

Simulation mit Open Track – Voraussetzungen, Durchführung und Auswertung

**Dr.-Ing. Daniel Hürlimann
Dipl.-Ing. Marco Lüthi**

IVT, ETH

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

OPEN TRACK

Simulation mit OpenTrack - Voraussetzungen, Durchführung und Auswertung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Eisenbahntechnisches Kolloquium
13. Juni 2006

Dipl.-Ing. Marco Lüthi
IVT - ETH Zürich

Dr. Daniel Hürlimann
OpenTrack Railway Technology GmbH

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

OPEN TRACK

Agenda

- Ausgangslage
- Daten und Modellierung
- Simulation
- Auswertungen
- Verknüpfung mit Umsystemen / RailML
- Anwendungsbeispiel



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

OPEN TRACK

Was ist OpenTrack?

- Virtuelles Eisenbahnlabor
- Werkzeug, um die Eisenbahnrealität auf einem Computer nachvollziehbar zu machen
- Werkzeug zur Verwaltung von Eisenbahnprojekten
- Kommunikationsmittel gegenüber Partnern, Behörden, ...



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

OPEN TRACK

Was wird simuliert?

- Alle relevanten Prozesse während einem oder mehreren Betriebstagen eines Eisenbahnnetzes
- Bewegung der Züge (Position, Geschwindigkeit)
- Verhalten des Signalsystems
- Disposition der Züge (Prioritäten, ...)
- Simulation von Verspätungen und Störungen



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

OPEN TRACK

Typische Fragestellungen / Einsatzgebiete

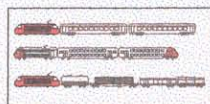
- Infrastrukturbedarf nachweisen
- Strecken- und Knotenkapazitäten
- Analyse des Verhaltens von Triebfahrzeugen
- Fahrplankonstruktion, Fahrplanstabilität
- Analyse von Signal- und Sicherungsanlagen



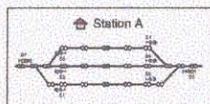
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

OPEN TRACK

Input



Rollmaterial

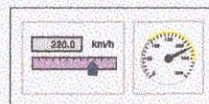


Infrastruktur

Open ID	Wagen	Art	Freigabe	Wagen
C. 5000	ICE	111	08:00:00	0
C. 5000	ICE	111	08:00:00	0
C. 5000	ICE	111	08:00:00	0
C. 5000	ICE	111	08:00:00	0
C. 5000	ICE	111	08:00:00	0
C. 5000	ICE	111	08:00:00	0
C. 5000	ICE	111	08:00:00	0
C. 5000	ICE	111	08:00:00	0
C. 5000	ICE	111	08:00:00	0
C. 5000	ICE	111	08:00:00	0

Fahrplan

Simulation

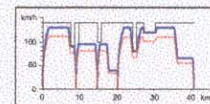


Interaktivität



Animation

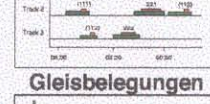
Output



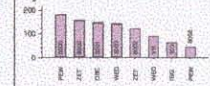
Diagramme



Bildfahrpläne



Gleisbelegungen




Statistiken

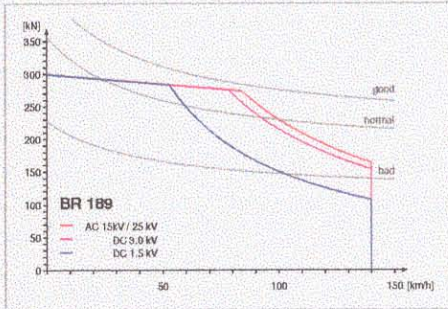
ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

OPEN TRACK

Input: Triebfahrzeuge / Rollmaterial



BR 189 (Siemens)



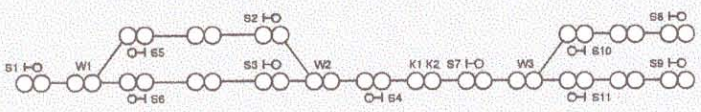
Z/V-Diagramme

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich


OPEN TRACK

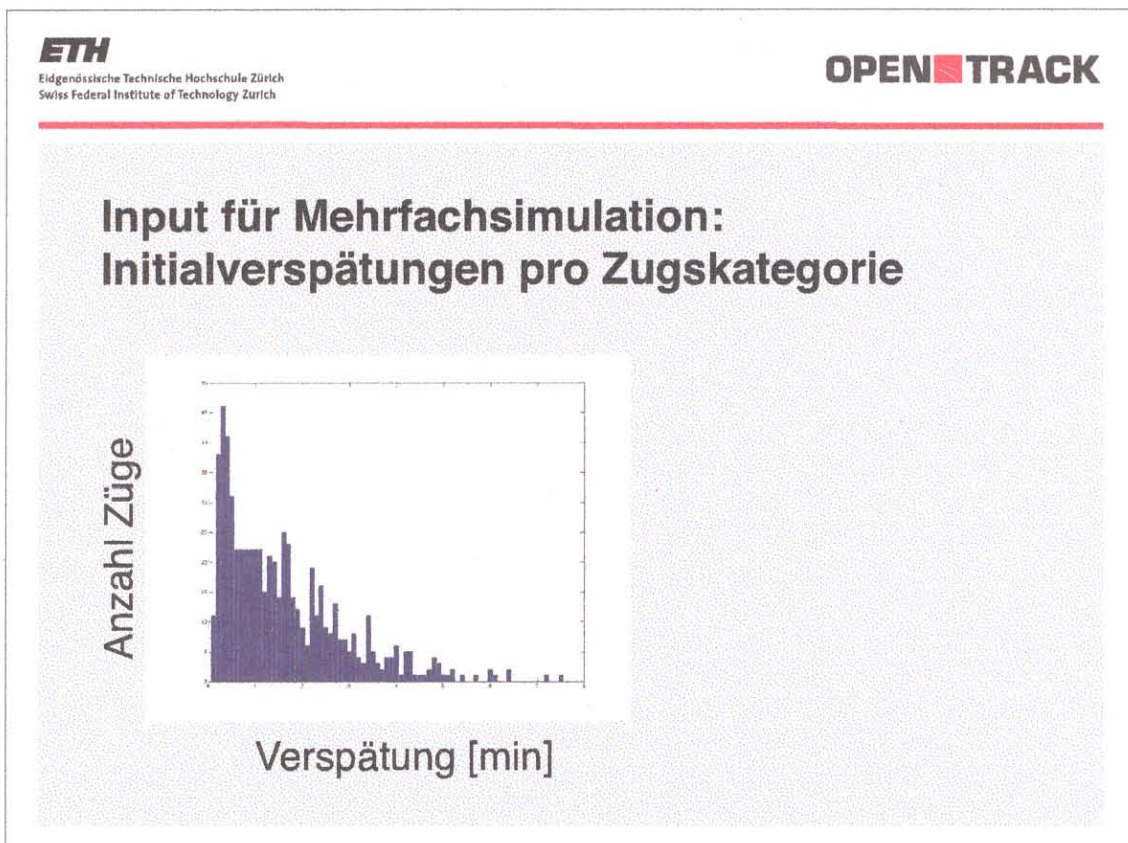
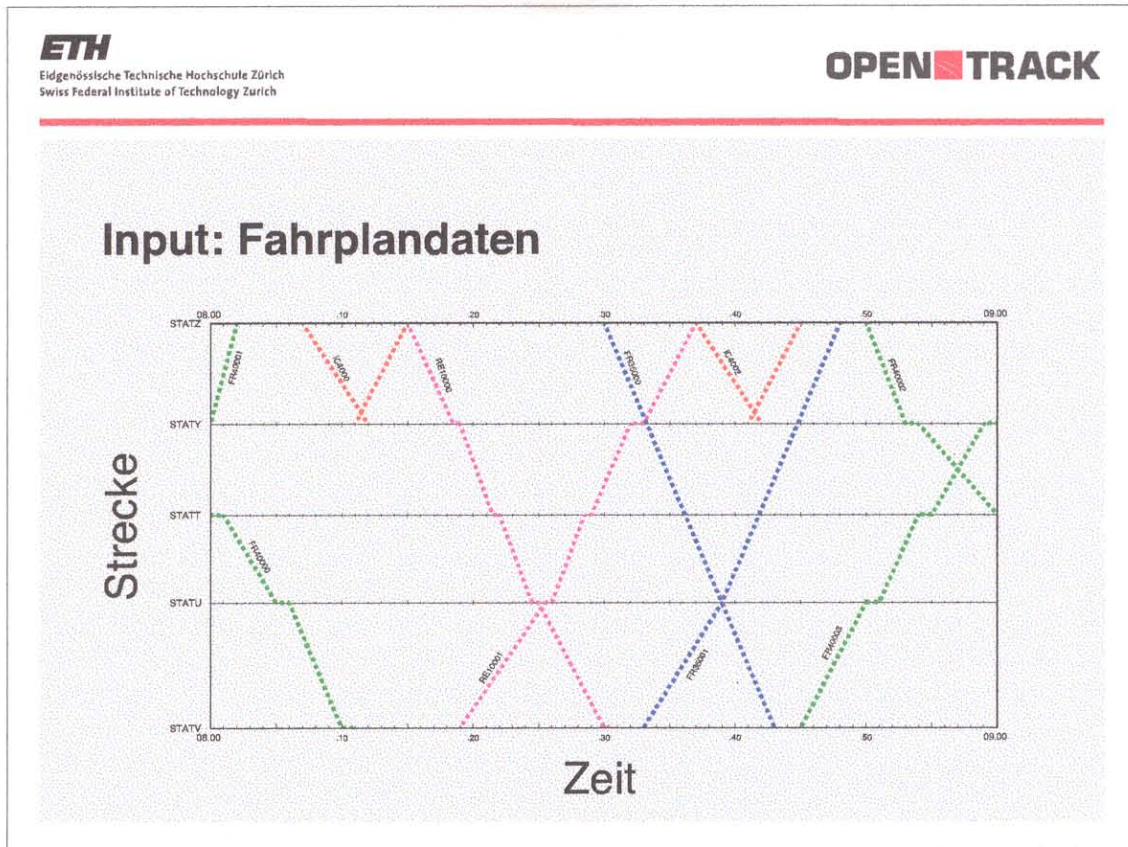
Input: Infrastruktur

