

# Grundlagen der Automatisierung im Eisenbahnverkehr

Dr. Marc Sinner  
Vorstandsmitglied der Fachgruppe Mobility

16. November 2022, ETH Höggerberg

# Ziele

1. Aufzeigen, dass kein anderes Verkehrsmittel leichter zu automatisieren ist als die Bahn (auch wenn die Tech-Branche von autonomen Autos träumt)
2. Einen (sehr) kurzen Überblick über den Stand der Technik, die bestehenden Anwendungen und deren Treiber geben.



## TECHNISCHE GRUNDLAGEN DES EISENBAHNBETRIEBS

# Die wesentlichen Unterschiede zwischen Strasse und Bahn

## Spurführung



## Fehlende Selbstorganisationsfähigkeit



Bildquellen:

- <https://bahnblogstelleblog.files.wordpress.com/2016/02/gleise-weiche-allgemein.jpg>
- <https://tageswoche.ch/wp-content/uploads/2014/09/imagescms-image-004581857.jpg>

# Freiheitsgrade der Bewegung

1 Freiheitsgrad



2 Freiheitsgrade

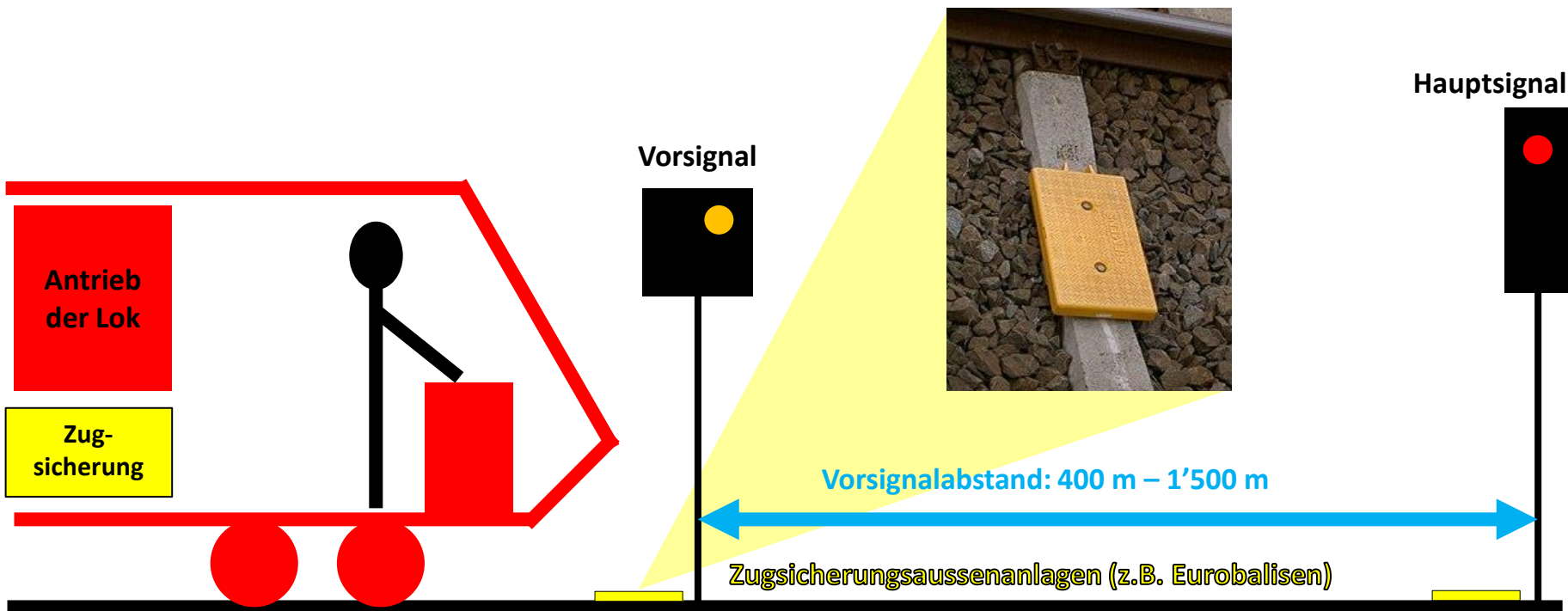


3 Freiheitsgrade

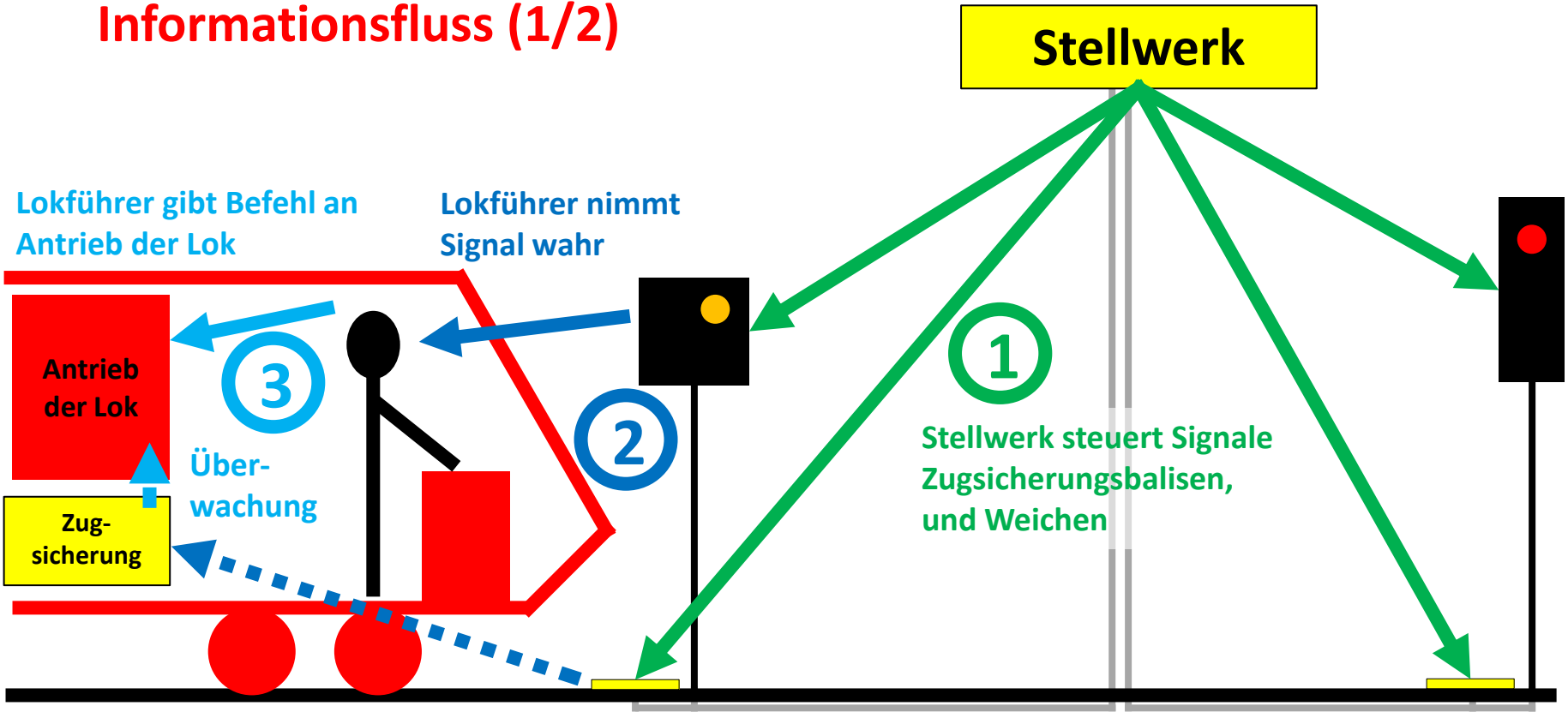




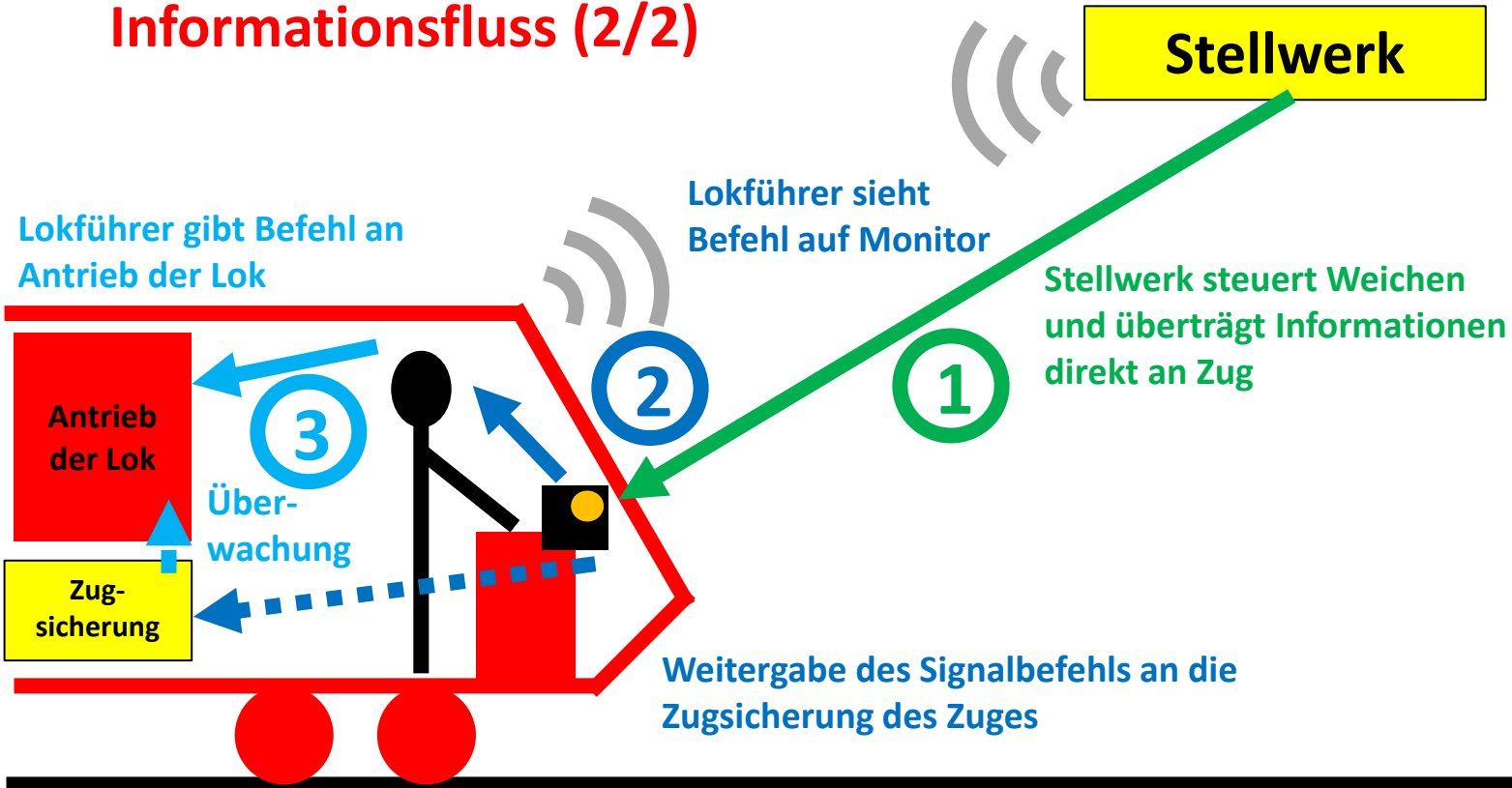
# Umsetzung der technischen Fahrwegsicherung



# Informationsfluss (1/2)



# Informationsfluss (2/2)











## STAND DER TECHNIK IM BEREICH DER BAHNAUTOMATISIERUNG

# Automatisierungsgrade