

Ausbildungstag LOCSIM

Verarbeitung und Nutzung von Simulationsdaten



Fachhochschule Nordwestschweiz



SÜDOSTBAHN



Dynamisches Eisenbahn System Modell
Modèle dynamique d'un système ferroviaire
Dynamic model of a railway system

10. November 2022, Ausbildungstag LOCSIM



Inhalt

1. Anwendung von Simulatoren
2. Erhebung von Simulationsdaten
3. Aufbereitung der Daten
4. Inwertsetzung der Daten
5. Ausblick

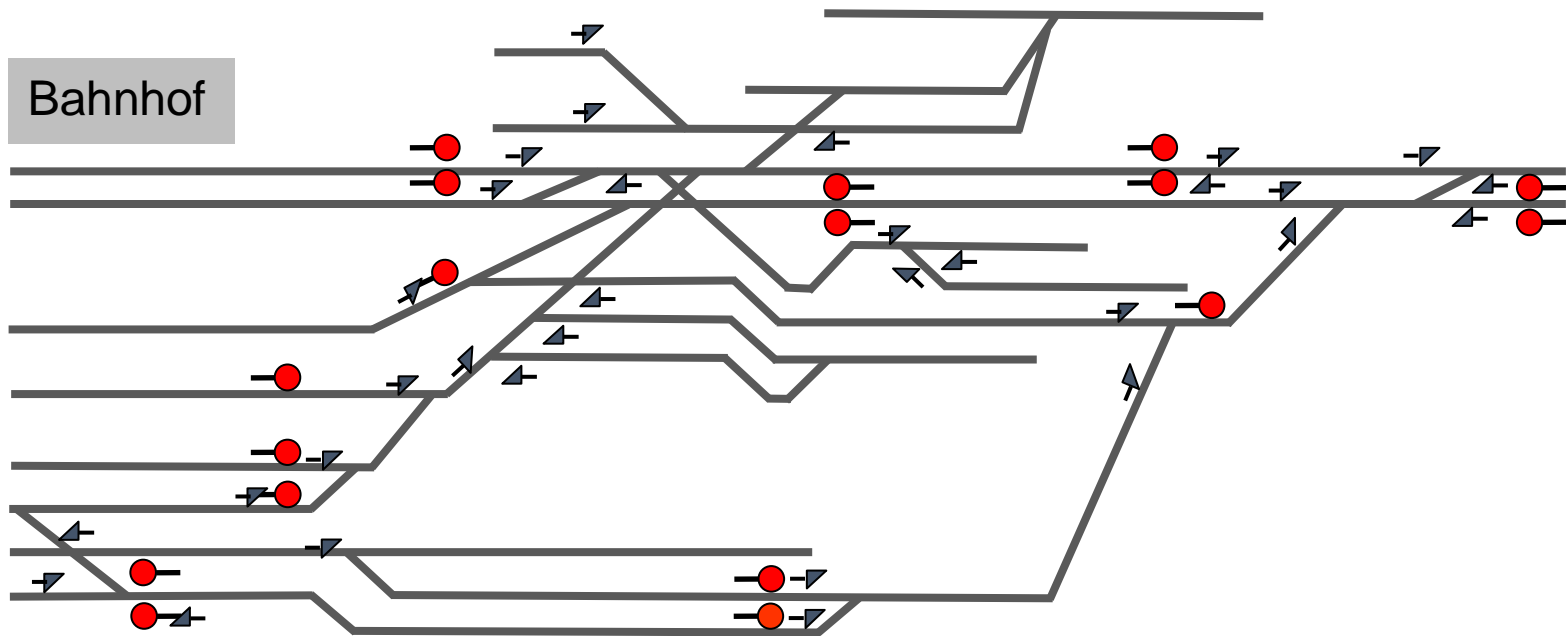


1. Anwendung von Simulatoren

- Heute werden Simulatoren bei der Eisenbahn hauptsächlich zu Ausbildungszwecken eingesetzt;
- Komplexe, soziotechnische Problemstellungen können mit Simulatoren untersucht werden;
- Forschung über die menschlichen Faktoren im Bereich der Eisenbahn sind heute noch selten.

