

Fakultät Verkehrswissenschaften „FRIEDRICH LIST“  
Professur für Technik spurgeführter Fahrzeuge

# Triebfahrzeugtechnik

## Antriebskonfigurationen

Prof. Dr.-Ing. Arnd Stephan / Dipl.-Ing. Holger Fricke / Manuskript: Dr.-Ing. Martin Kache // Sommersemester 2025



# Inhalte

## Vorlesung Triebfahrzeugtechnik (Antriebskonfigurationen)

7. Leistungsauslegung von Triebfahrzeugen
8. Dieselmotor und andere Verbrennungskraftmaschinen
9. Leistungsübertragungsanlagen
- 10. Hilfs- und Nebenbetriebe**
11. Leittechnik (Überblick)
12. Fallstudien unkonventionelle Triebfahrzeuge

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.0 Überblick

### Definition:

Hilfs- und Nebenbetriebe sind alle Aggregate und Anlagen, die für die betriebsgerechte Funktion der Triebfahrzeuge nötig sind und nicht direkt der Zugkraftherzeugung dienen.

### Gruppenarbeit

Überlegen Sie gemeinsam, welche Funktionen auf Triebfahrzeugen neben der Erzeugung von Traktionskräften noch erfüllt werden müssen.  
Welche Medien spielen dabei ggf. eine Rolle?

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.0 Überblick

**Funktionen**, die neben der Zugkraftherzeugung erfüllt werden müssen:

Kühlen	Heizen	Fördern	Überwachen & Steuern	Energie bereitstellen
<ul style="list-style-type: none"><li>• Dieselmotor</li><li>• Abgas</li><li>• Getriebeöl</li><li>• Trafoöl</li><li>• Führerraum</li><li>• Passagierraum</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Führerraum</li><li>• Passagierraum</li><li>• Kraftstoff</li><li>• Kühlmittel</li><li>• Öl</li><li>• Sand</li><li>• Kondenswasser</li><li>• Frontscheiben</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verbrennungsluft</li><li>• Kühlluft</li><li>• Kühlmittel</li><li>• Kraftstoff</li><li>• Öl</li><li>• Sand</li><li>• Frischluft</li><li>• Abluft</li><li>• Spurkranzschmierung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Triebfahrzeugführer (SiFa, LZB, PZB)</li><li>• Temperaturen</li><li>• Drücke</li><li>• Drehzahlen</li><li>• Geschwindigkeit</li><li>• Ströme</li><li>• Spannungen</li><li>• Füllstände</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zugenergieversorgung</li><li>• Druckluftherzeugung</li><li>• Batterie</li><li>• Batterieladegerät</li><li>• Anlassen des Dieselmotors</li></ul>
Kühlanlage Klimaanlage	Vorwärmanlage Klimaanlage	Lüfter Pumpen Druckluftdüsen	Leittechnik SiFa PZB, LZB Zugfunk Brandmeldeanlage	Druckluftanlage Batterie Anlasseinrichtung

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.0 Überblick

**Medien**, die auf Triebfahrzeugen eine Rolle spielen:

### Luft

- Kühlluft,
- Verbrennungsluft,
- Druckluft
- Raumluft

### Wasser

- Kühlwasser,
- Scheibenwaschwasser,
- Frisch- und Brauchwasser (Sanitäreinrichtungen),
- Feuerlöschleinrichtung

CO<sub>2</sub> (Feuerlöschleinrichtung)

### Öl

- Transformatoröl,
- Hydrostatiköl,
- Strömungsgetriebeöl,
- Getriebeöl,
- Schmieröl
- Kompressoröl

### Kraftstoff

### Sand

### Gruppenarbeit

Schätzen Sie gemeinsam ab, welche Quantitäten der unterschiedlichen Betriebsstoffe auf einer dieselhydraulischen Lokomotive mitgeführt werden.

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.0 Überblick

**Medien**, die auf einer Lok G 1206 vorhanden sind:

Diesekraftstoff:	3150 L
Strömungsgetriebeöl:	300 L
Motoröl:	297 L
Radsatzgetriebeöl:	68 L
Kompressoröl:	5 L
Hydrostatiköl:	55 L
Gefrierschutzmittel (Kühlanlage)*:	610 L
Gefrierschutzmittel Scheibenwaschanlage:	5 L
Schmierfett Spurkranzschmierung:	10 kg
Sand:	360 kg
Druckluft:	940 L

\*Mischung aus entmineralisiertem Wasser und Monoethylglykol (+ weitere Beimischungen)

Vossloh G 1206



Fotos: Martin Kache

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.0 Überblick

**Hilfs- und Nebenbetriebe**, die in **allen** Triebfahrzeugen vorhanden sind:

- Kühlanlage / Kühlerlüfter
- (Führerraum-) Klimaanlage
- Druckluftanlage
- Sandungsanlage
- elektrische Energieversorgungsanlage
- Scheibenreinigungsanlage
- akustische und optische Signalanlagen sowie Beleuchtung
- Leittechnik (Steuergeräte, Diagnosegeräte, Sensorik,...)
- Sicherungstechnik (Sicherheitsfahrerschaltung, Zugbeeinflussung)
- Kommunikationstechnik (Zugfunk)
- Feuermeldeanlage

*optional:*

- Spurkranzschmierungsanlage
- Feuerlöchanlage
- Zugenergieversorgungsanlage



Fotos: Martin Kache

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.0 Überblick

**Hilfs- und Nebenbetriebe**, die in **Diesel**triebfahrzeugen zusätzlich vorhanden sind:

- Anlasseinrichtung
- Vorwärmanlage
- Kraftstoffanlage
- Schmierölanlage
- Verbrennungsluftansaugung
- Abgasanlage

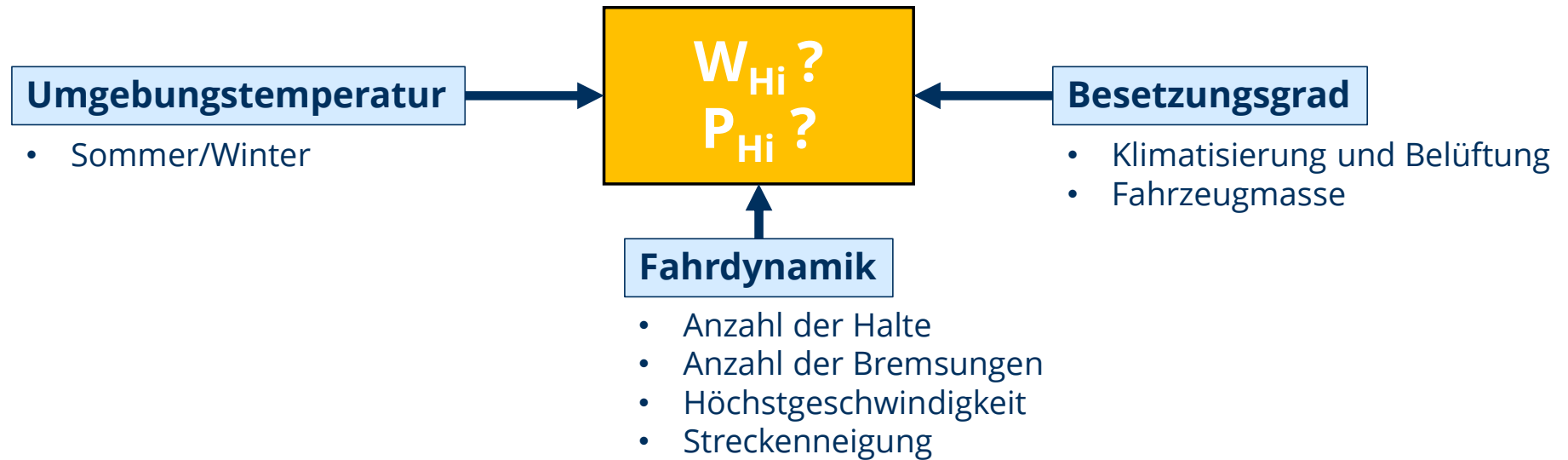


Fotos: Martin Kache

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.1 Betriebsregime

Einflussfaktoren auf den Leistungs- und Energiebedarf von Hilfs- und Nebenbetrieben (Reisezüge)



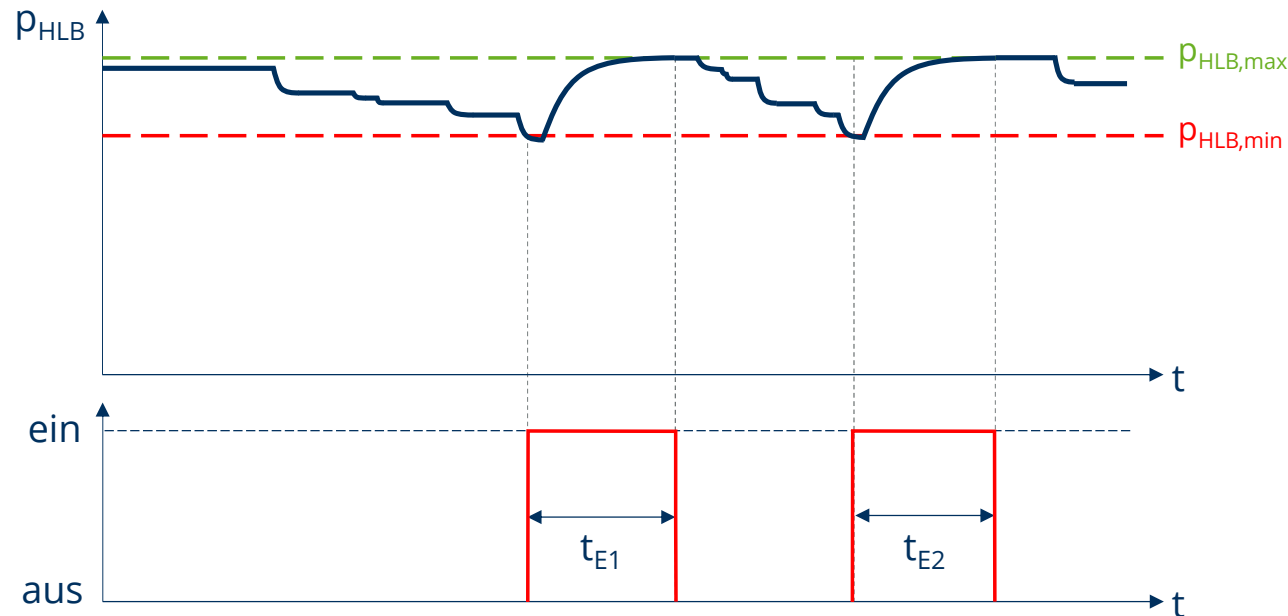
### Charakterisierung des Betriebsregimes von Hilfs- und Nebenbetrieben:

- Dauerbetrieb vs. Aussetzbetrieb (relative Einschaltdauer?)
- konstante Leistungsaufnahme vs. variable Leistungsaufnahme
  - gestufte vs. stufenlose Variabilität

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.1 Betriebsregime - Aussetzbetrieb

Beispiel: Luftverdichter



### Daumenregel:

relative Einschaltdauer von Druckluftkompressoren auf Eisenbahnfahrzeugen:

15...25 %

(Quelle: Schumann: „Air Compressor Systems for Passenger Rail Applications“, Konferenzbeitrag, International Compressor Engineering Conference, 2008)

mit:

$p_{HLB}$  – Druck im HauptLuftBehälter  
 $t_{Ei}$  – Einschaltdauer des i-ten Vorgangs

Leistungsbedarf und relative Einschaltdauer abhängig von **Druckluftbedarf**

**Druckluftbedarf** abhängig von: Fahrzeugart, Zugart, Anzahl der Bremsungen, Anzahl und Art der Druckluftverbraucher

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.1 Betriebsregime - Dauerbetrieb

Beispiel: Kühlanlage (Lüfter)

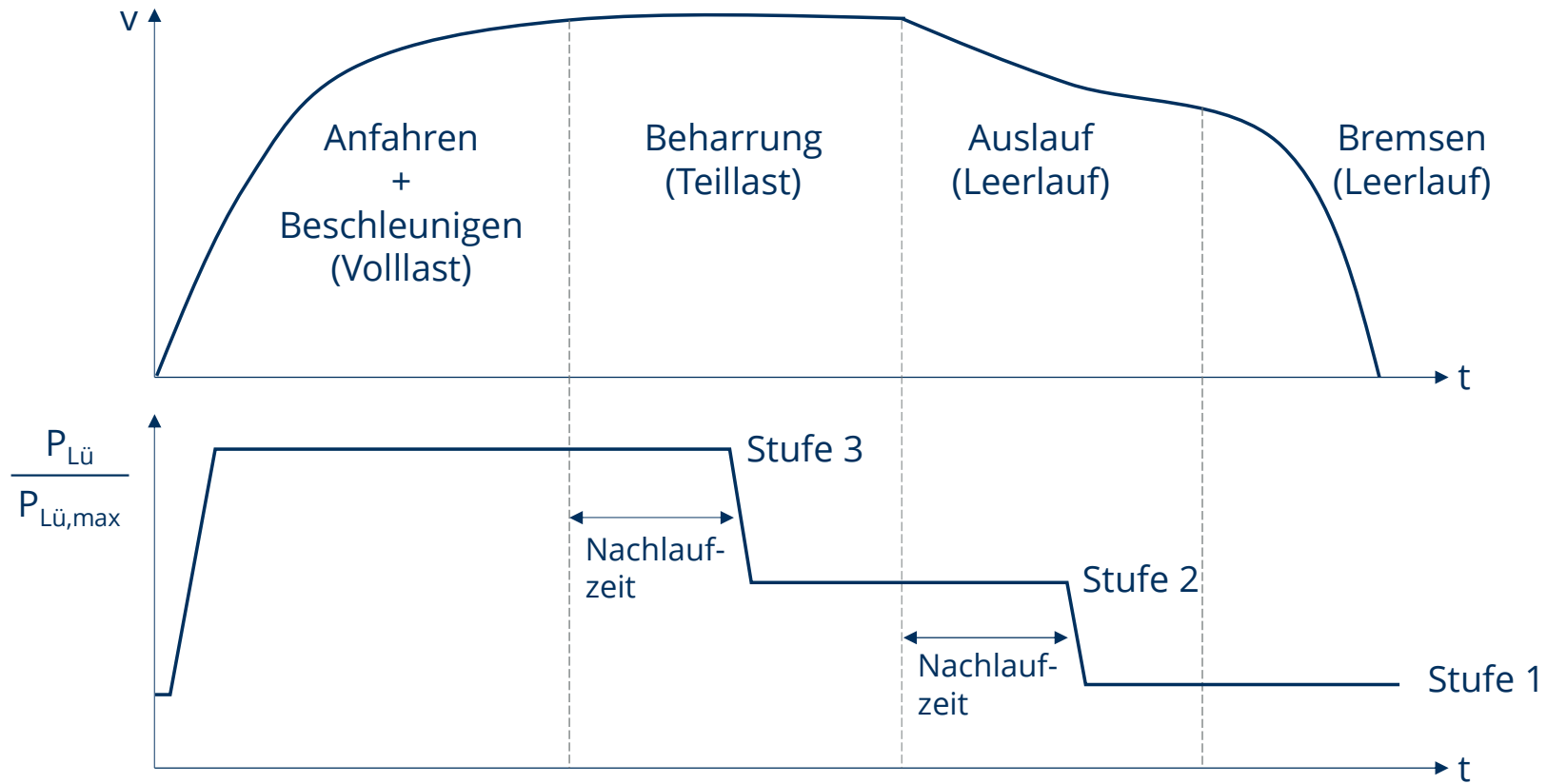


Foto: Martin Kache



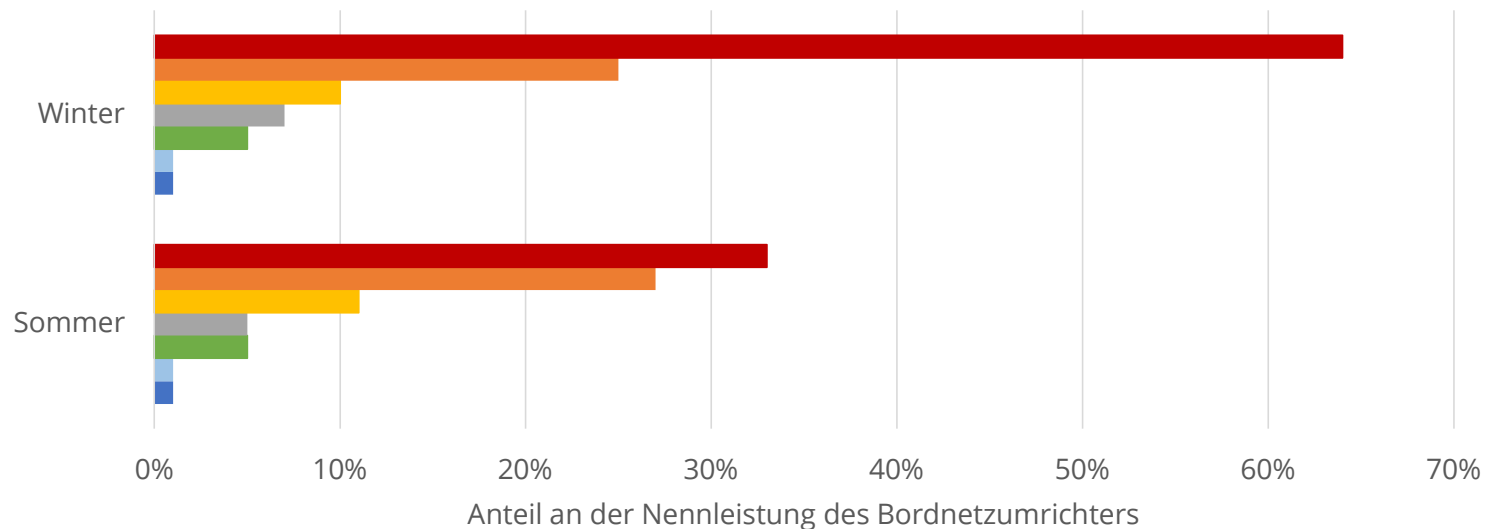
mit:  
 $P_{Lü}$  - Leistungsbedarf  
der Lüfter

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.1 Betriebsregime – Messungen (Dissertation Sascha Giebel)

1. Kategorisierung der Leistungssenken
2. Analyse der Nennleistungen

In Abhängigkeit der Jahreszeit ergibt sich folgendes Bild:



- Klima Fahrgastraum
- Pumpen und Lüfter
- Batterieladegerät
- Klima Führerstand
- Kompressor
- Steckdosen
- WC

Quelle: Giebel, Sascha: „Verfahren für ein Energiemanagement in Bordnetzen elektrischer Triebzüge“, Dissertation, TU Dresden, 2017



Messobjekt: Siemens Desiro ML

### Anmerkung

Winter:

Überschreitung der Maximalleistung des Hilfsbetriebeumrichters bei gleichzeitiger Einschaltung aller Leistungssenken möglich

Implementierung eines Lastmanagements nötig!

