



Qualitätssicherung bei Fahrplanplanung und Betrieb

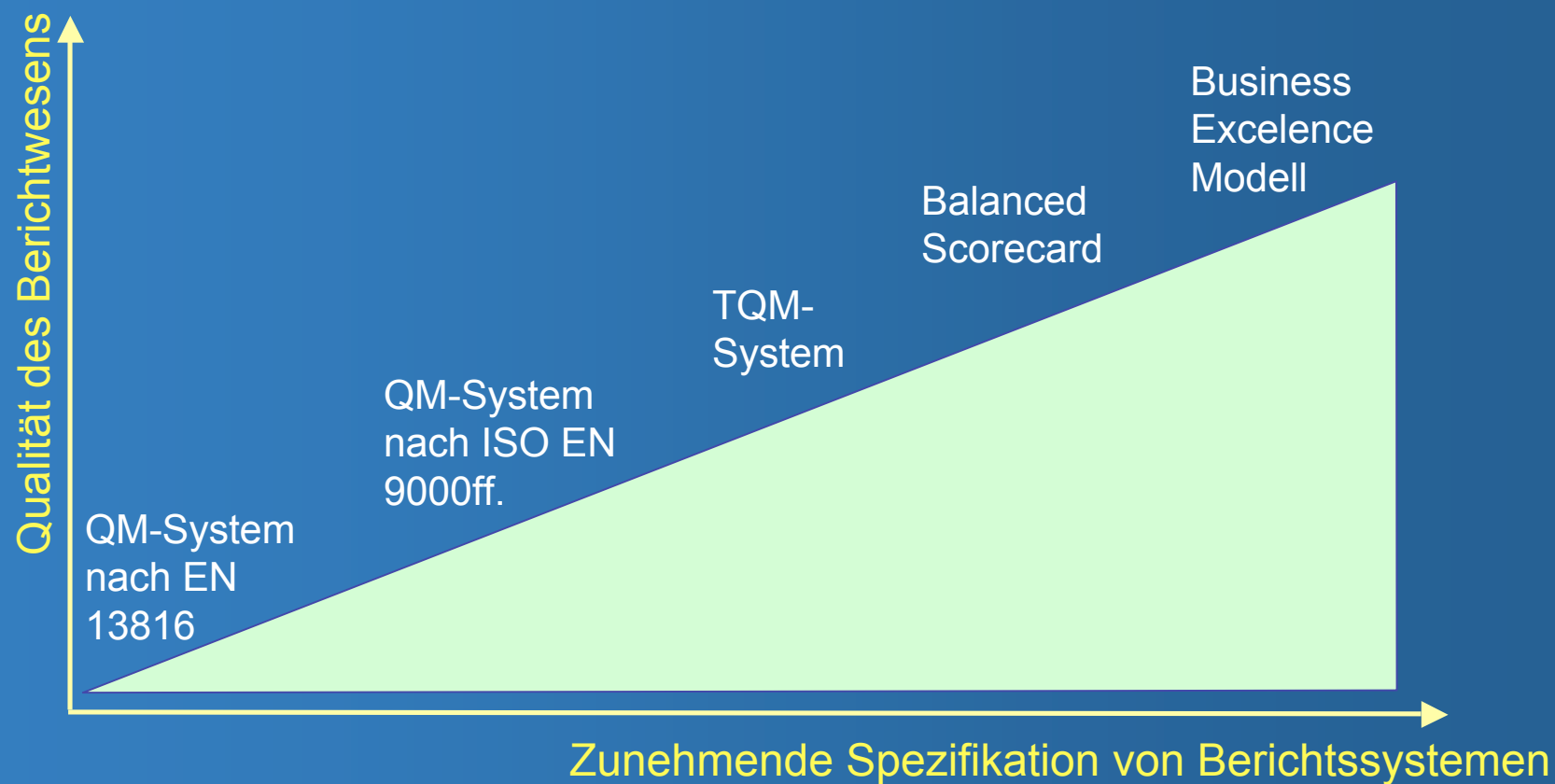
Seminar: GeoLeitsysteme und Qualitätssicherung

Prof. Dr. U. Weidmann und M. Lüthi

Inhalt

- Qualität im ÖPNV
- OpenTrack - Tool zur Fahrplanplanung
- OpenTimeTable - Tool zur Leitstellendatenauswertung
- RailML - Möglichkeiten der modularen Erweiterung
- Neue Ansätze zur Qualitätssteigerung im Betrieb

Qualitätsmanagement-Systeme



Mayr Tobias: QMS und Balanced Scorecard, Der Nahverkehr 11/2003, ALBA-Verlag

Qualitätskriterien I

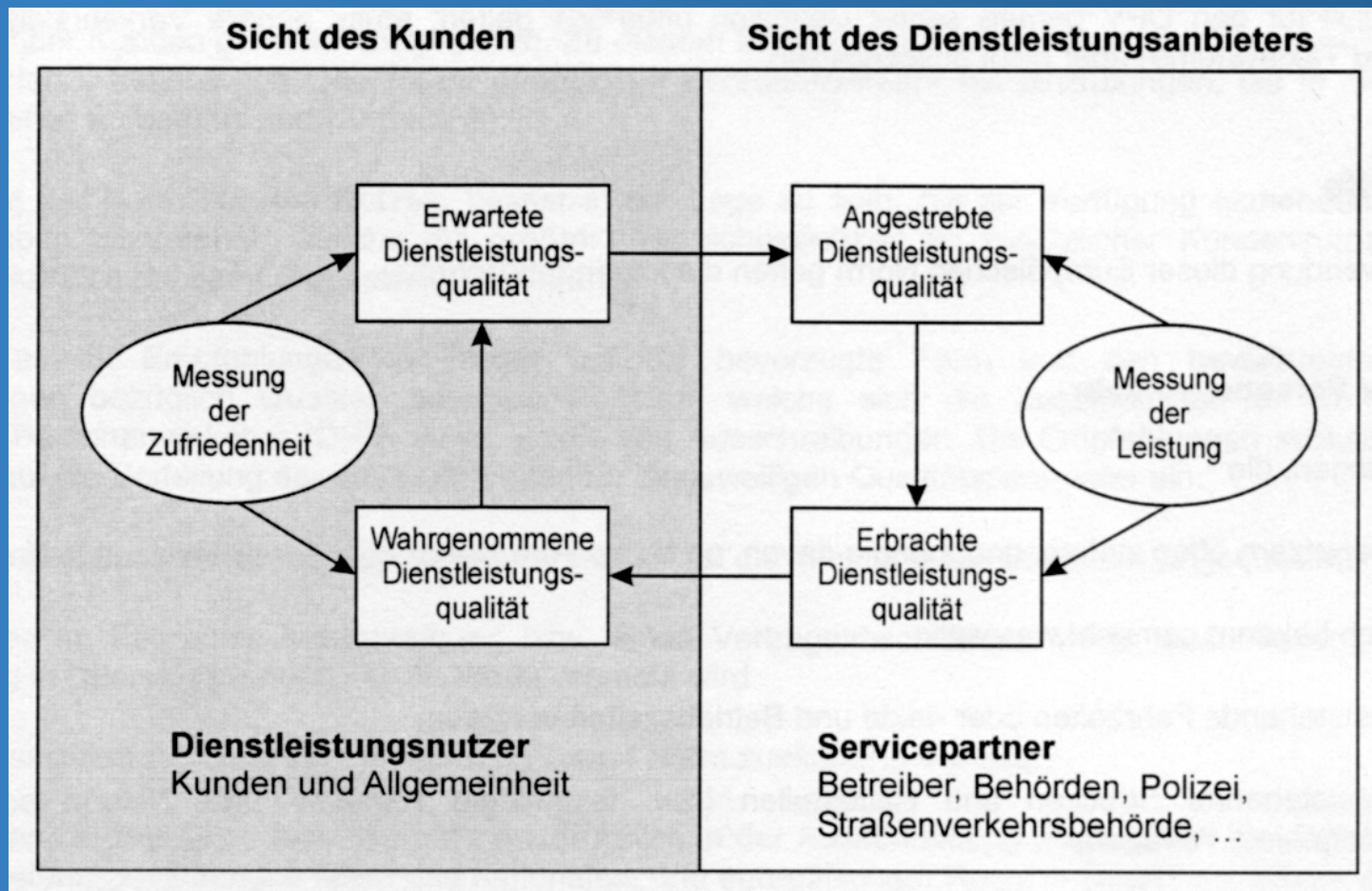
Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3 (hier nur auszugsweise)
1. Verfügbarkeit	1.1 Verkehrsmittel	-
	1.2 Netz	1.2.1 Entfernung zu Haltestellen
	1.3 Betrieb	1.3.2 Takt
	1.4 Eignung	-
	1.5 Zuverlässigkeit	-
2. Zugänglichkeit	2.1 Externe Schnittstellen	2.1.1 zu Fussgängern
	2.2 interne Schnittstellen	2.2.1 Ein-/ Ausgänge
	2.3 Ticketing	2.3.1 Kauf innerhalb des Systems
3. Information	3.1 Allgemeine Informationen	3.1.1 über Verfügbarkeit
	3.2 Reiseinformationen unter Normalbedingungen	3.2.1 Ausschilderung auf der Strasse 3.2.3 Fahrweganzeige an den Fahrzeugen
	3.3 Reiseinformationen unter Sonderbedingungen	3.3.1 über aktuellen/zukünftigen Zustand des Netzes
4. Zeit	4.1 Dauer der Fahrzeit	4.1.1 Reiseplanung
	4.2 Einhaltung des Fahrplans	4.2.1 Pünktlichkeit

