

## 11 Oberflächen von Körpern berechnen

Körper sind Gebilde mit drei Ausdehnungen: Breite, Tiefe und Höhe. Die Fläche, die einen Körper umschließt, nennt man seine Oberfläche.

Die Oberfläche **(O)** eines Körpers setzt sich zusammen aus:

- Grundfläche **(G)**,
- Deckfläche **(D)** und
- Mantelfläche **(M)**.

Verwendete mathematische Zeichen:

Bedeutung	Formelzeichen	Einheitenzeichen
Mantelfläche (außen, innen)	$M (M_a, M_i)$	$m^2$
Grundfläche	G	$m^2$
Deckfläche	D	$m^2$
Oberfläche, gesamt	$O_g$	$m^2$
messbare Längen	$l, l_1, l_2, l_3, l_4$ usw.	m
Höhe des Grund-/Deckflächendreiecks	h	m
Höhe der Seitenfläche, Seitenlinie	$h_s$	m
Kreisdurchmesser	$d = 2 \cdot r$	m
Kreisradius	r	m
Kreiskonstante	$\pi$	3,14
Durchmesser der Ellipse	$d_1, d_2$	m

Die Körper werden eingeteilt in:

- gerade Körper = Würfel, Quader, Zylinder, Prisma
- spitze Körper = Pyramide, Kegel
- stumpfe Körper = Pyramidenstumpf, Kegelstumpf
- Sonderformen = Kugel, Halbkugel

**Die Oberflächen von Körpern werden aus ihren Teilflächen ermittelt:**

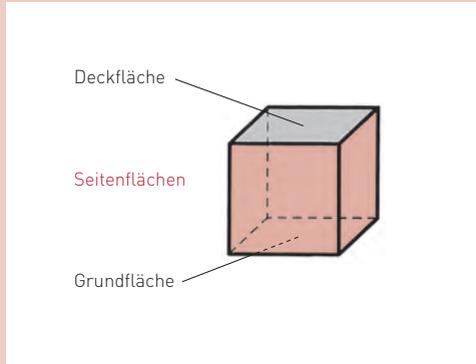
$$O = \text{Grundfläche (G)} + \text{Deckfläche (D)} + \text{Mantelfläche (M)}$$

$$M = \text{Umfang des Körpers} \cdot \text{Höhe}$$

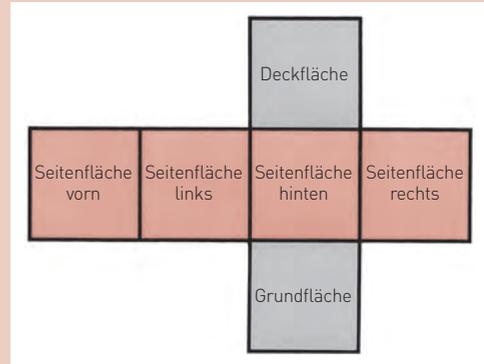
Die Teilflächen sind am besten bei der Abwicklung der Körper zu sehen.

### Beispiel Würfel

Isometrische Darstellung:



Abwicklung:

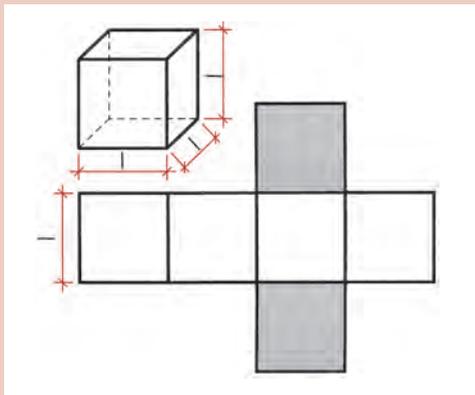


Summe der Seitenflächen = Mantelfläche (M)

## 11.1 Gerade Körper

### 11.1.1 Würfel

Die Flächen des Würfels sind gleich groß.



$$G + D = l \cdot l \cdot 2$$

$$M = l \cdot l \cdot 4$$

$$O = l \cdot l \cdot 6$$

### Beispiel

Wie groß ist die Oberfläche eines Würfels mit einer Kantenlänge von 2,34 m?