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.1 Betriebsregime – Messungen (Dissertation Sascha Giebel)

Genauere Untersuchung des 3~ AC (400 V) – Bordnetzes im Fahrzeugbetrieb (ohne Fahrzeugabstellung – Kriterium: Führerstand besetzt)



Messobjekt: Siemens Desiro ML

Komponente	relative Einschaltdauer im Messzeitraum
Hauptluftkompressor	17 %
Lüfter der Kühlanlage	35 %
Ölpumpen	100 %
Kühlmittelpumpen	100 %
Klimaanlagen	100 %
Batterieladegerät	100 %

Quelle: Giebel, Sascha: „Verfahren für ein Energiemanagement in Bordnetzen elektrischer Triebzüge“, Dissertation, TU Dresden, 2017

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.1 Betriebsregime – Messungen (Dissertation Sascha Giebel)

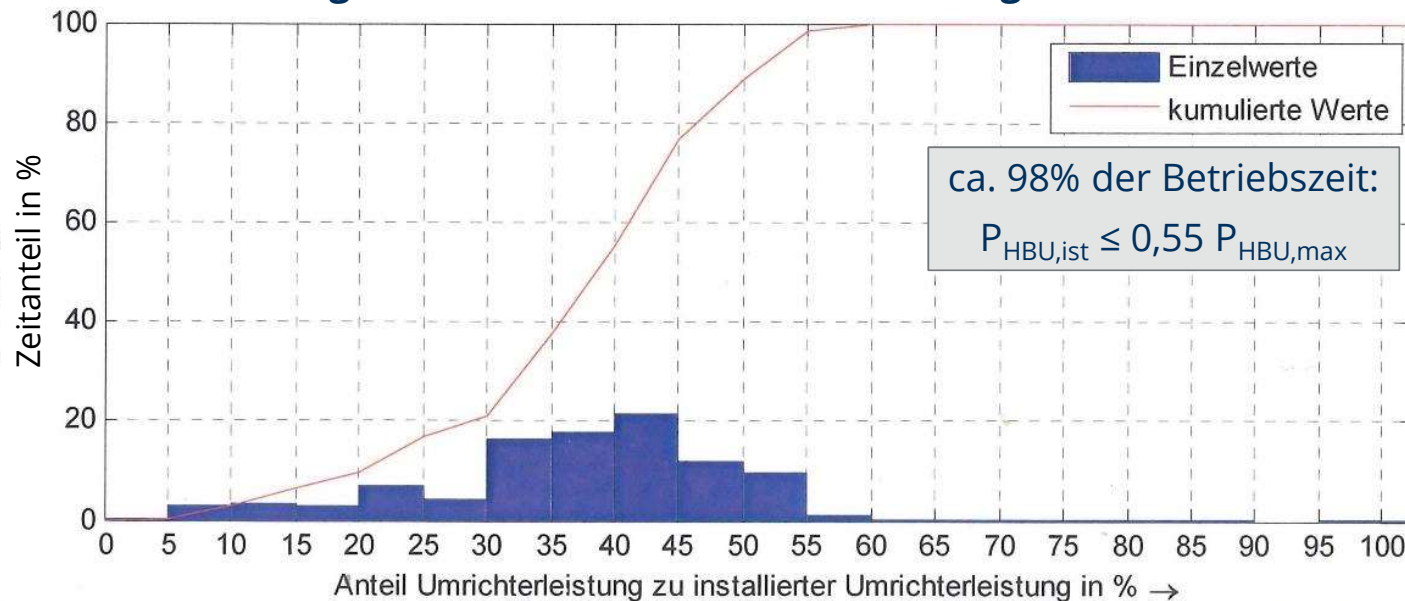
Messergebnisse (Fahrzeugbetrieb, ohne Abstellphasen), **Teil 1**

Energiebedarf des 3~AC-Bordnetzes = 13..42 % des Gesamtenergiebedarfes



Messobjekt: Siemens Desiro ML

### Ausnutzung der Hilfsbetriebeumrichterleistung im Fahrbetrieb:



Anteil am Bordnetzenergiebedarf:	
Hauptluftkompressor:	1,3 %
Lüfter der Kühlanlage:	0,8 %
Ölpumpen:	5,4 %
Kühlmittelpumpen:	7,6 %
Klimaanlagen:	75,0 %
Batterieladegerät:	8,9 %

Beachtung:

Messungen bei „gemäßigten“  
 Außentemperaturen (ca. 2...16 °C)

Quelle: Giebel, Sascha: „Verfahren für ein Energiemanagement in Bordnetzen elektrischer Triebzüge“, Dissertation, TU Dresden, 2017

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

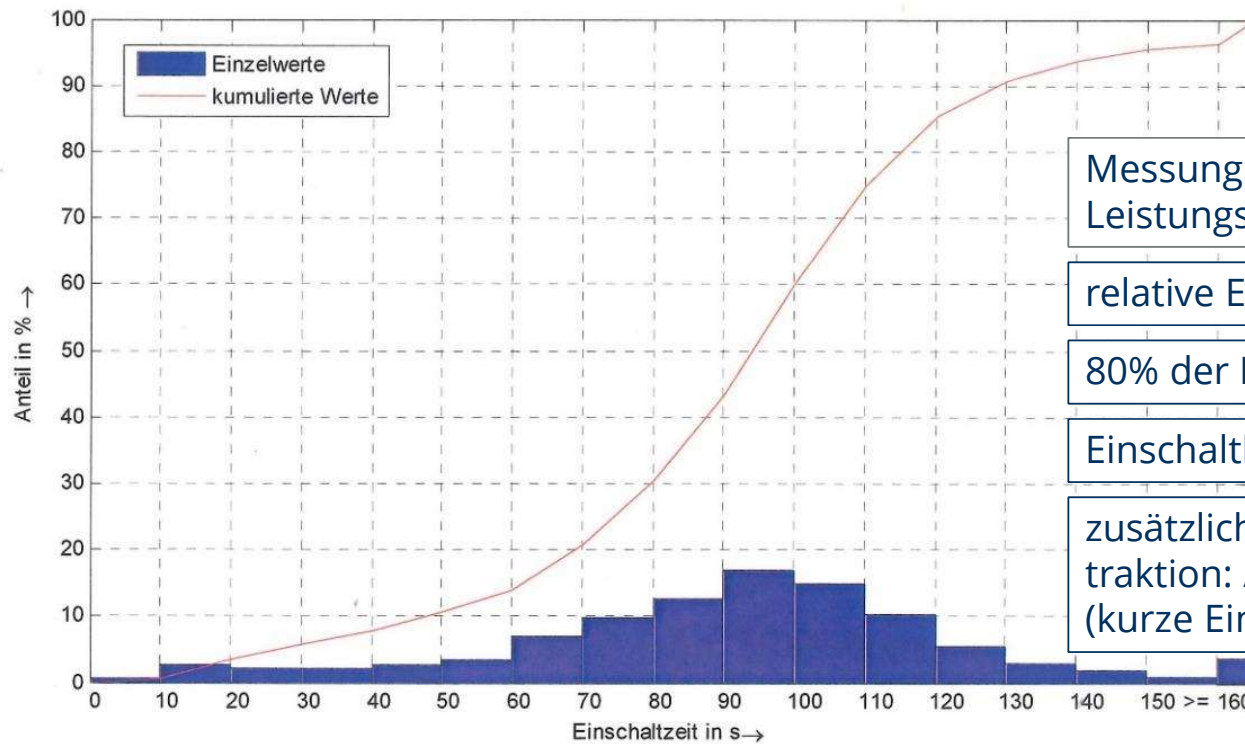
## 10.1 Betriebsregime – Messungen (Dissertation Sascha Giebel)

Messergebnisse (Fahrzeugbetrieb, ohne Abstellphasen), Teil 2



Messobjekt: Siemens Desiro ML

### Einschaltzeiten des Hauptluftkompressors:



Messungen im Depot:  
Leistungsaufnahme Kompressor = const.

relative Einschaltdauer im Messzeitraum: 17 %

80% der Fälle: Einschaltzeit = 70...140 s

Einschaltkriterium Einfachtraktion:  $p_{HLB} < 8,5$  bar

zusätzliches Einschaltkriterium bei Doppeltraktion: Anforderung durch führendes Fahrzeug (kurze Einschaltzeiten)

Quelle: Giebel, Sascha: „Verfahren für ein Energiemanagement in Bordnetzen elektrischer Triebzüge“, Dissertation, TU Dresden, 2017

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.1 Betriebsregime – Messungen (Dissertation Sascha Giebel)

Messergebnisse (Fahrzeugbetrieb, ohne Abstellphasen), Teil 3

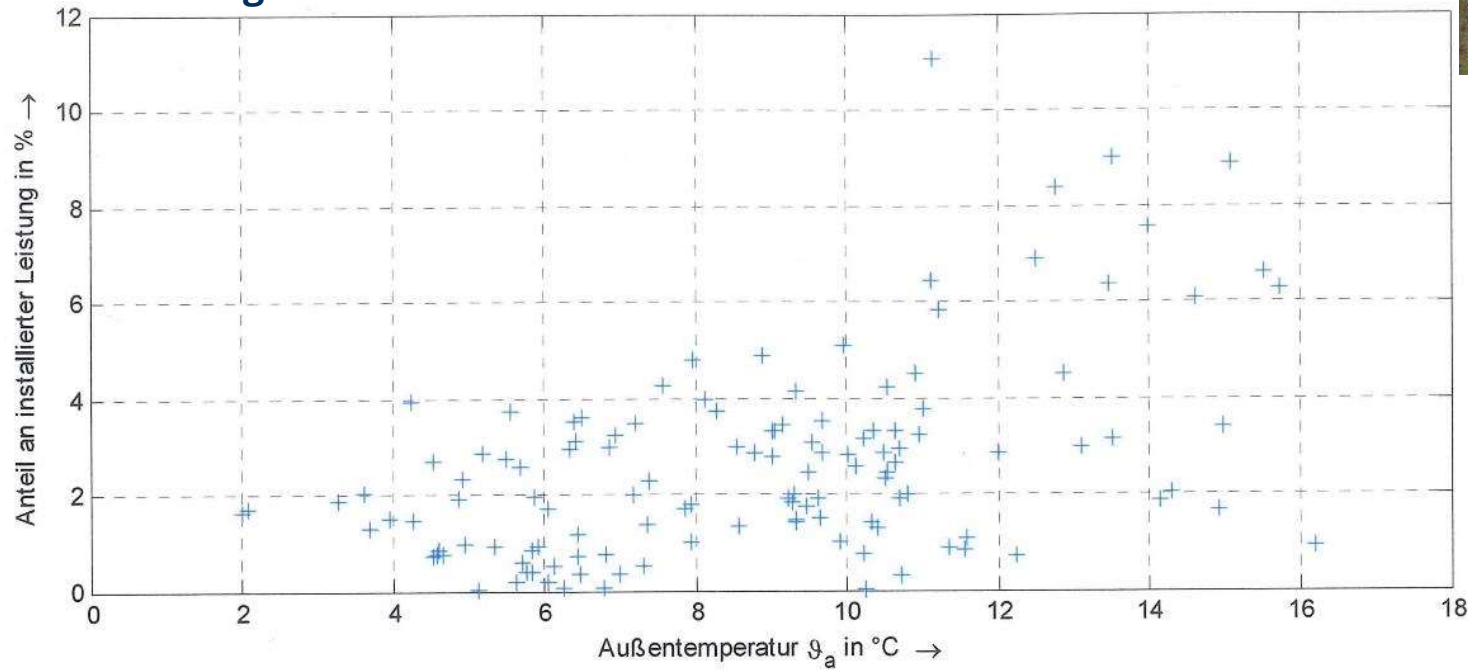


Messobjekt: Siemens Desiro ML

Lüftermotoren polumschaltbar ausgeführt

$$P_{Lü} \sim T_{amb} \text{ und } P_{T,ist}$$

### Leistungsbedarf der Kühlerlüfter:



Quelle: Giebel, Sascha: „Verfahren für ein Energiemanagement in Bordnetzen elektrischer Triebzüge“, Dissertation, TU Dresden, 2017

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

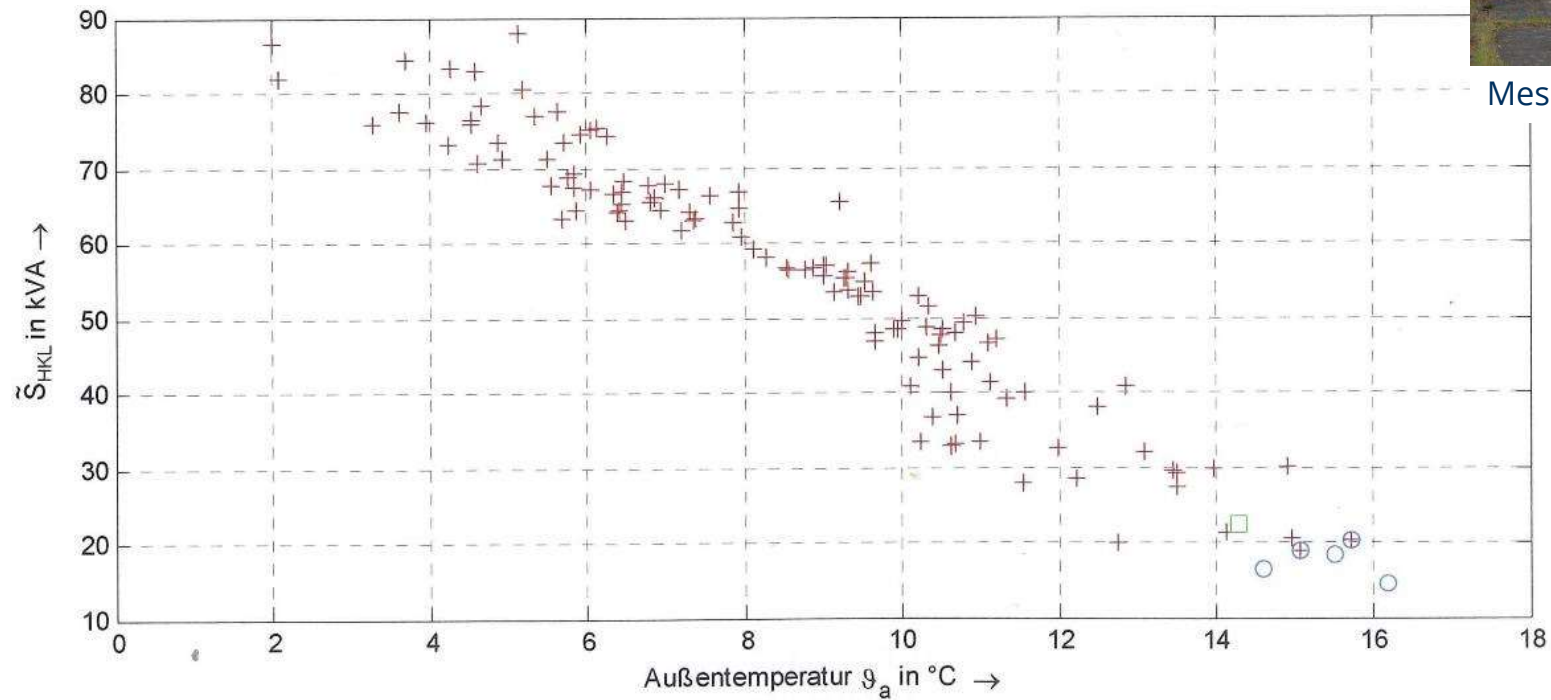
## 10.1 Betriebsregime – Messungen (Dissertation Sascha Giebel)

Messergebnisse (Fahrzeugbetrieb, ohne Abstellphasen), Teil 4

### Leistungsbedarf der Klimaanlage:



Messobjekt: Siemens Desiro ML



Quelle: Giebel, Sascha: „Verfahren für ein Energiemanagement in Bordnetzen elektrischer Triebzüge“, Dissertation, TU Dresden, 2017

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

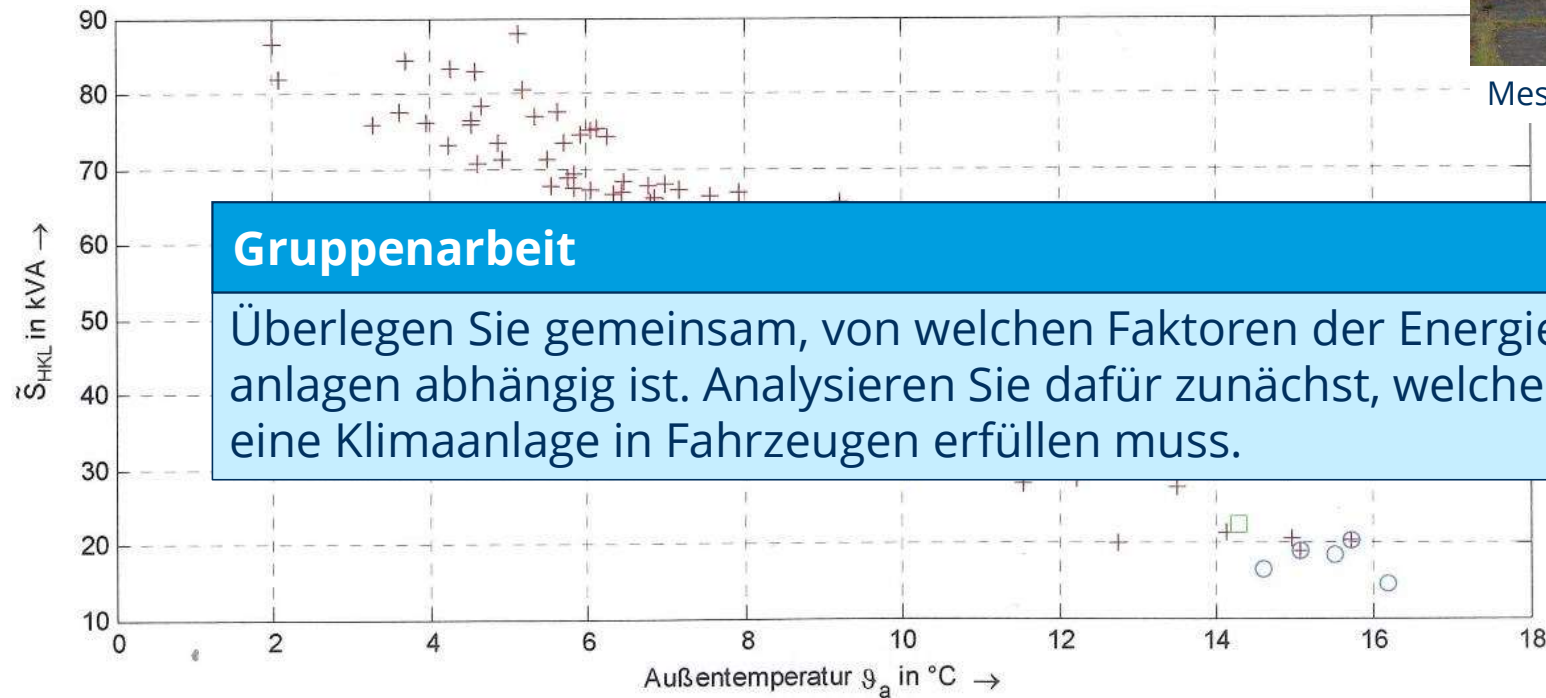
## 10.1 Betriebsregime – Messungen (Dissertation Sascha Giebel)

Messergebnisse (Fahrzeugbetrieb, ohne Abstellphasen), Teil 4

### Leistungsbedarf der Klimaanlage:



Messobjekt: Siemens Desiro ML



Quelle: Giebel, Sascha: „Verfahren für ein Energiemanagement in Bordnetzen elektrischer Triebzüge“, Dissertation, TU Dresden, 2017

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.2 Charakterisierung von Hilfs- und Nebenbetrieben

### Exkurs: Klimaanlage

#### Grundfunktionen

Beeinflussung von:

- Luft**temperatur**
  - Heizen
  - Kühlen
- Luft**feuchtigkeit**
  - Lufttrocknung
  - Luftbefeuchtung
- Luft**zusammensetzung**
  - Frischluft
  - Umluft
  - Mischluft
- Luft**druck**
  - bei Tunnelfahrten
  - bei Zugbegegnungen (HGV!)

#### Einflussfaktoren

- **Umgebungsbedingungen**
  - Außenlufttemperatur
  - Außenluftfeuchte
  - Sonneneinstrahlung
    - exponierte Oberfläche
    - Einstrahlungswinkel
    - Strahlungsintensität
    - Absorptionskoeffizient
    - Reflexionskoeffizient
    - Durchlasskoeffizient
- **Besetzungsgrad**  
(biologische und technische)
  - Wärmequellen
  - Luftfeuchtigkeit
  - Luftzusammensetzung
- **Fahrgastwechsel**
  - -dauer
  - -frequenz
- **Fahrzeugkasten**
  - Fensterfläche
  - Wandaufbau
    - Wärmedurchgang
  - Querschnitt und Führung der Luftkanäle
  - Lage der Luftansaugung
  - Lage der Luftauslässe
- **Fahrgeschwindigkeit**
  - erzwungene Konvektion
- **Instandhaltungszustand**
- **eingesetztes Kühlmittel**



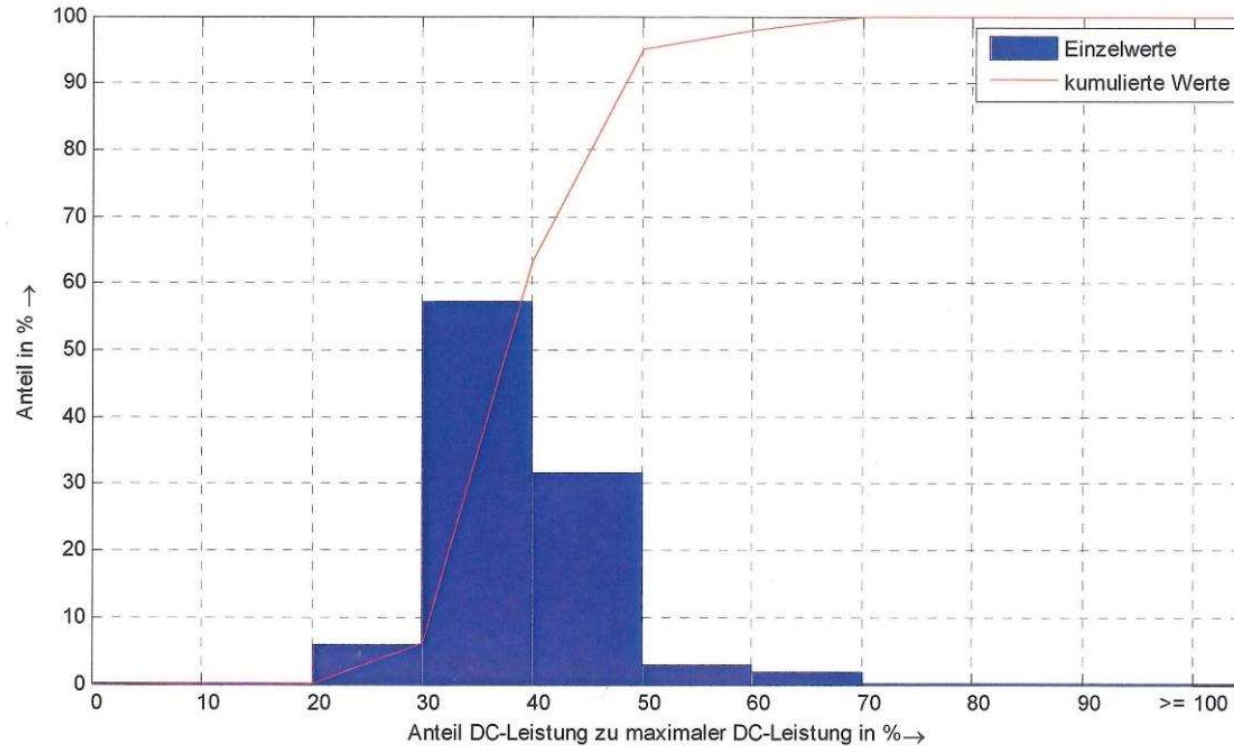
Fotos: Martin Kache

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.1 Betriebsregime – Messungen (Dissertation Sascha Giebel)

Messergebnisse (Fahrzeugbetrieb, ohne Abstellphasen), Teil 5

### Leistungsbedarf des Gleichspannungsnetzes (110 V):



Quelle: Giebel, Sascha: „Verfahren für ein Energiemanagement in Bordnetzen elektrischer Triebzüge“, Dissertation, TU Dresden, 2017



Messobjekt: Siemens Desiro ML

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.2 Charakterisierung von Hilfs- und Nebenbetrieben

Was?  
Wozu?  
Wie?  
Wodurch?



