

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 78 (1960)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Eine praktische Methode zur Erfassung der lastverteilenden Wirkung von Querrippen  
**Autor:** Schneider, Jörg  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-64827>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Eine praktische Methode zur Erfassung der lastverteilenden Wirkung von Querrippen

Von **Jörg Schneider**, dipl. Ing., Assistent für Baustatik, Hoch- und Tiefbau an der ETH, Zürich

DK 624.025.432.4

## A) Einleitung

Im Hochbau werden die Decken aus bekannten Gründen oft als Plattenbalken- oder sog. Rippendecken ausgeführt. Für gleichmässig verteilte Lasten bringt dies keine Probleme mit sich. Ist eine der Rippen stärker belastet als die anderen, zum Beispiel durch Wand- oder Dachlasten, so begnügt man sich im allgemeinen damit, trotz der meist vorhandenen Querrippe die ganze Last nur diesem einen Träger zuzuweisen und ihn entsprechend stark zu armieren. Diese Methode ist brauchbar, solange in dieser stärker belasteten Rippe die zulässigen Spannungen nicht überschritten werden. Ist dies jedoch der Fall, so muss man — will man nicht die lastverteilende Wirkung der Querrippe ausnützen, was der dann nötigen Berechnungen wegen meist unterbleibt — diese eine, stärker belastete Rippe durch einen massiven Streifen ersetzen oder die Nutzhöhe der Rippe vergrössern.

Es wird nun im folgenden eine Methode gezeigt, die mit sehr geringem Arbeitsaufwand die lastverteilende Wirkung der Querrippe zu erfassen erlaubt und so die oben erwähnten Massnahmen erübrigt.

## B) Berechnungsgrundlagen

### 1. Voraussetzungen:

Die Querrippe sei unendlich lang — im allgemeinen genügend genau erfüllt, da der Einfluss, von der stärker belasteten Rippe ausgehend, sehr schnell abklingt.

Alle Rippen haben gleiche Steifigkeit  $J/l^3$  — in den meisten Fällen exakt erfüllt.

Alle Rippen haben gleichen Abstand voneinander.

Die Torsionssteifigkeit der Rippen werde vernachlässigt — eine Voraussetzung, die im Hochbau üblich ist.

Es existiere nur eine Querrippe — sind mehrere vorhanden, so lässt sich doch wenigstens der Einfluss einer auf die Lastverteilung verfolgen, was immer noch besser ist als die übliche Praxis.

Es sei nur eine Rippe belastet — die gleichmässig verteilte Belastung beansprucht die Querrippe nicht, bleibt also hier sowieso ausser Betracht.

### 2. Rechengang

Unter den oben gemachten Voraussetzungen haben wir es bei der Querrippe mit einem unendlich langen, elastisch gestützten Balken zu tun, bei welchem alle Stützen gleich nachgiebig sind und gleichen Abstand voneinander haben. Dieses System ist bekannt. Auf die Berechnung soll hier

