



FELDBEOBACHTUNGEN VON WARTESCHLANGEN

7. IBIT Fachtagung Veranstaltungssicherheit

19. Oktober 2021

Olga Sablik, Anna Sieben, Jette Schumann, Juliane Adrian und Armin Seyfried

INHALT

- Einführung
 - Problemstellungen
 - Experiment 1
 - Experiment 2
- Feldbeobachtungen
 - Gestaltung der Sicherheitsabsperungen
 - Raum für die Absperungen und Form der Warteschlange
 - Dichte vor den Einlässen
 - Sicherheits- und Ticketkontrolle
- Zusammenfassung und Ausblick

WARTESCHLANGENSYSTEME

Problemstellungen

- Sicherheitscheck und Ticketkontrolle
 - Bedienraten
 - Gedränge
- Sicherheitsabsperrungen
 - Materialbedarf
 - Platzbedarf
 - Nutzung des Raums durch die Besucher
 - Möglichkeit des Eingreifens
- Handlungen des Sicherheitspersonals
- Information



LABOREXPERIMENTE

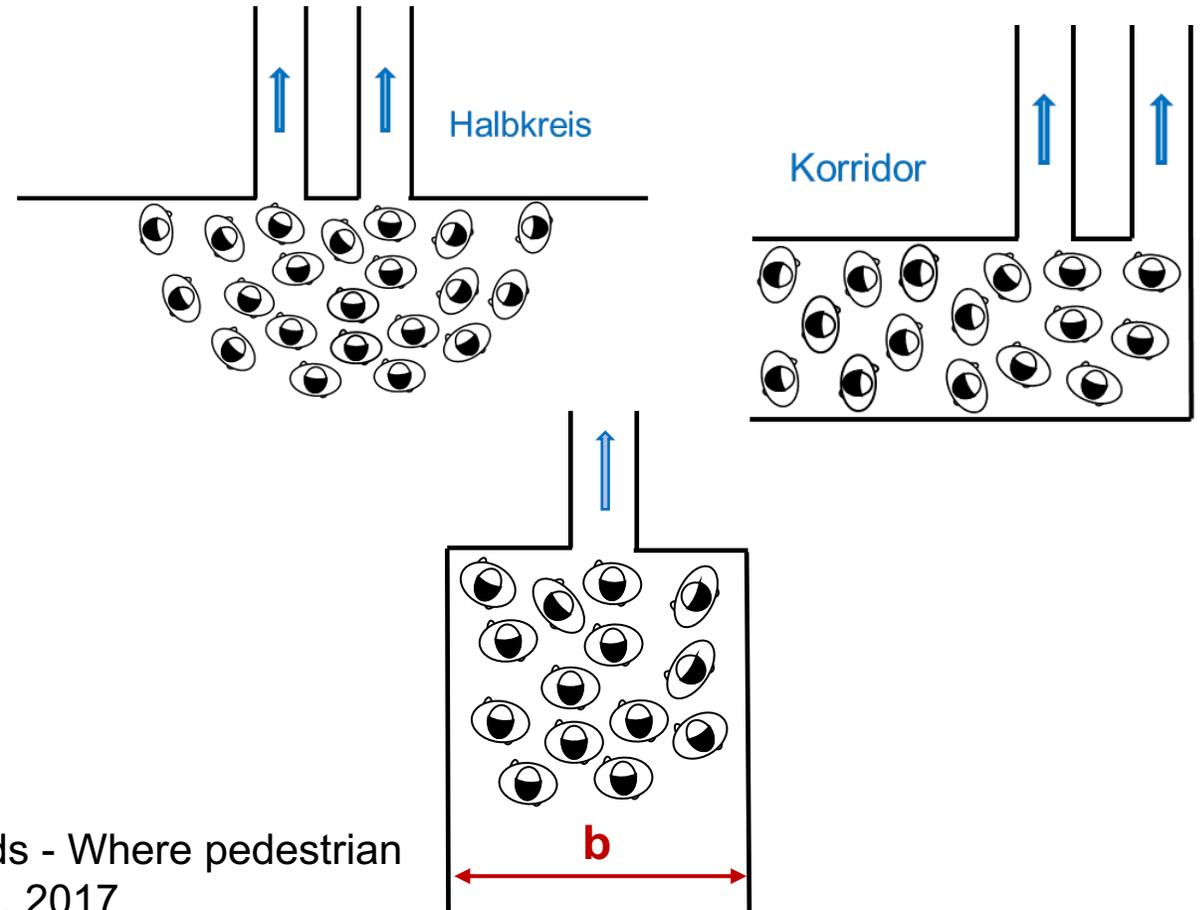
Experiment 1

- Halbkreisförmige Anordnung vor dem Einlass
- Korridor, der zum Einlass rechtwinklig führt
- Hohe Motivation
- Fragebogenstudie im Nachgang

Experiment 2

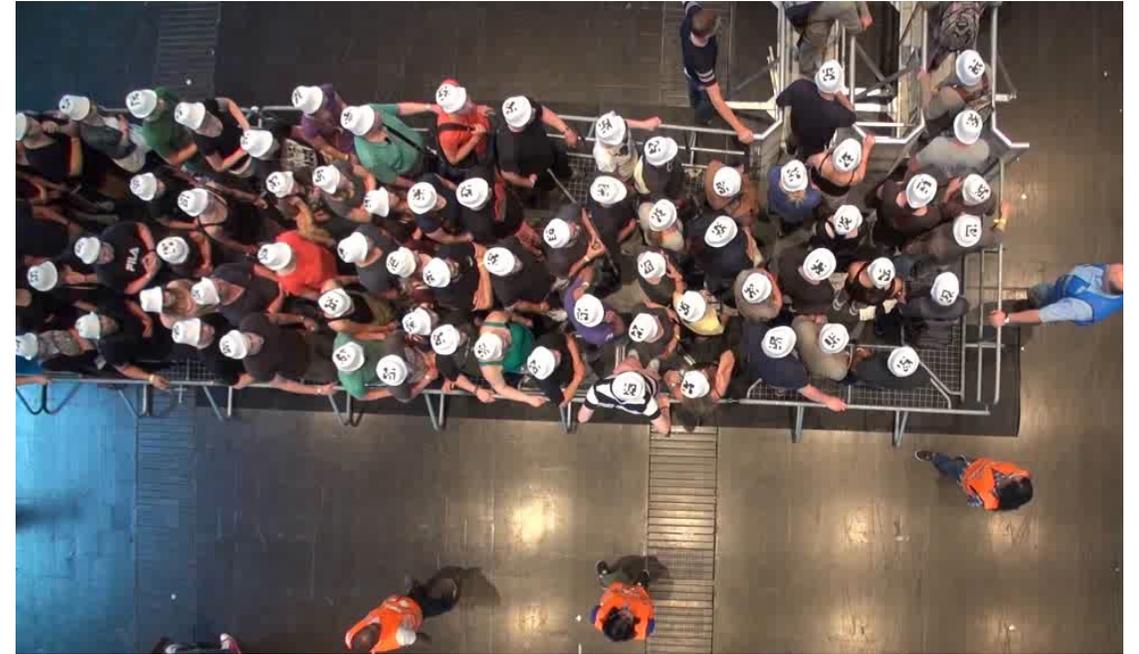
- Gerader Korridor zum Einlass
- Variation der Motivation (niedrig und hoch)
- Variation der Breite des Korridors
- Fragebogenstudie während des Experiments

*Sieben, Schuhmann, Seyfried, Collective phenomena in crowds - Where pedestrian dynamics need social psychology, PLoS ONE 12(6): e0177328, 2017



EXPERIMENTE 1 – LABORBEDINGUNGEN

Motivation: Eingang zu Konzert des Lieblingskünstlers. Nur die ersten Zuschauer haben freie Sicht auf die Bühne

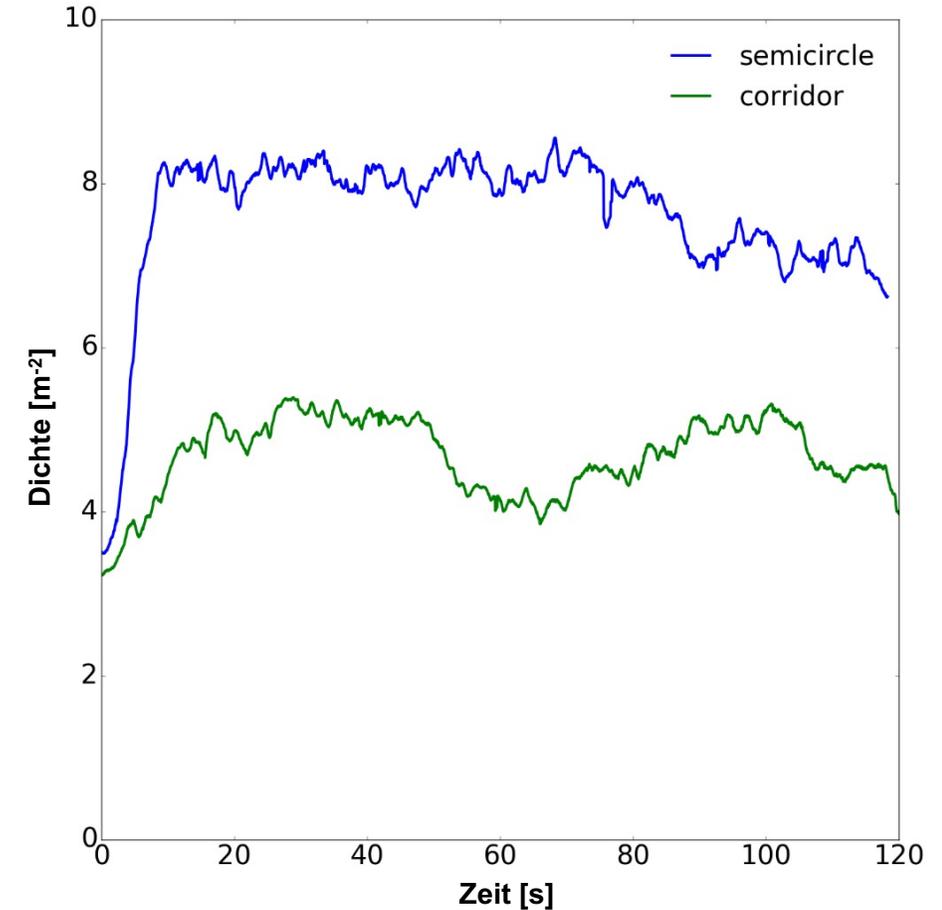


Anna Sieben, Jette Schuhmann, Armin Seyfried, Collective phenomena in crowds - Where pedestrian dynamics need social psychology, PLoS ONE 12(6): e0177328, 2017

EXPERIMENTE 1 – LABORBEDINGUNGEN

Beobachtungen

- In dem Halbkreis kommt es zu einem Zuzieheffekt der Dichte von 4 auf 8 Pers./m² erhöht
- In dem Korridor kein Zuzieheffekt. Allerdings ist ebenfalls Drängeln beobachtbar



EXPERIMENTE 1 – LABORBEDINGUNGEN

Frage: Beobachtung unangemessenen Verhaltens

Halbkreis	Korridor
<ul style="list-style-type: none">• Drängeln/Durchdrängeln (35)• Schieben/an die Seite schieben (11)• Schubsen (9)	<ul style="list-style-type: none">• Drängeln/Durchdrängeln (16)• Leichtes Drängeln (4)• Stehen bleiben (3)

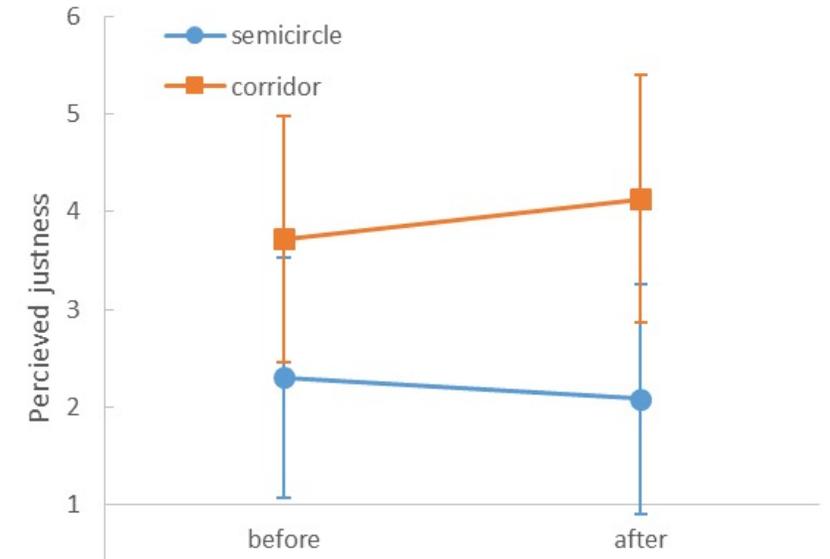
Frage: Können Sie dazu beitragen, möglichst schnell zum Eingang zu kommen? Wenn ja, was wäre Ihre Strategie?

Halbkreis	Korridor
<ul style="list-style-type: none">• Drängeln (25)• Lücken nutzen (10)• Ellenbogen einsetzen (9)	<ul style="list-style-type: none">• Drängeln (21)• Links bleiben (11)• Lücken nutzen (4)

EXPERIMENTE 1 – LABORBEDINGUNGEN

Welcher Einlass wird gerechter wahrgenommen

Welche Regeln gelten (Soziale Normen)

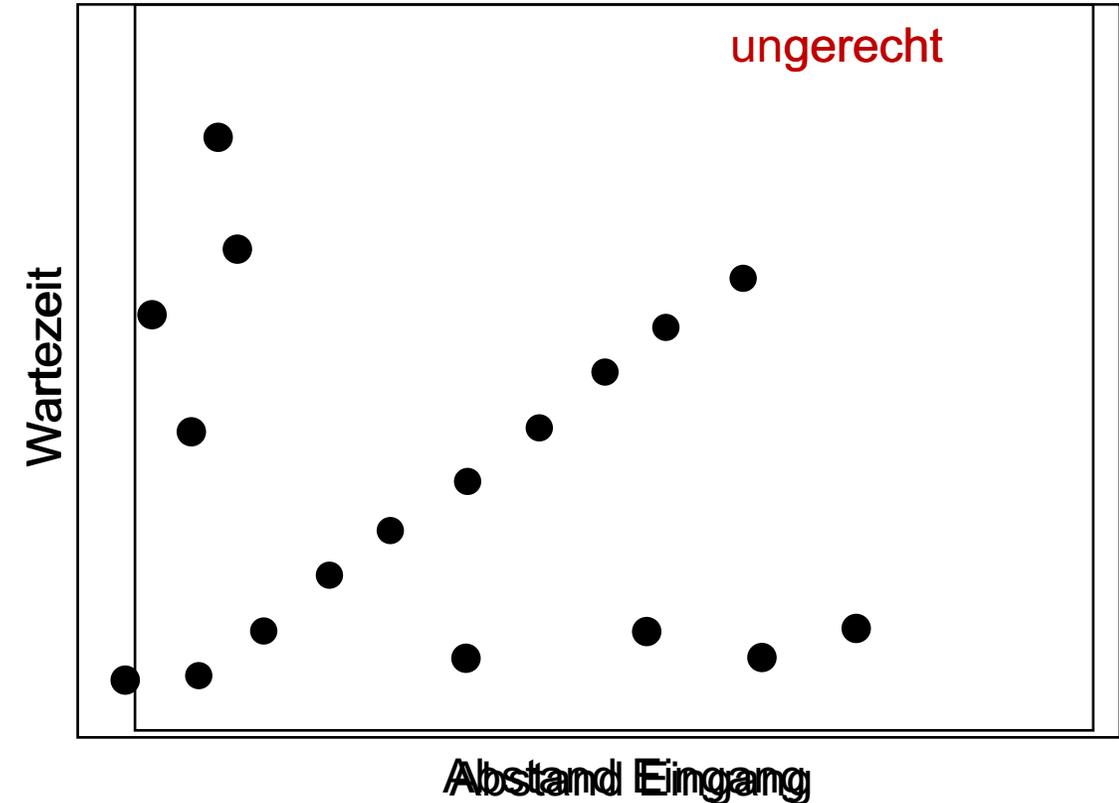


Halbkreis	Korridor
<ul style="list-style-type: none">• Recht des Stärkeren (15)• Keine Regeln (15)• Wer zuerst kommt, mahlt zuerst (7)	<ul style="list-style-type: none">• Anstellen, Schlange bilden (16)• Geregeltes Verhalten (11)• Drängeln ist verboten (10)

