



Arbeitsheft zur Vorlesung Triebfahrzeugtechnik – Fallstudien

Bearbeitende:

| | |
|--------|---------------|
| Schmid | Johannes Paul |
| Roth | Lukas |
| Lyu | Junyou |

Stand: 01.02.2024



DB AG BR 101

BR 159 (Stadler EuroDual)



BR 223 (Siemens EuroRunner ER 20)

DB AG BR 261 (Voith Gravita 10 BB)



DB AG BR 423

DB AG (u. a.) BR 642





0. Einführung

In der Parallel zur Vorlesung „Grundlagen der Triebfahrzeugtechnik“ werden Fallstudien zu verschiedenen Triebfahrzeugtypen (siehe Blatt 2) durchgeführt. Dazu **schreiben Sie sich im OPAL-Kurs bitte in eine der sechs Arbeitsgruppen (BR 101, ..., BR 642) ein**, sofern noch nicht geschehen. Die Anzahl der Mitglieder pro Gruppe ist begrenzt.

Die Fahrzeuge werden im Rahmen einer Gruppenarbeit hinsichtlich ihres konstruktiven und funktionalen Aufbaus analysiert. Es werden Ihnen verschiedene Quellen zur Verfügung gestellt, bei denen es sich um Fachartikel, Auszüge aus Fachbüchern, Fahrzeugbeschreibungen der Hersteller und Fahrzeugbroschüren handeln kann.

Das vorliegende Arbeitsheft dient dabei als Leitfaden zur Analyse der Fahrzeuge sowie als Wissensspeicher und soll Sie bei einem strukturierten Vorgehen unterstützen. Nutzen Sie neben kurzen Stichpunkten auch Handskizzen, um Fragestellungen besser zu erläutern. Gegebenenfalls lassen sich einige Sachverhalte auch an ebenfalls bereitgestellten Triebfahrzeugschemata darstellen. Die Bearbeitung der Fragestellungen soll bewusst ausschließlich mit den ausgeteilten Materialien erfolgen (keine Nutzung von weiteren Medien).

Die Ergebnisse der Gruppenarbeit werden im Rahmen von zwei Vorlesungen im Rahmen 15-minütiger Kurzreferate präsentiert. Diese bereiten Sie bitte mit einer PowerPoint-Vorlage, welche im OPAL-Kurs zur Verfügung gestellt wird, vor. Bitte beschränken Sie sich in der Präsentation auf wesentliche Punkte und legen Sie ggf. selbst Schwerpunkte fest. Den übrigen Studierenden der Lehrveranstaltung werden die Dokumente im Anschluss ebenfalls im OPAL-Kurs zur Verfügung gestellt. Aus diesem Grund wird um eine digitale Bearbeitung gebeten. Dazu können Sie das pdf-Dokument im Materialordner nutzen. Sollten Sie Schwierigkeiten beim Bearbeiten der pdf haben, erstellen Sie bitte separate Antwortseiten in einem Schreibprogramm wie MS Word oder Open Office Writer. Diese können vom Kursverwalter dann in das Originaldokument eingefügt werden.



1. Charakterisierung des Fahrzeugs

1.0 Fragestellungen

1. Sammeln Sie für das von Ihnen zu analysierende Triebfahrzeug (mindestens zehn) technische Daten, die für die Charakterisierung des Fahrzeuges relevant sind und stellen Sie diese in der untenstehenden Tabelle zusammen.
2. Um welche Art von Fahrzeug handelt es sich?
3. In welchen charakteristischen Merkmalen spiegelt sich der Einsatzzweck des Fahrzeuges wider?
4. Liegt für das Fahrzeug eine Zug- und/oder Bremskraftcharakteristik vor? Falls ja, notieren Sie die wesentlichen Punkte zur fahrdynamischen Charakterisierung des Traktions- bzw. Bremsvermögens.
5. Weist das Fahrzeug außergewöhnliche Ausstattungsmerkmale auf? Welche?
6. Skizzieren Sie den grundsätzlichen Aufbau des Fahrzeuges (unter Berücksichtigung der Radsatzanordnung und der Lage der Antriebsaggregate).
7. Ordnen Sie die Hauptbaugruppen und deren wesentliche Elemente den Hauptproduktgruppen B, E, F, H, und R und deren Unterbaugruppen nach EN 15380-2 zu.

