



Arbeitsheft zur Vorlesung Triebfahrzeugtechnik – Fallstudien

Prof. Dr.-Ing. Günter Löffler,
Dipl.-Ing. Karim Benabdellah,
Dr.-Ing. Martin Kache

Stand: 10.04.2019



DB AG BR 101

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 heutigen und einer kommenden Übungsstunde werden Fallstudien zu verschiedenen Triebfahrzeugtypen (siehe Blatt 2) durchgeführt. Dabei werden die Fahrzeuge 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 ausgeteilten Triebfahrzeugschemata darstellen. Die Bearbeitung der Fragestellungen soll ausschließlich mit den ausgeteilten Materialien erfolgen (auch keine Nutzung von online-Medien!).

Die Ergebnisse der Gruppenarbeit werden in der Seminarvorlesung am 25.06. im Rahmen 10-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 (Scan der Arbeitshefte) zur Verfügung gestellt. Aus diesem Grund wird um eine leserliche Bearbeitung gebeten. **Bitte heften oder knicken Sie die A4-Blätter nicht.** Das erleichtert den abschließenden Scan der Dokumente erheblich. **Alternativ** besteht die Möglichkeit die Arbeitshefte bis 25.06. mit Ihren Ergebnissen für Ihre Mitstudierenden digital auszufüllen. Dazu können Sie das pdf-Dokument im Materialordner nutzen.



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 Radanordnung 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.



Fallstudie BR 223 vorbildlich ausgearbeitet.

1.1 Technische Daten

Tabelle 1.1: Technische Daten des Fahrzeugs

Radsatzfolge	Bo'Bo'
Gesamtmasse	80 t
Anfahrzugkraft	235 kN
Höchstgeschwindigkeit	140 km/h
Leistungsübertragung	dieselelektrisch
Leistung Dieselmotor (installiert)	2000 kW
Maximale Leistung am Rad: Fahren	1600 kW
Maximale Leistung am Rad: Bremsen	1000 kW
Länge über Puffer	19'275 mm
Drehzapfenabstand	10'362 mm
Radsatzstand im Drehgestell	2700 mm
Fahrzeugbegrenzung	UIC 505-1 G1/G2
Zugenergieversorgung	1000 V 1AC mit 50 Hz, 400 kVA



1.2 Fahrzeugart

Universalstreckenlokomotive der mittleren Leistungsklasse mit dieselelektrischer Leistungsübertragung

1.3 Fahrzeugspezifika, die aus dem Haupteinsatzzweck resultieren

Einsatzzwecke:

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

Allgemeine Leit- und Sicherungstechnik:

- Indusi I60R mit PZB90-Funktionalität
- Zugfunkanlage ZFM21

1.4 Zugkraftcharakteristik

- verbale Beschreibung:

Linearer, konstanter Zugkraftverlauf bis zur Übergangsgeschwindigkeit **Z**, 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 (Z/B)	Bemerkung(en)
0 km/h	235 kN (Z) 100 kN (B)	Anfahrzugkraft und maximale elektrische Bremskraft
25 km/h	235 kN (Z)	Übergangsgeschwindigkeit Z Zugkraft
35 km/h	100 kN (B)	Übergangsgeschwindigkeit B elektrische Bremskraft
140 km/h	75 kN (Z) 50 kN (B)	Höchstgeschwindigkeit

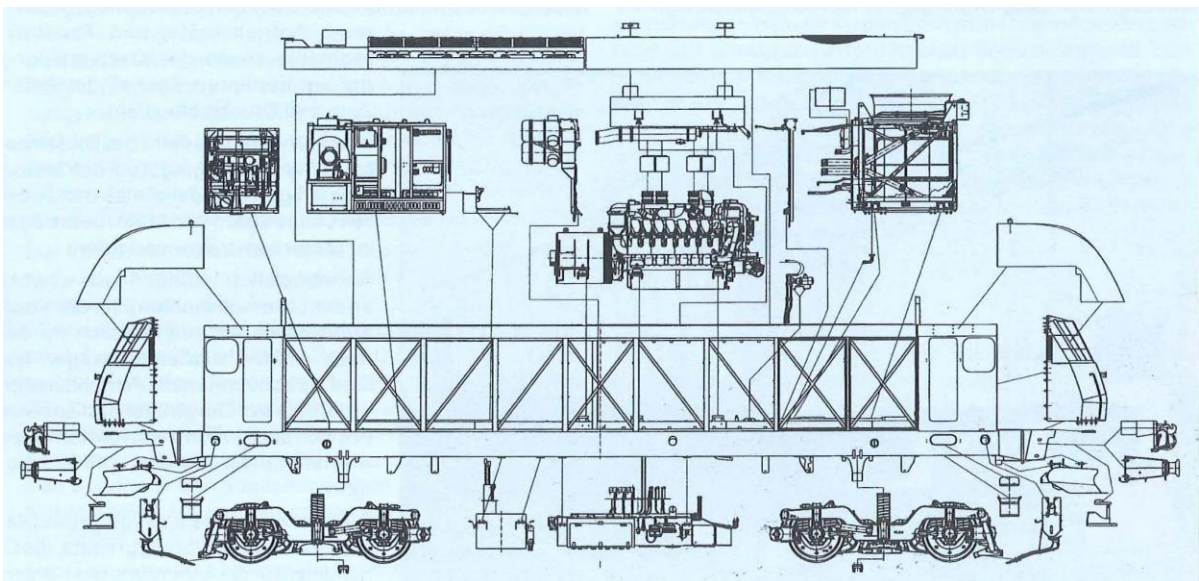
1.5 Außergewöhnliche Ausstattungsmerkmale

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)



1.7 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
H	C	Tank-Batterie-Container
	B	Hilfsbetriebeumrichter
R	C	Radbrems scheiben
	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).

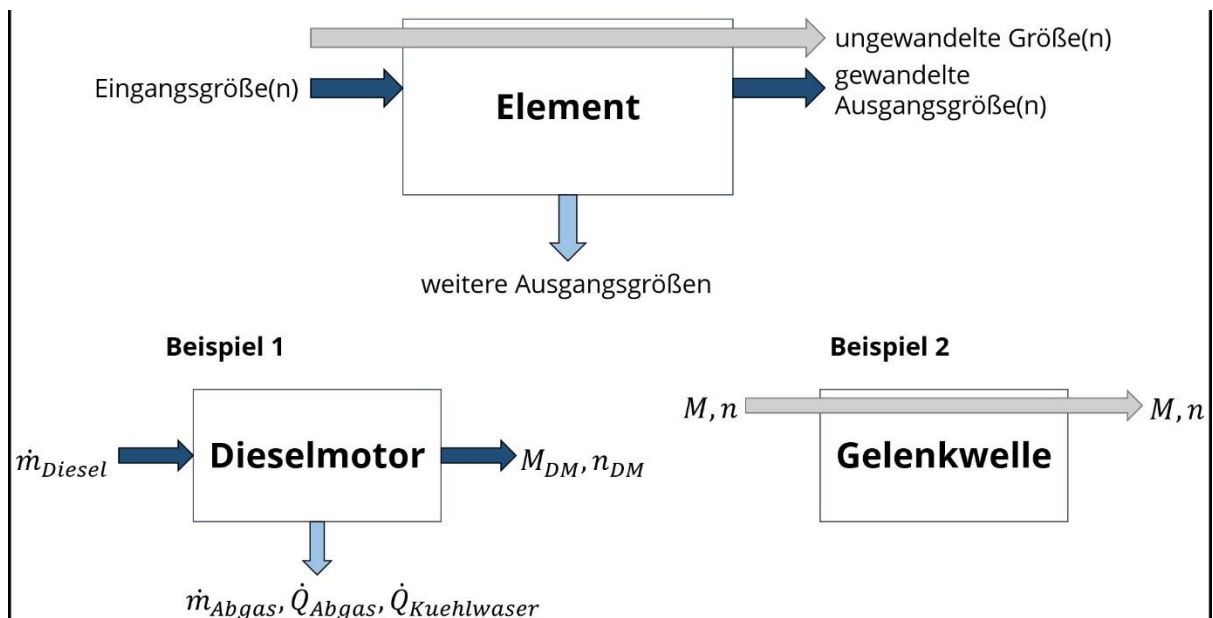
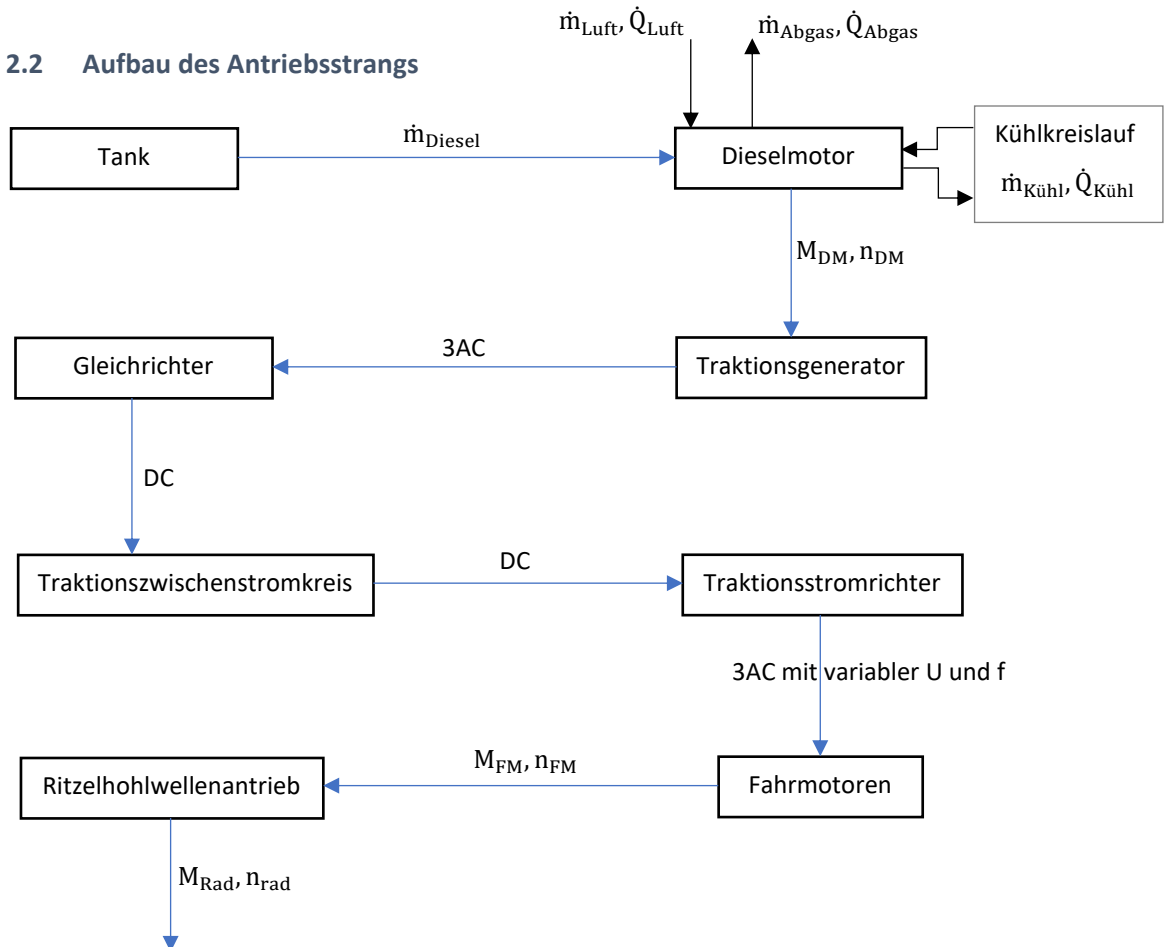