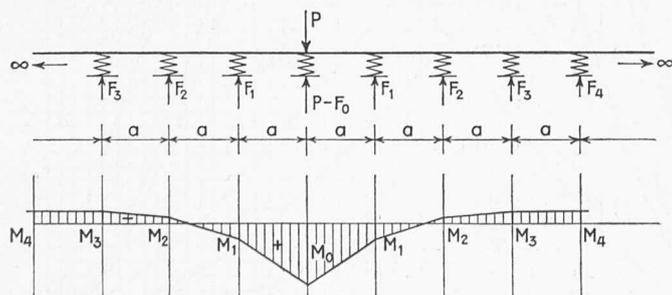
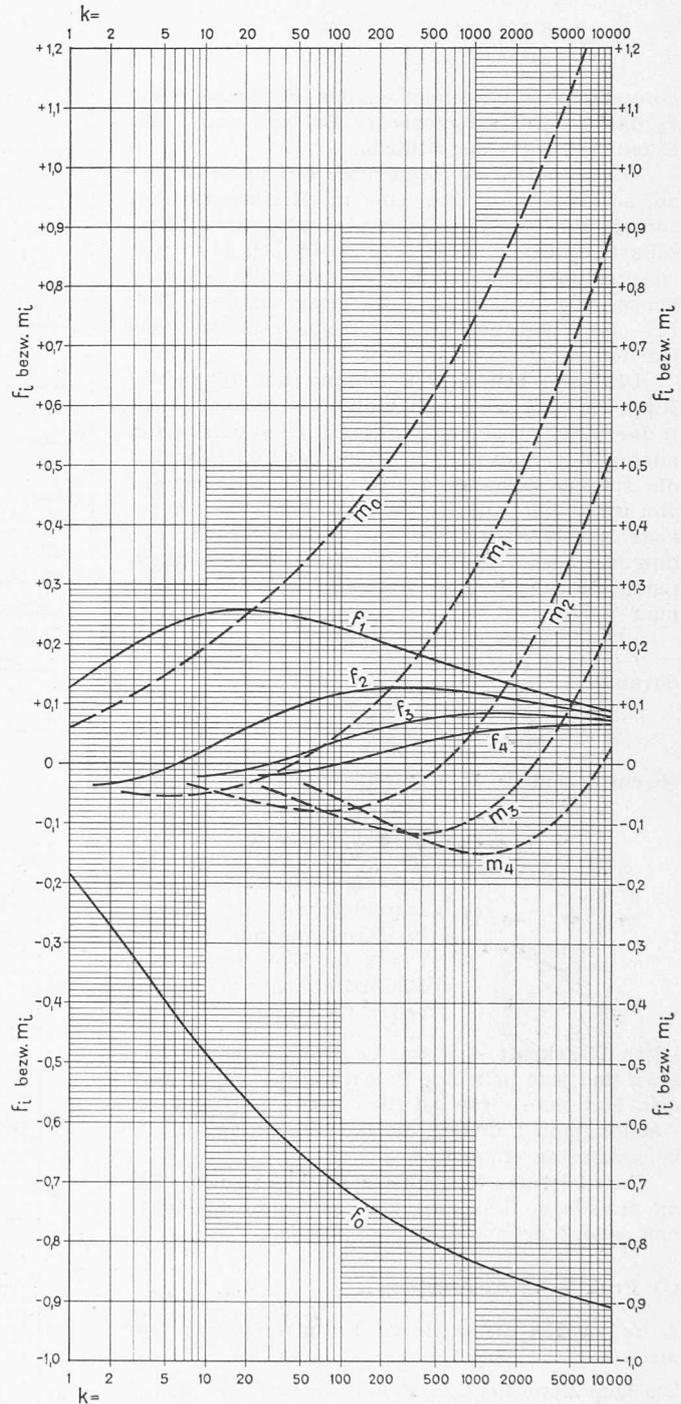


Bild 1. Auflagerdrücke und Biegemomente. Es bedeuten:

$$\begin{aligned}
 M_0 &= m_0 P a & F_0 &= f_0 P \\
 M_1 &= m_1 P a & F_1 &= f_1 P \\
 M_2 &= m_2 P a \quad \text{usw.} & F_2 &= f_2 P \quad \text{usw.} \\
 \sum_{i=1}^{\infty} F_i &= F_0 = f_0 P
 \end{aligned}$$



Steifigkeitsverhältnis k:

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{l^3 \cdot J_Q}{\sigma^3 \cdot J_R} & k &= 0,438 \cdot \frac{l^3 \cdot J_Q}{\sigma^3 \cdot J_R} \\
 k &= 16 \cdot \frac{l^3 \cdot J_Q}{\sigma^3 \cdot J_R} & k &= 0,250 \cdot \frac{l^3 \cdot J_Q}{\sigma^3 \cdot J_R}
 \end{aligned}$$

Bild 2. Diagramm der Verteilungsbeiwerte. — a = Rippenabstand,  $J_Q$  = Trägheitsmoment der Querrippe,  $J_R$  = Trägheitsmoment der Rippe, l = Spannweite der Rippen

nicht näher eingegangen werden (siehe z. B. Prof. Dr. W. Ritter, Anwendungen der graphischen Statik, 3. Teil).

