

MIKROSKOPISCHE SIMULATION FRANKFURT (M) HBF

VON DEN DATEN
ZUR SIMULATION

Das Projektteam kombiniert seine Kompetenzen in regelmäßigem Austausch durch Vorstellung und gemeinsamer Diskussion



Nach Abschluss des Basisfalls 2023 werden zunächst Maßnahmen zur Optimierung des Ist-Zustands abgeleitet und bewertet



Optimierung des Personenflusses für Frankfurt Hbf im Basismodell 2023

Rechnung von Szenarien aufbauend auf dem Basisfall 2023



Basismodell 2023

Aufbau des Basismodells 2023

- Simulation einer morgendlichen und einer abendlichen Stunde der Hauptverkehrszeit
- Basis bildet ein Musterfahrplan 2023
- Abstraktion von bestimmten Details sowie einzelner Ereignisse des Bahnhofs
- homogene, reproduzierbare Ergebnisse, frei von disruptiven Einzelereignissen

Zielzustand mit Fernbahntunnel

Start Aufbau des Prognose-Szenarios

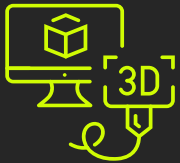


Für die Personenstromsimulationen bei DB Analytics stehen uns eine makroskopische sowie eine mikroskopische Simulation zur Verfügung



Inputgrößen und Ergebnisdarstellungen des Simulationsmodells

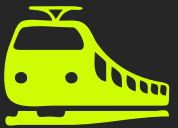
INPUT



Lagepläne/automatisierte Importe einer Station als Grundlage für die 2D bzw. 3D-Modellierung



Fahrplandaten und Gleisinformationen auf Basis int. Ist- und Soll-Betriebsdaten



Um-/Ein-/Aussteiger aus Reisendenzählsystemen und Verkehrsmodellen



Manuelle und automatisierte Zählungen sowie Verhaltensbeobachtungen vor Ort



Altersverteilung und Gehgeschwindigkeiten der Fußgänger im Modell

VERFAHREN

Makroskopische Simulation (VISUM) vieler Stationen



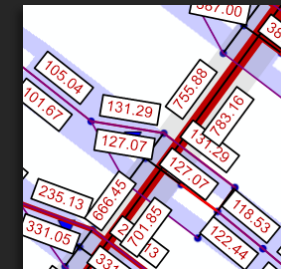
AWS 2023

Mikroskopische Simulation (VISSIM/VISWALK) einzelner Metropolbahnhöfe

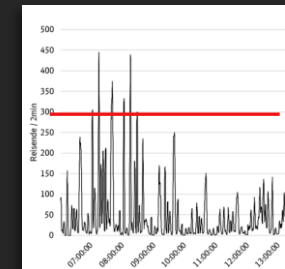


OUTPUT

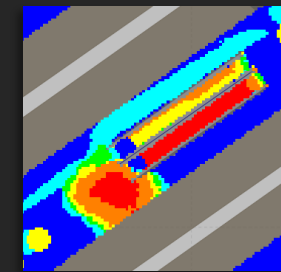
Belastung räumlich/zeitlich



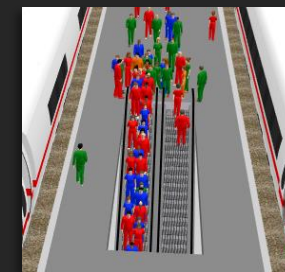
Kapazitätsbewertung



Level of Service Grafiken



Simulations-videos



Aufbau eines effizienten Prozesses zur Nutzung einer durchgehenden Datenkette von Reisendenströmen für Personenstromanalysen



Umlegung in VISUM



Export Fahrplan, Quelleinsteiger, Zielaussteiger und Umsteiger je Station

Liste (ÖV-Umsteiger)

NSeg: NSegs_Q_B5_Z_B5
Auswahl: Alle Routen
Haltestelle: 2549, 98591, 8098...