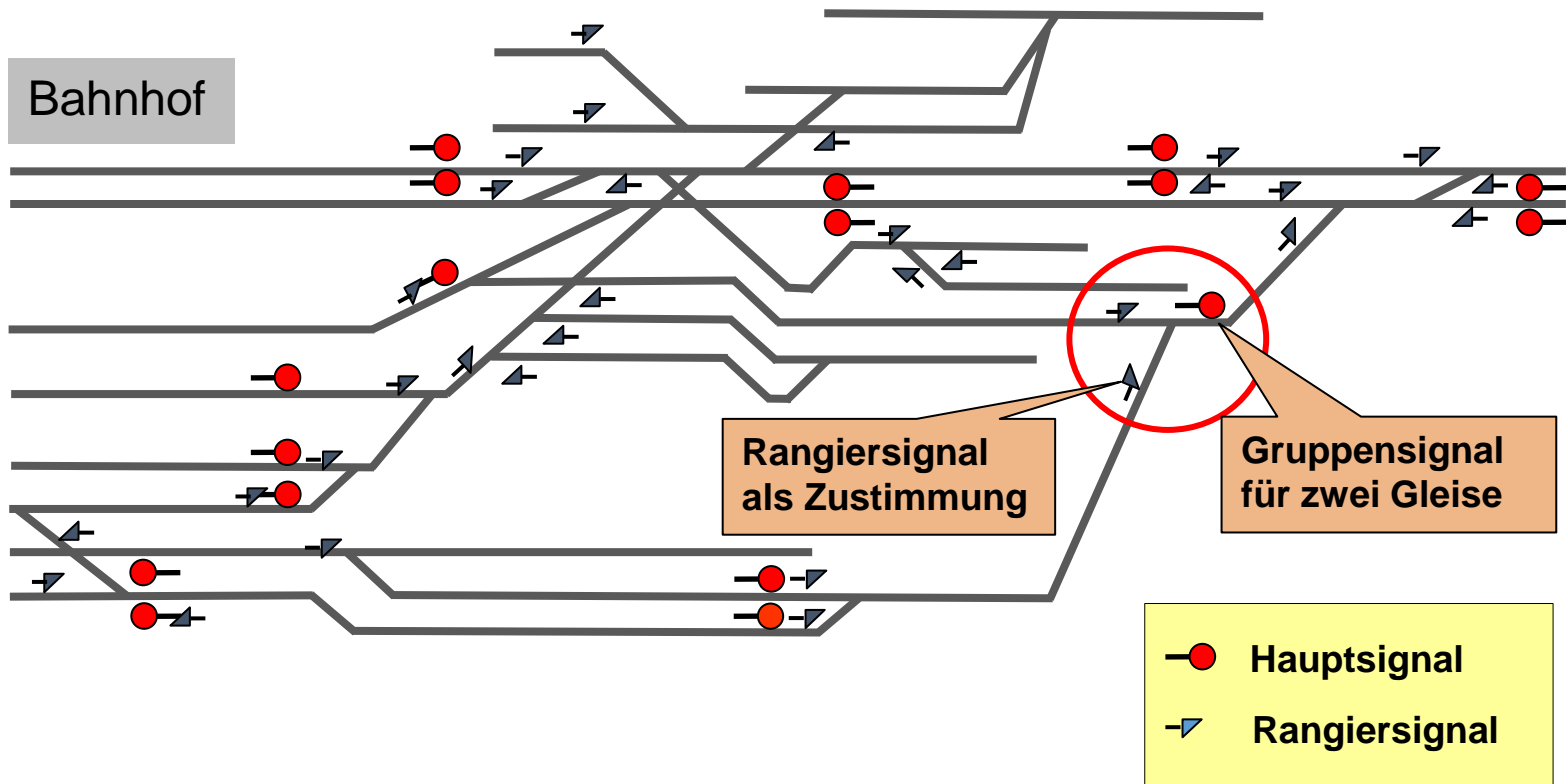


1. Anwendung von Simulatoren





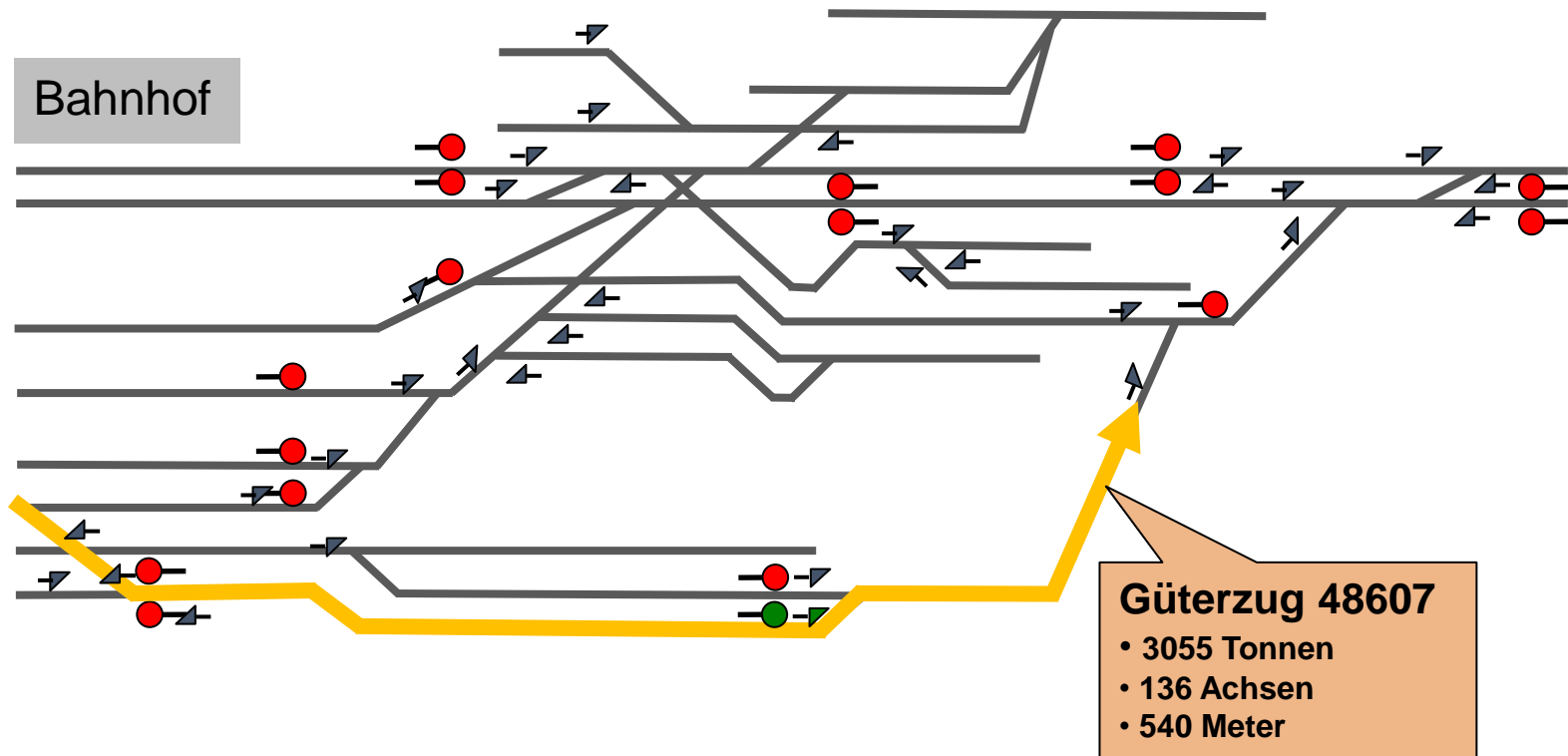
1. Anwendung von Simulatoren





1. Anwendung von Simulatoren

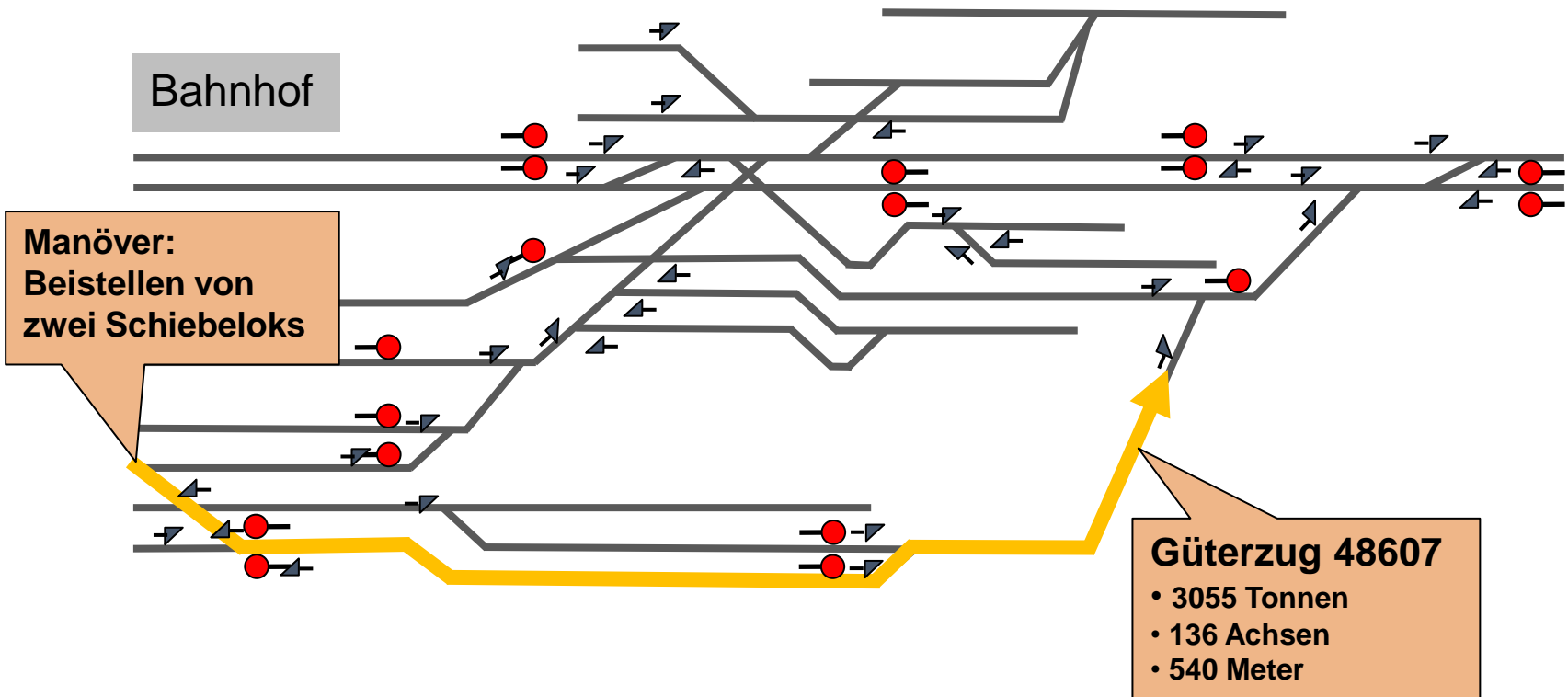
22:13 Uhr





1. Anwendung von Simulatoren

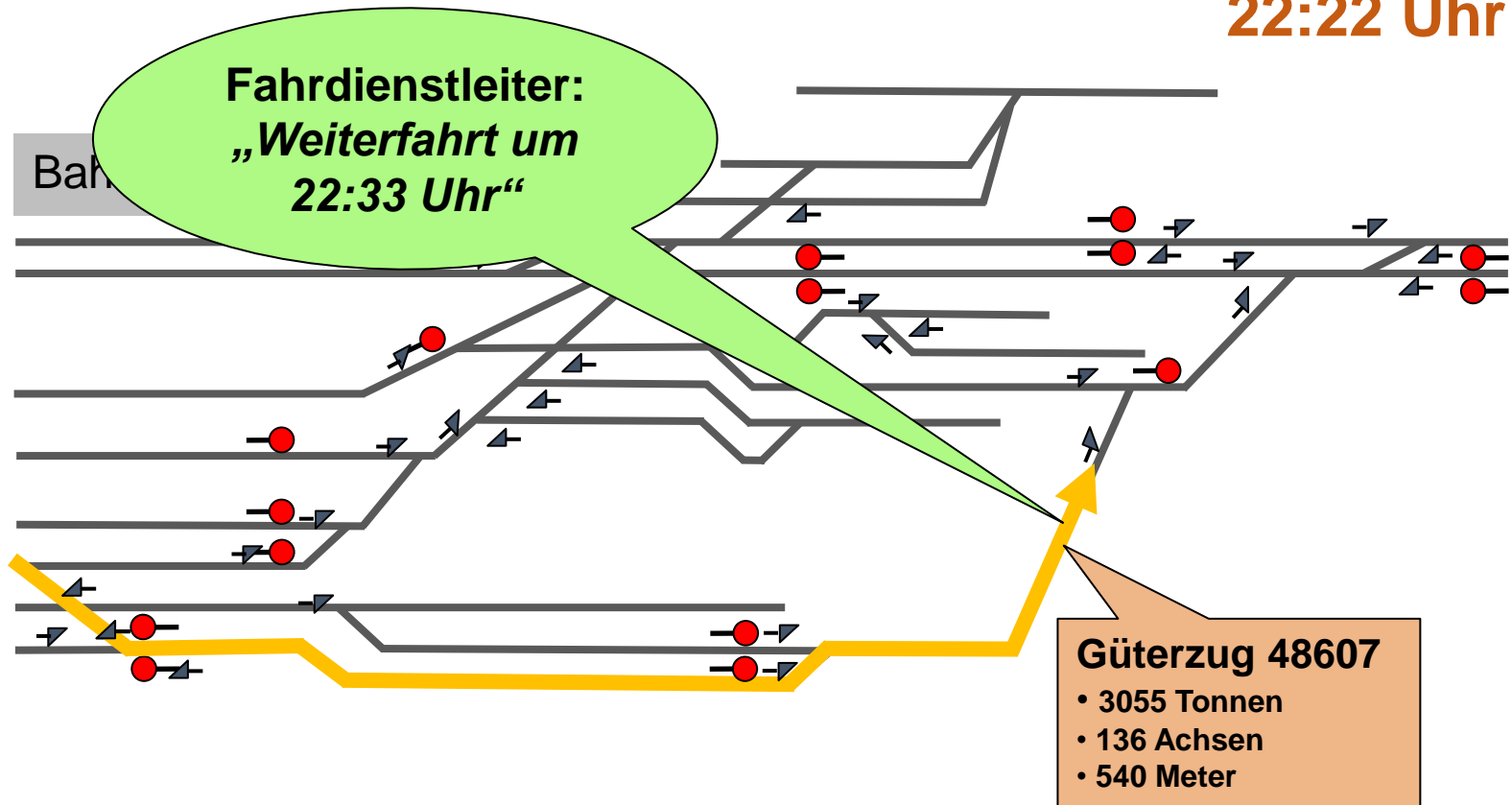
22:15 Uhr





1. Anwendung von Simulatoren

22:22 Uhr

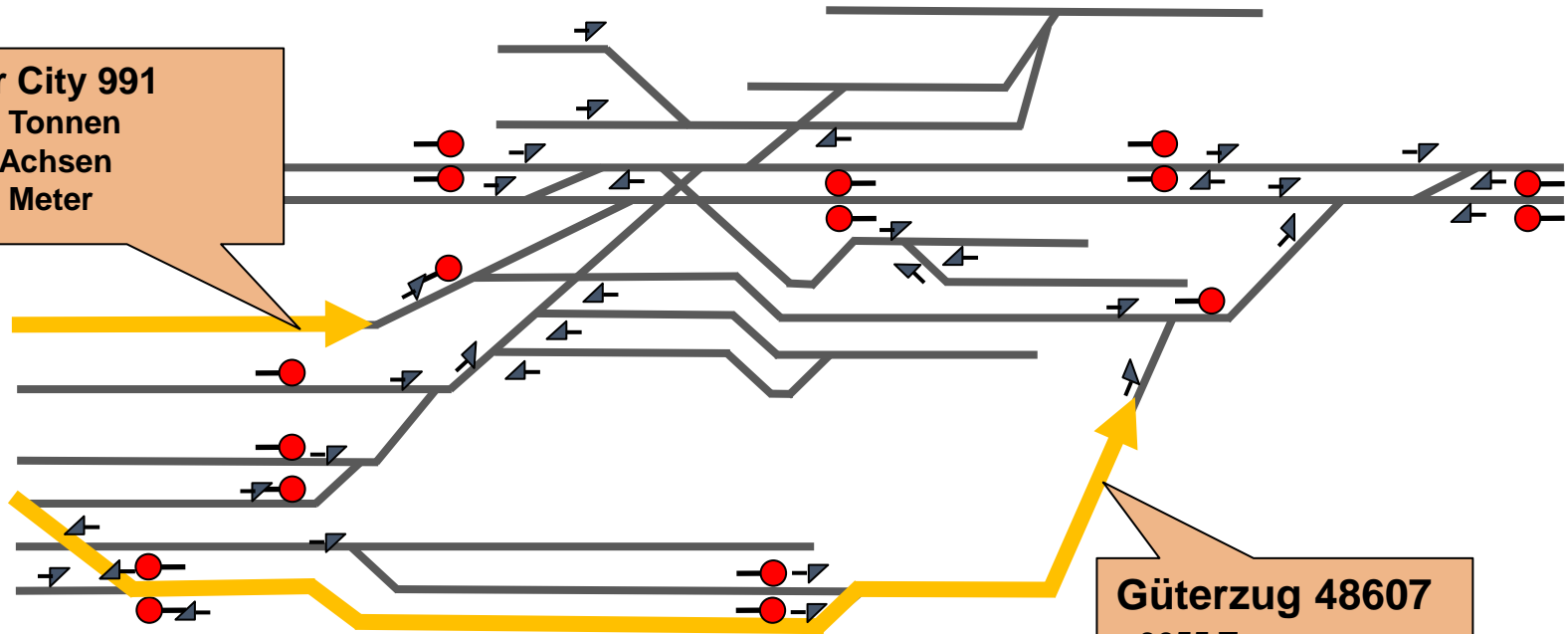




1. Anwendung von Simulatoren

22:30 Uhr

Inter City 991
• 440 Tonnen
• 36 Achsen
• 250 Meter

