

## Allgemeine Informationen zu Achslast-Berechnungen

Für alle Transportaufgaben eines Lkw muss das Fahrgestell durch eine Aufbauform ergänzt werden.

Achslast-Berechnungen dienen dazu, Fahrgestell und Positionierung des Aufbaus zu optimieren.

Es soll die größtmögliche Zuladung erreicht werden, ohne dass die gesetzlich und technisch vorgegebene maximale Achslast und Doppelachslast überschritten werden.

Um eine Lastoptimierung durchzuführen, werden Informationen zu Fahrgestellgewicht und Maßen benötigt.

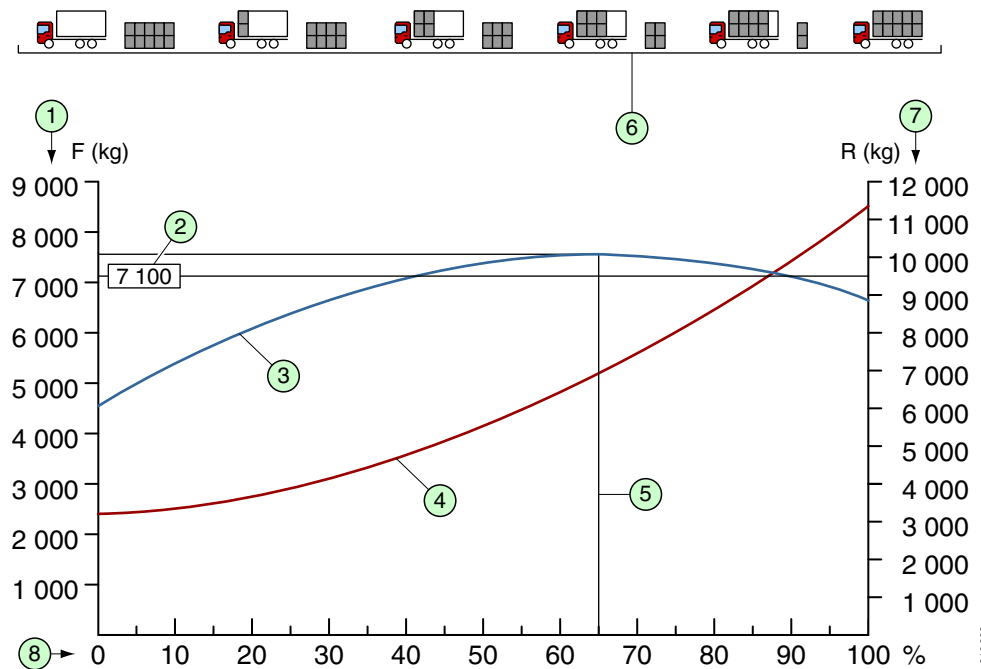
- Der Unterschied zwischen der Radlast auf der rechten und linken Seite jeder Achse darf jeweils maximal 3 % der Gesamtachslast betragen. Eine ungleiche Lastverteilung führt dazu, dass sich das Fahrzeug zur Seite neigt.
- Um eine gute Lenkbarkeit sicherzustellen, müssen mindestens 20 % des Fahrzeuggewichts auf den Lenkachsen ruhen. Gesetzliche Bestimmungen schreiben jedoch möglicherweise eine andere Verteilung vor.

## Beispiel

In einigen Fällen ist die Achslast bei teilweise beladenem Fahrzeug höher als bei voll beladenem Fahrzeug. Die Abbildung zeigt, dass die maximale Vorderachslast bei einer Fahrzeugbeladung von ca. 65 % erreicht wird.

In diesem Fall überschreitet die maximale Vorderachslast bei einer Beladung von 65 % den maximal zulässigen Wert, obwohl sie diesen bei voller Beladung unterschreitet.

Bei Berechnungen für Entsorgungsfahrzeuge sind die Voraussetzungen z. B. umgekehrt. Da sie von hinten beladen werden, kann die Hinterachslast bei teilweiser Beladung höher sein.