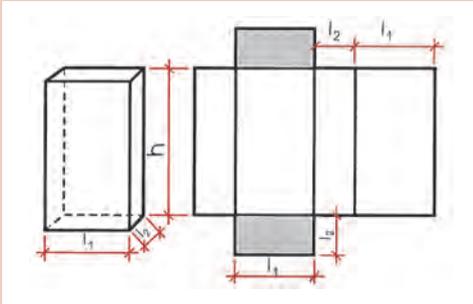
$$O = 2,34 \text{ m} \cdot 2,34 \text{ m} \cdot 6 = 32,85 \text{ m}^2$$

### 11.1.2 Quader

Der Quader wird auch als quadratische oder rechteckige Säule bezeichnet.

Grund- und Deckfläche des Quaders sind quadratisch oder rechteckig und gleich groß.

Die Mantelfläche errechnet sich aus dem Umfang der Grundfläche mal der Höhe des Quaders.



$$G + D = l_1 \cdot l_2 \cdot 2$$

$$M = (l_1 + l_2) \cdot 2 \cdot h$$

$$O = l_1 \cdot l_2 \cdot 2 + (l_1 + l_2) \cdot 2 \cdot h$$

#### Beispiel

Wie groß ist die Oberfläche eines Quaders mit folgenden Maßen:

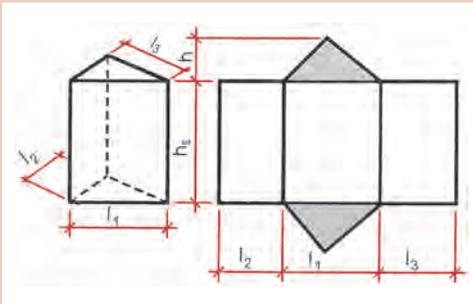
$l_1 = 1,55 \text{ m}$ ,  $l_2 = 0,75 \text{ m}$ ,  $h = 2,60 \text{ m}$ ?

$$O = 1,55 \text{ m} \cdot 0,75 \text{ m} \cdot 2 + (1,55 \text{ m} + 0,75 \text{ m}) \cdot 2 \cdot 2,60 \text{ m} = 14,29 \text{ m}^2$$

### 11.1.3 Prisma

Grund- und Deckfläche des Prismas sind dreieckig und gleich groß.

Die Mantelfläche errechnet sich aus dem Umfang der Grundfläche mal der Höhe des Körpers.



$$G + D = \frac{l_1 \cdot h}{2} \cdot 2 \quad \text{oder} \quad l_1 \cdot h$$

$$M = (l_1 + l_2 + l_3) \cdot h_s$$

$$O = l_1 \cdot h + (l_1 + l_2 + l_3) \cdot h_s$$

#### Beispiel

Wie groß ist die Oberfläche eines Prismas mit folgenden Maßen:

$l_1 = 0,70 \text{ m}$ ,  $l_2 = 1,20 \text{ m}$ ,  $l_3 = 0,90 \text{ m}$ ,  $h$  (Dreieck) =  $0,50 \text{ m}$ ,  $h_s = 1,40 \text{ m}$ ?

$$O = (0,70 \text{ m} \cdot 0,50 \text{ m}) + (0,70 \text{ m} + 1,20 \text{ m} + 0,90 \text{ m}) \cdot 1,40 \text{ m} = 4,27 \text{ m}^2$$

## 13.5 Werkstoffmengen berechnen

Die Mengen an Beschichtungsstoffen werden in der Regel berechnet, nachdem die zu beschichtenden Flächen ermittelt wurden.

### 13.5.1 Berechnung von flüssigen Werkstoffen nach Volumen

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ Liter} = 1000 \text{ ml}$$

#### Beispiele

##### Verbrauch in Liter pro Quadratmeter (l/m<sup>2</sup>):

Eine Fläche von 143,75 m<sup>2</sup> wird mit Acryllack beschichtet.