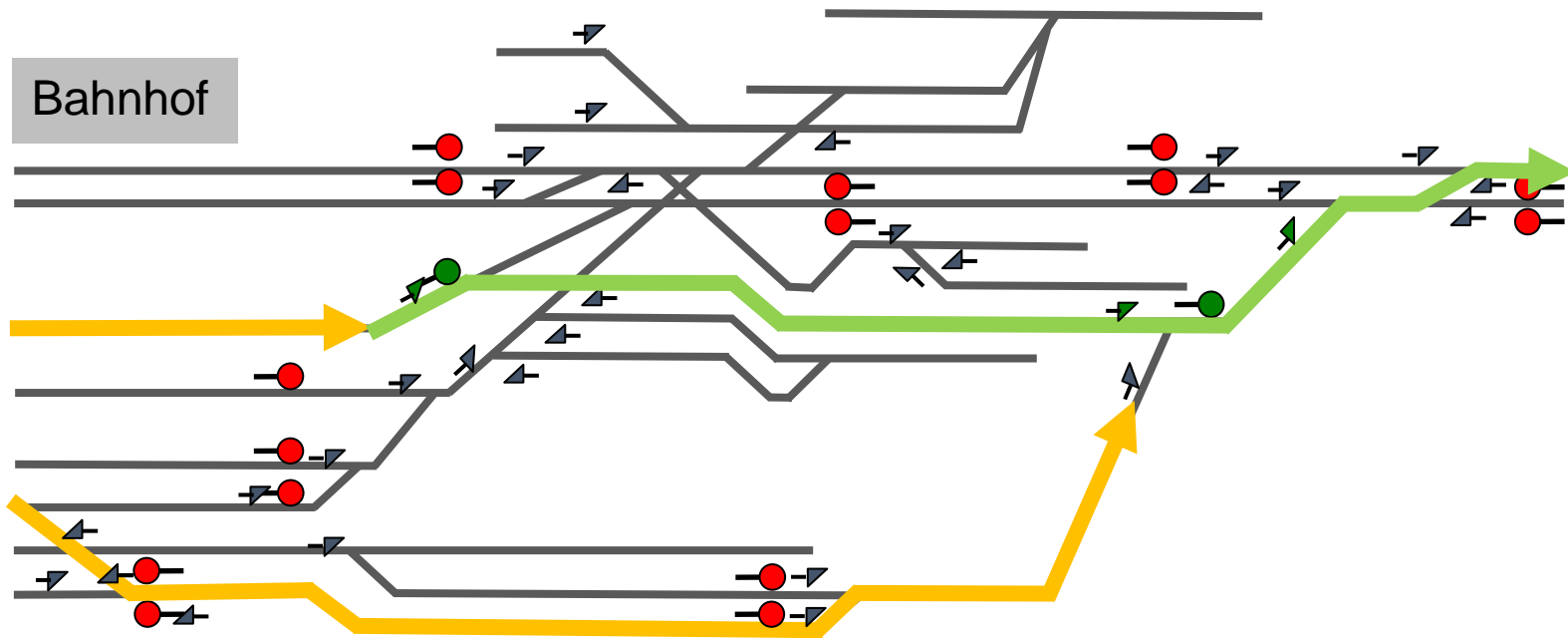


Güterzug 48607
• 3055 Tonnen
• 136 Achsen
• 540 Meter



1. Anwendung von Simulatoren

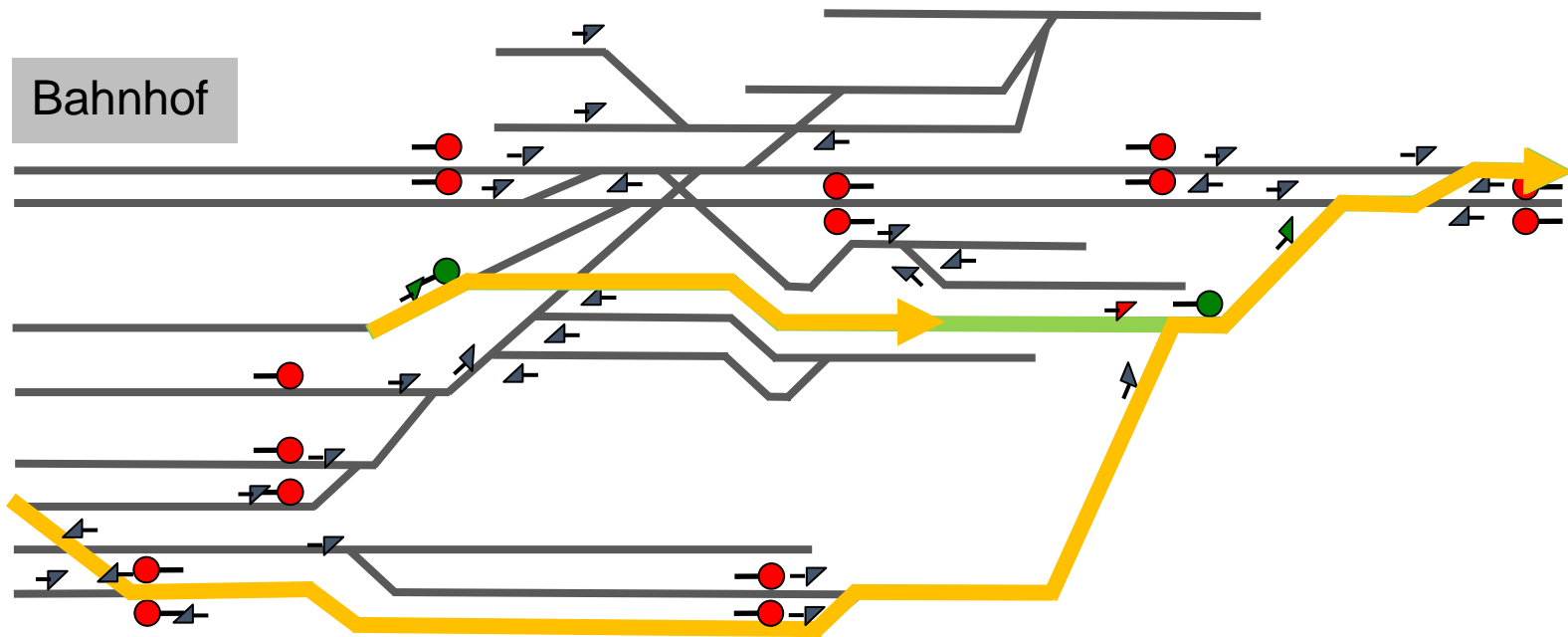
22:31 Uhr





1. Anwendung von Simulatoren

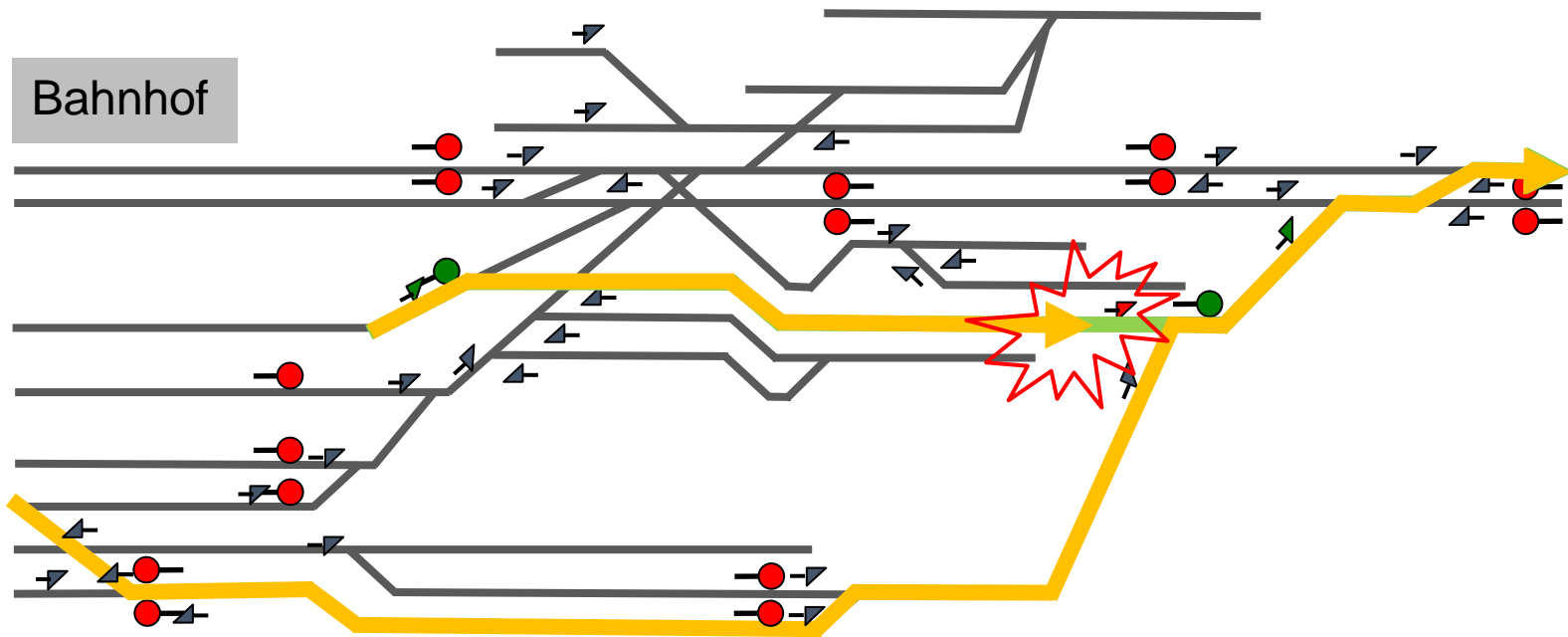
22:32 Uhr





1. Anwendung von Simulatoren

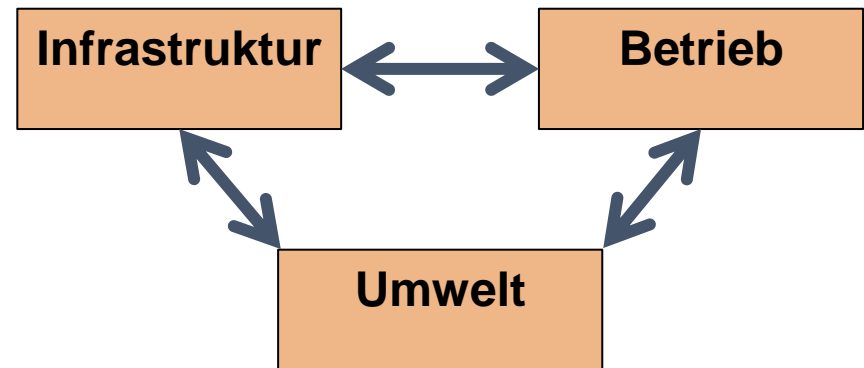
22:32 Uhr





1. Anwendung von Simulatoren

Verkehr als komplexes System: Verstehen von Wirkungszusammenhängen

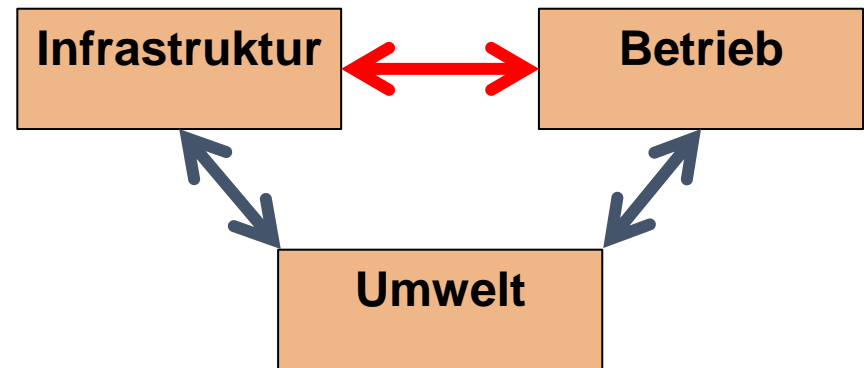


