



NETZE



63  
FF

# Betriebliches Zielbild für den digitalen Bahnbetrieb

---

15.11.2021 | Berlin



**Matthias Kopitzki**

DB Netz AG

Leiter Anforderungsmanagement Digitalisierung Bahnbetrieb

Kontakt: [matthias.m.kopitzki@deutschebahn.com](mailto:matthias.m.kopitzki@deutschebahn.com)



**Wolfgang Braun**

DB Netz AG

Experte Anforderungsmanagement Automatisierung Bahnbetrieb

Kontakt: [wolfgang.braun@deutschebahn.com](mailto:wolfgang.braun@deutschebahn.com)



**Sebastian Post**

DB Netz AG

Referent Digitale Prozesse im Bahnbetrieb

Kontakt: [sebastian.post@deutschebahn.com](mailto:sebastian.post@deutschebahn.com)

1. Einführung
2. Betriebliches Zielbild
3. Weitere Projekte aus der Digitalisierung des Bahnbetriebs
4. Ausblick: Zukünftige Entwicklungen

## **1. Einführung**

2. Betriebliches Zielbild

3. Weitere Projekte aus der Digitalisierung des Bahnbetriebs

4. Ausblick: Zukünftige Entwicklungen

# DIE STARKE SCHIENE FÜHRT IN EINE STARKE ZUKUNFT.

## **Bahnfahren wird ein Synonym für Entspannung sein.**

Weil man sich auf die Schiene verlassen kann, statt sich über Verspätungen ärgern zu müssen.

## **Die Wirtschaft wird auf Hochtouren laufen – elektromobil und leichtgängig.**

Weil der voll automatisierte Güterverkehr Millionen Lkw-Transporte von der Straße auf die Schiene verlagert hat.

## **Ländliche Räume werden noch näher an die Städte rücken.**

Weil ein dichtes Angebot direkte Anbindung an urbane Zentren bietet.

## **Man wird seltener Staumeldungen im Radio hören.**

Weil Güter- und Reiseverkehr verstärkt auf der Schiene stattfindet.

## **Man wird jederzeit spontan einen Zug bekommen.**

Weil der Deutschlandtakt viele Ballungszentren 2-mal pro Stunde verbindet.

## **Mehr Menschen werden kleinere ökologische Fußabdrücke hinterlassen.**

Weil der Umstieg auf die Schiene 10,5 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr einspart und Bahnstrom zu 100 Prozent grün ist.

## **Reisezeit wird in vollem Umfang Freizeit oder Arbeitszeit sein.**

Weil das Fahren auf der Schiene ein selbstbestimmtes Reisen ermöglicht.

## **Die Schiene wird das selbstverständlichste Verkehrsmittel von allen sein.**

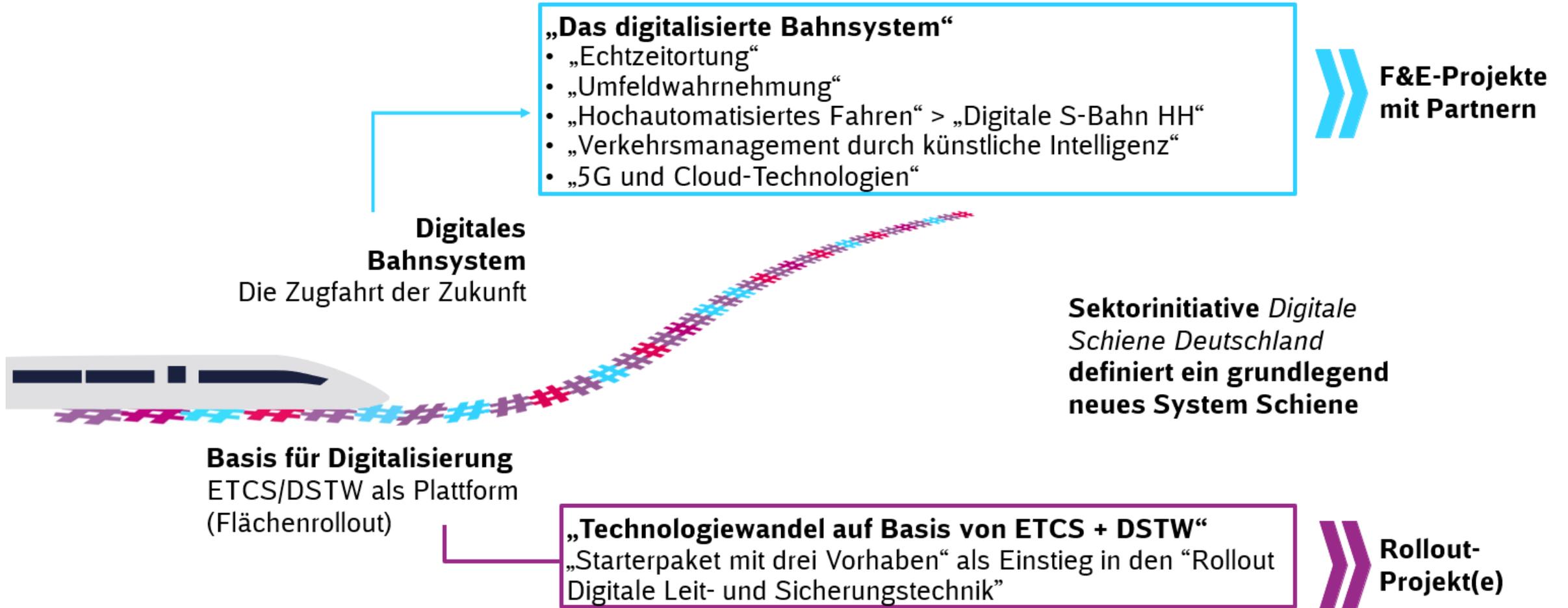
Weil intelligente Mobilitäts-Apps Planung, Routing und Ticketing übernehmen.

## **Die starke Schiene bietet viele attraktive Arbeitsplätze.**

Weil die Vielfalt an Berufen von operativ bis akademisch für jeden in der Gesellschaft ein interessantes Aufgabenfeld bereithält.

## **In urbanen Ballungsgebieten wird man durchatmen können.**

Weil Schadstoffe und Verkehrslärm massiv reduziert sind.





## #Europäische Interoperabilität

- ETCS ist europäischer Standard, zu dem sich Deutschland bekannt hat

## #Höhere Kapazität

- Dichtere Zugfolge durch Fahren im minimalem Abstand
- Intelligentes, KI-basiertes Verkehrsmanagement
- Deutliche Kapazitätssteigerung

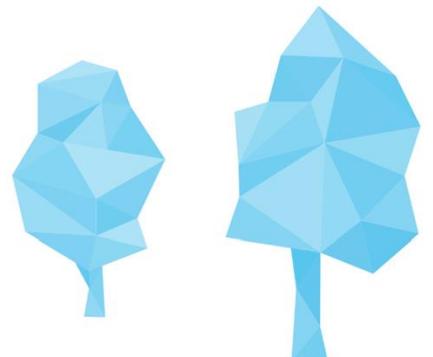
## #Höhere Effizienz

- Moderne und standardisierte Anlagen
- Geringere Instandhaltungskosten, z. B. durch weniger Außenanlagen (Signale, etc.)



