

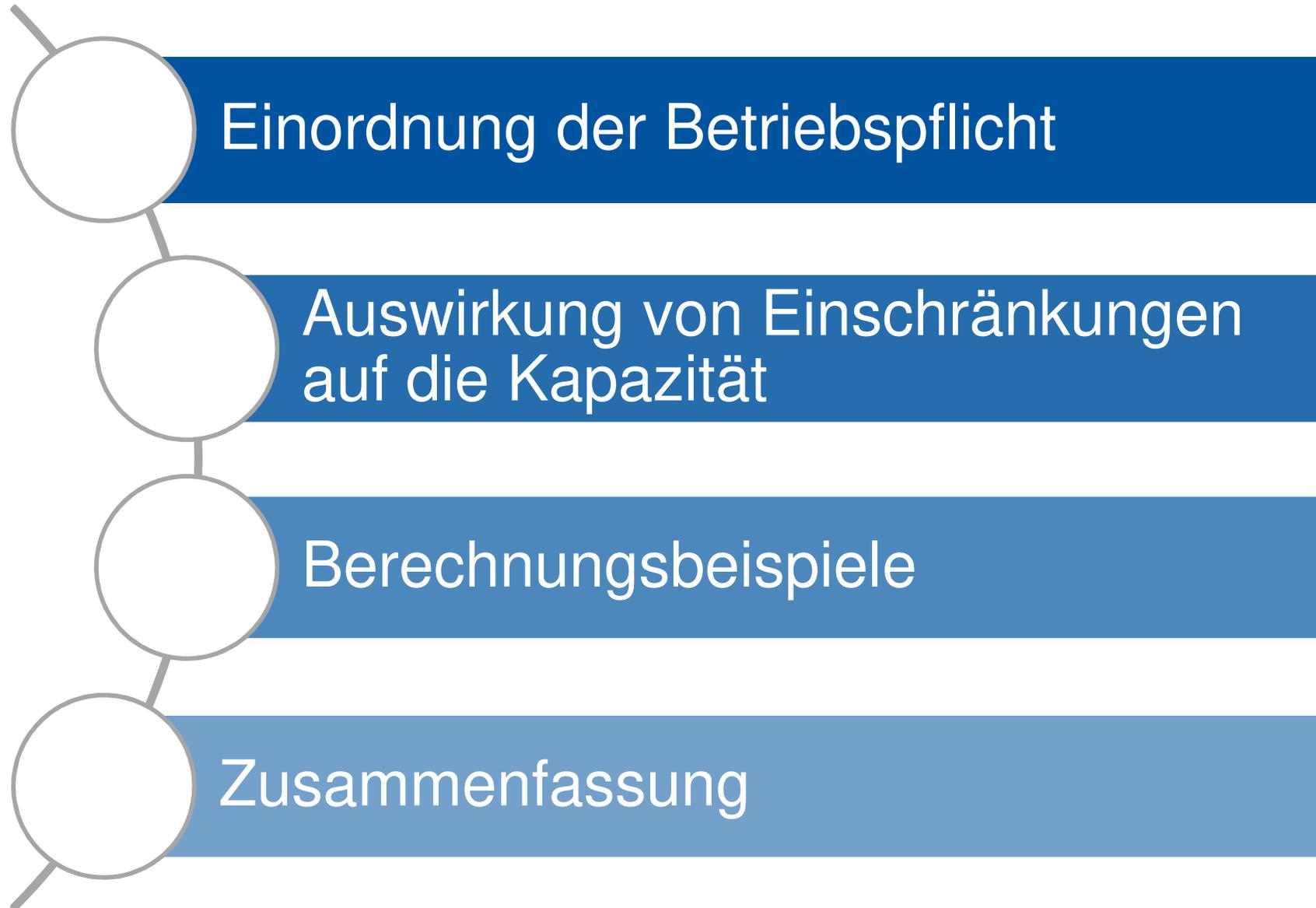
Betriebspflicht und deren Auswirkung in der Praxis