Wirkt auf diesen Träger über einer Stütze die Last  $P$ , so entstehen die Auflagerdrücke und Biegemomente gemäss Bild 1.  $P$  wird also aufgeteilt in zwei Teile; der eine,  $F_0 = f_0 P$ , wandert im Balken auf die Nachbarstützen ab, der andere,  $P - F_0 = (1 - f_0) P$ , geht als Auflagerkraft in die Stütze unter der Last. Die Werte  $m_i$  und  $f_i$  hängen von

$$\varepsilon = \frac{E J_Q}{a^3} \delta$$

ab und können berechnet werden. Hierin bedeuten  $J_Q$  das Trägheitsmoment des Balkens und  $\delta$  das Elastizitätsmass der Stützen.

Wendet man die Ergebnisse auf unseren Fall an, so sieht man, dass eine im Kreuzungspunkt zwischen Rippe und Querrippe aufgestellte Einzellast  $P$  aufgeteilt wird in einen Teil  $F_0 = f_0 P$ , welcher die Nachbarträger belastet, die belastete Rippe also entlastet, und einen anderen Teil  $(1 - f_0) P$ , welcher von der Rippe getragen werden muss.

Um eine beliebige Belastung der fraglichen Rippe zu erfassen, stellt man eine gedachte Last  $B$  über dem Kreuzungspunkt auf. Diese wird dann analog obigem aufgeteilt, wobei der Teil  $F_0 = f_0 B$  die stärker belastete Rippe im Kreuzungspunkt von unten her entlastet. Die Anteile  $F_i = f_i B$  belasten die Nachbarträger zusätzlich. Aus der Bedingung, dass Rippe und Querrippe im Kreuzungspunkt die gleiche Durchbiegung erleiden, erhält man

$$\delta_0 - f_0 B \delta_1 = (1 - f_0) B \delta_1$$

daraus

$$B = \frac{\delta_0}{\delta_1}$$

Hierin bedeuten:  $\delta_0$  = Durchbiegung der stärker belasteten Rippe im Kreuzungspunkt zwischen Rippe und Querrippe unter der beliebigen Last,

$\delta_1$  = Durchbiegung der Rippe im Kreuzungspunkt unter  $P = 1$  im Kreuzungspunkt = Elastizitätsmass der elastischen Stützung.

Diese Hilfskraft  $B$  kann für jedes beliebige System und jede beliebige Belastung berechnet werden. Hat man diese, so findet man mit den von  $\varepsilon$  abhängigen  $f_i$  und  $m_i$  die Lastverteilung auf die benachbarten Rippen.

Damit ist das theoretische Problem gelöst; für die praktische Rechnung lässt sich die Angelegenheit jedoch noch weiter vereinfachen.

### C) Praktische Auswertung

1. Es werden die weiteren Voraussetzungen gemacht:

Die Querrippe liege in Feldmitte bzw. am Kragarmende — diese Bedingung muss nicht streng erfüllt sein; Vergleichsrechnungen zeigen, dass bei Lage der Querrippe bei  $0,4 \cdot l$  eines einfachen Balkens die unter obiger Voraussetzung gewonnene Lastverteilung um weniger als 5% von den «exakten» Werten abweicht.

Das Trägheitsmoment der Rippen sei konstant. Die Rippen seien frei aufgelagerte, einseitig oder beidseitig eingespannte Einfeldbalken — mit diesen Grenzfällen lässt sich die Lastverteilung auch in allen anderen Fällen abschätzen.

## 2. Auswertung in Tabellen und Diagrammen

a) Verteilungsbeiwerte (Bild 2)

Für einen einfachen Balken auf zwei Stützen wird

$$\varepsilon = \frac{l^3 J_Q}{48 a^3 J_R} \quad \text{mit } J_R = \text{Trägheitsmoment der Rippen} \\ l = \text{Spannweite der Rippen}$$