1.1 Technische Daten

Tabelle 1.1: Technische Daten des Fahrzeugs

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Gewicht | 80 t |
| Dieselmotorleistung | 2000kW |
| Leistung am Rad | 1600kW |
| Anzugskraft | 235kN |
| Höchstgeschwindigkeit | 140km/h |
| Länge | 19,3m |
| E-Motoren | 4 |
| Radsatzfolge | Bo´Bo´ |
| Leistungsübertragung | Dieselelektrisch |
| Maximale Leistung am Rad: Fahren | 1600 kW |
| Maximale Leistung am Rad: Bremsen | 1000 kW |
| Länge über Puffer | 19275 mm |
| Drehzapfenabstand | 10362 mm |
| Zugenergieversorgung | 1000 V 1AC mit 50 Hz, 400 kVA |
| Radsatzabstand im Drehgestell | 2700 mm |
| Fahrzeugbegrenzung | UIC 505-1 G1/G2 |



1.2 Fahrzeugart

Universalstreckenlokomotive der mittleren Leistungsklasse mit einer dieselelektrischen Leistungsübertragung

1.3 Fahrzeugspezifika, die aus dem Haupteinsatzzweck resultieren

Haupteinsatzzwecke:

- Personenverkehr
- Güterverkehr
- Verschubdienst

Fahrzeugspezifika:

- o Personenverkehr (ÖBB Rh 2016, BR 223): Zugheizung, konventionelle Zug- und Stoßeinrichtungen und Wendezugsteuerung
- o Güterverkehr und Bauzugdienst (KCRC ER20, ÖBB Rh 2016, DB BR 223): tiefliegende Mittelpufferkupplung (nur bei KCRC ER20) und verringertes Tankvolumen
- o Verschubdienst (ÖBB Rh 2016): Antennen, Sprechstellen, Konsolen für ÖBB-Verschubfunk und GPS-Erinnerungssystem

Allgemeine Leit- und Sicherungstechnik

- o Indusi I60R mit PZB90-Funktionalität
- o Zugfunkanlage ZFM21

1.4 Zugkraftcharakteristik

- verbale Beschreibung:
Linearer, konstanter Zugkraftverlauf bis zur Übergangsgeschwindigkeit, danach nicht linearer Abfall der Zugkraft bis zur Höchstgeschwindigkeit.
Linearer, konstanter Bremskraftverlauf bis zur Übergangsgeschwindigkeit B, danach nicht linearer Abfall der Bremskraft bis zur Höchstgeschwindigkeit
- Charakteristische Punkte im Zugkraft-/Bremskraft-Geschwindigkeits-Diagramm:

Tabelle 1.2: Zug- und Bremskraftcharakteristika

| Geschwindigkeit | Zug-/Bremskraft | Bemerkung(en) |
|-----------------|--------------------------|--|
| 0 km/h | 235 kN (Z) 100 kN (B) | Anzugskraft und maximale elektrische Bremskraft |
| 25 km/h | 235 kN (Z) 100 kN (B) | Übergangsgeschwindigkeit Z Zugkraft |
| 35 km/h | 100kN (B) | Übergangsgeschwindigkeit B elektrische Bremskraft |
| 140 km/h | 40 kN (Z) 25 kN (B) | Höchstgeschwindigkeit |

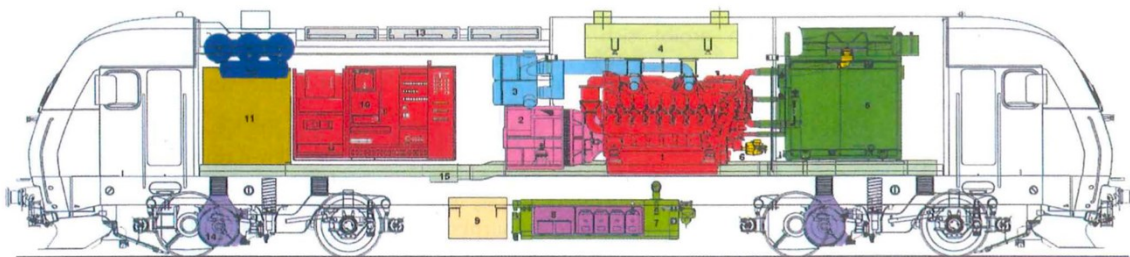
1.5 Außergewöhnliche Ausstattungsmerkmale

Sehr hoher Konstruktionsaufwand zur Schallminderung:

- Komplet abgeschotteter Dieselmotorraum, um größte Lärmquelle zu minimieren
- Belüftung des Dieselmotorraums durch angesaugte Luft aus dem Elektronik-Maschinenraum
- An den wenigen nötigen Lüftungsöffnungen, leistungsfähige Kulissenschalldämpfer installiert
- Verwendung von Schallabsorptionsmaterial in allen Wänden und Dächern
- Fein abgestimmter Abgasschalldämpfer am Dieselmotor
- Optimierte Lamellenschalldämpfer an den Lüftungsgittern des Elektro-Maschinenraums
- Schottwände und Führerraumwände im Inneren doppelwandig ausgeführt und mit Glaswolle als Dämmmaterial ausgekleidet

→ Resultat: alle vorgeschriebenen Schalldruckpegelwerte werden um bis zu 14,5 dB unterschritten

1.6 Skizze Fahrzeugaufbau (Hauptbaugruppen)



1 = Dieselmotor / 2 = Generator / 3 = Verbrennungsluft-Ansaugung / 4 = Abgasanlage / 5 = Diesel-Kühlanlage / 6 = Hydraulik-Anlage / 7 = Tank / 8 = Batterien / 9 = ZS-Container / 10 = Elektronik-Block / 11 = Bremsgerüst / 12 = Druckluftbehälter / 13 = Bremswiderstand / 14 = Fahrmotor mit Ritzelhohlwellen-Antrieb / 15 = Luftkanal (Kühlluft für Fahrmotoren)

(Quelle: ...)

1.7 Hauptproduktgruppen (HPG) und Unterproduktgruppen (UPG) nach EN 15380

Tabelle 1.3: Zuordnung von Baugruppen zu den HPG und UPG nach EN 15380-2

| HPG | UPG | Baugruppe |
|-----|-----|---------------------------|
| B | D | Dach |
| | E | Fahrzeugkopf |
| E | F | Dreieckslenker |
| | A | Fahrwerk |
| F | E | Abgasanlage |
| | D | Generator |
| | F | Tank- Batterie- Container |
| H | B | Hilfsbetriebeumrichter |
| R | C | Radbremsscheiben |
| | B | Bremsbacken |

2. Antriebsstrang

2.0 Fragestellungen

1. Welche Art von Antrieb(sstrang) weist das Fahrzeug auf?
2. Welche Elemente sind an der Erzeugung der Treibradzugkräfte beteiligt? Erstellen Sie dazu ein Schema, das den Energie- bzw. Leistungsfluss von der Energiequelle (Tank oder Oberleitung) bis zu den Treibrädern widerspiegelt. Geben Sie für jedes Element an, welche Größen weitergeleitet oder gewandelt werden (siehe Abb. 3.1).

