



## **Präzises Steuern aus der Betriebszentrale**

aktuelle Aktivitäten zur Zuglaufregelung und Dispositionsunterstützung  
beim Betrieb der DB Netz AG

# Die DB Netz AG bildet das Rückgrat des Schienenverkehrs in Deutschland

## Kernaufgaben der DB Netz AG



### Vertrieb und Fahrplan

Wir entwickeln für unsere Kunden  
**passende Fahrplanangebote**



### Betrieb

Wir sorgen für einen **sicheren**  
und **effektiven Betrieb**



### Erhalt Bestandsnetz

Wir erhalten die **hohe Qualität**  
**unserer Infrastruktur**

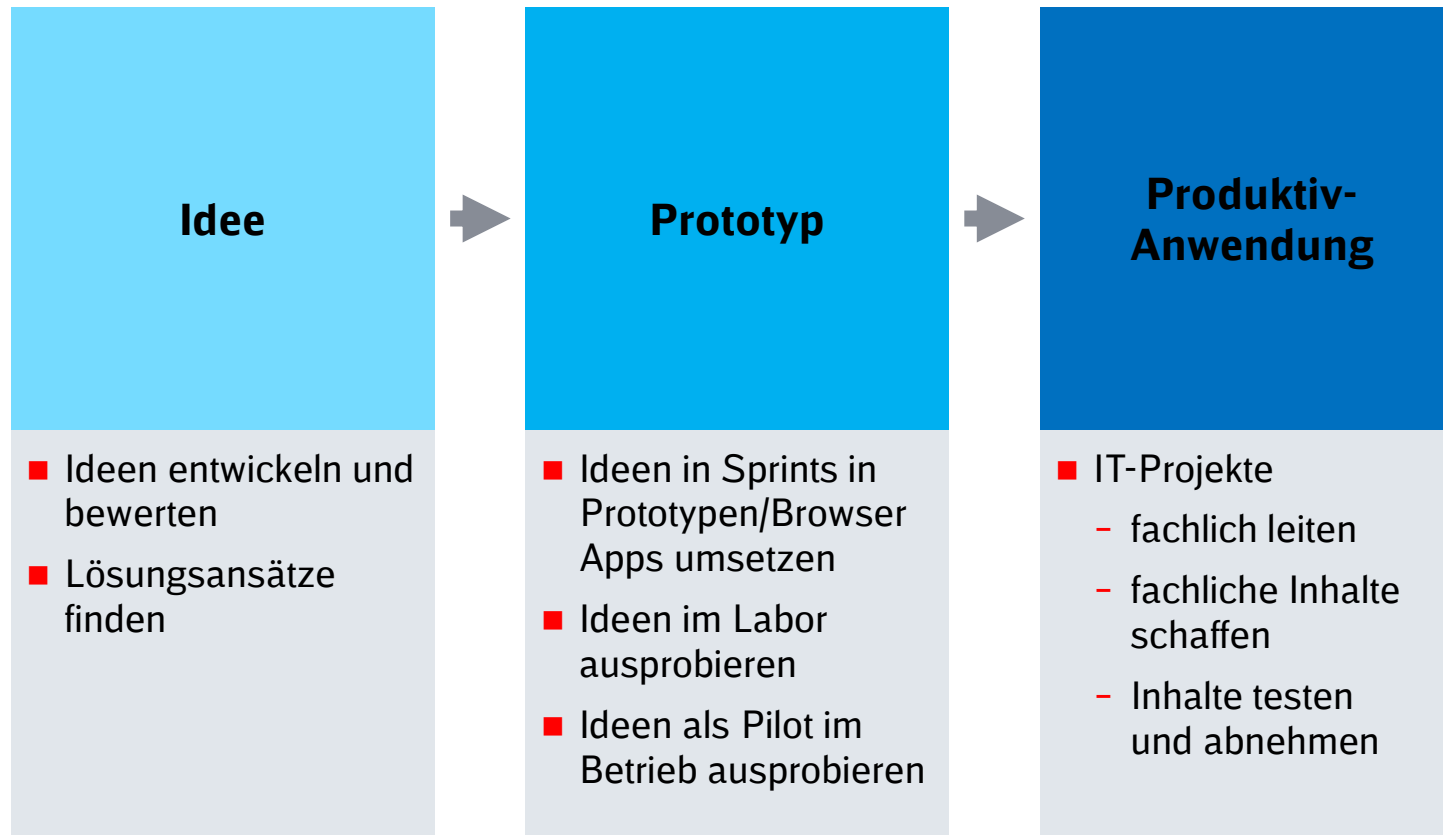


### Neu- und Ausbau

Wir ermöglichen  
**weiteres Wachstum**

Wir erstellen Algorithmen für anspruchsvolle IT-Verfahren  
und begleiten sie von der Idee bis zur Produktiv-  
anwendung

