

2.3 Volumenberechnungen

2.3.1 Volumeneinheiten

Die Einheit des Volumens ist das Kubikmeter (Kurzzeichen m^3), abgeleitet von der SI-Basiseinheit 1 m. $1 m^3$ ist gleich dem Volumen eines Würfels mit der Kantenlänge 1 m.

SI-Einheit:
Kubikmeter
 m^3

Metrische Volumeneinheiten

Kubikmeter	Kubikdezimeter (Liter l)	Kubikzentimeter	Kubikmillimeter
$1 m^3 =$	$1\,000 dm^3$	$1\,000\,000 cm^3$	$1\,000\,000\,000 mm^3$
$10^0 m^3 =$	$10^3 dm^3$	$10^6 cm^3$	$10^9 mm^3$

Umrechnungszahl für metrische Volumeneinheiten:

1000

Litermaße (Hohlmaße)

1 Hektoliter =	100 Liter	1 hl	=	100 l
1 Liter (l) =	10 Deziliter (dl)	=	100 Zentiliter (cl)	= 1000 Milliliter (ml)
1 Liter =	1000 Kubikzentimeter	1 Zentiliter =	10 Kubikzentimeter	
1 Deziliter =	100 Kubikzentimeter	1 Milliliter =	1 Kubikzentimeter	

Bei der Umrechnung in die nächst größere Volumeneinheit wird das Komma um drei Stellen nach links verschoben (: 1000 bzw. $\cdot 1/1000$), bei der Umrechnung in die nächst kleinere Volumeneinheit wird das Komma um drei Stellen nach rechts verschoben ($\cdot 1000$).

Anglo-amerikanische Einheiten

cubic inch	1 in ³	=	16,387 cm ³	=	0,0164 dm ³ (l)
us-gallon	1 gal	=	3785 cm ³	=	3,785 dm ³ (l)
engl. gallon	1 gal	=	4546 cm ³	=	4,546 dm ³ (l)
barrel	1 barrel	=	158990 cm ³	=	158,99 dm ³ (l)

Aufgaben

- Verwandeln Sie in mm^3 :
a) $0,785 cm^3$ b) $0,431 dm^3$ c) $0,000\,005 m^3$ d) $0,042 l$ e) $67 ml$
- Verwandeln Sie in cm^3 :
a) $12\,340 mm^3$ b) $7,853 dm^3$ c) $0,00892 m^3$ d) $2 cl$ e) $12 ml$
- Verwandeln Sie in dm^3 :
a) $67\,820 mm^3$ b) $1\,280 cm^3$ c) $7,4 m^3$ d) $2,4 l$ e) $6926 ml$
- Verwandeln Sie in m^3 :
a) $1\,000\,000 mm^3$ b) $2973\,000 cm^3$ c) $1392 dm^3$ d) $1500 l$ e) $6,47 hl$
- Verwandeln Sie in l:
a) $750 cm^3$ b) $1270 ml$ c) $0,362 hl$ d) $80 dl$ e) $20 cl$
- $0,815 m^3 + 1,12 hl + 66 dm^3 + 2,0 l + 2200 cm^3 + 2800 ml = ? l = ? m^3$
- $0,005 m^3 + 38 dm^3 + 0,428 dm^3 + 500 cm^3 + 72 ml + 0,75 l + 25 cl = ? cm^3$
- Das Zylindervolumen eines Lkw-Dieselmotors beträgt $2388 cm^3$. Wie groß ist der Gesamthubraum des Achtzylinder-Motors in cm^3 , dm^3 und in l?
- Zwei Kraftstoffbehälter eines Lkws haben zusammen ein Volumen von $6,75 hl$. Wie weit kann das Kraftfahrzeug bei einem Verbrauch von $38,6 l/100 km$ und $3/4$ gefüllten Kraftstoffbehältern fahren?

