

Stauerkennung: Welche Messgrößen sind sinnvoll, um neuralgische Punkte/Situationen zu charakterisieren

RiMEA Workshop
Karlsruhe, 22.11.2018
Dr. Angelika Kneidl



Ausgangssituation: Definition von „signifikanter Stauung“ in der Richtlinie v3.0.0

Signifikante Stauung

Stocken eines Personenstroms oberhalb eines Schwellenwertes bis hin zum zeitweisen Stillstand.

ANMERKUNG: Das Signifikanzkriterium ist dabei die Wartezeit, d. h. die Zeitdifferenz zwischen einer Entfluchtung, bei der sich alle Personen mit ihrer freien Laufgeschwindigkeit bewegen, und der benötigten Zeit bei einer Entfluchtung mit auftretenden Stauungen.

Ziel: Definition von
charakteristischen Eigenschaften zur Erkennung
von **signifikanten Stauungen**.

Definition von Stau – verschiedene Quellen

Aus dem Verkehrswesen:

(Quelle: wikipedia, abgerufen am 13.11.2018):

- › „Ein **Verkehrsstau** (kurz *Stau*) ist ein stark stockender oder zum **Stillstand gekommener Verkehrsfluss** auf einer Straße. Als einer der Gründe dafür gilt eine zu **hohe Anzahl von Fahrzeugen pro Zeiteinheit** (oder pro Streckenlänge). [...] **Fluchtwege für Fußgänger in Gebäuden und bei Großveranstaltungen werden zur Reduktion von Staugefahr breit und flüssig gestaltet und Besucherzahlen begrenzt.**“

„Ich will laufen, aber kann nicht!“ (Johannes Röder, accu:rate;-))

Duden:

- durch **Behinderung des Fließens**, Strömens o. Ä. bewirkte Ansammlung
- Ansammlung von Fahrzeugen in einer langen Reihe durch Behinderung, Stillstand des Verkehrs
- (Meteorologie) Ansammlung (und Aufsteigen) von Luftmassen vor einem Gebirge, die zu Wolkenbildung und Niederschlägen führt

Aus „Leitfaden zur Verwendung der multimodalen Bewertungsverfahren von FLOW für Planer“:¹

- › „Stau ist ein Zustand, in dem alle Modi eines multimodalen Verkehrsnetzes (z. B. Straßen, Radwege, Bürgersteige, Busspuren) durch eine **hohe Verkehrsdichte** und eine **übermäßige Nutzung** geprägt sind, sodass ein **akzeptabler Zustand** aller Modi gemäß vorab definierten Zielvorgaben nicht gegeben ist und (subjektive oder objektive) **Zeitverluste** eintreten. [...] Diese Definition weist auch auf die beiden konkreten Indikatoren hin, die wir zur Bewertung der Qualität eines Verkehrssystems empfehlen: **Verkehrsdichte** und **Zeitverlust.**“

Definition von Stau – verschiedene Quellen

Aus dem Verkehrswesen:

(Quelle: wikipedia, abgerufen am 13.11.2018):

- › „Ein **Verkehrsstau** (kurz *Stau*) ist ein stark stockender oder zum **Stillstand gekommener Verkehrsfluss** auf einer Straße. Als einer der Gründe dafür gilt eine zu **hohe Anzahl von Fahrzeugen pro Zeiteinheit** (oder pro Streckenlänge). [...]

Charakteristisch für Stau:

- › Kapazitätsüberlastung
- › Hohe Dichte
- › Geschwindigkeitsreduktion
- › Zeitverlust

Duden:

- durch **Behinderung des Fließens**, Strömens o. Ä. bewirkte Ansammlung
- Ansammlung von Fahrzeugen in einer langen Reihe durch Behinderung, Stillstand des Verkehrs
- (Meteorologie) Ansammlung (und Aufsteigen) von Luftmassen vor einem Gebirge, die zu Wolkenbildung und Niederschlägen führt

Aus „Leitfaden zur Verwendung der multimodalen Bewertungsverfahren von FLOW für Planer“:¹

- › „Stau ist ein Zustand, in dem alle Modi eines multimodalen Verkehrsnetzes (z. B. Straßen, Radwege, Bürgersteige, Busspuren) durch eine **hohe Verkehrsdichte** und eine **übermäßige Nutzung** geprägt sind, sodass ein **akzeptabler Zustand** **abgegeben** **eintreten** **konkre** **eines V** **Zeitver** **haben nicht** **ste** **den** **Qualität** **nd**

Definitionsgrößen von Stau:

- › Zufluss >> Abfluss
- › Lokale Geschwindigkeit << Wunschgeschwindigkeit

Ziel: Definition von
charakteristischen Eigenschaften zur Erkennung
von **signifikanten Stauungen**.

Kriterien:

- › Nachvollziehbar
- › Eindeutig zu bestimmen
- › Einfach auszuwerten

Kriterien - Sammlung

Kenngößen, die den Stau charakterisieren

Staudauer

Staugröße

Stauausdehnung / Zuwachs

...?

Kenngößen, die auf Individuen basieren

Geschwindigkeit

Individuelle Anstehzeit

Verzögerung

...?

Weitere Kenngößen

Dichte

Fluss durch den Stau

Kenngroößen, die den Stau charakterisieren

Parameter	Beschreibung	Nachvollziehbar / eindeutig	Charakteristisch / aussagekräftig	Praktikabel / anwendbar	Begründung / Kommentar
Staudauer	Die Staudauer bezeichnet die Zeit, wie lange ein Stau besteht	0	-	+	Dazu muss definiert werden, ab wann ein Stau ein Stau ist; Die Staudauer hängt von der Anzahl Personen ab und ist nicht aussagekräftig, da ein Stau lange konstant bestehen kann, aber sich jede einzelne Person nur für eine kurze Zeit im Stau befinden kann.
Staugröße	Die Staugröße bezeichnet die absolute Größe des Staus (Anzahl der Personen, die im Stau stehen)	+	-	0	Da die Maximalausdehnung nur für einen kurzen Moment auftreten oder über längere Zeit hinweg bestehen kann, ist diese Größe allein nicht besonders aussagekräftig.
Stauausdehnung Stauzuwachs:	Die räumliche Ausdehnung eines Staus bzw. der räumliche Zuwachs. ((Zufluss >> Abfluss))	+	+	0	Interessant, da hier eine Aussage über Kapazitäten und -zuwachs getroffen werden kann. Wie lange wächst ein Stau an? Wie weit dehnt er sich aus und blockiert damit ggf. andere Fluchtwege? Allerdings ist das Messen der Ausdehnung aufwändig und kann m.E. nicht einfach automatisiert werden, sondern muss vielmehr qualitativ bewertet werden.