**Aufgaben des Teams Algorithmenentwicklung Betrieb I.NPB 1(I)**



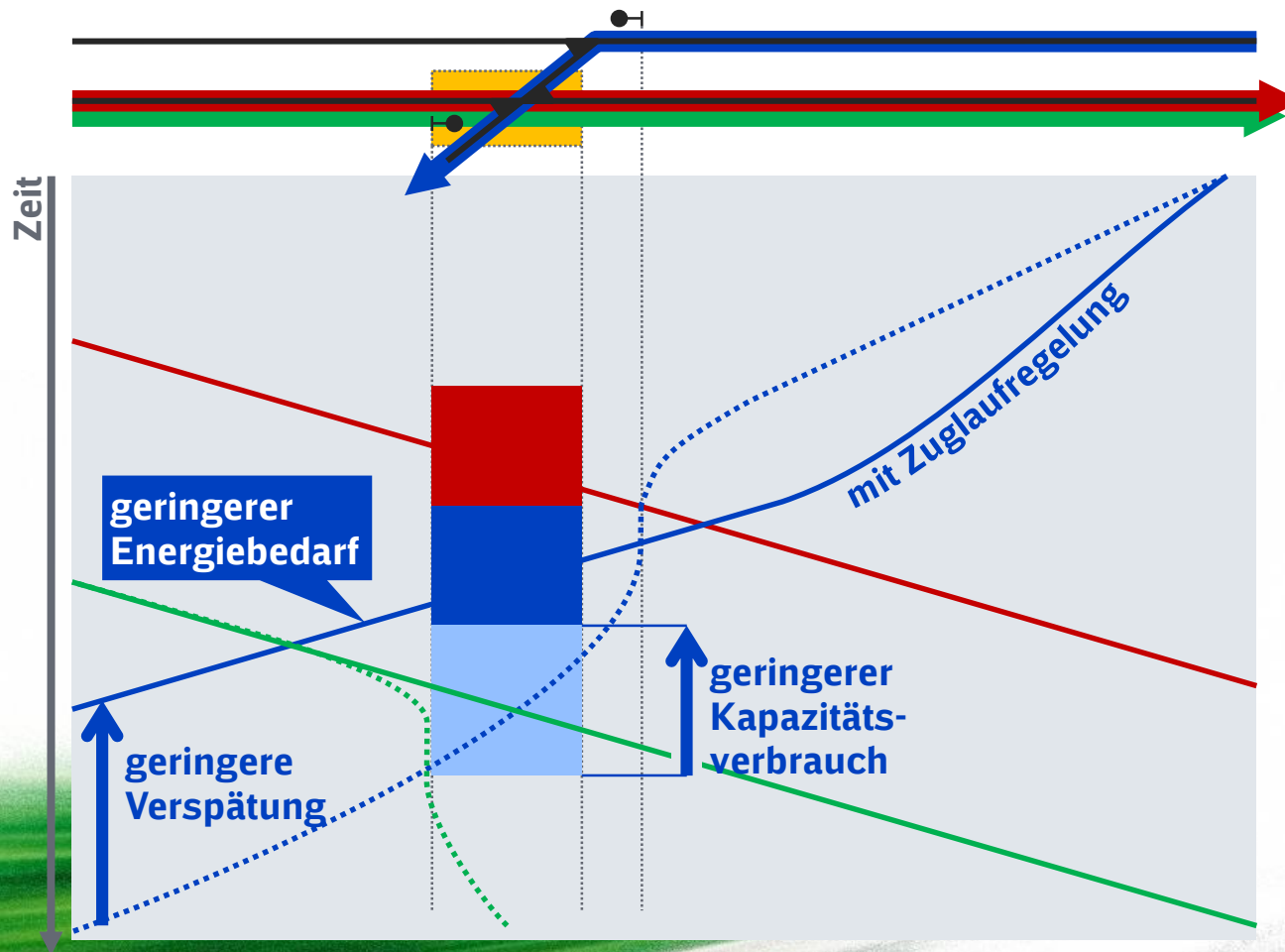
## Herausforderungen für den Betrieb

- weiter zunehmende Verkehre
- steigende Anzahl an Baustellen
- negative Auswirkungen auf die Qualität
- demografischer Wandel
- abgängige IT-Systeme

