

# Elementenreferenz Warteschlangensimulator

ALEXANDER HERZOG ([alexander.herzog@tu-clausthal.de](mailto:alexander.herzog@tu-clausthal.de))



Diese Referenz bezieht sich auf die Version 5.4.1 des Warteschlangensimulators.  
Download-Adresse: <https://github.com/A-Herzog/Warteschlangensimulator/>.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Eingang/Ausgang</b>	1
1.1	Ausgang	1
1.2	Datenbankquelle	1
1.3	Excel-DDE-Quelle	2
1.4	Mehrfachquelle	3
1.5	Quelle	5
1.6	Speichern+Ausgang	6
1.7	Tabellenquelle	7
<b>2</b>	<b>Verarbeitung</b>	9
2.1	Bedienstation	9
2.2	Verzögerung	12
2.3	Verzögerung (Skript)	12
<b>3</b>	<b>Zuweisungen</b>	15
3.1	Batch-Zähler	15
3.2	Bereich betreten	15
3.3	Bereich verlassen	15
3.4	Differenzzähler	16
3.5	Durchsatz	16
3.6	Kosten	16
3.7	Kundenstatistik	17
3.8	Multizähler	17
3.9	Script	17
3.10	Textzuweisung	18
3.11	Typzuweisung	18
3.12	Variable	18

Inhaltsverzeichnis	iii
3.13 Zustand	19
3.14 Zähler	19
<b>4 Verzweigungen</b>	21
4.1 Duplizieren	21
4.2 Verzweigen	21
4.3 Verzweigen (Skript)	23
4.4 Zurückschrecken	23
<b>5 Schranken</b>	25
5.1 Bedingung	25
5.2 Bedingung (Skript)	25
5.3 Multibedingung	26
5.4 Pull-Schranke	26
5.5 Ressource belegen	27
5.6 Ressource freigeben	27
5.7 Schranke	28
5.8 Signal	28
<b>6 Kunden verbinden</b>	29
6.1 Ausleiten	29
6.2 Multizusammenfassen	29
6.3 Trennen	30
6.4 Zerteilen	30
6.5 Zusammenfassen	31
6.6 Zusammenführen	32
<b>7 Transport</b>	35
7.1 Duplizieren und Teleportieren	35
7.2 Fließband	35
7.3 Haltestelle	36
7.4 Parkplatz	36
7.5 Plan zuweisen	37
7.6 Teleport-Transport Startpunkt	37
7.7 Teleport-Transport Zielpunkt	38
7.8 Transporter Wegpunkt	38
7.9 Transportstart	38
7.10 Transportziel	39

7.11 Verzweigen und Teleportieren .....	39
<b>8 Daten Ein-/Ausgabe .....</b>	<b>43</b>
8.1 Aufzeichnung .....	43
8.2 Ausgabe .....	43
8.3 Ausgabe (DB) .....	44
8.4 Ausgabe (DDE) .....	44
8.5 Ausgabe (Log) .....	44
8.6 Ausgabe (Skript) .....	45
8.7 Eingabe .....	45
8.8 Eingabe (DB) .....	46
8.9 Eingabe (DDE) .....	46
8.10 Eingabe (Skript) .....	47
<b>9 Flusssteuerungslogik .....</b>	<b>49</b>
9.1 Do .....	49
9.2 Else .....	49
9.3 ElseIf .....	49
9.4 EndIf .....	50
9.5 EndWhile .....	50
9.6 If .....	50
9.7 Until .....	51
9.8 While .....	51
<b>10 Analoge Werte .....</b>	<b>53</b>
10.1 Analogen W. ändern .....	53
10.2 Analoger Wert .....	53
10.3 Fluss .....	53
10.4 Fluss (Signal) .....	54
10.5 Sensor .....	54
10.6 Tank .....	55
10.7 Ventil-Setup .....	55
<b>11 Animation .....</b>	<b>57</b>
11.1 Alarm .....	57
11.2 Analogskalaanzeige .....	57
11.3 Animationsbild .....	57
11.4 Datenaufzeichnung anzeigen .....	58

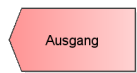
11.5 Icon: Person - Blau .....	58
11.6 LCD-Anzeige .....	58
11.7 Simulationsdaten als Balken .....	59
11.8 Simulationsdaten als gestapelter Balken .....	59
11.9 Simulationsdaten als Text .....	59
11.10 Simulationsdatenampel .....	60
11.11 Simulationsdatenbalkendiagramm .....	60
11.12 Simulationsdatenliniendiagramm .....	60
11.13 Simulationsdatentortendiagramm .....	61
11.14 Simulationszeit .....	61
11.15 Skriptergebnis als Text .....	61
11.16 Text gemäß Simulationsdaten .....	62
<b>12 Animation - Interaktiv .....</b>	<b>63</b>
12.1 Animation pausieren .....	63
12.2 Checkbox .....	63
12.3 Radiobutton .....	63
12.4 Schaltfläche .....	64
12.5 Schieberegler .....	64
<b>13 Optische Gestaltung .....</b>	<b>65</b>
13.1 Beschreibungstext .....	65
13.2 Bild .....	65
13.3 Ellipse .....	65
13.4 Linie .....	66
13.5 Notiz .....	66
13.6 Rechteck .....	66
13.7 Verbindungsecke .....	66
<b>14 Sonstiges .....</b>	<b>69</b>
14.1 Aktion .....	69
14.2 Referenz .....	69
14.3 Statistik .....	70
14.4 Untermmodell .....	70



# Kapitel 1

## Eingang/Ausgang

### 1.1 Ausgang



Siehe auch Abschnitt **Station: Ausgang** im Lehrbuch.

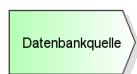
In ein Ausgang-Element können beliebig viele Kanten einlaufen, es laufen aus diesem Element jedoch keine Kanten mehr aus. Das Ausgang stellt die letzte Station eines Kunden in dem Warteschlangensystem dar. An dieser Station verlässt der Kunde das System, eine weitere Verarbeitung ist danach nicht mehr möglich. Alle Wege der Kunden müssen in solch einem Element enden.

#### Einstellungen

Für das Ausgang-Element kann ein Name eingestellt werden. Dieser hat jedoch keine weitere Bedeutung, sondern wird lediglich in der Komponente auf der Zeichenfläche angezeigt.

Zusätzlich kann eingestellt werden, dass ein Ausgang-Element als Notausgang verwendet werden soll: Befindet sich das Element in diesem Modus, so wird die Simulation abgebrochen, so bald an der Station ein Kunde eintrifft.

### 1.2 Datenbankquelle



Siehe auch Abschnitt **Tabellenquellen** im Lehrbuch.

Die Quelle stellt den Startpunkt der Bewegung eines Kunden durch das System dar. Ein Simulationsmodell kann aus einer oder mehreren Quellen bestehen. Eine datenbankbasierte Quelle erstellt Kundenankünfte nicht basierend auf Zeitabständen oder ähnlichem, sondern lädt die konkreten Zeitpunkte aus einer Tabelle einer Datenbank.

#### Einstellungen

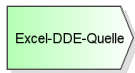
Der Name der Datenbankquelle besitzt keine Bedeutung für die Simulation. Bei jeder Datenbankquelle müssen neben den Einstellungen zur Verbindung mit der Datenbank der Name der Tabelle, aus der die Ankünfte geladen werden sollen sowie die Spalten für die Ankunftszeiten (in Sekunden), die jeweiligen Kundentypen und optional für Kundendaten angegeben werden. Des weiteren muss angegeben werden, welche Kundentypen in der Tabelle berücksichtigt werden sollen.

Bei der Kundendaten-Spalte handelt es sich um eine Tabellenspalte die Ausdrücke der Form „`ClientData(1)=Formel`“, „`ClientData('Schlüssel')=Textwert`“ oder `w=Formel` enthält. (Statt `w` stehen auch `t`, `p`, `wCosts`, `tCosts`

und **pCosts** zur Verfügung.) Es können auch mehrere Kundendatenfelder gesetzt werden. Die Ausdrücke müssen dann innerhalb der Zelle durch **Tabulatoren** getrennt werden.

Siehe auch die Erklärungen auf der Hilfeseite zur Tabellenquelle (siehe Seite 7) -Station.

## 1.3 Excel-DDE-Quelle



Siehe auch Abschnitt **Tabellenquellen** im Lehrbuch.

Die Quelle stellt den Startpunkt der Bewegung eines Kunden durch das System dar. Ein Simulationsmodell kann aus einer oder mehreren Quellen bestehen. Eine DDE-tabellenbasierte Quelle erstellt Kundenankünfte nicht basierend auf Zeitabständen oder ähnlichem, sondern lädt die konkreten Zeitpunkte per DDE aus einer Tabelle.

### Einstellungen

Der Name der Excel-DDE-Quelle besitzt keine Bedeutung für die Simulation. Bei jeder Excel-DDE-Quelle müssen die **DDE-Verbindungseinstellungen** (Arbeitsmappe, Tabelle und Startzelle) über die die Ankünfte geladen werden sollen, sowie die **Liste der Kundentypnamen**, für die Ankünfte aus der Tabelle geladen werden sollen, angegeben werden.

#### Aufbau der Tabelle:

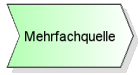
Die Tabelle muss aus mindestens zwei Spalten bestehen. Die erste Spalte enthält die Ankunftszeitpunkte der Kunden gemessen in Sekunden beginnend mit dem Start der Simulation oder aber die Abstände der Ankünfte der Kunden untereinander ebenfalls gemessen in Sekunden. Die zweite Spalte enthält zu jedem Ankunftszeitpunkt den Namen des Kundentyps des Kunden, der an dem angegebenen Zeitpunkt eintreffen soll. Zeilen, bei denen der angegebene Kundentyp nicht in der im Element eingestellten Liste der Kundentypnamen enthalten ist, werden ignoriert. Alle weiteren Spalten enthalten optional Ausdrücke der folgenden Formen:

- **ClientData(nr)=Formel**<br> Weist an das numerische Kundendatenfeld mit dem Index **nr** das Ergebnis der Auswertung von **Formel** zu.
- **ClientData('Schlüssel')=Textwert**<br> Weist an **Schlüssel** den Wert **Textwert** zu.
- **w=Formel**<br> Stellt den Wartezeitähler des Kunden initial auf das Ergebnis der Auswertung von **Formel**.
- **t=Formel**<br> Stellt den Transportzeitähler des Kunden initial auf das Ergebnis der Auswertung von **Formel**.
- **p=Formel**<br> Stellt den Bedienzeitähler des Kunden initial auf das Ergebnis der Auswertung von **Formel**.
- **wCosts=Formel**<br> Stellt die wartezeitabhängigen Kosten initial auf das Ergebnis der Auswertung von **Formel**.
- **tCosts=Formel**<br> Stellt die transportzeitabhängigen Kosten initial auf das Ergebnis der Auswertung von **Formel**.
- **pCosts=Formel**<br> Stellt die bedienzeitabhängigen Kosten initial auf das Ergebnis der Auswertung von **Formel**.

Auf diese Weise können in den neu erstellten Kundenobjekten direkt kundenspezifische Daten hinterlegt werden.



## 1.4 Mehrfachquelle



Siehe auch Abschnitt **Tabellenquellen** im Lehrbuch.

Die Mehrfachquelle stellt den Startpunkt der Bewegung eines Kunden durch das System dar. Ein Simulationsmodell kann aus einer oder mehreren Quellen oder Mehrfachquellen bestehen.

### Einstellungen

Der Name der Mehrfachquelle besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation.

Pro Kunden-Teilquelle können folgende Eigenschaften eingestellt werden:

Zunächst muss ein **Name** für den Typ der zu generierenden Kunden angegeben werden. Der Dialog besitzt eine Reihe von Registerkarten, über die die verschiedenen Eigenschaften der Kundenquelle konfiguriert werden können:

#### Zwischenankunftszeiten

In Bezug auf die Zwischenankunftszeiten kann eingestellt werden, ob diese gemäß einer **Verteilung**, gemäß einem **Ausdruck**, über einen **Zeitplan**, über eine **Freigabebedingung** bzw. einen **Schwellenwert**, über ein oder mehrere **Signale**, über eine **Anzahl pro Intervall**, über **Zwischenankunftszeiten pro Intervall** oder über vorgegebene **Zahlenwerte**, die Ankunftszeitpunkte oder Zwischenankunftszeiten repräsentieren bestimmt werden sollen.

#### Batch-Größe

Über die Batch-Größe kann zusätzlich angegeben werden, dass pro Ankunft nicht ein einzelner Kunde, sondern zeitgleich jeweils mehrere Kunden eintreffen sollen. Dabei kann eingestellt werden, dass immer gleich viele Kunden pro Ankunft eintreffen (feste Batch-Größe) oder aber es kann eine Verteilung der Raten, gemäß denen die jeweilige Größe des Ankunfts-Batches bestimmt werden soll, angegeben werden. Die Zwischenankunftszeiten beziehen sich im Fall von Batch-Ankünften auf die Abstände von einem Batch zum nächsten. Treffen z.B. immer 3er Batche mit einer mittleren Zwischenankunftszeit von 2 Minuten ein, so trifft umgerechnet im Mittel alle 40 Sekunden ein Kunde ein.

#### Anzahl an Ankünften

Im Normalfall generiert eine Quelle gemäß der Zwischenankunftszeitenverteilung fortwährend weitere Ankünfte bis die Gesamtanzahl an geplanten Ankünften erreicht wurden bzw. die Simulation beendet wurde. Es kann jedoch auch eingestellt werden, dass die Quelle bereits zu einem früheren Zeitpunkt, d.h. nach einer konkret einstellbaren Anzahl an Ankünften, das Generieren weiterer Ankünfte einstellt. Alternativ kann auch eine maximale Anzahl an zu generierenden Kunden vorgegeben werden. Werden keine Batch-Ankünfte versendet, so entspricht die Anzahl an Ankunftsereignissen der Anzahl an Kunden. Bei Batch-Ankünften treffen mehr Kunden ein, als es Ankunftsereignisse gibt.

#### Startzeitpunkt

Normalerweise beginnt die Quelle sofort nach Start der Simulation mit der Generierung von Ankünften. Durch die Festlegung eines positiven Startzeitpunktes kann jedoch eingestellt werden, dass die erste

Zwischenankunftszeit (an deren Ende die erste Kundenankunft steht) erst zu einem späteren Zeitpunkt beginnt.

Bei der Erzeugung von Ankünften mit bestimmten Zwischenankunftszeiten (definiert über eine Verteilung oder einen Rechenausdruck) beginnt im Normalfall die erste Zwischenankunftszeit ab dem Startzeitpunkt. Die tatsächliche erste Ankunft erfolgt dann zum Zeitpunkt  $\text{Startzeitpunkt} + \text{Zwischenankunftszeit}$ . Über die Option **Erste Ankunft zum Zeitpunkt 0** kann eingestellt werden, dass bereits direkt zum Startzeitpunkt die erste Ankunft erfolgen soll.

### Zuweisung von Kundenvariablen

Auf dieser Registerkarte können Kundenvariablen vom Typ `ClientData(nr)` eingetragen werden, die jedem neu erstellten Kunden automatisch zugewiesen werden sollen.

### Zuweisung von Texten

Auf dieser Registerkarte können Textzuweisungen vom Typ `Schlüssel:=Text` eingetragen werden, die jedem neu erstellten Kunden automatisch zugewiesen werden sollen.

### Modus der Teil-Quellen

Es kann eingestellt werden, ob alle Teil-Quellen gleichzeitig aktiv sein sollen, d.h. die Mehrfachquelle so agiert, als würde sie aus mehreren einzelnen, unabhängigen Kundenquellen bestehen, oder ob die Teil-Quellen jeweils reihum zum Zuge kommen sollen. Im zweiten Modus müssen die Zwischenankunftszeiten für die Teil-Quellen durchgängig über Wahrscheinlichkeitsverteilungen oder Rechenausdrücke definiert sein.

### Gesamtanzahl der generierten Kunden begrenzen

Optional kann eine Grenze für die Anzahl an zu generierenden Kunden über alle Teil-Quellen hinweg eingestellt werden.

### Kundentypen laden

Sollen in einem Modell sehr viele Kundentypen verwendet werden, so können über diese Funktion mehrere Kundentypen aus einer Tabelle geladen werden. Jede Tabellenzeile enthält dabei die Daten zu einem Kundentyp.

Die erste Spalte muss den Namen des Kundentyps angeben, die zweite die Definition der Zwischenankunftszeiten. Dabei können die Zwischenankunftszeiten entweder über einen Rechenausdruck oder über die Definition einer Verteilungsfunktion festgelegt werden. Das Format der Verteilungsfunktionsdefinition ist in dem pdf-Dokument "Distribution XML reference for Warteschlangensimulator" dokumentiert. Auf diese beiden Spalten können beliebig viele weitere Spalten mit folgenden Inhalten folgen:

- **batch=<br>** Gibt die Ankunfts-Batch-Größe an. Es kann entweder eine positive Ganzzahl angegeben werden oder eine Reihe von durch „;“ getrennte Werte der Form **Größe=Rate** zur Definition verschiedener Raten für verschiedene Batch-Größen.
- **count=<br>** Gibt die Gesamtanzahl an Ankunftsereignissen an.
- **start=<br>** Gibt den Start der ersten Zwischenankunftszeit an.

Außerdem stehen die Zuweisungen, die an einer Tabellenquelle (siehe Seite 7) genutzt werden können, zur Verfügung.

## 1.5 Quelle



Siehe auch Abschnitt **Station: Kundenquelle** im Lehrbuch.

Die Quelle stellt den Startpunkt der Bewegung eines Kunden durch das System dar. Ein Simulationsmodell kann aus einer oder mehreren Quellen bestehen.

### Einstellungen

Der **Name** der Quelle bestimmt zugleich den Namen der Kunden, die ihr entspringen. Der Dialog besitzt eine Reihe von Registerkarten, über die die verschiedenen Eigenschaften der Kundenquelle konfiguriert werden können:

#### Zwischenankunftszeiten

In Bezug auf die Zwischenankunftszeiten kann eingestellt werden, ob diese gemäß einer **Verteilung**, gemäß einem **Ausdruck**, über einen **Zeitplan**, über eine **Freigabebedingung** bzw. einen **Schwellenwert**, über ein oder mehrere **Signale**, über eine **Anzahl pro Intervall**, über **Zwischenankunftszeiten pro Intervall** oder über vorgegebene **Zahlenwerte**, die Ankunftszeitpunkte oder Zwischenankunftszeiten repräsentieren bestimmt werden sollen.