EXPERIMENTE 1 – LABORBEDINGUNGEN

First come – first served (FCFS), Gerechtigkeit

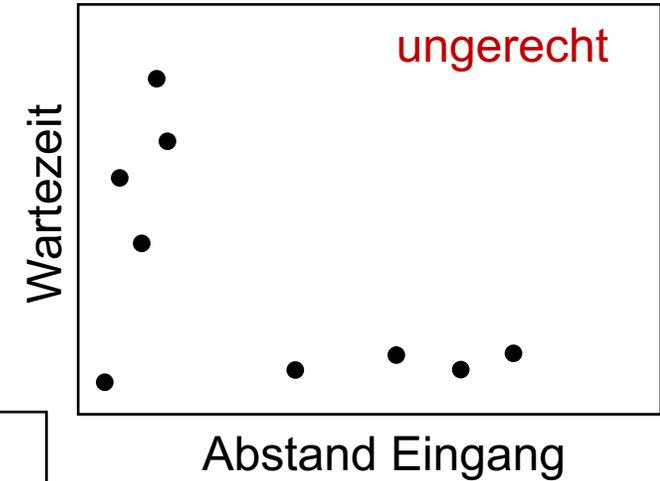
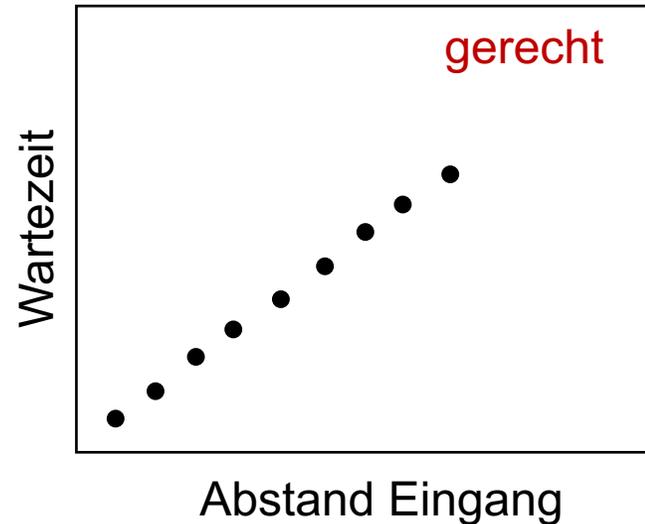
- Zusammenhang von Wartezeit und Abstand
- starkes FCFS (gerecht)
 - kleiner Abstand – kurze Wartezeit
 - großer Abstand – lange Wartezeit
- kein/schwaches FCFS (ungerecht)
 - kleiner Abstand – lange Wartezeit
 - großer Abstand – kurze Wartezeit



EXPERIMENTE 1 – LABORBEDINGUNGEN

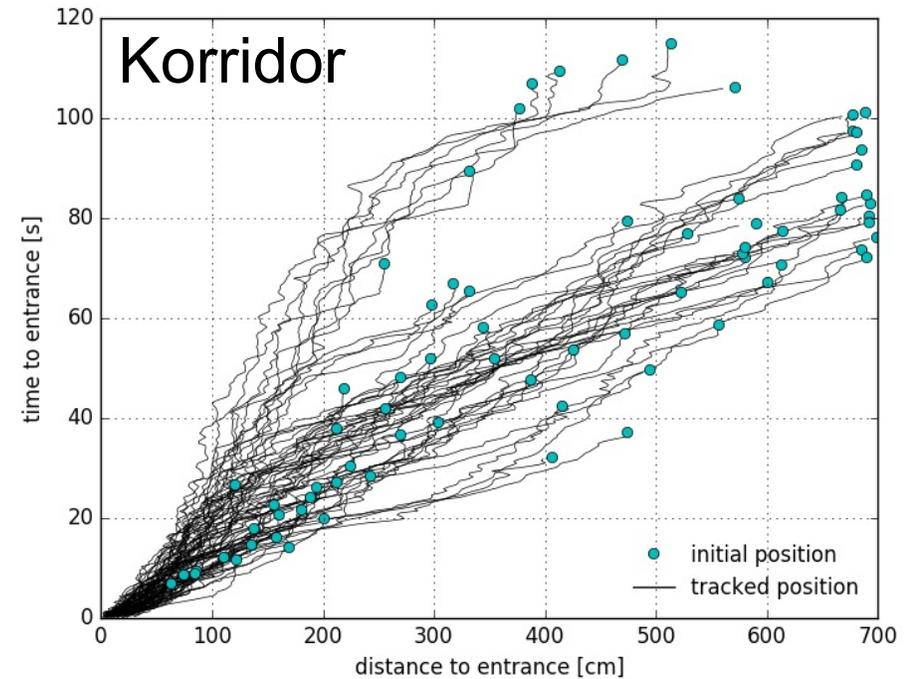
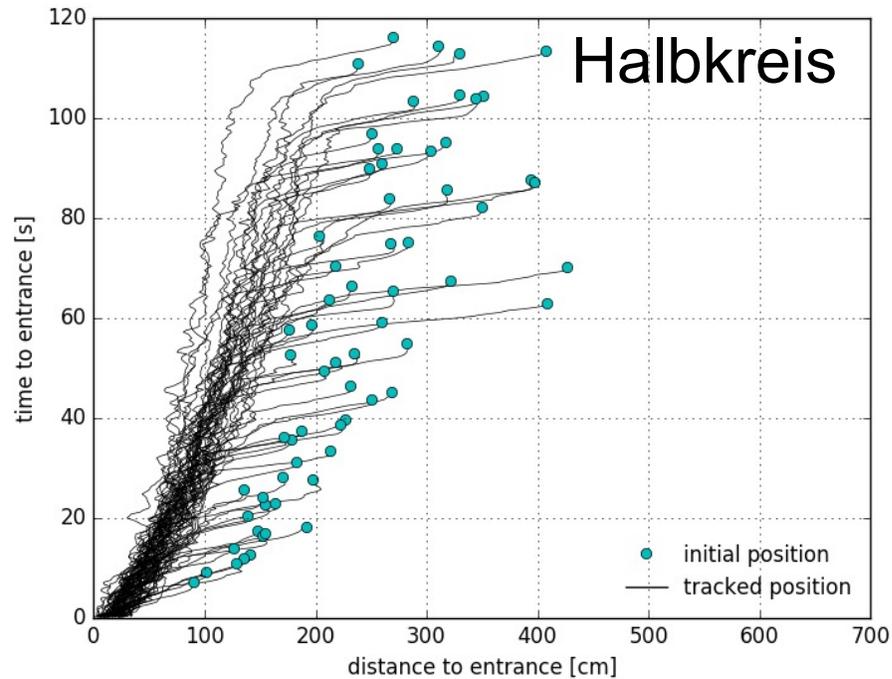
First come – first served (FCFS), Gerechtigkeit

- Zusammenhang von Wartezeit und Abstand
- starkes FCFS (gerecht)
 - kleiner Abstand – kurze Wartezeit
 - großer Abstand – lange Wartezeit
- kein/schwaches FCFS (ungerecht)
 - kleiner Abstand – lange Wartezeit
 - großer Abstand – kurze Wartezeit



EXPERIMENTE 1 – LABORBEDINGUNGEN

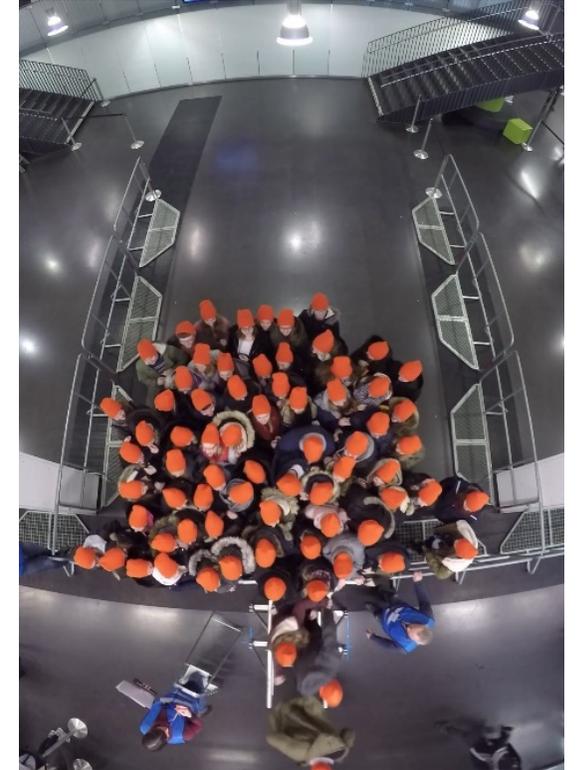
- Subjektiv: Halbkreis wird als ungerechter wahrgenommen; mehr unangemessenes Verhalten wird beobachtet
- Objektiv ist der Halbkreis gerechter



EXPERIMENTE 2 – LABORBEDINGUNGEN

Fragestellung und Design

- Wie wirkt sich die Korridorbreite und Motivation auf das Gedränge (Dichte) aus?
- Vereinfachter Aufbau (ohne Knick)
- Studierende der Bergischen Universität Wuppertal
- Unterschiedliche Anzahl an Probanden



Juliane Adrian, A. Seyfried, Anna Sieben, Crowds in front of bottlenecks at entrances from the perspective of physics and social psychology, *Interface* 17(165), 20190871, 2020

EXPERIMENTE 2 – LABORBEDINGUNGEN

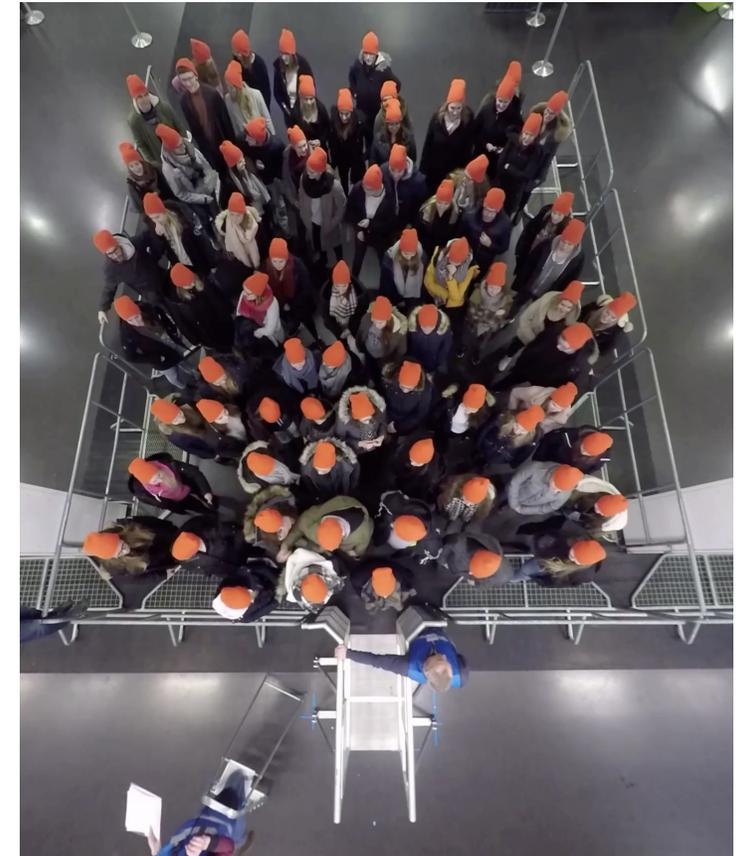
<i>b</i>	1.2 m	2.3 m	3.4 m	4.5 m	5.6 m
<i>N</i>	11, 24, 25, 63	20, 42	22, 67	42, 42	57, 75
<i>h</i>	hi, lo	hi, lo	hi, lo	hi, lo	hi, lo

Variationen

- Breite b , Anzahl der Probanden N , Motivation h

Motivation

- **Szenario:** Eingang zu Konzert des Lieblingskünstlers
- **Hohe Motivation:** Nur die ersten Zuschauer haben freie Sicht auf die Bühne
- **Niedrige Motivation:** Alle Zuschauer haben freie Sicht auf die Bühne