## Antworten

- Digitalisierung
- Automatisierung
- Optimierung
- Präzisierung

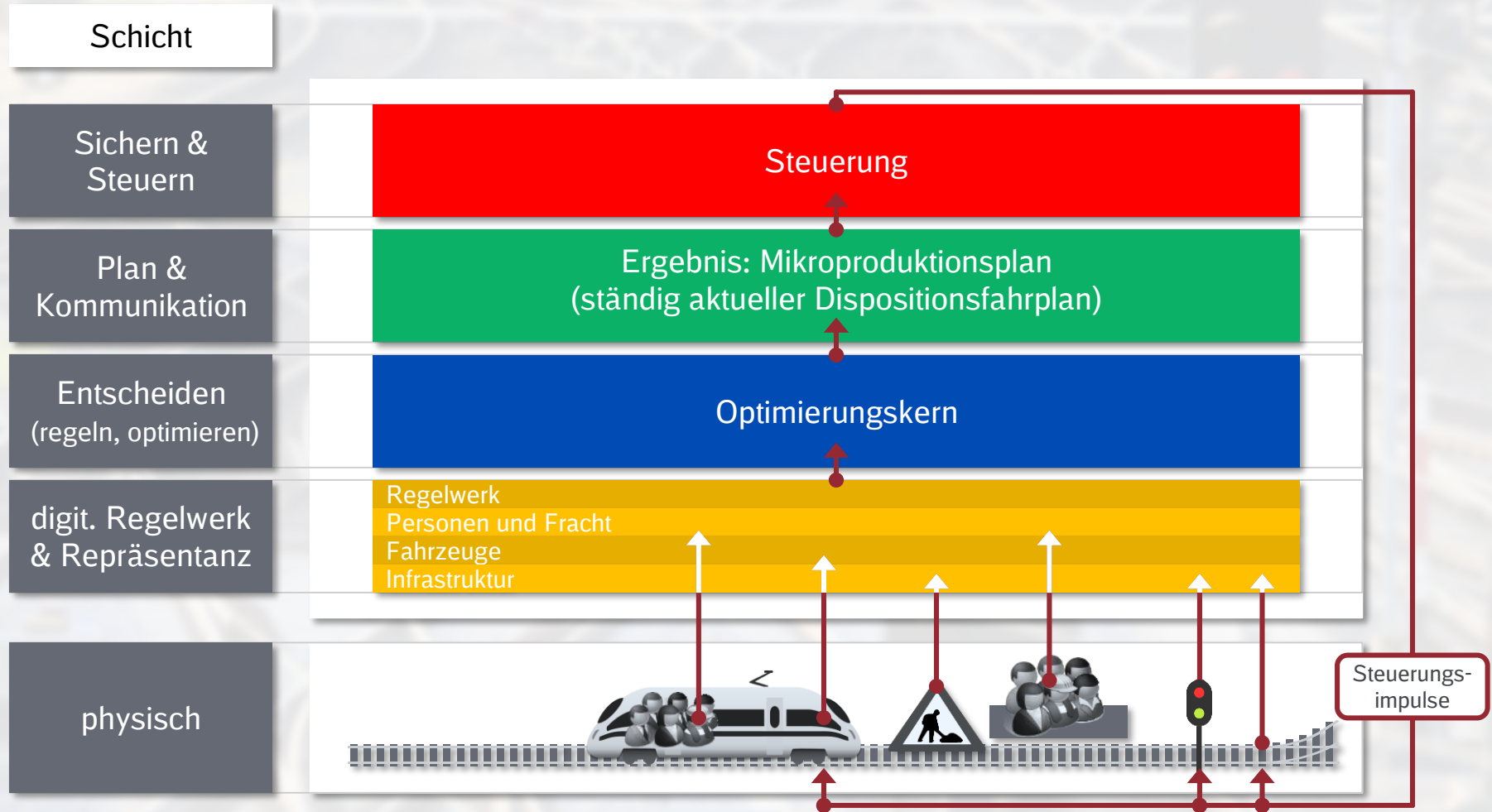
# Präzision im Betrieb erhöht die Qualität, verringert Kapazitätsverbrauch und Energiebedarf





# Kern der Vision des Betriebs ist ein digitaler Regelkreis zur Steuerung des Bahnverkehrs

## Produktionsmodell Betrieb



# Evolutionsstufen von manuellen Dispositionsentscheidungen zur automatischen Echtzeitoptimierung

## Disposition heute

**Disponent DB Netz**  
disponiert den Betrieb manuell und erfahrungsbasiert

**Konfliktlösung:**  
Zug 3251 lasse ich in Adorf von Zug 4116 und Zug 312 überholen



**Dispositionssystem**  
liefert dazu Informationen

## Disposition mit Produktionsmodell Betrieb 1.0 (KE/KL + ZLR nach 2022)

**Disponent DB Netz**  
disponiert den Betrieb technisch unterstützt durch KE/KL

Lösungsvorschläge für Konflikt Zug 3251 - 4116	Bewertung
Überholung durch 4116 in Adorf	●
Überholung durch 4116 in B-Stadt	●
Nachfahren 4116 bis B-Stadt	●
Umleitung u.e.B. 3251 ü. Zellwald	●