#### Batch-Größe

Über die Batch-Größe kann zusätzlich angegeben werden, dass pro Ankunft nicht ein einzelner Kunde, sondern zeitgleich jeweils mehrere Kunden eintreffen sollen. Dabei kann eingestellt werden, dass immer gleich viele Kunden pro Ankunft eintreffen (feste Batch-Größe) oder aber es kann eine Verteilung der Raten, gemäß denen die jeweilige Größe des Ankunfts-Batches bestimmt werden soll, angegeben werden. Die Zwischenankunftszeiten beziehen sich im Fall von Batch-Ankünften auf die Abstände von einem Batch zum nächsten. Treffen z.B. immer 3er Batches mit einer mittleren Zwischenankunftszeit von 2 Minuten ein, so trifft umgerechnet im Mittel alle 40 Sekunden ein Kunde ein.

#### Anzahl an Ankünften

Im Normalfall generiert eine Quelle gemäß der Zwischenankunftszeitenverteilung fortwährend weitere Ankünfte bis die Gesamtanzahl an geplanten Ankünften erreicht wurden bzw. die Simulation beendet wurde. Es kann jedoch auch eingestellt werden, dass die Quelle bereits zu einem früheren Zeitpunkt, d.h. nach einer konkret einstellbaren Anzahl an Ankünften, das Generieren weiterer Ankünfte einstellt. Alternativ kann auch eine maximale Anzahl an zu generierenden Kunden vorgegeben werden. Werden keine Batch-Ankünfte versendet, so entspricht die Anzahl an Ankunftsereignissen der Anzahl an Kunden. Bei Batch-Ankünften treffen mehr Kunden ein, als es Ankunftsereignisse gibt.

#### Startzeitpunkt

Normalerweise beginnt die Quelle sofort nach Start der Simulation mit der Generierung von Ankünften. Durch die Festlegung eines positiven Startzeitpunktes kann jedoch eingestellt werden, dass die erste

Zwischenankunftszeit (an deren Ende die erste Kundenankunft steht) erst zu einem späteren Zeitpunkt beginnt.

Bei der Erzeugung von Ankünften mit bestimmten Zwischenankunftszeiten (definiert über eine Verteilung oder einen Rechenausdruck) beginnt im Normalfall die erste Zwischenankunftszeit ab dem Startzeitpunkt. Die tatsächliche erste Ankunft erfolgt dann zum Zeitpunkt  $\text{Startzeitpunkt} + \text{Zwischenankunftszeit}$ . Über die Option **Erste Ankunft zum Zeitpunkt 0** kann eingestellt werden, dass bereits direkt zum Startzeitpunkt die erste Ankunft erfolgen soll.

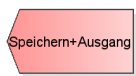
### Zuweisung von Kundenvariablen

Auf dieser Registerkarte können Kundenvariablen vom Typ `ClientData(nr)` eingetragen werden, die jedem neu erstellten Kunden automatisch zugewiesen werden sollen.

### Zuweisung von Texten

Auf dieser Registerkarte können Textzuweisungen vom Typ `Schlüssel:=Text` eingetragen werden, die jedem neu erstellten Kunden automatisch zugewiesen werden sollen.

## 1.6 Speichern+Ausgang



In ein Ausgang-Element können beliebig viele Kanten einlaufen, es laufen aus diesem Element jedoch keine Kanten mehr aus. Das Ausgang stellt die letzte Station eines Kunden in dem Warteschlangensystem dar. An dieser Station verlässt der Kunde das System, eine weitere Verarbeitung ist danach nicht mehr möglich. Alle Wege der Kunden müssen in solch einem Element enden.

Ein Speichern+Ausgang-Element erfasst die einzelnen Kunden vor dem Verlassen des Systems in einer Tabelle. Auf diese Art generierte Tabellen könne an Tabellen-Quellen (siehe Seite 7) verwendet werden, um so die Kunden, die das aktuelle System verlassen haben, als Eingangsstrom in einem anderen Modell zu verwenden.

### Einstellungen

Bei einem Speichern+Ausgang-Element muss eine Datei angegeben werden, in der die Kunden vor dem Verlassen des Systems erfasst werden.

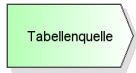
Für das Ausgang-Element kann ein Name eingestellt werden. Dieser hat jedoch keine weitere Bedeutung, sondern wird lediglich in der Komponente auf der Zeichenfläche angezeigt.

Zusätzlich kann eingestellt werden, dass ein Ausgang-Element als Notausgang verwendet werden soll: Befindet sich das Element in diesem Modus, so wird die Simulation abgebrochen, so bald an der Station ein Kunde eintrifft.

### Hinweis

Die an dieser Station erzeugten Tabellen können über den `<a href="ProcessClientOutputTable.html">Ausgabetabelle aufbereiten</a>`-Dialog in normale Tabellen umgewandelt werden.

## 1.7 Tabellenquelle



Siehe auch Abschnitt **Tabellenquellen** im Lehrbuch.

Die Quelle stellt den Startpunkt der Bewegung eines Kunden durch das System dar. Ein Simulationsmodell kann aus einer oder mehreren Quellen bestehen. Eine tabellenbasierte Quelle erstellt Kundenankünfte nicht basierend auf Zeitabständen oder ähnlichem, sondern lädt die konkreten Zeitpunkte aus einer Tabelle.

### Einstellungen

Der Name der Tabellenquelle besitzt keine Bedeutung für die Simulation. Bei jeder Tabellenquelle müssen der **Dateiname der Tabelle**, aus der die Ankünfte geladen werden sollen, sowie die **Liste der Kundentypnamen**, für die Ankünfte aus der Tabelle geladen werden sollen, angegeben werden.

Soll an einer Tabellenquelle eine Tabelle **direkt ohne Vorverarbeitung** verwendet werden, so muss über den über das Zahnrad-Symbol rechts neben dem Eingabefeld für den Dateinamen der Tabelle aufrufbaren Dialog die Bedeutung der Tabellen konfiguriert werden. Im Falle einer **bereits vorab aufbereiteten** Tabelle ist dies nicht notwendig.

#### Aufbau einer aufbereiteten Tabelle:

Die Tabelle muss aus mindestens zwei Spalten bestehen. Die erste Spalte enthält die Ankunftszeitpunkte der Kunden gemessen in Sekunden beginnend mit dem Start der Simulation oder aber die Abstände der Ankünfte der Kunden untereinander ebenfalls gemessen in Sekunden. Die zweite Spalte enthält zu jedem Ankunftszeitpunkt den Namen des Kundentyps des Kunden, der an dem angegebenen Zeitpunkt eintreffen soll. Zeilen, bei denen der angegebene Kundentyp nicht in der im Element eingestellten Liste der Kundentypnamen enthalten ist, werden ignoriert. Alle weiteren Spalten enthalten optional Ausdrücke der folgenden Formen:

- `ClientData(nr)=Formel`  
Weist an das numerische Kundendatenfeld mit dem Index `nr` das Ergebnis der Auswertung von `Formel` zu.
- `ClientData('Schlüssel')=Textwert`  
Weist an `Schlüssel` den Wert `Textwert` zu.
- `w=Formel`  
Stellt den Wartezeitähler des Kunden initial auf das Ergebnis der Auswertung von `Formel`.
- `t=Formel`  
Stellt den Transportzeitähler des Kunden initial auf das Ergebnis der Auswertung von `Formel`.
- `p=Formel`  
Stellt den Bedienzeitähler des Kunden initial auf das Ergebnis der Auswertung von `Formel`.
- `wCosts=Formel`  
Stellt die wartezeitabhängigen Kosten initial auf das Ergebnis der Auswertung von `Formel`.
- `tCosts=Formel`  
Stellt die transportzeitabhängigen Kosten initial auf das Ergebnis der Auswertung von `Formel`.
- `pCosts=Formel`  
Stellt die bedienzeitabhängigen Kosten initial auf das Ergebnis der Auswertung von `Formel`.

Auf diese Weise können in den neu erstellten Kundenobjekten direkt kundenspezifische Daten hinterlegt werden.

**Hinweis:** Über die Schaltfläche rechts neben der Eingabezeile für die Tabellendatei kann der Tabelle für Tabellenquelle aufbereiten -Dialog aufgerufen werden, in dem Tabellen in normaler Spaltenform in Tabellen in dem oben beschriebenen Format umgewandelt werden können.



# Kapitel 2

## Verarbeitung

### 2.1 Bedienstation



Siehe auch Abschnitt **Station: Bedienstation** im Lehrbuch.

Die Bedienstation ist das zentrale Element eines jeden Simulationsmodells. In einer Bedienstation warten Kunden darauf, dass ein Bediener verfügbar wird, und werden dann von diesem Bediener eine bestimmte Zeit lang bedient. Kunden, deren (optionale) Wartezeittoleranz überschritten wurde, werden zu Warteabbrechern und geben das Warten auf, ohne bedient worden zu sein. Ein Bediener kann (ebenfalls optional) nach der Bedienung in eine Nachbearbeitungszeit gehen, bevor er wieder bereit ist, den nächsten Kunden zu bedienen.

Es kann angegeben werden, dass statt eines Bedieners mehrere Bediener optional aus mehreren verschiedenen Gruppen zur Bedienung eines Kunden benötigt werden.

Des Weiteren kann eingestellt werden, dass die Kunden nicht einzeln, sondern in Gruppen bedient werden. In diesem Fall beziehen sich die notwendigen Anzahlen an Bedienern darauf, eine ganze Gruppe zu bedienen.

#### Einstellungen

##### Name

Der Name des Bedienstation-Elements hat keine weitere Bedeutung.

##### Bedienzeiten

Auf dieser Dialogseite kann die Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Bedienzeiten oder der Ausdruck gemäß dessen die Bedienzeiten der Kunden bestimmt werden eingestellt werden. Optional kann hier für jeden Kundentyp eine individuelle Verteilung bzw. ein individueller Ausdruck hinterlegt werden.

##### Hinweis zu individuellen Bedienzeiten und Batch-Verarbeitung:

Prinzipiell widersprechen sich pro Kundentyp individuelle Bedienzeiten und die gleichzeitige Bedienung von mehreren Kunden (von möglicherweise verschiedenen Typen). Dennoch kann dies in der Simulation verwendet werden. In diesem Fall wird für jeden in dem Batch enthaltenen Kundentyp eine Bedienzeit gemäß der vorgegebenen Verteilung bestimmt. Diese Bedienzeit gilt dann für alle in dem Batch enthaltenen Kunden des jeweiligen Kundentyps. Die Ressourcen werden so lange belegt, bis das Maximum der Bedienzeiten der enthaltenen Kundentypen erreicht ist.

## Rüstzeiten

Auf dieser Dialogseite können zusätzliche Zeiten, die zwischen der Bedienung gleich oder - was meist der Fall ist - Kunden verschiedener Typen auftreten definiert werden. Diese für jeden Kundentyp-Übergang optionalen Rüstzeiten können jeweils entweder über eine Wahrscheinlichkeitsverteilung oder einen Ausdruck definiert werden.

### Hinweis Rüstzeiten und Batch-Verarbeitung:

Rüstzeiten und Batch-Verarbeitung können an einer Bedienstation nicht gleichzeitig verwendet werden. Eine Bedienstation mit Rüstzeiten kann sehr wohl temporär oder permanent zu einem Batch zusammengefasste Kunden verarbeiten, allerdings eine Batch-Bildung direkt an der Bedienstation ist nicht möglich, da in diesem Fall nicht eindeutig zu klären wäre, welche Rüstzeit jeweils zum Tragen kommt.

## Nachbearbeitungszeiten

Über die optionalen Nachbearbeitungszeiten kann eine Wahrscheinlichkeitsverteilung oder ein Ausdruck angegeben werden, gemäß dieser bzw. dessen die Bediener nach Abschluss der Bedienung eines Kunden zusätzliche Zeit benötigen, bevor sie wieder für die Bearbeitung des nächsten Kunden zur Verfügung stehen. Optional kann auch hier für jeden Kundentyp eine individuelle Verteilung bzw. ein individueller Ausdruck hinterlegt werden.

### Hinweis zu individuellen Nachbearbeitungszeiten und Batch-Verarbeitung:

Prinzipiell widersprechen sich pro Kundentyp individuelle Nachbearbeitungszeiten und die gleichzeitige Bedienung von mehreren Kunden (von möglicherweise verschiedenen Typen). Dennoch kann dies in der Simulation verwendet werden. In diesem Fall wird für jeden in dem Batch enthaltenen Kundentyp eine Nachbearbeitungszeiten gemäß der vorgegebenen Verteilung bestimmt. Die Ressourcen werden dann nach dem Maximum der einzelnen Nachbearbeitungszeiten nach dem Ende der Bedienung freigegeben.

## Wartezeittoleranzen

Ist eingestellt, dass die Kunden nur begrenzt lange bereit sind zu warten, so wird für jeden Kunden gemäß der (global oder optional pro Kundentyp einstellbaren) Wartezeittoleranzverteilung bzw. dem Wartezeittoleranz-Ausdruck eine Zeitspanne ermittelt, die der Kunde zu warten bereit ist. Wird diese Zeit überschritten, so gibt der Kunde das Warten auf und verlässt das System, ohne bedient worden zu sein.

## Prioritäten und Batch-Größe

Warten mehrere Kunden und wird ein Bediener verfügbar, so kann über die Prioritäten festgelegt werden, welcher Kunde als nächstes bedient wird. Es wird jeweils der Kunde mit der höchsten Priorität als nächstes bedient. "w" gibt dabei abweichend von der sonst üblichen Belegung die bisherige Wartezeit des Kunden an der aktuellen Station an (und nicht die gesamte bisherige Wartezeit des Kunden). Das bedeutet, dass die Formel „w“ für die Priorität zu einer First-in-first-out-Warteschlange führt. „-w“ hätte ein Last-in-first-out-System zur Folge.

Die Batch-Größe gibt an, wie viele Kunden jeweils gleichzeitig von einem Bediener bedient werden können. Offensichtlich kann die minimale Batch-Größe höchstens so groß wie die maximale Batch-Größe sein. Sind beide Werte identisch, so ergibt sich eine feste Batch-Größe. Ist die minimale Batch-Größe echt kleiner als die maximale Batch-Größe, so wird nach dem Erreichen dieser Mindestanzahl an wartenden Kunden noch eine Millisekunde abgewartet, ob weitere Kunden eintreffen. Dann werden mindestens so viele Kunden wie zuvor eingetroffen (=minimale Batch-Größe) und höchstens so viele der dann wartenden Kunden wie die maximale Batch-Größe vorgibt, bedient.



Im Normalfall wird die Bedienreihenfolge über die (pro Kundentyp individuell einstellbare) Prioritätsformeln festgelegt. Dies kann jedoch zu sehr häufigen Wechseln des Kundentyps führen. Sind an einer Bedienstation Rüstzeiten beim Wechsel des Kundentyps vorgesehen, so kann es wünschenswert sein, möglichst viele Kunden eines Typs nacheinander zu bedienen. Dies kann durch die Aktivierung des Kampagnen-Modus erreicht werden. In diesem Fall erfolgt die Bewertung der Prioritäten zweigeteilt: Zunächst wird versucht unter den Kunden desselben Typs, wie beim zuletzt bedienten Kunden, denjenigen mit der höchsten Priorität für die Bedienung auszusuchen. Wartet kein Kunde desselben Typs wie der Typ des zuletzt bedienten Kunden, so wird die Prioritätsformel-basierte Suche auf alle wartenden Kunden ausgedehnt.

**Hinweis zu variablen Batch-Größen in der Simulation:**

Kunden bewegen sich grundsätzlich als individuelle Objekte durch das Warteschlangennetz. Dies hat zur Folge, dass bei Verwendung einer variablen Batch-Größe die Bedienung der Kundengruppe theoretisch immer mit der minimalen Batch-Größe starten würde. - Auch wenn unmittelbar die nächsten Kunden des virtuellen Batch eintreffen würden. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, wartet der Simulator nach dem Eintreffen eines Kunden, der die Anzahl an wartenden Kunden auf die minimal notwendige Batch-Größe erhöht, noch eine Millisekunde, um so das hinzufügen von weiteren unmittelbar eintreffenden Kunden zu dem Batch zu ermöglichen.

**Hinweis zur Batch-Bedienung und zum Kampagnen-Modus:**

Ein Batch umfasst mehrere Kunden; die Kunden werden dabei gemäß ihrer Prioritäten zu Bedien-Batches zusammengestellt. Dies bedeutet insbesondere, dass sich Kunden verschiedener Typen in einem Batch befinden können. Daher können Batches nicht mit dem Kampagnen-Modus, der voraussetzt dass es einen eindeutigen Typ für den jeweils zuletzt bedienten Kunden gibt, kombiniert werden.

**Bediener**

Zur Bedienung eines Kunden (bzw. eines Kunden-Batch) können mehrere Bediener aus mehreren Gruppen benötigt werden. Die Bedienung startet nur dann, wenn gleichzeitig alle notwendigen Bediener verfügbar werden und alle gleichzeitig belegt werden können. Darüberhinaus können mehrere Gruppenzusammenstellungs-Alternativen definiert werden. Es müssen alle Gruppen in einer der Alternativen verfügbar sein, damit die eine Bedienung starten kann. Die Alternativen werden in der definierten Reihenfolge auf Verfügbarkeit geprüft.

Über die Ressourcen-Priorität kann schließlich noch festgelegt werden, mit welcher Priorität diese Bedienstation berücksichtigt werden soll, wenn eine Ressource, die für die Bedienung der Kunden an dieser Station notwendig ist, frei wird. Größere Werte bedeuten eine höhere Priorität bzw. eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass diese Bedienstation die entsprechenden Ressourcen erhält, wenn es mehrere Bedienstationen gibt, die dieselbe Ressource benötigen.

**Kosten**

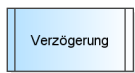
Auf dieser Seite kann optional eingestellt werden, welche Kosten durch die Bedienungen der Kunden entstehen. Es handelt sich hierbei um die Kosten aus Sicht der Bedienstation. Für die Warte-, Transfer- und Bedienzeiten pro Kunde kann in den Kundeneinstellungen pro Kundentyp ein Kostenwert hinterlegt werden. Auch können die Kosten durch die Belegung und Bereithaltung der Ressourcen in den Ressourceneinstellungen festgelegt werden.

## Kundentypen laden

Sollen an einer Station sehr viele Kundentypen mit unterschiedlichen Einstellungen verwendet werden, so können über diese Funktion mehrere Kundentypdaten aus einer Tabelle geladen werden. Jede Tabellenzeile enthält dabei die Daten zu einem Kundentyp.

