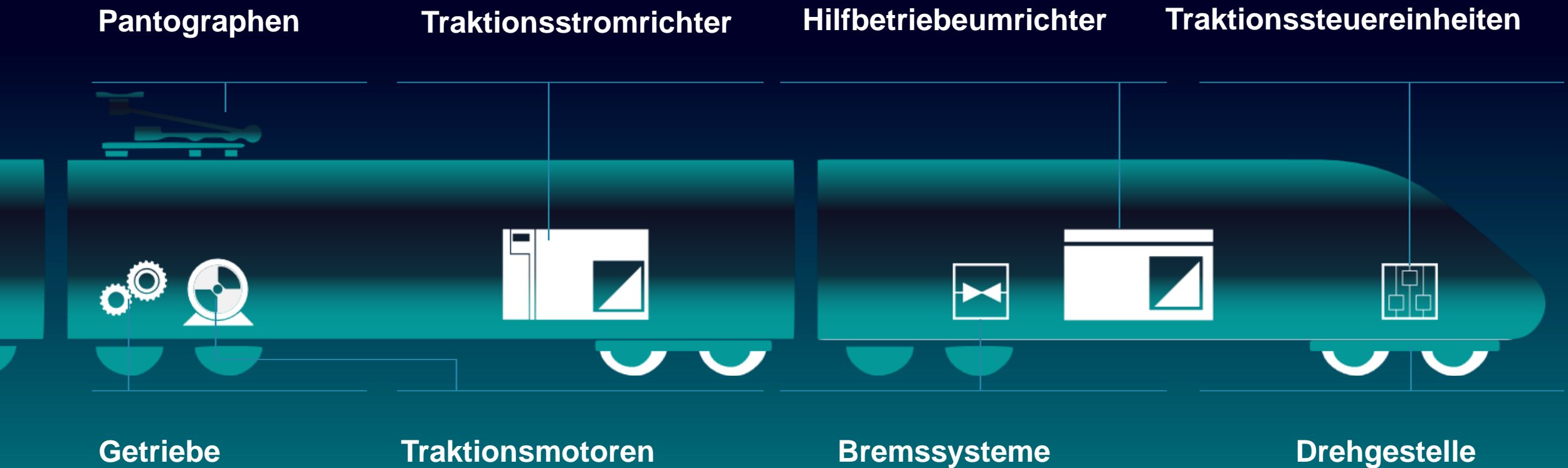


Schnelllaufende Antriebe mit integrierter Bremse und Leichtbauradsatz

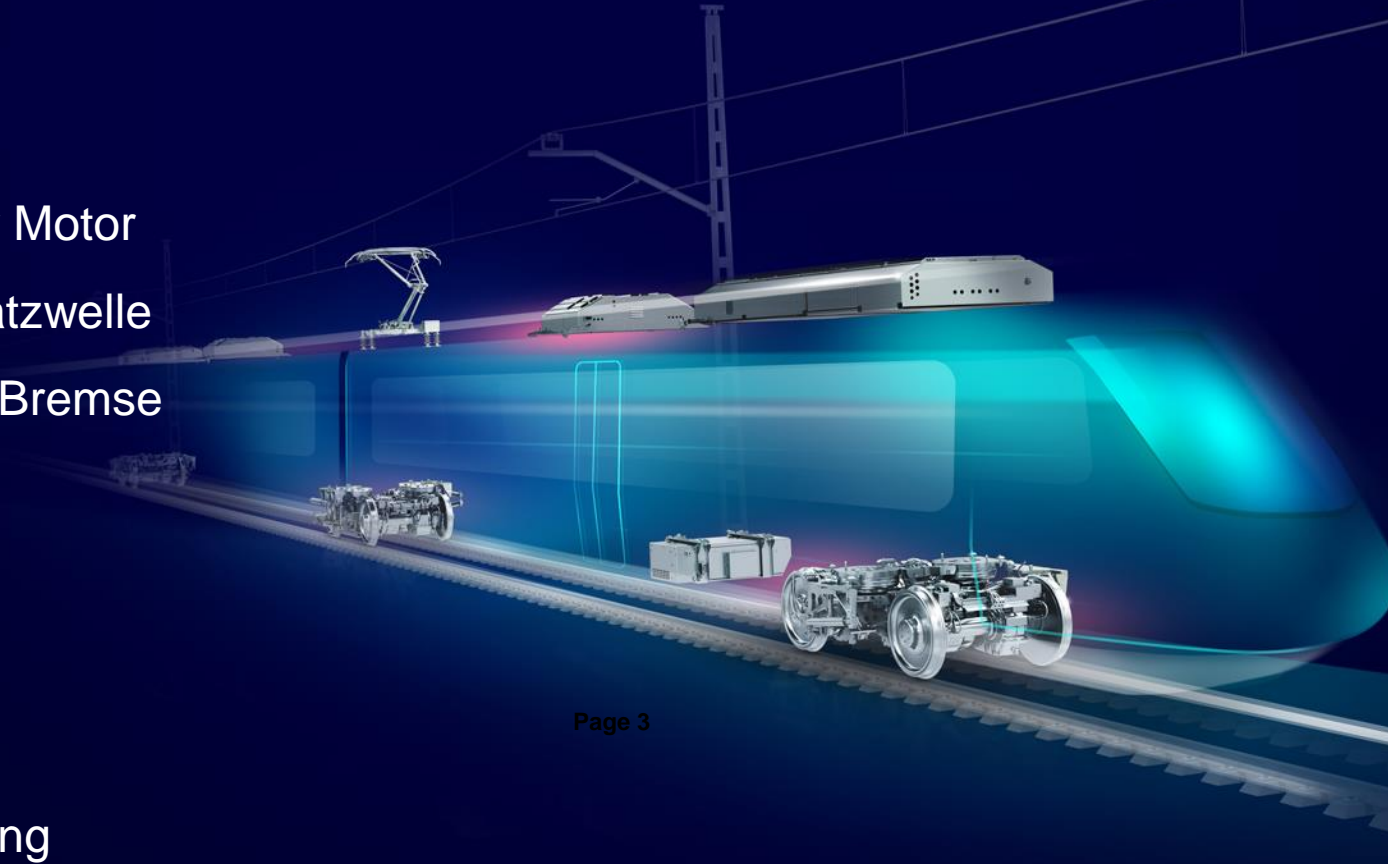
Olaf Körner | Franz-Josef Weber | SMO RS CP

In **MoComp™** bündelt Siemens Mobility zuverlässige und effiziente antriebsnahe Komponenten



Inhalt

- Motivation
- Schnelldrehender Motor
- Leichtbau-Radsatzwelle
- Schnelldrehende Bremse
- Getriebe
- Metrofahrwerk
- Zusammenfassung



Page 3

Warum Leichtbau?

