



## Benutzerhandbuch

accu:rate GmbH

accu:rate GmbH  
Goethestrasse 28 | D-80336 München  
+49 89 21553869  
[crowd-it@accu-rate.de](mailto:crowd-it@accu-rate.de)

26. Januar 2026

# Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	7
1.1	Haftungsausschluss	7
1.2	Einleitung	7
1.3	Dokumentstruktur	8
1.3.1	Mikroskopische Simulationen	8
1.3.2	Makroskopische Berechnungen	8
2	crowd:it Einführung	10
2.1	Benutzeroberfläche	10
2.1.1	Allgemeine Menüleiste	10
2.1.2	Modusabhängige Menüleiste	11
2.1.3	Werkzeuggestreife	12
2.1.4	Grundrissansicht	14
2.1.5	Stockwerkinformationen	14
2.1.6	Abspielleiste	15
2.1.7	Informationsbereich	15
2.2	Updates und Hilfe	17
2.2.1	Dokumentation	17
2.2.2	Tastenkürzel	17
2.2.3	Kurzeinführung	17
2.2.4	Kurzeinführung für makroskopische Berechnungen	18
2.2.5	Hilfe	18
2.2.6	Lizenz	18
2.2.7	Versionen	18
2.3	Allgemein	19
2.3.1	Escape ( <b>ESC</b> -Taste)	19
2.3.2	Tastenkürzel	19

2.3.3	Auswahlverhalten . . . . .	19
2.3.4	Wahrscheinlichkeitsverteilungen . . . . .	21
2.3.5	Hintergrundbild einfügen . . . . .	21
2.3.6	Logo . . . . .	22
3	Stockwerke . . . . .	23
3.1	Stockwerk einfügen . . . . .	23
3.2	Stockwerk ersetzen . . . . .	23
3.3	Eigenschaften anzeigen und bearbeiten . . . . .	24
3.4	Stockwerk verschieben . . . . .	24
3.5	Stockwerk löschen . . . . .	24
4	Geometrie . . . . .	25
4.1	Geometrie erstellen . . . . .	25
4.2	Geometrie bearbeiten . . . . .	25
4.3	Geometrie vereinfachen . . . . .	26
4.4	Tipps zur Geometrieerstellung . . . . .	26
5	Mikroskopische Simulation . . . . .	27
5.1	Der mikroskopische Modellierungsprozess Schritt für Schritt . . . . .	27
5.1.1	Schritt 1: Geometrie vorbereiten . . . . .	27
5.1.2	Schritt 2: Modellieren . . . . .	28
5.1.3	Schritt 3: Simulieren . . . . .	28
5.1.4	Schritt 4: Analysieren . . . . .	28
5.1.5	Schritt 5: Ergebnisse exportieren . . . . .	29
5.2	Kurzeinführung . . . . .	29
5.3	Geometrie vorbereiten . . . . .	29
5.3.1	Geometrie selbst zeichnen . . . . .	30
5.3.2	Importieren der Geometrie aus einer CAD-Datei . . . . .	30
5.3.3	Geometrie vorbereiten mit Vectorworks . . . . .	31
5.3.4	Geometrie vereinfachen . . . . .	35
5.4	Simulationsobjekte erstellen . . . . .	35
5.4.1	Einstellungen von Simulationsobjekten . . . . .	37
5.4.2	Quelle . . . . .	37
5.4.3	Ziel . . . . .	39
5.4.4	Skalierter Bereich . . . . .	39
5.4.5	Gerichteter Skalierter Bereich . . . . .	40

5.4.6	Wartebereich	40
5.4.7	Warteschlange	44
5.4.8	Treppe	45
5.4.9	Rolltreppe	46
5.4.10	Aufzug	47
5.4.11	Portal	48
5.4.12	Makroskopischer Bereich	49
5.5	Pfade, Teilpfade und Sets	50
5.5.1	Pfade	50
5.5.2	Teilpfade	53
5.5.3	Sets	55
5.5.4	Auswahlprozesse	56
5.5.5	Hierarchie öffnen	62
5.6	Populationseinstellungen	62
5.6.1	Personas	62
5.6.2	Gruppen	64
5.7	Simulationsberechnung	64
5.7.1	Simulationsmenü	64
5.7.2	Simulation starten	64
5.7.3	Vereinfachte Abschätzung starten	67
5.7.4	Weiter bearbeiten	67
5.8	Visualisieren	68
5.8.1	Agenten	68
5.8.2	Auswertungen anzeigen	70
5.8.3	Farben	70
5.8.4	Objektbeschriftung ein/ausblenden	70
5.8.5	Startzeitpunkt setzen	70
5.8.6	Abspielgeschwindigkeit einstellen	71
5.9	Analysieren	71
5.9.1	Agenten	71
5.9.2	Auswertungsobjekte	72
5.9.3	Auswertungseinstellungen	75
5.10	Ergebnisdarstellung	76
5.10.1	Diagramme	76
5.10.2	Zusammenfassungstabellen	83
5.10.3	Kritische Bereichserkennung	85

5.10.4	Heatmaps	86
5.11	Exportieren	89
5.11.1	Screenshot	89
5.11.2	Video	90
5.11.3	Berichterstattung	90
5.12	Schnellauswahl	91
5.13	Tools für Fortgeschrittene	92
5.13.1	Automatische Report-Erstellung mittels Konsole	92
5.14	Fehlersuche	93
5.14.1	Langsame Simulationsberechnung: Tipps und Tricks zur Leistung	93
5.14.2	Out of memory error	95
6	Makroskopische Berechnungen	96
6.1	Arbeitsablauf	96
6.2	Kurzeinführung	97
6.3	Wegelemente definieren	97
6.3.1	Startbereich festlegen	97
6.3.2	Horizontalen Weg erstellen	98
6.3.3	Treppe aufwärts/abwärts erstellen	99
6.3.4	Engstelle erstellen	100
6.4	Wegelemente verbinden	100
6.4.1	Vereinigung	100
6.4.2	Aufteilung	101
6.5	Übersicht über alle modellierten Wegelemente	101
6.6	Persona-Tabelle	102
6.7	Modellierungstipps	102
6.8	Visualisierungsoptionen im makroskopischen Modus	103
6.9	Berechnung	103
6.10	Ergebnisse	104
6.10.1	Übersichtstabelle	104
6.10.2	Detailanalyse	104
6.10.3	Exportieren von Ergebnissen	105
6.10.4	Rechengrößen	105
6.11	Analyse	106
6.12	Export	107



# Kapitel 1

## Vorbemerkungen

### 1.1 Haftungsausschluss

Dieses Benutzerhandbuch führt Sie in die Bedienung der *crowd:it*-Software ein. Die in *crowd:it* implementierten Modelle und Algorithmen sind aus der anerkannten und aktuellen Forschungsliteratur abgeleitet. Dennoch kann *accu:rate* keine Gewähr dafür übernehmen, dass die Realität nicht von den Simulationsergebnissen abweicht. Der sachgerechte Einsatz von *crowd:it* liegt in der alleinigen Verantwortung des Nutzers.

### 1.2 Einleitung

Herzlichen Glückwunsch! Sie haben sich für das fortschrittlichste Modell auf dem Markt entschieden. Im Jahr 2014 aus der Technischen Universität München (TUM) ausgegründete *accu:rate GmbH* bietet Praktikern wie Ingenieurbüros, Veranstaltern, Crowd Managern und Brandschützern die neuesten Erkenntnisse der Personenstromsimulation. Von Räumungssimulationen bis Komfortstudien, ob Indoor oder Outdoor, *crowd:it* liefert valide Ergebnisse basierend auf validierten mathematischen Modellen, die den Kern unserer Software bilden, denen Sie vertrauen können. Dank der übersichtlichen und selbsterklärenden Benutzeroberfläche von *crowd:it* können Sie sich voll auf Ihr Projekt und die Ergebnisse konzentrieren.

Die folgende Dokumentation dient als Referenz. Online-Videotutorials und persönliche Schulungen sind ebenfalls verfügbar.

## 1.3 Dokumentstruktur

Das Dokument gliedert sich in zwei grundlegende Teile:

1. Beschreibung zur Erstellung von mikroskopischen Simulationen
2. Beschreibung zur Erstellung von makroskopischen Berechnungen

### 1.3.1 Mikroskopische Simulationen

Die Dokumentation folgt dem typischen Arbeitsablauf eines Projekts. In der Regel beginnt dieser mit der Vereinfachung von CAD-Plänen, bevor bestimmte Objekte und Flächen als Simulationsobjekte (z.B. Eingänge und Ausgänge) gekennzeichnet werden.

Hierfür eignen sich handelsübliche 2D-CAD-Softwarepakete, z.B. Autodesk™ AutoCAD. Die in der CAD-Software erstellten Pläne können direkt in *crowd:it* importiert werden.

Im nächsten Schritt werden die zu simulierenden Bewegungsabläufe sowie die Wege der Personen (im Folgenden *Agenten* genannt) modelliert. Nachdem die Simulationsberechnung fertiggestellt ist, kann deren Verhalten analysiert werden.

Schließlich werden die Ergebnisse erstellt und für weitere Verwendung exportiert.

### 1.3.2 Makroskopische Berechnungen

Makroskopische Berechnungen sind eine vereinfachte Methode zur Analyse von Personenströmen. Sie ermöglichen eine erste Abschätzung von Räumungszeiten und können in *crowd:it* ausschließlich zur Berechnung von Räumungsszenarien verwendet werden.

Auch hier folgt die Beschreibung dem typischen Arbeitsablauf:

- Für eine makroskopische Berechnung ist keine exakte Geometrie erforderlich. Es empfiehlt sich jedoch, einen Grundrissplan des zu analysierenden Szenarios als Hintergrundbild zu importieren.
- Anschließend können verschiedene Wegelemente und Wege definiert werden.
- Die Berechnung erfolgt sofort (*instantan*), die Ergebnisse werden im rechten Bereich der Benutzeroberfläche angezeigt und können von dort analysiert und exportiert werden.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit Ihrem *crowd:it*-Projekt!

# Kapitel 2

## crowd:it Einführung

### 2.1 Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche ist in mehrere Bereiche unterteilt, die im Folgenden erklärt werden.

#### 2.1.1 Allgemeine Menüleiste

Am oberen Rand des Bildschirms befindet sich die **Menüleiste**. Hier sind allgemeine Funktionen untergebracht:

Ganz links befindet sich **Datei**. Hier können Sie Simulationen öffnen und speichern oder eine allgemeine Beschreibung zum Szenario hinzufügen (die im [Informationsbereich](#) angezeigt wird).

Neben **Datei** befindet sich **Ansicht**. Hier können allgemeine Anzeigeeinstellungen vorgenommen werden, wie z. B. das Einblenden einer Legende.

Folgende Punkte stehen zur Auswahl:

- **Legende:** zeigt/versteckt die Legende unten links in der Anzeige
- **Skalierung:** zeigt/versteckt den Maßstab der Geometrie unten rechts in der Anzeige
- **Hintergrundbild:** zeigt/versteckt ein Hintergrundbild, wenn Sie eines eingestellt haben. Ein Hintergrundbild kann wie [hier](#) beschrieben, eingefügt werden.
- **Logo:** zeigt/versteckt ein Logo, wenn Sie eines eingestellt haben. Ein Logo kann wie [hier](#) beschrieben, gesetzt werden.

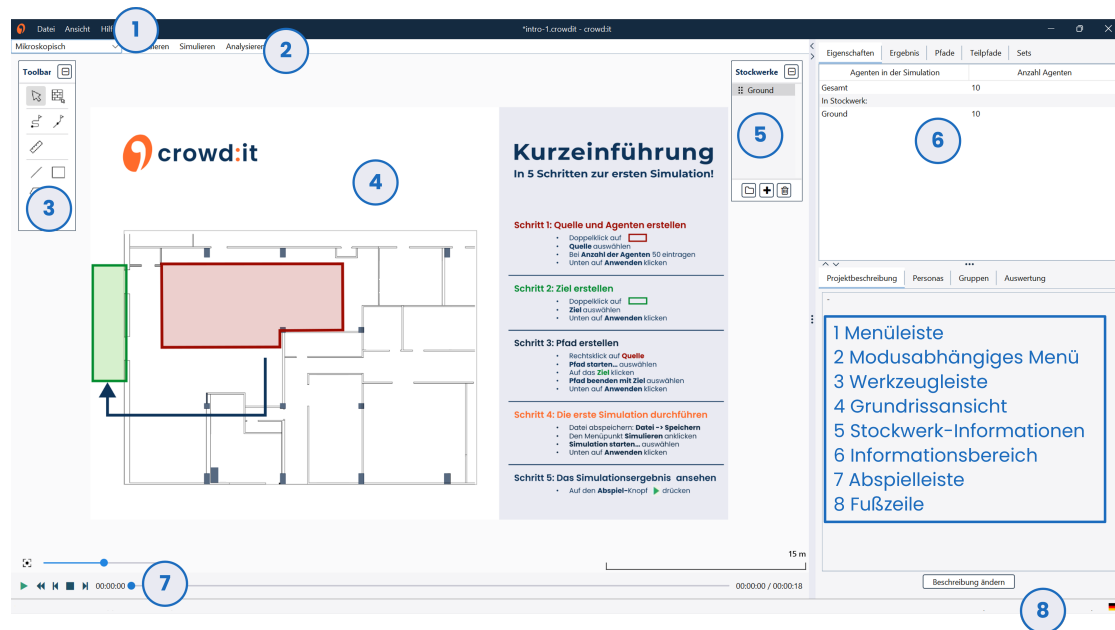


Abbildung 2.1: Die Benutzeroberfläche von crowd:it.

- **Werkzeugleiste zurücksetzen:** verschiebt die Werkzeugleiste auf ihre ursprüngliche Position oben links im Zeichenbereich
- **Stockwerksansicht zurücksetzen:** setzt die Stockwerksansicht auf ihre ursprüngliche Position oben rechts im Zeichenbereich

Jeder dieser Befehle ist unabhängig von den anderen.

Unter **Hilfe** können Sie diese **Dokumentation**, eine Übersicht der **Tastenkürzel** und die **Kurzeinführung** öffnen sowie **Lizenzdetails** und **crowd:it Updates** einsehen. Außerdem können Sie **Hilfe von accu:rate** anfordern. Weitere Informationen dazu finden Sie [hier](#).

### 2.1.2 Modusabhängige Menüleiste

Unter der allgemeinen Menüleiste befindet sich eine modusabhängige Menüleiste, über die zwischen den verschiedenen Berechnungsmodi gewechselt werden kann.

Im Dropdown-Menü ganz links kann zwischen dem Modus **Mikroskopisch** und **Predtetschenski & Milinski** (also dem makroskopischen Modus) gewechselt werden.

Im **Mikroskopischen Modus** stehen folgende Menüpunkte zur Verfügung:

- **Visualisieren:** Hier können Einstellungen zur Visualisierung vorgenommen werden (siehe auch [hier](#))
- **Simulieren:** Hier können Simulationen gestartet und Ergebnisse verwaltet werden (siehe [hier](#))
- **Analysieren:** Hier finden Sie Werkzeuge zur Analyse von Simulationsergebnissen sowie den Export von [Screenshots](#) und [Videos](#) (siehe auch [hier](#))

Im **Makroskopischen Modus** steht folgender Menüpunkt zur Verfügung:

- **Visualisieren:** Hier können Einstellungen zur Visualisierung vorgenommen werden (siehe [hier](#))

### 2.1.3 Werkzeugleiste



Die Werkzeugleiste bietet praktische Tools für den schnellen Zugriff beim Bearbeiten und wird links eingeblendet. Abhängig vom gewählten Simulationsmodus (mikroskopisch oder makroskopisch) ändert sich die Werkzeugleiste.

#### **Werkzeugleiste im mikroskopischen Modus**

Je nachdem, ob Simulationsergebnisse vorliegen oder nicht, bietet die Werkzeugleiste unterschiedliche Werkzeuge an. Standardmäßig ist das Auswahlwerkzeug aktiv, mit dem Sie Simulationsobjekte selektieren können.

Die Werkzeugleiste ist wie folgt unterteilt:


#### ***Objekte auswählen (sowohl im Editier- als auch im Ergebnismodus)***












-  Simulationsobjekte auswählen
-  [Wände auswählen](#)

#### ***Geometrie editieren (nur im Editiermodus)***



-  [Geometrie von Objekten editieren](#)
-  [Geometrie des Stockwerks vereinfachen](#)

#### ***Neue Objekte zeichnen (nur im Editiermodus)***





-  [Wand zeichnen](#)
-  Simulationsobjekt zeichnen

-  **Quelle** zeichnen
-  **Ziel** zeichnen
-  **Wartebereich** zeichnen
-  **Warteschlange** zeichnen
-  **Treppe** zeichnen
-  **Rolltreppe** zeichnen
-  **Aufzug** zeichnen
-  **Portal** zeichnen
-  **Skalierten Bereich** zeichnen
-  **Gerichteten skalierten Bereich** zeichnen
-  **Makroskopischen Bereich** zeichnen

### **Objekte verbinden (nur im Editiermodus)**

-  **Pfad** erstellen
-  **Teilpfad** erstellen

### **Messen und auswerten (sowohl im Editier- als auch im Ergebnismodus)**



-  **Abstände im Plan** messen
-  **Zähllinie** zeichnen
-  **Auswertungsrechteck** zeichnen
-  **Auswertungspolygon** zeichnen

### **Agenten auswählen (nur im Ergebnismodus)**

-  Einzelne oder mehrere **Agenten** identifizieren

## **Werkzeugleiste im makroskopischen Modus**








### **Objekte auswählen**

-  **Simulationsobjekte** auswählen
-  **Wände** auswählen

### **Geometrie bearbeiten**

-  **Geometrie von Objekten** editieren

### **Neue Objekte zeichnen**

-  Wand zeichnen
-  Simulationsobjekt zeichnen
-  Startbereich zeichnen
-  Horizontalen Weg zeichnen
-  Treppe aufwärts zeichnen
-  Treppe abwärts zeichnen
-  Engstelle zeichnen

### **Objekte verbinden**

-  Wegelemente verbinden

### **Messen**


-  Abstände im Plan messen

## **2.1.4 Grundrissansicht**

Die **Grundrissansicht** zeigt die Geometrie der Simulation an. Hier können Sie Ihre Simulation und die zugehörige Geometrie betrachten und editieren.

**Navigieren** Sie innerhalb der Ansicht mit gedrücktem Scrollrad oder den Pfeiltasten Ihrer Tastatur.

Sie können die Simulationsanzeige **vergrößern und verkleinern**, indem Sie mit der Maus scrollen oder den Schieberegler benutzen, der sich in der Zeichenfläche unten links befindet.

Neben dem Schieberegler können Sie durch Klicken auf  das **Stockwerk zentrieren**. Der Zoom wird dabei so angepasst, dass das Stockwerk vollständig sichtbar ist.

## **2.1.5 Stockwerkinformationen**

Im oberen rechten Teil der Grundrissansicht befinden sich die Stockwerkinformationen. Hier können Sie zwischen Stockwerken wechseln, neue anlegen oder bestehende löschen. Weitere Details finden Sie [hier](#).

## 2.1.6 Abspielleiste

Die Abspielleiste erscheint nur im mikroskopischen Modus, wenn bereits eine Simulation gelaufen ist. Sie ermöglicht das Abspielen, Pausieren und Zurückspulen der Simulation. Zudem kann die Simulation schrittweise abgespielt werden. Die Zeitleiste zeigt den aktuellen Zeitschritt an, und der Zeiger kann beliebig vor- oder zurückbewegt werden. Die Abspielgeschwindigkeit kann unter **Visualisieren > Abspielgeschwindigkeit einstellen ...** angepasst werden.

## 2.1.7 Informationsbereich

Der Informationsbereich befindet sich rechts neben der Grundrissansicht und zeigt kontextbezogene Informationen an.

### Informationsbereich im Modus mikroskopisch

#### **Tab Eigenschaften**

Dieser Tab ist in zwei Bereiche unterteilt:

- Oberer Bereich: Zeigt allgemeine Informationen zu aktuell ausgewählten Objekten.
- Unterer Bereich: Ermöglicht simulationsbezogene Einstellungen.

#### *Oberer Bereich*

Während der Modellierungsphase zeigt der obere Bereich Informationen zu den aktuell ausgewählten Objekten im Grundriss an.

- Wenn **kein Objekt** ausgewählt ist, wird die Gesamtanzahl der Agenten im Szenario und pro Stockwerk angezeigt.
- Wenn **ein oder mehrere Objekte** ausgewählt sind, erscheint eine Tabelle mit allen aktuell selektierten Simulationsobjekten.
  - Ein Rechtsklick auf ein Element dieser Tabelle öffnet das zugehörige Kontextmenü (analog zum Rechtsklick in der [Grundrissansicht](#)).
  - Direkt unterhalb dieser Tabelle werden detaillierte Informationen zum jeweils selektierten Objekt dargestellt. Bei Auswahl mehrerer Objekte können die Details jedes einzelnen Objektes durchgeblättert werden (mit  $\leftarrow$  und  $\rightarrow$ ). Zudem ist eine zusammenfassende Übersicht (Statistik) aller selektierten Agenten verfügbar.

Der detaillierte Informationsbereich besteht aus vier Tabellen:

1. **Allgemeine Objektinformationen** (abhängig vom Objekttyp variieren die angezeigten Details).
2. **Pfad-Zugehörigkeit** – zeigt an, auf welchen Pfaden das Objekt enthalten ist.
3. **Teilpfade** – listet die relevanten Teilpfade des Objekts auf.
4. **Sets** – zeigt, in welchen Sets das Objekt enthalten ist.

Ein Rechtsklick auf einen Tabelleneintrag öffnet ein Kontextmenü mit weiteren Optionen zur Bearbeitung oder Anzeige zusätzlicher Details.

Falls **Simulationsergebnisse vorliegen** und ein oder mehrere Agenten in der **Grundrissansicht** ausgewählt wurden, zeigt der Tab spezifische Informationen zu diesen Agenten an.

- Durch einen Rechtsklick auf die Spaltenüberschrift können bestimmte Informationen ausgeblendet oder gefiltert werden, um die Übersichtlichkeit zu verbessern.
- Ein Rechtsklick innerhalb der Tabelle öffnet ein Kontextmenü mit weiteren Details zum ausgewählten Agenten, z. B.
  - aus welchen Objekten sich sein abgelaufener Pfad zusammensetzt,
  - welche konkreten Objekte er zum aktuellen Zeitpunkt bereits durchlaufen hat.

Wie bei ausgewählten Simulationsobjekten ist es auch bei mehreren Agenten möglich, durchzublättern oder die Statistik anzeigen zu lassen.

### *Unterer Bereich*

Der untere Bereich des Tabs *Eigenschaften* enthält folgende Tabs:

- **Projektbeschreibung** – Hier können Metainformationen zum Projekt hinterlegt werden.
- **Personas** – Definition verschiedener Personengruppen (*Personas*) (siehe auch [Personas](#)).
- **Gruppen**: Hier können verschiedene Gruppen definiert werden (siehe auch [Gruppen](#))
- **Auswertung** (nur sichtbar, wenn Simulationsergebnisse vorliegen): Hier können genaue Einstellungen zur Auswertung von Staus getroffen werden.

### **Tab Pfade, Teilpfade, Sets**

Hier können Sie die vorhandenen [Pfade](#), [Teilpfade](#) und [Sets](#) in einer Baumstruktur sehen und bearbeiten.

### **Tab Ergebnis (nur sichtbar, wenn Simulationsergebnisse vorliegen)**

Dieser Tab fasst Simulationsergebnisse zusammen, einschließlich Statistiken zu Agenten, Quellen und Zielen.

### **Informationsbereich im Modus makroskopisch**

Im makroskopischen Modus gibt es vier Tabs:

- **Eigenschaften:** Anzeige von allen Wegelementen in tabellarischer Form ([Details hier](#))
- **Berechnung:** Einstellung der Berechnungsart und Anzeige der Ergebnisse ([Details hier](#)).
- **Analyse:** Werkzeuge zur Analyse ([Details hier](#)).
- **Rechengrößen:** Anzeige aller wichtigen Berechnungsinformationen ([Details hier](#)).

## **2.2 Updates und Hilfe**

### **2.2.1 Dokumentation**

Unter **Hilfe** > **Dokumentation öffnen** kann die aktuelle Dokumentation von *crowd:it* aufgerufen werden.

### **2.2.2 Tastenkürzel**

Unter **Hilfe** > **Tastenkürzel** erhalten Sie einen Überblick über Tastaturbefehle, die Ihnen die Benutzung von *crowd:it* erleichtern.

### **2.2.3 Kurzeinführung**


Unter **Hilfe** > **Kurzeinführung für mikroskopische Simulationen** öffnet sich eine *crowd:it* Datei, mit der sie einen schnellen Einstieg zur Verwendung von *crowd:it* erhalten.

## 2.2.4 Kurzeinführung für makroskopische Berechnungen

Unter **Hilfe** > **Kurzeinführung für makroskopische Berechnungen** finden Sie eine Einführung in makroskopische Berechnungen.

## 2.2.5 Hilfe

### Hilfe über die Hinweisbuttons

In vielen Dialogen finden Sie Hinweisbuttons, gekennzeichnet mit . Mit Klick auf diesen Button bekommen Sie kontextbezogene Hilfe und Erläuterungen.

### Hilfe von **accu:rate**

Unter **Hilfe** > **Erhalten Sie Hilfe von **accu:rate**** kann eine Support-Anfrage gestellt werden. Projektdetails sind aus Datenschutzgründen standardmäßig nicht aktiviert, sollten aber für eine schnellere Hilfe übermittelt werden.

### How-tos zum schnellen Einstieg

Auf unserer Webseite bieten wir mehrere kleine How-tos an, die Ihnen den Einstieg in *crowd:it* erleichtern. Diese finden sie [hier](#).

## 2.2.6 Lizenz

Unter **Hilfe** > **Lizenz-Details** können Lizenzinformationen eingesehen und bearbeitet werden.

## 2.2.7 Versionen

### Informationen über die Version

Unter **Hilfe** > **Über *crowd:it*...** können Sie die aktuelle Version von *crowd:it* und den Simulationskern einsehen sowie den aktuellen Changelog abrufen.