## #Besser für die Umwelt

- Energieeffizientes Fahren
- Kapazitätssteigerung für Verkehrsverlagerung



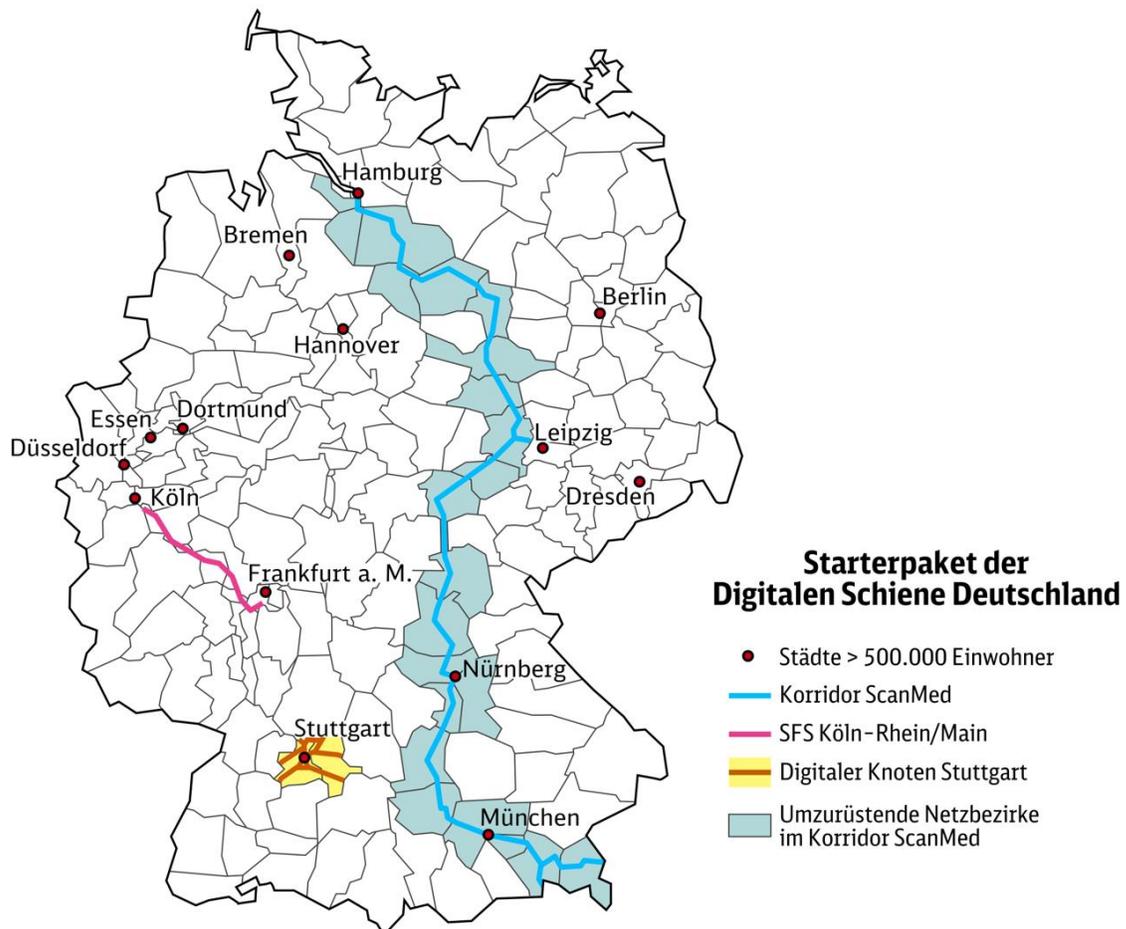
## # Höhere Zuverlässigkeit

- Weniger Ausfälle
- Schnellere Reaktion auf Störungen
- Deutliche Steigerung der Pünktlichkeit
- Ablösung der teils abgekündigten Alttechnik

## #Chance für Deutschland

- Innovationsstandort für Europa
- Zukunftsfähige Arbeitsplätze

# Die Starterpakete beschreiben die Umsetzung von drei definierten Projekten zur Pilotierung kombinierter DSTW und ETCS L2 Netzbezirksausrüstung



Bildquelle: <https://digitale-schiene-deutschland.de/Starterpaket-für-ETCS>



## Starterpaket mit 3 Maßnahmen-Paketen:

(vollständige Inbetriebnahme bis spätestens 2030):

- **Digitaler Knoten Stuttgart**  
(Innerer Knoten und S21 bis 2025 und Umland bis 2030)
- **ETCS-Durchfahrbarkeit**  
TEN-Korridor „Scan-Med“
- **Qualität und Effizienz**  
(SFS Köln – Rhein/Main)

# Das Betriebliche Zielbild bildet den Ausgangspunkt für ein durchgängiges Anforderungsmanagement



**Betriebliches Zielbild (BZB):** Definition der Anforderungen und betrieblichen Szenarien im Sinne der Disposition und operativen Durchführung des Bahnbetriebs.

**Technisches Zielbild (TZB):** Formulierung technischer Anforderungen an technische Systeme und Verknüpfung dieser Anforderungen mit betrieblichen Szenarien.

**Betrieblich-Technisches Zielbild (BTZ):** BZB und TZB bilden das BTZ, welches funktionale Anforderungen sowohl an den Betrieb als auch die hierfür erforderlichen technischen Systeme beschreibt.

**Technologie- und Entwicklungsplan (TEP):** Auf Basis des BTZ erfolgt die Entwicklung des TEP, im Zuge dessen den Anforderungen Übergabezeitpunkten an die Industrie zugeordnet werden.

**Umsetzung:** Übergabe von Anforderung an Entwicklungsprojekte zur Einarbeitung in Lastenheften, Herstellervorgaben und Regelwerken.

1. Einführung
- 2. Betriebliches Zielbild**
3. Weitere Projekte aus der Digitalisierung des Bahnbetriebs
4. Ausblick: Zukünftige Entwicklungen

# Für die Entwicklung des BZB sind zehn Prämissen definiert

(1/3)

Ziel: Steigerung der Leistungsfähigkeit und der Kapazität

## Leistungsfähige Technik als Grundlage für effizientere Betriebsprozesse

- Die Komponenten und ihr Systemaufbau müssen eine Steigerung der Leistungsfähigkeit, Kapazität und Qualität des Betriebs gegenüber dem aktuellen Stand unterstützen.
- Die Komponenten müssen herstellerneutral, effizient umrüstbar, erweiterbar und regional parametrierbar sein.

## Kompatibilität und Interoperabilität

- Die Anforderungen an den Bahnbetrieb müssen mit europäischem Regelwerk kompatibel sein.
- Grundsätzlich sind die europäisch harmonisierten Regelungen anzuwenden. Nationale Sonderregelungen sind nur im Ausnahmefall (z. B. bei Regelungslücken) möglich.

## Vereinfachung der Betriebsprozesse

- Die Komplexität der Regelungen wird u. a. durch ein anwenderfreundliches Regelwerk reduziert.
- Aufgaben und Rollen in den Prozessen müssen klar definiert und eindeutig zugeordnet sein.

## Erhalt von bewährten betrieblichen Funktionalitäten

- Bewährte Funktionalitäten, die bisher möglich sind bzw. waren, müssen im Betrieb mit ETCS mindestens genauso einfach bedienbar, schnell und leistungsfähig sein.

# Für die Entwicklung des BZB sind zehn Prämissen definiert

(2/3)

## **Unzulässigkeit betrieblicher Einschränkungen**



- Der Technikeinsatz darf zu keinen infrastrukturellen, verkehrlichen und betrieblichen Einschränkungen führen.

## **Anschlussfähigkeit für den zukünftigen Bahnbetrieb**



- Das Betriebliche Zielbild muss entwicklungsoffen für künftige technische und betriebliche Entwicklungen erstellt werden.

## **Anwenderfreundliche Technik**



- Die Technik muss sowohl im Regelbetrieb als auch im Störungsbetrieb leicht bedienbar, leistungsfähig und einheitlich sein.

## **Ganzheitliches IT-System**



- Im Sinne eines funktionierenden Gesamtsystems ist ein einfacher Datenaustausch zwischen den einzelnen Teilsystemen zu ermöglichen.

# Für die Entwicklung des BZB sind zehn Prämissen definiert

(3/3)

## Keine projektspezifische Ausrüstung



- Im Rahmen der Ausrüstung mit digitaler LST und ETCS dürfen sowohl keine betrieblichen als auch keine technischen projektspezifischen Ausrüstungen zur Anwendung kommen.