Quell-Einsteiger
 Umsteiger
 Ziel-Aussteiger

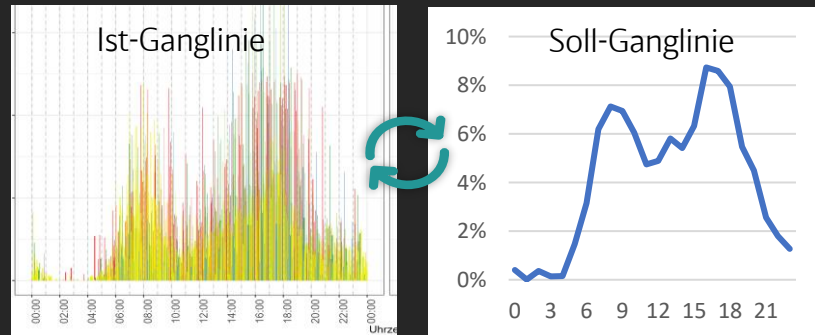
Fahrplanfahrten: Von- und Nach-Fahrplanfahrten separat filtern
Fahrplanfahrten: Alle
Nach-Fahrplanfahrten: Alle

Anzahl:	Vergl(Von)	Vergl(Nach)	Vergl(VonHalb Code)	Vergl(NachHal Code)	Vergl(VonHaltestelle\ Name)	Vergl(NachHaltestelle\ Name)	Grp(VonHaltepunkt\ Knoten\DS100...
1		2549	AH			Hamburg Hbf	
2		2549	AH			Hamburg Hbf	
3		2549	AH			Hamburg Hbf	
4		2549	AH			Hamburg Hbf	
5		2549	AH			Hamburg Hbf	
6		2549	AH			Hamburg Hbf	
7		2549	AH			Hamburg Hbf	
8		2549	AH			Hamburg Hbf	
9		2549	AH			Hamburg Hbf	
10		2549	AH			Hamburg Hbf	
11		2549	AH			Hamburg Hbf	
12		2549	AH			Hamburg Hbf	

Import der Daten für Personenstromanalysen/-simulationen bei DB Analytics

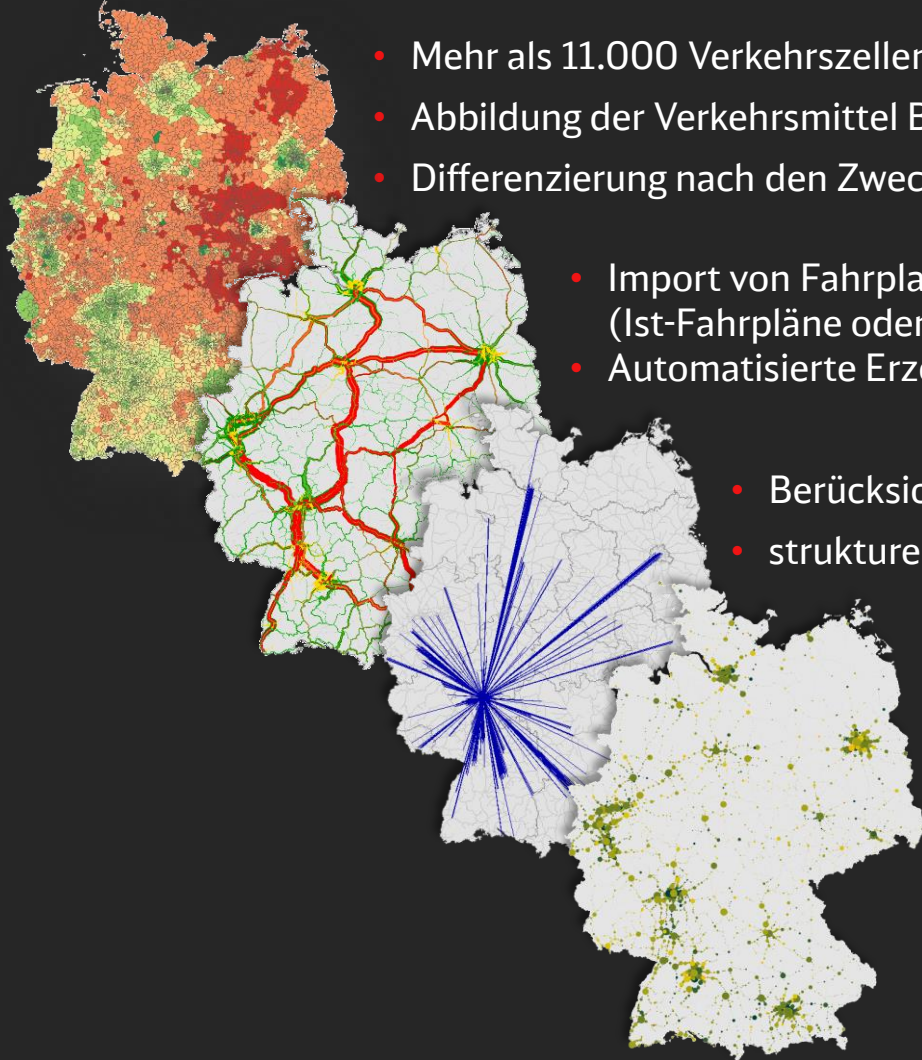
- In sich konsistente und durchgehende Datenkette von der Nachfrage auf Quelle-Ziel-Relation über Belastung einzelner Verbindungen aus dem Verkehrsmodell bis hinunter zum Bahnhof
- Anreicherung mit weiteren Analysen zum Bahnhofsumfeld und zur Nutzung des nachgelagerten ÖSPNV für die Verteilung der Reisenden innerhalb des Bahnhofs bzw. auf entsprechende Quellen/Senken

