

Sicherheitskonzept für das Dynamische Flügeln

Stefanie Schöne

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.
Institut für Verkehrssystemtechnik

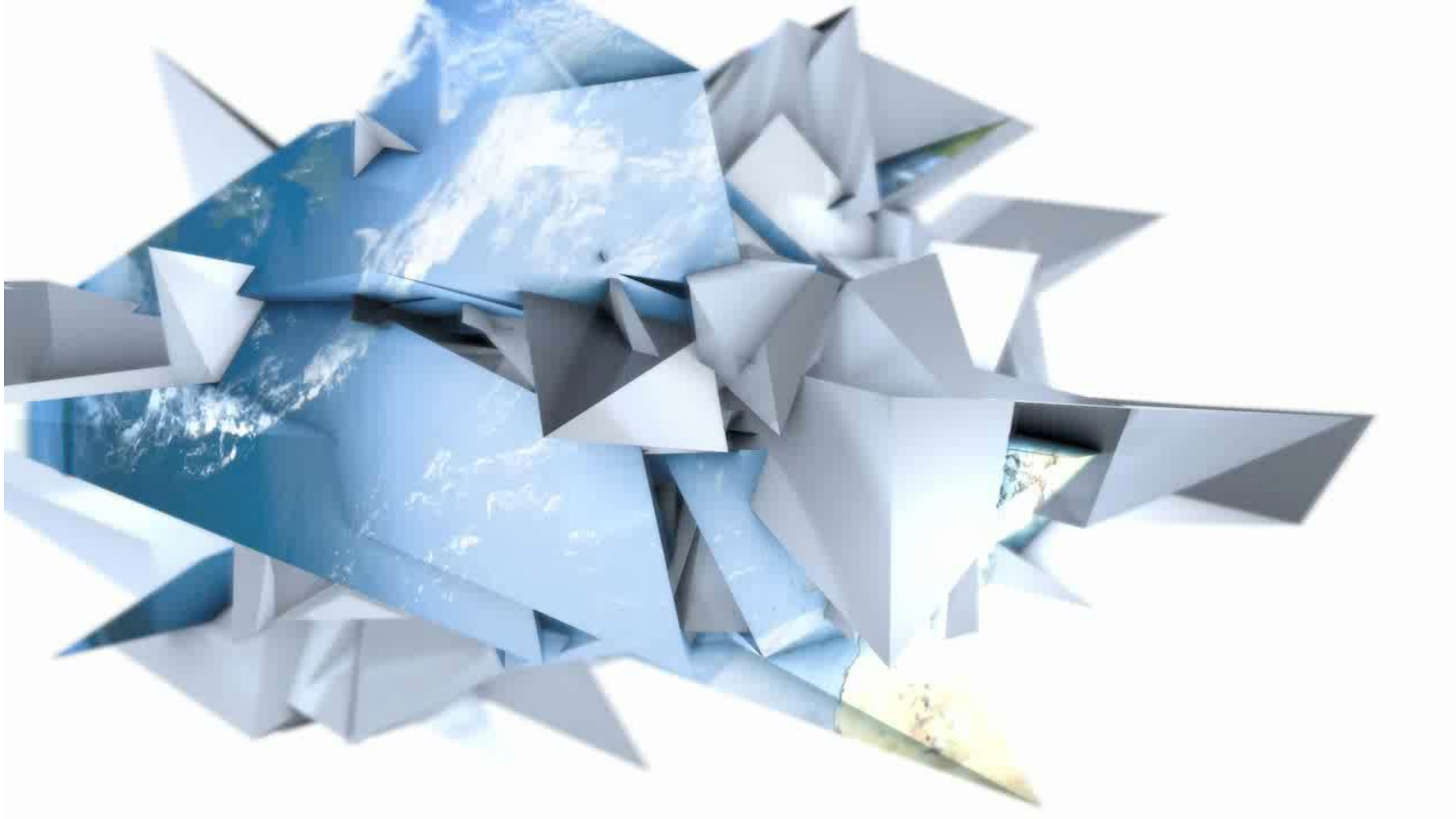
Stefanie.schoene@dlr.de



Wissen für Morgen

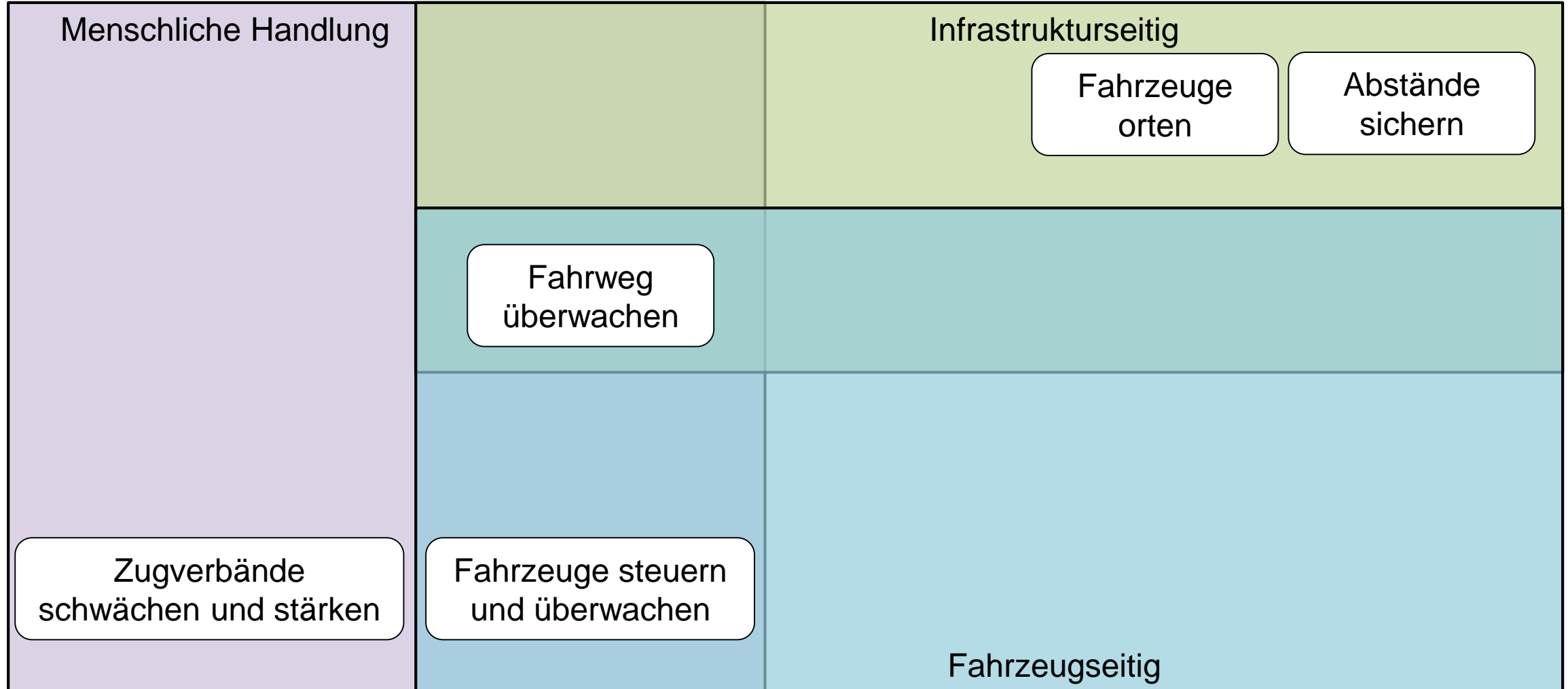


Einführung Dynamisches Flügeln

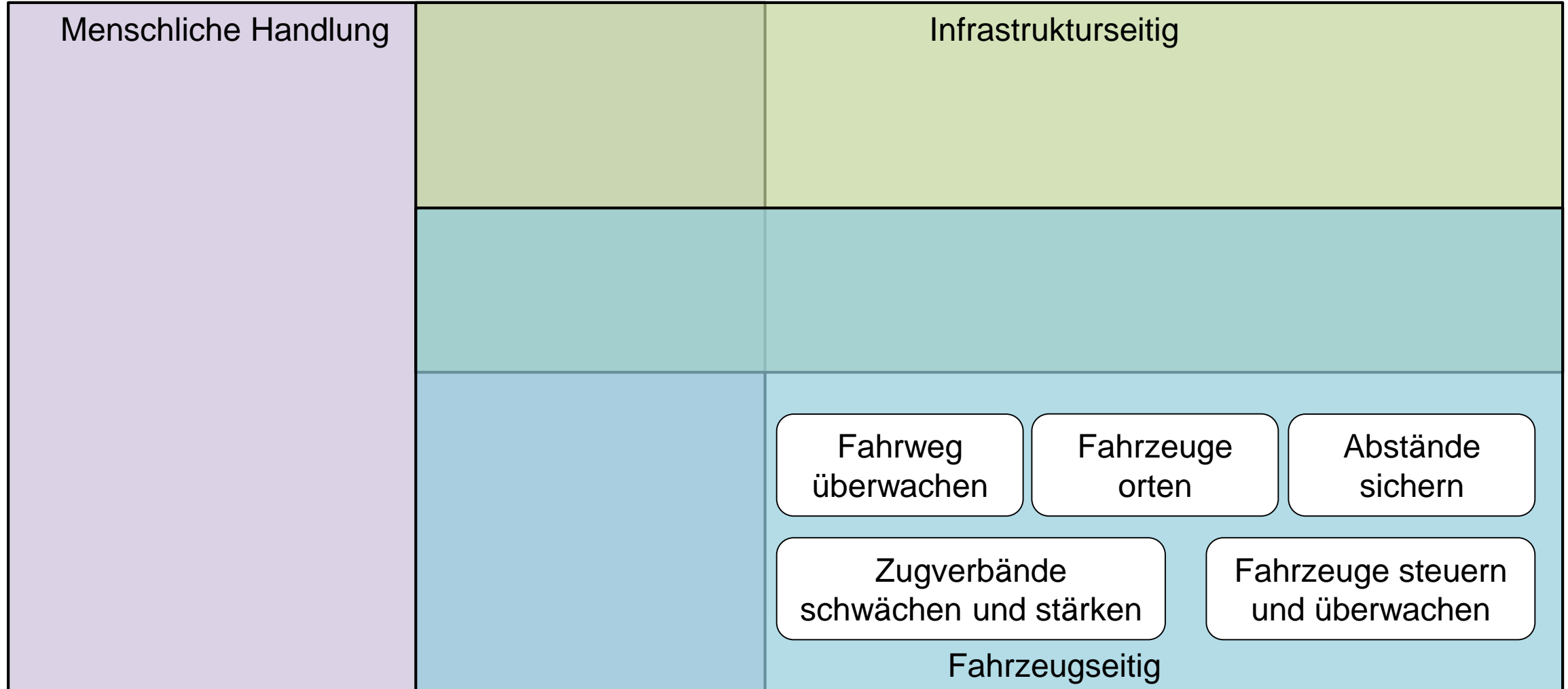


Video online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=yXtJTKGorqk>

Funktionsallokation heute (ETCS Level 2)



Funktionsallokation für Dynamisches Flügeln



Sicherheitskritische Ausfallszenarien beim Dynamischen Flügeln

Fehler in der Fahrwegsteuerung

Fehler in der Fahrwegüberwachung, Fahrwege mehrerer Züge überlagern sich

Ein Zugteil kann das mit dem Zugverband koordinierte Geschwindigkeitsband nicht einhalten, z. B. aufgrund geringerer Haftreibung der Räder wegen Witterungseinflüssen geringeres Bremsvermögen