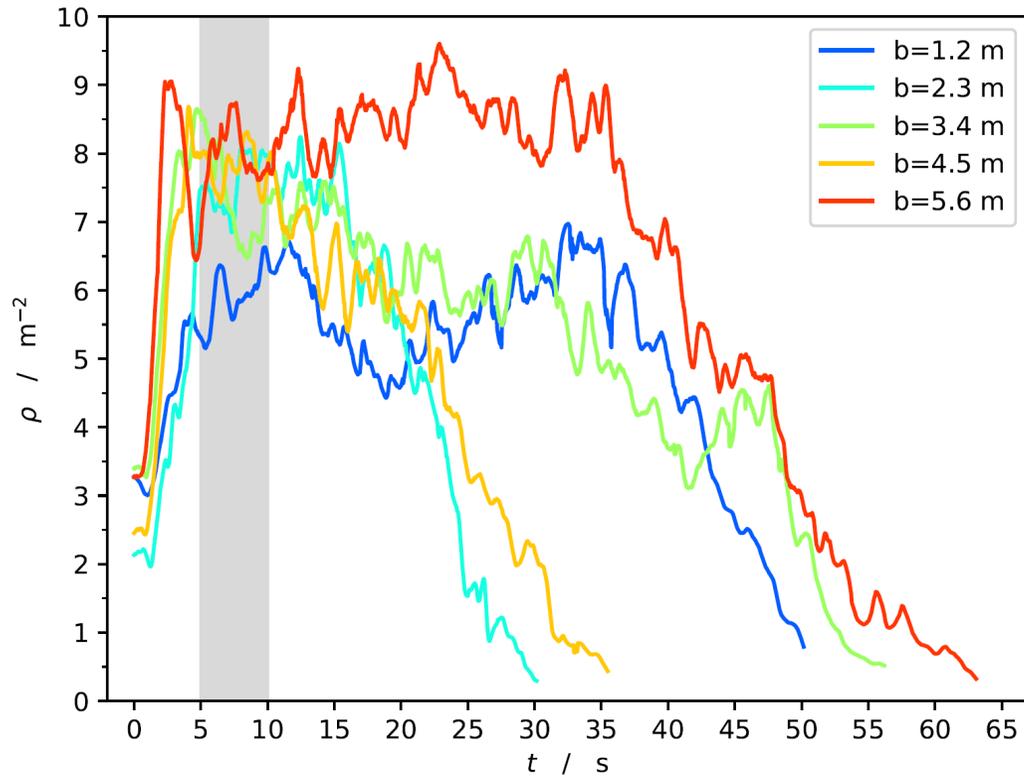
EXPERIMENTE 2 – LABORBEDINGUNGEN

Hohe Motivation

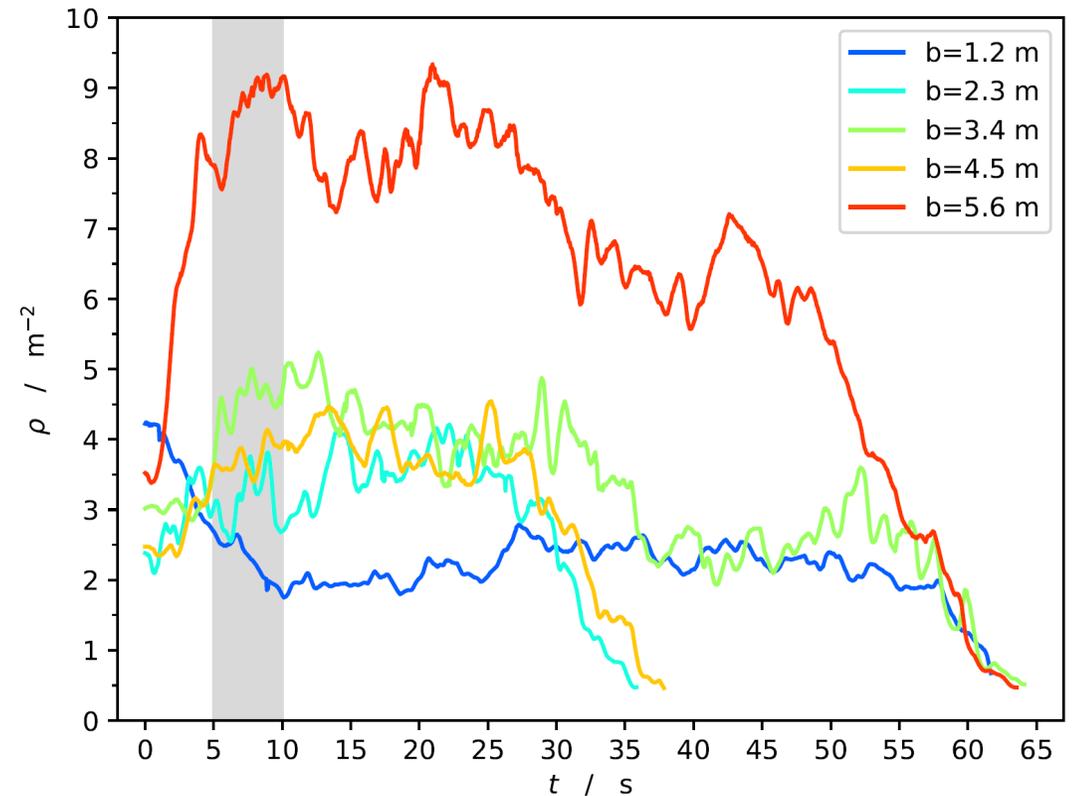


Geringe Motivation

EXPERIMENTE 2 – LABORBEDINGUNGEN

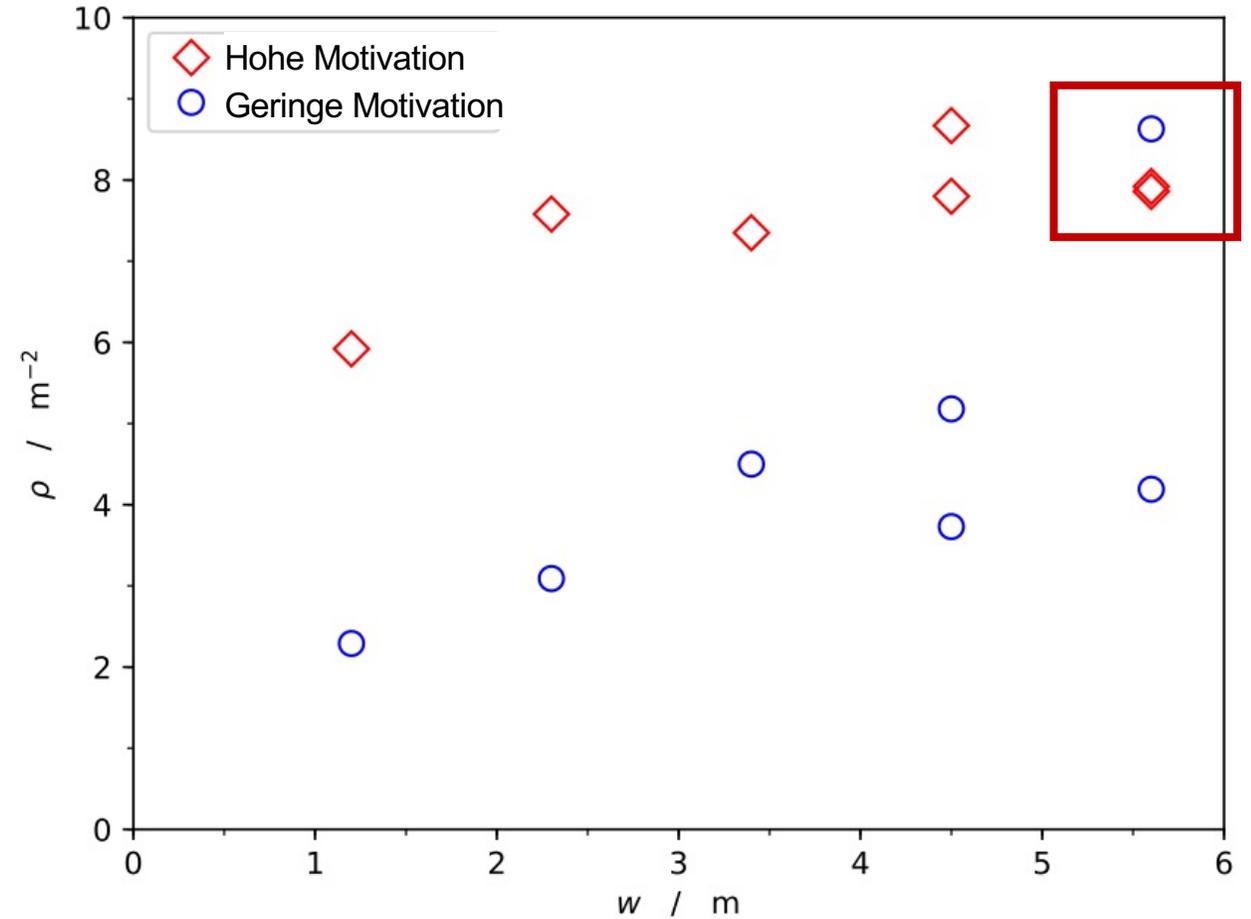


Hohe Motivation



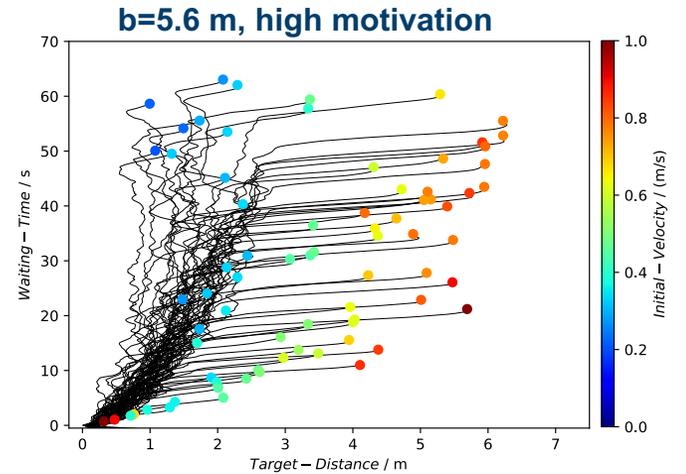
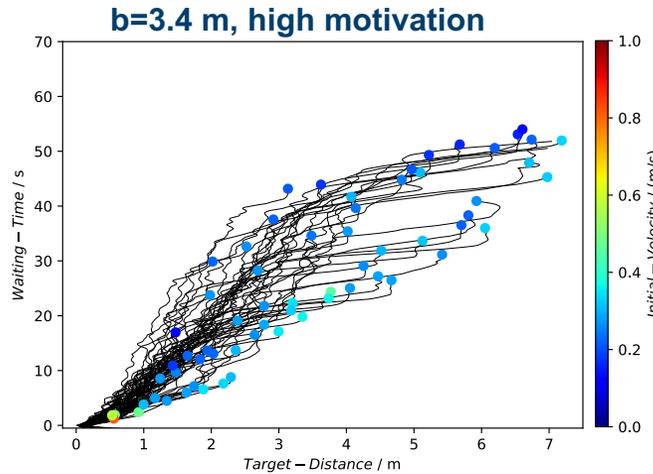
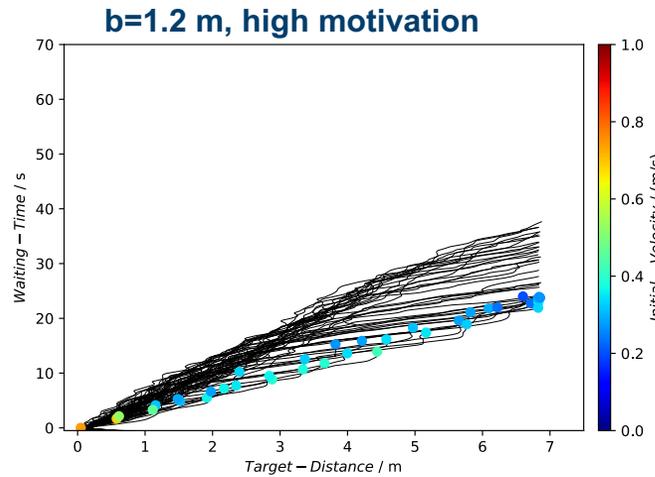
Geringe Motivation

EXPERIMENTE 2 – LABORBEDINGUNGEN

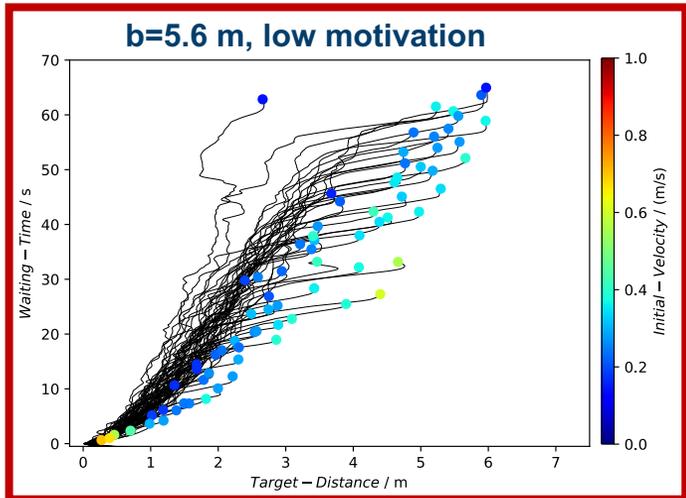
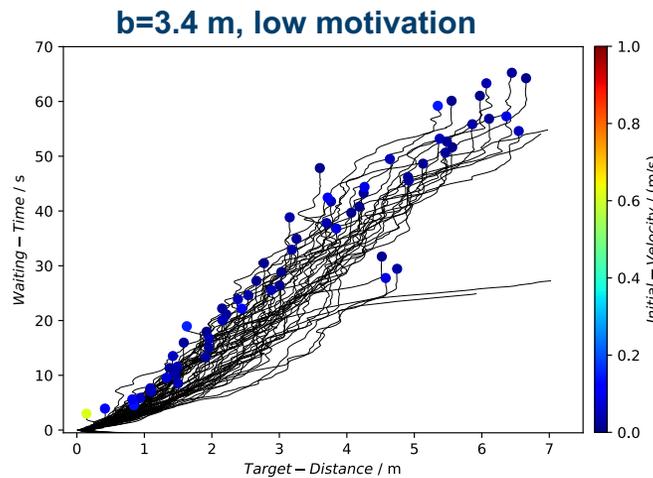
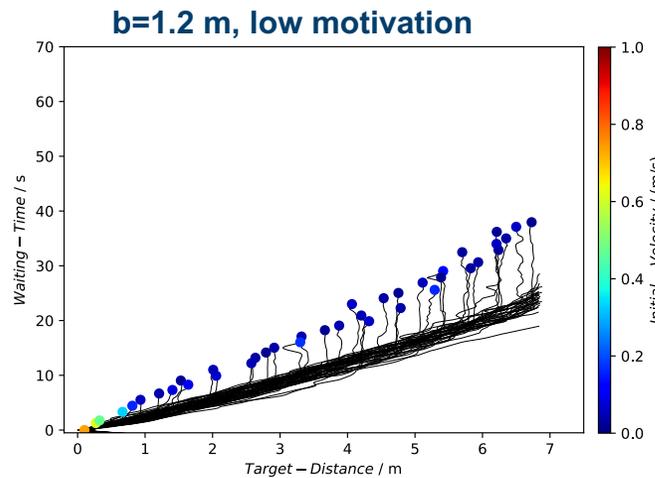