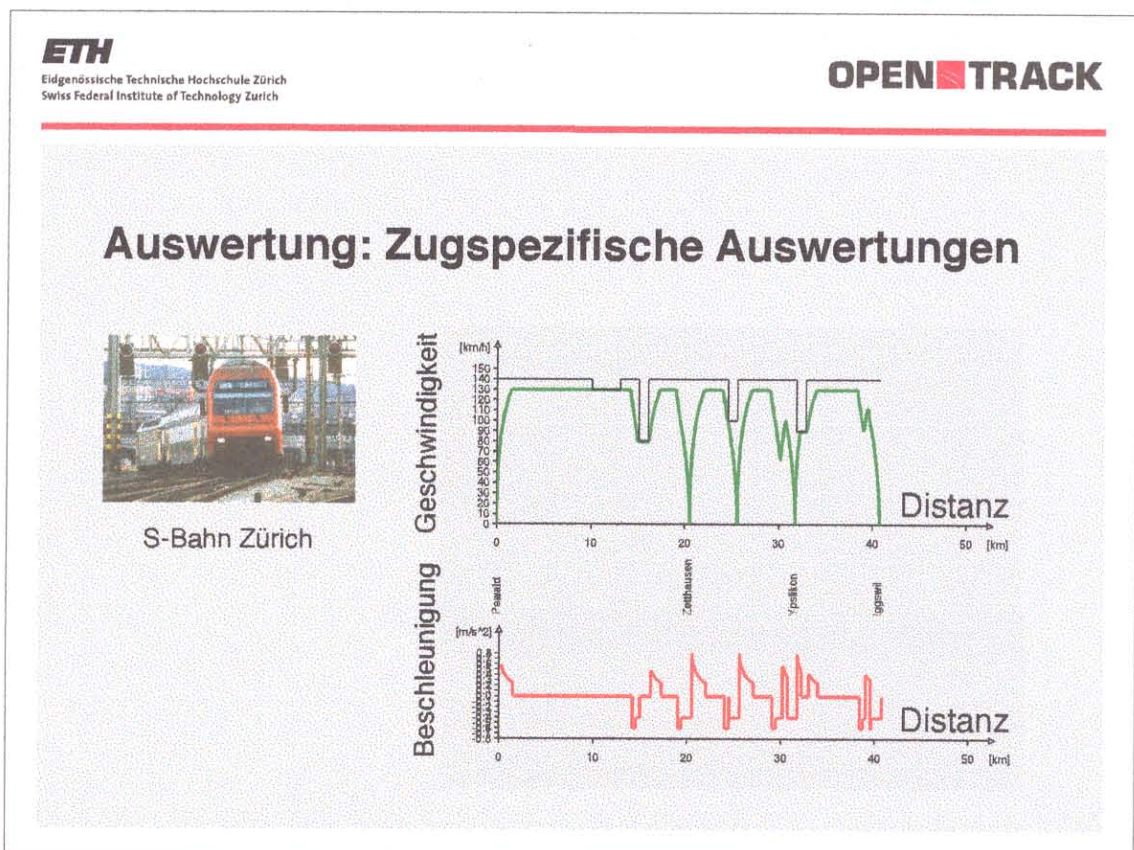
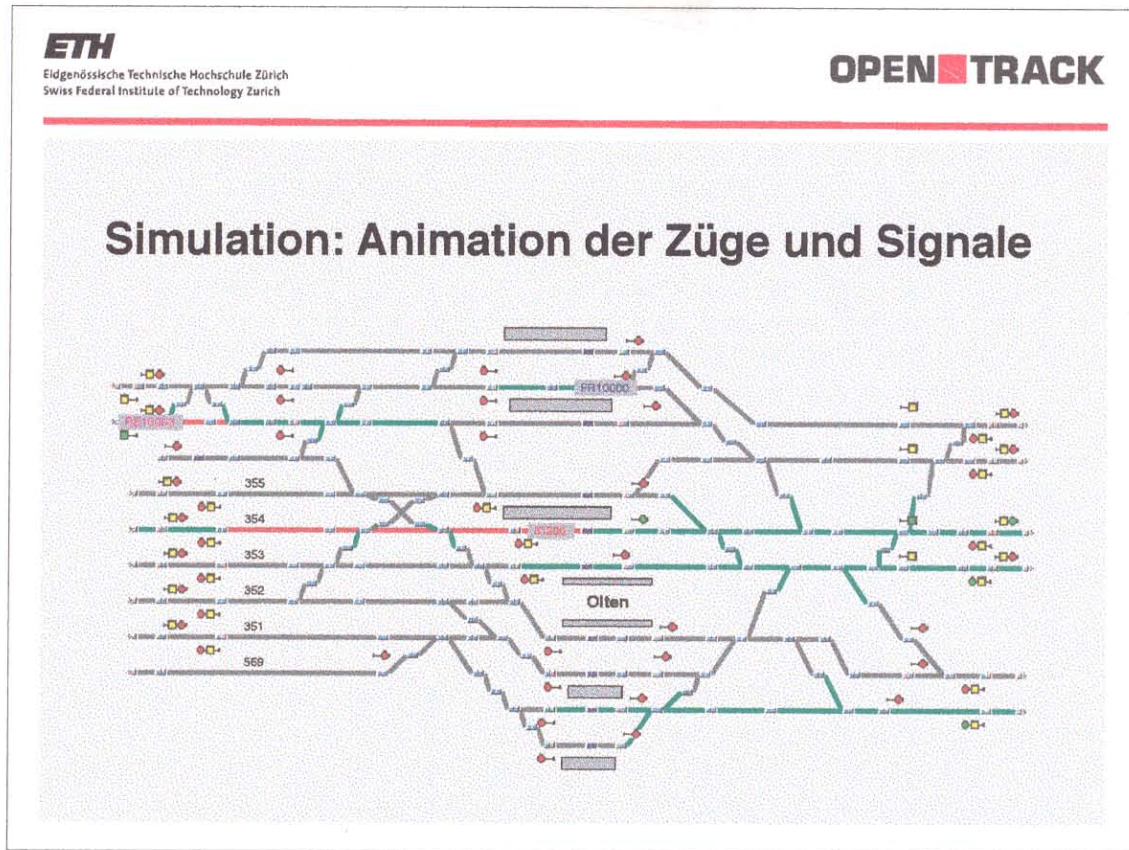
- Mathematisches Modell: Doppelpunkt-Graph