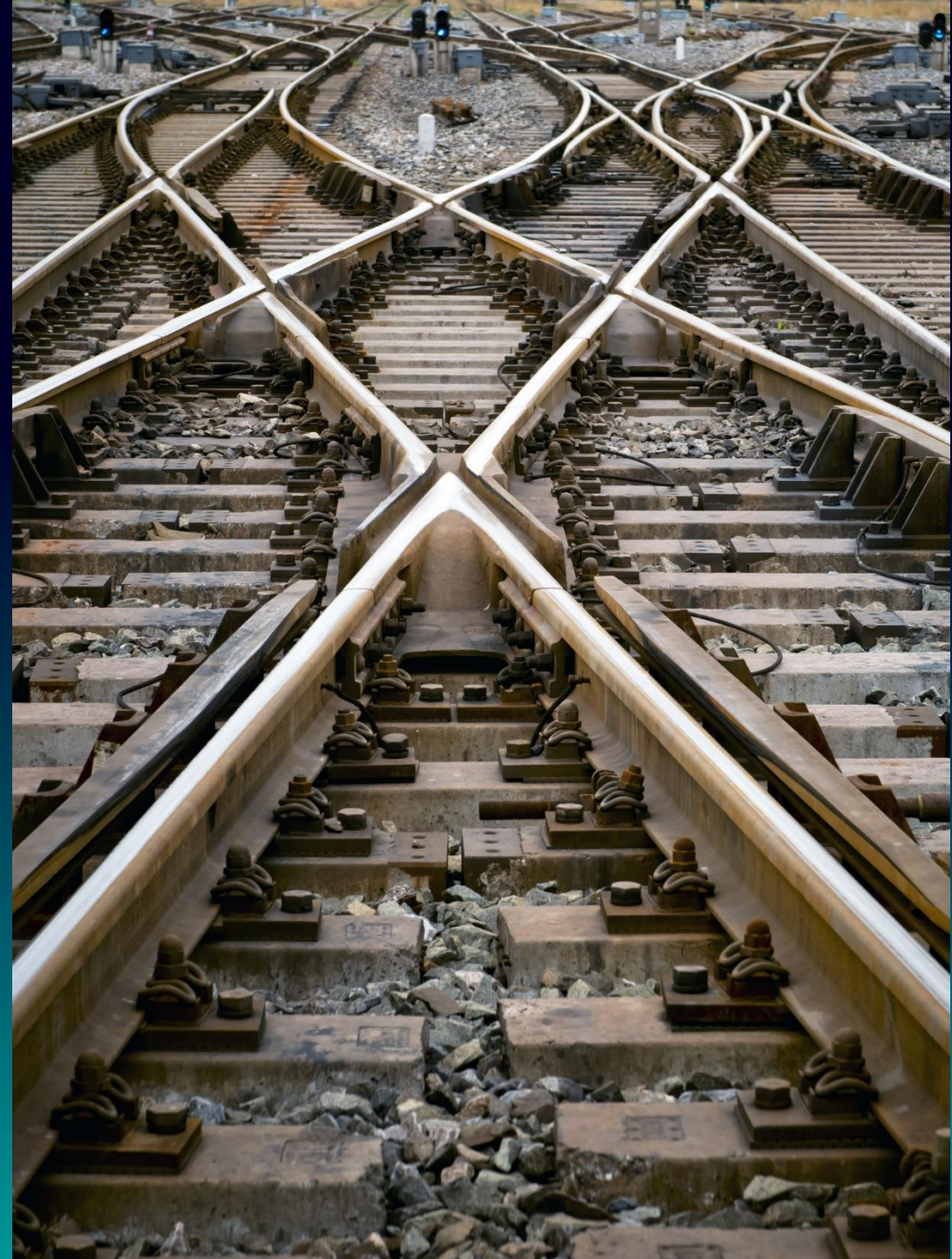
Masse reduzieren

- ✓ Energie sparen
- ✓ Zuladung erhöhen
- ✓ Radlasten einhalten
- ✓ Gleise schonen



Kosten sparen

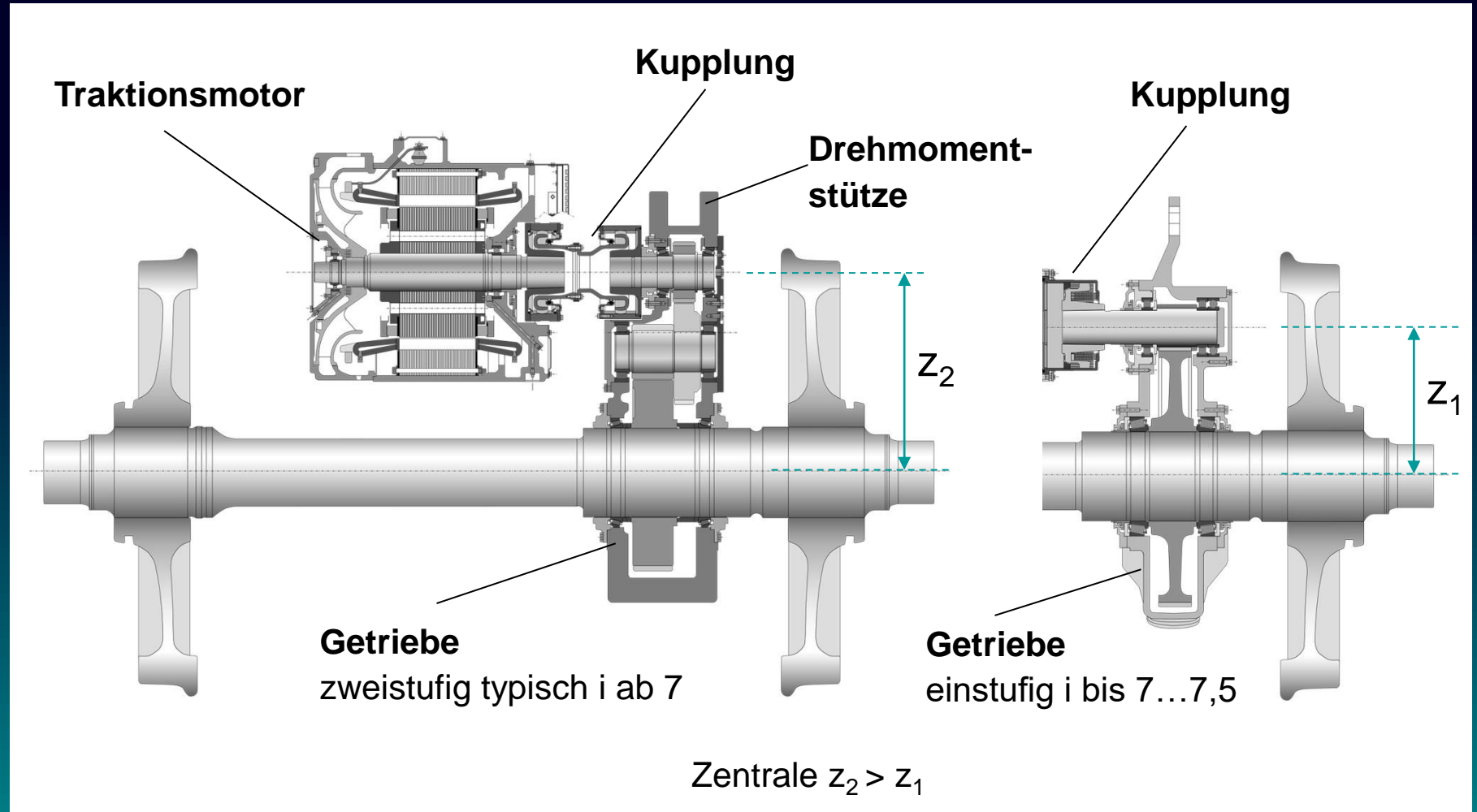
- ✓ Gleisnutzungsgebühren
- ✓ Instandhaltung Oberbau
- ✓ Strom / Kraftstoffkosten