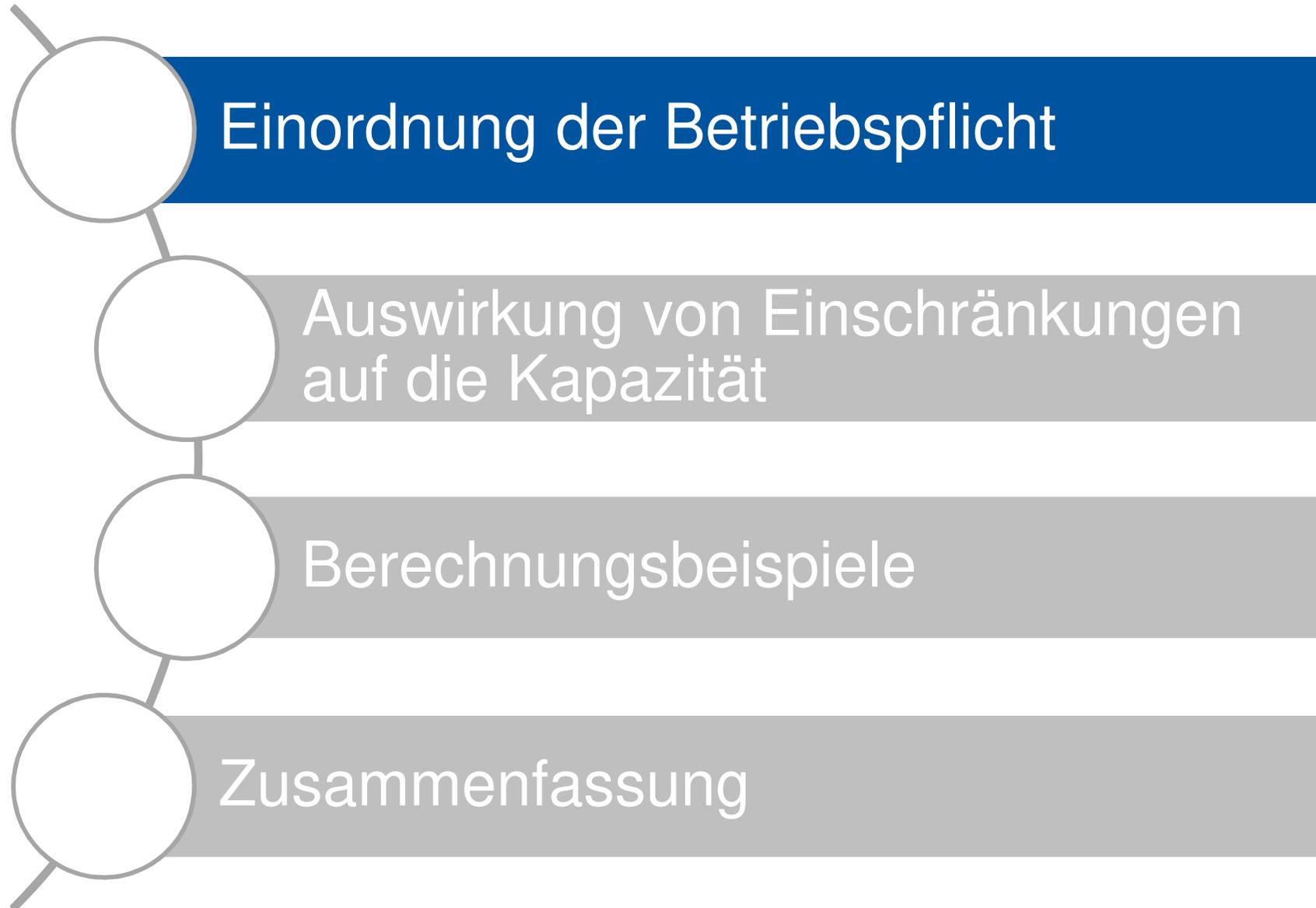
- Technisch betrachtet -

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nils Nießen

Verkehrswissenschaftliches Institut und
Lehrstuhl für Schienenbahnwesen und Verkehrswirtschaft
der RWTH Aachen

Übersicht

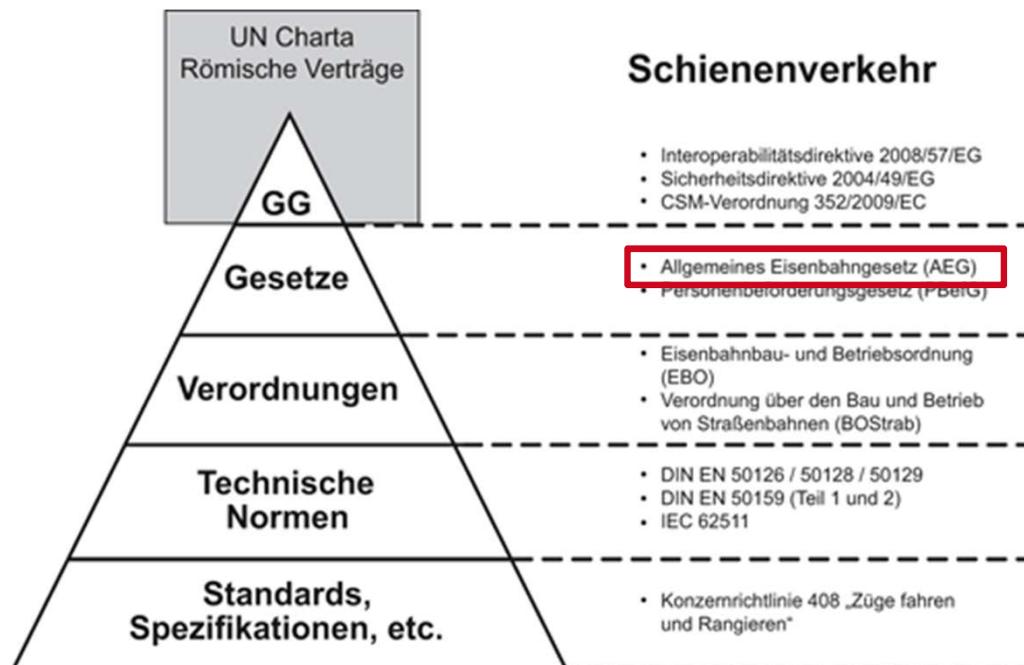




Thematische Einordnung der Betriebspflicht Gesetze

Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG)

- Eisenbahnen sind verpflichtet, die Eisenbahninfrastruktur in einem **betriebssicheren Zustand** zu halten. (§4 Abs. 3 AEG)
- Betreiber von Schienenwegen sind **zum Betrieb** ihrer Eisenbahninfrastruktur **verpflichtet**. Die mehr als geringfügige Verringerung der Kapazität ist bei der zuständigen Aufsichtsbehörde zu beantragen. (§ 11 Abs. 1 AEG)