Lösungen

$785 mm^3$; $431\,000 mm^3$; $5000 mm^3$; $42000 mm^3$; $67000 mm^3$ / $12,34 cm^3$; $7853 cm^3$; $8920 cm^3$; $20 cm^3$; $12 cm^3$ / $0,06782 dm^3$; $1,28 dm^3$; $7400 dm^3$; $2,4 dm^3$; $6,926 dm^3$ / $0,001 m^3$; $2,973 m^3$; $1,392 m^3$; $1,5 m^3$; $0,647 m^3$ / $0,75 l$; $1,27 l$; $36,2 l$; $8,0 l$; $0,2 l$ / $1000 l$; $1 m^3$ / $45000 cm^3$ / $19\,104 cm^3$; $19,104 dm^3$; $19,104 l$ / $\approx 1\,312 km$

2.3.2 Gleichdicke Körper

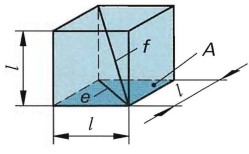
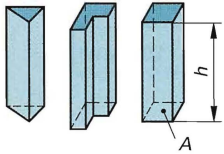
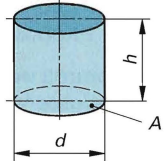
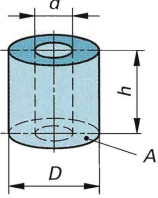
Volumen = Grundfläche × Höhe

A_M = Mantelfläche

A_O = Oberfläche

A = Grundfläche

$$V = A \cdot h$$

Würfel		$l = \sqrt[3]{V}$ $e = 1,414 \cdot l$ $f = 1,732 \cdot l$ $l_{\text{ges}} = 12 \cdot l$ $A_M = 4 \cdot A = 4 \cdot l^2$ $A_O = 6 \cdot A = 6 \cdot l^2$	$V = l \cdot l \cdot l$ $V = l^3$
Prisma		$A = \frac{V}{h}$ $h = \frac{V}{A}$	$V = A \cdot h$
Zylinder		$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot h}}$ $h = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot d^2}$ $A_M = \pi \cdot d \cdot h$ $A_O = \pi \cdot d \cdot h + 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$	$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$
Hohlzylinder		$h = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot (D^2 - d^2)}$ $D = \sqrt{d^2 + \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot h}}$ $d = \sqrt{D^2 - \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot h}}$ $A_O = \pi \cdot h \cdot (D + d) + 2 \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$	$V = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot h$ $V = (A_2 - A_1) \cdot h$ $V = V_2 - V_1$

Aufgaben

- Ein Würfel hat eine Kantenlänge von 1 m. Wie groß sind Fläche, Volumen, Oberfläche, Mantelfläche und die gesamte Kantenlänge?
- Das Volumen eines Würfels beträgt 343 mm³. Wie groß sind Kantenlänge, Fläche, Oberfläche und die Mantelfläche des Würfels?
- Ein Kolbenbolzen hat ein Volumen von 154,4 cm³, einen Außendurchmesser von 48 mm und eine Länge von 108 mm. Berechnen Sie a) Innendurchmesser, b) Wandstärke, c) Oberfläche.
- Ein Motorzylinder hat ein Volumen von 402,124 cm³ und eine Höhe von 80 mm. Wie groß sind Durchmesser, Oberfläche und Mantelfläche des Zylinders?
- Ein Ölfass hat einen Durchmesser von 32,6 cm und eine Höhe von 60 cm. Wie viel Liter Öl enthält der Behälter, wenn er zu $\frac{4}{5}$ gefüllt ist?
- Wie groß ist das Fassungsvermögen der einzelnen Behälter (Bild 1 ... Bild 3)?