Die erste Spalte muss den Namen des Kundentyps angeben, die zweite die Definition der entsprechenden Zeitdauer. Dabei können die Zeitdauern entweder über einen Rechenausdruck oder über die Definition einer Verteilungsfunktion festgelegt werden. Das Format der Verteilungsfunktionsdefinition ist in dem pdf-Dokument "Distribution XML reference for Warteschlangensimulator" dokumentiert.

## 2.2 Verzögerung



Bei dem Durchlaufen des Verzögerung-Elements werden die Kunden für eine bestimmte, per Verteilungsfunktion oder über einen Ausdruck festlegbare Zeitdauer verzögert. Es erfolgt keine weitere Bedienung der Kunden.

### Einstellungen

Der Name des Verzögerung-Elements hat keine weitere Bedeutung. Über die Verteilung oder den Ausdruck der Verzögerungszeiten kann eingestellt werden, wie lange die einzelnen Kunden beim Durchlaufen dieses Elements warten müssen. Es kann dabei eine globale Verteilung / ein globaler Ausdruck, die/der immer dann zur Anwendung kommt, wenn keine kundentyp-spezifischen Daten hinterlegt sind, und optional für jeden Kundentyp eine individuelle Verteilung bzw. ein individueller Ausdruck angegeben werden.

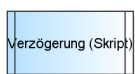
Sollen Kunden vor Ablauf der Verzögerungszeit über ein externes Skript-Element für die weitere Bewegung durch das System freigegeben werden, so muss über das entsprechende Auswahlfeld aktiviert werden, dass eine entsprechende Liste für den Skriptzugriff vorgehalten werden soll. Die Bereitstellung dieser Liste verlangsamt die Simulation, auch wenn nicht auf sie zugegriffen wird.

## Kundentypen laden

Sollen an einer Station sehr viele Kundentypen mit unterschiedlichen Einstellungen verwendet werden, so können über diese Funktion mehrere Kundentypdaten aus einer Tabelle geladen werden. Jede Tabellenzeile enthält dabei die Daten zu einem Kundentyp.

Die erste Spalte muss den Namen des Kundentyps angeben, die zweite die Definition der entsprechenden Zeitdauer. Dabei können die Zeitdauern entweder über einen Rechenausdruck oder über die Definition einer Verteilungsfunktion festgelegt werden. Das Format der Verteilungsfunktionsdefinition ist in dem pdf-Dokument "Distribution XML reference for Warteschlangensimulator" dokumentiert.

## 2.3 Verzögerung (Skript)



Bei dem Durchlaufen des Verzögerung (Skript)-Elements werden die Kunden für eine bestimmte, per Skriptergebnis festlegbare Zeitdauer verzögert. Es erfolgt keine weitere Bedienung der Kunden.

## Einstellungen

Der Name des Elements hat keine weitere Bedeutung. Über den Rückgabewert des Skriptcodes wird jeweils bei Ankunft eines Kunden die Verzögerungszeit bestimmt.

Der Skript-Code kann beliebige Javascript-Befehle oder Java-Befehle enthalten und kann über die zusätzlichen Javascript-Befehle bzw. die zusätzlichen Java-Befehle auf das Simulationssystem zugreifen. Als Rückgabewert (auszugeben über `Output.print()`) wird ein Zahlenwert erwartet, der die Verzögerungszeit in Sekunden angibt.

Sollen Kunden vor Ablauf der Verzögerungszeit über ein externes Skript-Element für die weitere Bewegung durch das System freigegeben werden, so muss über das entsprechende Auswahlfeld aktiviert werden, dass eine entsprechende Liste für den Skriptzugriff vorgehalten werden soll. Die Bereitstellung dieser Liste verlangsamt die Simulation, auch wenn nicht auf sie zugegriffen wird.



## Kapitel 3

### Zuweisungen

#### 3.1 Batch-Zähler

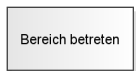


Durchlaufen Kunden mit einem zeitlichen Abstand von 0 Sekunden diese Station, so werden diese als Batch gezählt. Die Zählung erfolgt dabei sowohl auf Batch-Basis als auch ausdifferenziert nach Batch-Größen.

#### Einstellungen

Der Name des Zählers definiert den Namen unter dem die Ergebnisse in der Statistik erfasst werden sollen.

#### 3.2 Bereich betreten



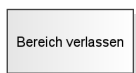
Siehe auch Abschnitt **Pull-Produktion im Warteschlangensimulator** im Lehrbuch.

Bereiche ermöglichen es, in der Statistik zu erfassen, wie lange sich ein Kunde in einem bestimmten Segment aufgehalten hat. Ein Kunde, der diese Station durchläuft, wird sofort zur nächsten Station weitergeleitet. Allerdings wird das Verlassen der Station nicht in der Stationsstatistik erfasst, so dass sich der Kunden aus Statistiksicht immer noch an dieser Station befindet. Erst wenn der Kunde ein passendes Bereich verlassen-Element (siehe Seite [15](#)) durchläuft, wird er aus der Station ausgetragen.

#### Einstellungen

Stationen dieses Typs müssen einen Namen erhalten, über den sie von Bereich verlassen-Elementen (siehe Seite [15](#)) aus angesprochen werden können, um signalisieren zu können, dass der Kunde den entsprechenden Bereich jetzt verlassen hat.

#### 3.3 Bereich verlassen



Siehe auch Abschnitt **Pull-Produktion im Warteschlangensimulator** im Lehrbuch.

Mit Hilfe eines Bereich verlassen-Elements kann einem Bereich betreten-Element (siehe Seite 15) mitgeteilt werden, dass der Kunde den betrachteten Bereich verlassen hat.

## Einstellungen

Der Name des Bereich verlassen-Elements hat keine weitere Bedeutung. Es muss angegeben werden, aus welchem Bereich der Kunde beim Durchlaufen dieses Elements ausgetragen werden soll. Hat der Kunde das zugehörige Bereich betreten-Element (siehe Seite 15) vorher nicht passiert, so erfolgt keine Verarbeitung.

## 3.4 Differenzzähler



Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird der zugehörige Zähler um einen bestimmten Wert erhöht oder verringert. Der Minimalwert des Zählers ist 0. Besitzen mehrere Differenzzähler denselben Namen, so wirken Sie auf dasselbe Zähler-Objekt.

## Einstellungen

Der Name gibt das Zähler-Objekt an, welche jeweils beim Durchlauf eines Kunden durch das Element um den angegebenen Wert verändert werden soll. Der Minimal- und zugleich auch Startwert eines jeden Zählers ist 0.

## 3.5 Durchsatz



Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird der zugehörige Zähler um eins erhöht und gleichzeitig die bislang verstrichene Zeit erfasst. Auf diese Weise kann erfasst werden, wie viele Kunden jeweils pro Zeiteinheit durch das Element durchlaufen haben.

## Einstellungen

Der Name des Durchsatz-Elements hat besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulations selbst. Es muss jedoch ein Name angegeben werden, da der ermittelte Durchsatz unter diesem Namen in der Statistik ausgewiesen wird.

## 3.6 Kosten



Siehe auch Abschnitt **Sonstige Kosten** im Lehrbuch.

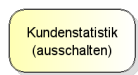
Passiert ein Kunde dieses Element, so werden optional Wartezeit-, Transferzeit- und/oder Bedienzeit-Kosten für ihn verbucht. Außerdem können Kosten, die an der Station selber entstehen erfasst werden.

## Einstellungen

Der Name des Kosten-Elements hat keine weitere Bedeutung. Die angegebenen Kunden-Kosten werden in dem Kunden-Element, das die Station passiert, erfasst. Des Weiteren können Kosten angegeben werden, die für die Station selber verbucht werden.

Die optionale Bedingung ermöglicht es, dass nur unter bestimmten Voraussetzungen eine Zuweisung erfolgt, wenn ein Kunde die Station passiert.

## 3.7 Kundenstatistik

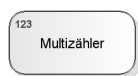


Das Kundenstatistik-Element ermöglicht es, für die Kunden, die es passieren, die Statistikerfassung ein oder aus zu schalten.

### Einstellungen

Der Name des Kundenstatistik-Elements hat keine weitere Bedeutung für die Simulation. In den Einstellungen muss festgelegt werden, ob die Statistikerfassung für die Kunden, die dieses Element passieren, ein oder ausgeschaltet werden soll.

## 3.8 Multizähler



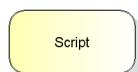
Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird in Abhängigkeit von verschiedenen Bedingungen der Wert eines Zählers um eins erhöht. Auf diese Weise kann erfasst werden, wie viele Kunden jeweils einen bestimmten Weg in dem Simulationsmodell gewählt haben.

Ein Mehrfachzähler entspricht einer Verzweigung (siehe Seite 21) auf Basis von Bedingungen gefolgt von jeweils normalen Zähler-Elementen (siehe Seite 19) .

### Einstellungen

Der Name des Mehrfachzähler-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Über einen Gruppennamen werden die Zähler in dem Elemente zu einer Gruppe zusammengefasst, so dass in der Statistik neben dem Absolutwert der jeweiligen Zähler auch ein relativer Wert angegeben werden kann. Passiert ein Kunde das Mehrfachzähler-Element, so werden die angegebenen Bedingungen der Reihe nach geprüft. Bei der ersten erfüllten Bedingung wird der entsprechende Zähler um eins erhöht. Ist keine der Bedingungen erfüllt, so wird der für den „sonst“-Fall angegebene Zähler erhöht.

## 3.9 Script



Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird das in ihm definierte Javascript- oder Java-Programm ausgeführt.

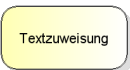
### Einstellungen

Der Name des Script-Elements hat keine weitere Bedeutung. Die auszuführenden Skriptbefehle werden in **Javascript** oder in **Java** angegeben. Zusätzlich stehen einige besondere Javascript-Befehle bzw. besondere Java-Befehle zum Zugriff auf die Simulationsdaten zur Verfügung.

## Alternative

Die Definition von Zuweisungen in Form eines Javascript- oder Java-Programms erlaubt eine größtmögliche Flexibilität, benötigt jedoch verhältnismäßig viel Zeit. Eine schnellere Möglichkeit zur Zuweisung von Variablen bietet das Variable-Element (siehe Seite 18) .

### 3.10 Textzuweisung



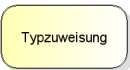
Das Textzuweisung-Element weist den Kunden, die es passieren, einen oder mehrere bestimmte Text unter einem bestimmten Schlüssel zu.

#### Einstellungen

Der Name des Textzuweisung-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Bei jeder Zuweisung muss ein nichtleerer Schlüssel angegeben werden. Als Werte können hingegen optional leere Zeichenkette verwendet werden.

Die optionale Bedingung ermöglicht es, dass nur unter bestimmten Voraussetzungen eine Zuweisung erfolgt, wenn ein Kunde die Station passiert.

### 3.11 Typzuweisung



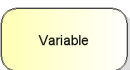
Das Zuweisung-Element weist den Kunden, die es passieren, einen neuen Kundentyp dem sie in der Statistik zugeordnet werden sollen, zu.

#### Einstellungen

Der Name des Zuweisungs-Elements ist gleichzeitig der Kundentyp, den alle Kunden, die dieses Element passieren, erhalten.

Die optionale Bedingung ermöglicht es, dass nur unter bestimmten Voraussetzungen eine Zuweisung erfolgt, wenn ein Kunde die Station passiert.

### 3.12 Variable



Durchläuft ein Kunde dieses Element, so werden die in ihm definierten Variablenzuweisungen durchgeführt. In allen anderen Elementen, in denen Ausdrücke ausgewertet werden, allem voran in dem Bedingung-Element (siehe Seite 25) , kann auf diese Variablen zugegriffen werden.

Initial werden alle neuen Variablen mit 0 belegt. Durch die Zuweisung  $a:=a+1$  lassen sich Zähler realisieren.

#### Einstellungen

Der Name des Variable-Elements hat keine weitere Bedeutung. Die Zuweisungen werden in der Reihenfolge, in der sie in dem Element definiert sind, abgearbeitet, wenn ein Kunde das Element durchquert.



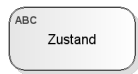
Über die drei Pseudo-Variablenamen „w“, „t“ und „p“ kann lesend und schreibend auf die Wartezeit, die Transferzeit und die Bedienzeit des aktuellen Kunden (jeweils auf Sekundenbasis) zugegriffen werden. Außerdem kann statt eines Variablennamens ein Kundenobjekt-Datenfeld über „ClientData(index)“ beschrieben werden.

Die optionale Bedingung ermöglicht es, dass nur unter bestimmten Voraussetzungen eine Zuweisung erfolgt, wenn ein Kunde die Station passiert.

## Alternative

Mit dem Javascript-Element (siehe Seite 17) besteht die Möglichkeit, weit komplexere Zuweisungen zu definieren. Allerdings benötigt der Simulator für die Ausführung des Javascript-Elements deutlich mehr Rechenzeit.

## 3.13 Zustand



Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird der zugehörige Systemstatus in der Statistik gesetzt. Mit Hilfe von mehreren Zustandsstatistik-Elementen kann erfasst werden, wie lange sich das System jeweils in einem bestimmten Zustand befunden hat.

## Einstellungen

Neben dem Namen muss noch ein Gruppenname für den Zustand angegeben werden. Neben dem jeweiligen Absolutwert wird in der Statistik auch der Anteil der Zeit in dem Zustand bezogen auf die Gruppe ausgewiesen.

## 3.14 Zähler



Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird der zugehörige Zähler um eins erhöht. Auf diese Weise kann erfasst werden, wie viele Kunden jeweils einen bestimmten Weg in dem Simulationsmodell gewählt haben.

## Einstellungen

Neben dem Namen muss noch ein Gruppenname für den Zähler angegeben werden. Neben dem jeweiligen Absolutwert wird in der Statistik auch der Anteil des Zählers innerhalb seiner jeweiligen Gruppe ausgewiesen.



## Kapitel 4

# Verzweigungen

### 4.1 Duplizieren



In ein Duplizieren-Element können beliebig viele Kanten einlaufen. Alle Kunden, die über diese Kanten an dem Element eintreffen, werden über die mehreren möglichen auslaufenden Kanten weitergeleitet. Laufen mehrere Kanten aus dem Element aus, so wird das Kunden-Objekt dupliziert und es wird ein gleichartiges Objekt über jede der Kanten weitergeleitet.

#### Einstellungen

Für das Duplizieren-Element kann ein Name eingestellt werden. Dieser hat jedoch keine weitere Bedeutung, sondern wird lediglich in der Komponente auf der Zeichenfläche angezeigt. Des Weiteren können optionale Kundentypen für die auslaufenden Kanten angegeben werden, die den Kunden, die das Element verlassen, zugewiesen werden.

### 4.2 Verzweigen



Dieses Element ermöglicht es, die eintreffenden Kunden in mehrere mögliche Ausgangsrichtungen weiter zu leiten. Die Verzweigung kann dabei nach folgenden Kriterien erfolgen:

- **Zufällig:** Pro Ausgangsrichtung wird eine Rate angegeben, die die Wahrscheinlichkeit für diesen Weg bestimmt.
- **Bedingung:** Für alle Ausgangsrichtungen (außer für die letzte Richtung) wird eine Bedingung definiert. Trifft ein Kunde ein, so werden von oben nach unten diese Bedingungen geprüft. Der Kunde wird in die Richtung, bei der zum ersten Mal die Bedingung erfüllt war, weitergeleitet. Trifft keine der Bedingungen zu, so wird der Kunde in die letzte Richtung (für die keine Bedingung angegeben ist) weitergeleitet.
- **Kundentyp:** Für alle Ausgangsrichtungen (außer für die letzte Richtung) wird ein Kundentyp festgelegt. Ist ein eintreffender Kunde von einem dieser Typen, so wird er in die entsprechende Richtung weitergeleitet. Stimmt der Typ des eingetroffenen Kunden mit keinem der angegebenen Kundentypen überein, so wird der Kunde in die letzte Richtung (für die kein Kundentyp angegeben ist) weitergeleitet.

- **Reihenfolge:** Es wird jeweils der Reihe nach einer der Kunden an einen der Ausgänge geleitet. Nachdem ein Kunde an den als letztes angebundenen Ausgang geleitet wurde, wird der nächste Kunde wieder an den ersten Ausgang geleitet.
- **Kürzeste Warteschlange an der nächsten Station:** Leitet den Kunden über den Pfad weiter, bei dem an der direkten Folgestation die Warteschlangenlänge minimal ist.
- **Kürzeste Warteschlange an der nächsten Bedienstation:** Leitet den Kunden über den Pfad weiter, bei dem an der nächsten darin auftretenden Bedienstation die Warteschlangenlänge minimal ist. Andere Stationen, die zwischen dem Verzweigen-Element und der Bedienstation liegen, werden bei der Bestimmung der Warteschlangenlänge nicht berücksichtigt.
- **Geringste Anzahl an Kunden an der nächsten Station:** Leitet den Kunden über den Pfad weiter, bei dem sich an der direkten Folgestation die geringste Anzahl an Kunden befinden.
- **Geringste Anzahl an Kunden an der nächsten Bedienstation:** Leitet den Kunden über den Pfad weiter, bei dem sich an der nächsten darin auftretenden Bedienstation die geringste Anzahl an Kunden befinden. Andere Stationen, die zwischen dem Verzweigen-Element und der Bedienstation liegen, werden bei der Bestimmung der Anzahl an Kunden nicht berücksichtigt.
- **Texteigenschaft:** Für alle Ausgangsrichtungen (außer für die letzte Richtung) wird ein Wert festgelegt. Wenn die Texteigenschaft des jeweiligen Kunden den jeweiligen Wert aufweist, so wird er in die entsprechende Richtung weitergeleitet. Stimmt der Wert mit keinem der angegebenen Wert überein, so wird der Kunde in die letzte Richtung (für die kein Wert angegeben ist) weitergeleitet.

## Einstellungen

### Modus „Zufall“

Die Weiterleitungswahrscheinlichkeiten in die verschiedenen möglichen Ausgangsrichtungen müssen nicht in Form von Wahrscheinlichkeiten, die sich in ihrer Summe zu 1 aufaddieren müssen, angegeben werden, sondern es genügt, Raten anzugeben. Diese Raten werden vom Programm automatisch zu Wahrscheinlichkeiten normiert. Es gelten lediglich folgende Voraussetzungen: Die Raten dürfen nicht negativ sein und mindestens eine der angegebenen Raten muss echt größer als 0 sein.