Quantitative und qualitative Ansätze für die Lösung der Problematiken im Zusammenhang mit der Datenerhebung, Datenaufbereitung, Systemmodellierung und der Anwendung von Simulatoren.



1. Anwendung von Simulatoren

Verkehr als komplexes System: Verstehen von Wirkungszusammenhängen

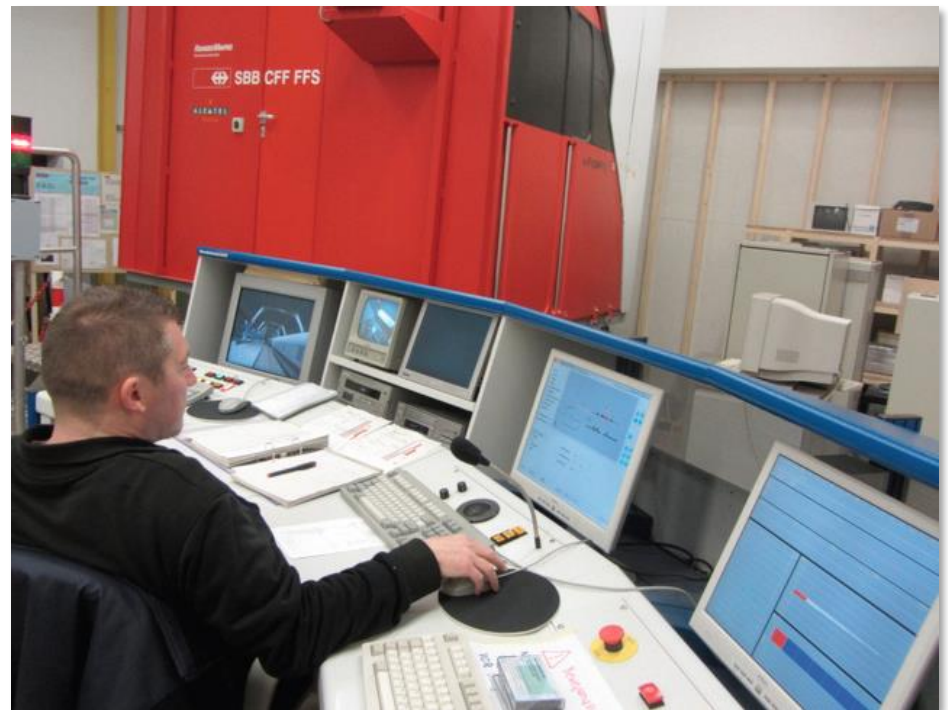


Quantitative und qualitative Ansätze für die Lösung der Problematiken im Zusammenhang mit der Datenerhebung, Datenaufbereitung, Systemmodellierung und der Anwendung von Simulatoren.



