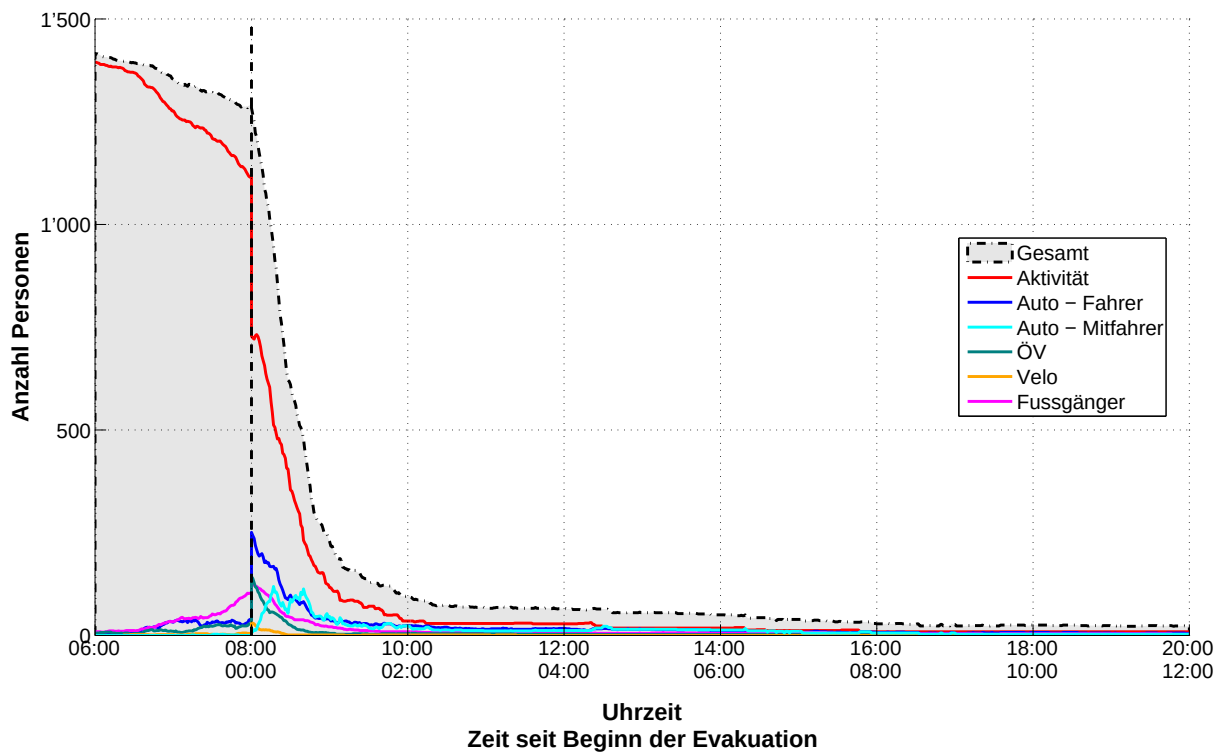


Abbildung 411: Lauf 177

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

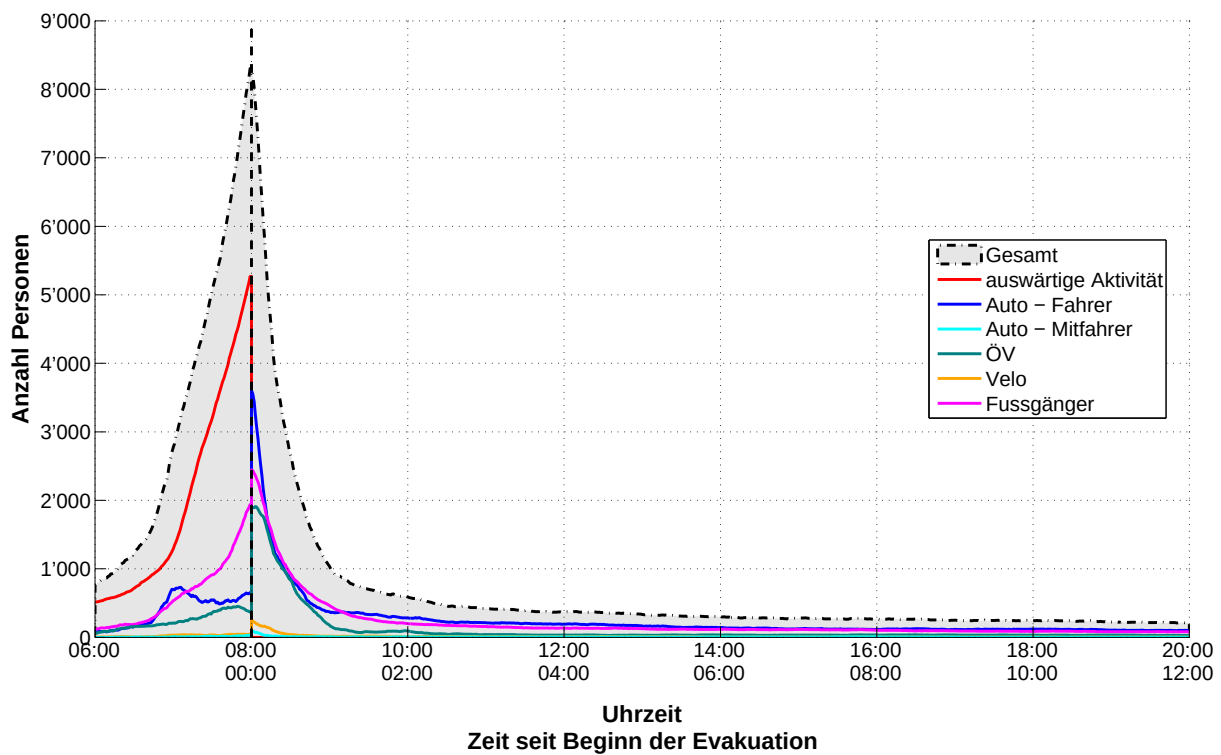
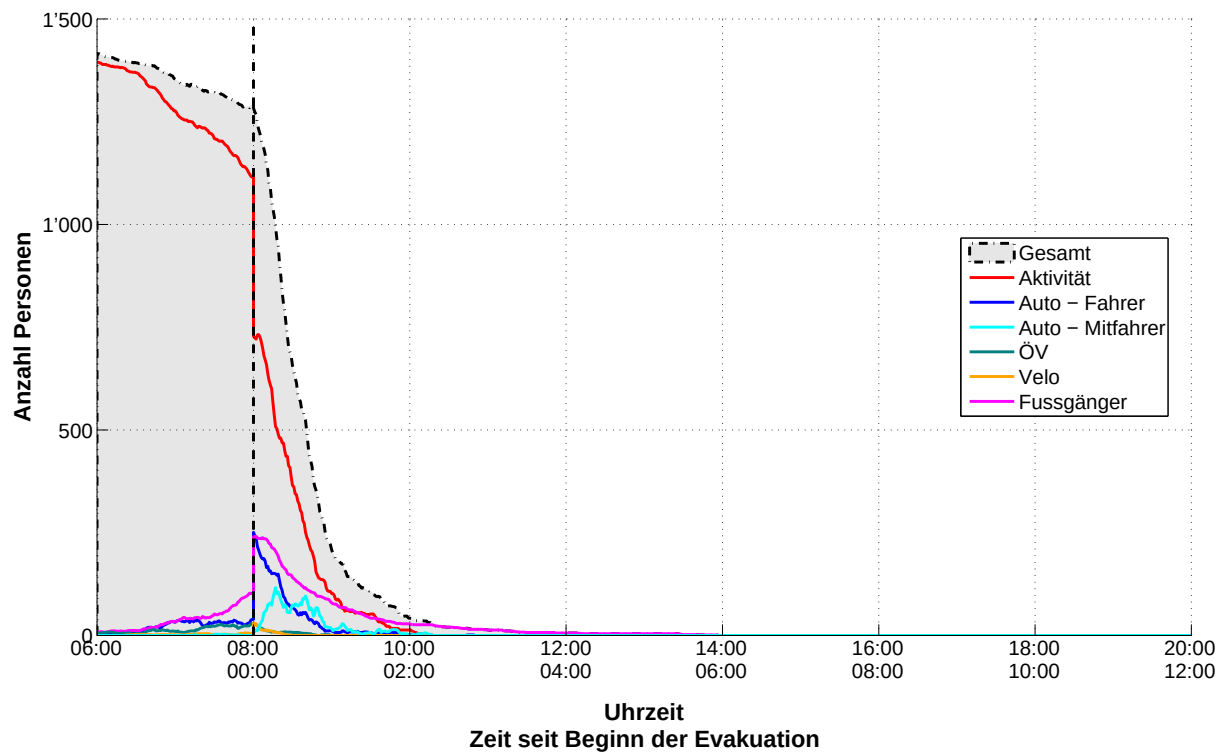


Abbildung 413: Lauf 178

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

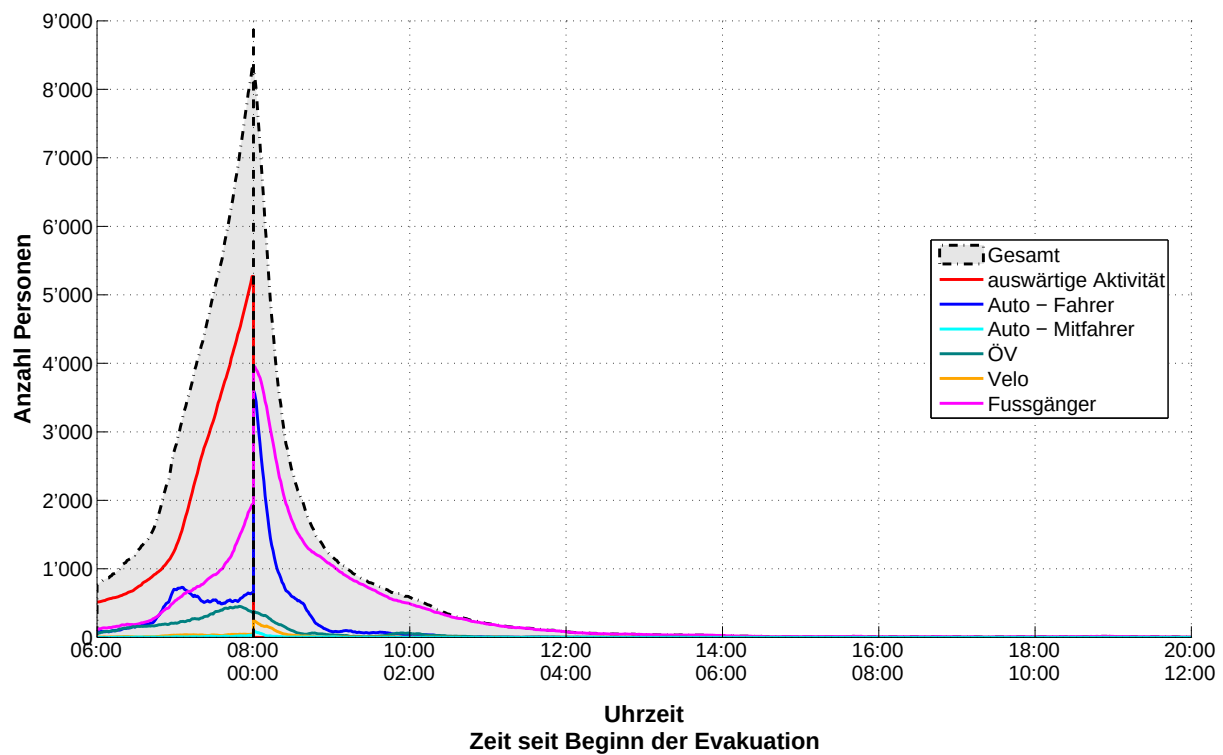
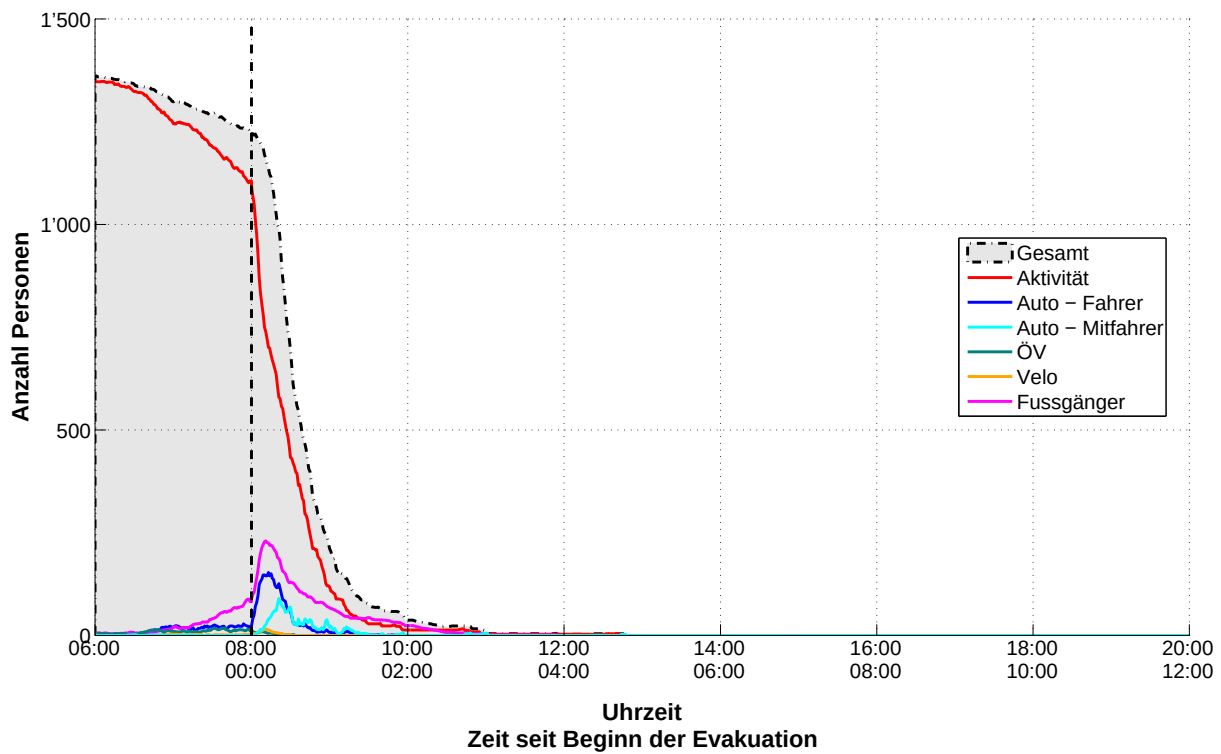


Abbildung 415: Lauf 179

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

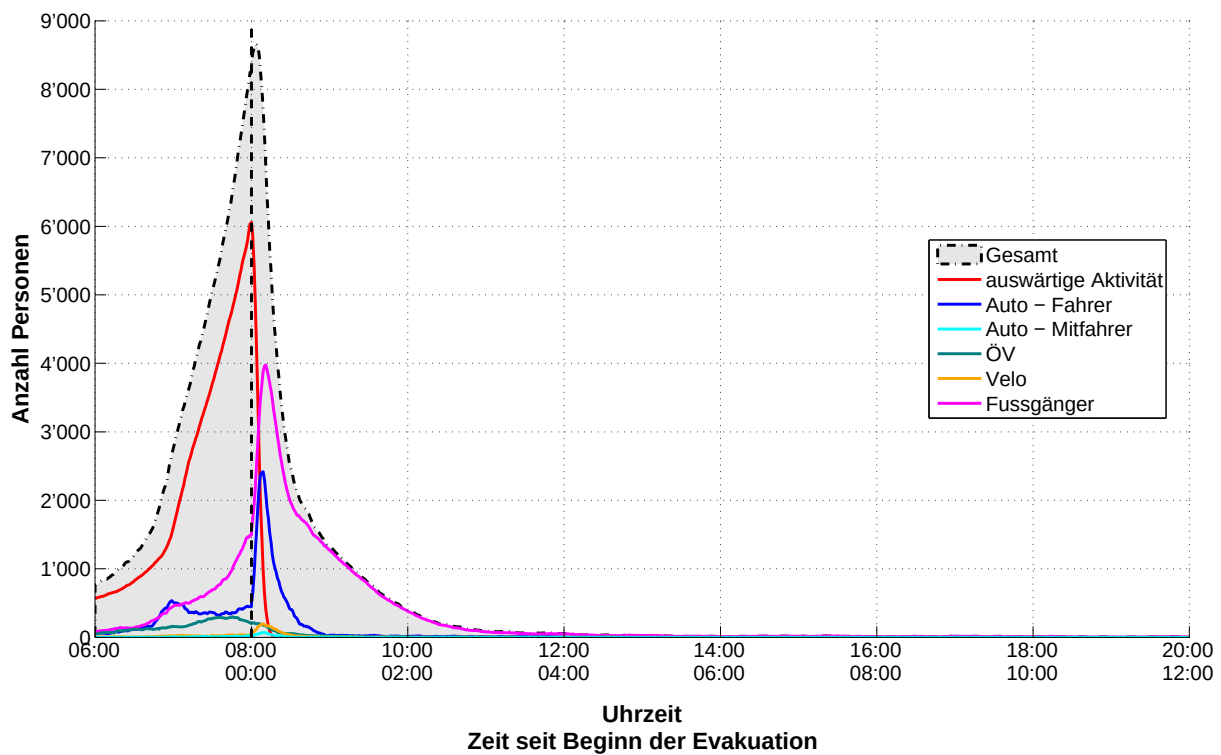


Abbildung 417: Lauf 180

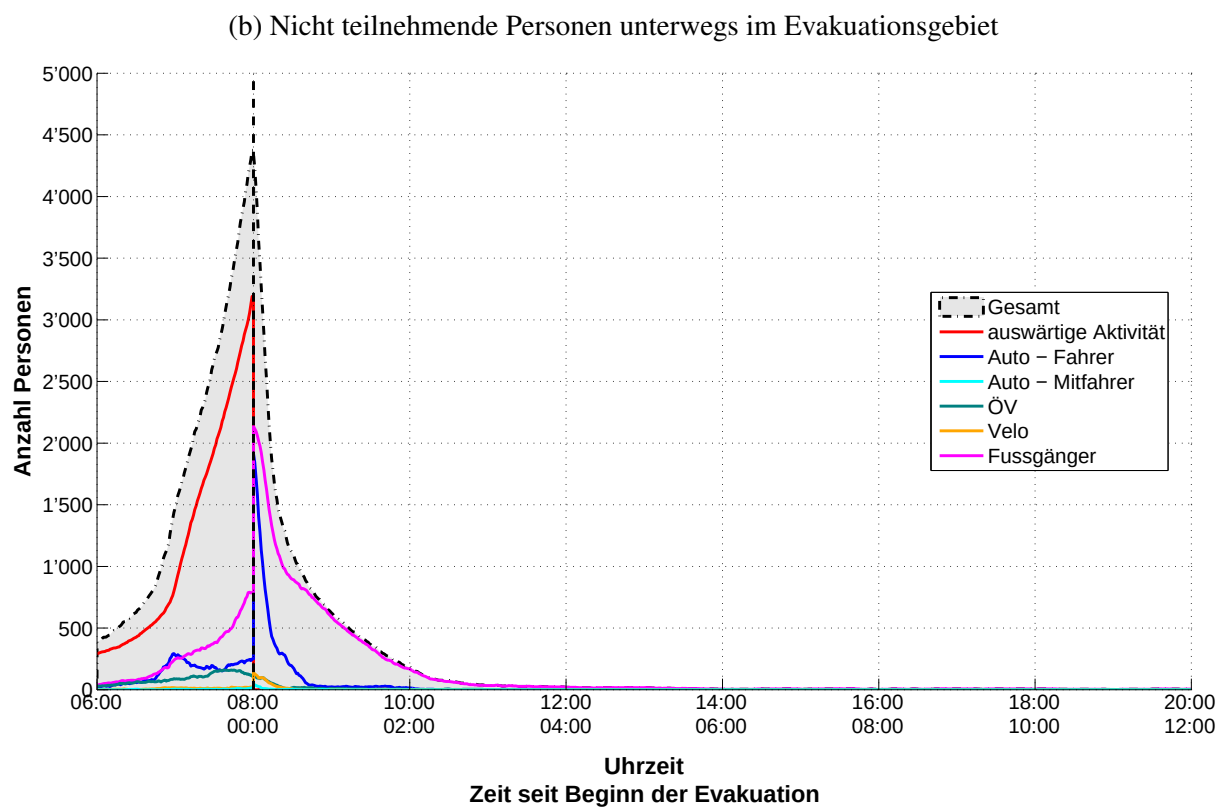
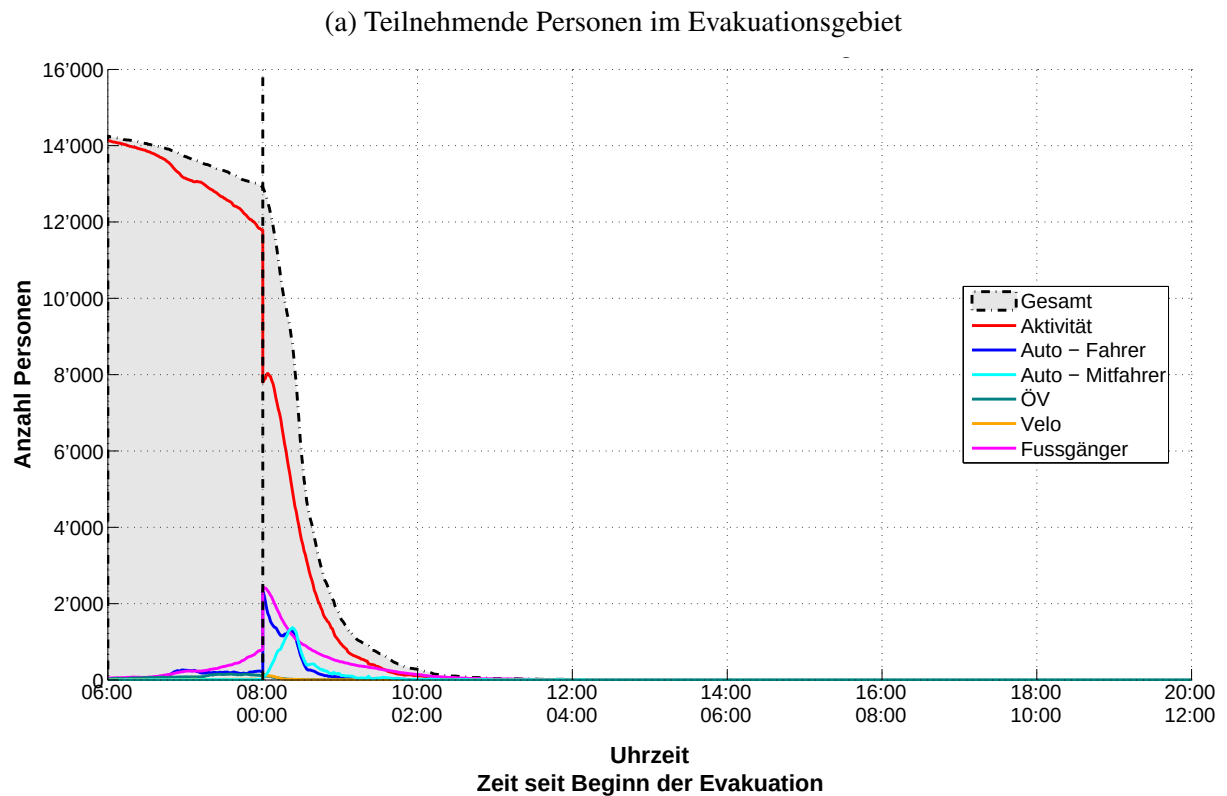


Abbildung 419: Lauf 181

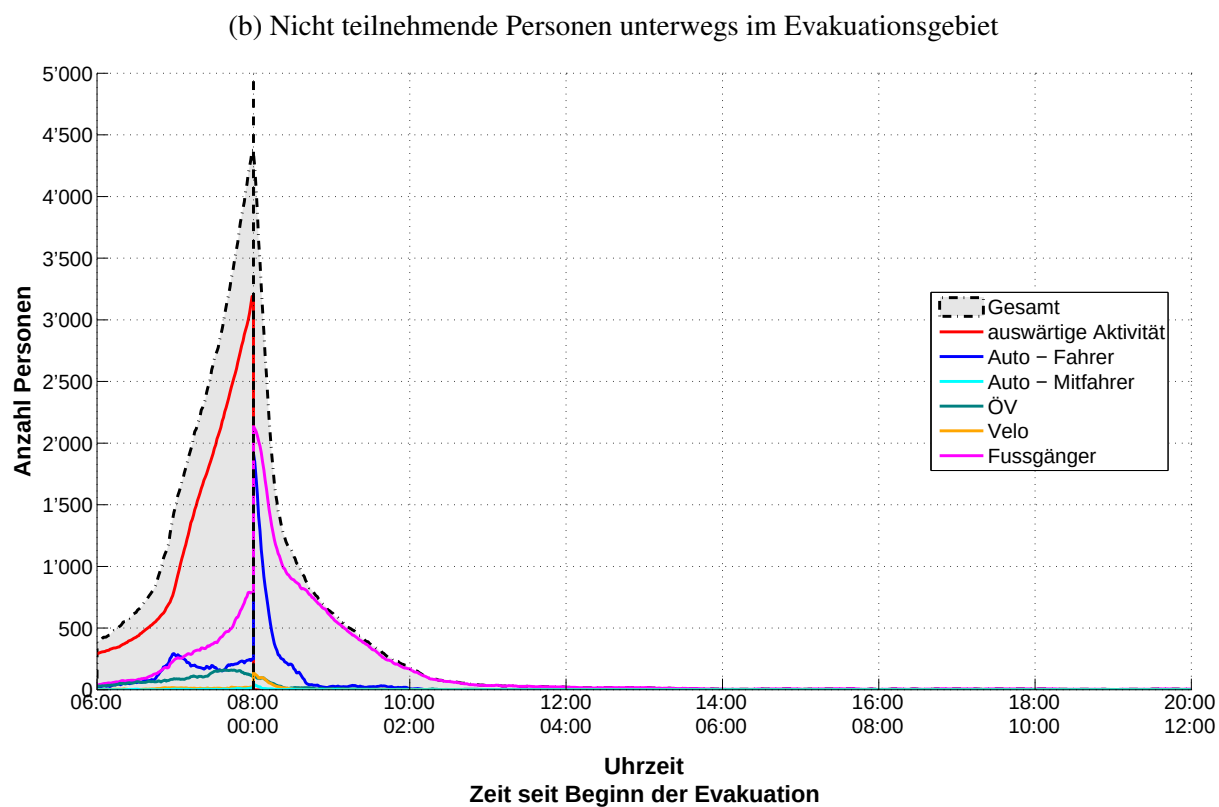
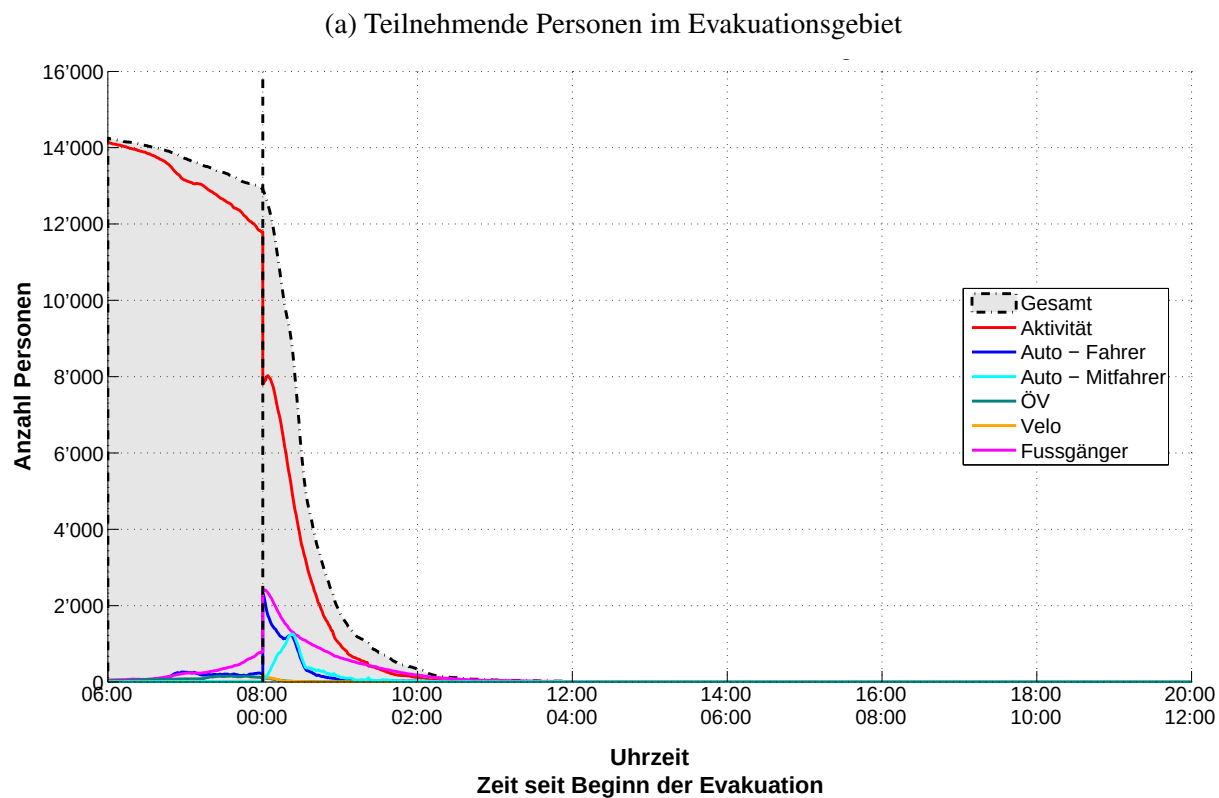