**benötigte Energieformen?**

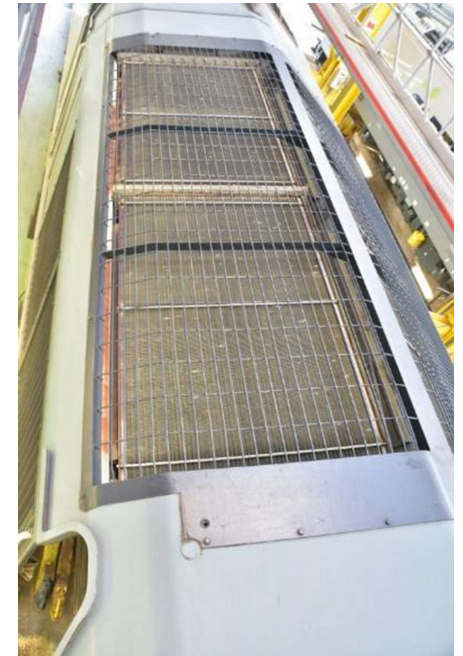
Fotos: Martin Kache

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.2 Charakterisierung von Hilfs- und Nebenbetrieben

Was?	<b>Kühlanlage</b>
Wozu?	Kühlung thermisch hoch belasteter Baugruppen des Antriebsstranges und ggf. seiner Peripherie (z.B. Ladeluftkühler)
Wie?	Erzeugung eines Kühlluftstromes und Umwälzung von Kühlwasser/Kühlmittel
Wodurch?	Kühlerlüfter, Kühlwasserumwälzpumpe
benötigte Energieformen:	mechanische Energie (hydrostatische Lüfterantriebe, Pumpen), elektrische Energie (elektrische Lüfterantriebe)

Fotos: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.2 Charakterisierung von Hilfs- und Nebenbetrieben

Was? **Kraftstoffanlage**

Wozu? Speicherung, Förderung, Aufbereitung und Bereitstellung von Kraftstoff

Wie? Erzeugung eines Kraftstoffstromes

Wodurch? Tank, Filter, Kraftstoffförderpumpe

benötigte Energieformen:

mechanische oder elektrische Energie



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.2 Charakterisierung von Hilfs- und Nebenbetrieben

Was? **Vorwärmanlage**

Wozu? Vorwärmung der Betriebsstoffe zur Minimierung des Dieselmotorverschleißes sowie zur Gewährleistung der Startmöglichkeit des Systems

Wie? Umwälzung und Erwärmung der Betriebsstoffe

Wodurch? Heizpatronen, elektrische Heizkomponenten, Ölbrenner, Pumpen

benötigte Energieformen:

elektrische Energie (oft: Fremdeinspeisung),  
chemische Energie (Dieselkraftstoff, Heizöl)



Foto: Karim Benabdellah



Foto: Karim Benabdellah

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.2 Charakterisierung von Hilfs- und Nebenbetrieben

Was?	<b>Druckluftanlage</b>
Wozu?	Bereitstellung von Druckenergie für Bremse, Makrofon, Sandungsanlage, Spurkranzschmierung
Wie?	Verdichtung von Umgebungsluft
Wodurch?	Kompressor, Lufttrocknungsanlage
benötigte Energieformen:	elektrische oder mechanische Energie



Foto: Martin Kache

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.2 Charakterisierung von Hilfs- und Nebenbetrieben

Was?	<b>Schmierölsystem</b>
Wozu?	Transport und Reinigung des Schmieröls, Schaffung günstiger Voraussetzungen für Dieselmotorstart (Aufbau eines Schmieröldruckes, Zuführung vorgewärmtes Öl)
Wie?	Erzeugung und Lenkung eines Schmierölstromes
Wodurch?	Pumpen, Filter, Abscheider
benötigte Energieformen:	mechanische oder elektrische Energie

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.2 Charakterisierung von Hilfs- und Nebenbetrieben

Was?

**Klimaanlage**

Wozu?

Gezielte Einstellung von Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftzusammensetzung in geschlossenen Räumen (Lüftung, Heizung/Kühlung, Entfeuchtung)

Wie?

Erzeugung und gezielte Leitung einer warmen oder kalten Luftströmung sowie Regulierung des Luftaustausches mit der Umgebung

Wodurch?

Ventilatoren/Lüfter, Heizregister, Kältemaschine (Klima-Kompressor), Verdampfer

benötigte Energieformen:

elektrische Energie



Fotos: Martin Kache

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.2 Charakterisierung von Hilfs- und Nebenbetrieben

Was?	<b>„Stromversorgungsanlage“ / Bordnetz</b>
Wozu?	Bereitstellung elektrischer Energie im Fahrzeugstillstand, beim Anlassen des Dieselmotors oder während der Fahrt
Wie?	Aufrechterhaltung einer definierten Wechsel- und/oder Gleichspannung
Wodurch?	Fahrzeugbatterie, Lichtmaschine (Diesel-Tfz), Hilfsbetriebeumrichter (E-Tfz), externe Spannungsquelle

benötigte Energieformen:

elektrische Energie  
(z.T. gewandelt aus chemischer oder mechanischer Energie)



Foto: Martin Kache

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiele



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiel 1 – BR 642

Fotos: Martin Kache

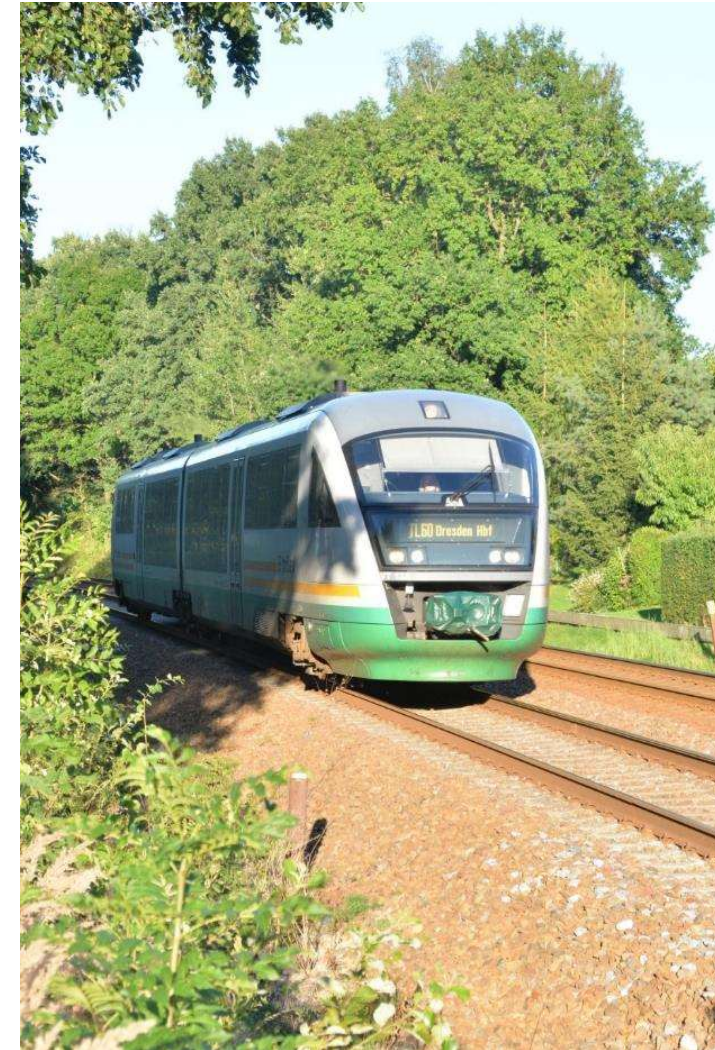


# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiel BR 642

### Charakterisierung des Fahrzeuges

Fahrzeugart:	zweiteiliger Triebwagen
Antriebsart:	Dieselmotor mit hydro- mechanischer Lü
Nennleistung:	2 x 275 kW bis 2 x 360 kW
Höchstgeschwindigkeit:	120 km/h
kleinste Dauerfahrgeschwindigkeit:	10 km/h
Radsatzfolge:	B' [2] B'
Anzahl Sitzplätze (davon Klappsitze):	123 (13)
Anzahl Stehplätze:	90
Gesamtmasse:	70,3 t
Höchstmasse:	86,0 t



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiele BR 642

Charakterisierung ausgewählter Hilfs- und Nebenaggregate

Kühlanlage:

- hydrostatisch angetriebene Kühlerlüfter
- Einbindung des Kühlwassers in die Fahrzeugheizung
- Temperaturbereich Motorkühlwasser: 77...85 °C
- Förderstrom der Kühlwasserumwälzpumpe: ca. 5,3 L/min

Außentüren:

- elektrisch angetrieben mit Gleichstrommotoren (24 V DC Nennspannung)

WC-Nasszelle:

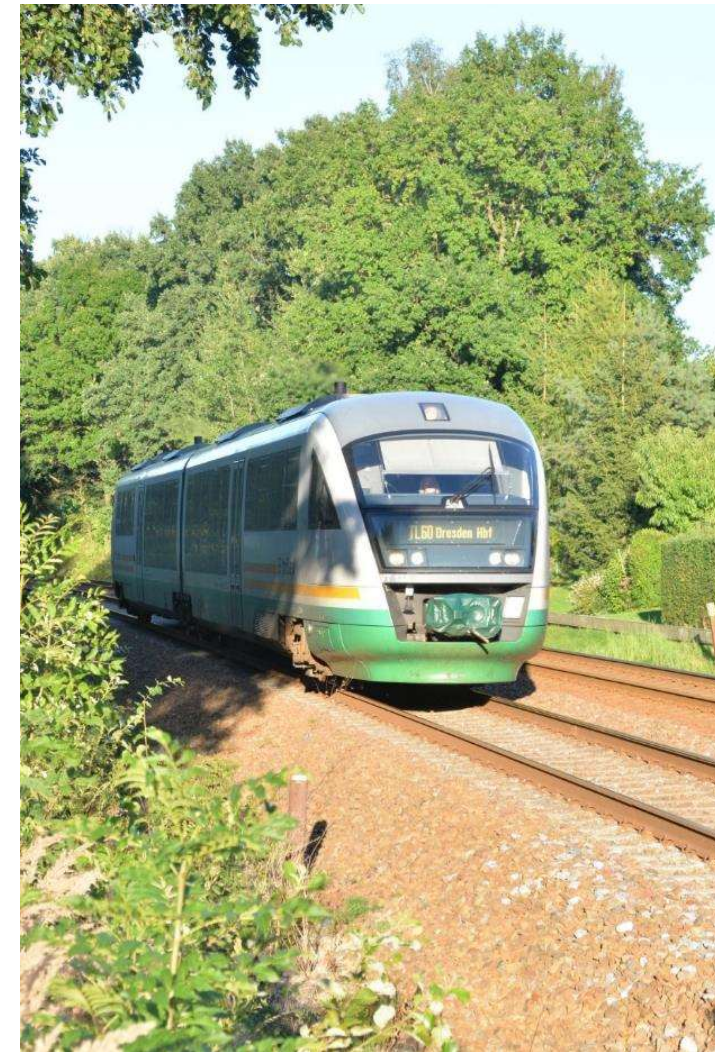
- Spannungsversorgung: 24 V DC (max. 2 A)
- Druckluftversorgung: 260 L/min @ 6 bar

Batterie:

- 24 V und 225 Ah (ca. 5,4 kWh)

Anlasser:

- 6,6 kW @ 24 V



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiel BR 642

Welche Medien werden mitgeführt (Bezug: Gesamtfahrzeug)?

Medium	Füllmenge	Masse (Schätzung)
Kraftstoff	1200 L	1008 kg
Heizöl	300 L	252 kg
Sand		80 kg
Frischwasser	120 L	120 kg
Abwasser	350 L	350 kg
Kühlwasser	268 L	268 kg
Motoröl	84 L	75 kg
Getriebeöl	70 L	62 kg
Öl Radsatzwendegetriebe	17 L	15 kg
Öl Radsatzgetriebe	15 L	13 kg
<b>Gesamt</b>		<b>2243 kg</b>



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiele BR 642

### Kraftstoffanlage:

Fassungsvermögen der Dieseltanks: 2 x 600 L

Fördermenge der Einspritzpumpe

bei $n_{DM} = 1500$ U/min:	3,0 L/min
bei $n_{DM} = 1900$ U/min:	3,5 L/min
bei $n_{DM} = 2100$ U/min:	3,8 L/min

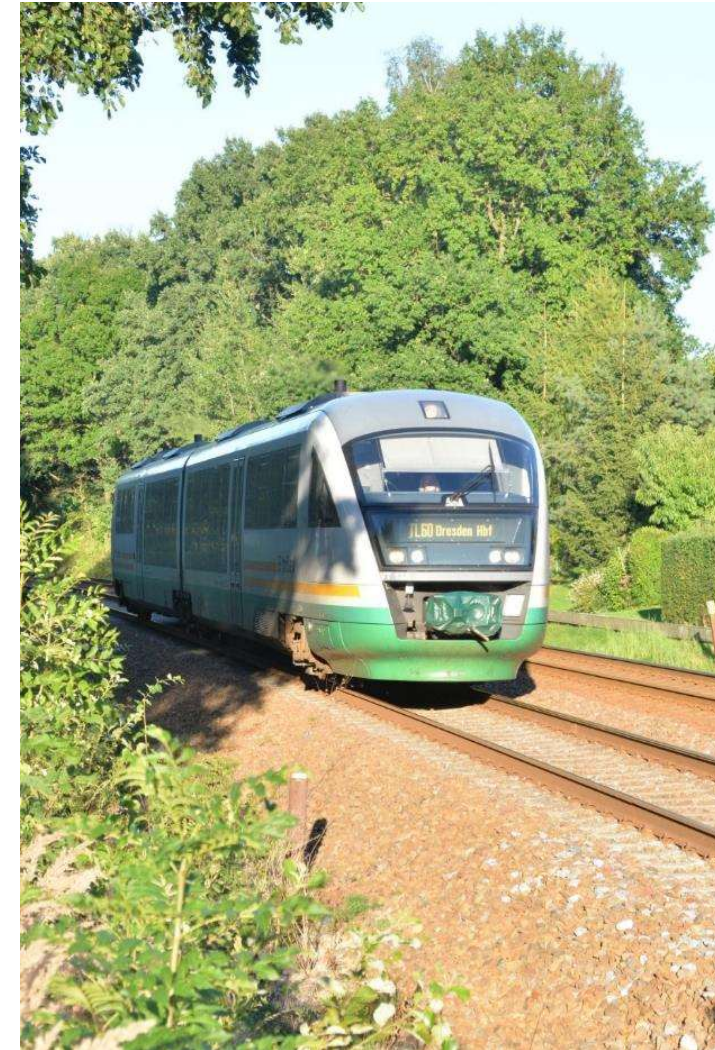
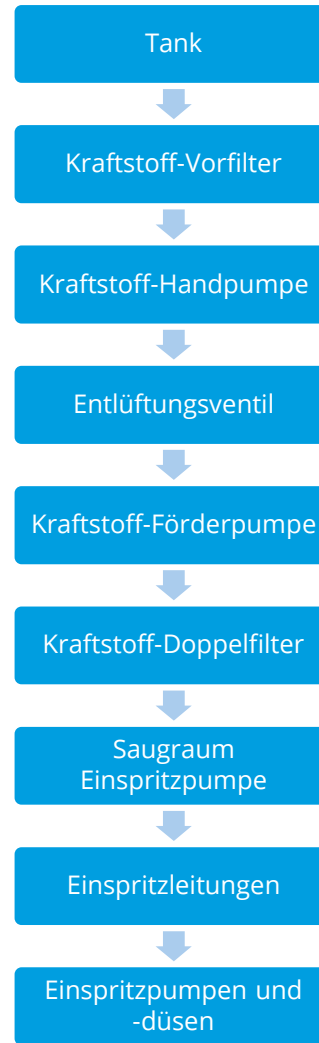
Antrieb der Kraftstoff-Förderpumpe: mechanisch

keine Vorwärmung des Dieselkraftstoffes

Beheizung des Kraftstofffilters bei  $T_{amb} < 5,5$  °C

Verwendung von Winter-Dieselmkraftstoff bei niedrigen Temperaturen

Stoff-Flusspfad vom Kraftstofftank zum Motor



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiele BR 642

### Stromversorgungsanlage:

Nennspannung des Bordnetzes: 24 V DC

Nennkapazität der Fahrzeugbatterien: 225 Ah

Lichtmaschine @ max. Drehzahl:

Spannung: 28 V  
Strom: 550 A

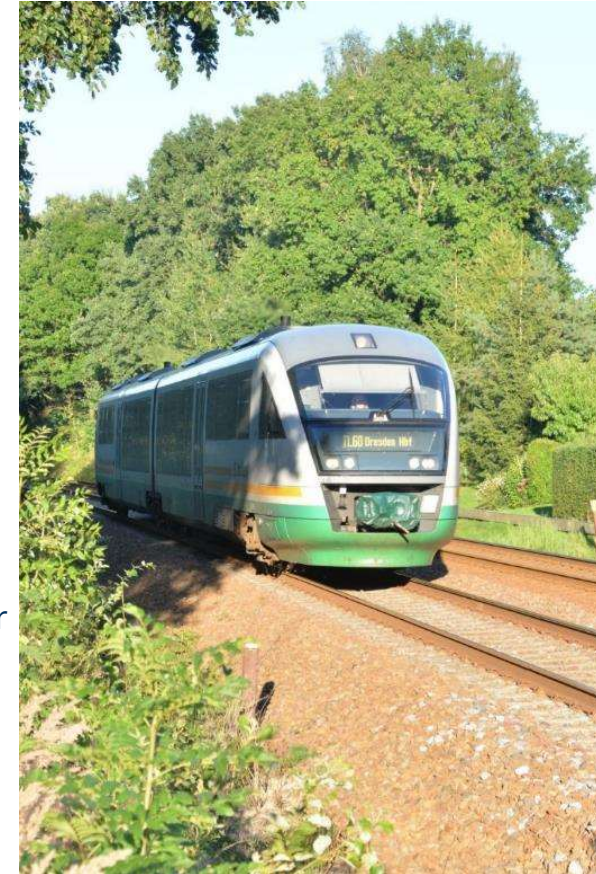
Batterieladegerät:

Nachladung aus Ortsnetz mit  
230 V AC 50 Hz und 16 A möglich

Elektrische Energiesenken:

- Klimaanlage Fahrgastraum
- Batterieüberwachung
- Heizung Heizöl(-filter)
- Heizung Kondensat
- Heizung Stirnfenster (max. 1 kW)
- Heizung Kupplung
- Heizung WC
- Heizung Lufttrocknungsanlage
- Heizung Dieselkraftstofffilter
- Anlassmaschine
- Magnetschienenbremse
- Beleuchtung Fahrgastraum
- Türantriebe und Türsteuerung
- Kühlbox
- Fahrkartenautomat und -entwerter
- Fahrgastinformationssystem (FIS)
- Einstiegsrampensteuerung
- Bremssteuergerät
- Gleitschutzsteuergerät
- Displays
- Spitzensignal
- Schluss-Signal
- WC
- Scheibenwischanlage