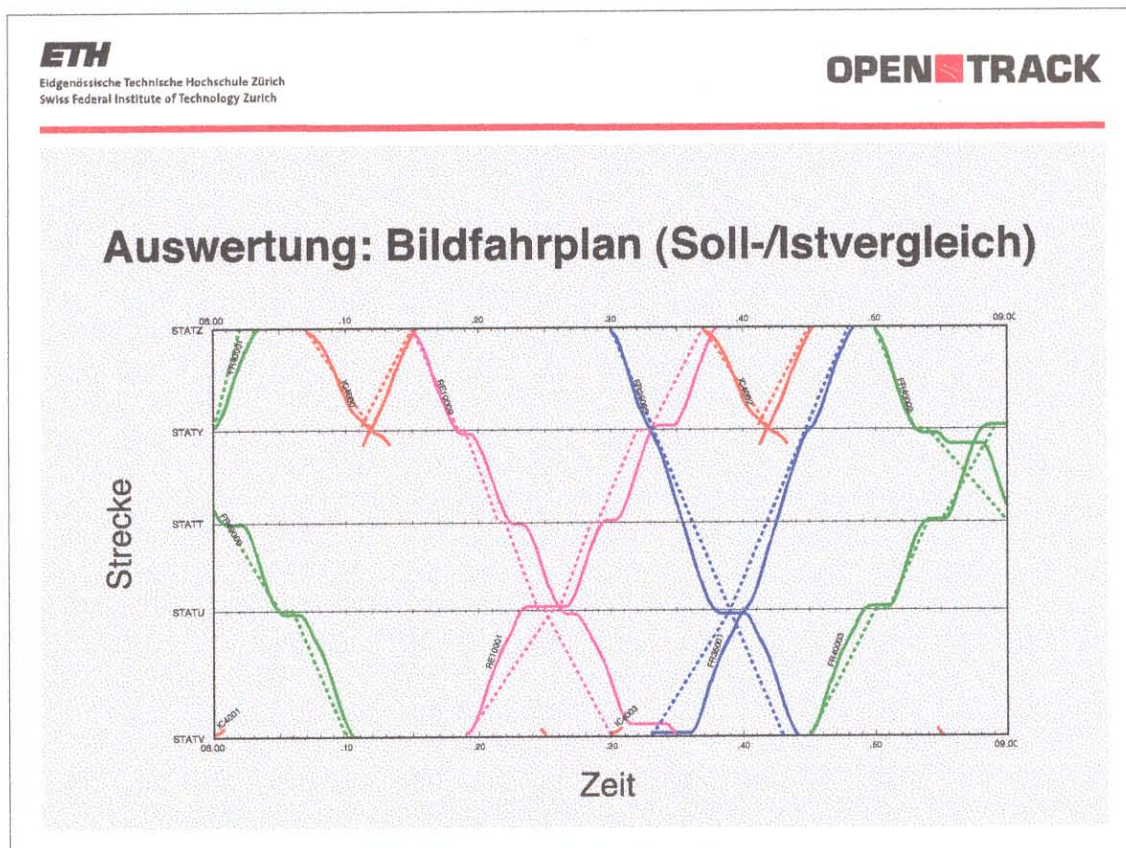
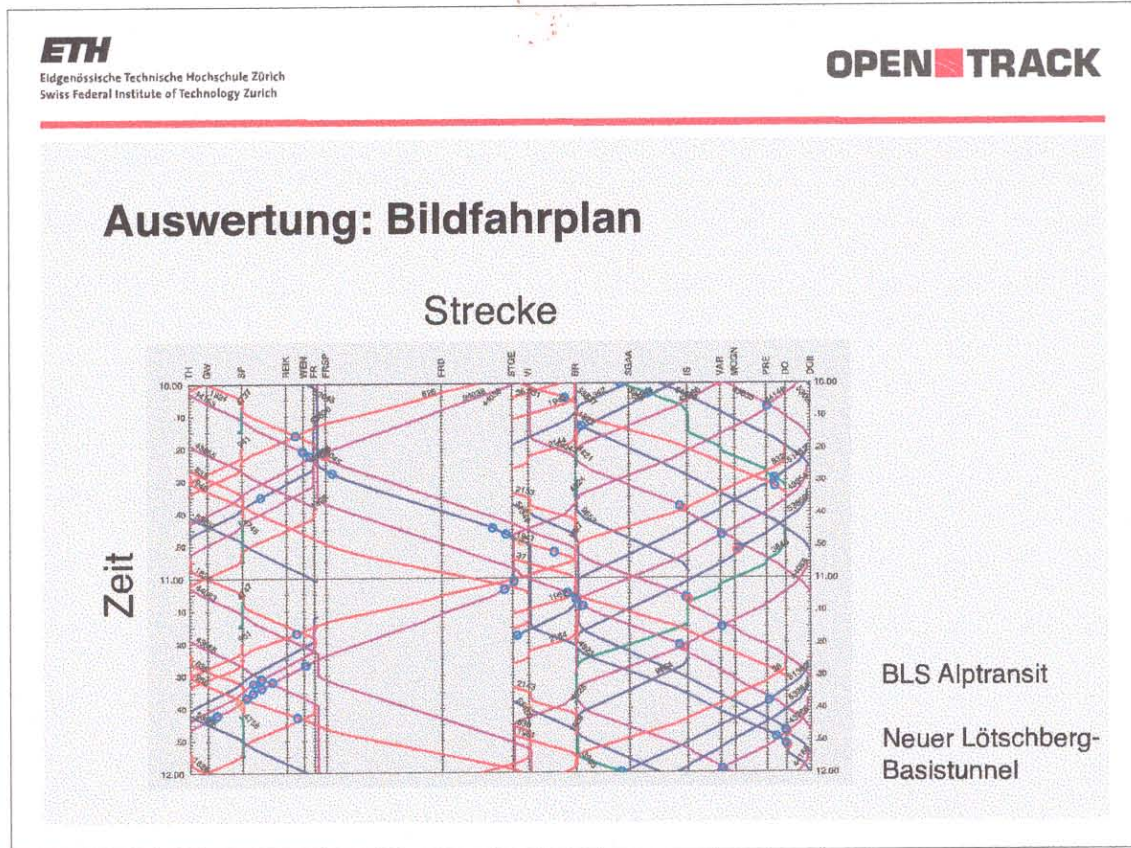