Abbildung 421: Lauf 182

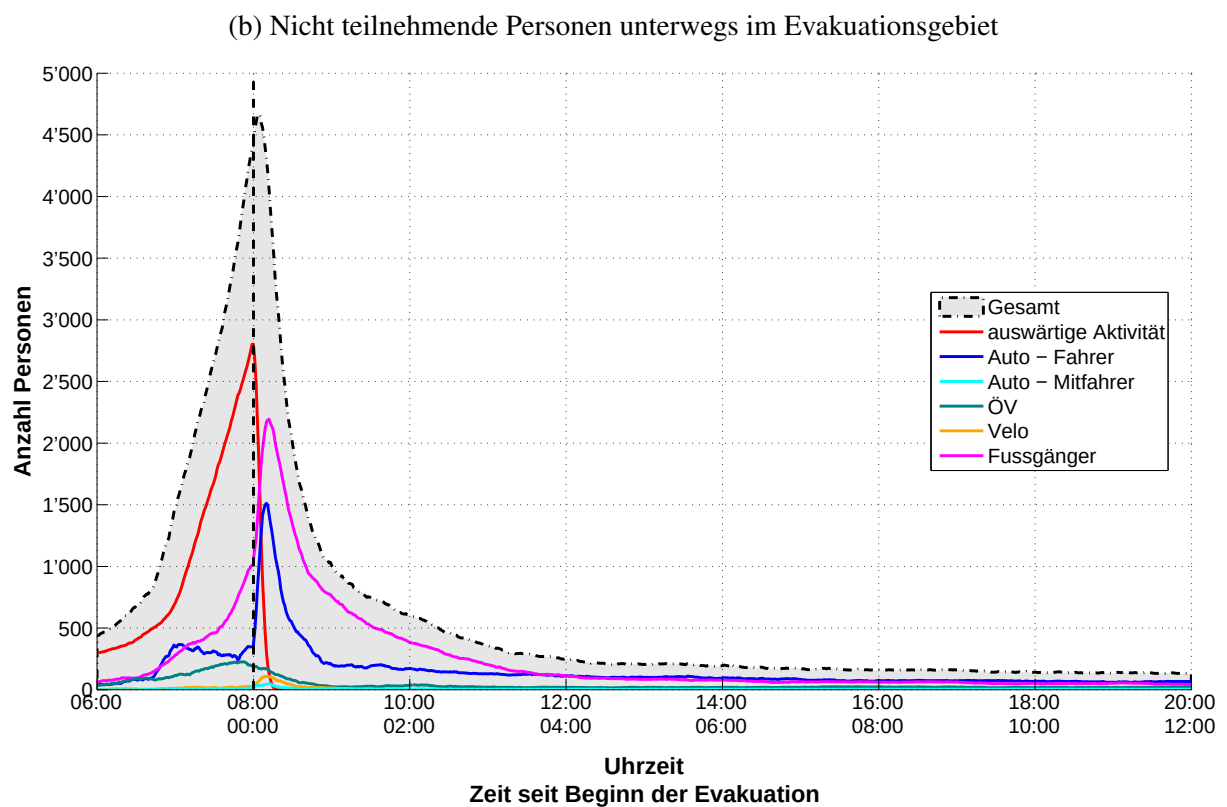
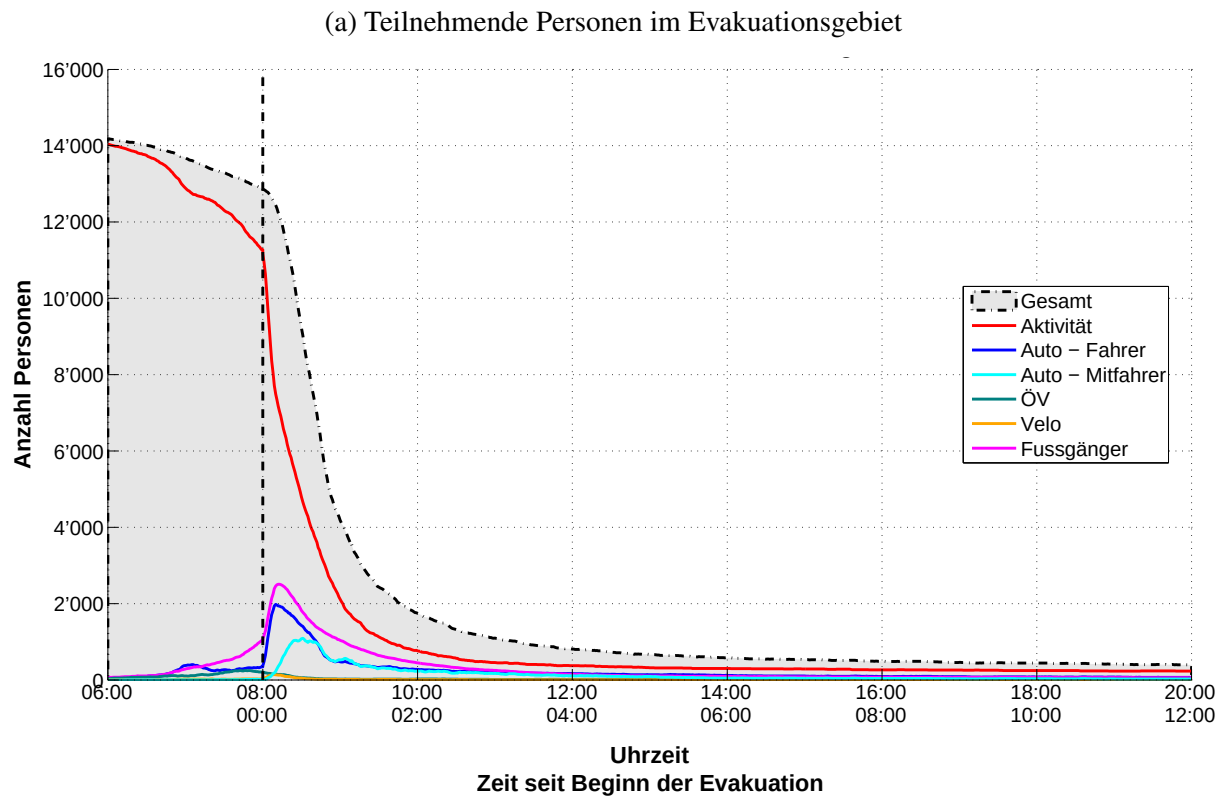
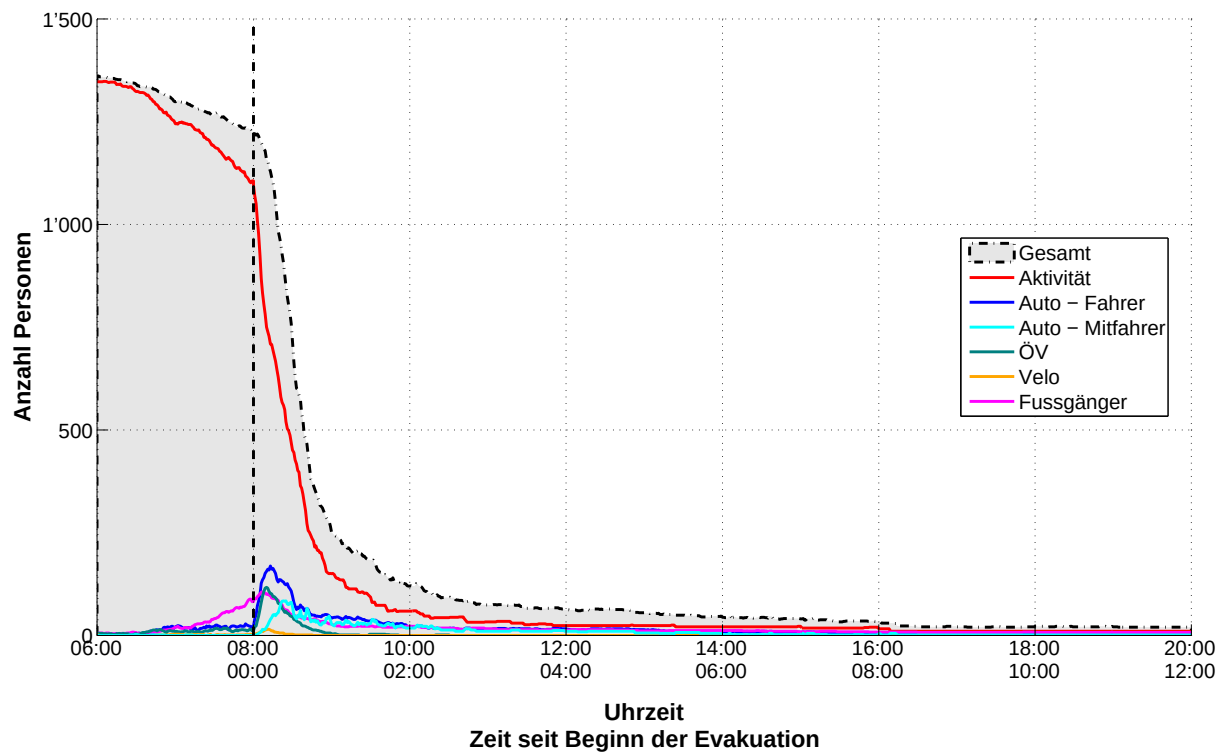


Abbildung 423: Lauf 183

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

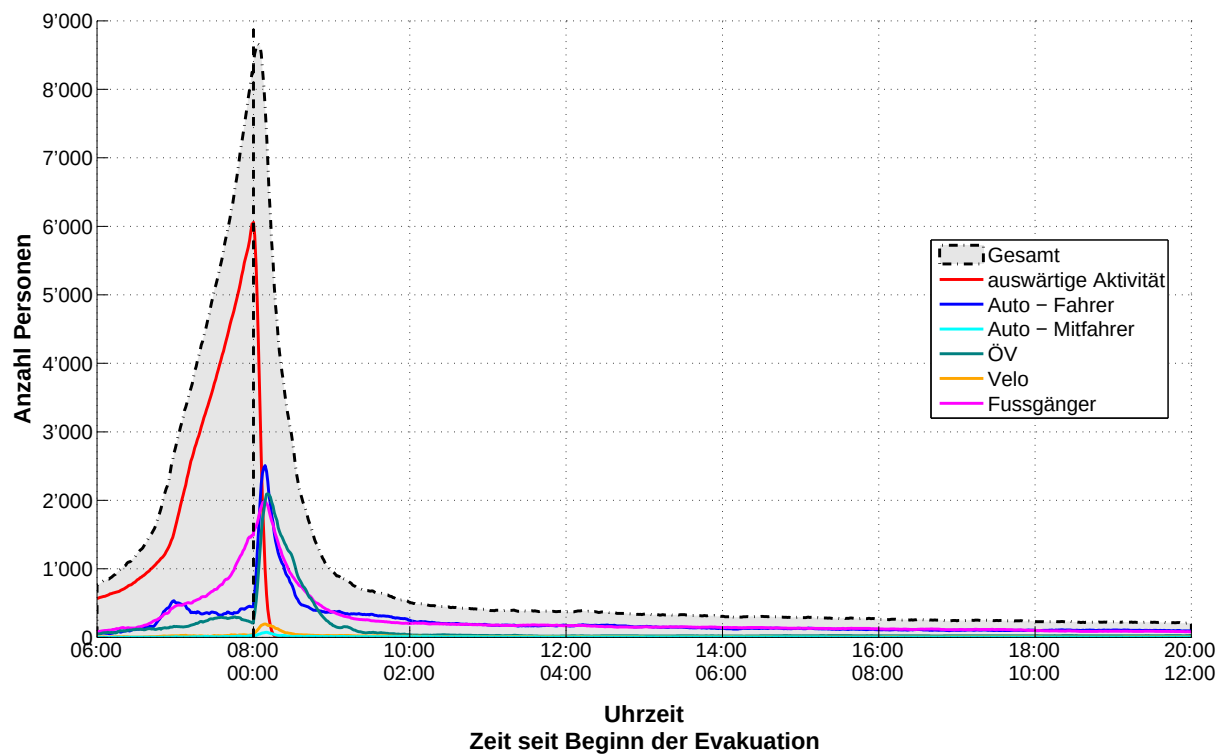


Abbildung 425: Lauf 184

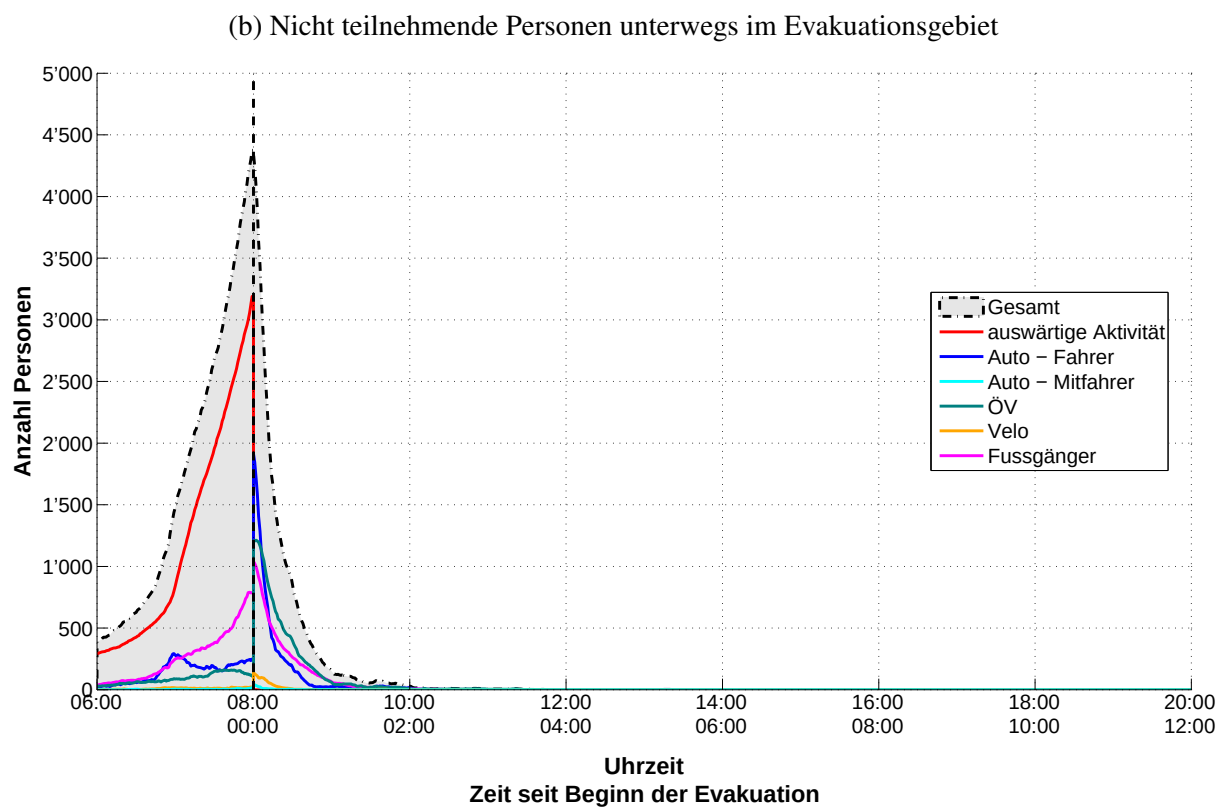
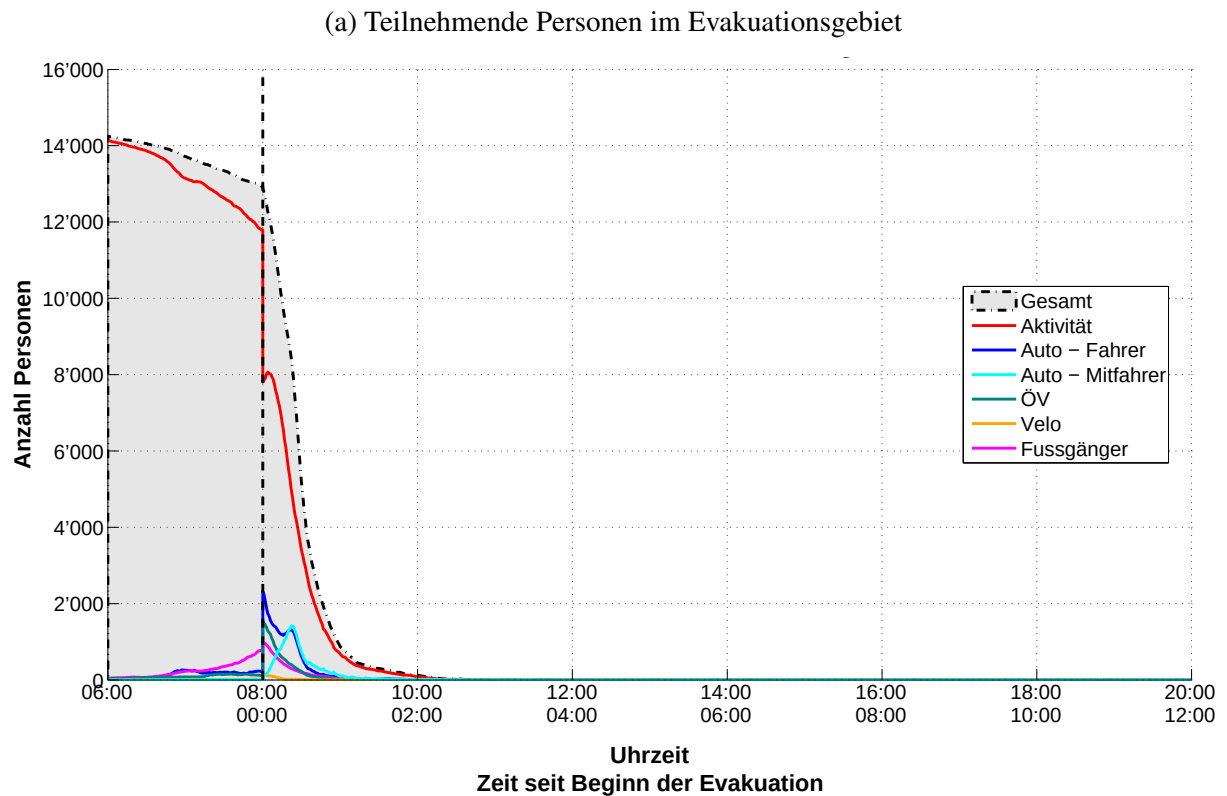


Abbildung 427: Lauf 185

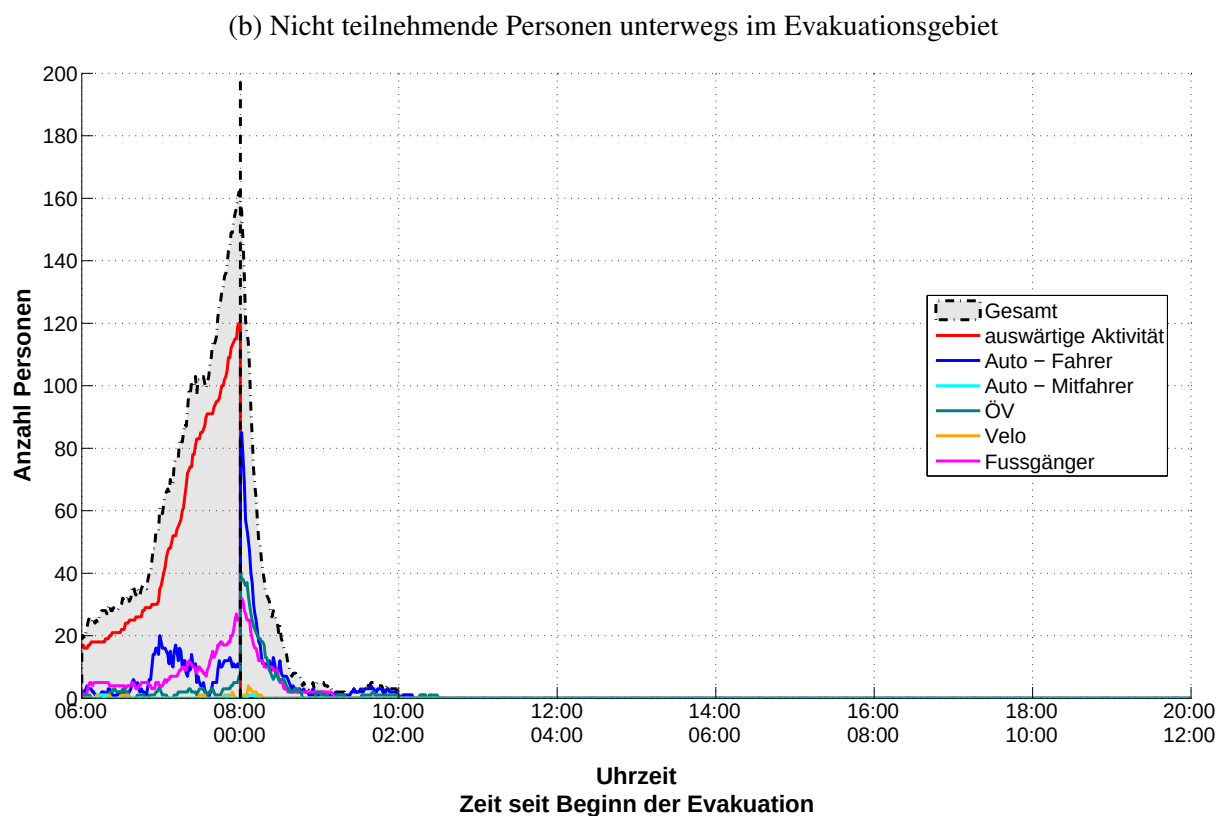
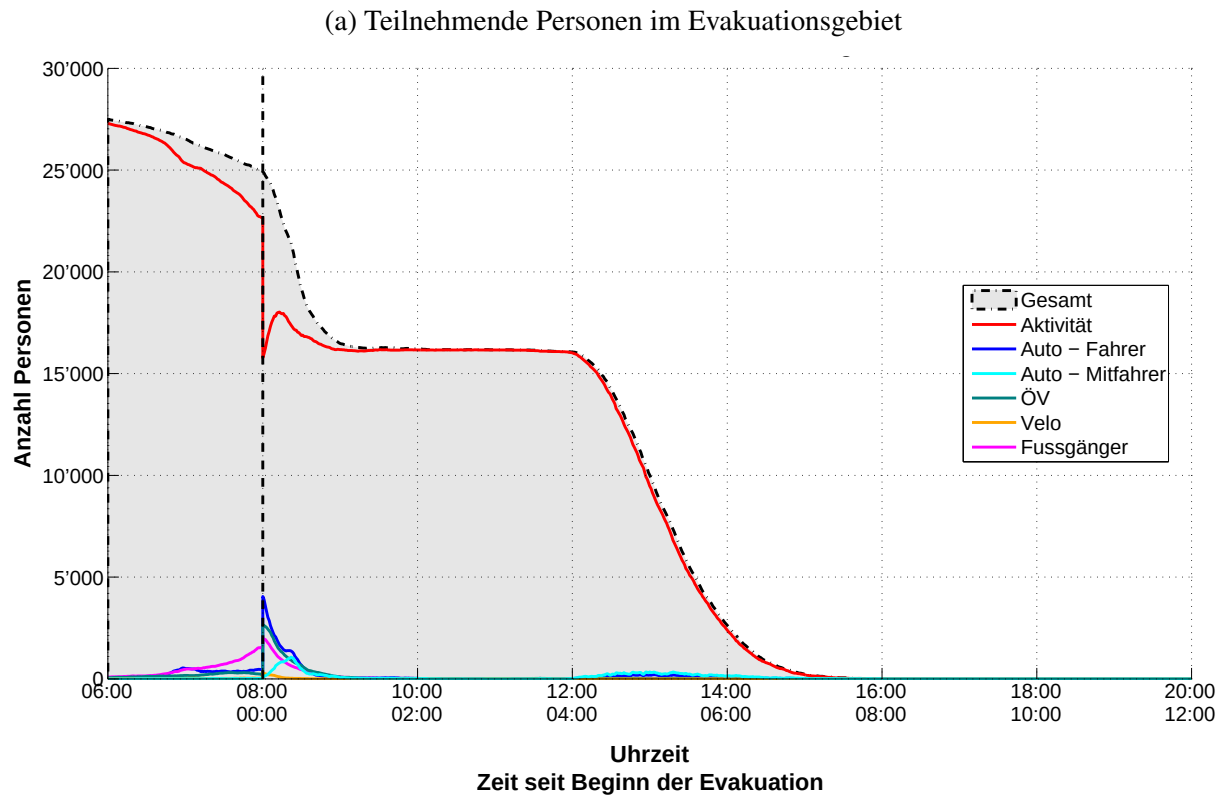
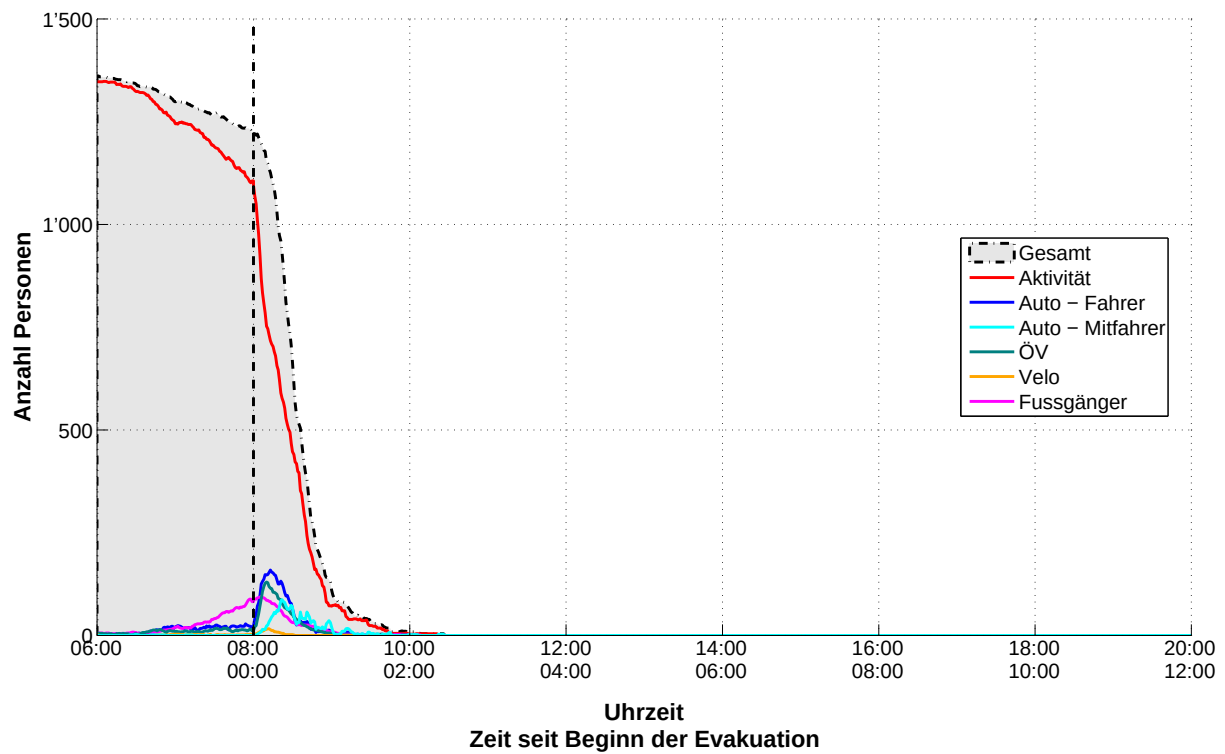