2. Erhebung von Simulationsdaten

Beispiele: Locsim und Simulator Re 460





2. Erhebung von Simulationsdaten

Ausschnitt Datensample Locsim

LOCSIM 21.0 08:30:01)

16. 2.2021 15:41

- col. 1: Zeit
- col. 2: Ort
- col. 3: Sollgeschwindigkeit (pos.)
- col. 4: Beschleunigung
- col. 5: Fahrleitungsspannung an Triebfahrzeug-Ort
- col. 6: Leistung am Rad (durch Fahmotoren)
- col. 7: Fahrshalterstellung
- col. 8: Luftbremsschalter
- col. 9: Schnellbremse
- col.10: Wamung durch Hauptsignal
- col.11: Wamung durch Vorsignal
- col.12: Rangierbrems-Stufe
- col.13: Zugkraft
- col.14: Bremsleitungsdruck in Triebfahrzeug
- col.15: Bremszylinderdruck Triebfahrzeug (Laufachsen)
- col.16: Sollzugkraft (pos.)
- col.17: Leistung an Triebfahrzeug-Eingang

col. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
s	km	km/h	m/s ²	V	kW				
357.199	202.551	122	0	15000	244.759	2	0	0	0
357.238	202.552	122	0	15000	244.759	2	0	0	0
357.667	202.567	122	0	15000	244.759	2	0	0	0
358.174	202.584	122	0	15000	244.759	2	0	0	0
358.681	202.602	122	0	15000	244.759	2	0	0	0
359.188	202.619	122	0	15000	244.759	2	0	0	0
359.695	202.636	122	-4.71E-04	15000	252.521	2	0	0	0
360.202	202.654	122	-6.11E-04	15000	270.077	2	0	0	0
360.717	202.671	0	-0.145397	15000	0	2	0	0	0
361.224	202.689	0	-0.279219	15000	0	2	0	0	0
361.744	202.706	0	-0.418012	15000	0	2	0	0	0



2. Erhebung von Simulationsdaten

Datensample FASI (Abtastrate: 1 Sekunde)

Sekunden	Strecken_KM	V_Ist	V_Soll	Beschleunigung	FL-Spannung	Leistung	Fahrschalter	Führerbremsventil	ZS_Warnung	ZS_Halt	ZUB_Warnung	ZUB_Halt	PMS
542	44.199	125.0	125	-0.002	16.000	399088	89.473	5	0	0	0	0	0
543	44.199	125.0	125	-0.002	16.000	399088	89.473	5	0	0	0	0	0
544	44.24	125.0	125	0.001	16.000	499219	89.473	5	0	0	0	0	0
545	44.28	125.0	125	0	16.000	537761	89.473	5	0	0	0	0	0
546	44.321	125.0	125	0	16.000	585873	89.473	5	0	0	0	0	0
547	44.363	125.0	125	0.011	16.000	461340	89.473	5	0	0	0	0	0
548	44.403	125.0	125	-0.031	16.000	0	8.771	5	0	0	0	0	0
549	44.403	125.0	125	-0.031	16.000	0	8.771	5	0	0	0	0	0
550	44.444	125.0	125	-0.026	16.000	-182251	-57.232	5	0	0	0	0	0
551	44.483	124.8	125	-0.084	16.000	-1821094	-99.534	5	0	0	0	0	0
552	44.524	124.3	125	-0.161	16.000	-3432110	-99.534	5	0	0	0	0	0
553	44.564	123.5	125	-0.245	16.000	-4952523	-99.534	5	0	0	0	0	0
554	44.605	122.4	125	-0.298	16.000	-6247892	-99.534	5	0	0	0	0	0
555	44.643	121.2	125	-0.317	16.000	-6249901	-99.534	5	0	0	0	0	0
556	44.643	121.2	125	-0.317	16.000	-6249901	-99.534	5	0	0	0	0	0
557	44.681	120.0	125	-0.316	16.000	-6252116	-99.534	5	0	0	0	0	0
558	44.721	118.7	125	-0.321	16.000	-6254350	-99.534	5	0	0	0	0	0
559	44.76	117.4	125	-0.324	16.000	-6256678	-99.534	5	0	0	0	0	0
560	44.797	116.1	125	-0.328	16.000	-6258894	-99.534	5	0	0	0	0	0
561	44.835	114.8	125	-0.332	16.000	-6261277	-99.534	5	0	0	0	0	0
562	44.871	113.5	125	-0.336	16.000	-6263546	-99.534	5	0	0	0	0	0
563	44.871	113.5	125	-0.336	16.000	-6263546	-99.534	5	0	0	0	0	0
564	44.908	112.1	125	-0.34	16.000	-6265988	-99.534	5	0	0	0	0	0
565	44.944	110.8	125	-0.351	16.000	-6268324	-99.534	5	0	0	0	0	0
566	44.981	109.3	125	-0.365	16.000	-6270877	-99.534	4.041	0	0	0	0	0
567	45.018	107.7	125	-0.471	16.000	-6273810	-99.534	4.041	1	0	0	0	0
568	45.052	105.5	125	-0.649	16.000	-6277684	-99.534	4.041	0	0	0	0	0



2. Erhebung von Simulationsdaten

- Sekunde nach Übungsstart [s];
- momentaner Standort der Zugsspitze in Strecken-Km auf drei Stellen [kk.mmm];
- aktuelle Geschwindigkeit V_{IST} [km/h];
- Stellung der gewählten SOLL-Geschwindigkeit [km/h];
- Wert der Beschleunigung [m/s^2];
- momentane Fahrleitungsspannung [V];
- momentane Leistung [W];
- Stellung des Fahrschalters [100% bis -100%];
- Stellung des Schalters für die automatische Bremse [0-8];
- Ansprechen der Zugsicherung „Warnung“ [1/0];
- Ansprechen der Zugsicherung „Halt“ [1/0];
- Ansprechen der Zugüberwachung ZUB „Warnung“ [1/0];
- Ansprechen der Zugüberwachung ZUB „Halt“ [1/0];
- Stellung der Permanentmagnetschienenbremse PMS [1/0];
- Zug- und Stosskräfte zwischen den einzelnen Wagen [N];
- momentaner Hauptleitungsdruck in den einzelnen Wagen [bar];
- momentaner Bremszylinderdruck in den einzelnen Wagen [bar].



3. Aufbereitung der Daten

- Überführung der Daten in ein xls-Format;
- Auswertung mit Excel möglich;
- Grosse Datenmengen bringen Excel an seine Grenzen;
- Auswertung auch mittels Matlab möglich.



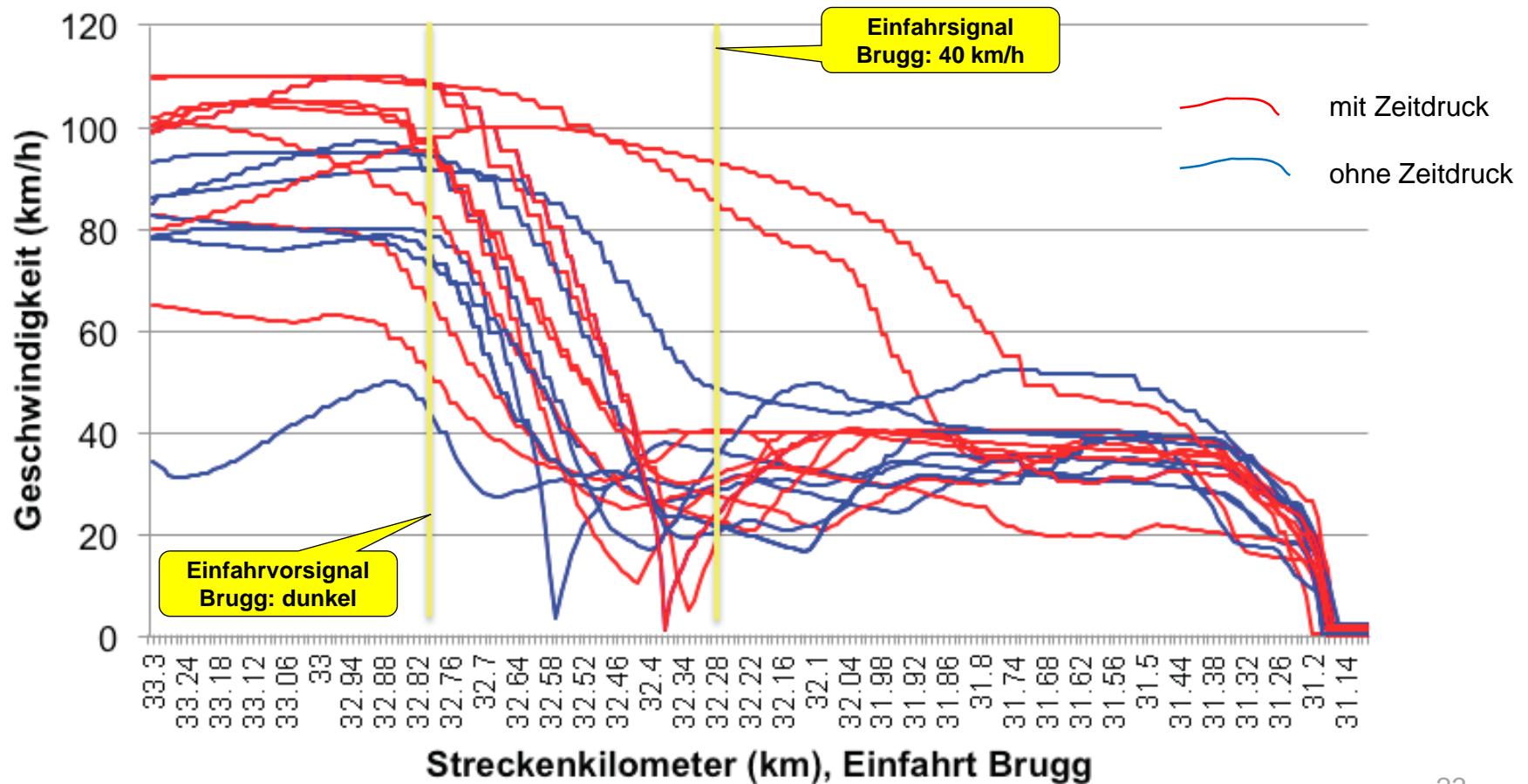
4. Inwertsetzung der Daten

- Aufbereitung in einer Weise, dass sie sich für die Interpretation eignen;
- Wahl der im Hinblick auf die Problemstellung geeignete Form der Visualisierung (grafische Darstellung)