Interaktives Dashboard zur Kalibrierung



Quelle: OpenStreetMap openstreetmap.org/copyright

Das Verkehrsmodell von DB Analytics erlaubt eine detaillierte Abbildung der Reisendenströme in Deutschland bis hinunter zu einzelnen Stationen



- Mehr als 11.000 Verkehrszellen, davon ca. 10.000 in Deutschland
- Abbildung der Verkehrsmittel Bahn, MIV, ÖSPNV, Fernbus, Fuß, Rad und Flug (nicht intermodal)
- Differenzierung nach den Zwecken Arbeit, Bildung, Einkauf, Freizeit, Geschäft und Urlaub
- Import von Fahrplandaten auf makroskopische, streckenscharfe Schieneninfrastruktur (Ist-Fahrpläne oder Prognose-Fahrpläne)
- Automatisierte Erzeugung von Anbindungen u.a. anhand von Routing im Straßennetz
- Berücksichtigung von regionalen Bevölkerungs-/Entwicklungen sowie
- strukturelle Veränderungen im Verkehrsverhalten z.B. Deutschlandticket
- Veränderung der Ein- und Aussteiger für einzelne Stationen ermittelbar
- Änderung der Reisendenzahlen je Station sehr stark abhängig vom Betriebsprogramm, da Einfluss der Umsteiger sehr stark ist

Aufbau eines umfangreichen interaktiven Dashboards zur Validierung der Nachfrage aus dem VISUM-Verkehrsmodell sowie Verschneiden mit VISSIM-Objekten



Ausreißer



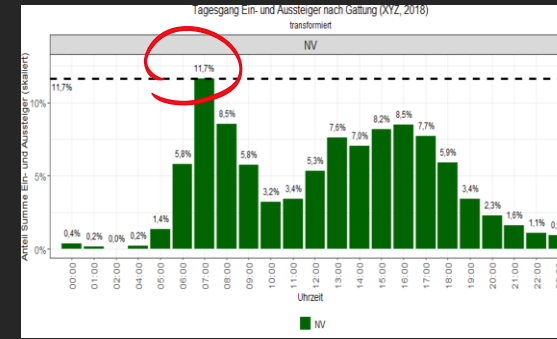
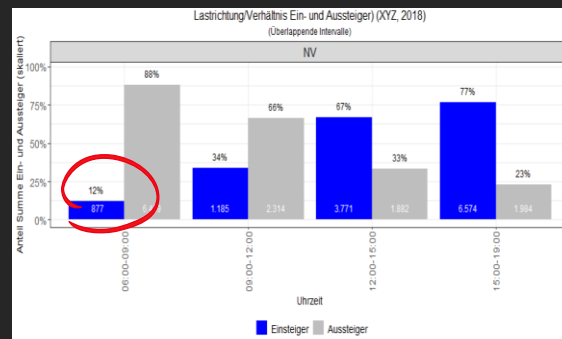
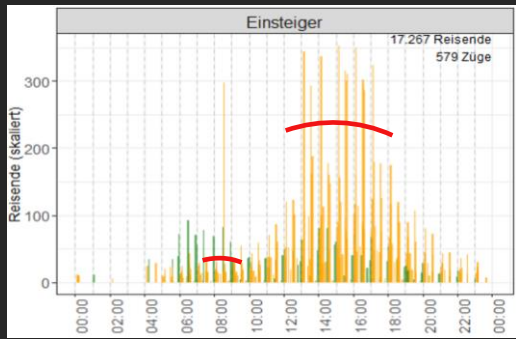
Lastrichtung



