KI in der Verkehrsführung

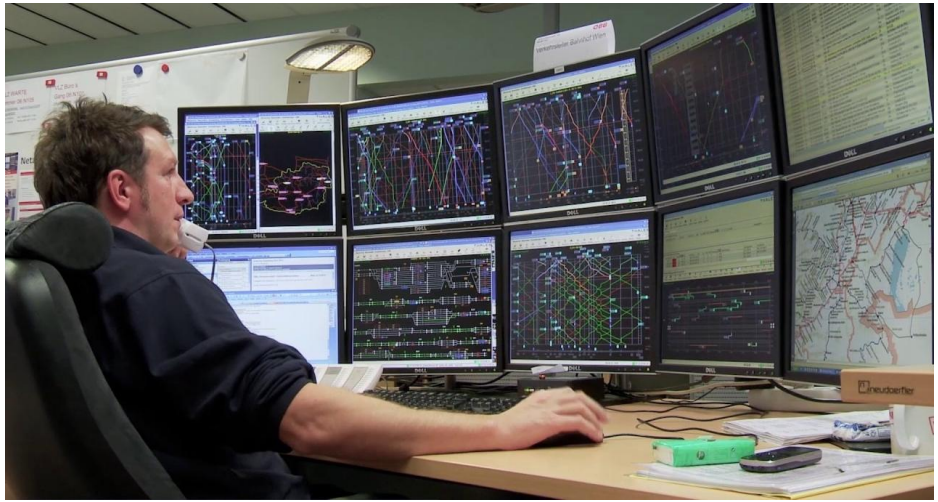
Symposium der Schienen-Control

November 2026



Ausgangssituation





ansteigendes Verkehrsvolumen

- Steigender Kapazitätsbedarf und hohe Streckenauslastung
- Ausgleichende Puffer fallen weg, Verkehre werden immer knapper und dichter beplant

Herausforderungen für Fahrdienstleiter

- erfahrene Kolleg:innen gehen in Pension
- Systemkomplexität übersteigt zunehmend die menschlichen Möglichkeiten
- Auswirkung von Entscheidungen wird immer schwerer abschätzbar