### Produktionsmodell Betrieb 1.0

- schlägt Lösungen mit zwei Zügen vor
- Zuglaufregelung**
- berechnet und versendet darauf basierend Fahrempfehlungen an Triebfahrzeugführer (ZLR Vollfunktion)

KE/KL = Konflikterkennung und -lösung

## Mögliche<sup>\*)</sup> Zwischenschritte zum Zielbild 2035

**Disposition**  
wird in räumlich und zeitlich begrenzten Bereichen unterstützt und automatisiert

### Mögliche<sup>\*)</sup> Zwischenschritte:

- KL-Lösungsvorschläge mit mehr als zwei Zügen
- automatisierte Disposition hochbelasteter Einfädelungen z. B. in S-Bahn-Netzen
- teilautomatisierte Disposition bei weniger komplexen Verhältnissen, z. B. auf bislang nicht disponierten Strecken

### Produktionsmodell Betrieb 2.0, 3.0ff

- löst eine begrenzte Anzahl von Zugfahrkonflikten optimal, gemeinsam und in Echtzeit (real time rescheduling)
- nutzt mathematische Optimierung nach Zielkennzahlen

\*) Zwischenschritte werden im Fachprojekt PMB 2.0 entsprechend machbarer prozessualer und technischer Gleitpfade definiert

## Disposition mit Produktionsmodell Betrieb im Zielbild 2035

**Disponent DB Netz**  
setzt Vorgaben, digitalisiert Informationen, überwacht das System und greift ggf. korrigierend ein

**Zielvorgabe:**  
Kapazität im Engpass maximal ausnutzen!

**Ergebnis:**  
Mikroproduktionsplan aktualisiert mit optimaler Konfliktlösung für alle Züge



### Produktionsmodell Betrieb 2035

- berechnet Mikroproduktionsplan
- löst dabei alle Zugfahrkonflikte optimal, gemeinsam und in Echtzeit (real time rescheduling)
- alle relevanten Einflussgrößen liegen digital vor (Infrastruktur, Bereitstellungsfahrten, Anschlüsse, Fahrzeugumläufe, Verfügbarkeiten usw.)



# Wo stehen wir: Beispiele aus dem Betrieb

Feldtest KE/KL+ZLR  
(Konflikterkennung und -lösung + Zuglaufregelung)

Neues Dispositionssystem in Entwicklung  
(PRISMA mit iDIS)

Prototyp PMB-D mit Pilot Berlin & PlanKorridor  
(Produktionsmodell Betrieb - Disposition)

Grüne Funktionen der Zuglaufregelung

Weiterentwicklung der Zuglaufregelung



# KE/KL und ZLR wurden im Feldtest an Prototypen zur Umsetzungsreife gebracht

## Live-Tests KE/KL

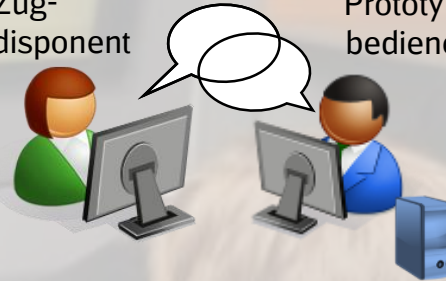
in drei Betriebszentralen

- Abgleich gefundener Konflikte und Lösungen



Zug-disponent

Prototyp-bediener



### Prototyp KE/KL:

Lösungsvorschlag	Bewertung
Biegen Zug 88845 von C bis D	●
Überholung von Zug 44610 in B	●
Überholung von Zug 44610 in D	●
Umleitung über Strecke 0815	●