Abbildung 2.1: Vorschlag für die schematisierte Darstellung von Elementen im Antriebsstrang

2.1 Art des Antriebsstrangs

Dieseltreibfahrzeug mit elektrischer Leistungsübertragung und teilabgefederten, quereingebauten Einzelachsantrieben

2.2 Aufbau des Antriebsstrangs





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

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 Sicherheitstechnik
- 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 geschweißter Integralbauweise
- 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 abgedeckt



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)

6.5 Längskraftanlenkung

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



1.1 Technische Daten

Tabelle 1.1: Technische Daten des Fahrzeugs

Leistung	maximal 6600 kW dauernd 6400 kW
Stromsystem	AC 15 kV, 16,7 Hz
Radsatzanordnung	B0'B0'
Höchstgeschwindigkeit	220 km/h
Gesamtgewicht	86,9 t
Radsatzlast	21,5 t
Anfahrzugkraft	300 kN
Läng über Puffer	18 950 mm
Breite Lokomotivkasten	2950 mm
Radsatzstand in Drehgestell	2650 mm
Bremsausrüstung	Schleibenbremse + el. Bremse
Bauweise	Aluminium-Differentialbauweise
Einsatzbeginn	1997



1.2 Fahrzeugart

elektrische Lokomotive für den
Einsatz im Personen- und Güterverkehr

1.3 Fahrzeugspezifika, die aus dem Haupteinsatzzweck resultieren

sei es für Hochgeschwindigkeitszüge im Personenverkehr
für schwere Güterzüge, den Nahverkehr oder den Einsatz
in verschiedenen Stromsystemen

Güterverkehr → hohe Antriebskraft, hohe
Leistung
→ zur Umsetzung el. Antrieb
notwendig

Personenverkehr → hohe Maximalgeschwindigkeit

1.4 Zugkraftcharakteristik

- verbale Beschreibung:

Die Lok entwickelt maximale Zugkraft ^{300 kN} bei 0 km/h. Sie fällt linear ab bis zur Übergangsgeschwindigkeit 87 km/h auf 272 kN. Danach fährt die Lok an einer annähernd hyperbolischen Leistungsgrenze bis zur Maximalgeschwindigkeit 220 km/h, hier hat sie noch ca. 110 kN Zugkraft.

- Charakteristische Punkte im Zugkraft-/Bremskraft-Geschwindigkeits-Diagramm:

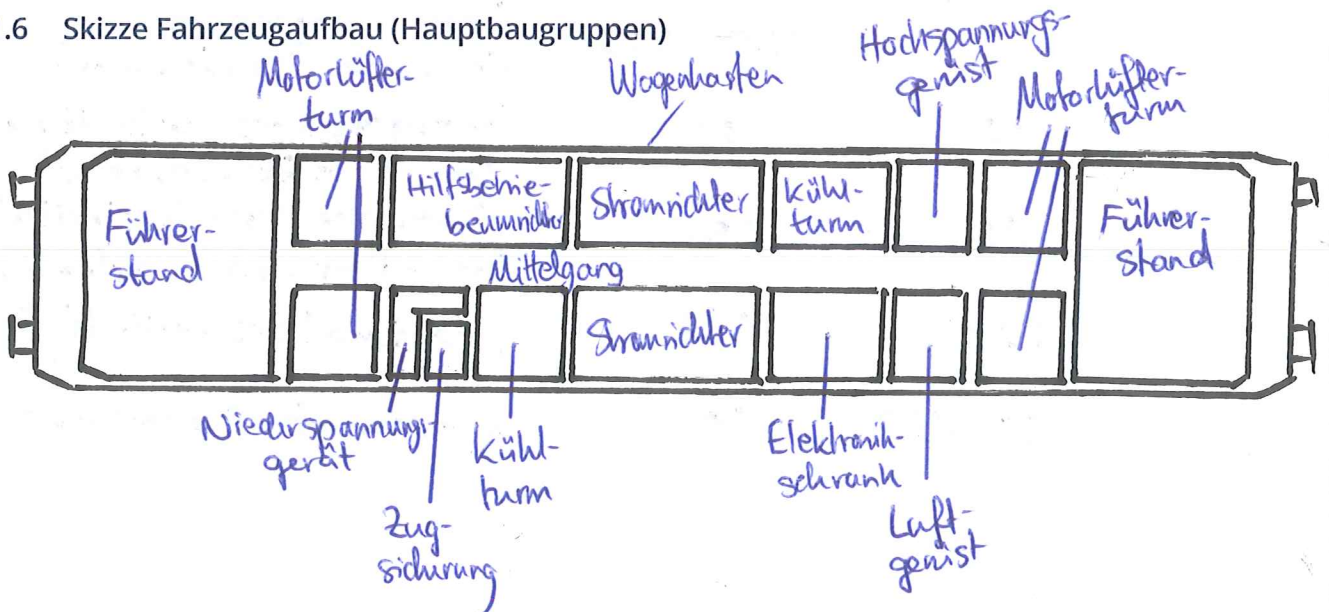
Tabelle 1.2: Zug- und Bremskraftcharakteristika

Geschwindigkeit /km/h	Zug-/Bremskraft /kN	Bemerkung(en)
0	250-300	Anfahrzugkraft - je nach Betriebsart
87	272	Übergangsgeschwindigkeit im Güterverkehr
92	250	Übergangsgeschwindigkeit im Personenverkehr
220	110	Maximalgeschwindigkeit
10-160	150	maximale Bremskraft

1.5 Außergewöhnliche Ausstattungsmerkmale

- Flexifloat - Fahrwerke
- Zug - Druck - Stange
- redundanter Traktionskreis + Leittechnik
- IGBT (nur Hilfsbetriebe), Fahrstromrichter -> GTO
- Optimale Lüftersteuerung / bedarf^{gesteuert}
- Integrierter Gesamtantrieb

1.6 Skizze Fahrzeugaufbau (Hauptbaugruppen)





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	A	Fahrzeughasten
	E	Führerstand
E	F	Zug- Dreh- Stange
	B	Drehgestell
F	D	Stromrichter, Transformator
	B	Hochspannungsgestüst
	F	Batterie
	E	Fahrmotoren
H	B	Hilfsbetriebsrichter
	E	Motorlüftertum, Kühlturm
		Hilfsbetriebsgerüst
R	A	Scheibenbremse, elektrische Bremse

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, dass 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).