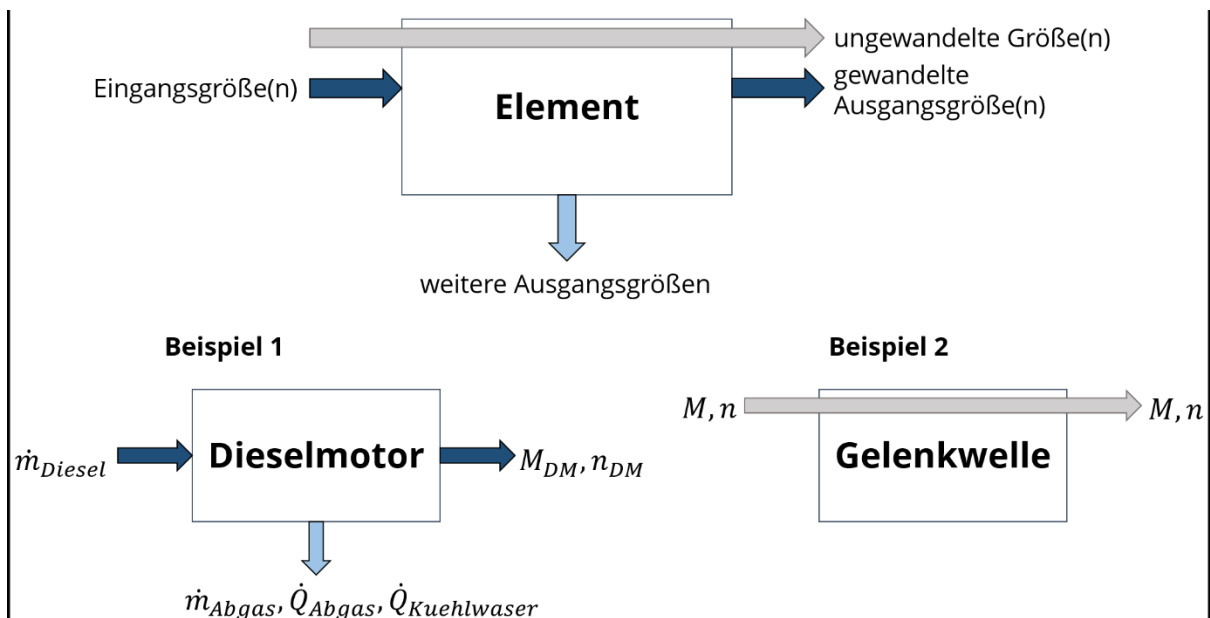
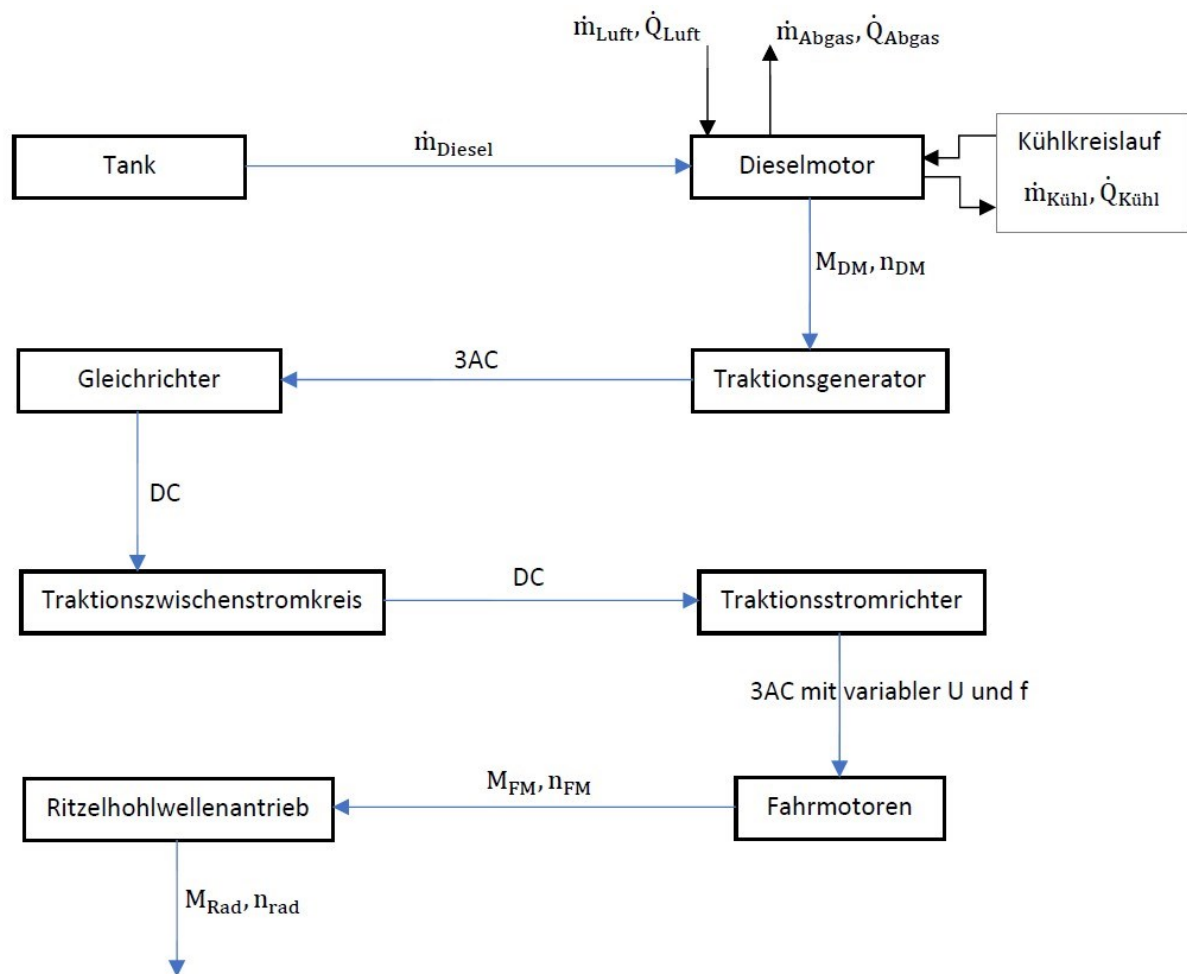


Abbildung 2.1: Vorschlag für die schematisierte Darstellung von Elementen im Antriebsstrang

2.1 Art des Antriebsstrangs

Diesetriebfahrzeug mit elektrischer Leistungsübertragung und teilabgedeckten, quereingebauten Einzelachsenantrieben

2.2 Aufbau des Antriebsstrangs



(Quelle: ...!!!)