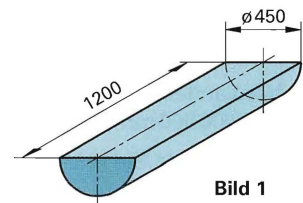


Bild 1

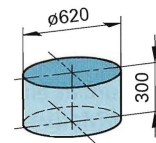


Bild 2

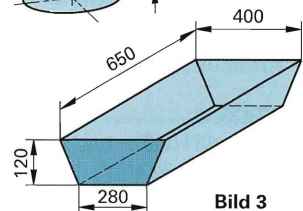


Bild 3

Lösungen

1 m²; 1 m³; 6 m²; 4 m²; 12 m / 7 mm; 49 mm²; 294 mm²; 196 mm²; 22 mm / 13 mm; 266,1 cm² / 8 cm; 301,6 cm²; 201,06 cm² / 40,07 l / 95,424 dm³; 90,57 dm³; 26,52 dm³

3 Kraftfahrzeugtechnisches Rechnen

3.1 Berechnungen am Motor

3.1.1 Hubraum

Der Hubraum eines Zylinders ist der Raum zwischen OT und UT des Kolbens. Der Gesamthubraum eines Motors ergibt sich aus der Summe der Hubräume der einzelnen Zylinder eines Motors.

d Zylinderdurchmesser in cm	V_h Hubraum eines Zylinders in cm^3
A Zylinderquerschnitt in cm^2	V_H Gesamthubraum in cm^3
s Hub in cm	z Zylinderzahl

Beispiel

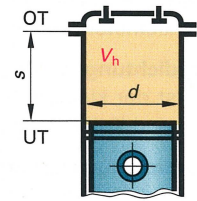
Ein Vierzylinder-Pkw-Motor hat einen Zylinderdurchmesser von 84 mm und einen Hub von 80 mm. Wie groß ist der Hubraum eines Zylinders in cm^3 und der Gesamthubraum in cm^3 ?

Gegeben: $d = 84 \text{ mm} = 8,4 \text{ cm}$; $s = 80 \text{ mm} = 8 \text{ cm}$; $z = 4$

Gesucht: V_h in cm^3 ; V_H in cm^3

Lösung $V_h = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot s = \frac{\pi \cdot (8,4 \text{ cm})^2}{4} \cdot 8 \text{ cm} = 443,34 \text{ cm}^3$

$$V_H = V_h \cdot z = 443,34 \text{ cm}^3 \cdot 4 = 1773,36 \text{ cm}^3$$



$$V_h = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot s$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V_h}{\pi \cdot s}}$$

$$s = \frac{4 \cdot V_h}{\pi \cdot d^2}$$

$$V_H = V_h \cdot z$$

$$V_h = \frac{V_H}{z} \quad z = \frac{V_H}{V_h}$$

Aufgaben

- Der Einzylindermotor eines Mopeds hat einen Zylinderdurchmesser von 40 mm und einen Hub von 39,7 mm. Wie groß ist der Hubraum?
- Bei einem Vierzylindermotor beträgt der Zylinderdurchmesser 75 mm und der Hub 73,4 mm. Berechnen Sie
 - den Zylinderquerschnitt,
 - den Hubraum eines Zylinders,
 - den Gesamthubraum.
- Wie groß ist der Gesamthubraum in Litern (**Bild 1**)?
- Ein Sechszylindermotor hat einen Gesamthubraum von 2495 cm^3 und einen Hub von 71,6 mm. Wie groß ist der Zylinderdurchmesser?
- Bei einem Vierzylindermotor beträgt der Gesamthubraum 1585 cm^3 , der Zylinderdurchmesser 84 mm. Wie groß ist der Hub?
- Ein Ottomotor hat einen Gesamthubraum von 594 cm^3 , einen Zylinderhubraum von 297 cm^3 und einen Zylinderdurchmesser von 73,5 mm. Wie groß sind Zylinderquerschnitt und Hub?
- Wie groß ist der Zylinderdurchmesser (**Bild 2**)?
- Ein Achtzylindermotor hat einen Zylinderdurchmesser von 128 mm und einen Hub von 142 mm. Durch Ausschleifen wird der Zylinderdurchmesser um 0,8 mm größer. Wie groß ist die Zunahme des Gesamthubraumes in cm^3 und in %?