### Modus „Bedingung“

Pro vorhandener Verzweigung muss eine Bedingung angegeben werden, unter der die Kunden in diese Richtung geleitet werden. Die Bedingungen müssen sich nicht gegenseitig ausschließen und werden von oben nach unten abgearbeitet. Für die letzte Verzweigungsmöglichkeit kann keine Bedingung angegeben werden. Diese Verzweigung wird in der Simulation immer dann gewählt, wenn keine der vorherigen Bedingungen zutreffend war.

### Modus „Kudentyp“

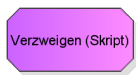
Pro vorhandener Verzweigung muss ein Kudentyp angegeben werden, dessen Kunden in diese Richtung geleitet werden. Für die letzte Verzweigungsmöglichkeit kann kein Kudentyp angegeben werden. Diese Verzweigung wird in der Simulation immer dann gewählt, wenn keine der vorherigen Bedingungen zutreffend war.

### Modus „Texteigenschaft“

Es muss ein Schlüssel, dessen Werte bei den Kunden betrachtet werden sollen, angegeben werden. Außerdem muss pro vorhandener Verzweigung ein Wert angegeben werden. Kunden bei denen der Schlüssel den angegebenen Wert besitzt, werden in diese Richtung geleitet. Für die letzte Verzweigungsmöglichkeit kann kein Wert angegeben werden. Diese Verzweigung wird in der Simulation immer dann gewählt, wenn keine der vorherigen Bedingungen zutreffend war.

Des Weiteren können in jedem Modus optionale Kundentypen für die auslaufenden Kanten angegeben werden, die den Kunden, die das Element verlassen, zugewiesen werden.

## 4.3 Verzweigen (Skript)



Dieses Element ermöglicht es, die eintreffenden Kunden auf Basis von Javascript-Code oder Java-Code in mehrere mögliche Ausgangsrichtungen weiter zu leiten.

### Einstellungen

Der Skript-Code kann beliebige Javascript-Befehle oder Java-Befehle enthalten und kann über die zusätzlichen Javascript-Befehle bzw. die zusätzlichen Java-Befehle auf das Simulationssystem zugreifen. Als Rückgabewert (auszugeben über `Output.print()`) wird ein Zahlenwert erwartet, der (1-basierend) die Nummer des zu wählenden Ausgangs angibt.

## 4.4 Zurückschrecken



Das Zurückschrecken-Element prüft, ob an der auf direktem Weg folgenden Bedienstation Kunden warten. Wenn nein, wird der Kunde über den normalen Weg weitergeleitet. Wenn ja, wird die Bedingung (die z.B. Zufallsausdrücke in Abhängigkeit von Kundeneigenschaften usw. enthalten kann) ausgewertet. Trifft diese zu, so schreckt der Kunde davor zurück, sich an die Warteschlange anzustellen und verlässt das Zurückschrecken-Element über den für diesen Fall vorgesehenen zweiten Weg.

### Einstellungen

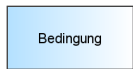
Der Name des Zurückschrecken-Elements hat keine weitere Bedeutung für die Simulation. Der angegebene Ausdruck wird immer dann ausgewertet, wenn an der folgenden Bedienstation eine Warteschlange vorhanden ist, und bestimmt, ob der Kunde bereit ist, sich anzustellen oder ob er davor zurückschreckt. Als Ausdruck kann entweder eine Bedingung oder eine Zurückschreckwahrscheinlichkeit angegeben werden. Die Angabe kann dabei global oder per Kundentyp erfolgen.



# Kapitel 5

## Schranken

### 5.1 Bedingung



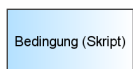
Siehe auch Abschnitte **Pull-Produktion im Warteschlangensimulator** und **Verwendung der Simulationszeit** im Lehrbuch.

Bei dem Durchlaufen des Bedingung-Elements werden die Kunden so lange aufgehalten, bis die eingestellte Bedingung erfüllt ist.

#### Einstellungen

Der Name des Bedingung-Elements hat keine weitere Bedeutung. Befinden sich Kunden in der Warteschlange, so wird ständig geprüft, ob die Bedingung erfüllt ist. Wenn ja, wird der Kunde mit der höchsten Priorität freigegeben. Danach wird eine (Simulationszeit) Millisekunde gewartet bis die nächste Prüfung erfolgt und ggf. der nächste Kunde freigegeben wird. Es kann dabei eingestellt werden, ob die Bedingung global betrachtet werden soll (ohne die Möglichkeit, kundenspezifische Variablen zu verwenden) oder ob die Bedingung kundenspezifisch interpretiert werden soll (inkl. der Möglichkeit, kundenspezifische Variablen zu verwenden). Im Falle einer globalen Interpretation wird die Bedingung nur einmal ausgewertet; wenn sie nicht zutrifft, wird die Verarbeitung in diesem Schritt abgeschlossen. Im Falle der kundenspezifischen Interpretation wird die Bedingung in jedem Schritt für jeden wartenden Kunden einzeln ausgewertet (was die Simulation verlangsamt). Gehen in die Bedingung Werte ein, die sich unabhängig von Ereignissen verändern können (z.B. die simulierte Zeit), so kann es notwendig sein, die Option „Bedingung zusätzlich zeitgesteuert prüfen“ zu aktivieren. In diesem Fall wird der Wert der Bedingung zusätzlich in bestimmten Zeitabständen geprüft. Wie lange diese Abstände sind, kann im Modelleigenschaften -Dialog konfiguriert werden. Eine zusätzlich zeitabhängige Prüfung verlangsamt die Simulation signifikant und sollte nur aktiviert werden, wenn dies für die jeweilige Bedingung zwingend erforderlich ist.

### 5.2 Bedingung (Skript)



Siehe auch Abschnitt **Pull-Produktion im Warteschlangensimulator** im Lehrbuch.

Dieses Element ermöglicht es, die eintreffenden Kunden auf Basis von Javascript- oder Java-Code zu verzögern bzw. frei zu geben.

## Einstellungen

Der Skript-Code kann beliebige Javascript- und Java-Befehle enthalten und kann über zusätzliche Javascript-Befehle bzw. zusätzlichen Java-Befehle auf das Simulationssystem zugreifen.

Gehen in die Bedingung Werte ein, die sich unabhängig von Ereignissen verändern können (z.B. die simulierte Zeit), so kann es notwendig sein, die Option „Bedingung zusätzlich zeitgesteuert prüfen“ zu aktivieren. In diesem Fall wird der Wert der Bedingung zusätzlich in bestimmten Zeitabständen geprüft. Wie lange diese Abstände sind, kann im Modelleigenschaften -Dialog konfiguriert werden. Eine zusätzlich zeitabhängige Prüfung verlangsamt die Simulation signifikant und sollte nur aktiviert werden, wenn dies für die jeweilige Bedingung zwingend erforderlich ist.

Since script executions are generally time-consuming, an additional condition can be specified. Only if this condition is met the script will be executed. If no condition is defined, the script is always be executed if clients are waiting at the station and the system state changes.

### 5.3 Multibedingung



Siehe auch Abschnitt **Pull-Produktion im Warteschlangensimulator** im Lehrbuch.

Bei dem Durchlaufen des Mehrfachbedingung-Elements werden die Kunden so lange aufgehalten, bis eine der Bedingungen für eine Ausgangskante erfüllt ist. Die Weiterleitung erfolgt dann in die Richtung, deren Bedingung erfüllt ist.

## Einstellungen

Der Name des Mehrfachbedingung-Elements hat keine weitere Bedeutung. Befinden sich Kunden in der Warteschlange, so wird ständig geprüft, ob eine der Bedingungen erfüllt ist. Wenn ja, wird der nächste Kunde freigegeben in die zu der erfüllten Bedingung gehörigen Richtung freigegeben. Danach wird eine (Simulationszeit) Millisekunde gewartet bis die nächste Prüfung erfolgt und ggf. der nächste Kunde freigegeben wird. Gehen in die Bedingung Werte ein, die sich unabhängig von Ereignissen verändern können (z.B. die simulierte Zeit), so kann es notwendig sein, die Option „Bedingung zusätzlich zeitgesteuert prüfen“ zu aktivieren. In diesem Fall wird der Wert der Bedingung zusätzlich in bestimmten Zeitabständen geprüft. Wie lange diese Abstände sind, kann im Modelleigenschaften -Dialog konfiguriert werden. Eine zusätzlich zeitabhängige Prüfung verlangsamt die Simulation signifikant und sollte nur aktiviert werden, wenn dies für die jeweilige Bedingung zwingend erforderlich ist.

### 5.4 Pull-Schranke



Siehe auch Abschnitt **Pull-Produktion im Warteschlangensimulator** im Lehrbuch.

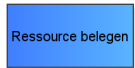
Pull-Schranken ermöglichen es, die Anzahl an Kunden in einem bestimmten Segment zu beschränken. Die Pull-Schranke lässt nur dann Kunden zur nächsten Station, wenn die Gesamtzahl an Kunden beginnend von dieser Folgestation bis zu der angegebenen nächsten (kontrollierten) Station einen Schwellenwert unterschreitet. Auf diese Weise kann eine Pull-Wirkung durch die kontrollierte Station ausgeübt werden: Nur wenn an dieser eine bestimmte Anzahl an Kunden unterschritten wird und in der aktuellen Station auch nicht bereits genug Kunden vorhanden sind, um wieder auf die gewünschte Anzahl zu kommen, werden weitere Kunden in die vordere Station gelassen.



## Einstellungen

Der Name des Pull-Schranke-Elements hat keine weitere Bedeutung. Es muss angegeben werden, an welcher Station die Anzahl an Kunden kontrolliert werden soll und wie viele Kunden sich dort maximal befinden dürfen.

## 5.5 Ressource belegen



Damit ein Kunde dieses Element passieren kann, müssen entsprechende Ressourcen verfügbar sein, die durch die Bewegung des Kunden durch das Element belegt, aber nicht wieder freigegeben werden.

Die Freigabe muss später durch ein Ressourcen freigeben (siehe Seite 27) Element erfolgen.

Die drei Elemente **Ressourcen belegen**, Verzögerung (siehe Seite 12) und Ressourcen freigeben (siehe Seite 27) in dieser Reihenfolge arbeiten damit insgesamt ähnlich wie ein Bedienstation (siehe Seite 9) Element.

## Einstellungen

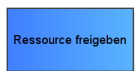
Für das Ressourcen belegen Elements muss ein Name angegeben werden, da sich die Ressourcen freigeben (siehe Seite 27) Elemente über die Namen der Ressourcen belegen Elemente auf diese beziehen.

Um einen Kunden weiter zu leiten können mehrere Bediener aus mehreren Gruppen benötigt werden. Die Freigabe erfolgt nur dann, wenn gleichzeitig alle notwendigen Bediener verfügbar werden und alle gleichzeitig belegt werden können.

Über die Ressourcen-Priorität kann festgelegt werden, mit welcher Priorität dieses Ressourcen belegen Element berücksichtigt werden soll, wenn eine Ressource, die an dieser Station notwendig ist, frei wird. Größere Werte bedeuten eine höhere Priorität bzw. eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass dieses Element die entsprechenden Ressourcen erhält, wenn es mehrere Stationen gibt, die dieselbe Ressource benötigen.

Zusätzlich kann eine maximale Wartezeit angegeben werden. Ist diese für einen Kunden verstrichen, so verlässt er die Station über die zweite auslaufende Kante, ohne dass eine Ressourcenbelegung erfolgt.

## 5.6 Ressource freigeben



In einem Ressourcen freigeben Element werden Ressourcen, die zuvor über ein Ressourcen belegen (siehe Seite 27) Element belegt wurden, wieder freigegeben.

Die drei Elemente Ressourcen belegen (siehe Seite 27) , Verzögerung (siehe Seite 12) und **Ressourcen freigeben** in dieser Reihenfolge arbeiten damit insgesamt ähnlich wie ein Bedienstation (siehe Seite 9) Element.

## Einstellungen

Der Name des Ressourcen freigeben Elements hat keine weitere Bedeutung. Es muss angegeben werden, mit welchem Ressourcen belegen (siehe Seite 27) Element dieses Element zusammenarbeiten soll. Zusätzlich kann eine Zeitspanne angegeben werden, die zwischen der Ankunft eines Kunden an der Station und der Freigabe der Ressourcen eingeplant werden soll. Ist eine solche Zeitspanne festgelegt, so hat der Kunde das Freigabeelement bereits verlassen, wenn die zugehörigen Ressourcen tatsächlich freigegeben werden.

## Kudentypen laden

Sollen an einer Station sehr viele Kudentypen mit unterschiedlichen Einstellungen verwendet werden, so können über diese Funktion mehrere Kundentypdaten aus einer Tabelle geladen werden. Jede Tabellenzeile enthält dabei die Daten zu einem Kundentyp.

Die erste Spalte muss den Namen des Kundentyps angeben, die zweite die Definition der entsprechenden Zeitdauer. Dabei können die Zeitdauern entweder über einen Rechenausdruck oder über die Definition einer Verteilungsfunktion festgelegt werden. Das Format der Verteilungsfunktionsdefinition ist in dem pdf-Dokument "Distribution XML reference for Warteschlangensimulator" dokumentiert.

## 5.7 Schranke



Siehe auch Abschnitt **Pull-Produktion im Warteschlangensimulator** im Lehrbuch.

An diesem Element werden eintreffende Kunden aufgehalten, bis ein Signal eintrifft, welches auf dessen Basis eine Freigabe erfolgt. Entsprechende Signale werden durch Signal-Elemente (siehe Seite 28) generiert, wenn sie von einem Kunden passiert werden.

### Einstellungen

Der Name des Schranke-Elements hat keine weitere Bedeutung. Es muss jedoch mindestens ein Signal-Element (siehe Seite 28) angegeben werden, welches die Freigabe von hier wartenden Kunden signalisiert. Es kann dabei eingestellt werden, wie viele wartende Kunden pro eintreffendem Signal maximal freigegeben werden sollen und ob sich die Freigabe auf alle wartenden Kundentypen oder nur einen bestimmten Kundentyp beziehen soll. Des Weiteren kann eine Anzahl an Kunden festgelegt werden, die die Schranke passieren dürfen, bevor die Zählung beginnt. Trifft ein Signal ein, während kein Kunde wartet, so kann angegeben werden, ob dies für einen später dann sofort freizugebenden Kunden gespeichert werden soll, oder ob es verworfen werden soll.

## 5.8 Signal



Siehe auch Abschnitt **Pull-Produktion im Warteschlangensimulator** im Lehrbuch.

Passiert ein Kunde ein Signal-Element, so wird das Signal, welches dem Namen des Elements entspricht, ausgelöst. Schranken-Elemente (siehe Seite 28) können durch solch ein Signal benachrichtigt werden und wartende Kunden freigeben.

### Einstellungen

Der Name des Signal-Elements ist gleichzeitig der Name des Signal, das ausgelöst wird, wenn ein Kunde das Element passiert. Zusätzlich kann eine Zeitdauer eingestellt werden, um die die Auslösung des Signals nach dem Eintreffen des Kunden verzögert werden soll. Ist keine Verzögerungszeit eingestellt, so wird das Ereignis ausgelöst, sobald ein Kunde an der Station eintrifft.

## Kapitel 6

# Kunden verbinden

### 6.1 Ausleiten



Siehe auch Abschnitt **Ausleiten-Stationen** im Lehrbuch.

Passiert ein Kunde dieses Element, so wird aus der Warteschlange eines anderen Elements ebenfalls ein Kunde entnommen und gemeinsam mit dem aktuellen Kunden auf dem neuen Weg weitergeleitet oder wird mit dem aktuellen Kunden zu einen temporären oder dauerhaften Batch zusammengefasst.

### Einstellungen

Der Name des Ausleiten-Elements hat keine weitere Bedeutung. Über die Angabe eines Bedienstation (siehe Seite 9) -, Bedingung (siehe Seite 25) - oder Schranke-Element (siehe Seite 28) s kann angegeben werden, aus welcher Warteschlange der Kunde, der gemeinsam mit dem aktuellen Kunden weitergeleitet werden soll, bezogen werden soll. Es kann angegeben werden, ob der aktuelle Kunde, wenn sich in der Warteschlange des anderen Elements kein Kunde befindet, alleine weitergeleitet werden soll, oder ob solange gewartet werden soll, bis in der anderen Warteschlange ein Kunde vorhanden ist. Des Weiteren kann eingestellt werden, ob die zusammengeführten Kunden die Station einfach wieder (zeitlich gemeinsam) verlassen, ob die Kunden zu einem temporären Batch zusammengefasst werden sollen (der später über das Batch auflösen (siehe Seite 30) Element wieder aufgelöst werden kann) oder ob für die Kunden der Weg durch das Netz an dieser Stelle endet (weil die beiden Kunden z.B. Teilkomponenten darstellen, die zu einem größeren Element zusammengesetzt werden) und statt dessen ein neues Kundenobjekt erzeugt und ab diesem Punkt gestartet wird.

### 6.2 Multizusammenfassen



Siehe auch Abschnitt **Temporäre und permanente Batch-Bildung** im Lehrbuch.

In diesem Element müssen eintreffende Kunden warten, bis eine bestimmte Anzahl an Kunden vorhanden ist. Diese werden dann gleichzeitig weitergeleitet oder zu einen temporären oder dauerhaften Batch zusammengefasst. Im Unterschied zu der Zusammenfassen (siehe Seite 31) -Station kann an dieser Station pro Kundentyp konfiguriert werden, wie viele Kunden jeweils auf welche Weise zusammengefasst werden sollen.

## Einstellungen

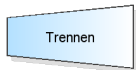
Der Name des Zusammenfassen-Elements hat keine weitere Bedeutung. Über die minimale und die maximale Batch-Größe kann eingestellt werden, wie viele Kunden in dem Zusammenfassen-Element minimal eingetroffen sein müssen, damit diese weitergeleitet werden bzw. wie viele maximal in einen Batch aufgenommen werden. Des Weiteren kann eingestellt werden, ob die zusammengeführten Kunden die Station einfach wieder (zeitlich gemeinsam) verlassen, ob die Kunden zu einem temporären Batch zusammengefasst werden sollen (der später über das Batch auflösen (siehe Seite 30) Element wieder aufgelöst werden kann) oder ob für die Kunden der Weg durch das Netz an dieser Stelle endet (weil die beiden Kunden z.B. Teilkomponenten darstellen, die zu einem größeren Element zusammengesetzt werden) und statt dessen ein neues Kundenobjekt erzeugt und ab diesem Punkt gestartet wird. Kunden, für deren Typ keine Batch-Bildungsregel definiert ist, passieren die Station ohne weitere Verzögerung.