3. Bremse

3.0 Fragestellungen

1. Über welche Bremsausrüstung(en) verfügt das Fahrzeug?
2. Welches ist die hauptsächlich genutzte Betriebsbremse?

3.1 Bremsausrüstung

- mikroprozessorgesteuerte, indirekte Bremse (mechanische Bremse, nötig durch Einsatz einer direkten ep-Bremse, genutzt für automatische Bremswirkung bei Zugtrennung)
- elektropneumatisch angesteuerte direkte Bremse (mechanische Bremse)
- Federspeicher-Feststellbremse
- Dynamische Bremse (Fahrmotoren generatorisch genutzt, gewonnene elektrische Energie für Hilfsbetriebe genutzt oder im Bremswiderstand in Wärme umgesetzt)

3.2 Hauptsächlich genutzte Betriebsbremse

- elektropneumatische und dynamische Bremse

4. Hilfsbetriebekonzept

4.0 Fragestellungen

1. Welche Hilfsbetriebe sind auf dem Fahrzeug installiert und welchem Zweck dienen sie?
2. Wie erfolgt die Energieversorgung der Hilfsbetriebe?
3. Ordnen Sie die einzelnen Hilfsbetriebe (wenn möglich) folgenden Kategorien zu:
 - Dauerbetrieb mit konstanter Leistung
 - Dauerbetrieb mit variabler Leistung
 - Aussetzbetrieb
4. Falls die Literatur hierzu keine Auskunft gibt, stellen Sie eine Vermutung an und begründen Sie diese.

4.1 Hilfsbetriebeübersicht

- Bremsgerüst (Luftaufbereitung, Kompressoren) -> für Bremsfunktionen
- Lüfter für Leistungselektronik inklusive Fahrmotoren
- Kühlerraum mit Kühlern, Ventilatoren, hydrostatischer Ausrüstung und hydrostatischen Pumpen -> hauptsächlich Kühlung für Dieselmotor und dessen Hilfsbetriebe
- Anlasser, Vorwärmgeräte, Kraftstoffpumpe -> Starten und Versorgen des DM
- vier verschiedene elektrische Bordnetze

Im Fahrzeug installierte Hilfsbetriebe

- 2x DC 24 V Batterien
- Anlasser Dieselmotor
- Gleichstrom-Bordnetz
- 3AC 60 Hz 440 V (durch ELFA-Umrichter) festfrequent
- Luftpresser, Batterieladegerät, Lüfter des Zugsammelschienen-Containers, Wasserpumpe des Stromrichters, sowie die Klimaanlage und Zusatzheizungen
- 3AC 60 Hz 440 V (durch ELFA-Umrichter) variabelfrequent
- Zentrallüfter (Kühlung des Stromrichters, des Hilfsbetriebeumrichters und der Fahrmotoren)

4.2 Energieversorgung der Hilfsbetriebe

- durch Dieselmotor, dynamische Bremse und/oder Batterie -> über Hilfsbetriebeumrichter

4.3 Betriebsregime der Hilfsbetriebe

Tabelle 4.1: Zuordnung von Betriebsregime und Hilfsbetrieben

| Betriebsregime | Komponenten |
|--------------------------------------|--|
| Dauerbetrieb mit konstanter Leistung | Bremsgerüst Kühlkreislauf und Ladeluftkühlung des Dieselmotors |
| Dauerbetrieb mit variabler Leistung | Lüfter für Leistungselektronik Anderweitige Kühl- und Lüfteraggregate ohne Bezug zum DM |
| Aussetzbetrieb | Anlasser, Vorwärmgerät für DM Kompressoren |

5. Mechanischer Aufbau

5.0 Fragestellungen

Beschreiben Sie verbal den mechanischen Aufbau des Fahrzeuges. Gehen Sie dabei unter anderem auf folgende Fragen ein:

1. Welchen Grundaufbau weist das Fahrzeug auf?
2. Welche Konstruktionsprinzipien kommen bezüglich der Tragwerke und Aufbauten zum Einsatz?
3. Welche Werkstoffe und welche Fertigungsverfahren kommen zum Einsatz?

