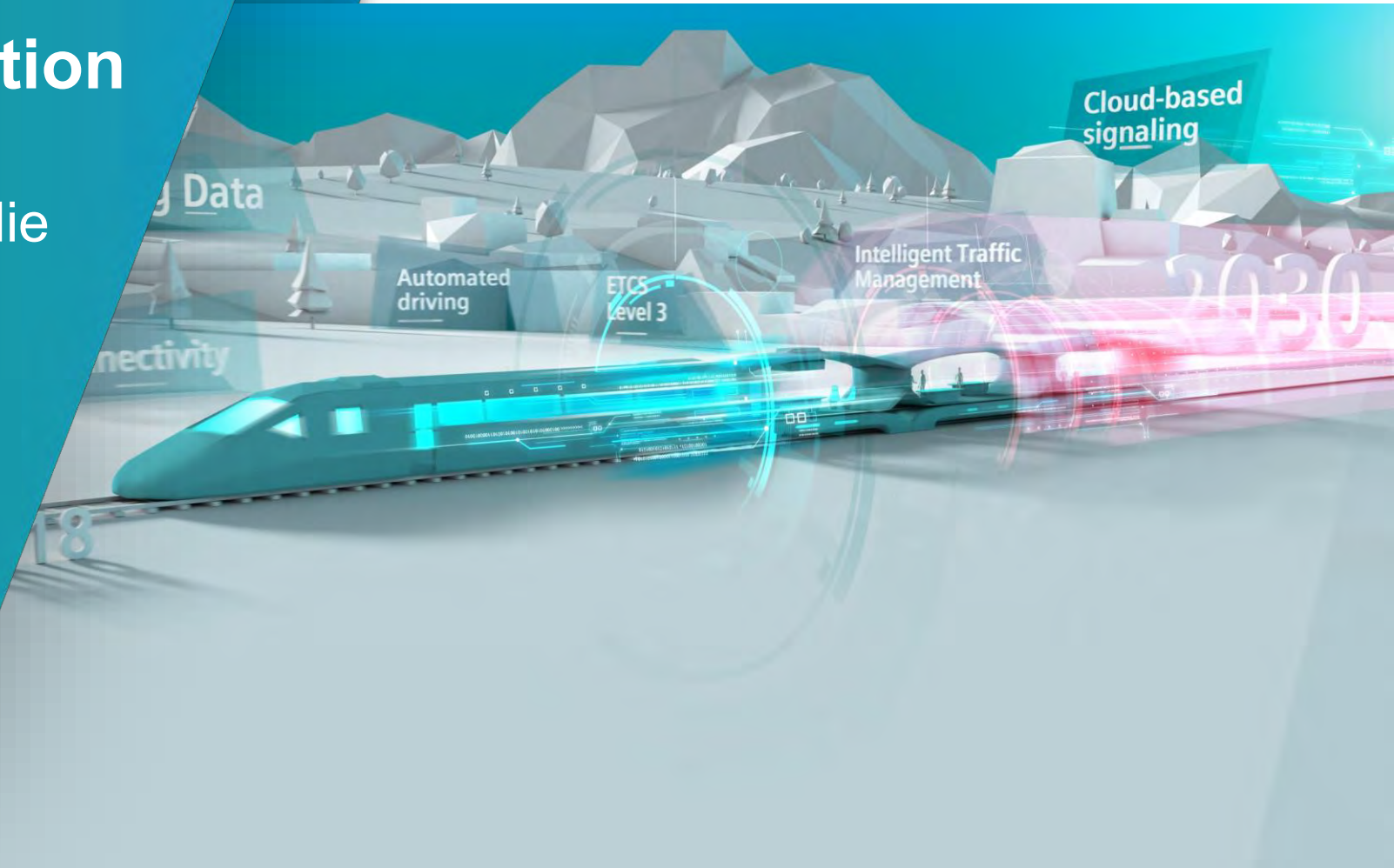


Automatic Train Operation

...oder wie mehr Verkehr auf die Schiene ohne "mehr Schiene" kommen kann!



**Mehr Verkehr auf
die Schiene – ohne mehr Schiene**

Was ist zu tun?

EFFIZIENZ steigern

SIEMENS
Ingenuity for life

**Zahlreiche mechanische und
Relaisstellwerke ablösen,
Kosten des Betriebs senken,
Automatisierungsgrad erhöhen ...**



MODAL SHIFT realisieren

SIEMENS
Ingenuity for life

**Attraktivität des
Schienenverkehrs
steigern und die
Umwelt schonen ...**



KAPAZITÄT erhöhen

SIEMENS
Ingenuity for life

Zugfolge erhöhen,
Bessere Diagnose
und Vorhersagen
für weniger
Störungen ...