Der Verbrauch pro m<sup>2</sup> beträgt 0,090 Liter.

Wie viel Liter Acryllack werden benötigt?

$$143,75 \text{ m}^2 \cdot 0,090 \text{ l/m}^2 = \underline{\underline{12,938 \text{ l}}}$$

##### Verbrauch in Milliliter pro Quadratmeter (ml/m<sup>2</sup>):

Ein Lkw-Kofferaufbau hat eine Beschichtungsfläche von 86,00 m<sup>2</sup>. Für die Beschichtung werden 225 ml/m<sup>2</sup> angegeben.

Wie viel Milliliter Beschichtungsstoff werden benötigt?

$$86,00 \text{ m}^2 \cdot 225 \text{ ml/m}^2 = \underline{\underline{19\,350 \text{ ml}}} \hat{=} \{ 19,350 \text{ l} \}$$

### 13.5.2 Berechnung von flüssigen Werkstoffen nach Schichtdicken

$$1 \text{ ml Beschichtungsstoff pro m}^2 \hat{=} 1 \text{ } \mu\text{m Nassschichtdicke} \approx 1 \text{ g (Faustregel für Berechnungen)}$$

#### Beispiel

Die Ergiebigkeit eines Liters Klarlack ist mit 37,00 m<sup>2</sup> angegeben.

Wie viel Liter Klarlack werden benötigt, um eine Schichtdicke von 180 μm pro m<sup>2</sup> zu erzielen?

##### Ergiebigkeit für 1 μm pro m<sup>2</sup>:

$$\frac{1,000 \text{ Liter}}{37,00 \text{ m}^2} = 0,027 \text{ l/m}^2$$

##### Verbrauch für 180 μm Schichtdicke pro m<sup>2</sup>:

$$0,027 \text{ l/m}^2 \cdot 180 \text{ } \mu\text{m} \cdot 1 \text{ m}^2 = 4,860 \text{ l}$$

## 14.5 Kalkulation zur Ermittlung von Reparaturzeiten und Ersatzteilpreise von Karosserie- und Mechanikreparaturen nach EurotaxSchwacke

### 14.5.1 Aufbau

Die EurotaxSchwacke-Liste „Reparaturzeiten und Ersatzteilpreise für Karosserie- und Mechanikreparaturen“ liegt als zweibändiges Werk mit ca. 4 500 Seiten vor.

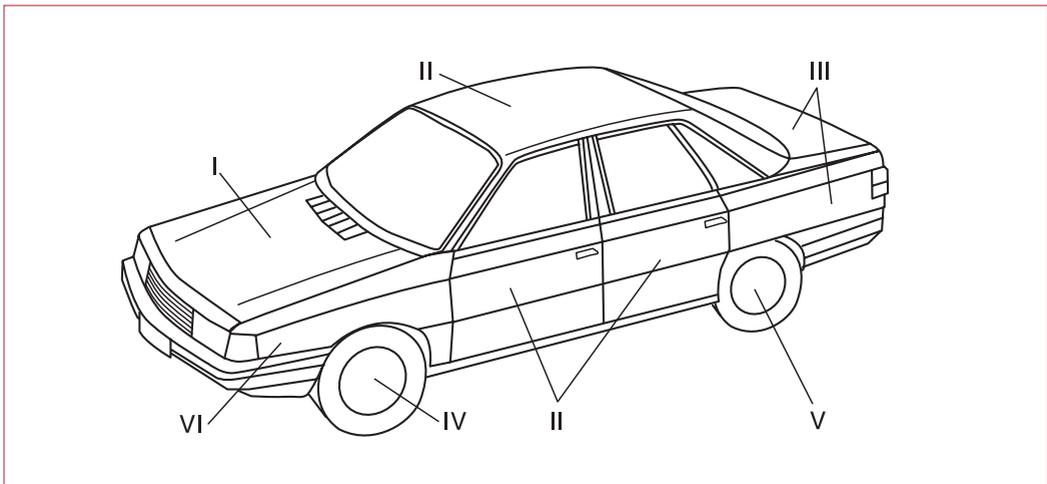
Erfasst werden

- die Kalkulationswerte von Personenwagen, Geländewagen und Transportern;
- die zum jeweiligen Reparaturumfang passende Arbeitszeit in Stunden für den Ersatz des betreffenden Teils, Aus- und Einbauzeiten sowie Ersatzteilpreise.