Zugverband kann mit anderen Zügen koordiniertes Geschwindigkeitsband nicht einhalten, z. B. wegen geringerer Haftreibung der Räder wegen Witterungseinflüssen geringeres Bremsvermögen

Zugteile senden ungenügend oder falsche Informationen an andere Zugteile im Verband (z. B. Bremsvermögen, aktuelle Geschwindigkeit)

Integrität eines Zugverbands oder Zugteils wird verletzt

Ausfall der Kommunikation eines Zugteils in einem Verband

Ausfall der (Fern-)Kommunikation eines ganzen Zugverbands (oder einzeln fahrenden Zugteils)

Fehlerhafte Relativortung (Messung des Abstandes zu den anderen Zugteilen im Zugverband)

Ausfall der Absolutortung (Bestimmung der Position im Koordinatensystem) eines Zugteils im Zugverband

Ausfall der Zugortung eines gesamten Zuges

Etablieren der direkten Kommunikation und Abstimmung des Kupplungsmanövers kommt nicht zu Stande, z. B. wegen fehlerhaftem Kommunikationskanal

Fehlerhafte Abstimmung des Kupplungsmanövers, z. B. wenn mehr als zwei Zugteile gleichzeitig kuppeln



Sicherheitskonzept als Schichtenmodell

Normalbetrieb

ggf. mit Anpassung des Abstands zwischen den Zugteilen

- Züge fahren fernwirkend gekuppelt in einem betrieblich sinnvollen Abstand
- Ausfälle einzelner Teilsysteme werden durch redundantes Systemdesign kompensiert

Herstellung des absoluten Bremswegabstands

ggf. unter Verwendung der adaptiven Schnellbremsung

- „Dominoeffekt“ mit nachfolgenden Zügen
- Verminderung der Streckenleistungsfähigkeit

Stillstand des Zuges

- gesamter Streckenabschnitt wird blockiert



Systemanforderungen - Abstandsregelung

- Sichere Durchführung von Kupplungs- und Entkupplungsvorgängen
- Jederzeit sichere Einhaltung des relativen Bremswegabstands