In Deutschland ist eine Steigerung der Streckenkapazität...

...nur mit einer höheren Stufe der Automatisierung erreichbar !

In welche Stufen wird bei der Automatisierung unterschieden ?



Grades of Automation (GoA)

Assistenzsysteme -
Manuelles Fahren und
Überwachung durch den Tf
(DAS)

Hochautomatisiertes Fahren -
Begrenzter Eingriff
durch den Tf
(ATO)

Vollautomatisiertes Fahren -
Fahren ohne Tf aber
Mensch an Bord
(DTO)

Vollautomatisiertes Fahren -
Fahren ohne Tf und kein
Mensch an Bord
(UTO)



An was Menschen denken, wenn über hochautomatisierten Bahnbetrieb gesprochen wird ...

...allerdings gibt es komplexere Rahmenbedingungen bei der Einführung des hochautomatischen Fahrens im Fernverkehr !

NAHVERKEHR

Ein Betreiber
für Infrastruktur und
Fahrzeuge

Reiner Personenverkehr

Identische Fahrzeuge
mit gleichen Eigenschaften

Einfaches Streckennetz
geschützt und
zugangsbeschränkt

Integriertes System
als geschlossene Lösung
eines Anbieters



FERNVERKEHR

Mehrere Betreiber
für Infrastruktur und
Fahrzeuge

Mischverkehr
von Hochgeschwindigkeits-,
Regional- und Güterverkehr

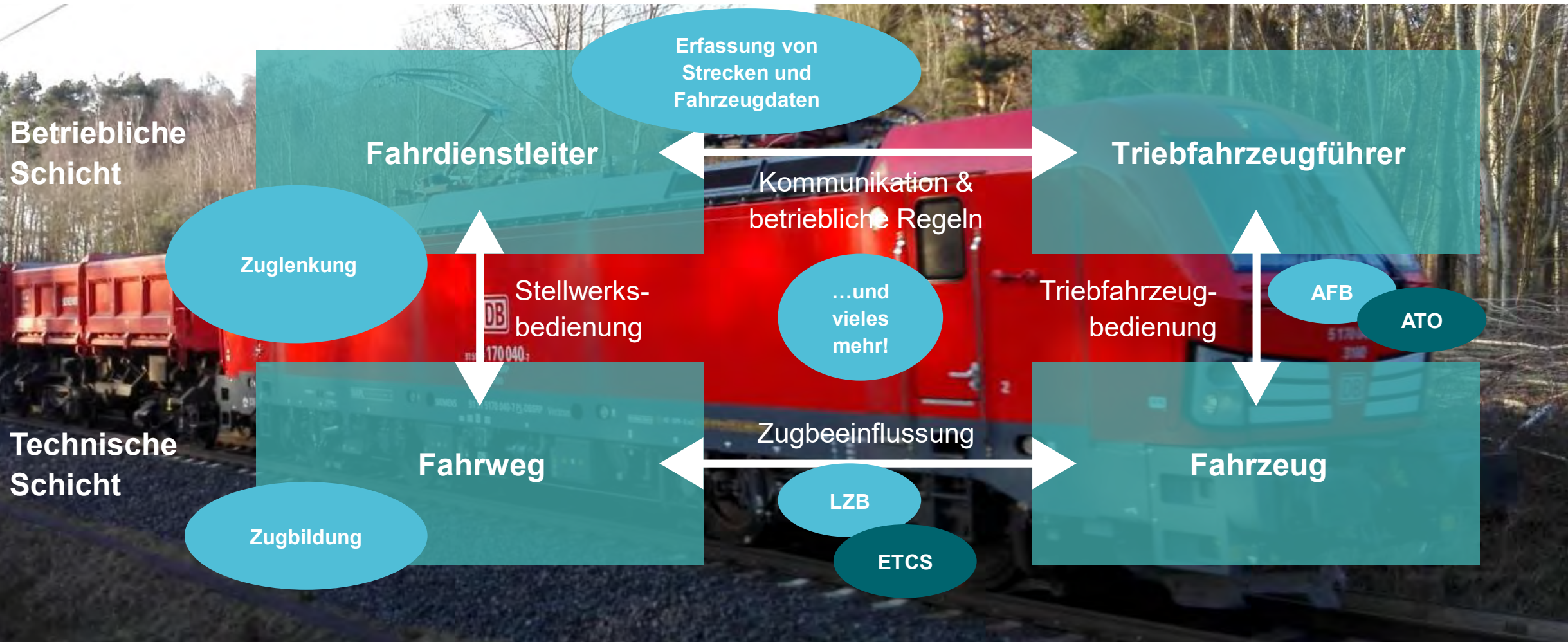
Verschiedene Fahrzeuge
mit unterschiedlichen
Eigenschaften


Komplexes Streckennetz
öffentlich zugänglich

Netzweite Interoperabilität
bei einer Vielzahl von
Signaltechniklösungen
verschiedener Anbieter



Wo befinden wir uns aktuell im Fernverkehr ?