### Updates

Bei jedem Start prüft *crowd:it* automatisch auf Updates. Falls verfügbar, werden diese im Hintergrund heruntergeladen. Nach Abschluss des Downloads wird

eine Benachrichtigung angezeigt. Ein Klick darauf startet *crowd:it* mit der neuen Version.

### Versionskonvertierung

Einige Updates erfordern ein neues Dateiformat. Beim nächsten Öffnen wird ein Dialog zur automatischen Konvertierung angezeigt. Um mit der Datei weiterarbeiten zu können, ist die Konvertierung notwendig. Es wird eine neue Datei angelegt, die Originaldatei bleibt erhalten.

## 2.3 Allgemein

In der Software gibt es einige wiederkehrende Verhaltensweisen, die in diesem Kapitel beschrieben werden.

### 2.3.1 Escape (ESC-Taste)

Drücken Sie *Esc*, um eine laufende Aktion abubrechen. Folgende Aktionen können mit *Esc* beendet werden:

- Erstellen von Pfaden
- Erstellen von Simulationsobjekten und Wegelementen
- Zeichnen oder Verschieben von Messlinien (Tripwires) oder Polygonen
- Verfolgen eines Agenten
- Bearbeiten von Einstellungen

### 2.3.2 Tastenkürzel

In *crowd:it* lassen sich verschiedene Funktionen über Tastenkürzel aufrufen. Eine vollständige Übersicht finden Sie in der **Menüleiste** unter **Hilfe > Tastenkürzel...**

### 2.3.3 Auswahlverhalten

Einige Elemente, wie Simulationsobjekte, Wände und Agenten, können direkt in der **Grundrissansicht** ausgewählt werden.

Dabei gelten in *crowd:it* folgende Grundkonventionen:

### Linker Mausklick: Auswahl von Elementen

Für die Auswahl von Elementen stehen mehrere Methoden zur Verfügung. Objekte können durch einfaches Anklicken oder durch Ziehen eines Auswahlrechtecks selektiert werden.

Unabhängig von der gewählten Methode kann die Selektion durch bestimmte Tastenkombinationen beeinflusst werden:

- **Ohne zusätzliche Taste:** Die aktuelle Auswahl wird gelöscht, und eine neue Selektion beginnt.
- **SHIFT-Taste:** Neue Elemente werden zur bestehenden Auswahl hinzugefügt.
- **STRG-Taste:** Elemente werden zur Auswahl hinzugefügt, falls sie sich nicht bereits darin befinden. Falls sie bereits ausgewählt sind, werden sie entfernt.
- **SHIFT + STRG gleichzeitig:** Entfernt Elemente gezielt aus der Auswahl.

### Auswahl mehrerer Elemente

Um mehrere Objekte gleichzeitig auszuwählen, können Sie ein Rechteck über die gewünschten Objekte ziehen.

- Ziehen Sie den Mauszeiger **von links nach rechts**, werden nur Objekte ausgewählt, die vollständig innerhalb des Auswahlrechtecks liegen.
- Ziehen Sie den Mauszeiger **von rechts nach links**, reicht es aus, wenn sich ein Teil des Objekts innerhalb des Auswahlbereichs befindet.

### Mittlerer Mausklick

- Ein Klick mit der **mittleren Maustaste** auf ein Simulationsobjekt ermöglicht die Bearbeitung seiner Geometrie.
- Falls das Werkzeug *Wände auswählen und bearbeiten* in der Werkzeugleiste aktiviert ist, kann die Geometrie von Wänden durch einen mittleren Mausklick angepasst werden.

### Rechter Mausklick

Ein Rechtsklick auf ein klickbares Objekt öffnet ein Kontextmenü mit schnellen Bearbeitungsoptionen, die je nach Objekttyp variieren.

### Linker Doppelklick

Ein Doppelklick auf ein Objekt öffnet dessen Eigenschaften.

### Kopieren und Einfügen

- Ausgewählte Simulationsobjekte und Wände lassen sich mit **Rechtsklick** > **Kopieren** oder Strg+C kopieren.
- Über **Rechtsklick** > **Einfügen** oder Strg+V kann die Auswahl an einer anderen Position oder auf einem anderen Stockwerk eingefügt werden.
- Die Option **Auf Stockwerk kopieren** ermöglicht es, Objekte auf mehrere Stockwerke gleichzeitig zu duplizieren.

### 2.3.4 Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Für die Erzeugung verschiedener Personengruppen (*Personas*) werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen benötigt, beispielsweise zur Zuweisung von Geschwindigkeit, Platzbedarf oder Reaktionszeit.

In *crowd:it* stehen folgende Verteilungsarten zur Verfügung:

- **Normalverteilung:** Werte folgen einer Gauß-Verteilung (*Glockenkurve*), d.h. mittlere Werte treten häufiger auf als Extremwerte.
- **Gleichverteilung:** Alle Werte innerhalb eines festgelegten Bereichs sind gleich wahrscheinlich.
- **Logarithmisch-Normalverteilung:** Die Mehrheit der Werte liegt auf der linken Seite der Verteilungsskala. Diese Verteilung eignet sich gut zur Modellierung von Reaktionszeiten.
- **Keine Verteilung:** Alle Objekte erhalten denselben festen Wert.

### 2.3.5 Hintergrundbild einfügen

Ein Hintergrundbild, das hinter das Szenario gesetzt wird, ist manchmal nützlich. Da es unwahrscheinlich ist, dass die Abmessungen Ihres Bildes und des Szenarios übereinstimmen, ist es möglich, die Größe, Position und Drehung Ihres Bildes zu kalibrieren. Dazu werden das Bild und das Szenario in zwei Fenstern angezeigt, über denen jeweils eine "Kalibrierungslinie" gezogen wird.

Es gibt zwei Möglichkeiten, ein Bild über Ihr Szenario zu legen. Die schnellere Möglichkeit besteht darin die Kalibrierungslinie im Szenario selbst anzupassen.

Da sich das Bild live anpasst, können Sie es einfach nach Augenmaß kalibrieren. Dies ermöglicht aber nur eine grobe Kalibrierung. Falls Sie eine genaue Kalibrierung benötigen ist die zweite Möglichkeit besser für Sie. Dafür ziehen Sie die Enden der Kalibrierungslinie (rot und blau) auf eine "echte" Linie oder Ecke im Bild. Es ist hilfreich, wenn die zwei gewählten Punkte weit auseinander liegen. Als Nächstes ziehen Sie die entsprechenden Enden der Kalibrierungslinie auf die gleiche Linie oder Ecke im Szenario. Es sollte jeweils möglichst genau der gleiche Punkt in Bild und Szenario getroffen werden.

Passen Sie schließlich die Transparenz des Bildes an, um eine "visuelle Konkurrenz" zwischen dem Hintergrundbild und dem Szenario zu vermeiden. Wenn Sie zufrieden sind, wählen Sie Anwenden.

### 2.3.6 Logo

Mit **Ansicht > Logo...** können Sie ein Logo zu Ihrer Simulation hinzufügen. Ihr Logo wird für jedes Stockwerk an der gleichen Position bleiben. Standardmäßig befindet es sich in der oberen rechten Ecke.

Sie können die Größe Ihres Logos anpassen, indem Sie es auswählen. Dadurch wird in jeder Ecke des Logos ein blaues Rechteck sichtbar. Halten Sie die Maus auf einem dieser Rechtecke und ziehen Sie das Logo auf die gewünschte Größe. Sie können die Position Ihres Logos anpassen, indem Sie das Logo auswählen und mit der Maus verschieben.

Wenn Sie mit der Größe und Position Ihres Logos zufrieden sind, verlassen Sie den Bearbeitungsmodus, indem Sie irgendwo außerhalb des Logos klicken. Das Logo darf nur einmal bearbeitet werden, da es sich um eine projektübergreifende Einstellung handelt.


## Kapitel 3

# Stockwerke

Stockwerke dienen dazu, die Simulationsumgebung zu beschreiben. Dieses Kapitel erklärt, wie Stockwerke importiert, bearbeitet und gelöscht werden können.

### 3.1 Stockwerk einfügen

Nach dem Erstellen einer neuen Simulationsdatei müssen Stockwerke hinzugefügt werden, auf denen sich die Agenten bewegen.

- Ein Klick auf  ermöglicht das Importieren einer .dxf-Datei, die dann als neues Stockwerk in das Projekt eingefügt wird.
- Mit einem Klick auf das **+**-Symbol kann ein leeres Stockwerk erstellt werden, in dem Sie eigene Geometrie zeichnen können (siehe [Geometrie erstellen](#))

Stockwerke müssen einen **eindeutigen Namen** haben. Falls dies nicht der Fall ist, wird eine Warnung angezeigt, und der Import ist nicht möglich.

### 3.2 Stockwerk ersetzen

Um ein bestehendes Stockwerk zu ersetzen, klicken Sie mit der rechten Maustaste darauf und wählen **Ersetzen**. Anschließend öffnet sich ein Dateidialog, in dem eine neue .dxf-Datei ausgewählt werden kann. Das bestehende Stockwerk wird dann durch die neue Datei ersetzt.

### 3.3 Eigenschaften anzeigen und bearbeiten

Ein Doppelklick auf ein Stockwerk oder ein Rechtsklick mit Auswahl von **Eigenschaften** ermöglicht die Bearbeitung folgender Einstellungen:

- **Name:** Eindeutiger Identifikationsname des Stockwerks.

Unter **Erweitert** steht darüber hinaus folgende Option zur Verfügung:

- **Zelldiskretisierung:** Bestimmt die Rastergröße des Stockwerks in Metern.

### 3.4 Stockwerk verschieben

Falls die Reihenfolge der Stockwerke angepasst werden muss (z. B. wenn ein Keller über einem anderen Untergeschoss liegt), können Sie das Stockwerk über das **Sechs-Punkte-Symbol** (:::) links neben dem Stockwerksnamen per Drag-and-Drop an die gewünschte Position verschieben.

### 3.5 Stockwerk löschen

Ein Stockwerk kann auf zwei Arten gelöscht werden:

1. **Über das Papierkorb-Symbol** .
2. **Über das Kontextmenü** (Rechtsklick auf das Stockwerk).

Falls das Stockwerk Simulationsobjekte enthält, wird vor dem Löschen eine Warnung angezeigt.

# Kapitel 4

## Geometrie

### 4.1 Geometrie erstellen

In der Regel wird die Geometrie eines Szenarios aus einer .dxf-Datei importiert, die als Grundlage für die Modellierung dient. Eine detaillierte Anleitung dazu finden Sie im Kapitel [Importieren der Geometrie aus einer CAD-Datei](#).



Alternativ kann Geometrie direkt in *crowd:it* erstellt werden. Dafür steht das Werkzeug **Wände zeichnen** in der Werkzeugleiste zur Verfügung:



Mit diesem Werkzeug lassen sich sowohl offene als auch geschlossene Wände zeichnen.

### 4.2 Geometrie bearbeiten

Bereits gezeichnete Geometrie kann wie folgt geändert werden:

- : Ändert die Geometrie von Wänden
- : Ändert die Geometrie von Simulationsobjekten

... oder mit einem **mittleren Mausklick** auf das Objekt.

Folgende Schritte können nun durchgeführt werden:

- Wählen Sie das Objekt aus, die geändert werden soll.
- Nach der Auswahl werden die Eckpunkte des selektierten Objekts angezeigt, die durch Ziehen verschoben werden können.
- Sie können auch mehrere Eckpunkte selektieren und verschieben.


- Mit **Strg + A** können alle Punkte ausgewählt werden, um das gesamte Objekt zu verschieben.
- Der **Informationsbereich** bietet außerdem Optionen zum Löschen oder Hinzufügen neuer Punkte zwischen bestehenden Punkten.

### 4.3 Geometrie vereinfachen

In der Werkzeugleiste befindet sich folgendes Werkzeug , mit dem eine vorhandene Geometrie vereinfacht werden kann:

Folgende Vereinfachungen werden mit diesem Werkzeug vorgenommen:

- Nicht zugängliche Wände entfernt.
- Offene Wände geschlossen.
- Redundante Wände zusammengeführt.
- Wände durch einfachere geometrische Formen ersetzt.

Über die erweiterten Einstellungen kann der Detaillierungsgrad angepasst werden. Weitere Informationen finden sich in der Benutzeroberfläche des Werkzeugs über den Hinweisbutton .

### 4.4 Tipps zur Geometrieerstellung

So stellen Sie sicher, dass zwei Linien eines Polygons parallel sind:

1. **Drehen Sie das Polygon**, sodass eine der parallelen Linien entweder horizontal oder vertikal ausgerichtet ist.
2. **Überprüfen Sie die Koordinaten** der Endpunkte in der Tabelle auf der rechten Seite:
  - Falls die Linie **horizontal** ausgerichtet ist, sollten die y-Koordinaten der Endpunkte identisch sein.
  - Falls die Linie **vertikal** ausgerichtet ist, sollten die x-Koordinaten der Endpunkte übereinstimmen.
3. **Passen Sie die Koordinaten** der beiden Punkte an, die parallel zur ersten Linie ausgerichtet werden sollen.
4. **Drehen Sie das Polygon zurück** in seine ursprüngliche Position.

# Kapitel 5

## Mikroskopische Simulation

Die Software *crowd:it* bildet ein agentenbasiertes Modell für die Simulation von Personenströmen ab – das sogenannte *Optimal Steps Model*. Weitere Literatur zum Modell ist auf unserer Webseite unter folgendem Link zu finden:

[Simulationsmodell](#).

### 5.1 Der mikroskopische Modellierungsprozess Schritt für Schritt

Der Modellierungsprozess läuft wie folgt ab:



#### 5.1.1 Schritt 1: Geometrie vorbereiten

Bevor mit der Modellierung begonnen werden kann, muss ein Betrachtungsbereich festgelegt und eine Geometrie erstellt werden.

Diese kann entweder als .dxf-Datei importiert oder direkt in der Software gezeichnet werden (siehe auch [Stockwerke](#) und [Geometrie vorbereiten](#)).

## 5.1.2 Schritt 2: Modellieren

In diesem Schritt werden alle Eingangsdaten der Simulation definiert.

### Erforderliche Eingangsdaten:

- Die vorbereitete Geometrie bzw. der Betrachtungsbereich (siehe auch [Stockwerke](#))
- Quellen und Ziele, in denen Agenten in die Simulation eintreten und sie verlassen (siehe auch [Quellen](#) und [Ziele](#))
- Anzahl und Art der zu simulierenden Personen bzw. Population (siehe auch [Personas](#))
- Pfade zur Steuerung der Agentenbewegung von der Quelle zum Ziel, sofern nicht die Option **Vereinfachte Simulation** gewählt wurde (siehe auch [Vereinfachte Simulation](#))

### Optionale Eingangsdaten:

- Aktionspläne (siehe auch [Pfade](#)): Wie bewegen sich die Agenten durch die Simulation? Welche Stationen passieren sie?
- Weitere Interaktionsobjekte auf dem Weg zwischen Quelle und Ziel, z.B. Wartebereiche oder Warteschlangen
- Stockwerksverbinder wie Treppen, Fahrtreppen oder Aufzüge für mehrstöckige Simulationen

## 5.1.3 Schritt 3: Simulieren

Im Simulationsmenü können wichtige Einstellungen vorgenommen werden, z. B. Simulationszeit oder statistische Läufe.

Nach dem Start der Simulation übernimmt der Computer die Berechnung.

## 5.1.4 Schritt 4: Analysieren

Nach Abschluss der Simulation kann das Ergebnis betrachtet werden. Dafür stehen verschiedene Visualisierungs- und Analysetools zur Verfügung (siehe auch unter [Visualisieren](#) und [Analysieren](#)).

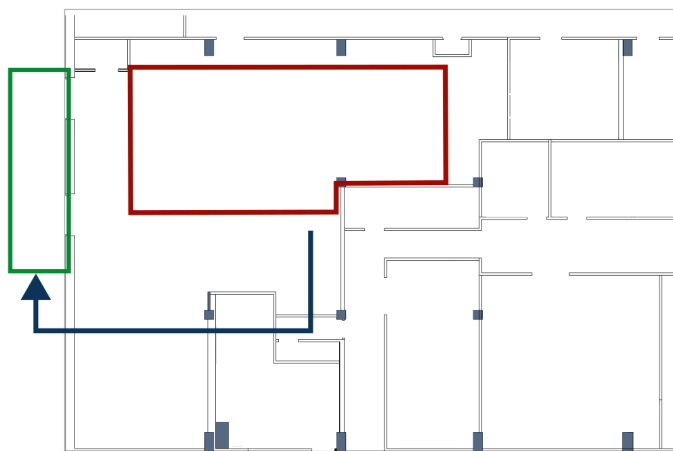
## 5.1.5 Schritt 5: Ergebnisse exportieren

Sobald die Analyse abgeschlossen ist, können sämtliche Diagramme, Statistiken, Screenshots und Videos exportiert sowie Berichtsvorlagen erstellt werden (siehe auch [Exportieren](#)).

## 5.2 Kurzeinführung

Unsere **Kurzeinführung**, die über den **Willkommensbildschirm** oder das Menü **Hilfe** aufgerufen werden kann, führt in die grundlegenden *crowd:it*-Funktionen ein:

- Erstellen einer [Quelle](#)
- Erstellen eines [Ziels](#)
- Erstellen eines [Pfads](#)
- [Simulation starten](#)



### Kurzeinführung

In 5 Schritten zur ersten Simulation!

---

**Schritt 1: Quelle und Agenten erstellen**

- Doppelklick auf
- **Quelle** auswählen
- Bei **Anzahl der Agenten** 50 eintragen
- Unten auf **Anwenden** klicken

---

**Schritt 2: Ziel erstellen**

- Doppelklick auf
- **Ziel** auswählen
- Unten auf **Anwenden** klicken

---

**Schritt 3: Pfad erstellen**

- Rechtsklick auf **Quelle**
- **Pfad starten...** auswählen
- Auf das **Ziel** klicken
- **Pfad beenden mit Ziel** auswählen
- Unten auf **Anwenden** klicken

---

**Schritt 4: Die erste Simulation durchführen**

- Datei abspeichern: **Datei** -> **Speichern**
- Den Menüpunkt **Simulieren** anklicken
- **Simulation starten...** auswählen
- Unten auf **Anwenden** klicken

---

**Schritt 5: Das Simulationsergebnis ansehen**

- Auf den **Abspiel-Knopf** ▶ drücken

## 5.3 Geometrie vorbereiten

Um Agenten in einer Umgebung simulieren zu können, wird zunächst ein Grundriss des zu simulierenden Gebiets benötigt. Die Pläne sollten in einer

CAD-Software erstellt und dann in *crowd:it* importiert oder direkt in *crowd:it* gezeichnet werden.

### 5.3.1 Geometrie selbst zeichnen

Hier wird beschrieben, wie Geometrie auf Stockwerken gezeichnet und editiert werden kann.

### 5.3.2 Importieren der Geometrie aus einer CAD-Datei

#### dxg-Format

Die meisten CAD-Programme ermöglichen den Export von .dxg-Dateien. Diese können anschließend in *crowd:it* importiert werden, sodass eine Kompatibilität mit vielen verschiedenen CAD-Programmen gewährleistet ist.

#### Wichtig!

Damit die exportierten Dateien für die Simulation verwendbar bleiben, müssen die Bezeichner der Objekte unverändert bleiben, auch bei mehrfachen Exporten oder Anpassungen. Dies wird von den meisten CAD-Programmen unterstützt. Kompatible und getestete CAD-Software ist [hier](#) aufgelistet.

Elemente mit spezieller Funktion in der Simulation (z.B. Quellen, Ziele, Treppen etc.) können bereits im CAD-Plan als generische "Simulationsobjekte" markiert und in *crowd:it* mit ihrer spezifischen Funktion versehen werden (siehe [Simulationsobjekte](#)).

Das Anlegen solcher generischer Simulationsobjekte kann über mehrere Wege geschehen:

- Den Ebenennamen in der .dxg-Datei mit dem Präfix "crowdit" (ohne Bindestrich!) versehen, z. B. crowdit-treppen für Treppen.
- Die Farbe der Ebene oder des Objekts auf RGB 232/78/15 (Hex: #e84e0f) setzen.
- Direkt in *crowd:it* über die [Werkzeugleiste](#) Simulationsobjekte erstellen. Dabei kann entweder ein allgemeines Objekt erstellt und nachträglich zugewiesen oder direkt ein spezifischer Objekttyp (z. B. Quelle oder Ziel) ausgewählt werden (siehe [Simulationsobjekte](#)).

### **Zulässige Elementtypen**

*crowd:it* erkennt folgende CAD-Elementtypen: *Linien*, *Polylinien*, *Kreise*, *Bögen*, *Ellipsen*, *Solids*, *Splines*, *LWPolylinien* und *Mlines*. Elemente innerhalb von "Blöcken" werden ebenfalls importiert. Elemente wie *Hatch*, *Text* oder *Image* werden ignoriert.

### **Ebenenorganisation**

CAD-Dateien sind in Ebenen unterteilt, um Elemente und Geschosse zu strukturieren. Zur besseren Übersicht sollten für jede Art von Simulationsobjekt und je Stockwerk separate Ebenen angelegt werden, z. B.:

EG-crowdit-Quellen, EG-crowdit-Ziele.

**Hinweis:** Eingefrorene Layer werden nicht in *crowd:it* importiert. Dies kann genutzt werden, um z. B. alle Stockwerke eines Gebäudes in einer Datei zu verwalten und durch das Einfrieren nicht benötigter Ebenen nur relevante Geschosse zu exportieren. Ein Beispielvideo zur Ebenenverwaltung in AutoCAD ist [hier](#) verfügbar.

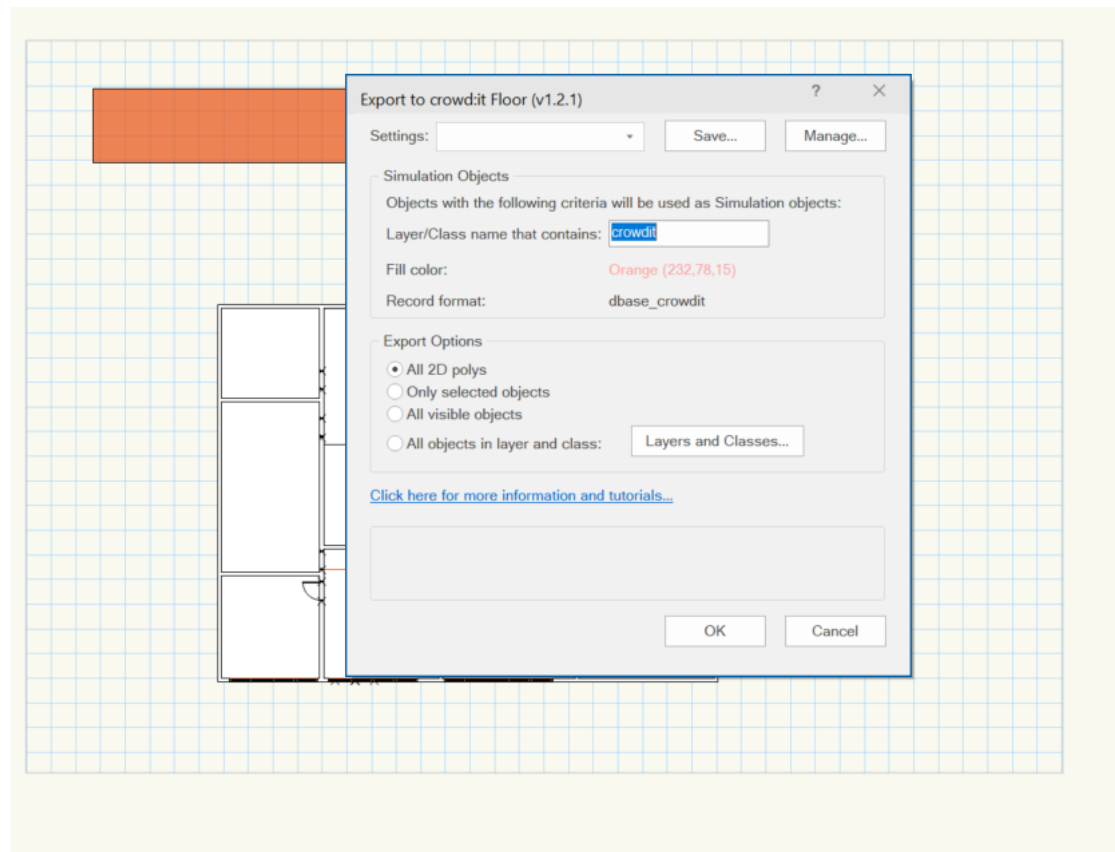
### **Einheiten und Skalierung prüfen**

Damit die exportierte Geometrie konsistent bleibt und eine realistische Simulation ermöglicht, müssen die Pläne maßstabsgetreu sein. Überprüfen Sie die Einheiten vor dem Import.

Um Probleme zu vermeiden, verschieben Sie den Grundriss in Ihrem CAD-Programm am besten in den Ursprung. So wird sichergestellt, dass die Koordinaten beim Import nicht zu groß sind.

### **5.3.3 Geometrie vorbereiten mit Vectorworks**

Da der .dxf-Export von Vectorworks beim Re-Import von geänderten Grundrissen nicht zuverlässig funktioniert, steht ein spezielles Plugin für Vectorworks zur Verfügung.



Das Plugin wird über das Menü in Vectorworks installiert. Gehen Sie auf **Hilfe** und rufen die Seite **Partnerprodukte installieren** auf. Hier kann *crowd:it* ausgewählt und installiert werden. Das *crowd:it* Plugin wird automatisch im Menü unter **Extras -> Partnerprodukte -> Crowd:it** eingefügt. Das Plugin kann aber auch über **Extras - Workspaces einrichten** hinzugefügt werden.

Eine Anleitung zur Installation und Verwendung des Plugins finden Sie [hier](#).

Die Vorbereitung eines Grundrisses für die Simulation ähnelt der Vorgehensweise in anderer CAD-Software. Wir stellen Ihnen die drei Möglichkeiten, Simulationsobjekte zu erstellen, im folgenden vor.