## ETCS L2oS als Grundlage des Betriebs



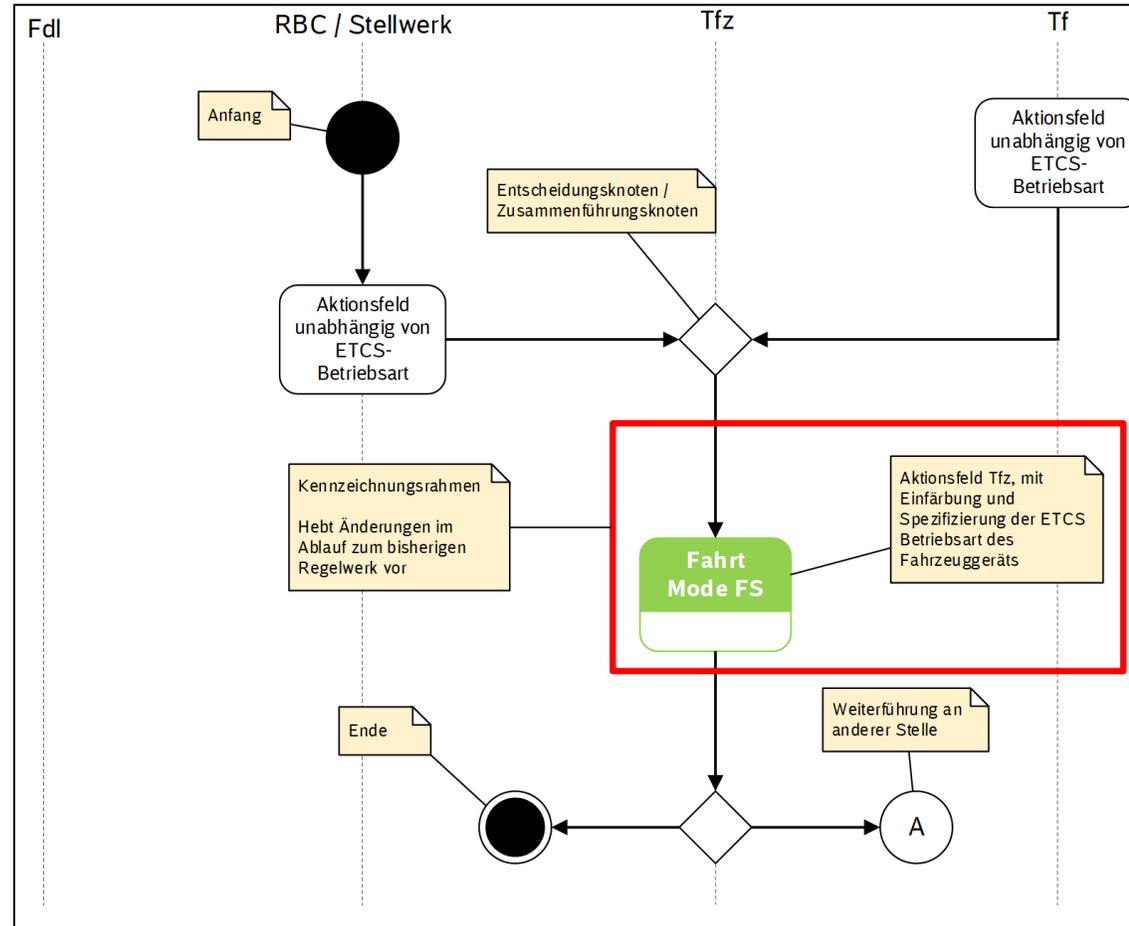
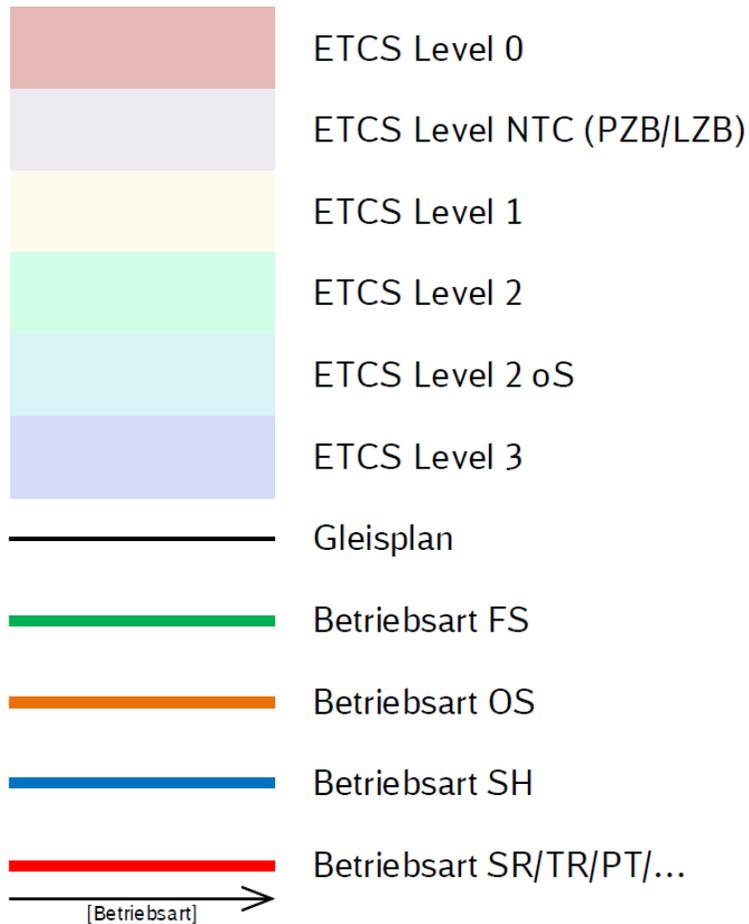
- Die Funktionalität des Betriebs und die zugehörigen Prozesse müssen sich an den ETCS-Betriebsarten orientieren. Hierdurch soll u. a. die Unterscheidung von Zug- und Rangierfahrten aufgehoben werden.



**Das BZB schafft Grundlagen für mehr Leistung, Kapazität, Nutzerfreundlichkeit, Einheitlichkeit und Interoperabilität im Netz.**

# Visualisierung der BZB-Anforderungen

## Legende & Aufbau



# Vorstellung BZB-Anforderungen

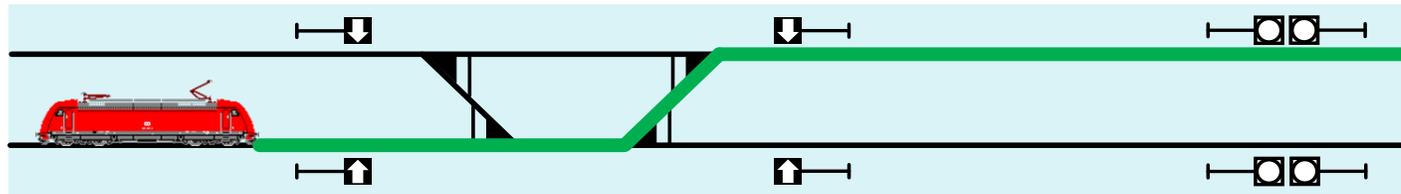
## Praktisches Beispiel: Fahren auf dem Gegengleis

- **Beschreibung der Ausgangssituation**

Durch die vollständige Ausrüstung mit Blockabschnitten auf beiden Streckengleisen in beide Richtungen auf zweigleisigen Strecken sowie durch ausreichende, schnelle Überleitstellen sind zukünftig keine Einschränkungen beim Befahren des Gegengleises zu erwarten.

In den Spezifikationen zu ETCS gibt es zudem keine Unterscheidung von Regelgleis und Gegengleis.

- **Darstellung der Ausgangssituation**



- **Voraussetzungen**

Das Fahrzeuggerät befindet sich in Betriebsart FS, der Fahrdienstleiter hat den Fahrweg ins Gegengleis eingestellt.



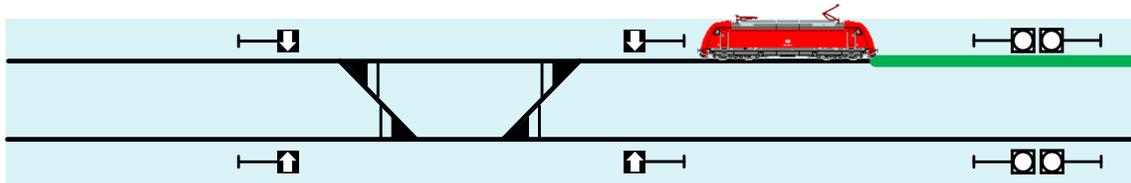
# Vorstellung BZB-Anforderungen

## Praktisches Beispiel: Fahren auf dem Gegengleis

- **Beschreibung der Endsituation**

Das Fahrzeug befährt das Gegengleis in ETCS-Betriebsart FS.

- **Darstellung der Endsituation**



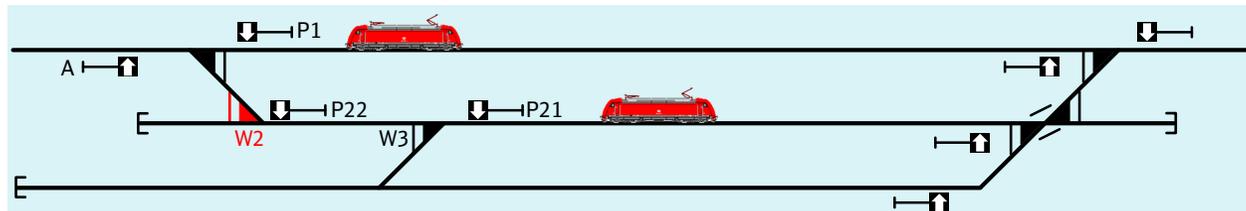
# Vorstellung BZB-Anforderungen

## Praktisches Beispiel: Störung einer Flankenschutzkomponente

- **Beschreibung der Ausgangssituation**

Dieses Szenario zeigt eine gestörte Weiche, welche im Regelbetrieb als Flankenschutzelement dient, weswegen der Flankenschutz ersatzweise durch eine andere Flankenschutzkomponente sichergestellt werden soll, damit eine MA in FS ohne Einschränkung übermittelt werden kann. In diesem Fall soll eine Fahrstraße vom virtuellen Ausfahrtsignal P1 auf die freie Strecke gestellt werden.