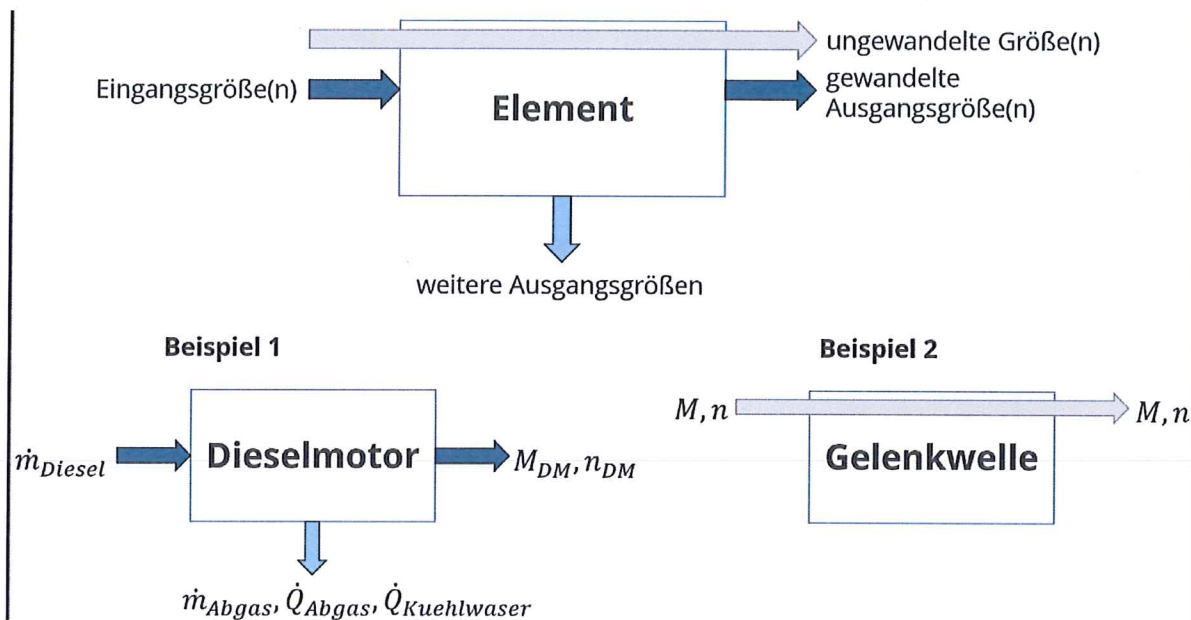
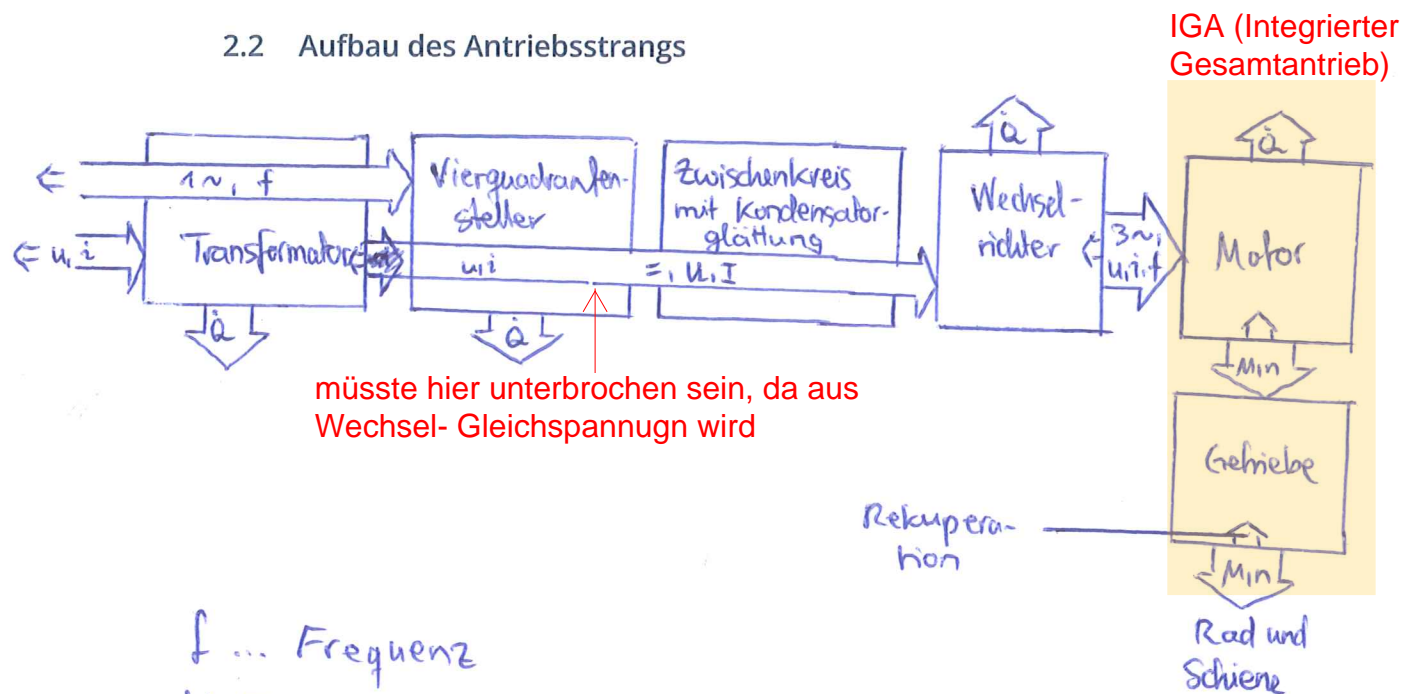


Abbildung 2.1: Vorschlag für die schematisierte Darstellung von Elementen im Antriebsstrang

2.1 Art des Antriebsstrangs

elektrisch mit Fahrmotoren (AC-AC Leistungsübertragung)

2.2 Aufbau des Antriebsstrangs



- f ... Frequenz
- u_i, I ... Spannung, Strom bei Gleichstrom
- n ... Drehzahl
- M ... Moment
- $=$... Gleichstrom
- $3\tilde{v}$... 3-Phasen-Wechselstrom
- $1\tilde{v}$... 1-Phasen-Wechselstrom
- \tilde{Q} ... Wärmestrom
- u_i, i ... Spannung, Strom ~~af~~ als $f(t)$ bei Wechselstrom

ansonsten gut schematisch aufbereitet (inkl. Berücksichtigung der Rekuperation)!



3. Bremse

3.0 Fragestellungen

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

3.1 Bremsausrüstung

- elektrische Bremse
- Scheibenbremse

3.2 Hauptsächlich genutzte Betriebsbremse

- elektrische 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

- Kompressor (Schraubenkompressor)
- Kühlung
 - o Flüssigkeitskühlung mit biol. abbaubarem Ester
 - Transformator
 - Stromrichter (jeweils für Traction)
 - o Luftkühlung
 - Motor → Bremsen
 - Kühlflüssigkeit
 - Hilfsbetriebeumrichter
 - Kompressor
 - Maschinenraum
- Steuerung + Regelung
 - o z. B. Kraftschluss-Schlupf-Regelung



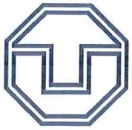
4.2 Energieversorgung der Hilfsbetriebe

Durch Hilfsbetriebeumrichter (1n → 3n), welche direkt mit dem Netz verbunden sind.

4.3 Betriebsregime der Hilfsbetriebe

Tabelle 4.1: Zuordnung von Betriebsregime und Hilfsbetrieben

Betriebsregime	Komponenten
Dauerbetrieb mit konstanter Leistung	- Flüssigkeitskühlung
Dauerbetrieb mit variabler Leistung	- Hilfsbetriebeumrichter - Lüftung (könnte ugw. aussehen?) - Steuerung + Regelung
Aussetzbetrieb	- Kompressor (Vermutung)



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

- Lokomotivkasten
 - Tragstruktur
 - Fahrerhaus
- ~~Druckluftanlage~~
 - ~~Druckluftzeugung und -aufbereitung~~
 - ~~Bremsgerätable~~
 - ~~Intergrüertes Bremsgerüst~~
 - ~~Steuerung der automatischen Bremse~~
 - ~~Sonstige Druckluftverbraucher~~
- Flexifloat - Drehgestell
 - Drehgestellrahmen
 - Radsatz
 - Radsatzfelderung und -führung
 - Sekundärfederung
 - Zug- und Bremskraftübertragung
 - Bremse.
- Antrieb



5.2 Konstruktionsprinzipien

ein modulares Konzept, das die Verwendung erprobter und variabel einsetzbarer Bausteine vorsieht die auf Trägungsträgern getestet werden

Dachhaube

5.3 Werkstoffe und Fertigungsverfahren

~~Kabelführung~~ - Aluminium strangpress-Profilen

Radsatzwellen - 25 CrMo4

Monobloc-Scheibenräder - Werkstoff R8

Lokomotivkasten

Seitenwände - Material 1,4003 (X2 CrMn)
Senkrechte Profile zur Verstärkung, alles verschweißt

● kraftübertragende Elemente
- Untergestellkomponenten, Auslenkträger.

Q-verträger und mittellangträger

- S 355J2G3

S 355J2G3CU

geschweißt

● Führerhaus

- Stahlblech 1,4003

- Fügen durch Kleben + Formschluss

zusammengefasst: Wagenkasten, Untergestell, Führerhaus: 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)

2 Drehgestelle mit je zwei einzeln angetriebenen Radsätzen, 2 Federstufen
2 Seitenlangträger + 2 Endquerträger, ohne Mittelquerträger

6.2 Konstruktive Ausgestaltung der Abfederung

- jeweils Schraubenfedern
- Primärfedern ermöglichen auch Querbewegung
- Sekundärfederung ermöglicht auch seitliches Ausdrehen, jedoch begrenzt durch Gummipuffer



6.3 Dämpfungselemente im Fahrwerk

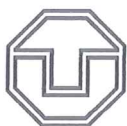
- Sphärische Elastomerelemente in der Anlenkung
- Gummipuffer ~~beim~~ begrenzen Ausdrehen des Lokomotivkastens

6.4 Radsatzanlenkung

2-Punkt - Lenker (horizontale Lenker)

6.5 Längskraftanlenkung

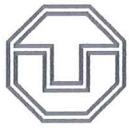
Zug-Druck-Stange



1.1 Technische Daten

Tabelle 1.1: Technische Daten des Fahrzeugs

Länge über Puffer einschl. Energieverzehrelement	15700 mm
Dienstmasse	76t - 86t. (mit Ballast)
Achsfahrmasse	19 - 21,5t.
Dieselmotor	MTU 8V 4000 R43
Nennleistung	1000 bis 1200 kW bei 1800U/min.
Höchstgeschwindigkeit / m Streckengang / m Rangiergang soweit vorh.	100 km/h 10 km/h.
Anfahrzugkraft bei $\mu = 0.33$	246 bis 278 kN
kleinster befahrbarer Bogenradius	15 m.
Tretbrachtdurchmesser	1000 mm.
Tankinhalt	3000 Liter.