4. Inwertsetzung der Daten

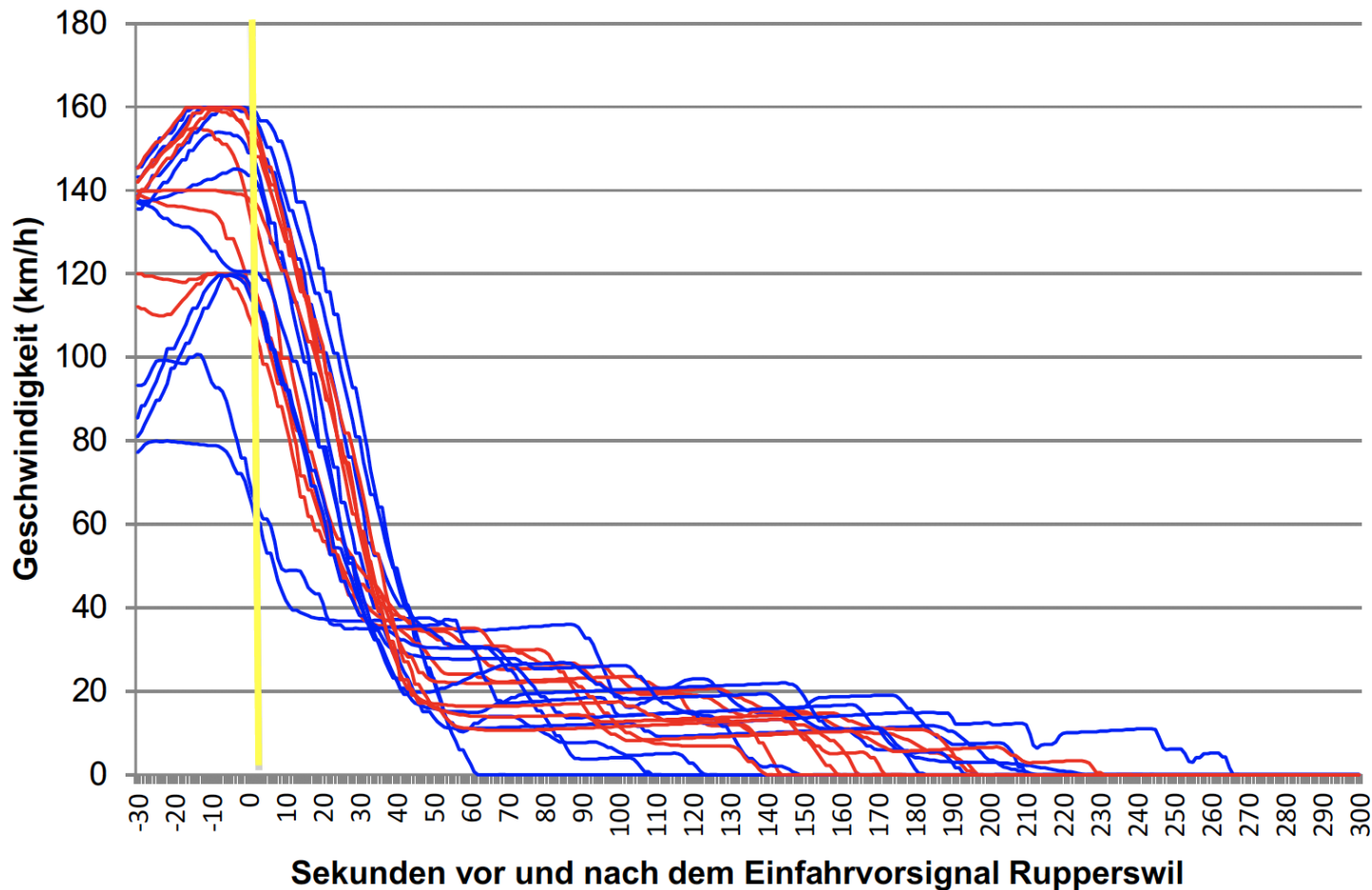
Beispiel: Geschwindigkeit – Weg Diagramm