Foto: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiele BR 642

### Stromversorgungsanlage (Stillstand Dieselmotor):

Grundaufgabe der Fahrzeugbatterie: Dieselmotor-Start gewährleisten

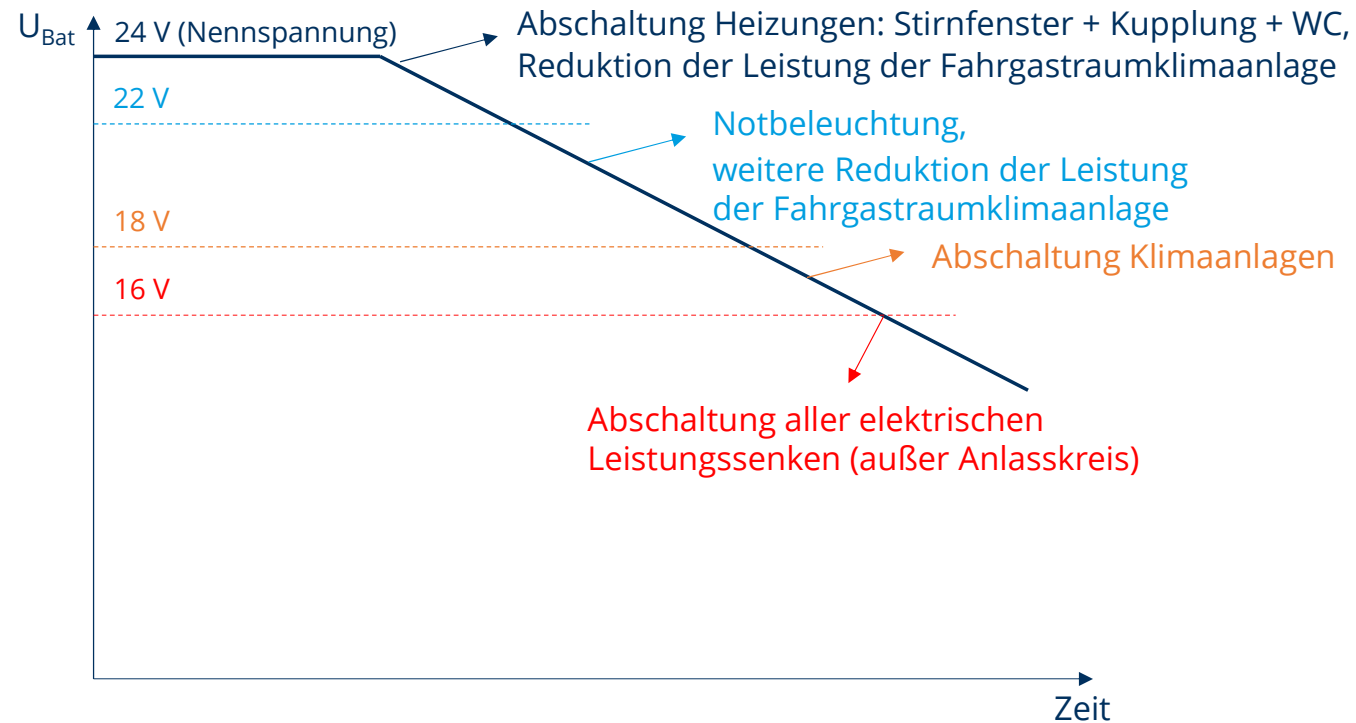
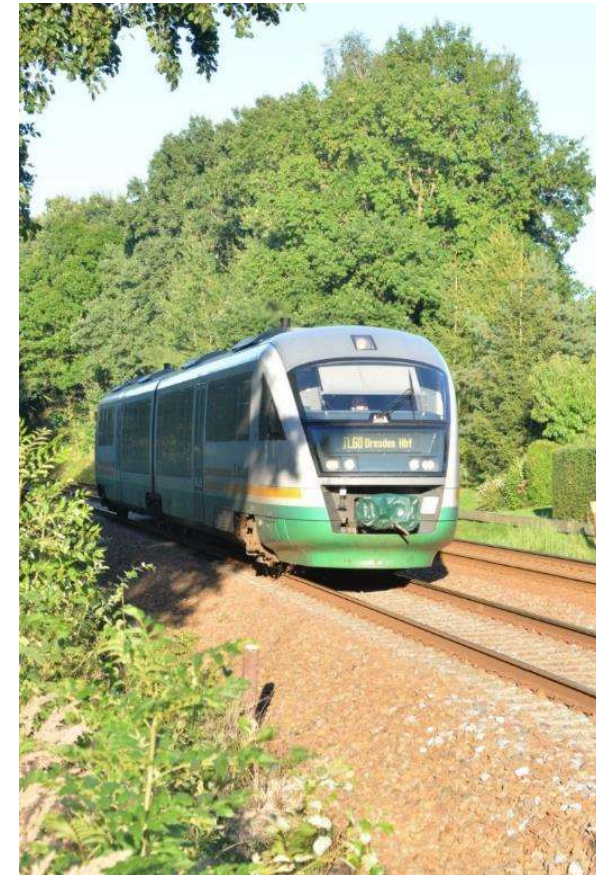


Foto: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

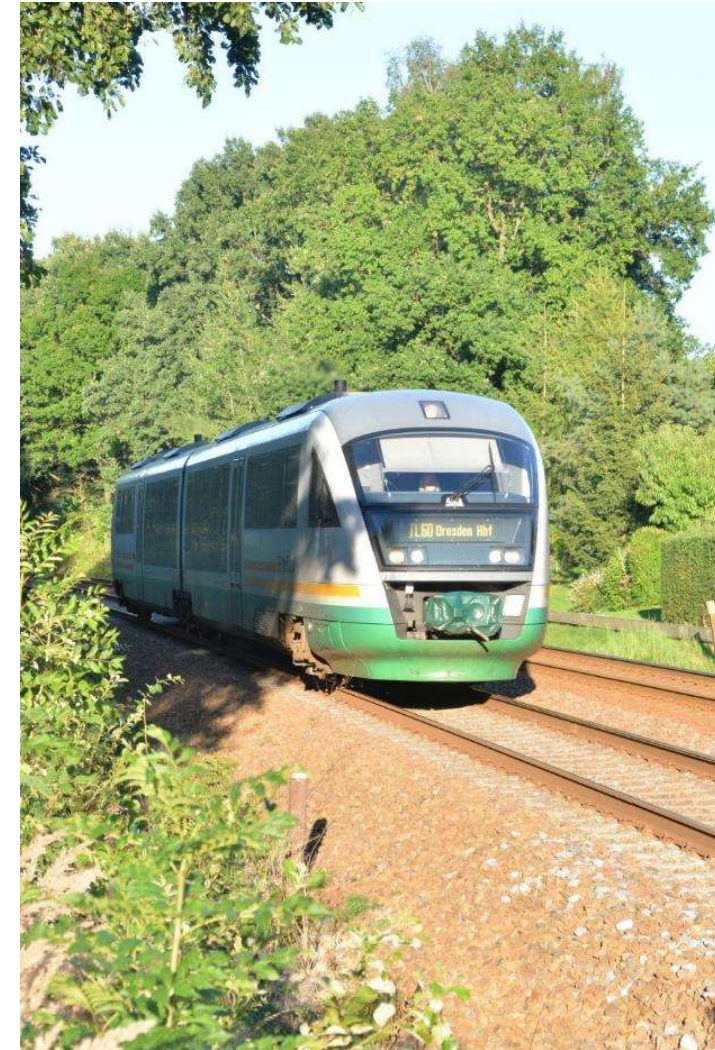
## 10.3 Fallbeispiele BR 642

### Druckluftanlage:

Druckluftherzeugung mittels Kolbenkompressoren (direkt angetrieben)

Druckluftverbraucher:

- elektropneumatische/pneumatische Bremse
- Luftfedern
- Retarderansteuerung
- Sandstreueinrichtung
- Spurkranzschmierung
- Makrofon
- elektropneumatische Ventile WC
- Betätigung Radsatzwendegetriebe
- Mittelpufferkupplung



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiele BR 642

### Klimaanlage:

Umgebungstemperaturbereich: -25 °C ... +35 °C

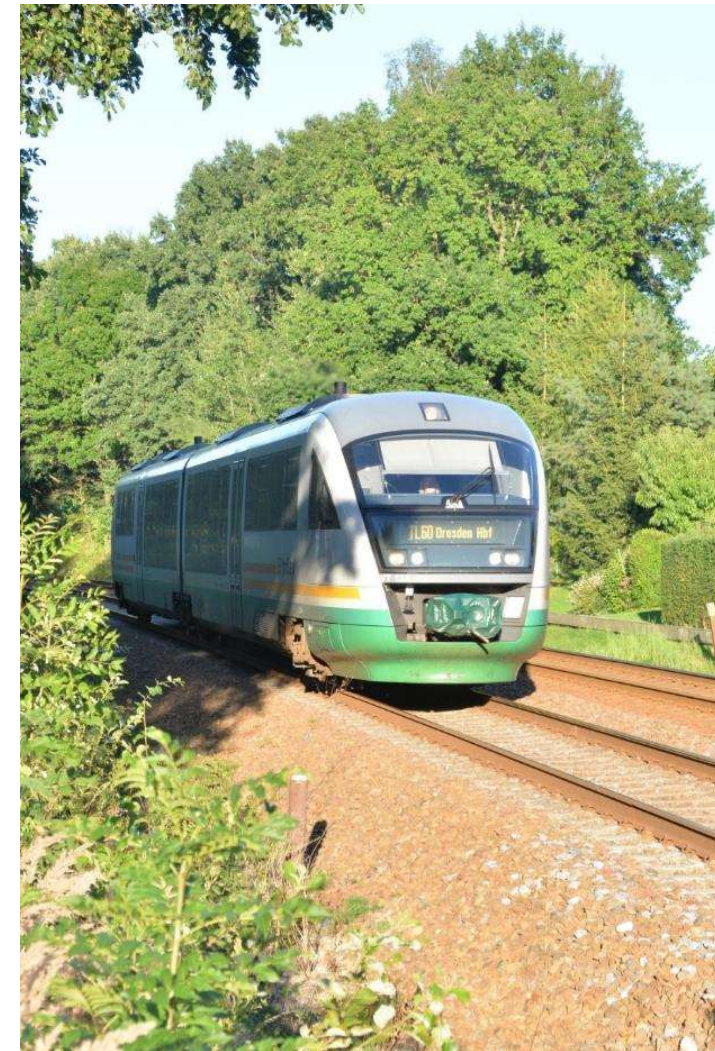
Spannungsversorgung: 18...**24**...30 V

Auslegungsgrenzen:

- Führerraum: min. 18 °C gesichert bis  $T_{amb} = -15$  °C
- Fahrgastraum: vollbesetzt max. 30 °C bis  $T_{amb} = 35$  °C

Bestandteile:

- **Heizungsanlage:**
  - Heizregister (in Dachklimaanlagen)
  - Konvektoren (im Fahrgastraum)
  - Gebläseheizkörper (im Einstiegsbereich)
  - Führerraum-Heizgerät
  - Zusatzheizgerät
- **Klima- und Belüftungsanlage:**
  - Dachklimaanlage (4 pro Fahrzeug)
  - Zusatzverdampfer (Führerraum)
  - Kältemittelverdichter (am Dieselmotor)
- Dachlüfter (statisch/dynamisch)
- Steuergerät

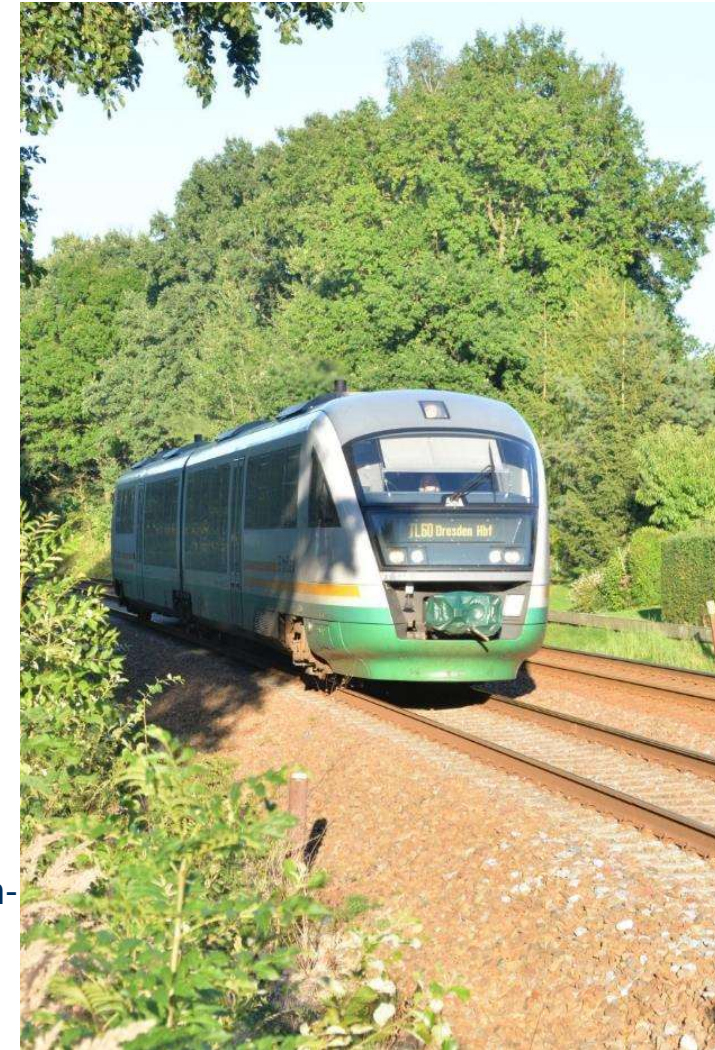


# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiele BR 642

### Klimaanlage - Betriebsmodi:

- Vorheizbetrieb (el. Fremdeinspeisung):
  - Vorwärmung von Motorkühlwasser ( $>40\text{ °C}$ )
  - Vorwärmung Führerstand
  - Vorwärmung Fahrgastraum
- Automatikbetrieb (DM läuft)
  - Kühlen/Heizen, abhängig von Raumtemperatur
- Wartebetrieb
  - nach DM-Abschaltung (Klimaanlage nicht ausgeschaltet und Batterieschutz eingeschaltet, keine el. Fremdeinspeisung)
  - Aufrechterhaltung eines Not- oder Vorwärmbetriebs für 0,5 h
- REHEAT-Betrieb
  - forcierte Luftentfeuchtung bei hoher Luftfeuchtigkeit (max. 0,25 h)
- Unterspannung
  - Reduktion der Verdampfergebläse um 50% oder 70%, bei Spannungsabfall der Batterie
- Notbetrieb
  - Reiner Lüftungsbetrieb

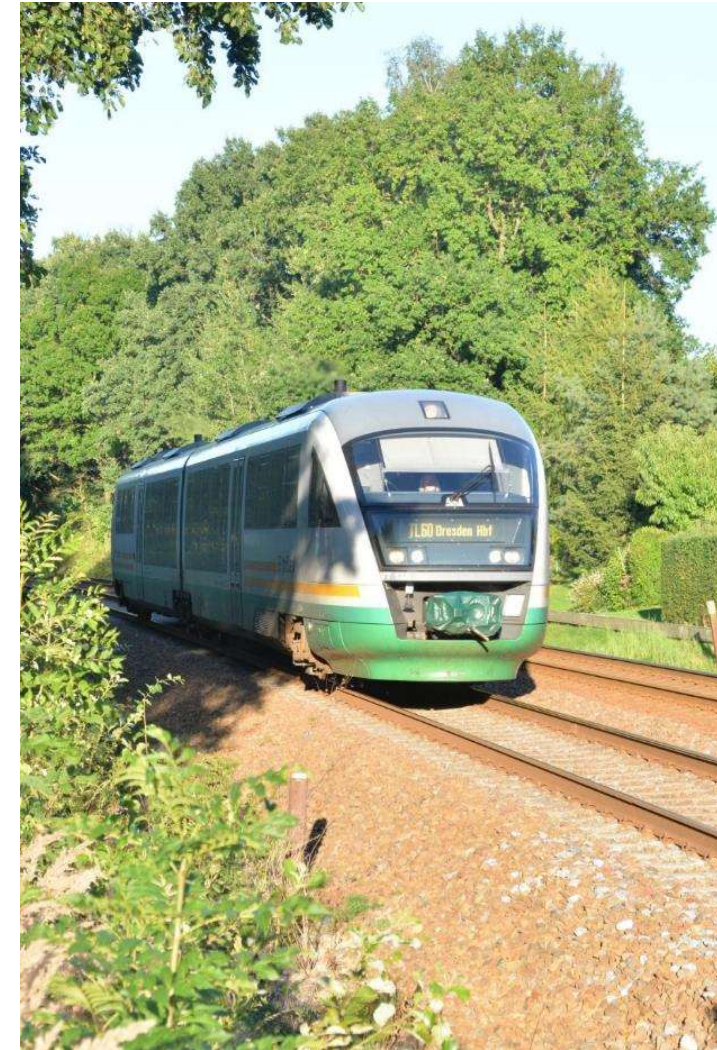
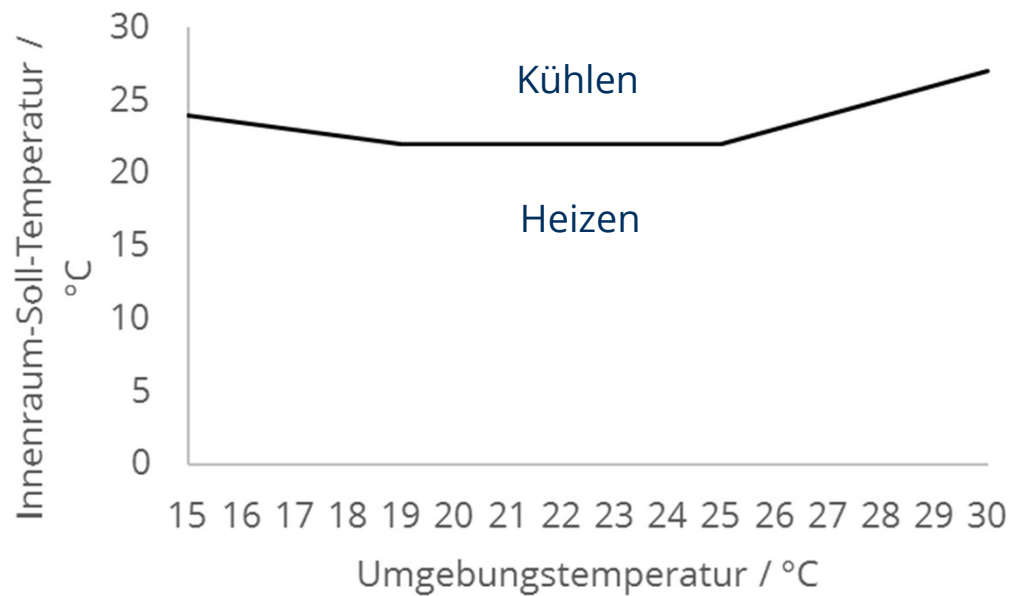


# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiele BR 642

### Klimaanlage - Automatikbetrieb:

Regelung der Raumtemperatur anhand hinterlegter Kennlinie:



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiel 2 – Siemens ES64U2 („Taurus“, BR 182)



Fotos: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiel BR 182 („Taurus“)

### Charakterisierung des Fahrzeuges

Fahrzeugart:	elektrische Hochleistungslokomotive
Antriebsart:	Drehstromantrieb
Nennleistung:	6400 kW
Höchstgeschwindigkeit:	230 km/h
Radsatzfolge:	Bo' Bo'
max. Anfahrzugkraft:	300 kN
Dienstmasse:	86,0 t ... 88,0 t

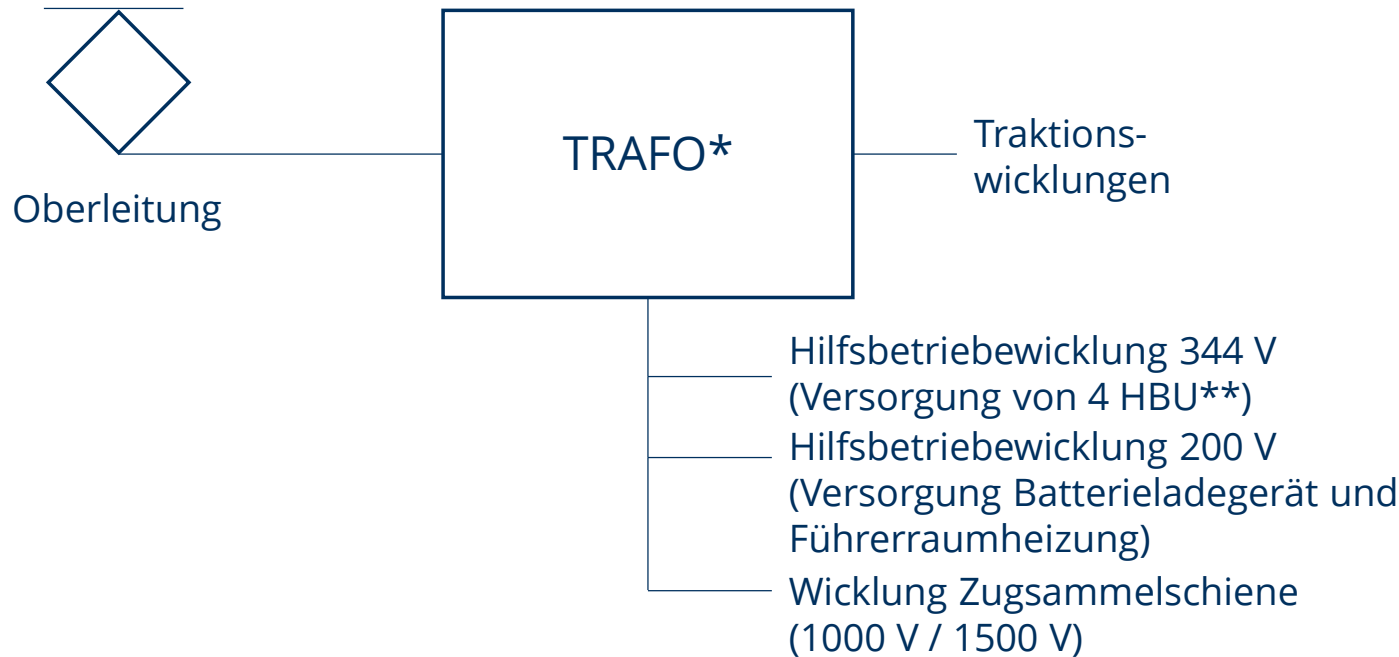
Foto: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiel BR 182 („Taurus“)