Für häufige Rechnungen wird definiert und weiter verwendet:

$$k = 48 \varepsilon = \frac{l^3 J_Q}{a^3 J_R}$$

Belastungsbild	Lastwert	Lastbeiwerte			
	$B = k_b \cdot p \cdot l$	$k_b = 0,625$	$k_b = 0,572$	$k_b = 0,500$	$k_b = 0,375$
	$B = k_b \cdot p \cdot a$	$k_b$ siehe Diagramm der Lastbeiwerte			
	$B = k_b \cdot p \cdot b$	$k_b$ siehe Diagramm der Lastbeiwerte			
	$B = k_b \cdot P$	$k_b = 1,000$	$k_b = 1,000$	$k_b = 1,000$	$k_b = 1,000$
	$B = k_b \cdot P$	$k_b$ siehe Diagramm der Lastbeiwerte			
	$B = k_b \cdot \frac{P \cdot l}{2}$	$k_b = 0,625$	$k_b = 0,514$	$k_b = 0,500$	$k_b = 0,200$
	$B = k_b \cdot \frac{P \cdot l}{2}$	$k_b = 0,625$	$k_b = 0,629$	$k_b = 0,500$	$k_b = 0,550$
	$B = k_b \cdot \frac{P \cdot l}{4}$	$k_b = 0,450$	$k_b = 0,499$	$k_b = 0,300$	—
	$B = k_b \cdot \frac{P \cdot l}{4}$	$k_b = 0,800$	$k_b = 0,856$	$k_b = 0,700$	—
	$B = k_b \cdot \frac{P \cdot l}{4}$	$k_b = 0,800$	$k_b = 0,656$	$k_b = 0,700$	—
	$B = k_b \cdot \frac{P \cdot l}{4}$	$k_b = 0,450$	$k_b = 0,274$	$k_b = 0,300$	—
	$B = k_b \cdot \frac{M}{l}$	$k_b = 3,000$	$k_b = 3,429$	—	—

Bild 3. Tabelle der Lastbeiwerte

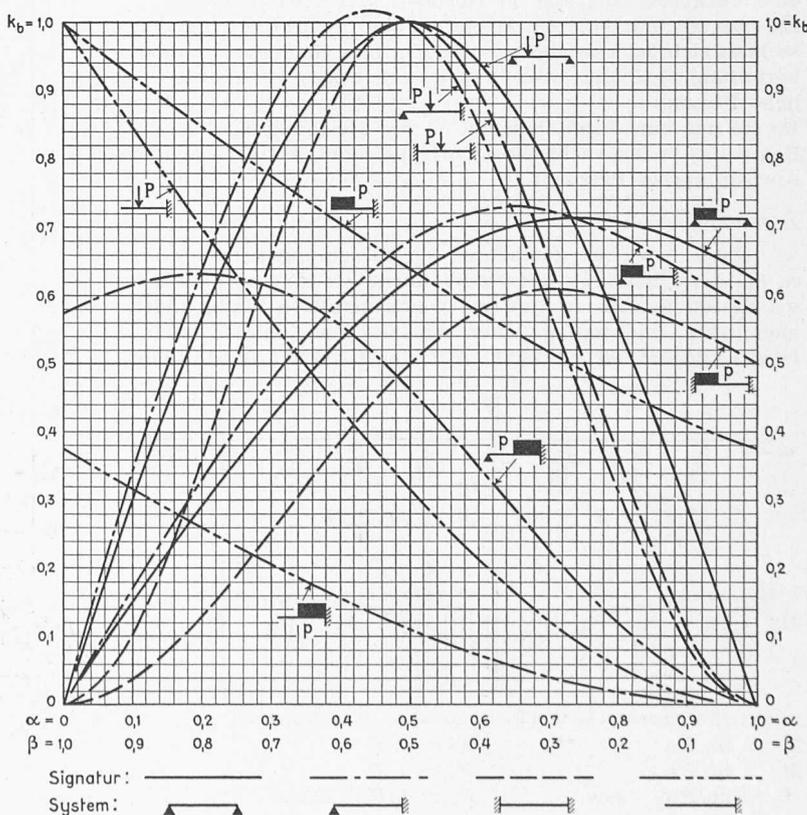


Bild 4. Diagramm der Lastbeiwerte

Für die anderen Lagerungsarten ergibt sich dann ohne weiteres:

Kragarm:  $k = 16 \frac{l^3 J_Q}{a^3 J_R}$

Einseitig eingespannter Träger:  $k = 0,438 \frac{l^3 J_Q}{a^3 J_R}$

Beidseitig eingespannter Träger:  $k = 0,250 \frac{l^3 J_Q}{a^3 J_R}$

Der Verlauf der  $f_i$  und  $m_i$  in Funktion von  $k$  wurde im Diagramm Bild 2 festgehalten. Man findet zu jedem berechneten Wert  $k$  die zugehörigen  $f_i$  und  $m_i$ .

b) Lastbeiwerte (Bild 3)

Die gedachte Kraft  $B$  wurde für verschiedene Systeme und Belastungsfälle berechnet. Eine Zusammenstellung dieser Werte gibt Bild 3.

Die  $B_i$  können superponiert werden, womit sich praktisch alle Lastkombinationen erfassen lassen.

D) Beispiel

Der Rechnungsgang soll an einem Beispiel gezeigt werden. System: Rippendecke  $l = 5,00$  m als einfacher Balken, Querrippe in Mitte Feld; Axabstand der Rippen  $0,625$  m;  $J_R = 2,64 \text{ dm}^4$ ;  $J_Q = 1,04 \text{ dm}^4$ .

Steifigkeitsverhältnis:  $k = \frac{5,00^3 \cdot 1,04}{0,625^3 \cdot 2,64} = 200$

Daraus folgt aus dem Diagramm Bild 2:

$f_0 = -0,754$        $m_0 = +0,488$   
 $f_1 = +0,204$        $m_1 = +0,110$   
 $f_2 = +0,127$        $m_2 = -0,062$   
 $f_3 = +0,060$        $m_3 = -0,110$   
 $f_4 = +0,018$        $m_4 = -0,095$

Belastung (Bild 5):

Für alle Rippen:  $g + p = 0,325 \text{ t/m}$   
 Für eine Rippe:  $P = 2,500 \text{ t}$  aus Dach  
 $w = 0,500 \text{ t/m}$  Wandlast

Für die Zusatzlasten ergibt sich mit  $\alpha = 3,00/5,00 = 0,60$  und mit Bild 3 und 4

$B = 0,500 \cdot 3,00 \cdot 0,685 + 2,500 \cdot 0,940 = 1,028 + 2,350 = 3,378 \text{ t}$

Damit wird:

$F_0 = f_0 B = -0,754 \cdot 3,378 = -2,545 \text{ t}$  als Entlastung der Rippe  
 $F_1 = f_1 B = +0,204 \cdot 3,378 = +0,689 \text{ t}$  als zusätzliche Belastung für den ersten Nachbarträger  
 $F_2 = f_2 B$  analog      den ersten Nachbarträger

Die Momentenflächen sind ersichtlich aus Bild 6.