- **Darstellung der Ausgangssituation**

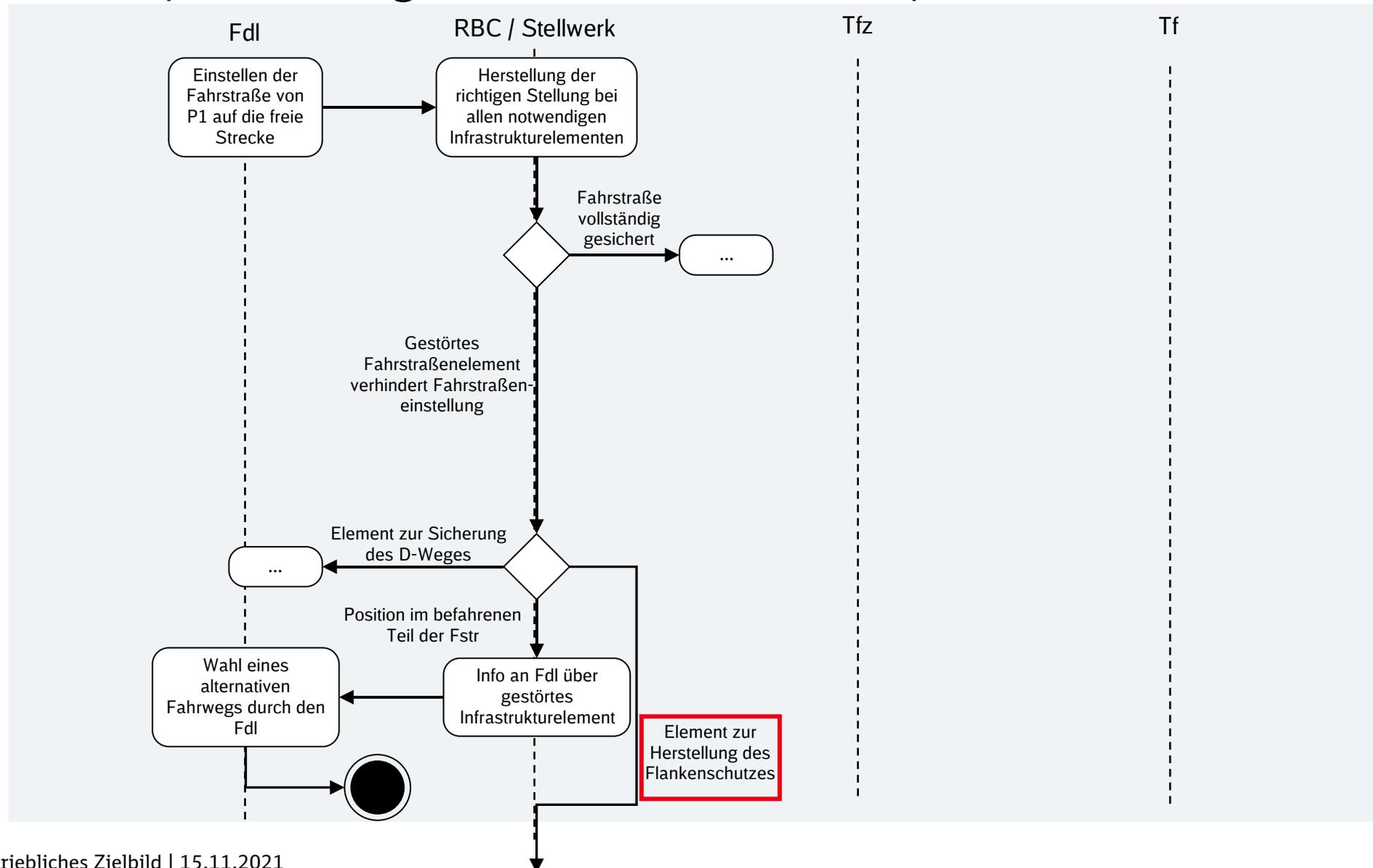


- **Voraussetzungen**

Das Fahrzeug befindet sich in einem ETCS Level-2-oS-Bereich in der Betriebsart FS, weiterhin ist in der Betriebsstelle ein weiteres Fahrstraßenelement verfügbar, welche den Flankenschutz sicher herstellen kann.