### Hilfsbetriebearchitektur



\*Ölfüllung:

2,7 t (bzw. 2500 L)

\*\* HBU: Hilfsbetriebeumrichter

Nennleistung:

7528 kVA (@ $T_{amb} = 12\text{ °C}$ )

7228 kVA (@ $T_{amb} = 35\text{ °C}$ )

Nennwirkungsgrad:

0,96 (d.h. 300 kW an Öl)

Foto: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiel BR 182 („Taurus“)

Bordnetz 3~ AC 440 V

Speisung von Drehstrom-Hilfsmotoren + Trafo für 220 V, 60 Hz

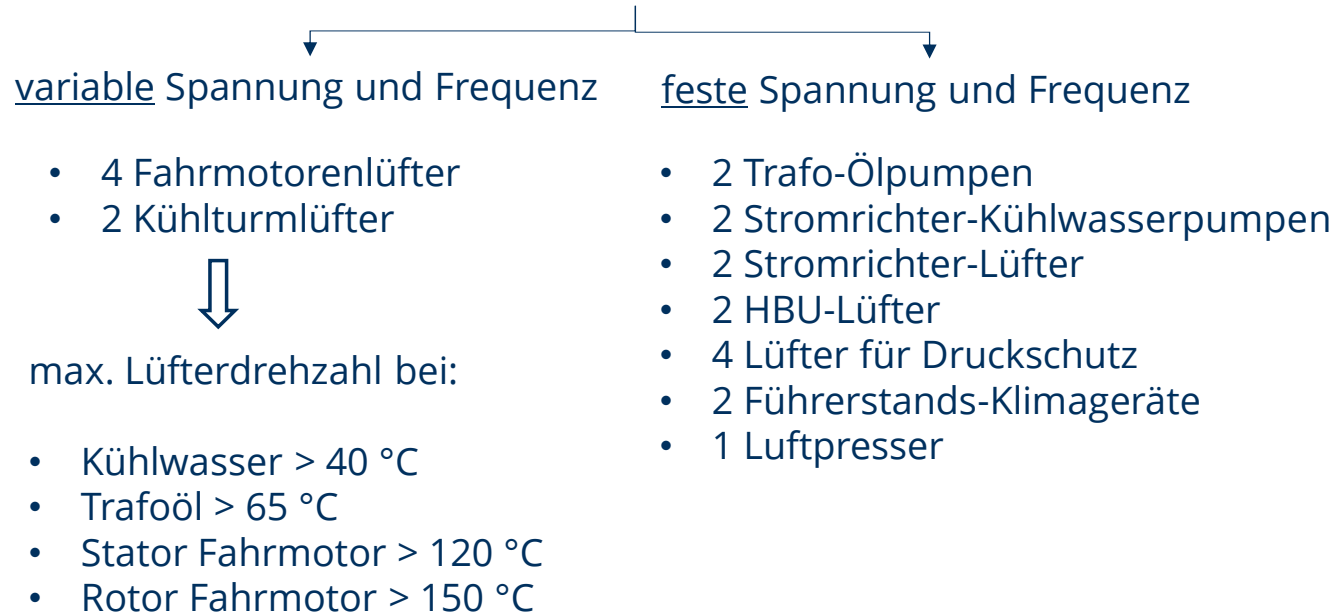


Foto: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiel BR 182 („Taurus“)

Bordnetz 1~ AC 200 V

Speisung von:

- Fußbodenheizung (Führerstand)
- Nischenheizung (Führerstand)
- Heizregister der Klimageräte
- Lufttrocknungsanlage
- Heizung Sandungsanlagen
- Heizung Frontscheiben
- Heizung der Spiegel
- Batterieladegerät

Foto: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiel BR 182 („Taurus“)

Bordnetz 110 V DC

Batterie:

- Nennkapazität: 92 Ah
- Nennspannung: 104 V
- Absicherung: 100 A

dauerhaft an Batterie angeschlossen:

- Federspeicherbremse,
- Führerstandsbeleuchtung,
- Maschinenraumbeleuchtung,
- Zugschluss-Notlicht,
- Umrichter 24 V:
  - Versorgung von:
    - Lautsprecher,
    - Türsteuerung,
    - UIC-Leitung,
    - Rauchmelder,
    - Scheibenwaschanlage,
    - Notbremsüberbrückung,
    - ep-Bremse

Foto: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiel BR 182 („Taurus“)

Bordnetz 110 V DC (Fortsetzung)

über **Batterieschutz A**

(Abfall **8 Sekunden** nach Batteriehaupschalter „AUS“  
an die Batterie angeschlossen:

- Zentralsteuergerät (ZSG)
- Bremssteuergerät (BSG)
- Antriebssteuergerät (ASG)
- LZB, PZB
- Gleitschutz
- Display
- Multifunktionsdisplay
- Zugfunk
- Steuerung Klimagerät
- Umrichter 12 V (Spitzen- und Schluss-Signal)
- Hilfskompressor

Foto: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiel BR 182 („Taurus“)

Bordnetz 110 V DC (Fortsetzung)

über **Batterieschütz B**  
(Abfall **2 Stunden** nach Batterie Hauptschalter „AUS“)  
an die Batterie angeschlossen:

- Thermofach

über **Batterieschütz D**  
(Abfall **48 Stunden** nach Batterie Hauptschalter „AUS“)  
an die Batterie angeschlossen:

- Batteriesteuerung
- Fernsteuerung (via UIC-Kabel)

Warum 48 h?  
ermöglicht Aufrüstung vom Steuerwagen aus  
auch nach längerer Abstellung

Foto: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.3 Fallbeispiel BR 182 („Taurus“)

### Pneumatische Hilfsbetriebe

- 4 x Sandstreueinrichtung
- Spurkranzschmierung
- Makrofone
- Radkonditionieranlage („Putzbremse“)
- Betätigung Seitenspiegel
- Verstellhilfe Triebfahrzeugführer-Sitz

Foto: Martin Kache



# Inhalte

## Vorlesung Triebfahrzeugtechnik (Antriebskonfigurationen)

7. Leistungsauslegung von Triebfahrzeugen
8. Dieselmotor und andere Verbrennungskraftmaschinen
9. Leistungsübertragungsanlagen
- 10. Hilfs- und Nebenbetriebe**
  - 10. 4 Kühlanlagen**
11. Leittechnik (Überblick)
12. Fallstudien unkonventionelle Triebfahrzeuge

Fotos: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

Welche Elemente bedürfen einer Kühlung?

- Dieselmotor
  - Ladeluft
  - Schmieröl
  - Zylinderbuchse und -kopf
- Hilfsdieselmotor
- Getriebeöl
- Hydrostatiköl
- Generator
- Transformator
- Leistungselektronik
- Fahrmotoren

Fotos: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

Welche Funktionen erfüllt die Kühlanlage in Dieseltriebfahrzeugen?

1. Vermeidung von thermischer Bauteilüberlastung
2. Ableitung von thermischer Energie aus Zylinderköpfen und Zylinderbuchsen
3. Ableitung von thermischer Energie aus Abgasleitung und Abgasturbolader (nicht in jedem Fall)
4. Vorwärmung von Schmieröl und Kraftstoff
5. Kühlung der Ladeluft
6. Heizung von Führerstand und/oder Fahrgasträumen

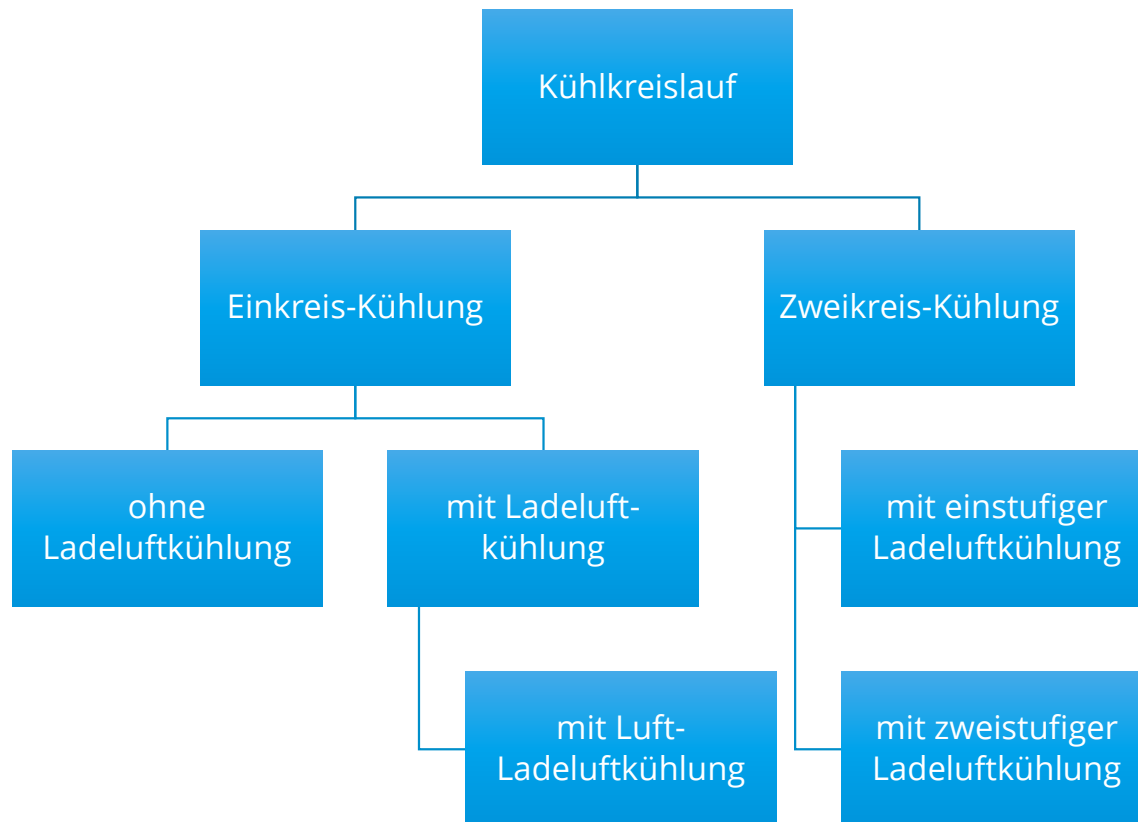
Fotos: Martin Kache



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

Aufbau und Struktur von Kühlkreisläufen



Fotos: Martin Kache

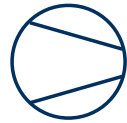


# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

Elemente von Kühlanlagen in Dieseltriebfahrzeugen

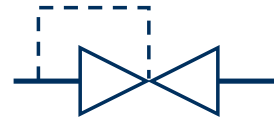
Überlegen Sie gemeinsam, welche Elemente Kühlanlagen von Dieseltriebfahrzeugen aufweisen müssen.



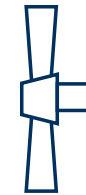
Kühlmittelumwälzpumpe



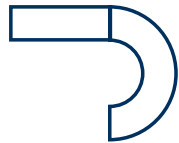
Ladeluftkühler



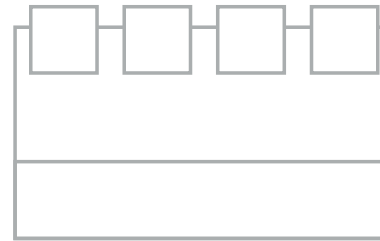
Thermostat



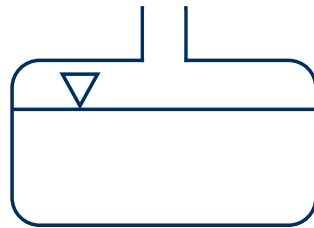
Lüfter



Verrohrung(selemente)



Dieselmotor



Ausgleichsbehälter



Ölwärmeübertrager

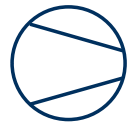


Kühlelemente (Wasser-Luft)

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

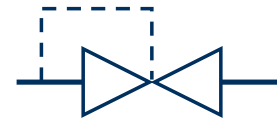
Elemente von Kühlanlagen in Dieseltriebfahrzeugen



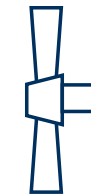
Kühlmittelumwälzpumpe



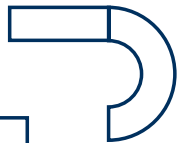
Ladeluftkühler



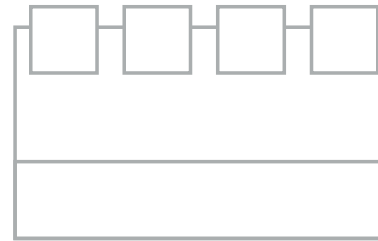
Thermostat



Lüfter



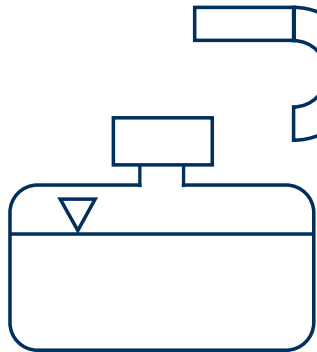
Verrohrung(selemente)



Dieselmotor

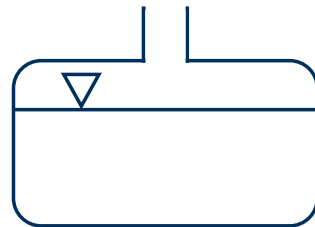


Kühlelemente



Ausgleichsbehälter

geschlossener  
Kreislauf



Ausgleichsbehälter

offener  
Kreislauf

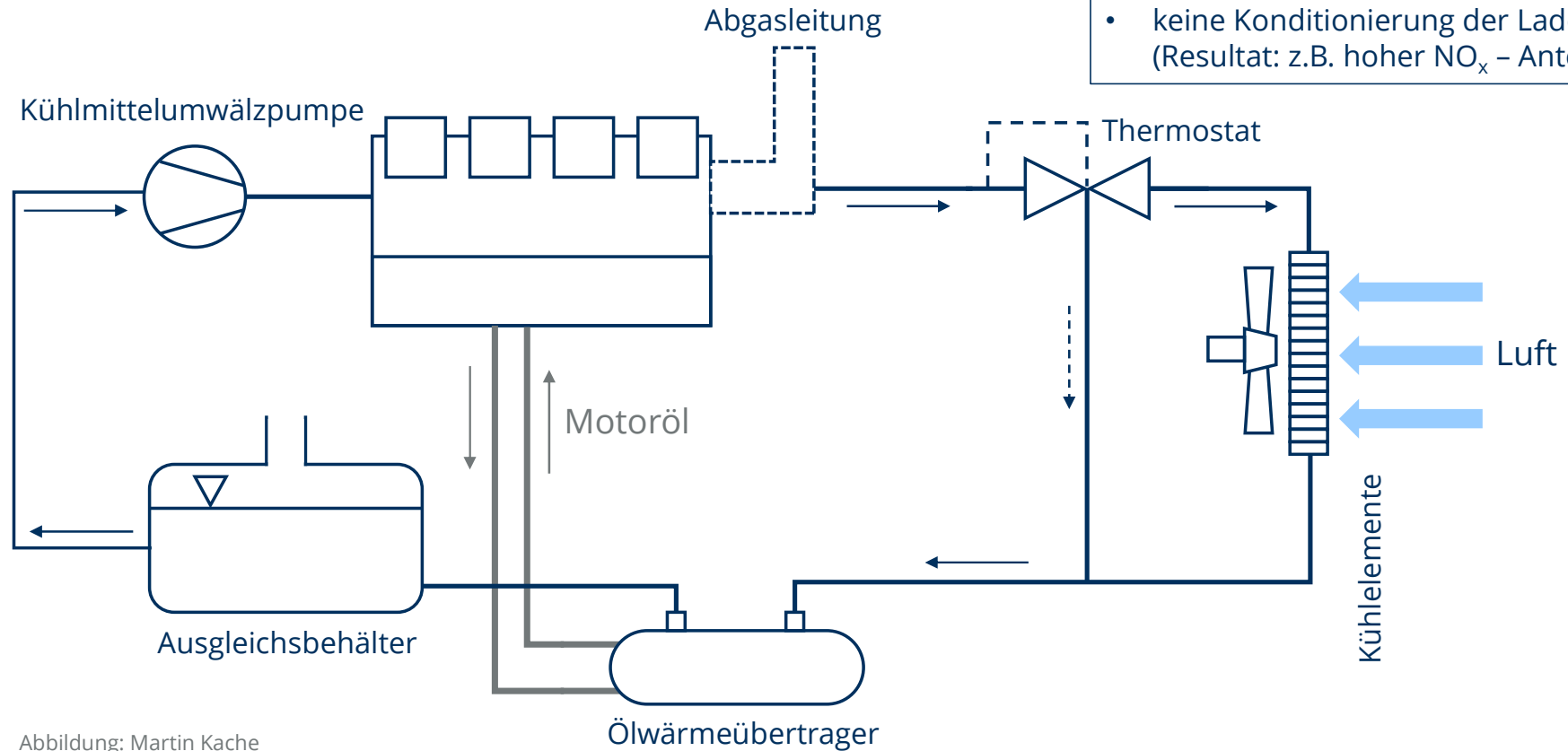


Ölwärmeübertrager

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

### Einkreiskühlung ohne Ladeluftkühlung



Vorteile:

- einfache Konstruktion
- geringer Bauraumbedarf

Nachteil:

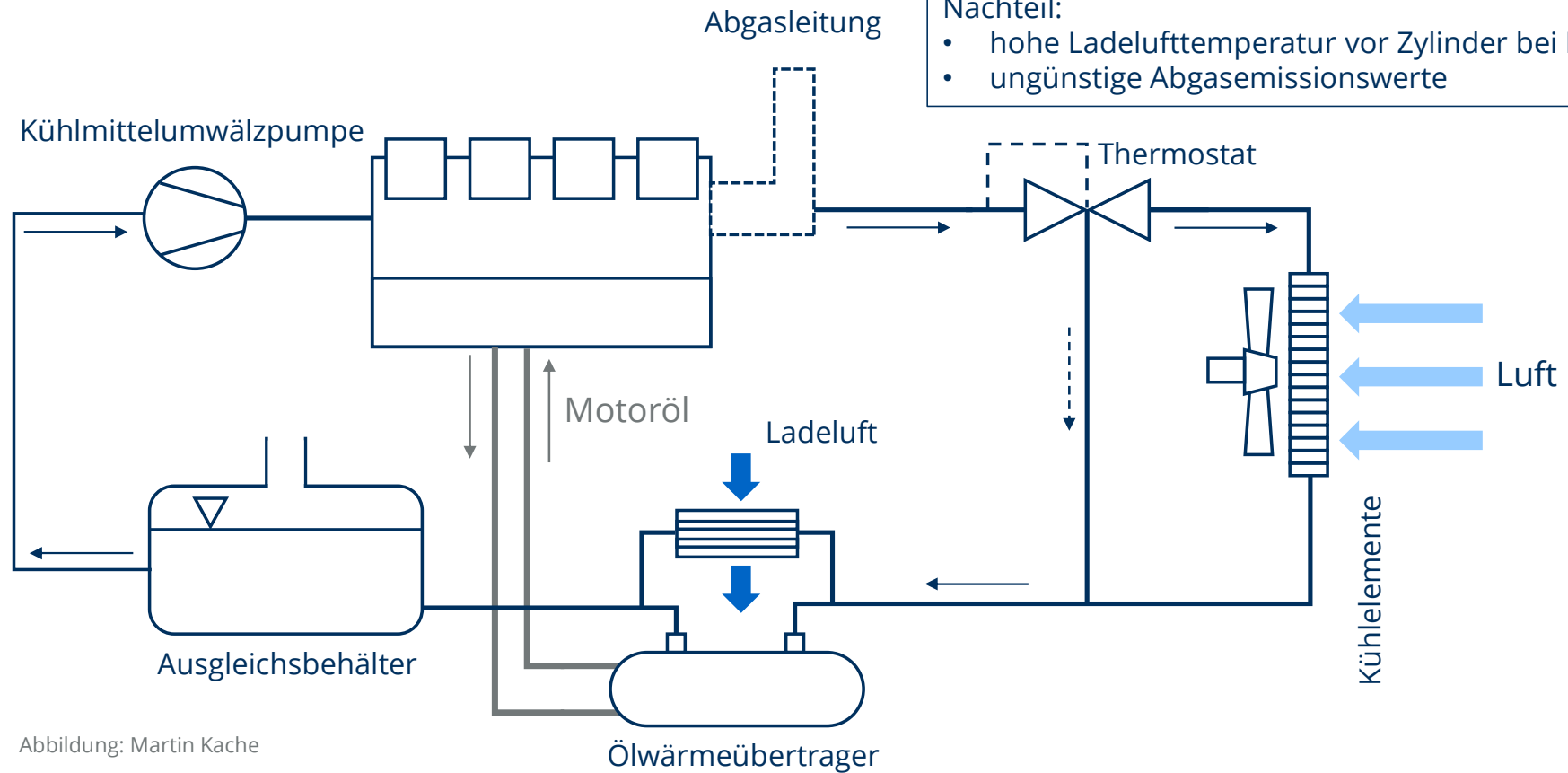
- keine Konditionierung der Ladeluft (Resultat: z.B. hoher  $\text{NO}_x$  - Anteil im Abgas)