Adresse des Verfassers: J. Schneider, Wilstr. 88, Dübendorf ZH

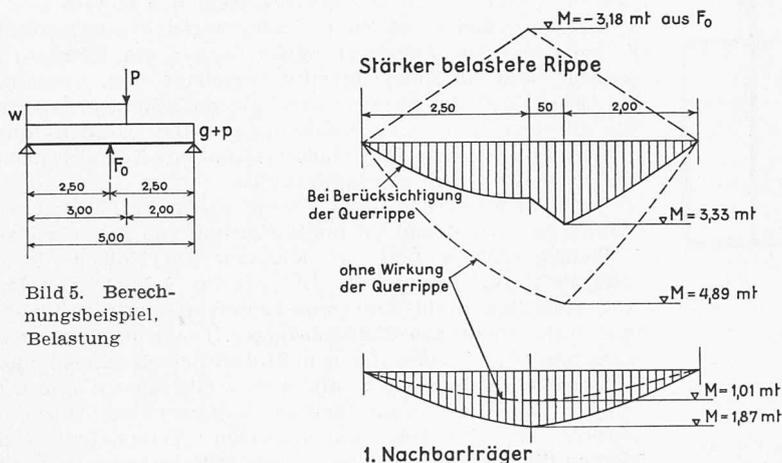


Bild 5. Berechnungsbeispiel, Belastung

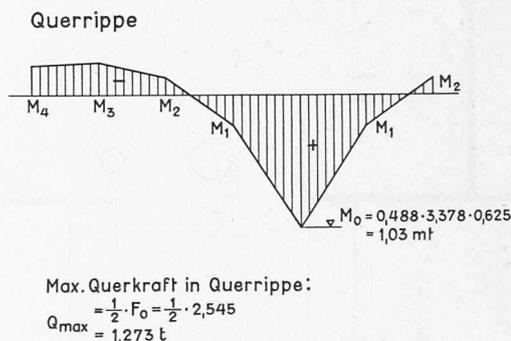


Bild 6. Berechnungsbeispiel, Momentenflächen

## Dieselelektrische Lokomotiven von 2100 PS für die Rumänischen Staatsbahnen

Fortsetzung von Seite 52

DK 625.28—833.6

### Thermischer Teil

#### Dieselmotor

Als Antriebsquelle dient ein Zwölfzylinder-Zweireihen-Viertakt-Sulzer-Dieselmotor Typ 12LDA28, der mit direkter Einspritzung arbeitet und mittels eines Sulzer-Abgas-turboladers aufgeladen ist (Bild 11). Die ersten Zweireihen-Dieselmotoren wurden von Gebrüder Sulzer 1938 an die Französischen Staatsbahnen (SNCF) und die Rumänischen Staatsbahnen (CFR) für Doppellokomotiven von 4400 PS geliefert. Diese Motoren vom Typ 12LDA31 hatten eine Bohrung von 310 mm, einen Hub von 390 mm, eine Stundenleistung von 2200 PS bei 700 U/min und eine Dauerleistung von 1900 PS bei 620 U/min. Die mit diesen Motoren erzielten Ergebnisse führten dazu, dass bis heute sowohl die SNCF Motoren für 35 Lokomotiven als auch die CFR 16 Motoren des Zweireihentyps 12LDA28 bestellt haben. Auch die British Railways bestellten im Rahmen ihres «Modernisation Programme» 147 solcher Zweireihenmotoren von 2300 PS, wovon eine Anzahl mit einer Dauerleistung von 2500 PS betrieben werden sollen.

#### Daten des Sulzer-Motors Typ 12LDA28:

Bohrung	280 mm
Hub	360 mm
Gewicht (ohne Wasser und Öl)	21 000 kg

UIC-Dauerleistung	2 300 PS bei 750 U/min
Mittlerer effektiver Druck	10,4 kg/cm <sup>2</sup>
Mittlere Kolbengeschwindigkeit	9,0 m/s
Aufladedruck	1,75 kg/cm <sup>2</sup> abs.
Leistung in Rumänien (Barometerstand 720 mm Hg, Aus-	

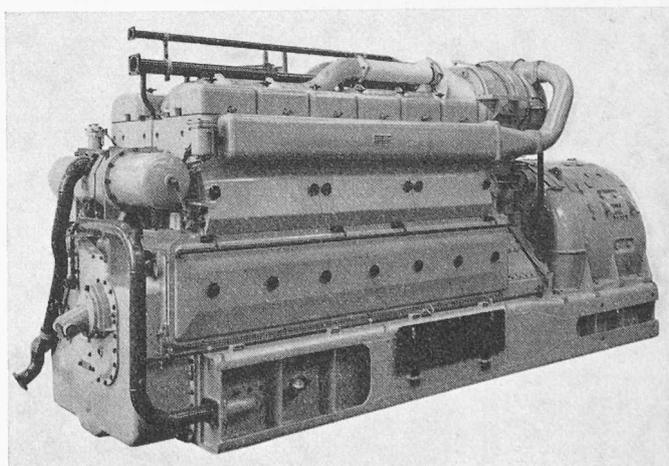


Bild 11. 2100-PS-Dieselmotorgruppe (ohne Schalldämpfer und Ansaugkasten). Auf der Stirnseite links sieht man die Pumpe des hydrostatischen Kühlerantriebs, den Hauptschmierölfilter und die beiden Brennstoff-Feinfilter.