**Automated
Driving**

**... und was kann mit dem Einsatz von
ATO im Fernverkehr erreicht werden?**

Exkurs:

Herausforderungen des Fernverkehrs

- Streckenkapazität erhöhen
- Pünktlichkeit des Netzes optimieren
- Betriebskosten einsparen

Möglichkeiten zur Optimierung

- Beseitigung von Kapazitätsengpässen (z.B. bauliche Maßnahmen)
- Kürzere Zugfolgezeiten



**Eine Steigerung der Kapazität bei unveränderter
Infrastruktur kann nur durch eine höhere Zugfolge erfolgen !**

Exkurs:

Was bestimmt im Wesentlichen die Zugfolge einer Strecke?

SIEMENS
Ingenuity for life



Verschiedene Faktoren beeinflussen einen optimalen Headway (Zugfolge) – **Blocklänge** und **Bremsweg** sind die mit der größten Auswirkung.

Unterschiede in der Zugfolge zeigen sich vor allem bei **Einfahrt in einen Bahnhof**.

Exkurs: Einfluss der Blocklänge & -anzahl auf die Zugfolge



Konventionelles
Block System



Block System
mit ETCS Level 2

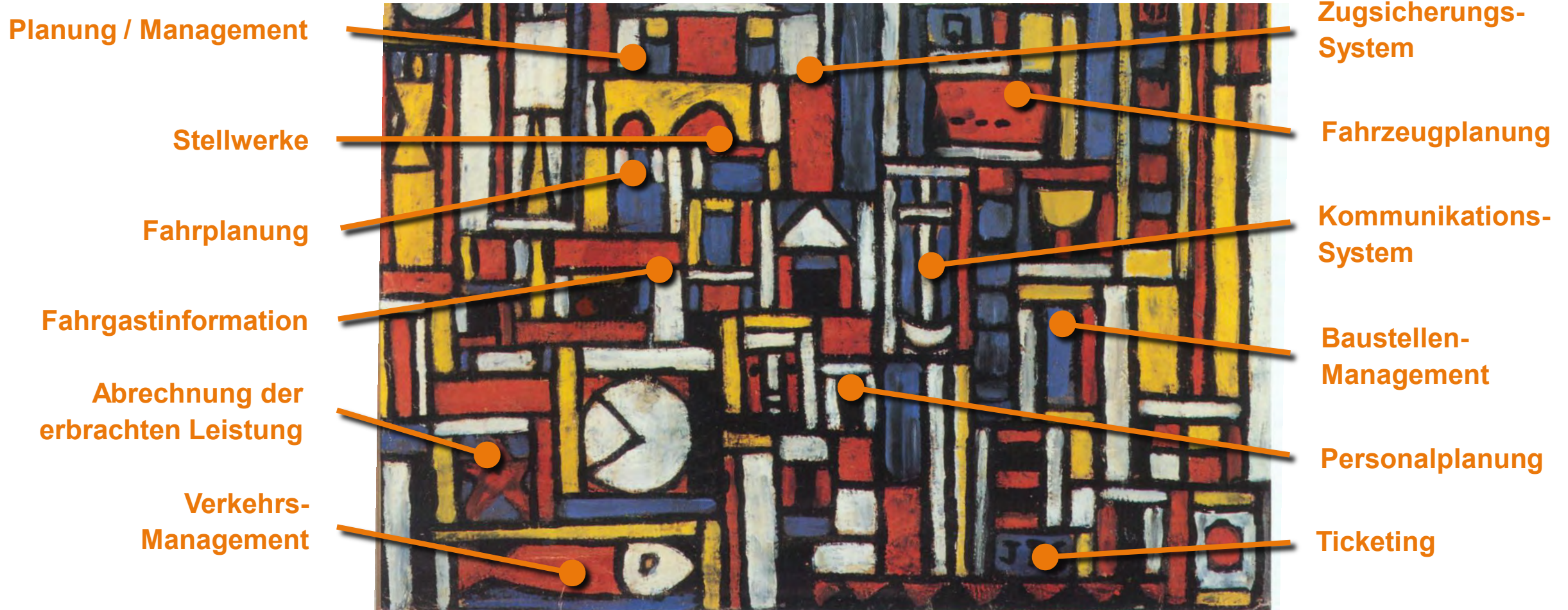


Block System
mit ETCS und
zusätzlichen Signalen

Beim Einsatz von ETCS führt die Möglichkeit einer „Blockoptimierung“ zu einer signifikanten Steigerung der Leistungsfähigkeit.