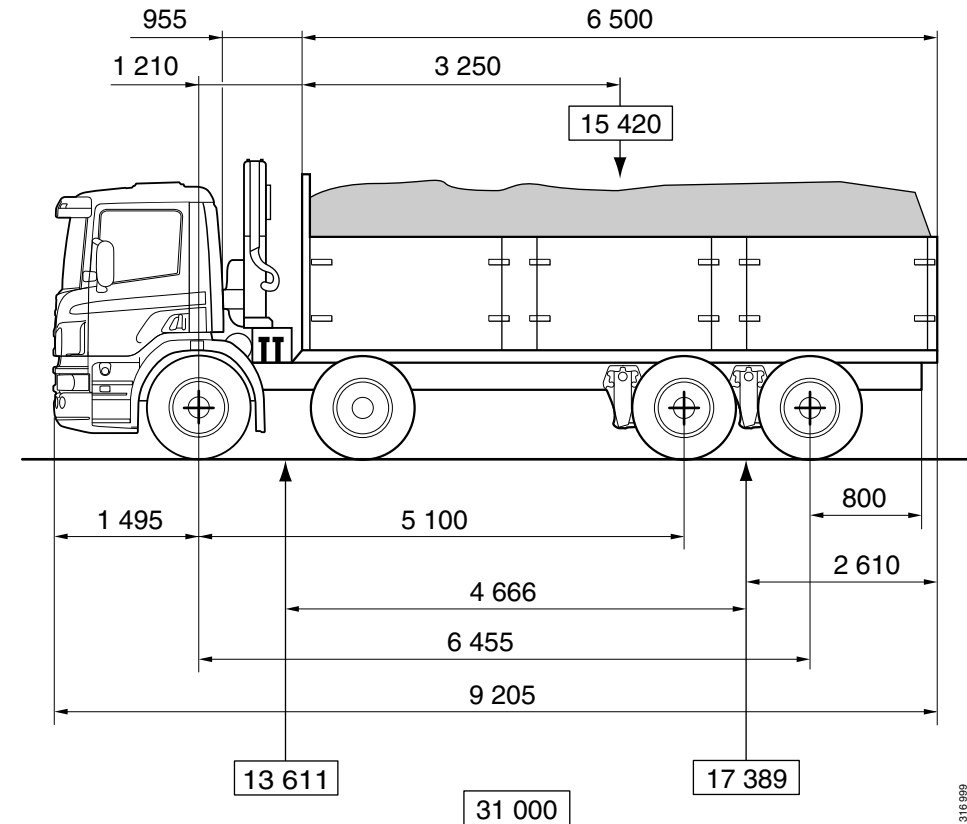


1. Vorderachslast (kg)
2. Max. Vorderachslast
3. Lastkurve für Vorderachse
4. Lastkurve für Hinterachse
5. Maximale Vorderachslast beim Entladen
6. Entladen des Fahrzeugs von hinten
7. Hinterachslast (kg)
8. Lastanteil in Prozent der Maximallast

Scania Importeure und Händlerbetriebe verfügen über ein PC-basiertes Berechnungsprogramm zur Lastoptimierung für Achslast-Berechnungen.

Beispiel eines Ergebnisses einer Achslast-Berechnung:

	Vorn	Hinten	Gesamt
Fahrgestellgewicht	6 445	2 585	9 030
Zusatzgewicht	0	0	0
Aufbaugewicht	1 146	3 404	4 550
Last 1-4	0	0	0
Aufbauausrüstung	2 135	-135	2 000
Leergewicht	9 726	5 854	15 580
Last 0	3 885	11 535	15 420
Last 1-4	0	0	0
Ladegewicht	3 885	11 535	15 420
Leergewicht	9 756	5 854	15 580
Ladegewicht	3 885	11 535	15 420
Höchstzulässiges Gesamtgewicht	13 611	17 389	31 000
Maximales Gewicht	14 200	19 000	32 000
Differenz zwischen Bruttogewicht und maximalem Gewicht	589	1 611	1 000
Last auf Lenkachsen	66 %		
Auf gelenkten Vorderachsen	43 %		
Schleudergrenze, Asphalt	31 %		
Schleudergrenze, Kiesweg	18 %		



316 999

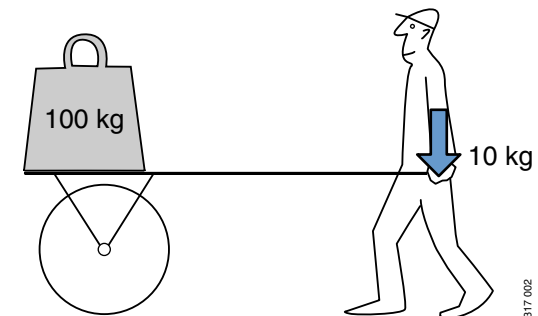
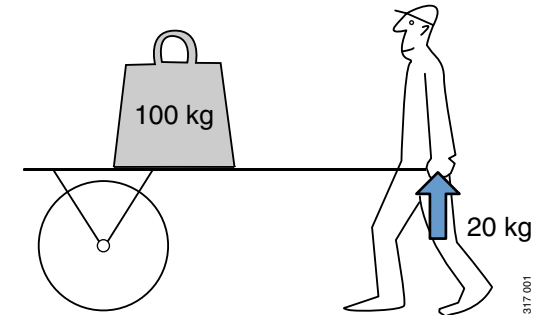
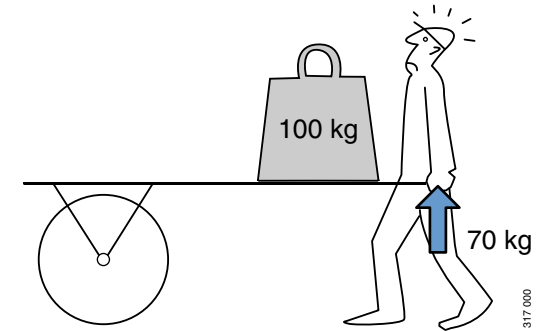
## Hebelgesetz

Das Hebelgesetz lässt sich anhand des folgenden Beispiels erläutern (in diesem Beispiel wird davon ausgegangen, dass die Schubkarre kein Gewicht hat).