nach Norm IEC 62267

Grade of Automation	Type of train operation	Setting train in motion	Stopping train	Door closure	Operation in event of disruption
GoA1 	ATP* with driver	Driver	Driver	Driver	Driver
GoA2 	ATP and ATO* with driver	Automatic	Automatic	Driver	Driver
GoA3 	Driverless	Automatic	Automatic	Train attendant	Train attendant
GoA4 	UTO	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic

\*ATP - Automatic Train Protection; ATO - Automatic Train Operation

Quelle: UITP (2016)

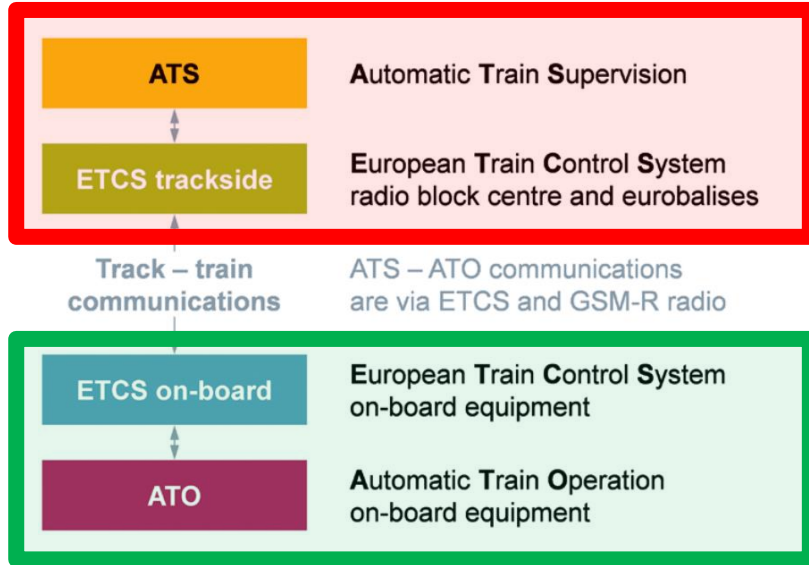
# Praxisbeispiel 1: automatische U-Bahnen