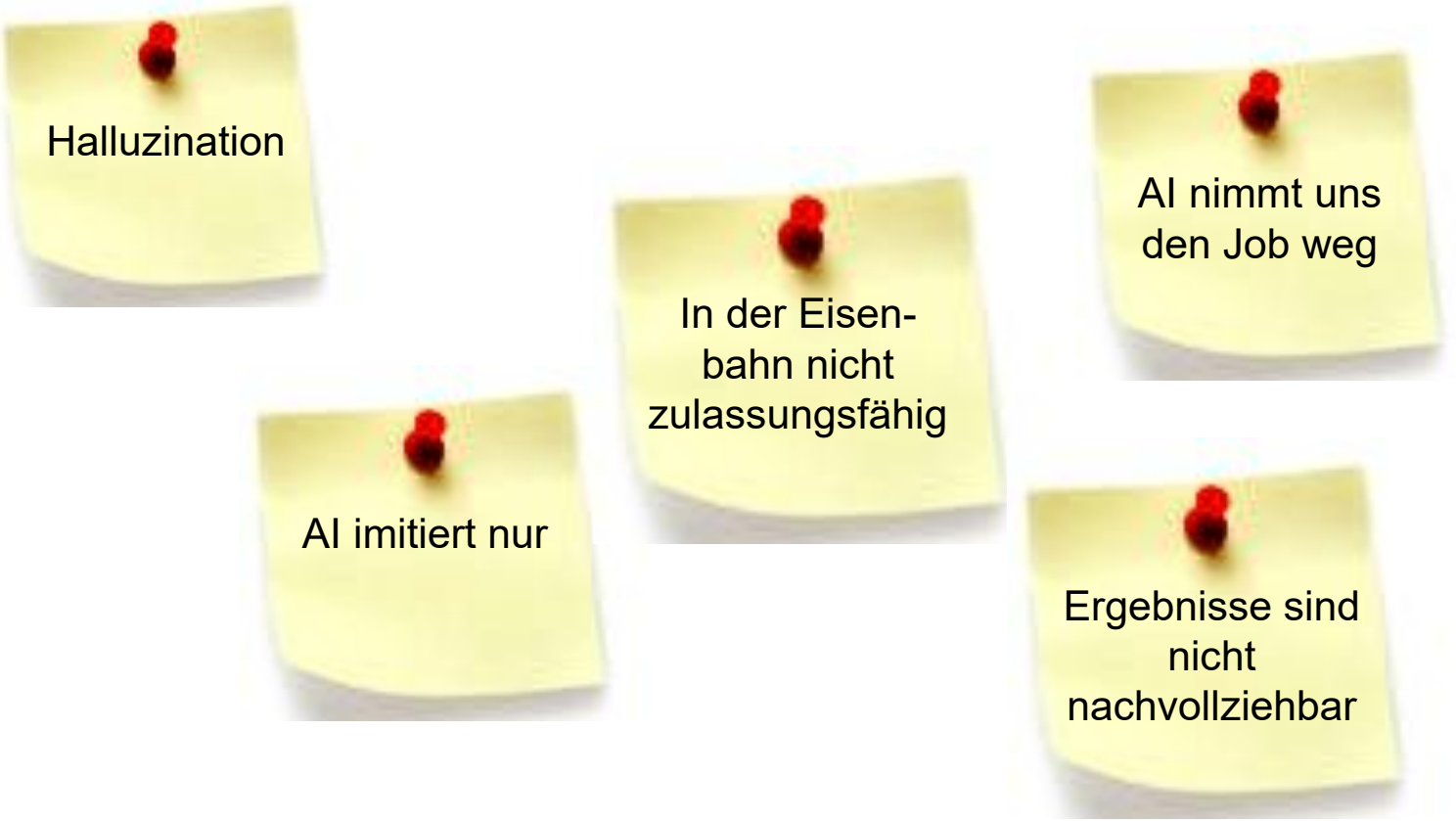
TLP gelb (Adressatenkreis)

Potenziale von AI (oder: warum befassen wir uns damit?)

- Ermöglicht es **weiter** (zeitlich-räumlich) **in die Zukunft** zu blicken und vorausblickende Entscheidungen zu treffen bzw. präventiv (vor dem Problemauftreten) zu agieren.
- Eine AI kann mehr Abhängigkeiten zwischen Zügen bzw. **Verkettungen** von Abhängigkeiten in ihrer Entscheidungsfindung berücksichtigen.
- Befähigt zu einen **Paradigmenwandel** von der von der bestehenden generischen Regellogik (ein Set an Regeln, die für alle Fälle gelten) hin zu einer situativen, zielabhängigen Entscheidungsfindung.
- Erlaubt uns eine **Multizieloptimierung** zu initiieren, also nicht nur die Kernziele (Verspätungsreduktion und Sicherung von Anschlüssen) zu erreichen sondern auch weitere Zieldimensionen (z.B. Kapazitätsnutzung, Vorhersagbarkeit, Stabilität, Flow-Optimierung) angemessen zu berücksichtigen.
- Ein weiteres Potenzial besteht darin dass auf diesem Weg der ganze **Möglichkeitenraum** (Finden von „unerwarteten“ Lösungen) ausgeschöpft wird.

TLP gelb (Adressatenkreis)

Vorbehalte zu AI



(auch) darum befassen wir uns jetzt mit AI!

- Evaluieren der **Tauglichkeit**: kann das Problem tatsächlich von AI profitieren oder gibt es eine einfachere Lösung?
- Identifizieren der **geeigneten Modelle/Methoden**: Was passt zum Problem, den gegebenen Daten, der Art des Umfelds und den Ansprüchen an die Sicherheit?
- Identifizieren von **Einsatzgrenzen** und Limits: Jede AI hat ihre Grenzen – es ist wichtig diese (und die Gründe dafür) zu verstehen.
- Gewinnung der **konzeptionellen Erfahrung** die vor einer technischen Lösung erforderlich ist (Problembeschreibung, Zielformulierung, statistische Grundlagen, Setup des Lernens).
- Praxiserfahrungen zur **Explainable AI** gewinnen – welche Erklärungsebene ist erforderlich damit der/die Nutzer:in der AI ausreichend vertrauen kann?
- Auch wenn die spezifischen, regulativen **Grundlagen** noch in Arbeit sind befassen wir uns bereits mit ableitbaren Erkenntnissen aus anderen Branchen, die den AI-Einsatz bereits konkretisieren (z.B. Aviation).