Qualitätskriterien II

5. Kundenbetreuung	5.1 Engagement	5.1.2 Innovation und Initiative
	5.2 Schnittstelle zum Kunden	5.2.2 Beschwerden
	5.3 Personal	5.3.1 Verfügbarkeit
	5.4 Unterstützung des Kunden	5.4.1 bei Betrieblichen Unterbrechungen
	5.5 Fahrscheinoptionen	5.5.3 durchgehende Fahrausweise
6. Komfort	6.1 Benutzbarkeit von Kundeneinrichtungen	6.1.1 an Haltestellen 6.1.2 in Fahrzeugen
	6.2 Raumangebot	6.2.1 in Fahrzeugen
	6.3 Fahrkomfort	6.3.2 beim Anfahren/Anhalten
	6.4 das Umfeld betreffende Bedingungen	6.4.1 Witterungsbedingungen 6.4.3 Sauberkeit
	6.5 Zusätzliche Einrichtungen	6.5.3 Kommunikation
	6.6 Ergonomie	6.6.2 Design des Mobiliars
7. Sicherheit	7.1 Verbrechensfreiheit	7.1.3 Sichtbare Überwachung
	7.2 Unfallfreiheit	7.2.3 Vorhandensein/Sichtbarkeit von Stützen
8. Umwelteinflüsse	8.1 Verschmutzung	8.1.2 Lärm
	8.2 Natürliche Ressourcen	8.2.1 Energie
	8.3 Infrastruktur	8.3.1 Auswirkungen von Schwingungen

EN 13816 (2002)

Qualitätskreis



EN 13816 (2002)

Qualität: Operativ und Planerisch

sicher

schnell

Anforderungen an
Verkehrsmittel

pünktlich

günstig

Messverfahren

- CSS (Customer Satisfaction Surveys)
Kundenzufriedenheitsumfragen
- MSS (Mystery Shopping)
Einsatz von Testkunden
- DPM (Direct Performance Measurements)
Direkte Leistungsmessung

Bewertung der Messmethoden

Bewertungskriterien	Bewertung der Mess- und Kontrollmethoden		
	CSS: Kundenzufrieden- heitsumfragen	MSS: Mystery Shopping	DPM Direkte Leistungsmessung
Eignung zur Bewertung harter Qualitätsmerkmale	+	+	+
Eignung zur Bewertung weicher Qualitätsmerkmale	+	o	-
Erhalt unternehmerischer Freiräume	+	o	-
objektive/ standardisierte Ergebnisse	-	+	+
Erhebungsaufwand	o	-	o
Eindeutigkeit des Bezugs von Messdaten und Leistung	-	+	+
+ gute, o mittlere und – schlechte Eignung			

Wahrnehmung

CSS



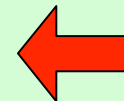
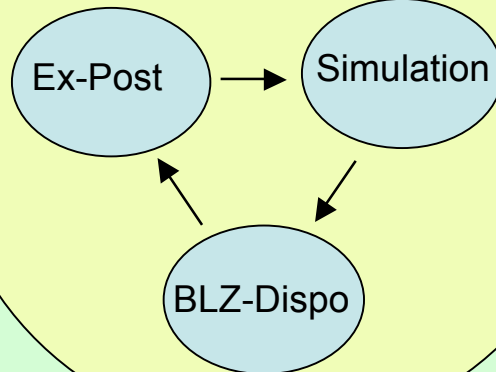
QS



MSS

Fakten

DPM

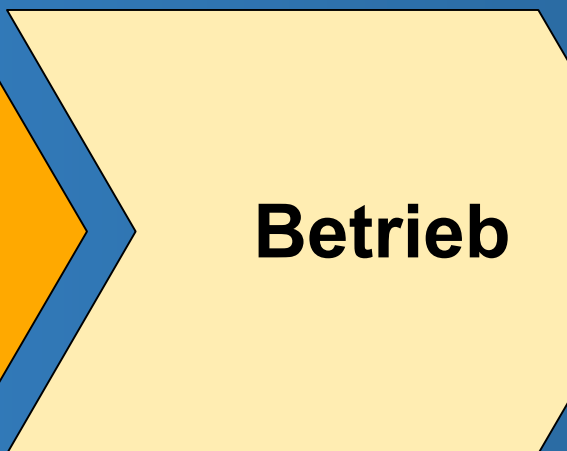




Planung - Betrieb - Analyse: Tools

OPEN TRACK

OPEN TIMETABLE



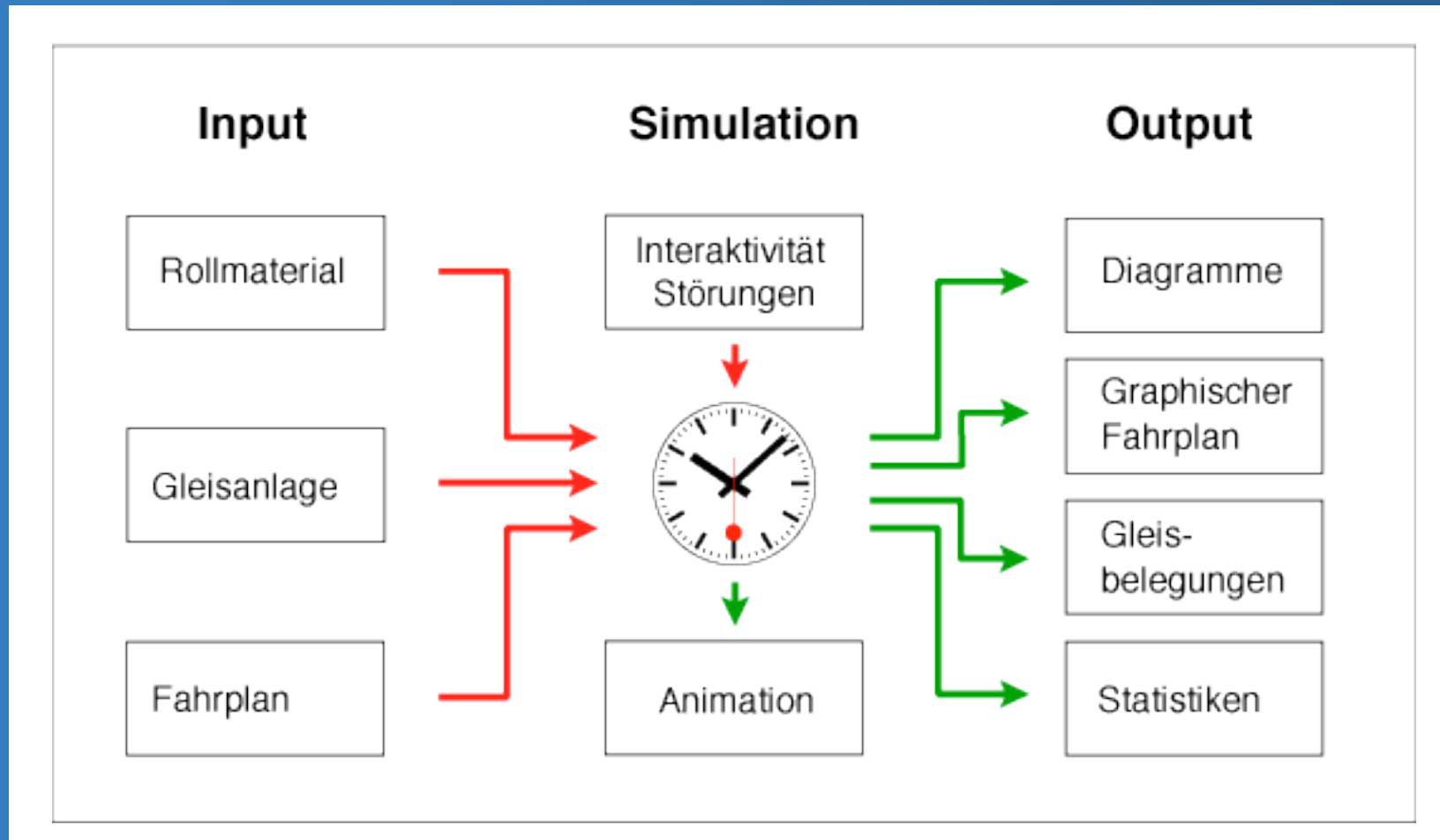
Qualitätssicherung in der Fahrplanplanung

- Analytische Modelle (Max-Plus-Algebra, Warteschlangentheorie)
- Erfahrungs- / Datenbasiert (OpenTimeTable)
- Mikrosimulation (OpenTrack)