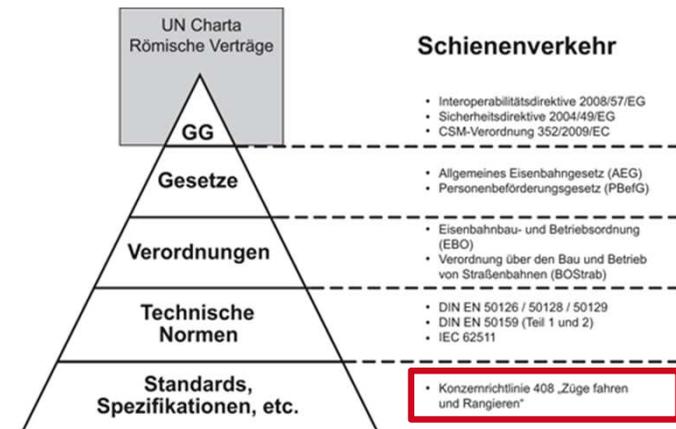


Quelle: Schnieder E., Schnieder L. (2013) Normativer Rahmen, Ziele und Organisationen. In: Verkehrssicherheit. VDI-Buch. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.

Thematische Einordnung der Betriebspflicht Spezifikationen

DB Richtlinie 408

- Tätigkeiten im Bahnbetrieb verrichten insb.
 - Fahrdienstleiter,
 - Weichenwärter, sowie
 - Triebfahrzeugführer.
- Fahrdienstleiter sind für die Durchführung der Zugfahrten verantwortlich.
 - Bedienung von Stellwerken und Führung der Unterlagen
- Mitarbeiter müssen in erster Linie für die Sicherheit des Bahnbetriebs sorgen.
- Der Fahrdienstleiter bestimmt, welche Gleise ein Zug befährt.
- Bevor eine Zugfahrt zugelassen wird, müssen
 - die zu befahrenden Weichen (im Fahr- und Durchrutschweg sowie zum Flankenschutz) in die richtige Lage gebracht werden und
 - der Fahr- und Durchrutschweg sowie der Flankenschutzbereich frei von Fahrzeugen sein.



Zur Durchführung des Eisenbahnbetriebs werden Fahrdienstleiter sowie Triebfahrzeugführer benötigt

Welche Punkte ergeben sich nun mit Blick auf die Betriebspflicht?

Für den Betrieb von Zugfahrten sind **Triebfahrzeugführer** (auf Seiten des EVU) und **Fahrdienstleiter** (auf Seiten des EIU) verantwortlich.

- Fahrdienstleiter arbeiten in Stellwerken und regeln von dort den Betrieb.
- Ohne Fahrdienstleiter ist derzeit kein Eisenbahnbetrieb möglich.
(langfristig könnten Algorithmen und IT-Technik diese Aufgabe übernehmen)
- Ohne Triebfahrzeugführer dürfen keine Zugfahrten durchgeführt werden.
(technisch ist bereits heutzutage ein fahrerloser Betrieb möglich)

Primär steht die **Sicherheit** im Eisenbahnbetrieb im Fokus.

- Der „sicherste Zustand“ ist der energieärmste Zustand mit $v = 0$ km/h.
 - Alle Zugfahrten stehen bzw. es finden keine Zugfahrten statt.

Aus der Betriebspflicht ergibt sich nicht die Betriebsqualität

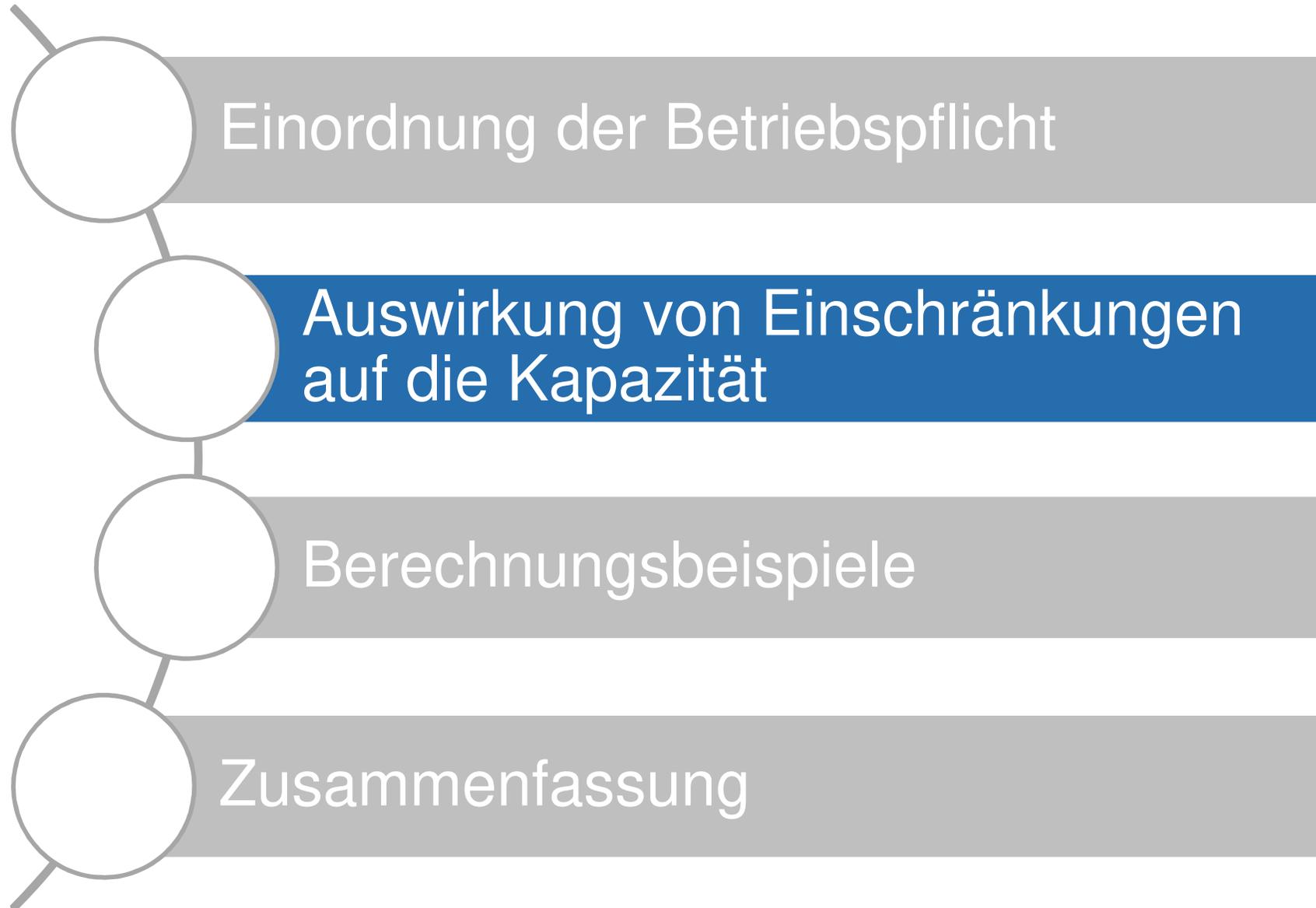
Welche Punkte ergeben sich nun mit Blick auf die Betriebspflicht?