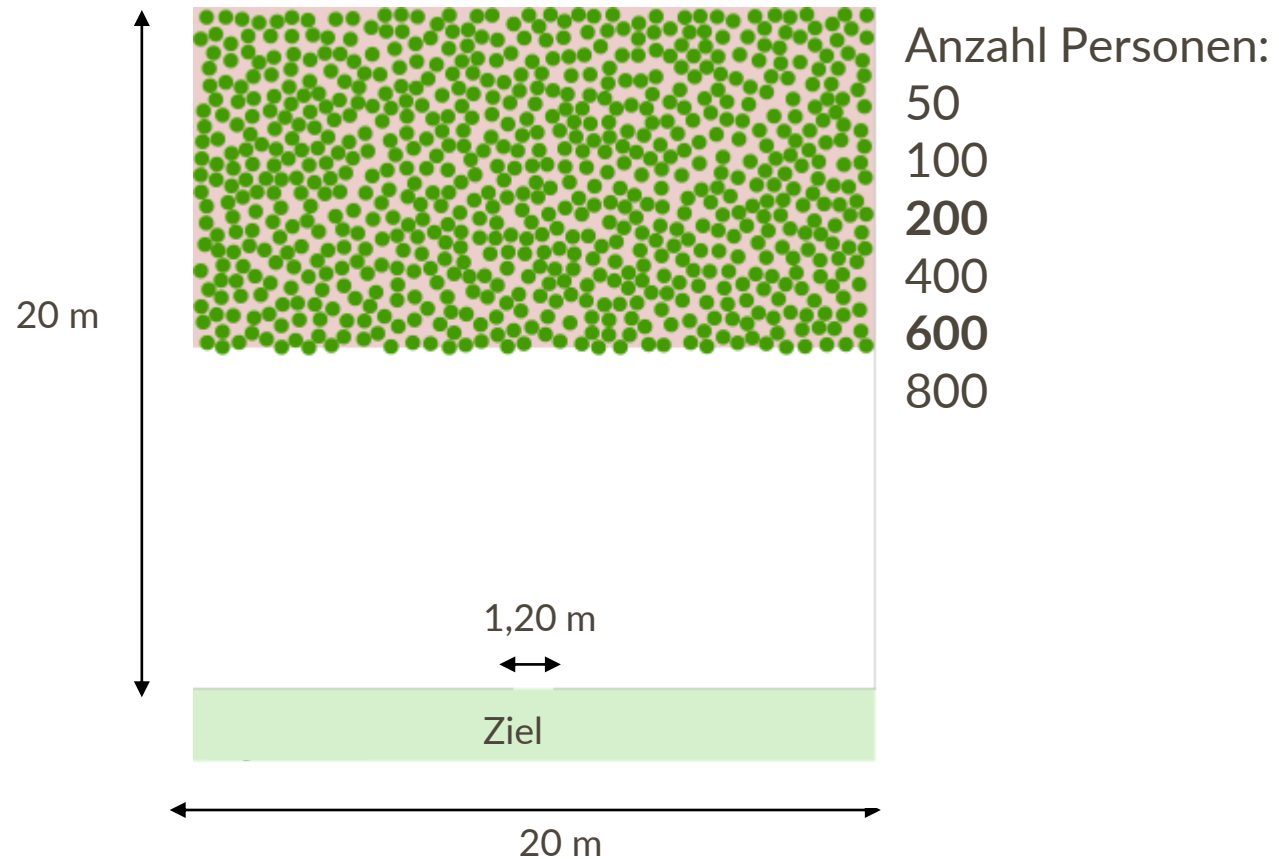
Kenngrößen, die auf Individuen basieren

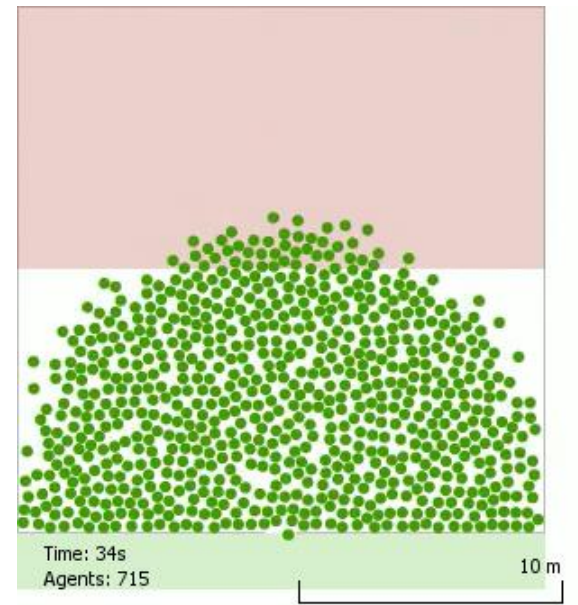
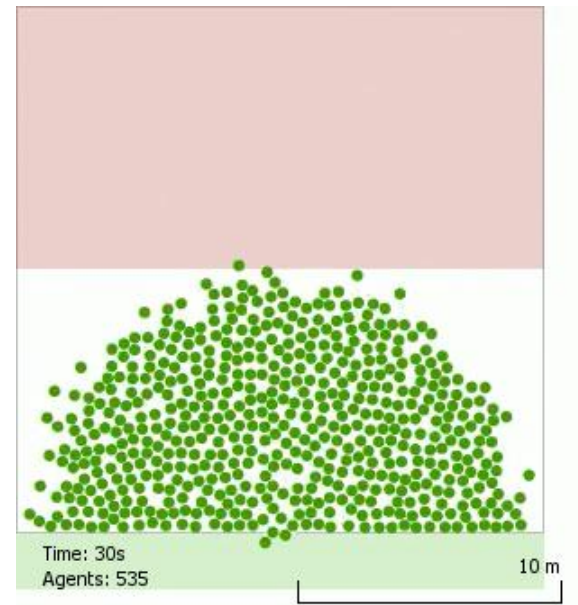
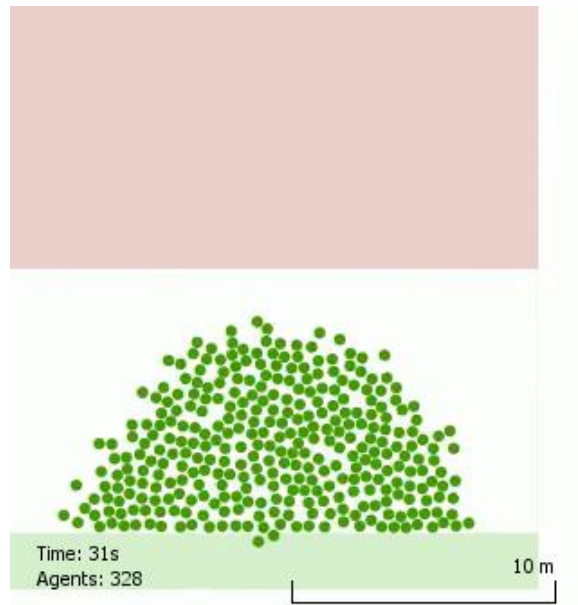
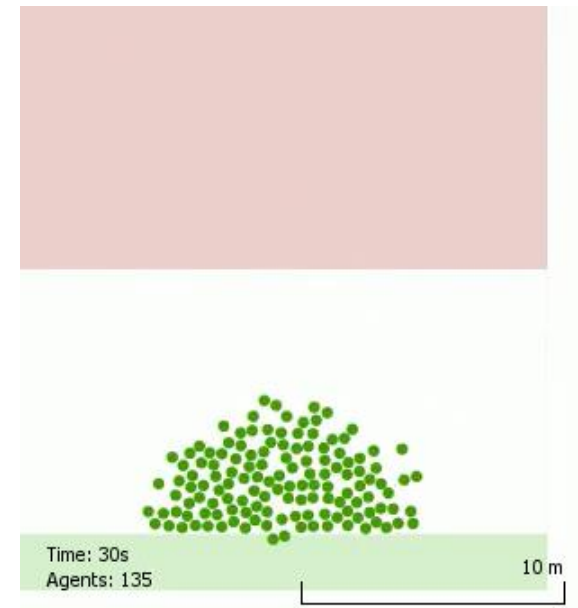
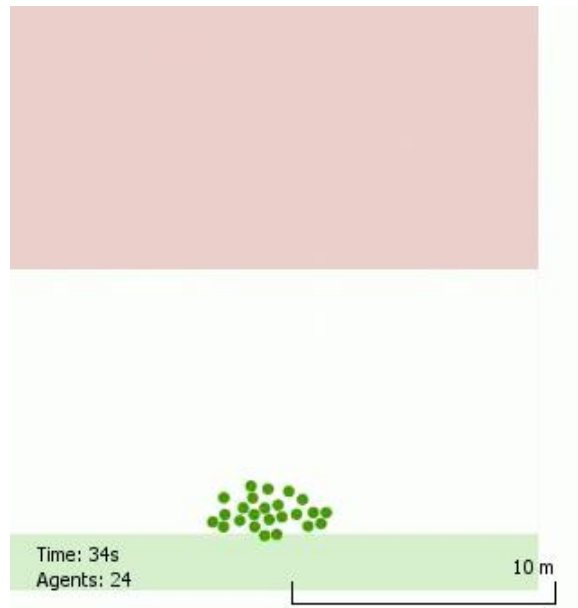
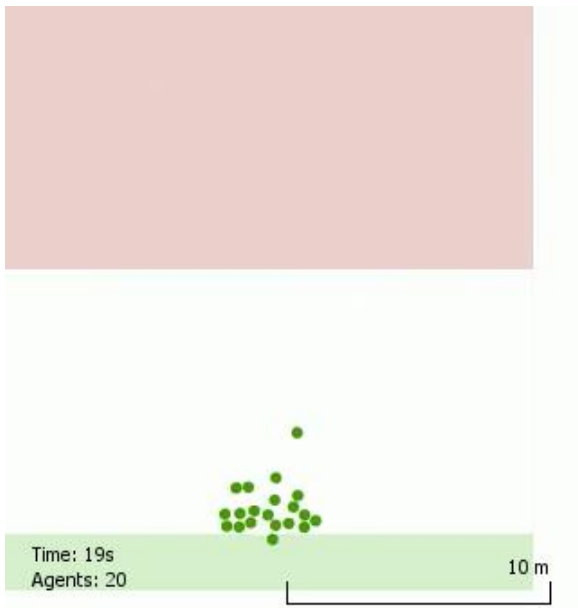
Parameter	Beschreibung	Nachvollziehbar / Eindeutig	Charakteristisch / aussagekräftig	Praktikabel / Anwendbar	Begründung / Kommentar
Geschwindigkeit	› Die Geschwindigkeit jedes Individuums innerhalb eines Staus	+	0	+	Zur Klassifizierung als Stau relevant. Kann eine Geschwindigkeit im Verhältnis zur Wunschgeschwindigkeit gesetzt werden oder ein absoluter Wert?
Individuelle Anstehzeit	› Wie lange befindet sich jeder einzelne im Stau	+	+	0	Sehr relevant, da hier die Psychologie des Menschen eine Rolle spielt. Allerdings ist hier zu definieren, wie hoch eine individuelle Anstehzeit sein darf.
Verzögerung	› Die Verzögerung bezeichnet den Zeitverlust, den eine Person aufgrund des Staus hinnehmen muss	+	+	-	Diese Größe ist interessant, da hier der Zeitanteil, den ein Individuum im Stau verbringt, verglichen zu der Zeit, in der er sich frei bewegen kann, beschrieben wird. Die Messung der Verzögerung ist allerdings etwas aufwändiger.