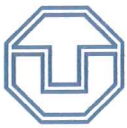


1.2 Fahrzeugart

The Granita 10BB - a modular locomotive with a central cab

1.3 Fahrzeugspezifika, die aus dem Haupteinsatzzweck resultieren

Es gibt keine Zylinderanordnung, weil diese Lokomotive für den schweren Rangier- und Streckendienst im Güterverkehr ausgelegt ist. Die Materialen von abnehmbaren Köpfen und Wartungstüren sind materialoptimiert ausgelegt und tragen nicht zur Strukturfestigkeit des Rahmens bei.



1.4 Zugkraftcharakteristik

- verbale Beschreibung:

Maximale Anfahrzugkraft (für 80t bei $\mu=0.42$) 330 kW.

Betriebliche Anfahrzugkraft (für 80t. bei $\mu=0.33$) 258,98 kW. ??

- Charakteristische Punkte im Zugkraft-/Bremskraft-Geschwindigkeits-Diagramm:

Tabelle 1.2: Zug- und Bremskraftcharakteristika

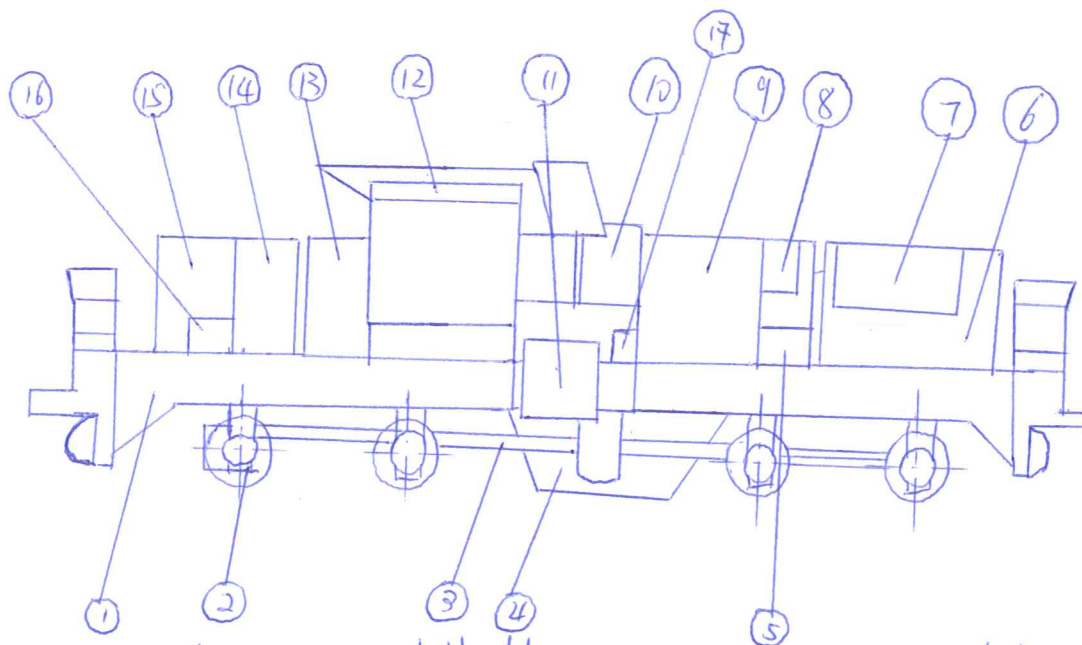
Geschwindigkeit	Zug-/Bremskraft	Bemerkung(en)
0	258,98 kW	$\mu=0.33$. Lokmasse = 80t Rangengang
27 km/h	90 kW	
32 km/h	75 kW	
50 km/h	50 kW	
70 km/h	45 kW	Streckengang.
100 km/h.	30 kW	

1.5 Außergewöhnliche Ausstattungsmerkmale

ein innovativer Startsystem Kondensator-Startsystem.

Der Kühlerlüfter wird hydrostatisch angetrieben und stufenlos geregelt.
Als Kühlerlüfter kommt ein von Voith entwickelter Axiallüfter des Typs Silentvent zur Anwendung, der mit einer geräuschoptimierten Schaufelform eine sehr niedrige Schallemission aufweist.

1.6 Skizze Fahrzeugaufbau (Hauptbaugruppen)

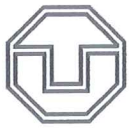


- 1: Lokomotivrahmen
- 2: Drehgestell
- 3: Sekundär gelenkwellen
- 4: Kraftstofftank
- 5: Hydrostatikpumpe

- 6: Kühlmodul
- 7: Kühlerlüfter
- 8: Verbrennungsluftansaugung
- 9: Dieselmotor
- 10: Abgasschalldämpfer

- 11: Strömungsgetriebe
- 12: Führerhaus
- 13: Elektronikmodul
- 14: Bremsstufe
- 15: Druckluftmodul

- 16: Bremsluftkompressor
- 17: Primärgelenkwelle



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	?	Fahrerhaus.
		Lokomotivrahmen.
E		Drehgestell.
		Sekundär gelenkwelle.
		Primär gelenkwelle.
F		Strömungsgetriebe
		Dieselmotor
		Hydrostatikpumpe
		Verbrennungsluft saugung
H		Elektronikmodul
		Kühlermodul.
		Kühlerlüfter
R		Bremstafel.
		Bremsluft kompressor.

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).

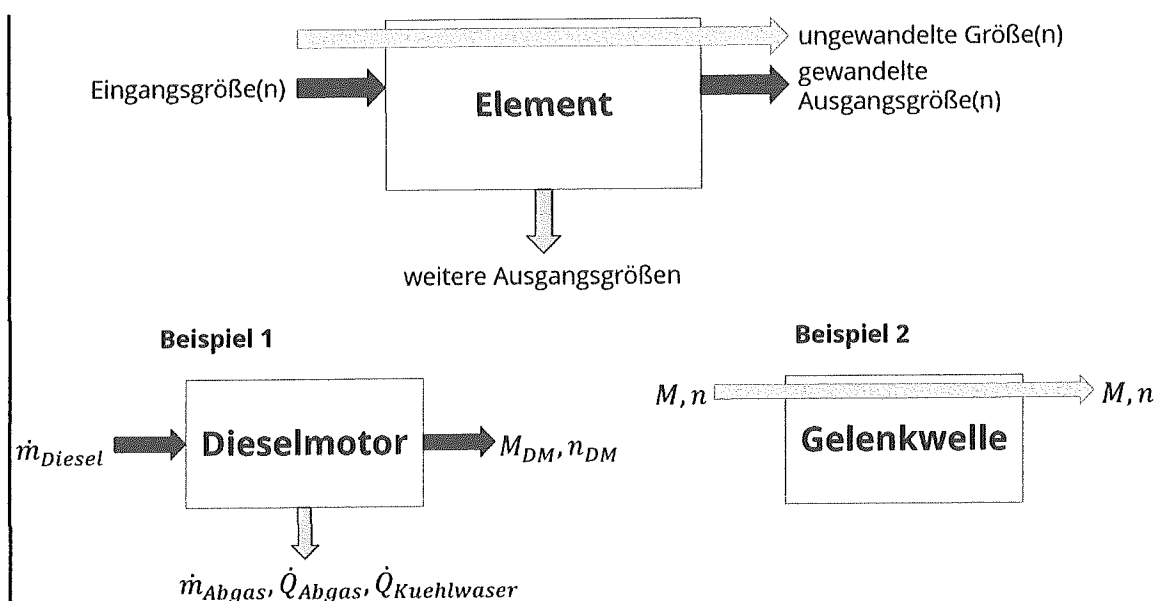
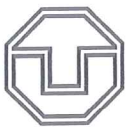


Abbildung 2.1: Vorschlag für die schematisierte Darstellung von Elementen im Antriebsstrang



2.1 Art des Antriebsstrangs

Typ. MTU 8. V4000.