Abbildung: Martin Kache

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

### Einkreiskühlung mit Ladeluftkühlung



#### Vorteile:

- einfache Konstruktion
- geringer Bauraumbedarf
- hohe Ladelufttemperatur vor Zylinder im Leerlauf

#### Nachteil:

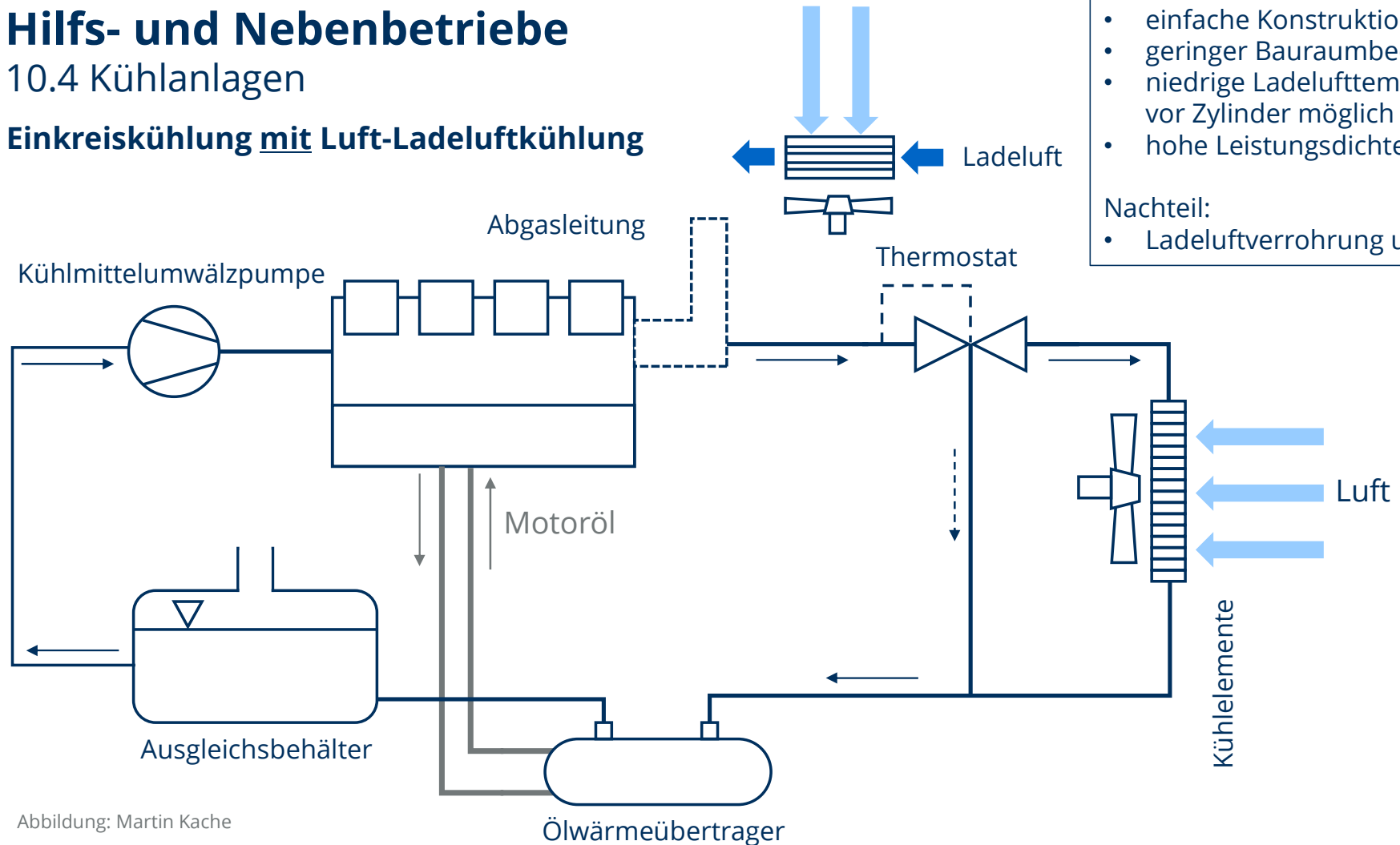
- hohe Ladelufttemperatur vor Zylinder bei Nennleistung
- ungünstige Abgasemissionswerte

Abbildung: Martin Kache

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

### Einkreiskühlung mit Luft-Ladeluftkühlung



- Vorteile:
- einfache Konstruktion
  - geringer Bauraumbedarf
  - niedrige Ladelufttemperatur vor Zylinder möglich
  - hohe Leistungsdichte möglich
- Nachteil:
- Ladeluftverrohrung u.U. aufwendig

Abbildung: Martin Kache

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

### Zweikreiskühlung mit einstufiger Ladeluftkühlung

- Vorteile:
- geringe Ladelufttemperatur vor Zylinder
  - geringe Abgasemissionen
  - Ermöglichung hoher DM-Leistungen

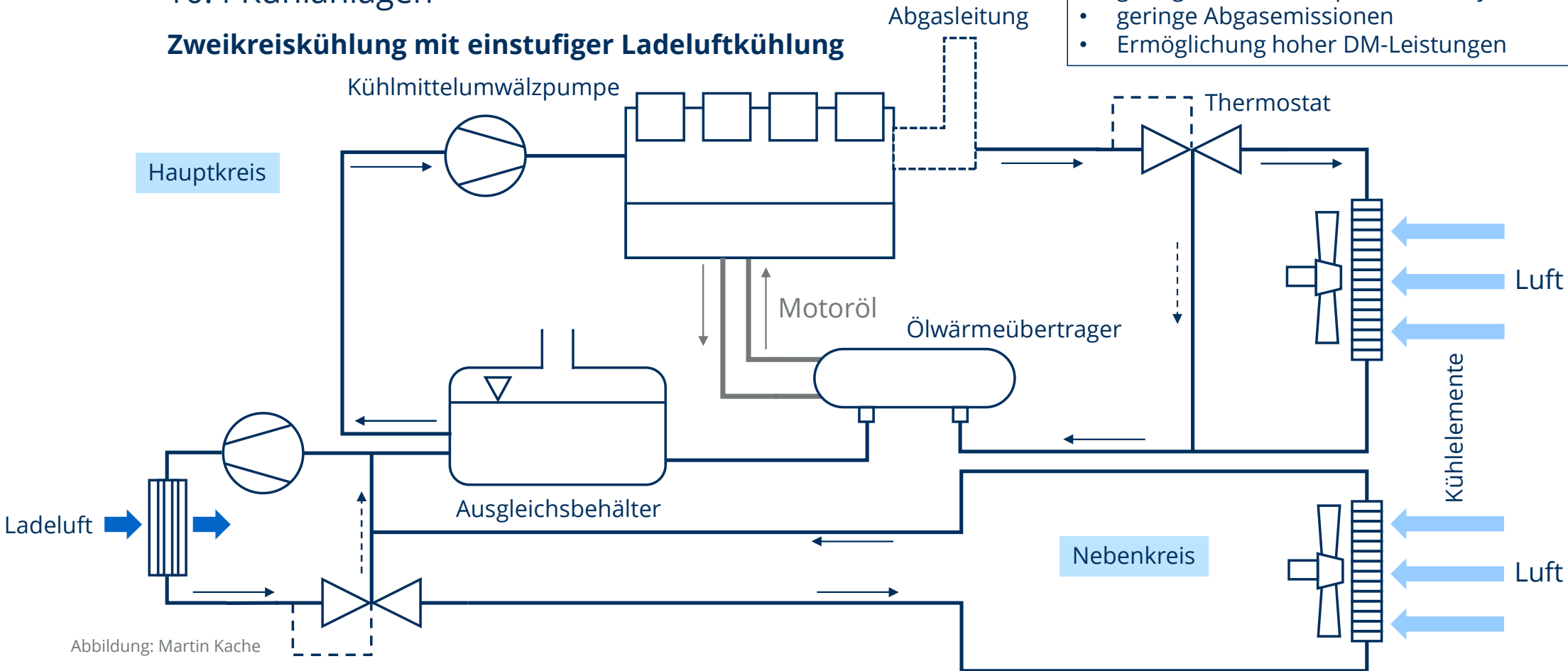


Abbildung: Martin Kache

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

### Zweikreiskühlung mit zweistufiger Ladeluftkühlung

- Vorteile:
- geringe Ladelufttemperatur vor Zylinder
  - geringe Abgasemissionen
  - Ermöglichung hoher DM-Leistungen
  - kein Auskühlen des Nebenkreis im LL

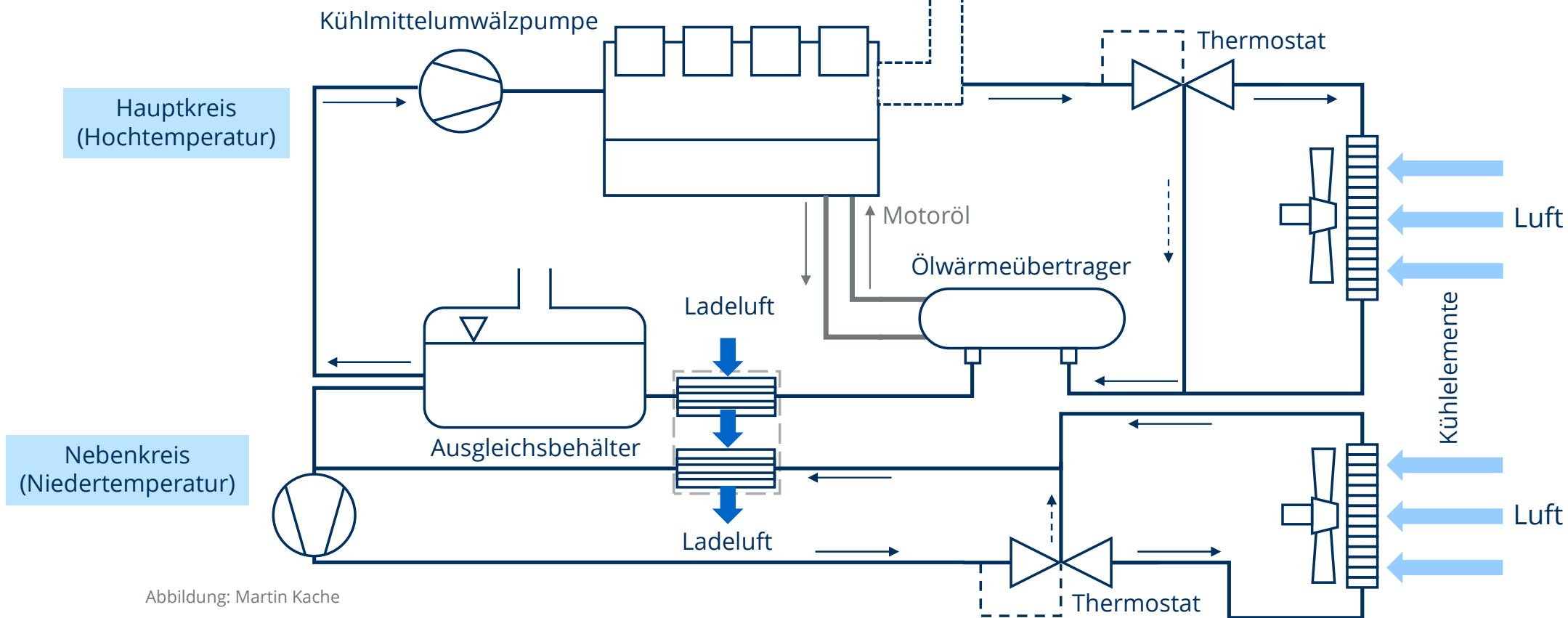
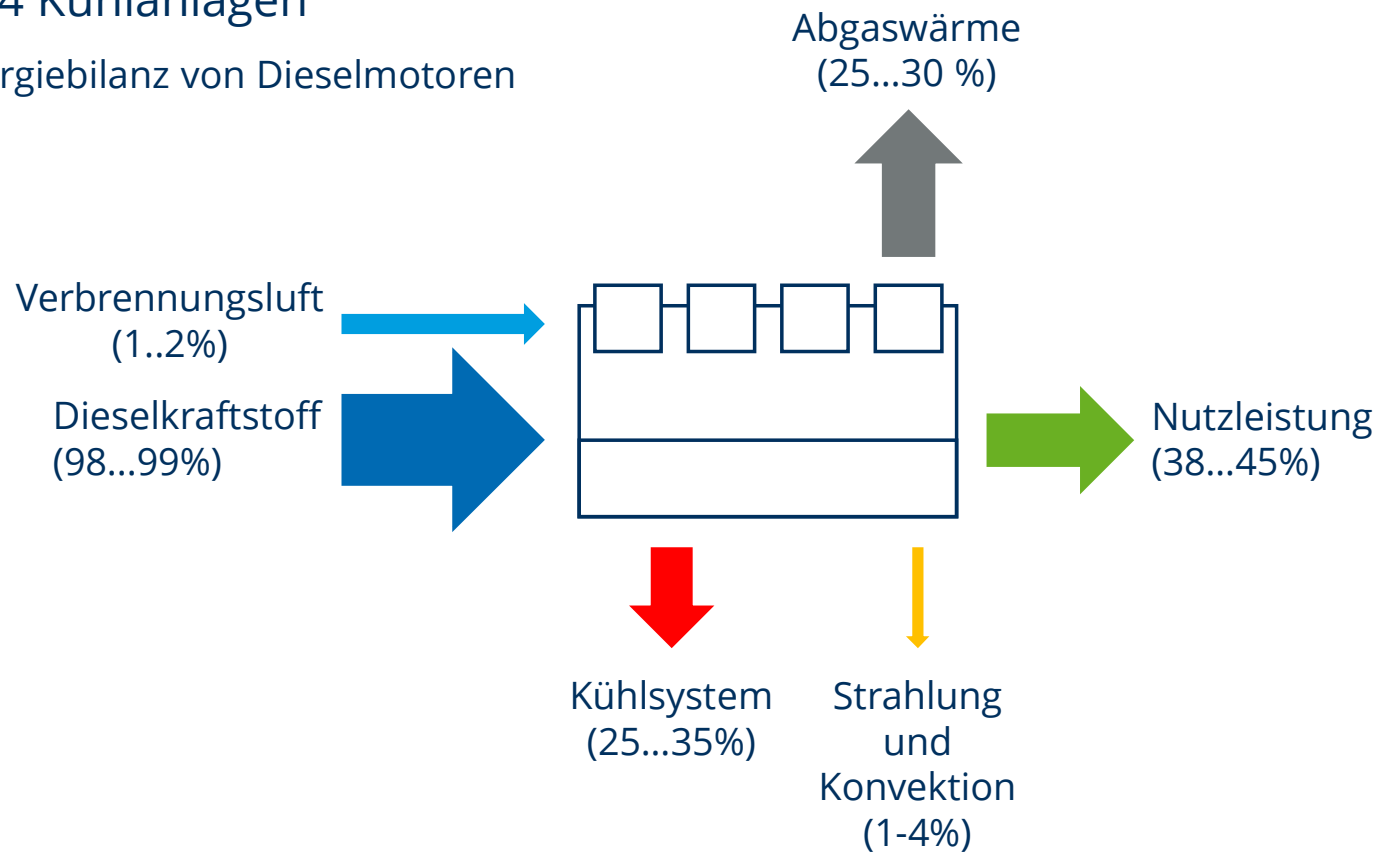


Abbildung: Martin Kache

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

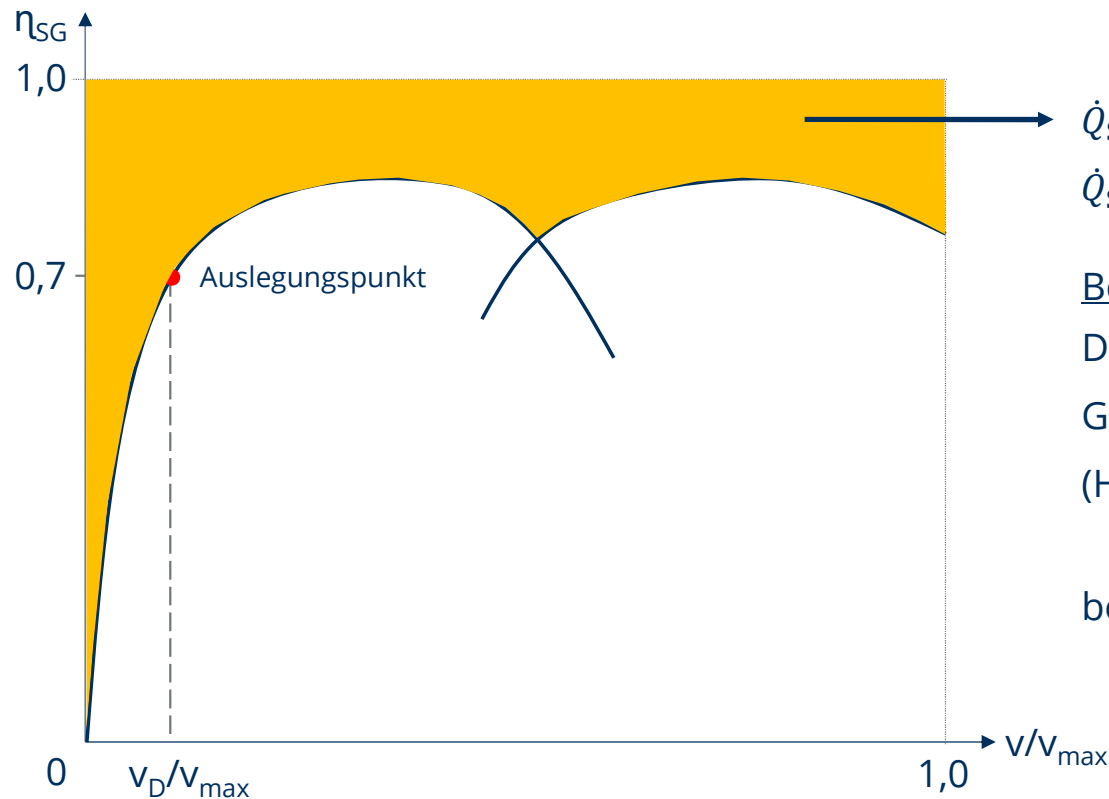
Energiebilanz von Dieselmotoren



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

### Energiebilanz von Strömungsgetrieben



$$\dot{Q}_{SG} = (1 - \eta_{SG}) \cdot P_{DM,T}$$

$$\dot{Q}_{SG} = 0,3 \cdot P_{DM,T}$$

Beispiel:

Dieselmotor mit  $P_{nenn} = 1500 \text{ kW}$

Getriebeeingangsleistung = 1400 kW

(Hilfsbetriebefaktor = 0,067)

bei  $\eta_{SG} = 0,7$ :  $\dot{Q} = 420 \text{ kW}$

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

Parameter und Randbedingungen bei der Auslegung von Kühlanlagen:

- abzuführende **Wärmeströme**
- zulässige/angestrebte **Ein- und Austrittstemperaturen** der Medien an definierten Punkten des Kühlkreislaufes (z.B. Dieselmotor-Eingang/Dieselmotor-Ausgang)
- umlaufende **Wasser- / Kühlmittelmenge**
- **Druckabfall** im Wasser-/Kühlmittelkreislauf (Strömungswiderstand)
- **Ladeluft-Volumenstrom**
- strömungstechnische Eigenschaften der Kühlelemente unter Berücksichtigung erhöhter Strömungswiderstände durch Verschmutzungen/Verstopfungen
- **maximale Außenlufttemperatur** und **geografische Einsatzhöhe** (Luftdichte!)
- Zusammensetzung des Kühlmittels
- max. **geometrische Abmessungen** der wichtigsten Baugruppen (z.B. Lüfter, Kühlelemente)
- zulässiger **Geräuschpegel**
- Drehzahlstellung der Lüfter (einstufig, mehrstufig, stufenlos?)
- **Werkstoff** der Kühlelemente (Aluminium? Kupfer?)

Überlegen Sie gemeinsam, welche Parameter und Randbedingungen bei der Auslegung von Kühlanlagen berücksichtigt werden müssen.