Eine weitere Steigerung der Streckenkapazität ist nur durch „ATO over ETCS“ möglich !

Herausforderungen bei der Einführung eines neuen Teil-Systems: Extrem heterogene Umgebung und komplexes Gesamt-System



ATO erfordert eine gesamtsystemische Integration

ETCS bildet die sicherungstechnische Basis

STRECKE



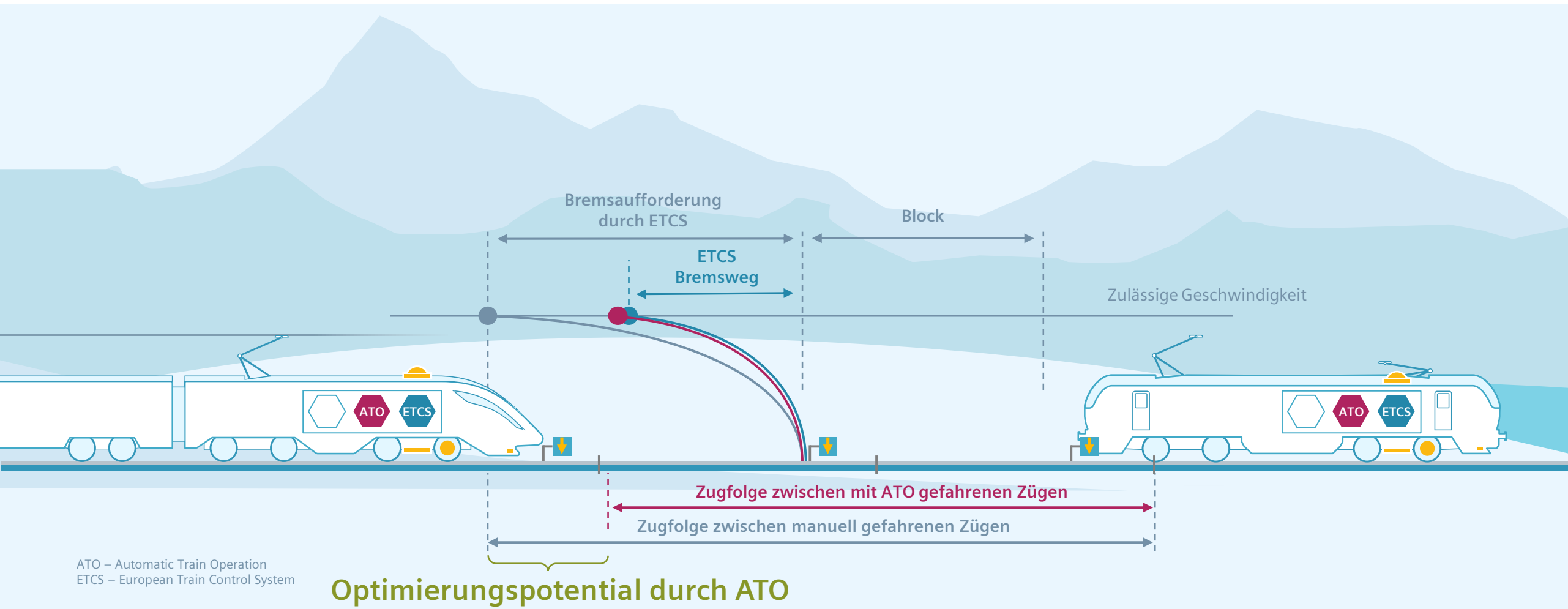
FAHRZEUG



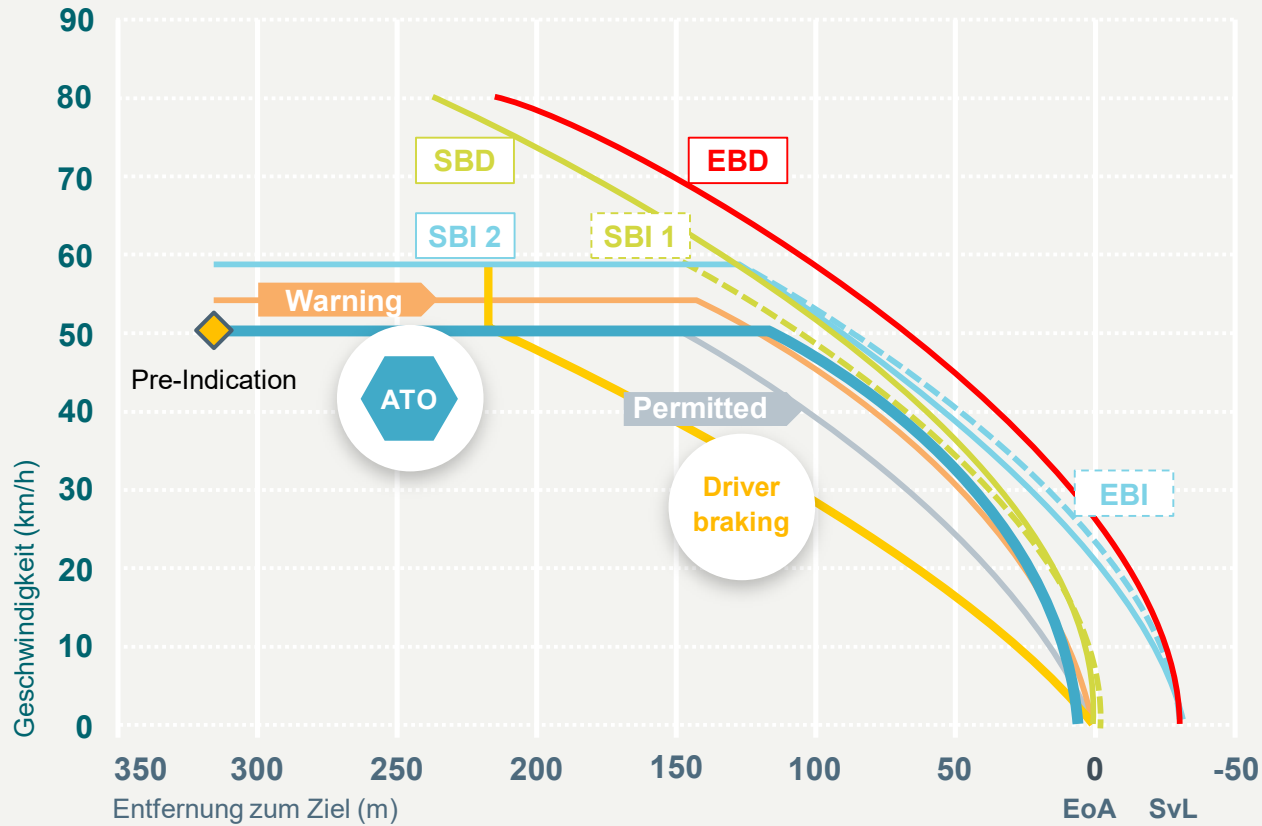


**Im Betrieb werden mit ATO over ETCS die
Optimierungsziele *Leistungsfähigkeit steigern &
Lebenszykluskosten senken* erreicht:**

ATO verkürzt die Zugfolge durch konstantes Fahren und späteres Bremsen und erhöht damit die Leistungsfähigkeit einer Strecke



ATO und ETCS Bremskurven (Baseline 3)



