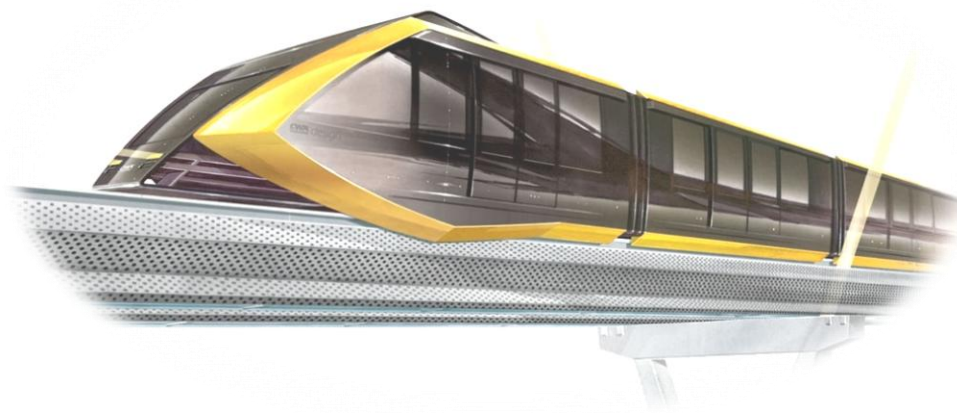


Aktuelle Forschung und Entwicklung in der Antriebstechnik von seilbetriebenen Nahverkehrssystemen



DI(FH) Lothar Schmidt

DCC Doppelmayr Cable Car GmbH & Co KG
Holzriedstraße 29
P.O. Box 6
6961 Wolfurt/Österreich
T +43 5574 604-1230
F +43 5574 604-1231
dcc@doppelmayr.com
www.dcc.at

DI(FH) Christian Nußbaumer

Kompetenzzentrum - Das virtuelle Fahrzeug,
Forschungsgesellschaft mbH
Inffeldgasse 21/A
8010 Graz/Österreich
T +43 316 873-9001
F +43 316 873-9002
office@v2c2.at
www.v2c2.at

Inhalt

- Automatische Personentransportsysteme
- Das „Cable Liner Shuttle“ von DCC
- Fragestellungen in der Antriebsstrangauslegung
- Experimentelle Analyse einer realen Anlage
- Methode zur Vorausberechnung der Antriebsstrangdynamik

Automatische Personentransportsysteme - „Automated People Mover“

Definition

- Spurführung
- separater Fahrweg
- Automatikbetrieb

Einsatzgebiet

- Flughäfen
- Stadtzentren
- Messen
- ...

Anforderungen

- hohe Beförderungskapazität
- hohe Verfügbarkeit
- Überspannen von Verkehrswegen
- ...

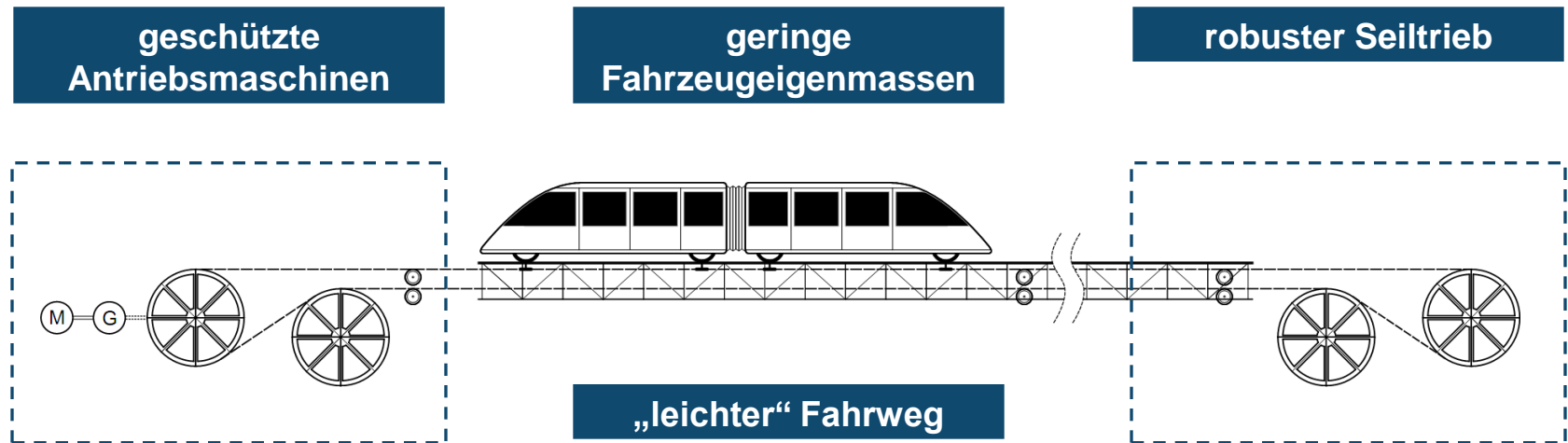


Antriebsvarianten

- fahrzeugfest
- ortsfest (Seiltrieb)