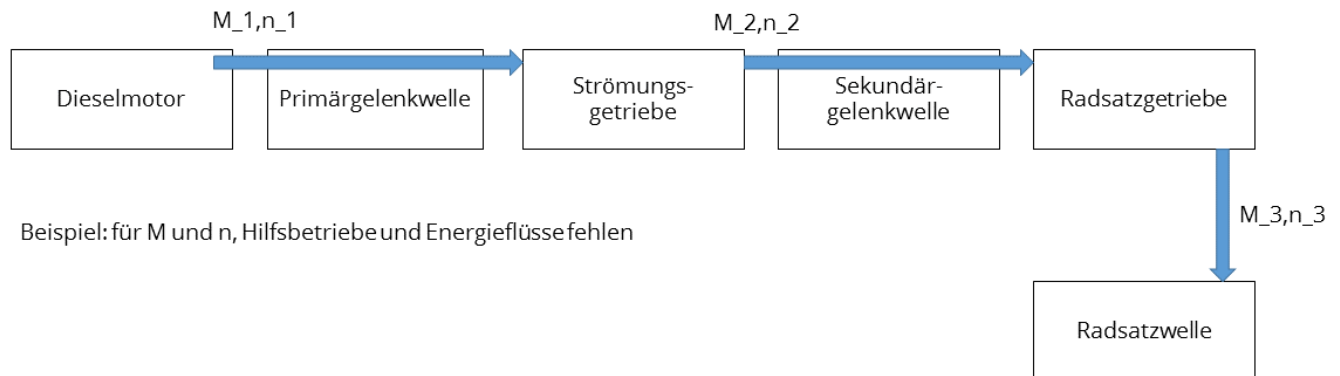
hydrodynamische Leistungsübertragung

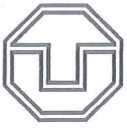
2.2 Aufbau des Antriebsstrangs

An der Hauptantriebsseite Motor ist eine Ausgleichskupplung von Voith (Küsel) zur Schwingungstechnischen Entkopplung montiert.

??

Aktuelle verfügbare Komponenten für den Antriebsstrang wurden 3 Leistungsklassen für die 4-achsigen Mitglieder der Granite-Familie definiert.





3. Bremse

3.0 Fragestellungen

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

3.1 Bremsausrüstung

Indirekte Bremse nach UIC 540 mod 541-03 (Bremst. 2xKE GPMZ UD)

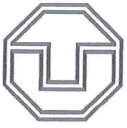
Direkte Bremse (Zusatzbremse, Lokbremse)

Feststellbremse

Hydrodynamische Bremse (Turbowende - getriebe / Reversieren)

3.2 Hauptsächlich genutzte Betriebsbremse

Hydrodynamische Bremse (Turbowende - getriebe / Reversieren)



4. Hilfsbetriebekonzept

4.0 Fragestellungen

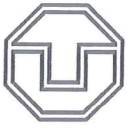
1. Welche Hilfsbetriebe sind auf dem Fahrzeug installiert und welchem Zweck dienen sie?
2. Wie erfolgt die Energieversorgung der Hilfsbetriebe?
3. Ordnen Sie die einzelnen Hilfsbetriebe (wenn möglich) folgenden Kategorien zu:
 - Dauerbetrieb mit konstanter Leistung
 - Dauerbetrieb mit variabler Leistung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

4.1 Hilfsbetriebeübersicht

direkte Bordnetzversorgung.

die besonders zyklensichere Gelbatterien

Das für das Personal ungefährliche 24-V-Bordnetz wird von einer hydrostatisch-angetriebenen Lichtmaschine mit 8 kW Leistung gespeist. die die Bordstromversorgung und das Laden der Gelbatterien sichert.



4.2 Energieversorgung der Hilfsbetriebe

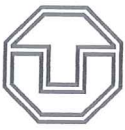
Bei abgestellter Lokomotive kann das Bordnetz wahlweise aus einer Fremdstromversorgung (230/400V) versorgt werden oder von einem Hilfsdiesel, der auch im Betrieb der Lokomotive alternativ zum Generator die Ladespannung liefern kann.

Im Falle eines vollständigen Spannungsausfalles auf der Lokomotive kann der Hilfsdiesel per Leistungstarter angelassen werden, so dass die minimal notwendige Energie für die Ultrakondensatoren bereitgestellt werden kann.

4.3 Betriebsregime der Hilfsbetriebe

Tabelle 4.1: Zuordnung von Betriebsregime und Hilfsbetrieben

Betriebsregime	Komponenten
Dauerbetrieb mit konstanter Leistung	Schaltbares Stufengetriebe.
Dauerbetrieb mit variabler Leistung	
Aussetzbetrieb	Bremsluft Bremsen .



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

Drehgestell.

Sekundärgetriebe Wellen.

Primärgetriebe Welle.

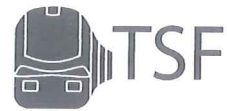
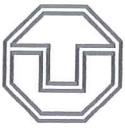
Strömungsgetriebe.

Crashstruktur

Fahrwerk.

- Brückenfahrzeug

- tragender Hauptrahmen mit nichttragenden Aufbauten und Mittelführerhaus



5.2 Konstruktionsprinzipien

Alle leistungsunabhängigen Baugruppen sind schraubgleich konstruiert.
So sind z.B. die Führerhäuser, das Druckluftmodul und die
Bremsstapel freizügig untereinander tauschbar.

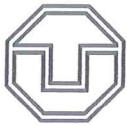
- Langträgern mit einem weitgehend geschlossenem Deckblech und je einer Stirnplatte pro Fahrtrichtung
- Crash-Konzept mit Energieverzehrelementen
- Motor-, Getriebe-, Kühler- und Druckluftsektionen als vormotierte, nichttragende Module auf tragendem Untergestell

5.3 Werkstoffe und Fertigungsverfahren

Der Lokomotivrahmen ist eine Schweißkonstruktion

~~Aluminium Ganzblöcken~~

~~Papierfilter~~



6. Fahrwerke

6.0 Fragestellungen

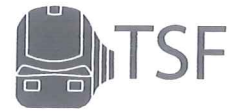
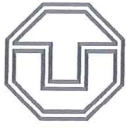
1. Welche Fahrwerksart(en) weist das von Ihnen betrachtete Fahrzeug auf?
2. Wie ist die konstruktive Ausgestaltung von Primär- und Sekundärfederung gelöst?
3. Welche Dämpfungselemente weisen die Fahrwerke auf?
4. Wie ist die Anlenkung der Radsätze ausgeführt?
5. Wie erfolgt die Übertragung von Längskräften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

6.1 Fahrwerksart(en)

Die beiden Fahrwerke sind als zweirachsige Drehgestelle mit zweistufiger Federung ausgeführt.

6.2 Konstruktive Ausgestaltung der Abfederung

Die Primärfederung besteht aus zwei Schraubenfedern pro Radsatzlager. Die Sekundärfederung besteht aus zwei Schraubenfedern pro Drehgestellseite. Auf jeder Schraubenfeder ist eine Federanlage angeordnet, die ein Kippen der Federanlagefläche ermöglicht und damit den Ausdehnwiderstand im Gitterbogen reduziert. Es sind je zwei Schwingungsdämpfer für die Bewegung in Vertikal und Quer-Richtung eingebaut.



6.3 Dämpfungselemente im Fahrwerk

Schwingungsdämpfer.

Primärdämpfer.

Schraubfedern

6.4 Radsatzanlenkung

~~Die Kraftübertragung zu den Radsätzen, bestehend aus Monobloc-Scheibenrädern und einer für Ultraschallprüfungen hohl gebohrten Radsatzwelle, erfolgt über Gelenkwellen und Zahnkupplungen. Alle Radsätze sind miteinander gekuppelt.~~

2-Punkt-Lenker


6.5 Längskraftanlenkung

~~Durch zwei Längsträger von Drehgestell.~~

Drehturmanlenkung mit tief liegender Zug-Druck-Stange

1.1 Technische Daten

Tabelle 1.1: Technische Daten des Fahrzeugs

Tfz - Länge	67,5m
Größe Einheit	4 Wagen
angetriebene Achsen Radsätze!	8
nicht angetriebene Achsen	2
Antrieb	8 Drehstrommotoren
Antriebsleistung	8x 294 kW = 2352 kW
V_{max}	140 km/h
Bremsen	E-Bremse mit Netzerückspausung, EP, Federspeicherbremse,
größte Bremsverzögerung	0,9 $\frac{m}{s^2}$
Gesamtgewicht 	129t
größte Radsatzlast	18t
Kupplung	Automatische Schartenbergkupplung
Zugsicherungssysteme	PZB 90, LZB/I80
Radsatzfolge	B ₀ ' [B ₀ '] [2'] [B ₀ '] B ₀ '
Federung	Luftfeder
Sitzplätze	192 (davon 16 1. Kl.)



1.2 Fahrzeugart

Regelfahrzeug → Triebfahrzeug

↓
Triebwagen

↓
Elektrotriebfahrzeug (4-teilig)

oder einfach: 4-teiliger Elektrotriebzug für den S-Bahn Verkehr

1.3 Fahrzeugspezifika, die aus dem Haupteinsatzzweck resultieren

S-Bahnbetrieb → Fußbodenhöhe 960mm

→ 3 Türen pro Wagen

→ keine Toilette

→ Mehrfachtraktion möglich (3)

1.4 Zugkraftcharakteristik

- verbale Beschreibung:

- kraftbeschränkt bis 60 km/h bei 145 kN
 - Leistungsbeschränkt bis 140 km/h

ungünstige Termini, besser:

- Fahrt an der Zugkraftgrenze bis 60 km/h
- Fahrt an der Leistungsgrenze zw. 60 und 140 km/h

- Charakteristische Punkte im Zugkraft-/Bremskraft-Geschwindigkeits-Diagramm:

Tabelle 1.2: Zug- und Bremskraftcharakteristika

Geschwindigkeit	Zug-/Bremskraft	Bemerkung(en)
0-60 km/h	145 kN	Anfahrzugkraft s.o.
60-140 km/h	145 ~ 60 kN	Leistungsbeschränkt s.o.
5-65 km/h	-130 kN	Bremskraft
65-140 km/h	-130 ~ 60 kN	Leistungsbeschränkte Bremskraft

Anmerkung: von-bis-Werte in einer Zeile ungünstig für Überblick

Zugkraftkurve

0 km/h 145 kN
 60 km/h 145 kN
 140 km/h 70 kN

Übergangsgeschwindigkeit
 Höchstgeschwindigkeit



1.5 Außergewöhnliche Ausstattungsmerkmale



1.6 Skizze Fahrzeugaufbau (Hauptbaugruppen)

?