Standard Aktive ATO



Normale ETCS Anzeige

ETCS Vorankündigung
Fahrer soll bereit sein zum Bremsen

ETCS Hinweis
Fahrer sollte mit dem Bremsen beginnen

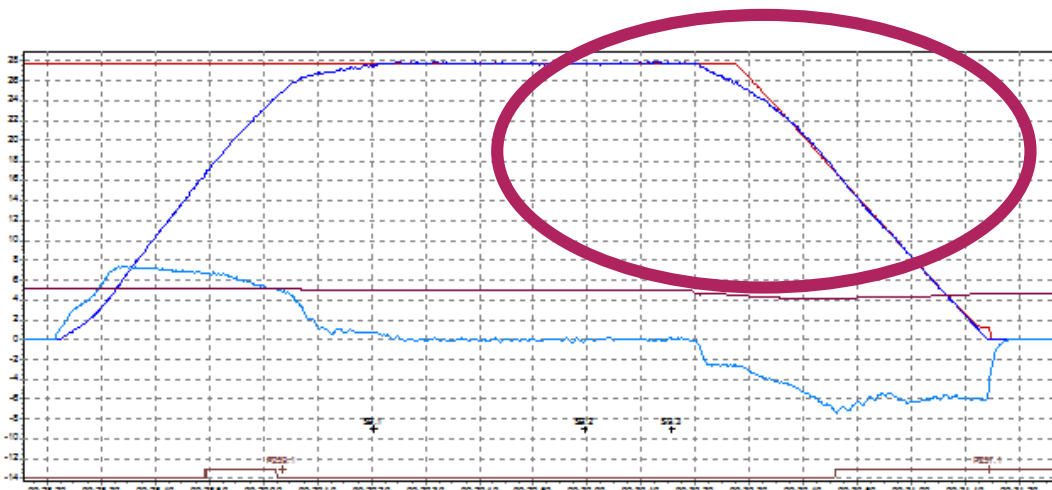
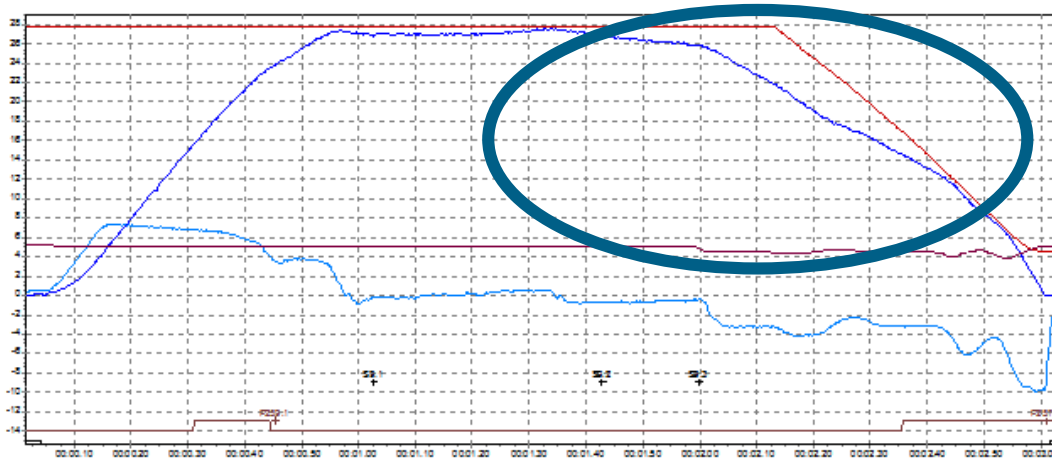
ETCS Warnung
Fahrer muss bremsen

ETCS Bremseingriff

- **ATO brems später** als der Mensch, ohne einen Bremseingriff durch ETCS auszulösen
- Einige Hinweise und Warnungen für den Fahrer werden unterdrückt, um Irritationen im ATO-Betrieb zu vermeiden