Seilbetriebene APM-Systeme

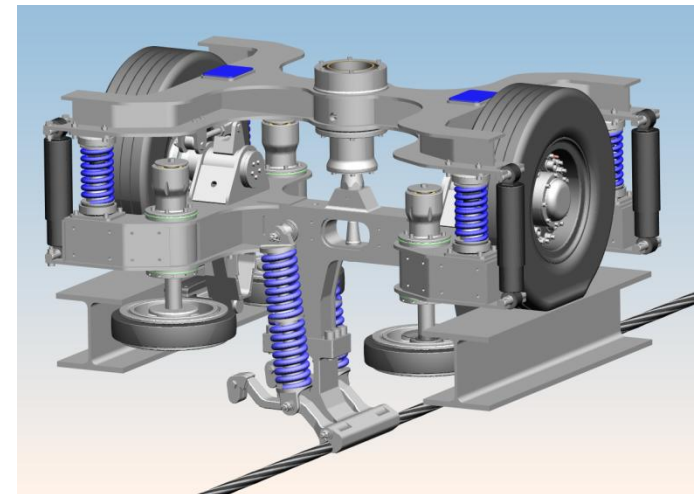
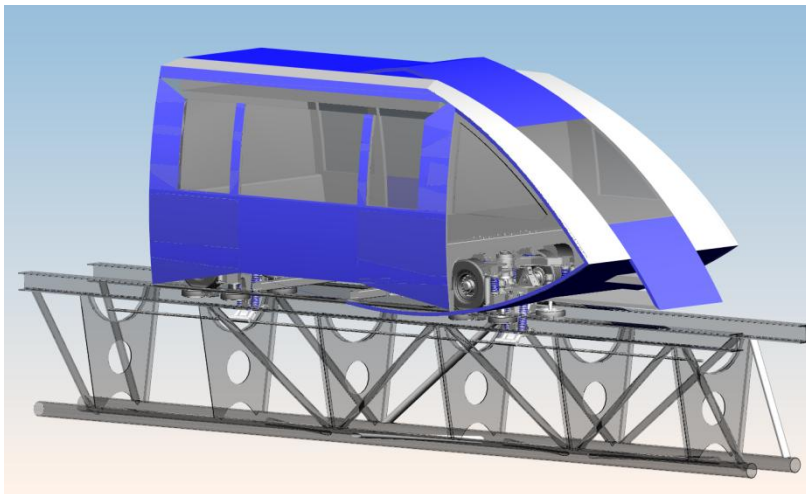
Technisch-wirtschaftliche Vorteile



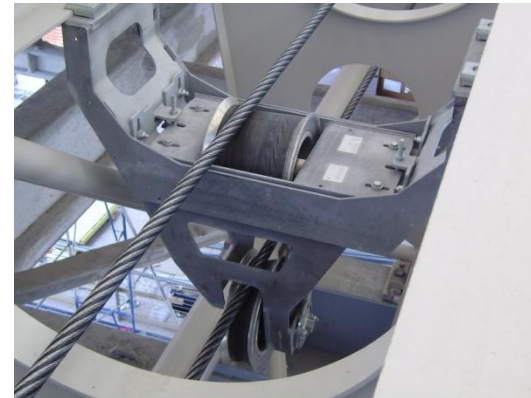
- effizientes, komfortables Transportsystem auf Teilstrecken < 3 km
- Vernetzung durch betrieblich vom Seil lösbare Fahrzeuge möglich