EXPERIMENTE 2 – LABORBEDINGUNGEN

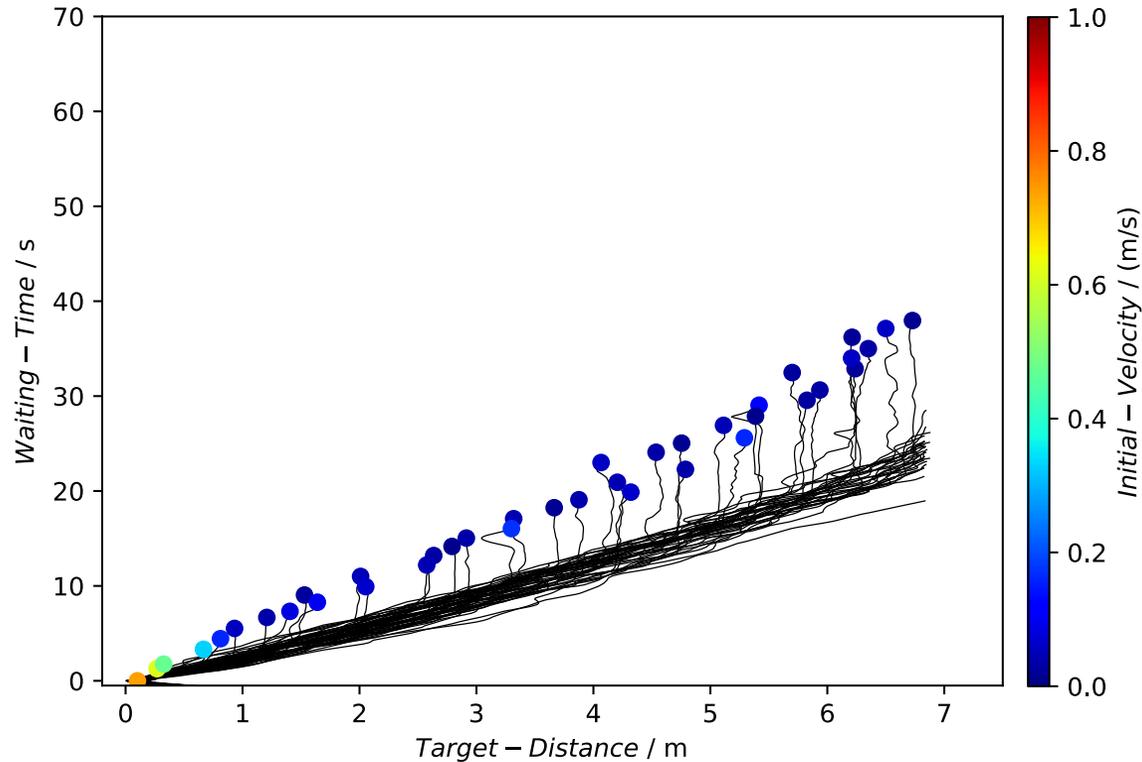
Hohe Motivation



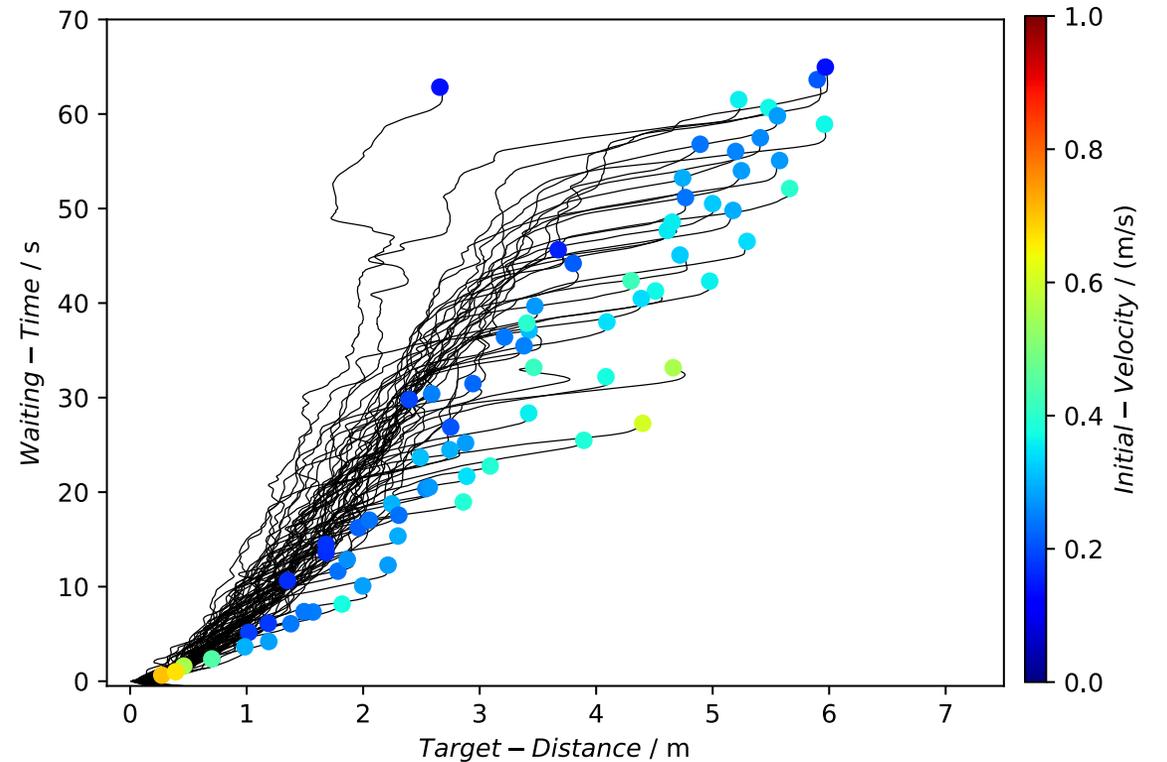
Geringe Motivation



EXPERIMENTE 2 – LABORBEDINGUNGEN



Geringe Motivation, geringe Breite



Geringe Motivation, große Breite

EXPERIMENTE 2 – LABORBEDINGUNGEN

Fragebogenstudie nach dem Lauf mit hoher Motivation

- Breite: Nur $b = 1.2$ m wird gerechter und angenehmer bewertet als die anderen Breiten; hier wird weniger unfaires Verhalten beobachtet
- Anzahl der Probanden N: Kleinere Zahlen werden als angenehmer bewertet; hier wird weniger unfaires Verhalten beobachtet und weniger Teilnehmer:innen sagen, dass sie selbst gedrängt haben
- Geschlechterverhältnis: Durchläufe mit 1-33.3 % Frauen werden als weniger gerecht bewertet (von Männern und Frauen) und hier wird mehr unfaires Verhalten beobachtet
- Geschlechtergemeinsamkeiten und –unterschiede: Bei den meisten Variablen Gemeinsamkeiten. Ausnahme: Männer bewerten die Einlasssituation als angenehmer, mehr Männer als Frauen sagen, dass sie selbst gedrängt haben.

EXPERIMENTE 2 – LABORBEDINGUNGEN

Ergebnisse (offenes Antwortformat)

- Welche Normen galten in der Einlasssituation?
 - Warteschlange wird nicht erwähnt, insgesamt wenig Nennungen
 - Recht des Stärkeren (20), sich um andere kümmern (5)
- Welches unfaire Verhalten wurde beobachtet?
 - Drängeln (535), Ellbogen nutzen (23), Rücksichtslosigkeit (20)
- Welche Strategien wurden angewendet?
 - Drängeln (130), Lücken nutzen (57), links oder rechts gehen (44)

Zusammenfassung: Die erwartete Assoziation von schmalen Korridoren mit Warteschlangen konnte nicht gezeigt werden.

b = 1,2 m wird dennoch positiver bewertet als die anderen Breiten

ZWISCHENFAZIT

Experiment 1: Halbkreis / Ecke

- Einfluss der Gestaltung der Sicherheitsabsperungen
 - Zuzieheffekt und Dichte
 - Objektive Gerechtigkeit höher bei Halbkreis
- Fragebogenstudie
 - Soziale Regeln und Komfort, Subjektive Gerechtigkeit höher bei Korridor

Experiment 2: Breite und Motivation

- Höhere Motivation führt zu höherer Dichte vor dem Einlass
- In beiden Motivationsstufen verringert sich die Dichte bei schmalen Korridoren
- Kein Zuzieheffekt bei geringer Motivation und geringer Breite
- Bei großen Breiten kann es auch bei geringer Motivation zu einem Zuzieheffekt kommen
- Fragebogenstudie (hohe Motivation): Nur $b = 1.2$ m wird gerechter und angenehmer bewertet als die anderen Breiten

FELDSTUDIEN – MÖGLICHE EINFLUSSFAKTOREN

Organisation, Randbedingungen	Besucherprofil	Einlassgestaltung	Informationsmanagement
<ul style="list-style-type: none">• Art und Wochentag der Veranstaltung• Verkaufsgrad der Tickets• Platzkategorien• Auftritt der Vorband• Aufbau im Veranstaltungsort• Wetterbedingungen• ...	<ul style="list-style-type: none">• Alter• Geschlecht• Soziale Bindungen• Grad des Involvements• ...	<ul style="list-style-type: none">• Material• Räumliche Gestaltung (Aufbau)• Zeitlicher Ablauf• ...	<ul style="list-style-type: none">• Personaleinsatz und Kontrollintensität• Information und Kommunikation• ...

FELDBEOBACHTUNGEN

Mitsubishi Electric Halle in Düsseldorf - Konzerte mit freier Platzwahl

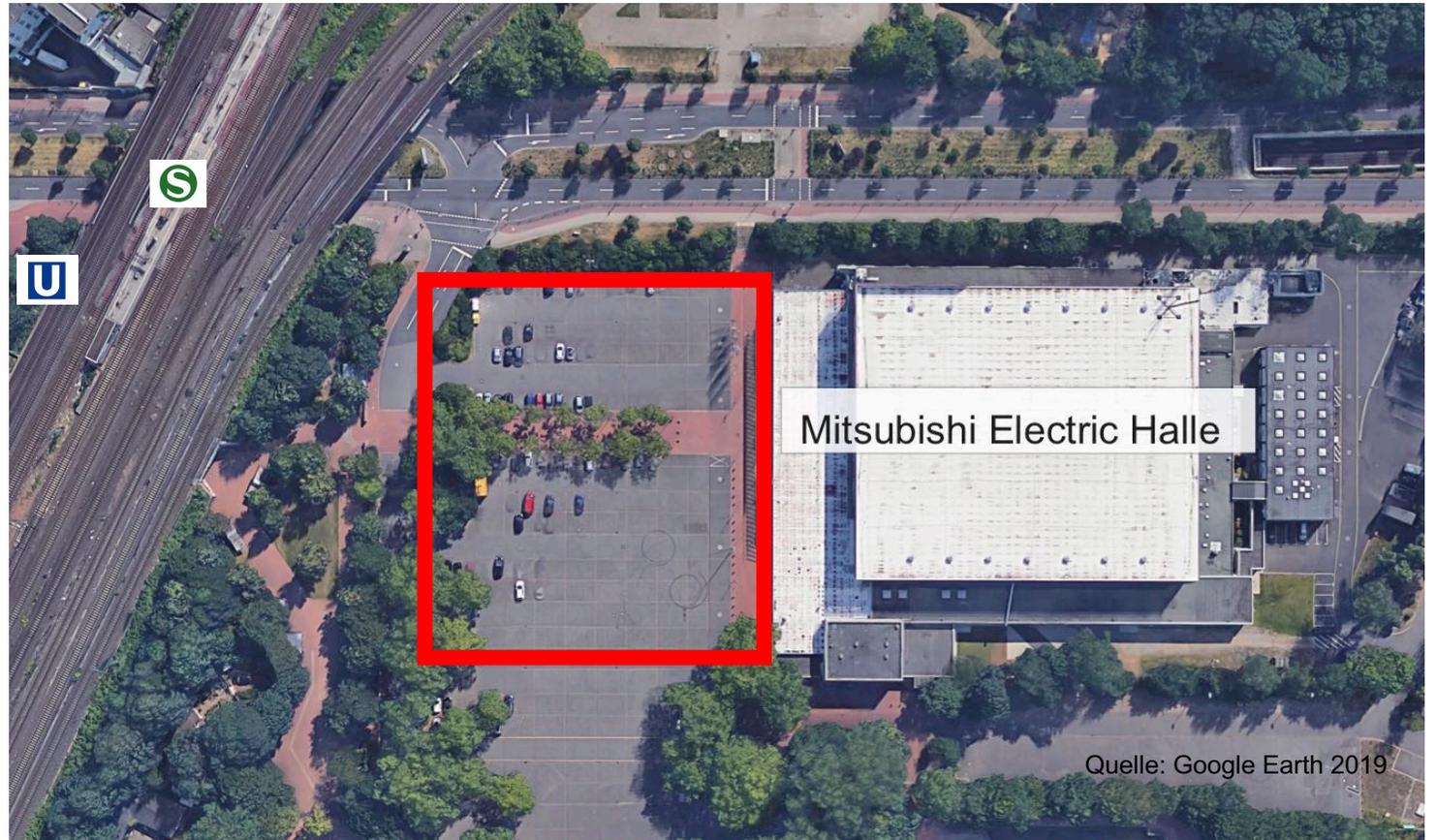
- **Powerwolf** (deutsche Power-Metal-Band), Jan. 2019
- **AnnenMayKantereit** (deutsche Pop-Rockband), März 2019
- **Limp Bizkit** (US-amerikanische Nu-Metal-Band), Juli 2019
- **Wincent Weiss** (deutscher Popsänger), Nov. 2019

Olga Sablik, Artikel in Vorbereitung

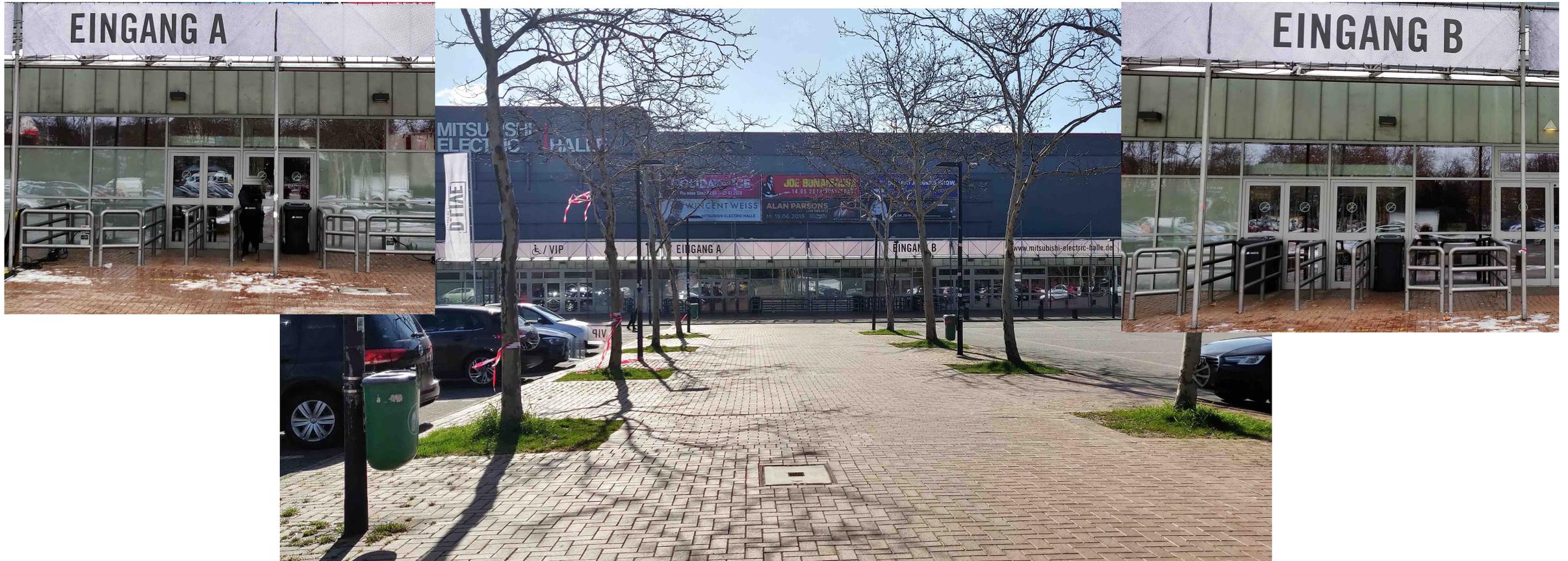
FELDBEOBACHTUNGEN – VERANSTALTUNGORT

Mitsubishi Electric Halle (vor 2011 Philipshalle)

- Parkplätze
- Anbindung an U und S-Bahn
- Fläche: 3.300 m²
- Maximalkapazität 7.500 Personen
- In Reihen bis zu 5.450 Personen