Automatisierte Fahrt mit ATO optimiert das Fahrprofil

SIEMENS
Ingenuity for life



Vorteile des hochautomatisierten Fahrens im Fernverkehr



Steigerung der Strecken- und Transportkapazität
durch schnellere Zugfolge



Verbesserung der Fahrplanstabilität und Pünktlichkeit
durch ein reproduzierbares Fahrverhalten



Energieeinsparung
durch optimierte Fahrweise



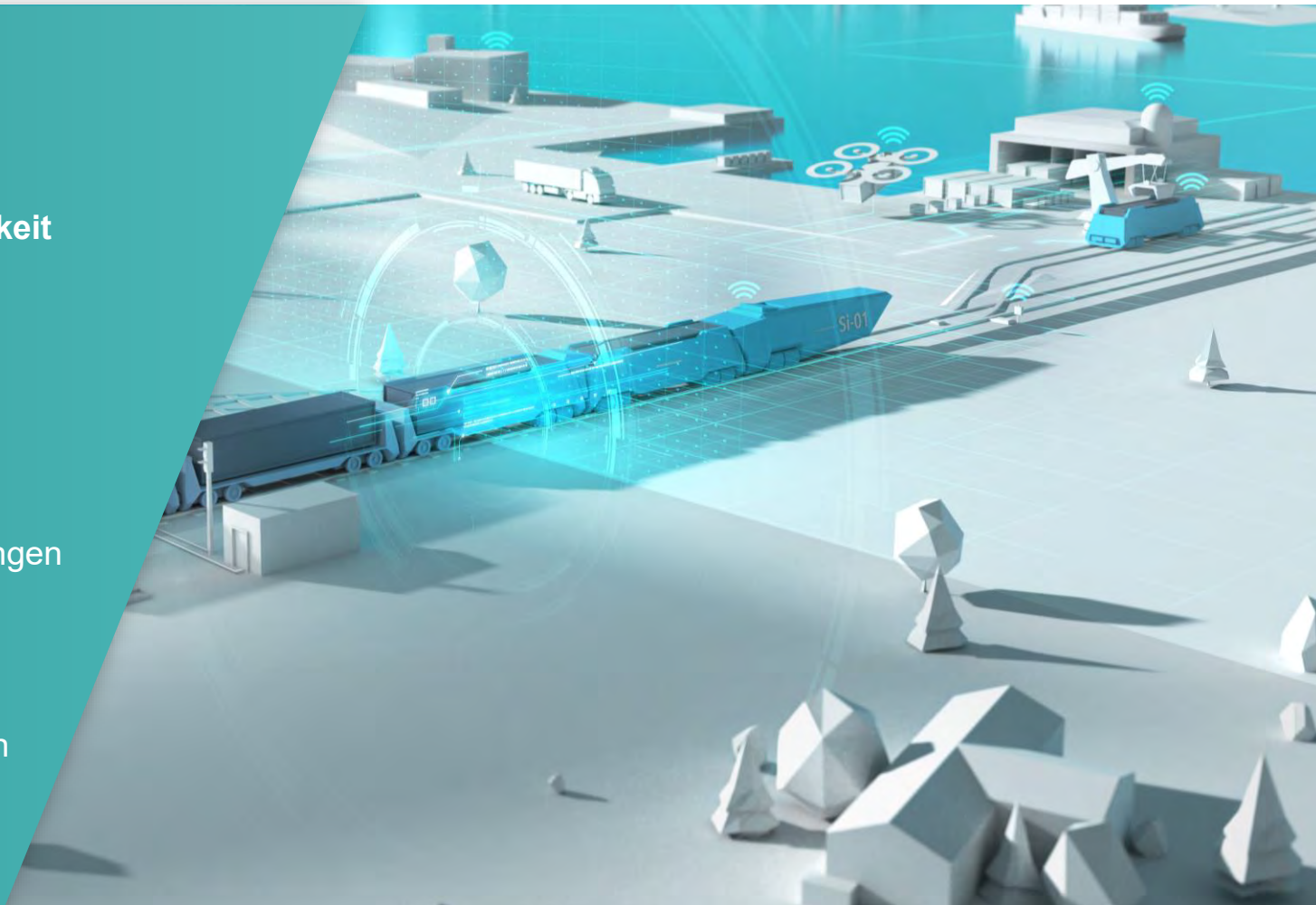
**Verringerung von mechanischer Beanspruchung,
Verschleiß und Lärm**
durch gleichmäßiges Fahren mit weniger Bremsvorgängen