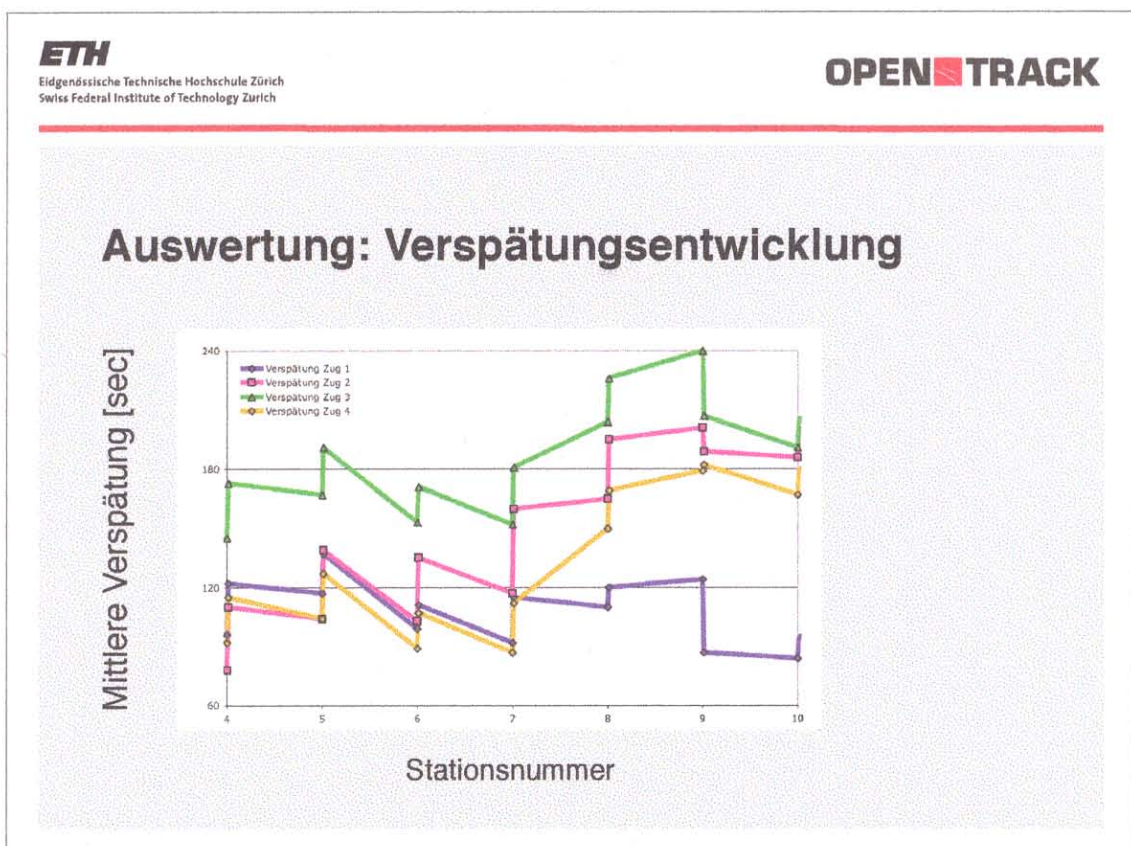
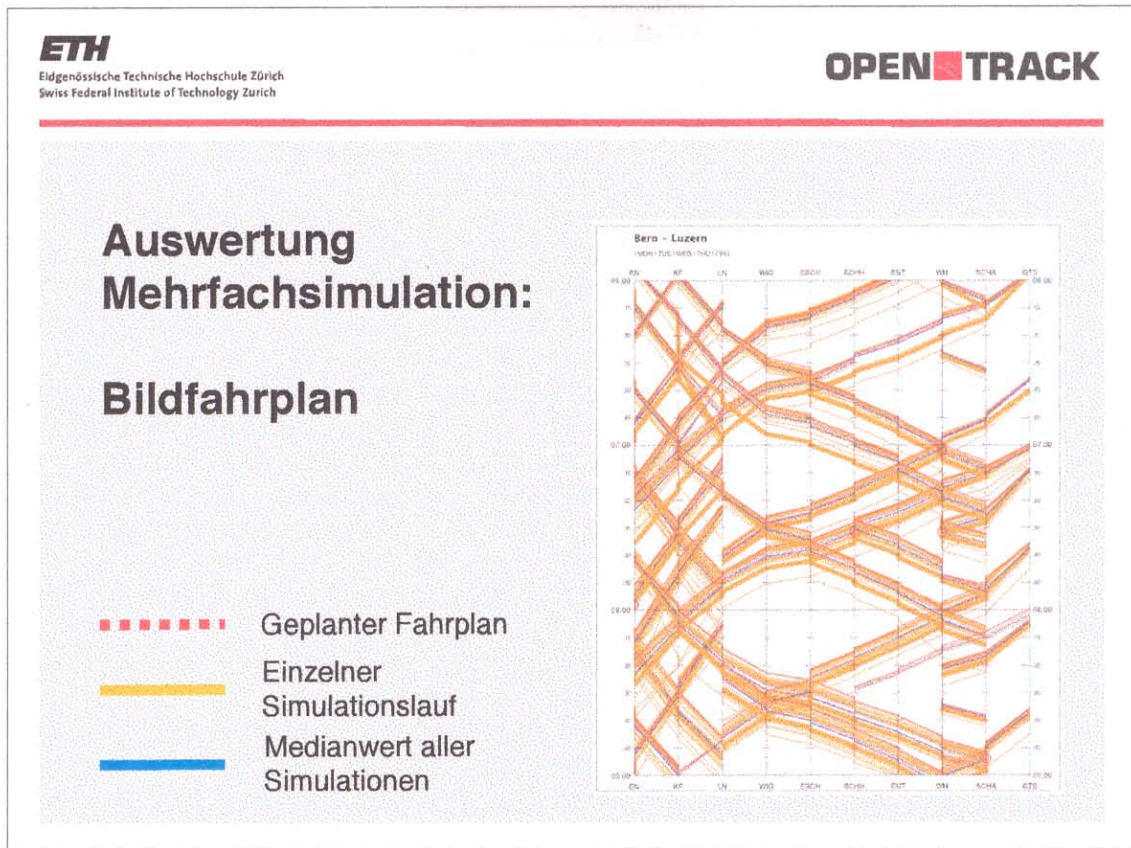
- Benutzerschnittstelle (GUI)