Einsatz von zweistufigen Getrieben

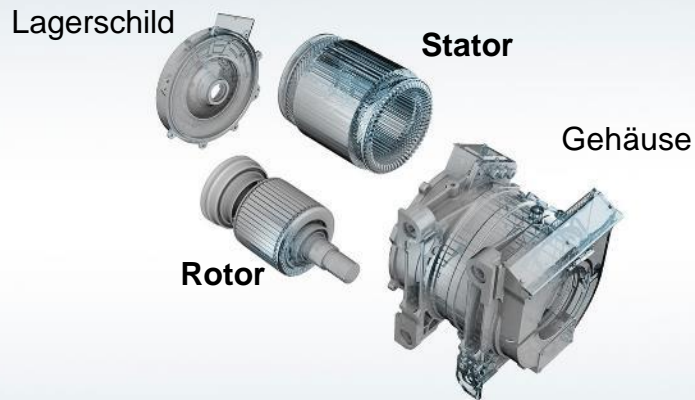
Zweistufige Getriebe

- ✓ Verminderte Bauhöhe
- ✓ Getriebeübersetzungen größer als $i \approx 7$
- ✓ Zusätzlicher Bauraum für Motor und/oder Radsatzwelle



Traktionsmotor – Leistung und Drehmoment

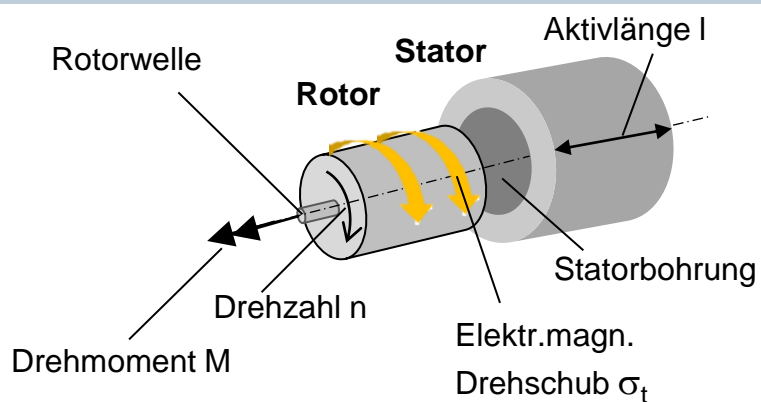
Traktionsmotor



1 Leistung $P = M \cdot 2\pi n$

2 Drehmoment $M = \sigma_t \cdot 2 \pi r l \cdot r = \sigma_t \cdot 2 \cdot V_{\text{Bohr}}$

Aktivteil des Motors



σ_t elektromagnetischer Drehschub \Rightarrow annähernd konstant für Motortyp

r Statorbohrungsradius

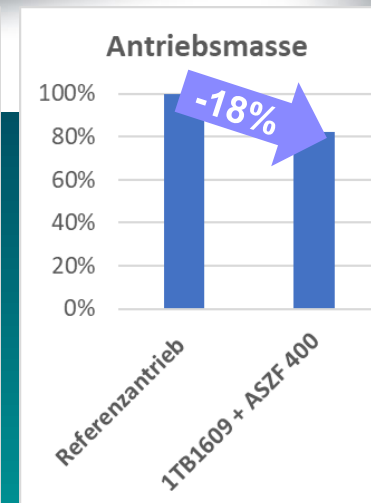
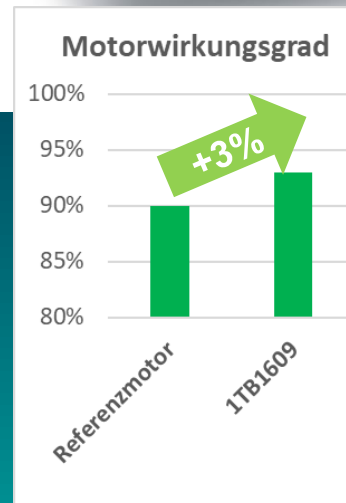
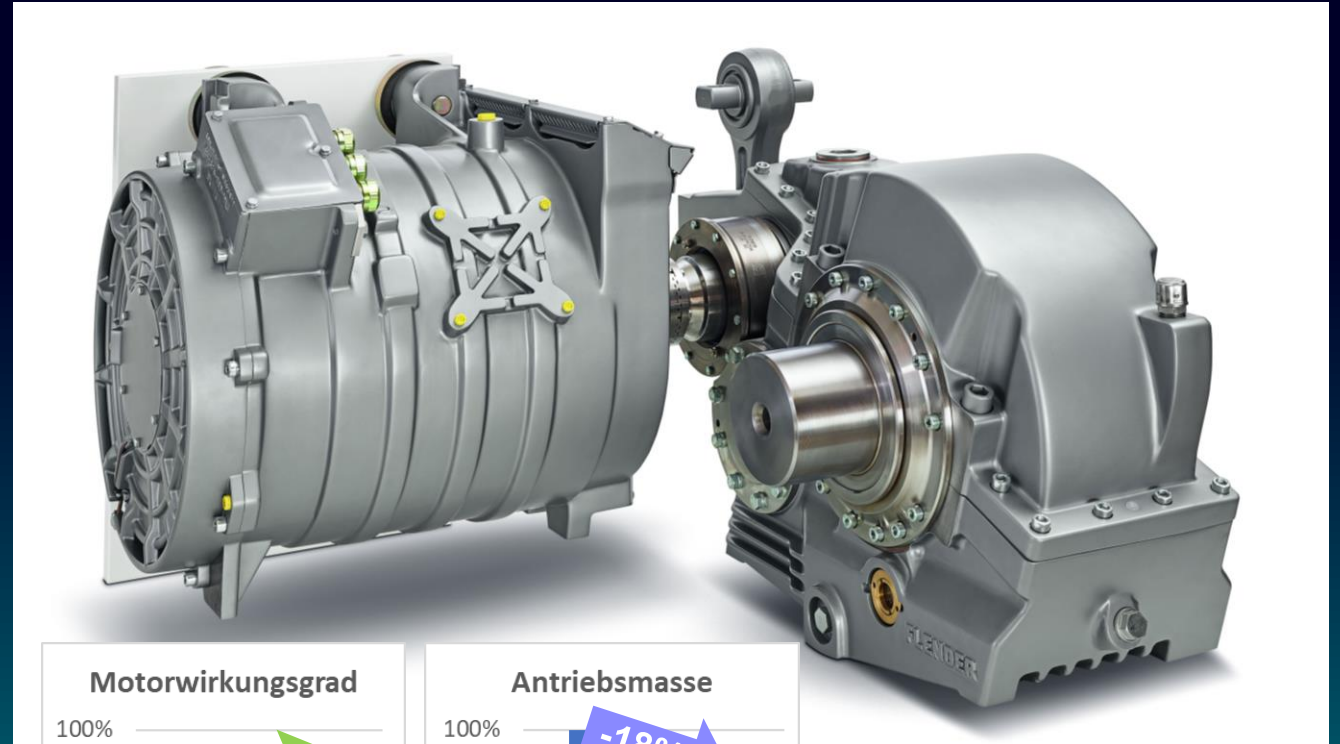
l Aktivlänge