Grundlagen:

- Die Arbeitszeiten sind Herstellerrichtwerte, die von gut ausgebildeten Fachleuten in Verbindung mit modernen Werkzeugen und Instandsetzungstechniken zu erzielen sind.
- Mehraufwand für Rückverformen, Ausbeul-, Richt- und Anpassungsarbeiten sowie Erschwernisse durch Deformation und Alterung sind gesondert zu berechnen.

### 14.5.2 Positionsbezeichnungen – Hauptgruppen



Für die Instandsetzung von Kraftfahrzeugen werden sieben Hauptgruppen unterschieden, wobei die Gruppen I bis III und VI die Karosserieinstandsetzung betreffen.

- I = Front (Stoßfänger, Deckel, Kotflügel, Frontbleche usw.)
- II = Mitte (Dach, Türen, Türrahmen, Schweller usw.)
- III = Heck (Stoßfänger, Deckel, Seitenwände, Radhäuser usw.)
- IV = Vorderachse (Lenkung, Bremsen, Antriebswellen usw.)
- V = Hinterachse (Bremsen, Antriebswellen usw.)
- VI = Motor (Getriebe, Kupplung, Kühler, Auspuff, Lichtmaschine, Anlasser usw.)
- VII = Rohkarosserie (Nebenarbeiten, Aggregate a + e\*, Richtbank, Mess- und Einstellzeiten)

\*a + e: Aus- und Einbau

### 14.5.3 Kalkulationsschritte

Vorbemerkungen zum Erfassen der Daten in der EurotaxSchwacke-Liste:

#### Arbeitszeiten

Die in den Spalten AZ/h aufgeführten Arbeitszeiten sind Herstellerrichtzeiten, die in der Regel den gesamten Arbeitsaufwand für die Erneuerung des betreffenden Fahrzeugteils abdecken.

Im Kalkulationswerk werden folgende Zeiten veröffentlicht:

#### Hauptzeiten (Herstellerrichtzeiten)

Die Hauptzeit umfasst den gesamten Zeitaufwand für den Ersatz des betreffenden Teils. Sie umfasst alle für den Ersatz der betreffenden Teile notwendigen Arbeiten.

##### Beispiel

Ersatzteile	€	AZ/h
Seitenwand	230,71	15,4

#### Nettozeiten (\*) (Herstellerrichtzeiten)

Die mit einem Stern (\*) bezeichneten Arbeitszeiten sind Nettozeiten. Diese Herstellerrichtzeiten erfassen nur den Aus- und Einbau bzw. das Austrennen und Einschweißen des betreffenden Fahrzeugteils.

##### Beispiel

Ersatzteile	€	AZ/h
Schlossträger oben	64,26	0,8*

#### Aus- und Einbauzeiten (a+e) (Herstellerrichtzeiten)

Alle Aus- und Einbauzeiten (a+e) beziehen sich nur auf den Aus- und Einbau des betreffenden Fahrzeugteils. Sie sind nur für geschraubte Teile (Stoßfänger und Türen) vorhanden.

##### Beispiel

Ersatzteile	€	AZ/h
Stoßfänger a+e		0,4

#### Verbundzeiten

Beim Ersatz eines Heckblechs und einer Seitenwand sind diese Herstellerrichtzeiten zu verwenden. Sie umfassen alle für den Ersatz der betroffenen Teile notwendigen Arbeiten.

##### Beispiel

Ersatzteile	€	AZ/h
eine Seitenwand und Heckblech		11,5

### Addition von Arbeitszeiten

Nicht miteinander verbundene Teile, z. B. „Frontblech, Heckblech und Tür vorn links ersetzen“, können ohne Berücksichtigung eines Verbundabzugs addiert werden.