### Verwendung des Plug-Ins

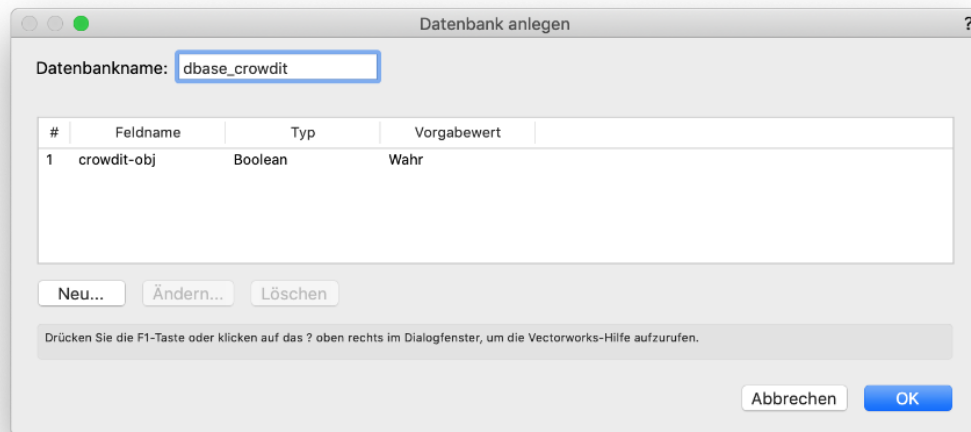
Das Plugin fügt einen Menüpunkt **Tag as crowd:it simulation object** hinzu. Wählen Sie die gewünschten Geometrieobjekte aus und klicken Sie auf diesen Menüpunkt, um automatisch alle notwendigen Datenbankeinträge vorzunehmen.

### Objekte auf Klasse legen

Alle Objekte, die auf die Klasse *crowdit* gelegt wurden, werden automatisch als Simulationsobjekte exportiert.

### Manuelle Erstellung

Erstellen Sie eine Datenbank namens *dbase\_crowdit* mit einem booleschen Wert *crowdit-obj*, der standardmäßig auf **wahr** gesetzt ist. Jedes Objekt in dieser Datenbank wird als Simulationsobjekt erkannt.



### Erstellen eines Grundrisses aus einem 3D-Modell in Vectorworks

Auch ein 3D-Modell kann als Grundlage für eine Simulation in *crowdit* verwendet werden, entweder über den Multi-Layer Export oder über Schnitte.

#### **Multi-Layer Export**

In einem 3D-Modell können alle Stockwerke auf einmal exportiert werden. Dafür muss der "Level Type" und "Storey" für Layers eingetragen werden.

#### *1. Berücksichtigung von Gebäude-Geschossen und Layern*

- Arbeiten Sie mit Storeys, um korrekte Gebäude-Geschosse zu definieren.
- Layers sollten einem Storey zugewiesen werden, um eine exakte Zuordnung zu ermöglichen.

**Beispiel:** Alle Objekte auf Layer "1-Ceiling" gehören zu "1-Storey" und werden mit der Höhe des Layers "1-Floor Layout" exportiert, da dies die Fertigfußbodenhöhe darstellt.

## 2. Behandlung von geschossübergreifenden Objekten

- Objekte, die mehrere Geschosse durchdringen, müssen anhand ihrer Bounding-Box mit den exportierten Fertigfußbodenhöhen abgeglichen werden.
- Falls eine Kollision mit mehreren Geschossen vorliegt, wird das Objekt mehrfach exportiert.
- Türen werden als Wandöffnungen erkannt. Spezielle Öffnungen müssen über das Plugin als Wandöffnung definiert werden.

The screenshot displays two panels from a software application. The top panel shows a 'Stories' tab with a table of story levels and a corresponding diagram. The bottom panel shows a 'Design Layers' tab with a table of design layers.

Story Name	Prefix/Suffix	Story Elevation
R-Story	R	6000mm
2-Story	2	3000mm
1-Story	1	0mm
F-Story	F	-1200mm

Visibil...	Design Layer Name	#	Scale	Story	Level Type	Elevation	Wall Ht	GIS	Tags	Cut
<input type="checkbox"/>	2-Floor Layout	1	1:50	2-Story	Finish Floor	3000mm	2700mm			
<input type="checkbox"/>	2-Slab	2	1:50	2-Story	Top of Slab	3000mm	0mm			
<input checked="" type="checkbox"/>	1-Ceiling	3	1:50	1-Story	Ceiling	2700mm	0mm			
<input checked="" type="checkbox"/>	1-Floor Layout	4	1:50	1-Story	Finish Floor	0mm	2700mm			
<input checked="" type="checkbox"/>	1-Slab	5	1:50	1-Story	Top of Slab	0mm	0mm			

Die Simulationsobjekte werden wie oben beschrieben eingefügt. Danach kann der Multi-Layer Export durchgeführt werden. Über das Plugin - Export as \*crowd:it\* floor werden alle Stockwerke auf einmal exportiert.

### **Export mit horizontalen Schnitten**

Wenn Projekte ohne Storeys und Level Types angelegt wurden, sind sie nicht für den Multi-Storey-Export geeignet.

1. Verwenden Sie *Clip Cube* (DE: *Schnittbox*), um einen horizontalen Schnitt zu erzeugen.
2. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Schnitt und wählen Sie *Schnitt anlegen...*
3. Markieren Sie im neuen Schnitt alle Objekte und wählen Sie *Ändern -> In Gruppe umwandeln*, um intelligente Objekte in einfache Geometrie zu überführen.
4. Kopieren Sie diese Objekte in ein neues Dokument. Nur Konstruktionsebenen werden in die *crowd:it*-Datei exportiert.
5. Arbeiten Sie wie gewohnt weiter: Erstellen Sie *crowdit*-Klassen, fügen Sie Simulationsobjekte hinzu usw.

### **5.3.4 Geometrie vereinfachen**

Je aufgeräumter ein Grundriss, desto einfacher ist die Modellierung und desto schneller läuft die Simulation. Jede Linie in der Datei beeinflusst die Rechenzeit. Besonders bei großen Simulationen mit vielen Personen ist eine Vereinfachung sinnvoll.

Nach dem Import in *crowd:it* kann die Geometrie weiter optimiert werden, indem das Werkzeug **Geometrie des Stockwerks vereinfachen**  (siehe auch [hier](#)) verwendet wird.

## **5.4 Simulationsobjekte erstellen**

Nach dem Importieren einer Stockwerks-Datei sind alle importierten Simulationsobjekte zunächst orange markiert.

Ein Simulationsobjekt kann folgendermaßen zugewiesen werden:

- **Doppelklick** auf ein Element öffnet einen Auswahldialog.

- **Rechtsklick** auf ein Objekt öffnet ein Kontextmenü, in dem unter **Erstellen...** der Dialog gestartet werden kann.

Falls mehrere Simulationsobjekte übereinander liegen, erscheint ein Menü zur Auswahl des gewünschten Objekts.

Um mehrere Objekte gleichzeitig zu verwalten, können Sie diese wie [hier](#) beschrieben selektieren.

Weitere Objekte können einzeln hinzugefügt werden, indem man mit der linken Maustaste klickt, während die STRG-Taste gedrückt gehalten wird.

(Siehe auch [Auswahlverhalten](#)).

Folgende Simulationsobjekte können zugewiesen werden:

- **Quelle**: Erstellt Agenten innerhalb der Simulation – entweder sofort oder nach und nach.
- **Ziel**: Entfernt Agenten aus der Simulation.
- **Skalierter Bereich**: Verlangsamt oder beschleunigt Agenten.
- **Gerichteter Skalierter Bereich**: Verändert die Geschwindigkeit von Agenten abhängig von ihrer Laufrichtung.
- **Wartebereich**: Definiert Bereiche, in denen Agenten warten.
- **Treppe**: Erstellt Treppen, die zwei Stockwerke verbinden können.
- **Rolltreppe**: Erstellt Rolltreppen. u.a. zur Verbindung von zwei Stockwerken.
- **Aufzug**: Erstellt Aufzüge zur Verbindung mehrerer Stockwerke (verfügbar ab zwei Stockwerken).

Zusätzlich gibt es folgende Simulationsobjekte, die aus Linien erstellt werden:

- **Warteschlange**: Stellt den Startpunkt einer Warteschlange dar.
- **Portal**: Verbindet zwei Stockwerke als eine Art "Teleporter".

Für hybride Simulationen gibt es zusätzlich:

- **Makroskopische Bereiche**: Aggregiert Agenten zu Flüssen innerhalb eines bestimmten Bereichs.

Sie können den Typ von Simulationsobjekten rückwirkend ändern, indem Sie mit der rechten Maustaste darauf klicken und **Typ ändern...** aus dem Kontextmenü auswählen.

### 5.4.1 Einstellungen von Simulationsobjekten

Nach Auswahl eines der oben genannten Objekte öffnet sich ein Einstellungsdialog.

Dieser enthält folgende allgemeine Informationen:

- **Name:** Ein aussagekräftiger Name ist sinnvoll, da er im Ergebnis als Bezeichner wiederverwendet wird.
- **Beschreibung:** Platz für zusätzliche Informationen, Notizen oder Kommentare zum Objekt.

... und zusätzlich für jedes Simulationsobjekt individuelle Einstellungsmöglichkeiten, die dem Objekttyp entsprechen.

Jeder Dialog wird in den folgenden Abschnitten näher beschrieben.

### 5.4.2 Quelle

Eine Quelle erzeugt Agenten innerhalb der Simulation. Hierfür müssen verschiedene Parameter eingestellt werden.

Der Dialog ist zur besseren Übersicht in Tabs unterteilt. Der erste Tab enthält in der Regel alle erforderlichen Einstellungen.

#### Reiter Generierungsintervalle

Jede Quelle kann mehrere Zeitintervalle haben, in denen Agenten generiert werden.

Folgende Angaben müssen pro Intervall gemacht werden:

- **Von (s):** Zeitpunkt der ersten Agentenerstellung (in Sekunden).
- **Bis (s):** Zeitpunkt der letzten Agentenerstellung (in Sekunden).
- **Anzahl Agenten:** Gesamtzahl der Agenten, die in diesem Intervall generiert werden.

#### Reiter Personas

Hier können verschiedene Fußgängertypen (*Personas*) definiert und ihr prozentualer Anteil an der Agentengenerierung bestimmt werden.

Zusätzlich lassen sich neue *Personas* erstellen. Eine Übersicht über alle *Personas* können rechts im [Informationsbereich](#) eingesehen werden.

### Reiter Reaktionszeit

Agenten können eine Reaktionszeit erhalten – z. B. die Verzögerung, bis sie nach einer Alarmierung reagieren.

Während dieser Zeit weichen sie ausschließlich anderen Agenten aus (siehe auch [Warteverhalten](#)).

Einstellungsoptionen:

- **Verteilung:** Es kann eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Reaktionszeit definiert werden ( siehe [Wahrscheinlichkeitsverteilungen](#)).
- **Für alle Agenten gleich:** Falls aktiviert, erhalten alle Fußgänger dieselbe Reaktionszeit, die – entsprechend der Verteilung – gezogen wurde. Für mehr Informationen können Sie auf den Hinweis-Button (🔔) klicken.
- Falls Agenten sofort loslaufen sollen, kann die Reaktionszeit auf 0 gesetzt werden.

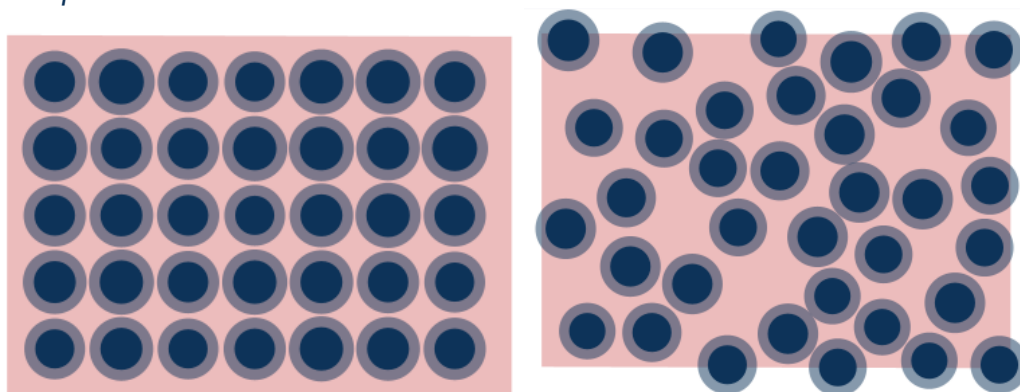
### Reiter Erweiterte Einstellungen

#### **Platzierung**

Es gibt zwei Platzierungsmodi für die Agenten, die über die Schaltfläche **Sortiert** ausgewählt werden können:

1. **Zufällige Platzierung:** Keine feste Anordnung der Agenten. (Standard-einstellung)
2. **Sortierte Platzierung:** Agenten werden auf einem regelmäßigen Raster mit gleichen Abständen zu den Nachbarn verteilt.

*Beispiel:*



### **Warteverhalten**

Analog zu den Wartebereichen gibt es verschiedene Platzierungsoptionen für wartende Agenten während der Reaktionszeit.

Diese sind im Kapitel [Wartebereich](#) beschrieben.

### **5.4.3 Ziel**

**Ziele** entfernen Agenten aus der Simulation. Für polygonförmige Ziele passiert dies, wenn die Agenten den Bereich des Ziels betreten. Alternativ lassen sich Ziele auch aus linienförmigen Simulationsobjekten erstellen. Dann gilt das Ziel als erreicht, sobald der Agent die Linie überschreitet.

### **Erweiterte Einstellungen**

Optional können benutzerdefinierte Intervalle hinzugefügt werden ( siehe [Reiter Generierungsintervalle](#)).

- **Dynamische Navigationsberechnung aktivieren:**  
Eine dynamische Berechnung macht die Simulation realistischer, verlängert jedoch die Berechnungsdauer. Falls davon auszugehen ist, dass nur bestimmte Teile des Szenarios anfällig für Stauungen sind, kann es sinnvoll sein, diese Option für die betreffenden Ziele zu aktivieren.

Falls Sie die dynamische Navigation für alle Simulationsobjekte deaktivieren möchten, deaktivieren Sie **Dynamisches Navigationsfeld verwenden** [beim Start der Simulation](#).

### **5.4.4 Skalierter Bereich**

Ein **Skalierter Bereich** verändert die Geschwindigkeit von Agenten, um z. B. Rampen oder unwegsame Bereiche zu modellieren.

- **Skalierungsfaktor:** Definiert, wie stark Agenten verlangsamt oder beschleunigt werden.  
*Beispiel:* Ein Faktor von 0.7 bedeutet, dass Agenten nur 70 % ihrer üblichen Geschwindigkeit laufen.
- **Nur für Navigation:** Falls aktiviert, wird der Bereich in der Routenwahl berücksichtigt, beeinflusst aber nicht die tatsächliche Geschwindigkeit. Dies eignet sich z. B. für Einbahnstraßen oder Sicherheitszonen.

### 5.4.5 Gerichteter Skalierter Bereich

**Gerichtete Skalierter Bereiche** passen die Geschwindigkeit der Agenten in Abhängigkeit von ihrer Laufrichtung an. Damit lassen sich beispielsweise Rampen oder vereinfachte Treppen modellieren (aufwärts vs. abwärts).

- **Richtung definieren:** Geben Sie die Laufrichtung als Vektor mit  $x$ - und  $y$ -Koordinaten an.
- **Beschleunigungsfaktor festlegen:** Bestimmen Sie die Geschwindigkeit für Bewegungen in und gegen die Laufrichtung.

Zum Anpassen der Richtung kann das **Werkzeugsymbol** () genutzt werden. Dieses öffnet ein Fenster, in dem:

1. Die Richtung durch Klicken auf den Kreis in der oberen Hälfte des Rahmens eingestellt wird.
2. Alternativ der Grad des Richtungsvektors in der unteren Hälfte eingegeben werden kann.

Die neue Richtung wird automatisch in die  $(x/y)$ -Form umgerechnet.

Die Option **Nur für Navigation** kann auch für gerichtete, skalierte Bereiche aktiviert werden. Dies ist besonders nützlich, wenn Bereiche existieren, die für Agenten weniger attraktiv sind, jedoch deren Geschwindigkeit nicht beeinflusst werden soll. Ist die Option aktiviert, wird der Bereich gemieden, aber sobald ein Agent ihn betritt, bleibt seine Geschwindigkeit unverändert.

### 5.4.6 Wartebereich

In einem Wartebereich warten Agenten, bis sie den Bereich verlassen dürfen. Die **Kapazität** des Wartebereichs definiert die maximale Anzahl an Agenten im Wartebereich. Falls diese Option nicht angehakt ist, gibt es keine Kapazitätsbegrenzung.

#### Wartebedingung

Ein Wartebereich kann auf drei Arten genutzt werden:

1. **Wartezeit:** Jeder Agent wartet für eine definierte Dauer.
2. **Zeitplan:** Agenten dürfen den Wartebereich zu bestimmten Zeitpunkten verlassen.

3. **Ereignis:** Agenten dürfen den Wartebereich verlassen, wenn ein bestimmtes Ereignis eintritt.

Während der Wartezeit weichen wartende Agenten passierenden Fußgängern aus. Das Ausweichverhalten kann über die [erweiterten Einstellungen](#) angepasst werden.

### **Wartezeit**

Hier erhält jeder Agent eine Wartezeit, die anhand einer festgelegten Verteilung bestimmt wird (siehe [Verteilungen](#)).

**Hinweis:** Falls Gruppen definiert sind, wird bei einer Kapazität 1 nicht die Anzahl der Agenten, sondern die Anzahl der Gruppen gezählt. Dies funktioniert nur für Kapazität=1.

- Beispiel: Wenn eine dreiköpfige Gruppe als nächste in einen Wartebereich mit einer Kapazität von eins eintreten will, wird sie gemeinsam eintreten. Dieses Verhalten kann zur Modellierung von Kassen verwendet werden. So kauft z.B. eine dreiköpfige Familie Kinokarten auf einmal, während drei Personen, die nicht zur selben Gruppe gehören, ihre Karten nacheinander kaufen.

### **Zeitplan**

Hier können benutzerdefinierte [Intervalle](#) mit variablen Kapazitäten für den Wartebereich festgelegt werden. Agenten dürfen den Wartebereich nur während dieser Intervalle betreten. Am Ende des Intervalls verlassen alle Agenten den Wartebereich.

Diese Art der Modellierung eignet sich z.B. für Vorstellungen, die zu bestimmten Zeiten beginnen oder auch Führungen durch Museen, die zu bestimmten Zeiten starten.

### **Ereignis**

Agenten warten auf ein festgelegtes Ereignis, um den Wartebereich zu verlassen. Die folgenden Ereignisse stehen zur Verfügung:

- **Sammelpunkt**
- **Zuflusskontrolle**

- **Fahrgastwechsel**

### *Sammelpunkt*

Agenten warten im Wartebereich, bis eine bestimmte Anzahl von Agenten erreicht ist, und laufen dann gemeinsam los. Die Anzahl wird über das Feld **Kapazität** eingestellt. Optional kann ein Zeitlimit gesetzt werden, nach dem die Agenten den Wartebereich verlassen, auch wenn die gewünschte Agentenzahl nicht erreicht wurde. Dieses kann hilfreich sein, um zu verhindern, dass Agenten - sofern die Anzahl nie erreicht wird - ewig im Wartebereich warten.

Über den Hinweisbutton ⓘ kann eine detaillierte Beschreibung zur Modellierung eines Sammelpunkts aufgerufen werden.

**Anwendungsbeispiele** sind z.B. Sammelstellen für Schulklassen oder Gruppenreisen, bei denen die Teilnehmenden aufeinander warten, bevor sie gemeinsam loslaufen.

### *Zuflusskontrolle*

Während Agenten im Wartebereich warten, beobachten sie einen festgelegten Bereich (**Wartebereich** oder **Ziel**), zu dem der Zufluss kontrolliert werden soll. Sobald im beobachteten Bereich entweder eine bestimmte Anzahl an Agenten oder eine bestimmte Dichte unterschritten wird, verlassen die Agenten den Wartebereich.

Optional kann festgelegt werden, dass der beobachtete Bereich für eine bestimmte Zeit von keinem weiteren Agenten betreten worden ist. Dies kann hilfreich sein, um eine Verzögerung zu modellieren, bevor die Agenten den Wartebereich verlassen.

**Anwendungsbeispiele** sind unter anderem:

- Dynamische Zuflusssteuerung zu Bahnsteigen oder Bahnhöfen, um Überfüllung und kritische Dichtesituationen frühzeitig zu vermeiden.
- Regulierung der Personenzahl in sensiblen Bereichen, etwa beim Einlass von Veranstaltungen, um überhöhte Dichte und potenziell gefährliche Druckverhältnisse zu verhindern.

### *Fahrgastwechsel*

Dieses Ereignis beschreibt einen Fahrgastwechsel, beispielsweise bei einem einfahrenden Zug. Die Agenten im Wartebereich warten auf einen einfahrenden Zug, lassen die aussteigenden Agenten aus dem Zug und steigen dann selbst ein.

- Der Zug muss aus einer **Quelle** bestehen, in der die aussteigenden Agenten erscheinen, und aus einem **Ziel**, in das die wartenden Agenten eintreten.
- Die Quelle sollte die gesamte Kabine des Zuges abdecken, um sicherzustellen, dass alle Agenten ausgestiegen sind, bevor die wartenden Agenten einsteigen. Um die Agenten in den Zug einsteigen zu lassen, macht es Sinn, das Ziel auf der vom Bahnsteig abgewandten Seite des Zuges zu platzieren. Quelle und Ziel dürfen sich geometrisch überlappen.
- Der Fahrplan des Zuges wird über die **Intervalle** der Quelle und des Ziels gesteuert.
- Die Einfahrt des Zuges wird mit den Quellintervallen bestimmt (diese können jeweils auch nur eine Sekunde betragen, um die Aussteigenden zu generieren), gefolgt von den Zielintervallen, die die Haltezeit der Züge bestimmen. Während dieser Zeit können die wartenden Agenten einsteigen.
- Sind für das Ziel keine Intervalle definiert, können die Agenten jederzeit einsteigen.

Optional kann festgelegt werden, dass die wartenden Agenten vor dem Einsteigen eine bestimmte Zeit warten müssen. So kann sichergestellt werden, dass sich ein- und aussteigende Agenten nicht blockieren.

Ein anschauliches Beispiel kann über den Hinweisbutton  aufgerufen werden.

### **Erweiterte Einstellungen**

Erweiterte Einstellungen erlauben eine Feinjustierung des räumlichen Warteverhaltens.

**Warteverhalten** definiert, welche Bedingung die Position des Agenten erfüllen muss um zu warten:

- **Komplett innerhalb:** Agent muss vollständig innerhalb des Wartebereichs warten.

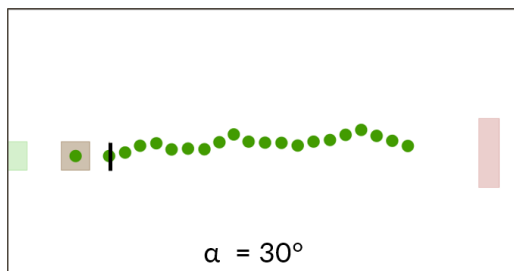
- **Mittelpunkt innerhalb:** Agent muss mit dem Mittelpunkt innerhalb des Wartebereichs warten (Standardeinstellung).
- **Darf die Zone verlassen:** Agent darf nach einem Ausweichmanöver auch außerhalb des Wartebereichs warten.
- **Ausweichverhalten:** Definiert, ob wartende Agenten anderen Agenten ausweichen. Das ist sinnvoll für enge Räume, z. B. Bahnsteige, bei denen Passanten einen Wartebereich durchqueren.
- **Weicht nicht aus:** Der Agent weicht keinem Agenten aus.
- **Darf die Zone verlassen:** Der Agent darf den Wartebereich während des Ausweichens verlassen (Standardeinstellung).
- **Weicht innerhalb der Zone aus:** Die Körpermitte bleibt im Wartebereich während der Agent ausweicht.

### 5.4.7 Warteschlange

Agenten stellen sich an einer Linie an und bilden eine Warteschlange.

- **Geordnet:** Mit Anhaken dieser Option stellen sich die Agenten in einer Reihe an. Ist diese Option nicht ausgewählt, sammeln sich die Agenten hinter der Wartelinie und warten unstrukturiert.
- **Richtung umkehren:** Über diese Schaltfläche wird definiert, auf welcher Seite der Linie sich Agenten anstellen. Im Vorschaufenster wird dies mit einem Pfeil angedeutet.

Das nächste Element im [Pfad](#) legt fest, wann Agenten die Warteschlange verlassen dürfen. Wenn ein Element ohne Kapazitätsbeschränkung folgt, können die Agenten jederzeit die Warteschlange verlassen. Es macht also Sinn, eine Warteschlange nur dann zu modellieren, wenn ein kapazitätsbeschränktes Element reguliert werden soll (z.B. [Wartebereiche](#) oder [Aufzüge](#)) Eine sortierte Warteschlange sieht so aus:



Zusätzliche Anpassungen:

- **Maximale Winkelabweichung** der Warteschlange kann in den [Simulationseinstellungen](#) vorgenommen werden.

Mehr zum Warteschlangenmodell finden Sie [hier](#).

### 5.4.8 Treppe

Treppen können nur aus **rechteckigen Objekten** erstellt werden. Falls **Treppe** nicht verfügbar ist (ausgegraut), muss die Geometrie überprüft und ggf. angepasst werden. Dies kann entweder in der CAD-Datei gemacht werden oder über das [Geometriewerkzeug](#).

- **Stufenanzahl:** Kann angepasst werden, jedoch gibt es Mindest- und Maximalwerte für die Stufentiefe:
  - **Minimale Stufentiefe:** 0,15 m
  - **Maximale Stufentiefe:** 0,4 m
  - **Standardwert:** 0,29 m (Entspricht einem optimalen Auftritt)
- **Drehen der Treppe:**
  - Über die Schaltfläche **90° drehen** kann die Ausrichtung geändert werden.
  - Der **Pfeil auf der Treppe** zeigt vertikal gesehen nach oben. Die Agenten werden abhängig davon, ob sie treppauf oder treppab gehen, unterschiedlich stark abgebremst. Die Abbremsung erfolgt implizit über das [Optimal Stairs Model](#) und wird laufend anhand neuester Erkenntnisse aus der Wissenschaft validiert. Die Abbremsung ist nicht konstant, sondern abhängig von der Geschwindigkeit der Agenten in

der Ebene. Die Agenten gehen treppab schneller als treppauf. Dies deckt sich mit den wissenschaftlichen Studien sowie mit den Vorgaben aus **RiMEA**. Die Agenten werden zudem in Abhängigkeit der Stufentiefe abgebremst. Je kleiner der Auftritt, desto stärker werden sie abgebremst.