V_{Bohr} Volumen der Statorbohrung

Schnelllaufender Motor und Getriebe

Motor	1TB1609
Polzahl	4
Nennleistung	160 kW
Nenndrehzahl	3600 1/min
Nennwirkungsgrad	93,3 %
Maximale Drehzahl	7200 1/min
Anfahrmoment	900 Nm
Wärmeklasse	220
Masse	370 kg
Kühlungsart	Durchzugs-eigenbelüftet

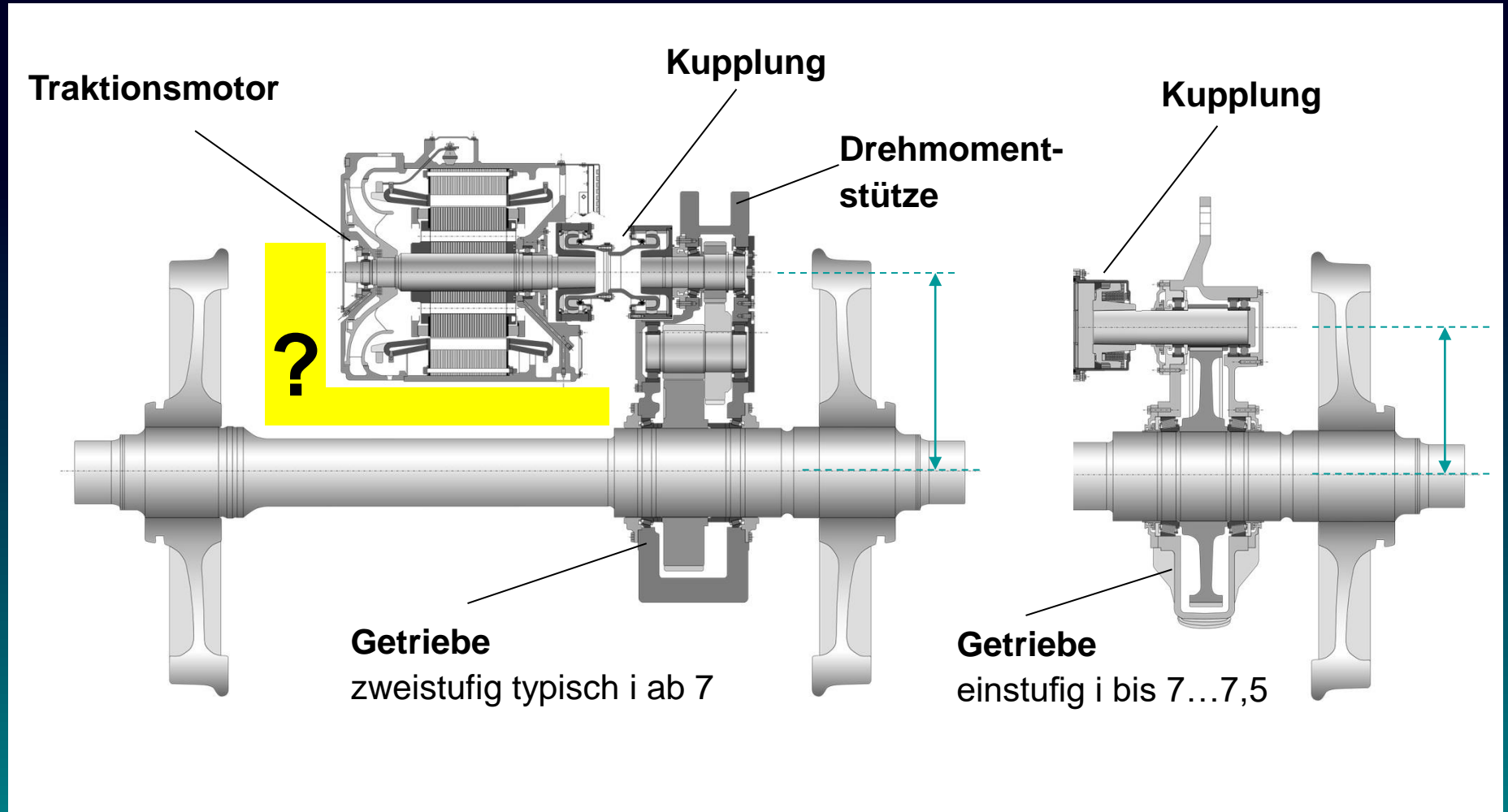
Getriebe	ASZF 400
Gesamtübersetzung	11,4
Max. Achslast	13,5 t
Max. Drehzahl	7085 min ⁻¹
Masse	370 kg



Einsatz von zweistufigen Getrieben

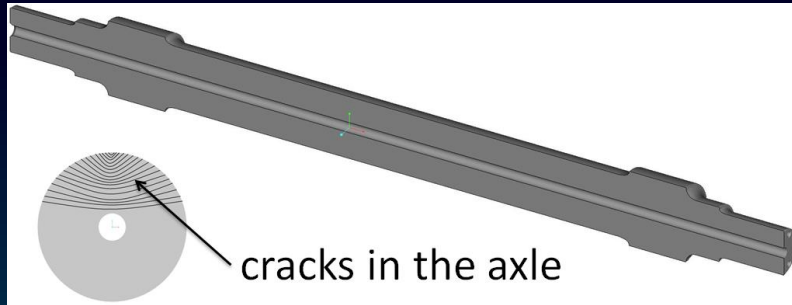
?

Wie nutzt man den gewonnenen Bauraum ?



Idee Leichtbauachse

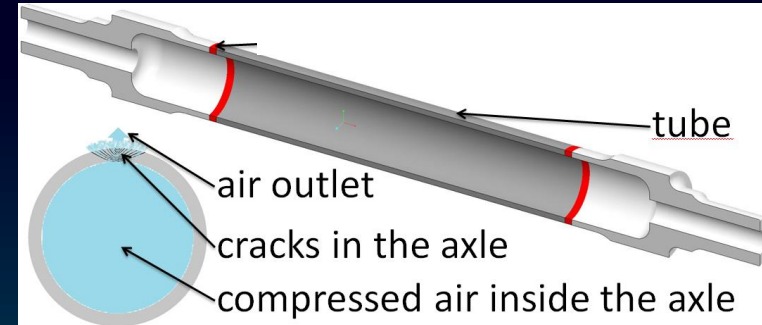
Heutige Technologie



Eisenbahn Technologie

- Vergütungsstahl
- geschmiedet
- wärmebehandelt
- gedreht und hohlgebohrt

Innovative Technologie



Anlagenbau Technologie

- Rohr, gezogen
- gefügt
- gedreht

Konzeptüberblick Siemens Lightweight Axle

Signifikante Massereduktion

Rohrwellen statt Voll-/Hohlwellen und
Verschraubung statt Pressverband

Neuartiges Instandhaltungskonzept

Potential Reduktion Instandhaltungsaufwände
z.B. durch Anwendung der Innendruckmessung