4. Inwertsetzung der Daten

Beispiel: Geschwindigkeit – Zeit Diagramm

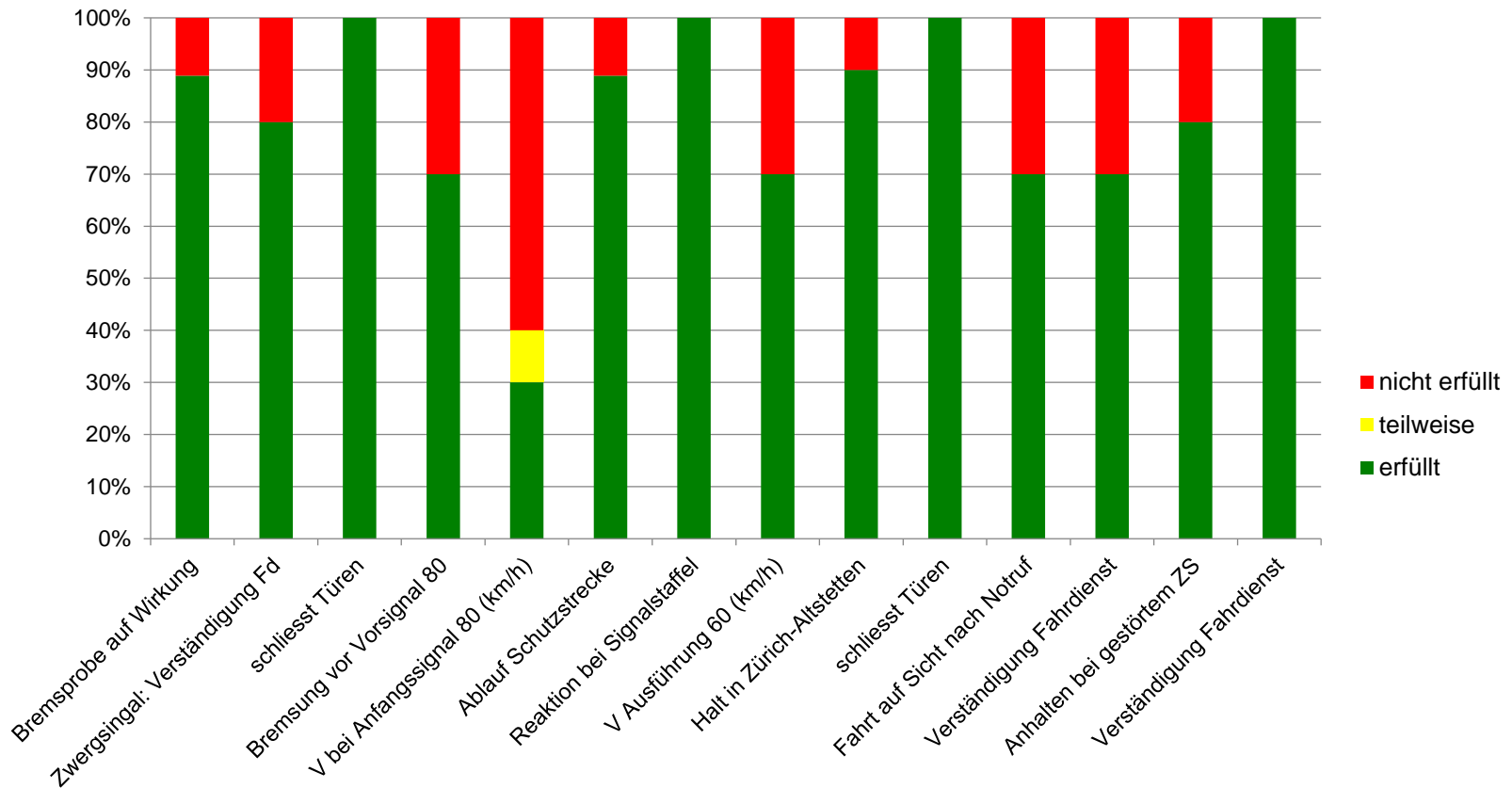




4. Inwertsetzung der Daten

Beispiel: Qualitative Daten

Baden - Zürich ohne Zeitdruck: Verteilung der Fehler



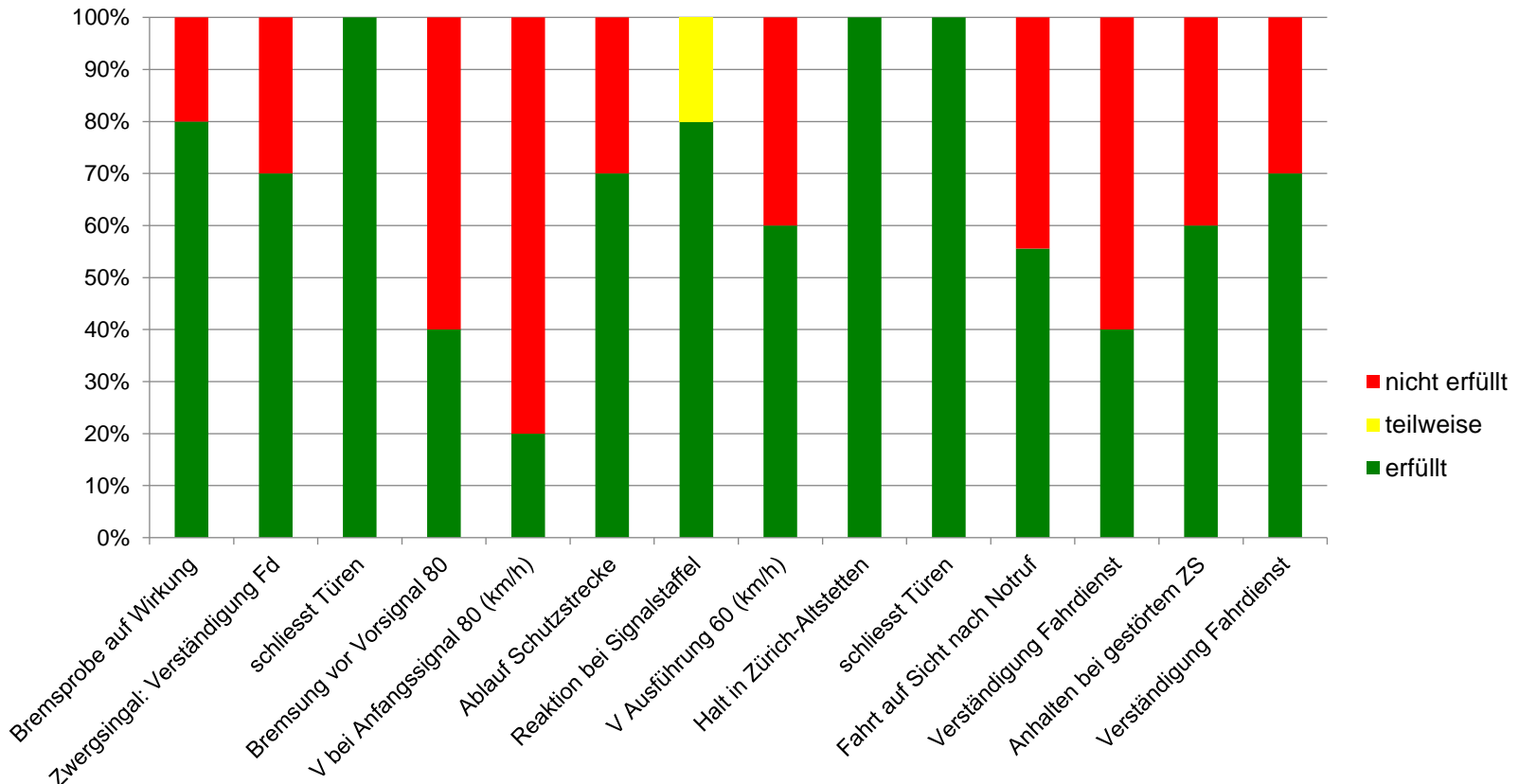
Reihenfolge der Dilemmata auf der Fahrt von Zug 33837 Baden - Zürich



4. Inwertsetzung der Daten

Beispiel: Qualitative Daten

Baden - Zürich mit Zeitdruck: Verteilung der Fehler



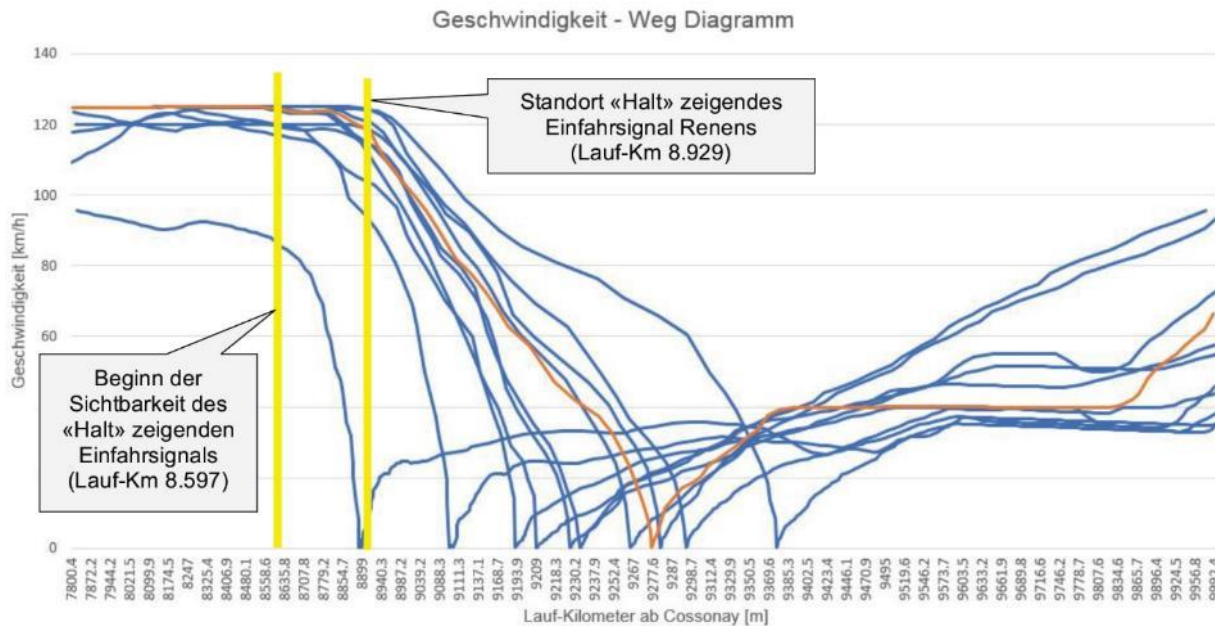
Reihenfolge der Dilemmata auf der Fahrt von Zug 33837 Baden - Zürich



4. Inwertsetzung der Daten

Beispiel: Geschwindigkeit – Weg Diagramm

Fallstudie: Einfahrtsignal zeigt unerwartet „Halt“



Referenzgraph (Durchschnitt manuelle Fahrt)



4. Inwertsetzung der Daten

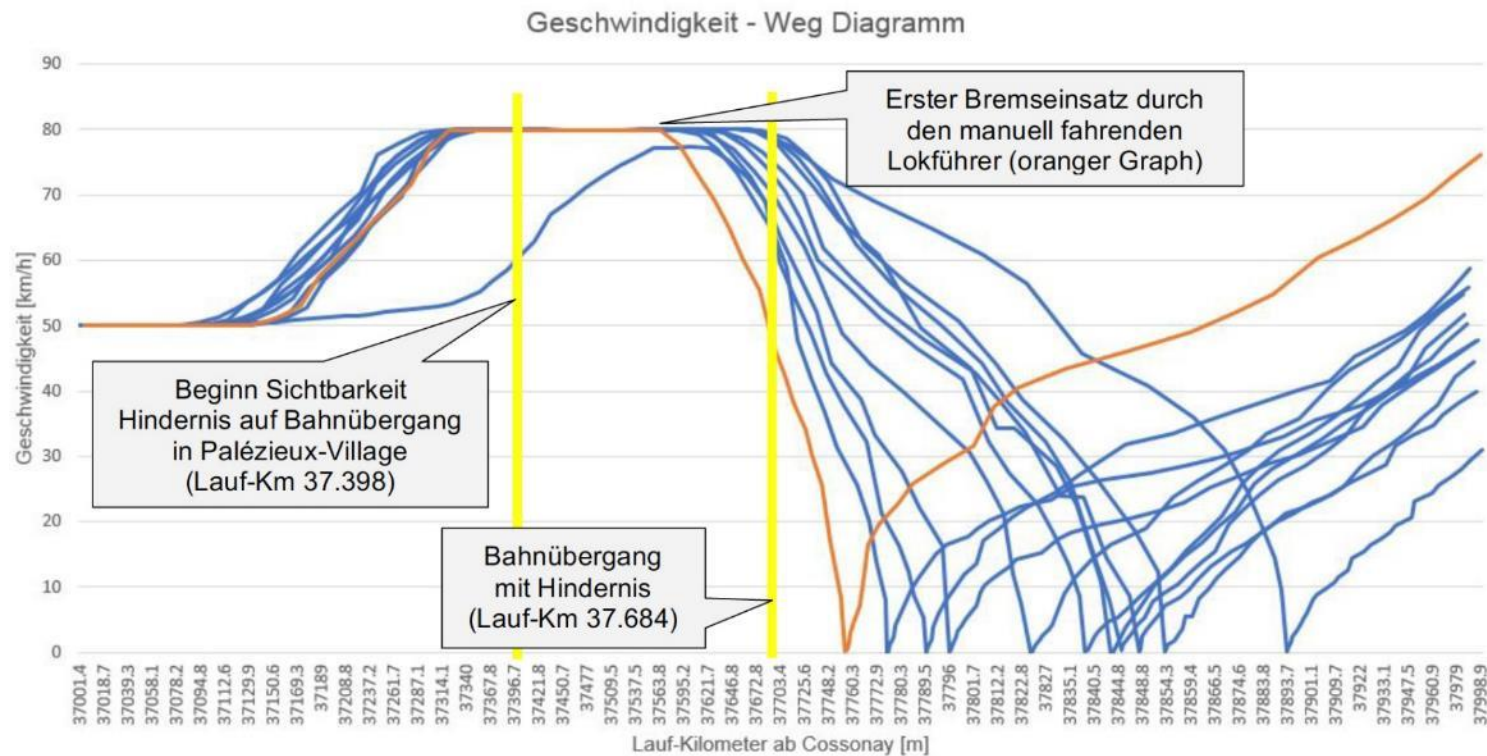
	Bremseinsatz [Lauf-Km]	Distanz [m]	V [km/h]	Zeit [s]	Ø Reaktion t _R [s]
Proband_OR	8.768	161	123.8	4.7	5.1
Proband_1	8.883	276	124.6	8.0	
Proband_2	8.753	146	123.3	4.3	
Proband_3	8.675	68	81.8	3.0	
Proband_4	8.828	221	122.5	6.5	
Proband_5	8.853	246	120.0	7.4	
Proband_6	8.796	189	110.8	6.1	
Proband_7	8.685	78	118.4	2.4	
Proband_8	8.770	163	125.0	4.7	
Proband_9	8.864	257	124.4	7.4	
Proband_10	8.761	154	118.9	4.7	
Proband_11	8.691	84	112.0	2.7	
Proband_12	8.768	161	110.0	5.3	
Proband_13	8.655	48	109.1	1.6	
Proband_14	8.666	59	117.6	1.8	
Proband_15	8.817	210	121.4	6.2	
Proband_16	8.883	276	124.6	8.0	
Proband_17	8.828	221	122.5	6.5	