- **Verbindung zu Stockwerken:**
  - Eine neue Treppe verbindet nicht automatisch ein anderes Stockwerk.
  - Unter **Verbindet zu Ebene** kann das gewünschte Zielstockwerk festgelegt werden.
- **Modelliert auf Stockwerk:** Dies zeigt dem Benutzer, wo sich die Treppe befindet, d.h. auf welchem Stockwerk sie modelliert ist. Dies hilft, einen Überblick zu behalten, wenn komplexere Szenarien modelliert werden. Das kann nicht geändert werden – wenn Sie die Treppe einem anderen Stockwerk zuordnen möchten, müssen Sie sie explizit in diesem Stockwerk modellieren.

Sobald die Treppe eine Verbindung herstellt:

- Wechseln Agenten in der Mitte der Treppe auf das andere Stockwerk.
- Die Treppe wird teilweise transparent und die Schaltfläche **Seiten spiegeln** erscheint. Darüber kann bestimmt werden, welcher Teil der Treppe auf welchem Stockwerk liegt. Der teilweise transparente Bereich liegt immer auf dem zu verbindenden Stockwerk.

Falls eine nicht-rechteckige Treppe oder eine seitlich betretbare Treppe benötigt wird, kann stattdessen ein **Skalierter Bereich** verwendet werden.

### 5.4.9 Rolltreppe

Wie Treppen können **Rolltreppen** nur rechteckigen Objekten zugewiesen werden.

- Anstatt der **Stufenanzahl** wird die **Stufentiefe** angegeben:
  - **Minimale Stufentiefe:** 0,3 m
  - **Maximale Stufentiefe:** 0,8 m
  - **Standardwert:** 0,4 m

- **Geschwindigkeit [m/s]:** Definiert die Bewegungsgeschwindigkeit der Rolltreppe.
- **Verbindet zur Ebene:** Falls angegeben, wird die Rolltreppe zu einem Stockwerksverbinder, sonst liegt die Rolltreppe auf dem angegebenen Stockwerk

Folgende Anpassungen können analog zur Treppe gemacht werden:

- **90° drehen:** Hier kann die Stufenausrichtung geändert werden.
- **Seiten spiegeln:** Diese Option ist nur relevant, wenn die Rolltreppe zwei Stockwerke miteinander verbindet; dann wird hiermit bestimmt, welcher Teil der Rolltreppe auf welchem Stockwerk liegt. Die ausgegraute Fläche liegt jeweils auf dem zu verbindenden Stockwerk.
- **Fahrtrichtung wechseln:** Wechselt die Fahrtrichtung der Fahrtreppe. Dies wird durch die zwei kleinen Pfeile dargestellt.

### 5.4.10 Aufzug

Ein Aufzug verbindet mehrere Stockwerke miteinander. Die **Einsteigezeit** und **Kapazität** eines Aufzugs können im Einstellungsdialog angepasst werden.

- **Einsteigezeit:** Gibt an, wie lange der Aufzug wartet, nachdem ein Agent eingestiegen ist (ähnlich einer Lichtschranke).
  - Ausnahme: Ist die Kapazität des Aufzugs erreicht, fährt dieser sofort los, ohne die Einsteigezeit erneut abzuwarten.
- **Stockwerksauswahl:**
  - Standardmäßig hält der Aufzug auf allen Stockwerken.
  - Stockwerke, auf denen der Aufzug **nicht** halten soll, können unter **Stockwerke, auf denen der Aufzug hält** deaktiviert werden.
  - Das Stockwerk, auf dem die Aufzugsgeometrie modelliert wurde, kann nicht abgewählt werden.
- **Fahrtzeit-Matrix:**
  - Ermöglicht die individuelle Festlegung der Fahrtzeiten zwischen Stockwerken.
  - Türöffnungs- und Schließzeiten sollten mit eingerechnet werden, um eine realistische Simulation zu gewährleisten.

- In der Simulation wird die Fahrzeit als **Bruttozeit** zwischen *“Einsteigezeit ist vorbei”* und *“Erster Agent verlässt den Aufzug auf dem Zielstockwerk”* interpretiert.

- **Alle Fahrzeiten gleichsetzen:**

- Über diese Option lassen sich alle Fahrzeiten auf einen einheitlichen Wert setzen.

**Hinweis:** Stellen Sie sicher, dass der Aufzug jedes benötigte Stockwerk erreichen kann, wenn er in einem Pfad enthalten ist.

### Aufzuggruppen

Soll eine Gruppe von Aufzügen modelliert werden, kann mithilfe einer **Warteschlange** das Warteverhalten vor den Aufzügen gesteuert werden.

- Alle Aufzüge der Gruppe können in einem **Set** zusammengefasst werden.
- Der **Auswahlprozess** sollte neutral eingestellt sein, z. B. durch eine Grenzwert-Heuristik, bei der alle Aufzüge auf *“Behalten”* gesetzt sind.
- Die Funktionsweise von Auswahlprozessen wird [hier](#) detailliert beschrieben.
- Die Warteschlange sorgt dafür, dass sich Agenten anstellen und den jeweils verfügbaren Aufzug nutzen.

### 5.4.11 Portal

**Portale** können entweder zwei Stockwerke verbinden oder innerhalb eines Stockwerks eine Tür / Barriere darstellen. Sie werden als Linien dargestellt. Sie können genutzt werden, um:

- Das **Ende eines Stockwerks** zu definieren.
- Eine **Begrenzung innerhalb eines Stockwerks** zu erstellen (z. B. Einbahnstraßen, Zugtüren oder Supermarktkassen mit festgelegter Laufrichtung).


Über das Feld **Verbindet zu** kann das zu verbindende Stockwerk festgelegt werden. Bleibt es leer, so fungiert das Portal z.B. als Zugtür oder Einbahnstraße. Über **Richtung umkehren** kann festgelegt werden, von welcher Richtung die Agenten das Portal überqueren können. Wenn sie von der anderen Richtung kommen, fungiert das Portal wie eine Wand.

### 5.4.12 Makroskopischer Bereich

Ein **makroskopischer Bereich** aggregiert Agenten zu fließenden Dichten und eignet sich für Bereiche mit Einrichtungsverkehr, in denen **keine Staus** zu erwarten sind.

Dadurch können Berechnungen beschleunigt werden.

#### Erstellung eines makroskopischen Bereichs

1. **Symbol in der Werkzeugleiste**  auswählen.
2. **Rechteckige Form** erstellen (die Form kann später mit **Geometrie bearbeiten** in ein Polygon umgewandelt werden).
3. Ein **Pop-up-Fenster** erscheint zur Eingabe von Name und Beschreibung.

#### **Eintrittskante definieren**

- Ein **makroskopischer Bereich ist unidirektional**, daher muss eine **Eintrittskante** festgelegt werden.
- Durch Anklicken der **rot markierten Linien** kann die Eintrittskante geändert werden.
- Falls **keine Linie rot markiert ist**, enthält die Geometrie keine parallelen Linien – dies muss angepasst werden. (Tipps zur Anpassung der Geometrie sind [hier](#) zu finden).

#### **Wichtige Aspekte bei der Erstellung**

- **Eintritts- und Austrittskanten müssen parallel sein.**
- Die **Austrittskante muss mindestens so lang sein wie die Eintrittskante**, um eine Kapazitätsverringerung und damit Staus zu vermeiden.
- Die Zone sollte an allen anderen Kanten mit **Hindernissen begrenzt** werden.
- **Innerhalb eines makroskopischen Bereichs dürfen keine Hindernisse liegen**, da sie den Fluss reduzieren würden.
- Makroskopische Bereiche müssen **nicht direkt auf den Pfaden der Agenten** liegen – sie funktionieren ähnlich wie skalierte Bereiche.
- Falls eine **Persona eine große Bandbreite an Geschwindigkeiten** hat, kann es zu Abweichungen in der Räumungszeit kommen, da der makroskopische Bereich stets den **Mittelwert der Geschwindigkeitsverteilung** annimmt.

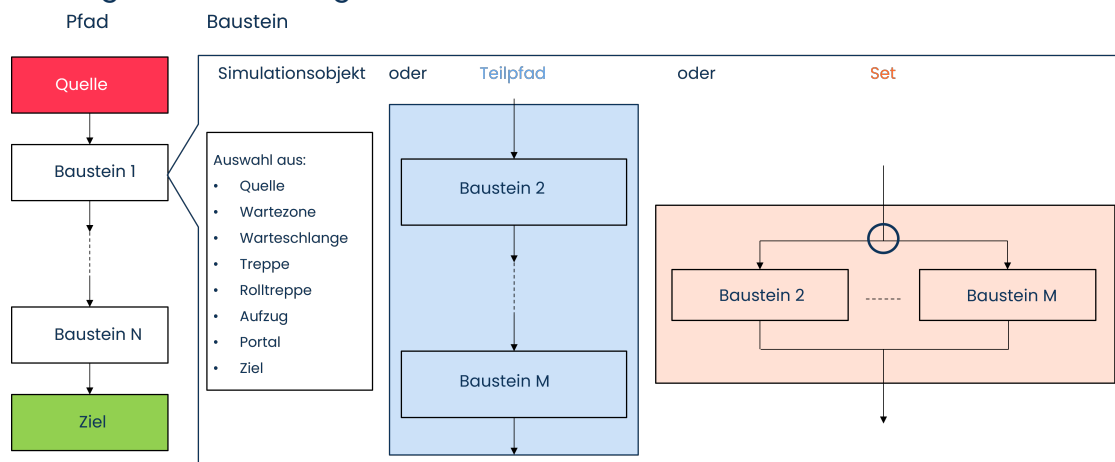
Hintergründe zum Modell sind in [dieser Arbeit](#) zusammengefasst.

## 5.5 Pfade, Teilpfade und Sets

Damit sich Agenten in der Simulation bewegen können, müssen ihnen **Pfade** zugewiesen werden. Ein **Pfad** beschreibt die Route eines Agenten von einer Quelle zu einem Ziel und kann aus **Teilpfaden**, **Sets** und **Simulationsobjekten** bestehen.

- **Teilpfade** sind vordefinierte Wegabschnitte, die von mehreren Pfaden genutzt werden können.
- **Sets** sind Gruppen von Simulationsobjekten, Teilpfaden oder weiteren Sets, von denen jeweils eines zufällig oder regelbasiert ausgewählt wird.

Die folgende Abbildung veranschaulicht diese Struktur:



Im Folgenden werden die einzelnen Elemente und die dazugehörigen **Auswahlprozesse** detailliert beschrieben.

### 5.5.1 Pfade

Ein **Pfad** definiert die Route eines Agenten durch verschiedene Simulationsobjekte.

- Jeder Pfad **beginnt an einer Quelle** und **endet an einem Ziel**.
- Dazwischen können **beliebig viele Zwischenziele** liegen, z. B.:
  - Wartezonen
  - Warteschlangen

- Treppen oder Rolltreppen
- Aufzüge
- Portale
- (Zwischen-)ziele
- Quellen

**Wichtig:** Ein Agent ohne zugewiesenen Pfad bleibt während der gesamten Simulation in seiner Quelle stehen.

### Zusammensetzung eines Pfads

- **Direkter Pfad:** Verbindung von Quelle zu Ziel ohne Zwischenstopps.
- **Komplexe Pfade:** Enthalten Zwischenziele, Sets oder Teilpfade.

Unterschied zwischen Teilpfaden und Sets:

- Teilpfade (siehe [Teilpfade](#)) enthalten mehrere Simulationsobjekte in fester Reihenfolge (*UND-Verknüpfung*).
- Sets (siehe [Sets](#)) enthalten mehrere Simulationsobjekte, von denen eines ausgewählt wird (*ODER-Verknüpfung*).

**Hinweis:** Teilpfade können neben Simulationsobjekten auch Sets und Teilpfade enthalten, und Sets können neben Simulationsobjekten ebenfalls Teilpfade und Sets enthalten – damit können komplexe Sachverhalte modelliert werden. Jedem Pfad wird eine **Wahrscheinlichkeit** zugewiesen:


- Falls nur **ein Pfad** von einer Quelle ausgeht -> **100 %** der Agenten nutzen ihn.
- Falls **mehrere Pfade** existieren -> Die Wahrscheinlichkeiten müssen zwischen **0 % und 100 %** verteilt werden. Dies erfolgt über die [Pfadtablelle](#)

### Wichtige Regeln:

- Pfade **müssen mit einer Quelle beginnen** und **in einem Ziel enden**.
- Falls ein Pfad mit einem Set beginnt, darf dieses Set **nur Quellen enthalten**.
- Falls ein Pfad mit einem Set endet, darf dieses Set **nur Ziele enthalten**.
- Auf eine [Warteschlange](#) muss ein Element (Simulationsobjekt, Set, Teilpfad) mit Kapazitätsbeschränkung folgen, damit die Agenten sich auch anstellen und auf die Verfügbarkeit des Elements warten.

## Erstellen eines Pfads

### *In der Grundrissansicht*

1. **Pfad-Werkzeug** in der Werkzeugleiste auswählen .
2. **Linksklick auf eine Quelle**: Der Pfad wird gestartet.
3. Weitere Elemente hinzufügen:
  - **Linksklick auf das Objekt** und **x hinzufügen** auswählen (x steht für das Objekt).
  - Falls das Objekt Teil eines Sets oder Teilpfads ist, kann **das Objekt, das Set oder der Teilpfad** hinzugefügt werden.
4. Pfad mit einem Ziel beenden und **Beenden mit x** auswählen.

### *Auf der Registerkarte „Pfade“*

1. Vergewissern Sie sich, dass die Registerkarte „Pfad“ im rechten Informationsbereich geöffnet ist.
2. Geben Sie unten im Feld „*Neuen Pfad erstellen*“ einen eindeutigen Namen ein.
3. Klicken Sie auf die Plus-Schaltfläche oder drücken Sie die Eingabetaste.
4. Jetzt können Sie dem Pfad Elemente hinzufügen, siehe [Bearbeiten eines Pfads](#).

Alternativ können Sie einen vorhandenen Pfad duplizieren, indem Sie mit der rechten Maustaste darauf klicken und **Duplizieren** auswählen.

### **Pfad-Wahrscheinlichkeit**

Beim Beenden kann eine Pfad-Wahrscheinlichkeit festgelegt werden. Standardmäßig beträgt sie 100 %.

Falls mehrere Pfade von einer Quelle ausgehen, muss die **Summe der Wahrscheinlichkeiten 100 %** ergeben. Dies kann über die [Pfadtabelle](#) eingestellt werden.



### **Stockwerksverbindende Elemente**

Falls ein Pfad über mehrere Stockwerke führt, können Agenten:

- **Treppen, Rolltreppen oder Aufzüge explizit nutzen**, indem diese dem Pfad hinzugefügt werden.
- **Automatische Stockwerksverbinder nutzen**: Das System wählt das **nächstgelegene Verbindungselement** zum Ziel. Die Einstellung wird über das [Simulationsmenü](#) gesetzt.

### Bearbeiten eines Pfads

Im Reiter **Pfade** im Informationsbereich rechts befindet sich eine Übersicht über alle Pfade. Mit einem Klick auf einen Pfad öffnet sich im unteren Bereich ein Bearbeitungsfenster mit mehreren Tabs.

- Tab **Elemente**: Verschieben Sie im Pfad enthaltene Elemente bei gedrückter Maustaste auf , um sie neu anzuordnen. Verwenden Sie das Suchfeld, um Sets, Teilpfade und Simulationsobjekte zu finden und mit dem **+** dem Pfad hinzuzufügen. Markieren Sie Elemente in der Liste und klicken Sie auf , um sie aus dem Pfad zu entfernen.
- Tab **Einstellungen**: Ändern Sie den Namen des Pfads oder öffnen Sie die [Pfadtablelle](#).

### **Pfadtablelle**

Die **Pfadtablelle** bietet eine tabellarische Übersicht und ermöglicht:

- Bearbeitung aller Pfade in Textform.
- Filterung nach bestimmten Elementen.
- Anpassung der Pfad-Wahrscheinlichkeiten.

**Hinweis**: Wir empfehlen, in der Pfadtablelle ausschließlich die Wahrscheinlichkeiten anzupassen und alle anderen Einstellungen über den Bereich [Pfad bearbeiten](#) vorzunehmen. Jede Spalte enthält:

1. **Pfad-Name**: Eindeutiger und aussagekräftiger Name
2. **Elemente des Pfads**: Auflistung der durchlaufenen Elemente
3. **Pfad-Wahrscheinlichkeit**: Muss aufsummiert je Quelle 100 % ergeben

### 5.5.2 Teilpfade

Ein **Teilpfad** ist eine geordnete Abfolge von Wegpunkten, die von mehreren Pfaden wiederverwendet werden kann.

- **Unterschied zu einem Set:**

- Ein **Teilpfad** wird in festgelegter Reihenfolge durchlaufen (*UND-Verknüpfung*).
- Ein **Set** wählt eines seiner Elemente zufällig oder regelbasiert (*ODER-Verknüpfung*).

**Erstellung:**

- Werkzeug **Teilpfad-Werkzeug** nutzen .
- Elemente durch Linksklick hinzufügen.

Eine Auflistung aller Teilpfade ist im Tab **Teilpfade** rechts im Informationsbereich zu sehen. Hier können Sie auch einen neuen, leeren Teilpfad erstellen. Wie bei Pfaden erscheint bei Linksklick auf einen Teilpfad ein Bearbeitungsbereich im unteren Bereich mit folgenden Tabs:

- **Elemente:** Der Tab *Elemente* ist identisch zur Pfad-Bearbeitung (siehe auch [hier](#)) und ermöglicht das Hinzufügen und Entfernen von Elementen aus dem Teilpfad.
- **Wahrscheinlichkeiten:** Teilpfad-Elemente können mit individuellen Wahrscheinlichkeiten durchlaufen werden. Sie können für jedes Element die Wahrscheinlichkeit angeben, mit der es besucht wird.
- **Einstellungen:**
  - **Kapazität:** Diese Eigenschaft limitiert die Anzahl an Agenten, die dem Teilpfad gleichzeitig zugeordnet werden können. Standardmäßig ist die Kapazität unlimitiert, was in der Teilpfadtabelle durch eine *-1* im Kapazitätsfeld signalisiert wird.
  - **Anordnung:** Hier kann festgelegt werden, in welcher Reihenfolge der Teilpfad durchlaufen wird. Dabei gibt es zwei Möglichkeiten:
    - \* **In vorgegebener Reihenfolge:** Agenten durchlaufen jedes Teilpfad-Element in der angegebenen Reihenfolge.
    - \* **Permutieren:** Agenten gehen die Teilpfad-Elemente in zufälliger Reihenfolge ab.
- **Referenzen:** Zeigt, in welchen Pfaden und Sets der Teilpfad genutzt wird.

Alternativ können Sie einen vorhandenen Teilpfad duplizieren, indem Sie mit der rechten Maustaste darauf klicken und **Duplizieren** auswählen.

### 5.5.3 Sets

Ein **Set** ist eine Gruppe von Simulationsobjekten, aus denen ein Element für den Pfad ausgewählt wird. Mit Sets können Sie eine beliebige Anzahl von Simulationsobjekten, Sets oder Teilpfaden kombinieren und ineinander verschachteln – aus diesen Elementen wird dann nach dem **Auswahlprozess** ein Element ausgewählt. Einsatzmöglichkeiten:

- Agenten können zwischen verschiedenen Routenoptionen wählen (z. B. unterschiedliche Ziele oder Wartezonen).
- Agenten haben die Möglichkeit, zwischen mehreren Teilpfaden zu wählen.
- Mehrere Wegmöglichkeiten werden zu einem Pfad zusammengeführt.

#### Set erstellen

Ein Set können Sie anlegen, indem Sie mit der rechten Maustaste auf ein Simulationsobjekt klicken und **Set: Hinzufügen...** auswählen. In dem nun erscheinenden Dialog können Sie ein neues Set anlegen, indem Sie bei **Neues Set erstellen** einen eindeutigen Namen für das Set vergeben und auf das Plus-Symbol **+** daneben klicken.

Alternativ können Sie ein vorhandenes Set duplizieren, indem Sie mit der rechten Maustaste darauf klicken und **Duplizieren** auswählen.

#### Elemente zu einem Set hinzufügen

##### Kontextmenü (Rechtsklick auf Objekt):

- **Fall 1:** Objekt ist noch in keinem Set -> **Zu Set hinzufügen...**
- **Fall 2:** Objekt ist Teil eines Teilpfads -> **Set: Hinzufügen...**, dann Auswahl zwischen Objekt oder Teilpfad.
- **Fall 3:** Objekt ist Teil eines Sets -> **Set: Hinzufügen...**, dann Auswahl zwischen Objekt oder übergeordnetem Set.

##### Über den "Sets"-Tab im Informationsbereich rechts:

Hier ist im unteren Bereich die Option **Neues Set erstellen**, wenn kein Set ausgewählt ist. In das Feld wird ein eindeutiger Name eingetragen und mit Klick auf das Plus-Symbol **+** wird ein leeres Set erstellt und in der Übersicht angezeigt. Elemente können mit Klick auf das Set hinzugefügt werden.

### Sets bearbeiten

Über den Reiter **Sets** im **Informationsbereich** der Benutzeroberfläche können Sie alle Sets einsehen, die in der Simulation angelegt sind. Mit Linksklick auf ein Set erscheinen im unteren Bereich u.a. folgende Tabs:

- **Elemente:** Der Tab *Elemente* ist identisch zur Pfad-Bearbeitung (siehe auch [hier](#)) und ermöglicht das Hinzufügen und Entfernen von Elementen aus dem ausgewählten Set.
- **Einstellungen:** Hier können Sie den Namen und die Beschreibung des Sets ändern.
- **Auswahlprozesse:** Hier werden alle Pfade, Teilpfade und Sets aufgelistet, in denen der ausgewählte Teilpfad, direkt oder indirekt, vorkommt. Eine genaue Beschreibung der möglichen Heuristiken finden Sie [hier](#).
- **Referenzen:** Hier werden alle Pfade, Teilpfade und Sets aufgelistet, in denen das ausgewählte Set direkt oder indirekt vorkommt.

Um eine hierarchische Darstellung des Sets zu erhalten siehe [Hierarchie öffnen](#).

### 5.5.4 Auswahlprozesse

Wenn ein Agent auf seinem Pfad ein Set erreicht, wählt er eines der Set-Elemente als nächstes Ziel (also nächste Aktion) aus. Über den Auswahlprozess können Sie Entscheidungsregeln, sogenannte Heuristiken, vergeben, wonach das nächste Element ausgewählt werden soll.

Verfügbare Heuristiken sind:

- **Nächstgelegen:** Das räumlich nächstgelegene Element wird gewählt.
- **Am weitesten entfernt:** Das räumlich am weitesten entfernt gelegene Element wird gewählt.
- **Kürzeste Warteschlange:** Die Warteschlange, in der am wenigsten Agenten anstehen, wird gewählt. Bei gleicher Anzahl an Agenten wird eine zufällige Warteschlange gewählt.
- **Kürzeste am nächsten gelegene Warteschlange:** Es wird die Warteschlange gewählt, die am kürzesten und nächsten ist
- **Verteilt:** Alle Elemente werden gleichverteilt gewählt.
- **Verteilt und leer:** Nur leere Elemente (z.B. noch nicht besetzte Sitze) werden gleichverteilt gewählt.

- **Niedrigste Frequenz:** Zunächst wird das räumlich nächstgelegene Element gewählt; wenn die Personendichte dort einen Wert von 1,2 Personen/m<sup>2</sup> übersteigt, wird ein weiter weg gelegenes Element gewählt.

### Anlegen eigener Heuristiken

Bei Klick auf *„Bearbeiten“* können Sie Ihre eigenen Auswahlprozesse für die Elemente eines Sets definieren.

Es erscheint ein neues Fenster, in dem Sie den Auswahlmodus und die Auswahlprozesse definieren können.

Folgende Zusammenhänge bestehen.

- Ein Auswahlmodus bestimmt, wie die Elemente eines Sets ausgewählt werden.
- Ein Auswahlprozess ist eine Kombination von Auswahlmodi, die nacheinander angewendet werden.
- Es können mehrere Auswahlprozesse für ein Set definiert werden, die in einem bestimmten Zeitrahmen aktiv sind. Die Zeitrahmen können sich nicht überschneiden, d.h. es gibt immer nur einen aktiven Selektionsprozess.

### Mögliche Aktionen bei den Auswahlprozessen

Folgende Aktionen stehen zur Verfügung:

- **Auswahlprozess hinzufügen:** Geben Sie einen Namen in das Feld *„Neuen Auswahlprozess erstellen“* ein und drücken Sie auf **+**, um einen neuen Auswahlprozess zu erstellen.
- **Auswahlprozess löschen:** Um einen Auswahlprozess zu löschen, wählen Sie einen Prozess aus und drücken auf **✖**, um ihn zu entfernen.
- **Auswahlprozess duplizieren:** Wenn Sie einen Auswahlprozess duplizieren möchten, wählen Sie einen Prozess aus, und klicken auf **📄**
- **Auswahlprozesse umsortieren:** Mit Klick auf **↓** öffnet sich ein Fenster, in dem die Prozesse umsortiert werden können. Achtung: Die Zeiten (das Feld *„Aktiv bis“*) der Auswahlprozesse bleiben unverändert, es werden ausschließlich die Prozesse während der jeweiligen Zeiten verändert. Um in den Bearbeitungsmodus zurückzuwechseln, klicken Sie auf das Werkzeug-Symbol. **🔧**

Je Auswahlprozess kann folgendes eingestellt werden:

- **Name:** Mit Doppelklick in das Tabellenfeld kann der Name geändert werden.
- **Aktiv bis:** Geben Sie den Zeitpunkt an, bis zu dem Auswahlprozess gilt. Solange nur ein Auswahlprozess definiert ist, ist dieses Feld immer mit „Ende der Simulation“ vorbelegt und kann nicht geändert werden. Erst mit Hinzufügen eines weiteren Prozesses kann die Zeit verändert werden. Dann erscheint automatisch ein Zeitfeld, in dem die Zeit festgelegt werden kann. Hintergrund: Die Auswahlprozesse müssen die gesamte Simulationszeit abdecken. Sonst könnte nach Ablauf der Zeit kein weiteres Element mehr gewählt werden und die Agenten würden nicht weiterlaufen können.