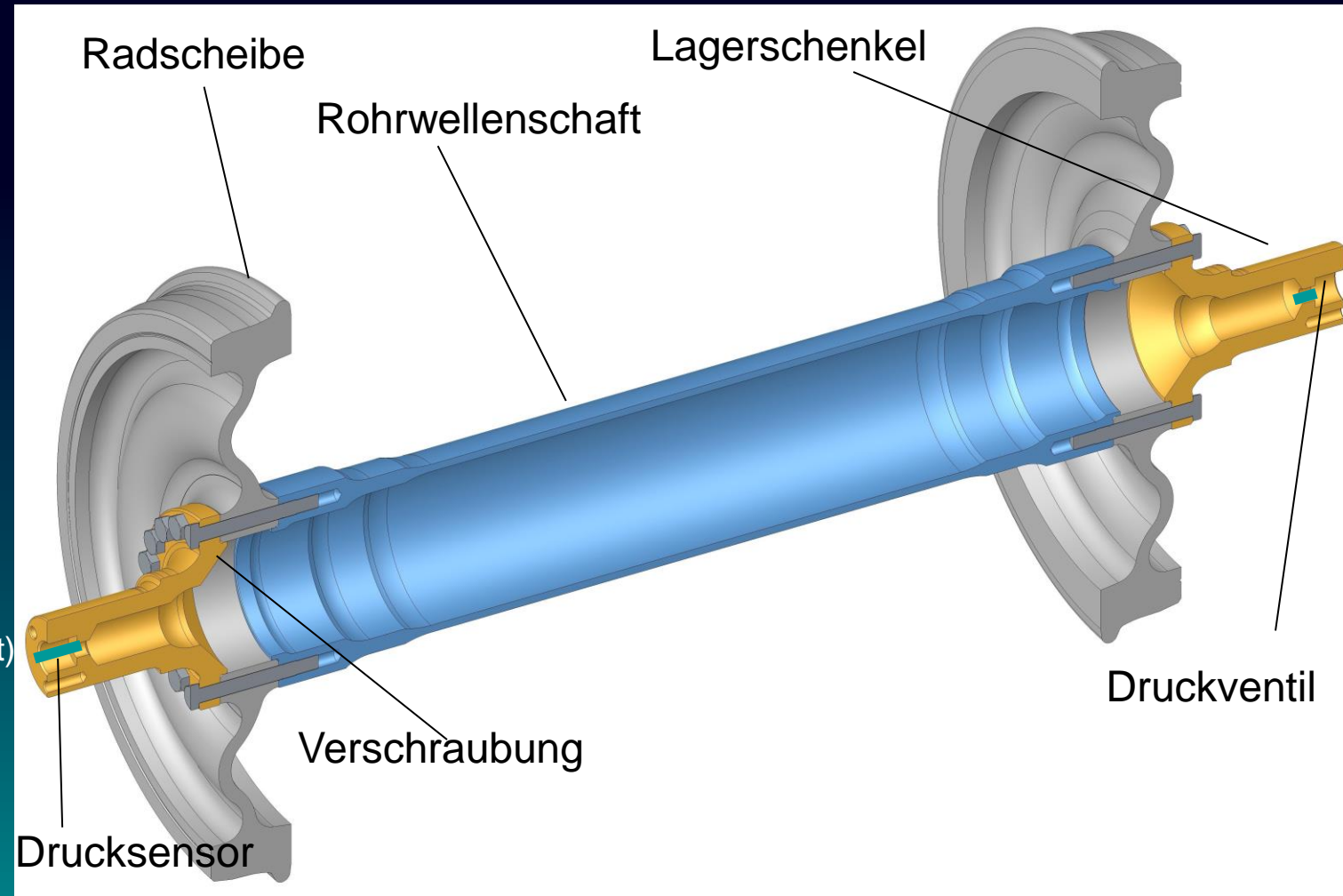
Optionale

Fehlerdiagnose durch Innendruckmessung

Prüfung der Radsatzwellenstruktur und -verschraubung
durch Innendruckmessung im Hohlraum:
Prüfung bei Regelinspektion (manuell oder automatisiert)

Montage ohne Radsatzpresse

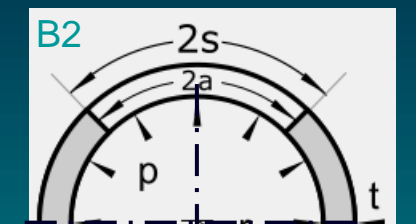
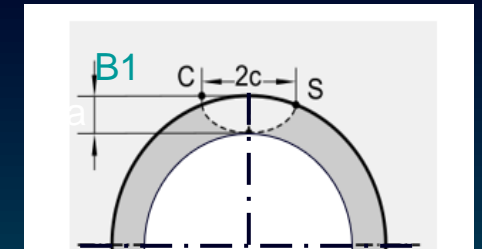
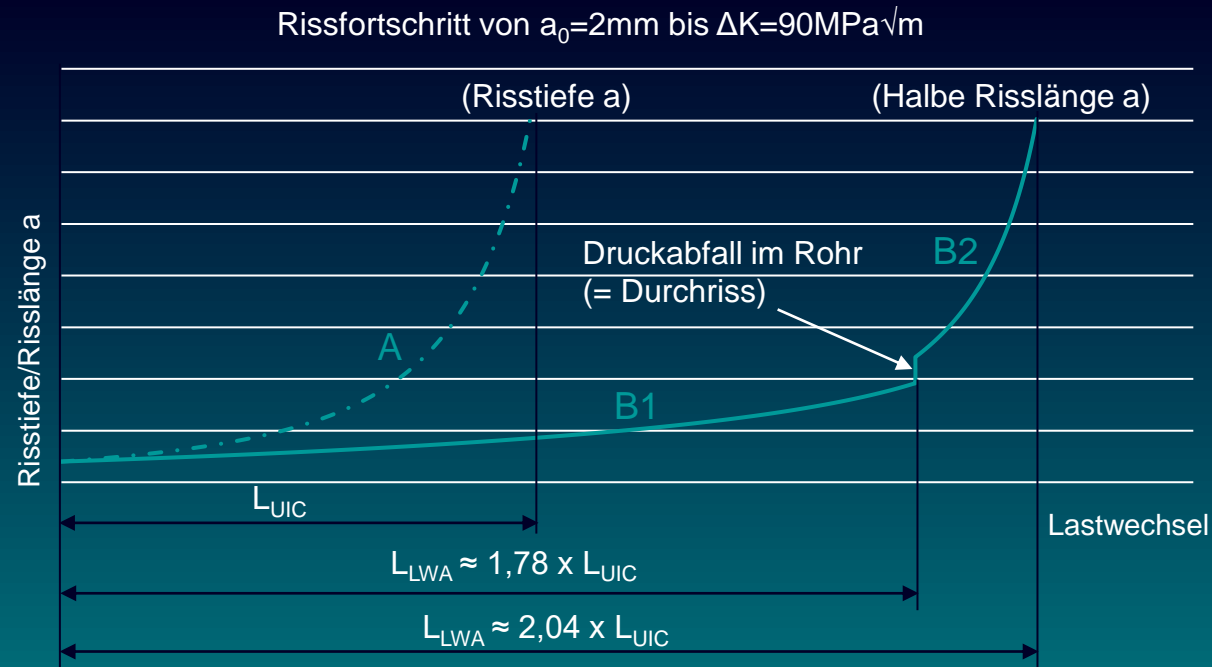
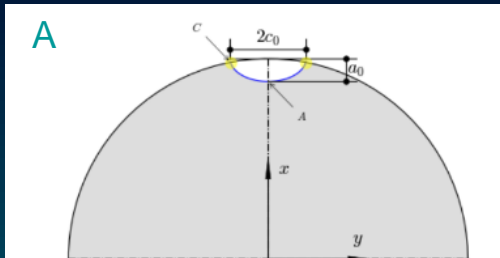
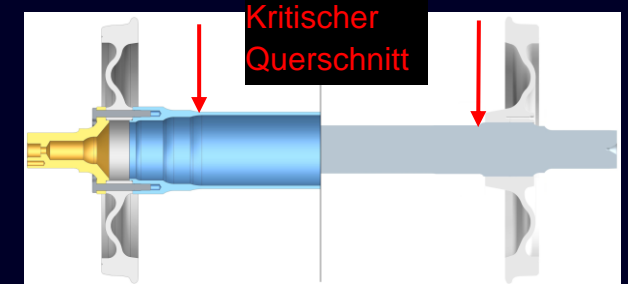
Einfacher Montagevorgang durch
Verschrauben des Radsatzes
(manuell oder automatisiert)