Abbildung 429: Lauf 186

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

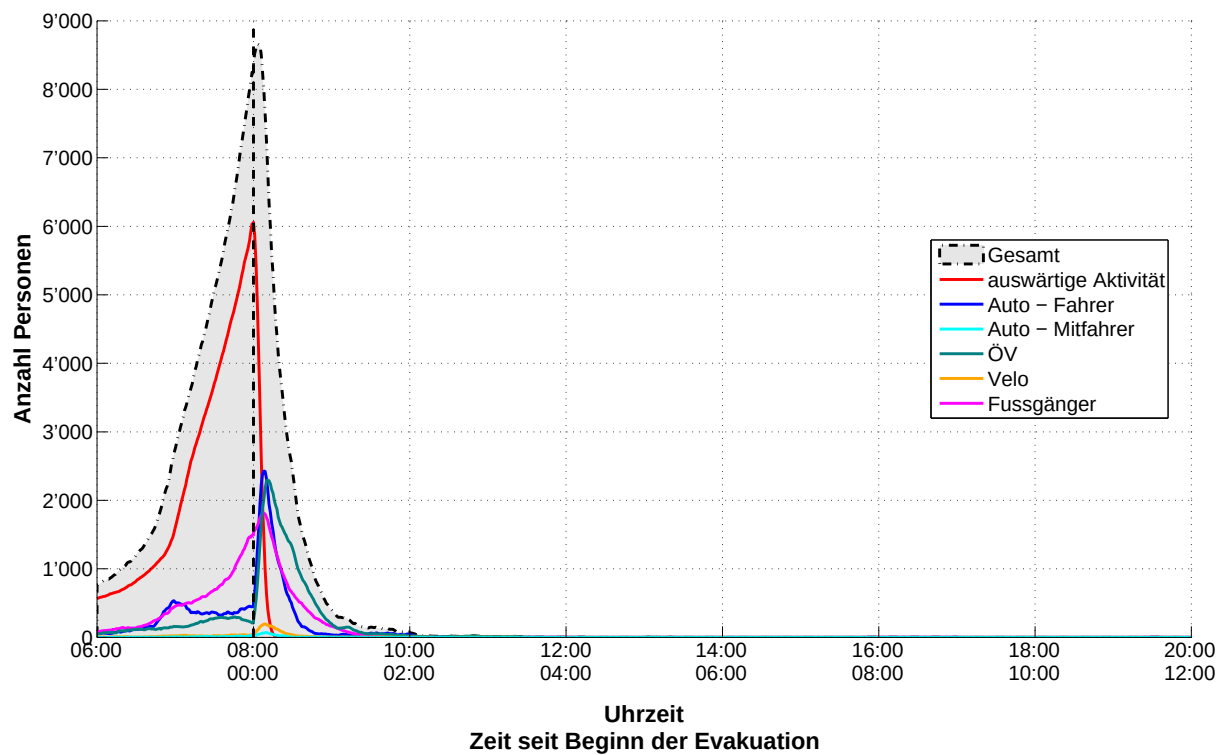


Abbildung 431: Lauf 187

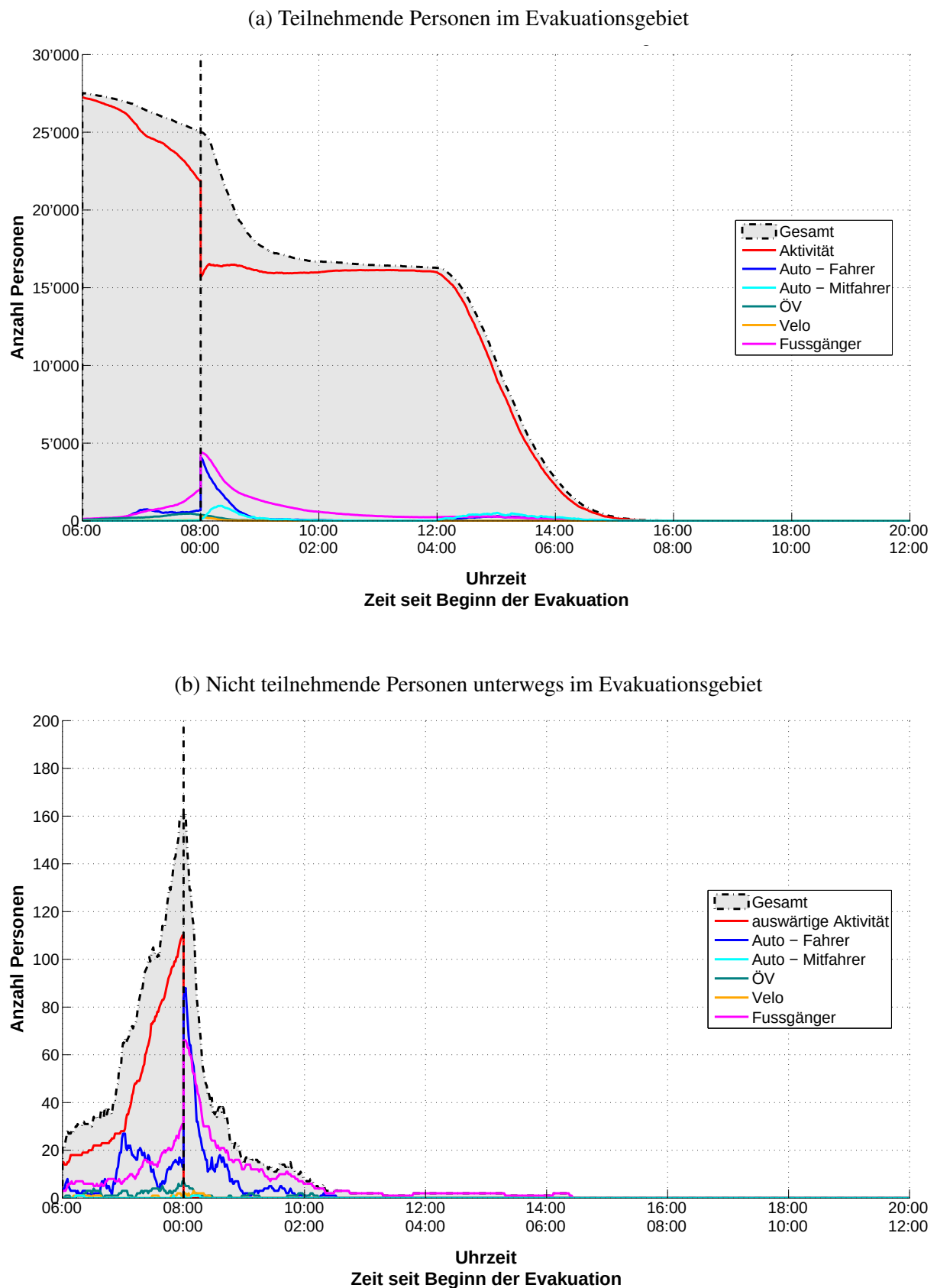


Abbildung 433: Lauf 188

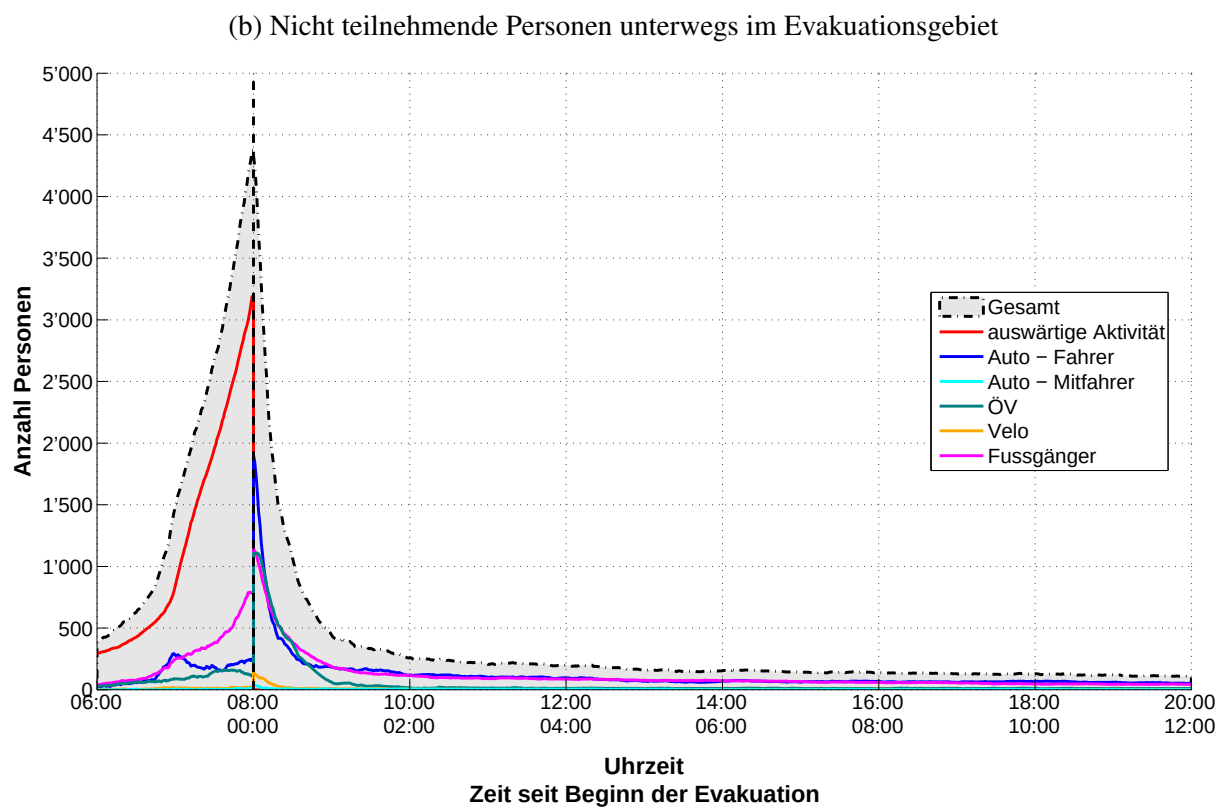
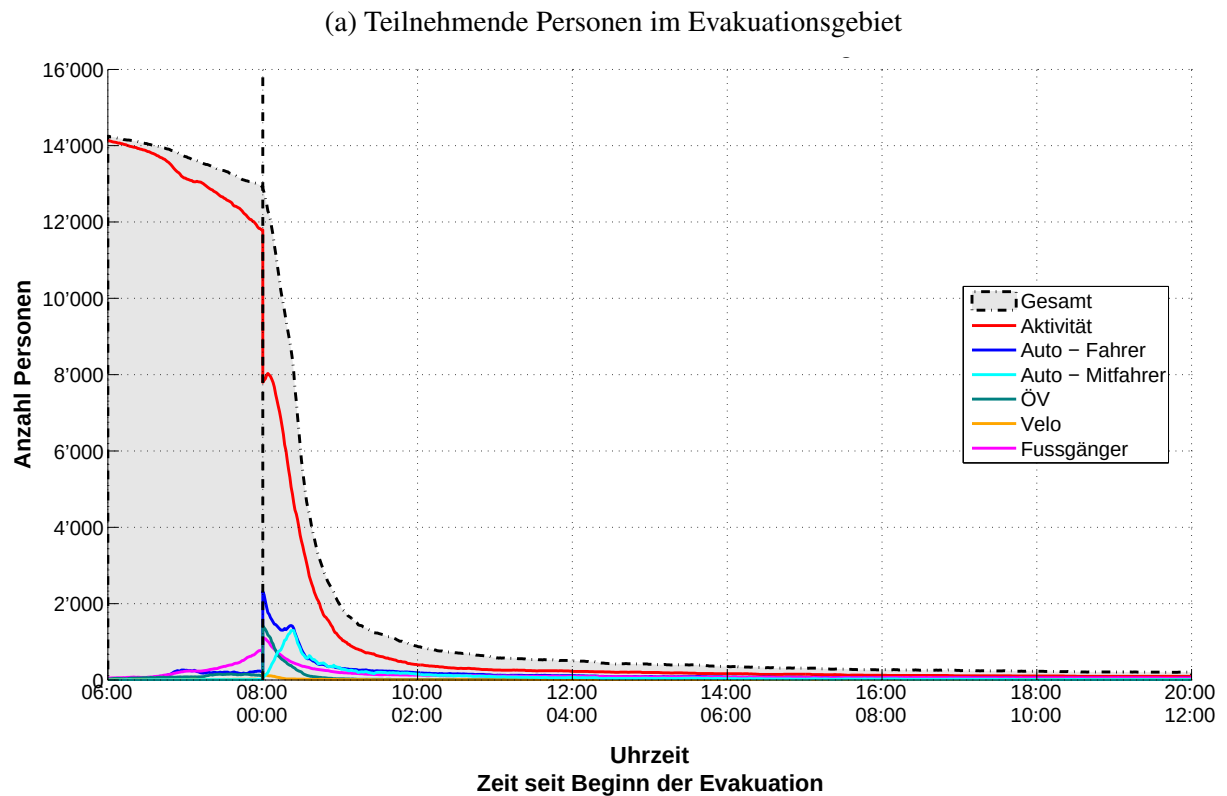


Abbildung 435: Lauf 189

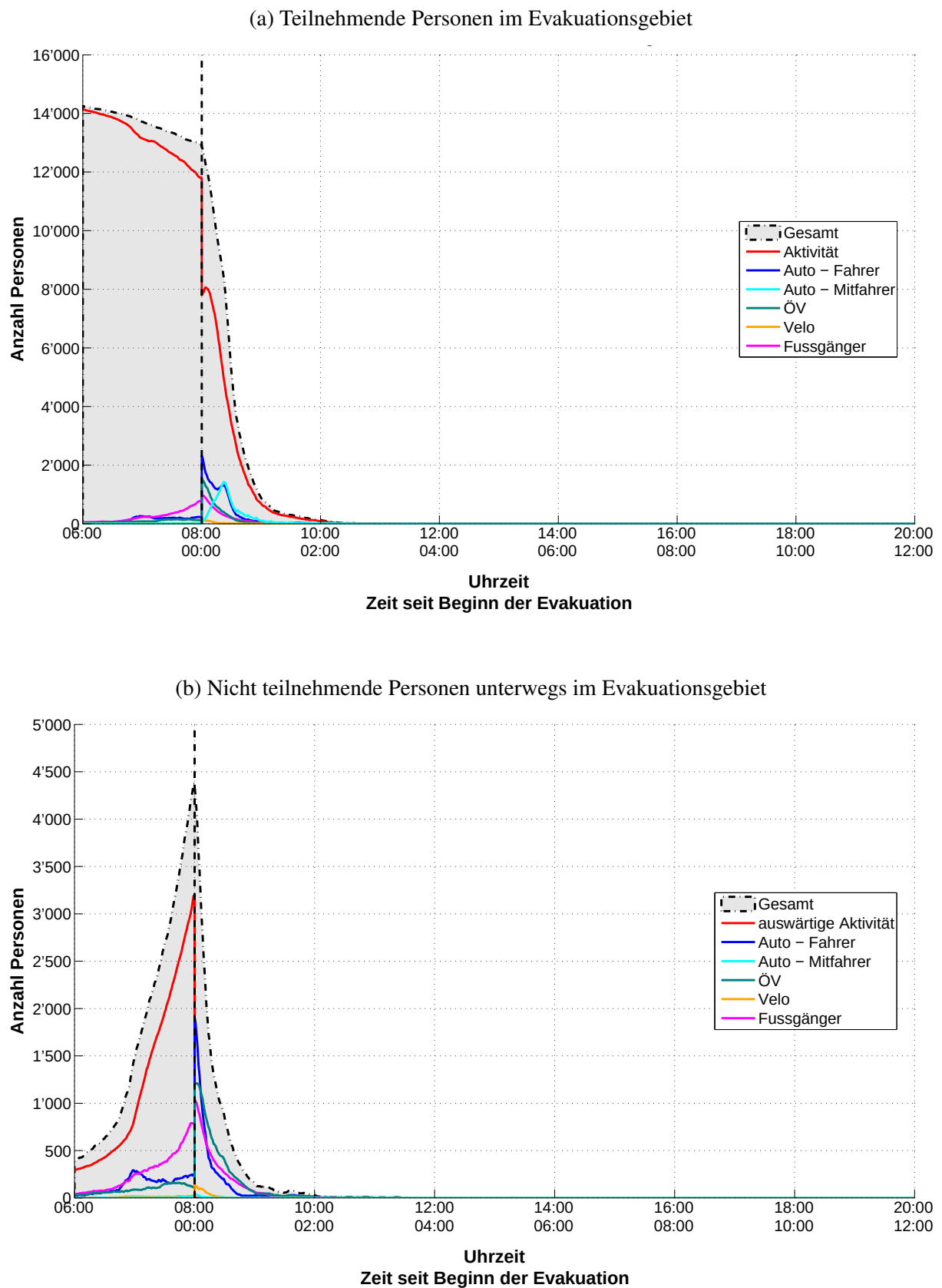
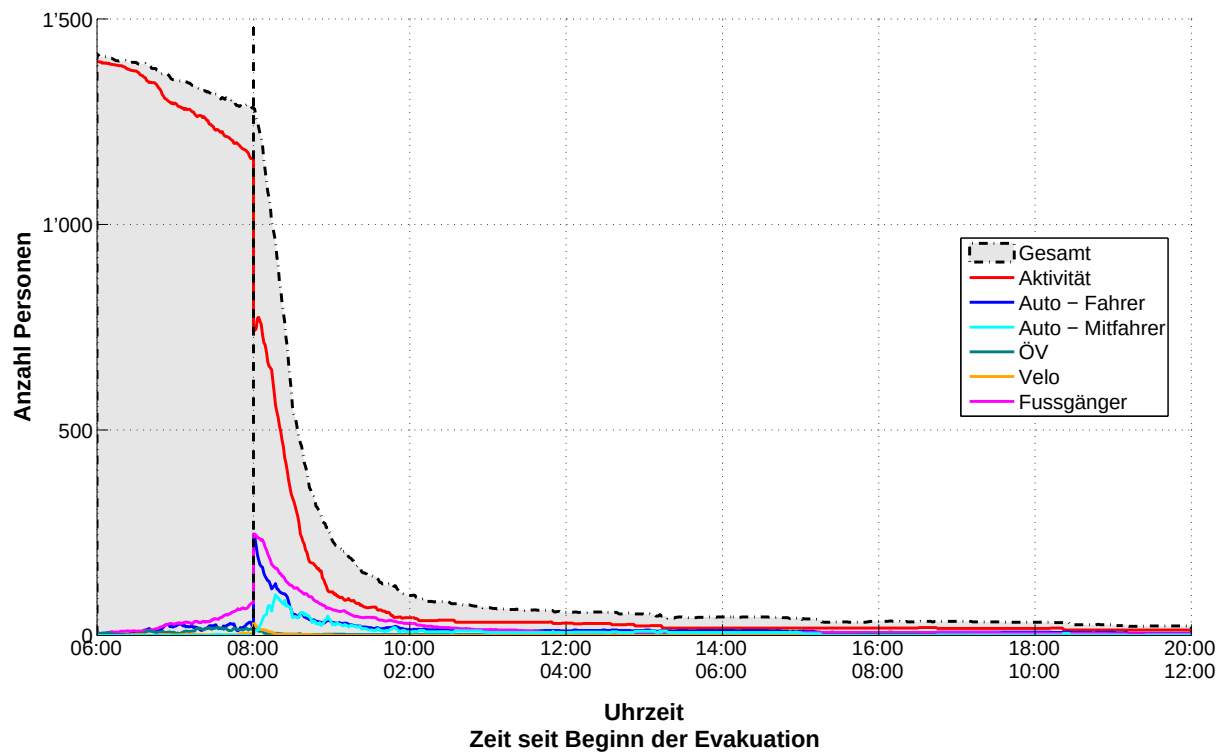


Abbildung 437: Lauf 190

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

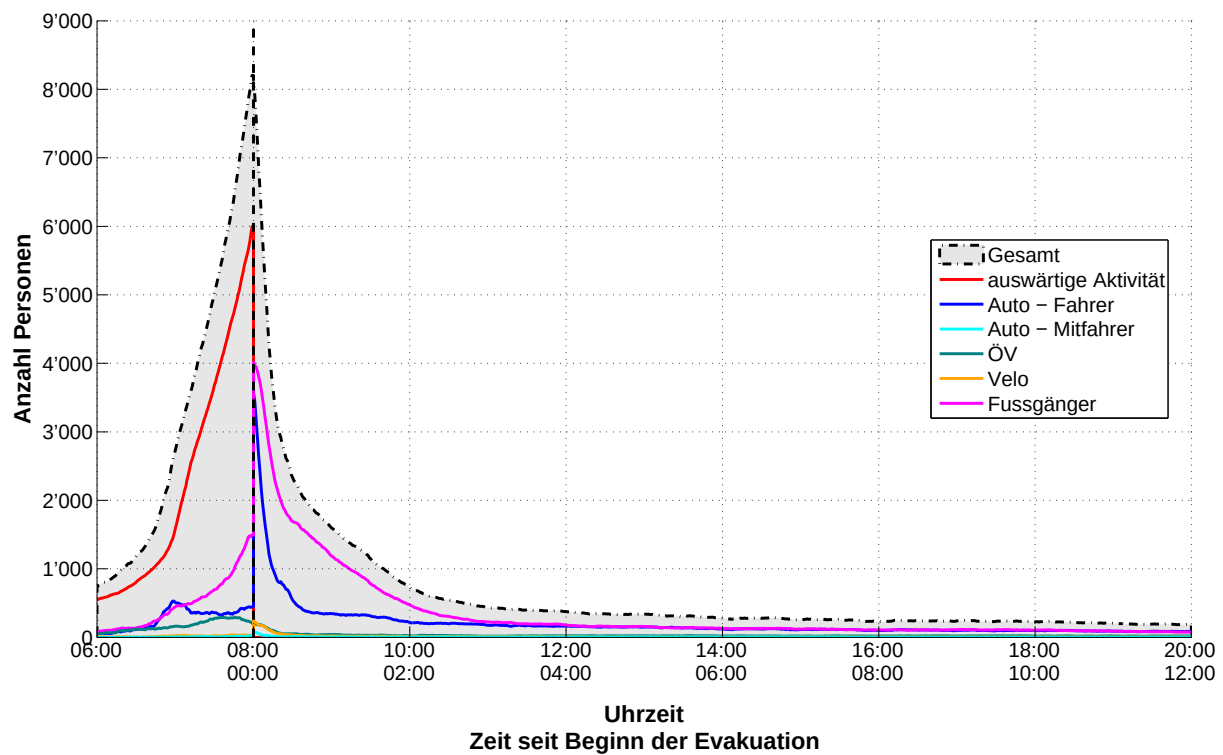


Abbildung 439: Lauf 191

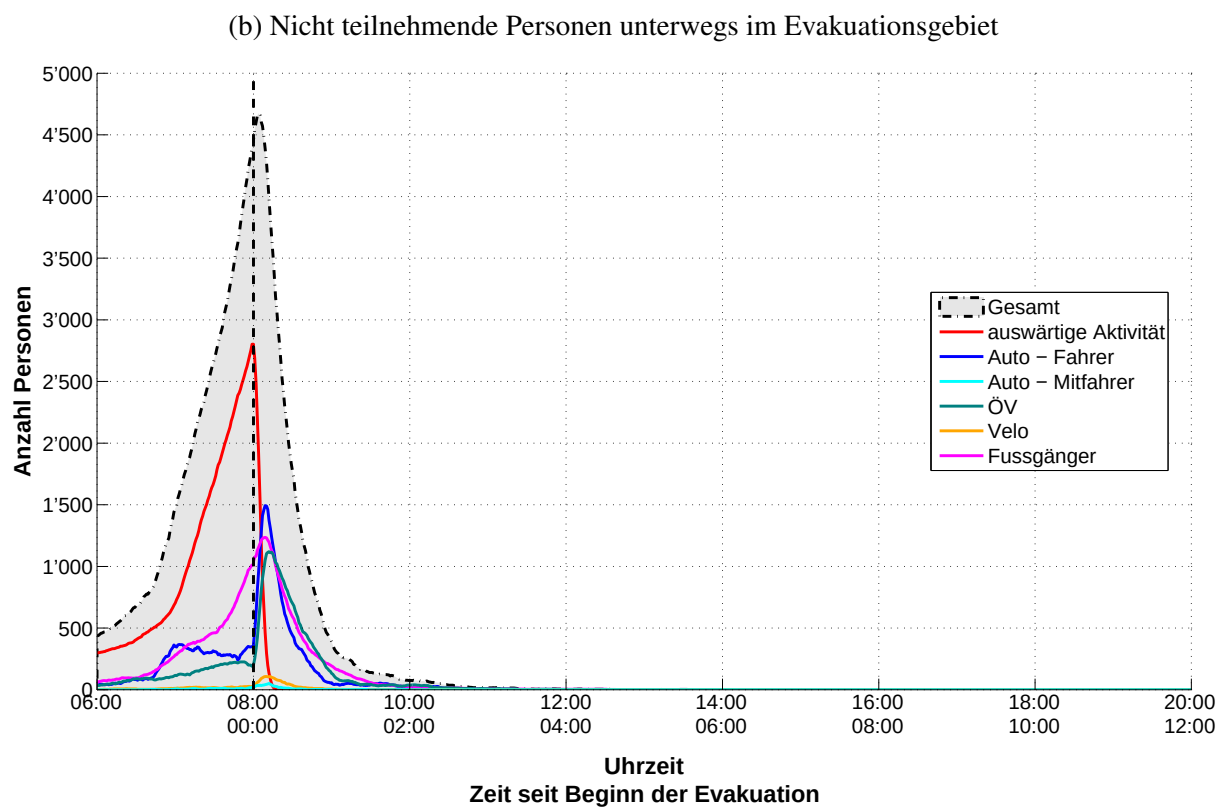
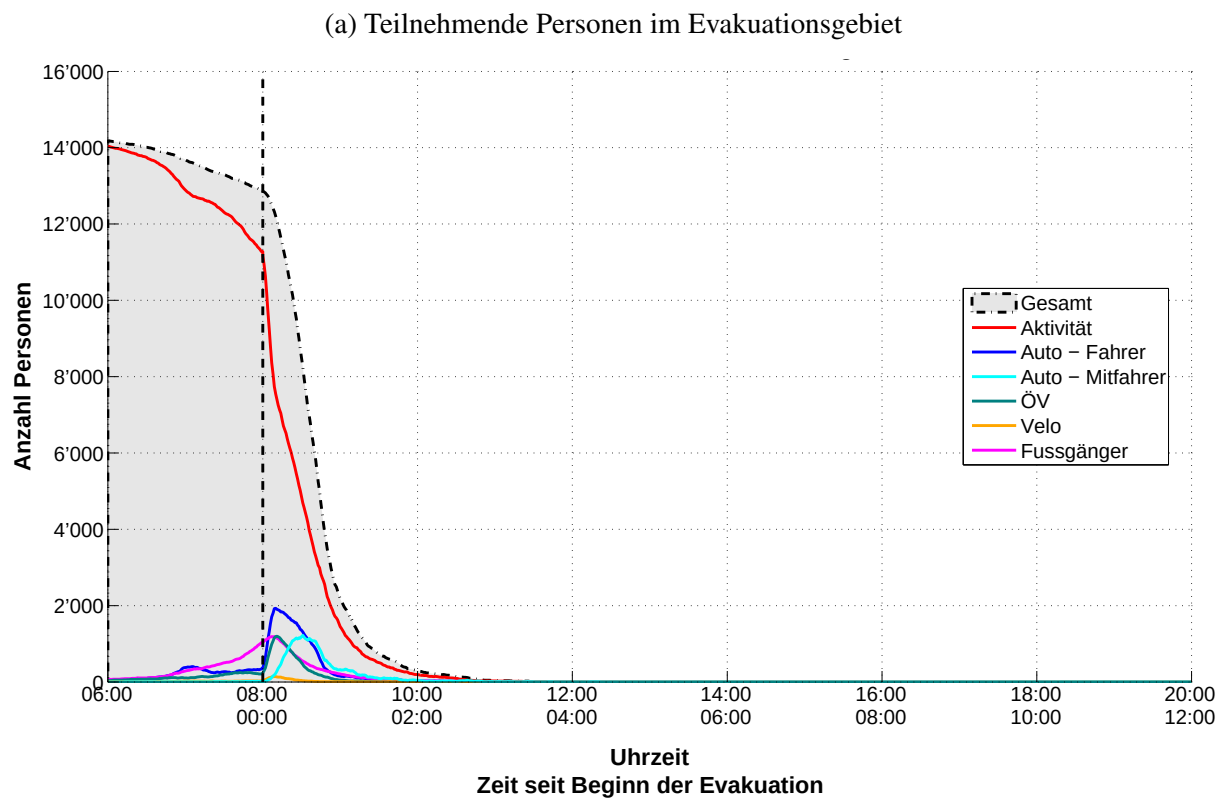
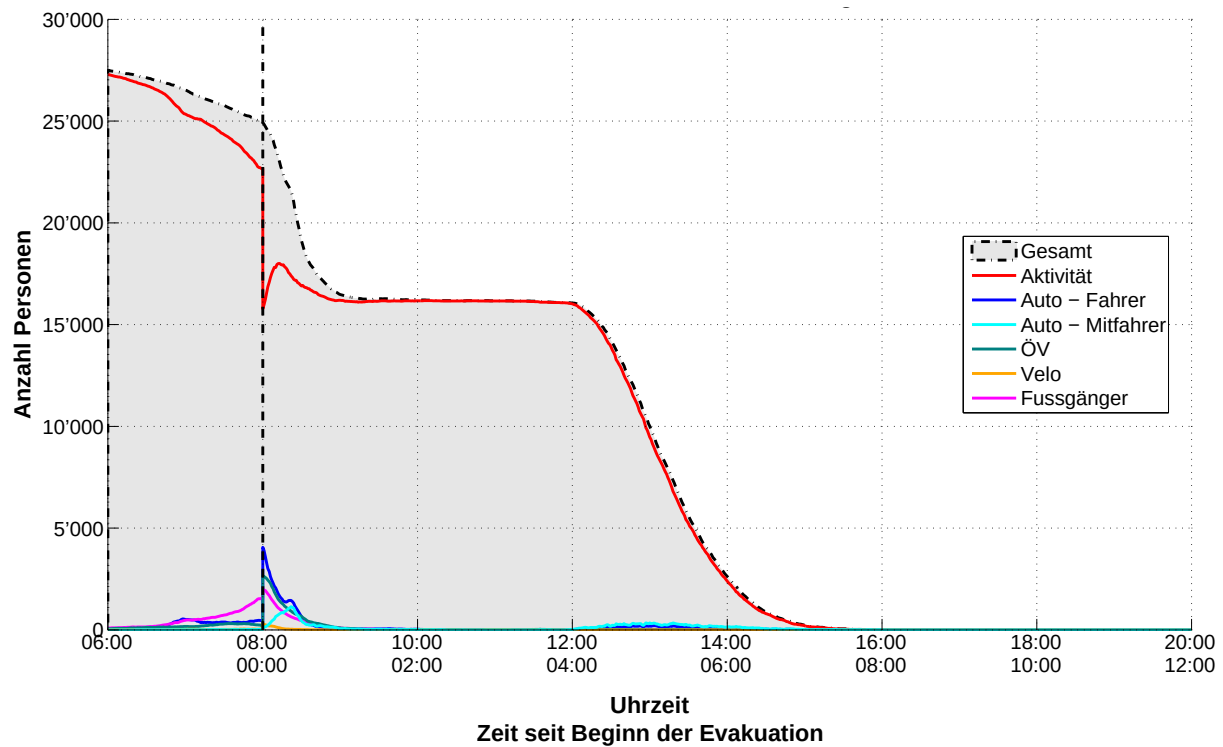