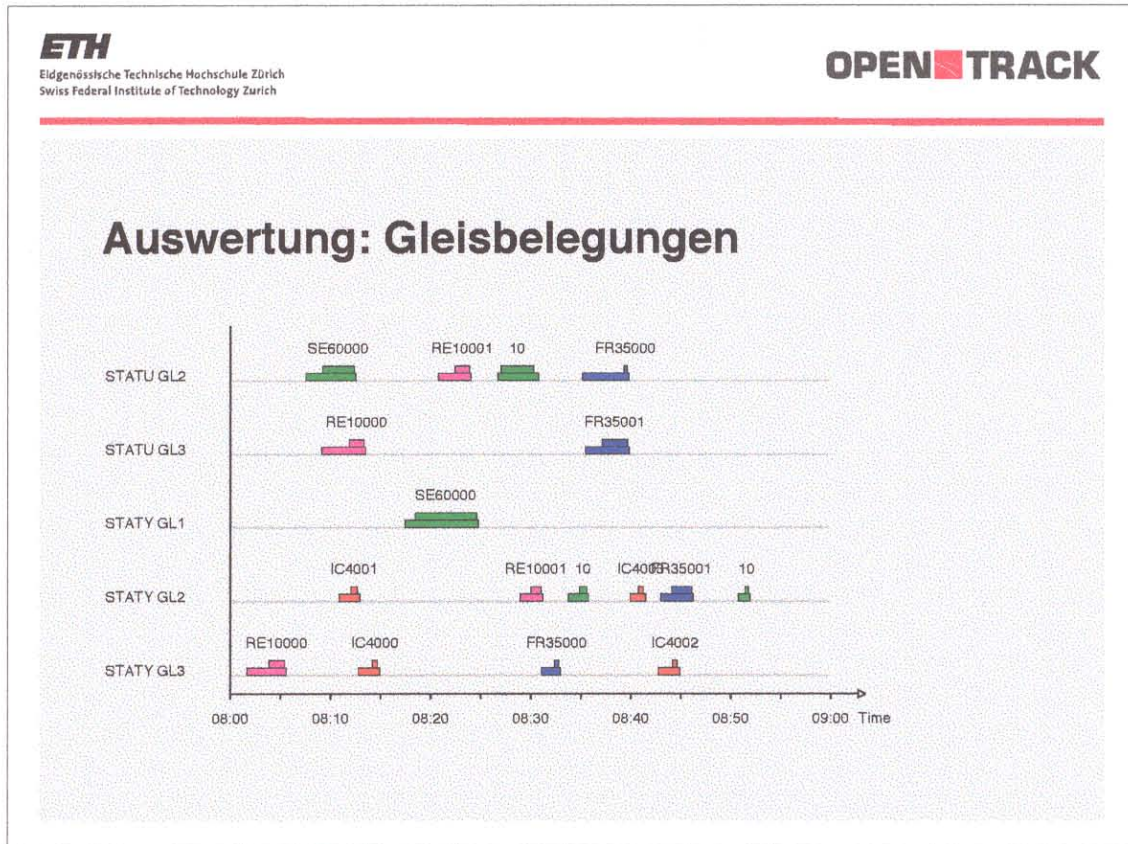


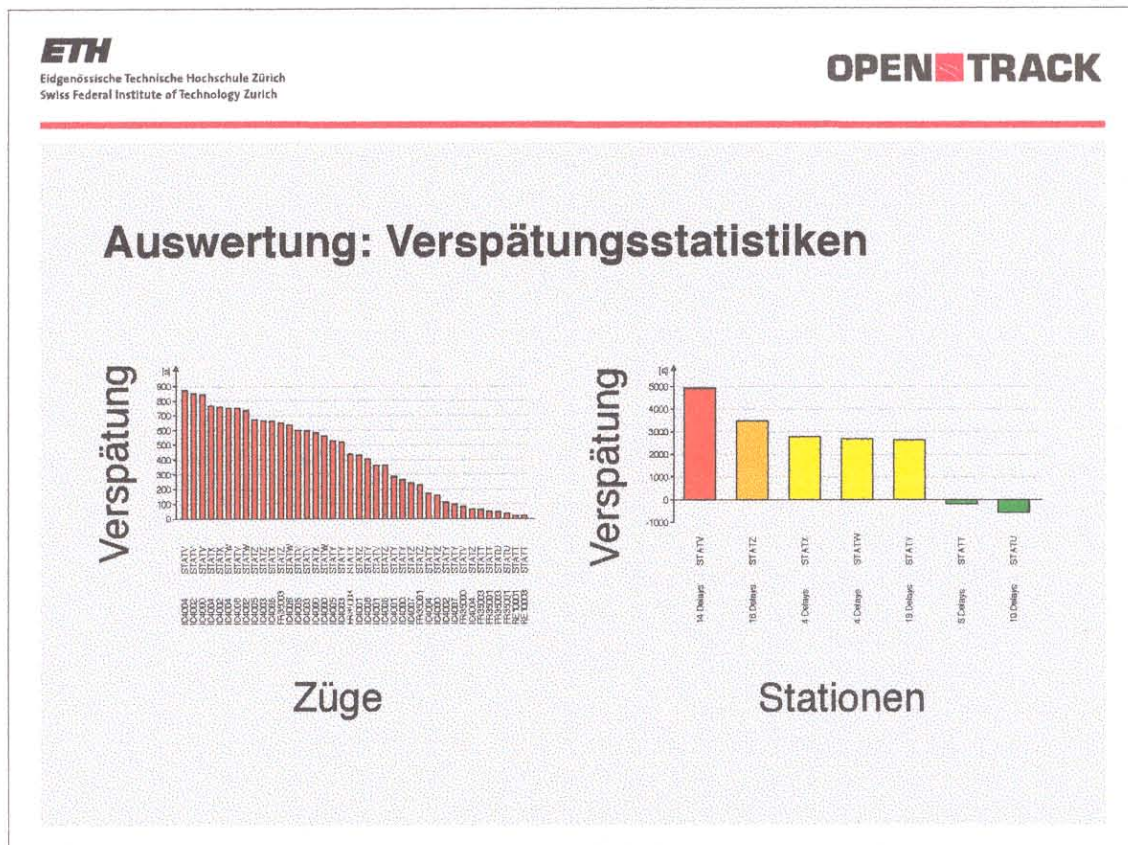
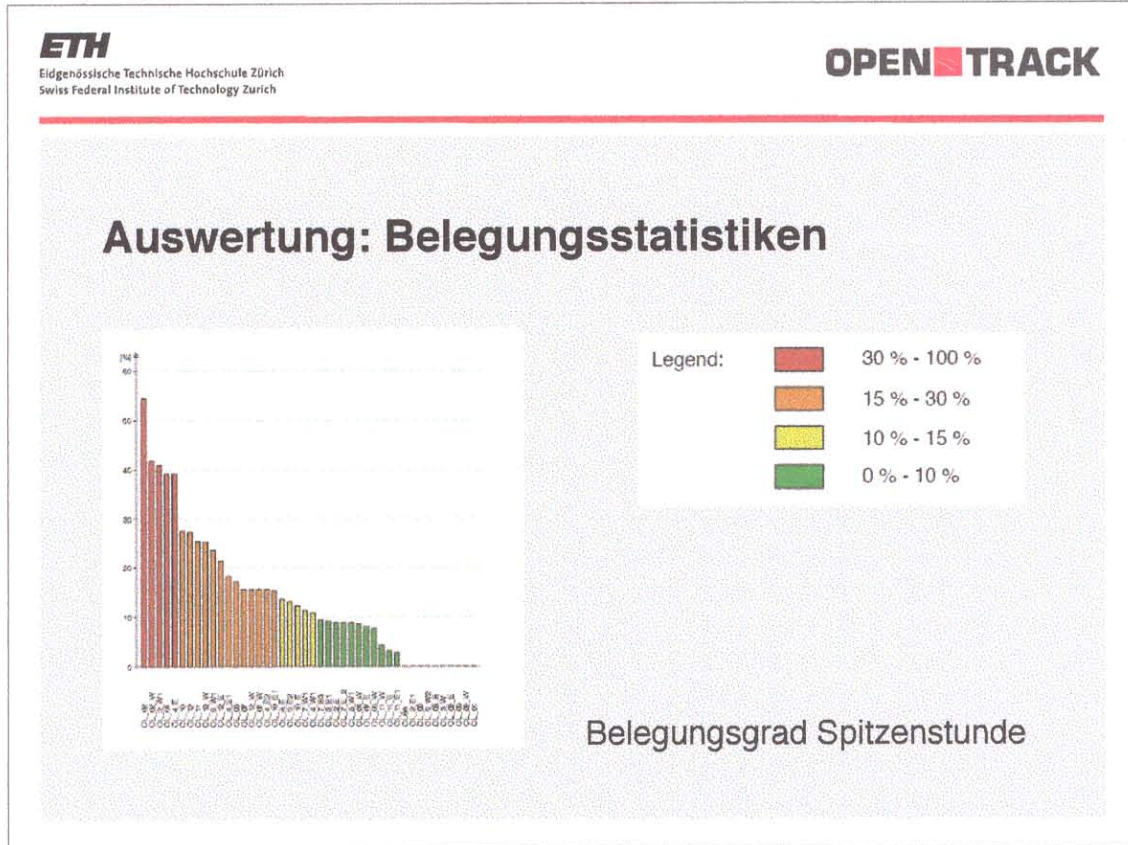