Weitere Kenngrößen

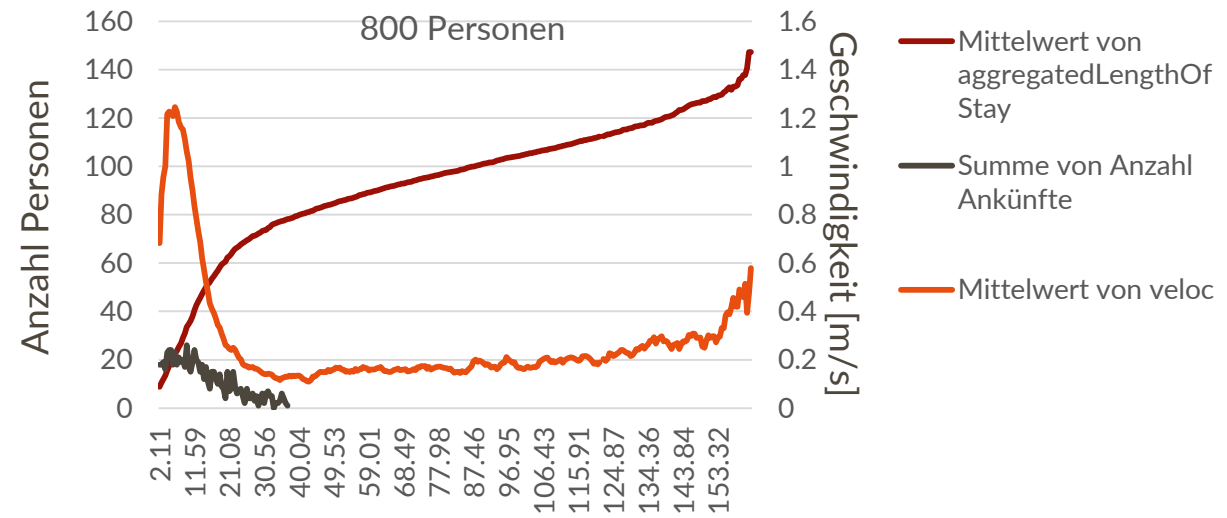
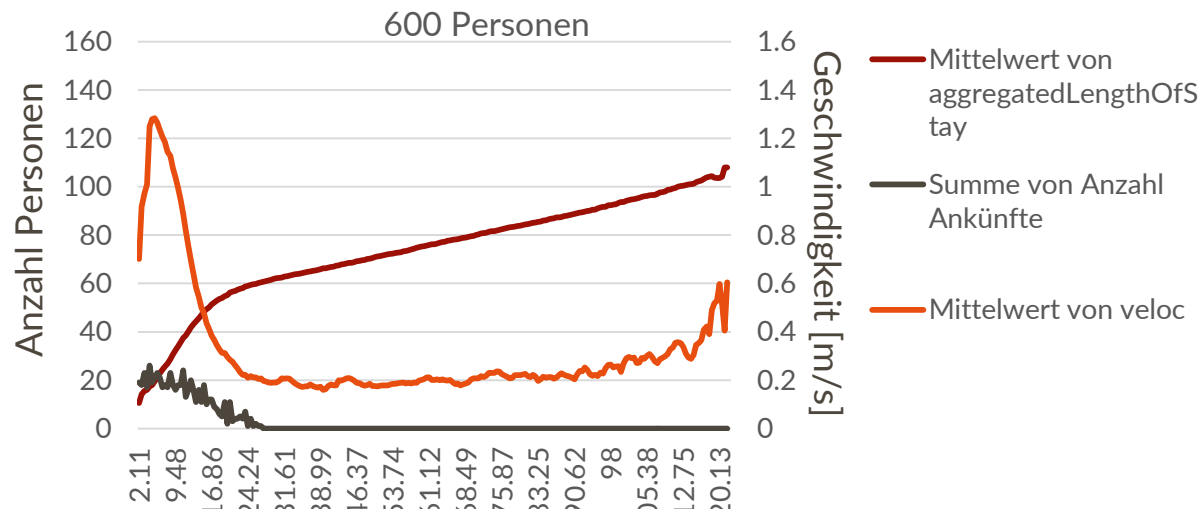
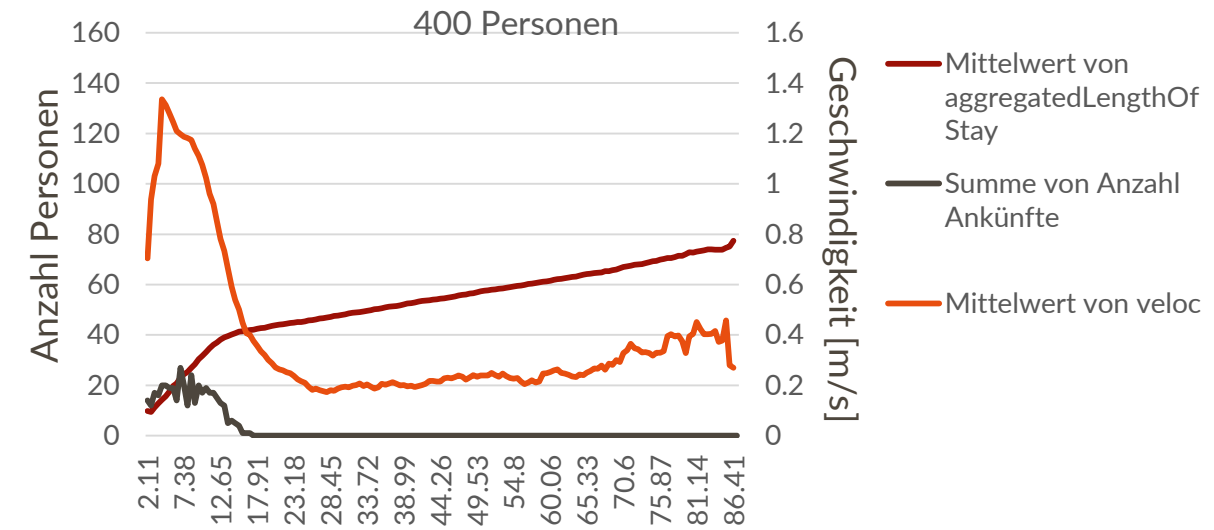
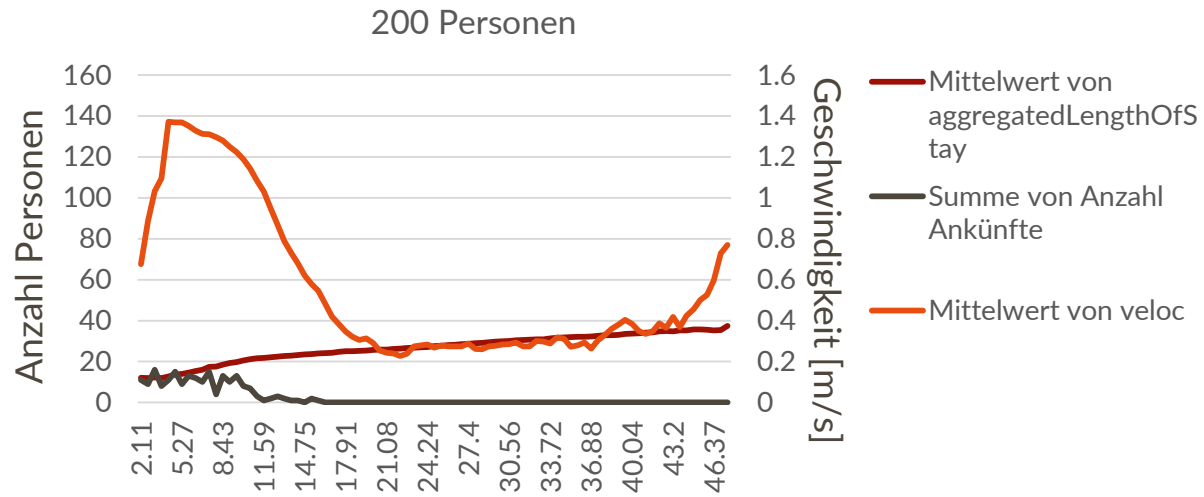
Parameter	Beschreibung	Nachvollziehbar / eindeutig	Charakteristisch / aussagekräftig	Praktikabel / Anwendbar	Begründung / Kommentar
Fluss durch den Stau	<ul style="list-style-type: none"> › Personen pro Minute pro Meter › abhängig von der Geschwindigkeit und Anzahl Personen, also abgeleitete Größe 	+	-	0	Diese Größe ergibt sich durch die Geschwindigkeit und Anzahl Personen, macht nur dann Sinn auszuwerten, wenn man weiß, wie hoch der optimale Fluss ist? Bleibt konstant, egal wie lange der Stau besteht.
Dichte	<ul style="list-style-type: none"> › Die (min, max, mean) Personendichte innerhalb eines Staus. 	-	-	0	Da es viele Möglichkeiten zur Dichtemessung gibt, ist diese Größe nicht eindeutig. Zudem ergeben sich die (maximalen) Dichten aus den Eingangsparametern und sind modellabhängig.