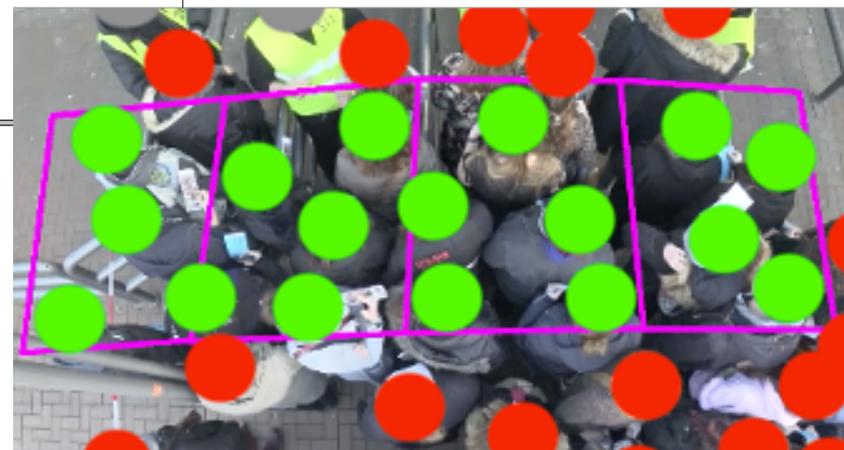
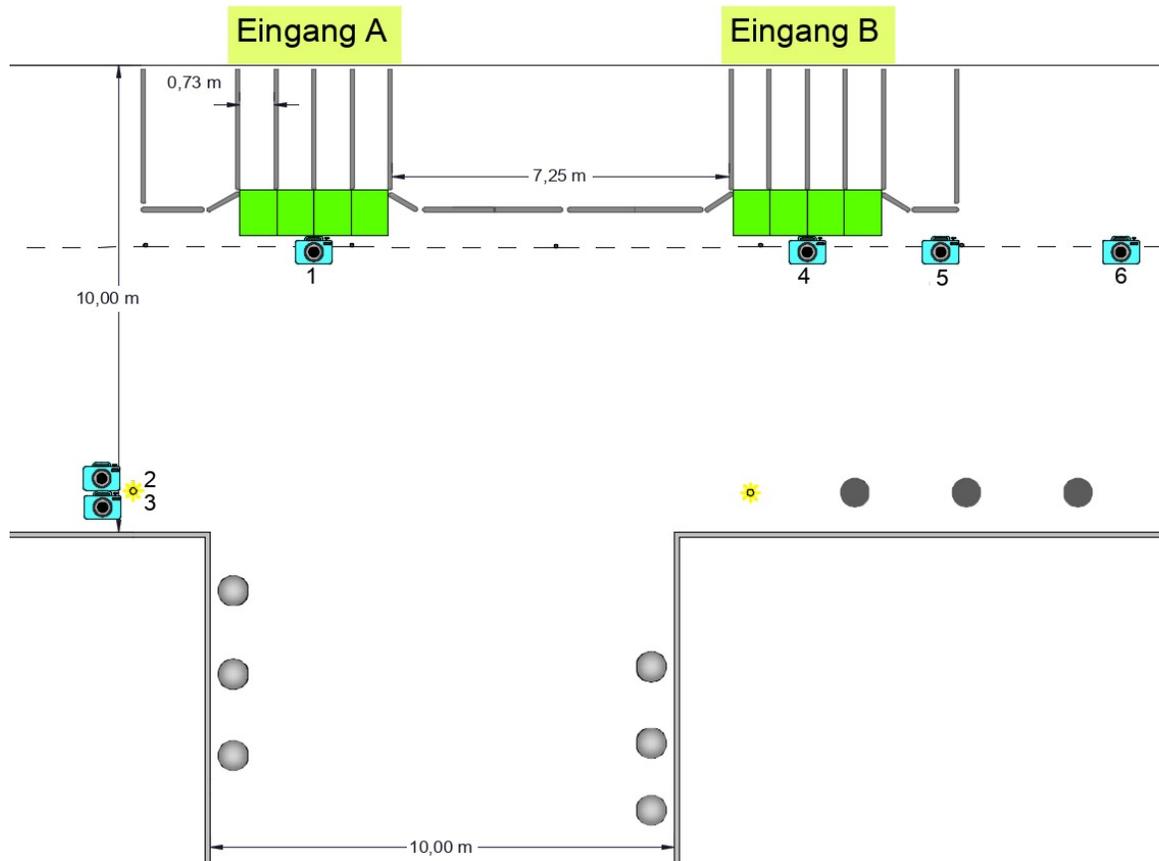
FELDBEOBACHTUNGEN – EINLASS



FELDBEOBACHTUNGEN – EINLASS



FELDBEOBACHTUNGEN – MESSUNGEN



BEWERTUNGSKRITERIEN

Personendichte

- Indikator für Gedränge, Gefahr oder Komfort

Form der Warteschlange

- Raumbedarf des Warteschlangensystems
- Nutzung der Flächen durch die Besucher

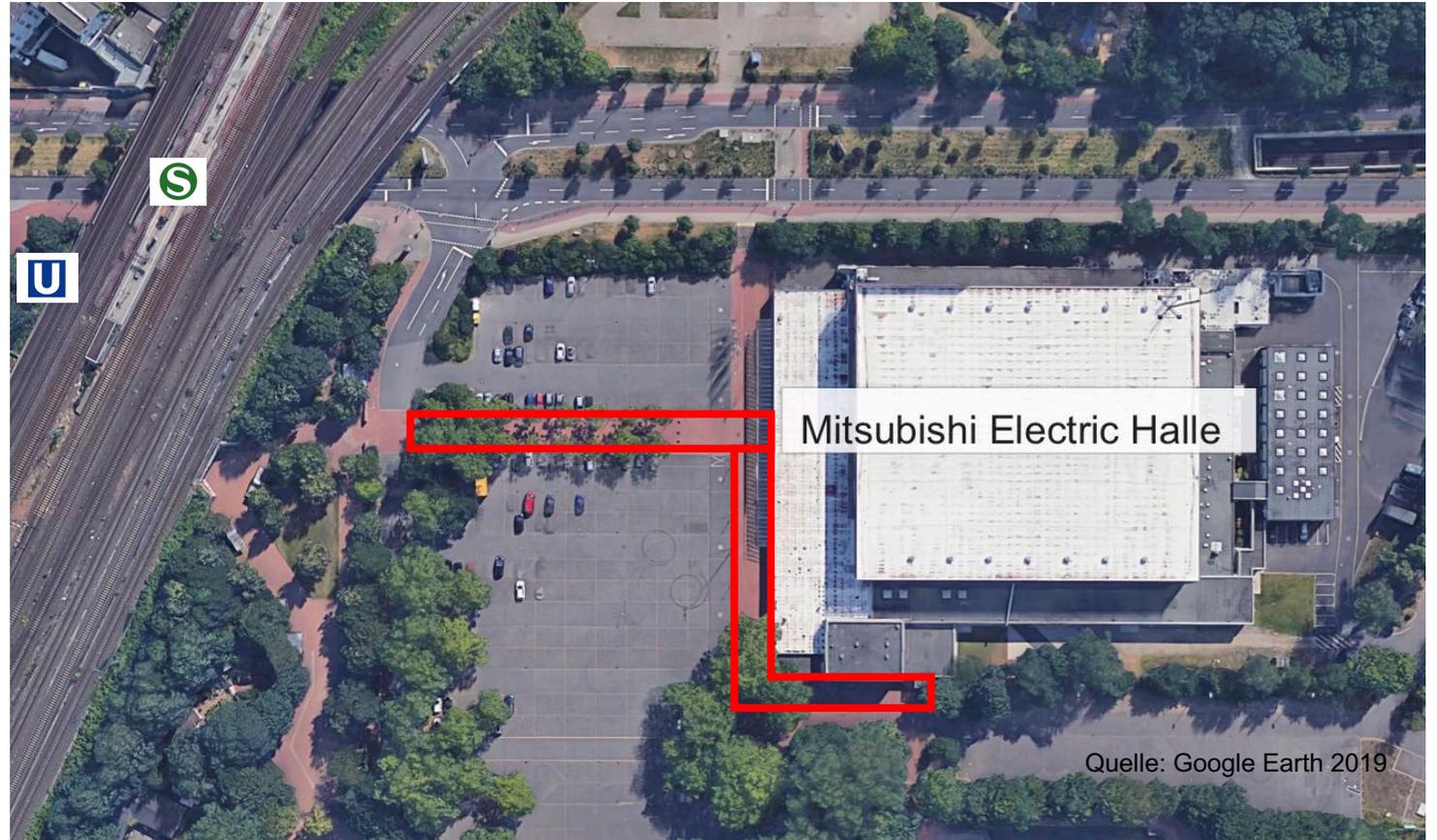
Personenfluss

- Abfertigungsraten an den Einlässen
- Zustrom aus dem Warteschlangensystem
- Leistungsfähigkeit

FELDBOBSOCHTUNGEN – VERANSTALTUNGORT

Mitsubishi Electric Halle

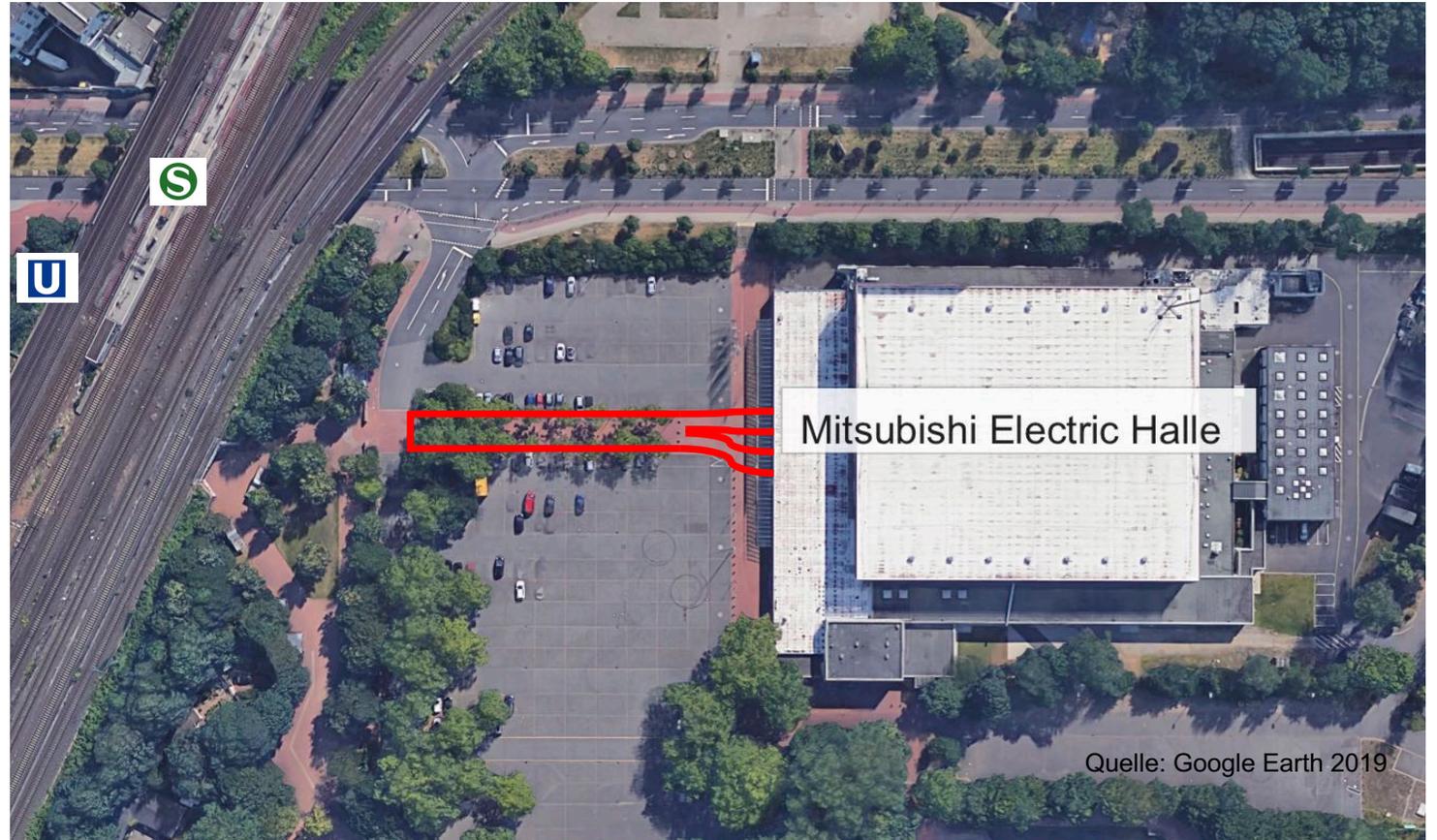
- Warteflächen zum Eingang A und Eingang B



FELDBOBSOCHTUNGEN – VERANSTALTUNGORT

Mitsubishi Electric Halle

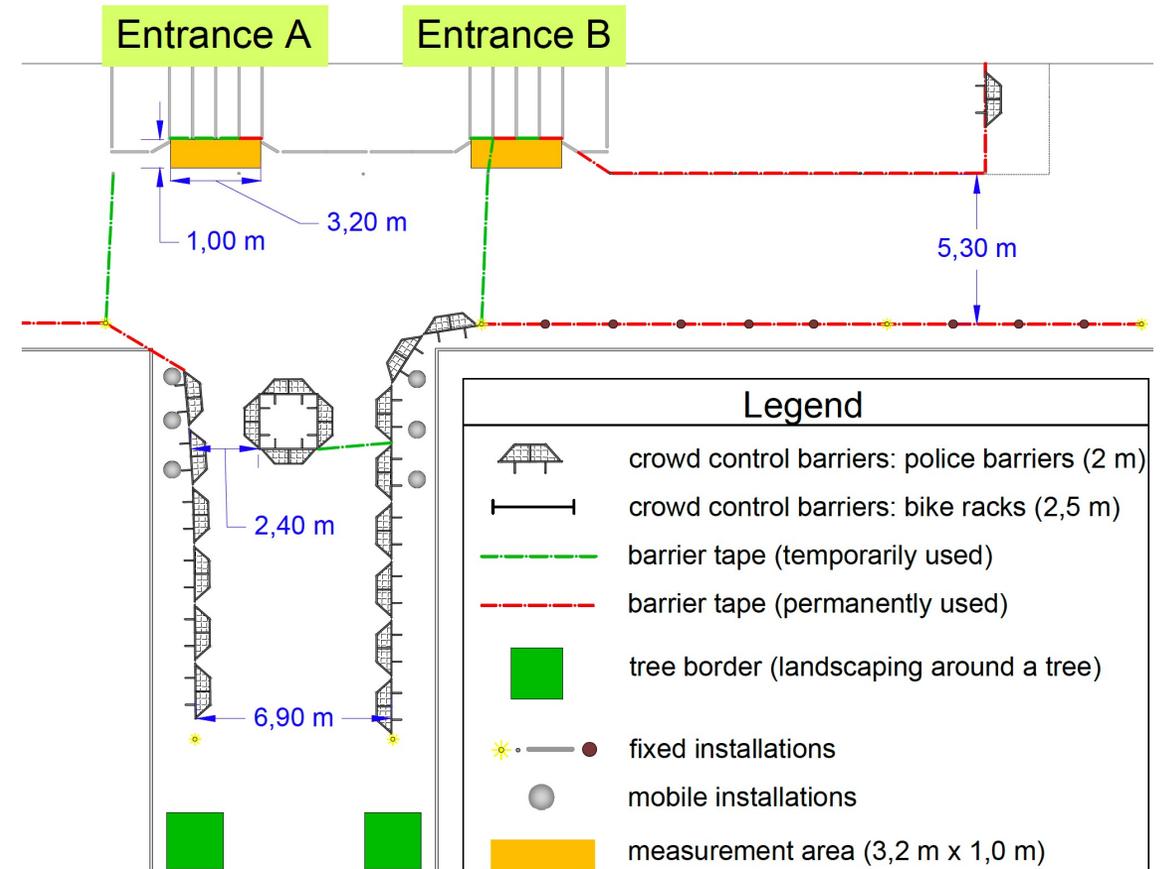
- Aufteilung der Warteschlange zum Eingang A auf Eingang A und B, nachdem die Warteschlange beim Eingang B aufgelöst wurde