5.1 Grundaufbau

- modularer Aufbau
- zweiachsige Drehgestelle mit Fahrmotoren, Fahrwerk und Bremsausrüstung sowie Schnittstellen der Leit- und Sicherungstechnik
- Lokomotivkasten mit Zug- und Stoßeinrichtung, Tragwerk und Tank-Batterie-Modul
- Maschinenraum dreigeteilt in Dieselmotorraum, Kühlerraum und Raum für Elektronik
- zwei Führerraummodule und ein zweiteiliges Dach mit integrierten Kühlaggregaten der Maschinenräume

5.2 Konstruktionsprinzipien

- Lokomotivkasten selbsttragend in **Hybridbauweise (Wagenkasten-Rohbaugerippe in geschweißter Stahl-Differentialbauweise, im Seitenwandbereich Aluminium-Wabenplatten, Dachelemente aus Stahl und GFK)**
- Seitenwände in Fachwerkbauweise mit Dachschrägen als tragende Längsträger
- Schottwände und Führerraumwände mit Querspriegeln zur Querabstützung versehen
- Dreigeteilter Maschinenraum mit Seitengang und Wartungsgang versehen
- Dach zweigeteilt ohne zwingende tragende Funktion
- Führerräume als nicht tragende Einzelmodule ausgeführt
- Untergestell aus drei Längsträgern mit mehreren massiven Querträgern
- Tank-Batterie-Modul als selbsttragende Schweißkonstruktion ausgeführt, die an vier Stellen mit Rahmen verbunden ist
- Drehgestellrahmen als vollständig geschweißte Kastenkonstruktion aus zwei Längs- und zwei Kopfquerträgern und einem Mittelquerträger

5.3 Werkstoffe und Fertigungsverfahren

- Lokomotivkasten aus Stahl mit aufgeklebten Aluminiumwabenplatten als Seitenwände
- Führerraummodul aus Stahl mit aufgeklebtem GFK-Dach
- Dach des Maschinenraums aus Stahl

6. Fahrwerke

6.0 Fragestellungen

1. Welche Fahrwerksart(en) weist das von Ihnen betrachtete Fahrzeug auf?
2. Wie ist die konstruktive Ausgestaltung von Primär- und Sekundärfederung gelöst?
3. Welche Dämpfungselemente weisen die Fahrwerke auf?
4. Wie ist die Anlenkung der Radsätze ausgeführt?
5. Wie erfolgt die Übertragung von Längskräften vom Fahrwerk auf den Fahrzeugrahmen?

6.1 Fahrwerksart(en)

- Drehgestelle mit tief angelenkten Drehzapfen
- außen gelagerte Radsätze mit Radbremsscheiben

6.2 Konstruktive Ausgestaltung der Abfederung

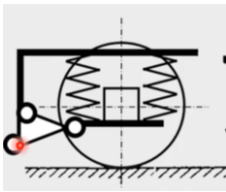
- längs angeordnete Flexicoil-Schraubenfedern als Primärfederung zwischen Drehgestell und Radsatzlagergehäuse
- jeweils zwei quer angeordnete, mit Stützlagern kombinierte Gummi-Metall-Schraubenfedern je Seite zwischen Drehgestellrahmen und Lokomotivkasten als Sekundärfederung
- Fahrmotoren im Drehgestell abgedämpft

6.3 Dämpfungselemente im Fahrwerk

- hydraulische Vertikal- und Querdämpfer
- Zwei Schlingerdämpfer pro Drehgestell
- Radsatzfederung vertikal gedämpft

6.4 Radsatzanlenkung

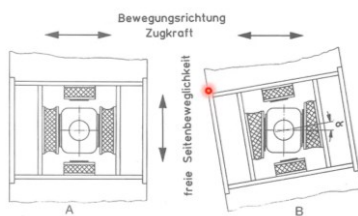
- Zug- und Bremskräfte über Dreieckslenker (gummi-metall-gefedert) von Radsatzlagergehäuse auf Drehgestellrahmen übertragen (verschleißfreie Anlenkung)



(Quelle: ...)

6.5 Längskraftanlenkung

- über tief angelenkten Drehzapfen mit Gummi-Metall-Puffern und integriertem Anschlag



Quelle: Feihl/Die Diesellokomotive, transpress 2009

Rechteck-Drehzapfen (z. B. Siemens ER 20)

(Quelle: ...)