TLP gelb (Adressatenkreis)


ÖBB
INFRA
Advisory System
HEUTE. FÜR MORGEN. FÜR UNS.

Was ist Advisory System?

- Es handelt sich um ein **Ergänzungssystem**, welches Fahrdienstleiter:innen in seiner/ihrer Arbeit unterstützen soll.
- Es führt eine (erweiterte) **Konfliktdetektion** durch, um den/die Fahrdienstleiter:in auf Situationen, die zu behandeln sind aufmerksam zu machen (die Hoheit ob das erfolgt liegt nach wie vor beim bedienenden Menschen).
- Liefert einen **qualifizierten Vorschlag** zur Konfliktlösung zurück, dem der/die Fahrdienstleiter:in folgen kann (setzen der entsprechenden Handlungen im TMS) aber nicht muss (→ Lerngrundlage für uns). Der Mensch bleibt der Letztentscheider – Advisory System liefert nur einen qualifizierten und begründeten Vorschlag.
- Durch eine (simulative) **Auswirkungsabschätzung** und auch Erklärungen wird die Entscheidungsgrundlagen aber auch die Konsequenzen von (möglichen) Handlungen greifbar gemacht.

TLP gelb (Adressatenkreis)

Enablerfunktionen für AI

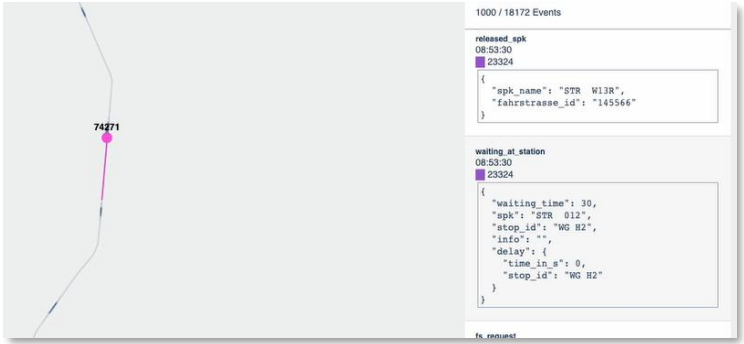
Simulationsumgebung

- Vereinfachte Simulationslogik zur Abbildung der operativen Aspekte.
- Verwendung definierter Szenarien (Fahrplan und eingeführte Störungen).
- Tests verschiedener AI-Algorithmen sind damit wiederholbar und neutral vergleichbar.

Auswirkungsabschätzung

- faktenbasierte Bewertung potenzieller Einflüsse
- dynamische Vorwärtssimulation
- Erfordert Simulation und AI (Antizipieren künftiger Entscheidungen).
- Herausfordernde Umsetzung (Performance).

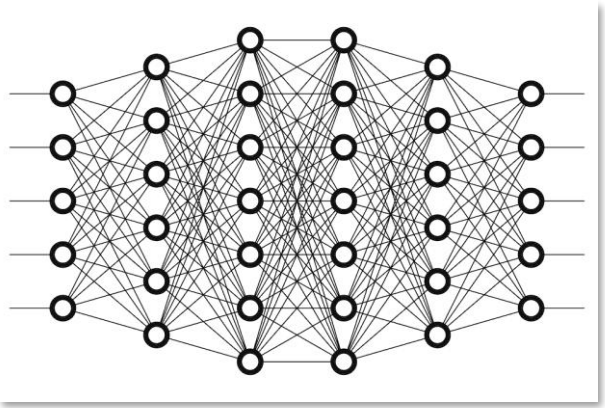


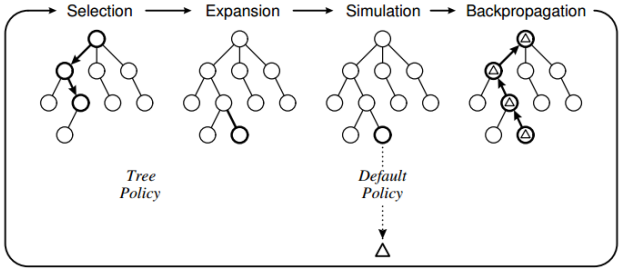


TLP gelb (Adressatenkreis)