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	E	Fahrzeugkopf: Kunststoff
E	D	Primär: Gummikonussfeder, Sekundär: Luft + Gummi
	F	passives Anlenkungssystem: Drehzapfen
		ja, aber nur bei Lauf-DG. Die Trieb-DG verfügen über eine Drehturmanlenkung (siehe S. 15 DB-Anleitung BR 423-426)
F	B	Energiezuführung: Stromabnehmer
	D	Energieumsetzung: Trafo
	E	Energieabführung: Kühlung Motor + Trafo
H	B	Umformeinrichtung: Hilfsbetriebeumrichter
	C	Batterieeinrichtung: 110V
		Bordnetz: 460V (3AC), 110V (DC), 24 (DC)
R	B	Bremselemente: Scheibenbremse
	C	meh. Bremskraftübertragung: pneumatisch

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).

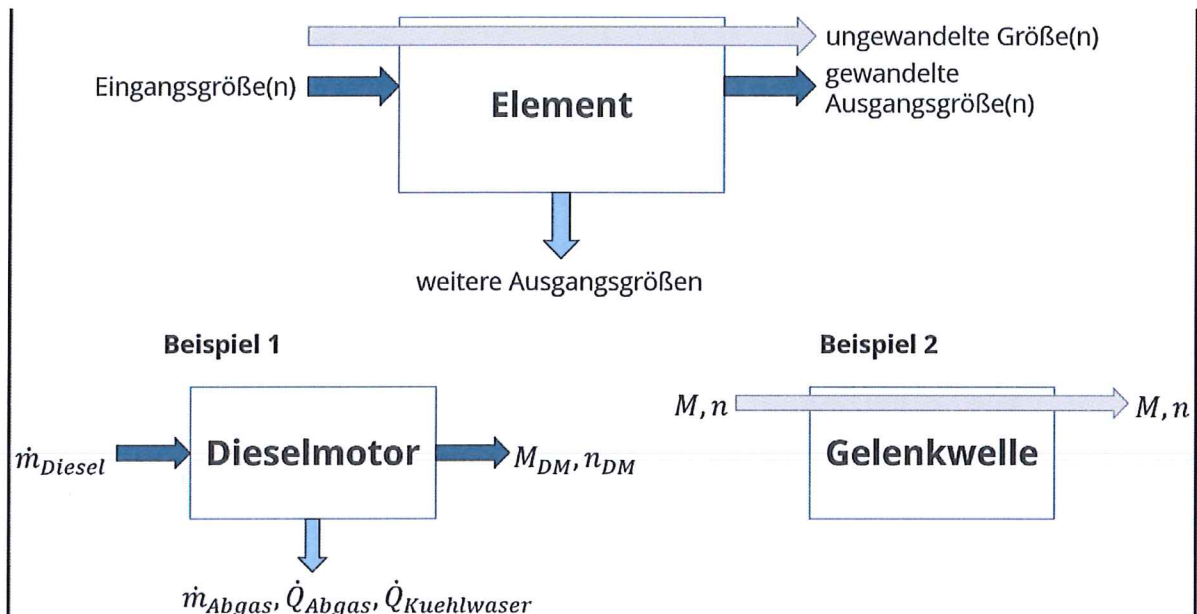
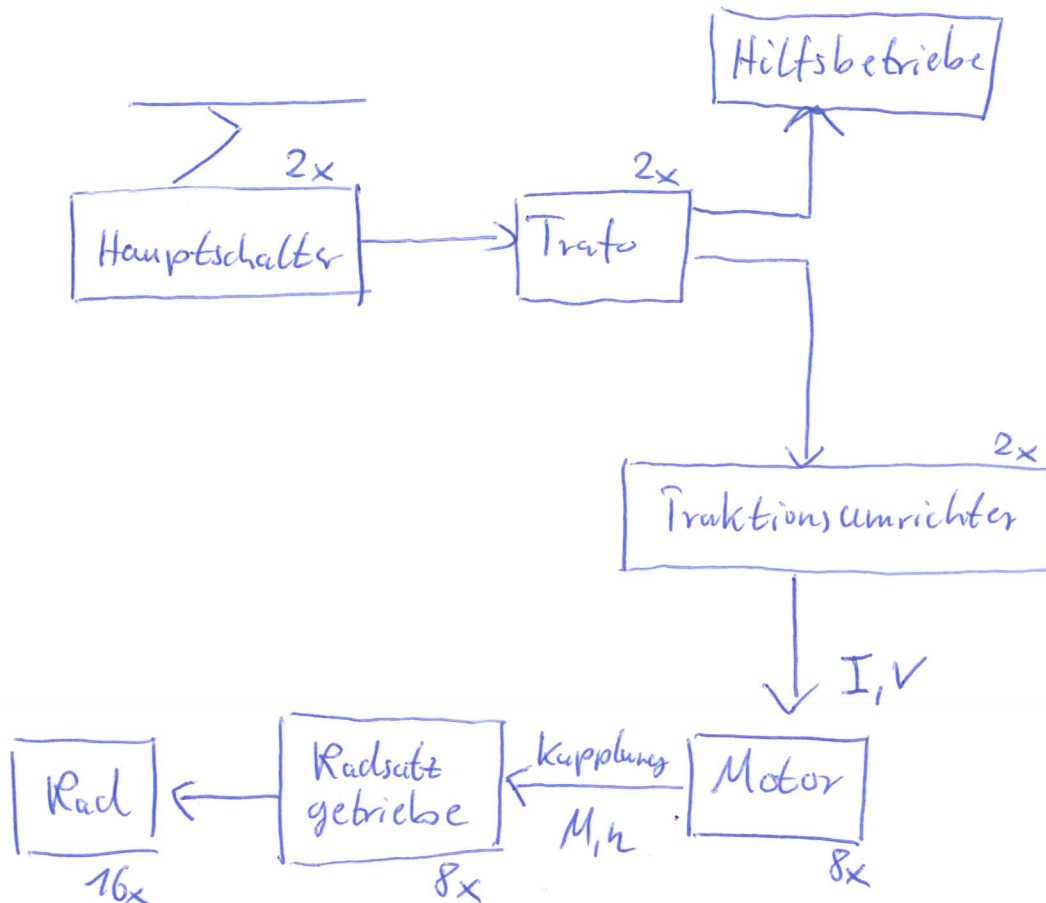


Abbildung 2.1: Vorschlag für die schematisierte Darstellung von Elementen im Antriebsstrang

2.1 Art des Antriebsstrangs

elektrisch

2.2 Aufbau des Antriebsstrangs



Anmerkung: Das Schema suggeriert eine Redundanz der Anlagen wie Hauptschalter und Trafo für den gesamten Zug. Tatsächlich werden jeweils die "Halbzüge" (auch wenn betrieblich nicht trennbar) über einen Hauptschalter und einem jeweiligen Trafo und Traktionsstromrichter (je für 4 Fahrmotoren) versorgt.



3. Bremse

3.0 Fragestellungen

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

3.1 Bremsausrüstung

- MRPC: Mannesmann-Rexroth-Pneumatik (computergesteuert)
- ep: elektro-pneumatische Bremse
- E-Bremse
- Scheibenbremse

3.2 Hauptsächlich genutzte Betriebsbremse

- $0 \rightarrow 70 \text{ km/h}$: elektrische Bremse
- $70 \text{ km/h} \rightarrow 140 \text{ km/h}$: elektrische + ep-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

- Pumpen: Öl/Wasser für Kühlsysteme
- Lüfter: Kühlsysteme
- Verdichter: Klimaanlage
- Frischstromheizung
- Luftpresser: Bremse, Luftfederung

4.2 Energieversorgung der Hilfsbetriebe

- 2x Wechselstromrichter (3-Phasen Drehstromnetz)
- 2x Gleichstromrichter

4.3 Betriebsregime der Hilfsbetriebe

Tabelle 4.1: Zuordnung von Betriebsregime und Hilfsbetrieben

Betriebsregime	Komponenten
Dauerbetrieb mit konstanter Leistung	Lüfter, Verdichter (Klimaanlage)
Dauerbetrieb mit variabler Leistung	Pumpen (Trafoölpumpe), Lüfter (z.B. Fahrmotoren)
Aussetzbetrieb	Luftpresser (Hauptluft- behälter für Bremse, Luft- federn ...)