OpenTrack

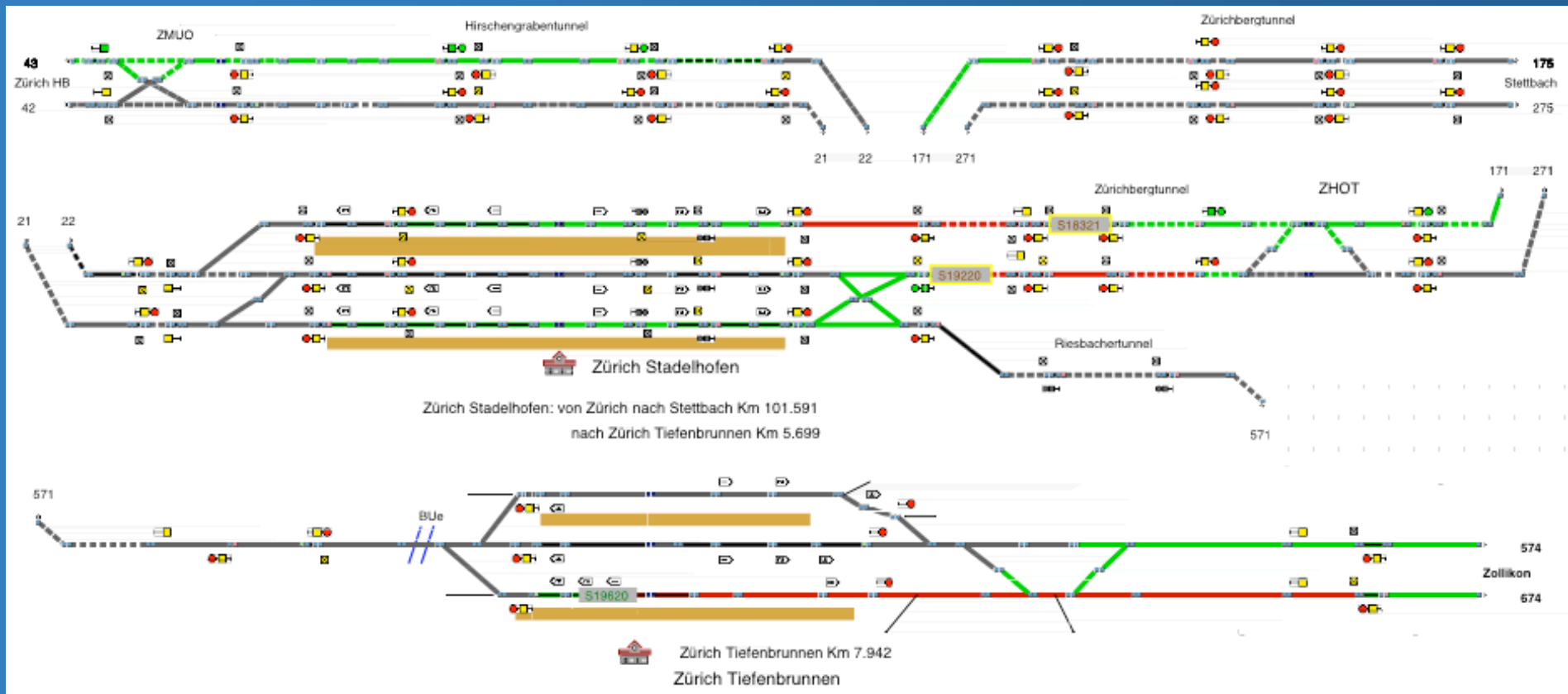
- Am IVT entwickelte Software zur interaktiven Simulation von Eisenbahnnetzen
- Direkte Leistungsmessung und Qualitätsermittlung in der Planungsphase

OpenTrack

OPEN TRACK



OpenTrack





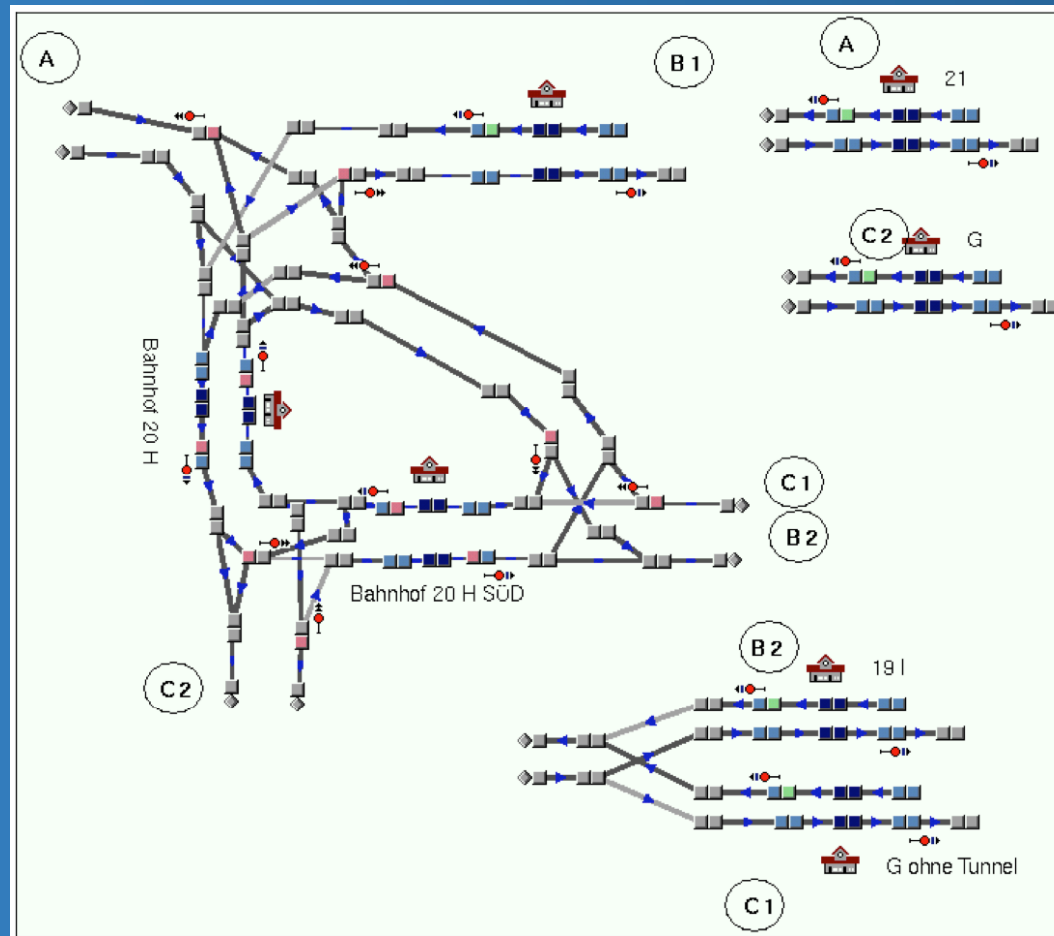
OpenTrack Anwender:

- Eisenbahnunternehmungen
- Eisenbahnindustrie
- Ingenieurbüros
- Universitäten

OpenTrack für den ÖPNV

- Verkehr ohne Behinderung
 - Sicherung: Fahrt auf Sicht (Blöcke nicht zwingend)
 - Sicherheitsdistanz zwischen zwei Zügen
 - Fahrzeitenrechnungen
- Verkehr mit Behinderung
 - Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmern
(Zwischenfälle definieren welche Zugfahrt verhindern)
 - Lichtsteuerung
(Belegte Ressourcen festlegen)

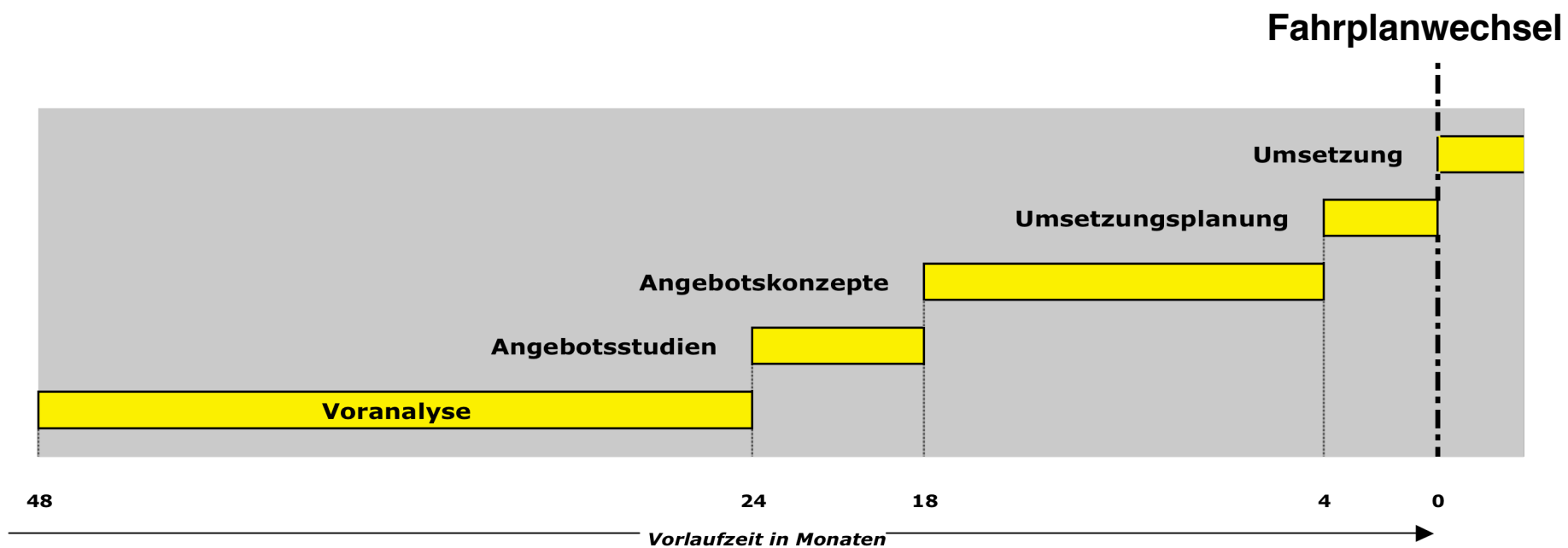
OpenTrack für den ÖPNV



Elger Jens: Betriebssimulation eines Strassenbahnprojekte, Bachelorarbeit, Berlin 2002