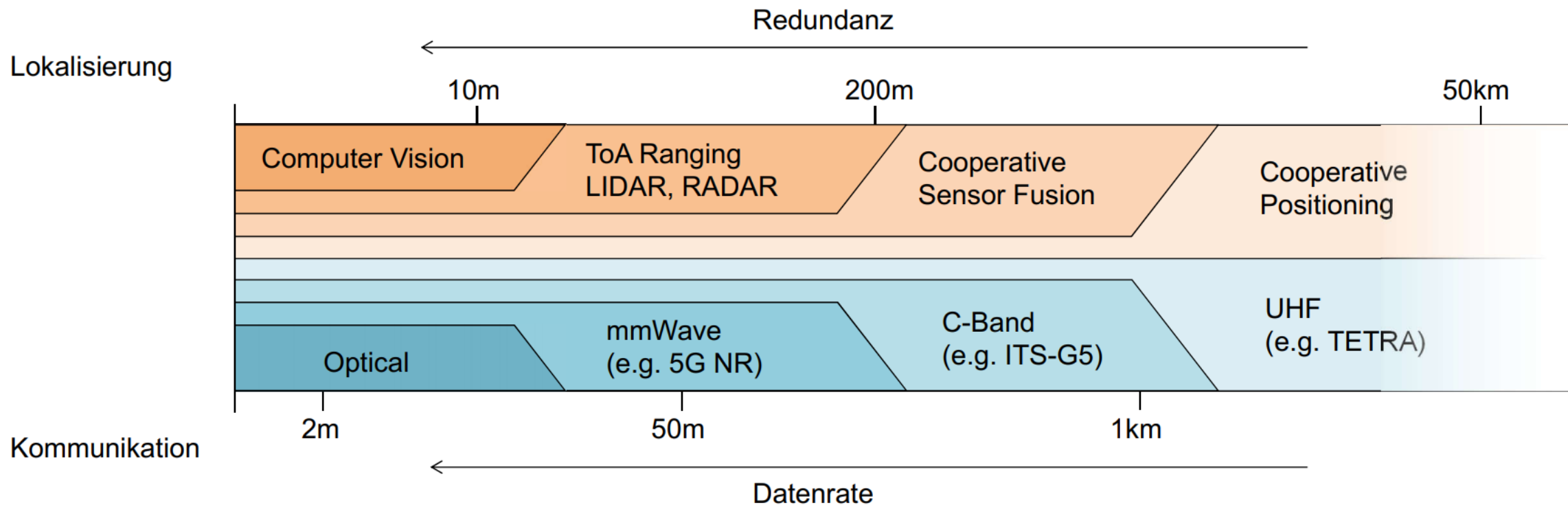
Nötige Inputgrößen:

- Aktueller Abstand, Geschwindigkeit und Beschleunigung der anderen Zugteile
- Aktuelle und erwartete Umwelteinflüsse wie Luftwiderstand durch Tunnel, veränderte Reibwerte zwischen Rad und Schiene usw.
- Digitale Karte mit u. a. Steigungsband der Strecke, Bereiche mit schwacher Funk- oder Ortungsabdeckung, ...
- Sowie Angaben zu Genauigkeit und Zuverlässigkeit der jeweiligen Sensoren und des Kommunikationskanals

→ Der Abstand zwischen den Zugteilen kann dann je nach Informationsgüte und betrieblichen Randbedingungen geregelt werden



Systemanforderungen – Kommunikation und Relativortung im Zugverband



- Key: Verzögerungsarme direkte Zug-zu-Zug Kommunikation
& zunehmende Genauigkeit und Zuverlässigkeit mit abnehmendem Abstand

Abbildung zur Verfügung gestellt von Andreas Lehner, DLR Institut für Kommunikation und Navigation



Systemanforderungen – Absolutortung, Fernkommunikation und Zugsicherung

In Systemen mit herkömmlicher Sicherungstechnik:

- Ein Zug aus mehreren fernwirkend gekoppelten Zugteilen ist im Stellwerk immer noch ein Zug (mit veränderlicher Länge)

Vision:

- Alle Züge sind mit der erforderlichen Technik ausgerüstet und kommunizieren miteinander, berechnen und erteilen Fahrerlaubnisse kooperativ miteinander
- Verstellbare Infrastrukturelemente wie bspw. Weichen sind passiv oder vom Zug aus steuerbar

→ **Brauchen wir dann überhaupt noch eine zentrale Stelle auf Infrastrukturseite? Wofür?**

Ich freue mich auf unsere Diskussion!



Betriebliche Szenarien – Demonstrator zum Ausprobieren

<https://ngt.dlr.de/>

