



Die Innovation Syntegra® revolutioniert grundlegend die Eigenschaften heutiger Triebfahrwerke und zeigt einen neuen und hochintegrativen Ansatz auf. Antriebs-, Fahrwerk- und Bremstechnologie werden mit Syntegra zu einem mechatronischen Gesamtsystem zusammengeführt. Dieser Ansatz und insbesondere der Technologiewechsel erschließt eine Vielzahl von Synergien. Die neue Generation von Triebfahrzeugen verbindet hohen Wirkungsgrad und niedrige Eigenmasse mit reduzierten Life-Cycle-Costs (LCC). Die Leistung dieser Technologie liegt deutlich über der von konventionellen Lösungen.

Syntegra integriert folgende Technologien:

- getriebeloser Einzelachs-Direktantrieb auf der Basis von permanenterregten, vollständig gekapselten Synchronmaschinen
- neuartiges, verwindeweiches, kompaktes Fahrwerk für hohe Nutzlast mit Innenlagerung und konzeptionellem Leichtbau
- elektrische Sicherheitsbremse

Wesentliche Systemvorteile

Reduzierte Eigenmasse bei größerer Nutzlast

Entfall des Getriebes

Entfall der vollwertigen mechanischen Bremse

Niedrigere LCC

- verbesserter Wirkungsgrad des Antriebstrangs
- höhere Laufleistung durch geringeren Verschleiß
- höhere Verfügbarkeit durch höhere Antriebsredundanz
- geringere Wartungskosten an Fahrwerk und Gleiskörper durch ölfreien Direktantrieb
- freie Wahl der Raddurchmesser je Achse bei der Radreifen-Reprofilierung
- geringere Anzahl Lager

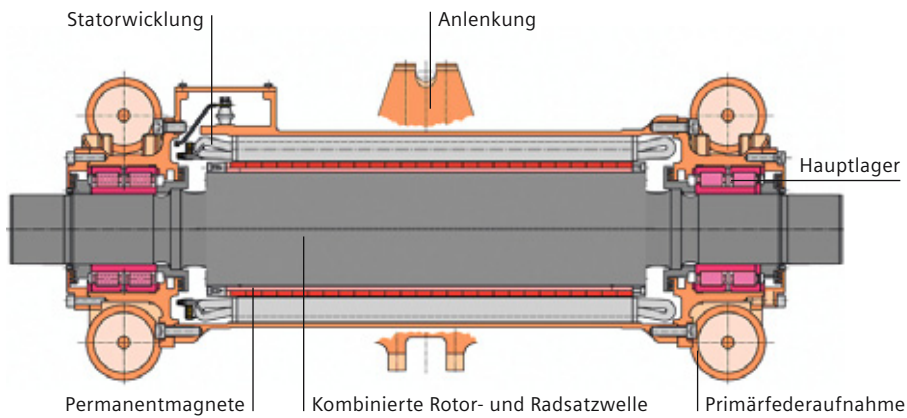
Niedrige Bauhöhe und reduziertes Einbauvolumen

Höhere Sicherheit und bessere Fahreigenschaften durch verwindeweiche Fahrwerkrahmen

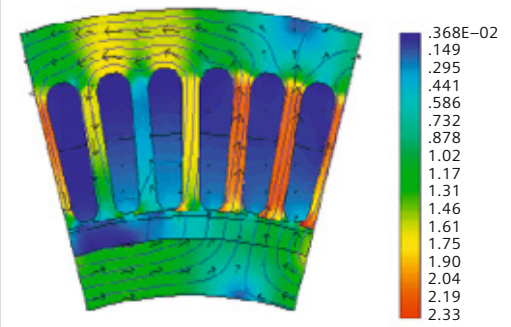
Geringe Geräuschemission des Antriebssystems

Syntegra

Die vollständige Integration von
Antriebs-, Fahrwerk- und Bremstechnologie



Querschnitt des Direktantriebs



FEM-Berechnung des Direktantriebs

Direktantrieb

Der im Aufbau sehr einfache getriebelose Drehstromantrieb auf der Basis der permanentenregten Synchronmaschine ersetzt den mechanisch komplexen konventionellen Traktionsantrieb. Das grundlegende Konzept dieses Direktantriebs wurde bereits am Beispiel eines Antriebs für Vollbahnen erprobt.