„Cable Liner Shuttle“ von DCC

Interaktion Fahrweg-Fahrzeug-Seiltrieb



„Cable Liner Shuttle“ von DCC Antriebsstrangkomponenten



Fragestellungen in der Antriebsstrangauslegung

Spannvorrichtung

- Grundspannkraft
- Fahrwege
- Dämpfung

Antriebsscheibe

- Umschlingung

Seil

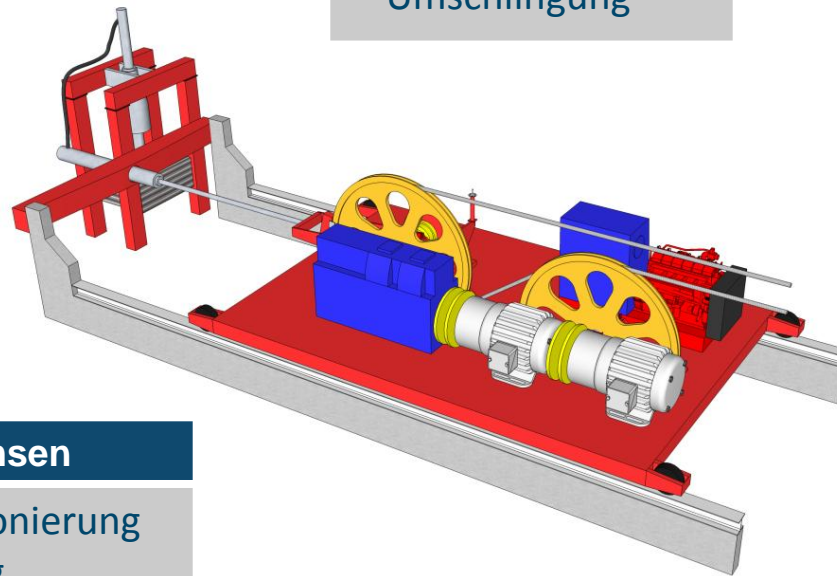
- Dimensionierung

Bremsen

- Dimensionierung
- Regelung

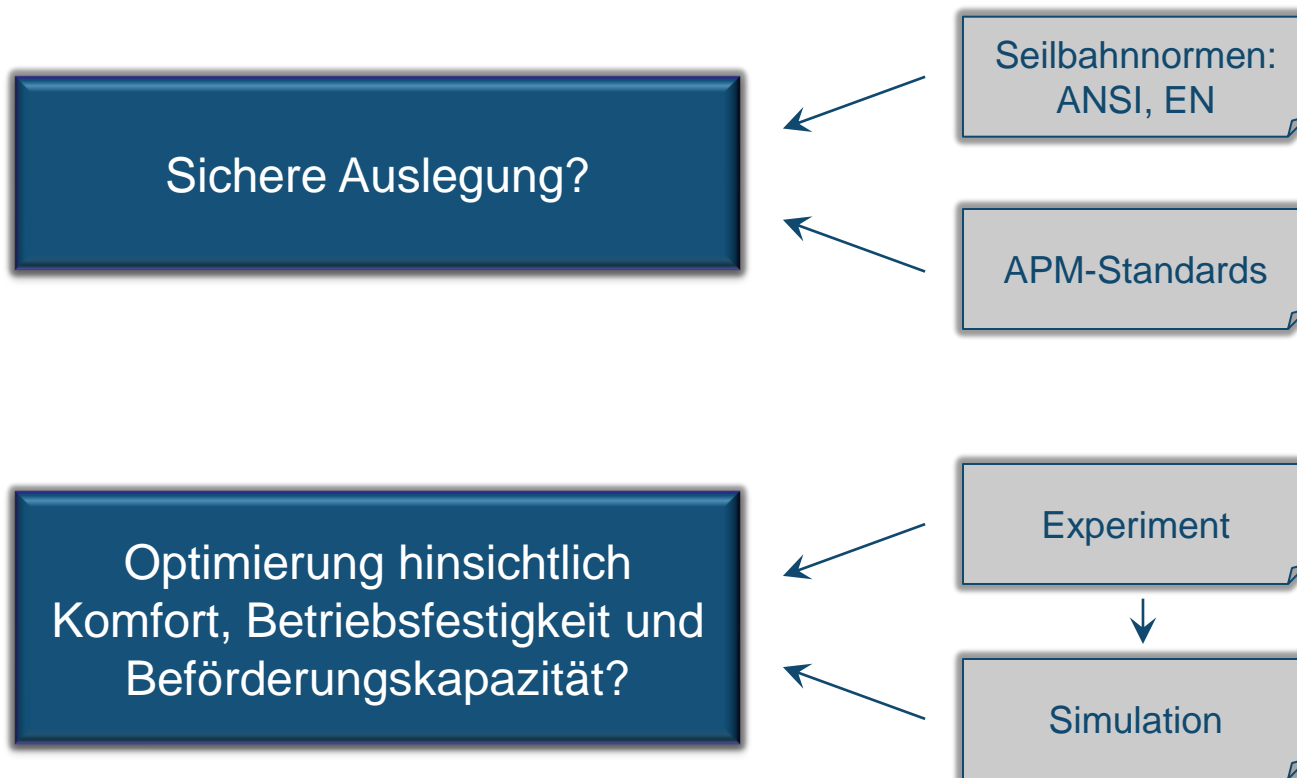
Antriebsmaschinen

- Dimensionierung
- Regelung