### Auswahlmodus




Um die während eines Auswahlprozesses geltenden Auswahlmodi festzulegen, wählen Sie zunächst mit Linksklick die Tabellenzeile aus.

Es erscheinen alle bereits definierten Modi als Liste im unteren Bereich.

#### Löschen eines Auswahlmodus

Mit Klick auf den  rechts neben dem Auswahlmodus in der Liste kann ein Modus entfernt werden.

#### Umsortieren der Auswahlmodi

Ein Klick auf das Doppelpfeil-Symbol unten links  öffnet ein neues Fenster, in dem die Auswahlmodi sortiert werden können. Klicken Sie auf die sechs Punkte  links neben dem Namen des Auswahlmodus, um den Auswahlmodus zu verschieben. Wenn Sie fertig sind, klicken Sie auf das Werkzeug-Symbol , um zurück in den Bearbeitungsmodus zu wechseln.

#### Hinzufügen eines Auswahlmodus

Die folgenden Auswahlmodi sind verfügbar:

- **Best:** Wählt das beste Element auf der Grundlage bestimmter Kriterien aus.
- **Bedarf:** Wählt das Element mit dem niedrigsten Bedarfswert aus.
- **Schwellenwert\*\*:** Wählt Elemente aus, die einen bestimmten Schwellenwert nicht überschreiten.
- Um einen Modus zur Liste hinzuzufügen, drücken Sie die entsprechende Schaltfläche.

### **Auswahlmodus Beste Option**

Der Modus "Beste Option" wählt das nach den gewählten Kriterien "beste" Element aus. Er verwirft alle anderen Elemente des Sets, d.h. normalerweise bleibt nur ein bestes Element übrig. Die folgenden Optionen sind verfügbar:

- **Anzahl Agenten:** Wählt das Element mit der geringsten Anzahl an Agenten aus, das ihm zugeordnet ist.
- **Entfernung:** Wählt das Element aus, das dem Agenten am nächsten ist. Wählen Sie "am weitesten entfernt", um stattdessen das am weitesten entfernte Element auszuwählen. Hier stehen drei unterschiedliche Messmethoden zur Auswahl:
  - Distanz: Diese Option misst die Distanz zu jedem Element des Sets (Standardeinstellung)
  - Gehzeit: Diese Option wertet für jedes Element des Sets aus, wie lange der Agent jeweils benötigt, um dorthin zu gehen (z.B. um skalierte Bereiche mit einzubeziehen)
  - Projektion: Diese Option berechnet zunächst die Projektion jedes Elements aus dem Set zur Außenkante des Objekts, in dem sich der Agent gerade befindet. Im zweiten Schritt wird dann die Entfernung des Agenten zu diesen Projektionspunkten gemessen. Dieser Abstand wird dann als Entfernungsmaß angesetzt. Diese Option ist hilfreich, wenn z.B. die nächsten Ziele sehr unterschiedlich weit entfernt liegen und die Personen das Element wählen sollen, in dessen Richtung sie sich befinden.
- **Verzögerungszeit:** Wählt das Mitglied aus, das den Agenten am wenigsten verzögert.
- **Priorität:** Mit dieser Option können Sie jedem Element eine Priorität oder Reihenfolge zuweisen. Im Modus „Beste Option“ werden die Mitglieder mit der niedrigsten Priorität ausgewählt. D.h. Elemente mit der Priorität 1 werden gegenüber solchen mit Priorität 2 bevorzugt.

### **Auswahlmodus Nachfrage**

Der **Nachfrage**-Modus arbeitet ähnlich wie der **Beste Option**-Modus: er wählt ein einzelnes Element aus, das in Bezug auf die festgelegten Kriterien am besten ist. Der Nachfrage-Modus erlaubt es jedoch, diese Kriterien für jedes

Element einzeln festzulegen. Um die Elemente vergleichen zu können, wird für jedes Mitglied eine Nachfrage ermittelt. Die Nachfrage ist der Abstand zum festgelegten Schwellenwert des Elements. Es wird das Element mit der niedrigsten Nachfrage ausgewählt. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf ein Mitglied und wählen Sie im Popup einen Bedarfstyp aus, um festzulegen, nach welchen Kriterien der Bedarf ermittelt werden soll.

Die folgenden Nachfrage-Typen sind verfügbar:

- **Standard:** Die Elemente der Standard-Kategorie werden vom Modus verworfen oder nicht verworfen.
- **Anzahl Agenten:** Die Elemente der Nachfrage-Kategorie werden nach der Anzahl der Agenten bewertet. Die Nachfrage eines Elements erreicht 100%, sobald die in der Spalte Grenzwert angegebene Anzahl an Agenten dem Element zugeordnet sind, und wird dann verworfen.
  - *“zur gleichen Zeit” / “Insgesamt”:* Über diese Option können Sie angeben, ob nur die Agenten, die dem Element derzeit zugewiesen sind (zur gleichen Zeit) oder alle, die es jemals besucht haben (Insgesamt) für die Nachfrage gezählt werden sollen.
  - *“Absolut” / “Relativ”:* Bei der Option *“Absolut”* wird direkt die Anzahl der Agenten angegeben. Bei *“Relativ”* wird der Modus prozentual berechnet.
- **Verzögerungszeit:** Die Nachfrage erreicht 100%, sobald der Agent durch das Element um die in der Spalte *“Grenzwert”* angegebene Zeit verzögert wird.
- **Dichte:** Die Nachfrage erreicht 100%, wenn die aktuelle Personendichte im Element (in Agenten pro Quadratmeter) den Wert erreicht, der in der *“Grenzwert”*-Spalte angegeben ist.

### **Auswahlmodus Grenzwert**

Im Gegensatz zu den Modi **Beste Option** und **Nachfrage** werden beim Grenzwert-Modus die Elemente nicht miteinander, sondern gegen einen Grenzwert verglichen. Jedem Element kann eine Kategorie und ein Grenzwert zugewiesen werden. Der Modus verwirft dann alle Mitglieder, die ihren Grenzwert überschreiten. Dadurch können mehrere Elemente erhalten bleiben, die dann durch einen anderen Auswahlprozess ausgewählt oder zufällig gewählt werden. Es stehen die gleichen Kategorien zur Verfügung wie beim Nachfrage-Modus.

Zusätzlich gibt es die Kategorie *“Entfernung”*. Sie verwirft mit der Standardeinstellung „nächstgelegene“ alle Elemente, die weiter als der angegebene Grenzwert entfernt sind. Wählen Sie *“am weitesten entfernt”*, um Elemente auszuwählen, die weiter entfernt sind als der angegebene Grenzwert, und die näheren verwirft.

Wenn alle Elemente den Grenzwert überschreiten: Der Grenzwert-Modus verwirft normalerweise alle Elemente, die den ihnen zugewiesenen Grenzwert überschreiten, und gibt die verbleibenden Elemente zurück. Es kann jedoch vorkommen, dass alle Elemente den Schwellenwert überschreiten, so dass kein Element zurückgegeben wird. Daher können Sie angeben, was in diesem Fall geschehen soll. Standardmäßig gibt der Modus einfach das Element zurück, das dem Grenzwert am nächsten liegt, auch wenn es den Grenzwert überschreitet. Die anderen Optionen sind, alle Elemente auszuwählen (und den nächsten Modus entscheiden zu lassen, welches Element ausgewählt werden soll), oder alle Elemente zu verwerfen (wodurch der Agent nicht in der Lage ist, ein richtiges Element auszuwählen und daher aufhört sich zu bewegen).

*Anmerkung:* Einige Kategorien können fehlen, wenn das Set Mitglieder enthält, die für diese Kategorie nicht anwendbar sind.

### **Auswahl mehrerer bester Elemente**

Die Modi *“Beste Option”* und *“Nachfrage”* bieten die Möglichkeit ganz unten im Fenster *“Auswahl der besten N Elemente”* zu wählen. Normalerweise wird in diesen beiden Modi ein einzelnes *“bestes”* Element nach bestimmten Kriterien ausgewählt. Manchmal kann es jedoch von Vorteil sein, mehrere beste Elemente auszuwählen, zum Beispiel die drei am nächsten liegenden. Verwenden Sie diese Einstellung, um die Anzahl der besten Elemente festzulegen, die ausgewählt werden sollen. Wählen Sie *“mehr...”* in der Auswahlliste, um eine beliebige Zahl größer als Null einzugeben.

### **Zu berücksichtigende Agenten**

Alle drei Auswahlmodi bieten die Möglichkeit, die Anzahl der einem Element zugewiesenen Agenten zu messen. Verwenden Sie die *“Betrachtet werden...”*-Sektion, um die Bedingung aufzustellen, welche Agenten dabei berücksichtigt werden sollen. Standardmäßig werden alle Agenten berücksichtigt, die einem Element aktuell zugewiesen sind. Die anderen Optionen sind nur Agenten zu berücksichtigen, wenn sie ein Element erreicht haben, bzw. nur Agenten, die

gerade auf ein Element zugehen. Die "Zeitraum"-Einstellung in den Modi "Nachfrage" und "Grenzwert" muss auf "zur gleichen Zeit" gesetzt werden, um die "Betrachtet werden..."-Einstellungen zu aktivieren.

### 5.5.5 Hierarchie öffnen

In den Tabs [Pfade](#), [Teilpfade](#) und [Sets](#) im [Informationsleiste](#) haben Sie die Möglichkeit, über das Kontextmenü eine zusätzliches Fenster mit hierarchischer Ansicht zu öffnen ("*Hierarchiefenster öffnen ...*"). Dies kann verwendet werden, um ihre Pfade, Teilpfade oder Sets miteinander zu vergleichen, wenn sie lang und komplex sind.

## 5.6 Populationseinstellungen

Im [Informationsbereich](#) auf der rechten Seite, wenn der Reiter [Einstellungen](#) ausgewählt ist, befinden sich im unteren Bereich die Reiter **Personas** und **Gruppen**, über die Sie die Populationseinstellungen vornehmen können.

### 5.6.1 Personas

Innerhalb der Simulation ist es wichtig, die richtige Agentenpopulation zu modellieren. Zu diesem Zweck muss der Modellierer eine oder mehrere Personas erstellen. Jede Persona beschreibt eine Gruppe von Personen mit ähnlichen Merkmalen. Klassische Personas wären zum Beispiel ältere Menschen oder Studenten.

Im Dialog der Persona-Einstellungen können Personas bearbeitet, erstellt und entfernt werden.

In *crowd:it* ist bereits eine sog. **DEFAULT**-Persona voreingestellt, die sich nach Werten aus der Literatur als Durchschnittspopulation richtet. Die Werte wurden aus [Weidmann](#) sowie aus der [RiMEA Richtlinie](#) abgeleitet.

Nach der Erstellung der Personas kann die entsprechende Persona-Verteilung für jede [Quelle][Tab Personas] eingestellt werden.

Eine Persona fasst Eigenschaften der Personen zusammen, die im Folgenden erklärt werden.

### Torsodurchmesser

Der Torsodurchmesser beschreibt den Platzbedarf einer Person. Jede Person (Agent) wird in *crowd:it* als Kreis modelliert. Um die benötigte Fläche anzugeben, muss daher der Durchmesser bekannt sein.

Um sicherzustellen, dass nicht alle Agenten innerhalb einer Persona gleich groß sind, kann eine entsprechende Größenverteilung verwendet werden. Eine genauere Beschreibung der Verteilungen finden Sie im Abschnitt [Wahrscheinlichkeitsverteilung](#).

### Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit beschreibt die Gehgeschwindigkeit eines Fußgängers auf ebenem Boden. Sie beschreibt also die Geschwindigkeit der Person ohne den Einfluss von Hindernissen, anderen Fußgängern, Gefälle, etc.

Um sicherzustellen, dass nicht alle Fußgänger innerhalb einer Persona mit exakt der gleichen Geschwindigkeit gehen, kann eine entsprechende Distribution verwendet werden. Eine genauere Beschreibung der Verteilungen finden Sie im Abschnitt [Distribution](#).

### Verhalten

- **Zugängliche Simulationsobjekte:** Hiermit können verschiedene Simulationsobjekttypen für eine Persona ausgeschlossen werden. Ist hier ein Simulationstyp nicht ausgewählt, dann werden Agenten mit dieser Persona keine Simulationsobjekte von diesem Typen verwenden.
- **Social Distancing:** Die COVID-19-Pandemie hat uns dazu veranlasst, das Social Distancing in unser Simulationsmodell miteinzubeziehen. Daher haben wir ein Social Distance Model integriert, das die Agenten einen Mindestabstand zueinander einhalten lässt, wenn dies möglich ist. Der Wert kann zwischen 0 und 2,5 m eingestellt werden. Weitere Informationen zu diesem Modell finden Sie unter [dem folgenden Link](#). In unserer Implementierung versuchen die Agenten, Abstand zu halten und unterlaufen das Social Distancing nur, wenn es zu dicht wird oder ein Engpass durchlaufen werden muss. Wenn kein Social Distancing eingehalten werden soll, kann der Wert auf 0 gesetzt werden.

## 5.6.2 Gruppen

Im Reiter **Gruppen** können folgende Einstellungen vorgenommen werden:

- **Größe** gibt die Größe der Gruppe an
- **Anteil [%]** beschreibt den Anteil der Agenten in einer Gruppe dieser Größe. Die Verhältnisse müssen in der Summe 1.0 ergeben.

## 5.7 Simulationsberechnung

### 5.7.1 Simulationsmenü

Unter dem Menüpunkt **Simulieren** sind folgende Optionen verfügbar: Solange keine Simulationsergebnisse vorliegen, stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

- **Simulation überprüfen**: Öffnet ein Fenster mit Analyseergebnissen von Plausibilitätschecks. Diese Überprüfung ist besonders bei komplexeren Simulationen hilfreich, um grundlegende Fehler zu vermeiden.
- **Simulation starten...**: Startet eine Simulation. Es öffnet sich ein Fenster mit Einstellungsmöglichkeiten, die [hier](#) beschrieben sind.
- **Vereinfachte Abschätzung starten...**: Führt eine vereinfachte Simulation ohne Pfade durch (Details siehe [hier](#)).
- **Benutzerdefinierter Simulationskern...**: Erlaubt die Auswahl eines speziellen Simulationskerns. Diese Option sollte nur in Absprache mit einem:einer Mitarbeiter:in von `accu:rate` geändert werden, falls besondere Anforderungen an die Simulation bestehen.

Falls bereits Simulationsergebnisse vorliegen, erscheinen zusätzliche Optionen:

- **Ergebnisse löschen**: Entfernt die aktuellen Simulationsergebnisse.
- Falls **statistische Läufe** (siehe auch [hier](#)) durchgeführt wurden, kann hier zwischen den unterschiedlichen Simulationsläufen gewechselt werden, um die jeweiligen Ergebnisse zu laden.

### 5.7.2 Simulation starten

Um eine Simulation zu starten, klicken Sie auf **Simulieren > Simulation starten...** Ein Fenster öffnet sich, in dem Sie die Einstellungen für die Simulation vornehmen können.

### Allgemeine Einstellungen

- **Dauer der Simulation:** Legt die Gesamtdauer der Simulation im Zeitformat hh:mm:ss fest. Die Simulation endet, wenn entweder
  - alle Agenten ihr Ziel erreicht haben,
  - die festgelegte Zeit abgelaufen ist oder
  - Sie *Abbrechen* wählen.
- **Anzahl der auszuführenden Simulationen:** Gibt an, wie oft die Simulation durchgeführt wird. Hierüber können statistische Läufe gestartet werden, die jeweils mit unterschiedlichen Startbedingungen durchgeführt werden (siehe auch [hier](#)).
- **Anteil zu generierender Agenten [%]:** Legt fest, wie viel Prozent der in Quellen definierten Agenten simuliert werden. Diese Einstellung ist besonders hilfreich für Testsimulationen, um die Modellierung zu überprüfen.

### Optionale Einstellungen

- **Dynamisches Navigationsfeld verwenden:** Aktiviert einen Algorithmus, der die Simulation realistischer macht, aber die Berechnungszeit deutlich erhöht (Standardeinstellung: Deaktiviert). Wenn in den Einstellungen einzelner [Ziele](#) die dynamische Flutung aktiviert ist, wird sie für diese unabhängig von der generellen Einstellung angewandt.
- **Automatische Suche von Stockwerksverbindern:**
  - Stockwerksverbinder wie [Treppen](#), [Rolltreppen](#) und [Aufzüge](#) können auf einem [Pfad](#) platziert werden, damit Agenten das jeweilige Verbindungselement nutzen.
  - Falls sich das nächste Ziel eines Agenten auf einem anderen Stockwerk befindet, ohne dass ein Stockwerksverbinder explizit festgelegt wurde, wählt der Agent automatisch den nächstgelegenen Verbinder.
  - Es wird immer das Objekt gewählt, das auf dem global kürzesten Weg zum Ziel liegt.
    - \* Auch Treppen und Rolltreppen, die keine Stockwerksverbinder sind, werden automatisch von Agenten betreten.

- \* In seltenen Fällen kann die automatische Wahl von Stockwerksverbindern zu unerwünschten Ergebnissen führen.

### Erweiterte Einstellungen

#### Systemeinstellungen

- **Maximaler Speicherplatz [GB]:** Definiert den maximal nutzbaren Arbeitsspeicher (RAM) für die Simulation.
  - Standardmäßig werden maximal 3/5 des verfügbaren Speichers oder 100 GB genutzt – je nachdem, welcher Wert kleiner ist.
  - Der Wert sollte als ein Vielfaches von  $2^x$  angegeben werden.
- **Ausgabe komprimieren:** Speichert die Simulationsergebnisse in einem zip-Archiv, um Speicherplatz zu sparen. Standardmäßig ist dies aktiviert.

#### Modelleinstellungen

- **Aktualisierungsrate des Navigationsfeldes [Simulationsschritte]:** Legt fest, nach wie vielen Simulationsschritten das Navigationsfeld aktualisiert wird. Standardmäßig erfolgt die Aktualisierung nach jedem Schritt.
- **Abstand zwischen zwei Auswertungspunkten auf der Kreisscheibe (OSM) [m]:**
  - Bestimmt den Abstand zwischen zwei Punkten auf der Kreisscheibe des OSM, die als nächstmögliche Position eines Agenten ausgewertet werden.
  - Dieser Wert sollte nur angepasst werden, wenn Agenten z.B. in engen Stuhlreihen stecken bleiben, da eine Reduzierung den Rechenaufwand erhöht.
  - **Standardwert: 0,15 m.**
- **Maximale Winkelabweichung der Warteschlange [°]:**
  - Definiert den größten Winkel, innerhalb dessen sich eine Warteschlange um ein Objekt bilden kann (**0–180°**).
  - **Standardwert: 30°.**
- **Simulation automatisch abbrechen:**

- Beendet die Simulation automatisch, wenn sich **unauflöslche Staus** bilden.
- **Standardwert: Deaktiviert.**

Sobald alle Einstellungen vorgenommen wurden, klicken Sie auf **Anwenden**, um die Simulation zu starten. Ein Fortschrittsbalken zeigt den aktuellen Stand an.

- Unter **Details...** können zusätzliche Informationen zum Fortschritt der Simulation eingesehen werden.
- Mit **Abbrechen** kann die Simulation jederzeit gestoppt werden.
- Nach Abschluss werden die fertigen Simulationsergebnisse automatisch geöffnet.

**Tipp:** Während die Simulation läuft, können Sie eine zweite Instanz von *crowd:it* öffnen, um die ersten Ergebnisse zu sehen.

### 5.7.3 Vereinfachte Abschätzung starten

Alternativ zur vollständigen Simulation kann eine **vereinfachte Abschätzung** durchgeführt werden.

- Hierbei müssen **keine Pfade** angelegt werden.
- Agenten wählen automatisch den kürzesten Weg zum nächstgelegenen Ziel.
- Es müssen lediglich **Quellen, Ziele und Stockwerksverbinder** definiert, aber nicht verbunden werden – Agenten finden selbstständig den besten Weg, auch über mehrere Stockwerke hinweg.

### 5.7.4 Weiter bearbeiten

Nach dem Ausführen einer Simulation können Simulationsobjekte und Pfade nicht mehr bearbeitet werden.

- Eine nachträgliche Bearbeitung würde zu einer Diskrepanz zwischen den Simulationsergebnissen und der ursprünglichen Geometrie führen.

- Falls Änderungen erforderlich sind, erscheint eine Warnung mit folgenden Optionen:
  1. **Ergebnisse löschen** – Löscht alle Ergebnisse und ermöglicht das Bearbeiten der Datei.
  2. **Kopie erstellen** – Erstellt eine neue Projektdatei ohne Simulationsergebnisse. Die bisherigen Ergebnisse bleiben erhalten.
  3. **Abbrechen** – Bricht den Vorgang ab.
- Unabhängig davon können Simulationsergebnisse jederzeit unter **Simulation > Ergebnisse löschen** entfernt werden.

## 5.8 Visualisieren

Im Menu **Visualisieren** können Sie individuelle Einstellungen vornehmen, um sowohl die Ergebnisse als auch die Darstellung der Simulationsobjekte und Geometrie zu verändern.

### 5.8.1 Agenten

Wenn Sie **Agenten...** auswählen, wird ein Dialog zum Einstellen der Farbe und der Laufwege der Agenten angezeigt. Mit dem **Zurücksetzen**-Button können Sie die Werte wieder auf die Standardeinstellungen zurücksetzen. Sie werden erst durch einen Klick auf **Anwenden** tatsächlich angewendet.

#### Farbe

Hier können Agenten nach bestimmten Merkmalen eingefärbt werden. Zu den Merkmalen gehören:

- **Quelle**
- **Ziel**
- **Pfad**
- **Persona**
- **Navigationsmodus**
- **Nächstes Ziel:** Die Agenten werden in der Farbe ihres nächsten angelauften Simulationsobjekts eingefärbt.
- **Stau:** Grün, wenn sich der Agent nicht im Stau befindet; rot, wenn er im Stau steht.

- **Geschwindigkeit:** Je schneller der Agent, desto heller seine Farbe.
- **Social Distancing:** Die Farbe der Agenten basiert auf der Distanz zu anderen (nur auswählbar, wenn **Social Distancing** aktiviert ist)
- **Gruppe:** Zeigt Verbindungen zwischen Individuen innerhalb einer Gruppe mittels Linien.
- **Gruppengröße:** Stellt die *Gruppengröße* dar, nicht die Gruppe selbst.
- **Zeitpunkt des Verlassens:** Je früher ein Agent die Simulation verlässt, desto heller ist seine Farbe.
- **Benutzerdefiniert:** Ermöglicht die Auswahl einer individuellen Farbe für die Agenten.

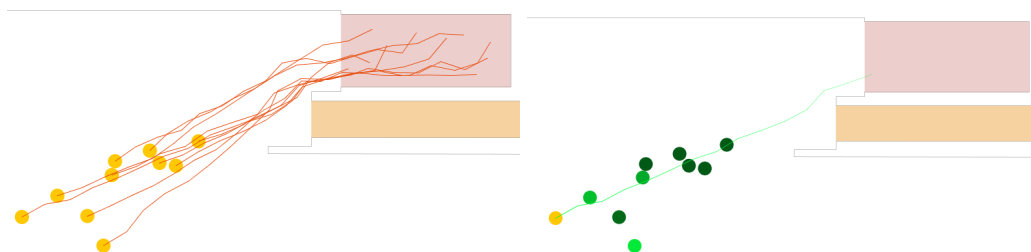
Falls die gewählte Kategorie eine Farbverlauf-Darstellung nutzt, wird eine Legende eingeblendet, die die Bedeutung der Farben erklärt.

### Laufwege

Um Ihnen die Arbeit zu erleichtern, haben wir die Möglichkeit geschaffen, die gelaufenen Wege der Agenten in Echtzeit zu visualisieren. Aktivieren Sie **Laufwege anzeigen**, um diese anzuzeigen.

Die folgenden Anzeigeoptionen sind verfügbar:

- **Farbe:** Wählen Sie aus, ob die Farbe der Laufwege mit der Farbe des Agenten übereinstimmen soll, oder legen Sie eine eigene Farbe für die Laufwege fest.
- **Stil:** Wählen Sie **Verblassen**, um zuzulassen, dass Laufwege mit der Zeit verblassen. Andernfalls wird der gesamte zurückgelegte Weg angezeigt.
- **Für:** Wählen Sie **Aktive**, um Laufwege nur für Agenten zu zeichnen, die im Szenario noch aktiv sind. Wenn Sie bestimmte Agenten mit **Agenten auswählen** ausgewählt haben, wird die Option **Selektierte** freigeschaltet.



### 5.8.2 Auswertungen anzeigen

Unter **Visualisieren** > **Auswertungen anzeigen...** können Auswertungsobjekte ein- und ausgeblendet werden.

### 5.8.3 Farben

Sie können die Farbpalette Ihrer Simulation unter **Visualisieren** > **Farbe einstellen...** ändern. Hier können Sie die Füllfarbe sowie die Konturfarbe von Simulationsobjekten, Simulationsobjekttypen, des Hintergrunds, der Wände und Auswertungsobjekte ändern. Um die Farbe einzelner Elemente der Simulation zu ändern, geben Sie den Namen des Elements in das dafür vorgesehene Feld ein. Zusätzlich können alle Elemente analog zu CAD-Programmen ein- und ausgeblendet werden.

**Achtung!** Ausgeblendete Simulationsobjekte werden nicht angezeigt, beeinflussen aber trotzdem die Simulation.

Außerdem können die Farben von Simulationsobjekten geändert werden, indem Sie mit der rechten Maustaste auf das Simulationsobjekt klicken und **Farbe einstellen...** wählen. Die Konturfarbe können Sie über **Konturfarbe einstellen...** ändern.

### 5.8.4 Objektbeschriftung ein/ausblenden

Mit **Visualisieren** > **Objektbeschriftung...** öffnet sich ein Dialogfenster, in dem Sie weitere Labels ein- oder ausblenden können. Diese Beschriftungen decken alle Objektklassen ab, von Wänden und nicht zugewiesenen Simulationsobjekten bis hin zu Quellen und Treppen.