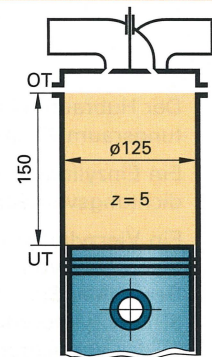


Bild 1

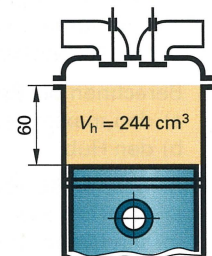


Bild 2

Lösungen

$49,9 \text{ cm}^3 / 44,18 \text{ cm}^2$; $324,28 \text{ cm}^3$; $1\ 297,12 \text{ cm}^3 / 9,2 \text{ l} / 86 \text{ mm} / 71,5 \text{ mm} / 42,43 \text{ cm}^2$; $69,9 \text{ mm} / 72 \text{ mm} / 183,2 \text{ cm}^3$; $1,25\%$

3.1.2 Verbrennungsraum, Verdichtungsverhältnis, Verdichtungsraum

Verbrennungsraum:

Es ist der Raum, der vom Zylinder, Zylinderkopf und Kolbenboden umschlossen wird. Seine Größe ändert sich während eines Hubes fortlaufend. Der Verbrennungsraum ist am größten, wenn sich der Kolben in UT, am kleinsten, wenn sich der Kolben in OT befindet.

Verdichtungsraum:

Es ist der kleinste Verbrennungsraum. Er wird durch Zylinderkopf, Zylinder und Kolbenboden gebildet, wenn sich der Kolben in OT befindet.

Verdichtungsverhältnis:

Es ist das Verhältnis vom größten Verbrennungsraum (Kolben in UT) zum kleinsten Verbrennungsraum (Kolben in OT).

V_{bmax}	Größt- wert des Verbrennungs- raumes in cm^3 (Kolben in UT)	ϵ	Verdichtungs- verhältnis
V_{bmin}	Kleinst- wert des Verbrennungs- raumes in cm^3 (Kolben in OT)	V_h	Hubraum eines Zylinders in cm^3
		V_c	Verdichtungsraum in cm^3
		V_b	Verbrennungsraum in cm^3

Beispiel

Der Hubraum eines Einzylindermotors beträgt 416 cm^3 , der Verdichtungsraum 52 cm^3 . Wie groß ist das Verdichtungsverhältnis?

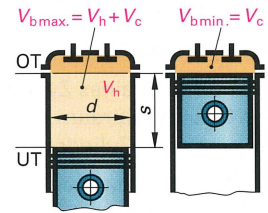
Gegeben: $V_h = 416 \text{ cm}^3$; $V_c = 52 \text{ cm}^3$

Gesucht: $\epsilon = ?$

Lösung
$$\epsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c} = \frac{416 \text{ cm}^3 + 52 \text{ cm}^3}{52 \text{ cm}^3} = \frac{468 \text{ cm}^3}{52 \text{ cm}^3} = \frac{9}{1} = 9$$

Aufgaben

- Der Hubraum eines Einzylindermotors beträgt 299 cm^3 , der Verdichtungsraum 40 cm^3 . Wie groß ist das Verdichtungsverhältnis?
- Ein Einzylindermotor hat einen Hubraum von $49,3 \text{ cm}^3$ und ein Verdichtungsverhältnis von 8,6. Wie groß ist der Verdichtungsraum?
- Ein Vierzylindermotor hat einen Zylinderdurchmesser von 91,7 mm, einen Hub von 75 mm und einen Verdichtungsraum von $58,6 \text{ cm}^3$. Berechnen Sie
 - den Zylinderhubraum,
 - das Verdichtungsverhältnis.
- Ein Vierzylindermotor hat einen Verdichtungsraum von 36 cm^3 und ein Verdichtungsverhältnis von 7,9. Berechnen Sie
 - den Hubraum eines Zylinders,
 - den Gesamthubraum.
- Berechnen Sie (**Bild 1**)
 - den maximalen Verbrennungsraum,
 - den Hub.
- Berechnen Sie für den Achtzylindermotor (**Bild 2**)
 - den Hubraum eines Zylinders,
 - den Gesamthubraum,
 - den maximalen Verbrennungsraum,
 - das Verdichtungsverhältnis.