Tagesgang

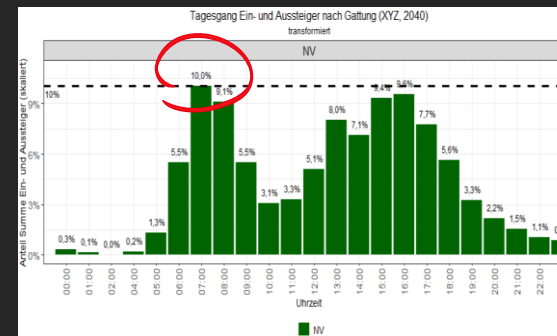
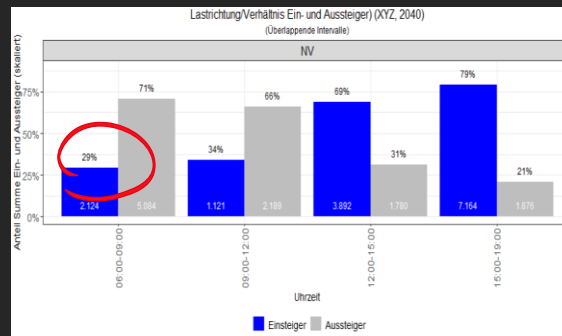
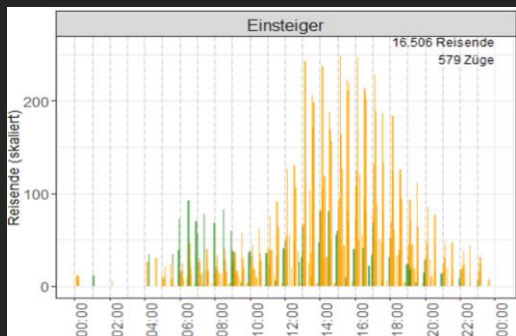


Flexibilität



Einfache Anpassungen:

- Skalierung der Nachfrage auf beliebige Eckwerte
- Verdopplung Reisende im SPFV
- Absenkung Anteil Umsteiger
- Übertrag der Anpassungen auf Prognosezahlen

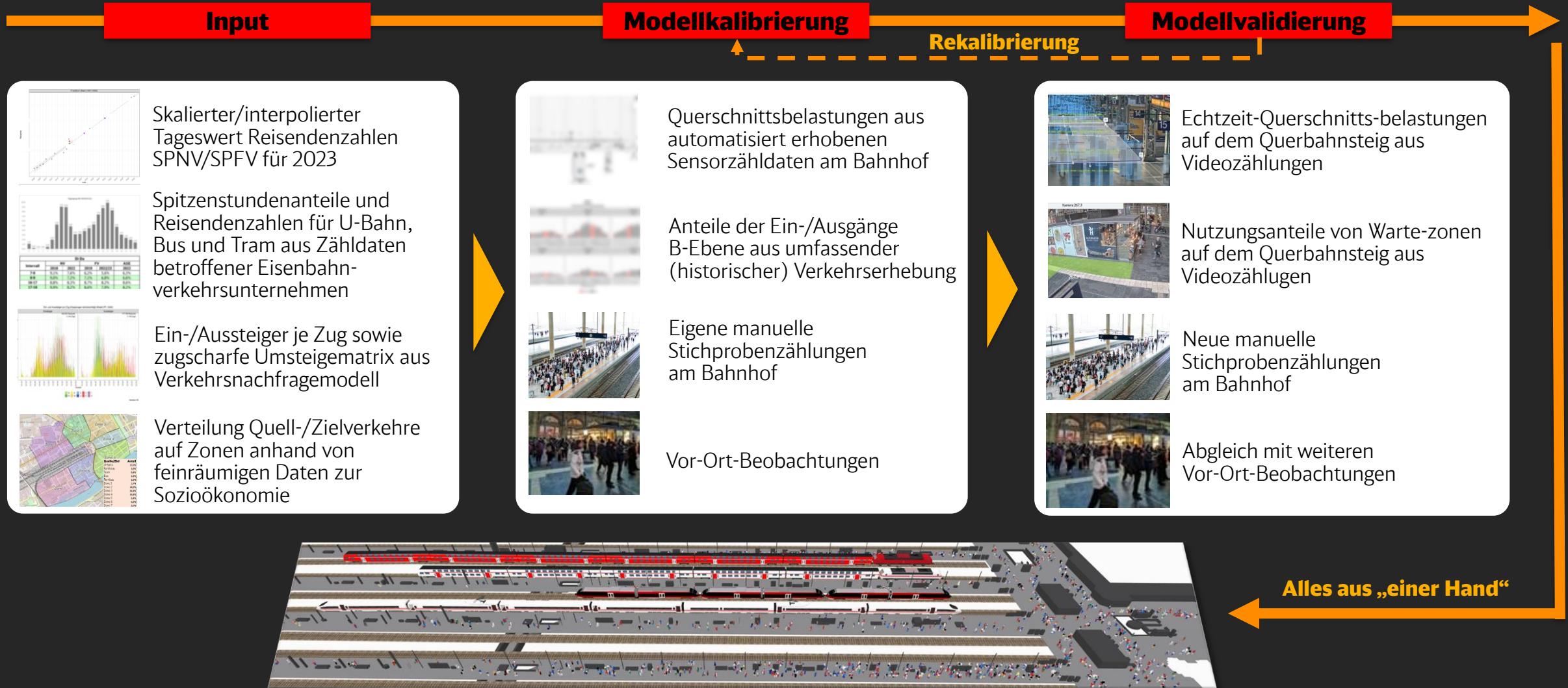


Verschnitt mit Vissim-Modell:

- Übernahme von Zugwenden
- Zusammenführung gekoppelter Linien
- Ergänzung Haltepositionen, Fahrzeugtypen, Verteilungen,...
- Zuflüsse und Attributsentscheidungen für Umsteiger

(fiktive Zahlen)

Die mikroskopische Simulation als Werkzeug zur Betrachtung hoch komplexer Bahnhöfe sowie Tiefenanalyse kommender Ausbauprojekte



Alles aus „einer Hand“

Für engpassrelevante Beobachtungen vor Ort muss eine einfache und abstrahierte Lösung im Simulationsmodell gefunden werden



Beobachtung

- Einsteiger warten nicht ausschließlich auf den Bahnsteigen sondern auch am Querbahnsteig (QBS) und gehen erst bei Einfahrt des Zuges auf den Zielbahnsteig

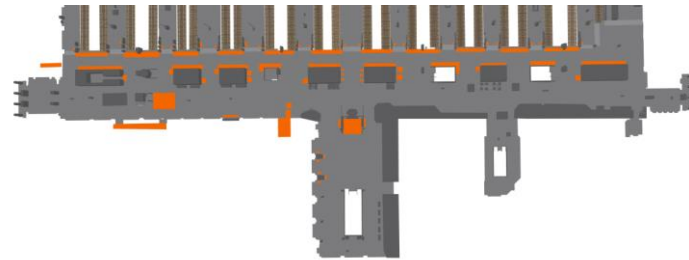


- Warteschlangen von Vermarktungs-einrichtungen reichen auf den Querbahnsteig und führen zu temporären Engpässen

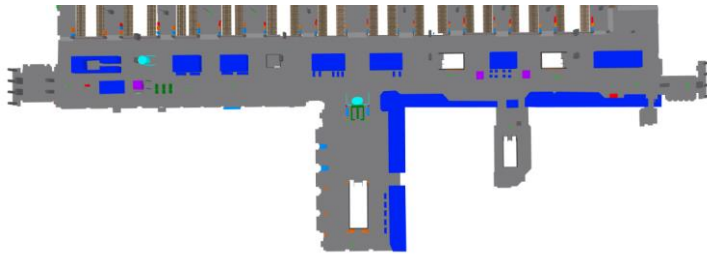


Definition

- Festgelegte Wartezonen befinden sich hauptsächlich neben den Bahnsteig-zugängen/an Vermarktungseinrichtungen (orange, s. Grafik u.)



- Festlegen der relevanten Vermarktungs-einrichtungen im Bahnhof und Expertenschätzung der Kundenanteile



Modellierung

- Reisende mit einer Restzeit von mehr als 5 min bis zur Ankunft ihres Zielzuges wählen mit festgelegter Wahrscheinlichkeit eine Wartezone in der Nähe ihres Abfahrtsleises



- Abbildung von Warteschlangen inklusive Schalterwahl (kleinere Schlangen bevorzugt) und Obergrenze (max. Länge der Schlange) und abgeschätzter durchschnittlicher Dauer



Aufbau und Simulation eines großen komplexen Knotenbahnhofs mit differenzierter Modellierung bringt Mensch und Maschine an Grenzen



Zahlen/Daten/Fakten

- **112** Züge (Fahrzeugeinheiten)
- **Ca. 16.000** Aussteiger und **23.000** Einsteiger 17 – 18 Uhr
- **10.000 Besucher** (Kunden/Passanten u. ÖSPNV Reisende)
- In Spitzenzeiten befinden sich **ca. 7.000** Personen **gleichzeitig** (2-min-Intervall) im Modell
- Knapp **10.000** Fußgängerrouen
 - **Hauptrouen (Quell-/Ziel):** 3.500
 - **Teilrouen (detail. Wege):** 6.000

Modellierungs- und Softwaregrenzen

- **Rechenzeit ca. 16 – 24 Stunden** pro Simulationslauf
- **Rückbau** komplexer Modellierung und **Vereinfachung** gewisser Sachverhalte („Try and Error“)
- **Probleme beim Update** aufgrund der Modellgröße