### 5.8.5 Startzeitpunkt setzen

Mit **Visualisieren** > **Startzeitpunkt setzen...** können Sie eine Startuhrzeit im Format hh:mm:ss setzen, die dann sowohl in Auswertungen als auch in der Abspielleiste übernommen wird. Dies wird v.a. für Prozesssimulationen benötigt, wenn Sie bspw. einen Bahnhof simulieren, und dort mit einem Fahrplan arbeiten.

**Achtung:** Wenn Sie die Startzeit setzen, müssen die Zeiten der zeitabhängigen **Auswahlprozesse** ebenfalls angepasst werden.

### 5.8.6 Abspielgeschwindigkeit einstellen

Mit **Visualisieren > Abspielgeschwindigkeit einstellen...** können Sie die Simulationslaufzeit beschleunigen oder verlangsamen.

## 5.9 Analysieren

Sobald Ihre Simulation abgeschlossen ist und alle Visualisierungseinstellungen definiert sind, können Sie Ihre Ergebnisse auswerten.

### 5.9.1 Agenten

In *crowd:it* ist es möglich, das Verhalten von Individuen und Gruppen zu analysieren. Die folgenden Abschnitte zeigen wie.

#### Agenten auswählen

Um einzelne Agenten und ihre individuellen Eigenschaften zu betrachten, wählen Sie das Werkzeug "Agenten auswählen" und klicken Sie auf den Agenten, über den Sie mehr erfahren möchten.



In einer Tabelle werden die wichtigsten Daten des Agenten angezeigt und eine orange Spur zeigt den bisherigen Laufweg an. Um mehrere Agenten auszuwählen, ziehen Sie ein Rechteck über die Agenten, die Sie hervorheben möchten, oder halten Sie die Strg -Taste gedrückt und wählen Sie weitere Agenten einzeln aus. Die Abwahl folgt dem gleichen Prinzip. Wenn Sie mehrere Agenten auswählen, werden unter den Schlüsseldaten der Agenten drei Schaltflächen angezeigt: <-, Statistik und ->. Mit den Schaltflächen <- und -> können Sie zwischen den Eckdaten der einzelnen Agenten navigieren. Um Statistiken über alle selektierten Agenten anzuzeigen, wählen Sie **Statistik**.


#### Agenten suchen

Wenn Sie an einem bestimmten Agenten interessiert sind und dessen ID kennen, verwenden Sie **Agenten suchen...**, um ihn zu finden und seine Details und seinen Pfad wie in [Agenten auswählen](#) anzuzeigen.

## 5.9.2 Auswertungsobjekte

Um Bereiche Ihres Szenarios auszuwerten, stellt *crowd:it* verschiedene Auswertungsobjekte zur Verfügung, die in den folgenden Menüpunkten beschrieben werden.

### Zähllinie

**Zähllinien** berücksichtigen, wie viele einzelne Agenten eine Linie passiert haben. Wählen Sie das Werkzeug **Zähllinie zeichnen** , um eine Linie direkt in den Plan zu zeichnen.

Nach dem Zeichnen erscheint ein Dialog mit folgenden Optionen:

- **Name:** Der Name der Zähllinie, der in der Legende und in den Diagrammen angezeigt wird.
- **Farbe:** Die Farbe der Zähllinie. Die ist hilfreich, um die Zähllinie schnell im Plan zu identifizieren.
- **Jeden Agenten nur einmal zählen:** Diese Option ist standardmäßig ausgewählt. Sie können Sie abwählen, wenn Sie z.B. eine Prozesssimulation durchführen die Gesamtzahl an Agenten zählen möchten, auch wenn ein Agent diese Linie öfter überquert hat.
- **Unidirektional:** Sie können entweder nur Agenten zählen, die sich in einer bestimmten Richtung über die Zähllinie bewegen, oder sie zählen in beiden Richtungen. Wenn Sie die Option ausgewählt haben, können Sie im unteren Fenster die Richtung einstellen, indem Sie **Orientierung spiegeln** klicken. Auf der Zähllinie wird ein Pfeil angezeigt, der die Richtung angibt, in der die Agenten gezählt werden.

Sobald die Zähllinie erstellt ist, stehen Ihnen über einen Rechtsklick folgenden Optionen zur Verfügung:

- **Eigenschaften...:** Hierüber können Sie den oben beschriebenen Dialog erneut öffnen und Einstellungen ändern.
- **Zusammenfassung...:** Öffnet eine exportierbare Tabelle, in der die wichtigsten Eckpunkte zusammengefasst sind, z.B. die Anzahl der Agenten, die die Zähllinie passiert haben, und die Zeiten, zu denen der erste und der letzte Agent die Zähllinie passiert haben.
- **Diagramm...:** Hier können Sie direkt ein Diagramm anzeigen lassen. Die zur Verfügung stehenden Diagramme sind unten beschrieben.

- **Anzahl Agenten:** Die Anzahl der einzelnen Agenten, die die Zähllinie passieren und zu welcher Zeit.
  - **Geschwindigkeit:** Bietet Statistiken über die Geschwindigkeit der Agenten zu dem Zeitpunkt, an dem sie die Zähllinie passieren (Minimum, arithmetisches Mittel, Median, Maximum).
  - **Räumungskurve:** Hier wird die Anzahl der Agenten, die die Zähllinie passieren, in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt.
  - **Weidmann(Geschwindigkeit vs. Personenfluss):** Dieses Diagramm zeichnet die Weidmann-Kurve sowie das Fundamentaldiagramm für die Geschwindigkeit und den Personenfluss, das sich aus den Agenten, die die Zähllinie überqueren, ergibt.
  - Weitere, individuelle Diagramme können ebenfalls erstellt werden. Dies erfolgt über **Analysieren > Diagramm erstellen...** und ist [hier](#) beschrieben.
- **Daten nach .csv exportieren:** Hier können die Rohdaten zur weiteren Verwendung im .csv Format exportiert werden.
  - **Auf Stockwerk kopieren...:** Hierüber können Sie die Zähllinie auf andere Stockwerke kopieren. Nach der Anwendung werden neue Simulationsobjekte auf den ausgewählten Stockwerken erstellt. Diese Objekte haben die gleichen Eigenschaften wie das ursprüngliche Simulationsobjekt.
  - **Geometrie bearbeiten:** Zähllinie mithilfe der blauen Kreise an beiden Enden der Zähllinie verschieben. Wenn Sie mit der Position der Zähllinie zufrieden sind, klicken Sie irgendwo außerhalb der Zähllinie, um die Aktion zu beenden.
  - **Löschen:** Löscht die Zähllinie.

### Rechteck

Mit dem Werkzeug **Auswertungsrechteck zeichnen**  können Sie eine rechteckige Box in den Plan zeichnen. Sie können wie bei der [Zähllinie](#) einen Namen und eine Farbe vergeben.

Über einen Rechtsklick erscheint ein Kontextmenü, wie hier beschrieben.

Zusätzlich zu den vordefinierten Diagrammen, die auch schon für Zähllinien vorhanden sind, haben Rechtecke:

- Basisdiagramme:

- **Lokale Dichte:** Standard Dichteberechnungen (Agenten pro Quadratmeter) innerhalb der Rechteckfläche.
  - **Lokale Voronoi-Dichte:** Voronoi Dichteberechnungen innerhalb der Fläche des Rechtecks. Achtung, dieser Wert kann fehlerhaft sein, wenn die Auswertungsfläche zu klein ist oder über Hindernissen liegt.
  - **Aufenthaltsdauer im Bereich:** Erstellt jedes Mal, wenn ein Agent das Rechteck betritt, einen Datenpunkt und zeichnet die Aufenthaltsdauer jedes Besuchs auf.
  - **Aggregierte Aufenthaltsdauer im Bereich:** Liefert einen Datenpunkt pro Agent und aggregiert die Zeit, die er im Rechteck verbracht hat.
  - **Maximale individuelle Staudauer:** Hier wird für jeden Agenten gezählt, wie lange er sich innerhalb des Bereichs im Stau befindet. Die Kriterien, ab wann ein Agent als im Stau befindlich gewertet wird, können Sie rechts neben der Grundrissansicht im Tab **Auswertungen** einstellen. Eine genauere Beschreibung finden Sie [hier](#).
  - **Agenten im Stau im zeitlichen Verlauf:** Hier wird die jeweils Anzahl der Agenten, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt im Stau befinden, dargestellt.
- Weidmann-Diagramme:
    - **Dichte vs. Personenfluss**
    - **Dichte vs. Geschwindigkeit**

Weitere, individuelle Diagramme können ebenfalls erstellt werden. Dies erfolgt über **Analysieren > Diagramm erstellen...** und ist [hier](#) beschrieben.

### Polygon

Mit dem Werkzeug **Auswertungspolygon zeichnen**  können Sie eine geschlossene Form bilden, die sich analog zu Auswertungsrechtecken verhält, aber nicht rechteckig ist. Bei der Erstellung Ihres Polygons können Sie beliebig viele Eckpunkte hinzufügen. Mit der Taste Entf auf der Tastatur wird der zuletzt hinzugefügte Eckpunkt entfernt. Um das Polygon zu schließen, klicken Sie einfach in die Nähe des ersten Punktes oder drücken Sie Enter.

Über einen Rechtsklick erscheint ein Kontextmenü, wie hier beschrieben. Es stehen dieselben Diagramme zur Verfügung wie beim **Rechteck**. Wie individuelle Diagramme erstellt werden können, ist [hier](#) beschrieben.

**Warnung:** Polygone müssen konvex sein, sonst werden keine Auswertungen berechnet. (Ein konvexes Polygon enthält keine Ecke, die nach innen gerichtet ist.)

### 5.9.3 Auswertungseinstellungen

Einige Auswertungen können von dem Nutzer genauer eingestellt werden. So können beispielsweise Kriterien zur Stauerkennung durch den Nutzer festgelegt werden. Die Einstellungen gelten über alle Auswertungen dieser Art.

Alle übergreifend gültigen Einstellungen können im [Informationsbereich](#) rechts im Reiter **Auswertungen** gesetzt werden. Der Reiter ist nur sichtbar, wenn Simulationsergebnisse vorliegen.

#### Stau

Folgende Einstellungen können vorgenommen werden:

##### Staugrenzgeschwindigkeit...

- **... in der Ebene [m/s]:** Beschreibt die maximale Geschwindigkeit unterhalb derer ein Fußgänger als im Stau stehend betrachtet wird.
- **... auf der Treppe [m/s]:** Beschreibt die maximale Geschwindigkeit unterhalb derer ein Fußgänger als im Stau befindlich gilt, wenn er sich auf einer Treppe bewegt.
- **... im Verhältnis zur Wunschgeschwindigkeit [%]**
- **... unterschritten für mindestens [hh:mm:ss]:** Beschreibt die Mindestzeit, die ein Agent unterhalb der Geschwindigkeits-Grenzen bleiben muss, bevor er als im Stau stehend betrachtet wird.

Dabei ist zu beachten, dass die Geschwindigkeit eines Agenten sowohl den absoluten als auch den relativen Wert unterschreiten muss, um bei Staus berücksichtigt zu werden.

Agenten, die sich noch nicht bewegt haben (siehe auch [Reaktionszeit](#)), d.h. deren Reaktionszeit noch nicht abgelaufen ist, werden bei der Stauerkennung nicht berücksichtigt.

## Social Distance

Nur verfügbar, wenn mit Social Distancing simuliert wurde.

Unter **Analysieren** → **Social Distancing** finden sich Einstellungen für die Auswertung der Ergebnisse mit Social Distancing:

- **Social Distance [m]**: Gibt an, ab welcher Distanz (Mittelpunkt zu Mittelpunkt) der Agent als Verletzung des Social Distancing Verhaltens gewertet wird.
- **Mindest-Expositionszeit für die Berechnung [hh:mm:ss]**: Gibt die Sekundenanzahl an, die ein Agent das Social-Distance-Verhalten verletzen muss, bevor es als Verletzung der Regel des Social Distancings gewertet wird
- **Mindest-Expositionszeit für die Visualisierung [hh:mm:ss]**: Legen Sie den Zeitschwellwert fest, nach der die Kreise um die Fußgänger rot werden.
- **Agenten auf gleichem Pfad ausschließen**: Wenn Sie Agenten ausschließen möchten, die sich auf demselben Pfad befinden, können Sie die unten stehende Option ankreuzen. Dann werden alle Agenten, denen derselbe Pfad zugewiesen sind, bei der Berechnung der Belastung ignoriert.

## 5.10 Ergebnisdarstellung

### 5.10.1 Diagramme

Verwenden Sie Diagramme, um die Ergebnisse Ihrer Simulation schnell und übersichtlich darzustellen. Sie können ein vordefiniertes Diagramm auswählen (siehe [Zähllinie](#), [Rechteck](#) oder [Polygon](#)) oder ein eigenes Diagramm erstellen. Für jedes Simulationsobjekt sind vordefinierte Diagramme über einen Rechtsklick auf das Objekt verfügbar. Im erscheinenden Kontextmenü **Diagramm...** werden die gängigsten Diagramme angeboten. Wie Sie ein eigenes Diagramm erstellen können, erklären wir im nächsten Absatz.

#### Diagramm erstellen

Verwenden Sie **Analysieren** > **Diagramm erstellen...** um ein benutzerdefiniertes Diagramm zu erstellen. Anschließend erscheint ein Dialog. Der Dialog führt Sie durch die Erstellung des Diagramms.

Im ersten Schritt müssen Sie sich entscheiden, ob Sie ein Diagramm aus einer Vorlage für einen bestimmten Bereichstyp oder ein komplett eigenes Diagramm erstellen möchten. Wenn Sie sich für ein benutzerdefiniertes Diagramm entscheiden, werden Sie direkt in den Dialog zur Anpassung des Diagramms geleitet (siehe nächstes Kapitel). Unter Diagrammvorlagen können Sie eine Diagrammvorlage auswählen, die zu Ihrem Bereichstyp und dem/den auszuwertenden Bereich(en) passt.

### **Diagramm-Anpassung**

Im Anpassungsdialog stehen Ihnen verschiedene Optionen zur Verfügung, um Ihr Diagramm individuell zu gestalten:

- **Diagrammtyp auswählen:** Auswahl des Diagrammtyps, z.B. Punktwolke, Balkendiagramm oder Linie
- **Daten auswählen:** Auswahl der möglichen Datenreihen, die zur Verfügung stehen
- **Daten verfeinern:** Verfeinerung der Datenreihen (Anwendung von Funktionen wie Min, Mittelwert, Max oder Median auf Ihre Datenreihen)
- **Daten formatieren:** Gestaltung der Datenreihen (Farbe, Name, Icons etc.)
- **Diagramm formatieren:** Layout und Titel des Diagramms

Wenn Sie im rechten Fensterbereich auf Berechnen klicken, sehen Sie wie sich die aktuelle Auswahl auf das Ergebnis auswirkt. So können Sie sofort sehen, ob das erstellte Diagramm Ihren Vorstellungen entspricht.

**Tipp:** Aktualisieren Sie das Diagramm häufig über "Berechnen". Dadurch lassen sich Änderungen leicht nachvollziehen. Ein Rückgängigmachen von Arbeitsschritten ist leider nicht möglich.

Sie können zwischen den verschiedenen Konfigurationsstufen wechseln, indem Sie auf der linken Seite des Fensters auf das gewünschte Feld klicken. Das endgültige Diagramm zeigen Sie an, indem Sie die Schaltfläche mit dem Häkchensymbol drücken.

### ***Diagrammtyp auswählen***

Im ersten Konfigurationsfeld können Sie den Typ des zu erstellenden Diagramms auswählen.

Sie können zwischen den folgenden Diagrammtypen wählen:

- **Linie, Punkt and Gemischt:** Linien-, Punkt- und gemischte Diagramme eignen sich am besten für die Darstellung von reinen Zahlenreihen – hier können Sie zwischen Linien-, Punkt- und gemischten Diagrammen wählen. Liniendiagramme verbinden alle Datenpunkte mit einer Linie, während Punktdiagramme jeden Datenpunkt als einzelnen kleinen Kreis darstellen. Die letzte Option erlaubt es, Linien- und Punktedatenreihen in einem Diagramm zu kombinieren.
- **Fläche:** Flächendiagramme eignen sich am besten für die Darstellung von reinen Zahlendatenreihen. Hier können Sie zwischen Standard und gestapelt wählen. Wir empfehlen, die Flächen unter den einzelnen Datenreihen einzufärben, wenn gestapelt ausgewählt ist, damit es nicht zu Fehlinterpretationen der Ergebnisse kommt.
- **Balken:** Balkendiagramme eignen sich am besten für die Darstellung von Datenreihen, die eine Kategorie auf eine Zahl abbilden. Hier können Sie zwischen Standard und gestapelt wählen.

Eine Auflistung der Diagrammtypen mit Beispielen finden Sie [hier](#).

### **Daten auswählen**

Nun kommt es zum kompliziertesten Panel, der Auswahl der Datenreihen. Eine Beschreibung der verfügbaren Datenreihen finden Sie im folgenden Abschnitt [Datenreihen](#). Hier stehen viele verschiedene Datenreihen zur Verfügung, bereits vorsortiert durch die Auswahl des Diagrammtyps. Um die gewünschte Datenreihe schneller zu finden, können Sie nach dem Typ des Auswertungsbereichs (Stockwerk, Quelle, Aufzug, etc.) oder der x- und y-Achsen-Dimension filtern. Das Panel ist wie folgt aufgebaut, auf der linken Seite befinden sich alle möglichen Datenreihen, während auf der rechten Seite alle bereits dem Diagramm hinzugefügten Datenreihen aufgelistet sind. Eine genauere Beschreibung der einzelnen Datenreihen und ihrer Anwendungsfälle finden Sie im Abschnitt "Datenreihen".

Um eine Datenreihe zum Diagramm hinzuzufügen, wählen Sie einfach die Datenreihe im linken Bereich aus und doppelklicken Sie auf die Datenreihe oder drücken Sie die Schaltfläche **+**.

**Hinweis:** Nur die Daten, deren Bereichs- und Reihentypen gleich sind, können im selben Graph angezeigt werden. Sobald sich also ein Datentyp auf der

rechten Seite befindet, werden nur die Optionen auf der linken Seite angezeigt, deren Bereich mit den ausgewählten Daten übereinstimmt. Wenn z. B. die  $x$ -Dimension der ausgewählten Daten "Zeit" ist, können Sie keine Daten auswählen, deren  $x$ -Dimension die Dichte ist.

### ***Daten verfeinern***

Im nächsten Schritt können Sie eine Funktion hinzufügen, die auf die Datenreihe angewendet werden soll. Sollen z.B. die Werte in einem bestimmten Fenster aufsummiert werden, oder soll der Mittelwert gebildet werden, oder sollen die Minimal- und Maximalwerte angezeigt werden? Dies kann hier eingestellt werden. Aufgrund unseres modularen Aufbaus können einzelne Zeitintervalle der Aggregation eingestellt werden.

Es gibt zwei verschiedene Möglichkeiten, die Zeitintervalle der Aggregation einzustellen: Einfach und Erweitert.

Bei der einfachen Option muss der Benutzer nur das Aggregationsfenster und die Intervallgröße festlegen (siehe Hilfe-Dialog für weitere Informationen).

Bei der erweiterten Option kann der Benutzer die Start- und Endposition jedes Intervalls festlegen.

### ***Daten formatieren***

In diesem Bereich können die Visualisierungseinstellungen für die einzelnen Datenreihen festgelegt werden. Damit ist sowohl die Beschriftung als auch die Einfärbung und Darstellung der einzelnen Datenreihen gemeint. Je nach ausgewähltem Diagrammtyp werden hier unterschiedliche Optionen angezeigt.

### ***Diagramm formatieren***

Im letzten Abschnitt werden die allgemeinen visuellen Aspekte des Diagramms festgelegt. Dazu gehören der Titel, die Achsenbeschriftung und die Größe des Diagramms.

### ***Berechnen und Anzeigen des Diagramms***

Um das Diagramm zu vervollständigen und final zu erstellen, drücken Sie einfach den **Häkchen-Button** (✓) unten.

Danach wird das endgültige Diagramm angezeigt. Falls *crowd:it* eine große Menge an Daten verarbeiten muss, kann die Anzeige etwas dauern. Keine Sorge – die Ergebnisse kommen gleich!

Anschließend kann das Diagramm exportiert werden. Dafür stehen verschiedene Methoden zur Verfügung:

-  **In die Zwischenablage kopieren**
-  **In einer Datei speichern**

Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- **.png**: Speichert das aktuelle Diagramm als Bild.
- **“.csv – Rohdaten“**: Speichert die Basisdaten ohne Aggregation.
- **“.csv – berechnete Daten“**: Exportiert die Ergebnisdatenreihen nach Anwendung der Aggregationsfunktion.

Alternativ können Sie die Konfiguration mit dem **Sternsymbol** speichern (siehe [Berichte](#)).

### Datenreihen

#### **Anzahl Agenten**

**Anzahl Agenten im zeitlichen Verlauf**: Dies ist die Anzahl an Personen in einer bestimmten Geometrie (Szenario, Stockwerk, Rechteck, Polygon oder Zähllinie) in Bezug auf die Zeit. Mit den Funktionen *Mittelwert* und *Max* (siehe unter [Daten verfeinern](#)) kann die durchschnittliche und maximale Anzahl von Personen über die Zeit (Intervall in Sekunden) ermittelt werden.

#### **Wegzeiten**

Wegzeiten können durch die Erstellung von Zähllinien am Startpunkt (A) und am Endpunkt (E) ermittelt werden. Ein Zähllinie-Diagramm zeigt, wie viele Personen jede Zähllinie zu welcher Zeit überqueren. Um zu ermitteln, wie lange die Personen von A nach B unterwegs sind, kann eine Zähllinie bei A und B erstellt werden, und dann kann eine Zähllinie-Tour-Tabelle generiert werden. Darüber hinaus können die Zeiten der letzten Agentenbewegung je Stockwerk über Stockwerkleerungszeiten angezeigt werden.

### ***Geschwindigkeit***

Geschwindigkeit über die Zeit: Dies ist die Geschwindigkeit der Agenten in einer bestimmten Geometrie (Stockwerk, Rechteck, Polygon) in Bezug auf die Zeit.

### ***Aufenthaltsdauer und Stauauswertungen***

- **Aufenthaltsdauer:** Dies ist die Dauer, die ein Agent in einem bestimmten Gebiet (Stockwerk, Rechteck, Polygon) verweilt.
- **Aggregierte Aufenthaltsdauer:** Dies ist die Gesamtdauer, die ein Agent aufsummiert in einem bestimmten Bereich ( Stockwerk, Rechteck, Polygon) verweilt.
- **Maximale individuelle Staudauer:** Dies ist die längste einzelne Zeitspanne, in der sich ein Agent mit einer Geschwindigkeit bewegt, die unter der begrenzten Stau-Geschwindigkeit liegt.
- **Gesamtstaudauer:** Dies ist die Summe der Zeitspannen, in denen sich ein Agent unter der Stau-Geschwindigkeitsgrenze bewegt.
- **Agenten im Stau im zeitlichen Verlauf:** Dies ist die Anzahl der Agenten, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt im Stau befinden.

### ***Dichte***

- **Standarddichte über die Zeit:** Personen pro Quadratmeter in Bezug auf die Zeit.
- **Voronoi-Dichte über die Zeit:** Der für eine Person verfügbare Platz in Bezug auf die Zeit. Heatmaps der Dichte veranschaulichen, wo sich Engpässe befinden.

### ***Fundamentaldiagramme***

Fundamentaldiagramme nach Weidmann können zum Vergleich mit den Simulationsergebnissen angezeigt werden:

- **Personenfluss über Dichte:** Dies ist der Personenfluss im Vergleich zur Personendichte.

- **Mittlere Dichte vs. Geschwindigkeit:** Dies ist die mittlere Personendichte gegen die Geschwindigkeit der Fußgänger.
- **Personenfluss über Geschwindigkeit:** Dies ist der Personenfluss im Vergleich zur Geschwindigkeit.

### ***Social Distancing - nur verfügbar, wenn Ergebnisse mit Social Distancing vorliegen***

- **Anzahl Agenten nach der maximalen Expositionsdauer:** Dies ist die Anzahl der Personen im Vergleich zu ihrer maximalen Kontaktzeit bei Distanzunterschreitung mit einer anderen Person. Eine Distanzunterschreitung liegt vor, wenn eine Person den einstellbaren Mindestabstand zu einer anderen Person länger als die konfigurierbare Mindestexpositionsdauer unterschreitet.
- **Anzahl Agenten nach der Gesamtexpositionsdauer:** Dies ist die Anzahl der Personen in Bezug auf deren aggregierte Dauer der Abstandsunterschreitungen zu anderen Personen.
- **Agenten, die den Abstand unterschritten haben:** Dies ist die Anzahl der Personen über die Zeit, die den Abstand zu einer anderen Person unterschreiten.
- **Agenten, die zu nahe standen über die Zeit:** Dies ist die Anzahl der Personen über die Zeit, die den erforderlichen Mindestabstand zu anderen Personen unterschreiten.
- **Dauer der Unterschreitung:** Dies ist die maximale Dauer einzelner Distanzunterschreitung über die Zeit.

### ***Aufzug***

Die folgenden Datenreihen sind für Aufzüge verfügbar:

- **Agenten im Aufzug:** Stellt die Agenten dar, die sich zum jeweiligen Zeitpunkt im Aufzug befinden.
- **Anzahl wartender Agenten auf dem Stockwerk:** Stellt die Anzahl der wartenden Personen in einem bestimmten Stockwerk über die Zeit dar.

### **Warteschlange**

Die folgenden Datenreihen sind für Warteschlangen verfügbar:

- **Agenten in der Warteschlange:** Diese Datenreihe zeigt die Länge der Warteschlange über die Zeit an. Sie kann verwendet werden, um anzuzeigen, zu welchem Zeitpunkt der Simulation die Warteschlange am längsten ist.
- **Aufenthaltsdauer in der Warteschlange:** Ähnlich wie Aufenthaltsdauer, stellt diese Datenreihe die Wartezeit in Bezug zur jeweiligen Ankunftszeit dar.