Die Addition von miteinander verbundenen Teilen ist nur unter Berücksichtigung der ersatzteilgebundenen Verbundabzüge zulässig.

<b>Beispiel</b>	Deckel vorn ersetzen	1,1 AZ/h
	Kotflügel vorn links ersetzen	0,9 AZ/h
	Stoßfänger ersetzen	1,4 AZ/h
	Zwischensumme	3,4 AZ/h
	Ersatzteilgebundener Abzug	
	Stoßfänger a+e	- 1,4 AZ/h
	Arbeitszeit AZ/h	<u>2,0 AZ/h</u>

### 14.5.4 Unterlagen zur Kalkulationserstellung

Zur eigentlichen Kalkulationserstellung werden gebraucht:

- Datenbogen des zu bearbeitenden Fahrzeugs
- Formular „Kostenermittlung“
- Stundenverrechnungssatz (muss betriebsspezifisch ermittelt werden)

### 14.5.5 Kalkulationsbeispiel

#### Beispiel

**Montagepositionen** 1. Stoßfänger vorn, aus- und einbauen      3. Deckel vorn ersetzen  
2. Kotflügel vorn links ersetzen

**Gegeben** Stundenverrechnungssatz : 64,00 €

### Kalkulationsaufbau

- Im Datenblatt Teile auflisten

### Beispiel: Datenblatt (Auszug)

Ersatzteile	Front				Gruppe I							
	€	AZ/h										
Waspumpe SWA	36,66 P	0,4										
Dichtung Waspumpe SWA	1,61	0,4	1,61	0,4	1,61	0,4	1,61	0,4	1,61	0,4	1,61	0,4
Waschdüse SWA l.	53,45	0,8	53,45	0,8	53,45	0,8	53,45	0,8	53,45	0,8	53,45	0,8
Waschdüse SWA r.	53,45	0,4	53,45	0,4	53,45	0,4	53,45	0,4	53,45	0,4	53,45	0,4
Nebelscheinwerfer komplett	41,33	0,3 ef										
Nebelscheinwerfer (beide)		0,5 ef										
Ring/Blende Nebelscheinwerfer	5,45	0,2 t										
Gluhbirnenfassung Blinker	5,95	0,1	5,95	0,1	5,95	0,1	5,95	0,1	5,95	0,1	5,95	0,1
<b>Kotflügel</b>	<b>237,53</b>	<b>0,9</b>										
Zierleiste	9,10	0,2	9,10	0,2	9,10	0,2	9,10	0,2	9,10	0,2	9,10	0,2
Kunststoffschutz innen vorn	83,88	0,5	83,88	0,5	83,88	0,5	83,88	0,5	83,88	0,5	83,88	0,5
Kunststoffschutz innen hinten	74,12	0,3	74,12	0,3	74,12	0,3	74,12	0,3	74,12	0,3	74,12	0,3
Schottblech	5,42	1,1 t										
<b>Kühlergrill</b>	<b>161,46</b>	<b>0,1</b>										
Stern	11,83	0,1	11,83	0,1	11,83	0,1	11,83	0,1	11,83	0,1	11,83	0,1
Träger Emblem	19,38	0,1	19,38	0,1	19,38	0,1	19,38	0,1	19,38	0,1	19,38	0,1
<b>Deckel vorn</b>	<b>479,65</b>	<b>1,1</b>										
Deckel vorn aus- und einbauen		0,6		0,6		0,6		0,6		0,6		0,6
Abdämpfung	61,16	0,3	61,16	0,3	61,16	0,3	61,16	0,3	61,16	0,3	61,16	0,3
Anschlagpuffer	2,46	0,1 t										
Deckelscharnier	25,19	0,8	25,19	0,8	25,19	0,8	25,19	0,8	25,19	0,8	25,19	0,8
Gasdruckfeder l.	31,96	0,1	31,96	0,1	31,96	0,1	31,96	0,1	31,96	0,1	31,96	0,1