Inspektionsintervall

Bruchmechanische Betrachtung

- Lasten gemäß EN13103-1, Radsatzlast 25t, Werkstoff EA1N nach EN13261, Vollwelle vs. Rohr
- Lastfall pneumatische Bremsung im Bogen, Einstufenkollektiv, kritischer Querschnitt
- Rissfortschrittsberechnung mit NASGRO-Modell, adaptiert nach EBFW3



Ausgangsriß: $2a$ ca. 25mm

Restlebensdauer LWA-Güterwagenradsatz doppelt so hoch wie bei UIC Standard-Güterwagenradsatz
Drohendes Versagen der Radsatzwelle über Druckabfall im Rohr detektierbar

Feldversuch Erprobungsträger Light Weight Axle

- Komponentennachweise theoretisch und praktisch am Umlaufbiegeprüfstand
- Betriebsfestigkeitsnachweis auf Basis Beanspruchungsmessdaten positiv für Laufleistung > 10 Mio. Km
- Integration in ein Y-25 Güterwagendrehgestell eines ORE-Rocktainer Erzwagens der RAIL CARGO AUSTRIA (ÖBB)
- Zulassung in Österreich für Einsatz auf “Erzbergstrecke” Leoben-Eisenerz im regulären Erzabbaubetrieb für VOEST ALPINE Stahlwerke
- Erprobung im Regelbetrieb seit 08/2021 erfolgreich laufend

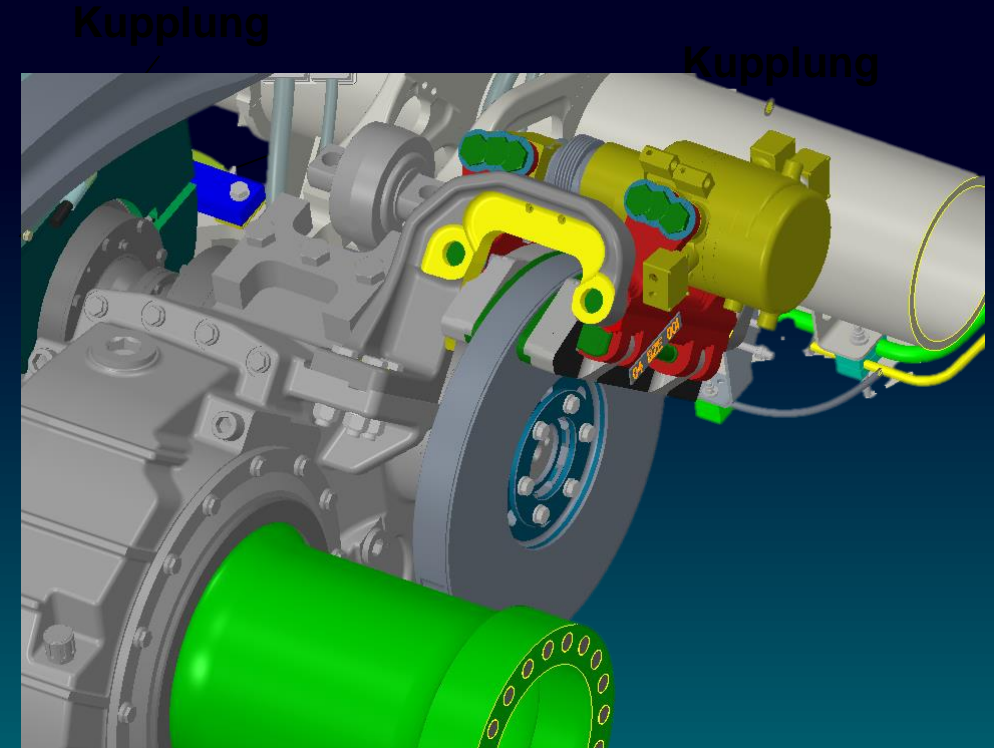


Schnelllaufende Bremse

- Bewährte Technologie aus Siemens Produkten Avenio und Lokomotive Taurus



- Nutzung Getriebeübersetzung und Wirkungsgrad beim Bremsen
- Geringere Betätigungskräfte und Hübe und damit geringere Betätigungsarbeit
- Gleichmäßige Überdeckung Bremsbelag
- Bremsscheibentausch ohne Radtausch möglich