Abbildung 441: Lauf 192

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

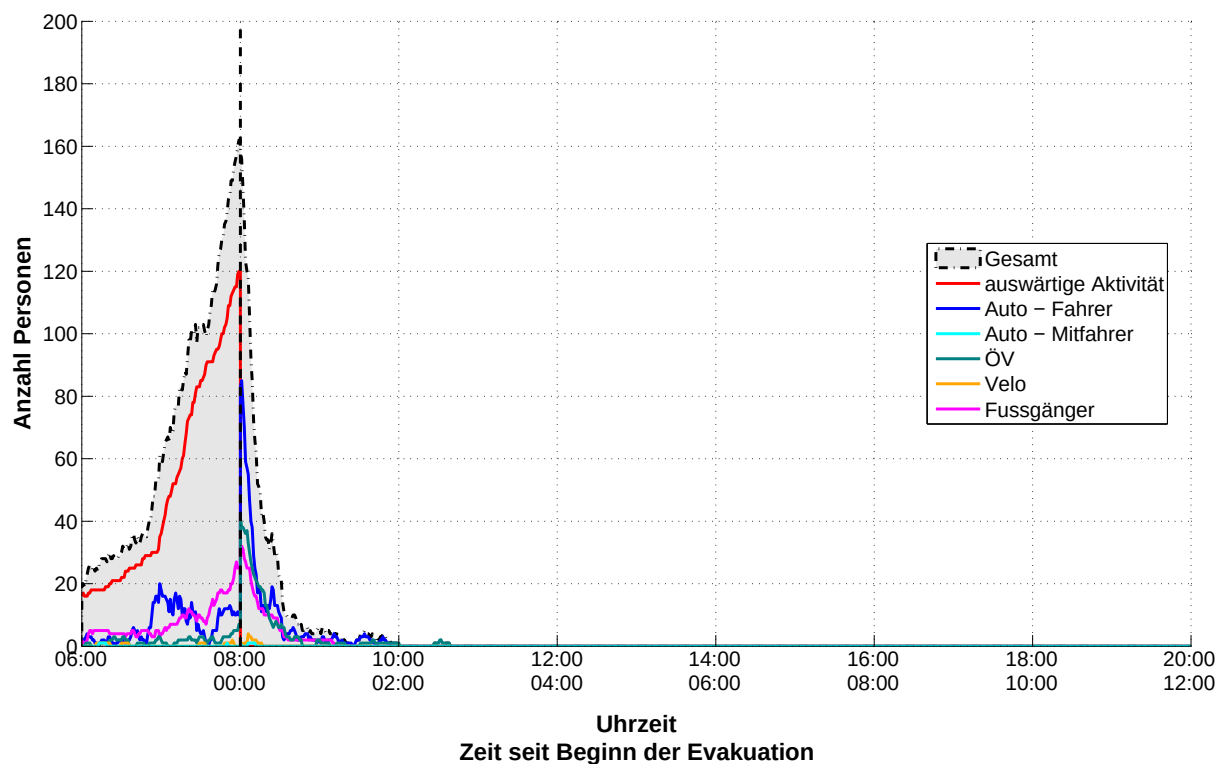


Abbildung 443: Lauf 193

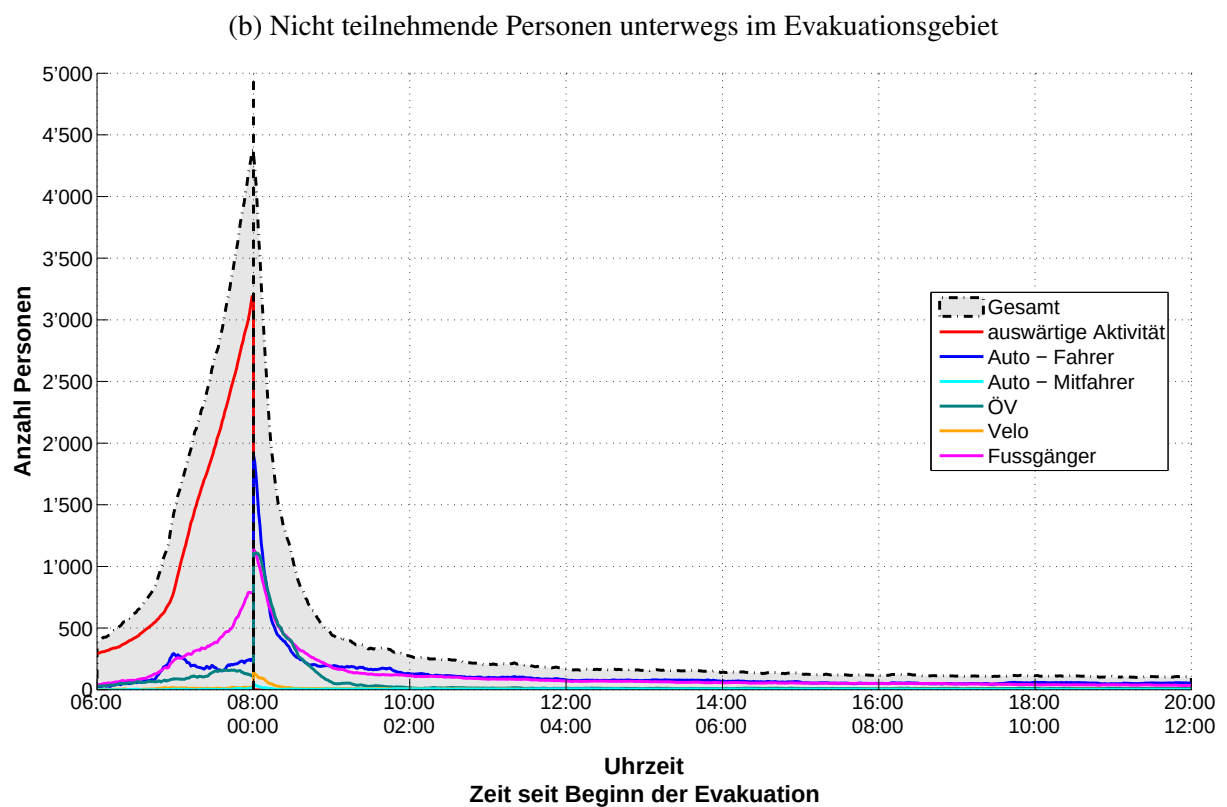
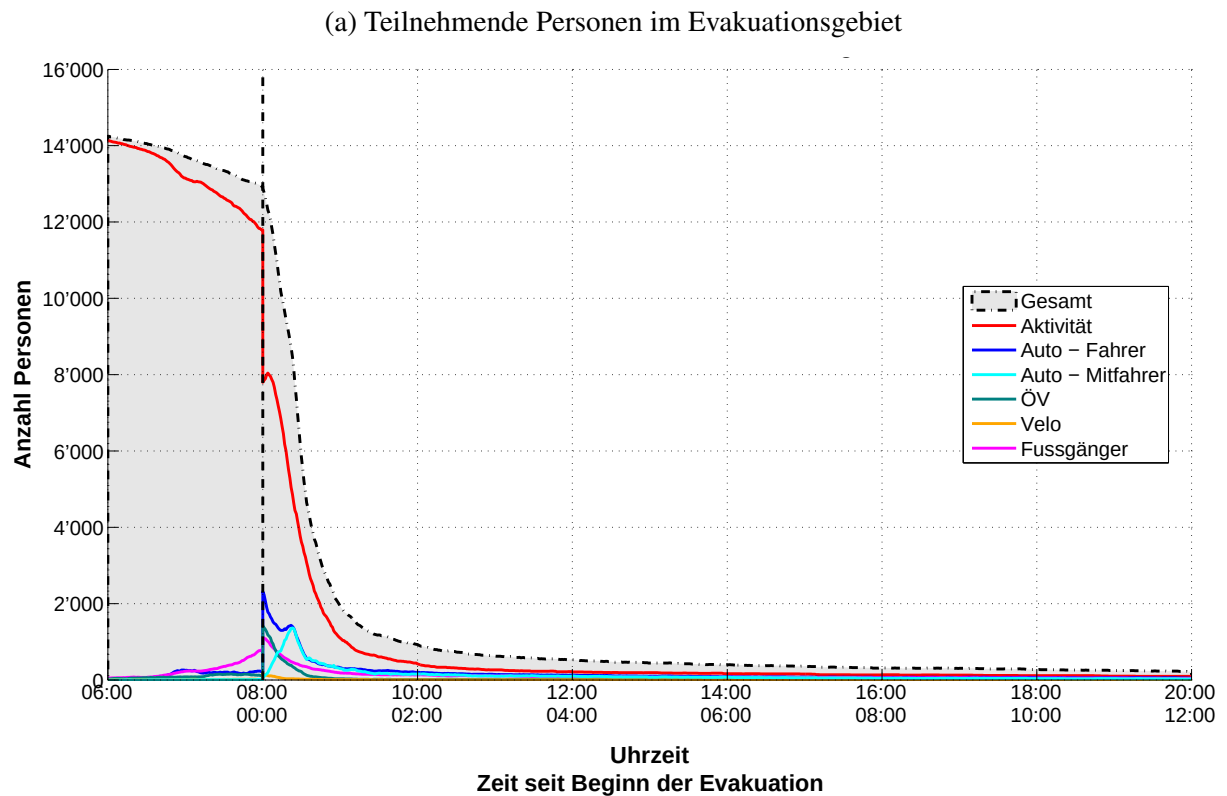
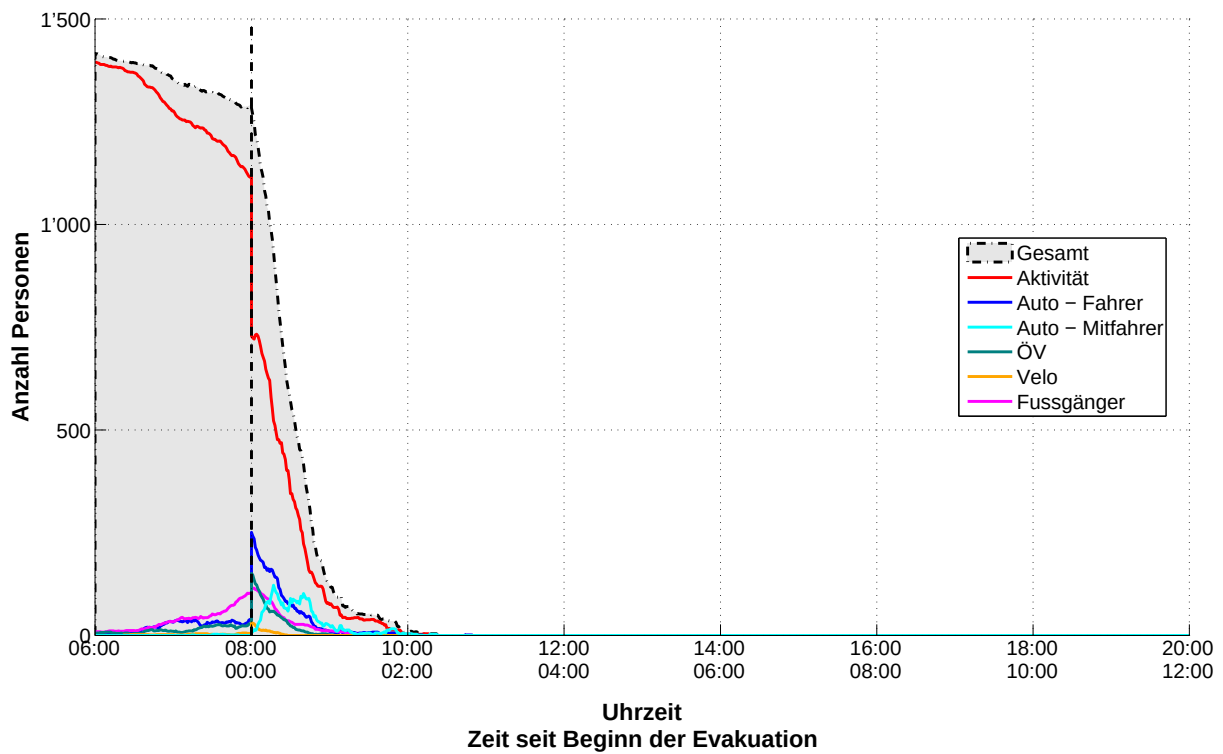


Abbildung 445: Lauf 194

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

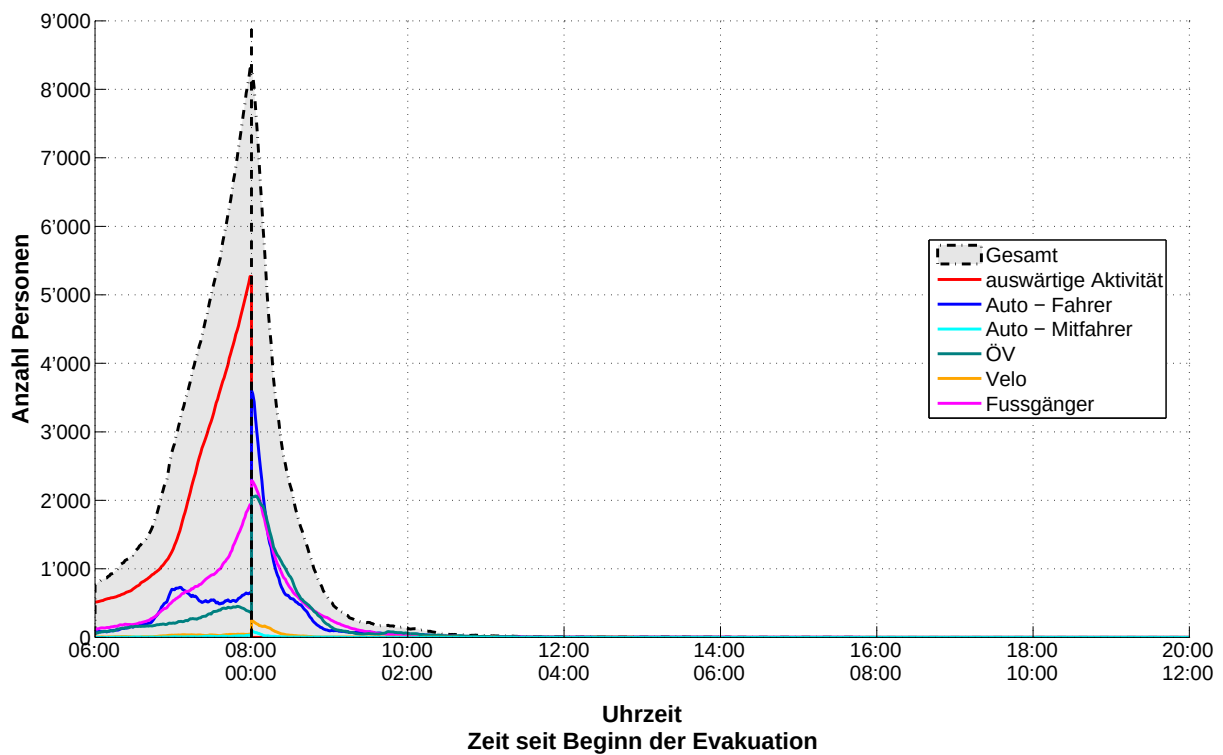


Abbildung 447: Lauf 195

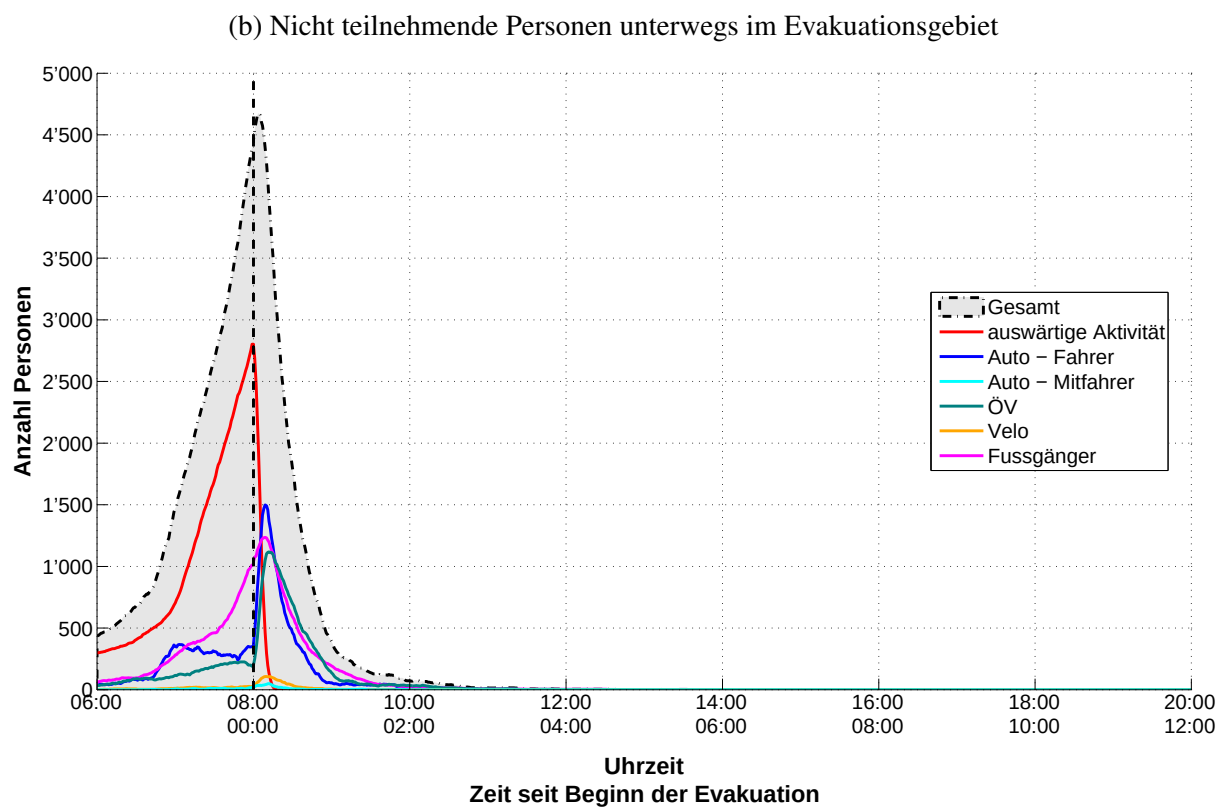
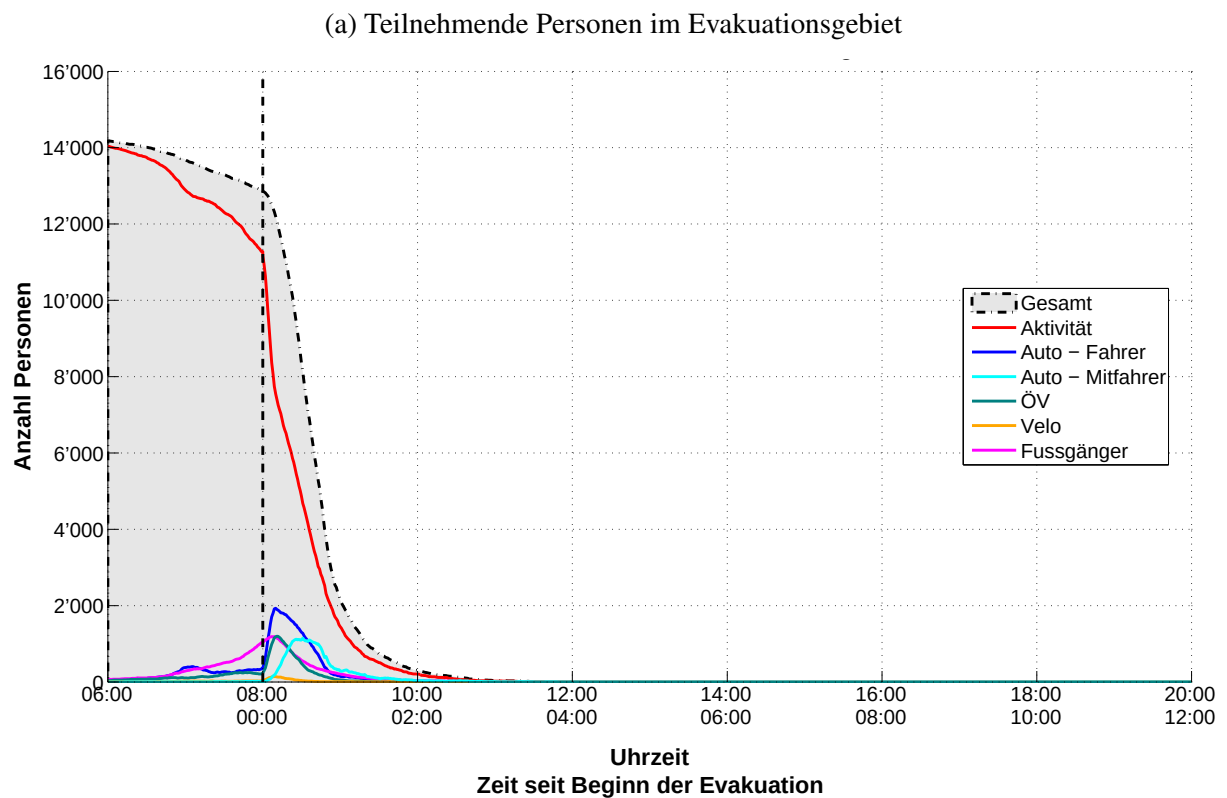