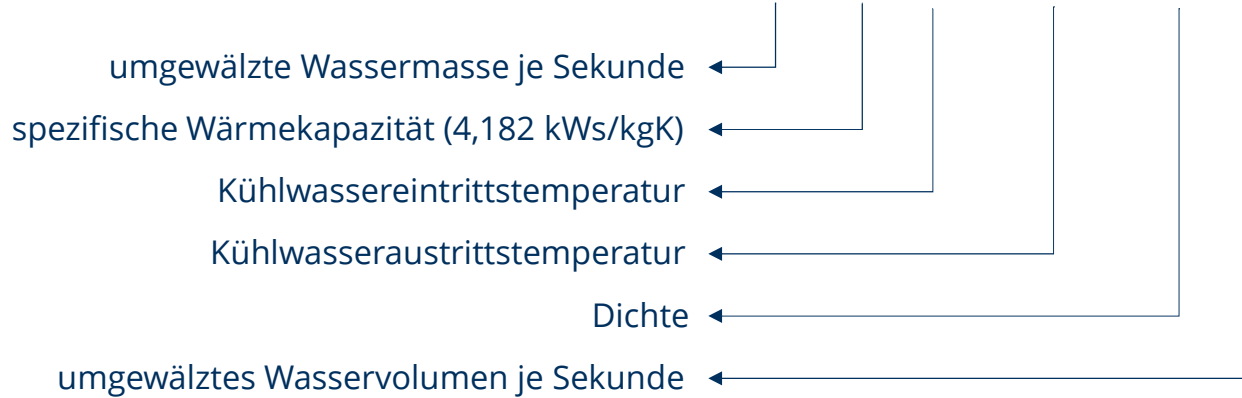
# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen - Grundgleichungen

**Gesamtwärmestrom:**  $\dot{Q}_{ges} = \dot{Q}_{DM,W} + \dot{Q}_{DM,O} + \dot{Q}_{DM,LL} + \dot{Q}_{SG}$

- Dieselmotor (Wasser)
- Dieselmotor (Öl)
- Dieselmotor (Ladeluft)
- Strömungsgetriebeöl

**von Kühlflüssigkeit aufzunehmende Wärme:**  $\dot{Q}_W = \dot{m}_W \cdot c_W \cdot (t_{WE} - t_{WA}) = \rho_W \cdot \dot{V}_W \cdot c_W \cdot (t_{WE} - t_{WA})$



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen - Grundgleichungen

von Kühlflüssigkeit aufzunehmender Wärmestrom:  $\dot{Q}_W = \dot{m}_W \cdot c_W \cdot (t_{WE} - t_{WA}) = \rho_W \cdot \dot{V}_W \cdot c_W \cdot (t_{WE} - t_{WA})$

durch den Kühler übertragbare Wärme:

$$\dot{Q}_K = A_K \cdot k \cdot \Delta t_m$$

Nenn-Oberfläche des Kühlers

Wärmedurchgangszahl des Kühlers

mittlere Temperaturdifferenz zwischen Kühlmittel und Kühlluft

$$\Delta t_m = \frac{(t_{WA} - t_{LE}) - (t_{WE} - t_{LA})}{\ln \frac{t_{WA} - t_{LE}}{t_{WE} - t_{LA}}}$$

$t_{LA}$  - Luftaustrittstemperatur

$t_{LE}$  - Lufteintrittstemperatur

$t_{WA}$  - Kühlwasseraustrittstemperatur

$t_{WE}$  - Kühlwassereintrittstemperatur

gültig für Wasser-Luft-Kühler mit Kreuzstrom-Anordnung

von der Kühlluft aufzunehmender Wärmestrom:

$$\dot{Q}_L = \dot{m}_L \cdot c_L \cdot (t_{LA} - t_{LE})$$

Kühlluft-Massenstrom

spezifische Wärmekapazität der Luft

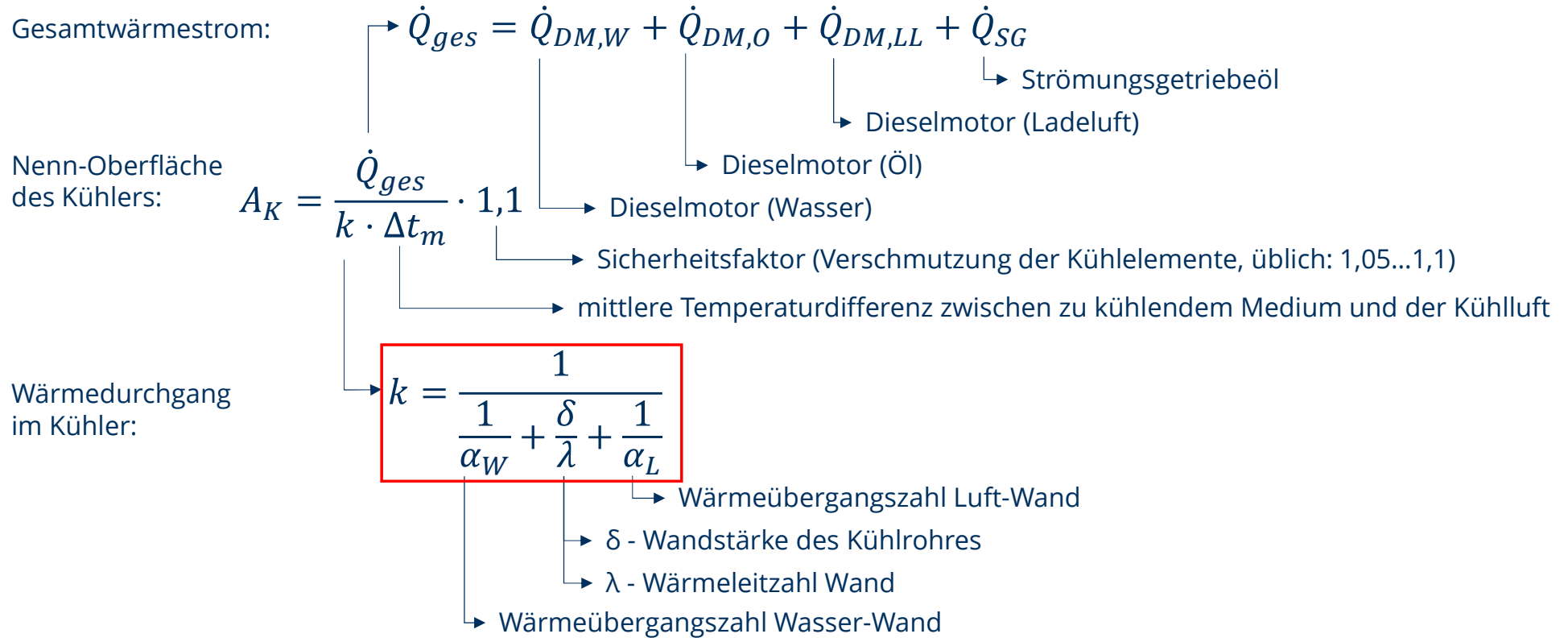
Temperaturdifferenz zwischen Kühlluft eintritt und -austritt

$$\dot{Q}_{ges} = \dot{Q}_W = \dot{Q}_K = \dot{Q}_L$$

stationärer Zustand

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen - Grundgleichungen



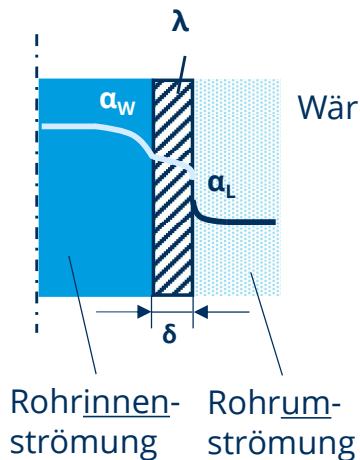
# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen - Wärmeübergang

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_W} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_L}}$$

$\frac{1}{\alpha_W}$  → Wärmeübergangszahl Wasser-Wand  
 $\frac{\delta}{\lambda}$  →  $\delta$  - Wandstärke des Kühlrohres  
 $\frac{1}{\alpha_L}$  → Wärmeübergangszahl Luft-Wand

$\lambda_{\text{Alu}}$  = 75...236 W/mK  
 $\lambda_{\text{Kupfer}}$  = 240...380 W/mK  
 $\lambda_{\text{Wasser}}$  = 0,5562 W/mK  
 $\lambda_{\text{Luft}}$  = 0,0262 W/mK



Wärmedurchgang =  
 Wärmeübergang Wasser-Wand  
 + Wärmeleitung Wand  
 + Wärmeübergang Wand-Luft

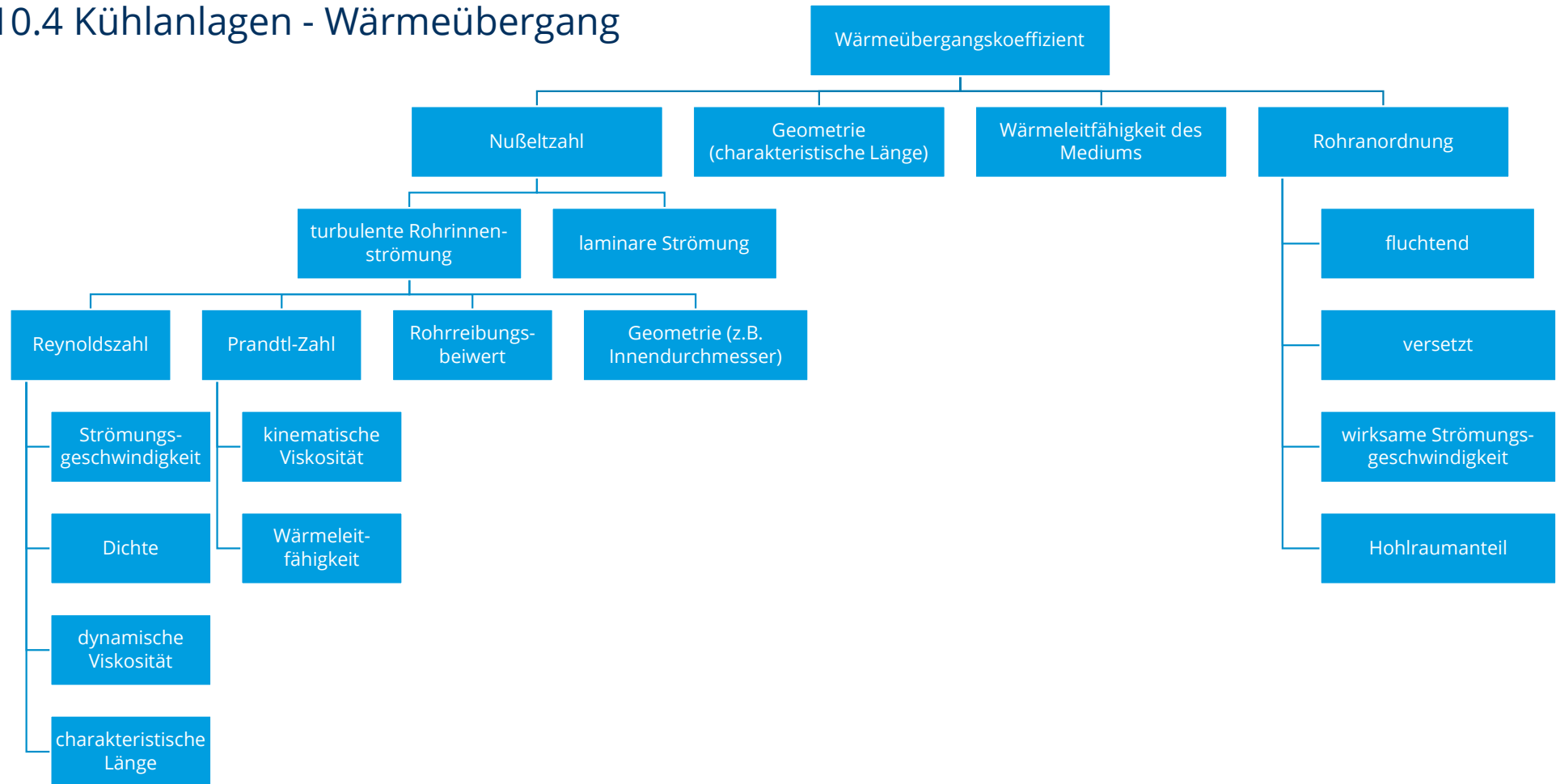
**Wärmeübergang** – komplexes physikalisches Phänomen

abhängig von:

- Stoffeigenschaften der beteiligten Medien
- Charakter der Strömung
- Temperaturdifferenz und Temperaturniveau
- Geometrie

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen - Wärmeübergang



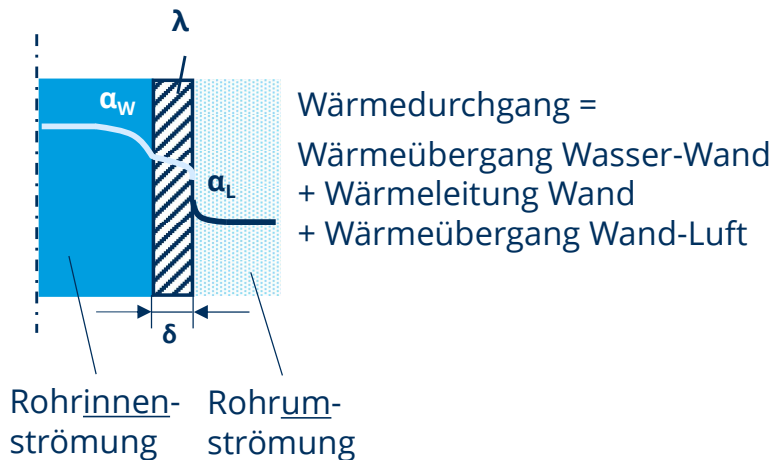
# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen - Wärmeübergang

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_W} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_L}}$$

$\frac{1}{\alpha_W}$  → Wärmeübergangszahl Wasser-Wand  
 $\frac{\delta}{\lambda}$  →  $\delta$  - Wandstärke des Kühlrohres  
 $\frac{1}{\alpha_L}$  → Wärmeübergangszahl Luft-Wand

$\lambda_{\text{Alu}}$  = 75...236 W/mK  
 $\lambda_{\text{Kupfer}}$  = 240...380 W/mK  
 $\lambda_{\text{Wasser}}$  = 0,5562 W/mK  
 $\lambda_{\text{Luft}}$  = 0,0262 W/mK

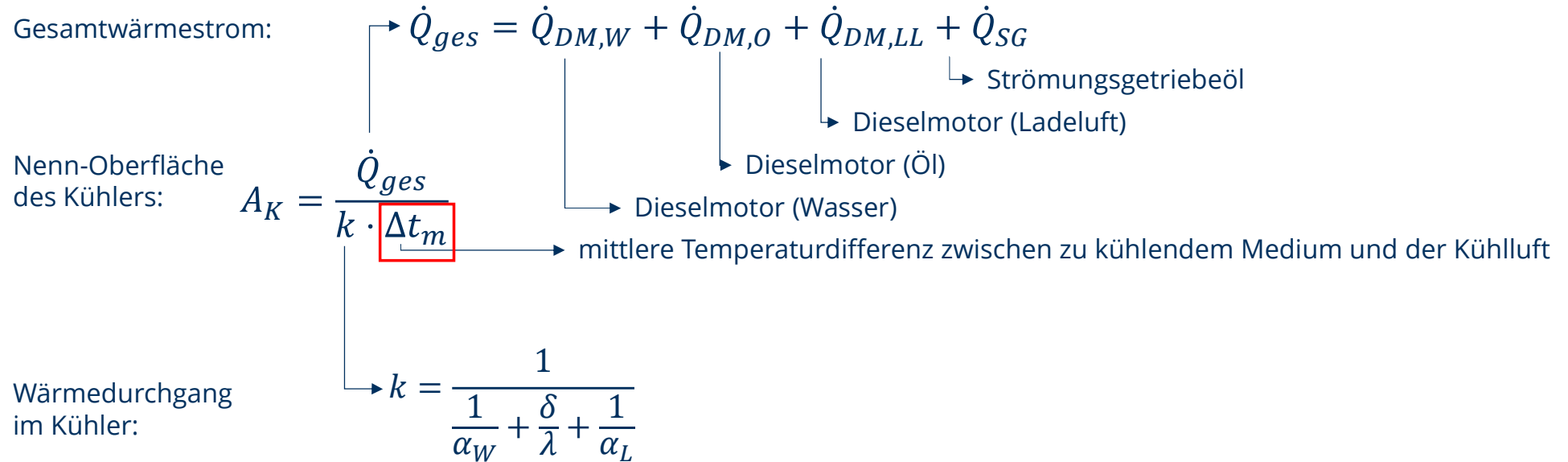


**Anhaltswerte** für Wärmedurchgangskoeffizienten k bei Wärmeübertragern:

- Rohrbündel Gas/Gas (Druck ca. 1 bar): 5...25 W/m<sup>2</sup>K
- Rohrbündel Gas/Gas (Druck > 200 bar): 150...500 W/m<sup>2</sup>K
- Rohrbündel Flüssigkeit/Gas (Druck ca. 1 bar): 15...70 W/m<sup>2</sup>K
- Rohrbündel Flüssigkeit/Gas (Druck > 200 bar): 200...400 W/m<sup>2</sup>K
- Rohrbündel Flüssigkeit/Flüssigkeit: 150...1200 W/m<sup>2</sup>K
- Plattenwärmeübertrager Gas/Flüssigkeit: 20...100 W/m<sup>2</sup>K
- Plattenwärmeübertrager Flüssigkeit/Flüssigkeit: 1200...4500 W/m<sup>2</sup>K
- **Luftgekühlte Wärmeübertrager Luft/Gas: 10...35 W/m<sup>2</sup>K**
- **Luftgekühlte Wärmeübertrager Luft/Flüssigkeit: 20...60 W/m<sup>2</sup>K**

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen - Grundgleichungen



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen - Temperaturen

Auslegungstemperatur (kühlluftseitig):	maximale Außentemperatur	⇒ Richtwerte:	
		ozeanisches Klima:	30 °C
		(Unterflurkühlanlage:	40 °C)
		Kontinentalklima:	40 °C
		tropisches Klima:	45 °C
Temperaturniveau des Kühlwassers/Kühlmittels:	offener Kreislauf:	80...92 °C	
	geschlossener Kreislauf:	90...105 °C	
	bei Dieselmotorstart:	40...45 °C	
Temperaturniveau des Hydrauliköls:	Traktion:	90...105 °C	
	Bremsen (Retarder):	90...125 °C	
Temperaturniveau des Schmieröls:	je nach Sorte:	80...95 °C	
<u>typische Eintrittstemperaturdifferenzen:</u>			
Dieseltreibfahrzeuge:	20...65 K		
elektrische Triebfahrzeuge (Trafo):	40...80 K		
elektrische Triebfahrzeuge (Umrichter):	15...20 K		