Allgemeiner Planungsablauf für Verkehrsangebote

5 Phasen:



OpenTimeTable

Offline Analyse der Leitstellendaten

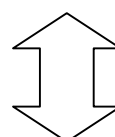
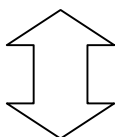
- Am IVT entwickelte Software zur Analyse von Betriebsdaten
- Darstellung von Weg-/Geschwindigkeitsdiagrammen, Verspätungskurven
- Ermittlung von verspätungsanfälligen Kursen / Verspätungsregionen

OpenTimeTable

OPEN TIMETABLE

Corridor-
Analyzer

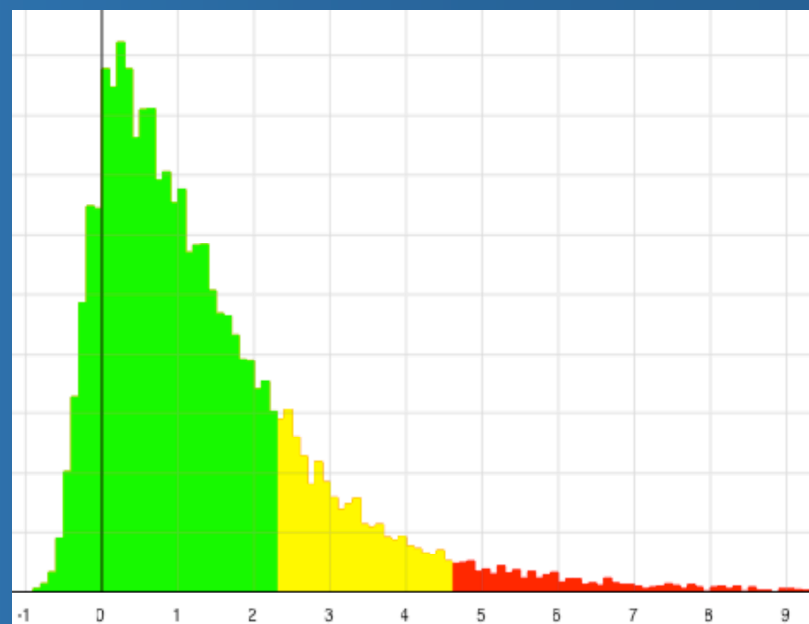
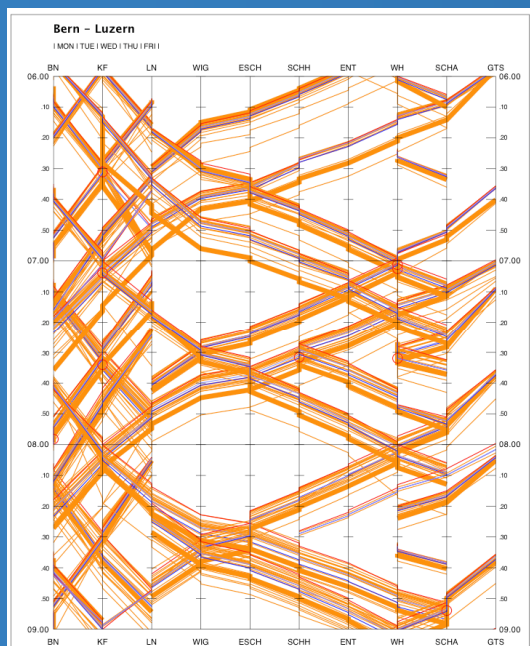
Net-
Analyzer



Datenbank

Fahrtenauswertung für einen Korridor

Verspätungsanalysen an Haltestellen



- - - Geplanter Fahrplan
- Tägliche Fahrt
- Median Fahrt

- 0 .. 80 % aller Züge
- 80 .. 95 % aller Züge
- 95 .. 100 % aller Züge

Markus Ullius: Verwendung von Eisenbahnbetriebsdaten für die Schwachstellen- und Risikoanalyse zur Verbesserung der Angebots- und Betriebsqualität, Dissertation, ETH Zürich, 2004

RailML - The Railway Markup Language

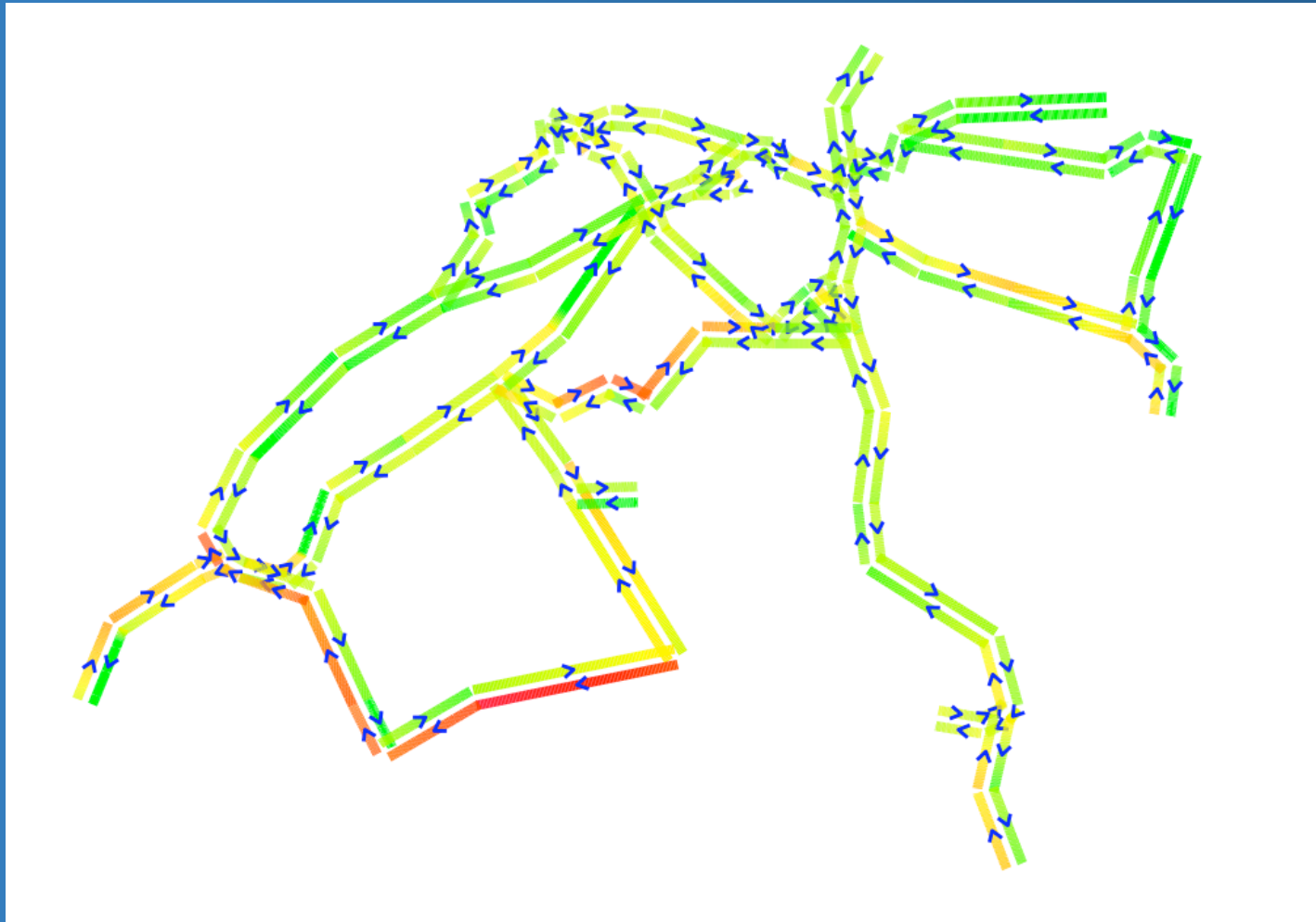


- Ziel: „Interoperabilität“ von Daten
- XML basiert
- Integriert in OpenTimeTable, OpenTrack und anderen IT-Tools
- Version 1.0 veröffentlicht
- Ermöglicht modularen Aufbau und einfache Erweiterungen