Fragestellungen in der Antriebsstrangauslegung

Lösungsansätze



Experimentelle Analyse „MGM CityCenter Shuttle“

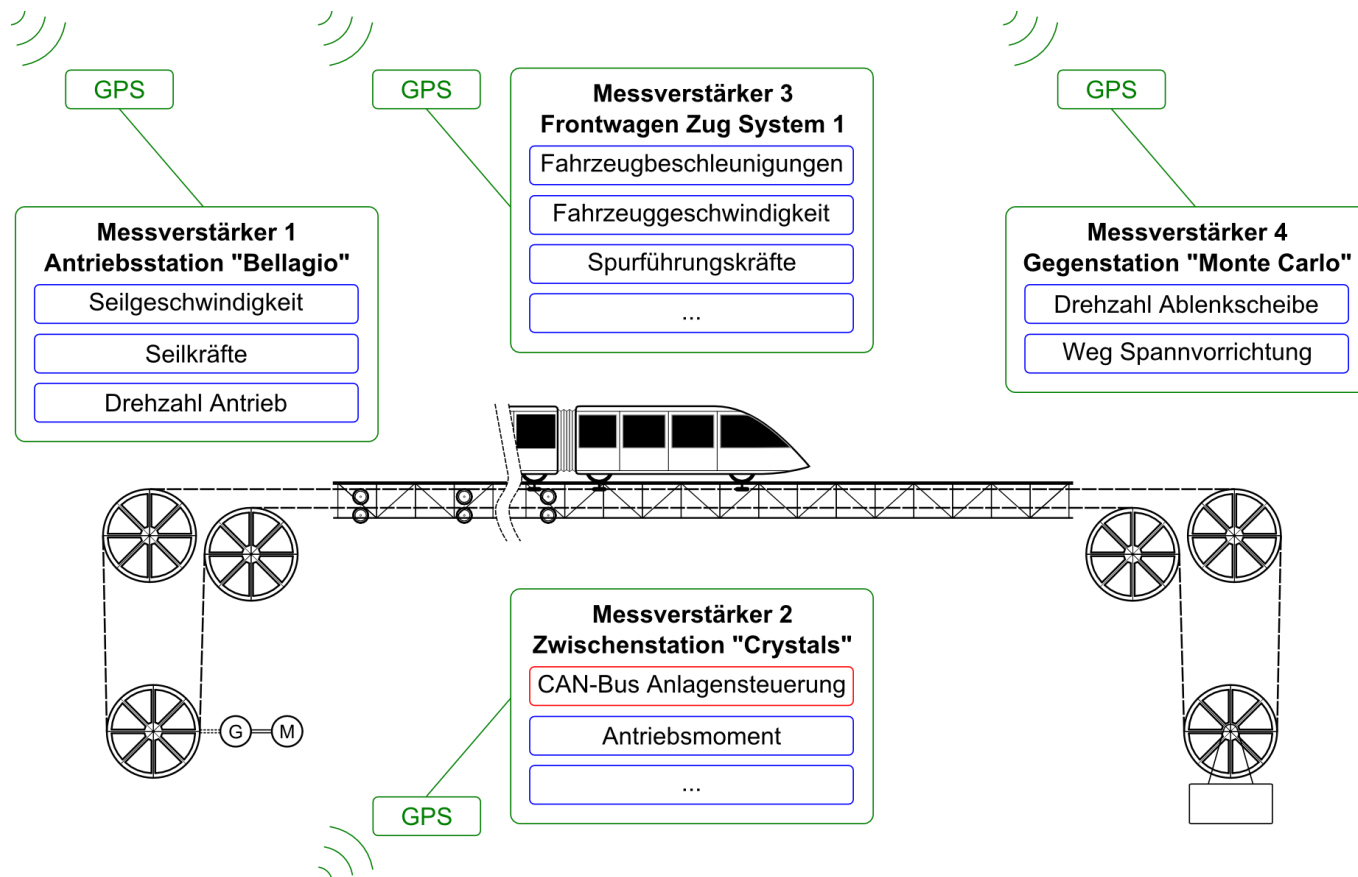
Eckdaten der Anlage

Systemkonfiguration	Doppelspurige Ausführung mit 2 unabhängigen Zügen
Stationsanzahl	3
Zugausführung	4 Fahrzeuge mit Einzelrad-Einzelfahrwerken
Länge	650 m
Reisegeschwindigkeit	37.8 km/h
Fahrzeit	150 s
Systemkapazität	3000 pphpd (passengers per hour per direction)

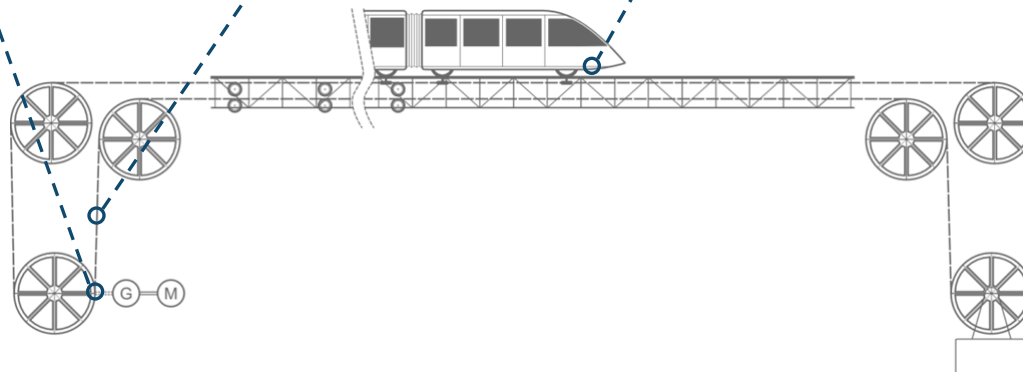
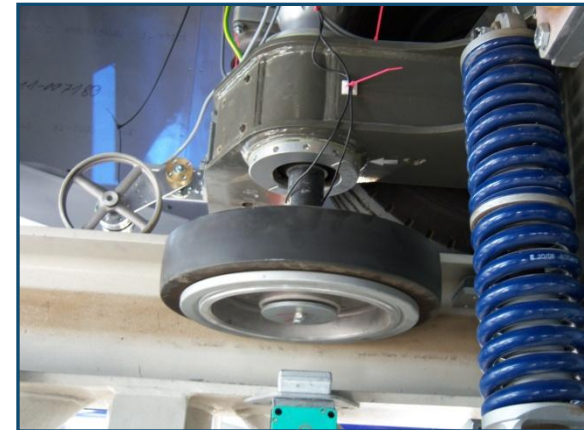