Abbildung 449: Lauf 196

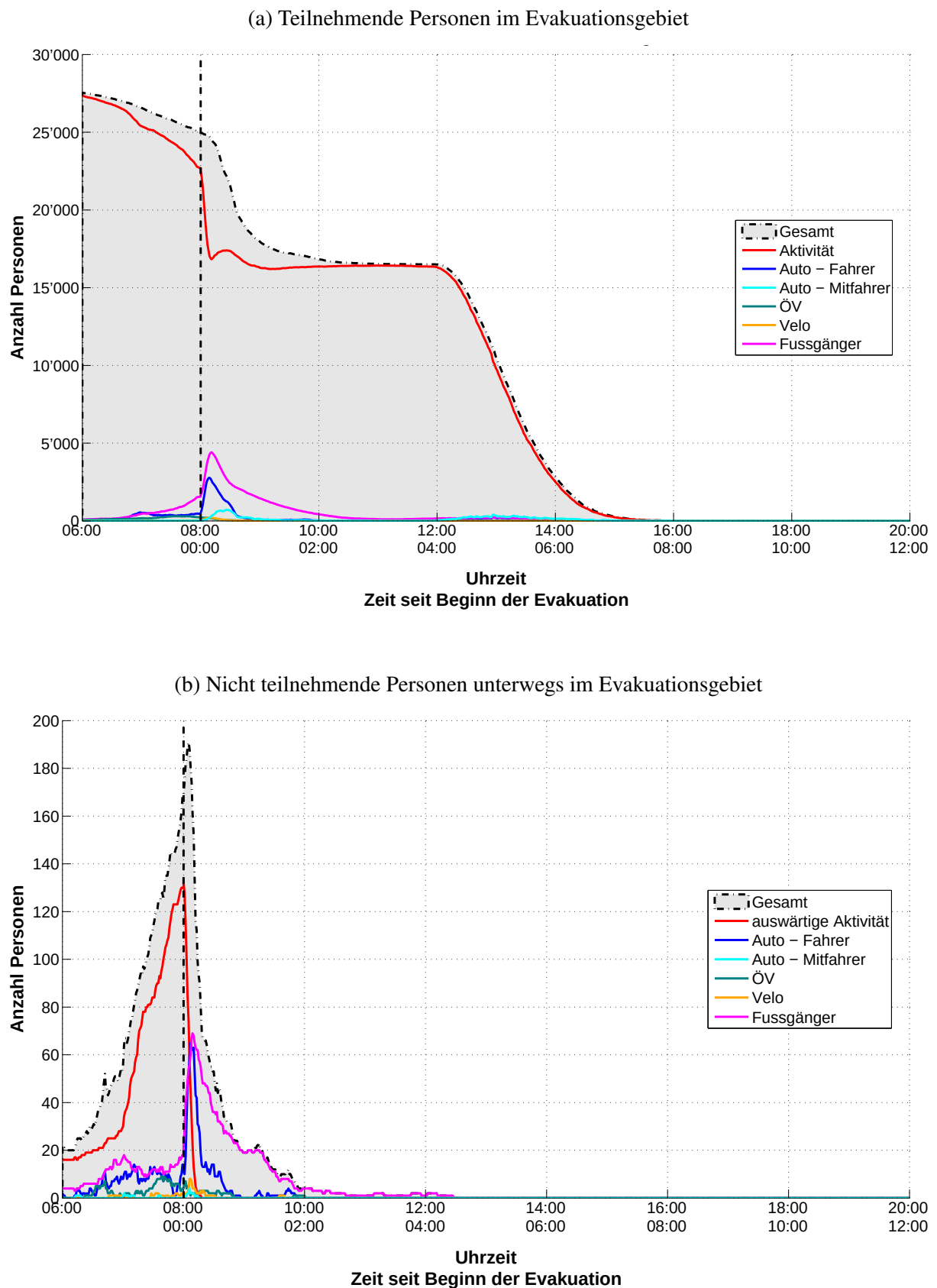
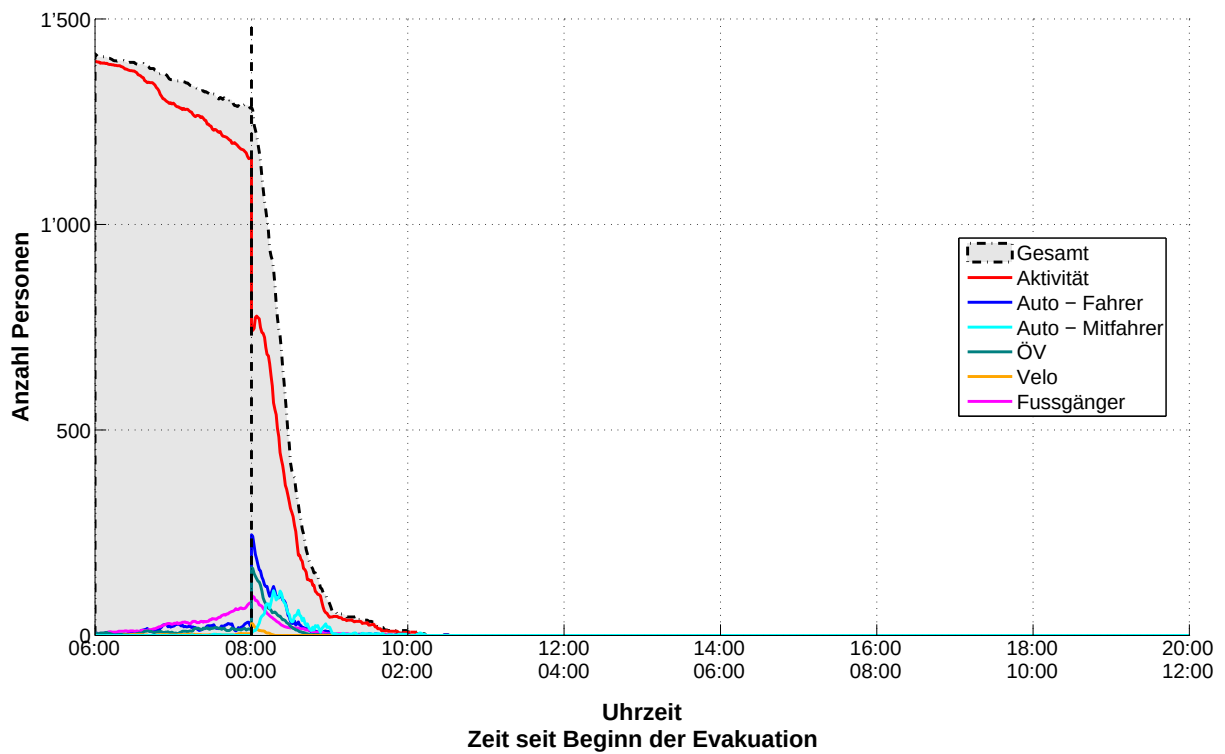


Abbildung 451: Lauf 197

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

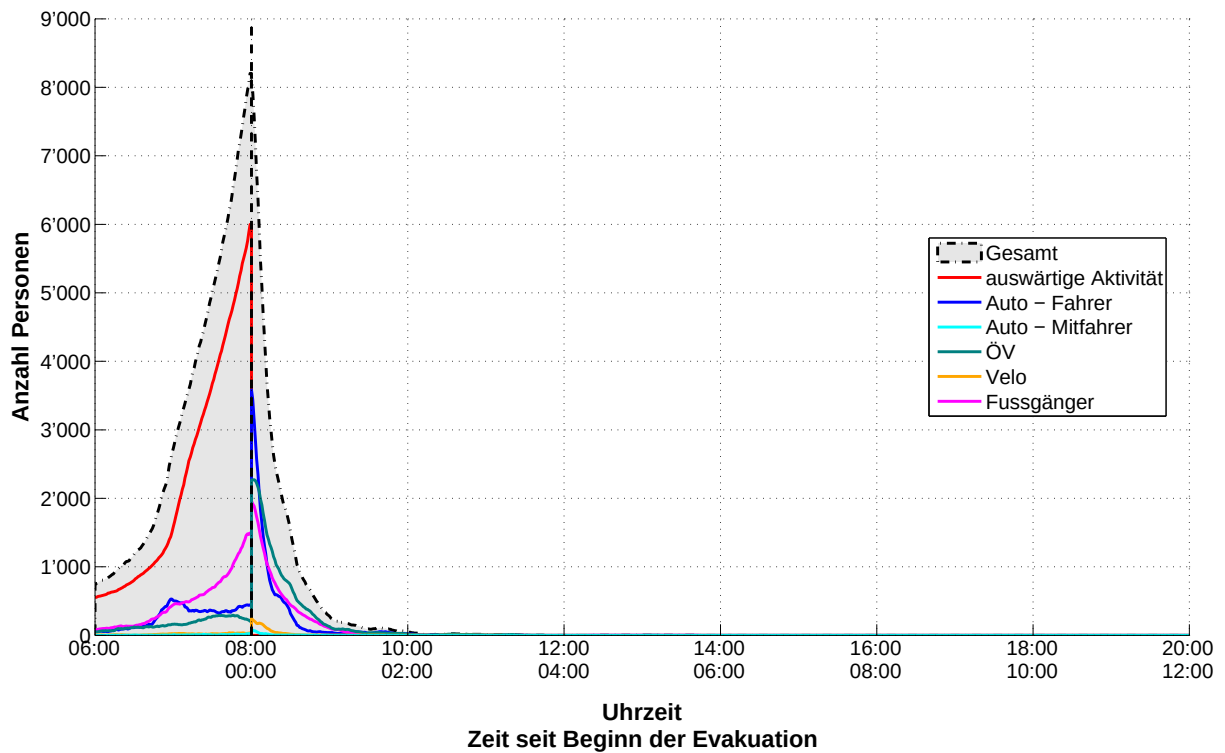


Abbildung 453: Lauf 198

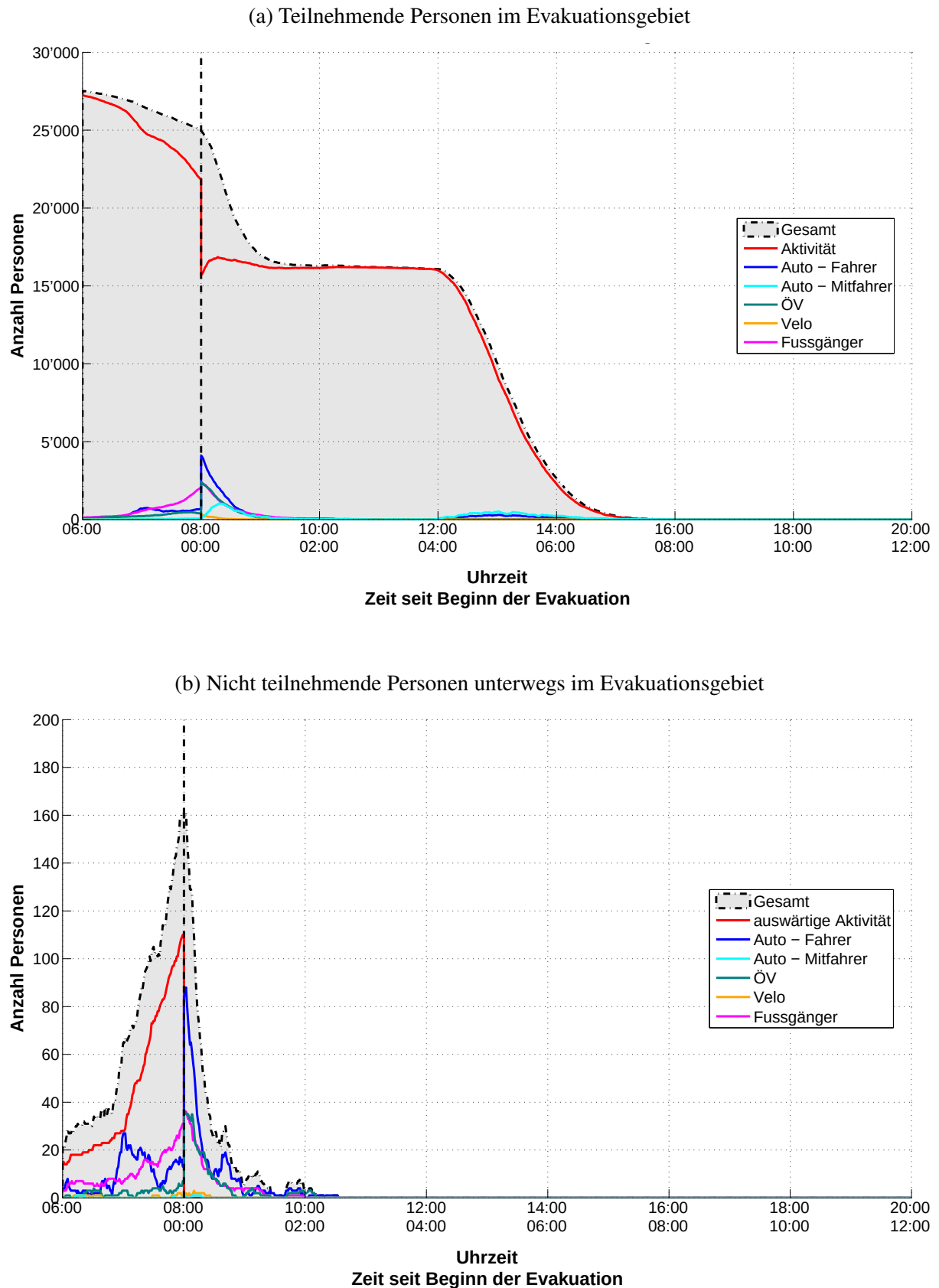


Abbildung 455: Lauf 199

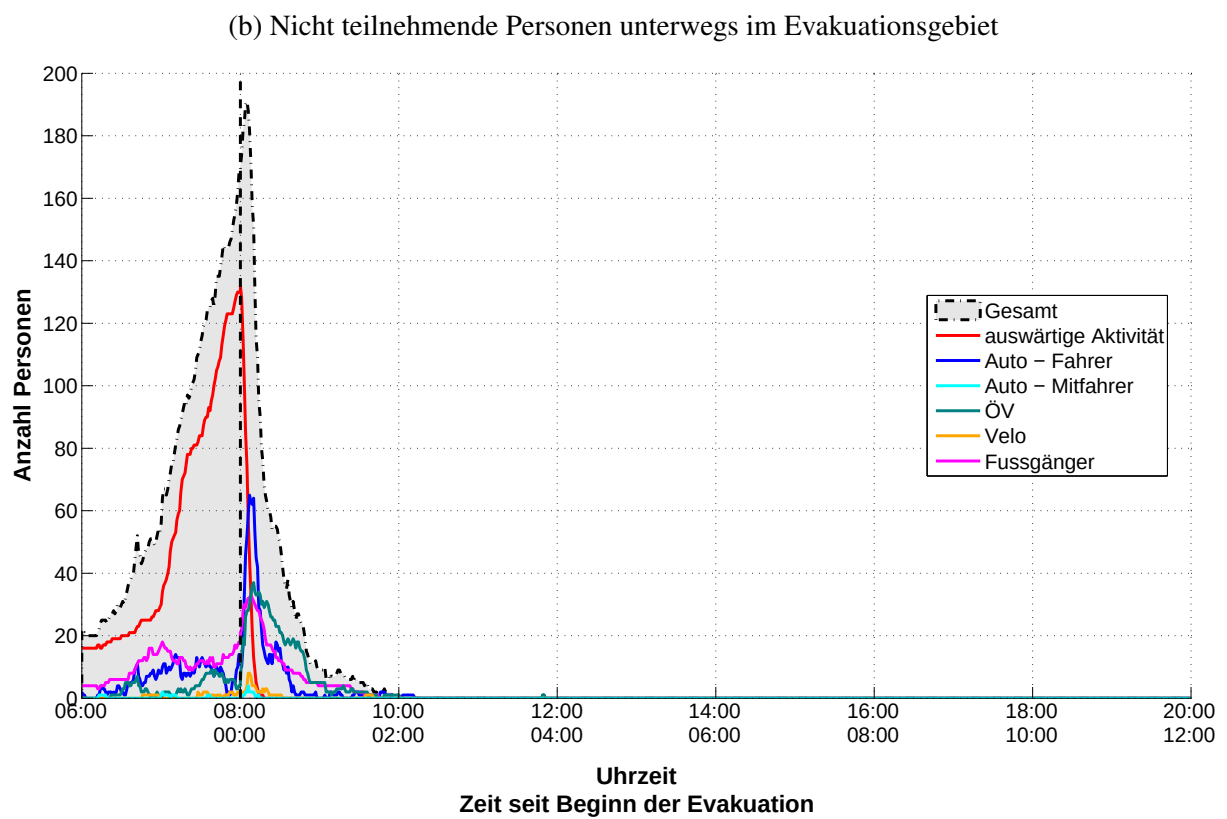
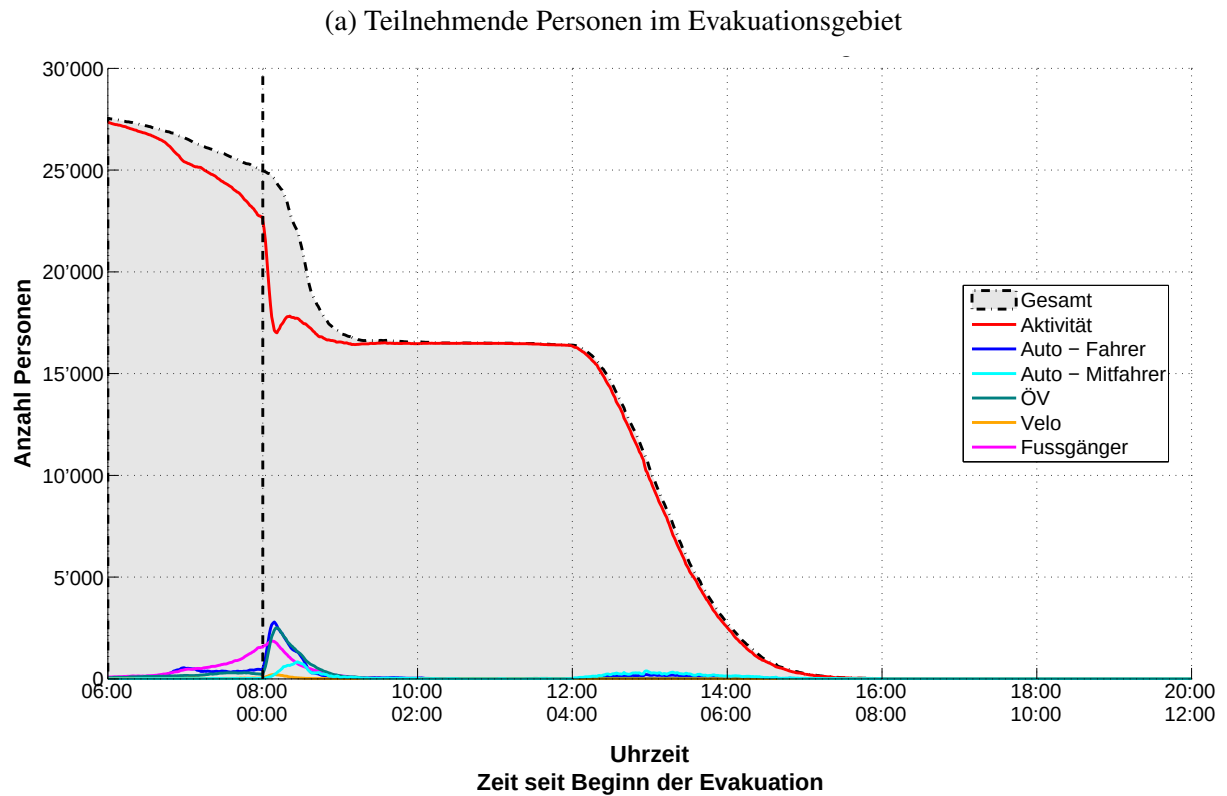


Abbildung 457: Lauf 200

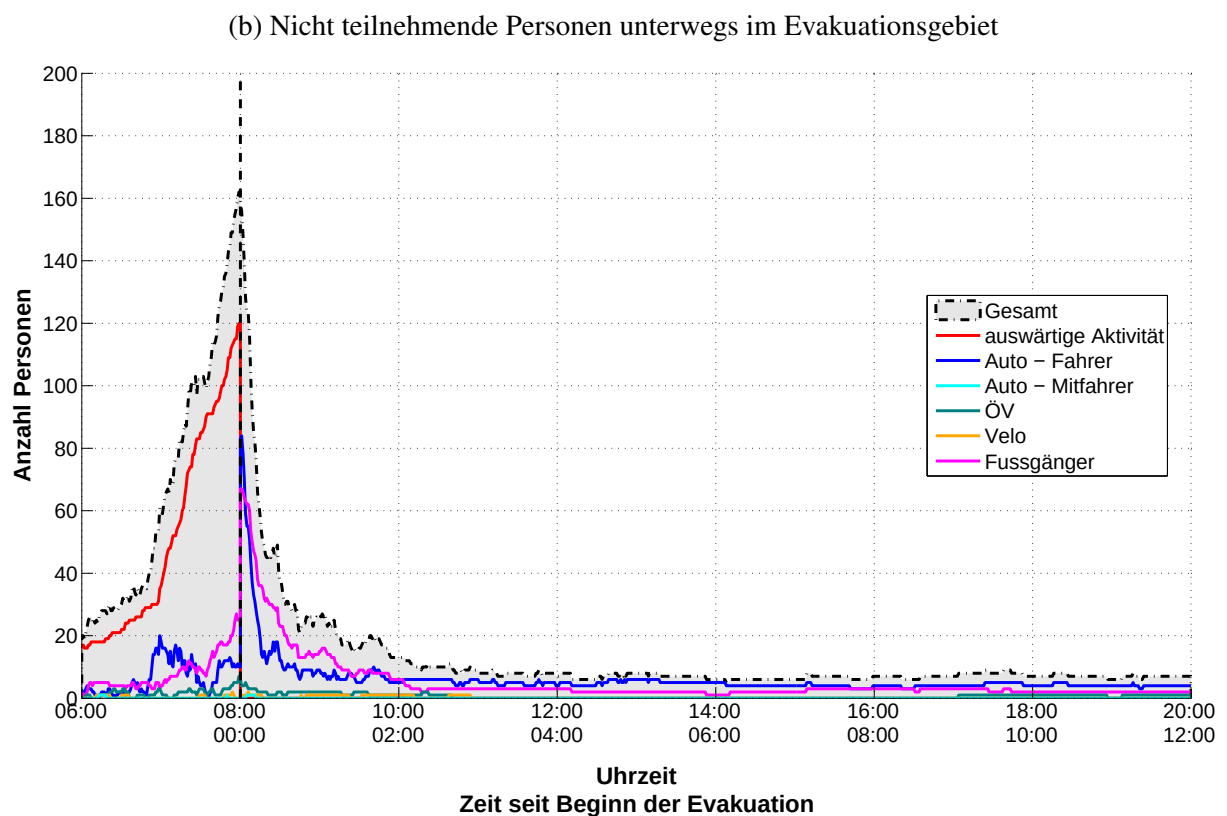
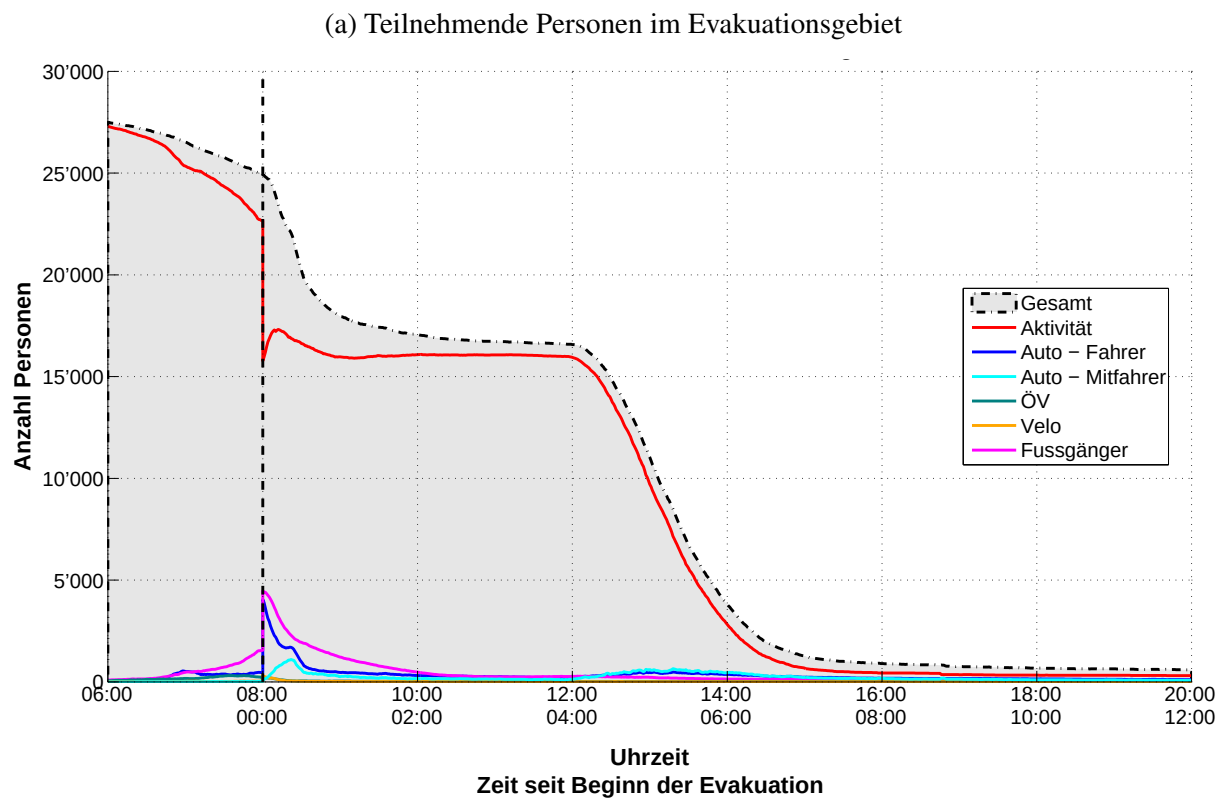
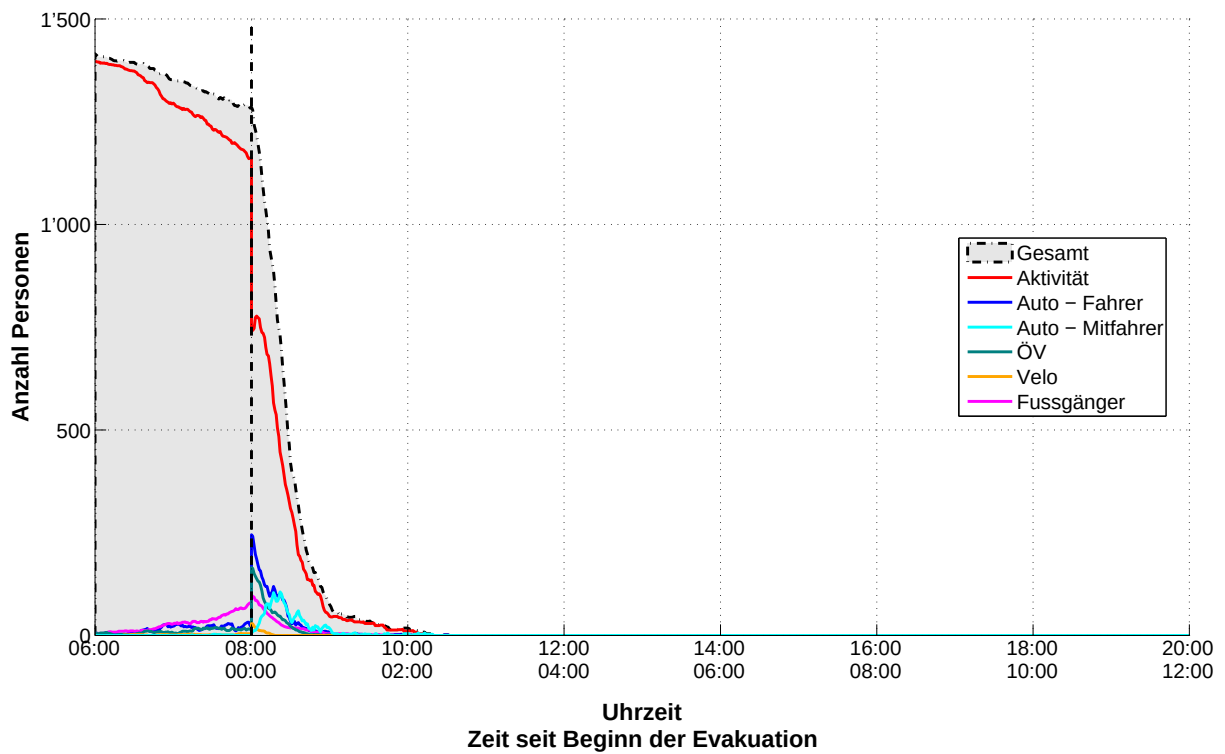