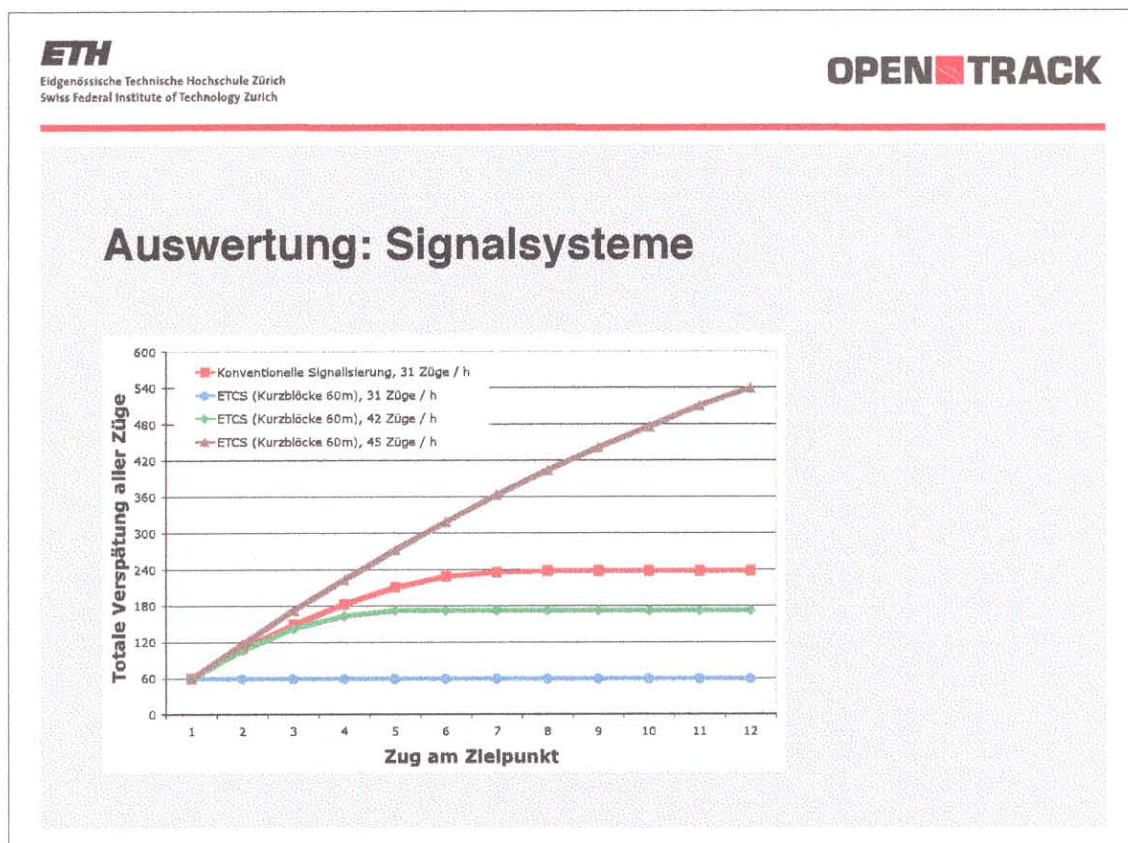
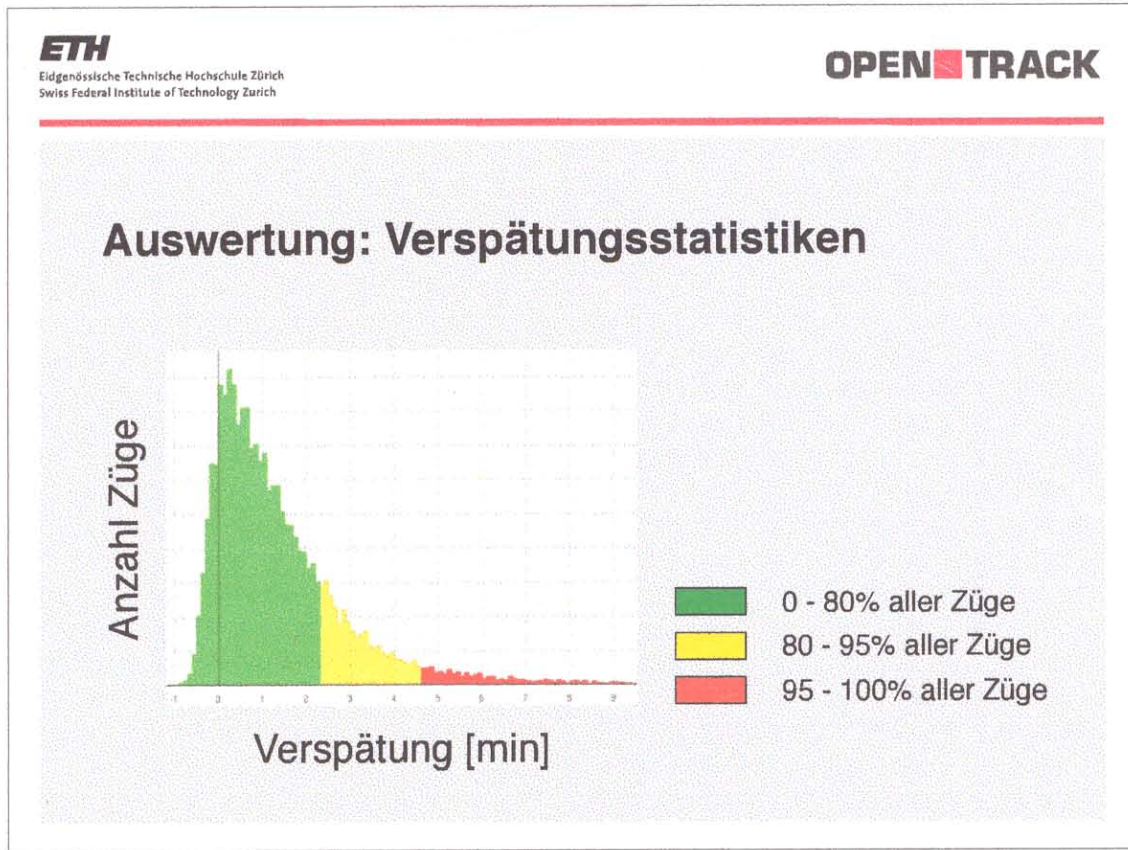