$$V_{bmax} = V_h + V_c$$

$$V_{bmin} = V_c$$

$$\epsilon = \frac{V_{bmax}}{V_{bmin}}$$

$$\epsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

$$V_c = \frac{V_h}{\epsilon - 1}$$

$$V_h = V_c \cdot (\epsilon - 1)$$

$$\epsilon = \frac{V_h}{V_c} + 1$$

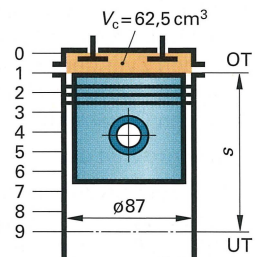


Bild 1

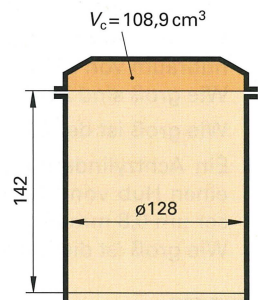


Bild 2

Lösungen

8,475 / 6,49 cm^3 / 495,3 cm^3 ; 9,45 / 248,4 cm^3 ; 993,6 cm^3 / 562,5 cm^2 ;
84,1 mm / 1827,3 cm^3 ; 14618,4 cm^3 ; 1936,2 cm^2 ; 17,8

3.1.3 Verdichtungsänderung

Durch die Erhöhung der Verdichtung wird der mittlere Arbeitsdruck und damit die Motorleistung vergrößert.

Die **Höherverdichtung** wird begrenzt durch Kraftstoffeigenschaften und Konstruktion des Motors. Das Verdichtungsverhältnis kann erhöht werden durch den Einbau höherer Kolben (größere Kompressionshöhe), Einbau einer dünneren Zylinderkopfdichtung, Abschleifen von Zylinder oder Zylinderkopf, Aufbohren des Zylinders oder Vergrößerung des Hubes (Hubraumvergrößerung).

Eine **Erniedrigung des Verdichtungsverhältnisses** wird am einfachsten erreicht durch den Einbau einer entsprechend dickeren Zylinderkopfdichtung.

Bei Berechnungen zur Verdichtungsänderung muss grundsätzlich zuerst geklärt werden, ob die Maßnahme am Motor zu einer Erhöhung oder zu einer Erniedrigung des Verdichtungsverhältnisses führt.

Erst dann sind die entsprechenden Formeln auszuwählen.

- V_{c1} Verdichtungsraum in cm^3
vor der Verdichtungsänderung
- V_{c2} Verdichtungsraum in cm^3
nach der Verdichtungsänderung
- ε_1 Verdichtungsverhältnis
vor der Verdichtungsänderung
- ε_2 Verdichtungsverhältnis
nach der Verdichtungsänderung
- V_c' Veränderung des Verdichtungsraumes
in cm^3 (Zu- oder Abnahme)
- s' Änderung der Höhe des Verdichtungsraumes
in cm
(Verdichtungsraum als Kreiszyylinder angenommen)
- s Hub in cm
- d Zylinderdurchmesser in cm
- A Zylinderquerschnitt in cm^2
- V_h Hubraum eines Zylinders in cm^3

Beispiel

Ein Motor hat einen zylindrischen Verdichtungsraum von 42 cm^3 , der durch Abfräsen des Zylinderkopfes um 3 cm^3 verkleinert werden soll. Der Zylinderdurchmesser beträgt 80 mm. Wie viel Millimeter müssen vom Zylinderkopf abgefräst werden?