## **5.10.2 Zusammenfassungstabellen**

Die Menüoption **Analysieren > Zusammenfassung erstellen...** öffnet einen Dialog, in dem Sie zwischen mehreren automatisch generierten Tabellen wählen können. Alle Optionen sind in verschiedene Kategorien unterteilt und werden im Folgenden näher erläutert.

### **Bereichszusammenfassung**

liefert eine Zusammenfassung von jedem Auswertungsrechteck und -polygon (Bereich). Jeder Bereich wird beschrieben durch:

- Die durchschnittliche Anzahl an Personen im Bereich.
- Die maximale Anzahl an Personen in dem Bereich zur gleichen Zeit.
- Die minimale, mittlere und maximale Zeit, die von allen Agenten in dem Bereich verbracht wurde.
- Anzahl an unterschiedlichen Personen, die sich in diesem Bereich aufgehalten haben
- Anzahl der Ankünfte in diesem Gebiet

### **Zähllinie-Zusammenfassung**

liefert eine Zusammenfassung einer Zähllinie. Sie enthält:

- Die Gesamtzahl der gezählten Agenten.
- Die Zeit, zu der der erste Agent gezählt wurde.
- Die Zeit, zu der der letzte Agent gezählt wurde.

### Pfadzusammenfassung

Hier wird jeder Pfad detailliert beschrieben:

- Die Anzahl an Personen, die diesem Pfad zugeordnet sind.
- Die minimale, maximale und durchschnittliche Zeit in Sekunden, um diesen Pfad abzulaufen.

Wie bei [Zähllinie-Zusammenfassung](#) verwenden Sie **Bearbeiten**, um die Auswertungszeitspanne zu definieren.

### Quelle-Ziel-Zusammenfassung

Hier wird für jede Kombination aus Start- und Zielort eine detaillierte Angabe gemacht:

- Die Anzahl an Personen, die sich vom jeweiligen Start zum entsprechenden Ziel bewegen.
- Die minimale, maximale und durchschnittliche Zeit in Sekunden, um den Weg zu bewältigen.

Wie bei [Zähllinie-Zusammenfassung](#) verwenden Sie **Bearbeiten**, um Auswertungseinstellungen zu spezifizieren (wie z.B. die Einbeziehung der Vorlaufzeit in die Reisezeit).

### Aufzugszusammenfassung

In dieser Tabelle ist ein detaillierter Bericht über jeden Aufzug zu finden.

Die folgenden Informationen werden dargestellt:

- **Gesamtzahl der Agenten**, die den Aufzug während der gesamten Simulationszeit benutzt haben.
- **Mittlere und maximale Wartezeit** auf den Aufzug (Gemessen vom Zeitpunkt der Ankunft am Aufzug bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Fußgänger beginnt, den Aufzug zu betreten. Wichtig: alle anderen Fußgänger dürfen den Aufzug zuerst verlassen).
- **Mittlere und maximale Zeit** für das Betreten des Aufzugs (Gemessen von dem Zeitpunkt, an dem der Fußgänger beginnt, den Aufzug zu betreten, bis zu dem Zeitpunkt, an dem sich der Torso des Fußgängers im Aufzug befindet).

- **Mittlere und maximale Fahrzeit** im Aufzug (Gemessen von dem Zeitpunkt, an dem sich der Torso des Fußgängers im Aufzug befindet, bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Fußgänger beginnt, den Aufzug zu verlassen. Dazu gehören auch Stopps auf anderen Stockwerken).
- **Mittlere und maximale Zeit für das Aussteigen** aus dem Aufzug (gemessen von dem Zeitpunkt, an dem die Fußgänger den Aufzug verlassen, bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Torso der Fußgänger die Geometrie des Aufzugs verlassen hat).

### Aufzugshaltestellenzusammenfassung

In dieser Tabelle ist angegeben, wie oft der jeweilige Aufzug auf einem bestimmten Stockwerk hält. Wichtig: Wenn ein Aufzug die Türen in einem Stockwerk nicht öffnet, wird das Stockwerk nicht gezählt, auch wenn der Aufzug dieses Stockwerk passiert.

### 5.10.3 Kritische Bereichserkennung

Mit **Analysieren** > **kritische Bereichserkennung...** kann eine automatische Berechnung aller kritischen Bereiche ausgelöst werden.

Folgende Einstellungen können vorgenommen werden:

- **Stauschwellenwert [hh:mm:ss]**: Definiert die Minstdauer, die ein Agent in einem Bereich im Stau verbringen muss, damit dieser Bereich als kritisch eingestuft wird.
- **Begrenzungsrechteck verwenden**: Wenn diese Option aktiviert ist, wird automatisch ein **Rechteck** um alle kritischen Bereiche gezeichnet. Andernfalls wird für jeden kritischen Bereich ein **Polygonzug** um die kritischen Bereiche gezogen.

Im Hintergrund wird dieselbe Berechnung gestartet, die auch bei der Heatmap **Maximale Staudauer** verwendet wird. Das Gebiet wird in ein Meter große Zellen unterteilt und in jeder Zelle gemessen, wie lange dort ein Agent maximal im Stau stand. Überschreitet diese Zeit den eingestellten Schwellenwert, wird die Zelle als kritisch eingestuft. So wird über alle Zellen iteriert und diese zu Clustern zusammengefasst. Für jedes Cluster wird ein Auswertungsobjekt erstellt und im Zeichenbereich angezeigt.

Die Einstellungen, ab wann ein Agent als im Stau stehend gewertet wird, können [hier](#) vorgenommen werden.

Die kritische Bereichserkennung kann in einer Stauanalyse dazu verwendet werden, um die Staustellen zu identifizieren und davon ausgehend diese Stellen genauer zu analysieren.

### 5.10.4 Heatmaps

Heatmaps erlauben die Simulationsergebnisse zu interpretieren. Dazu wird der Betrachtungsbereich des Szenarios in quadratische Kacheln eingeteilt. Diese Kacheln werden anschließend entsprechend eines ausgewählten Kriteriums eingefärbt. Dadurch können beispielsweise Staubereiche identifiziert werden, welche anschließend mit Auswertungsobjekten genauer untersucht werden können.

Das Kriterium zur Einfärbung wird im Heatmap Dialog ausgewählt. Den Dialog können Sie über das Menü

**Analysieren > Heatmap...** öffnen.

Das Menü ist in drei Abschnitte unterteilt:

- **Auswertung:** Unter Auswertung können Sie das Einfärbungskriterium, die betrachtete Zeitspanne und die Kachelgröße festlegen. Klicken Sie auf **Erweiterte Einstellungen**, um alle verfügbaren Einstellungen freizuschalten.
  - **Kriterium:** Definieren Sie die Kriterien für die Einfärbung. (Optionen sind unter Abschnitt Einfärbungskriterien genauer beschrieben)
  - **Startzeit** und **Endzeit:** Geben Sie die Zeit in Sekunden an, über die Sie die Heatmap-Werte berechnen möchten.
  - **Gleitender Durchschnitt:** Geben Sie die Zeitspanne an, über die der gewählte Wert gemittelt wird. Beispiel: Wenn Sie 10 Sekunden wählen, werden für jeden Zeitschritt die folgenden 10 Zeitschritte berücksichtigt und gemittelt.
  - **Kachelgröße:** Setzt die Größe der Messkacheln in Metern.
  - **Berücksichtigt Agenten während der Reaktionszeit:** Aktivieren Sie dies, um Agenten auszuschließen, die sich noch nicht bewegen durften (siehe Abschnitt Reaktionszeit).

- **Einfärbung:** Hier wird eine Vorschau der Legende der Heatmap angezeigt. Wenn Sie die Farbgebung ändern möchten, klicken Sie auf die Knopf rechts der Vorschau.
- **Stockwerke:** Legen Sie fest, auf welchen Stockwerken die Heatmap berechnet werden soll.

Wenn Sie mit Ihren Einstellungen zufrieden sind, klicken Sie auf "Ok", um Ihre **Heatmap** zu berechnen und anzuzeigen.

Sie können die Heatmap schließen, indem Sie **Löschen** aus dem obigen Menü wählen. Um die Heatmap zu ändern, wählen Sie erneut **Heatmap....**


### Einfärbungskriterien

Die Kacheln der Heatmap können nach unterschiedlichen Aspekten eingefärbt werden. Die folgenden stehen zur Auswahl:

- **Mittlere Aufenthaltsdauer:** Pro Kachel wird berechnet, wie lange die Agenten sich durchschnittlich innerhalb der Kachel aufgehalten haben.
- **Mittlere Aufenthaltsdauer mit Social Distance:** Pro Kachel wird berechnet, wie lange die Agenten das Social Distancing nicht eingehalten haben. Die Einstellungen werden bei **Personas** gesetzt. Von allen Zeiten und allen Fußgängern wird der Mittelwert berechnet und angezeigt.
- **Agenten:** Pro Kachel wird angegeben, wie viele Agenten sie über die betrachtete Zeit betreten haben. Dadurch kann beispielsweise Wegeauslastung bestimmt werden.
- **Erforderliche Fluchtzeit (RSET-Required Safe Egress Time):** Bestimmt für jede Kachel den letzten Zeitpunkt, wann sich ein Agent darin aufgehalten hat. Damit kann festgestellt werden, welche Bereiche zu welchem Zeitpunkt vollständig evakuiert waren.
- **Maximale Staudauer:** Zählt die Sekunden, in denen ein Agent im Stau stand (auch bevor er die Kachel betreten hat), bis er die Kachel verlässt. Der Kachelwert wird als Maximum aller Agenten berechnet, die sich innerhalb dieser Kachel im Stau befanden. Diese Heatmap wird auch für die **kritische Bereichserkennung** herangezogen. Die Staueinstellungen können [hier](#) angepasst werden.

- **Dichte:** Über alle Zeitschritte hinweg wird die Dichte jeder Kachel aufgezeichnet. Das heißt, die Anzahl der Agenten in jeder Kachel zu einem bestimmten Zeitpunkt wird gemittelt. (Mittelwert oder maximale Dichte sind als Vergleichskriterien zwischen den Kacheln verfügbar). Dichte-Heatmaps können nach den von Fruin definierten Servicegraden eingefärbt werden.
- **Geschwindigkeit:** Während des Simulationslaufs werden die Geschwindigkeiten jedes Agenten, der eine Kachel betritt, gemittelt. (Mindest-, Mittel- oder Höchstgeschwindigkeiten stehen als Vergleichskriterien zwischen den Kacheln zur Verfügung).

### Farbeinstellungen

Je nach Anwendungsfall und Zielgruppe der Heatmaps kann es erforderlich sein, die Farbzuordnung anzupassen. Mit einem Klick auf das , öffnet sich ein Farbeinstellungsdialog mit den folgenden Einstellungen:

- **Schema:**
  - **Standard:** Das Standard-Farbschema ist weiß, blau und schwarz.
  - **Benutzerdefiniert:** Ein benutzerdefiniertes Farbschema. Wenn Sie eine der folgenden Einstellungen ändern, wird das Farbschema benutzerdefiniert.
  - **Servicelevel:** Diese Farbschemata können für Heatmaps mit hoher Dichte gewählt werden:
    - \* **Gehweg:** Servicelevel für Gehwege.
    - \* **Treppe:** Servicelevels für das Begehen von Treppen.
    - \* **Warteschlange:** Servicelevels für Warteschlangen.
- **Farbverlauf:** Geben Sie an, ob die Farbveränderungen kontinuierlich oder diskret sind.
- **Farbwerte:** Hier können Sie die Farbwerte definieren. Legen Sie zunächst fest, ob die Farbwerte relativ (der Maximalwert wird im Dialog eingestellt) oder absolut (der Maximalwert wird als der maximal erreichte Wert eingestellt) beschrieben werden sollen. Als nächstes legen Sie die Werte fest. Werte können hinzugefügt, entfernt oder editiert werden.
- **Vorschau der Legende:** Hier sehen Sie die Vorschau für die Legende der Heatmap.

## 5.11 Exportieren

Nachdem Sie Ihre Simulation visualisiert und analysiert haben, möchten Sie vielleicht ein Video oder einen Screenshot der Ergebnisse exportieren. Diese Videos oder Screenshots können genutzt werden, um sich einen Überblick über die Ergebnisse zu verschaffen, bestimmte Zeitschritte oder neuralgische Punkte hervorzuheben oder um Ergebnisse wie Heatmap-Anzeigen und Laufwege der Agenten zu erstellen.

### 5.11.1 Screenshot

Der Menüpunkt **Analysieren > Screenshot exportieren...** erlaubt die Erstellung von Screenshots von mehreren (oder allen) Stockwerken zum aktuellen Zeitpunkt oder in verschiedenen Intervallen.

In dem sich öffnenden Fenster müssen Sie zuerst angeben, unter welchem Dateinamen die Screenshots gespeichert werden sollen. Danach können Sie auswählen, welche Stockwerke und Einstellungen Sie "fotografieren" möchten. Zusätzlich muss ausgewählt werden, zu welchem Zeitpunkt die Screenshots aufgenommen werden sollen.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Erweiterte Einstellungen**, um eine Reihe weiterer Einstellungen freizuschalten.

Mit den Einstellungen **Bildgröße** können Sie die gewünschte Auflösung des Screenshots festlegen. Die Breite und Höhe sind an das Seitenverhältnis Ihres Stockwerks gebunden. Alternativ können Sie die Auflösung festlegen, indem Sie angeben, wie viele Pixel des resultierenden Bildes einen Meter in Ihrem Stockwerk ausmachen sollen. Wenn Sie die **Pixel pro Meter** ändern, werden die Breite und die Höhe automatisch angepasst – und umgekehrt.

Um einen Eindruck von Ihren aktuellen Einstellungen zu bekommen, finden Sie rechts die Live-Vorschau. Wenn Sie im Abschnitt **Erweiterte Einstellungen** eine Heatmap ausgewählt haben, können Sie auf die Schaltfläche **Neuberechnung der Heatmap mit aktuellen Einstellungen** klicken, um eine Vorschau der Heatmap zu erstellen.

Einmal konfiguriert, können Sie diesen Bericht als Vorlage speichern (mit Klick auf ★) und später wieder öffnen (siehe Abschnitt [Berichterstellung](#)) oder direkt exportieren, indem Sie einen Ordner festlegen und anschließend auf **Anwenden** klicken.

### 5.11.2 Video

Mit **Analysieren** > **Video exportieren...** können Videos von der Simulation erstellt werden.

Hier können Sie angeben, unter welchem Dateinamen Ihr(e) Video(s) gespeichert werden soll(en), festlegen, welche Stockwerke gezeigt werden sollen, die Zeitspanne des Videos auswählen, die Visualisierungseinstellungen konfigurieren und die gewünschte Auflösung angeben – ähnlich wie im **Screenshot-dialog**. Zusätzlich gibt es die Option **Markiertem Agenten folgen**. Diese Option ist nur verfügbar, wenn Sie im Hauptfenster der Visualisierung einen einzelnen Agenten verfolgen (siehe dazu **Agenten auswählen**). Ist diese Option aktiviert, folgt das Video diesem Agenten zwischen den Stockwerken. Befindet sich der verfolgte Agent zum Beispiel in den ersten dreißig Sekunden der Simulation auf Stockwerk 1 und anschließend auf Stockwerk 2, zeigt das Video ebenfalls Stockwerk 1 für die ersten dreißig Sekunden und danach Stockwerk 2 an.

Speichern Sie Ihre Konfiguration wie immer mit dem **Sternsymbol** (★) (siehe auch [hier](#)) oder erstellen Sie die Videos direkt mit Klick auf **Anwenden**. Ein Zielordner kann über **Ordner** festgelegt werden. *crowd:it* ist während des Exports gesperrt.

Nach dem Export können Sie die fertigen Videos in einem Player öffnen und abspielen.

### 5.11.3 Berichterstattung

Oft müssen für ein Szenario mehrere Simulationen durchgeführt werden. Für diese müssen meist die gleichen Auswertungen durchgeführt werden. Um diesen Prozess zu beschleunigen können die Einstellungen der Auswertungen (Screenshots, Videos, Diagramm) in *crowd:it* gespeichert werden. Diese Funktionalität wird in *crowd:it* als **Berichte** bezeichnet. Diese können erneut geöffnet und exportiert werden.

#### Bericht speichern

In allen Dialogen in welchen die **Bericht**-Funktion zur Verfügung steht, finden Sie folgende Schaltfläche ★. Diese erlaubt die Speicherung der aktuellen Einstellung als **Bericht**.

Damit ein **Bericht** wiedererkannt werden kann, muss ein entsprechender Name vom Nutzer angegeben werden. Anschließend wird der **Bericht** zu den gespeicherten **Berichten** hinzugefügt.

### Gespeicherte Berichte

Alle gespeicherten Berichte können unter **Analysieren** > **Gespeicherte Berichte...** eingesehen, erneut geöffnet, erneut exportiert und gelöscht werden.

Mit Hilfe der Kontrollkästchen können Sie einzelne oder mehrere Berichte zum Exportieren oder Anzeigen auswählen. Ein Doppelklick öffnet das entsprechende Dialogmenü für diesen Bericht.

Die Liste der Berichte kann mithilfe der Suchleiste oben im Dialog gefiltert werden.

Ein Popup-Menü kann über einen Rechtsklick in der Tabelle geöffnet werden, sodass bestehende Berichte umbenannt bzw. dupliziert werden können.

Ferner können nun angelegte Berichte als JSON gespeichert oder importiert werden. Somit können gespeicherte Berichte aus einem Projekt in ein Weiteres eingebunden werden. Vor allem gilt dies auch für Berichte, bei denen Evaluierungspolygone/-rechtecke verwendet werden. Wichtig ist hierfür, dass alle Benennungen für Evaluierungspolygone und Stockwerke von Projekt zu Projekt gleich sind. Ausgeschlossen aus diesem Feature sind Videoberichte, die einem Agenten folgen.

Unter [Tools für Fortgeschrittene](#) finden Sie dazu mehr Informationen.

## 5.12 Schnellauswahl

Mit **Schnellauswahl...** können Sie in einem zusätzlichen Fenster mehrere Objekte gleichzeitig auswählen und bearbeiten.

Der Auswahlprozess erfolgt durch die Anwendung verschiedener Filter auf Ihre Objekte. Der erste Filter ist der Objekttyp:

- **Zugeordnete Simulationsobjekte** (z. B. Quelle, Ziel etc.)
- **Nicht zugeordnete Simulationsobjekte**
- **Wände**
- **Sets** (Gruppen von Simulationsobjekten)
- **Teilpfade**
- **Pfade**

- **Auswertungen**

Sets, Teilpfade und Pfade können umbenannt oder gelöscht werden. Auswertungen können gelöscht werden. Zusätzlich können Simulationsobjekte, Teilpfade und Sets zu einem Set hinzugefügt werden.

Bei nicht zugewiesenen Simulationsobjekten können Sie durch Auswahl von Typ zuordnen die ausgewählten Objekte beispielsweise in Quellen umwandeln. Es erscheint das gleiche Dialogmenü wie in [Simulationsobjekte zuweisen](#).

Für Simulationsobjekte mit einem zugewiesenen Typ gibt es folgende mögliche Aktionen:

- **Zurücksetzen**
- **Auswertungen erstellen:** erzeugt Auswertungs-Polygone, die genau zur Geometrie des ausgewählten Simulationsobjekts passen.
- **Anzeigen**
- **Ausblenden**
- **Zum Set hinzufügen**
- **Umbenennen**
- **Löschen**
- **Auswählen**

## 5.13 Tools für Fortgeschrittene

### 5.13.1 Automatische Report-Erstellung mittels Konsole

#### Installierte JARs

Nach der Installation befinden sich die JAR-Dateien unter Windows im Verzeichnis:

**AppData > Roaming > accu-rate > crowd-it > bin**

Dort sind sie in die Unterverzeichnisse **gui** und **kernel** aufgeteilt.

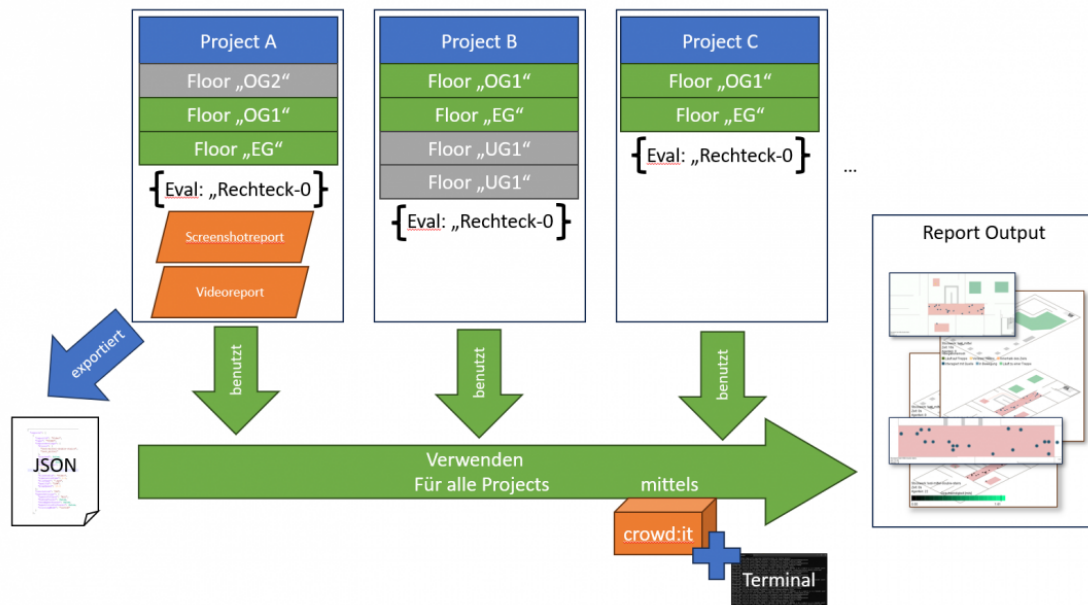
#### Workflow

Der Ablauf gestaltet sich wie folgt:

1. Projekt in crowd-it öffnen
2. Gespeicherte Berichte erstellen

3. Unter **Analysieren** > **Gespeicherte Berichte...** die gewünschten Berichte markieren
4. Rechtsklick > **Exportieren als JSON...**, Ordner auswählen und JSON-Datei speichern
5. Konsole öffnen

Eine Übersicht über den Prozess bietet die folgende Grafik:



Wenn die GUI-JAR direkt über die Konsole angesteuert wird, kann die automatische Reporterstellung genutzt werden.

```
""bash java -jar -filename= -jsonFile= -exportReports
```

## 5.14 Fehlersuche

### 5.14.1 Langsame Simulationsberechnung: Tipps und Tricks zur Leistung

Manchmal scheint die Berechnung von Simulationen viel langsamer zu sein als üblich, aber dafür gibt es meist einfache Erklärungen.

Um Ihre Ergebnisse schneller zu erhalten, können Sie die folgenden Aspekte überprüfen/anpassen.

### **Geometrie überprüfen**

Bei der Simulation wirkt sich jede zusätzliche Linie in ihrem CAD-Werkzeug auf die Simulationszeit aus. Dies gilt auch für Linien, die sich in nicht zugänglichen Bereichen befinden (z.B. das Zeichnen von Kabeln in Wänden).

### **Verringern Sie Linien innerhalb der Simulation**

Der schnellste Weg, um die Simulation zu beschleunigen, besteht in der Regel darin, alle Objekte, die nicht benötigt werden bzw. sich in unzugänglichen Bereichen befinden, in ausgeblendete Layer/Ebenen des CAD-Werkzeugs zu verschieben. Auf diese Weise bleiben sie im CAD-Plan erhalten, beeinflussen aber nicht mehr die Simulationszeit. Mit unserem Werkzeug **Geometrie vereinfachen** können Sie auch alle nicht benötigten Wände entfernen für die Simulation benötigt werden.

### **Doppelte Linien entfernen**

Häufig finden sich in CAD-Plänen doppelte Linien, die übereinander liegen und somit keinen weiteren Mehrwert bieten. Diese können einfach entfernt werden.

**Tipp:** Die meisten CAD-Werkzeuge bieten einfache Befehle, um solche Objekte zu entfernen. Mit unserem Werkzeug **Geometrie vereinfachen** können Sie auch alle nicht benötigten Wände entfernen, die für die Simulation benötigt werden.

### **Ursprung des Koordinatensystems prüfen**

In *crowd:it* werden die gleichen Koordinaten wie im CAD-Plan verwendet. Das bedeutet, dass ein Linienzug im CAD-Plan genau die gleichen Koordinaten hat wie in *crowd:it*.

Das vereinfacht die Suche nach bestimmten Objekten im CAD-Programm, hat aber auch einen entscheidenden Nachteil. Wenn die Koordinaten in Ihrem CAD-Plan sehr groß sind, bedeutet dies auch große Koordinaten in *crowd:it*. Da die Simulationsdatei viel mehr Informationen enthält als die CAD-Datei (Agentenpositionen), können große Koordinaten zu einem deutlich höheren Speicherbedarf für die Simulationsdatei sorgen. Zusätzlich können sehr große Koordinaten zu Rundungsfehlern in der Simulationsberechnung führen.

Wir empfehlen daher, die Geometrie im CAD-Programm auf den Koordinatenursprung zu verschieben.

### Simulationseinstellungen überprüfen

Dieser Abschnitt ist mit großer Vorsicht zu betrachten, da eine falsche Einstellung der Simulationseinstellungen einen starken Einfluss auf die Simulationsergebnisse haben kann.

### Begrenzungslinien zeichnen

Um hohe Rechenzeiten zu vermeiden, können Sie Begrenzungslinien um das Simulationsgebiet zeichnen. Nutzen Sie dazu das **Wände**-Werkzeug. Achten Sie darauf, dass alle Simulationsobjekte vollständig innerhalb liegen und zeichnen Sie die Begrenzungslinien als *offene* Wände.

### Stockwerke diskretisieren

Vor allem in großen leeren Flächen ist es meist nicht notwendig, eine sehr feingranulare Navigation zu verwenden, da keine schmalen Wege wie z.B. zwischen Tribünensitzen vorliegen.

In diesen Szenarien kann die Diskretisierung eines Stockwerks vom Standardwert von 0,1 Meter auf 0,5 Meter erhöht werden. Diese Einstellung heißt **Zelldiskretisierung** und kann [hier](#) geändert werden.