Die vollständig gekapselte Ausführung des Fahrmotors schützt die Wicklung wirkungsvoll vor Verschmutzung und Nässe. Damit ist ein wartungsfreier Betrieb und eine lange Lebensdauer gewährleistet. Die Bemessungsgrundlage für Stoßbeschleunigungen ist analog zu heutigen ungefederten Bauteilen gewählt. Die kombinierte Rotor- und Radsatzwelle trägt das Läuferblechpaket sowie die Permanentmagnete aus Neodym-Eisen-Bor (NdFeB). Sie enthält keinerlei Verschleißteile.

Die Kühlung des Direktantriebs erfolgt über das vollständig geschlossene Gussgehäuse. Die geringe im Läuferblech und in den Magneten auftretende Verlustwärme wird durch ein patentiertes Verfahren über die Radsatzwelle zu den Radscheiben abgeführt.

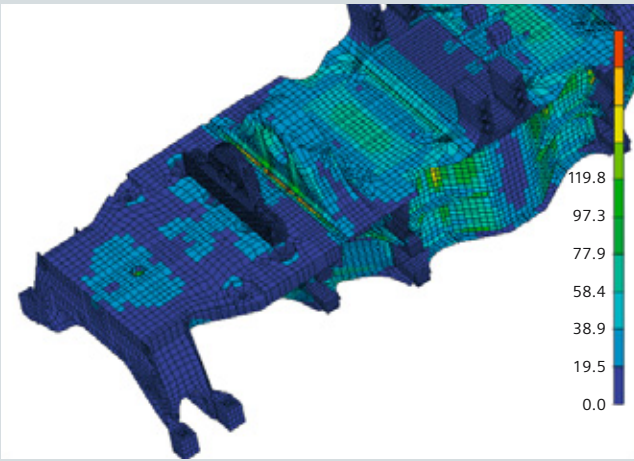
Fahrwerk

Der Syntegra-Fahrwerkrahmen besteht aus einem Querträger und zwei mit ihm gelenkig verbundenen Längsträgern. Sämtliche horizontalen Führungskräfte, Anschlüsse von Dämpfern und Stabilisatoren, werden durch den Querträger übernommen. Nur die Fahrzeugmasse wird über die beiden Längsträger, vergleichbar einer Balkenwaage, torsionsfrei auf die Primärfedern verteilt. Die Steifigkeit der Primärfeder ist damit nahezu ohne Einfluss auf die Entgleisungssicherheit. Fahrzeuge mit dieser Technologie können rückwirkungsfrei für sehr große Zuladungen projektiert werden.

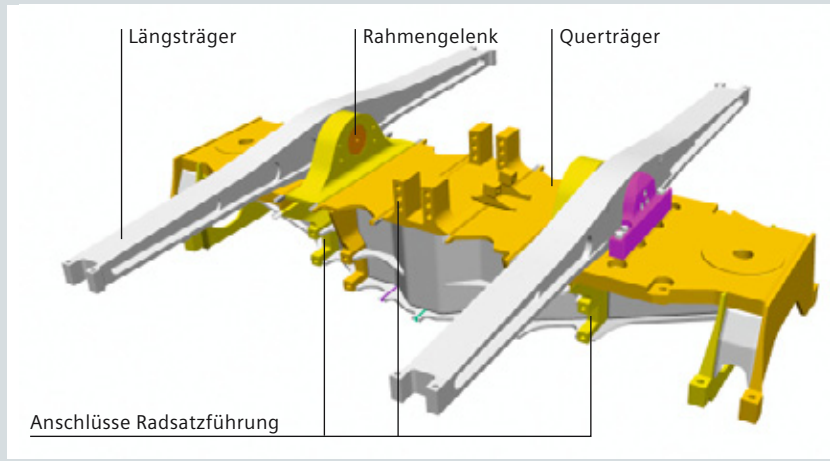
Der Direktantrieb ist integraler Bestandteil des Fahrwerkes. Die Anlenkung des Fahrwerkes erfolgt direkt über die Fahrmotorgehäuse zum Wagenkasten. Der Fahrwerkrahmen ist damit frei von Traktionskräften. Die resultierende symmetrische Belastung der Fahrmotoren ermöglicht die optimale Ausnutzung der installierten Traktionsleistung. Darüber hinaus treten nur sehr geringe Radsatzentlastungen auf.