Testscenario mit unterschiedlicher Anzahl Personen

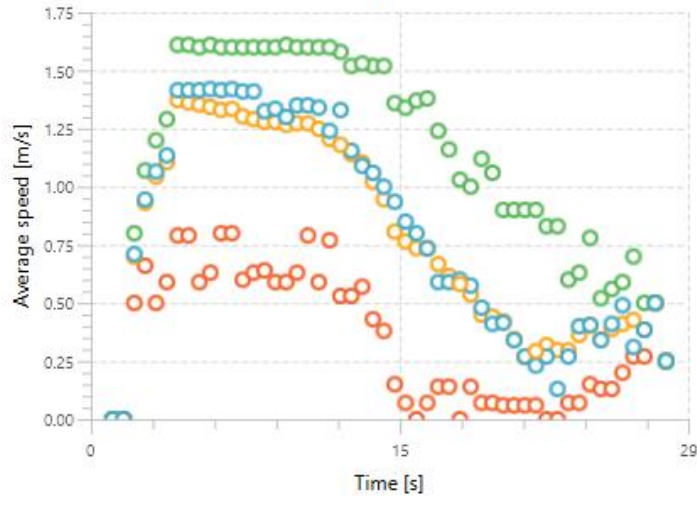




Auswertungen - Überblick

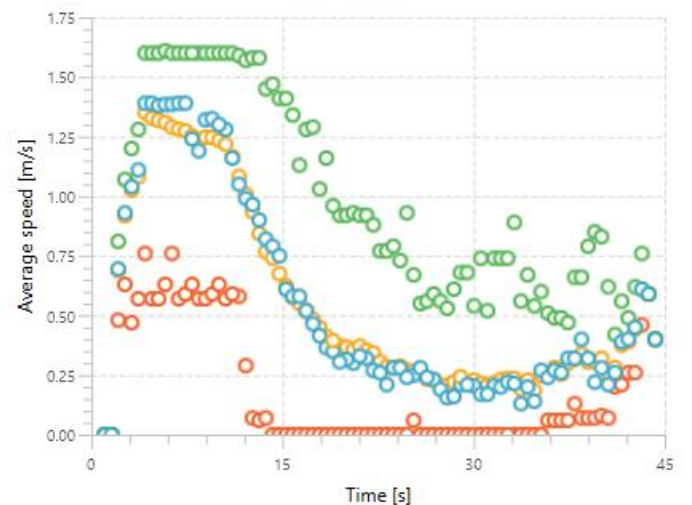


50 Personen - Geschwindigkeit



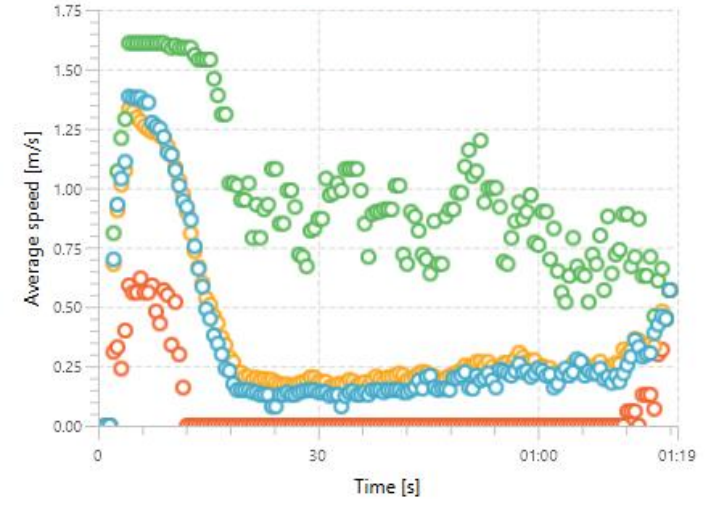
○ Min velocity ○ Mean velocity ○ Max velocity ○ Median velocity
Velocity

100 Personen - Geschwindigkeit



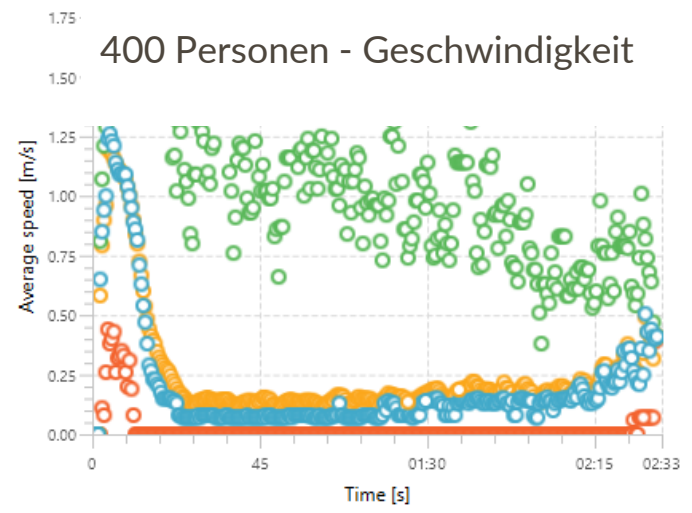
○ Min velocity ○ Mean velocity ○ Max velocity ○ Median velocity

200 Personen- Geschwindigkeit



○ Min velocity ○ Mean velocity ○ Max velocity ○ Median velocity

400 Personen - Geschwindigkeit



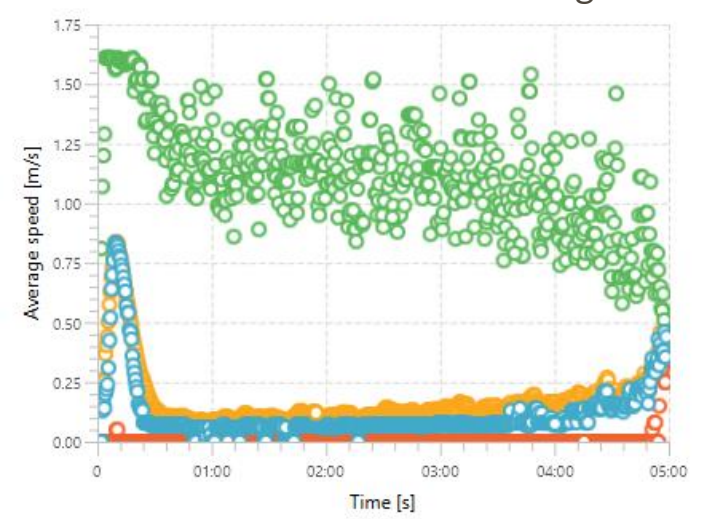
○ Min velocity ○ Mean velocity ○ Max velocity ○ Median velocity

600 Personen - Geschwindigkeit



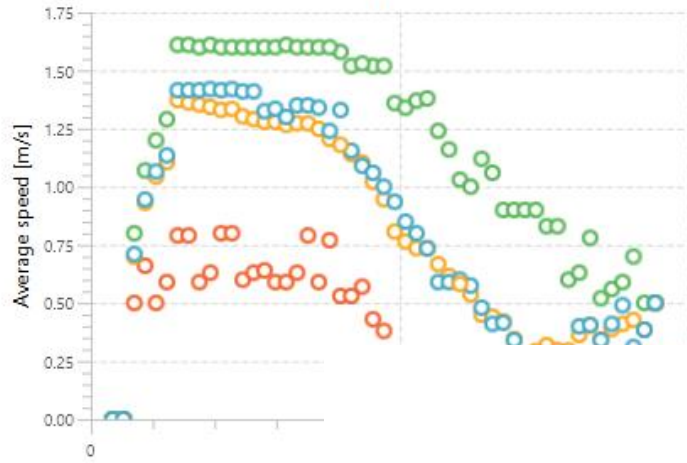
○ Min velocity ○ Mean velocity ○ Max velocity ○ Median velocity

800 Personen - Geschwindigkeit

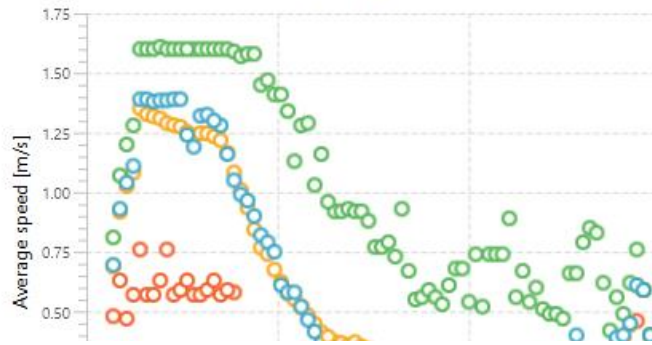


○ Min velocity ○ Mean velocity ○ Max velocity ○ Median velocity

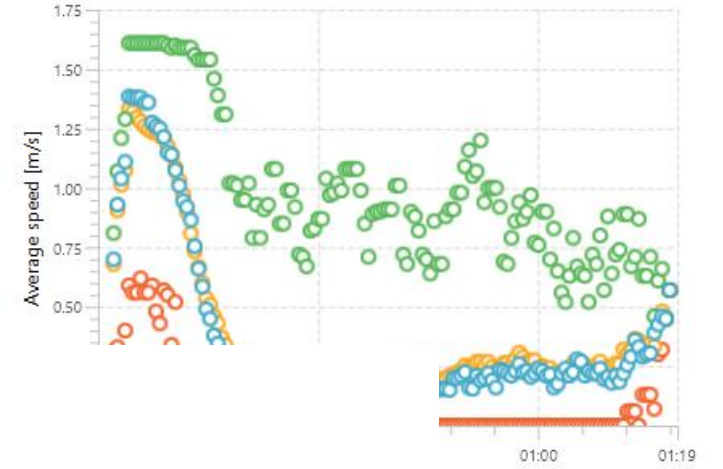
50 Personen - Geschwindigkeit



100 Personen - Geschwindigkeit



200 Personen- Geschwindigkeit



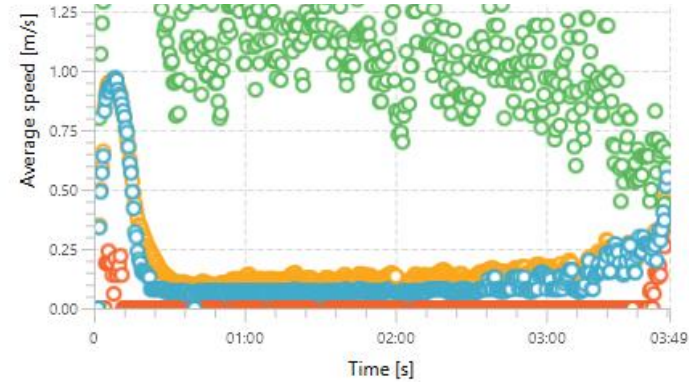
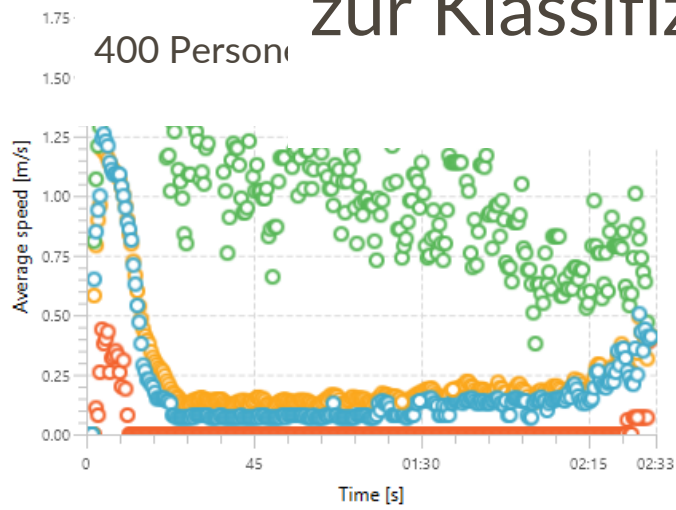
Individuelle Geschwindigkeit als Kriterium

zur Klassifizierung als Stau.