Experimentelle Analyse „MGM CityCenter Shuttle“

Relevante Messgrößen für die Antriebsstranganalyse



Experimentelle Analyse „MGM CityCenter Shuttle“ Spezielle Messwertaufnehmer



Methode zur Vorausberechnung der Antriebsstrangdynamik

Zielsetzung

- Abbildung der Gesamtanlage als Mehrkörpersystem (MKS)

Simulationsergebnisse

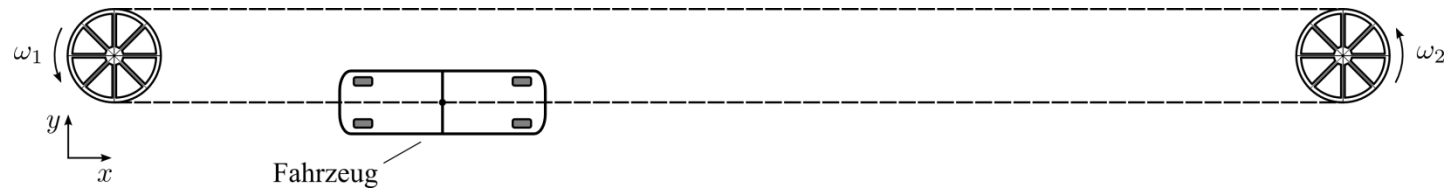
- Seilkräfte
- erforderliches Antriebsmoment
- Fahrzeugdynamik
- Verfahrwege der Spannvorrichtung