Werden die eintreffenden Kunden zu einem temporären oder einem permanenten Batch verbunden, so kann eingestellt werden ob und wenn ja auf welche Weise die Zeitdauern (Wartezeit, Bedienzeit, ...) sowie die nutzerdefinierten Datenfelder der Einzelkunden auf das Batch-Objekt übertragen werden sollen.

## Hinweis zu den Batch-Größen

Batch-Größen müssen positive Ganzzahlen sein. Es können auch Rechenausdrücke für die Batch-Größen angegeben werden. Wenn diese Variablen oder Funktionen enthalten, die erst im Simulationskontext gültig sind, so werden diese zu Beginn der Simulation **einmalig** ausgewertet. Das bedeutet, dass sich die an einer Station eingestellten Batch-Größen während einer laufenden Simulation nicht verändern.

## 6.3 Trennen



Siehe auch Abschnitt **Temporäre und permanente Batch-Bildung** im Lehrbuch.

Bewegt sich ein Batch durch dieses Element, so wird der Batch in die einzelnen Kunden, aus denen er besteht, aufgelöst. Entsprechende Batches können in den Elementen Zusammenfassen (siehe Seite 31) , Zusammenführen (siehe Seite 32) und Ausleiten (siehe Seite 29) gebildet werden.

## Einstellungen

Der Name des Batch auflösen Elements hat keine weitere Bedeutung.

## 6.4 Zerteilen



Siehe auch Abschnitt **Zerteilen-Stationen** im Lehrbuch.

Trifft ein Kunde an einer Zerteilen-Station ein, so endet an dieser sein Lebenszyklus vergleichbar einem Ausgang-Element (siehe Seite 1) . Dafür werden an der Station einer oder mehrere neue Kunden generiert, vergleichbar einer Mehrfachquelle (siehe Seite 3) .

## Einstellungen

Der Name des Zerteilen-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation.

Pro Kunden-Teilquelle können folgende Eigenschaften eingestellt werden:

Zunächst muss ein **Name** für den Typ der zu generierenden Kunden angegeben werden. Der Dialog besitzt eine Reihe von Registerkarten, über die die verschiedenen Eigenschaften der Kundenquelle konfiguriert werden können:

### Batch-Größe

Über die Batch-Größe kann zusätzlich angegeben werden, dass pro Ankunft nicht ein einzelner Kunde, sondern zeitgleich jeweils mehrere Kunden eintreffen sollen. Dabei kann eingestellt werden, dass immer gleich viele Kunden pro Ankunft eintreffen (fest Batch-Größe) oder aber es kann eine Verteilung der Raten, gemäß denen die jeweilige Größe des Ankunfts-Batches bestimmt werden soll, angegeben werden.

### Zuweisung von Kundenvariablen

Auf dieser Registerkarte können Kundenvariablen vom Typ `ClientData(nr)` eingetragen werden, die jedem neu erstellten Kunden automatisch zugewiesen werden sollen.

### Zuweisung von Texten

Auf dieser Registerkarte können Textzuweisungen vom Typ `Schlüssel:=Text` eingetragen werden, die jedem neu erstellten Kunden automatisch zugewiesen werden sollen.

### Übertragung der Kundendaten vom Ausgangskunden

Unabhängig von den Einstellungen pro Teil-Kundenquelle kann eingestellt werden, dass die numerischen und Text-basierenden Kundendaten von dem Ausgangskunden auf die neu generierten Kunden übertragen werden sollen.

## Kudentypen laden

Sollen in einem Modell sehr viele Kudentypen verwendet werden, so können über diese Funktion Funktion mehrere Kudentypen aus einer Tabelle geladen werden. Jede Tabellenzeile enthält dabei die Daten zu einem Kudentyp.

Die erste Spalte muss den Namen des Kudentyps angeben, die zweite die Definition der Zwischenankunftszeiten. Dabei können die Zwischenankunftszeiten entweder über einen Rechenausdruck oder über die Definition einer Verteilungsfunktion festgelegt werden. Das Format der Verteilungsfunktionsdefinition ist in dem pdf-Dokument "Distribution XML reference for Warteschlangensimulator" dokumentiert. Auf diese beiden Spalten können beliebig viele weitere Spalten mit folgenden Inhalten folgen:

- **batch=<br>** Gibt die Ankunfts-Batch-Größe an. Es kann entweder eine positive Ganzzahl angegeben werden oder eine Reihe von durch „;“ getrennte Werte der Form **Größe=Rate** zur Definition verschiedener Raten für verschiedene Batch-Größen.

Außerdem stehen die Zuweisungen, die an einer Tabellenquelle (siehe Seite 7) genutzt werden können, zur Verfügung.

## 6.5 Zusammenfassen



Siehe auch Abschnitt **Temporäre und permanente Batch-Bildung** im Lehrbuch.

In diesem Element müssen eintreffende Kunden warten, bis eine bestimmte Anzahl an Kunden vorhanden ist. Diese werden dann gleichzeitig weitergeleitet oder zu einen temporären oder dauerhaften Batch zusammengefasst.

## Einstellungen

Der Name des Zusammenfassen-Elements hat keine weitere Bedeutung. Über die minimale und die maximale Batch-Größe kann eingestellt werden, wie viele Kunden in dem Zusammenfassen-Element minimal eingetroffen sein müssen, damit diese weitergeleitet werden bzw. wie viele maximal in einen Batch aufgenommen werden. Des Weiteren kann eingestellt werden, ob die zusammengeführten Kunden die Station einfach wieder (zeitlich gemeinsam) verlassen, ob die Kunden zu einem temporären Batch zusammengefasst werden sollen (der später über das Batch auflösen (siehe Seite 30) Element wieder aufgelöst werden kann) oder ob für die Kunden der Weg durch das Netz an dieser Stelle endet (weil die beiden Kunden z.B. Teilkomponenten darstellen, die zu einem größeren Element zusammengesetzt werden) und statt dessen ein neues Kundenobjekt erzeugt und ab diesem Punkt gestartet wird.

Werden die eintreffenden Kunden zu einem temporären oder einem permanenten Batch verbunden, so kann eingestellt werden ob und wenn ja auf welche Weise die Zeitdauern (Wartezeit, Bedienzeit, ...) sowie die nutzerdefinierten Datenfelder der Einzelkunden auf das Batch-Objekt übertragen werden sollen.

## Hinweis zu den Batch-Größen

Batch-Größen müssen positive Ganzzahlen sein. Es können auch Rechenausdrücke für die Batch-Größen angegeben werden. Wenn diese Variablen oder Funktionen enthalten, die erst im Simulationskontext gültig sind, so werden diese zu Beginn der Simulation **einmalig** ausgewertet. Das bedeutet, dass sich die an einer Station eingestellten Batch-Größen während einer laufenden Simulation nicht verändern.

## 6.6 Zusammenführen



Siehe auch Abschnitt **Zusammenführen-Stationen** im Lehrbuch.

Das Zusammenführen-Element besitzt zwei oder mehr Eingänge. Wenn an jedem der Eingänge ein Kunde vorhanden ist, werden diese zeitgleich gemeinsam weitergeleitet oder zu einen temporären oder dauerhaften Batch zusammengefasst. Sind nur an einem Eingang Kunden vorhanden, so müssen diese warten, bis auch an den anderen Eingängen Kunden eingetroffen sind. Zusätzlich kann als Einschränkung eingestellt werden, dass nur Kunden zusammengeführt werden, bei denen ein bestimmtes Kundendatenfeld denselben Zahlen- oder Textwert aufweist und es kann eine optionale Bedingung definiert werden, die für das Zusammenführen erfüllt sein muss.

## Einstellungen

Der Name des Zusammenführen-Elements hat keine weitere Bedeutung. Es kann eingestellt werden, ob die zusammengeführten Kunden die Station einfach wieder (zeitlich gemeinsam) verlassen, ob die Kunden zu einem temporären Batch zusammengefasst werden sollen (der später über das Batch auflösen (siehe Seite 30) Element wieder aufgelöst werden kann) oder ob für die Kunden der Weg durch das Netz an dieser Stelle endet (weil die beiden Kunden z.B. Teilkomponenten darstellen, die zu einem größeren Element zusammengesetzt werden) und statt dessen ein neues Kundenobjekt erzeugt und ab diesem Punkt gestartet wird. Außerdem kann optional ein Kundendatenfeld angegeben werden, welches beim

Abgleich der Kunden berücksichtigt werden soll, so dass Kunden nur dann gemeinsam weitergeleitet werden, wenn für sie der Wert dieses Feldes identisch ist und es kann optional eine Bedingung, die erfüllt sein muss, wenn Kundenobjekte zusammengeführt werden sollen.

Werden die eintreffenden Kunden zu einem temporären oder einem permanenten Batch verbunden, so kann eingestellt werden ob und wenn ja auf welche Weise die Zeitdauern (Wartezeit, Bedienzeit, ...) sowie die nutzerdefinierten Datenfelder der Einzelkunden auf das Batch-Objekt übertragen werden sollen.





# Kapitel 7

## Transport

### 7.1 Duplizieren und Teleportieren



Teleport-Transporte ermöglichen es, einen Kunden ohne Zeitverzug von einem Teleport-Transport Startpunkt zu einem Teleport-Transport Zielpunkt (siehe Seite 38) zu bewegen. Im Gegensatz zu normalen Transporten geht es hierbei nicht darum, einen tatsächlichen Transport eines Kunden (der eine gewisse Zeit dauern und Ressourcen benötigen kann) zu modellieren, sondern darum dass Modell übersichtlich zu halten. Betritt ein Kunde einen Teleport-Transport Startpunkt, so wird er augenblicklich zu dem dort angegebenen Teleport-Transport Zielpunkt befördert. Start- und Zielpunkt können sich an verschiedenen Stellen im Modell befinden; im Gegensatz zu einem Transport über eine Kante wird keine Verbindungslinie zwischen Start und Ziel eingezeichnet.

Eine Duplizieren und Teleportieren Station kombiniert die Funktionalität einer Duplizieren (siehe Seite 21) -Station mit einer Teleport-Transport Startpunkt (siehe Seite 37) -Station: Zunächst wird das Kundenobjekt in mehrere gleichartige Objekte (mit stets denselben Daten) aufgeteilt. Dann werden die Kundenobjekte zu allen in der Station konfigurierten Zielen gleichzeitig geschickt.

#### Einstellungen

Der Name des Duplizieren und Teleportieren Station besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Allerdings müssen Name der Teleport-Transport Zielpunkt (siehe Seite 38) Elements angegeben werden, zu denen die eintreffenden Kunden befördert werden sollen. Die Liste der Namen der Ziele gibt dabei auch gleichzeitig an, wie viele Kopien des Kundenobjektes erzeugt werden sollen. Es können einzelne Ziele auch mehrfach ausgewählt werden; in diesem Fall werden mehrere Kundenobjekte zu dem jeweiligen Ziel geschickt.

### 7.2 Fließband



Siehe auch Abschnitt **Fließbandtransporte** im Lehrbuch.

Ein Fließband stellt eine feste Verzögerung für alle eintreffenden Kunden dar. Zusätzlich besitzt ein Fließband eine begrenzte Kapazität und jeder Kunde kann verschieden viel dieser Kapazität benötigen. So lange nicht genug Kapazität verfügbar ist, um bestimmte Kunden zu transportieren, müssen diese in einer Warteschlange warten.

## Einstellungen

Der Name des Fließband-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Für ein Fließband kann eingestellt werden, wie viele Kapazität dieses besitzt und wie viel Kapazität ein Kunde benötigt (optional differenzierbar nach Kundentypen). Der Transport der Kunden über das Fließband nimmt eine feste Zeit in Anspruch, d.h. ein Kunde kann keinen anderen Kunden überholen. Außerdem kann für die Animation eingestellt werden, ob sich die Kunden in der Darstellung von links nach rechts oder von rechts nach links bewegen sollen.

## 7.3 Haltestelle



Siehe auch Abschnitt **Transporte mit Transportern** im Lehrbuch.

Ein Haltestelle-Element ermöglicht den Transport eines Kunden zu einem beliebigen Transportziel-Element (siehe Seite 39). Wie viel Zeit der Transport beansprucht und zu welchem Zielelement der Kunde transportiert wird, kann dabei in dem Haltestelle-Element eingestellt werden. Für den Transport eines Kunden von einem Transportstart- zu einem Transportzielelement muss keine Verbindungskante zwischen den Elementen bestehen. Im Gegensatz zu dem Transportstart-Element (siehe Seite 38) werden im Haltestelle-Element keine Ressourcen (die keinen bestimmten Ort besitzen), sondern Transporter, die sich zwischen den Stationen bewegen, verwendet.

## Einstellungen

Der Name des Haltestellen-Elements besitzt keine weitere Bedeutung.

Auf der Dialogseite **Transporter** kann festgelegt werden, welchen Typ der Transporter zum abholen der wartenden Kunden besitzen muss, wie viele Kunden warten müssen, bevor ein Transporter angefordert wird und welche Priorität das Haltestellen-Element in Bezug auf die Anforderung von Transportern besitzen soll. Des Weiteren können auch ohne wartende Kunden Transporter angefordert werden, die dann in dem Element parken. Auch hierfür kann eine Priorität und eine maximale Kapazität angegeben werden.

Auf der Dialogseite **Transportziele** können ein oder mehrere mögliche Ziel für den Transport des Kunden angegeben werden. Für die Ziele können dabei Bedingungen oder Kundentypen angegeben werden. Alternativ kann eingestellt werden, dass das anzusteuernde Ziel aus dem Fertigungsplan des Kunden oder aus einer Texteigenschaft des Kunden entnommen werden soll.

Auf der Dialogseite **Prioritäten** kann angegeben werden, welche Kunden mit welcher Priorität einen Platz in einem eintreffenden Transporter erhalten sollen. Die Variable „w“ gibt dabei abweichend von der sonst üblichen Belegung die bisherige Wartezeit des Kunden an der aktuellen Station an (und nicht die gesamte bisherige Wartezeit des Kunden).

Auf der Dialogseite **Bereich verlassen** kann optional eine Bereich-betreten-Station angegeben werden. Beim Start des Transports wird dann der angegebene Bereich verlassen.

## 7.4 Parkplatz



Siehe auch Abschnitt **Transporte mit Transportern** im Lehrbuch.

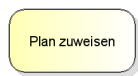
Gibt es keine Station, die einen Transporter nach dem er sein Ziel erreicht hat anfordert, so verbleibt der Transporter zunächst an der Zielstation. Wird er später von einer Quellstation angefordert, so muss er ggf. einen weiten Weg zu ihr zurücklegen. Ein Parkplatz-Element

kann Transporter genauso wie eine Quellstation anfordern. Allerdings erfolgt auf einem Parkplatz keine Beladung des Transporters, sondern er bleibt hier einfach stehen. Der Vorteil besteht darin, dass ein Parkplatz deutlich näher an einer Quellstation angeordnet sein kann, so dass keine lange Anfahrtzeit notwendig ist, wenn der Transporter benötigt wird.

## Einstellungen

Der Name des Parkplatzelements besitzt keine weitere Bedeutung. Über das **Transportertyp**-Auswahlfeld kann festgelegt werden, welchen Transportertyp dieser Parkplatz jeweils anziehen soll. Die **Parkplatzkapazität** gibt an, wie viele Transporter maximal auf dem Parkplatz stehen können. Die **Priorität zum Anfordern freier Transporter** sollte stets niedriger gewählt sein, als die Priorität zum Anfordern freier Transporter von Quellstationen. Andernfalls steuert einer freier Transporter eher einen Parkplatz an als eine Station an der er benötigt wird.

## 7.5 Plan zuweisen



Siehe auch Abschnitt **Fertigungspläne** im Lehrbuch.

Das Fertigungsplan-Zuweisungs-Element weist den Kunden, die es passieren, einen Fertigungsplan zu. Der Fertigungsplan kommt in den Transportstart (siehe Seite 38) Elementen zur Bestimmung des Transportziels zum Tragen.

## Einstellungen

Der Name des Fertigungsplan-Zuweisungs-Elements hat keine weitere Bedeutung. Allerdings muss ein Fertigungsplan ausgewählt werden, der den Kunden, die dieses Element passieren, zugewiesen werden soll.

## 7.6 Teleport-Transport Startpunkt



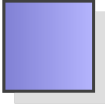
Siehe auch Abschnitt **Teleport-Transporte** im Lehrbuch.

Teleport-Transporte ermöglichen es, einen Kunden ohne Zeitverzug von einem Teleport-Transport Startpunkt zu einem Teleport-Transport Zielpunkt (siehe Seite 38) zu bewegen. Im Gegensatz zu normalen Transporten geht es hierbei nicht darum, einen tatsächlichen Transport eines Kunden (der eine gewisse Zeit dauern und Ressourcen benötigen kann) zu modellieren, sondern darum dass Modell übersichtlich zu halten. Betritt ein Kunde einen Teleport-Transport Startpunkt, so wird er augenblicklich zu dem dort angegebenen Teleport-Transport Zielpunkt befördert. Start- und Zielpunkt können sich an verschiedenen Stellen im Modell befinden; im Gegensatz zu einem Transport über eine Kante wird keine Verbindungslinie zwischen Start und Ziel eingezeichnet.

## Einstellungen

Der Name des Teleport-Transport Startpunktes besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Allerdings muss der Name eines Teleport-Transport Zielpunkts (siehe Seite 38) Elements angegeben werden, zu dem die eintreffenden Kunden befördert werden sollen.

## 7.7 Teleport-Transport Zielpunkt



Siehe auch Abschnitt **Teleport-Transporte** im Lehrbuch.

Teleport-Transporte ermöglichen es, einen Kunden ohne Zeitverzug von einem Teleport-Transport Startpunkt (siehe Seite 37) zu einem Teleport-Transport Zielpunkt zu bewegen. Im Gegensatz zu normalen Transporten geht es hierbei nicht darum, einen tatsächlichen Transport eines Kunden (der eine gewisse Zeit dauern und Ressourcen benötigen kann) zu modellieren, sondern darum dass Modell übersichtlich zu halten. Betritt ein Kunde einen Teleport-Transport Startpunkt, so wird er augenblicklich zu dem dort angegebenen Teleport-Transport Zielpunkt befördert. Start- und Zielpunkt können sich an verschiedenen Stellen im Modell befinden; im Gegensatz zu einem Transport über eine Kante wird keine Verbindungslinie zwischen Start und Ziel eingezeichnet.

### Einstellungen

Die Teleport-Transport Ziele werden über ihren Namen bei dem Transport der Kunden von einem Teleport-Transport Startpunkt aus identifiziert.