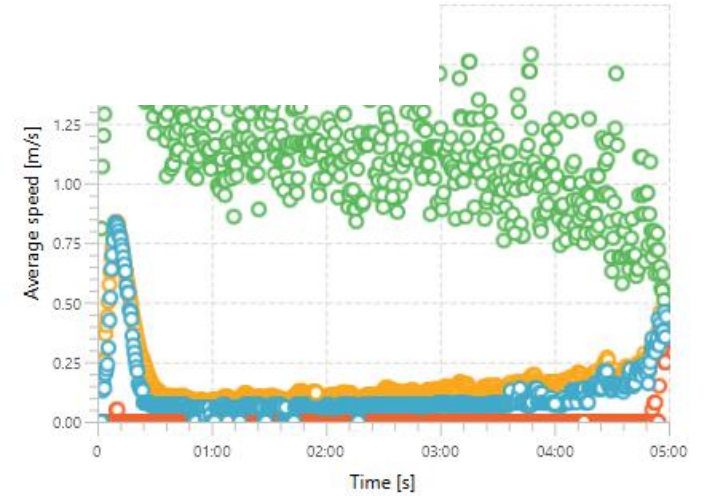
○ Min velocity ○ Mean velocity

○ Max velocity ○ Median velocity

400 Personen

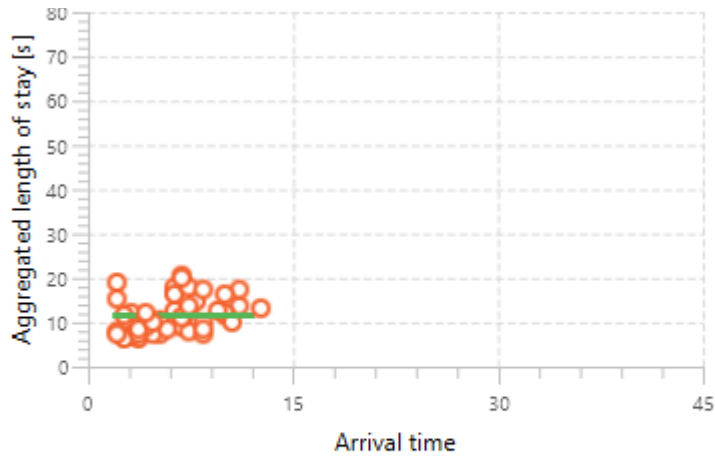


○ Min velocity ○ Mean velocity ○ Max velocity ○ Median velocity



○ Min velocity ○ Mean velocity ○ Max velocity ○ Median velocity

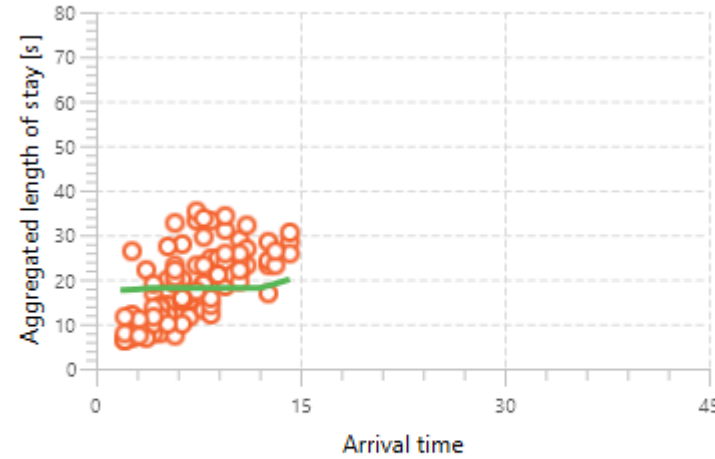
50 Personen – Individuelle Anstehzeit



○ Aggregated length of stay

○ Mean aggregated length of stay (10 seconds)

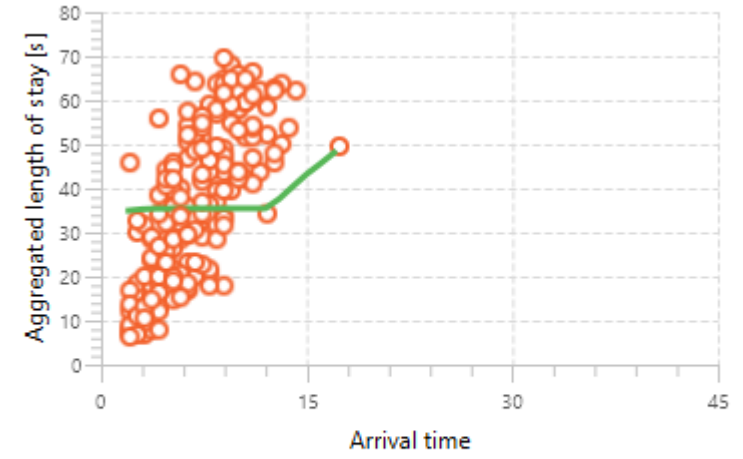
100 Personen – Individuelle Anstehzeit



○ Aggregated length of stay

○ Mean aggregated length of stay (10 seconds)

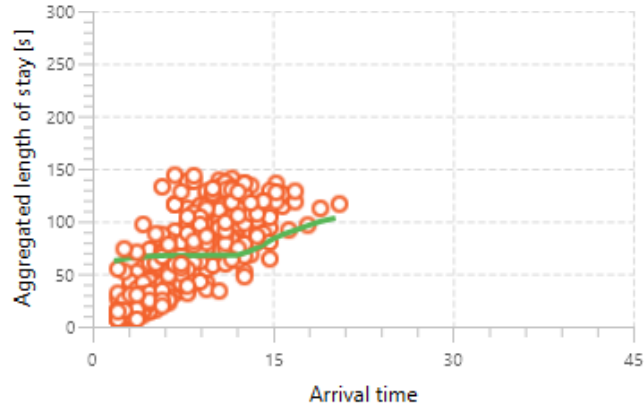
200 Personen – Individuelle Anstehzeit



○ Aggregated length of stay

○ Mean aggregated length of stay (10 seconds)

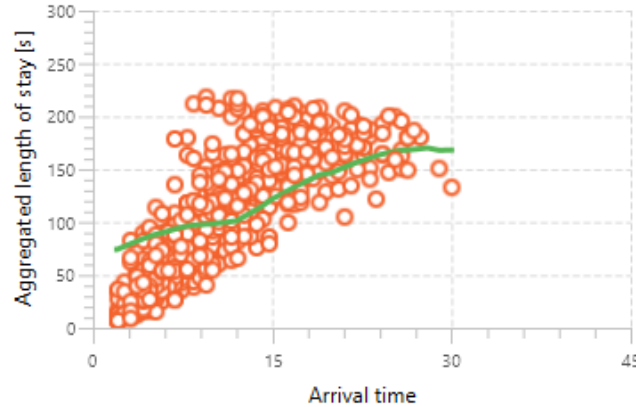
400 Personen – Individuelle Anstehzeit



○ Aggregated length of stay

○ Mean aggregated length of stay (10 seconds)

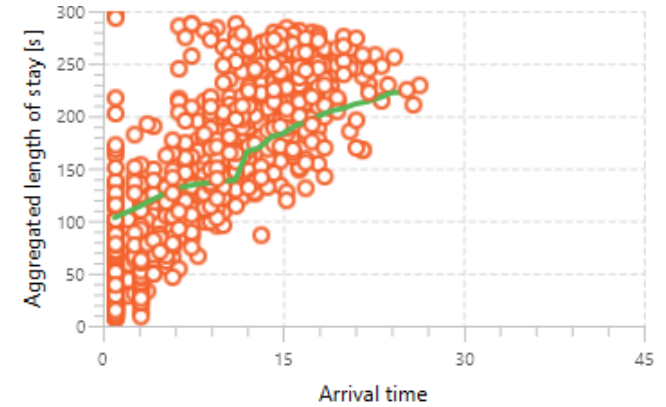
600 Personen – Individuelle Anstehzeit



○ Aggregated length of stay

○ Mean aggregated length of stay (10 seconds)

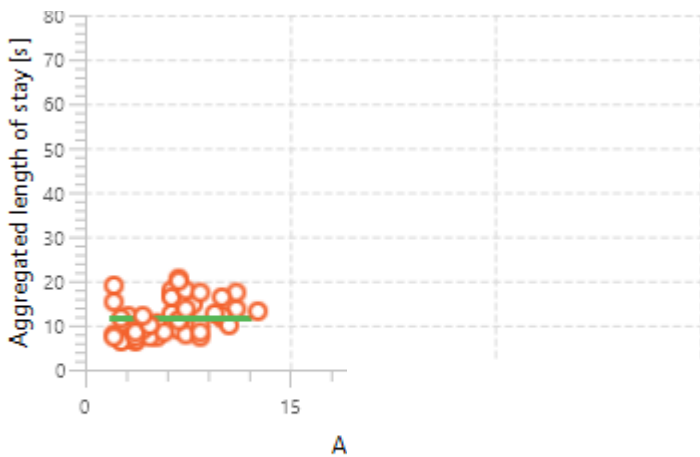
800 Personen – Individuelle Anstehzeit



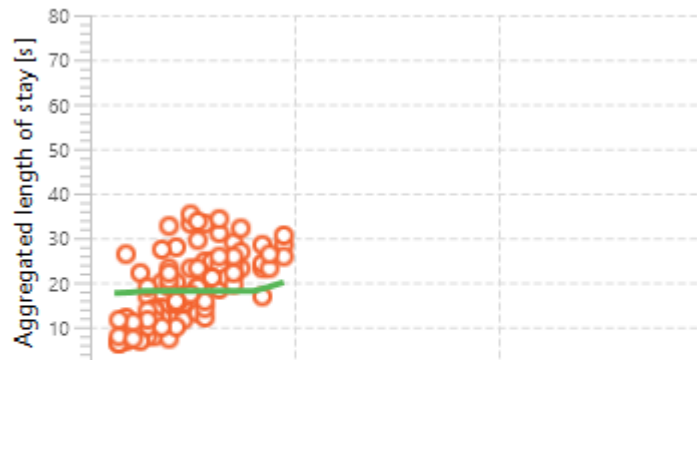
○ Aggregated length of stay

○ Mean aggregated length of stay (10 seconds)