Syntegra Direktantrieb





FEM-Berechnung des Fahrwerkrahmens



CAD-Konstruktion des Rahmens

Sichere elektrische Bremse

Permanent erregte Synchronmaschinen erzeugen bei geeigneter externer Beschaltung ein inhärentes Bremsmoment. Diese physikalische Eigenschaft ermöglicht die sichere elektrische Bremse und verändert durch den Entfall der vollwertigen mechanischen Bremse grundlegend bestehende Bremskonzepte.

Die inhärente elektrodynamische Bremse (IED) als zweites unabhängiges Bremssystem neben der elektrodynamischen Bremse (ED) besteht aus einem zusätzlichen Bremsschutz und einem zusätzlichen Bremswiderstand. Prinzipbedingt ist das IED-Bremssystem gleitgeschützt.

Systemvorteile (Beispiele)

Im Vergleich zu einem konventionellen Metro-Fahrwerk gleicher Antriebsleistung und Tragkraft weist der Prototyp einen Massevorteil von über 15 % aus. In Verbindung mit der für die Serie vorgesehenen Maßnahmen zur weiteren Massereduktion

durch Leichtbau erhöht sich der Gewichtsvorteil auf annähernd 30 %. Die Energiekosten für den Betreiber sinken u. a. aufgrund der Reduktion der absoluten Masse, der Reduktion der rotierenden Massen und des höheren Antriebswirkungsgrades um bis zu 20 %. Deutliche Vorteile, insbesondere aufgrund des geringeren Verschleißes, sind bei den Instandhaltungskosten zu erwarten.

Ausblick

Syntegra ist skalierbar. Alle üblichen Achslasten, Antriebsleistungen und Fahrzeuggeschwindigkeiten können abgedeckt werden. Die Einführung der Syntegra-Technologie in Serienfahrzeuge wird nach Abschluss der Erprobung zeitnah bei einem Pilotanwender erfolgen. Nächste Entwicklungsschritte zielen insbesondere auf die Serienreife und die konsequente Weiterführung des Leichtbaus.

Ein Hauptlager

Syntegra setzt auf innengelagerte Radsätze und senkt damit die Belastung der Radsatzwelle. Die Radsatz- und Fahrmotorlager sind zu einem gemeinsamen Hauptlager zusammengeführt. Die Wälzlager dieses kombinierten Fahrmotor- / Radsatzlagers sind eine Weiterentwicklung konventioneller Radsatzlager unter Berücksichtigung der besonderen Einsatzbedingungen.

Geberlose Regelung

Syntegra verwendet eine sensorlose Antriebsregelung durch Rotorlage-Identifikation. Dabei werden ausschließlich Messsignale der Motor-Phasenströme sowie der Zwischenkreisspannung ausgewertet. Im Anfahrbereich durch Testimpulse unterstützt, arbeitet die Regelung hingegen im höheren Geschwindigkeitsbereich allein mit einem Spannungsmodell der Maschine.

Syntegra-Fahrwerkrahmen



Siemens AG
Industry Sector
Mobility Division
Postfach 3240
91050 Erlangen
Germany

www.siemens.com/syntegra