Betriebspflicht \neq Betriebsqualität

Die **Betriebspflicht** ist erfüllt, wenn Zugfahrten durchgeführt werden können. Trotzdem können Einschränkungen bei Personal oder Infrastruktur Auswirkungen auf die **Betriebsqualität** haben:

- Personal: Eine nicht ausreichende Anzahl an Fahrdienstleitern ist verfügbar.
 - Nicht alle Fahrstraßen können eingestellt und genutzt werden.
- Infrastruktur: Die Infrastruktur ist (teilweise) nicht verfügbar.
 - Beispielsweise können Weichen nicht mehr umgestellt werden.
 - Einzelne Abschnitte können nur mit verringerter Geschwindigkeit befahren werden oder müssen gesperrt werden.

Übersicht



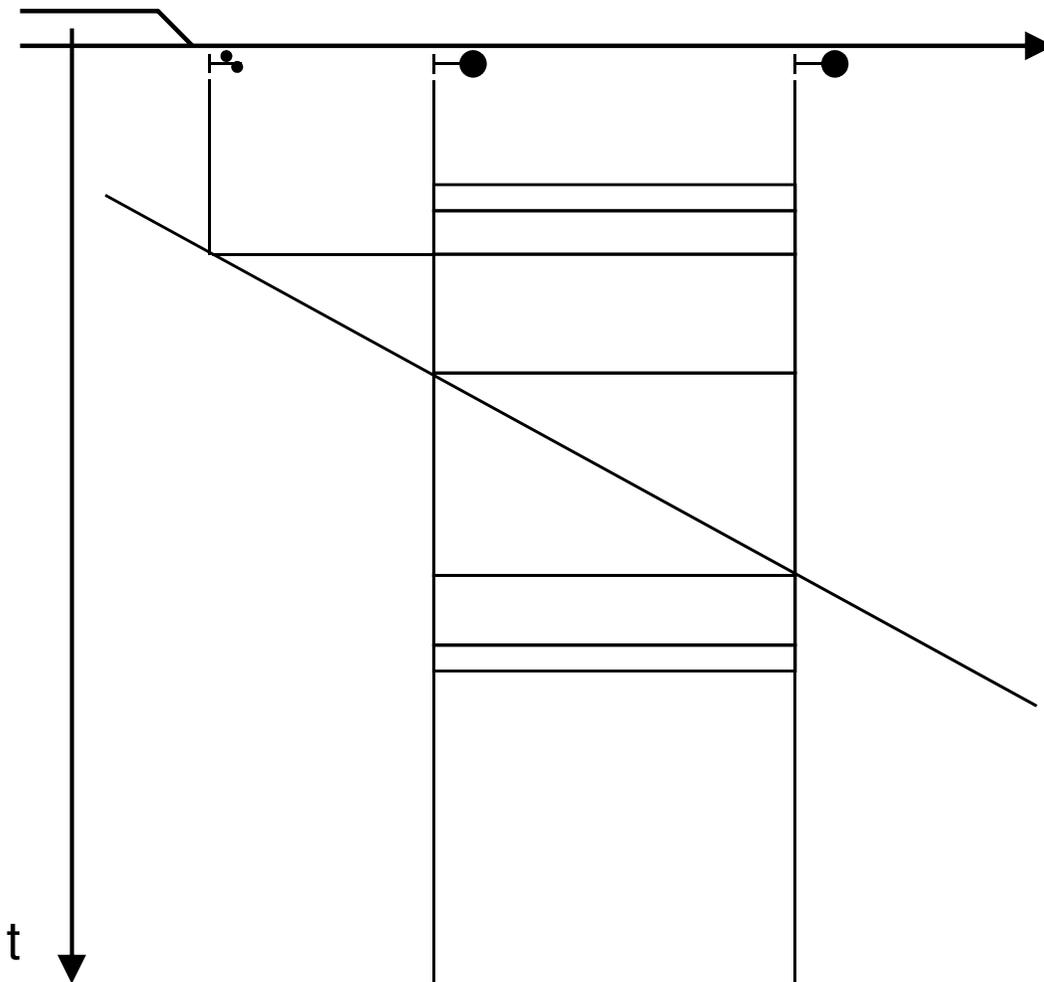
Berechnung der Auswirkungen von Betriebseinschränkungen auf die Leistungsfähigkeit und Wartezeiten

Mit Hilfe der Eisenbahnbetriebswissenschaft können Aussagen zum Leistungsverhalten von Eisenbahnanlagen getroffen werden.