## 7.8 Transporter Wegpunkt



Siehe auch Abschnitt **Transporte mit Transportern** im Lehrbuch.

Wegpunkte werden von Transportern während der Animation auf dem Weg von einer Ausgangs- zu einer Zielstation angesteuert. Für die Simulation selbst besitzen sie keine Bedeutung.

### Einstellungen

Für jeden Wegpunkt kann eingestellt werden, bei dem Weg von welcher Ausgangs- zu welcher Zielstation dieser angesteuert werden soll.

#### Hinweis:

Das manuelle Erstellen von Wegstrecken direkt über die Einstellmöglichkeiten der Wegpunkte ist sehr aufwendig. Um diesen Prozess zu vereinfachen, steht der Wegstrecken-Editor, der über das Kontextmenü eines Wegpunktes aufgerufen werden kann, zur Verfügung.

## 7.9 Transportstart



Siehe auch Abschnitt **Direkte Transporte** im Lehrbuch.

Ein Transportstartelement ermöglicht den Transport eines Kunden zu einem beliebigen Transportziel-Element (siehe Seite 39). Wie viel Zeit der Transport beansprucht und zu welchem Zielelement der Kunde transportiert wird, kann dabei in dem Transportstartelement eingestellt werden. Für den Transport eines Kunden von einem Transportstart- zu einem Transportzielelement muss keine Verbindungskante zwischen den Elementen bestehen.

### Einstellungen

Der Name des Transportstartelements besitzt keine weitere Bedeutung.

Auf der Dialogseite **Transportzeiten** kann festgelegt werden, wie lange der Transport eines Kunden von diesem Transportstartelement zu dem jeweiligen Ziel dauern soll. Die Transportzeit kann dabei als Verteilung oder als Ausdruck angegeben werden. Des Weiteren kann eingestellt werden, ob die Transportzeit als Wartezeit, Transferzeit (Standard) oder Bedienzeit erfasst werden soll.

Auf der Dialogseite **Transportziele** können ein oder mehrere mögliche Ziel für den Transport des Kunden angegeben werden. Für die Ziele können dabei Bedingungen oder Kundentypen angegeben werden. Alternativ kann eingestellt werden, dass das anzusteuern Ziel aus dem Fertigungsplan des Kunden oder aus einer Texteigenschaft des Kunden entnommen werden soll.

Auf der Dialogseite **Benötigte Ressource** kann angegeben werden, ob für den Transport eines Kunden eine Ressource benötigt. Neben dem Typ der Ressource kann angegeben werden, wie viele Bediener der Ressource für den Transport eines Kunden benötigt werden und ob die Ressource sofort nach dem Eintreffen an der Zielstation freigegeben werden soll oder ggf. erst nach einer bestimmten Verzögerungszeit (z.B. um die Rückfahrt der Ressource zur Ausgangsstation zu modellieren).

Auf der Dialogseite **Bereich verlassen** kann optional eine Bereich-betreten-Station angegeben werden. Beim Start des Transports wird dann der angegebene Bereich verlassen.

## 7.10 Transportziel



Siehe auch Abschnitt **Direkte Transporte** im Lehrbuch.

Die Transportzielelemente können als Zielstationen für den Transport von Kunden von Transportstart-Elementen (siehe Seite 38) verwendet werden. Für den Transport eines Kunden von einem Transportstart- zu einem Transportzielelement muss keine Verbindungskante zwischen den Elementen bestehen.

### Einstellungen

Die Transportzielelemente werden über ihren Namen bei dem Routing der Kunden von einem Transportstartelement identifiziert.

## 7.11 Verzweigen und Teleportieren



Teleport-Transporte ermöglichen es, einen Kunden ohne Zeitverzug von einem Teleport-Transport Startpunkt zu einem Teleport-Transport Zielpunkt (siehe Seite 38) zu bewegen. Im Gegensatz zu normalen Transporten geht es hierbei nicht darum, einen tatsächlichen Transport eines Kunden (der eine gewisse Zeit dauern und Ressourcen benötigen kann) zu modellieren, sondern darum dass Modell übersichtlich zu halten. Betritt ein Kunde einen Teleport-Transport Startpunkt, so wird er augenblicklich zu dem dort angegebenen Teleport-Transport Zielpunkt befördert. Start- und Zielpunkt können sich an verschiedenen Stellen im Modell befinden; im Gegensatz zu einem Transport über eine Kante wird keine Verbindungslinie zwischen Start und Ziel eingezeichnet.

Eine Verzweigen und Teleportieren Station kombiniert die Funktionalität einer Verzweigen (siehe Seite 21) -Station mit einer Teleport-Transport Startpunkt (siehe Seite 37) -Station: Zunächst wird das Kundenobjekt gemäß bestimmter Regeln in eine vorgegebene Richtung geleitet. Dann wird es per Teleporttransport ohne Verbindungskante zu diesem Ziel transportiert.

Die Verzweigung kann dabei nach folgenden Kriterien erfolgen:

- **Zufällig:** Pro Ausgangsrichtung wird eine Rate angegeben, die die Wahrscheinlichkeit für diesen Weg bestimmt.
- **Bedingung:** Für alle Ausgangsrichtungen (außer für die letzte Richtung) wird eine Bedingung definiert. Trifft ein Kunde ein, so werden von oben nach unten diese Bedingungen geprüft. Der Kunde wird in die Richtung, bei der zum ersten Mal die Bedingung erfüllt war, weitergeleitet. Trifft keine der Bedingungen zu, so wird der Kunde in die letzte Richtung (für die keine Bedingung angegeben ist) weitergeleitet.
- **Kundentyp:** Für alle Ausgangsrichtungen (außer für die letzte Richtung) wird ein Kundentyp festgelegt. Ist ein eintreffender Kunde von einem dieser Typen, so wird er in die entsprechende Richtung weitergeleitet. Stimmt der Typ des eingetroffenen Kunden mit keinem der angegebenen Kundentypen überein, so wird der Kunde in die letzte Richtung (für die kein Kundentyp angegeben ist) weitergeleitet.
- **Reihenfolge:** Es wird jeweils der Reihe nach einer der Kunden an einen der Ausgänge geleitet. Nachdem ein Kunde an den als letztes angebundenen Ausgang geleitet wurde, wird der nächste Kunde wieder an den ersten Ausgang geleitet.
- **Kürzeste Warteschlange an der nächsten Station:** Leitet den Kunden über den Pfad weiter, bei dem an der direkten Folgestation die Warteschlangenlänge minimal ist.
- **Kürzeste Warteschlange an der nächsten Bedienstation:** Leitet den Kunden über den Pfad weiter, bei dem an der nächsten darin auftretenden Bedienstation die Warteschlangenlänge minimal ist. Andere Stationen, die zwischen dem Verzweigen-Element und der Bedienstation liegen, werden bei der Bestimmung der Warteschlangenlänge nicht berücksichtigt.
- **Geringste Anzahl an Kunden an der nächsten Station:** Leitet den Kunden über den Pfad weiter, bei dem sich an der direkten Folgestation die geringste Anzahl an Kunden befinden.
- **Geringste Anzahl an Kunden an der nächsten Bedienstation:** Leitet den Kunden über den Pfad weiter, bei dem sich an der nächsten darin auftretenden Bedienstation die geringste Anzahl an Kunden befinden. Andere Stationen, die zwischen dem Verzweigen-Element und der Bedienstation liegen, werden bei der Bestimmung der Anzahl an Kunden nicht berücksichtigt.
- **Texteigenschaft:** Für alle Ausgangsrichtungen (außer für die letzte Richtung) wird ein Wert festgelegt. Wenn die Texteigenschaft des jeweiligen Kunden den jeweiligen Wert aufweist, so wird er in die entsprechende Richtung weitergeleitet. Stimmt der Wert mit keinem der angegebenen Wert überein, so wird der Kunde in die letzte Richtung (für die kein Wert angegeben ist) weitergeleitet.

## Einstellungen

### Modus „Zufall“

Die Weiterleitungswahrscheinlichkeiten in die verschiedenen möglichen Ausgangsrichtungen müssen nicht in Form von Wahrscheinlichkeiten, die sich in ihrer Summe zu 1 aufaddieren müssen, angegeben werden, sondern es genügt, Raten anzugeben. Diese Raten werden vom Programm automatisch zu Wahrscheinlichkeiten normiert. Es gelten lediglich folgende Voraussetzungen: Die Raten dürfen nicht negativ sein und mindestens eine der angegebenen Raten muss echt größer als 0 sein.

### Modus „Bedingung“

Pro vorhandener Verzweigung muss eine Bedingung angegeben werden, unter der die Kunden in diese Richtung geleitet werden. Die Bedingungen müssen sich nicht gegenseitig ausschließen und werden von oben nach unten abgearbeitet. Für die letzte Verzweigungsmöglichkeit kann keine Bedingung angegeben

werden. Diese Verzweigung wird in der Simulation immer dann gewählt, wenn keine der vorherigen Bedingungen zutreffend war.

### **Modus „Kudentyp“**

Pro vorhandener Verzweigung muss ein Kudentyp angegeben werden, dessen Kunden in diese Richtung geleitet werden. Für die letzte Verzweigungsmöglichkeit kann kein Kudentyp angegeben werden. Diese Verzweigung wird in der Simulation immer dann gewählt, wenn keine der vorherigen Bedingungen zutreffend war.

### **Modus „Texteigenschaft“**

Es muss ein Schlüssel, dessen Werte bei den Kunden betrachtet werden sollen, angegeben werden. Außerdem muss pro vorhandener Verzweigung ein Wert angegeben werden. Kunden bei denen der Schlüssel den angegebenen Wert besitzt, werden in diese Richtung geleitet. Für die letzte Verzweigungsmöglichkeit kann kein Wert angegeben werden. Diese Verzweigung wird in der Simulation immer dann gewählt, wenn keine der vorherigen Bedingungen zutreffend war.

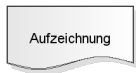




## Kapitel 8

# Daten Ein-/Ausgabe

### 8.1 Aufzeichnung



Siehe auch Abschnitt **Datenaufzeichnung-Stationen** im Lehrbuch.

Durchläuft ein Kunde dieses Element, so werden die Werte von ein oder zwei frei definierbaren Ausdrücken in der Statistik erfasst. Wird ein Ausdruck verwendet, so stehen die Werte später als Verlaufsdiagramm zur Verfügung. Bei zwei Werten wird ein X-Y-Punktediagramm gebildet.

#### Einschränkungen

Im Gegensatz zu der Aufzeichnung von Werten über ein Ausgabe-Element (siehe Seite 43) direkt in eine Datei werden die Daten hier im Arbeitsspeicher gehalten, um im Anschluss an die Simulation direkt in der Statistikansicht zur Verfügung zu stehen. Daher ist die Anzahl an Datenpunkten, die erfasst werden auf 2 Millionen beschränkt. Beim Speichern der Statistikdaten als xml-Datei und bei der Anzeige eines Verlaufsdiagramms werden diese maximal 2 Millionen Datenpunkte berücksichtigt. In X-Y-Punktediagrammen und in Tabellen werden jedoch nur maximal  $2^{17}$  Datenpunkte ausgegeben.

#### Einstellungen

Die Daten werden in der Statistik unter dem Namen des Datenaufzeichnung-Elements erfasst. Mindestens ein Ausdruck, dessen Werte erfasst werden sollen, muss angegeben werden. Der zweite Ausdruck ist optional.

### 8.2 Ausgabe



Siehe auch Abschnitt **Speichern von Werten während der Simulation** im Lehrbuch.

Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird eine Ausgabe von definierbaren Statusinformationen in eine Datei angestoßen.

## Einstellungen

Der Name des Ausgabe-Elements hat keine weitere Bedeutung. Über das Dateinamefeld kann der Name der Datei, in die die Daten geschrieben werden sollen, angegeben werden. Pro Kundenereignis können mehrere Daten geschrieben werden, deren Reihenfolge und Werte über die Tabellenzeilen in dem Einstellungendialog zu dem Ausgabe-Element definiert werden können.

## Alternative

Mit dem Ausgabe (JS)-Element (siehe Seite 45) besteht die Möglichkeit, weit komplexere Ausgabeformate für die Simulationsdaten zu definieren. Allerdings benötigt der Simulator für die Ausführung des Ausgabe (JS)-Elements deutlich mehr Rechenzeit.

## 8.3 Ausgabe (DB)



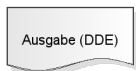
Siehe auch Abschnitt **Speichern von Werten während der Simulation** im Lehrbuch.

Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird eine Ausgabe von definierbaren Statusinformationen in eine Datenbanktabelle angestoßen.

## Einstellungen

Der Name des Ausgabe (DB) Elements hat keine weitere Bedeutung. Es müssen Verbindungsdaten zu einer Datenbank sowie der Name der Tabelle in der Datenbank, in der die Daten gespeichert werden, angegeben werden. Pro Kundenereignis können mehrere Daten in verschiedene Spalten geschrieben werden. Pro Kundenankunft wird dabei eine neue Zeile in der Tabelle angelegt.

## 8.4 Ausgabe (DDE)



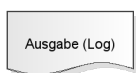
Siehe auch Abschnitt **Speichern von Werten während der Simulation** im Lehrbuch.

Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird eine Ausgabe von definierbaren Statusinformationen per DDE in eine Excel-Tabelle geschrieben.

## Einstellungen

Der Name des Ausgabe (DDE) Elements hat keine weitere Bedeutung. Es müssen DDE-Verbindungseinstellungen angegeben werden. Pro Kundenereignis können mehrere Daten in verschiedene Spalten geschrieben werden. Pro Kundenankunft wird dabei eine neue Zeile in der Tabelle angelegt.

## 8.5 Ausgabe (Log)



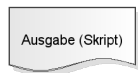
Siehe auch Abschnitt **Speichern von Werten während der Simulation** im Lehrbuch.

Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird eine Ausgabe von definierbaren Statusinformationen in die Logging-Ausgabe angestoßen. Ist das Logging nicht aktiviert, so erfolgt keine Ausgabe.

## Einstellungen

Der Name des Ausgabe-Elements hat keine weitere Bedeutung. Pro Kundenereignis können mehrere Daten geschrieben werden, deren Reihenfolge und Werte über die Tabellenzeilen in dem Einstellungendialog zu dem Ausgabe-Element definiert werden können.

## 8.6 Ausgabe (Skript)



Siehe auch Abschnitt **Speichern von Werten während der Simulation** im Lehrbuch.

Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird eine Ausgabe von über ein Javascript- oder ein Java-Programm definierbaren Statusinformationen in eine Datei angestoßen.

## Einstellungen

Der Name des Ausgabe-Elements hat keine weitere Bedeutung. Über das Dateinamelfeld kann der Name der Datei, in die die Daten geschrieben werden sollen, angegeben werden. Die auszuführenden Skriptbefehle werden in **JavaScript** oder in **Java** angegeben. Zusätzlich stehen einige besondere Javascript-Befehle bzw. besondere Java-Befehle zum Zugriff auf die Simulationsdaten zur Verfügung.

## Alternative

Die Definition der Ausgaben in Form eines Javascript- oder eines Java-Programms erlaubt eine größtmögliche Flexibilität, benötigt jedoch verhältnismäßig viel Zeit. Eine schnellere Möglichkeit zur Ausgabe von Simulationsdaten bietet das Ausgabe-Element (siehe Seite 43) .

## 8.7 Eingabe



Siehe auch Abschnitt **Laden von Werten während der Simulation** im Lehrbuch.

Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird eine Zahl aus einer Datei gelesen und einer Variable zugewiesen. Die Leseposition in der Datei wird dabei um eine Zeile weiter bewegt. Wird durch einen Kunden das Dateiende erreicht, so kann eingestellt werden, wie sich das Element verhalten soll.

## Einstellungen

Der Name des Eingabe-Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Es müssen der Name der zu lesenden Datei, das gewünschte Verhalten am Dateiende sowie der Name der Variable, an die die Zuweisungen erfolgen sollen, eingestellt werden.

Über die drei Pseudo-Variablennamen „w“, „t“ und „p“ kann lesend und schreibend auf die Wartezeit, die Transferzeit und die Bedienzeit des aktuellen Kunden (jeweils auf Sekundenbasis) zugegriffen werden.

Außerdem kann statt eines Variablennamens ein Kundenobjekt-Datenfeld über „ClientData(index)“ beschrieben werden oder über „ClientData('Schlüssel')“ ein Textwert in einem kundenbasierenden Schlüssel hinterlegt werden.

## Alternative

Mit dem Eingabe (JS)-Element (siehe Seite 47) besteht die Möglichkeit, weit komplexere Verarbeitungen auf Basis der Eingabewerte vorzunehmen. Allerdings benötigt der Simulator für die Ausführung des dann zugehörigen Javascript-Elements deutlich mehr Rechenzeit.

## 8.8 Eingabe (DB)



Siehe auch Abschnitt **Laden von Werten während der Simulation** im Lehrbuch.

Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird eine Zahl aus einer Datenbanktabelle gelesen und einer Variable zugewiesen. Die Leseposition in der Tabelle wird dabei um eine Zeile weiter bewegt. Wird durch einen Kunden das Dateiende erreicht, so kann eingestellt werden, wie sich das Element verhalten soll.

### Einstellungen

Der Name des Eingabe-Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Neben den Verbindungseinstellungen zur Datenbank und der Auswahl von Tabelle und Spalte müssen das gewünschte Verhalten am Tabellenende sowie der Name der Variable, an die die Zuweisungen erfolgen sollen, eingestellt werden.

Über die drei Pseudo-Variablennamen „w“, „t“ und „p“ kann lesend und schreibend auf die Wartezeit, die Transferzeit und die Bedienzeit des aktuellen Kunden (jeweils auf Sekundenbasis) zugegriffen werden. Außerdem kann statt eines Variablennamens ein Kundenobjekt-Datenfeld über „ClientData(index)“ beschrieben werden oder über „ClientData('Schlüssel')“ ein Textwert in einem kundenbasierenden Schlüssel hinterlegt werden.

## 8.9 Eingabe (DDE)



Siehe auch Abschnitt **Laden von Werten während der Simulation** im Lehrbuch.

Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird eine Zahl per DDE aus einer Excel-Tabelle gelesen und einer Variable zugewiesen. Die Leseposition in der Tabelle wird dabei um eine Zeile weiter bewegt. Wird durch einen Kunden das Dateiende erreicht, so kann eingestellt werden, wie sich das Element verhalten soll.

### Einstellungen

Der Name des Eingabe-Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Neben den DDE-Verbindungseinstellungen müssen das gewünschte Verhalten am Tabellenende sowie der Name der Variable, an die die Zuweisungen erfolgen sollen, eingestellt werden.