AI – Logik zur Konfliktlösung

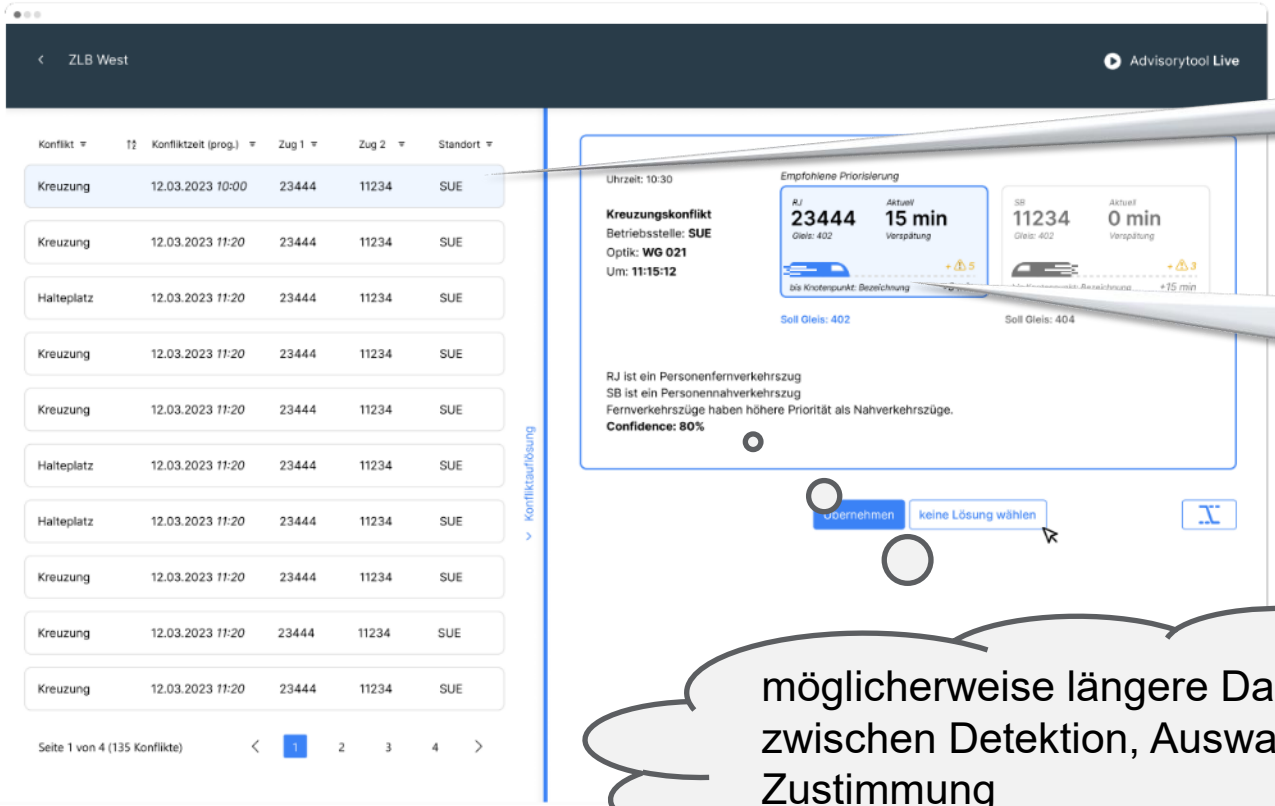
- Priorisierung und Dispositionshandlung wurden in zwei Modelle getrennt.
- Folgende **Priorisierungsmodelle** wurden getestet:
  - Zufall (Nullprobe)
  - Regelbasiertes Modell (Staus quo/Baseline)
  - AI – basierende Microsimulation
  - Neural Netzwerke
  - (deep) Reinforcement Learning
  - (Simulated annealing mit AI-Heuristiken)
- Das **Dispositionsmodell** besteht in einer mehrstufigen Logik aus Heuristik, simulativen Aspekten und AI.