## Live-Test Zuglaufregelung

auf der Strecke Stuttgart - Ulm

- Fahrbarkeit der Fahrempfehlungen



Prototyp-bediener

Triebfahrzeugführer



### ZLR- Fahrempfehlung:

(140) km/h für 2:46 min

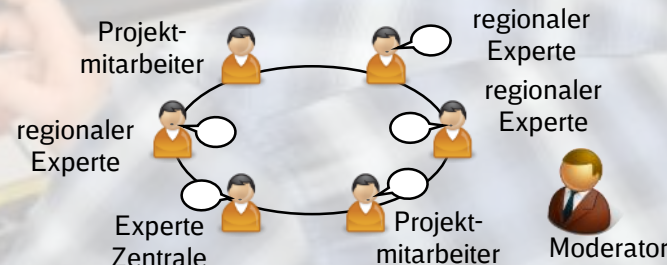


## Expertenrunde

- enger Einbezug von Experten der BZn und Netz-Zentrale

### Ergebnis:

praxistaugliche Algorithmen



# Das neue Dispositionssystem LeiDis-D wird mit Anwendern u.a. in Piloten entwickelt, Einführung erfolgt 2022

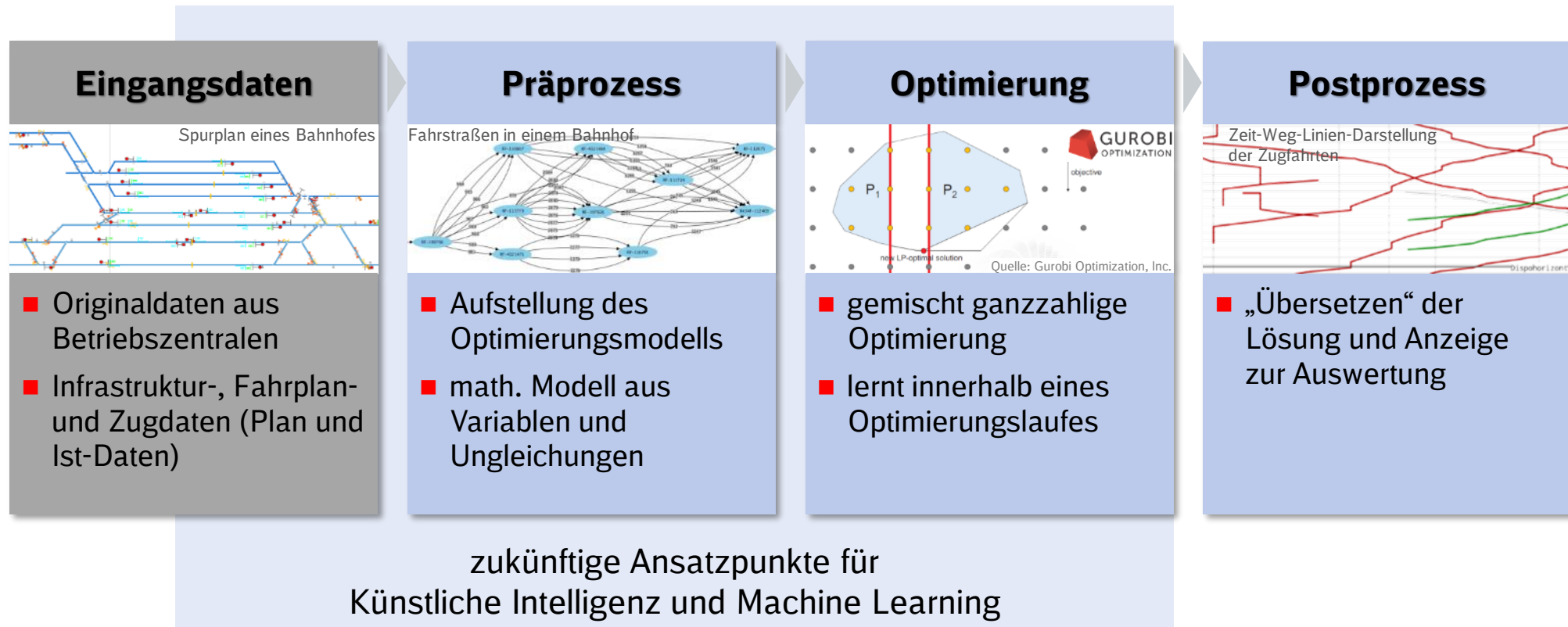
- **PRISMA iDIS** erneuert das Dispositionskernsystem der BZn grundlegend
- **ab 2022** ermöglicht das neue Leitsystems Disposition (LeiDis-D) als **zentrale Plattform** eine netzweit integrierte Disposition
- in folgenden **Ausbaustufen** von LeiDis-D werden neue Funktionalitäten integriert, insbesondere **Konflikterkennung und -lösung** (KE/KL)

## Durchgeführte und geplante iDIS-Piloten:

BZ Pilotstandort	Bereich	Schwerpunkt
<b>München</b> (09/2016-03/2017)	Stammstrecke S-Bahn	initialer Pilot, automatische Reihenfolgedisposition
<b>Duisburg</b> (07/2017-01/2018)	Aachen-Köln-Hagen	Mischverkehr, Defects und Änderungswünsche aufnehmen
<b>Berlin</b> (12/2017-06/2018)	Oebisfelde-Spandau	Defects und Änderungswünsche aufnehmen, LZB-Strecke
<b>Netzeleitzentrale</b> (01-09/2018)	Region Nord	Erfahrung mit langen ZWL-Diagrammen sammeln, Möglichkeit für NLZ ihre bes. Anforderungen konkreter zu adressieren
<b>Frankfurt</b> (02-11/2018)	Frankfurt-Mannheim	Analyse häufigste Dispo-handlungen auf Usability auf hochkomplexer Strecke
<b>Leipzig</b> (06-08/2019)	Rund um Magdeburg	Erprobung Neuentwicklung Störfallmanager und Verspätungsbegründung
<b>Karlsruhe</b> (Q4/2019-Q1/2020)	Karlsruhe-Basel	teilweise manuelle Zugstandortmeldungen, Zusammenspiel mehrerer Dispobereiche
<b>Hannover, S-Bahn Berlin</b> (ab Q1/2020)	tbd	Pilot auf Produktionsanlage