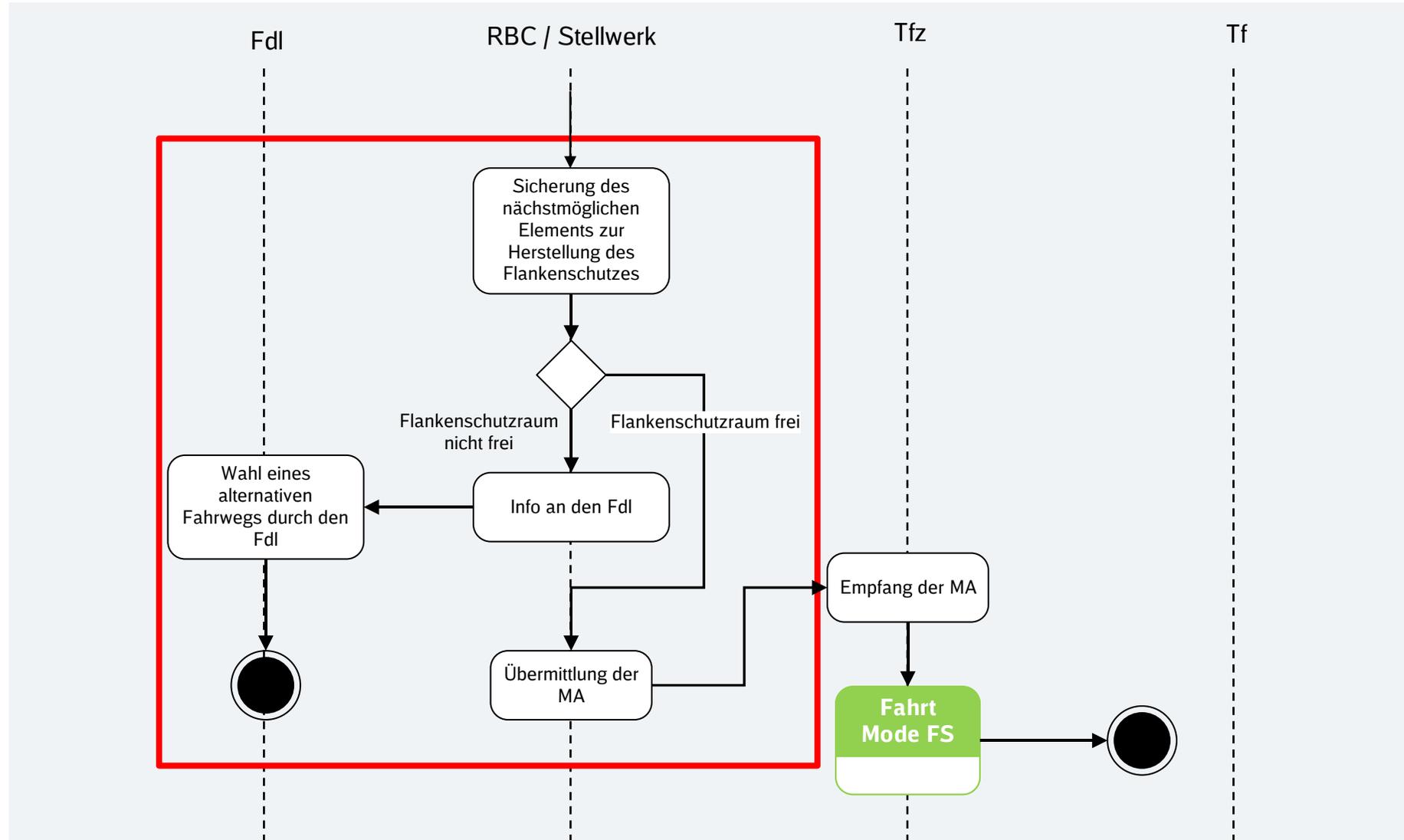
# Vorstellung BZB-Anforderungen

## Praktisches Beispiel: Störung einer Flankenschutzkomponente



# Vorstellung BZB-Anforderungen

Praktisches Beispiel: Störung einer Flankenschutzkomponente



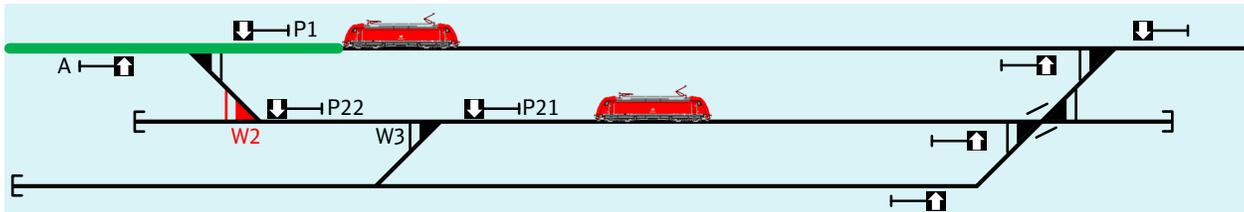
# Vorstellung BZB-Anforderungen

## Praktisches Beispiel: Störung einer Flankenschutzkomponente

- **Beschreibung der Endsituation**

Der Flankenschutz wird durch W3 hergestellt und das Fahrzeug erhält eine MA

- **Darstellung der Endsituation**



# Vorstellung BZB-Anforderungen

## Praktisches Beispiel: Fahrt in gesperrten Gleisen

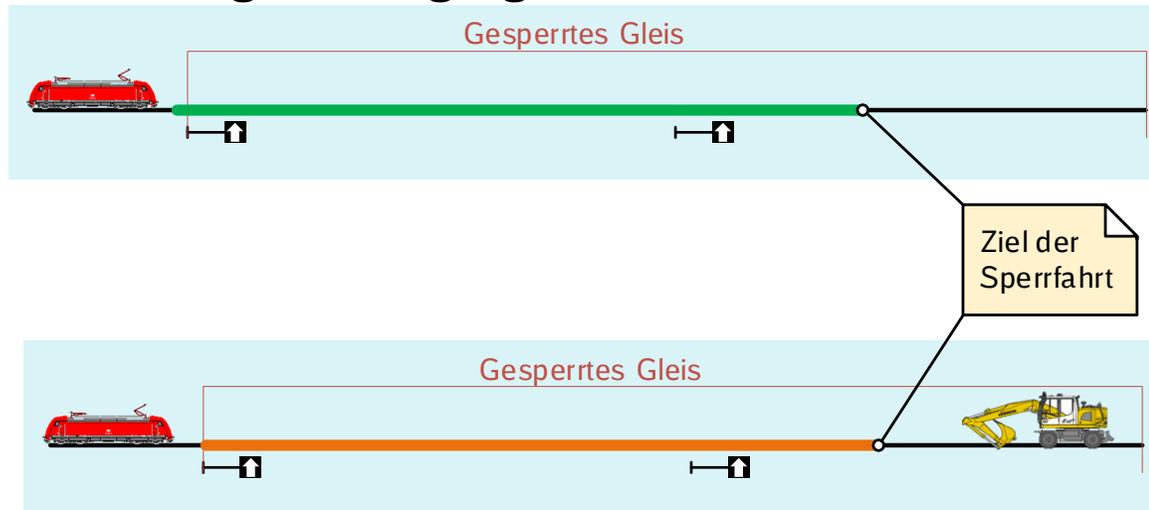
- **Beschreibung der Ausgangssituation**

Dieses Szenario beschreibt die Fahrt in gesperrte Gleise.

Variante 1: Kein weiteres Fahrzeug im Gleis

Variante 2: Belegung des Gleises durch weitere Fahrzeuge oder bewegliche Sperrfahrten

- **Darstellung der Ausgangssituation**

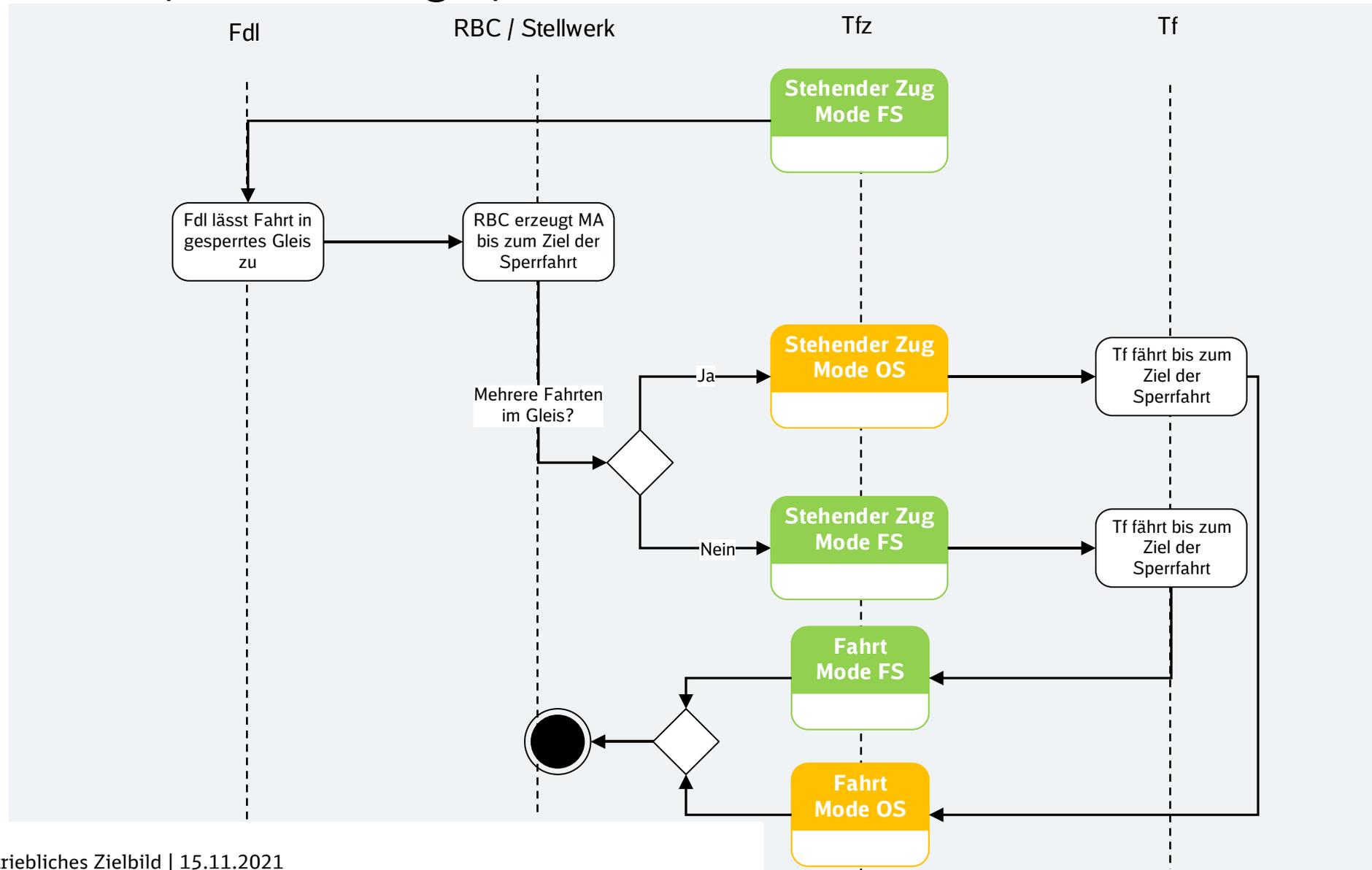


- **Voraussetzungen**

Die Sperrfahrt hat alle notwendigen Befehle durch den Fdl erhalten, sowie einen Fahrplan und eine Zugnummer. Die Sperrfahrt befindet sich in einem ETCS Level-2-oS-Bereich und in Betriebsart FS zu Beginn der Sperrfahrt.