Abbildung 459: Lauf 201

(a) Teilnehmende Personen im Evakuationsgebiet



(b) Nicht teilnehmende Personen unterwegs im Evakuationsgebiet

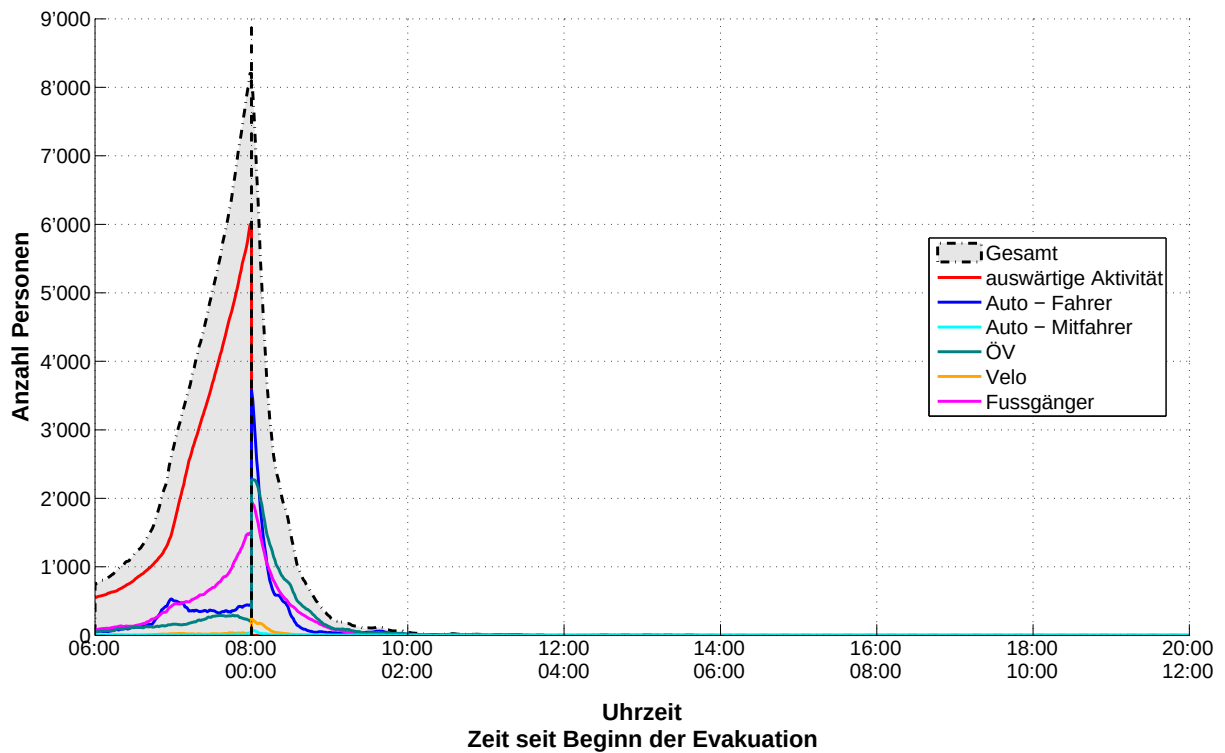


Abbildung 461: Lauf 202

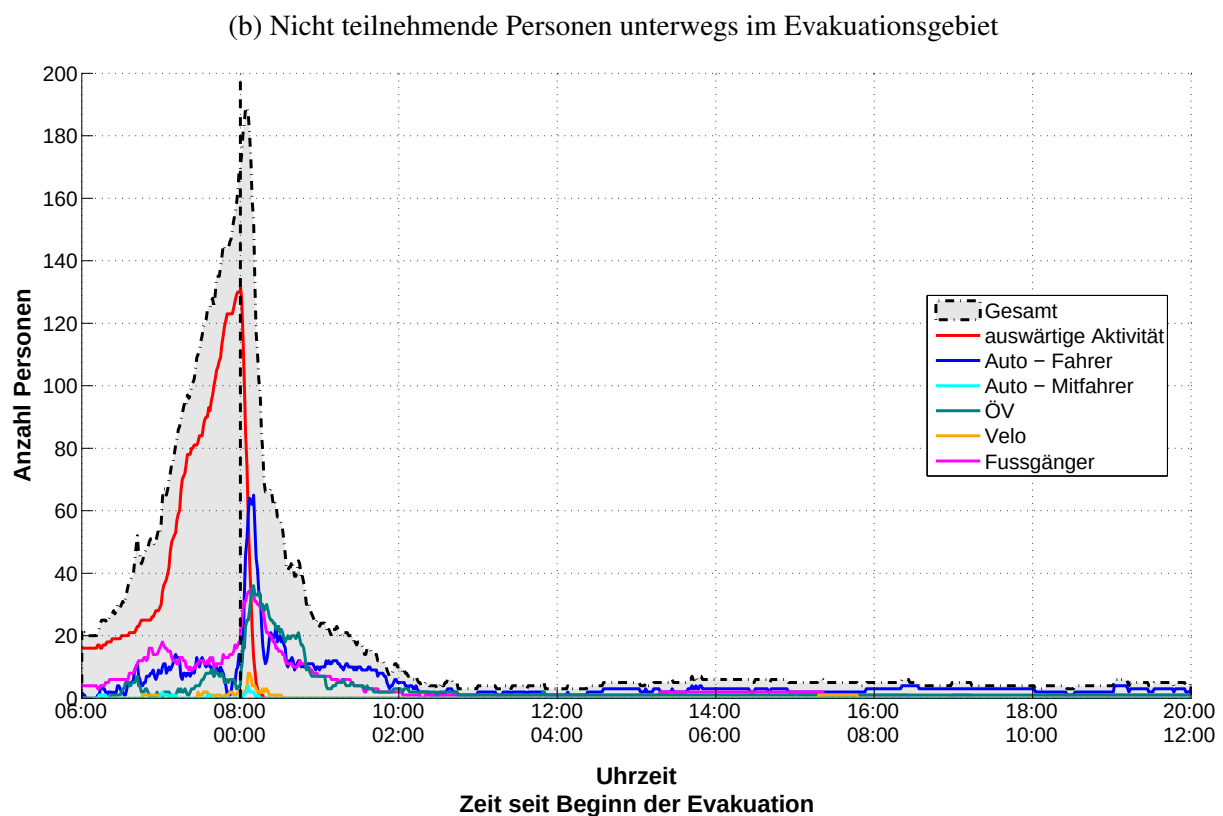
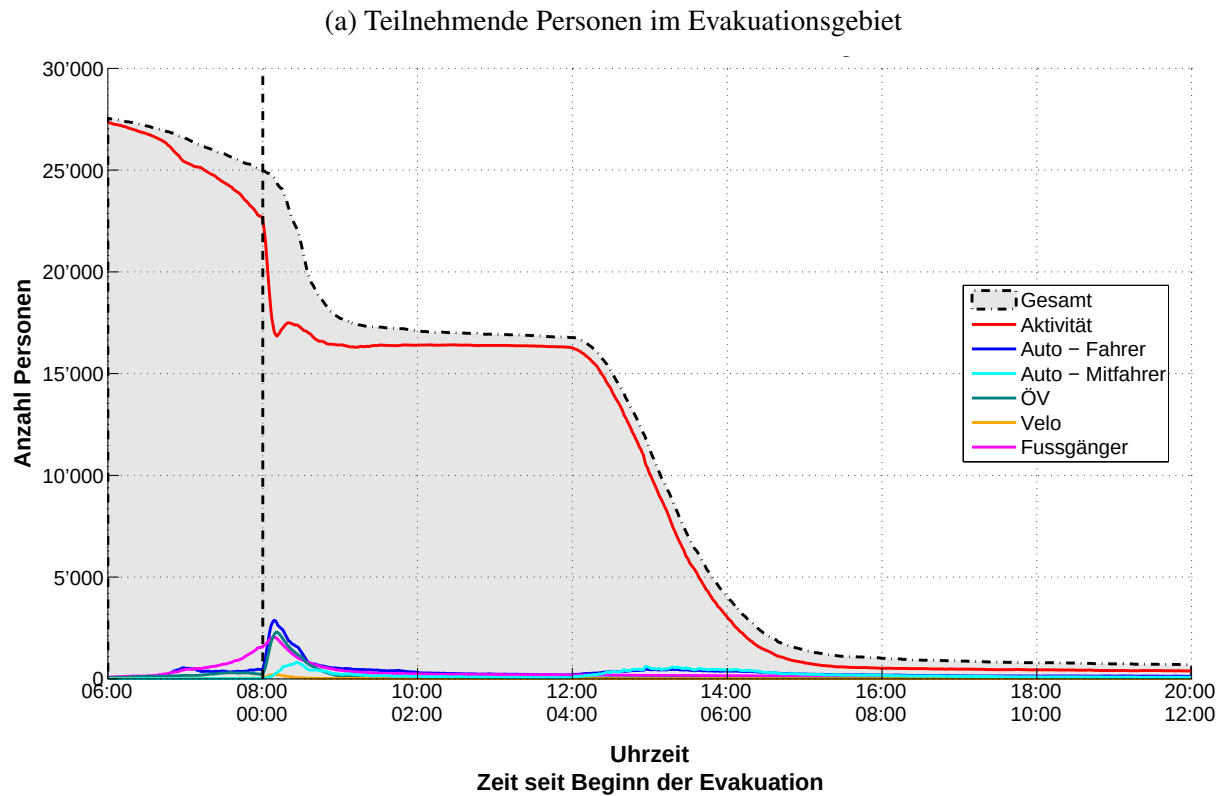