TLP gelb (Adressatenkreis)

Konfliktauswahl



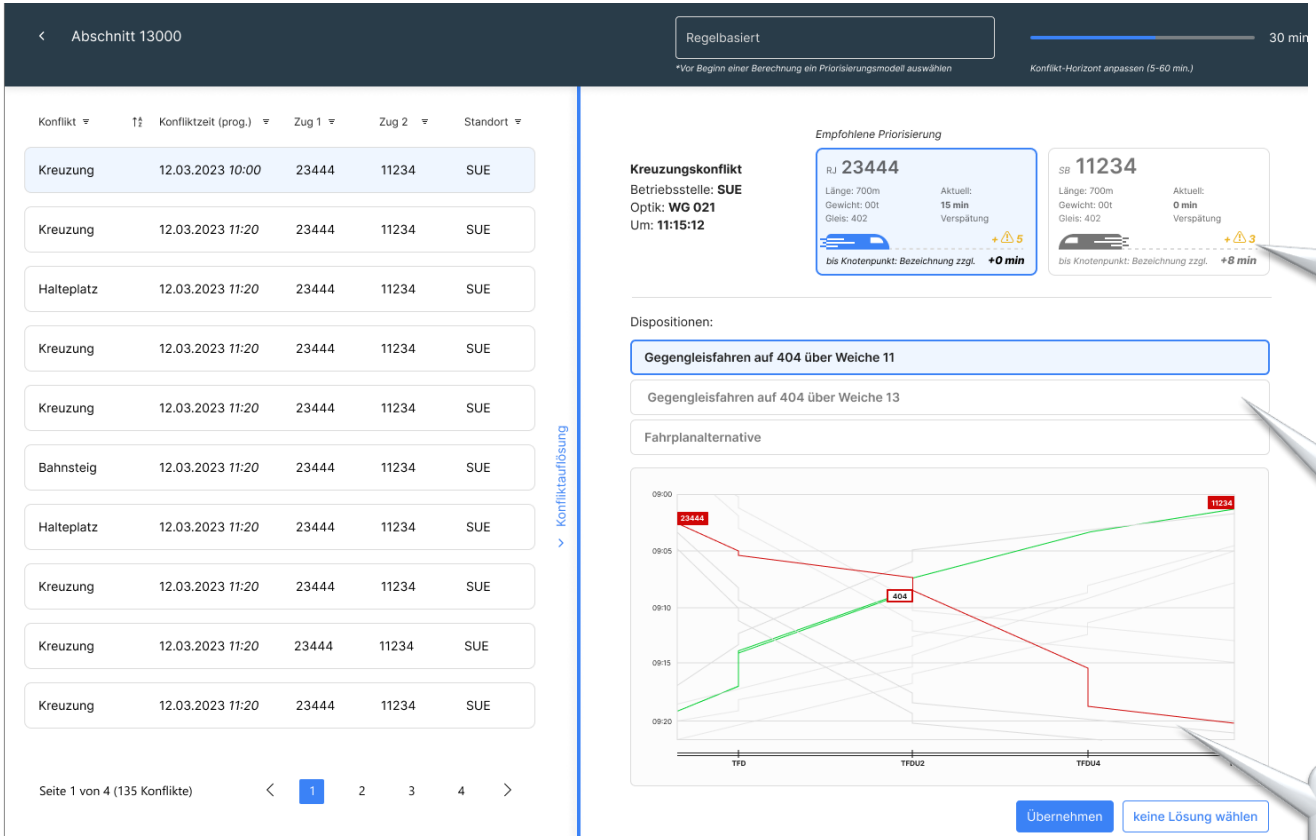
FDL klickt auf einen Konflikt

Konflikt wird dargestellt und Effekte berechnet

möglicherweise längere Dauer zwischen Detektion, Auswahl und Zustimmung

TLP gelb (Adressatenkreis)

Konfliktlösung-Workflow



Prioritäten-vorschlag und Auswirkungs-analyse

Dispositions-vorschlag und alternative Optionen

Darstellung in einem ZWL – Diagramm



Praxistests & nächste Schritte

HEUTE. FÜR MORGEN. FÜR UNS.