Die Schubkarre berührt den Boden an zwei Stellen: durch das Rad der Schubkarre auf der einen Seite und durch die Person, die die Griffe der Schubkarre anhebt, auf der anderen Seite. Wird ein Gewicht nahe an der Person positioniert, muss diese Person den Großteil der Last tragen, das Rad nur einen kleineren Teil.

Wird das Gewicht zum Rad hin verschoben, erhöht sich die Belastung des Rades und die Person trägt nur den kleineren Teil der Last.

Wird das Gewicht vor die Radmitte verlagert, muss die Person die Griffe nach unten drücken, damit die Schubkarre nicht nach vorn kippt.



Die von der Person zu tragende Last variiert je nach Position des Gewichts auf der Schubkarre.

Bewegt sich das System nicht, beträgt die Summe aller Kräfte und Drehmomente 0. Besteht ein Drehmomentgleichgewicht am Radmittelpunkt, gilt folgende Gleichung:

U = Belastung

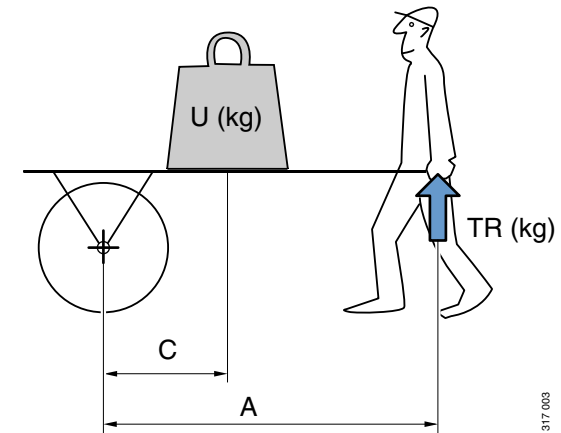
TR = Last (Reaktionskraft des Gewichts auf die Person)

C = Abstand zwischen Radmitte und Schwerpunkt des Gewichts

A = Abstand zwischen Auflagepunkten am Boden (Radmitte und Person)

$$U \cdot C = TR \cdot A$$

Gewicht (Zuladung) · sein Hebel = Last · ihr Hebel



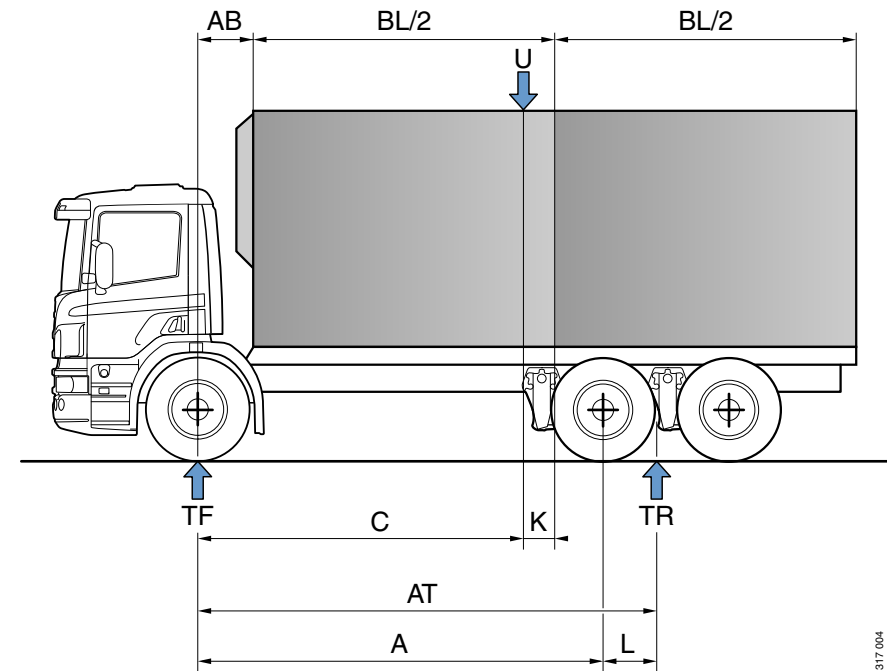
## Konzept und Berechnungen

Achslast und Aufbau-Berechnungen basieren auf statischem Gleichgewicht, d. h.:

- Nach unten und nach oben wirkende Kräfte heben sich auf. Das bedeutet, dass die Summe der Gewichte aller Fahrzeugbauteile und deren Last der Summe aller Fahrzeug-Achslasten entspricht.
- Die Summe der Momente, die von einer Schwerkraft im Bereich eines Punkts ausgeht, entspricht der Summe der Momente, die durch Reaktionskraft im Bereich eines Punkts ausgeübt wird. Dies wird durch das Hebelgesetz im vorherigen Abschnitt veranschaulicht. Das Rad im vorherigen Beispiel kann durch die Vorderräder des Fahrzeugs und die Person durch die Hinterräder ersetzt werden.