Aufgabenstellung

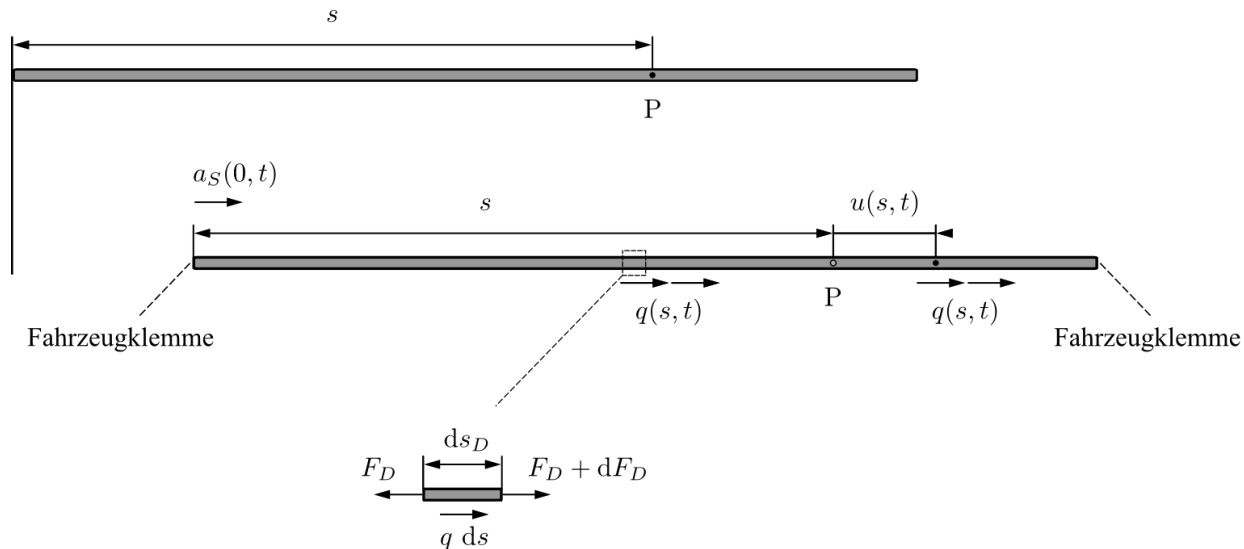
- Entwicklung eines elastischen Seilmodells für MKS

Methode zur Vorausberechnung der Antriebsstrangdynamik

Referenzmodell



Betrachtungsweise der Seilschleife



Methode zur Vorausberechnung der Antriebsstrangdynamik

Bewegungsgleichung des Seils und numerische Umsetzung

$$\frac{\partial^2 u(s, t)}{\partial t^2} = \frac{1}{\lambda} \left[EA \frac{\partial^2 u(s, t)}{\partial s^2} + q(s, t) \right] - a_S(s, t)$$

Finite Elemente
Methode

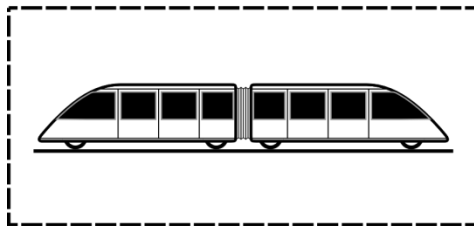
$$\underline{M} \underline{\ddot{u}} + \underline{C} \underline{u} = \underline{\hat{q}} - \underline{a_S}$$

Methode zur Vorausberechnung der Antriebsstrangdynamik Implementierung des Seilmodells in MKS-Software (SIMPACK)

MKS-Gesamtanlagensimulation

MKS-Standardelemente:

Fahrzeug; Fahrzeug-Fahrweg-Interaktion



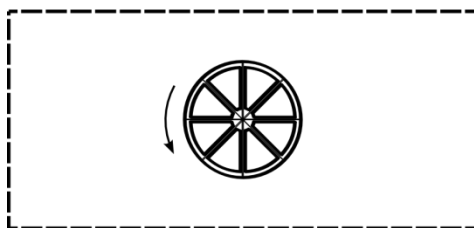
Zustandsgrößen



Kräfte



Seilscheiben; Seilrollen



Zustandsgrößen



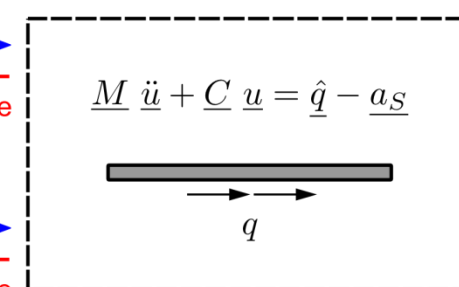
Kräfte

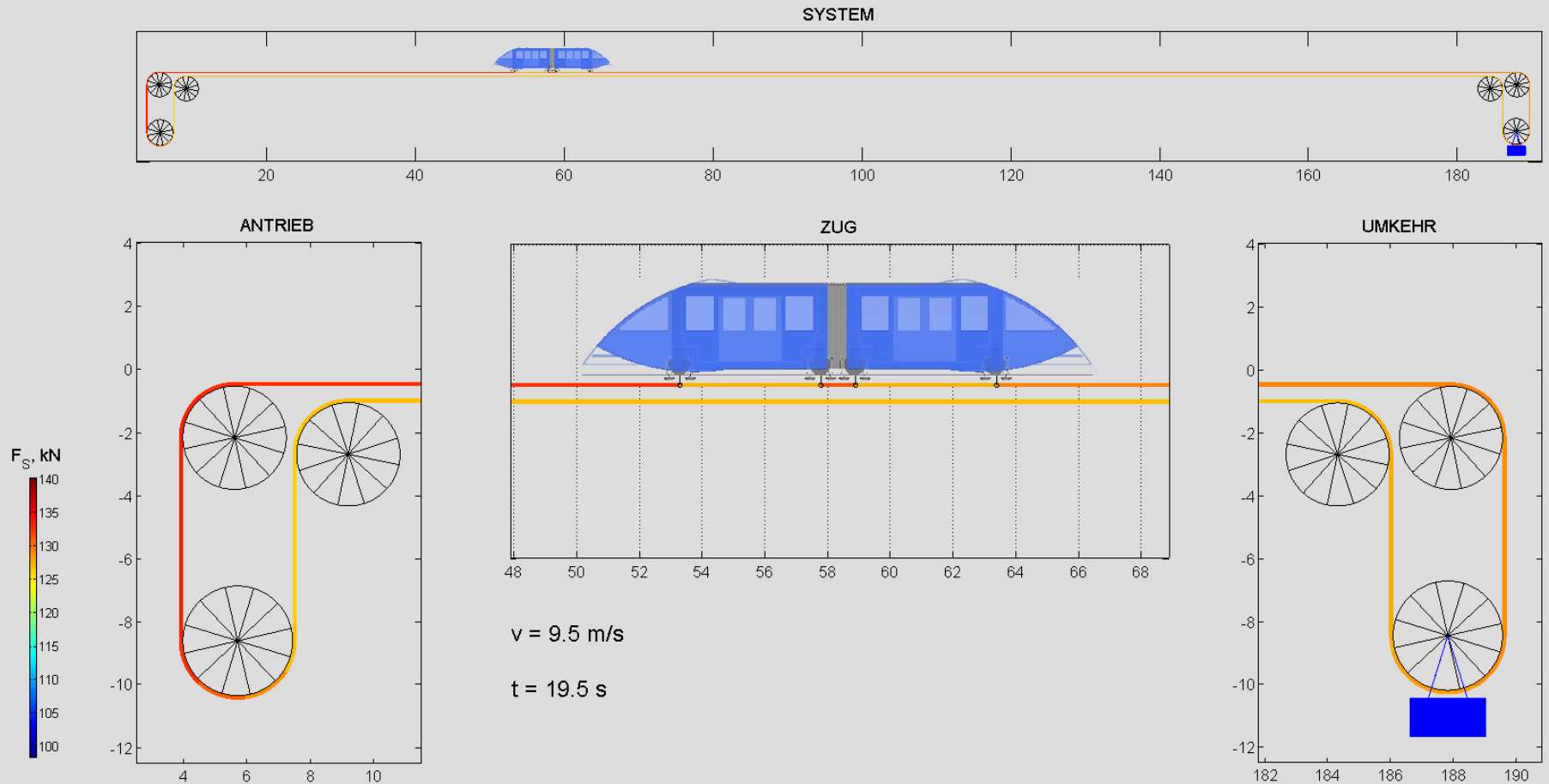


MKS-benutzerdefiniertes Element:

Seildynamik;