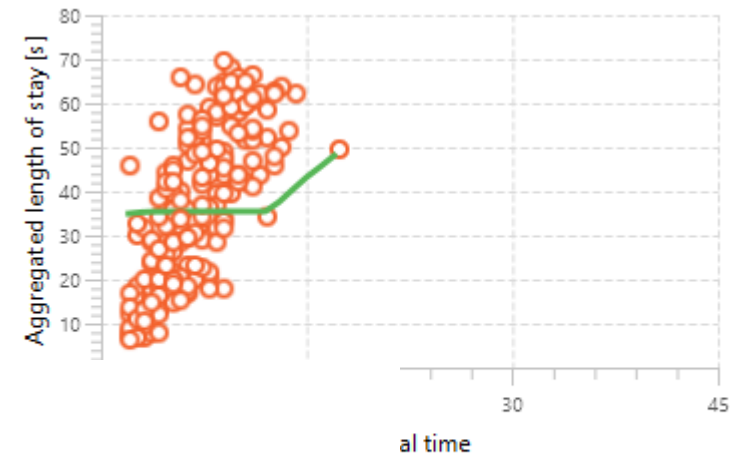
50 Personen – Individuelle Anstehzeit



100 Personen – Individuelle Anstehzeit



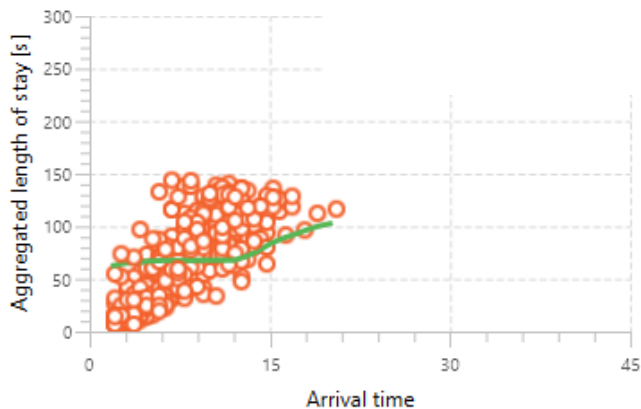
200 Personen – Individuelle Anstehzeit



○ Aggregated length of stay

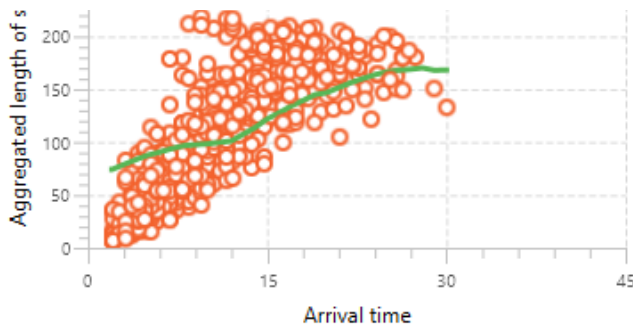
○ Mean aggregated length of stay (10 seconds)

Individuelle Anstehzeit als Kriterium zur Klassifizierung eines Staus.



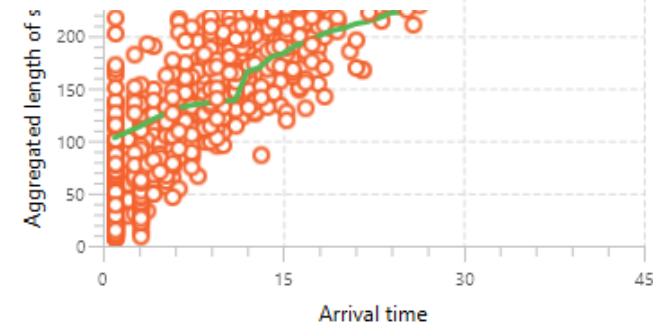
○ Aggregated length of stay

○ Mean aggregated length of stay (10 seconds)



○ Aggregated length of stay

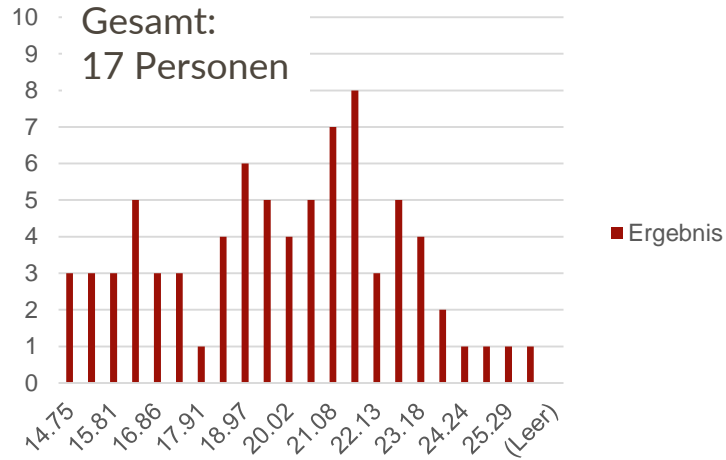
○ Mean aggregated length of stay (10 seconds)



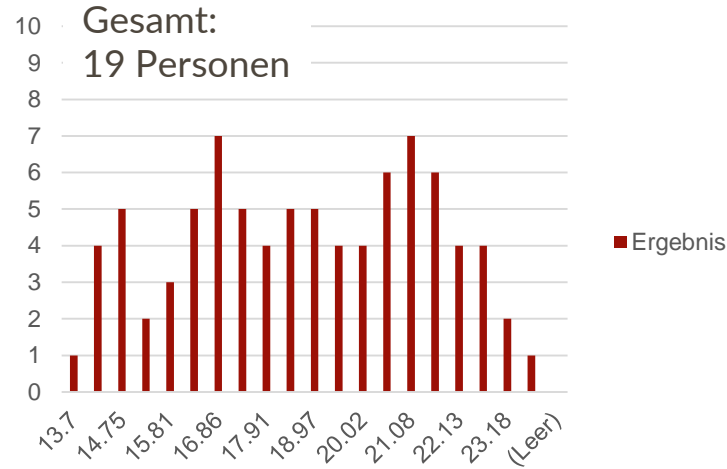
○ Aggregated length of stay

○ Mean aggregated length of stay (10 seconds)