Erhöhung des Fahrgastkomforts
durch sanftes und gleichmäßiges Fahren



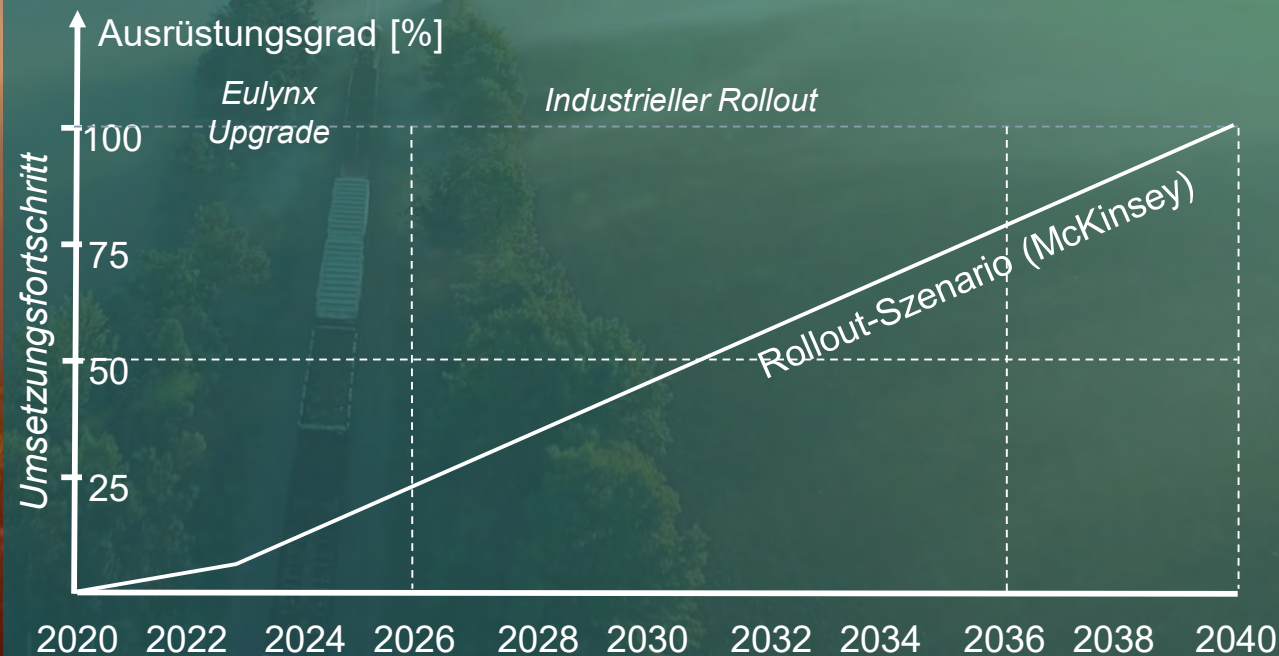
Erster Schritt zur Erhöhung der Flexibilität für einen
bedarfsorientierten Zugverkehr bei GoA 3/4