Quelle: UITP (2016)

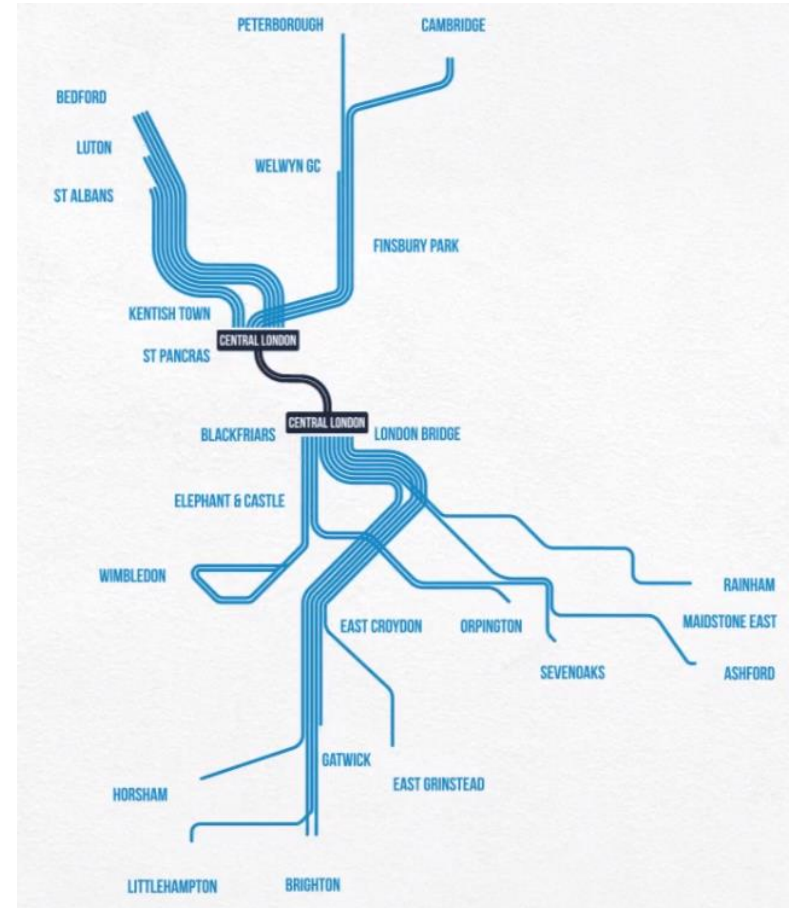
# Praxisbeispiel 2: Automatisches Fahren in hochbelasteten Netzteilen