Gegeben: $V_{c1} = 42 \text{ cm}^3$; $V_{c2} = 39 \text{ cm}^3$; $d = 8 \text{ cm}$;
 $A = 50,27 \text{ cm}^2$

Gesucht: $s' = ? \text{ mm}$

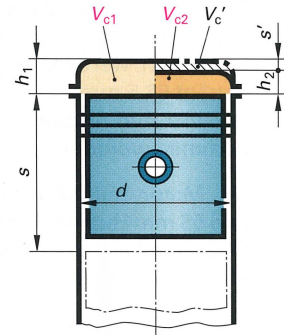
Lösung

$$s' = \frac{V_{c1} - V_{c2}}{A} = \frac{42 \text{ cm}^3 - 39 \text{ cm}^3}{50,27 \text{ cm}^2} = \frac{3 \text{ cm}^3}{50,27 \text{ cm}^2} = 0,059 \text{ cm} \approx \mathbf{0,6 \text{ mm}}$$

$$s' = h_1 - h_2$$

$$\varepsilon_1 = \frac{V_h + V_{c1}}{V_{c1}}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{V_h + V_{c2}}{V_{c2}}$$



Verdichtungerhöhung

$$V_{c2} = V_{c1} - V_c'$$

$$s' = \frac{V_{c1} - V_{c2}}{A}$$

$$s' = \frac{s}{\varepsilon_1 - 1} - \frac{s}{\varepsilon_2 - 1}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{s \cdot (\varepsilon_1 - 1)}{s - s' \cdot (\varepsilon_1 - 1)} + 1$$

Verdichtungserniedrigung

$$V_{c2} = V_{c1} + V_c'$$

$$s' = \frac{V_{c2} - V_{c1}}{A}$$

$$s' = \frac{s}{\varepsilon_2 - 1} - \frac{s}{\varepsilon_1 - 1}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{s \cdot (\varepsilon_1 - 1)}{s + s' \cdot (\varepsilon_1 - 1)} + 1$$