# Vorstellung BZB-Anforderungen

## Praktisches Beispiel: Fahrt in gesperrten Gleisen



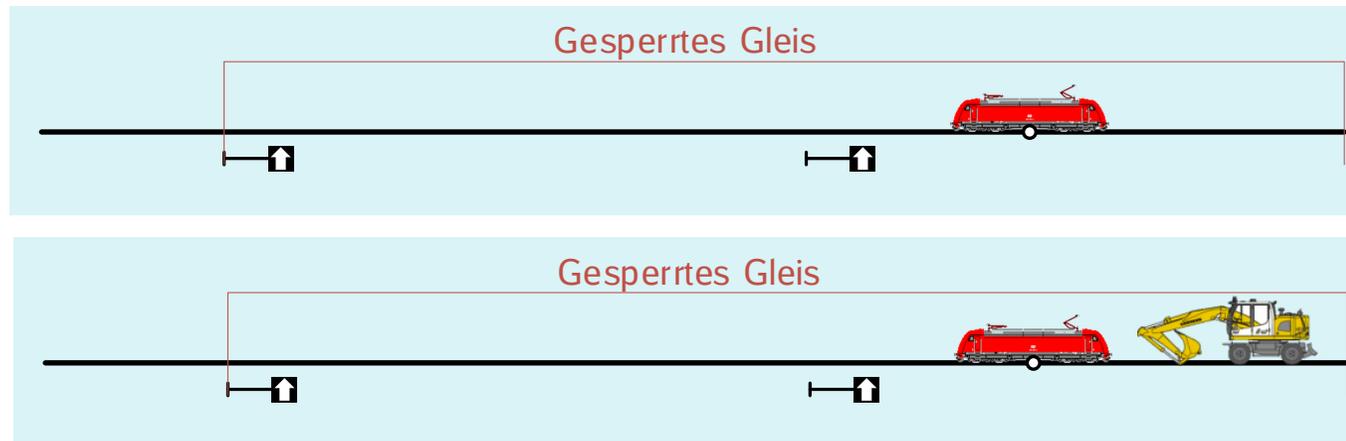
# Vorstellung BZB-Anforderungen

## Praktisches Beispiel: Fahrt in gesperrten Gleisen

- **Beschreibung der Endsituation**

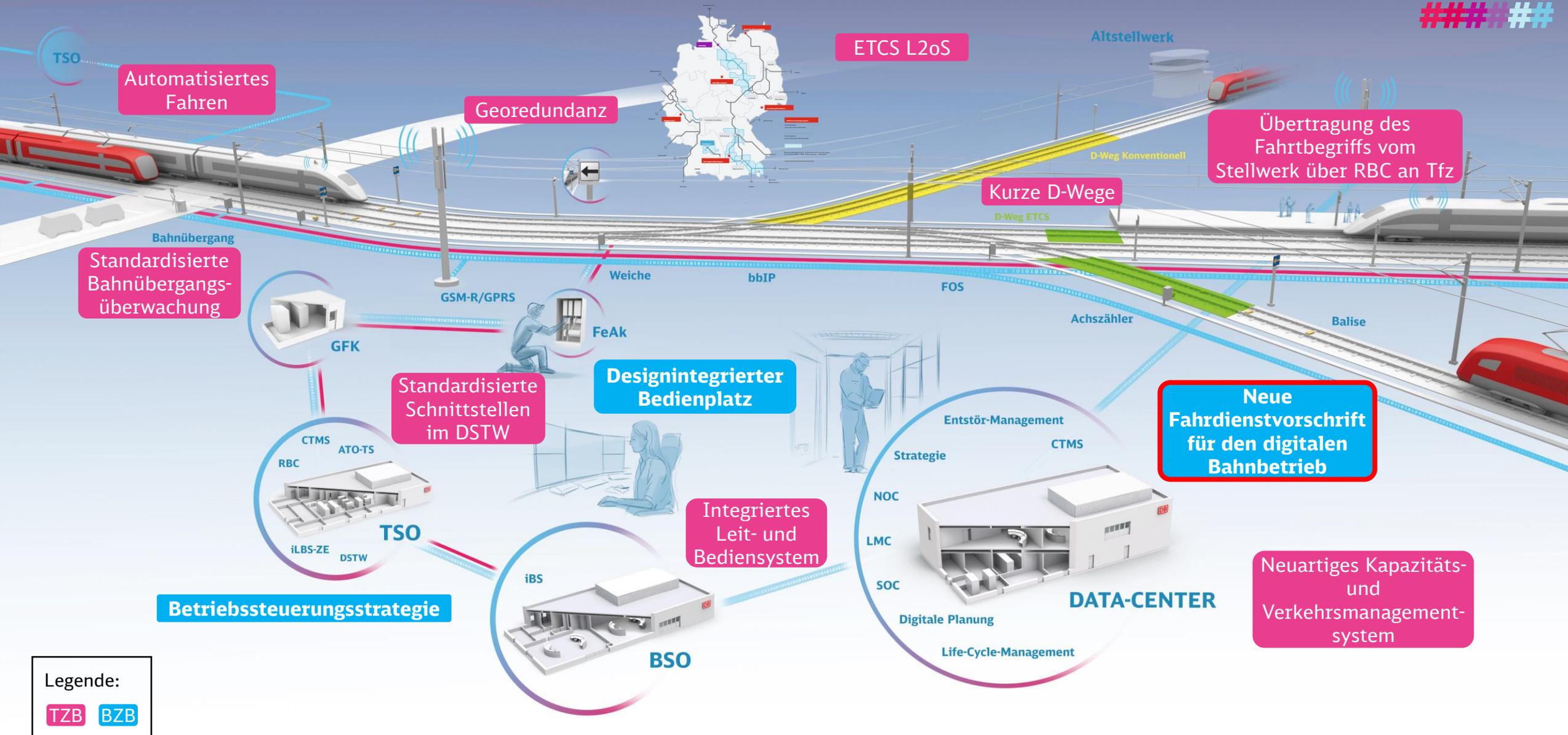
Die Sperrfahrt hat ihr Ziel erreicht und befindet sich in Betriebsart FS bzw. OS.

- **Darstellung der Endsituation**



1. Einführung
2. Betriebliches Zielbild
- 3. Weitere Projekte aus der Digitalisierung des  
Bahnbetriebs**
4. Ausblick: Zukünftige Entwicklungen

# Betriebliches-Technisches Zielbild als Einblick in die Digitalisierung des Bahnbetriebs



Legende:  
TZB BZB

# Neue Fahrdienstvorschrift für den Digitalen Bahnbetrieb

Warum eine neue Fahrdienstvorschrift?

## „klassische“ Fahrdienstvorschrift (Richtlinie 408)

### **Handlungs- & funktionsorientierter Aufbau**

Alle Handlungen, die zu einem Unfall führen können, werden ausgeschlossen.

Aufteilung der Regelungen in Abläufe und detaillierte Beschreibung.

### **Regelwerk für den Betrieb im historisch gewachsenen Gesamtnetz**

Berücksichtigung unzähliger technischer Ausrüstungsstände.



## Fahrdienstvorschrift für den Digitalen Bahnbetrieb (Richtlinie 434)

### **Schutzziel- & prozessorientierter Aufbau**

Durch Einhaltung der vorgegebenen Schutzziele werden Unfälle ausgeschlossen.

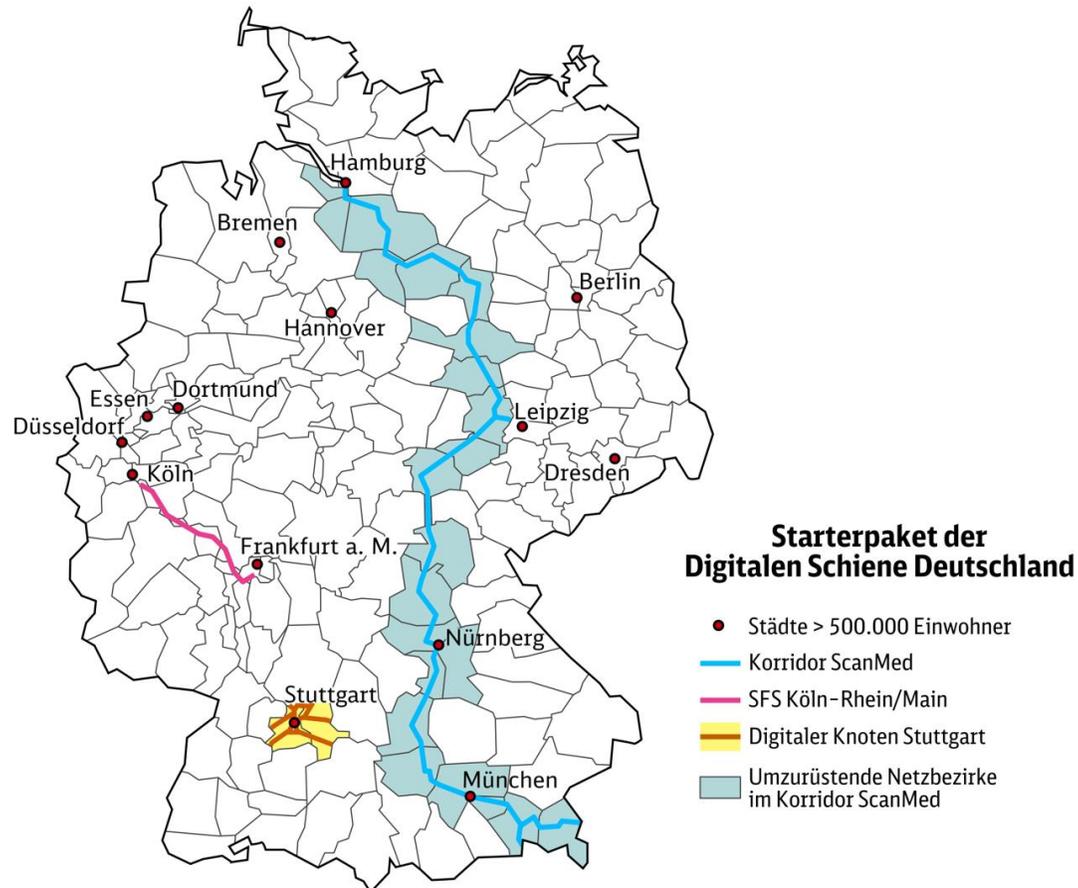
Regelungen werden prozessorientiert zusammengefasst und prozessual dargestellt.

### **Regelwerk für den Betrieb bei standardisierten Rahmenbedingungen**

Anwendung bei identische Rahmenbedingungen herrschen.