## Infrastruktur / zentraler Rechner

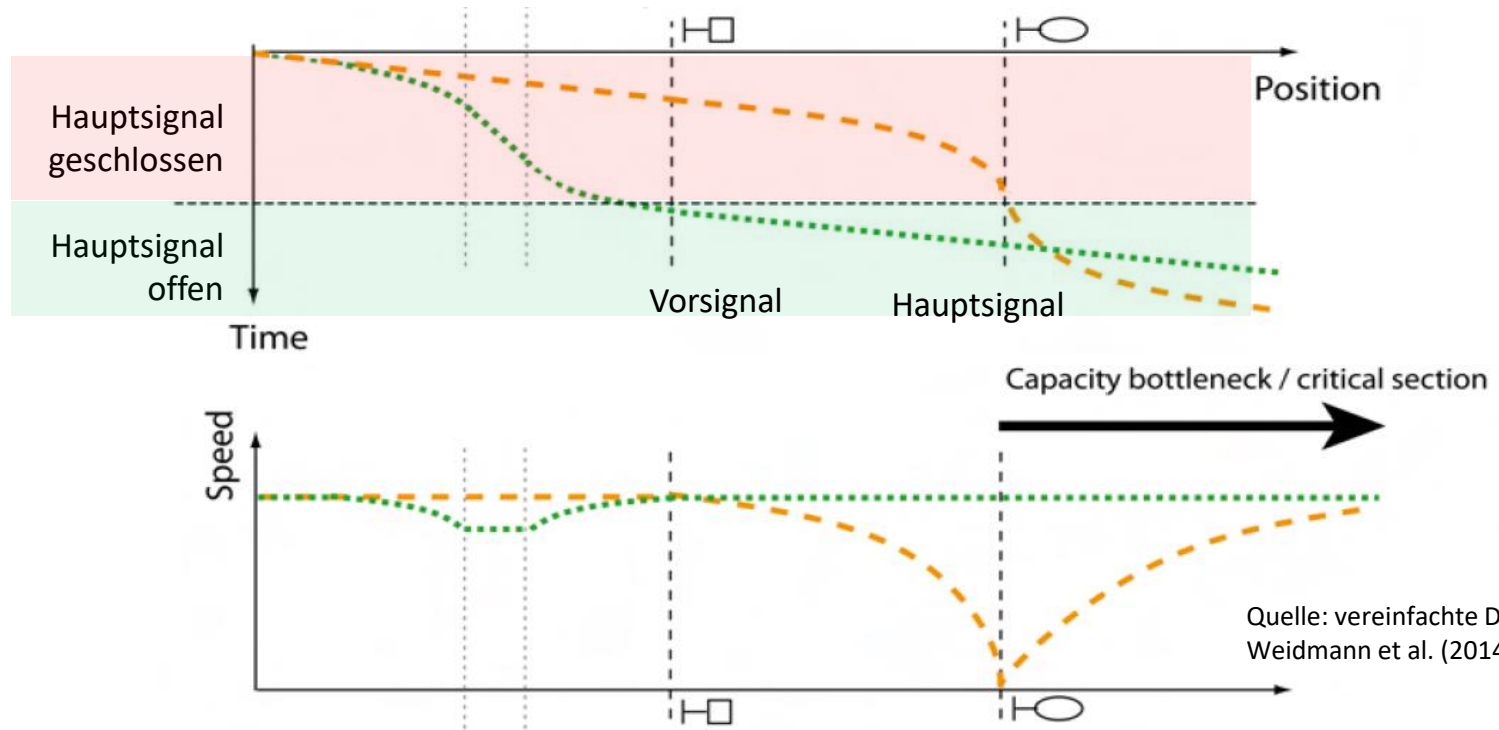


Quelle: Pelz & Dickgießer (2015)

Zug



# Optimierung des Bahnbetriebs durch präzisere Fahrweise



Quelle: vereinfachte Darstellung nach Weidmann et al. (2014) und Rao (2015)





## SCHLUSSFOLGERUNGEN



## Take-home Messages

1. Kein Verkehrssystem ist leichter zu automatisieren als die Bahn.
2. Automatisierung ist im U-Bahn-Bereich längst Standard.
3. Treiber der Automatisierung im U-Bahn-Bereich: Betriebskosten und Flexibilität in Zusammenhang mit Frequenz.
4. Treiber der Automatisierung im Vollbahnbereich: präzisere Fahrweise zur Optimierung der Kapazitätsausnutzung.

# Referenzen

- Pelz, M. & B. Dickgießer (2015) Lösungen für automatisiertes Fahren im Fern-, Güter und Regionalverkehr, *Signal und Draht*, **107** (9) 35-39.
- Rao, X. (2015) Holistic rail network operation by integration of train automation and traffic management, *Dissertation, IVT Schriftenreihe*, **172**, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich.
- Sinner, M. (2018) Wenn die Lok ohne Führer fährt, Vortrag an *Treffpunkt Science City: Total Mobil*, Zürich, November 2018.
- Sinner, M. (2019) Effects of the Autonomous Bus on the Railways System, *Dissertation, IVT Schriftenreihe*, **186**, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich.
- UITP (2016) World Report on Metro Automation, Statistics Brief, UITP, Brüssel, [https://www.uitp.org/sites/default/files/cck-focus-papers-files/UITP\\_Statistic\\_Brief\\_World\\_Metro\\_Automation\\_2016\\_Final02.pdf](https://www.uitp.org/sites/default/files/cck-focus-papers-files/UITP_Statistic_Brief_World_Metro_Automation_2016_Final02.pdf), Zugriff am 25.10.2018.
- Weidmann, U., M. Laumanns, M. Montigel und X. Rao (2014) Dynamische Kapazitätsoptimierung durch Automatisierung des Bahnbetriebs, *Schweizer Eisenbahn-Revue*, **37** (12) 606-611.