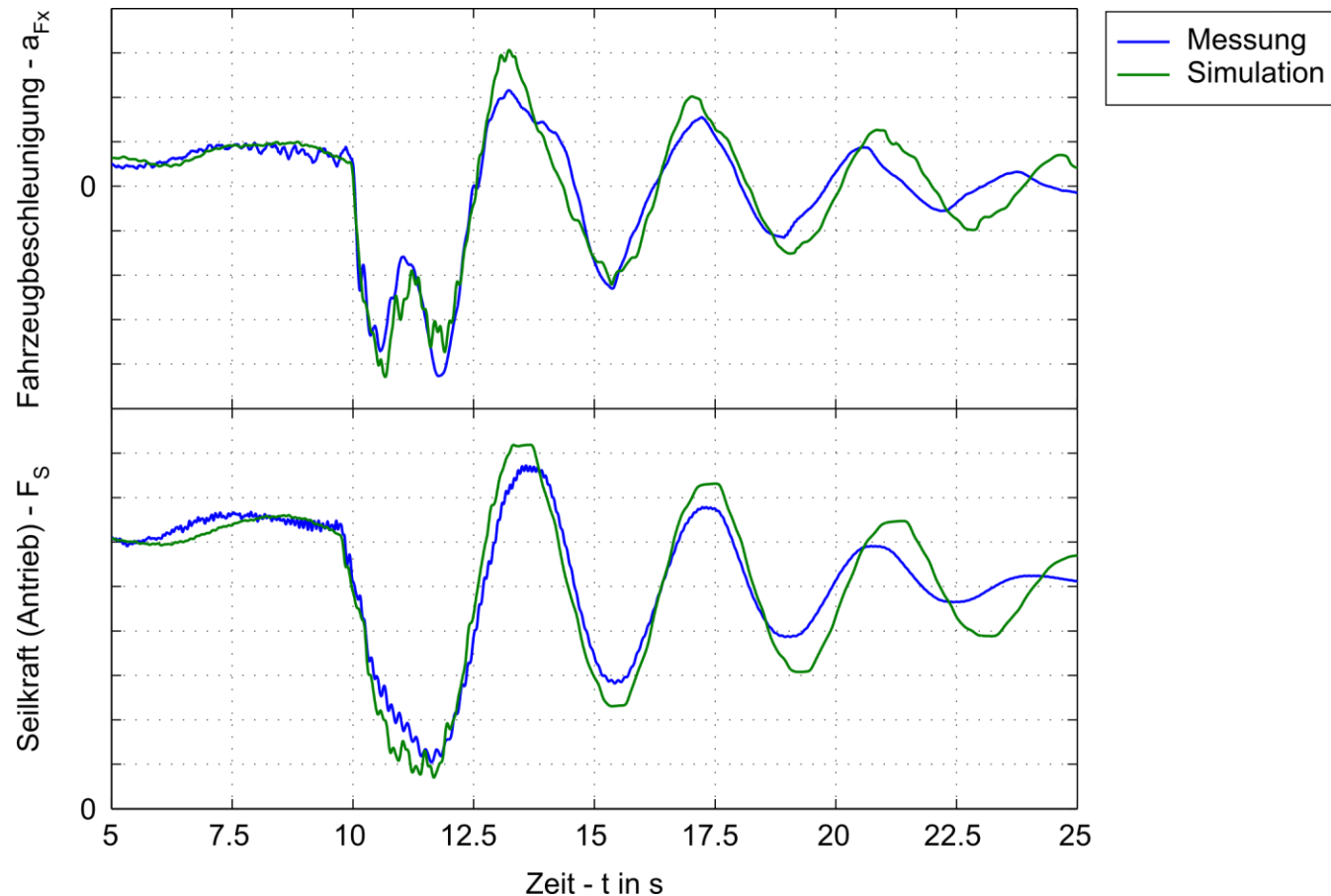
Seil-Rolle- und Seil-Scheibe-Kontakt





Methode zur Vorausberechnung der Antriebsstrangdynamik

Vergleich Messung und Simulation



Zusammenfassung und Ausblick

- Neue experimentelle und rechnerische Ansätze zur Optimierung von seilbetriebenen APMs
- GPS-gestützte Messtechnik ermöglicht experimentelle Antriebsstranganalyse
- Messdaten dienen u.a. als Validierungsgrundlage für ein neu entwickeltes Seilmodell für Mehrkörpersysteme (MKS)
- MKS-Gesamtanlagensimulation zeigt im Bezug auf Maximalwerte und qualitative Zeitverläufe eine gute Korrelation mit den Experimenten
- Erweiterung des MKS-Anwendungsbereichs auf die Optimierung der Antriebsregelung durch Verallgemeinerung des Seilmodells

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