Über die drei Pseudo-Variablennamen „w“, „t“ und „p“ kann lesend und schreibend auf die Wartezeit, die Transferzeit und die Bedienzeit des aktuellen Kunden (jeweils auf Sekundenbasis) zugegriffen werden.

Außerdem kann statt eines Variablennamens ein Kundenobjekt-Datenfeld über „ClientData(index)“ beschrieben werden oder über „ClientData('Schlüssel')“ ein Textwert in einem kundenbasierenden Schlüssel hinterlegt werden.

## 8.10 Eingabe (Skript)



Siehe auch Abschnitt **Laden von Werten während der Simulation** im Lehrbuch.

Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird eine Zahl aus einer Datei gelesen und in einem nutzerdefinierten Javascript- oder Java-Programm zur Verfügung gestellt.

### Einstellungen

Der Name des Eingabe-Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Es müssen der Name der zu lesenden Datei, das gewünschte Verhalten am Dateiende sowie das auszuführende Skript angegeben werden. Die auszuführenden Skriptbefehle werden in **Javascript** oder in **Java** angegeben. Zusätzlich stehen einige besondere Javascript-Befehle bzw. die besondere Java-Befehle zum Zugriff auf die Simulationsdaten zur Verfügung.

### Alternative

Die Definition von Zuweisungen in Form eines Javascript- oder eines Java-Programms erlaubt eine größtmögliche Flexibilität, benötigt jedoch verhältnismäßig viel Zeit. Eine schnellere Möglichkeit zur Zuweisung von Variablen bietet das Eingabe-Element (siehe Seite [45](#)) .



## Kapitel 9

# Flusssteuerungslogik

### 9.1 Do



Siehe auch Abschnitt **Flusssteuerung** im Lehrbuch.

Das Do-Element leitet den Kunden immer zum direkt folgenden Element weiter. Es dient als Schleifenanfang bzw. als Sprungziel für Until (siehe Seite 51) -Stationen.

#### Einstellungen

Der Name der Station besitzt keine Bedeutung für die Simulation.

### 9.2 Else



Siehe auch Abschnitt **Flusssteuerung** im Lehrbuch.

Das Else-Element leitet den Kunden in Abhängigkeit davon, ob die Bedingung an einem vorhergehenden If (siehe Seite 50) - oder ElseIf-Element (siehe Seite 49) erfüllt ist, entweder zur unmittelbar nächsten Station weiter (wenn die Bedingung nicht erfüllt ist) oder zur folgenden EndIf (siehe Seite 50) -Station. Dies ermöglicht eine grafische Variante einer Flusssteuerung wie sie bei klassischen Programmiersprachen vorhanden ist.

#### Einstellungen

Der Name der Station besitzt keine Bedeutung für die Simulation.

### 9.3 ElseIf



Siehe auch Abschnitt **Flusssteuerung** im Lehrbuch.

Das ElseIf-Element leitet den Kunden in Abhängigkeit davon, ob die Bedingung an einem vorhergehenden If (siehe Seite 50) - oder ElseIf-Element (siehe Seite 49) erfüllt ist sowie in Abhängigkeit von einer Bedienung (wenn die Bedingung an den vorherigen Elementen nicht erfüllt war) entweder zur unmittelbar nächsten Station weiter (wenn die Bedingung erfüllt ist) oder zu einer folgenden ElseIf (siehe Seite 49) -, Else (siehe Seite 49) - oder

EndIf (siehe Seite 50) -Station. Dies ermöglicht eine grafische Variante einer Flusssteuerung wie sie bei klassischen Programmiersprachen vorhanden ist.

## Einstellungen

Der Name der Station besitzt keine Bedeutung für die Simulation. Über die Bedingung wird gesteuert, zu welcher Station die jeweiligen Kunden weitergeleitet werden.

## 9.4 EndIf



Siehe auch Abschnitt **Flusssteuerung** im Lehrbuch.

Das EndIf-Element beendet eine durch ein If-Element (siehe Seite 50) eingeleitete Flusssteuerungskette.

## Einstellungen

Der Name der Station besitzt keine Bedeutung für die Simulation.

## 9.5 EndWhile



Siehe auch Abschnitt **Flusssteuerung** im Lehrbuch.

Das EndWhile-Element beendet eine mit einem While-Element (siehe Seite 51) begonnene Schleife. Der Kunde wird an das While-Element zurück verwiesen. Dieses prüft, ob die Bedingung nach wie vor erfüllt ist. Wenn nein, wird der Kunde an das auf dieses EndWhile-Element folgende Element geleitet. Ansonsten wird die Schleife ein weiteres

Mal durchlaufen.

## Einstellungen

Der Name der Station besitzt keine Bedeutung für die Simulation.

## 9.6 If



Siehe auch Abschnitt **Flusssteuerung** im Lehrbuch.

Das If-Element leitet den Kunden in Abhängigkeit von einer Bedingung entweder zur unmittelbar nächsten Station weiter (wenn die Bedingung erfüllt ist) oder zu einer folgenden ElseIf (siehe Seite 49) -, Else (siehe Seite 49) - oder EndIf (siehe Seite 50) -Station. Dies ermöglicht eine grafische Variante einer Flusssteuerung wie sie bei klassischen Programmiersprachen vorhanden ist.

## Einstellungen

Der Name der Station besitzt keine Bedeutung für die Simulation. Über die Bedingung wird gesteuert, zu welcher Station die jeweiligen Kunden weitergeleitet werden.



## 9.7 Until



Siehe auch Abschnitt **Flusssteuerung** im Lehrbuch.

Das Until-Element beendet eine mit einem Do-Element (siehe Seite 49) begonnene Schleife. Der Kunde wird an das Do-Element zurück verwiesen, sofern die Bedingung noch nicht erfüllt ist.

### Einstellungen

Der Name der Station besitzt keine Bedeutung für die Simulation. Über die Bedingung wird gesteuert, zu welcher Station die jeweiligen Kunden weitergeleitet werden.

## 9.8 While



Siehe auch Abschnitt **Flusssteuerung** im Lehrbuch.

Das While-Element leitet den Kunden in Abhängigkeit von einer Bedingung entweder zur unmittelbar nächsten Station weiter (wenn die Bedingung erfüllt ist) oder zur folgenden EndWhile (siehe Seite 50) -Station. Dies ermöglicht eine grafische Variante einer Flusssteuerung wie sie bei klassischen Programmiersprachen vorhanden ist.

### Einstellungen

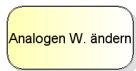
Der Name der Station besitzt keine Bedeutung für die Simulation. Über die Bedingung wird gesteuert, zu welcher Station die jeweiligen Kunden weitergeleitet werden.



## Kapitel 10

# Analoge Werte

### 10.1 Analogen W. ändern



eingetragen.

Siehe auch Abschnitt **Analoger-Wert-Stationen** im Lehrbuch.

Passiert ein Kunde dieses Element, so werden in einem oder mehreren Analoger Wert (siehe Seite 53) - und Tank-Elementen (siehe Seite 55) neue Werte und Änderungsraten

#### Einstellungen

Der Name des „Analogen Wert ändern“-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Es kann eingestellt werden, in welchen Elementen welche Werte oder Raten verändert werden sollen.

### 10.2 Analoger Wert



ändern-Element (siehe Seite 53) verändert werden.

Siehe auch Abschnitt **Analoger-Wert-Stationen** im Lehrbuch.

Dieses Element hält einen Wert, der sich gemäß einer bestimmten Rate über die Zeit ändert, vor. Der Wert und die Rate können zur Laufzeit über ein Analoges Wert

Wenn ein Minimal- und ein Maximalwert für den Wert eingestellt sind, wird in das Element selbst der **Füllstand** eingezeichnet.

#### Einstellungen

Der Name des „Analoger Wert“-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Neben dem initialen Wert, der initialen Änderungsrate sowie optionalen Minimum- und Maximumwerten kann eingestellt werden, wie häufig die diskret verlaufende Simulation über die kontinuierliche erfolgende Veränderung des Wertes benachrichtigt werden soll.

### 10.3 Fluss



Siehe auch Abschnitt **Tank-Stationen** im Lehrbuch.

Ein Fluss stellt eine Verbindung zwischen zwei Tanks (siehe Seite 55) (genauer zwischen zwei Ventilen an verschiedenen Tanks) dar. Oder zwischen einer Fluss-Quelle und einem Tank oder zwischen einem Tank und einer Fluss-Senke.

Ein Fluss definiert, wie viele Einheiten von der Quelle zum Ziel fließen sollen oder wie lange der Fluss aktiv sein soll.

Aktiviert wird der Fluss durch einen durch einen Kunden, der das Element erreicht.

## Einstellungen

Der Name des „Fluss“-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Bei jedem Fluss müssen eine Quelle und ein Ziel angegeben werden. Außerdem muss definiert werden, wie lange der Fluss aktiv sein soll. Als Aktivitätsdauer können eine Zeitspanne, eine Durchflussmenge oder ein Stopp-Signal definiert werden.

## 10.4 Fluss (Signal)



Siehe auch Abschnitt **Tank-Stationen** im Lehrbuch.

Ein Fluss stellt eine Verbindung zwischen zwei Tanks (siehe Seite 55) (genauer zwischen zwei Ventilen an verschiedenen Tanks) dar. Oder zwischen einer Fluss-Quelle und einem Tank oder zwischen einem Tank und einer Fluss-Senke.

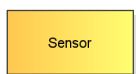
Ein Fluss definiert, wie viele Einheiten von der Quelle zum Ziel fließen sollen oder wie lange der Fluss aktiv sein soll.

Aktiviert wird der Fluss durch ein Signal.

## Einstellungen

Der Name des „Fluss“-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Es muss angegeben werden, durch welches Signal der Fluss ausgelöst werden soll. Außerdem müssen jedem Fluss müssen eine Quelle und ein Ziel angegeben werden und es muss definiert werden, wie lange der Fluss aktiv sein soll. Als Aktivitätsdauer können eine Zeitspanne, eine Durchflussmenge oder ein Stopp-Signal definiert werden.

## 10.5 Sensor



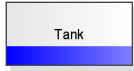
Siehe auch Abschnitt **Tank-Stationen** im Lehrbuch.

Ein Sensor-Element löst, vergleichbar einem Signal-Element (siehe Seite 28), ein Signal aus. Allerdings wird das Signal nicht ausgelöst, wenn ein Kunde das Element passiert, sondern wenn bei einem zugehörigen Tank-Element (siehe Seite 55) ein bestimmter Füllstand über- oder unterschritten wird.

## Einstellungen

Der Name des Sensor-Elements ist gleichzeitig der Name des Signal, das ausgelöst wird, wenn die Bedingung erfüllt ist. Als Bedingung kann entweder die Über- oder Unterschreitung eines bestimmten Füllstandes in einem Tank verwendet werden.

## 10.6 Tank



Siehe auch Abschnitt **Tank-Stationen** im Lehrbuch.

Dieses Element hält einen Wert, der sich gemäß bestimmter Raten über die Zeit ändert, vor. Jeder Tank verfügt über ein oder mehrere Ventile. An diese Ventile können Flüsse (siehe Fluss (siehe Seite 53) - und Fluss (Signal)-Elemente (siehe Seite 54) ) angeschlossen werden. Die Ventile geben vor, wie viel Einheiten des Tankinhalts pro Zeiteinheit durch diese fließen können, die Flüsse geben vor, wie viel Einheiten transportiert werden sollen oder wie lange der Fluss aktiv sein soll.

Im Gegensatz zu den Analogwert-Elementen (siehe Seite 53) kann der Wert nicht negativ sein und es ist immer eine obere Grenze (die Kapazität des Tanks) anzugeben.

An ein Ventil muss nicht zu jedem Zeitpunkt ein Fluss angedockt werden. Ist ein Fluss an ein Ventil angedockt, so wird dieser direkt bedient. Sind mehrere Flüsse angedockt, so wird zu jeder Zeit immer nur ein Fluss bedient. Erst wenn der zeitlich zu erst eingetroffene Fluss abgearbeitet wurde, wird der nächste aktiviert. D.h. es ist nicht so, dass mehrere Flüsse sich die verfügbare Durchflussmenge eines Ventils auf irgendeine Weise teilen.

### Einstellungen

Der Name des „Tank“-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Neben der Kapazität, dem initialen Wert und den Ventilen mit ihren maximalen Durchflüssen pro Zeiteinheit kann eingestellt werden, wie häufig die diskret verlaufende Simulation über die kontinuierliche erfolgende Veränderung des Wertes benachrichtigt werden soll.

## 10.7 Ventil-Setup



Siehe auch Abschnitt **Tank-Stationen** im Lehrbuch.

Passiert ein Kunde ein Ventil-Setup-Element, so werden die maximalen Durchflüsse an einem oder mehreren Ventilen an Tank-Elementen (siehe Seite 55) geändert.

### Einstellungen

Der Name des „Ventil-Setup“-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Es können beliebige viele Ventile angegeben werden, die auf einen neuen maximalen Durchfluss eingestellt werden sollen.



# Kapitel 11

## Animation

### 11.1 Alarm

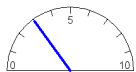


Passiert ein Kunde im Animations-Modus ein Alarm-Element, so wird ein nutzerdefinierter Sound abgespielt. Im Simulations-Modus führt ein Alarm-Element keine Handlungen aus.

#### Einstellungen

Der Name des „Alarm“-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Es kann eingestellt werden, unter welchen Bedingungen die Sound-Ausgabe erfolgen soll und welche Sound-Datei bzw. welcher System-Sound abgespielt werden soll, wenn ein Kunde die Station im Animations-Modus erreicht.

### 11.2 Analogskalaanzeige



Siehe auch Abschnitt **Animation von Modellen** im Lehrbuch.

Ein Analogskalaanzeige-Element ermöglicht es, den aktuellen Wert eines Rechenausdrucks durch die Zeigerstellung auf einer analogen Messskala darzustellen.

#### Einstellungen

Der Name des Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Zusätzlich zu dem auszuwertenden Rechenausdruck muss der Maximalwert der Skala angegeben werden. Außerdem können optional ein gelber und ein roter Bereich (typischerweise mit Werten dicht unter dem Maximum) angegeben werden. Die entsprechenden Bereiche werden dann farbig markiert auf der Skala angezeigt.

### 11.3 Animationsbild



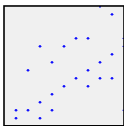
Siehe auch Abschnitt **Animation von Modellen** im Lehrbuch.

In dem Animationsbildelement können mehrere Bilder hinterlegt werden, die während der Animation des Modells in Abhängigkeit von bestimmten per Ausdruck festlegbaren Bedingungen angezeigt werden.

## Einstellungen

Der Name des Animationsbildelement-Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Zu jedem Bild kann eine Bedingung festgelegt werden. Die Liste der Bilder und Bedingungen wird während der Animation stets von oben nach unten abgearbeitet. Das Bild, welches zu der ersten zutreffenden Bedingung gehört, wird angezeigt. Trifft keine der angegebenen Bedingungen zu, so wird das letzte Bild in der Liste (zu dem keine Bedingung angegeben werden kann) angezeigt.

### 11.4 Datenaufzeichnung anzeigen



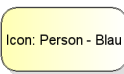
Siehe auch Abschnitt **Animation von Modellen** im Lehrbuch.

Stationen vom Typ „Datenaufzeichnung anzeigen“ dienen dazu, Werte die an Datenaufzeichnung (siehe Seite 43) -Stationen erfasst wurden, während der Animation anzuzeigen. Die Anzeigeform (Liniendiagramm oder X-Y-Punktediagramm) wird dabei gemäß dem Typ der Datenaufzeichnung (ein oder zwei Werte) automatisch gewählt.

## Einstellungen

Der Name des Datenaufzeichnung anzeigen Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Zur Anzeige von Daten muss ein Datenaufzeichnung-Elemente, von dem die Daten übernommen werden sollen, angegeben werden und es muss eingestellt werden, wie viele Datenpunkte jeweils berücksichtigt werden sollen. (Es werden stets die neusten erfassten Daten angezeigt).

### 11.5 Icon: Person - Blau



Das Icon-Element weist den Kunden, die es passieren, ein neues Animationsicon zu.

## Einstellungen

Der Name des Icon-Elements hat keine weitere Bedeutung. Über das Icon-Auswahlfeld kann das Icon, welches den Kunden beim Passieren dieses Elements zugewiesen werden soll, ausgewählt werden.

Die optionale Bedingung ermöglicht es, dass nur unter bestimmten Voraussetzungen eine Zuweisung erfolgt, wenn ein Kunde die Station passiert.

### 11.6 LCD-Anzeige



Siehe auch Abschnitt **Animation von Modellen** im Lehrbuch.

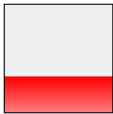
Ein LCD-Anzeige-Element ermöglicht es, den aktuellen Wert eines Rechenausdrucks in Form eine 7-Segmentanzeige mit einstellbarer Anzeige an Ziffern darzustellen. Ausgegeben wird dabei jeweils nur der Ganzzahlanteil des Wertes.



## Einstellungen

Der Name des Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Zusätzlich zu dem auszuwertenden Rechenausdruck können die Anzahl an anzuzeigenden 7-Segment-Ziffern und die Farbe der aktiven Segment eingestellt werden.

## 11.7 Simulationsdaten als Balken



Siehe auch Abschnitt **Animation von Modellen** im Lehrbuch.

Das Simulationsdaten als Balken Element ermöglicht es, während der Animation eines Modells laufend den Wert eines Ausdrucks in Form eines verschieden großen Balken anzuzeigen. Angezeigt werden kann dabei jeder berechenbare Ausdruck (was die Funktionen zur Bestimmung der Warteschlangenlängen an einzelnen Stationen genauso mit einschließt wie der Zugriff auf alle nutzerdefinierten Simulations-Variablen). Für die klassische Simulation sind die Simulationsdaten-Elemente ohne weitere Bedeutung.

## Einstellungen

Der Name des Simulationsdaten-Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Für den darzustellenden Ausdruck kann ein Bereich eingestellt werden, den der Balken repräsentieren soll.

## 11.8 Simulationsdaten als gestapelter Balken



Siehe auch Abschnitt **Animation von Modellen** im Lehrbuch.

Das Simulationsdaten als gestapelter Balken Element ermöglicht es, während der Animation eines Modells laufend die Werte mehrerer Ausdrücke in Form eines Balkens, der aus mehreren Segmenten besteht, anzuzeigen. Angezeigt werden können dabei alle berechenbaren Ausdrücke (was die Funktionen zur Bestimmung der Warteschlangenlängen an einzelnen Stationen genauso mit einschließt wie der Zugriff auf alle nutzerdefinierten Simulations-Variablen). Für die klassische Simulation sind die Simulationsdaten-Elemente ohne weitere Bedeutung.