# Prototyp PMB-D zur Unterstützung der Disposition mit mathematischen Optimierungsverfahren

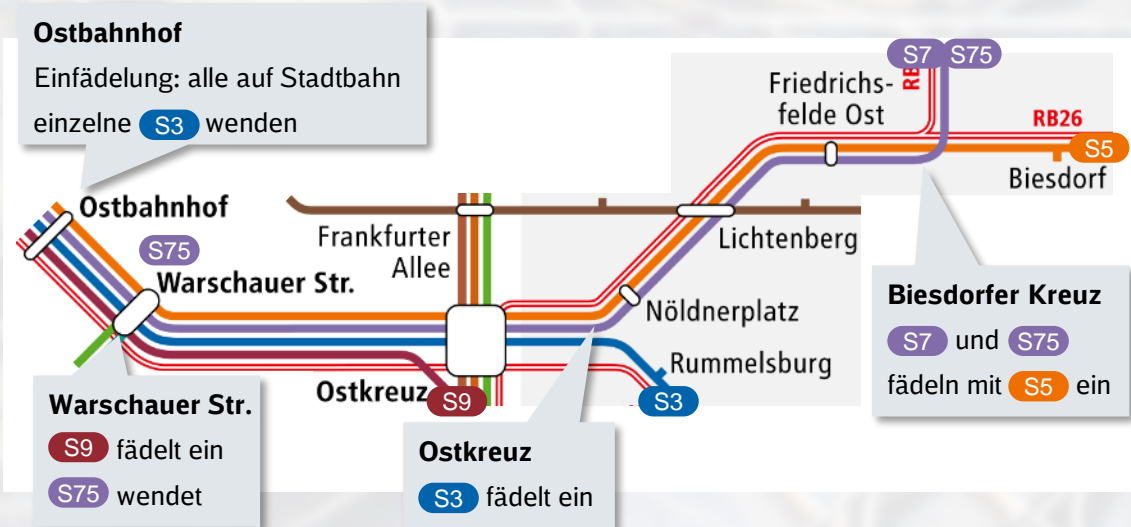
## Überblick des aktuellen Prototyps PMB-D 1.9 und der eingesetzten Technologie



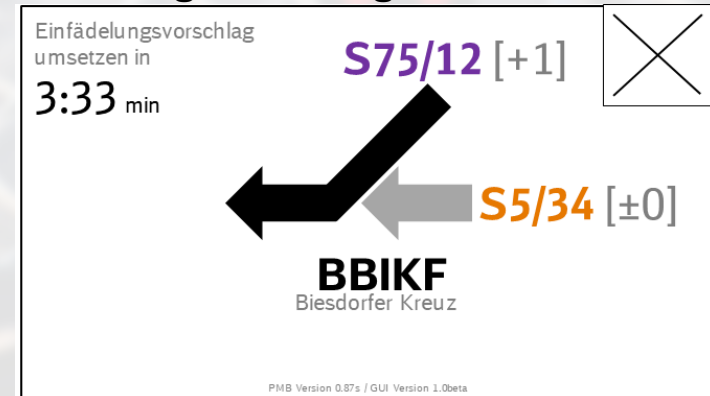


# PMB-Disposition steht vor den ersten prototypischen Erprobungen

## Erste prototypische Erprobung PMB-D 1.9 in der BZ S-Bahn Berlin (ab 2020)

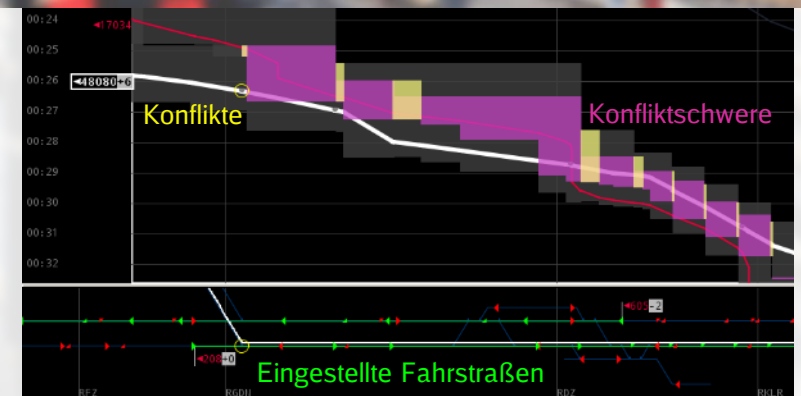


## Erstes Mockup für einen Reihenfolge-Vorschlag:



## Anwendungen für die PlanKorridore (ab 2019)

- Live: Bewertungsgrößen für PlanKorridor-Maßnahmen  
→ Konflikte, Konfliktschwere, eingestellte Fahrstraßen
- Offline: Simulation für Büroteams und zur Konzeption
- nach ersten Erfahrungen bei der BZ S-Bahn Berlin  
→ Weiterentwicklung KE/KL/PMB-D für PlanKorridore