## Maße

Scania	BEP	Erklärung
A	L011	Abstand zwischen erster Vorderachse und erster Antriebsachse
AB	L002	Abstand zwischen Vorderachse und Aufbau
Q	L012.1	Abstand zwischen Vorderachsen
LL	-	Abstand zwischen erster Vorderachse und theoretischer Lastverteilungsmitte für beide Vorderachsen
L	L014	Abstand zwischen erster angetriebener Hinterachse und theoretischer Lastverteilungsmitte für Doppelachse
AT	L015	Theoretischer Achsstand, gemessen zwischen vorderer und hinterer theoretischer Lastverteilungsmitte
BL	-	Externe Länge des Lastenträgers
K	-	Abstand zwischen Mitte des Lastenträgers und Schwerpunktmitte von Last + Aufbau
C	-	Abstand zwischen vorderer Lastmitte und Schwerpunktmitte von Last und Aufbau oder Zusatzlast



317 004

## Gewichte und Formeln

Gewichtstyp:	Verteiltes Gewicht	
	Vorn	Hinten
T = Gesamtgewicht des beladenen Fahrzeugs	TF	TR
W = Fahrgestellgewicht	WF	WR
N = Zusatzgewicht, z. B. Kran	NF	NR
U = Last und Gewicht des Aufbaus	UF	UR

Folgende Formeln anwenden:

$$T = W + N + U$$

$$C \cdot U = AT \cdot UR$$

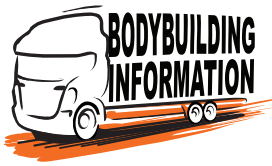
Oder umgestellt:

$$C = \frac{AT \cdot UR}{U}$$

$$U = UF + UR$$

Um ein Gleichgewicht zu schaffen, muss das Gesamtgewicht von Last und Aufbau U, das mit dessen Hebel C multipliziert wird dasselbe Ergebnis wie der Anteil von U ergeben, der über der Schwerpunktmittel der Hinterachse (UR) liegt und mit Abstand AT (theoretischer Achsstand) multipliziert wird.

C und anschließend Lastoberfläche BL berechnen. Die Position der Lastoberfläche BL wird grundsätzlich durch die Abweichung K ermittelt, die gegen 0 streben muss.



Folgende Informationen eingeben:

- Zulässige Achslast
- Fahrzeuggewichte und Radstand
- Gewicht von Aufbau und ggf. vorhandener Zusatzausrüstung

<b>Berechnung</b>	<b>Gewicht vorn (kg)</b>	<b>Gewicht hinten (kg)</b>	<b>Gesamtgewicht (kg)</b>
Gesamtgewicht des beladenen Fahrzeugs	TF	TR	T
Fahrgestellgewicht	- WF	- WR	- W
Zusatzgewicht	- NF	- NR	- N
Last und Aufbau	= UF	= UR	= U

Hier sind fünf Berechnungsbeispiele:



## Beispiel 1: Sattelzugmaschine mit Konfiguration 6x4

Der Zweck dieser Berechnung besteht darin, die Anordnung der Sattelkupplung (C) zu bestimmen, damit die optimale Achslast gegeben ist.

Berechnung mit folgenden Faktoren beginnen:

- Max. zulässige Achslast
- Fahrzeuggewichte und Radstand

$$A = 4,300 \text{ mm}$$

$$L = 677,5 \text{ mm}$$

$$AT = A + L = 4\,977,5 \text{ mm}$$

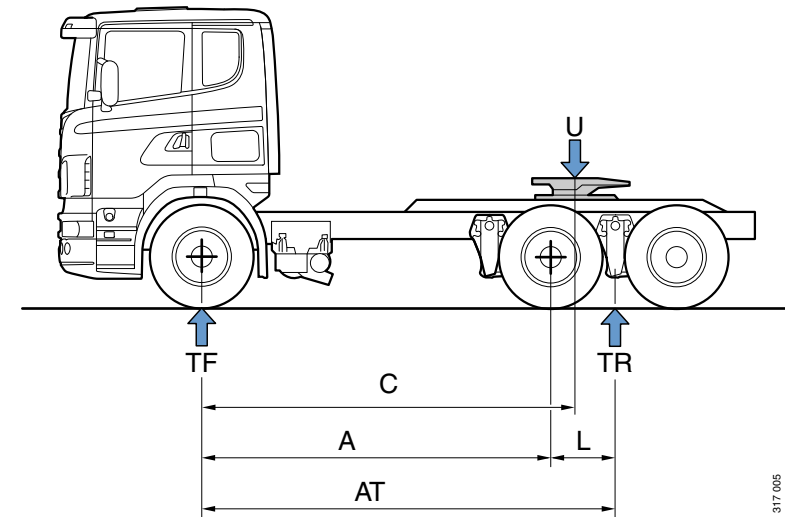
Berechnung	Gewicht vorn (kg)	Gewicht hinten (kg)	Gesamtgewicht (kg)
Gesamtgewicht <sup>a</sup>	TF = 7 000	TR = 19 000	T = 26 000
Fahrgestellgewicht	- WF = 4 790	- WR = 3 350	- W = 8 140
Gewicht + Sattelkupplung	= UF = 2 210	= UR = 15 650	= U = 17 860

a. Beladenes Fahrzeug

C wie folgt berechnen:

$$C = \frac{AT \cdot UR}{U} = \frac{4\,977,5 \cdot 15\,650}{17\,860} = 4\,362 \text{ mm}$$

Um die max. zulässigen Achslasten auszunutzen, muss die Sattelkupplung 4 350 mm hinter der Vorderachse angeordnet werden. K beträgt dann 0.



317 005

## Beispiel 2: Lkw mit hinten angebautem Kran und Konfiguration 6x2

Der Zweck der Berechnung besteht darin, die Lastverteilung des Krans auf Vorder- und Hinterachse zu bestimmen.

Berechnung mit folgenden Faktoren beginnen:

- Max. zulässige Achslast
- Fahrzeuggewichte und Radstand
- Gewicht und Schwerpunktmitte des Krans

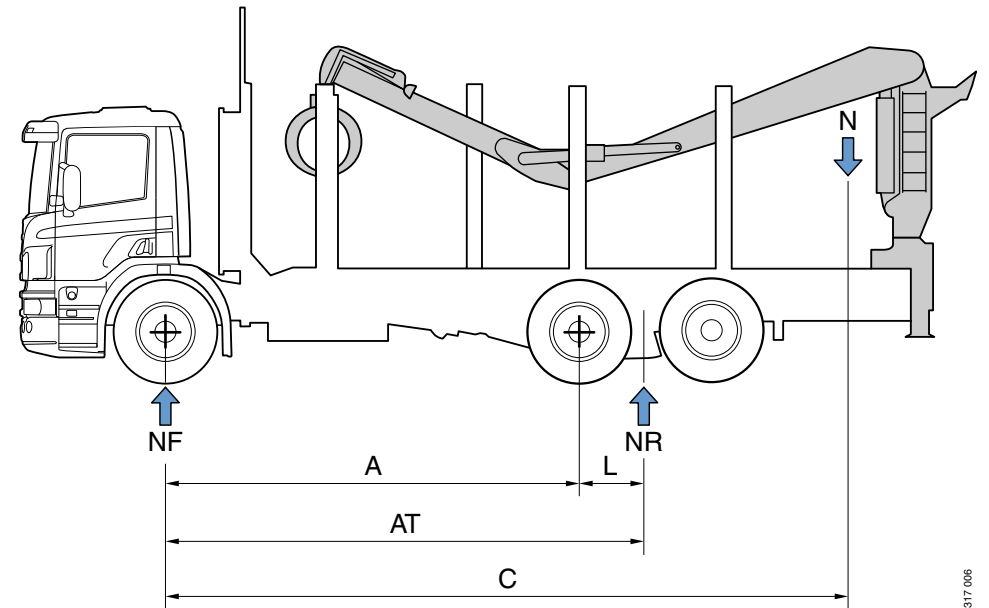
$$A = 4\,600 \text{ mm}$$

$$L = 612 \text{ mm (6x2)}$$

$$AT = A + L = 4\,600 + 612 = 5\,212 \text{ mm}$$

$$C = 7,400 \text{ mm}$$

$$N = 2,500 \text{ kg}$$



317 006

Durch Anwendung des Hebelgesetzes ergibt sich:

$$NR = \frac{N \cdot C}{AT} = \frac{2\,500 \cdot 7\,400}{5\,212} = 3,550 \text{ kg}$$

NR = 3 550 kg unter der Voraussetzung, dass:

$$NF = N - NR = 2\,500 - 3\,550 = -1\,050 \text{ kg}$$

$$NF = -1\,050 \text{ kg}$$

Beachten, dass die Last auf die Vorderachse negativ wird, sprich die Vorderachse etwas entlastet wird.

Für Berechnungen am kompletten Fahrzeug werden NF und NR in die relevanten Schwerpunktmitten in der fortlaufenden Berechnung eingesetzt.