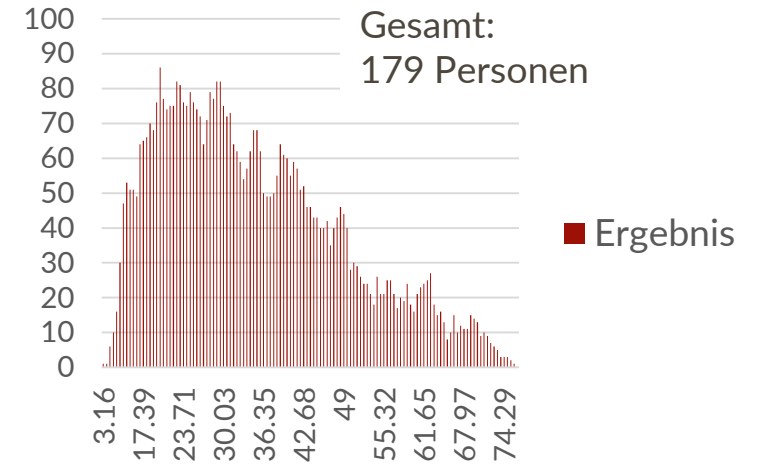
50 Personen - Anzahl Personen im Stau



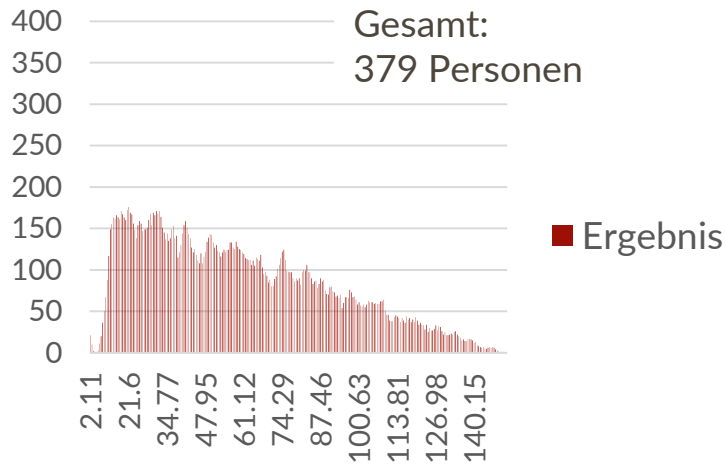
100 Personen - Anzahl Personen im Stau



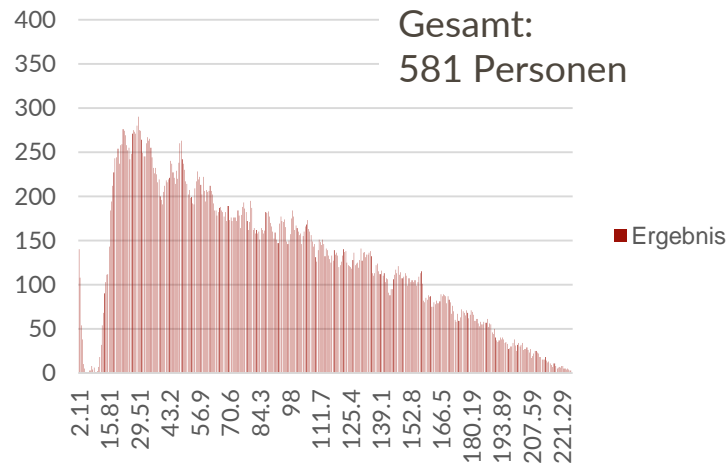
200 Personen - Anzahl Personen im Stau



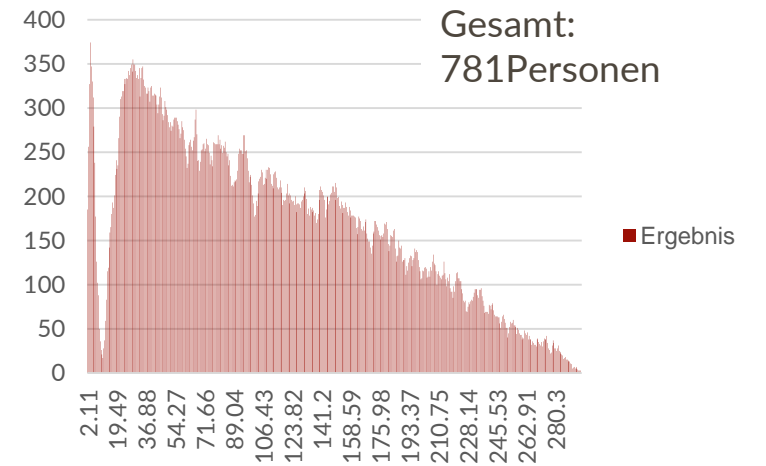
400 Personen - Anzahl Personen im Stau



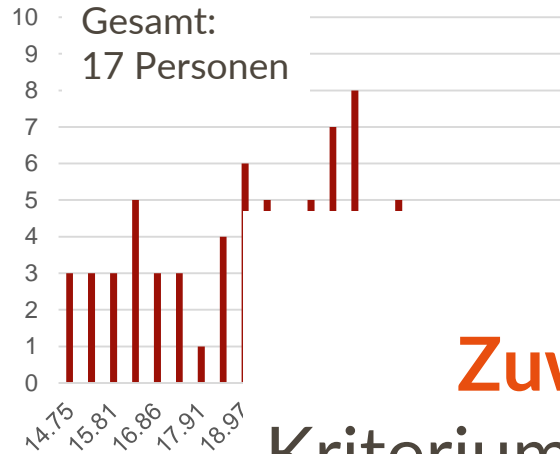
600 Personen - Anzahl Personen im Stau



800 Personen - Anzahl Personen im Stau



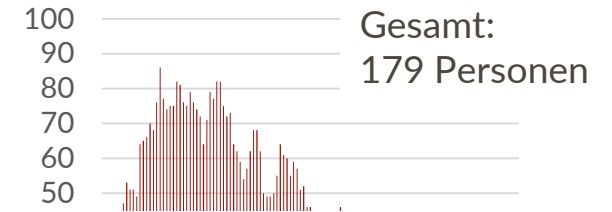
50 Personen - Anzahl Personen im Stau



100 Personen - Anzahl Personen im Stau

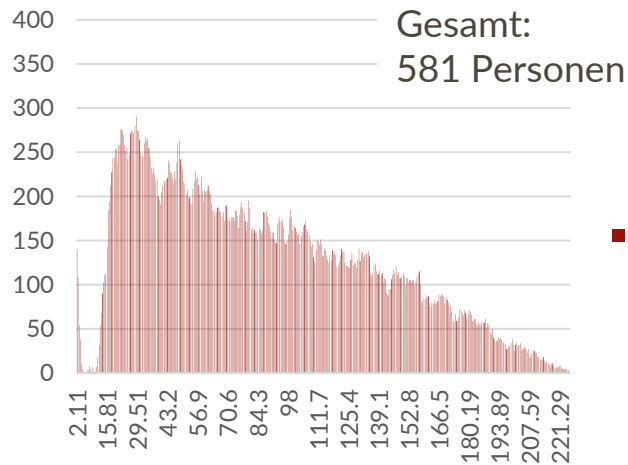
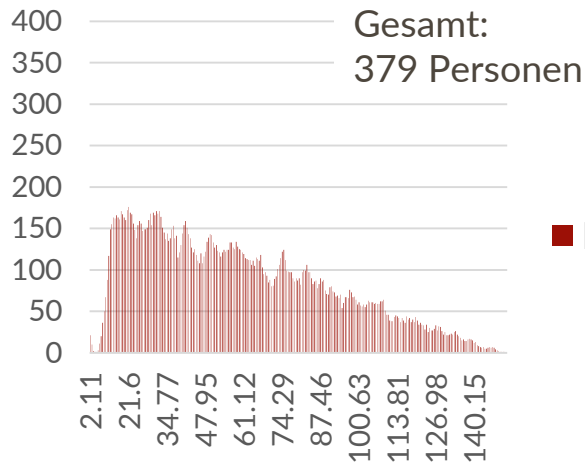


200 Personen - Anzahl Personen im Stau

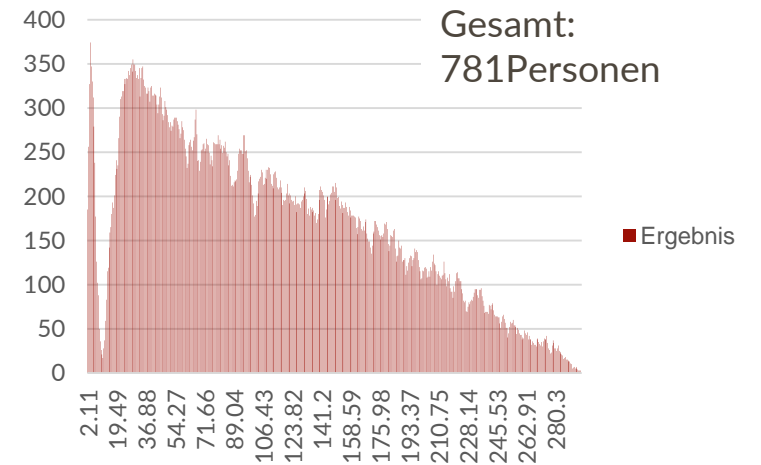


Zuwachs von Personen (Staugröße) als Kriterium zur Klassifizierung des Staus.

400 Perso



700 Personen im Stau



■ Ergebnis

■ Ergebnis

■ Ergebnis

■ Ergebnis

Vorschlag zur Definition von
charakteristischen Eigenschaften zur Erkennung
von **signifikanten Stauungen**.

Vorschlag zur Identifizierung und Bewertung von Stauungen

Kriterien für einen Stau: Wenn der FG auf ca. 15-20% seiner Wunschgeschwindigkeit abgebremst wird, dann gehen wir davon aus, dass er im Stau steht. Diese Größe sollte in Abhängigkeit des Modells individuell ermittelt werden.



Für jeden FG mit verringerter Wunschgeschwindigkeit:

- › Ermittle die individuelle Anstehzeit
(-> daraus kann die Verzögerung (Zeitverlust) ermittelt werden)
- › Ermittle die Anzahl der Personen, die im Stau stehen: Stauzuwachs.
- › Überprüfe visuell die Stauausdehnung.

Kriterien für signifikante Stauungen


In Anlehnung an die VStättVo:

(200 bzw. 600 Personen auf 1,20m):

1. Kalibrierung des Simulationsmodells mit diesen Werten anhand eines festgelegten Testbeispiels.
2. Vergleich der erkannten Stauungen gg. diese ermittelten Werte.

Anhand eines definierten Schutzziels:

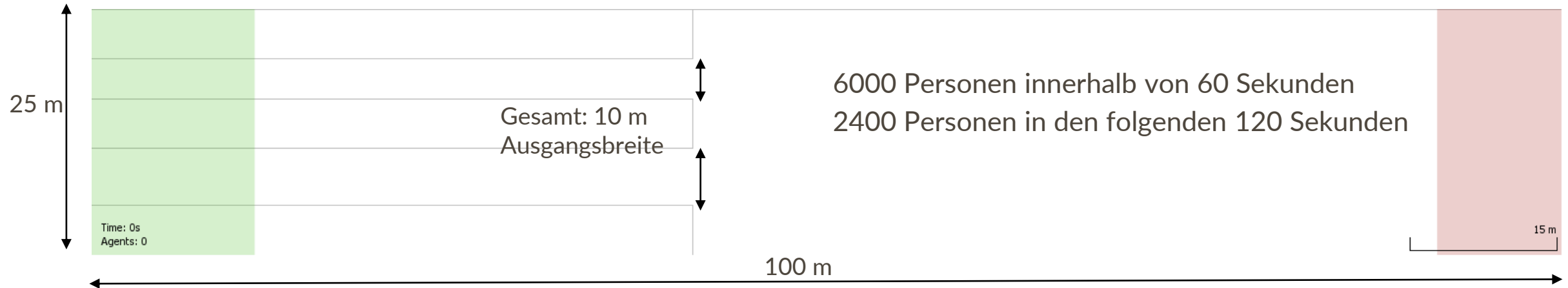
- › Definition von Grenzwerten für individuelle Anstehzeit, Stauzuwachs, Stauausdehnung

- 
- › Liegen die Werte höher als die Grenzwerte?
 - › Dehnt sich der Stau auf kritische Bereiche aus (bspw. Blockierung andere Fluchtwege)?