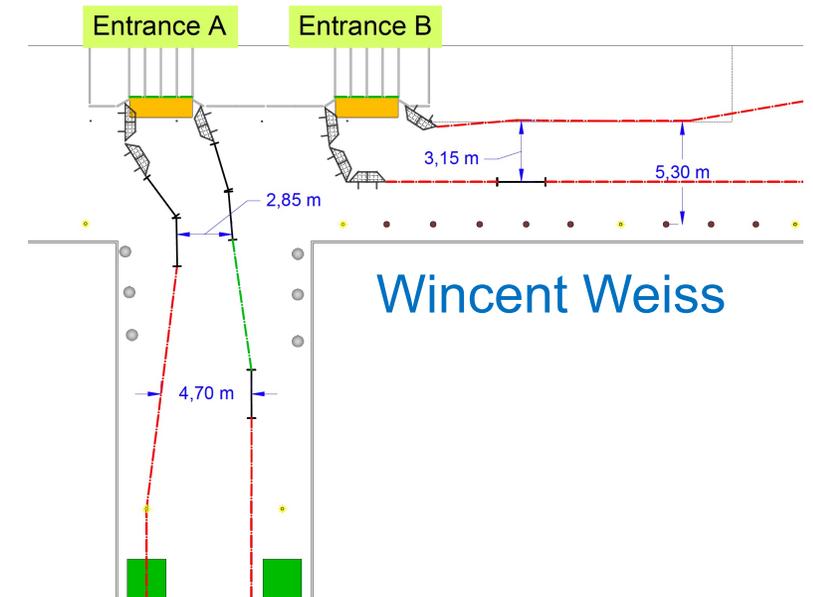
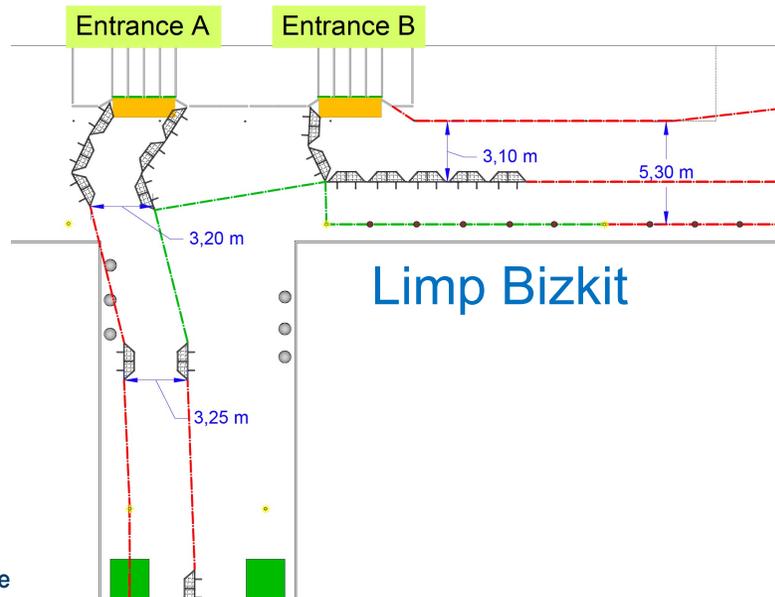
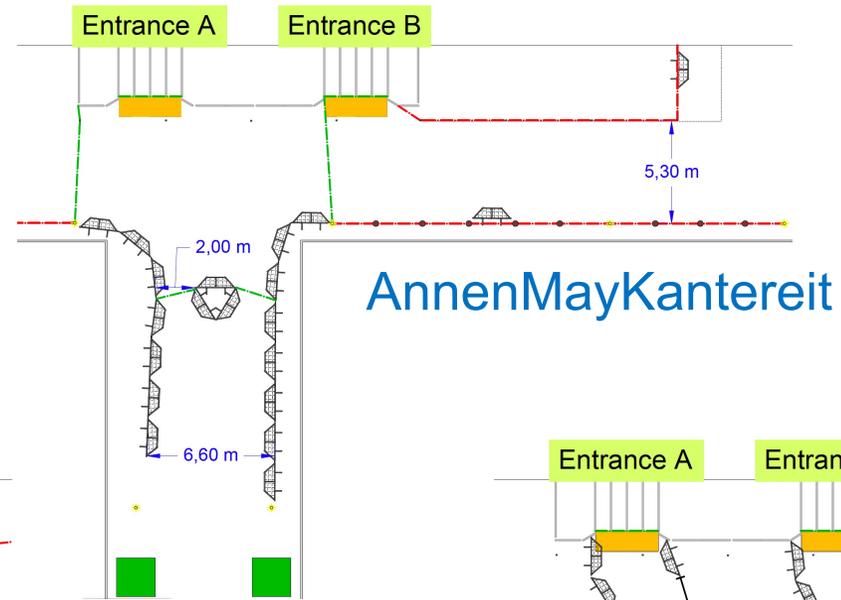
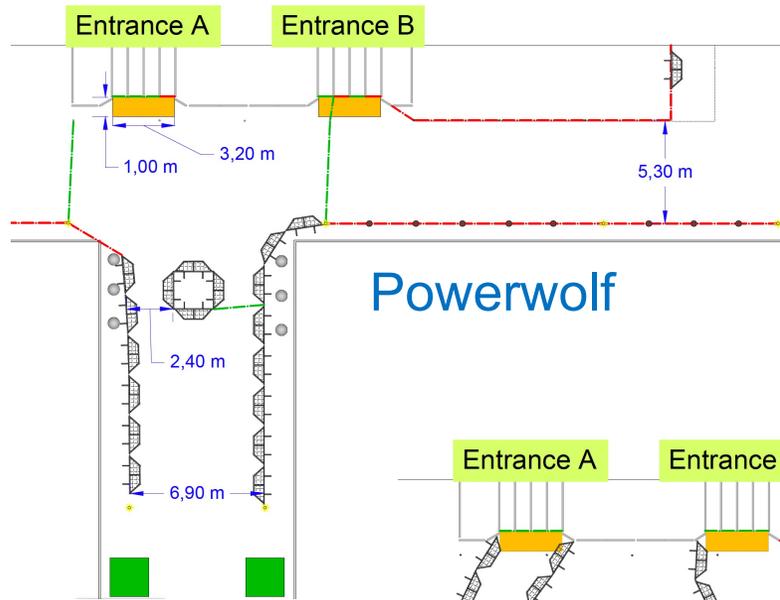
GESTALTUNG DES WARTESCHLANGENSYSTEMS DURCH SICHERHEITSABSPERRUNGEN

Sicherheitsabsperrungen

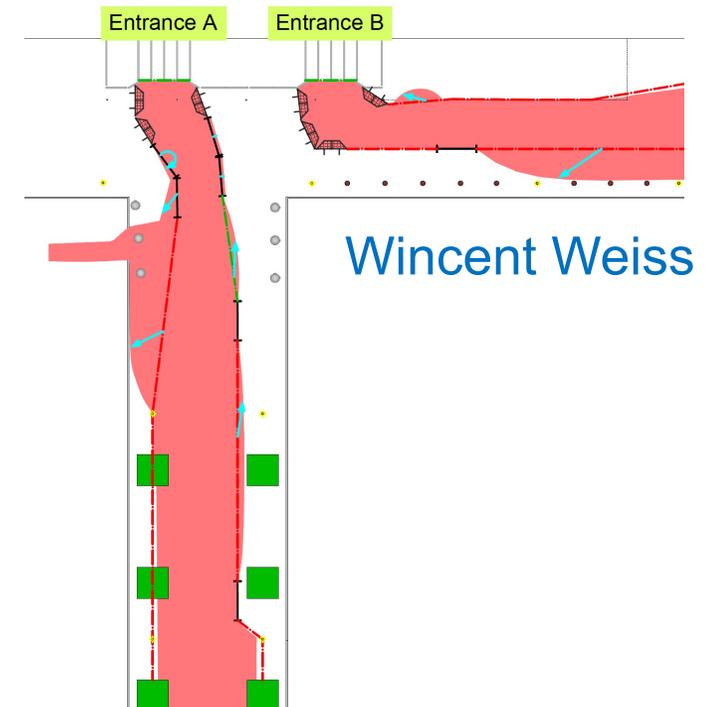
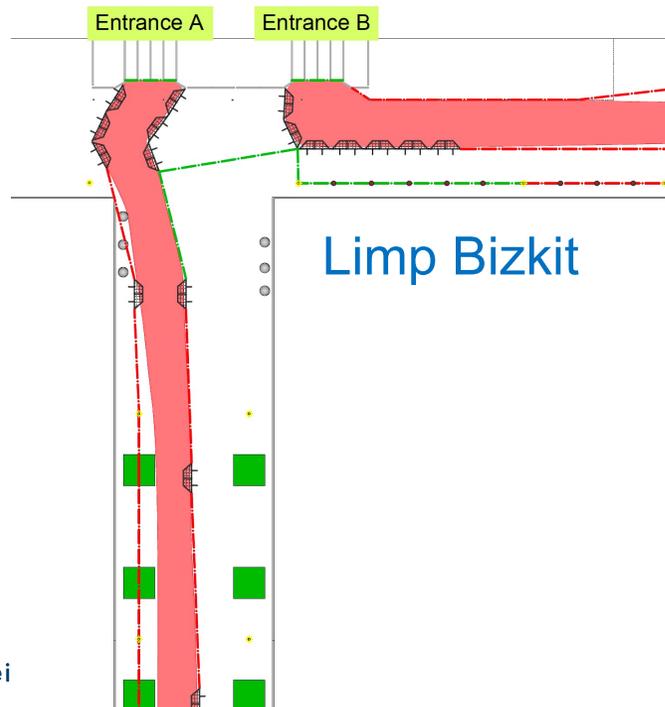
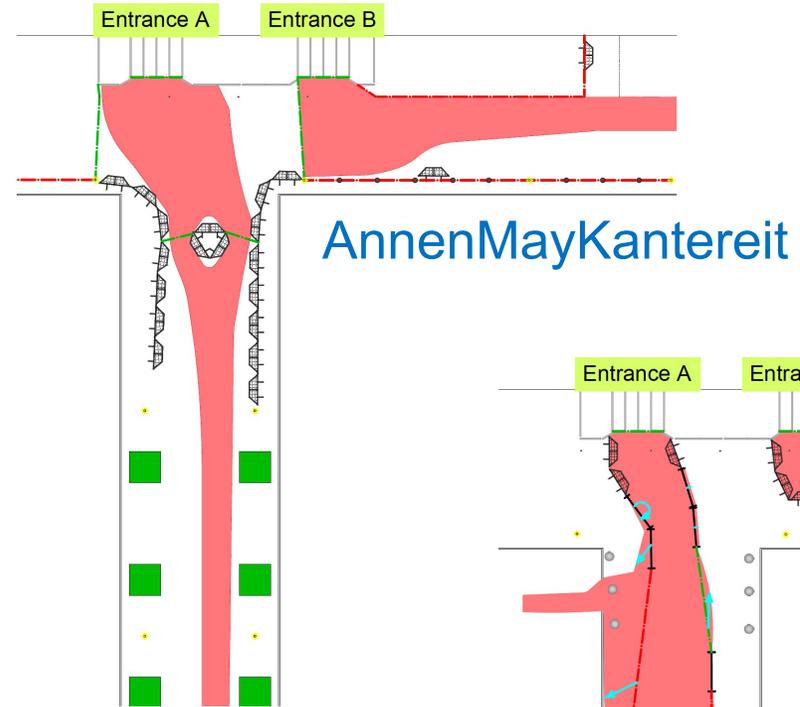
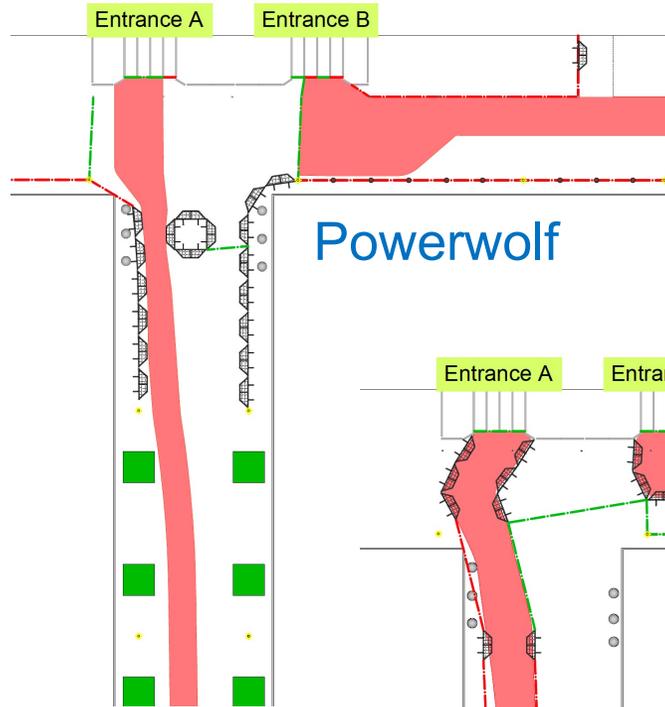
- Feste Einlassschleusen (4 pro Eingang)
- Polizeigitter
- Mannesmanngitter
- Absperrband permanent
- Absperrband temporär