## Beispiel 3: Lkw mit Kran hinter dem Fahrerhaus und Konfiguration 4x2

Der Zweck der Berechnung besteht darin, die Lastverteilung des Krans auf Vorderachse und Hinterachse sowie eine geeignete Ladeflächenlänge für den Aufbau zu bestimmen.

Berechnung mit folgenden Faktoren beginnen:

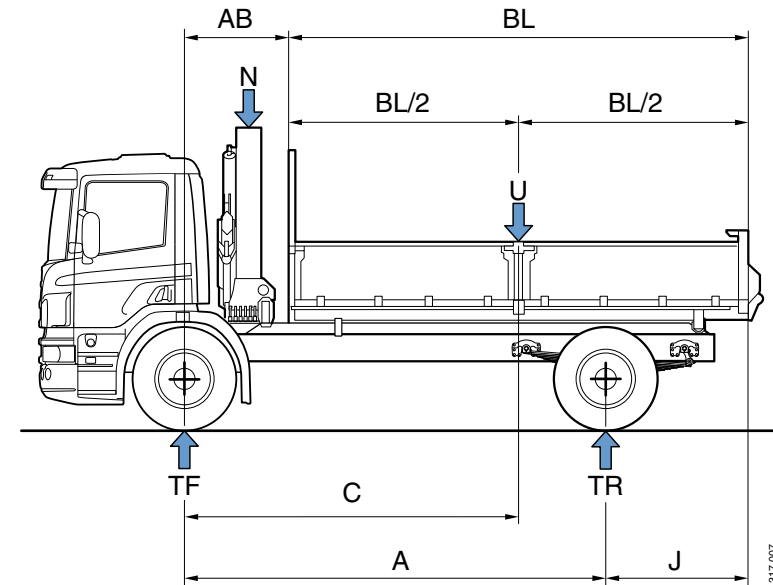
- Max. zulässige Achslast
- Fahrzeuggewichte und Radstand
- Gewicht und Schwerpunktmitte des Krans

Siehe Beispiel 2 zur Berechnung der Lastverteilung des Krans auf die Achsen.

- A = AT = 4 300 mm
- AB = Mindestens 1 100 mm gemäß Kranbeschreibung + Berechnung
- WF = 4,260 kg
- WR = 1,848 kg
- N = 1,950 kg

Berechnung	Gewicht vorn (kg)	Gewicht hinten (kg)	Gesamtgewicht (kg)
Gesamtgewicht <sup>a</sup>	TF = 7.500	TR = 11.000	T = 18.500
Fahrgestellgewicht	- WF = 4.260	- WR = 1.848	- W = 6.108
Ausrüstung, Kran	- NF = 1 586	- NR = 364	- N = 1 950
Last und Aufbau	= UF = 1.654	= UR = 8.788	= U = 10.442

a. Beladenes Fahrzeug



C wie folgt berechnen:

$$C = \frac{AT \cdot UR}{U} \quad C = \frac{4\,300 \cdot 8\,788}{10\,442} = 3,619 \text{ mm}$$

Nun wird das kürzestmögliche Maß AB eingetragen, um die längste Ladefläche (BL) bei optimaler Achslastverteilung zu bestimmen.

$$C = AB + BL/2 \quad 3\,619 = 1\,100 + BL/2 \quad BL/2 = 2\,519 \text{ mm}$$

Die längstmögliche Ladefläche (BL) bei optimaler Achslastverteilung beträgt 5 038 mm. Kipperaufbau mit Standardlänge von 4 400 mm verwenden. Die vorherige Berechnung zeigt, dass der Kipperaufbau hinter dem Kran Platz hat.

Maß AB berechnen, um den Kipperaufbau mit der optimalen Länge und akzeptablem Hecküberhang auswählen zu können.

$$C = AB + BL/2 \qquad 3\,619 = AB + 2\,200 \qquad AB = 1\,419 \text{ mm}$$

Der Abstand zwischen hinterstem Punkt des Kipperaufbaus und Vorderachse beträgt:

$$C + BL/2 = 3\,619 + 2\,200 = 5\,819 \text{ mm}$$

Der Überhang (J) hinter der Hinterachse beträgt dann:

$$(C + BL/2) - A = 5\,819 - 4\,300 = 1\,519 \text{ mm}$$

Durch eine Kipptragachse 1 000 mm hinter der letzten Hinterachse wird ein Überhang von 519 mm hinter der Kipptragachse erreicht. Dieser Wert ist akzeptabel; es kann bei der Wahl eines Kipperaufbaus mit einer Länge von 4 400 mm geblieben werden.

## Beispiel 4: Kipper mit Konfiguration 8x4\*4

Der Zweck dieser Berechnung besteht darin, eine geeignete Länge und Anordnung für die Ladefläche (BL) zu ermitteln, ohne dass die zulässige Achslast überschritten wird. Die gewählte Länge muss auch einen geeigneten Überhang aufweisen, damit in diesem Fall eine gute Kippstabilität gewährleistet ist.