Verspätungskarte

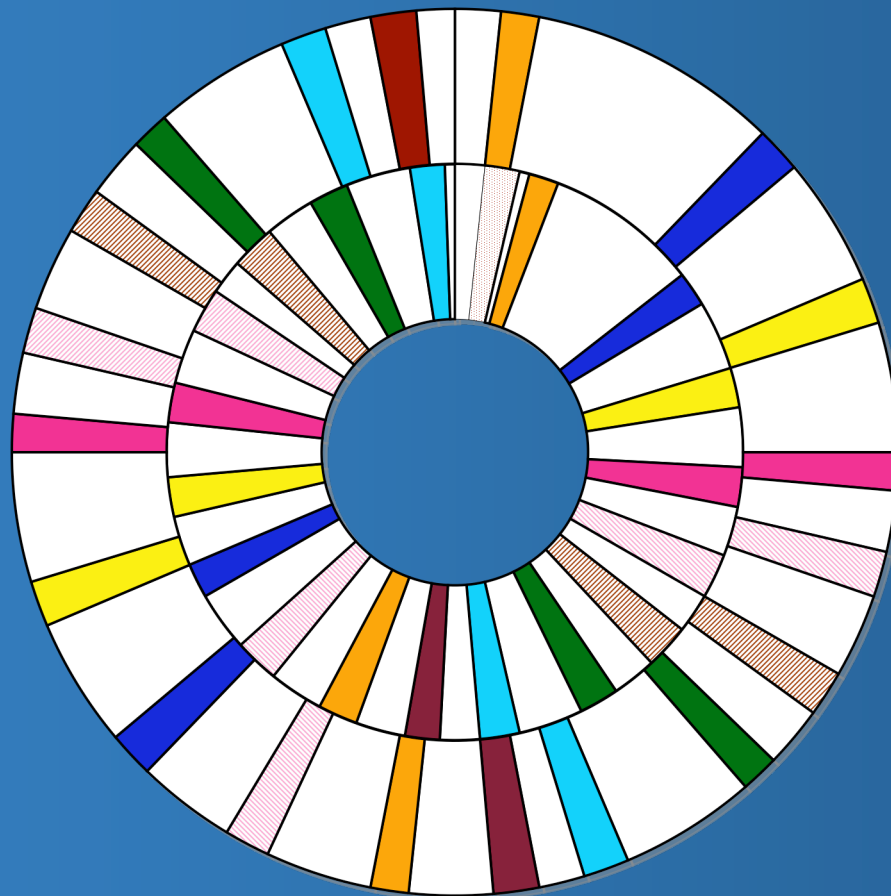


Verspätungskarte

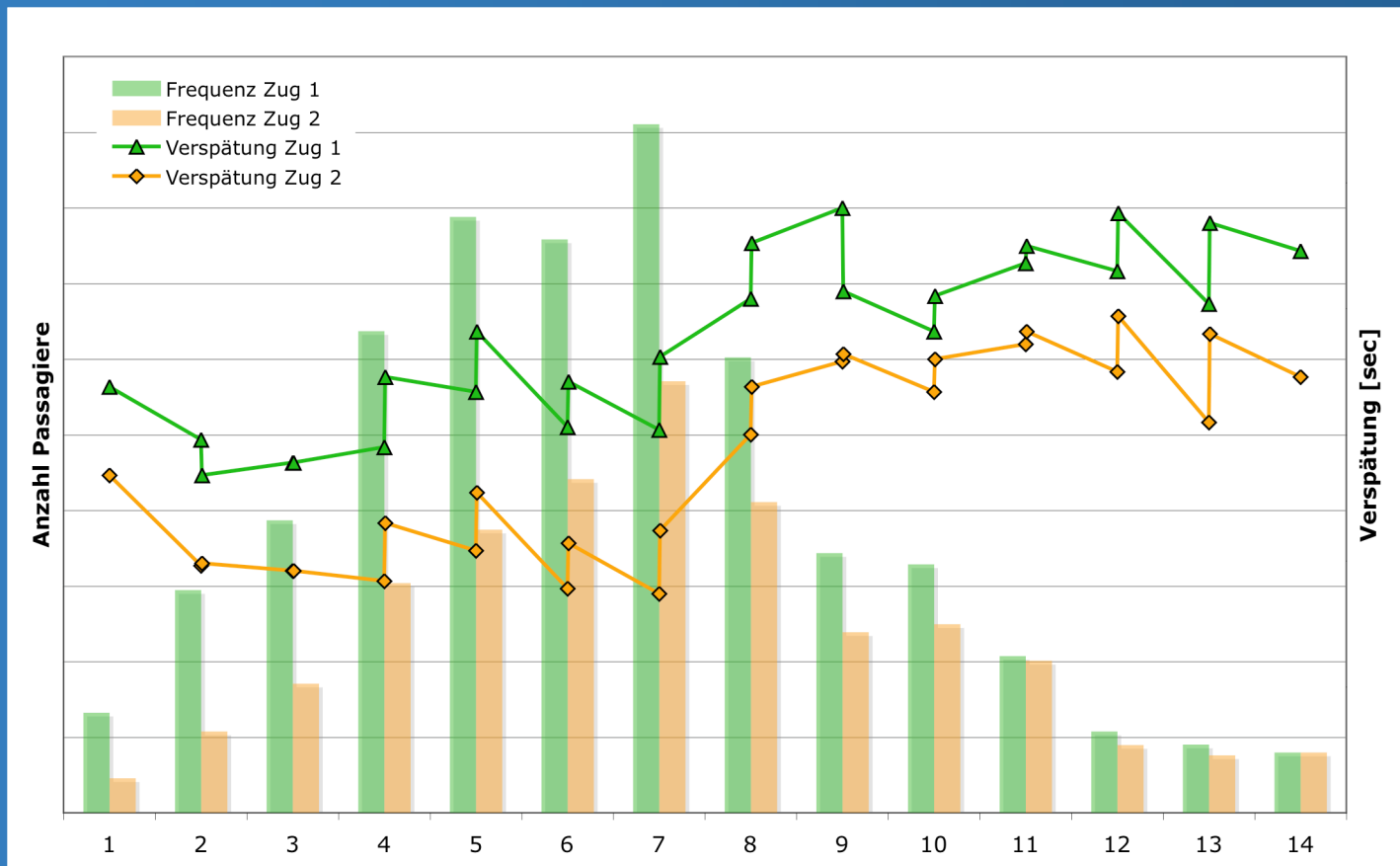




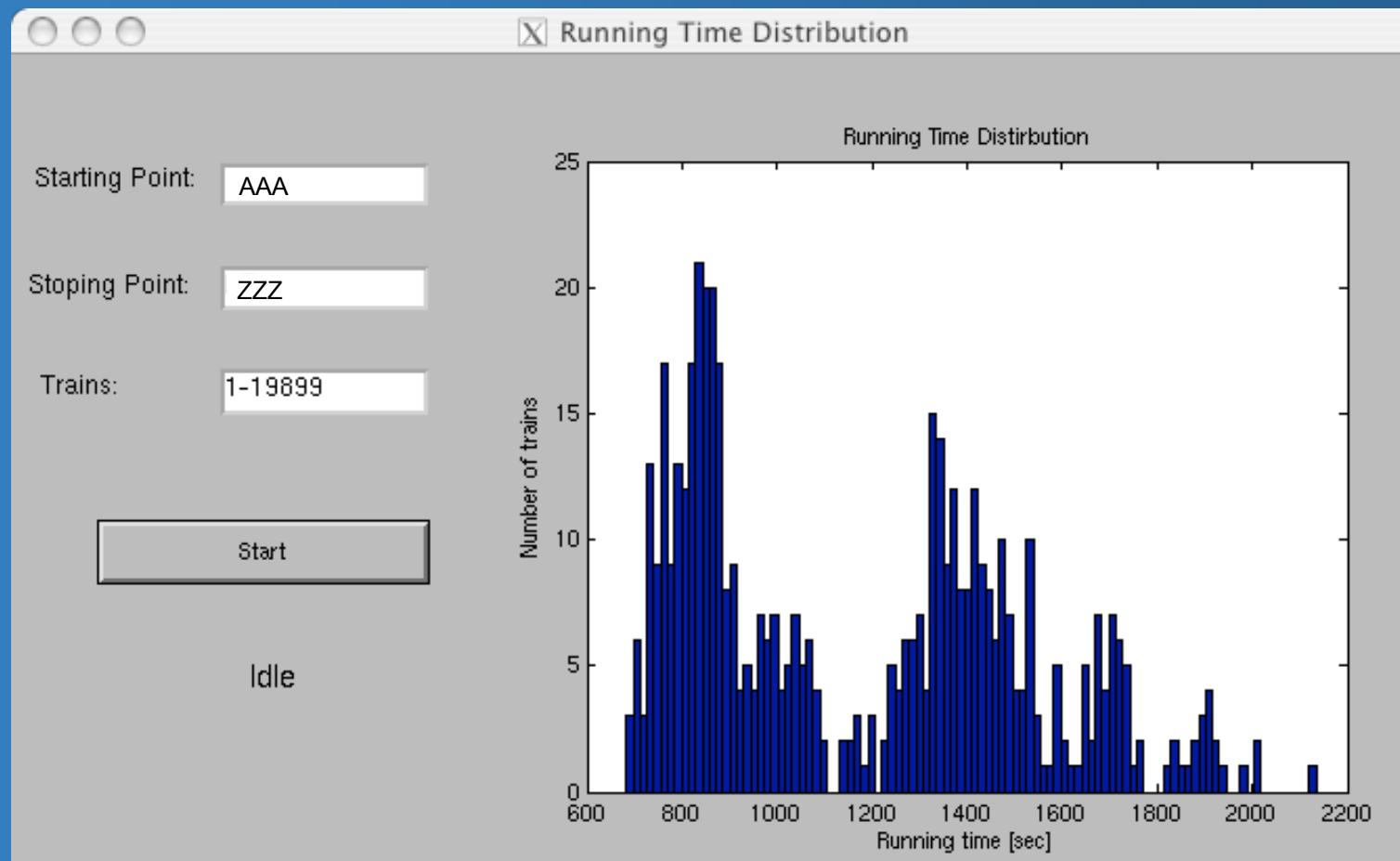
Messung von Soll- und Istzeiten