GESTALTUNG DES WARTESCHLANGENSYSTEMS DURCH SICHERHEITSPERRUNGEN



NUTZUNG DES RAUMS DURCH DIE BESUCHER



EINLASS - WINCENT WEISS



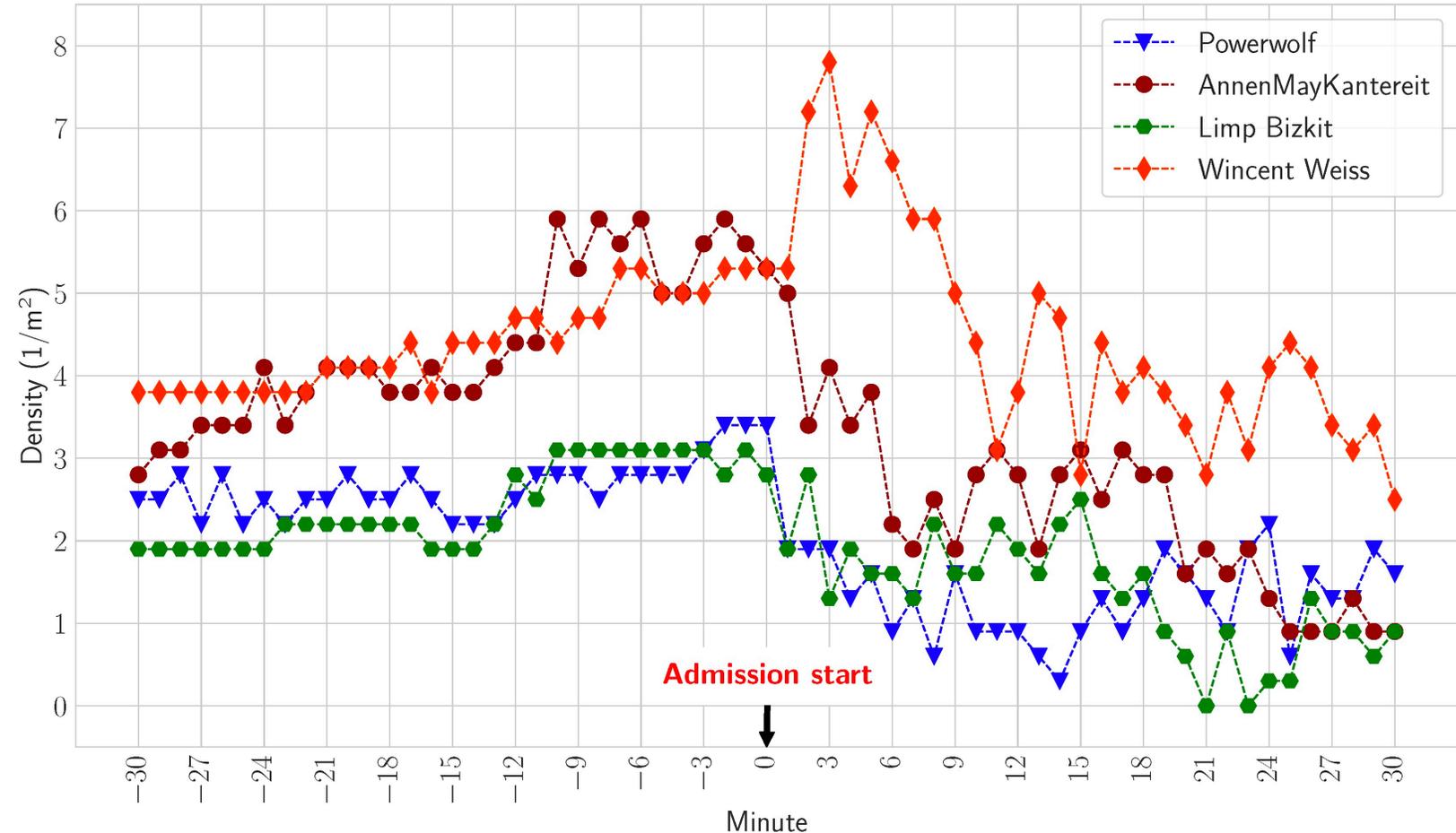
WARTESCHLANGE - WINCENT WEISS



GEDRÄNGE – BESUCHERPROFIL, EINGANG A

Personendichte

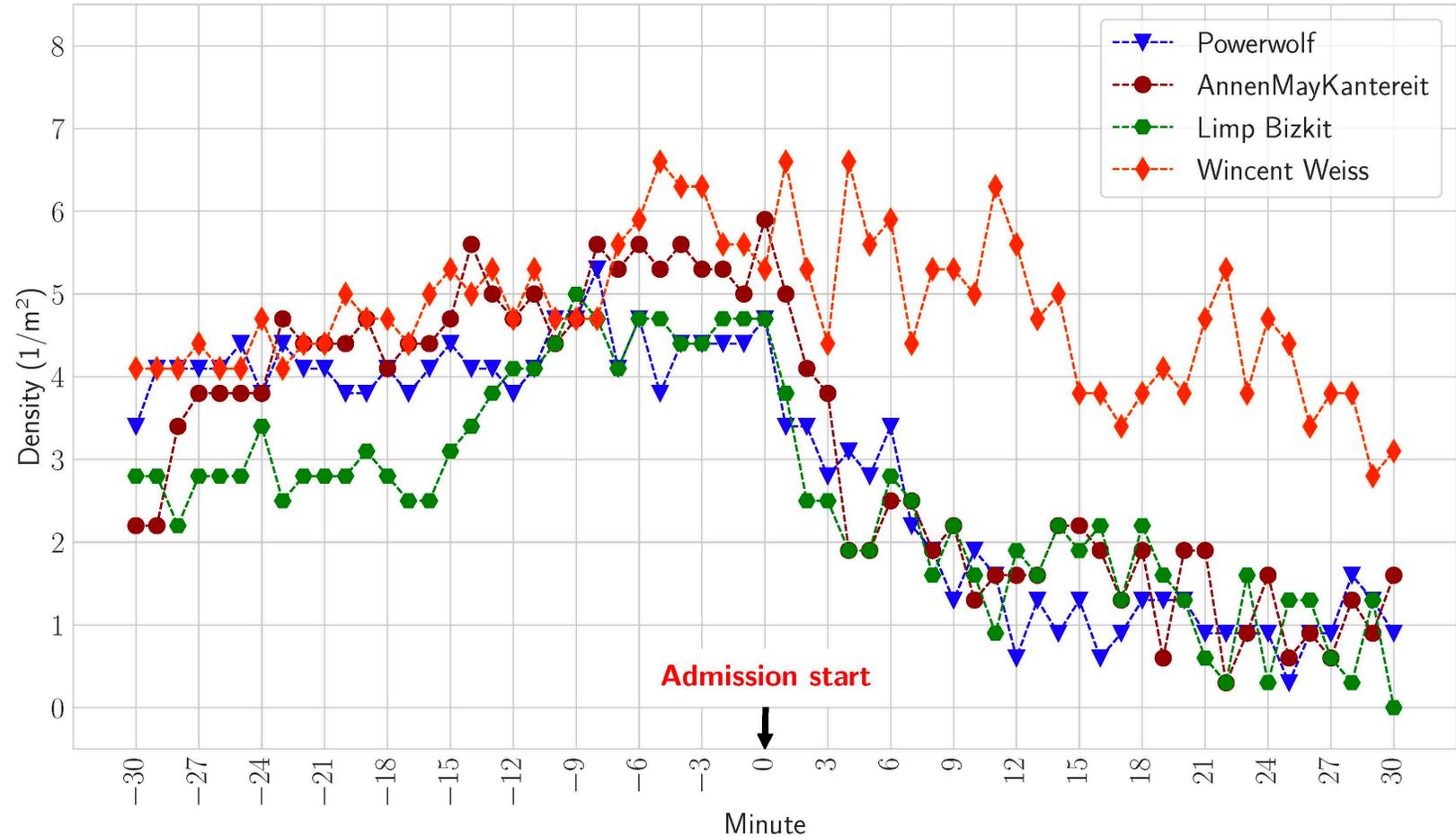
- Anstieg bis zum Einlassbeginn
- Nach Beginn des Einlasses weitere Steigerung möglich (WW)
- Maximal bis zu 7 - 8 Pers. / m²
- Vor Einlassbeginn AMK / WW signifikant höhere Dichte als bei PW / LB



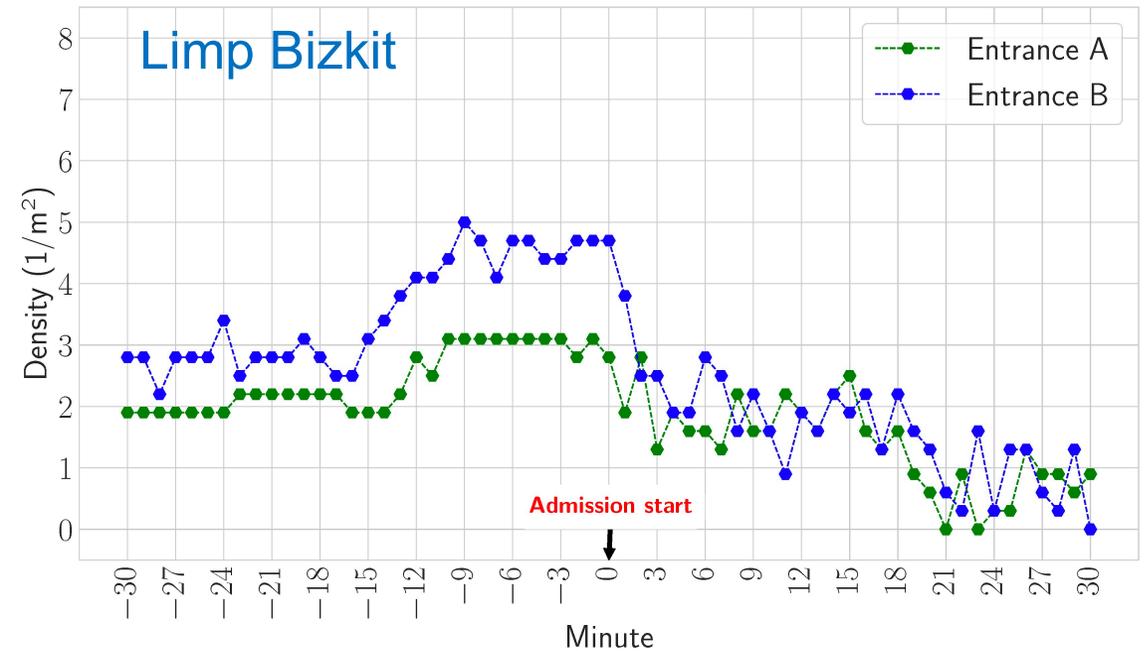
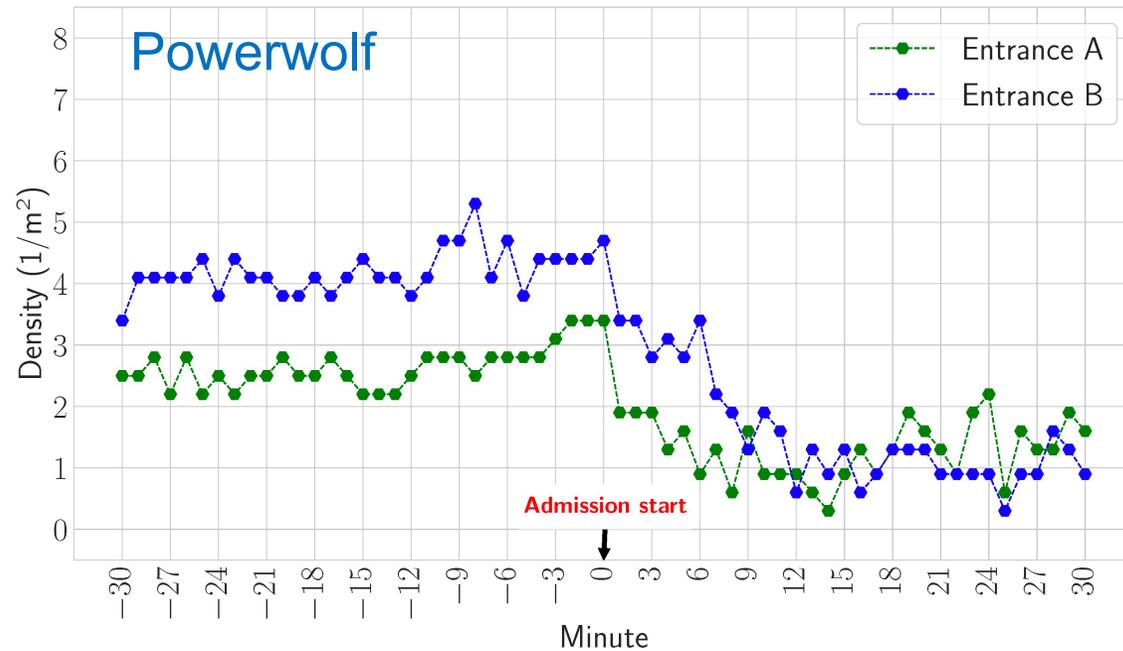
GEDRÄNGE – BESUCHERPROFIL, EINGANG B

Personendichte

- Anstieg bis zum Einlassbeginn
- Maximal bis zu 6 - 7 Pers. / m²
- Vor Einlassbeginn AMK / WW höhere Dichte als bei PW / LB
- Hohe Dichte kann nach Einlassbeginn bestehen bleiben (WW)

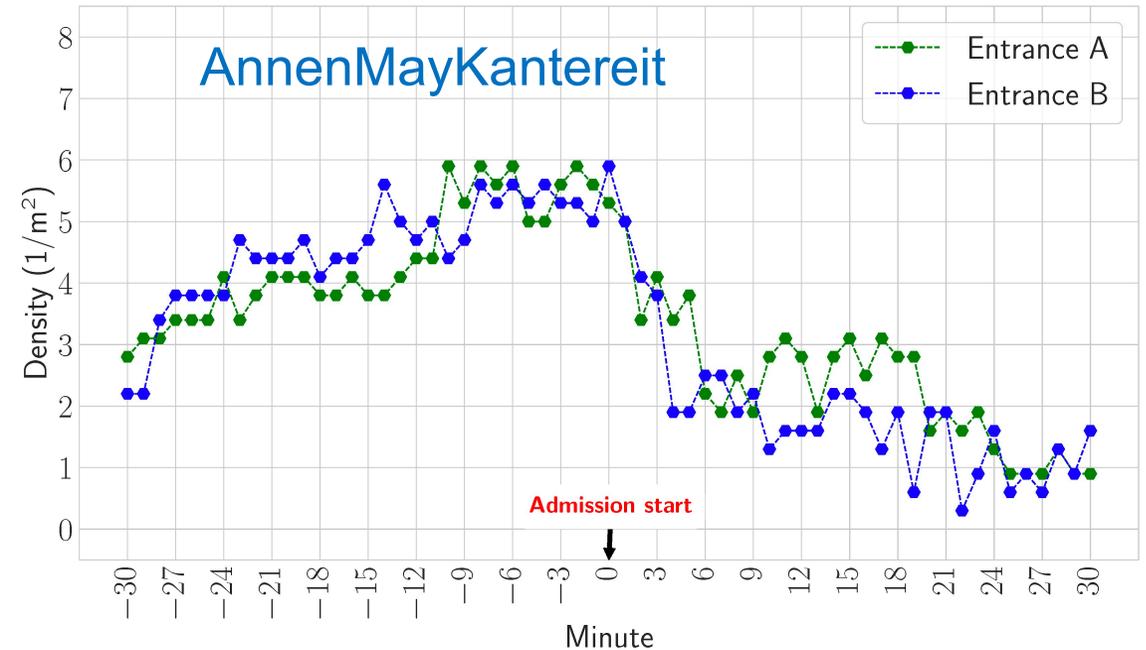
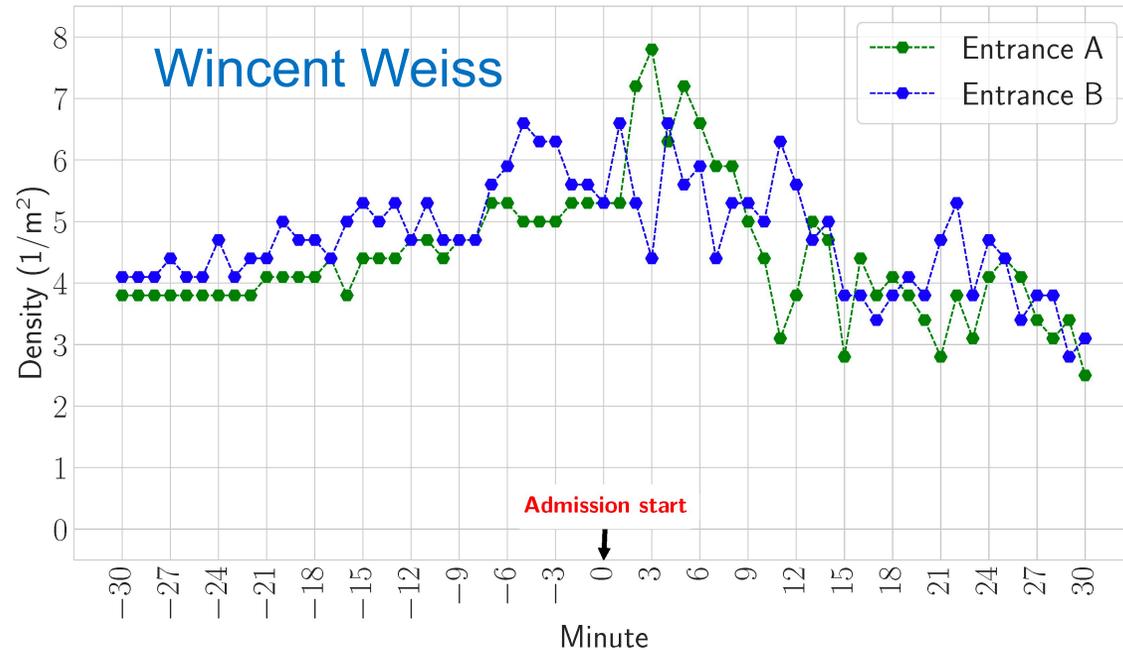