Aufgaben

- 1 Bei der Leistungssteigerung eines Motors soll der Verdichtungsraum von 30 cm^3 auf 25 cm^3 verkleinert werden. Der Zylinderdurchmesser beträgt $63,5 \text{ mm}$.
Wie viel mm müssen vom Zylinderkopf abgenommen werden?
- 2 Ein Motor mit 62 mm Zylinderdurchmesser und 58 mm Hub wird von $7,8$ auf $8,4$ verdichtet. Wie viel Millimeter müssen vom Zylinderkopf abgefräst werden?
- 3 Das Verdichtungsverhältnis eines Ottomotors soll von $8,9$ auf $9,6$ erhöht werden. Der Hub beträgt 65 mm .
Wie viel mm müssen vom Zylinderkopf abgeschliffen werden?
- 4 Ein Vierzylinder-Motor hat ein Verdichtungsverhältnis von $9,3$. Der Zylinderdurchmesser beträgt 77 mm , der Hub 69 mm . Durch Ablagerungen im Zylinderkopf wird der Verdichtungsraum um 3% verkleinert.
Wie groß ist dadurch das Verdichtungsverhältnis?
- 5 Bei einem Zweizylindermotor mit einem Zylinderdurchmesser von 78 mm , einem Hub von 73 mm und einem Verdichtungsverhältnis von $7,5$ wird eine Zylinderkopfdichtung eingebaut, die 1 mm dünner ist.
Wie ändert sich das Verdichtungsverhältnis?
- 6 Bei einem Motor soll das Verdichtungsverhältnis von $9,2$ auf $8,5$ erniedrigt werden. Zylinderdurchmesser 79 mm ; Hub 61 mm ; Hubraum 299 cm^3 .
Wie viel mm muss die einzubauende Zylinderkopfdichtung dicker sein?
- 7 Ein Sechszylinder-Ottomotor mit einem Verdichtungsverhältnis von $9,5$ und einem Hub von 80 mm hat nach dem Ausschleifen um 1 mm einen Zylinderdurchmesser von 90 mm .
 - a) Wie groß war der Hubraum eines Zylinders vor dem Ausschleifen?
 - b) Wie groß ist der Verdichtungsraum?
 - c) Wie groß ist der Hubraum eines Zylinders nach dem Ausschleifen?
 - d) Wie ändert sich das Verdichtungsverhältnis?
- 8 Ein Einzylindermotor hat einen Hub von 74 mm und ein Verdichtungsverhältnis von $9,8$. Durch den Einbau einer dickeren Zylinderkopfdichtung soll das Verdichtungsverhältnis um $0,5$ erniedrigt werden.
Wie viel mm muss die einzubauende Zylinderkopfdichtung dicker sein?
- 9 Ein Sechszylinder-Ottomotor hat einen Gesamthubraum von 2495 cm^3 , einen Hub von $71,6 \text{ mm}$ und einen Verdichtungsraum von 52 cm^3 . Das Verdichtungsverhältnis soll um $0,6$ erhöht werden.
 - a) Wie groß ist der Zylinderdurchmesser?
 - b) Wie groß ist das Verdichtungsverhältnis?
 - c) Wie viel mm muss die einzubauende Zylinderkopfdichtung dünner sein?
- 10 Ein Vierzylindermotor hat einen Zylinderdurchmesser von $69,5 \text{ mm}$, einen Hub von 59 mm und ein Verdichtungsverhältnis von $8,2$. Das Verdichtungsverhältnis soll durch Ausschleifen der Zylinder um $0,8$ erhöht werden. Berechnen Sie
 - a) den Gesamthubraum,
 - b) den Verdichtungsraum,
 - c) den Hubraum eines Zylinders nach der Verdichtungserhöhung,
 - d) den Zylinderdurchmesser für das Ausschleifen,
 - e) den maximalen Verbrennungsraum nach dem Ausschleifen.
- 11 Ein Sechszylindermotor hat einen Gesamthubraum von 2748 cm^3 , einen Zylinderdurchmesser von 86 mm und ein Verdichtungsverhältnis von 9 . Durch Verschleiß vergrößert sich der Zylinderdurchmesser im Mittel auf 87 mm . Durch Ablagerungen im Zylinderkopf wird der Verdichtungsraum um $2,5\%$ verkleinert.
 - a) Wie groß ist der Hub?
 - b) Wie groß ist der ursprüngliche Verdichtungsraum?
 - c) Wie groß wird der Zylinderhubraum durch Vergrößerung des Zylinderdurchmessers?
 - d) Wie groß wird der Verdichtungsraum durch Ablagerungen im Zylinderkopf?
 - e) Wie groß wird das Verdichtungsverhältnis?

Lösungen

$1,6 \text{ mm} / 0,69 \text{ mm} / 0,67 \text{ mm} / 9,6 / 8,1 / 0,69 \text{ mm} / 497,7 \text{ cm}^3; 58,6 \text{ cm}^3; 508,9 \text{ cm}^3; 9,86; 0,18 / 0,51 \text{ mm} / 86 \text{ mm}; 9; 0,62 \text{ mm} / 895,2 \text{ cm}^3; 31,1 \text{ cm}^3; 248,8 \text{ cm}^3; 73,3 \text{ mm}; 279,9 \text{ cm}^3 / 78,8 \text{ mm}; 57,25 \text{ cm}^3; 468,44 \text{ cm}^3; 55,82 \text{ cm}^3; 9,4$

3.1.4 Hubverhältnis (Hub-Bohrungs-Verhältnis)

Motoren werden als Lang-, Quadrat- und Kurzhuber beschrieben. Für diese Einteilung wird das Hubverhältnis gebildet, indem man Hub und Zylinderdurchmesser miteinander vergleicht.

k Hubverhältnis
(Hub-Bohrungs-Verhältnis)

s Hub in mm

d Zylinderdurchmesser in mm

Motorart	Hubverhältnis
Otto	0,7 ... 1,2
Diesel	0,8 ... 1,3

$$k = \frac{s}{d}$$

$$s = d \cdot k \quad d = \frac{s}{k}$$

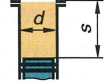
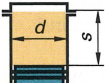
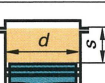
Beispiel

Ein Pkw-Motor hat einen Zylinderdurchmesser von 78 mm und einen Hub von 79,5 mm. Wie groß ist das Hubverhältnis?