Abbildung 463: Lauf 203

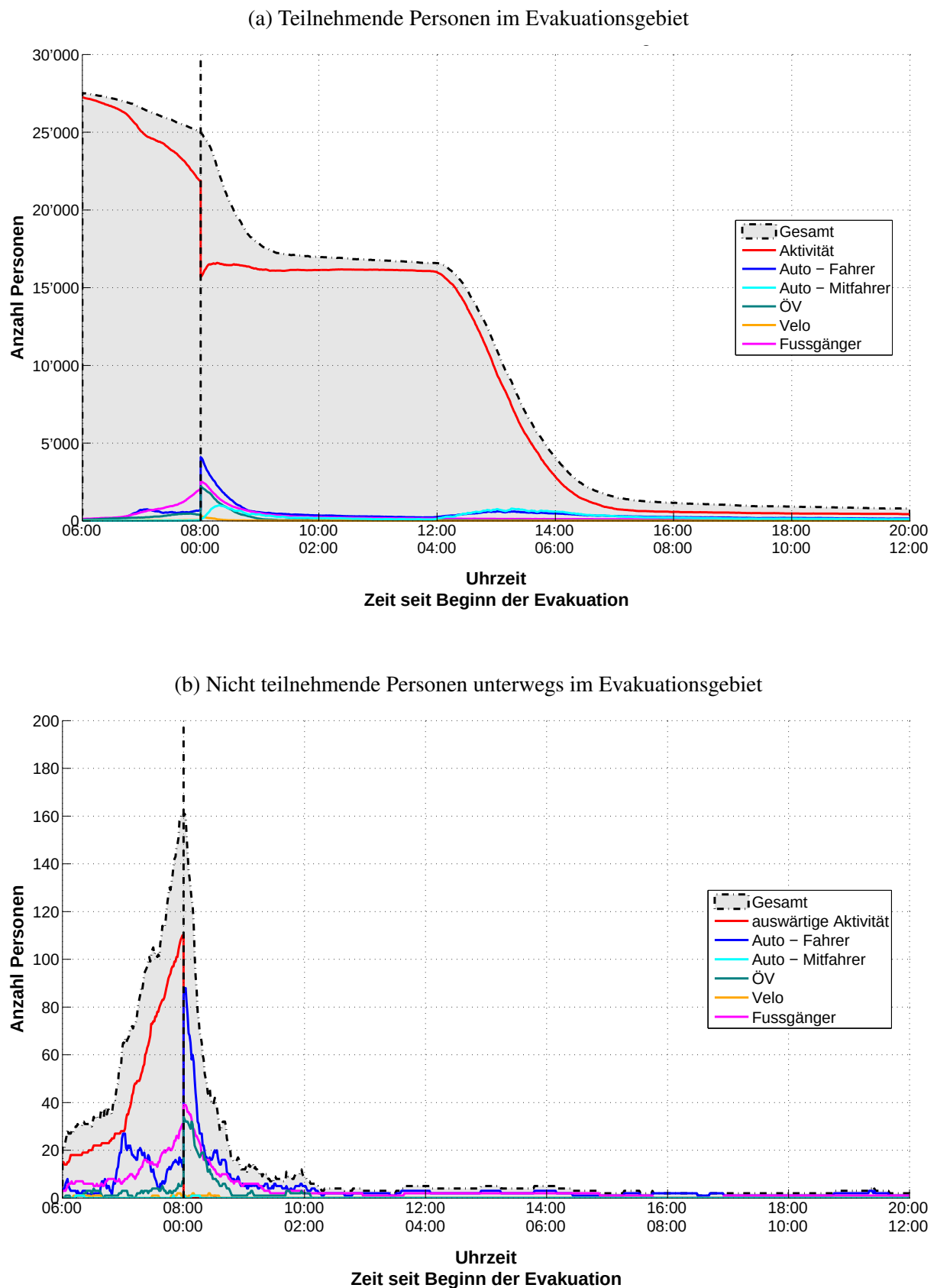


Abbildung 465: Lauf 204

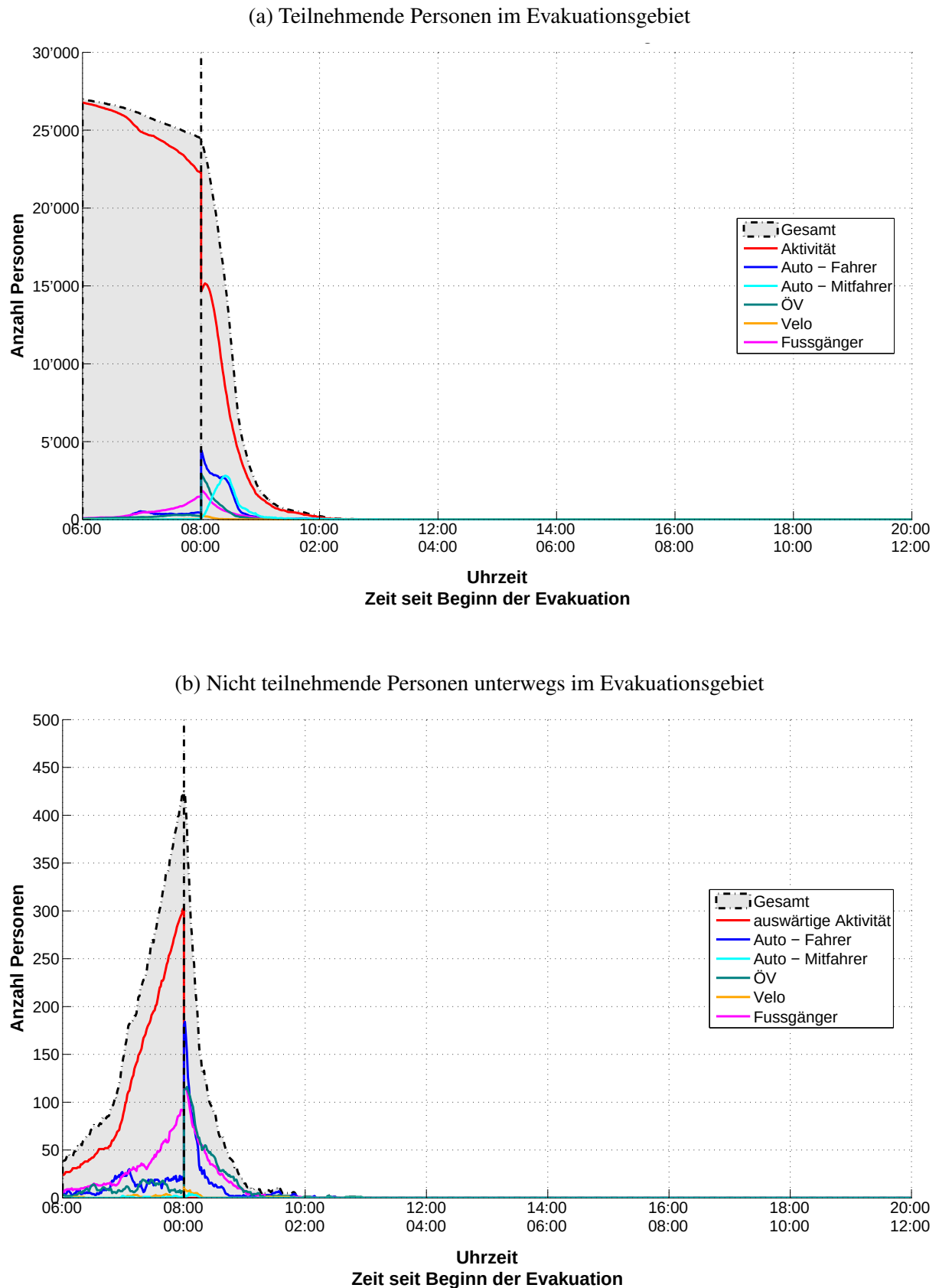


Abbildung 467: Lauf 205

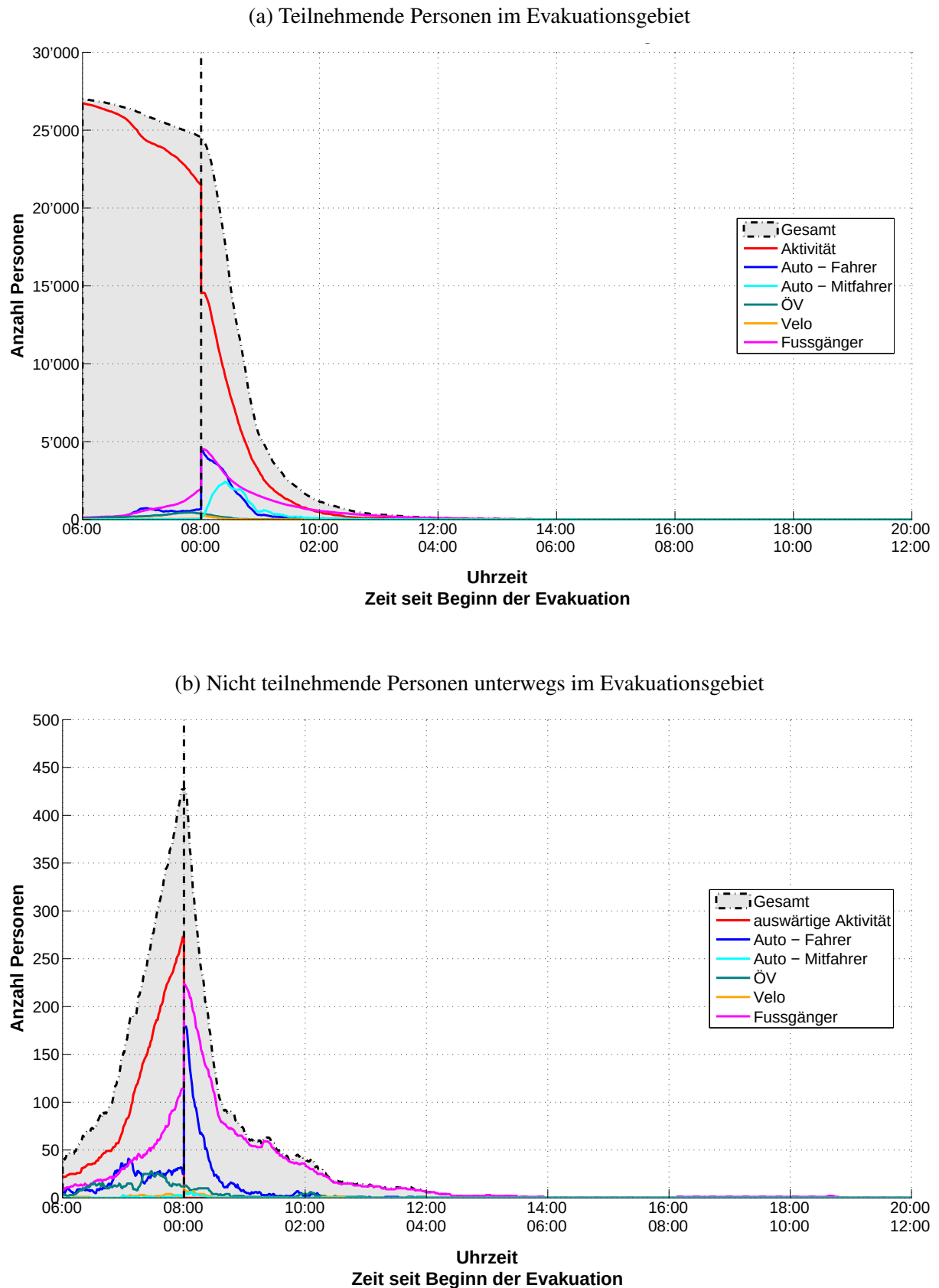


Abbildung 469: Lauf 206

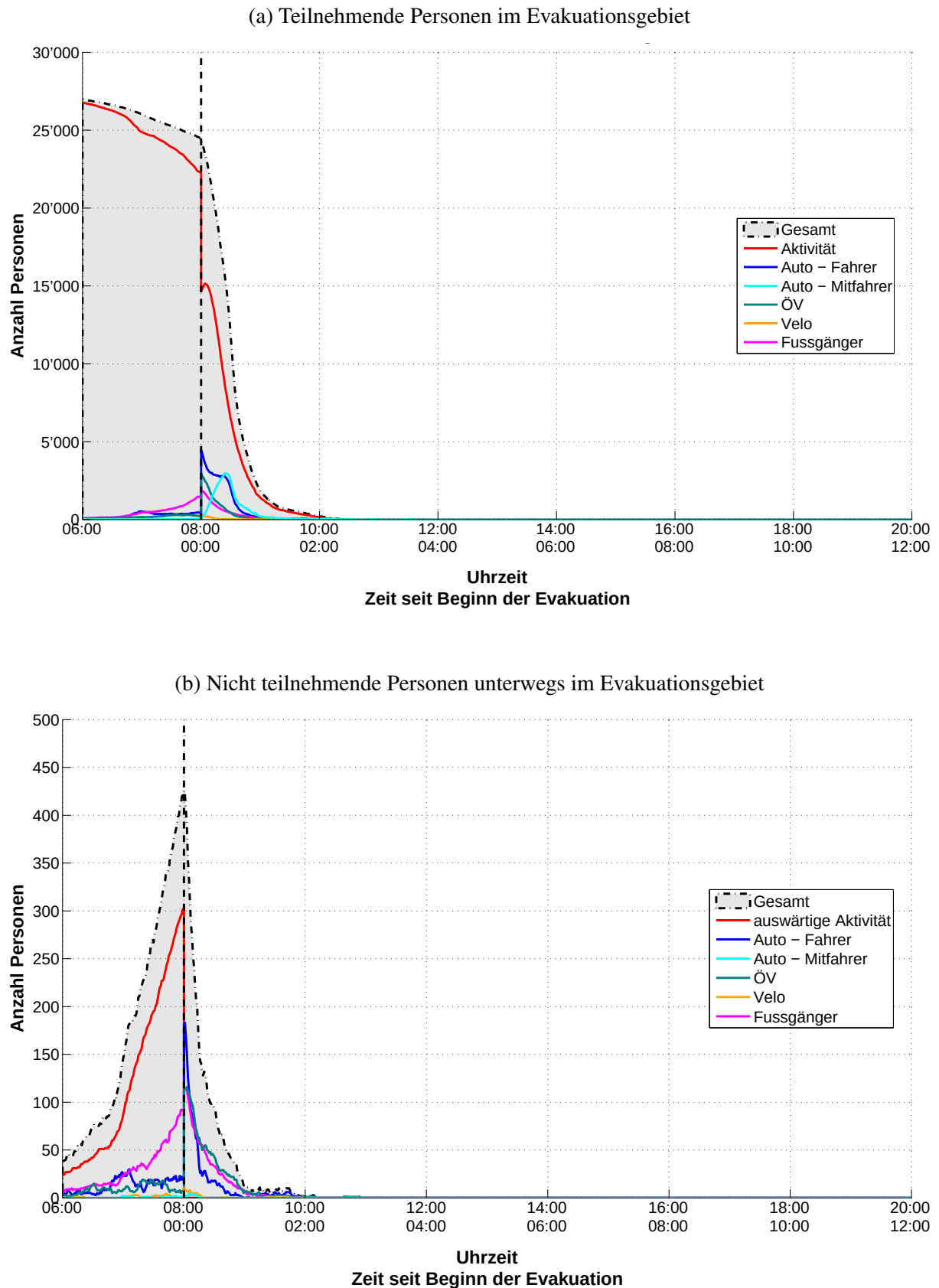


Abbildung 471: Lauf 207

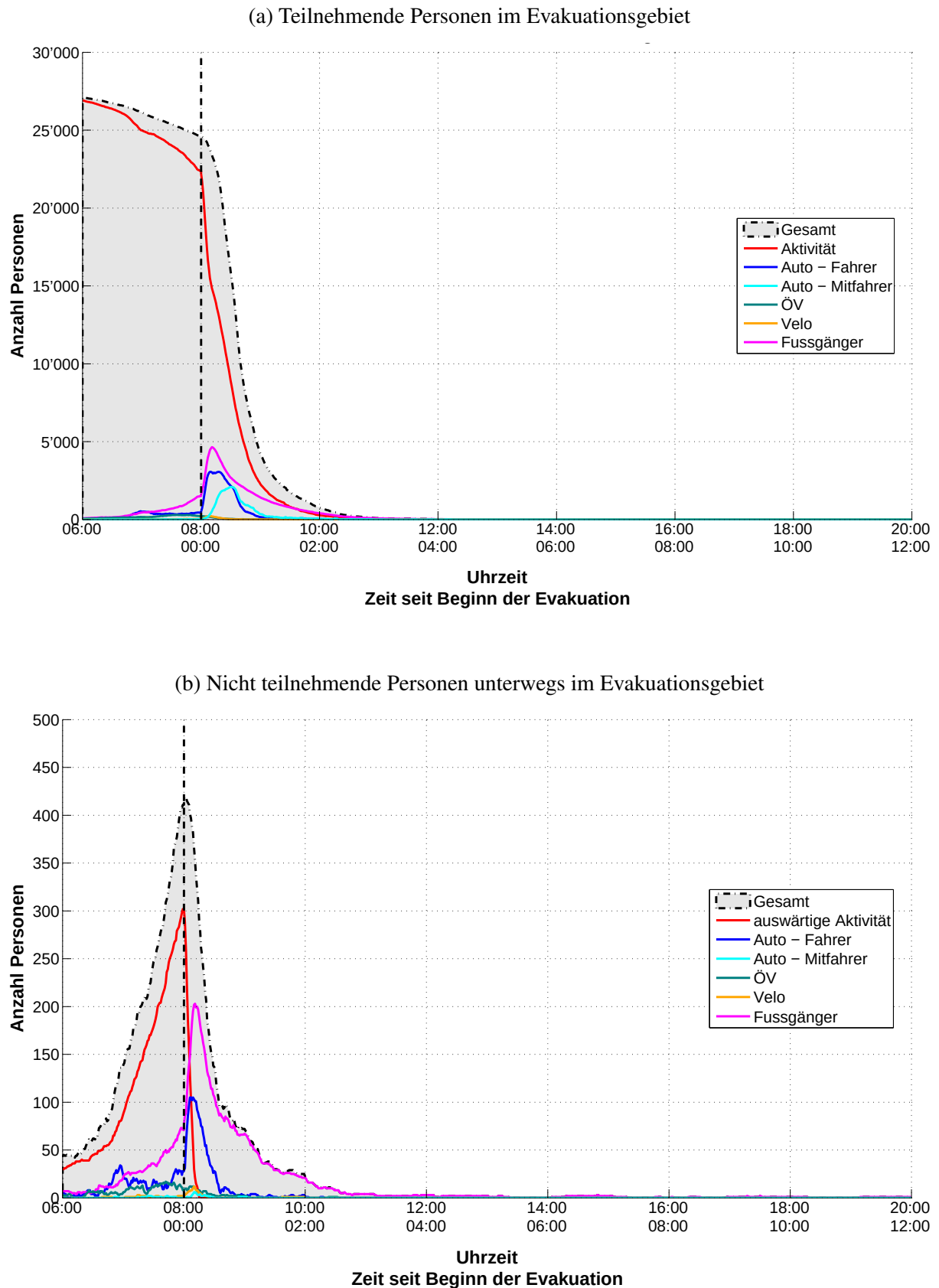


Abbildung 473: Lauf 208

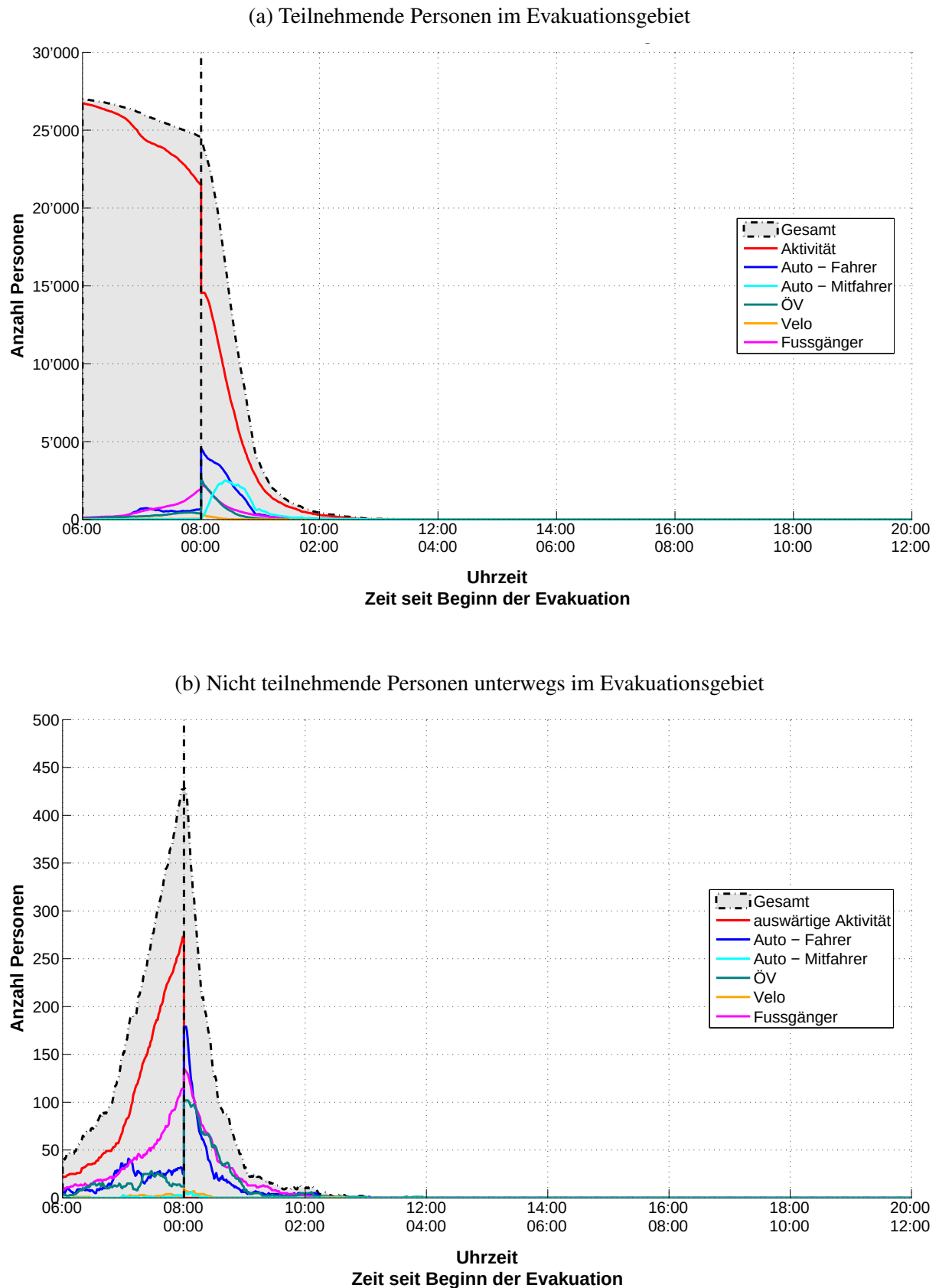


Abbildung 475: Lauf 209

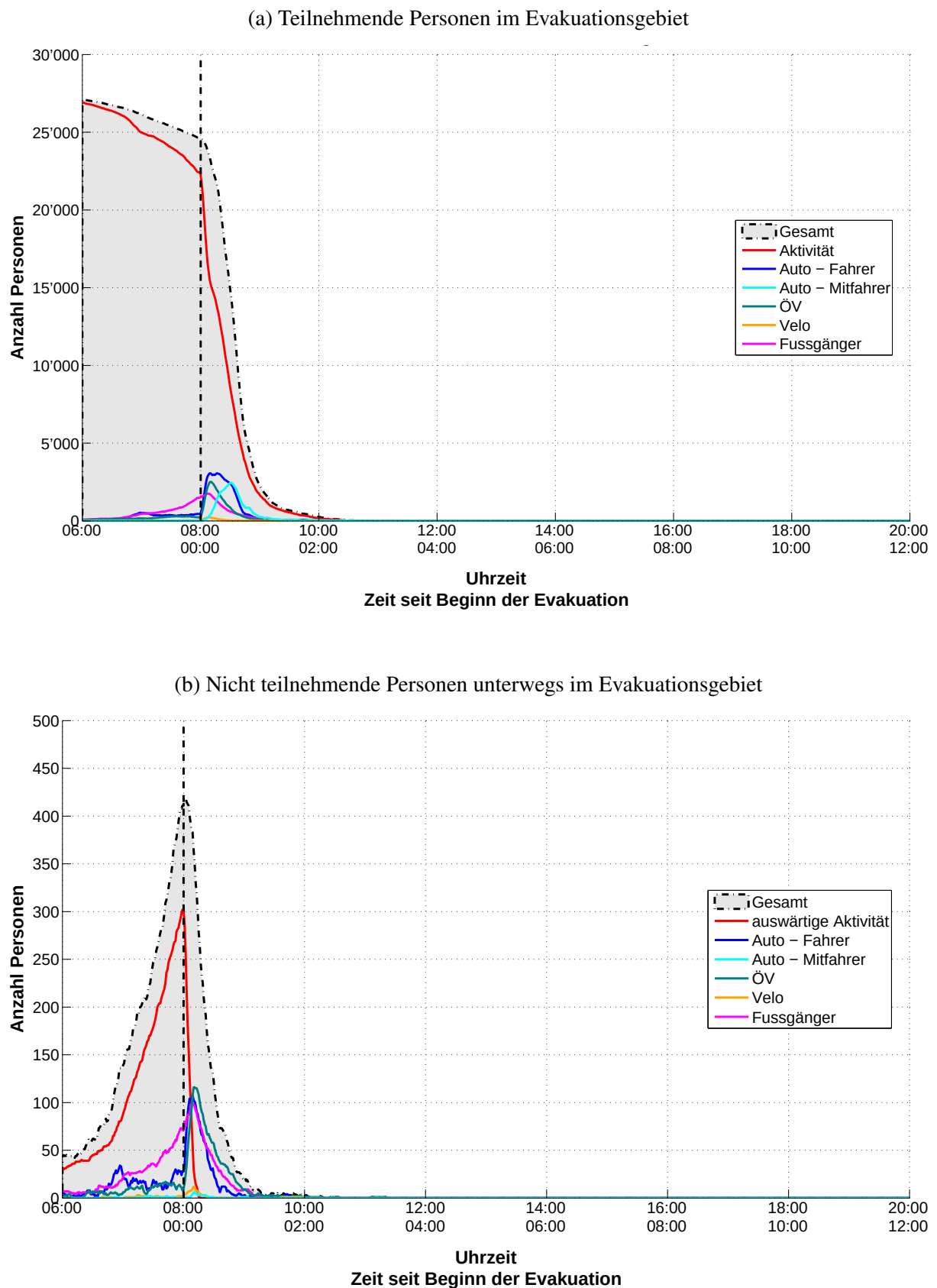


Abbildung 477: Lauf 210

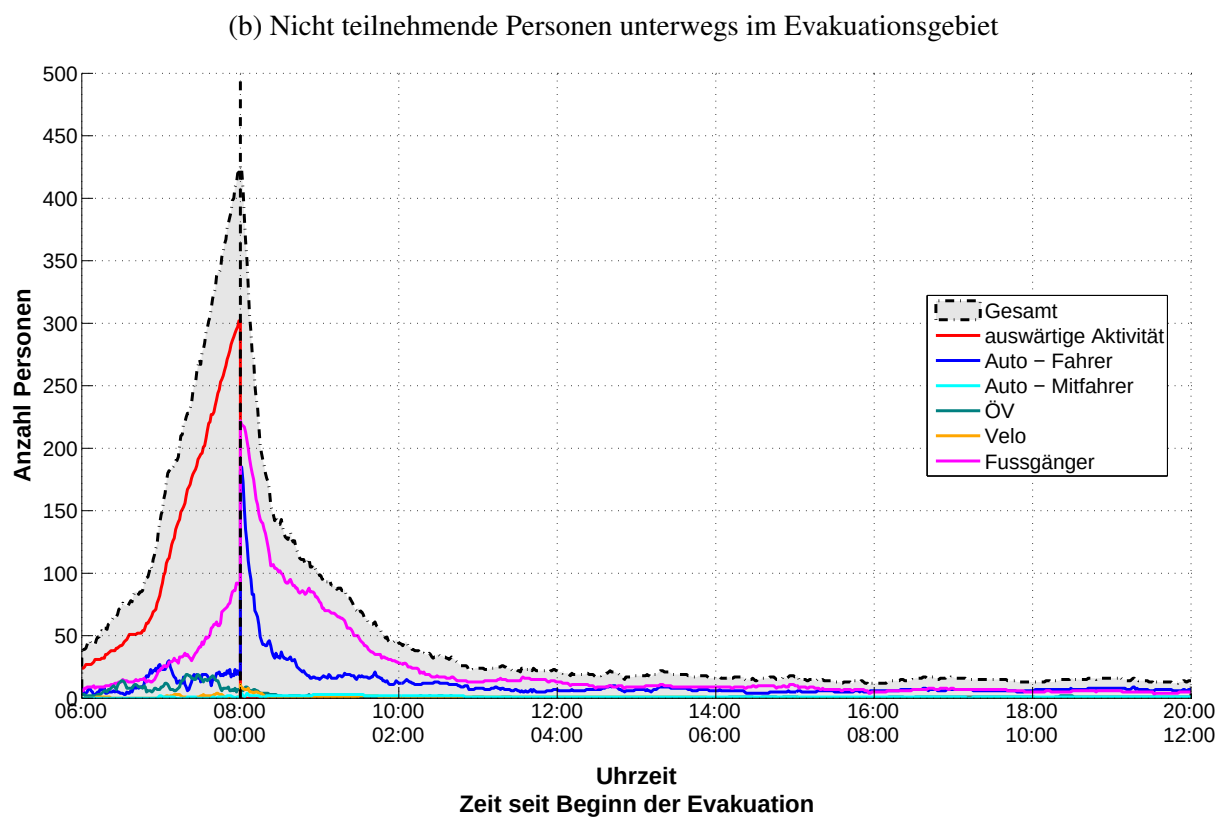
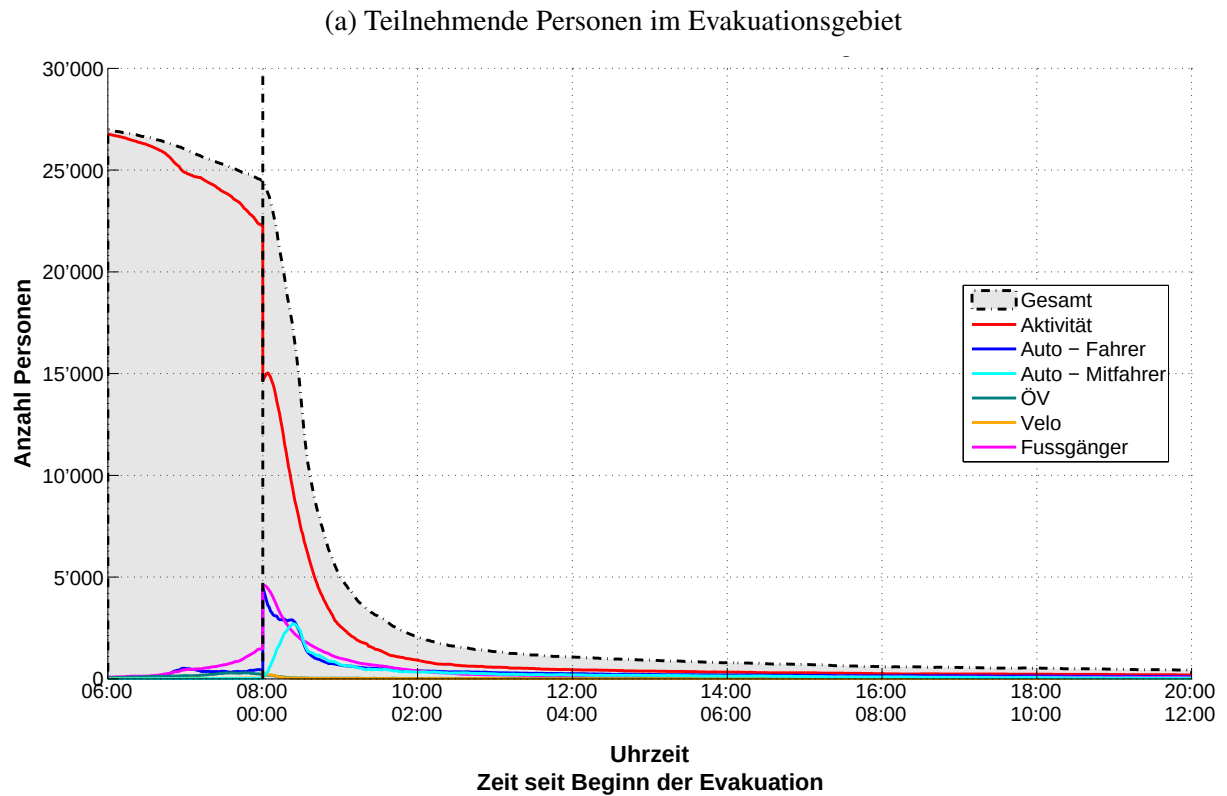


Abbildung 479: Lauf 211

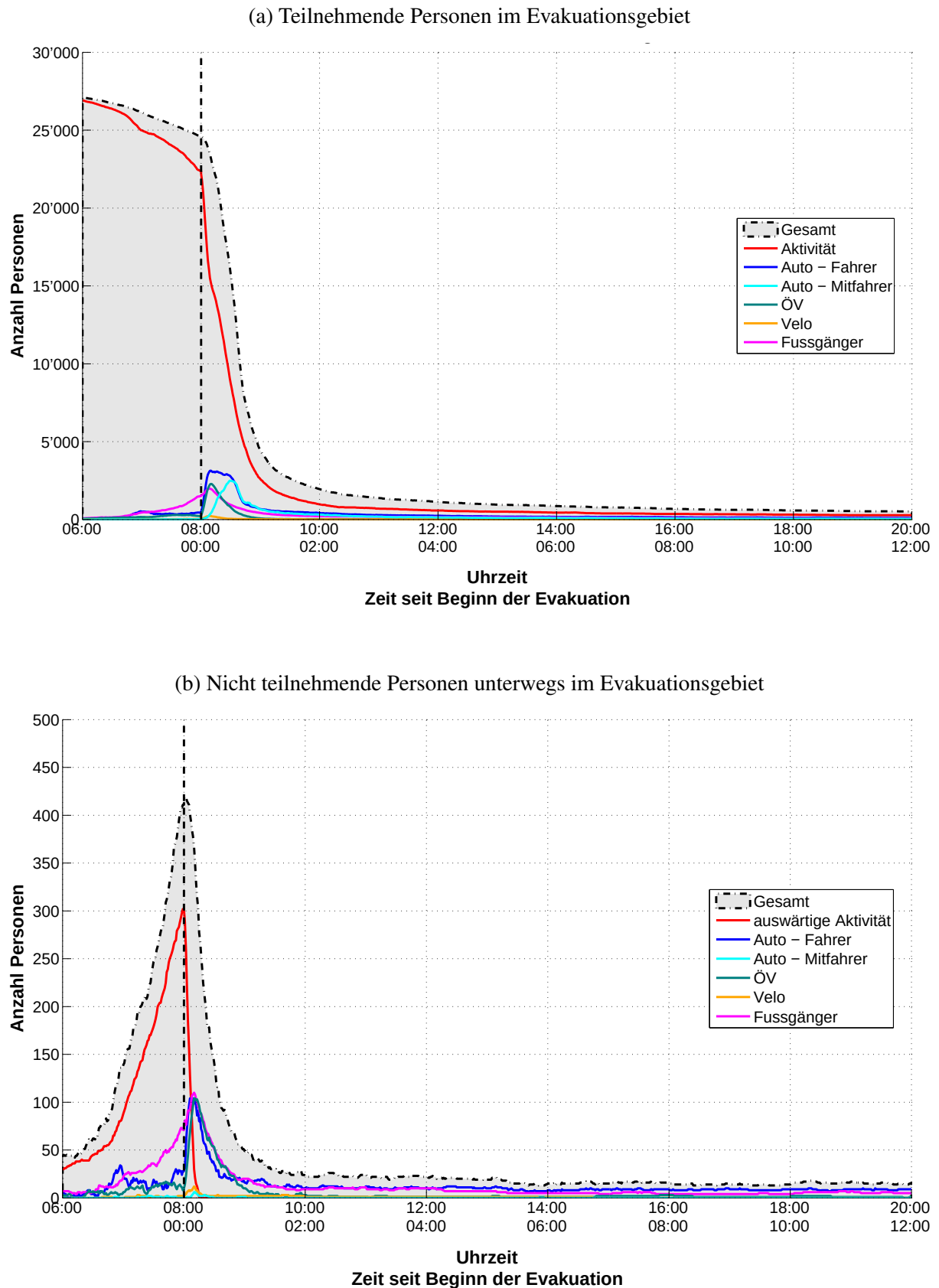
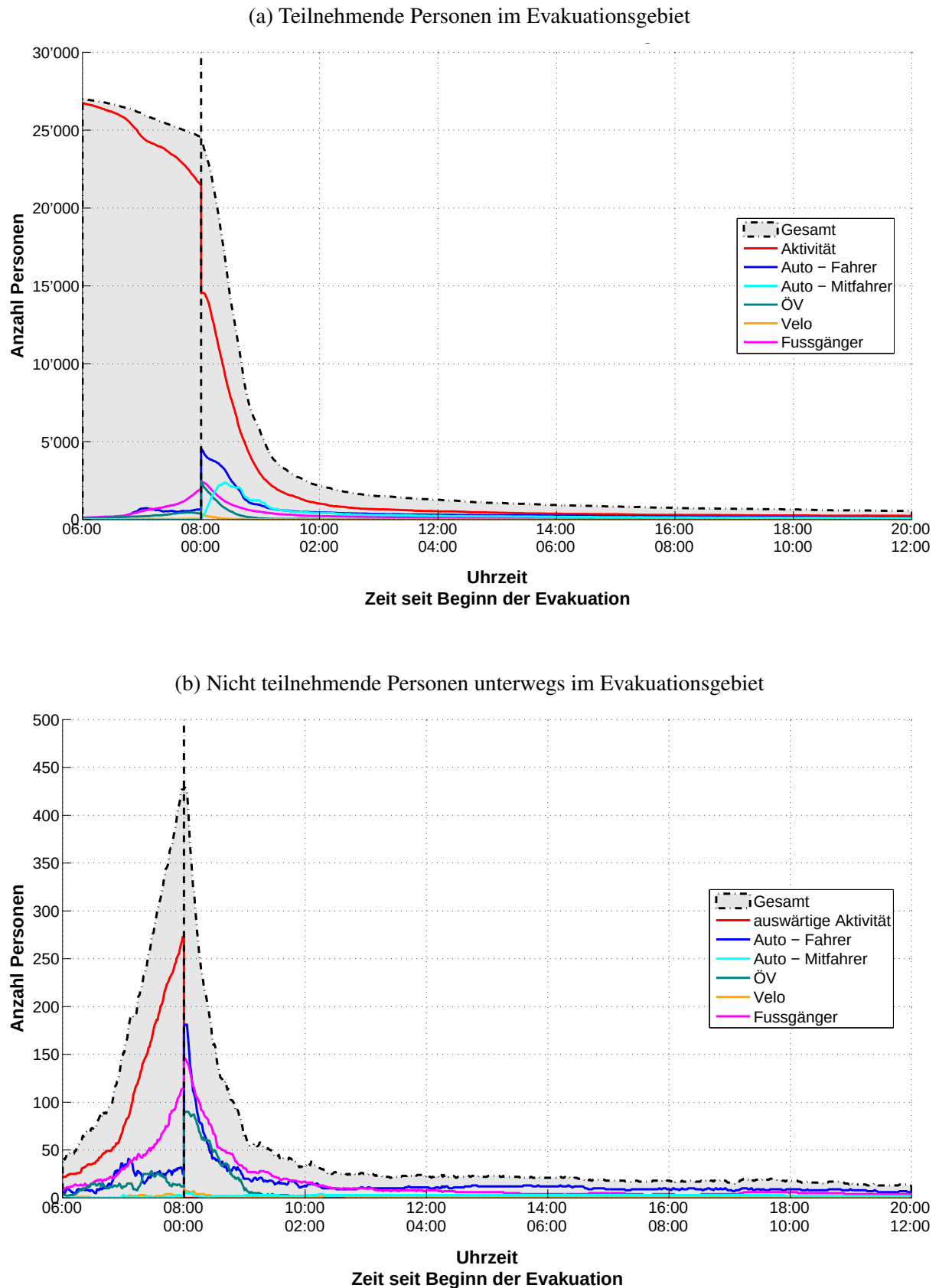


Abbildung 481: Lauf 212



M.3 Gegenüberstellung ähnlicher Läufe

Abbildung 483: Startzeit 8:00, Zone 1, mittels PW nach Hause zurückkehrende Personen

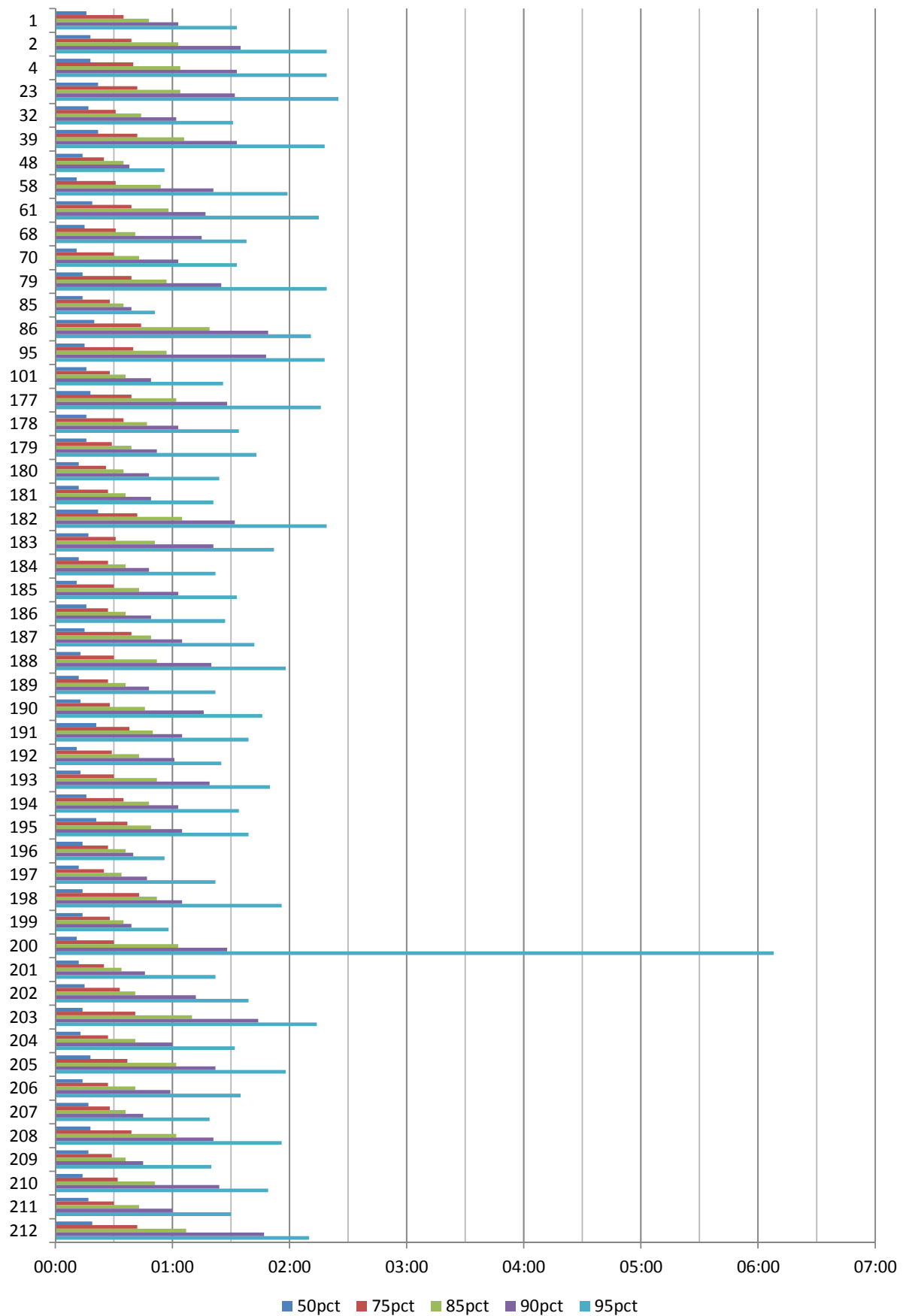


Abbildung 484: Startzeit 8:00, Zonen 1, zu Fuss nach Hause zurückkehrende Personen

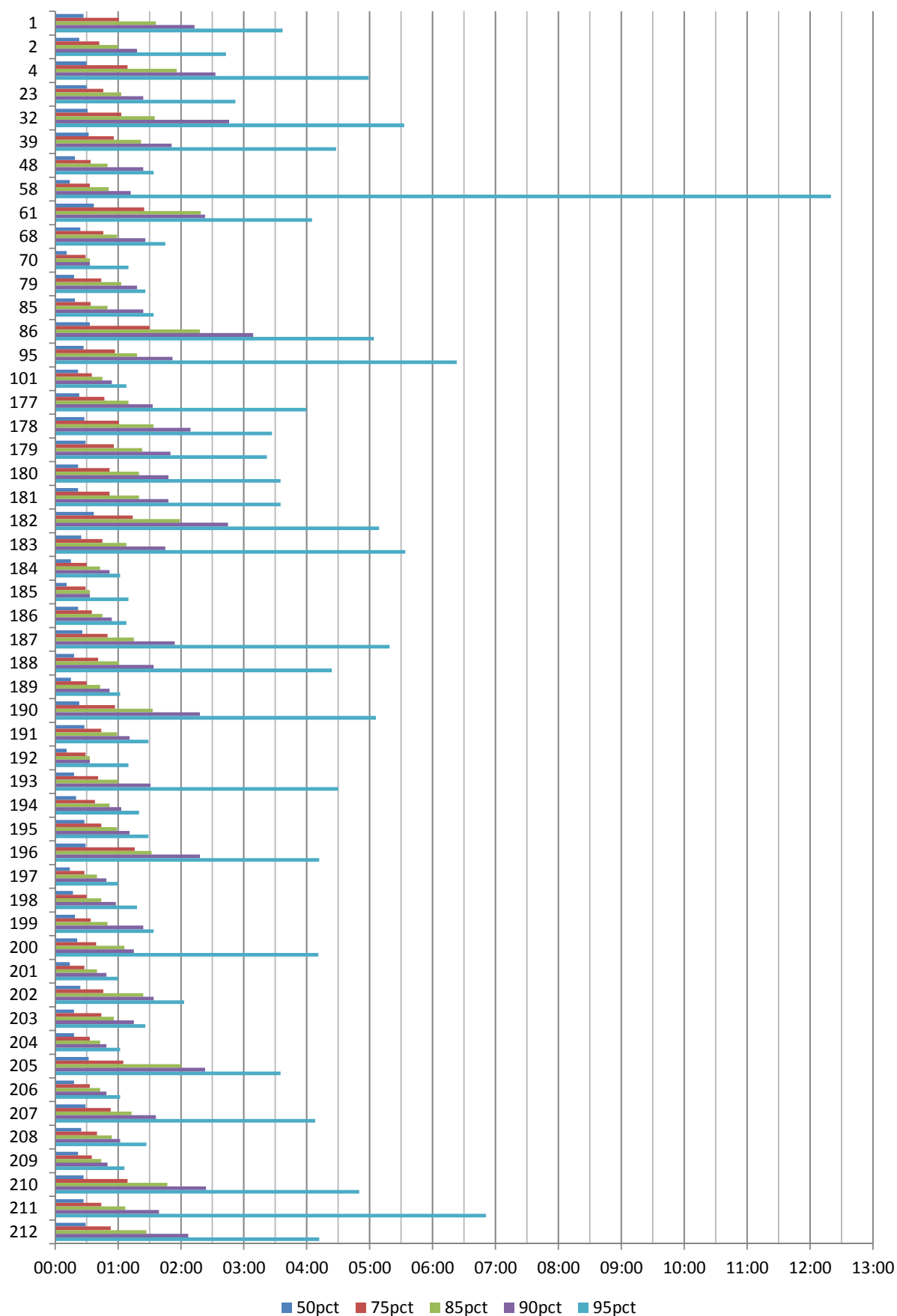


Abbildung 485: Startzeit 8:00, Zone 1 und Sektor 2 der Zone 2, mittels PW nach Hause zurückkehrende Personen