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

- 4-teiliger Triebzug
- 2 Endwagen mit je einem Drehgestell
- 2 Mittelwagen verbunden mit 3 Jakobsdrehgestellen



5.2 Konstruktionsprinzipien

Integralbauweise (modulare Bauweise)

5.3 Werkstoffe und Fertigungsverfahren

- Fahrzeugkasten: Aluminium-Strangpressprofile
↳ Leichtmetallbauweise
- Köpfe: Kunststoff



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)

- 2 angetriebene Enddrehgestelle (Alstom LHB)
- 2 angetriebene Jakobsdrehgestelle (Adtranz)
- 1 nicht-angetriebenes Jakobsdrehgestell (Adtranz)

6.2 Konstruktive Ausgestaltung der Abfederung

- Primärfeder: Gummikonusfeder
- Sekundärfeder: Luft- und Gummifeder



6.3 Dämpfungselemente im Fahrwerk

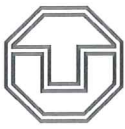
hydraulische Dämpfung
(vertikal + horizontal)

6.4 Radsatzanlenkung

Gummikonusfeder

6.5 Längskraftanlenkung

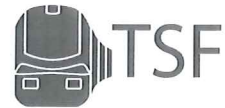
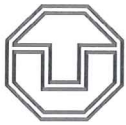
- Drehzapfen
- Längslenker (Jakobs-DG)



2.2 Technische Daten

Tabelle 2.1: Technische Daten des Fahrzeugs

Höchstgeschwindigkeit	120 km/h
Achsfolge	B' [2] B'
Spurweite	1435 mm
Länge ü. Puffer	41.700 mm
Sitzplätze	123
maximale Anfahrbeschleunigung	0,85 m/s ²
Reichweite	1000 km
Antriebsleistung	2x 275 kW bei 1800 min ⁻¹
Leistungsübertragung	(diesel-)hydromechanisch!
Getriebe	dieselmehrantrieb hydromechanisches Lastschaltgetriebe (Ecomat) mechanisch, 5-Gang-Automatik
Bremse	MRP-C-Pu-P-A-H-MG
Höchstmasse	86 t
maximale Achslast ^{Radsatzlast!}	16 t
mittlere Laufleistung	400.000 km
angestrebte Nutzungsdauer	20 Jahre



2.3 Fahrzeugart

Bei dem Desiro von Siemens (BR 642) handelt es sich um einen dieselmechanisch angetriebenen Gelenktriebzug mit Jacobs-Drehgestell und Niederflerbereich für den Personennahverkehr.

2.4 Fahrzeugspezifika, die aus dem Haupteinsatzzweck resultieren

Der Haupteinsatzzweck besteht in der Erbringung von Verkehrsleistungen im Schienenpersonennahverkehr.

- 1) Zweirichtungsfahrzeug: Fahrtrichtungswechsel an Endpunkten
- 2) Mehrfachtraktion: Abfangen von Spitzenlasten während der Hauptverkehrszeiten
- 3) Fahrgastinformationssysteme
- 4) breite Türen u. Niederflerbereich: schnelle Fahrgastwechsel und Möglichkeit der Fahrrad-/Rollstuhl-/Kinderwagenmitnahme
- 5) variables Innenraumdesign: gezieltes Ansprechen der Kunden
- 6) Antriebsleistung ermöglicht zügiges Beschleunigen und ist modular aufgebaut: Rüsten für verschiedene Topografien möglich

2.5 Zugkraftcharakteristik

- verbale Beschreibung:

Die Anfahrzugkraft der BR 642 beträgt 95 kN. Danach fällt die Zugkraft rapide im 1. Gang ab auf 36 kN. Durch das Durchlaufen der einzelnen Getriebestufen bei zunehmender Geschwindigkeit entstehen Sprünge im Zugkraftverlauf. Für jeden ~~einzelnen Gang ergibt sich eine eigene Übergangsgeschwindigkeit.~~ Bei der Höchstgeschwindigkeit ist ein Zugkraftüberschuss von 13 kN vorhanden.

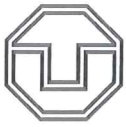
- Charakteristische Punkte im Zugkraft-/Bremskraft-Geschwindigkeits-Diagramm:

Tabelle 2.2: Zug- und Bremskraftcharakteristika

Geschwindigkeit	Zug-/Bremskraft	Bemerkung(en)
0 km/h	95 kN	Anfahrzugkraft
35 km/h	36 kN	Umschalten 1. → 2. Gang
55 km/h	26 kN	Umschalten 2. → 3. Gang
75 km/h	20 kN	Umschalten 3. → 4. Gang
90 km/h	15 kN	Umschalten 4. → 5. Gang
120 km/h	13 kN	Zugkraftüberschuss bei v_{max}

Zur Zugkraft-Kennlinie:

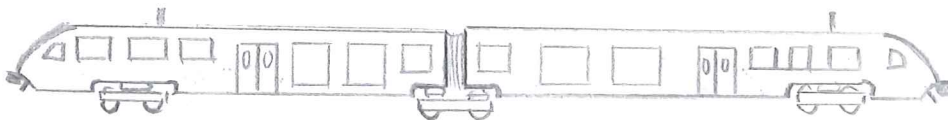
Es gibt immer nur 1 Übergangsgeschwindigkeit! In diesem Falle liegt sie bei 0, da das Fahrzeug nicht an der Kraftschlussgrenze verkehrt (geringe Leistung bezogen auf Fzg.-Masse).

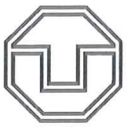


2.6 Außergewöhnliche Ausstattungsmerkmale

- Klimatisierung / Heizung / Belüftung als Komfortkomponenten
- Sanitäreinrichtung für die Reisenden
- Fahrgastinformationssysteme
- Schafenbergkupplung
- hoher Zugkraftüberschuss bei v_{max} → gute Beschleunigung
- Notfallausrüstung: Feuerlöcher, Fluchtwege, Notbeleuchtung

2.7 Skizze Fahrzeugaufbau (Hauptbaugruppen)





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

Tabelle 2.3: Zuordnung von Baugruppen zu den HPG und UPG nach EN 15380-2

HPG	UPG	Baugruppe
B	A	Fahrzeugkasten
	E	Fahrzeugkopf
E	A	Fahrwerk
	C	Radsystem
	D	Feederung, Dämpfung, Ausgleich
F	A	Energieanlage, Antriebstrang
	B	Energiezuführung
	C	Energieerzeugung
	D	Energieumsetzung
	E	Energieabführung
H	A	Hilfsbetriebsanlage
	B	Umformeinrichtung
	C	Batterieeinrichtung
R	A	Bremsen
	B	Bremsenbauteile

3. Antriebsstrang

3.1 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).