Um die Vorteile zu heben, müssen im Fernverkehr noch ein paar Voraussetzungen erst geschaffen werden

Ziele der DB AG

- Komplette Erneuerung der LST-Streckenausrüstung mit DSTW und ETCS Level 2 bis 2040
 - ca. 33.000 km Strecke sowie
 - ca. 235.000 Stelleinheiten (STE)
- Es werden zusätzlich ~1,5 Mrd. €/Jahr benötigt
- Erneuerung wird in großen Einheiten erfolgen
- Umsetzung erfordert eine Vervielfachung der heutigen Volumina
 - Umbaukapazität von 3000 bis 4000 STE je Jahr auf ~8.000 STE erhöhen !
 - Ausrüstung von jährlich 2000 km Strecke ETCS (= 4-fache Länge der VDE 8) !

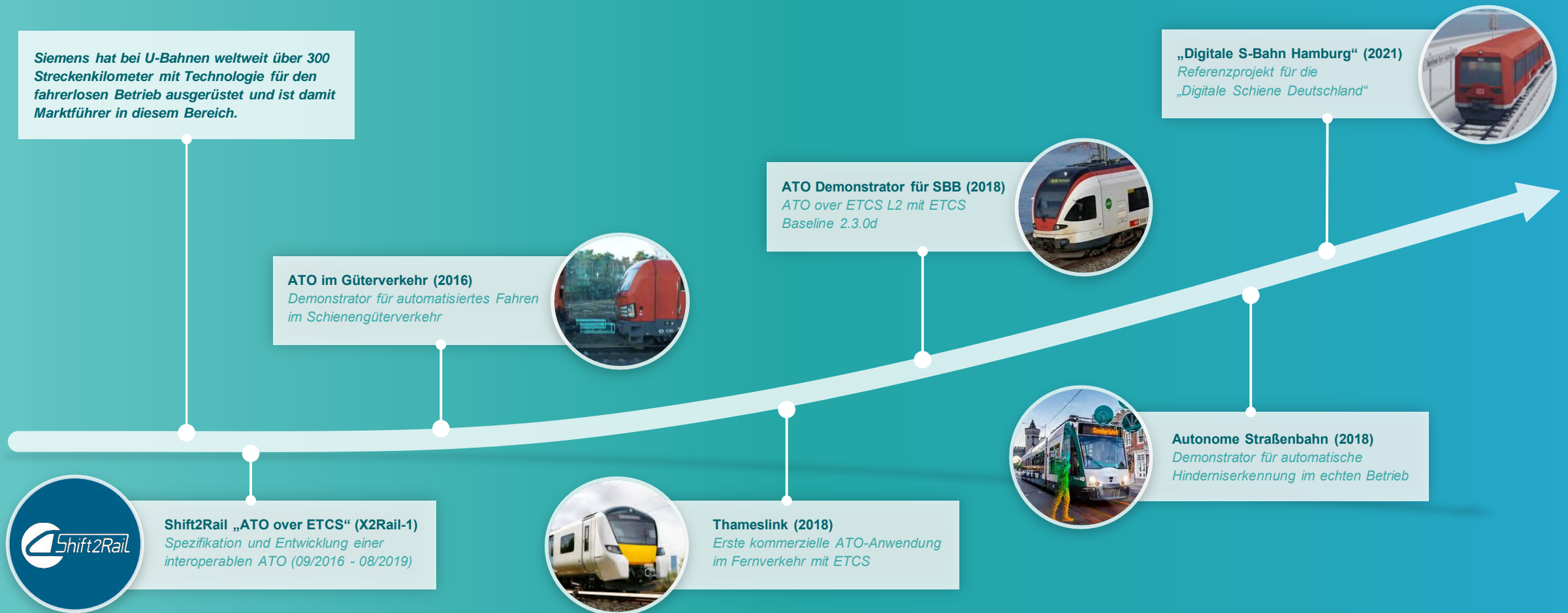


Hinweis: Die Berechnungen beruhen auf öffentlich zugänglichen Informationen und daraus abgeleiteten Annahmen.

Quellen: u.a. Machbarkeitsstudie von McKinsey, Netzzustandsberichte bis 2018.

Die technische Umsetzung im Fernverkehr ist gut unterwegs

SIEMENS
Ingenuity for life



Automatic Train Operation

...oder wie mehr Verkehr auf die Schiene ohne "mehr Schiene" kommen kann!