# Neue Fahrdienstvorschrift für den Digitalen Bahnbetrieb

## Anwendungsbereich



Bildquelle: <https://digitale-schiene-deutschland.de/Starterpaket-für-ETCS>

- Komplexitätsreduktion zentraler Aspekt → Regelwerk soll nur auf **ETCS L2oS** Strecken gelten (ab Baseline 3)
- Erstes Anwendungsgebiet: **Digitaler Knoten Stuttgart** (2025)
- **Weitere Starterpakete** (TEN-Korridor „ScanMed“, SFS Köln-Rhein/Main) **folgen**
- **Flächenrollout** von ETCS L2oS → **Vergrößerung des Anwendungsgebietes** des neuen Regelwerkes

# Neue Fahrdienstvorschrift für den Digitalen Bahnbetrieb

Grundsätzliche Ziele für den Aufbau des Regelwerks

**Anwenderfreundlich**  
Erleichterung des Arbeitsalltag

**Geringe Komplexität**  
Grundsatz vor Ausnahme  
Keine bauartbedingten Ausnahmen

**Übersichtlich und einfach**  
Verständliche Sprache

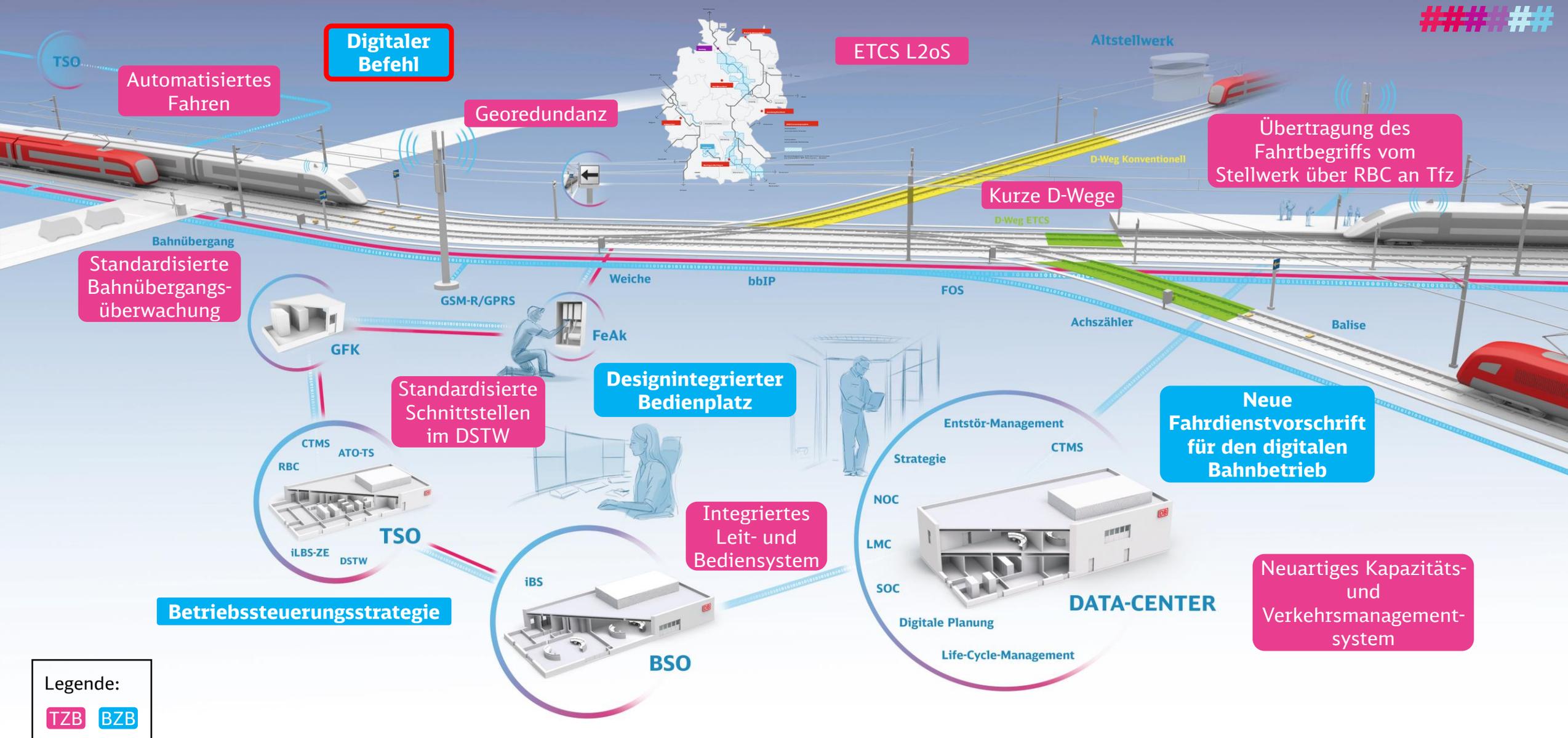
**Eindeutig**  
Keine Fehlinterpretationen möglich

Nutzung von Ablaufdiagramme, tabellarischer Übersichten

**Ausschließlich digitale Form**  
Möglichkeiten der digitalen Form ausschöpfen

**Positive Formulierung der Regeln**  
Gebote vor Verbote

# Betriebliches-Technisches Zielbild als Einblick in die Digitalisierung des Bahnbetriebs



Legende:  
TZB BZB

# Digitaler Befehl

## Prozessgegenüberstellung

### IST-Prozess

#### Störung



Vorliegen einer Störung,  
Erfüllen der betrieblichen  
Voraussetzungen

#### Kontaktaufnahme



Fdl und Tf nehmen Kontakt  
auf

#### Diktieren



Fdl diktiert Tf den Befehl

#### Wiederholen



Tf wiederholt den Befehl

### SOLL-Prozess

#### Störung



Vorliegen einer Störung,  
Erfüllen der betrieblichen  
Voraussetzungen

#### Digitaler Befehl



Fdl füllt Befehl digital aus

#### Versand



Befehl wird digital  
übertragen

#### Empfang



Tf empfängt Befehl auf  
geeignetem Endgerät



### **Zeitersparnis**

- Durch Wegfall von Diktieren und Wiederholung des Befehls
- Durch Verwendung von digitalen Vorlagen, insbesondere bei Großstörungen mit mehreren betroffenen Zügen
- Vorbereitung/Übermittlung während der Zugfahrt (Einsicht Tf bei Stillstand)



### **Arbeitserleichterung**

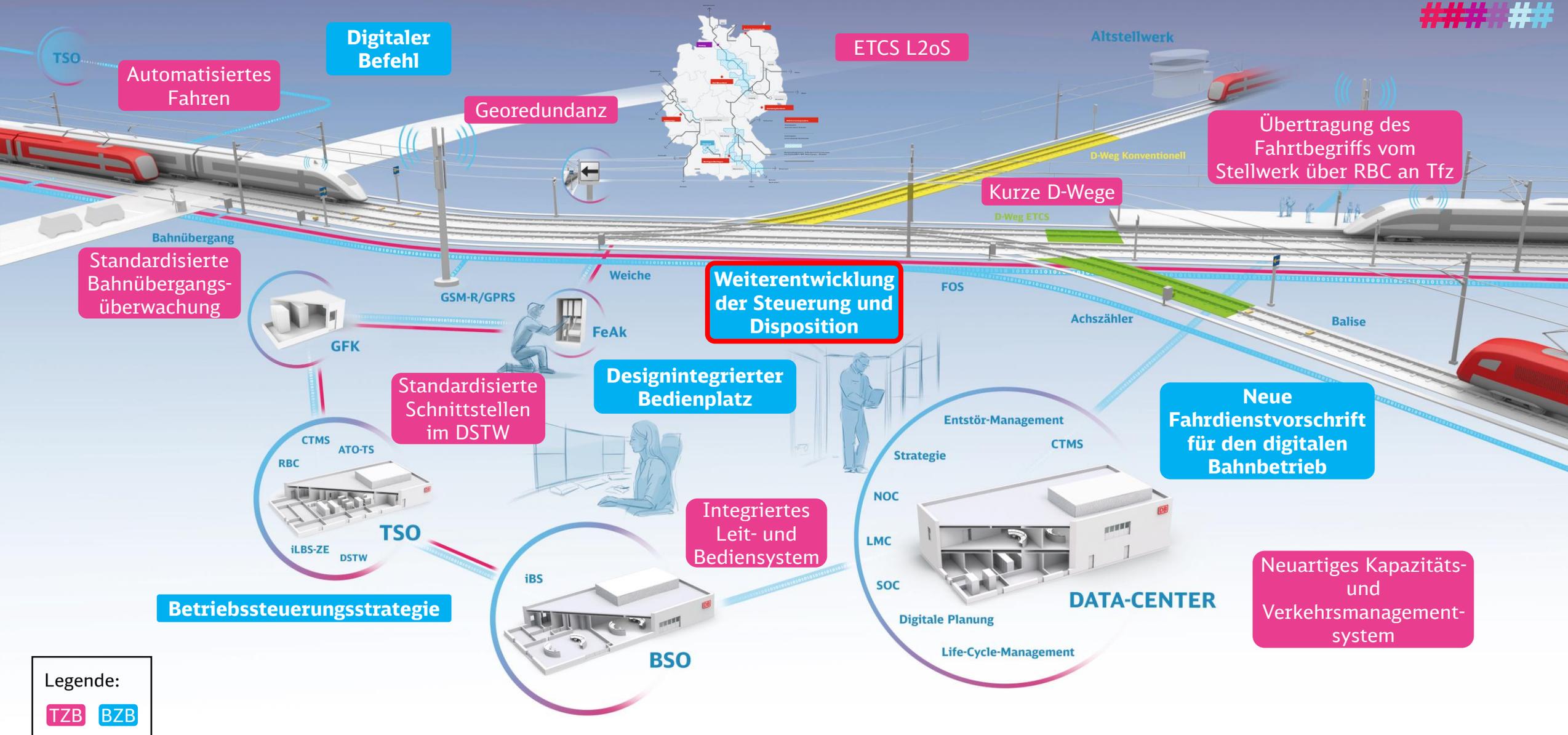
- Systemunterstützte Erstellung des digitalen Befehls (Abfragedialog)
- Nur notwendige Informationen werden übermittelt und angezeigt
- Archivierung der Befehle in zentraler Datenbank