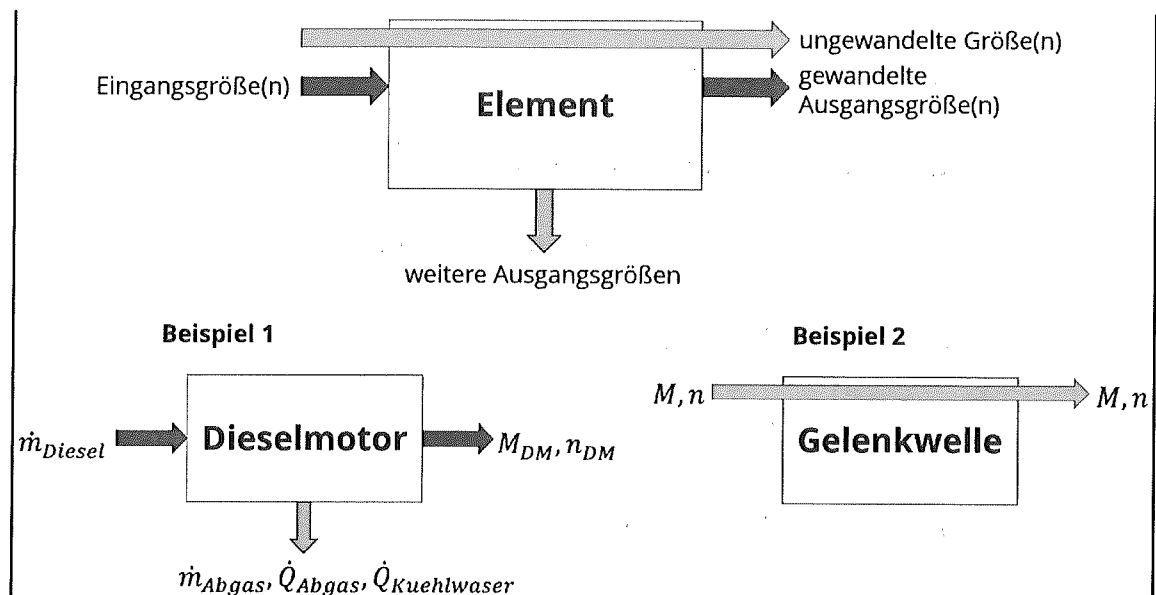


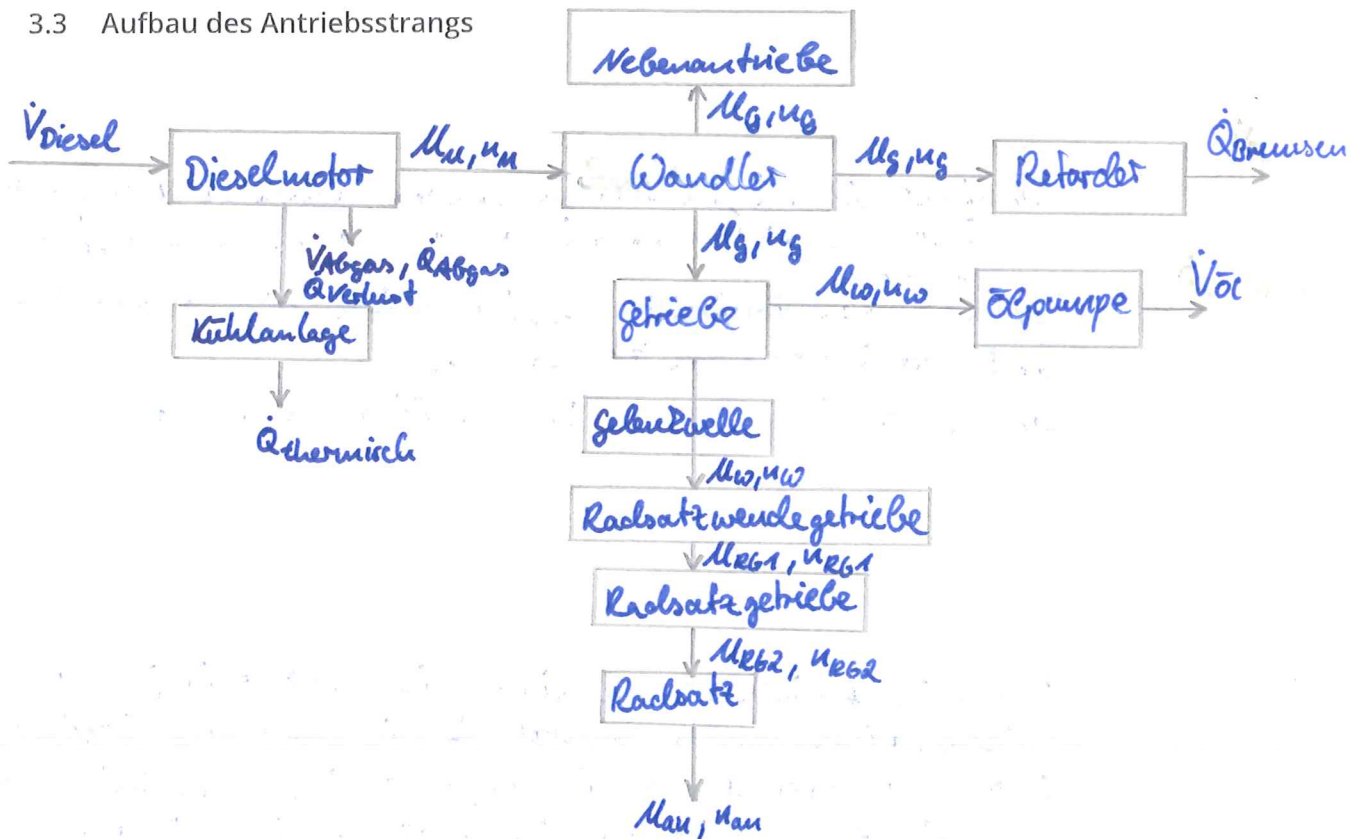
Abbildung 3.1: Vorschlag für die schematisierte Darstellung von Elementen im Antriebsstrang



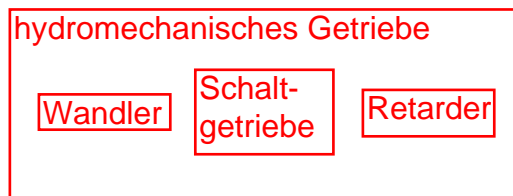
3.2 Art des Antriebsstrangs

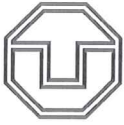
Es handelt sich um einen ~~dielelmechanischen~~ hydromechanischen Antriebsstrang.

3.3 Aufbau des Antriebsstrangs



zum Teil korrekt, allerdings ist der Wandler und Retarder Teil der Getriebeeinheit. Somit gehen die Nebenbetriebe und Ölpumpe vom Gesamtgetriebe ab. Ein wichtiges Nebenaggregat (Kompressor) wird direkt vom Dieselmotor angetrieben.





4. Bremse

4.1 Fragestellungen

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

4.2 Bremsausrüstung

- (1) direkt wirkende, selbsttätige elektropneumatische Druckluftbremse, wirkt auf 10 Brems Scheiben (4 Jakobselrehgestell, je 3 Triebvelrehgestell)
- (2) Retarder: Strömungsbremse, im Getriebe verbaut (2 Stück insgesamt)
- (3) Federspeicherbremse = Parkbremse
- (4) Magnetschienenbremse in den Triebvelrehgestellen

4.3 Hauptsächlich genutzte Betriebsbremse



Vorrangige Betriebsbremse sind die Retarder in jedem der zwei Getriebe. Diese werden genutzt bis die geforderte Verzögerung nicht mehr erbracht werden kann, oder eine unzulässige Erwärmung des Getriebeöls auftritt. In diesen Fällen wird die Druckluftbremse zugeschaltet.



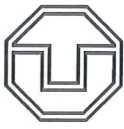
5. Hilfsbetriebekonzept

5.1 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.

5.2 Hilfsbetriebeübersicht

- (1) Luftkompressor
- dient der Erzeugung von Druckluft für die Bremsanlage und die Luftfederung
- (2) Kraftstoffpumpe
- dient der Zufuhr von Diesel zu den Antriebsaggregaten
- (3) Kühlwasserpumpe
- leistet den Volumenstrom der Kälteanlage
- (4) Ölpumpe
- fördert das Öl für Motoren/Getriebe
- (5) Generator
- erzeugt den Strom für das Bordnetz
- (6) Steuerung- u. Sicherungstechnik
- dienen dem Fahrbetrieb und der Absicherung des Betriebes



5.3 Energieversorgung der Hilfsbetriebe

- (1) Luftkompressor: ~~24V DC - Motor~~ wird direkt vom Dieselmotor angetrieben
- (2) Kraftstoffpumpe: 24V DC - Motor
- (3) Kühlwasserpumpe: Keilriemen Dieselmotor
- (4) Ölpumpe: Keilriemen Dieselmotor / Schaltgetriebe
- (5) Generator: Keilriemen Dieselmotor
- (6) Steuerung - u. Sicherungstechnik: 24V DC

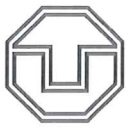
Hilfsbetriebe am 24V Bordnetz: u. a.

- Anlasser
- Batterieladegerät

5.4 Betriebsregime der Hilfsbetriebe

Tabelle 5.1: Zuordnung von Betriebsregime und Hilfsbetrieben

Betriebsregime	Komponenten
Dauerbetrieb mit konstanter Leistung	Steuerung - u. Sicherungstechnik
Dauerbetrieb mit variabler Leistung	Kraftstoffpumpe Kühlwasserpumpe Ölpumpe Generator
Aussetzbetrieb	Luftkompressor



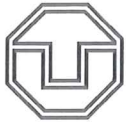
6. Mechanischer Aufbau

6.1 Fragestellungen

1. Beschreiben Sie verbal den mechanischen Aufbau des Fahrzeuges. Gehen Sie dabei unter anderem auf folgende Fragen ein:
 - (a) Welchen Grundaufbau weist das Fahrzeug auf?
 - (b) Welche Konstruktionsprinzipien kommen bezüglich der Tragwerke und Aufbauten zum Einsatz?
 - (c) Welche Werkstoffe und welche Fertigungsverfahren kommen zum Einsatz?

6.2 Grundaufbau

Die BR642 ist ein Gelenktriebwagen mit Jakobsbolzengestell.



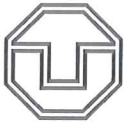
6.3 Konstruktionsprinzipien

Der Wagenkasten ist selbsttragend und in Integralbauweise ausgeführt. Der Fahrzeugkopf ist eine selbsttragende GFK-Konstruktion, der Fußboden des Führerstandes wird separat eingelebt. Die Drehgestelle sind offene H-Rahmen und stellen eine Schweißkonstruktion dar. Es kommen hier warm- oder kaltverformte Stahlbleche zum Einsatz, welche in Kastenbauweise verbaut werden.

Doppelung mit dem Folgepunkt.

6.4 Werkstoffe und Fertigungsverfahren

Der Wagenkasten besteht aus Längstverschweißten Aluminiumstrangpressprofilen, es kommt somit eine Aluminiumknetlegierung zum Einsatz. Der Fahrzeugkopf besteht aus GFK in Sandwichbauweise, die Bugschürze ist als Volllaminat ausgeführt.



7. Fahrwerke

7.1 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?

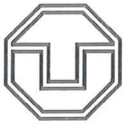
7.2 Fahrwerksart(en)

Das Fahrzeug besitzt zwei Triebdrehgestelle und ein Jakobsdrehgestell. Jedes Drehgestell besteht aus zwei Radsätzen.

Laufdrehgestell

7.3 Konstruktive Ausgestaltung der Abfederung

Die Primärfederung übernehmen Gummi-Konus-Federn. Die Sekundärfederung besteht aus Luftfedern, je ein Paar unter jedem Wagenkastenende (Triebdrehgestelle) und zwei Paare unter der Mitte des Wagenkastens (Jakobsdrehgestell). Die Niveauregelung erfolgt durch eine Luftfedersteuerung. Bei einem Luftdruckabfall übernimmt eine Notfederung auf Gleitplatten, was mit einem deutlichen Komfortverlust einhergeht. Die Quertfederung erfolgt durch Gummielemente mit progressiver Kennlinie.



7.4 Dämpfungselemente im Fahrwerk

Die Dämpfung der Querbewegungen im Fahrwerk erfolgt über hydraulische Schlingungsdämpfer. Optional können hydraulische Dämpfer zur Verminderung der Vertikalbewegung verbaut sein. Eine Abhebesicherung ist vorgesehen.

7.5 Radsatzanlenkung

~~Es kommt eine Dreiecksanlenkung, wie sie beim Hersteller Siemens typisch ist, zum Einsatz.~~

Bei diesem Fahrzeug erfolgt die Radsatzanlenkung über die Gummi-Konusfeder. Das ist so nicht direkt in der Vorlesung gekommen, aber die Parallele zu Megi-Feder-Federsystemen sollte klar sein.

7.6 Längskraftanlenkung

Die Längskraftanlenkung erfolgt über je eine Zug-Druck-Stange in jedem der beiden Triebvelgestelle.