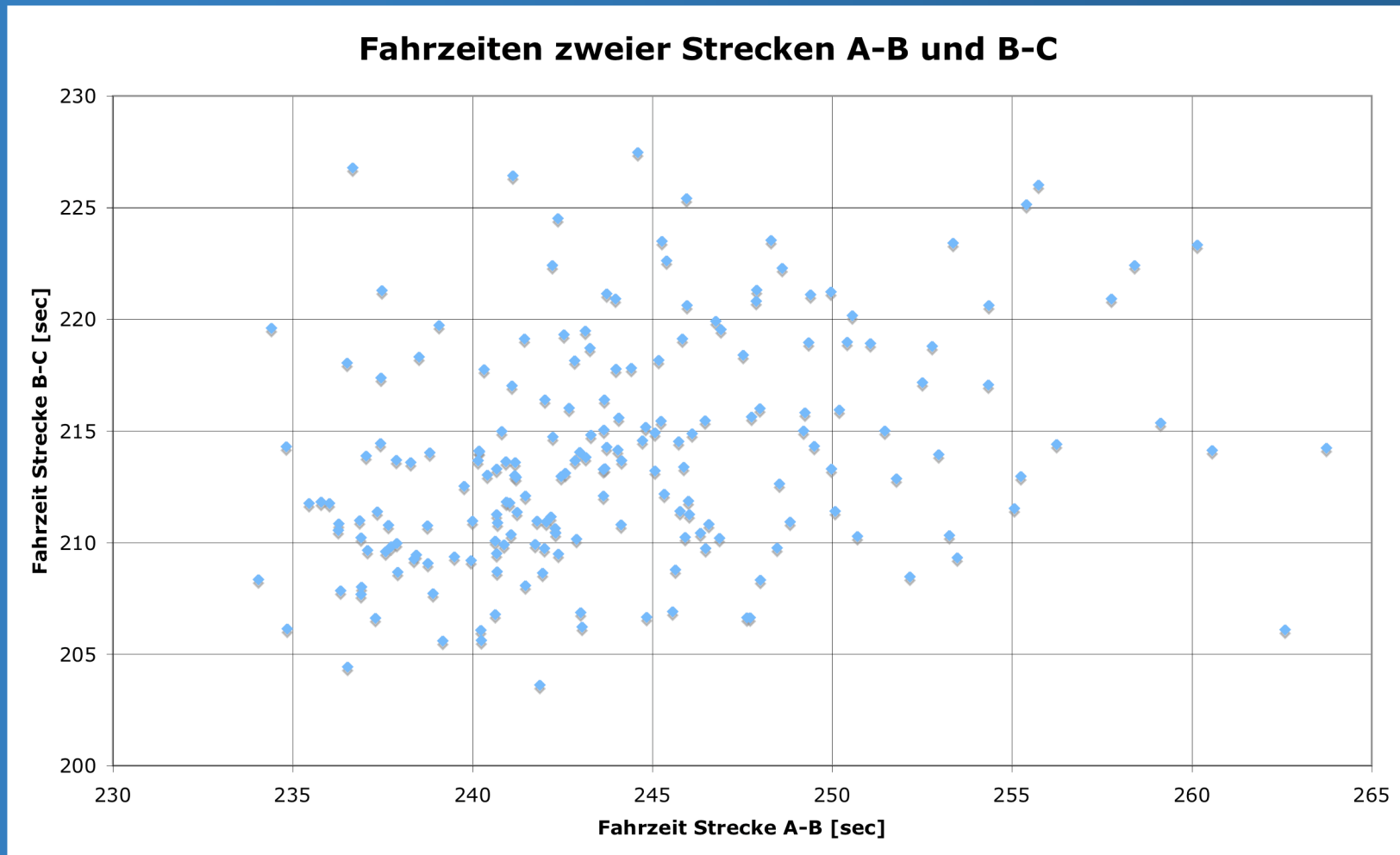
Verspätungsentwicklung - Fahrgastdaten



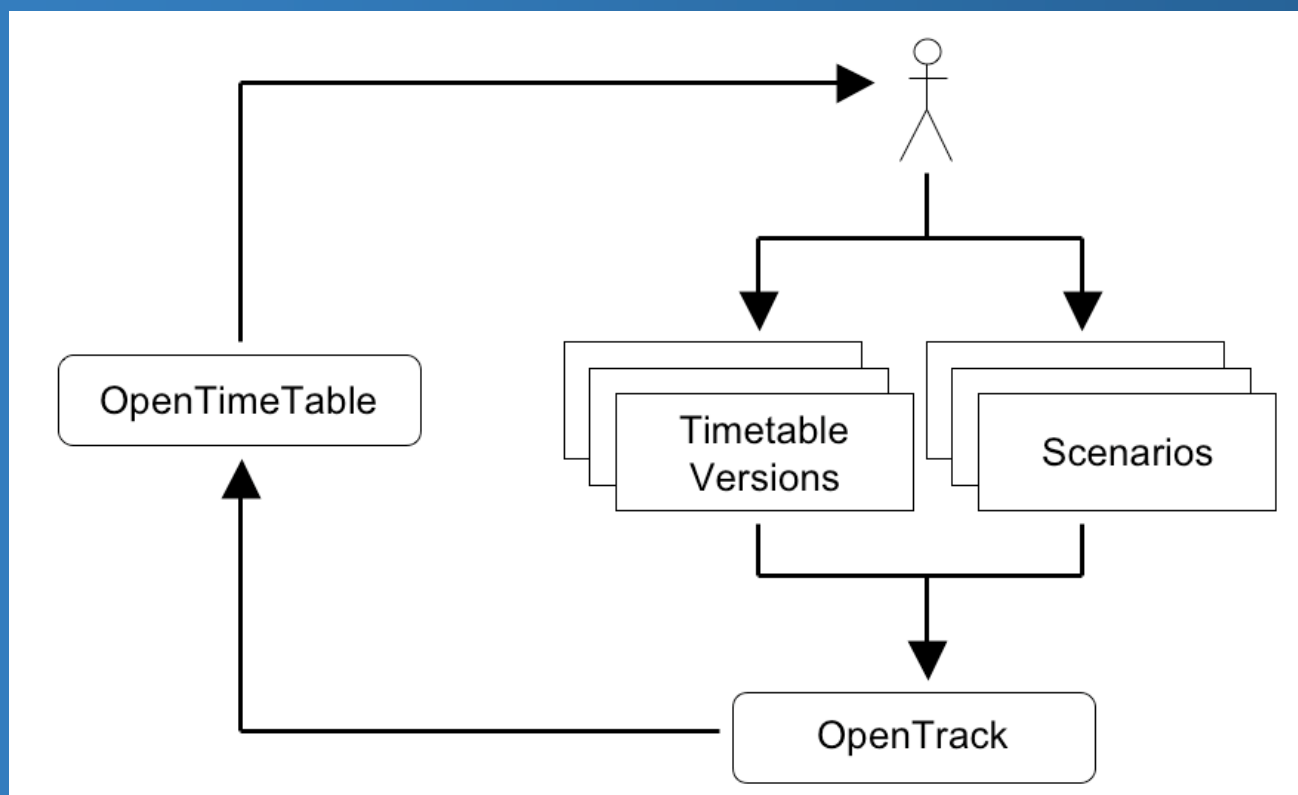
Fahrzeitverteilungen



Fahrzeiten

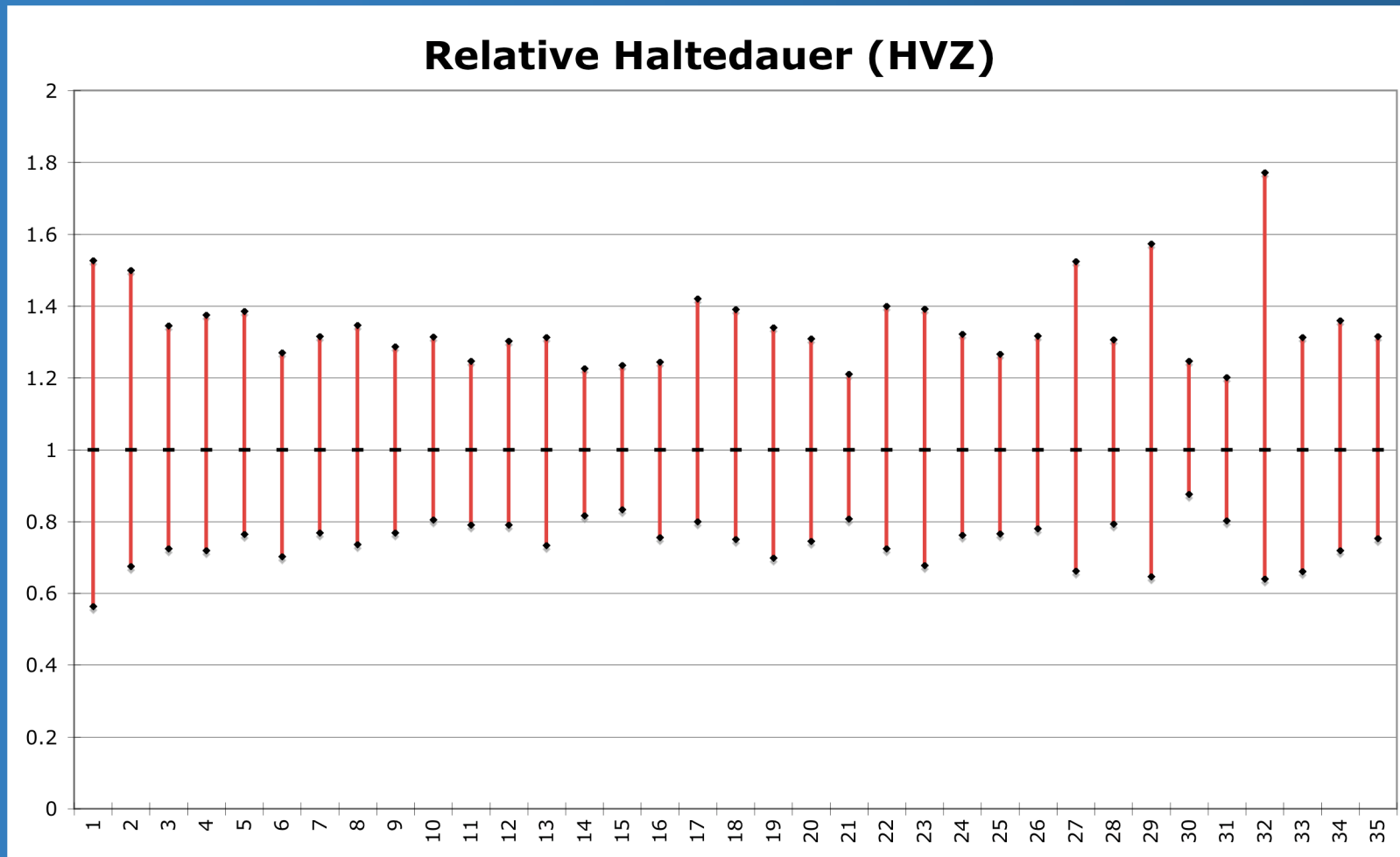


Der Planungsprozess: Ein geschlossener Regelkreis