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

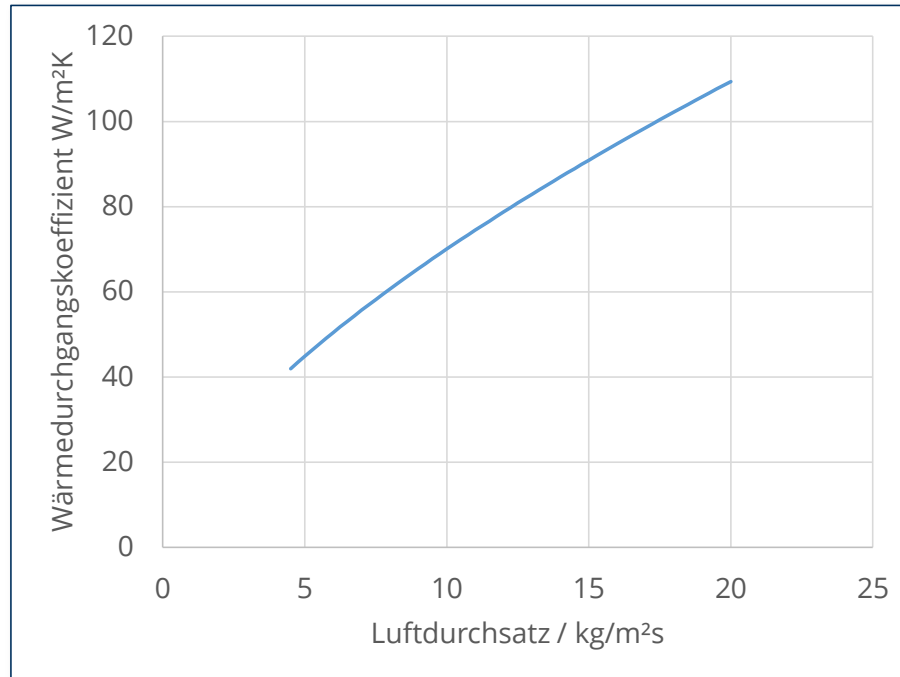
## 10.4 Kühlanlagen – Beispiel BR 232

2  
Seitenwandkühler

je 30  
Kühlelemente

je 68 Kühlrohre

**8 Reihen**  
(4 x 9 Rohre + 4 x 8 Rohre)



3 Dachlüfter mit zusammen  
111 kW @ 2000  $min^{-1}$



Kühlfläche der gesamten Anlage:  
885  $m^2$

Stirnfläche der gesamten Anlage:  
7,76  $m^2$

Masse der gesamten Anlage:  
4800 kg

Volumen der gesamten Anlage:  
13,46  $m^3$

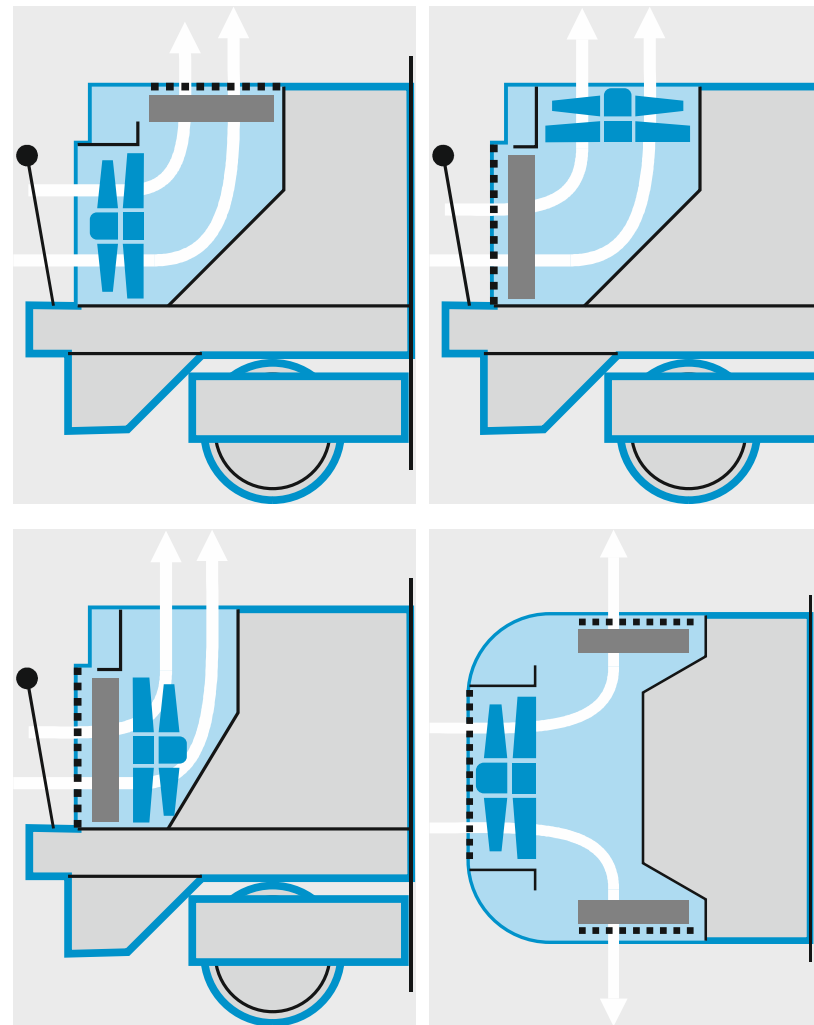
Quelle: Kuzmitsch/Krawez/Dannehl: „Ein Beitrag zur Erhöhung der Effektivität der Kühlanlage der Diesellokomotiv-Baureihe 132 der DR“, in: Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Verkehrswesen „Friedrich List“, Heft 5/1990, S. 935 ff.

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen - Kühlerbauarten

### Stirnkühler

- Ausnutzung der Fahrzeuganströmung bei Vorwärtsfahrt
- unterschiedliche Anströmbedingungen bei Vorwärts- und Rückwärtsfahrt
- kleine Anströmflächen an der Fahrzeug-Stirnwand
- nur für Triebfahrzeuge mit kleiner Leistung geeignet
- bei Triebwagen nicht mehr angewandt



Fotos: Martin Kache

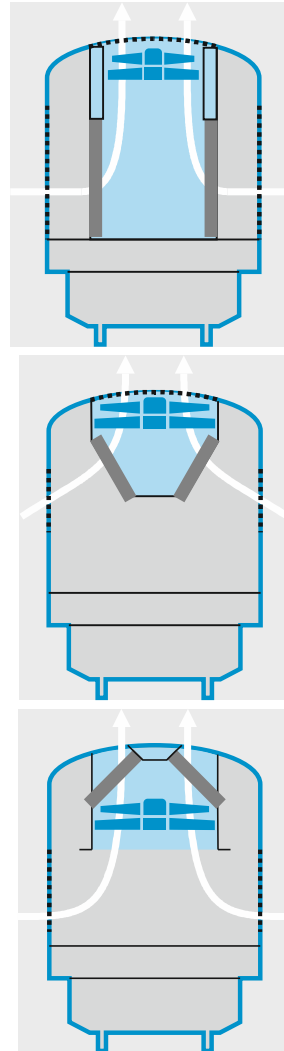


# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen - Kühlerbauarten

### Seitenwandkühler

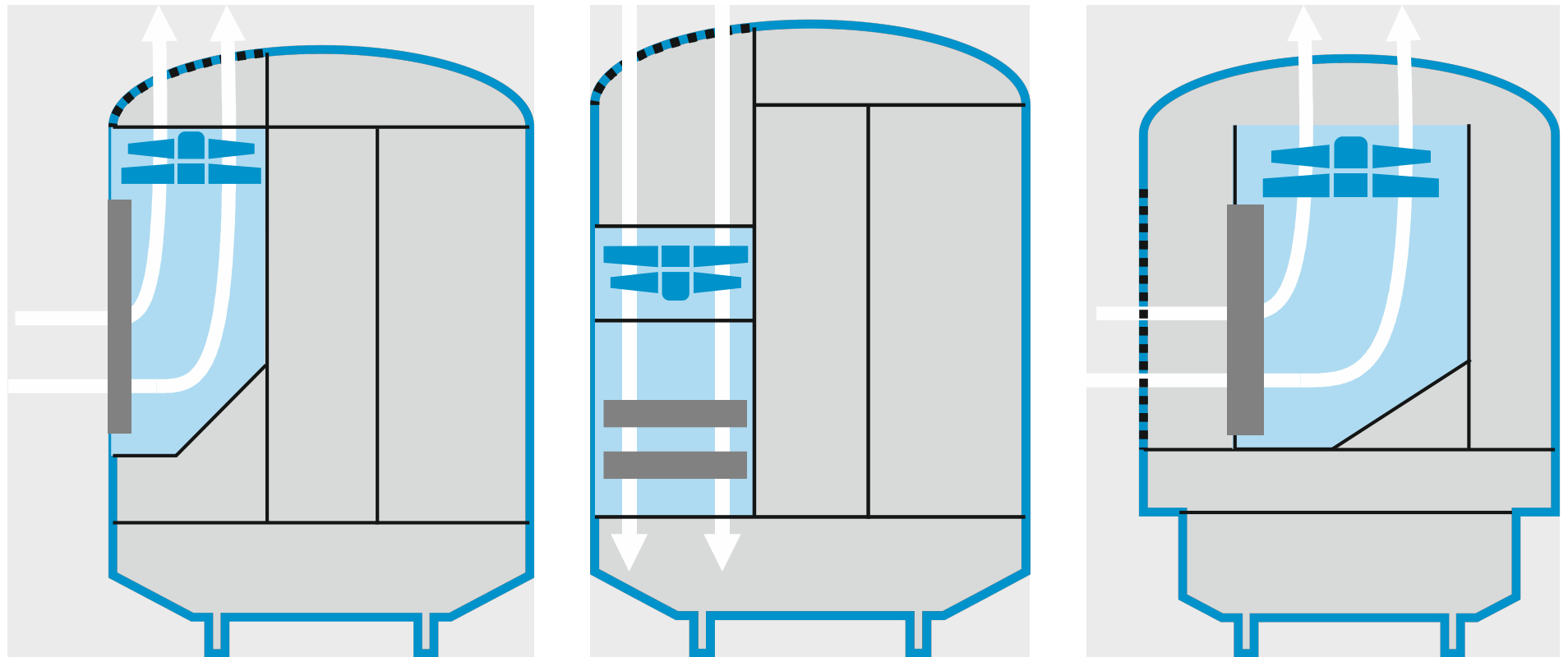
- Luftzufuhr unabhängig von Fahrtrichtung
- geeignet für hohe Geschwindigkeiten
- hoher Luftdurchsatz möglich
- geeignet für hohe Leistungen
- geringe Verschmutzungsneigung
- häufigste Bauart



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen - Kühlerbauarten

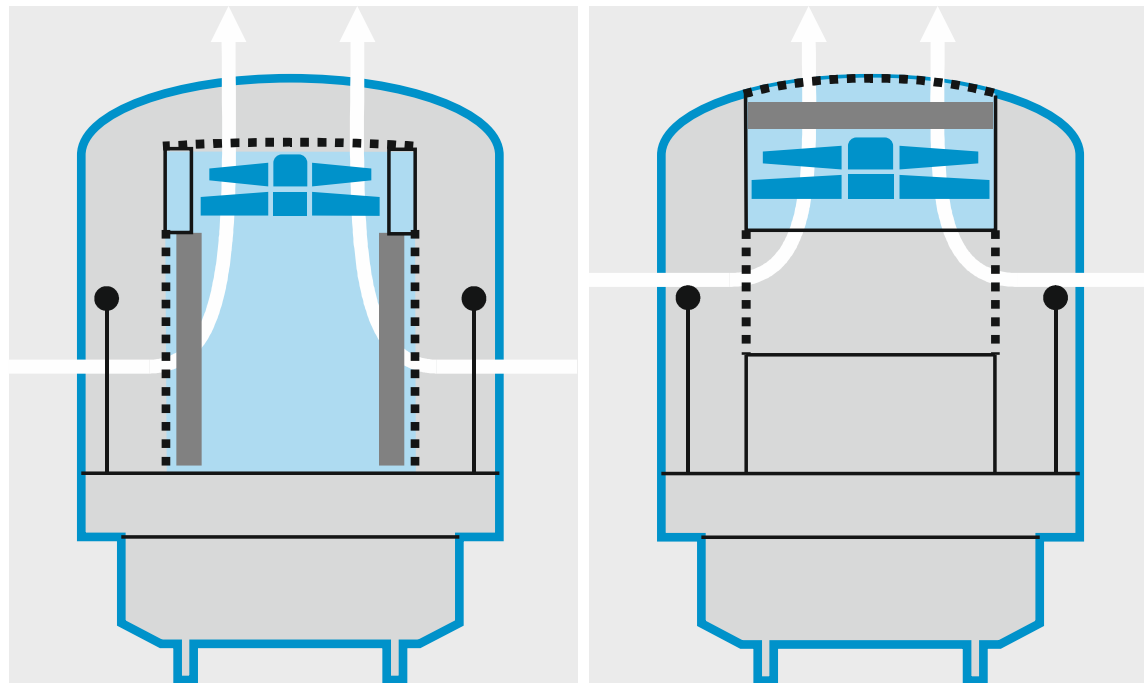
### Seitenwandkühler - weitere Varianten



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen - Kühlerbauarten

### Seitenwandkühler im Vorbau



Fotos: Martin Kache

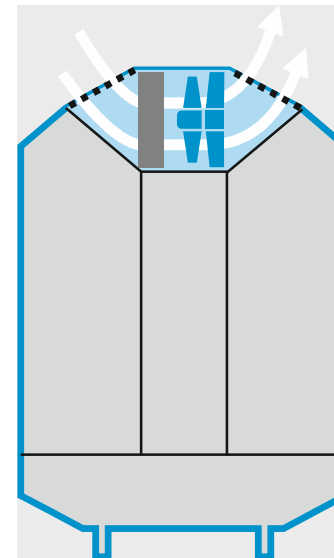
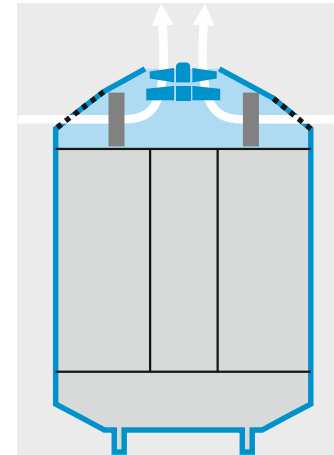


# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen - Kühlerbauarten

### Dachkühler

- geringe Verschmutzungsneigung
- geringe Aufheizung der Kühlluft
- u.U. aufwendige Verrohrung

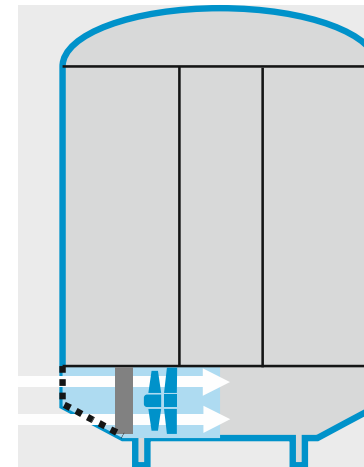


# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

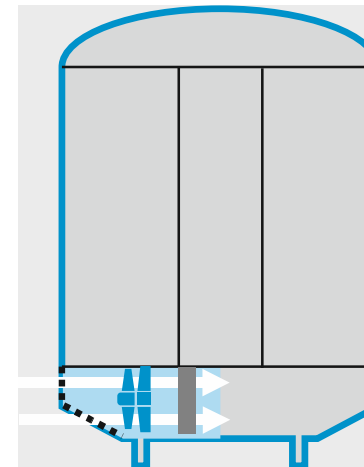
## 10.4 Kühlanlagen - Kühlerbauarten

### Unterflurkühler / PowerPack-Kühlanlage

- hohe Verschmutzungsneigung
- Aufheizung der Kühlluft
- einfache Verrohrung (nah am Dieselmotor)



Unterflurkühlanlage mit ziehenden Lüftern



Unterflurkühlanlage mit drückenden Lüftern



# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

### Beispiel: BR 642



### Gruppenarbeit

Betrachten Sie das Schema für den Kühlkreislauf der BR 642 und beantworten Sie die nachfolgend aufgeführten Fragen:

1. Welche Nenn-Wärmeströme werden in der Zeichnung angegeben?
2. Wieso werden im Motorwasser-Kühler „nur“ 160 kW abgeführt?
3. Wie hoch ist die maximale Kühlwasser-Temperatur und ab wann wird durch die Leittechnik eine Warnmeldung ausgegeben?
4. Ab welcher Kühlwassertemperatur wird der Motorwasser-Kühler überhaupt erst mit in den Kreislauf einbezogen? Warum gibt es überhaupt eine untere Grenze?
5. Wie viele Kühlerlüfter sind in der Anlage verbaut und wie werden sie angetrieben?
6. Welche Kühlwassermenge wird pro Stunde umgewälzt?
7. Für welchen Kühlluft-Temperaturbereich ist die Anlage ausgelegt?
8. Schätzen Sie den Leistungsbedarf der Kühlwasserpumpe ab. Wie wird die Pumpe angetrieben?
9. Wofür wird das Kühlwasser im Fahrzeug noch benutzt?
10. Wie hoch ist die Nenntemperatur des Dieselmotorabgases?

# 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

## 10.4 Kühlanlagen

Beispiel: BR 642 - Einkreis-Kühlanlage mit Luft-Ladeluftkühlung

Foto: Martin Kache

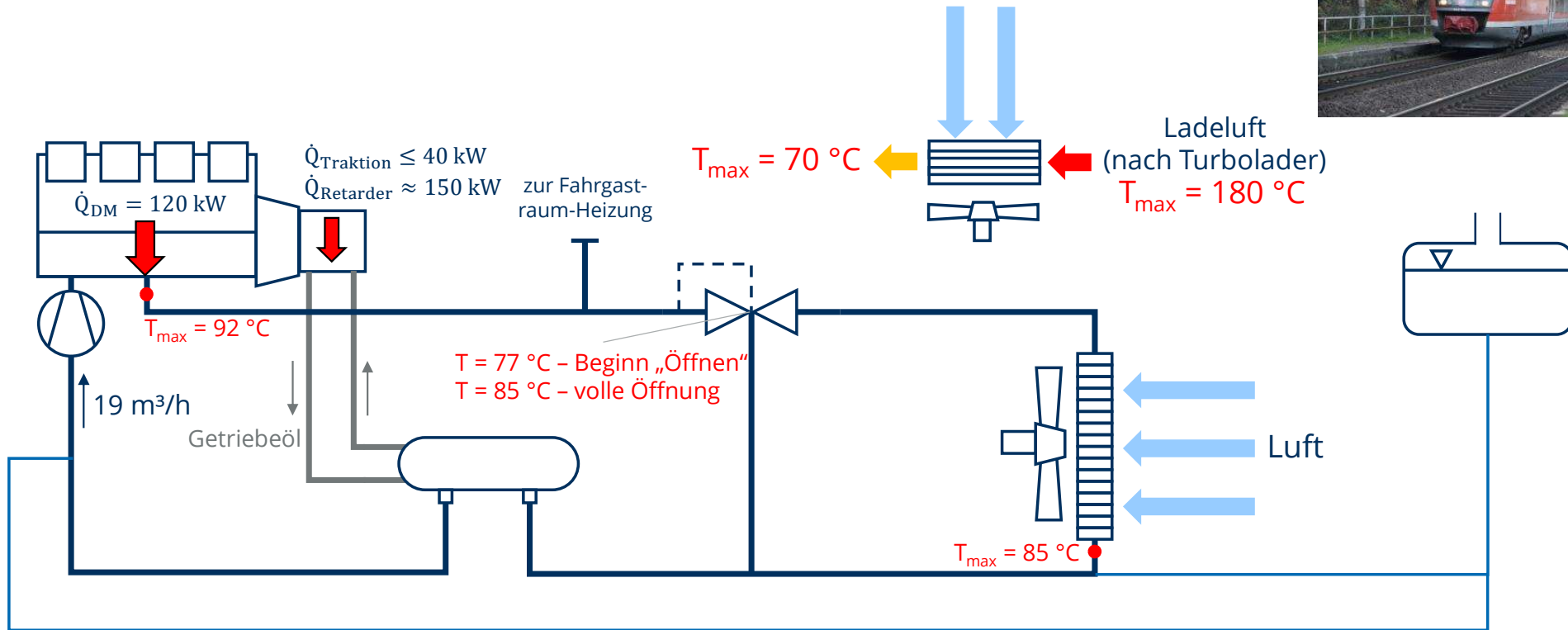


Foto: Martin Kache



## 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

### 10.4 Kühlanlagen

#### Beispiel: BR 642

1. Welche Nenn-Wärmeströme werden in der Zeichnung angegeben?

Dieselmotor: 120 kW, Getriebe: 40 kW (Traktion) bzw. 150 kW (Retarder), Ladeluft: 56 kW

2. Wieso werden im Motorwasser-Kühler „nur“ 160 kW abgeführt?

Wärmeströme von Motor und Getriebe (Traktion) = 160 kW, Ladeluftkühlung separat über Luft-Luft-Kühler, Gleichzeitigkeit von Motorvollast und Retarderbetrieb ausgeschlossen

3. Wie hoch ist die maximale Kühlwasser-Temperatur und ab wann wird durch die Leittechnik eine Warnmeldung ausgegeben?

max. 92 °C, Warnung ab 94 °C (Motorstopp bei 99°C)

4. Ab welcher Kühlwassertemperatur wird der Motorwasser-Kühler überhaupt erst mit in den Kreislauf einbezogen? Warum gibt es überhaupt eine untere Grenze?

ab 77 °C, Kühlwassertemperatur soll konstant auf über 77 °C gehalten werden (Wärmespannungen im Motor vermeiden, Reibung im Motor minimieren)

Foto: Martin Kache



## 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

### 10.4 Kühlanlagen

#### Beispiel: BR 642

5. Wie viele Kühlerlüfter sind in der Anlage verbaut und wie werden sie angetrieben?

2 Stück (je einer für Motorwasser- und Ladeluftkühler), hydrostatisch angetrieben

6. Welche Kühlwassermenge wird pro Stunde umgewälzt?

max.  $19 \text{ m}^3/\text{h} = 316,7 \text{ L}/\text{min} = 5,28 \text{ L}/\text{s}$

7. Für welchen Kühlluft-Temperaturbereich ist die Anlage ausgelegt?

max.  $50 \text{ }^\circ\text{C}$

8. Schätzen Sie den Leistungsbedarf der Kühlwasserpumpe ab. Wie wird die Pumpe angetrieben?

Volumenstrom =  $19 \text{ m}^3/\text{h}$ , Druckabfall mindestens  $0,7 \text{ bar}$  –  $P = \dot{V} \cdot \Delta p = 19 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 0,7 \text{ bar} = 370 \text{ W}$

Pumpen direkt (mechanisch) vom Dieselmotor angetrieben

Foto: Martin Kache

## 10. Hilfs- und Nebenbetriebe

### 10.4 Kühlanlagen

#### Beispiel: BR 642

9. Wofür wird das Kühlwasser im Fahrzeug noch benutzt?

Fahrzeugheizung, Motorvorwärmung bei Leerlauf im Winter

10. Wie hoch ist die Nenntemperatur des Dieselmotorabgases?

530 °C