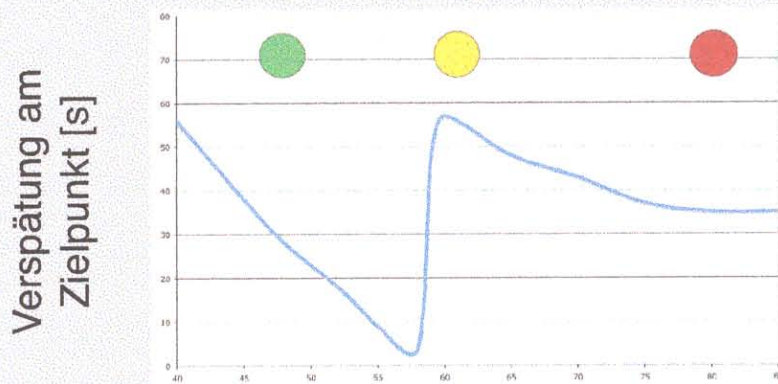






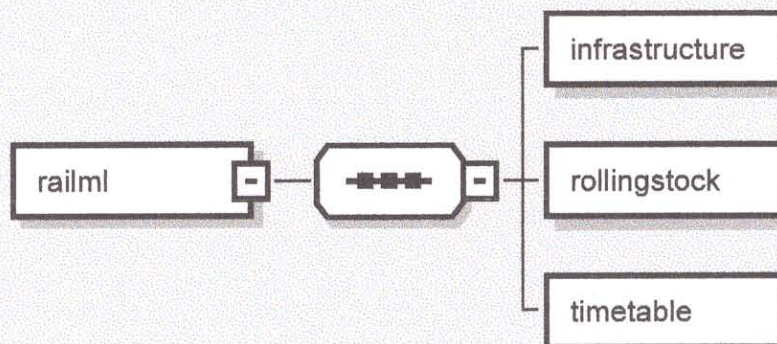


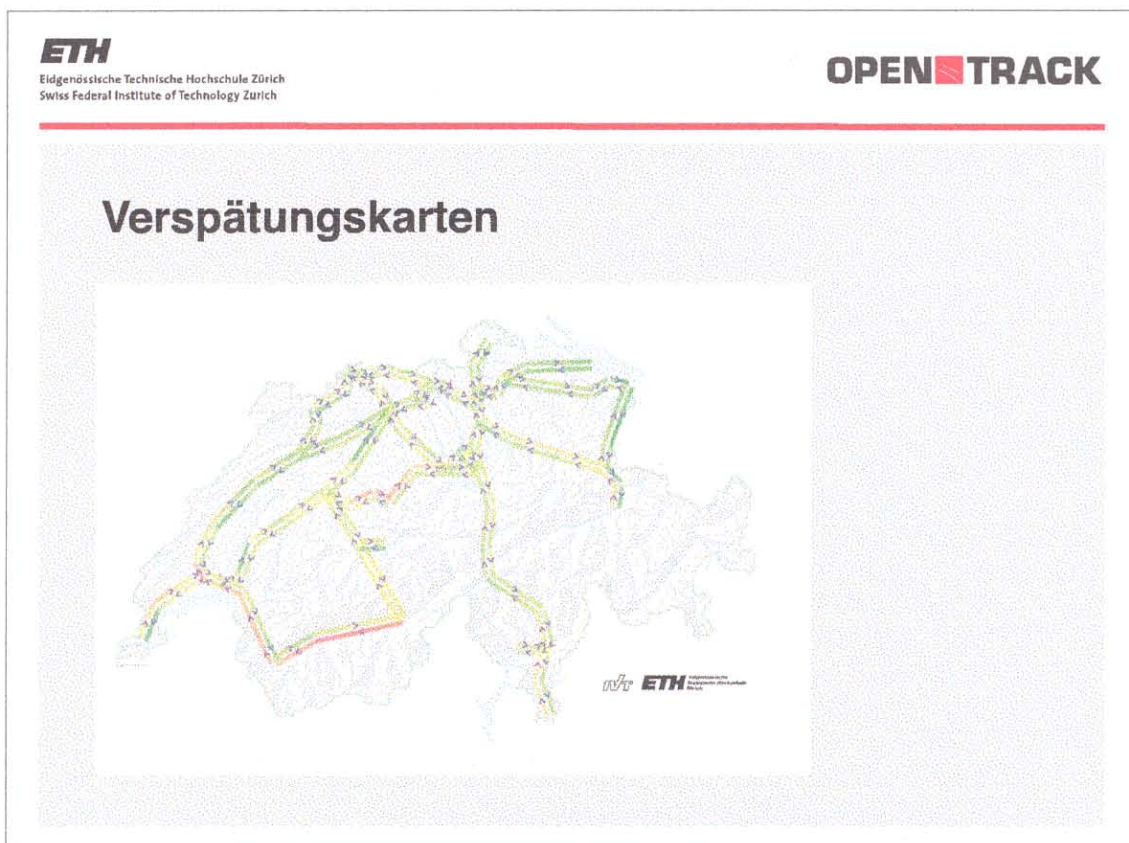
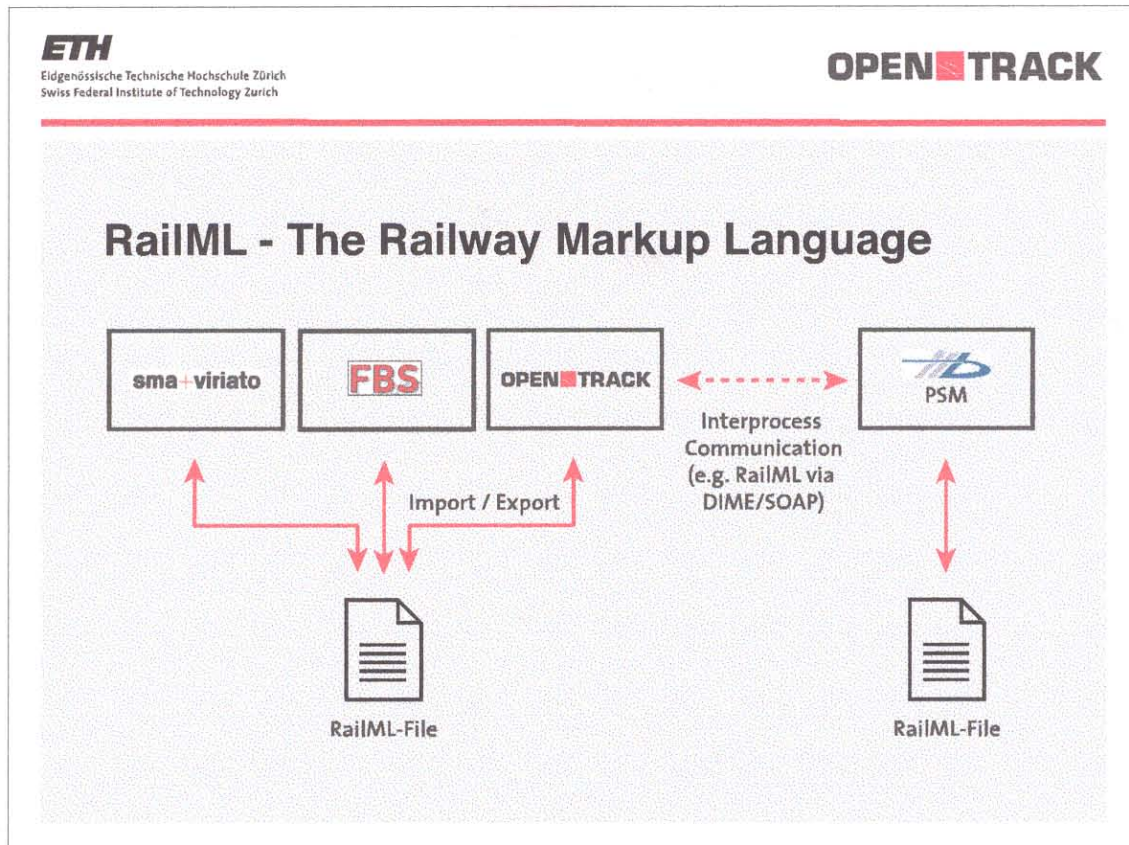
Auswertung: Signalsysteme



Vorgeschlagene Geschwindigkeit [km/h]

RailML - The Railway Markup Language



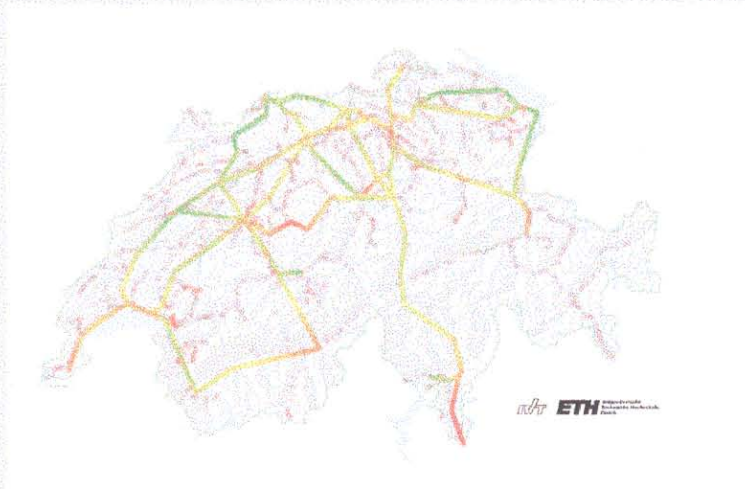


ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

OPEN TRACK

Verspätungskarten



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

OPEN TRACK

Anwendungs- beispiel:

S-Bahn Zürich

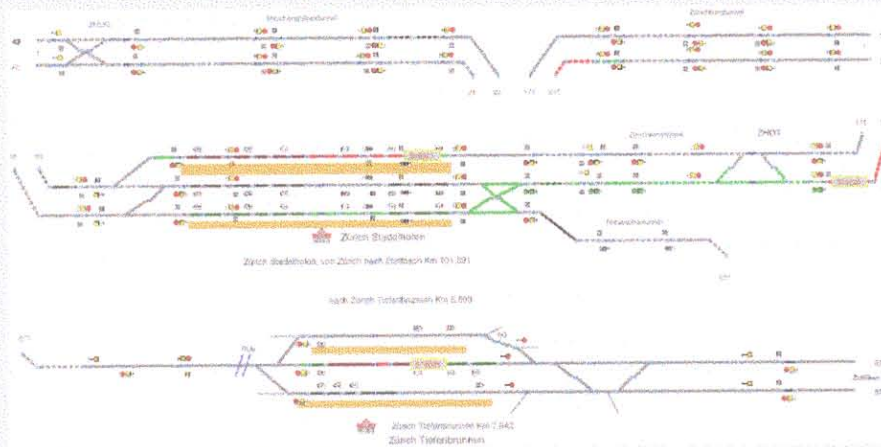


ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

OPEN TRACK

Anwendungsbeispiel S-Bahn Zürich



Engpass Zürich-Stadelhofen

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

OPEN TRACK

Anwendungsbeispiel S-Bahn Zürich



Darstellung von:

Soll-Fahrplan (aussen)
und Ist-Fahrplan (innen)

- S5
- S12
- S16
- S7
- Verdichtungszüge aus Winterthur
- Verdichtungszüge aus Rapperswil
- S3
- S6
- S9



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

OPEN TRACK

Anwendungsbeispiel S-Bahn Zürich

Die Stabilität kann verbessert werden durch:

- Häufigere Benutzung von Gleis 2 in Stadelhofen
- Anpassung des Fahrplans (insbesondere Haltezeiten)
- Sanierung der Fernverkehrszüge
- Bevorzugung der Züge welche in den Kern fahren
- Anschlussbrüche an der Peripherie



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

OPEN TRACK

Unsere Anwender / Partner

- 63 Firmen / Institutionen mit 108 Installationen ...
- ... in Eisenbahnunternehmungen, in der Eisenbahnindustrie, in Ingenieurbüros und Universitäten ...
- ... in Europa, Nordamerika, Asien und Australien ...
- ... mit Projekten auf allen Kontinenten