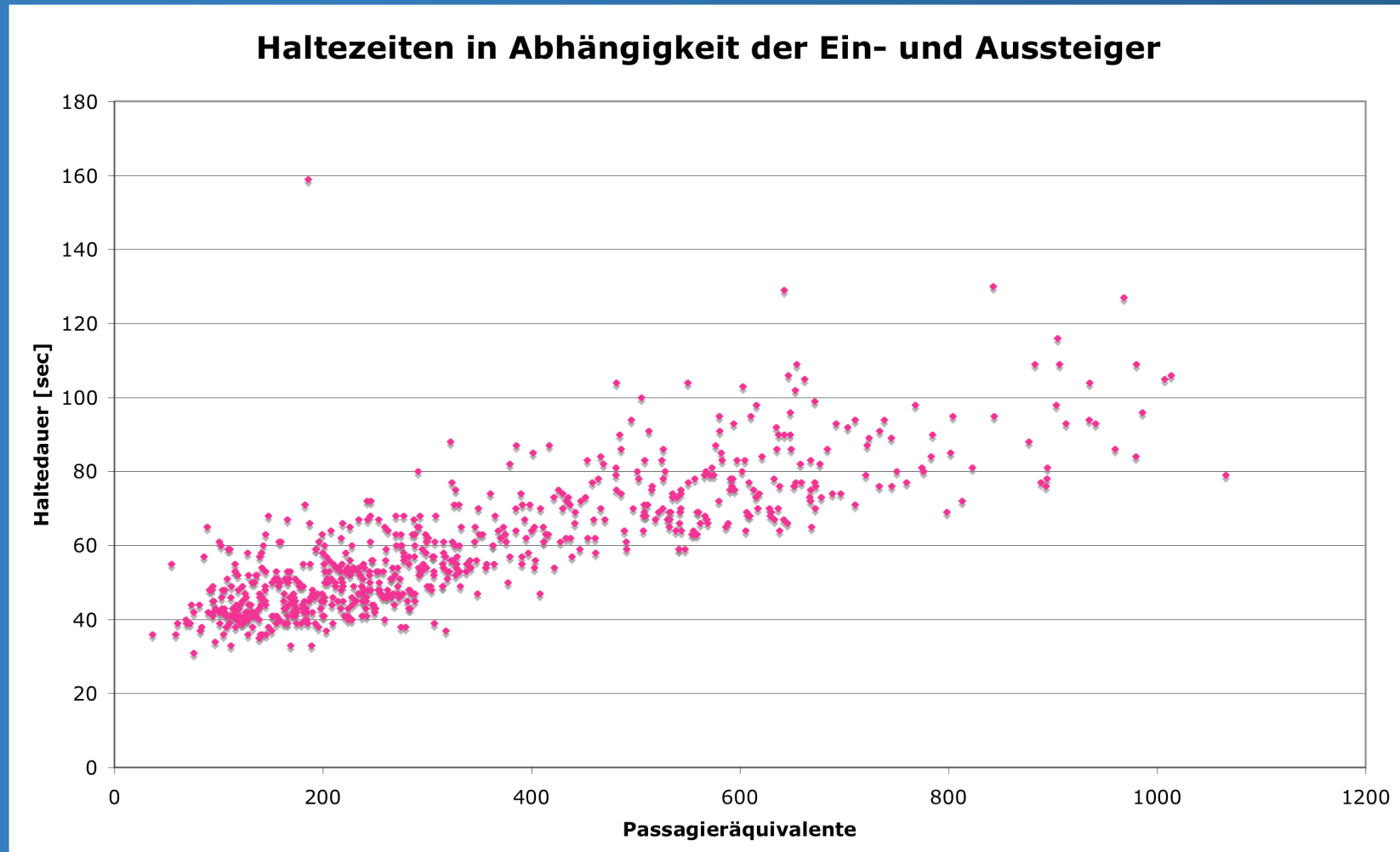


Lüthi, Hürlimann, Nash: RailDelft 2005

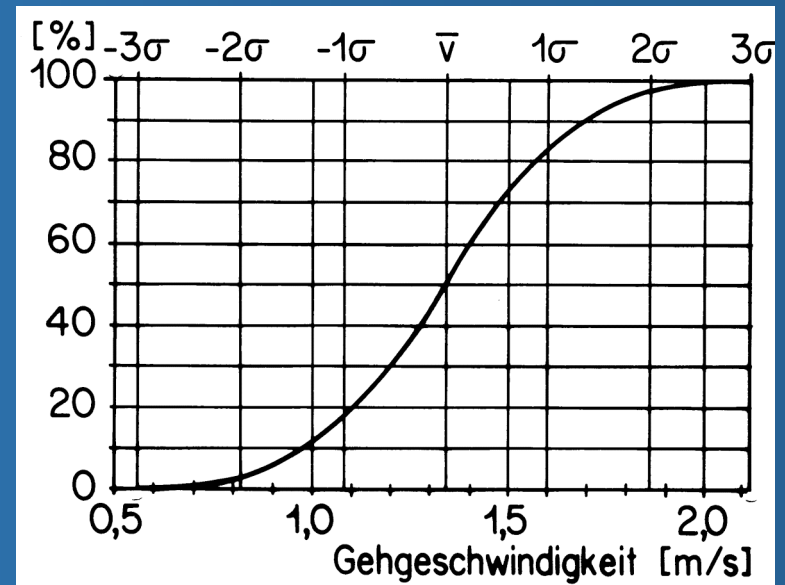
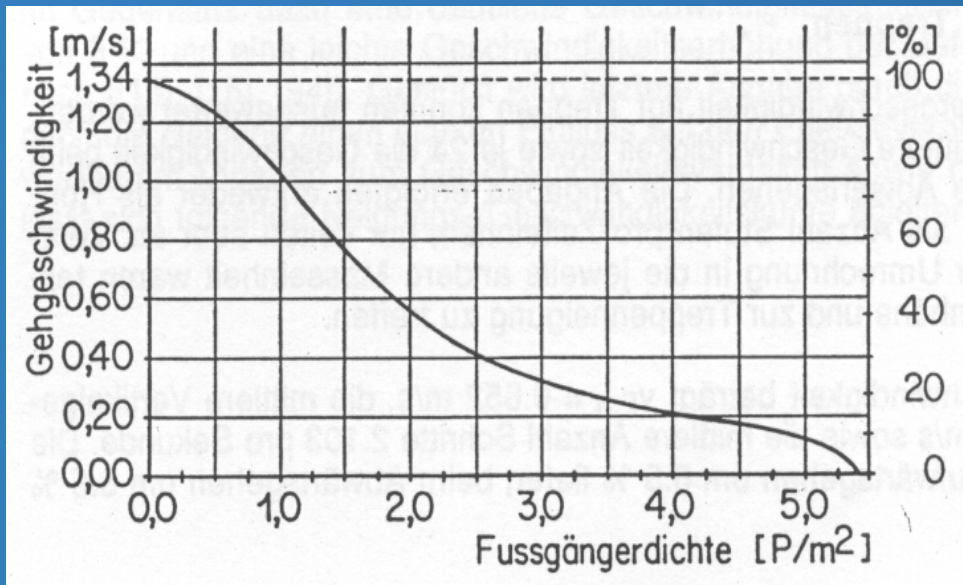
Haltezeiten:



Haltezeiten:

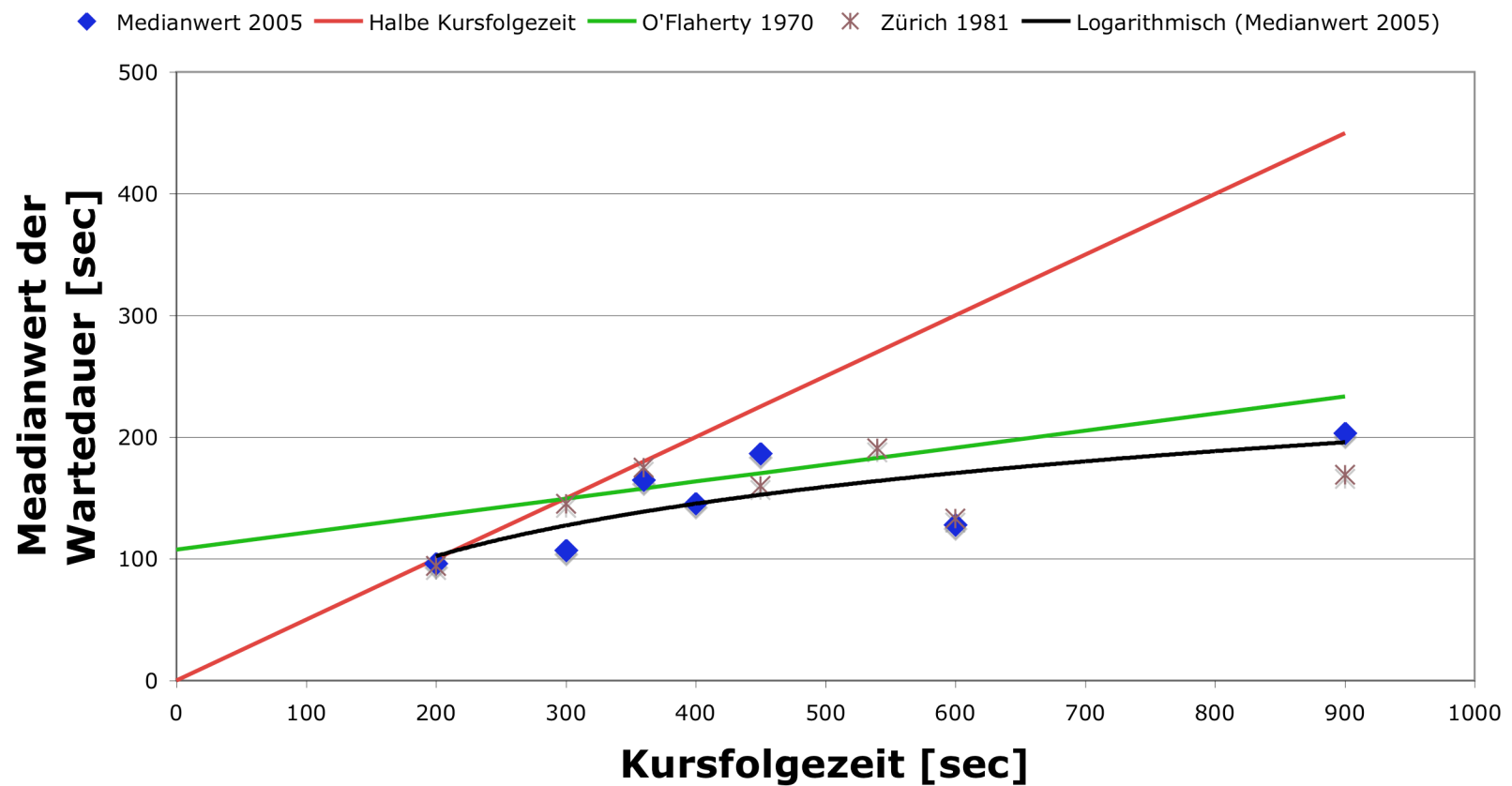


Umsteigezeiten



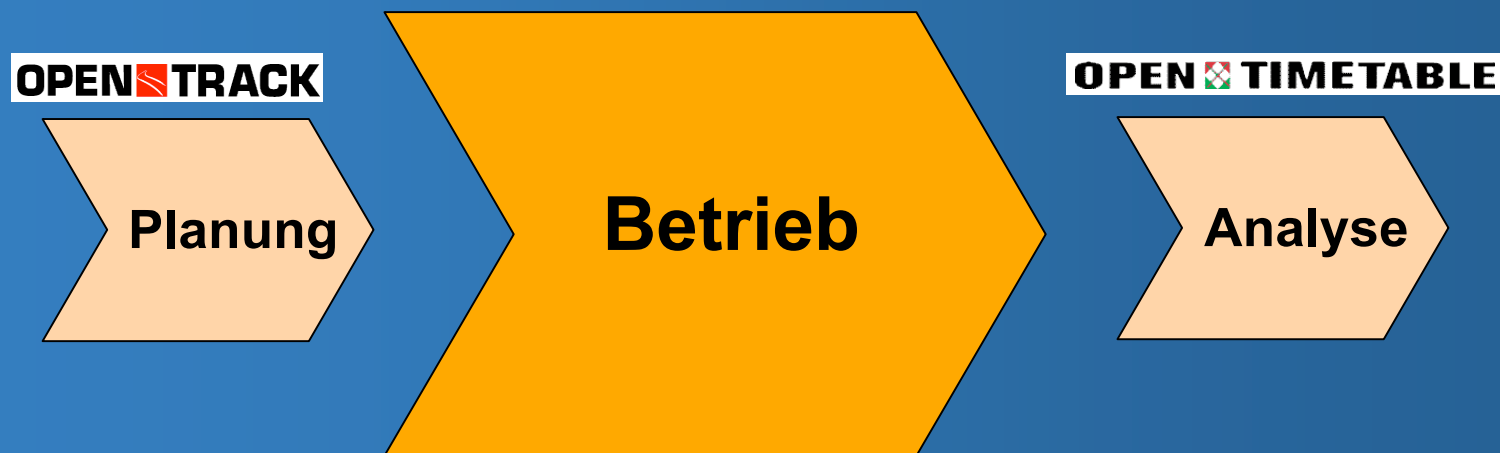
Verspätungsaufschaukelung

Medianwert der Wartedauer zur MHVZ





Qualitätssicherung im Betrieb



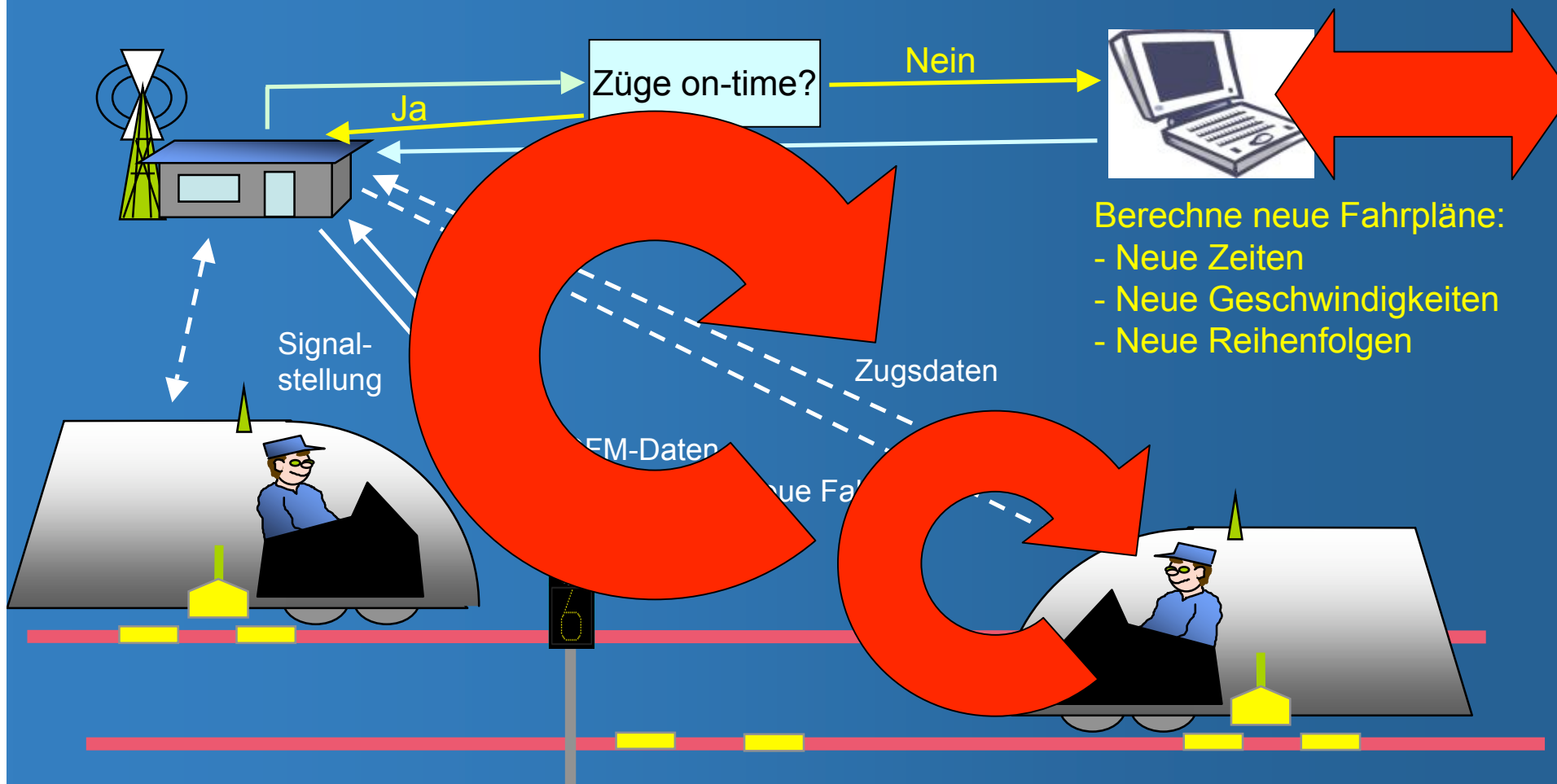
Neue Ansätze zur Leistungssteigerung bei gegebener Qualität

- Präzise Zugssteuerung
- Optimale Nutzung der Infrastruktur (insbesondere der Engpässe) durch dynamische Übermittlung angepasster Fahrpläne (sekundenscharf) und Verwendung mathematischer Optimierungsverfahren



Adaption regeltechnischer Methoden zur Stabilitätssicherung

Der primäre Produktionsregelkreis



Take-Home Messages

- Qualität von Planung und Betrieb können mit den gleichen Tools erhoben werden
- Der Planungsprozess als geschlossener Regelkreis ermöglicht eine Optimierung und Vergleich verschiedener Varianten basierend auf vorhandenen Daten
- Neue Ansätze sollen eine Leistungssteigerung bei stabilem/pünktlichem Betrieb ermöglichen