PERSONENDICHTE – EINGANG A UND B



Bei niedrigerer Motivation ($\rho_{\max} \approx 5 / m^2$) ist die Dichte am Eingang A niedriger

PERSONENDICHTE – EINGANG A UND B

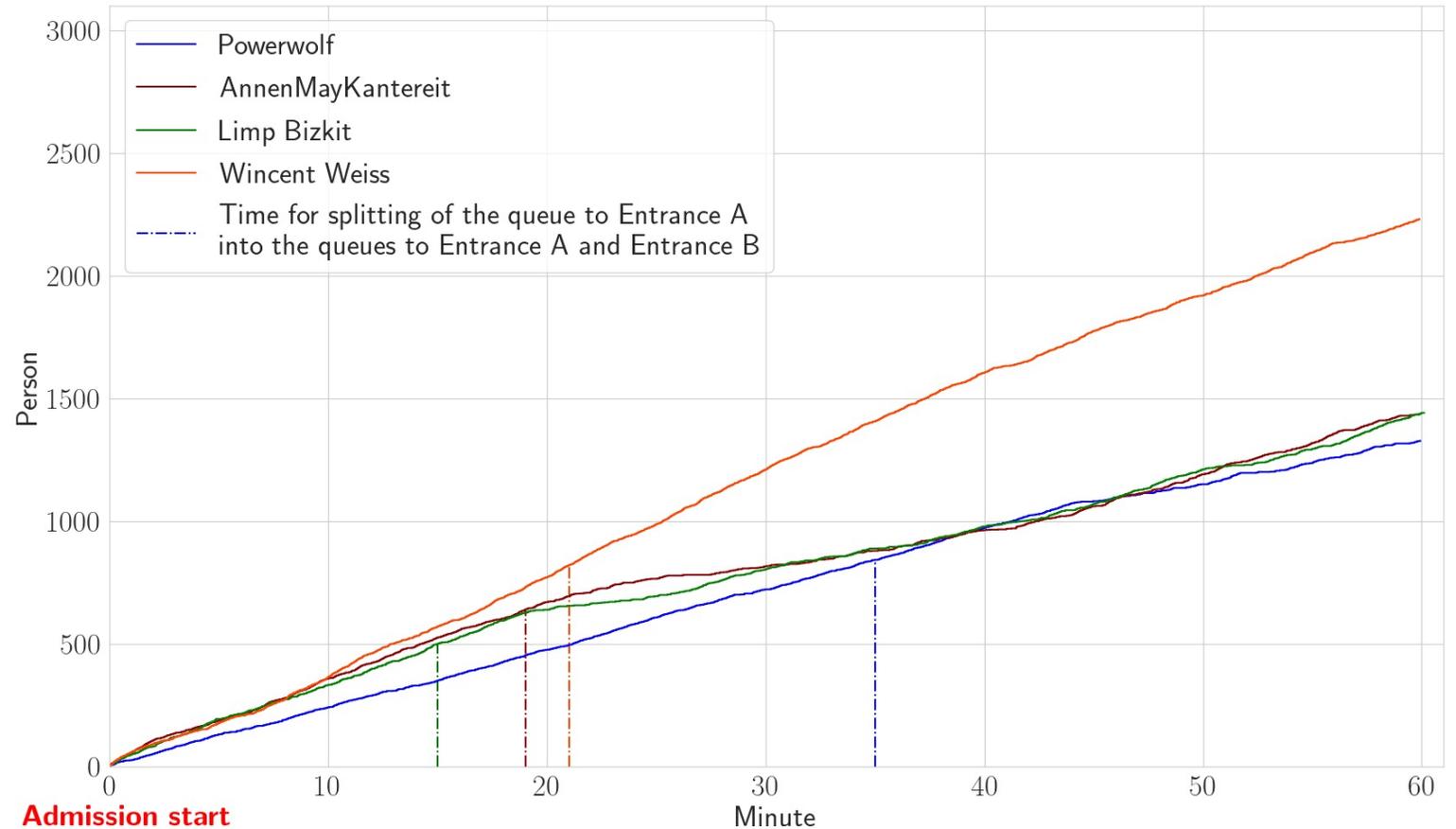


Bei hohen Motivation ($\rho_{\max} \approx 7 / m^2$) nur geringer Unterschied zwischen Eingang A und B

ABFERTIGUNGSRATE, EINGANG A

Abfertigungsraten

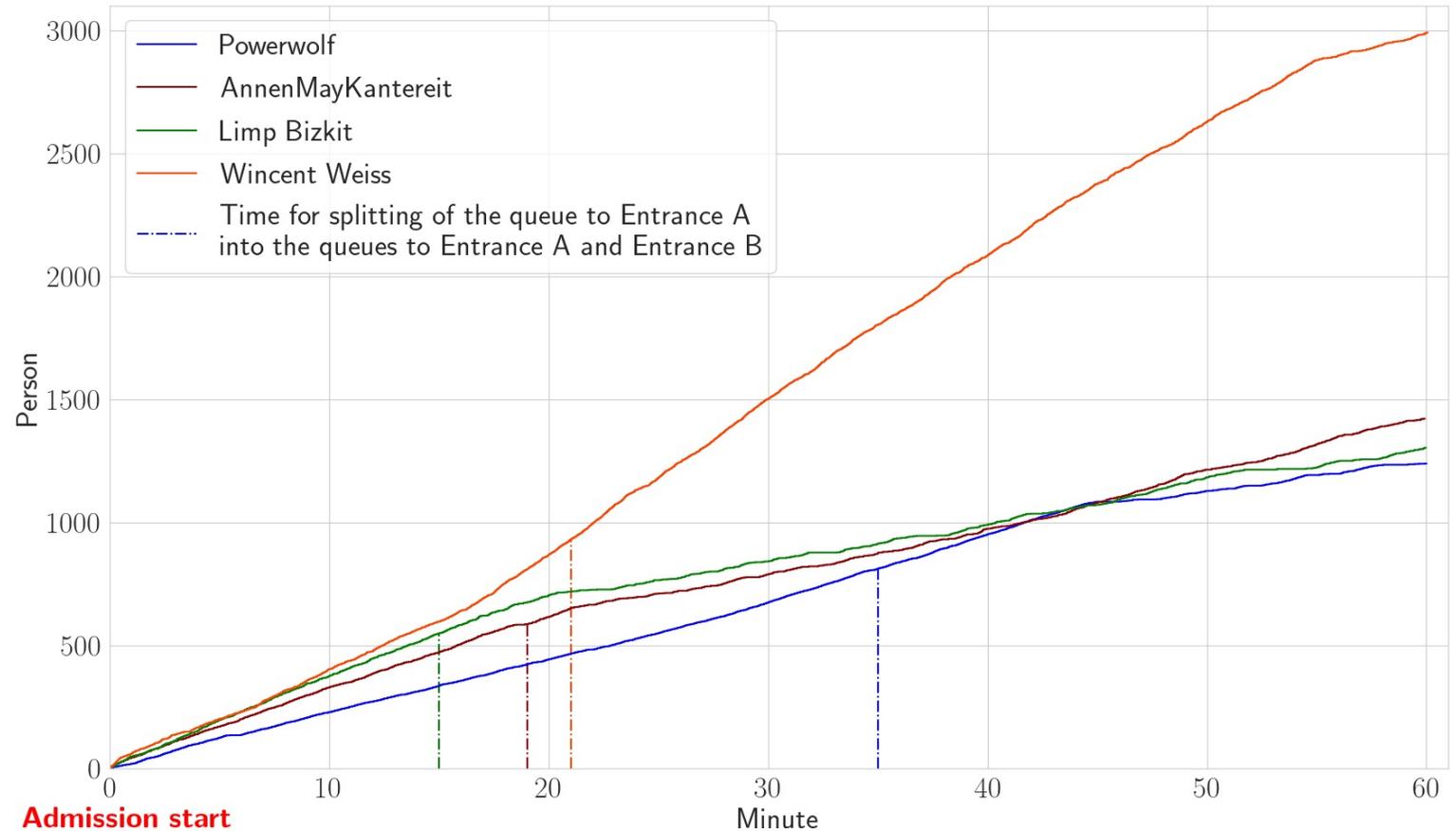
- Zu Beginn sind die Bedienraten am höchsten
- Bei AMK und LB beschränkt die Dynamik in der Warteschlange den Zustrom zu den Einlassschleusen



ABFERTIGUNGSRATE, EINGANG B

Abfertigungsraten

- Zu Beginn sind die Bedienraten niedriger als nach der Auflösung der Warteschlange B und der Aufspaltung der Warteschlange A auf Eingang A und B
- Die Führung um die Ecke reduziert den Zufluss zu den Einlässen



ABFERTIGUNGSRATEN

Angaben in
Pers./Min.

	Powerwolf	AnnenMayKantereit	Limp Bizkit	Wincent Weiss
Entrance A total	24	34	33	38
Entry gate 1	9	7	8	6
Entry gate 2	7	9	10	10
Entry gate 3	8	8	7	8
Entry gate 4	-	10	8	14
Entry gate mean value	8	8	8	10
Entrance B total	22	30	36	43
Entry gate 1	11	9	8	9
Entry gate 2	-	6	11	12
Entry gate 3	11	7	8	13
Entry gate 4	-	8	9	9
Entry gate mean value	11	7	9	11

ZUSAMMENFASSUNG

- Struktur der Warteschlangen
 - Bereich 1: Am Einlass hohe Motivation und Gedränge
 - Bereich 2: selbstorganisierte Warteschlange (2-3 Personen breit). Gerechtigkeit und Entspannung beim Warten
- Unabhängig vom Besucherprofil entstehen Bereich 1 und 2
- Abhängig vom Besucherprofil ist:
 - Größe der Bereiche 1 und 2
 - Grad des Gedränges im Bereich 1
- Selbstorganisierte Warteschlangen nutzen den ‚knappen‘ Raum nicht → Gut für das Gerechtigkeitsgefühl aber schlecht für die Zuführung an die Einlässe (niedrige Abfertigungsraten)
- 90 Grad-Ecken an den Einlässen reduzieren die Zuführung an die Bedienstellen

ZUSAMMENFASSUNG

- Motivation und Gerechtigkeit sind wesentliche Faktoren
- ‚Hohe‘ Motivation:
 - In den Feldbeobachtungen zeigt sich, dass Breite und Form der Sicherheitsabsperungen kaum einen Einfluss auf die Dichte haben. Nur sehr schmal gestellte Absperungen ($b=1,2$ m) werden positiv bewertet (Experimente)
 - ABER: Bei geöffneten Einlässen lässt sich der Aufbau hoher Dichten vermeiden, wenn die Abfertigungsrate an den Einlässen in der gleichen Größenordnung ist wie die Zuflussrate
- ‚Niedrige‘ Motivation: Weitere Faktoren haben Einfluss
 - Zuzieh-Effekt und Verdichtung ohne Sicherheitsabsperungen (Korridor)
 - ‚Schlechter‘ Aufbau (Ecken, Kanten) der Sicherheitsabsperungen kann die Dichte leicht erhöhen
 - ...

AUSBLICK

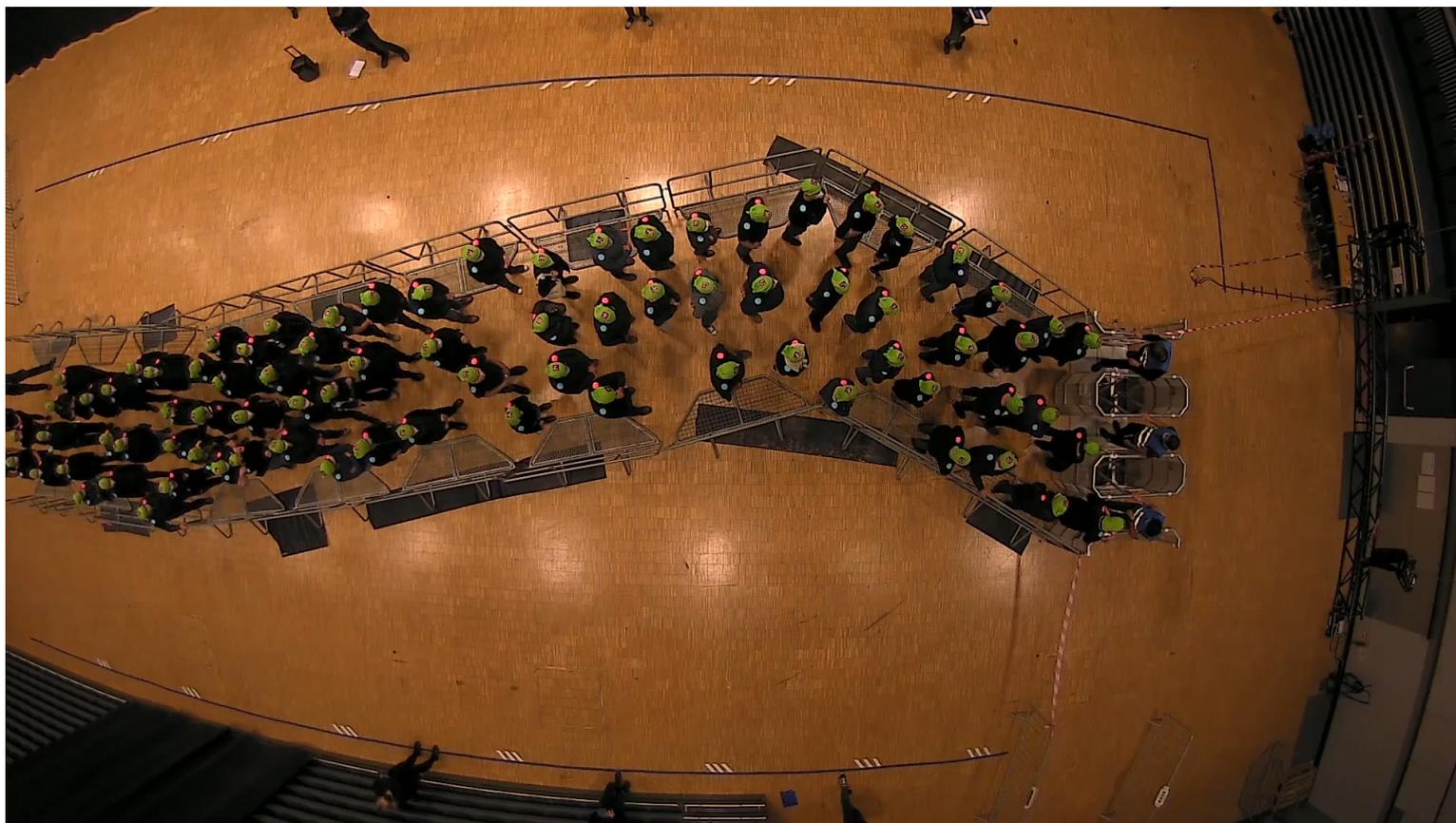
Weitere Experimente im Projekt CroMa (8.10 bis 11.10.2021)

- Einfluss Beschilderung und Bodenmarkierung
- Anzahl der Schleusen
- Form der Sicherheitsabsperungen
(gerade, 45 und 90 Grad Winkel)
- Motivation (hoch niedrig)
- Anteil ‚Dränglerkarte‘

Raumnutzung Bahnsteige Fahrgastwechsel



AUSBLICK



AUSBLICK



AUSBLICK