Dies kann die Berechnung der Navigation extrem beschleunigen, kann aber dazu führen, dass Agenten in sehr engen Bereichen stecken bleiben.

### 5.14.2 Out of memory error

Besonders bei größeren Simulationen kann manchmal der Fehler "Out of Memory" auftreten.

Die Gründe dafür können vielfältig sein, aber der häufigste Grund ist, dass die Berechnung nicht genügend Speicher zugewiesen bekommt.

Wenn Sie einen "Out of Memory"-Fehler feststellen, kontaktieren Sie uns bitte ([product-support@accu-rate.de](mailto:product-support@accu-rate.de)) und wir werden gemeinsam nach einer Lösung suchen.

# Kapitel 6

## Makroskopische Berechnungen

*crowd:it* bietet mehrere Berechnungsmodi an, neben einer mikroskopischen Simulation können auch makroskopische Berechnungen durchgeführt werden. Aktuell sind folgende makroskopische Berechnungen möglich:

- Predtetschenski & Milinski (P&M): Das Verfahren von Predtetschenski & Milinski kann dazu eingesetzt werden, schnell und überschlagsweise Räumungszeiten sowie Staustellen zu ermitteln. Dabei wird im Wesentlichen mit Personenflüssen gerechnet. Für die genaue Funktionsweise von P&M sei auf einschlägige Literatur verwiesen.

### 6.1 Arbeitsablauf

Um eine makroskopische Berechnung durchzuführen, sind folgende Schritte notwendig:

Optional:

1. **Geometrie z.B. als Hintergrundbild importieren als Vorlage für die Modellierung**
2. **Hintergrundbild auf die richtige Größe skalieren**

Pflicht:

3. **Wegelemente definieren**
4. **Wegelemente verbinden**
5. **Ergebnisse ansehen und exportieren**






Im Gegensatz zur mikroskopischen Simulation wird bei der makroskopischen Berechnung keine exakte Geometrie benötigt. Um die benötigten Daten zu ermitteln, werden Wegelemente eingezeichnet und mit entsprechenden Parametern versehen. Um die Arbeit zu erleichtern, empfiehlt es sich, einen vorhandenen Grundrissplan inkl. Bemaßung als Hintergrundbild zu importieren (siehe auch hier) und maßstabsgetreu zu skalieren. Ein kurzes Tutorial gibt es hier. So können benötigte Weglängen und -breiten bequem aus dem Plan herausgemessen werden.

### 6.2 Kurzeinführung


Eine Kurzeinführung ist hier zu finden.

### 6.3 Wegelemente definieren

Um ein Szenario aufzubauen, müssen im ersten Schritt Wegelemente definiert werden. Dazu stehen in der Werkzeugleiste folgende Optionen zur Verfügung:

- : Legt einen Startbereich fest. Jedes Szenario muss mindestens ein Wegelement dieser Art enthalten.
- : Modelliert einen horizontalen Weg.
- : Modelliert eine Treppe aufwärts.
- : Modelliert eine Treppe abwärts.
- : Modelliert eine Engstelle.

#### 6.3.1 Startbereich festlegen

Nach einem Mausklick auf das Symbol  öffnet sich ein Zeichenwerkzeug, mit dem ein rechteckiger Bereich im Zeichenbereich festgelegt werden kann.


Der Startbereich dient im Modell von Predtetschenski & Milinski dazu, die Anfangsdichte zu bestimmen, die dann im weiteren Verlauf als Personenfluss von Wegelement zu Wegelement fließt. Um die Anfangsdichte zu berechnen, müssen einige Parameter festgelegt werden.

Diese werden in dem Dialog abgefragt, der sich nach dem Zeichnen des Bereichs öffnet:

### Allgemeine Informationen

- **Name:** Ein aussagekräftiger Name ist sinnvoll, da er im Ergebnis als Bezeichner wiederverwendet wird.
- **Beschreibung:** Platz für zusätzliche Informationen, Notizen oder Kommentare zum Objekt.

### Geometrische Eigenschaften

- **Minimale Breite:** Die schmalste Stelle des Startbereichs.
- **Maximale Laufstrecke:** Der längste Laufweg innerhalb des Startbereichs (in Metern), in der Regel die Diagonale des Rechtecks. Dieser kann direkt aus der Zeichenfläche gemessen (mit Klick auf das Symbol ) oder aus anderen Dokumenten übernommen werden.

*Hinweis:* Die Laufstrecke und minimale Breite werden benötigt, um die Laufzeit innerhalb des Startbereichs zu berechnen. Ein zusätzliches Element **Horizontaler Weg** ist nicht erforderlich.

### Dichteberechnung

- **Anzahl Personen:** Die Gesamtzahl der Personen im Startbereich. Mindestens eine Person ist erforderlich, damit das Verfahren funktioniert.
- **Verfügbare Fläche:** Die Fläche des Startbereichs in Quadratmetern. Sie wird standardmäßig aus dem gezeichneten Rechteck berechnet, kann aber manuell angepasst werden.


Die **Personas**, also die verschiedenen Personentypen, die im Modell vorkommen, können in der [Persona-Tabelle](#) festgelegt werden. Daraus resultiert die Anfangsdichte, die sich aus der Summe der Gesamtprojektionsfläche aller Personentypen geteilt durch die verfügbare Fläche ergibt. Die resultierende Dichte ist in der [Übersicht](#) aufgelistet.

Nachdem alle Parameter festgelegt wurden, wird der Startbereich mit einem Klick auf **Anwenden** erstellt.


### 6.3.2 Horizontalen Weg erstellen

Ein horizontaler Weg bildet einen Weg in der Ebene ab. Das Modell berechnet anhand der maximalen Laufstrecke und der minimalen Breite, welche Kapazität

das Wegelement aufweist und wie lange ein Personenfluss benötigt, um es zu durchqueren.

Nach Auswahl des Symbols  öffnet sich ein Zeichenwerkzeug, mit dem der Horizontale Weg erstellt werden kann. Anschließend erscheint ein Dialog zur Festlegung der Eigenschaften.


Standardmäßig wird der horizontale Weg als Rechteck vorgeschlagen. Falls stattdessen ein beliebiges Polygon gewünscht ist, gibt es zwei Möglichkeiten:

- Zunächst ein Simulationsobjekt als Polygon erstellen () , anschließend das Objekt per Doppelklick auswählen und Horizontaler Weg zuweisen.
- Nach dem Zeichnen des Rechtecks die Geometrie durch einen mittleren Mausklick auf das Element anpassen (siehe auch [hier](#)).

Wie beim Startbereich können hier ein Name und eine Beschreibung vergeben werden (siehe [Allgemeine Informationen](#)).



### Erforderliche Eigenschaften

- **Minimale Breite:** Die schmalste Stelle des Weges.
- **Maximale Laufstrecke:** Die längste Laufstrecke innerhalb des Elements.

Beide Werte werden in Metern angegeben und können entweder direkt eingegeben oder mit dem Messtool im Zeichenbereich ausgemessen werden. Dazu einfach auf das Symbol  rechts neben dem Eingabefeld klicken. Der Zeichenbereich öffnet sich und die gewünschte Strecke kann herausgemessen werden.

### 6.3.3 Treppe aufwärts/abwärts erstellen


Auf Treppen verlangsamt sich der Personenfluss. Das Modell berücksichtigt diese Verzögerung basierend auf der Breite und Richtung (aufwärts/abwärts) der Treppe.

Nach Auswahl des Symbols  für eine Treppe aufwärts oder  für eine Treppe abwärts wird die Treppe gezeichnet. Anschließend öffnet sich ein Dialog zur Eingabe der benötigten Werte.


Analog zum Wegelement **Horizontaler Weg** müssen hier ebenfalls die Mindestbreite und maximale Laufstrecke festgelegt werden (siehe [hier](#)).

### 6.3.4 Engstelle erstellen

Türen und andere Engstellen müssen gesondert modelliert werden, da der Personenfluss dort reduziert wird. Die lichte Durchgangsbreite bestimmt den Einfluss auf den Personenfluss.

Nach Auswahl des Symbols  wird eine Linie im Zeichenbereich gezogen. Anschließend öffnet sich ein Dialog zur Festlegung der grundlegenden Eigenschaften (siehe [Allgemeine Informationen](#)) und der Durchgangsbreite.

## 6.4 Wegelemente verbinden

Für die Berechnung müssen die Wegelemente miteinander verbunden werden. Dazu dient das Symbol  in der Werkzeugleiste.

Nach dem Wechsel in den Verbindungsmodus kann durch Klick auf ein Wegelement ein Pfeil erzeugt werden, der mit einem anderen Wegelement (außer dem Startbereich) verbunden werden kann. Die Pfeile können entweder mit Rechtsklick über das Kontextmenü oder durch Drücken der **ENTF-Taste** wieder gelöscht werden.

**Wichtig:** Mindestens ein Weg muss von einem [Startbereich](#) ausgehen, da sonst keine Berechnung möglich ist.

So lange ein ausgehender Weg aus einem Element existiert, ist dieses Element kein Ausgang. Anders ausgedrückt: Wenn ein Weg in einem Wegelement enden soll und dafür Auswertungen vorgenommen werden sollen (siehe [hier](#)), muss sichergestellt werden, dass aus diesem Wegelement kein ausgehender Pfeil existiert.

### 6.4.1 Vereinigung

Treffen zwei Wege aufeinander, werden die anliegenden Personenflüsse im Modell addiert. Zeitliche Verzögerungen durch versetztes Eintreffen werden in makroskopischen Rechenmodellen nicht berücksichtigt, was zu leicht überschätzten Räumungszeiten führen kann. Wenn jedoch sichergestellt ist, dass die Personenflüsse dort mit einem solchen entsprechenden zeitlichen Versatz eintreffen, dass sie sich nicht gegenseitig beeinflussen, kann dies explizit berücksichtigt werden. Hierfür können zwei Pfade modelliert und das Wegelement dupliziert werden. So ist sichergestellt, dass das Element für jeden eingehenden Personenfluss mit voller Kapazität zur Verfügung steht.

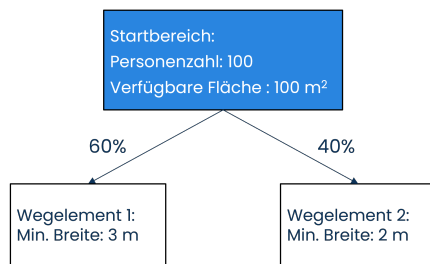
**Achtung:** Eine einfache Herabsetzung der Kapazität, in dem die duplizierten Elemente einfach geringere Breiten zugewiesen werden, ist fehlerhaft, da ja dann nicht mit den korrekten Dichten gerechnet würde.

## 6.4.2 Aufteilung

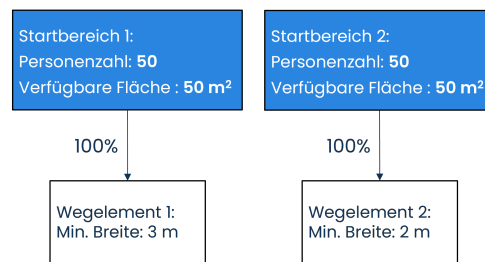
Führt ein Wegelement zu mehreren Zielen, werden die Personenflüsse entsprechend der Breiten der ausgehenden Wege verteilt. Soll eine andere Verteilung erfolgen, kann die Quelle in mehrere Teilbereiche unterteilt werden. Dabei muss die verfügbare Fläche entsprechend angepasst werden.

In folgender Abbildung ist ein Beispiel dargestellt, in dem die Personenströme in der Quelle nicht nach anliegender Fluchtwegbreite, sondern gleichverteilt werden:

Aufteilung nach anliegender Fluchtwegbreite:



Individuelle Aufteilung:



## 6.5 Übersicht über alle modellierten Wegelemente

Im Informationsbereich rechts neben der **Grundrissansicht** wird im Tab **Eigenschaften** eine Übersicht aller modellierten Wegelemente inklusive aller Eigenschaften, die als Eingangsgröße für die Berechnung verwendet werden, dargestellt. Mit Klick auf die Titelzeile einer Spalte wird die entsprechende Tabellenspalte sortiert. Dies ist hilfreich, wenn Sie z.B. Wegelemente nach Stockwerken sortieren wollen. Mit Klick auf eine Tabellenzeile oder wenn mit der Maus über eine Tabellenzeile gefahren wird, wird das entsprechende Element im Grundrissplan hervorgehoben. Dies gilt auch andersherum: Bei Auswahl eines Elements im Grundrissplan wird die entsprechende Tabellenzeile hervorgehoben.

Diese Übersicht kann zu Dokumentationszwecken entweder als .csv oder als .png exportiert oder in die Zwischenablage zur weiteren Verwendung kopiert werden. (Für eine genaue Beschreibung zum Exportieren siehe auch [hier](#).)

## 6.6 Persona-Tabelle

In der Persona-Tabelle können vordefinierte Personentypen nach Predtetschen-ski & Milinski ausgewählt und prozentual gewichtet werden. Die Summe muss 100 % ergeben. Folgende Personentypen stehen lt. Modell zur Verfügung:

Kategorie	Einzelprojektionsfläche [m²/P]
Kind	0.06
Jugendliche	0.09
Erwachsene in Sommerbekleidung	0.1
Erwachsene in Übergangsstraßenkleidung	0.113
Erwachsene in Winterstraßenkleidung	0.125
Erwachsene in Übergangsstraßenkleidung	
... mit leichtem Gepäck (z.B. Aktentasche)	0.18
... mit einem Koffer	0.24
... mit Rucksack	0.26
... mit schwerem Gepäck (z.B. zwei Koffer)	0.39
... mit einem Kind an der Hand	0.2
... mit einem Kind auf dem Arm	0.26
... mit einem Kind an der Hand (einschließlich Gepäck)	0.32

## 6.7 Modellierungstipps

- Da es sich um ein makroskopisches Modell handelt, reicht eine Genauigkeit von 10–20 cm aus. Höhere Genauigkeit suggeriert eine Präzision, die das Modell nicht leisten kann.
- Wegelemente sollten nicht zu kleinteilig modelliert werden. Beispielsweise kann eine Treppe mit mehreren Zwischenpodesten als eine einzelne Treppe modelliert werden. Sollte der Detailgrad nicht ausreichen, empfiehlt sich eine mikroskopische Simulation.

## 6.8 Visualisierungsoptionen im makroskopischen Modus

In der modusabhängigen Menüleiste befindet sich der Eintrag **Visualisieren**. Hier können folgende Einstellungen zur Visualisierung vorgenommen werden:

- **Wege anzeigen**: Hier kann das Ein- und Ausblenden von Pfaden vorgenommen werden.
- **Farbe einstellen...**: Hier können die makroskopischen Elemente, Wände, sowie der Hintergrund neu eingefärbt, ein- und ausgeblendet werden. [Hier](#) ist beschrieben, wie das funktioniert.
- **Objektbeschriftung...**: Für jedes makroskopische Element können die eingestellten Informationen sowie der Name in der Grundrissansicht angezeigt werden. Dies erfolgt über den Dialog **Objektbeschriftungen**. Unter **Zusätzliche Infos anzeigen** werden die eingestellten Eigenschaften im Wegelement dargestellt.

## 6.9 Berechnung

Die Berechnung des Modells erfolgt im Tab **Berechnen**, der sich rechts neben der **Grundrissansicht** befindet. Hier können Sie die Berechnung starten und die Ergebnisse einsehen.

Im oberen Bereich des Tabs wird der Berechnungstyp festgelegt. Das Modell nach Predtetschenski & Milinski (P&M) bietet drei verschiedene Berechnungstypen:

- **Komfortable Bedingungen**
- **Gefahrenbedingungen**
- **Normalbedingungen**

Für die Räumungsberechnung wird in der Regel der Berechnungstyp **Gefahrenbedingungen** verwendet. Dies kann jedoch vom Nutzenden individuell angepasst werden.

Nach Auswahl des Berechnungstyps werden die Ergebnisse in den darunter angezeigten Tabellen sofort aktualisiert.

## 6.10 Ergebnisse

### 6.10.1 Übersichtstabelle

Diese Tabelle listet pro Ausgang bzw. pro Pfadende folgende Informationen auf:

- **Ausgang:** Name des Ausgangs, wie im Feld Name des Wegelements festgelegt.
- **Erste Person im Ziel:** Zeitpunkt in Minuten, zu dem die erste Person den Ausgang erreicht hat (entspricht der Laufzeit).
- **Letzte Person im Ziel:** Zeitpunkt in Minuten, zu dem die letzte Person den Ausgang erreicht hat, d. h., wann alle Personen das Szenario (z. B. ein Gebäude) verlassen haben. Dies beinhaltet auch die Stauzeit.
- **Maximale Personen im Stau:** Maximale Anzahl an Personen, die in einem Wegelement auf dem Weg zum Ausgang im Stau standen. **Achtung:** Diese Zahl wird aus der Stauanalyse nach P&M ermittelt, indem die Staulänge mit der in P&M definierten Maximaldichte multipliziert wird. Dies kann zu einer Überschätzung der Personen im Stau führen, da die maximale Staudichte bei  $0,92 \text{ m}^2/\text{m}^2$  liegt.
- **Maximale Stauzeit:** Die Stauzeit wird über alle Wegelemente eines Pfades ermittelt. Die maximale Stauzeit bezieht sich auf den Pfad mit der längsten Stauzeit.
- **Anzahl Wege zum Ziel:** Anzahl der Wege, die zu diesem Ausgang führen.

### 6.10.2 Detailanalyse

Im unteren Bereich des Tabs wird eine detaillierte Analyse der einzelnen Wege angezeigt, die zu einem Ausgang führen. Um diese zu sehen, wählen Sie die entsprechende Zeile des Ausgangs in der Übersichtstabelle aus. Die Detailanalyse enthält folgende Informationen:

- **Wegelement:** Abschnitt oder Element des Weges. Der Name wurde in den jeweiligen Wegelementen festgelegt und kann dort geändert werden.
- **Min. Breite [m]:** Minimale Breite des Wegelements in Metern, wie [hier](#) festgelegt.

- **Max. Laufstrecke [m]:** Maximale Distanz, die innerhalb dieses Wegelements zurückgelegt wird. Dieser Wert wird vom Nutzenden festgelegt und kann, wie [hier](#) beschrieben, geändert werden.
- **Laufzeit für erste Person:** Zeitpunkt in Minuten, zu dem die erste Person das Ende dieses Wegelements erreicht.
- **Kumulierte Laufzeit:** Gesamtzeit, die die erste Person benötigt, um den Weg inklusive dieses Wegelements zu durchlaufen.
- **Verzögerung:** Gibt an, ob und wie lange Verzögerungen innerhalb dieses Wegelements aufgetreten sind.
- **Zeit für letzte Person:** Zeitpunkt, zu dem die letzte Person dieses Wegelement verlassen hat.
- **Anzahl Personen:** Gesamtanzahl der Personen, die sich durch dieses Wegelement bewegt haben.
- **Personen im Stau:** Anzahl der Personen, die innerhalb dieses Wegelements im Stau standen.

Zum Wechseln zwischen den jeweiligen Wegen können Sie die Pfeiltasten oberhalb der Tabelle verwenden:  $\leftarrow$  und  $\rightarrow$  .

### 6.10.3 Exportieren von Ergebnissen

Die Tabellen können in verschiedenen Formaten exportiert werden, um sie dem Ergebnisbericht beizufügen.

Unter jeder Tabelle gibt es die Möglichkeit, das Exportformat auszuwählen (.png, .csv). Nach der Auswahl können die Daten entweder in die Zwischenablage kopiert werden (📄) oder als Datei gespeichert werden (💾).

**Achtung:** Beim Exportieren als .png wird nur die aktuell sichtbare Tabelle exportiert. Falls die Tabellenüberschriften vollständig lesbar sein sollen, muss die Tabelle entsprechend breit gezogen werden.

### 6.10.4 Rechengrößen

Um die einzelnen Rechenschritte nachvollziehen und die verwendeten Rechengrößen überprüfen zu können, werden im Reiter **Rechengrößen** alle relevanten Werte zusammengefasst. Die aufgeführten Rechengrößen entstammen dem Modell und werden aus sogenannten Rechenwerttabellen entnommen, in denen ein Fundamentaldiagramm tabellarisch abgebildet ist. Jeder Dichte wird eine Geschwindigkeit und ein Personenfluss zugeordnet.

**Achtung:** Im Originalmodell sind diese Werte in Schritten von 0.01 aufgelistet. In *crowd:it* ist die Originalformel implementiert, um für jede Dichte einen exakten Wert zu berechnen. Daher kann es zu leichten Abweichungen im Vergleich zu den Tabellenwerten kommen.

Folgende Größen sind aufgelistet:

- **Name:** Name des Wegelements
- **Typ:** Typ des Wegelements
- **q\_anliegend:** Anliegender Personenfluss des Wegelements in [m/min]
- **q\_max:** Maximale Durchlassfähigkeit des Wegelements in [m/min]
- **q\_angepasst:** Falls der anliegende Personenfluss größer als die Durchlassfähigkeit des Wegelements ist, wird der Personenfluss angepasst. Dazu wird der Wert aus der Rechenwerttabelle für die maximal mögliche Dichte herangezogen.
- **Stau:** Gibt an, ob an diesem Wegelement ein Stau entstanden ist. Falls **q\_anliegend** > **q\_max**, tritt ein Stau auf.
- **v:** Fließgeschwindigkeit in [m/min], mit der der anliegende Personenfluss durch dieses Wegelement fließt. Dieser Wert wird aus der Rechenwerttabelle ermittelt.
- **Dichte:** Dichte in [m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>], die im Personenfluss entsteht.
- **Q:** Bewegungsintensität im Wegelement, berechnet als **q\_angepasst** x **minimale Breite des Wegelements**.

### 6.11 Analyse

Im Reiter **Analyse** können Sie die Ergebnisse der Berechnung im Zeichenplan visualisieren und analysieren.

Dazu kann zwischen verschiedenen Einfärbungen der jeweiligen Wegelemente gewählt werden:

- **Geschwindigkeit:** Jedes Wegelement wird nach der Geschwindigkeit des Personenstroms eingefärbt: Darüber kann auf einen Blick ermittelt werden, wo sich der Personenfluss verlangsamt.
- **Verzögerung:** Die Verzögerungszeit je Wegelement zeigt auf, wo Verzögerungen entstehen und damit ein Stau.
- **Zeit für letzte Person:** Bei dieser Option kann noch weiter ausgewählt werden, für welches Ziel die Analyse durchgeführt werden soll. Nach Auswahl

des Ziels wird jedes Wegelement danach eingefärbt, wann die letzte Person, die sich in Richtung des Ziels bewegt hat, dieses Wegelement passiert hat. Führen mehrere Wege über ein Wegelement zu dem Ziel, wird das Maximum angezeigt.

### 6.12 Export

Die eingefärbten Objekte können über die **Exportieren**-Schaltfläche als .png exportiert und abgespeichert werden. Es öffnet sich ein Dialog, der ähnlich dem **Screenshot-exportieren**-Dialog des mikroskopischen Modus ist. Es stehen folgende Einstellungen zur Verfügung:

- **Stockwerke:** Hier kann eingestellt werden, welche Stockwerke als Screenshot exportiert werden sollen.
- **Visualisierung:** Hier kann eingestellt werden, ob die Legende und/oder der Maßstab eingeblendet werden soll sowie der Name des Stockwerks. Außerdem kann die Stockwerksbegrenzung angezeigt werden, wenn eine spezielle Perspektive ausgewählt wurde.
- **Rendering:** Hier kann die Größe des zu exportierenden Bilds eingestellt werden. Auf der rechten Seite im Vorschaufenster ist zu erkennen, wie das Bild aussehen wird. Zudem kann eingestellt werden, ob das Stockwerk in der isometrischen Perspektive dargestellt und abgespeichert werden soll.
- **Dateieinstellungen:** Hier kann ausgewählt werden, wo der Screenshot abgespeichert werden soll.

# Kapitel 7

## Glossar

**Abweichung:** Standardabweichung

**Agent:** Simulierter Fußgänger

**Dynamische Navigationsberechnung deaktivieren:** Deaktiviert die dynamische Flutung für dieses Ziel aus.

**Gerichteter skaliertes Bereich:** Skalierter Bereich, die unterschiedliche Richtungen angeben können, um unterschiedliche Brems-/Beschleunigungsfaktoren zu spezifizieren

**Heatmap:** Raumkarte mit Farbkodierung nach Dichte, Geschwindigkeit oder anderen Aspekten der Simulation.

**Kapazität:** Kapazitätsbegrenzung. Zum Beispiel: wie viele Agenten können die Wartezone gleichzeitig betreten.

**Laufwege:** Bewegungsspuren eines Fußgängers

**Name:** Name des Simulationsobjekts

**Pfad:** Die Verbindung zwischen der Quelle und dem Ziel, entlang der die Agenten aus der Quelle laufen sollen. Eventuell mit Zwischenzielen wie Treppen, Portalen und Wartebereichen.

**Portal:** Nahtstelle, die zwei Stockwerke miteinander verbindet.

**Quelle:** Quellen, in welchen die Agenten erzeugt wurden

**Warteschlange:** Element, dass den Beginn einer Warteschlange darstellt

**Reaktionszeit:** Reaktionszeit auf ein bestimmtes Ereignis (z. B. Alarmsystem), welche von den Fußgänger "abgewartet" wird bis sie sich bewegen.

**Set:** Gruppe von Simulationsobjekten (Quellen, Ziele, Treppen, ...)

**Skalierter Bereich:** Bereiche, in denen Agenten verlangsamt oder beschleunigt werden können

**Simulationsobjekt:** Einfache Polygone im CAD-Programm, die später in *crowd:it* zu Quellen, Zielen, Treppen etc. werden können.

**Stockwerk:** Zusammenfassung aller Geometrien eines Simulationsbetrachtungsgebietes, die sich auf einer Ebene befinden.

**Treppe:** Objekt, das eine rechteckige Treppe darstellt

**Wartebereich:** Bereich, in dem Fußgänger eine bestimmte Zeit warten

**Zeitpunkt des Verlassens:** Zeitpunkt, zu dem der Agent den sicheren Bereich / das endgültige Ziel erreicht hat

**Ziel:** Zielbereiche, die Agenten aufnehmen; Senken, in denen die Agenten aus der Simulation entfernt werden