Basis hierfür sind die **Sperrzeiten** (Zeitverbrauch einer Zugfahrt) und die **Mindestzugfolgezeiten** (zeitlicher Mindestabstand zwischen Zugfahrten).

Sperrzeit

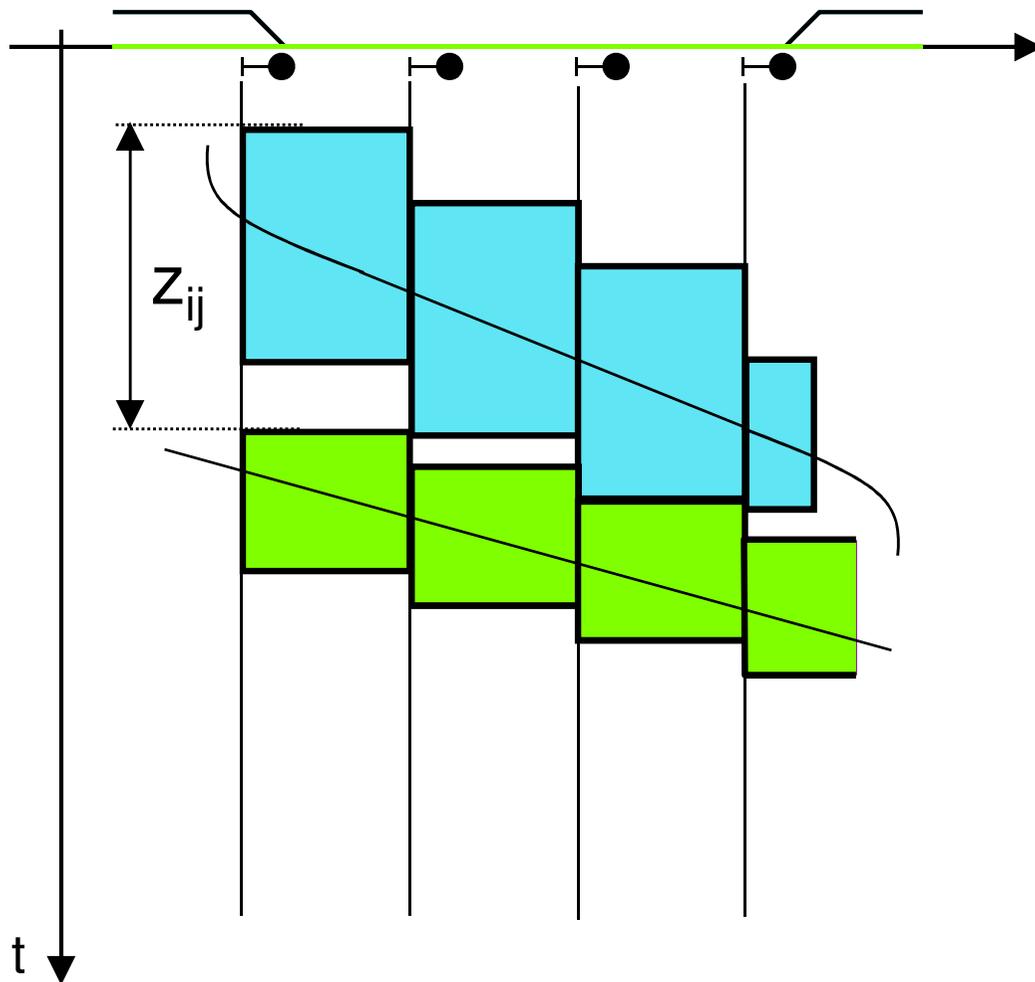
Die Sperrzeit stellt die zeitliche Inanspruchnahme eines Infrastrukturbereichs durch eine Zugfahrt dar.



- Fahrzeit
- Räumfahrzeit
- Annäherungsfahrzeit
- Reaktionszeit
- Schaltzeiten

Mindestzugfolgezeit

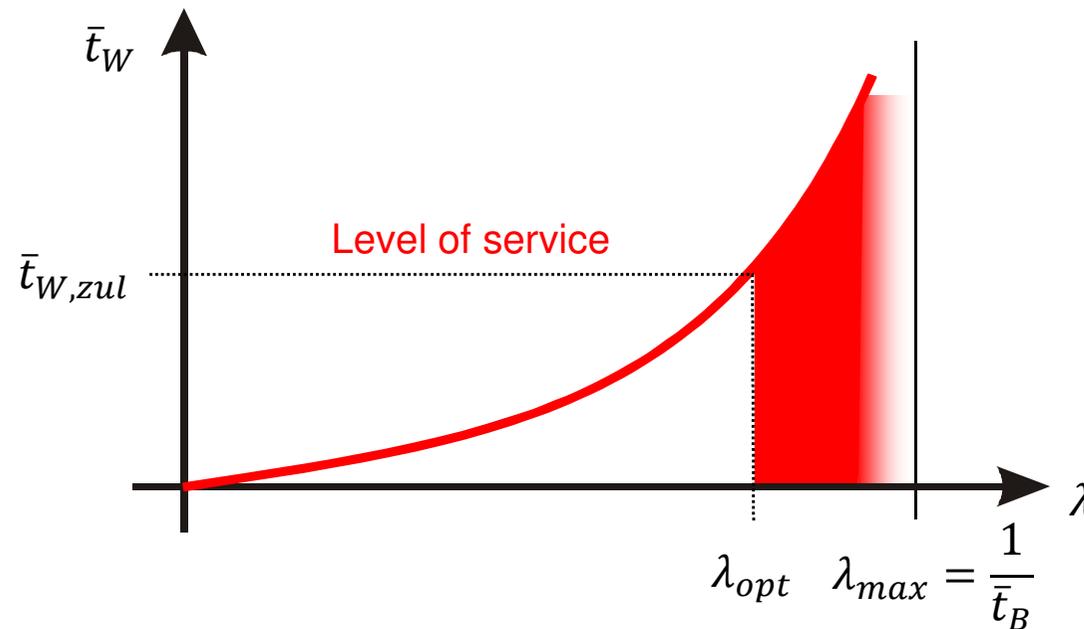
Mindestzugfolgezeiten stellen die Zeitspanne dar, in welcher sich zwei Zugfahrten auf einem Abschnitt behinderungsfrei folgen können.