## Einstellungen

Der Name des Simulationsdaten-Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Für die Summe der darzustellenden Werte kann ein Maximalwert angegeben werden. Wird kein Maximalwert vorgegeben, so werden die Teilbalken so skaliert, dass Sie die Gesamtfläche stets ausfüllen.

## 11.9 Simulationsdaten als Text

**Eigenschaft**  
**Wert**

Siehe auch Abschnitt **Animation von Modellen** im Lehrbuch.

Das Simulationsdaten als Text Element ermöglicht es, während der Animation eines Modells laufend Daten in Textform anzuzeigen. Angezeigt werden kann dabei jeder berechenbare Ausdruck (was die Funktionen zur Bestimmung der Warteschlangenlängen an einzelnen Stationen genauso mit einschließt wie der Zugriff auf alle nutzerdefinierten Simulations-Variablen). Die Ausgabe erfolgt in Textform auf der Zeichenfläche. Für die klassische Simulation sind die Simulationsdaten-Elemente ohne weitere Bedeutung.

## Einstellungen

Der Name des Simulationsdaten-Elements wird auf der Zeichenfläche direkt oberhalb des Wertes angezeigt. Es kann ausgewählt werden, ob das Element die aktuelle Zeit im Simulationsmodell oder einen beliebigen berechenbaren Ausdruck anzeigen soll. Wird ein Ausdruck angezeigt, so kann der Zahlenwert außerdem optional als Prozentwert (d.h. 70

### 11.10 Simulationsdatenampel



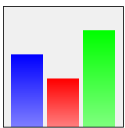
Siehe auch Abschnitt **Animation von Modellen** im Lehrbuch.

Das Simulationsdatenampel-Element ermöglicht es, während der Animation eines Modells laufend den Wert eines Ausdrucks in Form einer Ampelanzeige, die zwei oder drei Zustände unterscheidet, anzuzeigen. Angezeigt werden kann dabei jeder berechenbare Ausdruck (was die Funktionen zur Bestimmung der Warteschlangenlängen an einzelnen Stationen genauso mit einschließt wie der Zugriff auf alle nutzerdefinierten Simulations-Variablen). Für die klassische Simulation sind die Simulationsdaten-Elemente ohne weitere Bedeutung.

## Einstellungen

Der Name des Simulationsdatenampel-Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Im Falle einer Ampel mit drei Lichtern erfolgt die Auswertung von oben nach unten: Die Bedingung für das gelbe Licht wird nur geprüft, wenn die Bedingung für das rote Licht nicht bereits erfüllt ist.

### 11.11 Simulationsdatenbalkendiagramm



Siehe auch Abschnitt **Animation von Modellen** im Lehrbuch.

Ein Simulationsdatenbalkendiagramm ermöglicht es, während der Animation eines Modells laufend den Wert eines oder mehrerer Ausdrücke in Form eines Balkendiagramms anzuzeigen. Angezeigt werden können dabei alle berechenbaren Ausdrücke (was die Funktionen zur Bestimmung der Warteschlangenlängen an einzelnen Stationen genauso mit einschließt wie den Zugriff auf alle nutzerdefinierten Simulations-Variablen). Für die klassische Simulation sind die Simulationsdaten-Elemente ohne weitere Bedeutung.

## Einstellungen

Der Name des Simulationsdatenbalkendiagramm-Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Für die im Balkendiagramm darzustellenden Ausdrücke können beliebige gültige Ausdrücke verwendet werden; außerdem kann der darzustellende Wertebereich eingestellt werden.

### 11.12 Simulationsdatenliniendiagramm



Siehe auch Abschnitt **Animation von Modellen** im Lehrbuch.

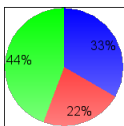
Ein Simulationsdatenliniendiagramm ermöglicht es, während der Animation eines Modells laufend den Wert eines oder mehrerer Ausdrücke in Form eines kontinuierlich

fortgeschriebenen Liniendiagramms anzuzeigen. Angezeigt werden können dabei alle berechenbaren Ausdrücke (was die Funktionen zur Bestimmung der Warteschlangenlängen an einzelnen Stationen genauso mit einschließt wie den Zugriff auf alle nutzerdefinierten Simulations-Variablen). Für die klassische Simulation sind die Simulationsdaten-Elemente ohne weitere Bedeutung.

## Einstellungen

Der Name des Simulationsdatenliniendiagramm-Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Für die im Liniendiagramm darzustellenden Ausdrücke können beliebige gültige Ausdrücke verwendet werden; außerdem kann für jeden Ausdruck ein darzustellender Wertebereich eingestellt werden.

## 11.13 Simulationsdatentortendiagramm



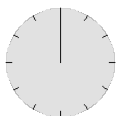
Siehe auch Abschnitt **Animation von Modellen** im Lehrbuch.

Ein Simulationsdatentortendiagramm ermöglicht es, während der Animation eines Modells laufend das Verhältnis mehrerer Werte zueinander als Tortendiagramm anzuzeigen. Angezeigt werden können dabei alle berechenbaren Ausdrücke. Für die klassische Simulation sind die Simulationsdaten-Elemente ohne weitere Bedeutung.

## Einstellungen

Der Name des Simulationsdatentortendiagramm-Elements besitzt keine weitere Bedeutung. Für die im Tortendiagramm darzustellenden Ausdrücke können beliebige gültige Ausdrücke verwendet werden.

## 11.14 Simulationszeit



Siehe auch Abschnitt **Animation von Modellen** im Lehrbuch.

Das Simulationszeitelement ermöglicht es, die aktuelle Simulationszeit oder einen anderen Wert (der auf Sekundenbasis vorliegt) während der Animation in Form einer analogen 12-Stunden-Uhr darzustellen. Für die klassische Simulation sind die Simulationsdaten-Elemente ohne weitere Bedeutung.

## Einstellungen

Der Name des Simulationszeitelements besitzt keine weitere Bedeutung. Für den darzustellenden Ausdruck können alle vom Simulator berechenbaren Ausdrücke angegeben werden.

## 11.15 Skriptergebnis als Text

Skriptergebnis  
Wert

Skriptes.

Siehe auch Abschnitt **Animation von Modellen** im Lehrbuch.

Das Skriptergebnis als Text Element ermöglicht es, während der Animation eines Modells laufend Daten in Textform anzuzeigen. Angezeigt wird dabei das Ergebnis eines

## Einstellungen

Der Skript-Code kann beliebige Javascript- und Java-Befehle enthalten und kann über zusätzliche Javascript-Befehle bzw. zusätzlichen Java-Befehle auf das Simulationssystem zugreifen.

### 11.16 Text gemäß Simulationsdaten

<b>Bezeichnung</b>	Siehe auch Abschnitt <b>Animation von Modellen</b> im Lehrbuch.
<b>Text</b>	Das Text gemäß Simulationsdaten Element ermöglicht es, während der Animation eines Modells verschiedene Zeichenketten in Abhängigkeit von verschiedenen Bedingungen anzuzeigen. Als Bedingungen können dabei alle berechenbare Ausdrücke verwendet werden (was die Funktionen zur Bestimmung der Warteschlangenlängen an einzelnen Stationen genauso mit einschließt wie der Zugriff auf alle nutzerdefinierten Simulations-Variablen). Die Ausgabe erfolgt in Textform auf der Zeichenfläche. Für die klassische Simulation sind die Simulationsdaten-Elemente ohne weitere Bedeutung.

## Einstellungen

Der Name des Simulationsdaten-Elements wird auf der Zeichenfläche direkt oberhalb der bedingungsabhängigen Zeichenkette angezeigt. Es können beliebig viele Bedingungen und Zeichenketten definiert werden. Außerdem kann eine Zeichenkette angegeben werden, die ausgegeben wird, wenn keine der Bedingungen zutrifft.

Des Weiteren kann eingestellt werden, ob einige besondere HTML- und LaTeX-Symbole entsprechend interpretiert werden sollen.

## Kapitel 12

# Animation - Interaktiv

### 12.1 Animation pausieren



Passiert ein Kunde im Animations-Modus ein Animation pausieren-Element, so wird die Animation angehalten. Im Simulations-Modus führt ein Animation pausieren-Element keine Handlungen aus.

#### Einstellungen

Der Name der Station besitzt keine Bedeutung für die Simulation. Es kann eingestellt werden, unter welchen Bedingungen die Station als Haltepunkt für die Animation fungieren soll.

### 12.2 Checkbox



Checkbox

Siehe auch Abschnitt **Interaktive Animationselemente** im Lehrbuch.

Checkbox-Elemente werden nicht in den normalen Kundenfluss eingebunden. Sie können nur während der Animation eingesetzt werden und dienen dazu, den Wert einer Variable während der Animation zu ändern.

#### Einstellungen

Der Name des „Checkbox“-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. In jedem „Checkbox“-Element muss eingestellt werden, der Wert welcher Variable jeweils auf welchen Zahlenwert verändert werden soll, wenn während der Animation auf das Element geklickt wird.

### 12.3 Radiobutton



Option

Siehe auch Abschnitt **Interaktive Animationselemente** im Lehrbuch.

Radiobutton-Elemente werden nicht in den normalen Kundenfluss eingebunden. Sie können nur während der Animation eingesetzt werden und dienen dazu, den Wert einer Variable während der Animation zu ändern.

## Einstellungen

Der Name des „Radiobutton“-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. In jedem „Radiobutton“-Element muss eingestellt werden, auf welchen Wert eine Variable eingestellt werden soll, wenn während der Animation auf das Element geklickt wird.

## 12.4 Schaltfläche



Siehe auch Abschnitt **Interaktive Animationselemente** im Lehrbuch.

Schaltflächen-Elemente werden nicht in den normalen Kundenfluss eingebunden. Sie können nur während der Animation eingesetzt werden und lösen dort bestimmte Aktionen aus, wenn sie angeklickt werden.

Folgende Aktionen können durch ein „Schaltfläche“-Element ausgelöst werden:

- Wertzuweisungen an eine Variable
- Änderung des Wertes in einem Element, das einen analogen Wert enthält (Analoger Wert (siehe Seite 53) oder Tank (siehe Seite 55) )
- Auslösen eines Signals
- Ausführung von Javascript-Code oder Java-Code

## Einstellungen

Der Name des „Schaltfläche“-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. In jedem „Schaltfläche“-Element können beliebig viele Aktionen hinterlegt werden, die ausgelöst werden, wenn es während der Animation des Modells angeklickt wird.

## 12.5 Schieberegler



Siehe auch Abschnitt **Interaktive Animationselemente** im Lehrbuch.

Schieberegler-Elemente werden nicht in den normalen Kundenfluss eingebunden. Sie können nur während der Animation eingesetzt werden und dienen dazu, den Wert einer Variable während der Animation zu ändern.

## Einstellungen

Der Name des „Schieberegler“-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. In jedem „Schieberegler“-Element muss eingestellt werden, welche Variable in welchem Bereich durch Klicks auf das Element während der Animation geändert werden soll.

# Kapitel 13

## Optische Gestaltung

### 13.1 Beschreibungstext

Beschreibungstext Beschreibungstexte besitzen für den Ablauf der Simulation keine Funktion und dienen nur zur optischen Gestaltung des Modells (z.B. zur Beschriftung von Teilkomponenten, Übergängen usw.).

#### Einstellungen

Neben dem Text selbst können für jedes Beschreibungstext-Element auch eine Schriftart und eine Schriftgröße eingestellt werden.

Des Weiteren kann eingestellt werden, ob einige besondere HTML- und LaTeX-Symbole entsprechend interpretiert werden sollen, ob Formatierungen gemäß der Markdown-Symbole #, ##, ###, \* und \*\* durchgeführt werden sollen und ob die LaTeX-Symbole  $_{\{...\}}$ ,  $^{\{...\}}$ ,  $\frac{\{...\}}{\{...\}}$  und  $\binom{\{...\}}{\{...\}}$  interpretiert werden sollen.

### 13.2 Bild



Bilder dienen nur der optischen Gestaltung des Modells und besitzen keine Bedeutung für die Simulation.

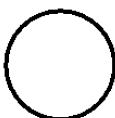
#### Hinweis:

Bilder können auch direkt per Drag&Drop auf die Zeichenfläche eingefügt werden.

#### Einstellungen

Der Name des Bild-Elements besitzt keine weitere Bedeutung.

### 13.3 Ellipse



Das Linie (siehe Seite 66) -, das Rechteck (siehe Seite 66) und das Ellipse-Element dienen nur der optischen Gestaltung des Modells und besitzen keine Bedeutung für die Simulation.

## Einstellungen

Der Name des Ellipse-Elements besitzt keine weitere Bedeutung.

## 13.4 Linie



Das Linie-, das Rechteck-Element (siehe Seite 66) und das Ellipse-Element (siehe Seite 65) dienen nur der optischen Gestaltung des Modells und besitzen keine Bedeutung für die Simulation.

## Einstellungen

Der Name des Linie-Elements besitzt keine weitere Bedeutung.

## 13.5 Notiz



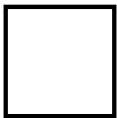
Notizen besitzen keine Bedeutung für Simulation oder Animation. Notizen dienen nur dem Nutzer, um wichtige Anmerkungen zu dem Modell festzuhalten.

Eine Übersicht über alle im Modell vorhandenen Notizen kann über den Menüpunkt Notizen im Modell-Menü aufgerufen werden.

## Einstellungen

Neben dem Text selbst kann festgelegt werden, durch welches Icon die Notiz auf der Zeichenfläche dargestellt werden soll.

## 13.6 Rechteck



Das Linie (siehe Seite 66) -, das Ellipse (siehe Seite 65) - und das Rechteck-Element dienen nur der optischen Gestaltung des Modells und besitzen keine Bedeutung für die Simulation.

## Einstellungen

Der Name des Rechteck-Elements besitzt keine weitere Bedeutung.

## 13.7 Verbindungsecke



Verbindungskanten verlaufen stets in gerader Linie von der Ausgangskomponente zur Zielkomponente. Um die Abläufe übersichtlicher darstellen zu können, können Verbindungsecke eingesetzt werden. In eine Verbindungsecke können eine oder mehrere Kanten einlaufen und eine Kante kann - ggf. in eine andere Richtung - aus der Verbindungsecke auslaufen. Auf diese Weise können Pfade optisch umgelenkt werden.



**Einstellungen**

Verbindungsecken besitzen keine weiteren Eigenschaften. Auch kann eine Verbindungsecke keinen Namen erhalten.



## Kapitel 14

## Sonstiges

### 14.1 Aktion



Siehe auch Abschnitt **Aktionen** im Lehrbuch.

„Aktion“-Elemente werden nicht in den normalen Kundenfluss eingebunden. „Aktion“-Elemente lösen bestimmte Aktionen aus, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind.

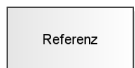
Folgende Aktionen können durch ein „Aktion“-Element ausgelöst werden:

- Wertzuweisungen an eine Variable
- Änderung des Wertes in einem Element, das einen analogen Wert enthält (Analoger Wert (siehe Seite 53) oder Tank (siehe Seite 55) )
- Auslösen eines Signals
- Ausführung von Javascript-Code oder Java-Code
- Abbrechen der Simulation
- Ausgabe eines Sounds (wird nur bei Animationen tatsächlich ausgeführt)

### Einstellungen

Der Name des „Aktion“-Elements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. In jedem „Aktion“-Element können beliebig viele Aktionen hinterlegt werden. Jede Aktion besteht dabei aus einem Auslöser (erfüllte Bedingung, unter- oder überschrittener Schwellenwert oder Signal) und einer auszuführenden Aktion (s.o.).

### 14.2 Referenz



Siehe auch Abschnitt **Referenzen** im Lehrbuch.

Das Referenzelement ermöglicht es, die Einstellungen eines anderen Elements zu übernehmen. Passiert ein Kunde dieses Element, so werden genau die Verarbeitungen durchgeführt, die durchgeführt würden, wenn das Kunde das Element, welches referenziert wird, passiert hätte.

## Einstellungen

Der Name des Referenzelements besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Es muss ein Element angegeben werden, dessen Daten das Referenzelement verwenden soll.

### 14.3 Statistik



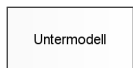
Durchläuft ein Kunde dieses Element, so wird das Ergebnis einer oder mehrerer Formelauswertungen als benutzerdefinierter Statistikdatensatz erfasst.

## Einstellungen

Der Name des Benutzerdefinierte Statistikdaten Elements hat keine weitere Bedeutung. In jedem Benutzerdefinierte Statistikdaten Element können beliebig viele Datensätze angelegt werden, die angegeben welche Daten beim Durchlaufen eines Kunden durch die Station unter welchem Bezeichner in der Statistik erfasst werden sollen. Die Erfassung kann dabei in Form von diskreten Werten (Standardfall) oder zeitkontinuierlich erfolgen. Sollen tatsächliche Kundeneigenschaften (wie z.B. Wartezeiten usw.) erfasst werden, so handelt es sich um diskrete Werte. Eine kontinuierliche Erfassung ist nur dann sinnvoll, wenn die Ankunft eines Kunden an der Station genutzt werden soll, die Veränderung eines Wertes, der nicht unbedingt etwas mit dem jeweiligen Kunden zu tun hat, zu erfassen.

Im Normalfall wird pro Datensatz ein Statistikeintrag angelegt, in dem die Daten aller Kunden, die die Station passieren, erfasst werden. Es kann allerdings auch eine kundentypspezifische Erfassung eingestellt werden. In diesem Fall wird für jeden Kundentyp, der die Station passiert, ein individueller Datensatz, dessen Name sich aus angegebenen Datensatznamen und dem Namen des Kundentyps zusammensetzt, erstellt.

### 14.4 Untermodell



Siehe auch Abschnitt **Untermodelle** im Lehrbuch.

Dieses Element kann ein vollständiges Untermodell beinhalten, welches im Hauptmodell lediglich als ein einzelnes Element sichtbar ist. Auf diese Weise können Teilkomponenten gekapselt werden und das Modell optisch übersichtlich gehalten werden.

## Einstellungen

Der Name und die Beschreibung des Untermodells besitzt keine weitere Bedeutung für die Simulation. Es kann eingestellt werden, wie viele Kanten in das Element ein- und auslaufen sollen. Die ein- und auslaufenden Kanten sind in dem Untermodell als Verbindungselemente zum übergeordneten Modell sichtbar.