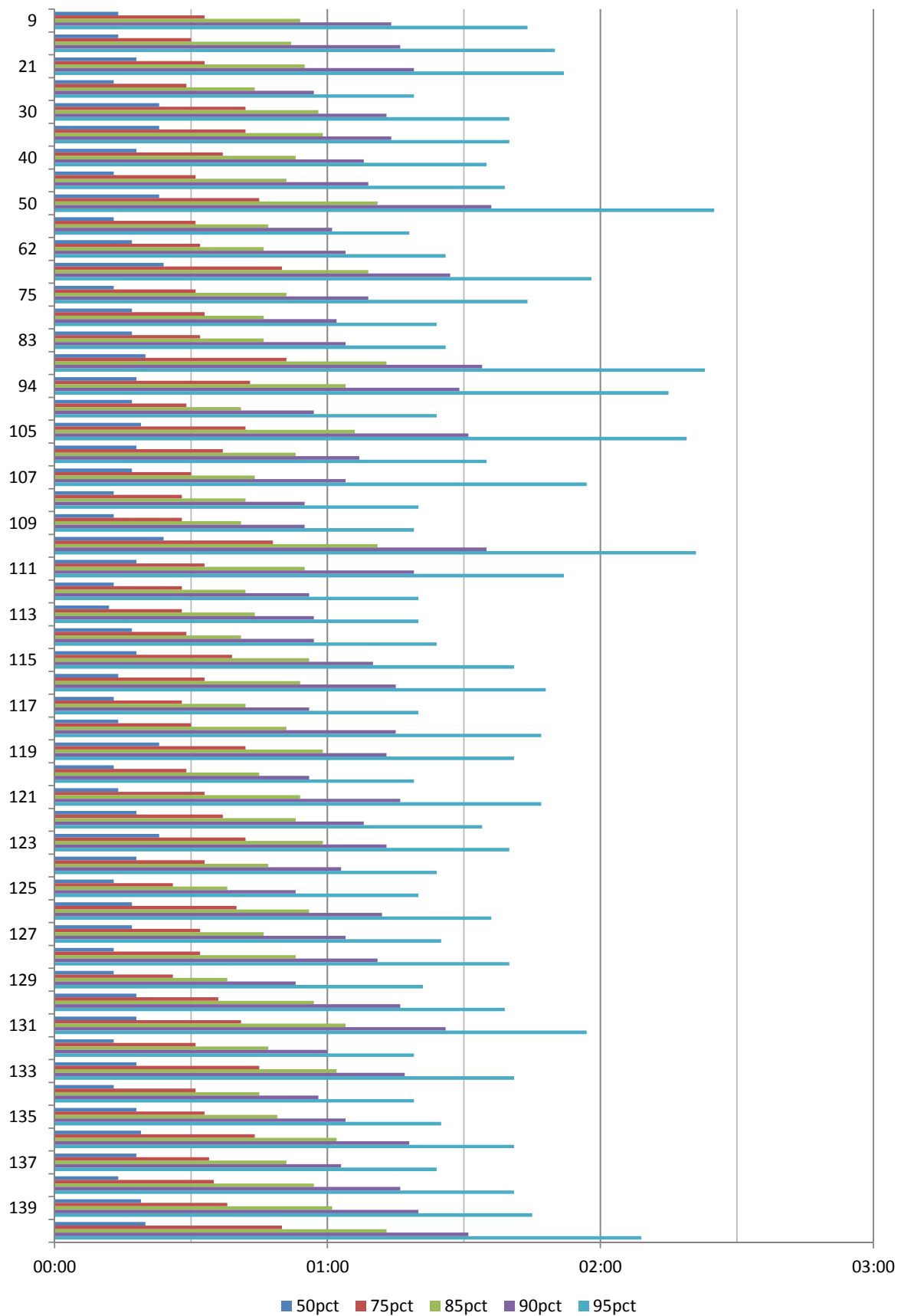


Abbildung 486: Startzeit 8:00, Zonen 1 und Sektor 2 der Zone 2, zu Fuss nach Hause zurückkehrende Personen

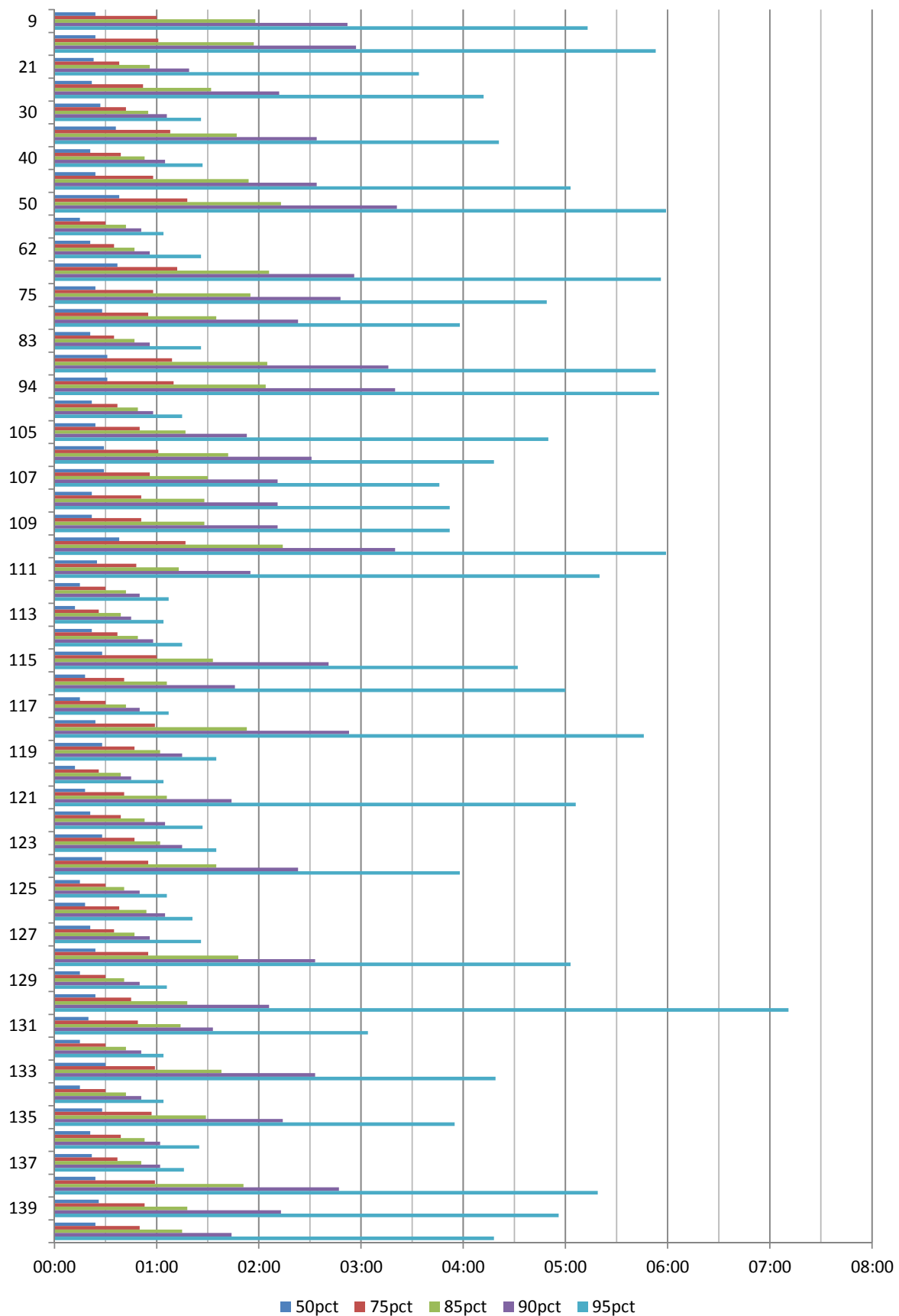


Abbildung 487: Startzeit 3:00, Zone 1, mittels PW evakuierende Personen

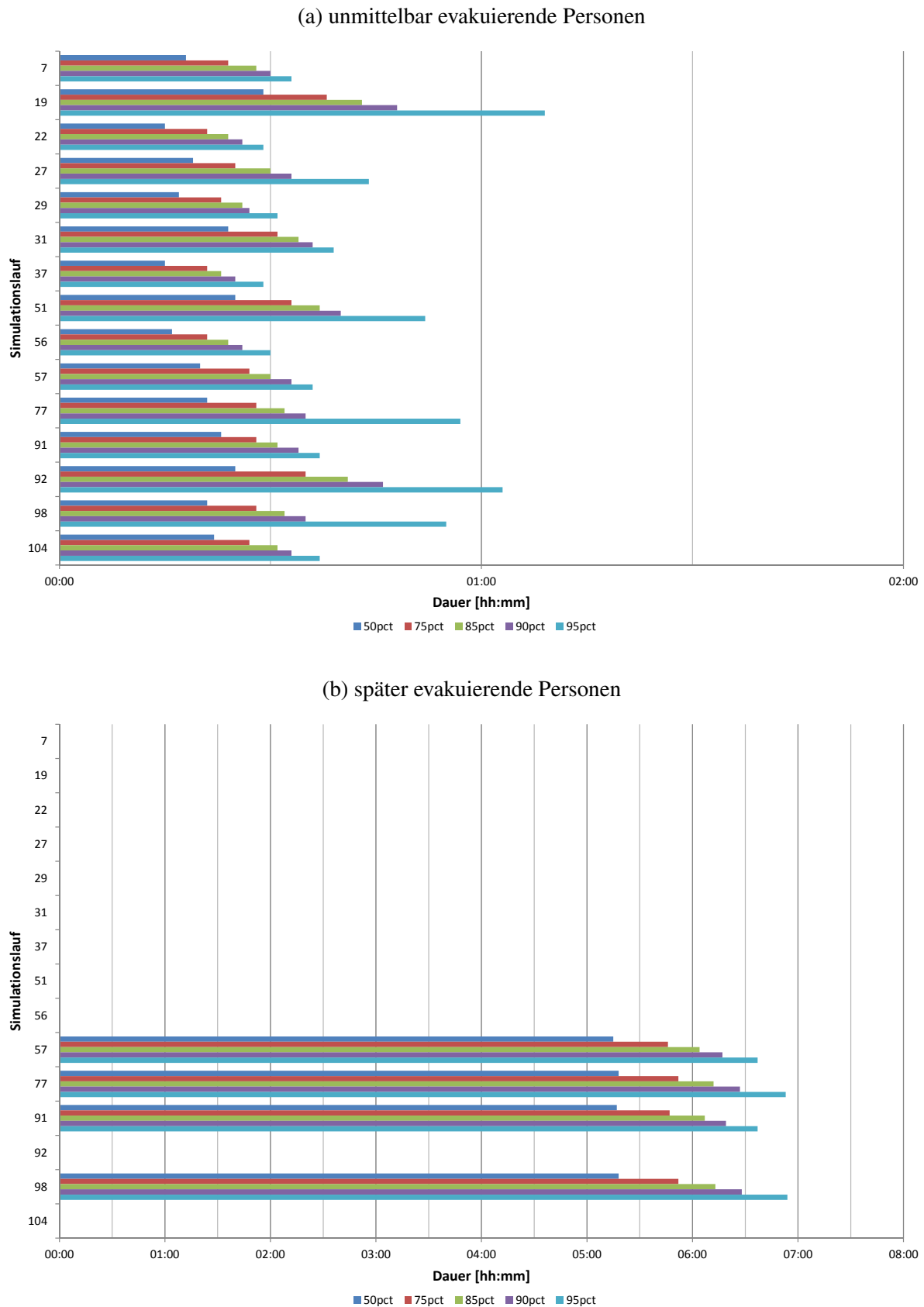


Abbildung 489: Startzeit 8:00, Zone 1, unmittelbar mittels PW evakuierende Personen

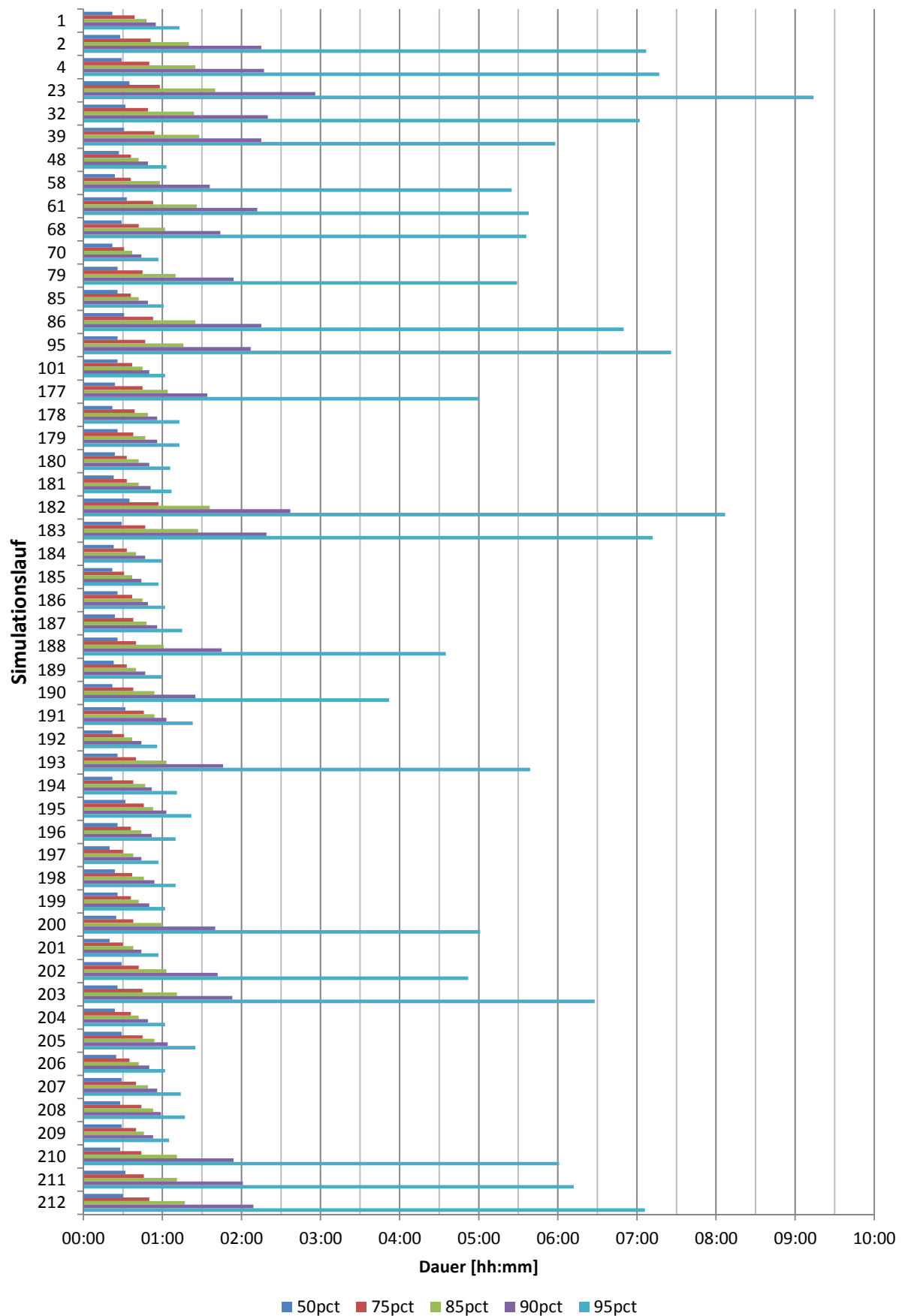


Abbildung 490: Startzeit 8:00, Zone 1, später mittels PW evakuierende Personen

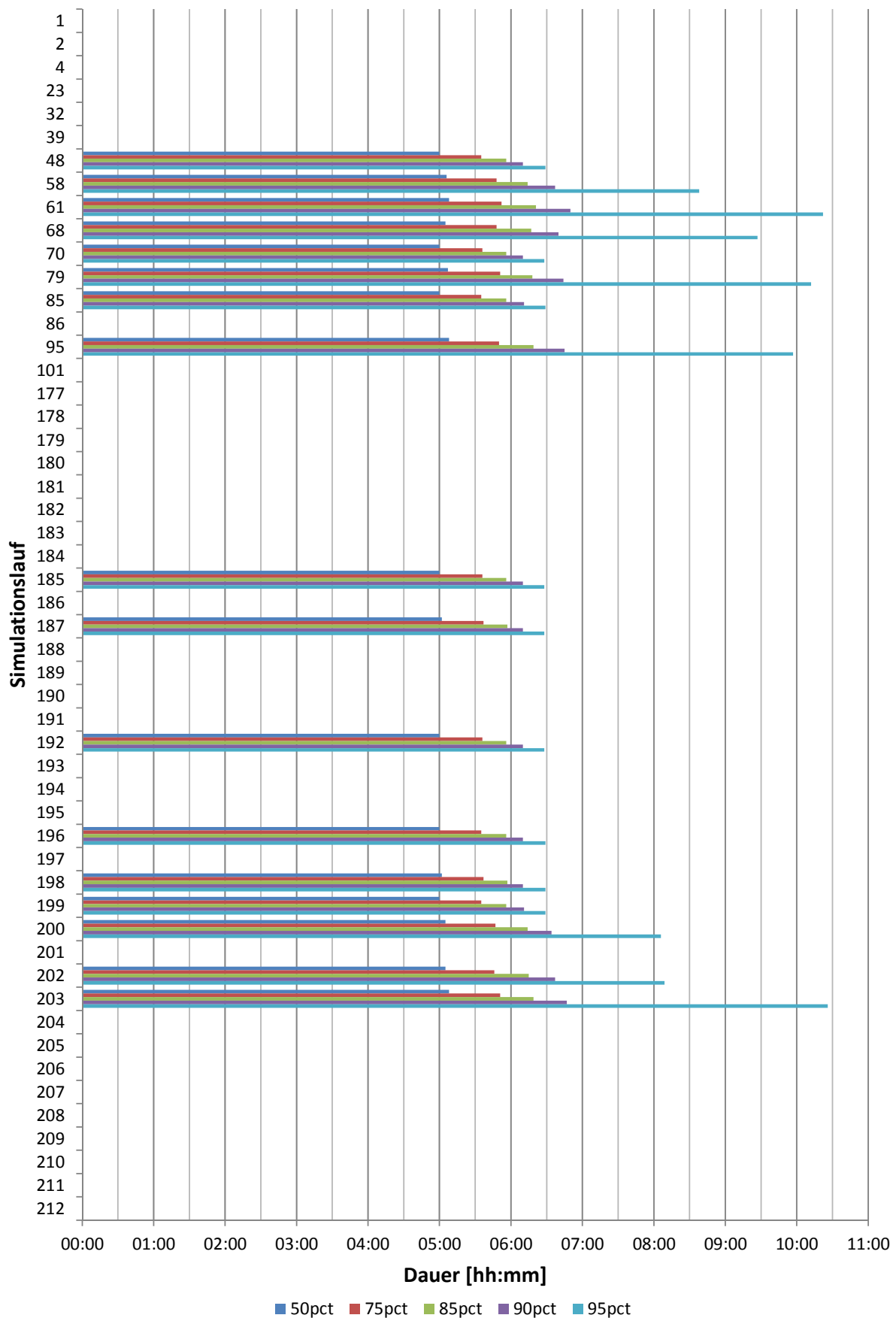


Abbildung 491: Startzeit 3:00, Zone 1 und Sektor 2 der Zone 2, mittels PW evakuierende Personen

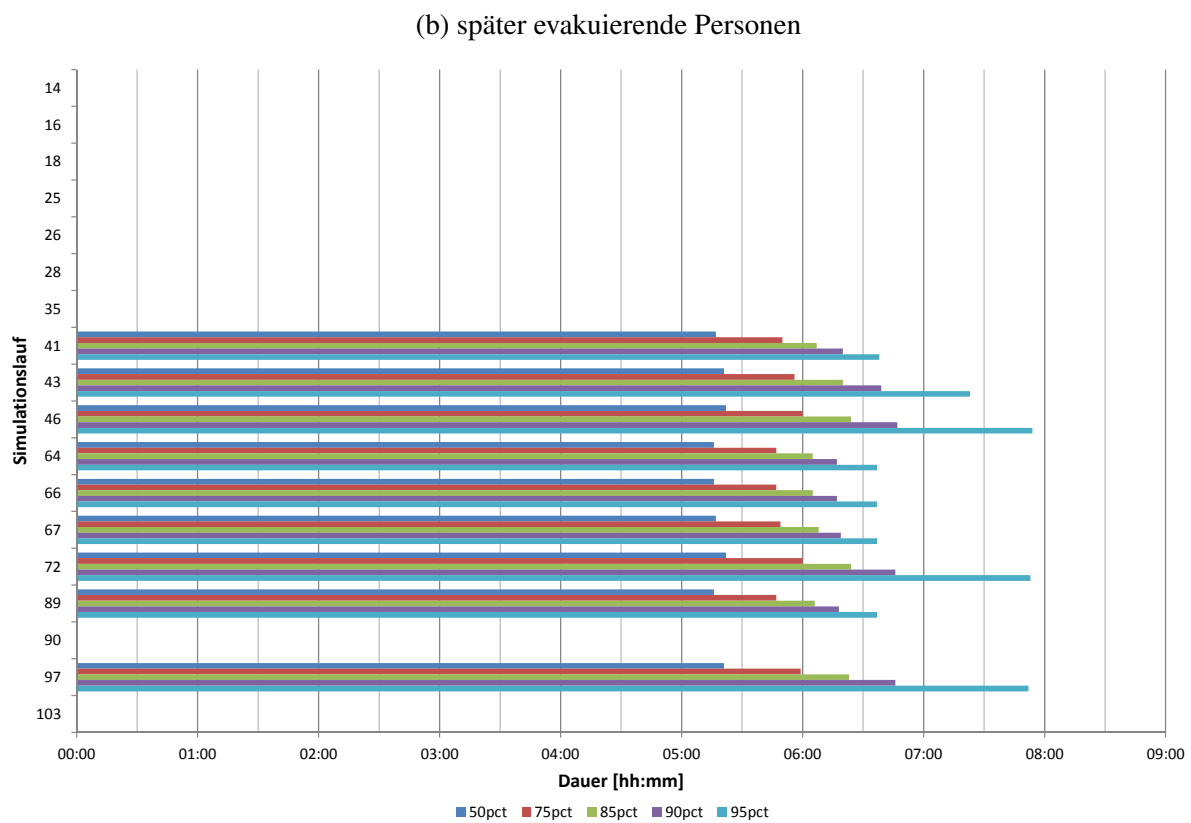
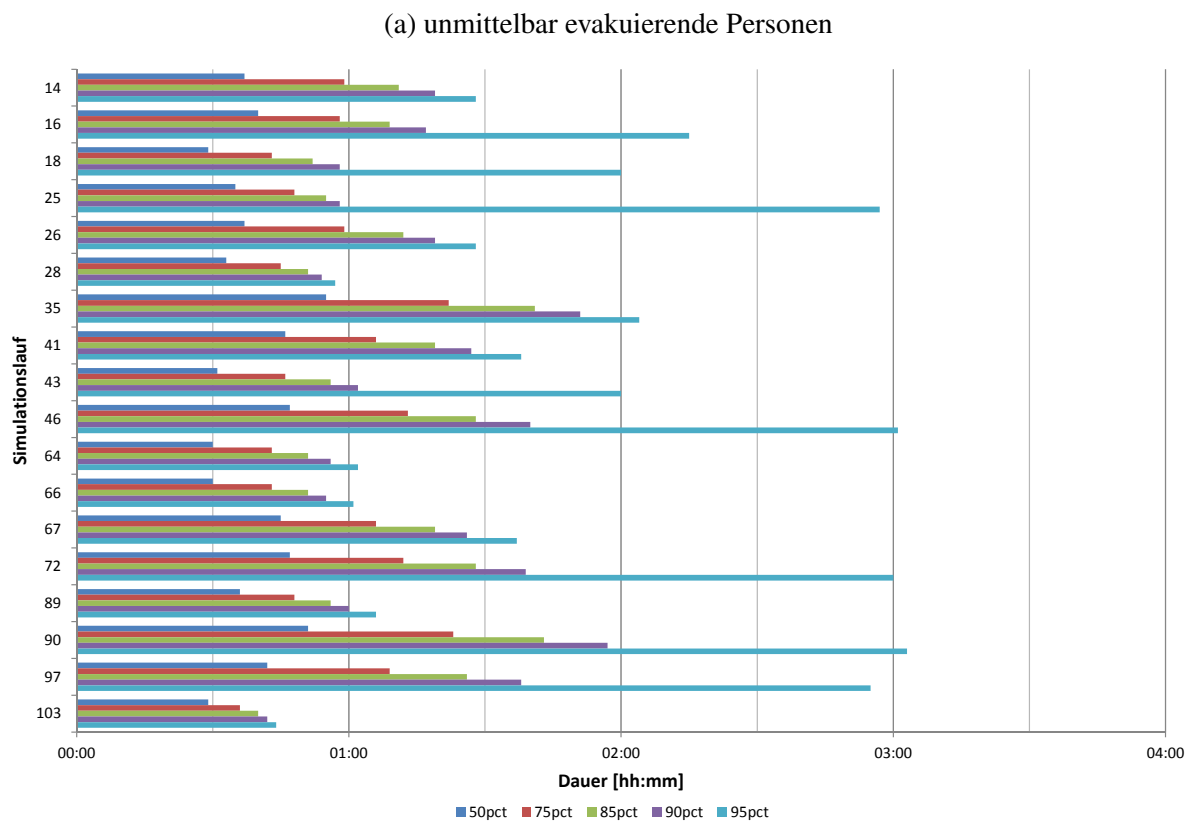


Abbildung 493: Startzeit 8:00, Zone 1 und Sektor 2 der Zone 2, unmittelbar mittels PW evakuierende Personen

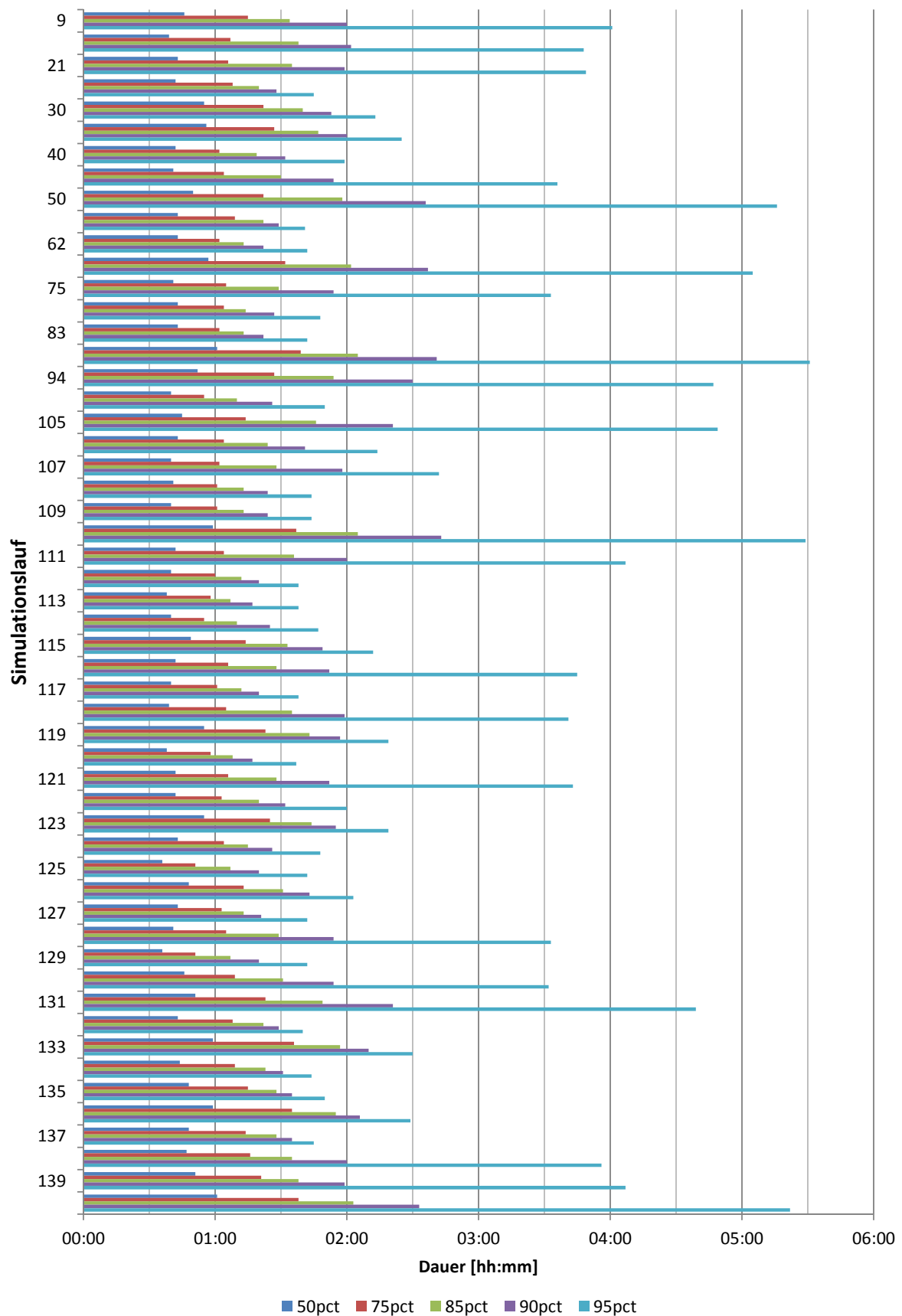


Abbildung 494: Startzeit 8:00, Zone 1 und Sektor 2 der Zone 2, später mittels PW evakuierende Personen