### **Einsparung von Ressourcen**

- Papierlose Kommunikation

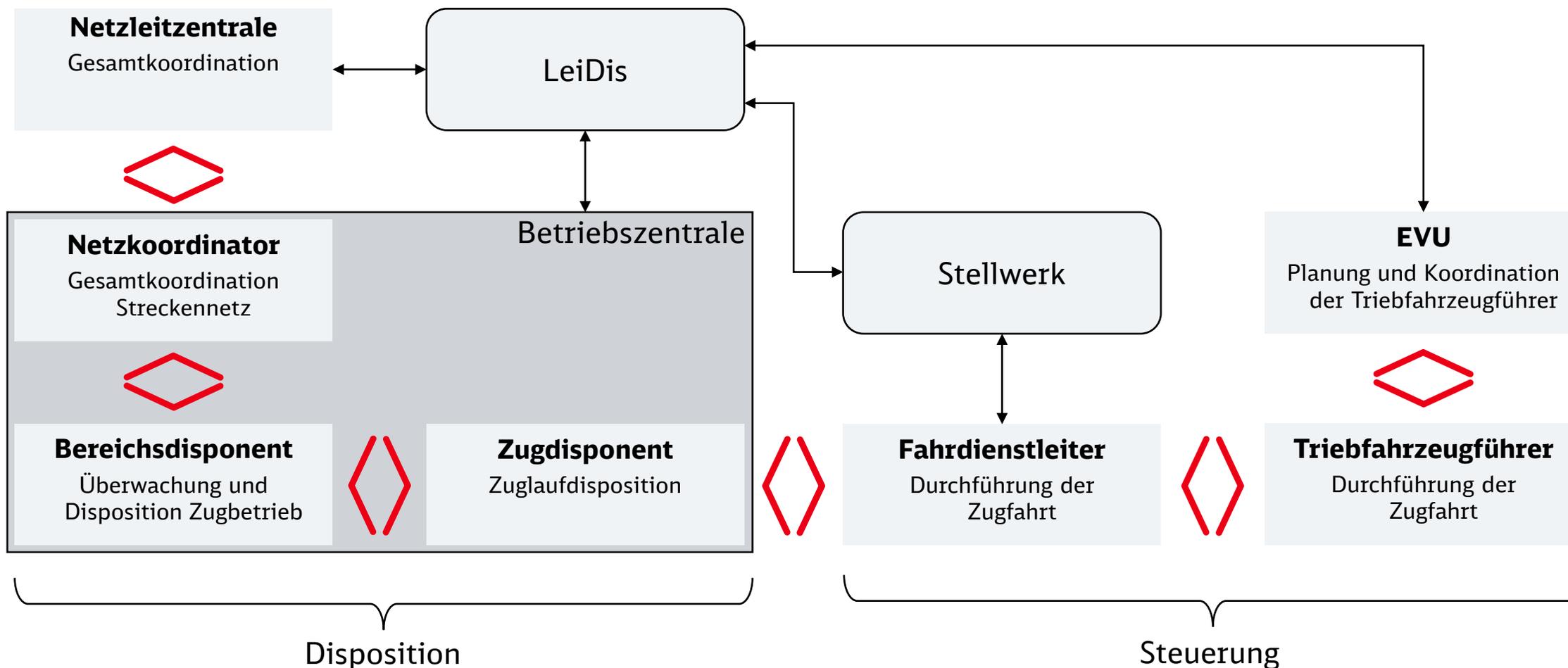
# Betriebliches-Technisches Zielbild als Einblick in die Digitalisierung des Bahnbetriebs



Legende:  
TZB BZB

# Weiterentwicklung der Steuerung und Disposition

Status quo der konventionellen Steuerung und Disposition





### Modernes Kapazitätsmanagement

- Digitaler Austausch zwischen allen betrieblich Beteiligten zur schnellen Entscheidungsfindung in der Disposition (teil- und vollautomatisiert)
- Algorithmenoptimierte Disposition



### Digitale Betriebsprozessdaten

- Nutzung eines zentralen Datenmanagements als Grundlage für die Abwicklung der Zugfahrt
- Entwicklung von automatisierten Prozessen zur Unterstützung der Betriebsabläufe

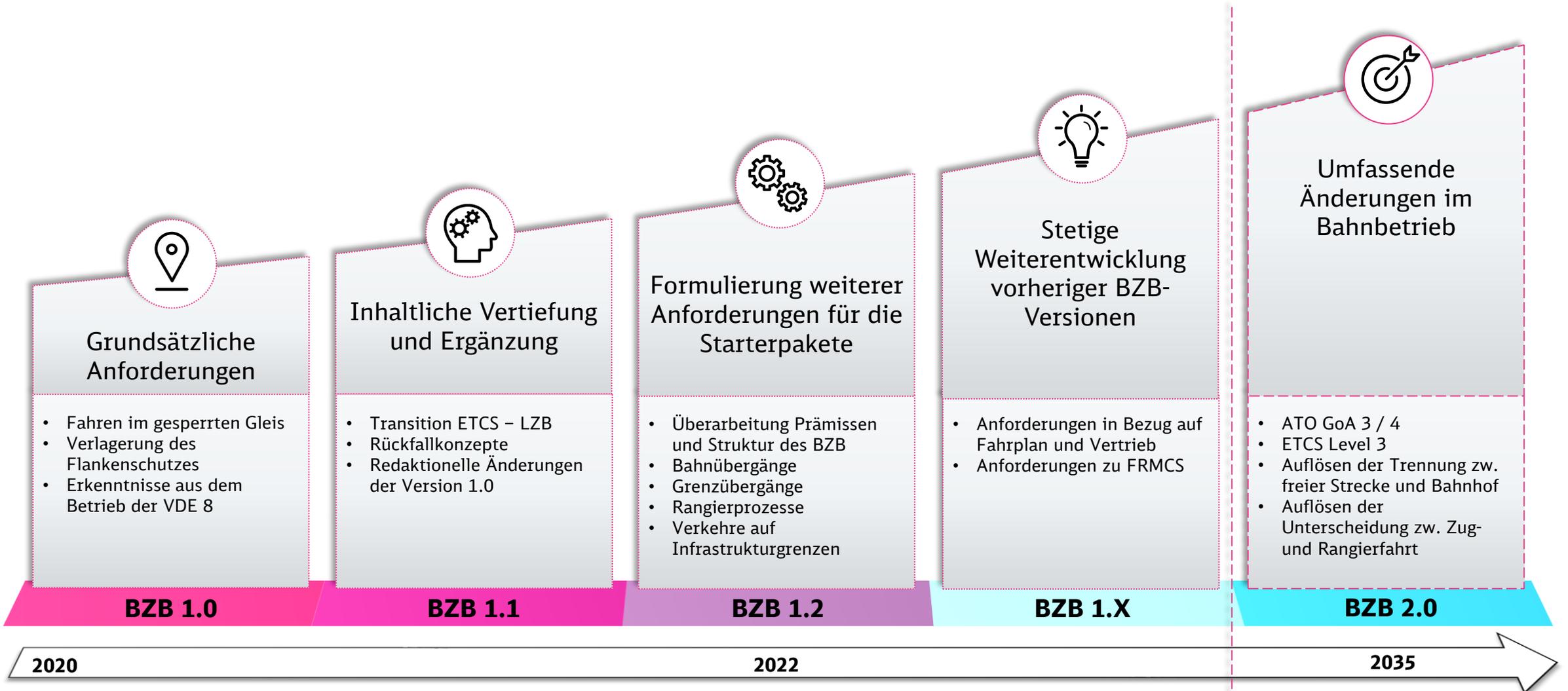


### Ziele

- Optimierte Disposition mithilfe digitaler Daten und Prozessen
- Unterstützung des Bedieners durch automatisierte Datenübertragung und -nutzung

1. Einführung
2. Betriebliches Zielbild
3. Weitere Projekte aus der Digitalisierung des Bahnbetriebs
- 4. Ausblick: Zukünftige Entwicklungen**

# Verschiedene Entwicklungsstufen in der Entstehung des Betrieblichen Zielbilds





NETZE