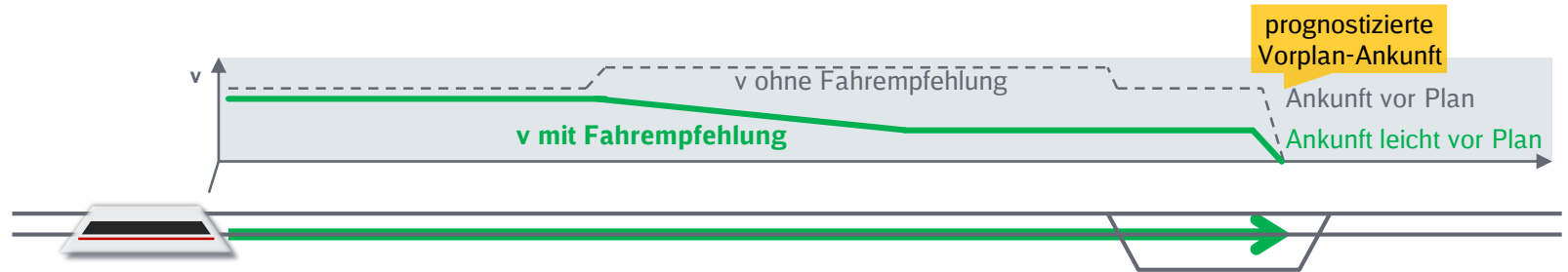
# Die Grünen Funktionen der Zuglaufregelung ermöglichen seit 2018 Energiespar-Unterstützung der Tf

## Grüne Funktion

## Veranschaulichung anhand eines Anwendungsfalles

### Planfahren

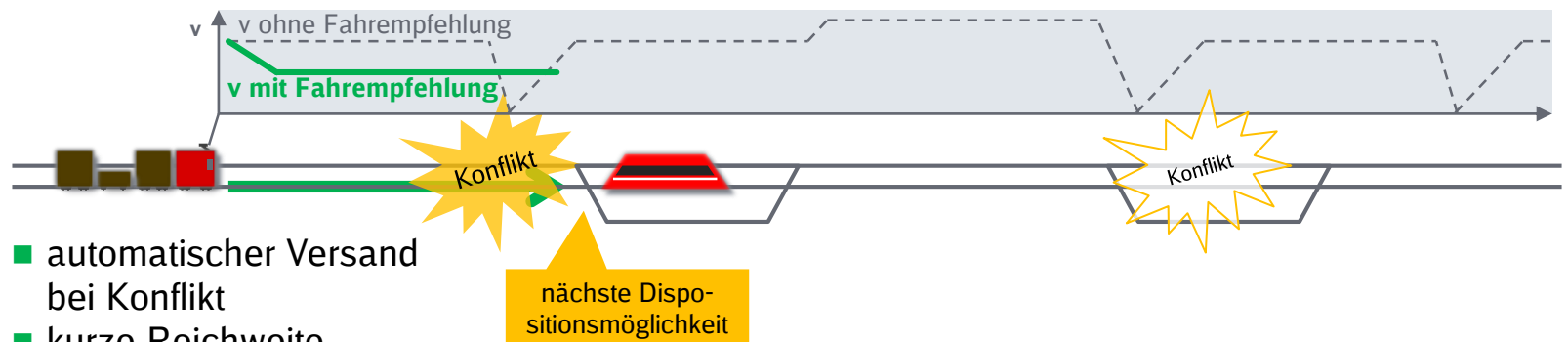
Nutzen nicht benötigter Fahrzeitreserven