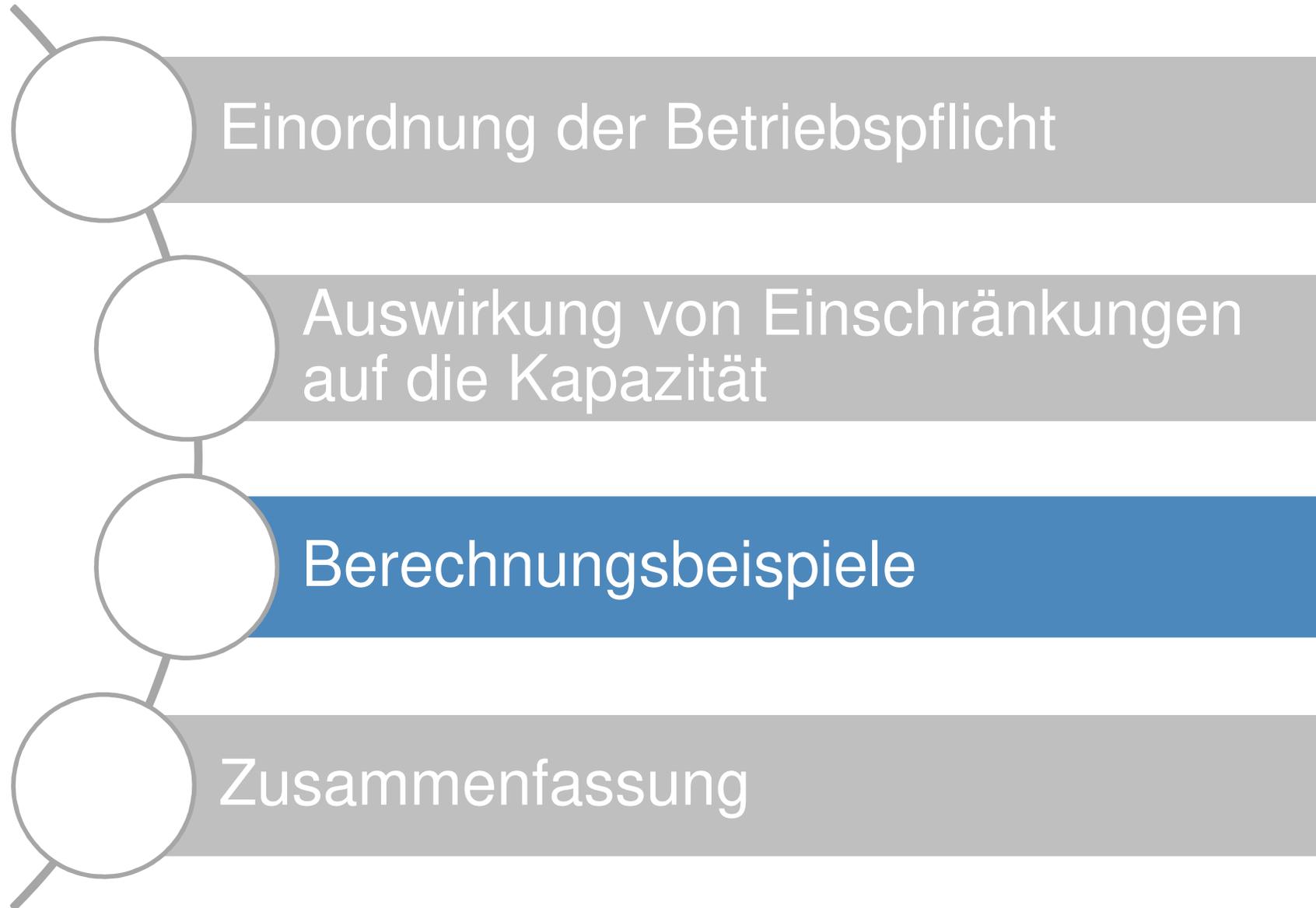
Sperrzeiten bilden die Grundlage der Mindestzugfolgezeiten-Berechnung (z_{ij})

Berechnung der Auswirkungen von Betriebseinschränkungen auf die Leistungsfähigkeit und Wartezeiten

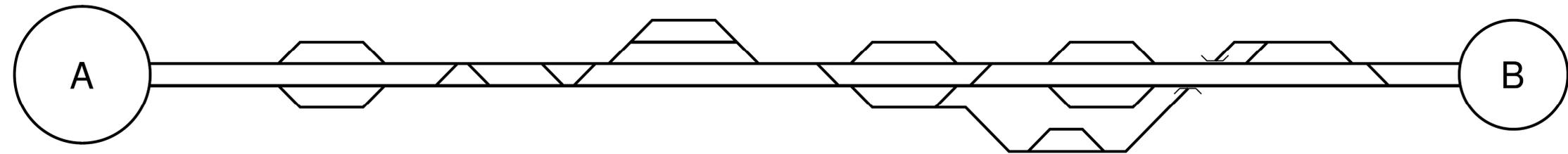
Warteschlangenmodelle der Bedientheorie berechnen die zu erwartenden Verspätungen. Diese werden zulässigen Werten gegenübergestellt.