4. Inwertsetzung der Daten

Beispiel: Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm

Fallstudie: Hindernis auf Strecke

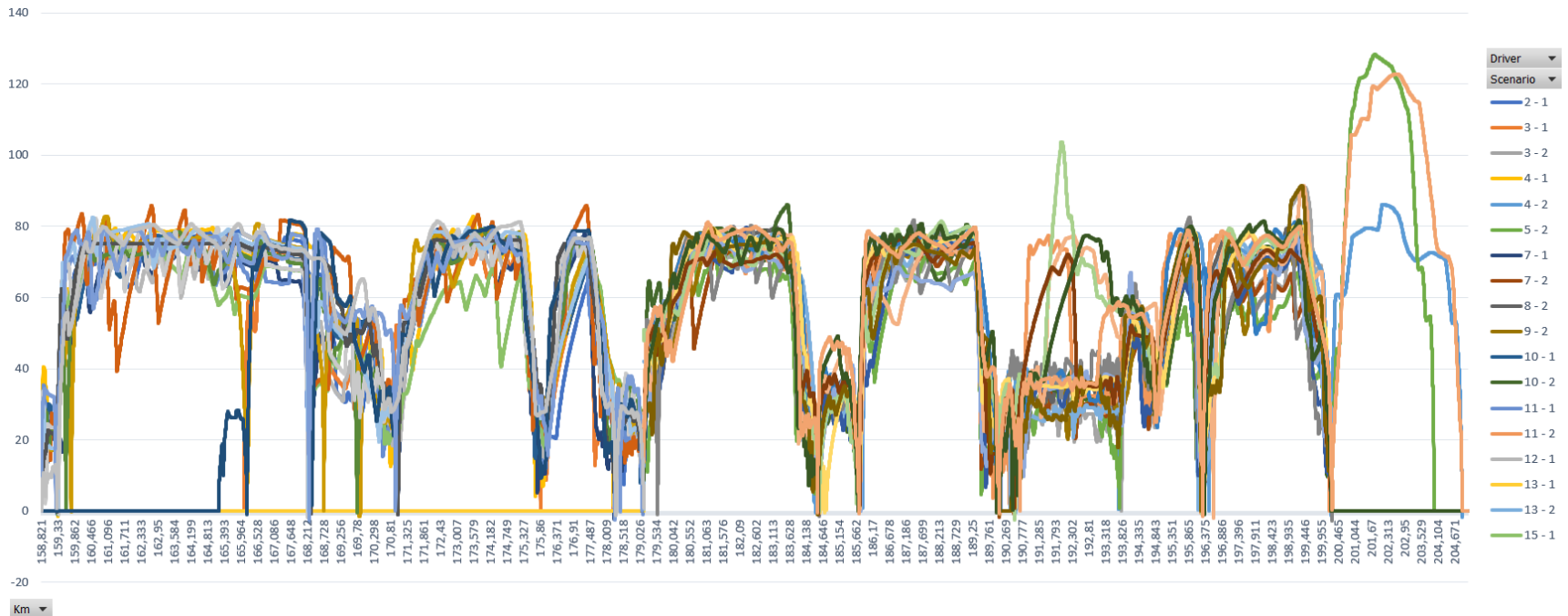




5. Ausblick

Immersive Visualisierung für grosse Datenmengen

Visualisierung von Locsim-Daten:





5. Ausblick

Fallstudien mit 50 Simulationen auf der Strecke Airolo – Bellinzona:

- Streckenlänge 46 km;
- 6'000'000 numerische Daten;
- Geografischer Bezug der Daten;
- Fokus: Verteilung bestimmter Handlungen;
- Darstellung im 3D-Modell.



5. Ausblick

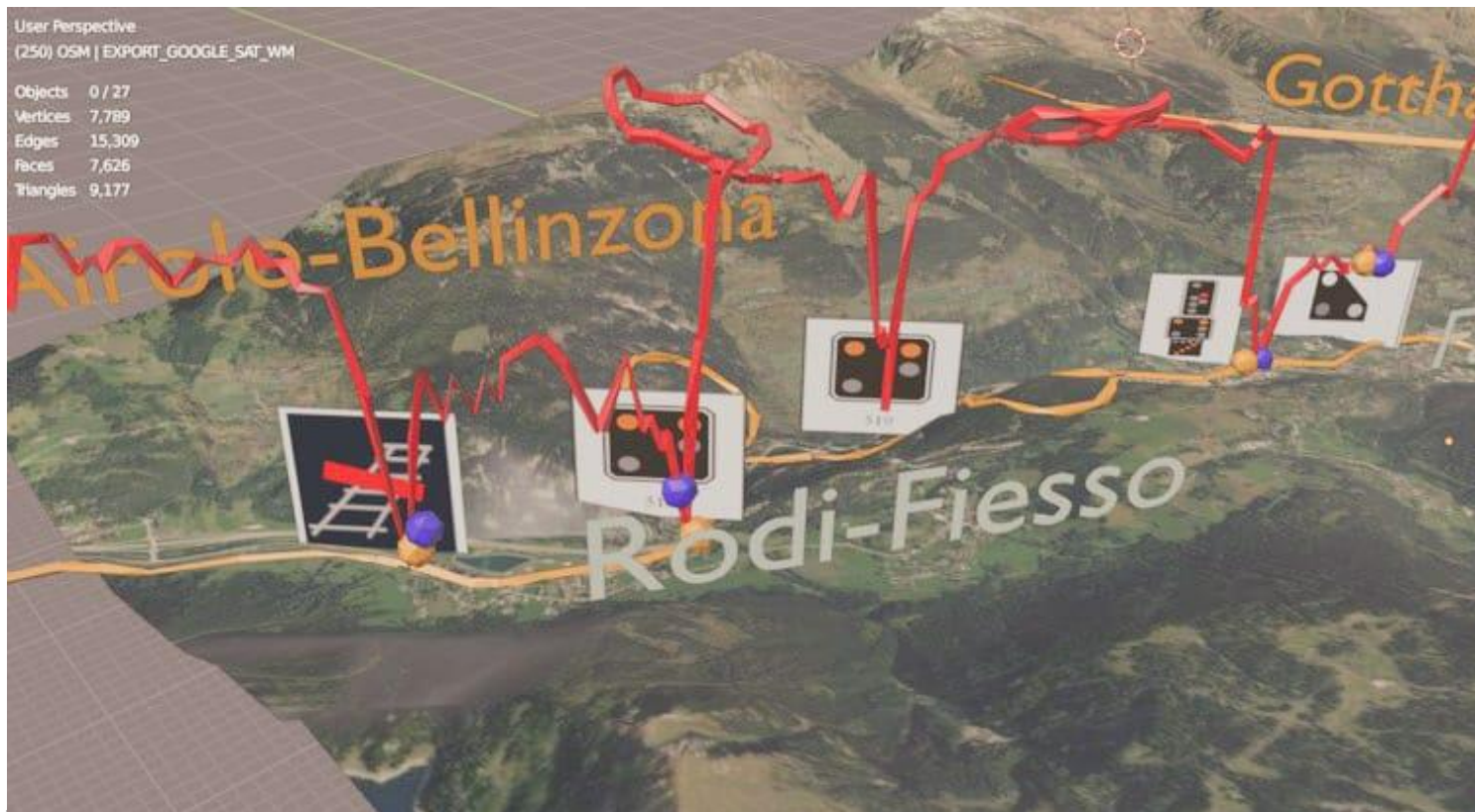
3D-Modell für Auswertung mittels Anwendung von Virtual-Reality-Instrumenten:





5. Ausblick

3D-Modell für Auswertung mittels Anwendung von Virtual-Reality-Instrumenten:





Diskussion