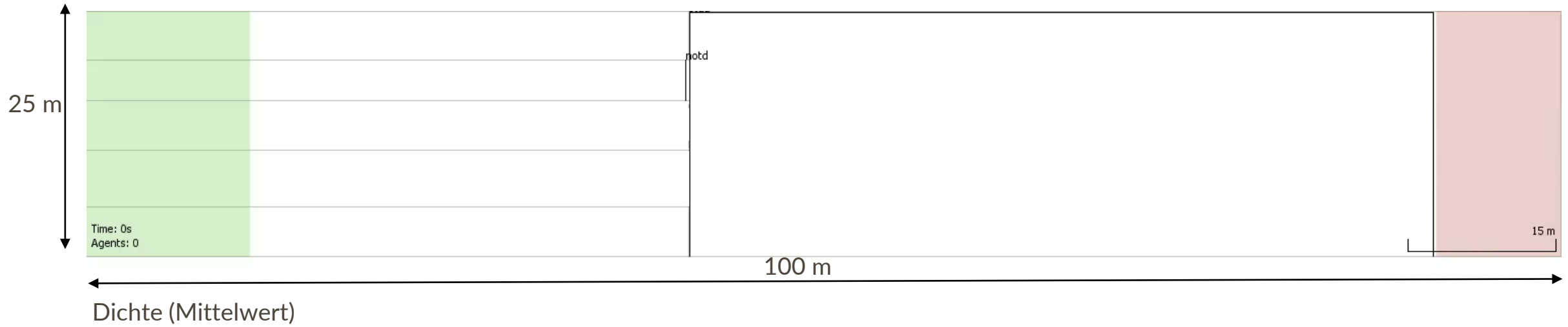
Kritischer Stau

Beispiel – langer Gang mit Engstellen

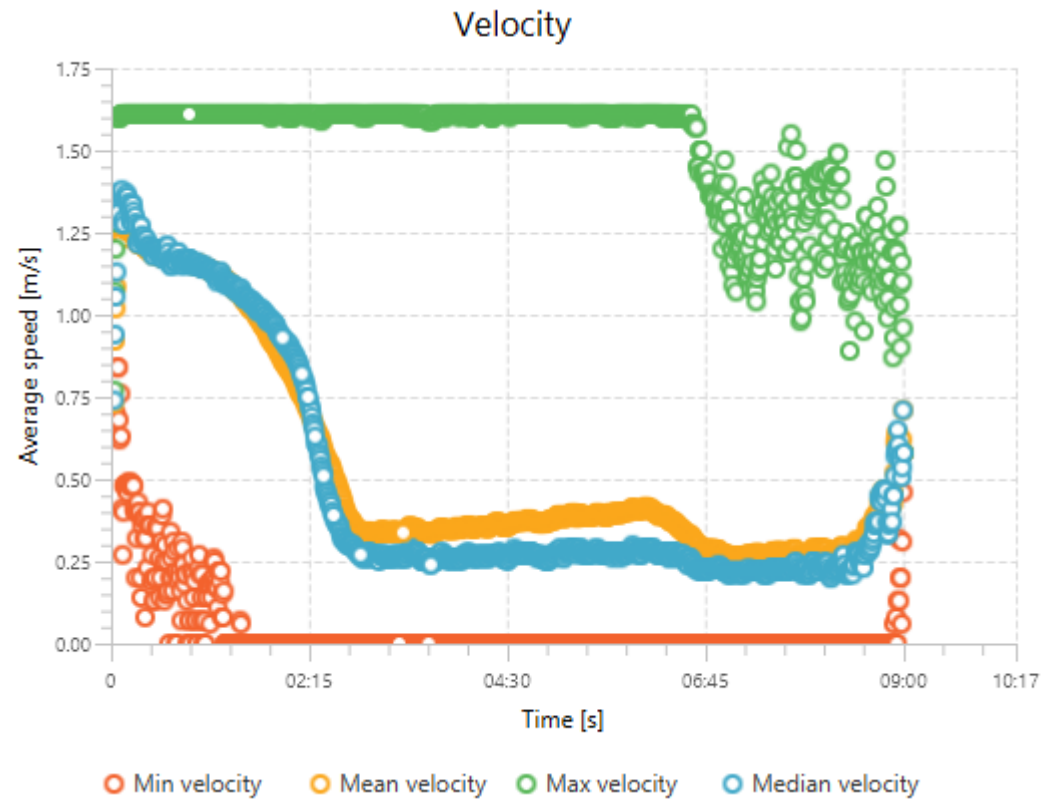


Parameter	Wert
Staudauer	› 7 Minuten
Staugröße	› 2225
Stauausdehnung/ Stauzuwachs:	Nicht klar, wie zu messen.

Beispiel – langer Gang mit Engstellen

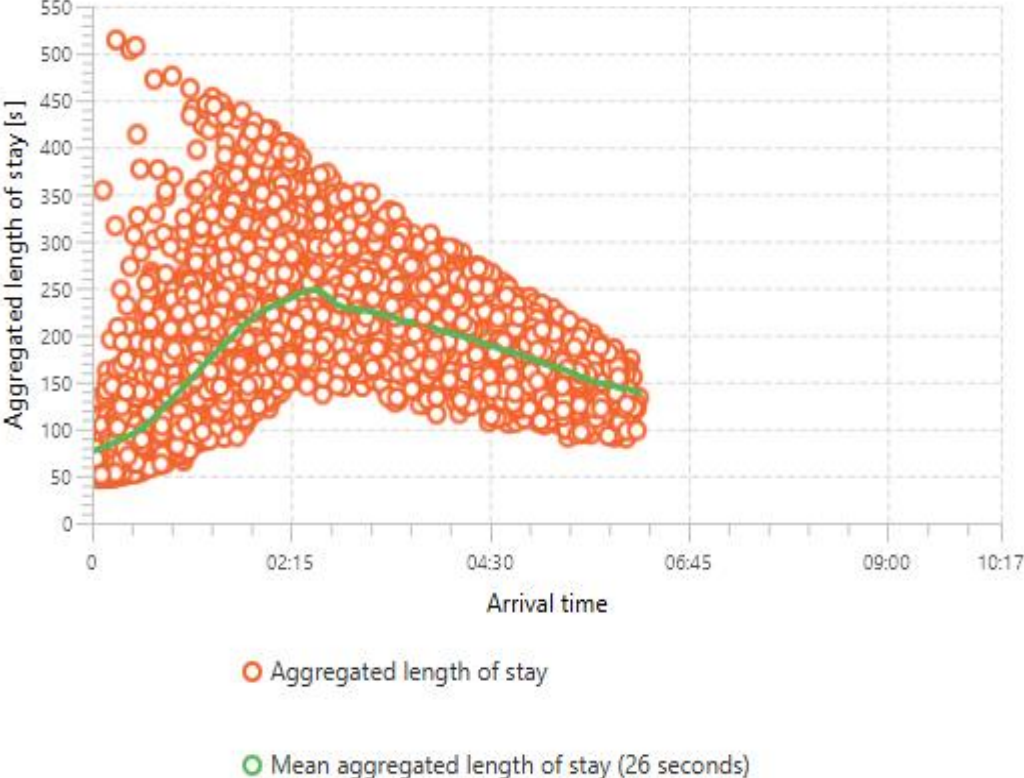


Stauklassifizierung

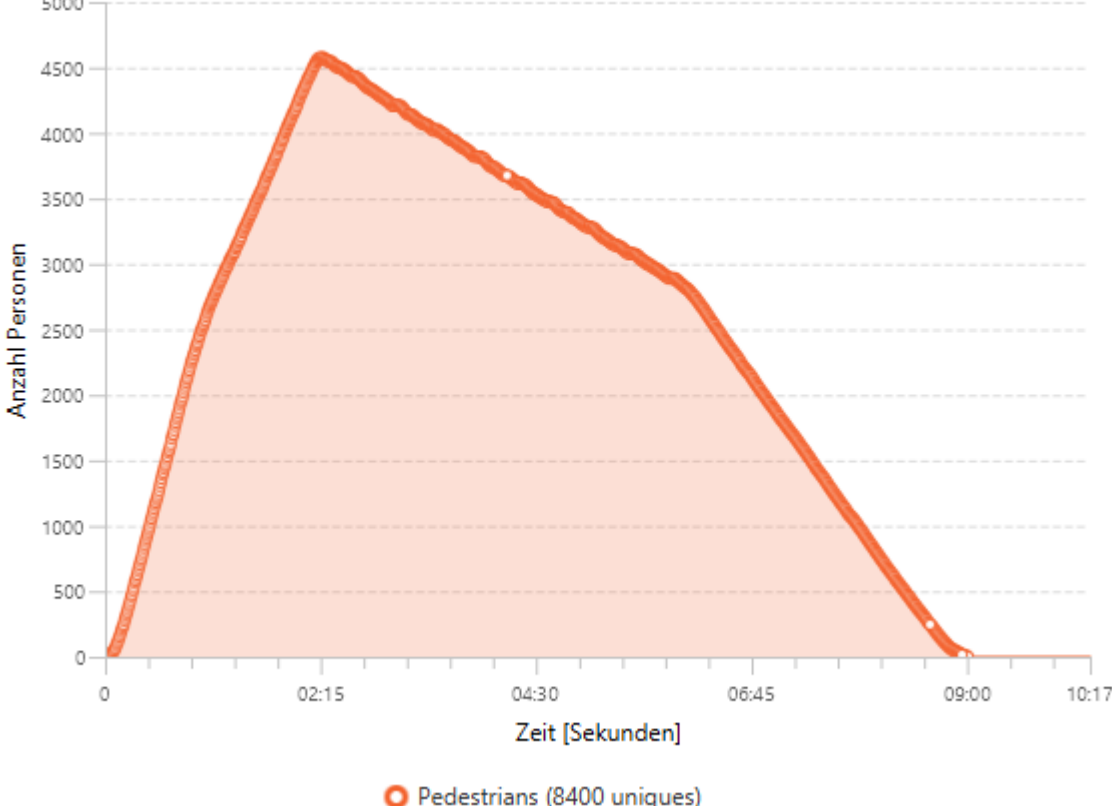


Beispiel – langer Gang mit Engstellen

Individuelle Anstehzeit



Anzahl Personen über die Zeit





accu:rate GmbH : Rosental 5 : 80331 München
+49 / 89 / 21 55 38 69 : info@accu-rate.de
www.accu-rate.de

Projektbeispiele:
www.accu-rate.de/de/referenzen

Videos auf youtube:
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLOldqyo---Ssq52RIFLOF-rJ0QdH3nfqW>