Unser Testansatz & Anspruch

Unser Anspruch: Das Werkzeug soll unter realen Bedingungen in typischen Anwendungssituationen von zuständigen Fachexperten evaluiert werden.

- **Simulationstest**: Gewährleistet eine belastbare Vergleichsbasis: Alle vier Algorithmen bearbeiten identische Herausforderungen. Untersucht wurde jeweils ein Fahrplantag mit verschiedenen Störungen und Szenarien. Ergebnis ist eine Shortlist für die vertiefte Prüfung.

- **Live-Tests:** Nutzen reale Verkehrssituationen (Realdaten) aus einem ausgewählten Testbereich. Die Bedienung übernimmt ein Fahrdienstleiter dieses Zuglenkbereichs.
  - *Schulterblick-Tests*: Basieren auf Echtdaten, jedoch ohne Integration in den Produktionsprozess. Die Entwickler erhalten unmittelbar Feedback.
  - *Echttests*: Finden an definierten Tagen in der realen Betriebsumgebung statt. Das Tool wird unter tatsächlichen Bedingungen eingesetzt, etwa bei Stress- und Sonderlagen. Grundlage der Auswertung sind technische Logs und Nachbefragungen.

TLP gelb (Adressatenkreis)

Ergebnisse des Testlaufes 2026

Vergleichbare **Simulation** in drei Szenarien. Simulation erfolgte ohne menschliche Glättung, Bewertung als relativer Vergleich zum bestehenden regulatorischen Rahmen.

Szenario	# verspäteter Halte	Folgekonflikte
leicht	0,5% bis 3,5% weniger	12% bis 13% weniger
mittel	2% bis 10% weniger	14% bis 15% weniger
schwer	6,5% bis 9% weniger	12% weniger

Funktionale **Live-Tests** an festgelegten Betriebstagen

- Kann AI die Entscheidungsfindung in einem Konflikt unterstützen?
- Kann eine neutrale, datenbasierte Bewertung der Auswirkungen möglicher Dispositionshandlungen den Entscheidungsprozess unterstützen?

Akzeptanzrate zwischen 57% und 79%*

Zufriedenheit (Schulnote): 2

BE.dib

Derzeit laufende Aktivitäten Schritte

Wir erweitern wir den Prototypen wie folgt inhaltlich-funktional, um einen Reifegrad zu erreichen, der danach einen Transfer in eine Produktionsumgebung ermöglicht:

- Konkretisierung **Priorisierungsmodell**: Abbildung von operativen Spezialfällen (z.B. Freifahren, Yoyo-Effekt,…) bzw. Erweiterung der AI-Logik um eine weiterreichende Verkettung von Zügen.
- Aufbau des **Dispomodells** als Pipeline: Umsetzung als mehrstufiges Verfahren, das nach der Festlegung eines räumlichen Kontexts eine geeignete Dispositionsstrategie auswählt und in einem mehrstufigen Verfahren die drei besten Verfahren mit AI-Unterstützung auswählt und dem Fahrdienstleiter anbietet.
- Die **Datengrundlage** wird weiter angereichert und die Auswirkungsabschätzung stärker auf einem **Realverhalten** (statt einem berechneten Ideal) ausgerichtet.
- räumliche Ausdehnung**:** Das System wird nun auf der gesamten **Weststrecke** von Passau bis Wien Hbf. verprobt.

TLP gelb (Adressatenkreis)


ÖBB
INFRA
Danke für die Aufmerksamkeit!
HEUTE. FÜR MORGEN. FÜR UNS.