Gegeben: $d = 78 \text{ mm}$; $s = 79,5 \text{ mm}$

Gesucht: $k = ?$

Lösung $k = \frac{s}{d} = \frac{79,5 \text{ mm}}{78 \text{ mm}} = 1,02 > 1$ (Langhuber)

Langhuber s größer d		$k > 1$
Quadrathuber s gleich d		$k = 1$
Kurzhuber s kleiner d		$k < 1$

Aufgaben

- Ein Pkw-Motor hat einen Zylinderdurchmesser von 90 mm und einen Hub von 70,4 mm. Wie groß ist das Hubverhältnis?
- Ein Einzylinder-Motorradmotor hat einen Zylinderdurchmesser von 38 mm und einen Hub von 44 mm. Wie groß ist das Hubverhältnis?
- Ein Motor mit einem Zylinderdurchmesser von 64 mm hat ein Hubverhältnis von 0,9. Wie groß ist der Hub?
- Ein Lkw-Motor hat ein Hubverhältnis von 1,24 und einen Hub von 155 mm. Wie groß ist der Zylinderdurchmesser?
- Ein Motor mit einem Zylinderdurchmesser von 89 mm und einem Hub von 80 mm wird ausgeschliffen.
 - Wie groß ist der Hubraum nach dem Ausschleifen auf 90 mm Zylinderdurchmesser?
 - Berechnen Sie das Hubverhältnis vor und nach dem Ausschleifen.
- Ein Sechszylinder-Ottomotor hat einen Hub von 66 mm, ein Hubverhältnis von 0,825 und ein Verdichtungsverhältnis von 9. Berechnen Sie
 - den Zylinderdurchmesser,
 - den Hubraum eines Zylinders,
 - den Gesamthubraum,
 - den Verdichtungsraum,
 - den maximalen Verbrennungsraum.
- Ein Sechszylinder-Dieselmotor hat einen Gesamthubraum von 5890 cm^3 und einen Verdichtungsraum von $57,75 \text{ cm}^3$. Der Zylinderdurchmesser beträgt 100 mm, das Hubverhältnis beträgt 1,25. Berechnen Sie
 - den Hubraum eines Zylinders,
 - das Verdichtungsverhältnis,
 - den Hub,
 - den minimalen Verbrennungsraum.
- Bei einem Vierzylindermotor beträgt der Hubraum eines Zylinders $393,5 \text{ cm}^3$, der Zylinderdurchmesser 84 mm und der Verdichtungsraum $51,8 \text{ cm}^3$. Wie groß sind
 - der Gesamthubraum,
 - das Verdichtungsverhältnis,
 - der Hub,
 - Hubverhältnis?
- Ein Sechszylinder-Ottomotor hat einen Gesamthubraum von $3,0 \text{ l}$ und ein Hubverhältnis von 1,0. Die Motordrehzahl beträgt 5000 1/min, das Verdichtungsverhältnis 9,5. Berechnen Sie:
 - den Zylinderdurchmesser,
 - den Verdichtungsraum.

Lösungen

0,78 / 1,16 / 57,6 mm / 125 mm / $508,94 \text{ cm}^3$; 0,89; 0,88 / 80 mm; $331,75 \text{ cm}^3$; $1990,5 \text{ cm}^3$; $41,47 \text{ cm}^3$; $373,2 \text{ cm}^3$ / $981,67 \text{ cm}^3$; 18; 125 mm; $57,75 \text{ cm}^3$ / 1574 cm^3 ; 8,6; 71 mm; 0,85 / 86 mm; $58,8 \text{ cm}^3$