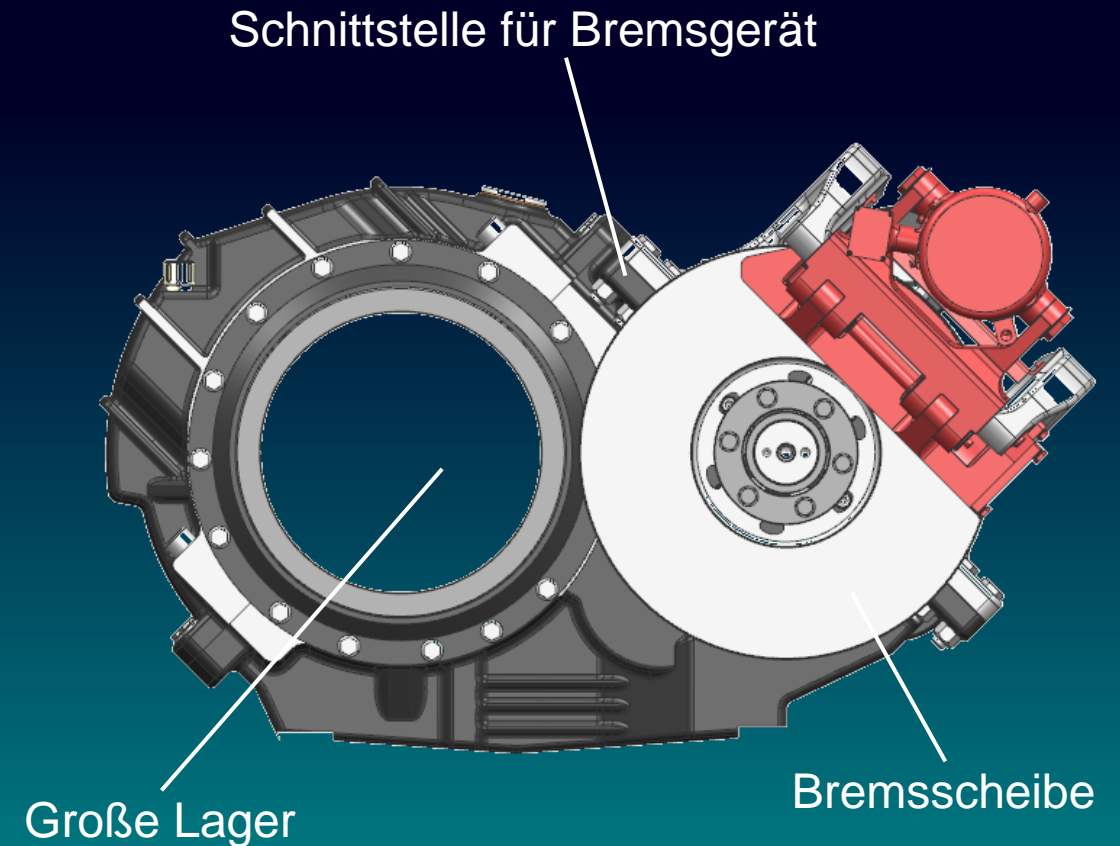
Getriebe – Besonderheiten

- Schnelldrehender Antrieb $> 7000 \text{ min}^{-1}$
- Schnelllaufende Bremse an Getriebeeingangswelle
- Schnittstelle für Bremsgerät am Getriebe
- Lager mit großem Innendurchmesser für Radsatzhohlwelle



Herausforderungen

- Bauraum
- Dichtheit
- Schwingungen
- Verbindung Großrad – Radsatzwelle
- Belastung durch Bremsscheibe und Bremsgerät



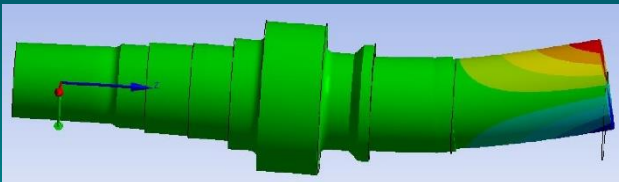
Getriebe – Entwicklung

Verbindung Großrad – Radsatzwelle

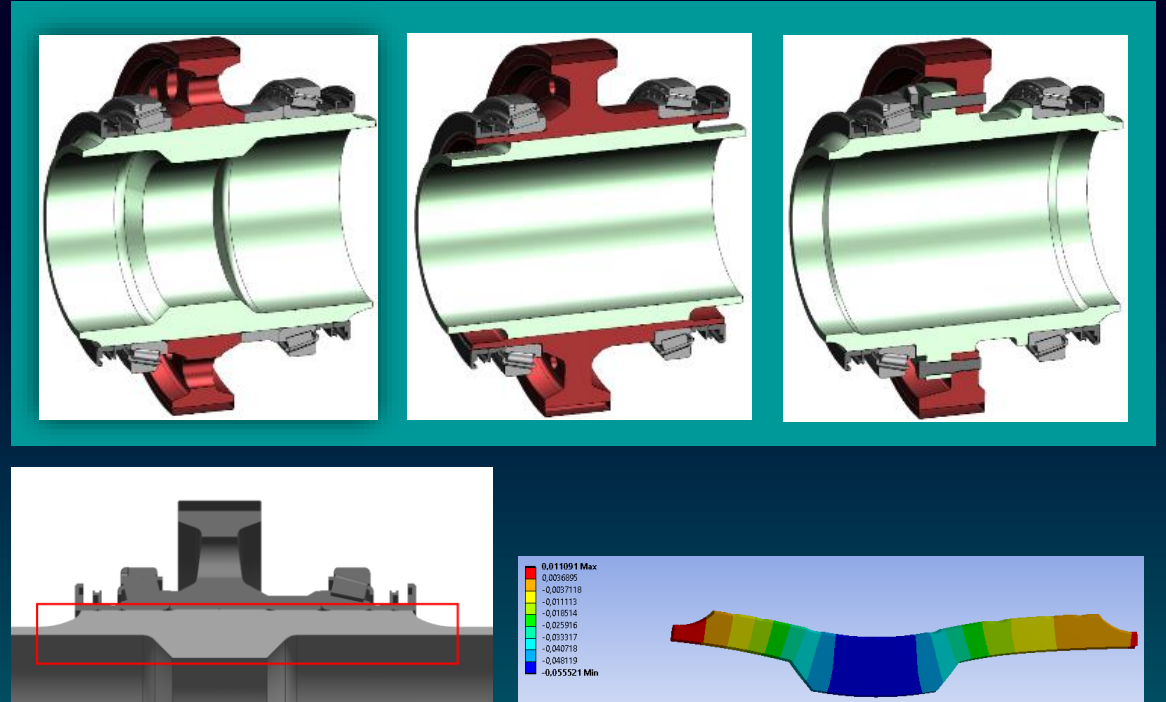
- Ausführung als Querpressverband
- Ermittlung der Lagerschiefstellung mittels FEM
- Optimierung von Passungen und Hohlwellenkontur
→ Lagerschiefstellung im zulässigen Bereich

Belastungen durch Bremse

- Niedrigere Eigenfrequenzen der Ritzelwelle durch Bremsscheibe
- Verformung der Ritzelwelle durch Stoßlasten