Übersicht

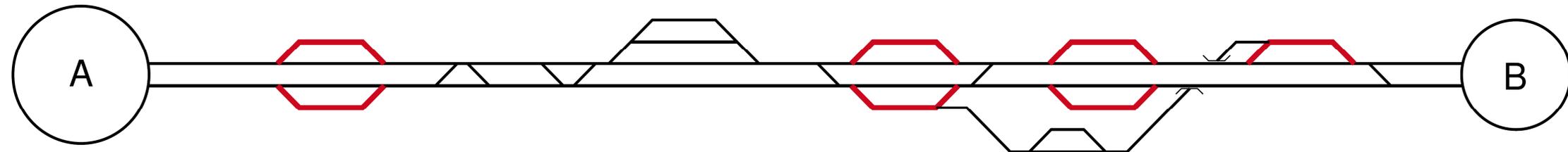


Berechnungsbeispiel: Einschränkung zweigleisige Strecke



Berechnungsbeispiel: Einschränkung zweigleisige Strecke

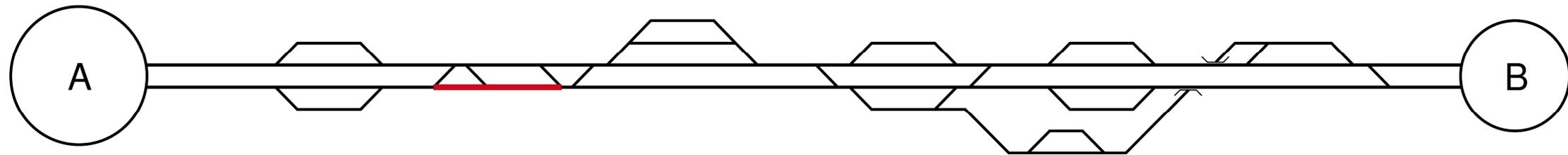
1.) Entfall der **Überholungsmöglichkeiten** auf der Strecke



- Die Überholungsmöglichkeiten zwischen schnellen und langsamen Zügen entfallen.
- Ergebnis:
 - Wartezeiten steigen um 11% (Richtung 1) bzw. 29% (Richtung 2)
 - Die Kapazität sinkt um 3% bzw. 9%
- Folge: Bei üblicher Auslastung Betrieb teilweise risikobehaftet!

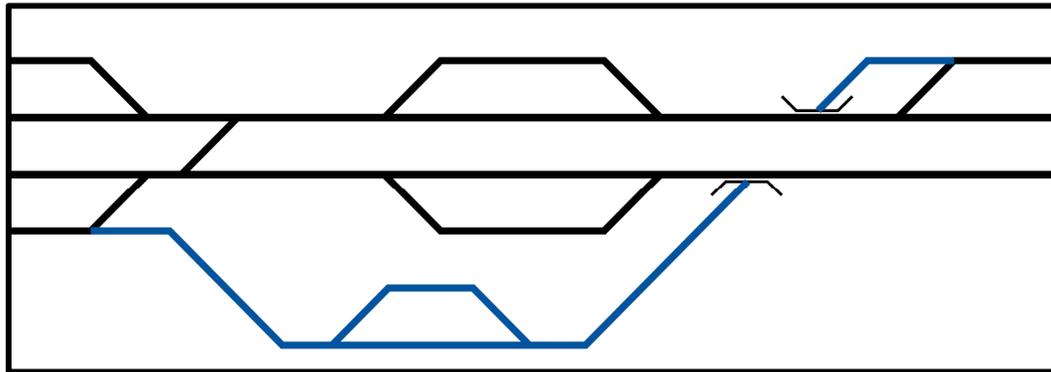
Berechnungsbeispiel: Einschränkung zweigleisige Strecke

2.) Sperrung eines Streckengleises



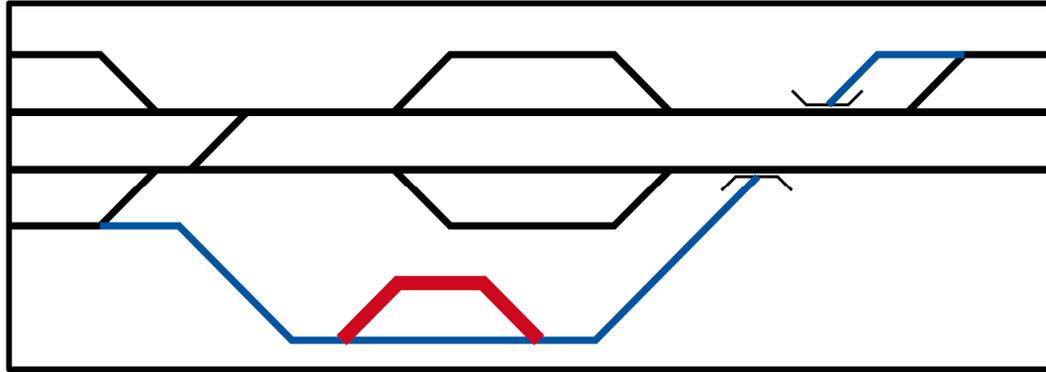
- Sperrung eines Streckenabschnitts. Die Züge müssen teilweise das Gegengleis befahren.
- Ergebnis:
 - Wartezeiten steigen um mehr als 500% (beide Richtungen)
 - Die Kapazität reduziert sich um etwa ein Viertel
- Folge: Bei üblicher Auslastung Betrieb praktisch **nicht mehr durchführbar!**
- Lösung im Betrieb: Teilweise Umleitung des Personenfernverkehrs und Güterverkehrs auf andere Strecken.