Berechnung mit folgenden Faktoren beginnen:

- Max. zulässige Achslast
- Fahrzeuggewichte und Radstand
- Gewicht von Aufbau und Zusatzausrüstung

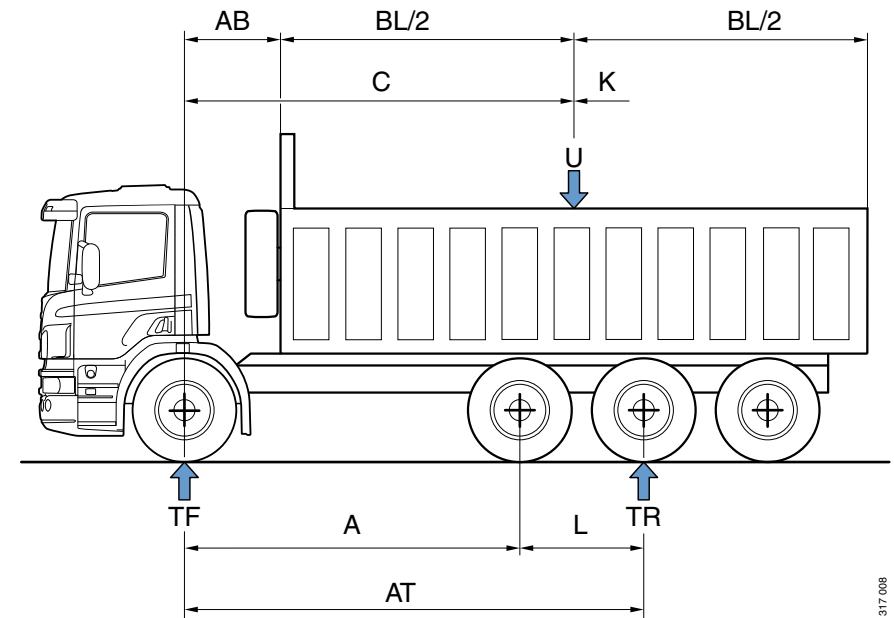
Bei diesem Beispiel mit einem Kipper wird von einer gleichmäßig verteilten Last ausgegangen.

Gewöhnlich wird das Maß (AB), d. h. das Maß zwischen Vorderachse und Aufbaufront gesucht. Das min. Maß AB wird für verschiedene Fahrerhauslängen angegeben. Min. Maß AB für Fahrerhaus 14 wird mit 320 mm angegeben.

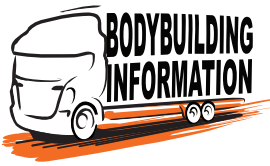
$$\begin{aligned}
 A &= 3,350 \text{ mm} \\
 K &= 0 \\
 L &= 1,256 \text{ mm} \\
 AT &= A + L = 4\,606 \text{ mm (gemäß ICD)}
 \end{aligned}$$

Berechnung	Gewicht vorn (kg)	Gewicht hinten (kg)	Gesamtgewicht (kg)
Gesamtgewicht <sup>a</sup>	TF = 7.100	TR = 24.000	T = 31.100
Fahrgestellgewicht	- WF = 4.870	- WR = 4.585	- W = 9.455
Last und Aufbau	= UF = 2.230	= UR = 19.415	= U = 21.645

a. Beladenes Fahrzeug



317 008



Zur Berechnung von C folgende Formel verwenden:

$$C = \frac{AT \cdot UR}{U} \quad C = \frac{4\,606 \cdot 19\,415}{21\,645} = 4\,131$$

Folgende Formel verwenden, um den längstmöglichen Aufbau (BL) bei optimaler Achslastverteilung zu ermitteln:

$$C + K = AB + BL/2 \quad 4.131 = 320 + BL/2 \quad BL = 7\,622 \text{ mm}$$

Der längste Aufbau bei optimaler Achslastverteilung beträgt 7 622 mm.



Kipperaufbau mit Standardlänge 6 200 mm verwenden. Die folgende Berechnung zeigt, dass ausreichend Platz für den gewählten Kipperaufbau vorhanden ist. Maß AB berechnen, um zu ermitteln, welche Ladeflächenlänge einen akzeptablen Hecküberhang ergibt.

$$C = AB + BL/2 \quad 4\,131 = AB + 6\,200/2 \quad AB = 1,031 \text{ mm}$$

Bei einer Kipperfläche mit Ladefläche (BL) von 6 200 mm, beträgt der Abstand zwischen Vorderachse und hinterstem Punkt der Kipperfläche:

$$C + BL/2 \quad 4\,131 + 3\,100 = 7\,231 \text{ mm}$$

Der Achsstand für die Doppelachse beträgt 1 355 + 1 305 gemäß Fahrzeug-ICD.