- automatischer Versand bei prognostizierter Vorplan-Ankunft

### Nachfahren

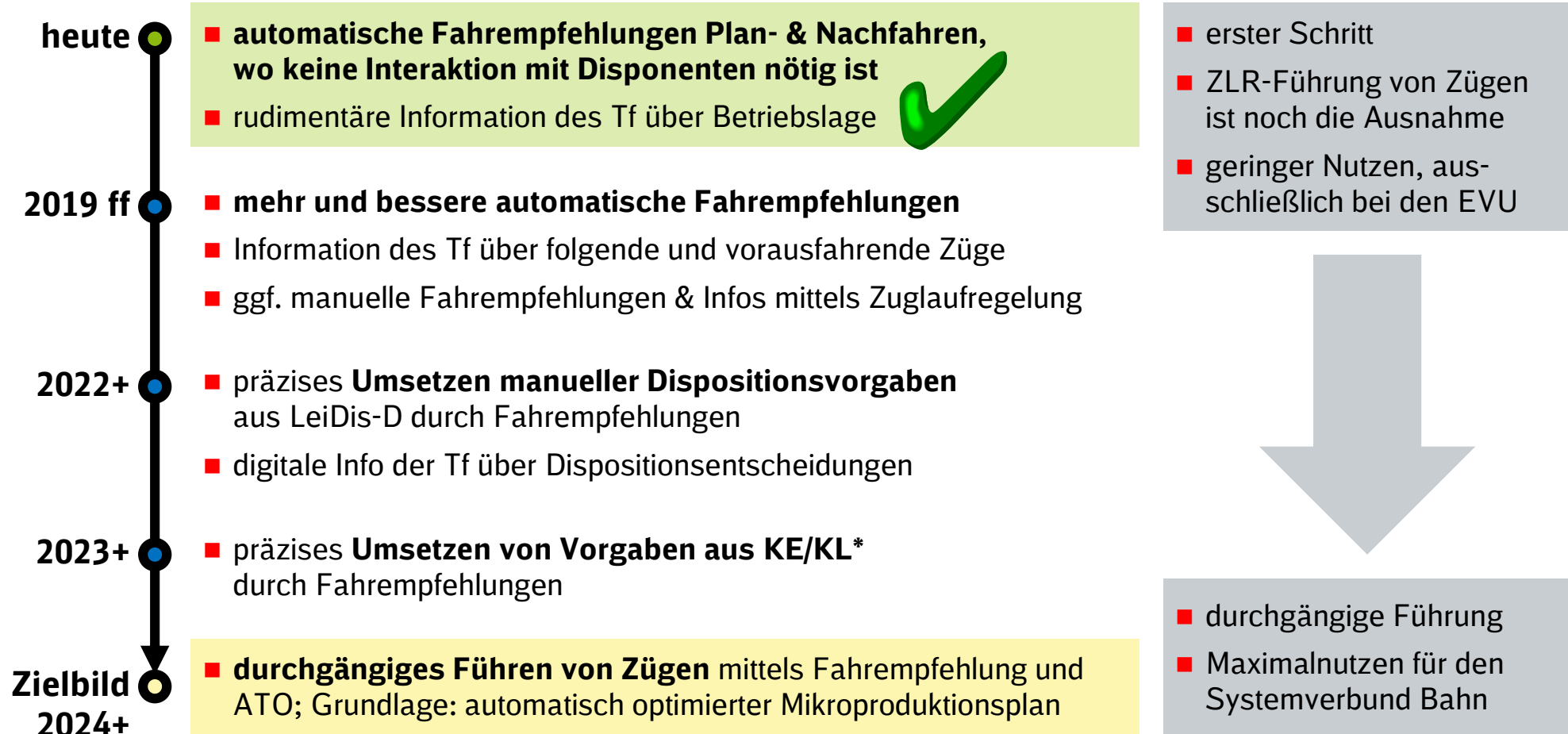
Haltvermeidung / energieeffiziente Führung auf Halt hin im Konfliktfall



- automatischer Versand bei Konflikt
- kurze Reichweite

# Im fachlichem Zielbild des Betriebes werden Züge lückenlos per ZLR/ATO\* gesteuert und Tfs informiert

## Fachliches Zielbild des Betriebs zur Zuglaufregelung\*





# Wir wollen Ideen weiterer Funktionalitäten kurzfristig ausprobieren und ggf. ausrollen

## Aus Pilot ZLR GF:

- mehr Fahrempfehlungen!
- kürzere Abschnitte ohne ZLR-Führung!
- auch Potentiale für DB Netz heben!
- Ideen vorhanden!

### Konfliktvermeidung

automatische Nachfahren-Fahrempfehlungen schon, wenn es eng wird

### „Kürzen vor La“

gezielt Reserven vor Langsamfahrstellen aufbauen

### „Fernglas und Rückspiegel“

Tf Infos über vorausfahrender und nachfahrende Züge bereitstellen (Abstand, Geschw.)

### „Betriebslage ohne Empfehlung“

Grenzen setzen für von EVU berechneten Fahrempfehlungen (z. B. LEADER)

### Manuelle Textnachrichten BZ → Tf

kurze Freitext-Nachrichten der Disponenten an Tf ggf. mit Symbolen "Kürzen," & "Längen,"

### Verbesserte Datenversorgung ZLR

- Buchfahrplan-Geschwindigkeiten aus Fahrplansystemen
- Ortungsdaten
- Zuginhaltsdaten

### Pilotumgebung

erst ausprobieren, dann ausrollen