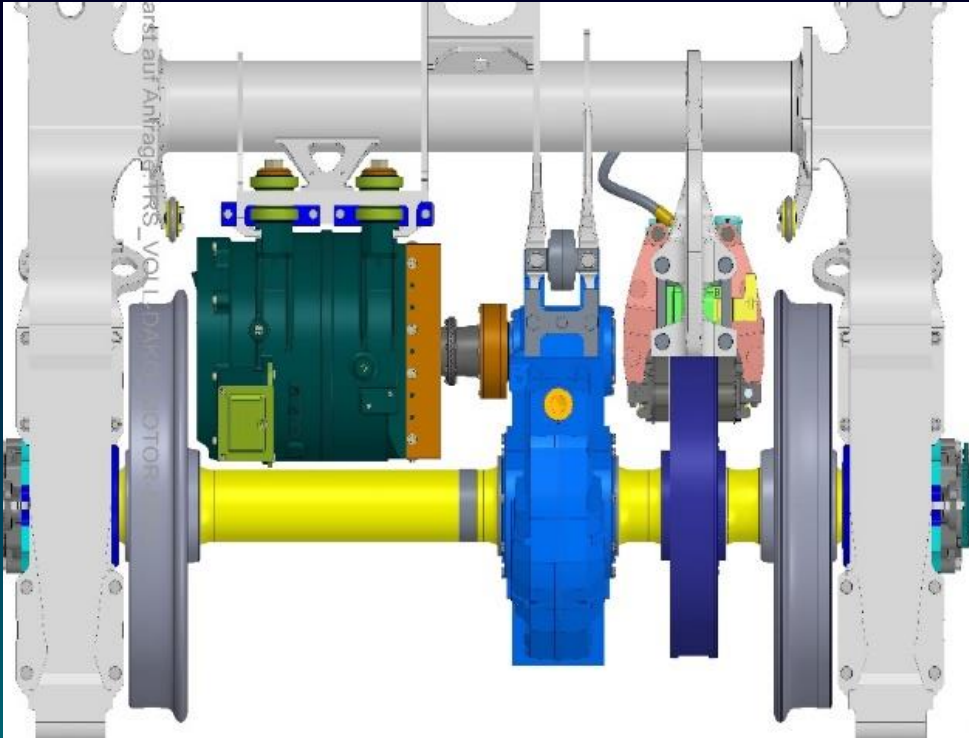


Querpressverband Längspressverband Verschraubung

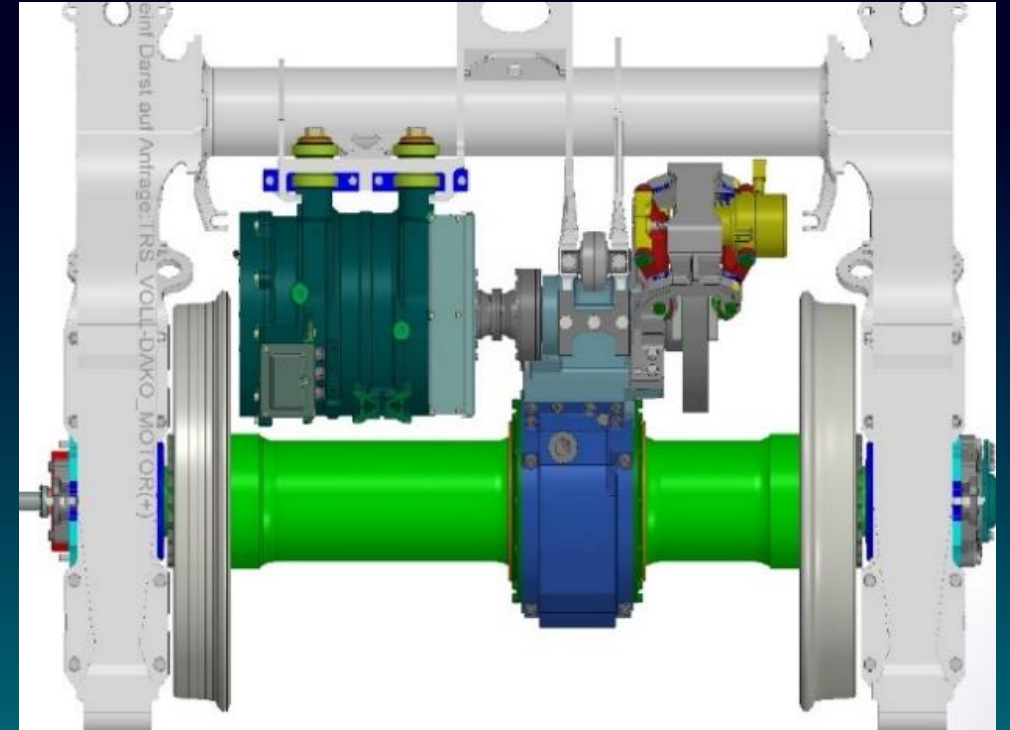


Metro Fahrwerk mit schnellaufendem Antrieb und Bremse und Leichtbau-Radsatzwelle

Konventionelles Konzept



Innovativer Antrieb und Radsatz



Fahrwerk mit Lightweight Axle:

Massenreduktion unabgefedert je Fahrwerk: **ca. -457kg**

Summe Massenreduktion je Fahrwerk: **ca.- 423kg**

Zusammenfassung

Wirkungsgrad

Erhöhung Wirkungsgrad Antrieb um ca. 3%, geringere Betätigungsarbeit Bremsaktuatorik

Weniger Schnittstellen

zu Fahrwerkrahmen und Radsatzwelle

Montage ohne Radsatzpresse

Einfacher Montagevorgang durch Verschrauben des Radsatzes

Verbessertes Instandhaltungskonzept Konzept

Vergrößerung Instandhaltungsintervalle durch geringeres Spannungsniveau

Instandhaltungsaufwände z.B. durch Anwendung der Innendruckmessung

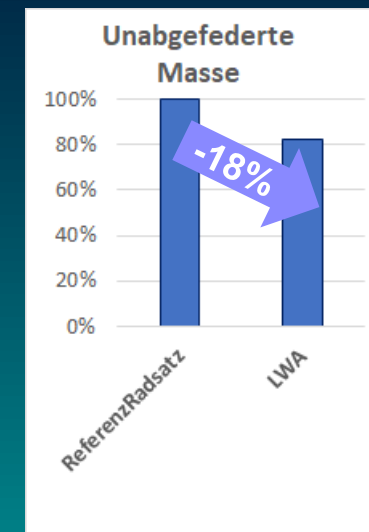
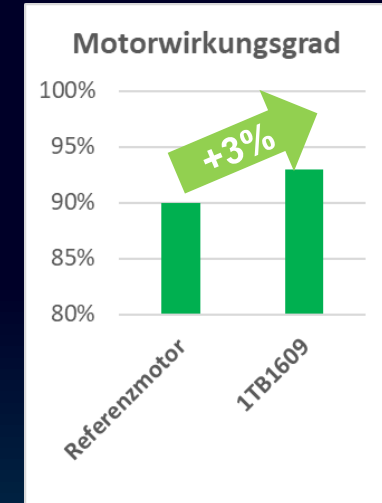
Radmontage ohne Radsatzpressen

Bremsscheibentausch unabhängig von Radtausch

Signifikante Massereduktion

Ungefederte Masse - 450kg je Fahrwerk

Masse - 420kg je Fahrwerk





This project has received funding from the Shift2Rail Joint Undertaking (JU) under grant agreement 881807. The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and the Shift2Rail JU members other than the Union.

| Contact

Dr.-Ing. Olaf Körner

Abteilungsleiter CP R&D Motoren
Components / SMO RS CP R&D
Vogelweiherstr. 1-15
D-90441 Nürnberg

Mobile +49 172 32 54 417

E-mail olaf.koerner@siemens.com

Dipl. PhD Franz-Josef Weber

Abteilungsleiter Systems Development
Bogies / SMO RS CP BG EN SDE
Eggenbergerstr. 31
A-8021 Graz

Mobile +43 664 88554569

E-mail franz-josef.weber@siemens.com