Berechnungsbeispiel: Einschränkung eingleisige Strecke



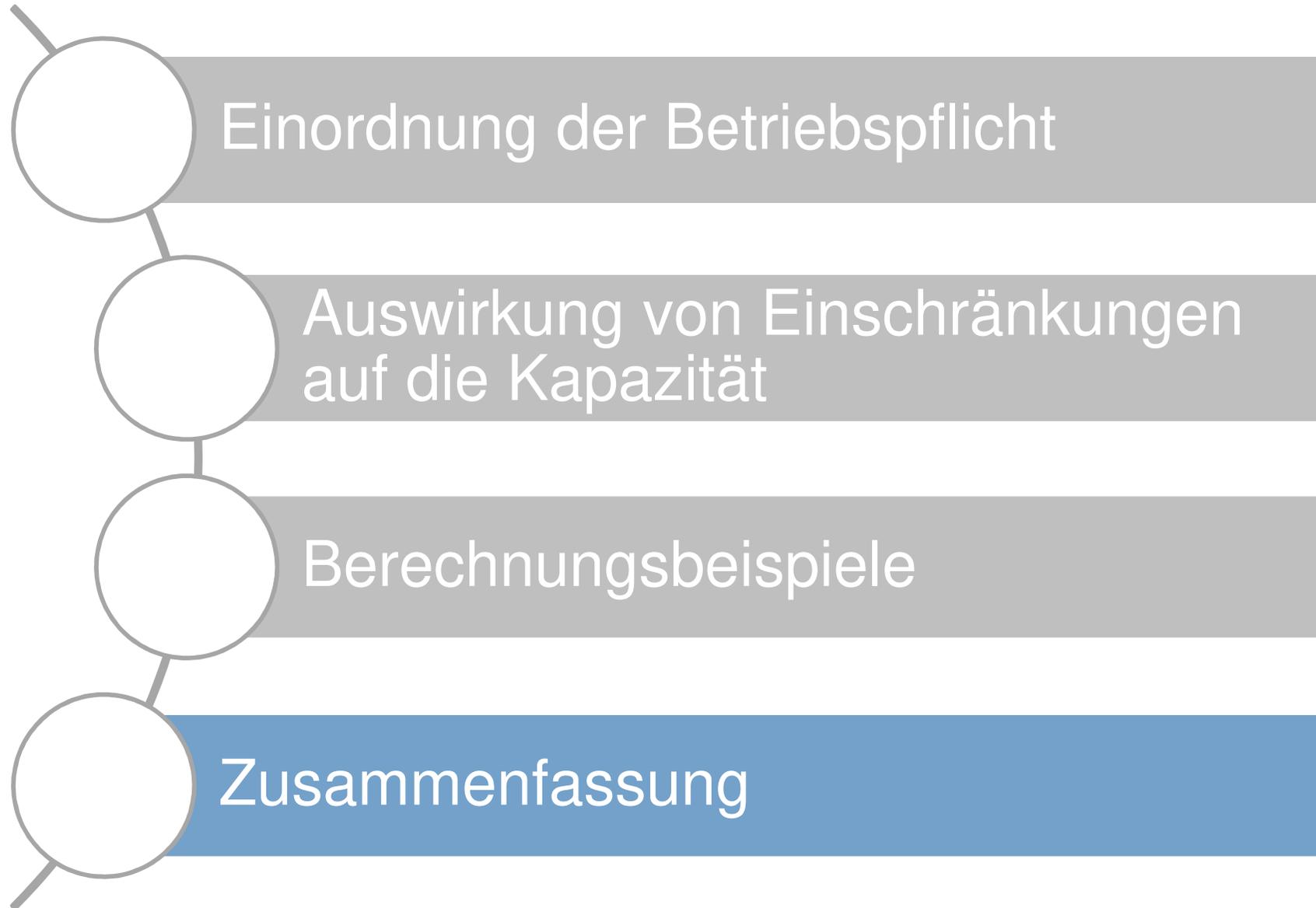
Berechnungsbeispiel: Einschränkung eingleisige Strecke

1.) Entfall der Kreuzungsmöglichkeit



- Kreuzungsmöglichkeit auf der eingleisigen Strecke entfällt.
- Ergebnis:
 - Wartezeiten verdoppeln sich
 - Die Kapazität sinkt um etwa 20%
- Folge: Bei üblicher Auslastung Betrieb praktisch **nicht mehr durchführbar!**

Übersicht



Zusammenfassung und Fazit

- Für die Durchführung des Eisenbahnbetriebs werden Fahrdienstleister und Triebfahrzeugführer benötigt.
- Ist das benötigte Personal nicht vorhanden, so führt dies zu Einschränkungen im Betriebsablauf.
- Ebenso wirken sich Infrastruktureinschränkungen (Langsamfahrstellen und gesperrte Gleise) negativ auf den Eisenbahnbetrieb aus.
- In einigen Fällen reduziert sich die Kapazität dabei mehr als geringfügig (> 10%).