Der Überhang hinter der letzten Achse beträgt:

$$(C + BL/2) - (A + 1\,355 + 1\,305) = (4\,131 + 3\,100) - (3\,350 + 1\,355 + 1\,305) = 7\,231 - 6\,010 = 1\,221 \text{ mm}$$

Durch eine Kipptragachse 550 mm hinter der letzten Hinterachse wird ein Überhang von 1 221 - 550 = 671 mm hinter der Kipptragachse erreicht. Dieser Wert ist akzeptabel; es kann bei der Wahl eines Kipperaufbaus mit einer Länge von 6,200 mm geblieben werden.

## Beispiel 5: Transportmischer mit Konfiguration 8x4

Der Zweck dieser Berechnung besteht darin, die optimale Position des Mixers zu bestimmen, damit die optimale Achslast gegeben ist.

Berechnung mit folgenden Faktoren beginnen:

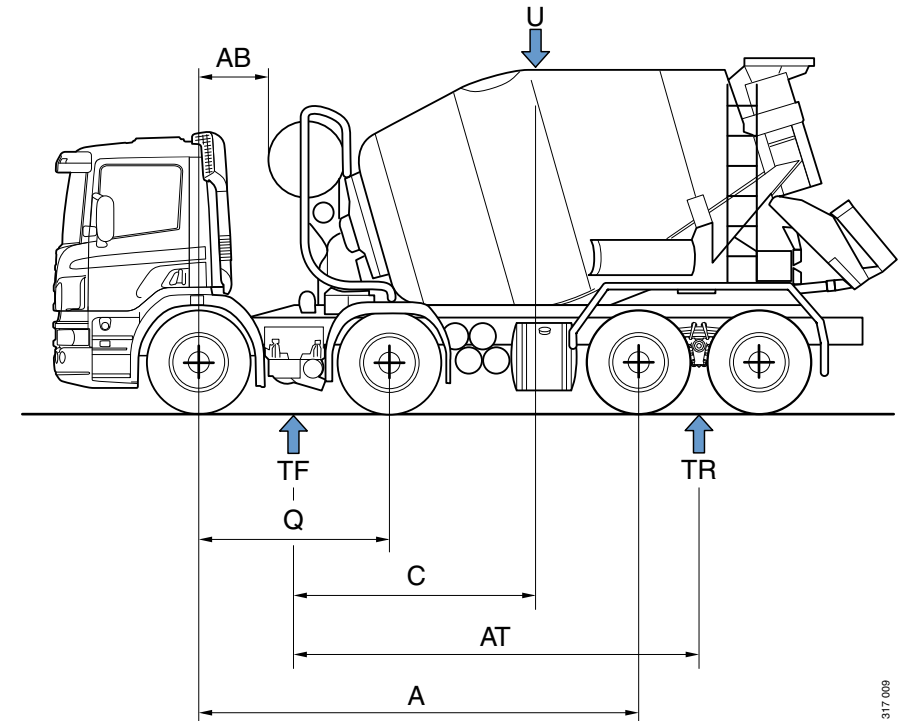
- Max. zulässige Achslast
- Fahrgestellgewicht und Achsstand
- Gewicht von Aufbau und Zusatzausrüstung sowie deren jeweilige Schwerpunkte (SP).

AT = 4,005 mm

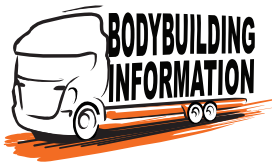
SP = 2 941 mm, gemessen an Vorderkante des Aufbaus

Berechnung	Gewicht vorn (kg)	Gewicht hinten (kg)	Gesamtgewicht (kg)
Gesamtgewicht <sup>a</sup>	TF = 13.000	TR = 19 000	T = 32.000
Fahrgestellgewicht	- WF = 6.385	- WR = 2.720	- W = 9.105
Last und Aufbau	= UF = 6.615	= UR = 16.280	= U = 22.895

a. Beladenes Fahrzeug



317 009



C berechnen, um zu ermitteln, wo der Schwerpunkt im Verhältnis zum vorderen Schwerpunkt liegen muss.

$$C = \frac{AT \cdot UR}{U} = \frac{4\,005 \cdot 16\,280}{22\,895} = 2,848 \text{ mm}$$

Um die Position des Mischers im Verhältnis zur ersten Vorderachse zu ermitteln, wird Maß AB berechnet. Da C ab der vorderen Belastungsmitte gemessen wird, wird der halbe Vorderachsstand, in diesem Fall  $1\,940/2 = 970$  mm, verwendet.

$$AB = C - SP + \text{halber Vorderachsstand} = 2\,848 - 2\,941 + 970 = 877 \text{ mm}$$

Mischer 877 mm hinter erster Vorderachse positionieren.