

FAHRZEUGTECHNIK

KAROSSERIE- UND FAHRZEUGBAU

TECHNISCHE MATHEMATIK

TECHNISCHE KOMMUNIKATION

FACHSTUFE

Dipl.-Ing. Gerd Lausen (Herausgeber)
Erwin Körprich
Helmut Raschke, Oberstudienrat, Rendsburg

5., durchgesehene Auflage

HANDWERK UND TECHNIK – HAMBURG

Bildquellenverzeichnis

Autoren und Verlag danken den nachstehenden Firmen und Institutionen für das Überlassen von Vorlagen zu Texten, Bildern und Tabellen:

M.H.J. Behrens GmbH, Wentorf: Bild 231.1

Robert Bosch GmbH, Stuttgart: Bilder 148.1, 155.1, 155.2, 156.1, 157.1, 157.2, 158.1, 159.1, 159.2, 160.1, 160.3, 174.2

Celette GmbH, Kehl, Rhein: Bild 235.1

Continental Teves AG & Co. oHG Aftermarket, Frankfurt a. Main: Bild 177.1

DaimlerCrysler AG, Stuttgart: Bilder 201.1, 202.1, 222.1, 222.2, 223.1

Emil Dautel GmbH, Leingarten: Bilder 172.3, 173.1

Degener Lehrmittel GmbH, Hannover: Bild 177.1

DEKRA AG – KTI, Altensteig-Wart: Bild 1. US rechts

DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin: Bilder 189.1, 190.1

Eggers Fahrzeugbau GmbH, Stuhr: Bilder 224.1, 225.1, 226.1, 227.1

Festo Didactic GmbH & Co. KG, Esslingen: Bild 164.2, 167.3

Gemeindeunfallversicherungsverband Schleswig-Holstein, Kiel: Bild 243.1

GROSS Aluminium GmbH, Frankfurt a. Main: Bilder 229.1 bis 229.3, 230.1 bis 230.3

MMC Auto Deutschland GmbH, Trebur: Bild 234.1

Adam Opel AG, Rüsselsheim: Bilder 240.1b, 240.3

Helmut Raschke, Westerröndfeld: Bilder 219.1, 220.1, 220.2

Saab Deutschland GmbH, Bad Homburg: Bild 1. US Mitte

Schechtl Maschinenbau GmbH, Eding: Bilder 186.1, 186.2, 187.1, 187.2, 188.1

SEKURIT SAINT-GOBAIN Deutschland GmbH & Co. KG, Aachen: Bild 218.1

Verlag Technik & Information, Bochum: Bild 244.1

VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT, Wolfsburg: Bilder 198.1, 221.1, 239.2, 239.3, 240.1a

Voß Karosseriebau Bremsendienst GmbH, Haseldorf: Bilder 4. US Mitte, 4. US links

Weiterhin wurden Bilder aus Büchern unseres Verlags entnommen:

3291: Bild 116.1

3155: Bild 239.1

Die technischen und grafischen Zeichnungen wurden nach Vorlagen ausgeführt von
Planungs- u. Ing.-Büro Dipl.-Ing. Manfred Appel, Hamburg;
Ing.-Team Harald Kontny, Hamburg;
new Vision-Visuelle Kommunikation, Pattensen;
DTP-Studio Wiegand, Gelsenkirchen

Gestaltung der Bilder Seiten 1 und 113: Harro Wolter, 20253 Hamburg

ISBN 978-3-582-03176-1

Die Normblattangaben werden wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Maßgebend für das Anwenden der Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich oder durch bundesweite Vereinbarungen zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages.

Die Verweise auf Internetadressen und -dateien beziehen sich auf deren Zustand und Inhalt zum Zeitpunkt der Drucklegung des Werks. Der Verlag übernimmt keinerlei Gewähr und Haftung für deren Aktualität oder Inhalt noch für den Inhalt von mit ihnen verlinkten weiteren Internetseiten.

Verlag Handwerk und Technik GmbH,

Lademannbogen 135, 22339 Hamburg; Postfach 63 05 00, 22331 Hamburg – 2014

E-Mail: info@handwerk-technik.de – Internet: www.handwerk-technik.de

Layout und Satz: CMS–Cross Media Solutions GmbH, 97080 Würzburg – tiff.any, 10999 Berlin

Umschlagmotiv: Harro Wolter, 20253 Hamburg

Druck: Himmer AG, 86167 Augsburg

Inhaltsverzeichnis

Bildquellenverzeichnis	II	3.1.2	Leiterwiderstand	41
Vorwort	VI	3.1.3	Spannungsfall in Leitungen	42
		3.1.4	Reihen- und Parallelschaltung	43
		3.1.4.1	Reihenschaltung	43
		3.1.4.2	Parallelschaltung	44
TECHNISCHE MATHEMATIK		3.2	Elektrische und elektronische Einrichtungen	45
1 Halbzuge und Bauteile aus Metall bearbeiten		3.2.1	Elektrische Leistung	45
1.1 Länge	2	3.2.2	Elektrische Arbeit	46
1.1.1 Gerade Länge	2	3.2.3	Kapazität	47
1.1.2 Lehrsatz des Pythagoras	4			
1.1.3 Zuschnitt	6	4 Mechanische, hydraulische und pneumatische Systeme installieren		
1.1.4 Kurvenförmige Länge	7	4.1 Druck		48
1.1.5 Gestreckte Länge	9	4.2 Hydrostatischer Druck		50
1.2 Fläche	13	4.3 Hydraulische Kraftübertragung		51
1.2.1 Geradlinig begrenzte Fläche	13			
1.2.2 Kurvenförmig begrenzte Fläche	15	5 Fahrzeugrahmen, Karosserieteile, Aufbauten und Anbauteile herstellen		
1.2.3 Zusammengesetzte Fläche	16	5.1 Kraft		53
1.3 Umformtechnik	18	5.1.1 Darstellung einer Kraft		53
1.3.1 Abkanten	18	5.1.2 Kräftezusammensetzung		53
1.3.2 Mindestbiegeradius bei Profilen	20	5.1.3 Kräftezerlegung		55
1.3.3 Randversteifung	20	5.1.4 Krafteck		57
1.3.4 Tiefziehen	21	5.1.5 Drehmoment		58
1.3.5 Bördeln	22	5.1.6 Hebel		59
1.4 Blechbedarf und Blechverschnitt	23	5.1.7 Auflagerkraft, Achskraft, Achsmasse		62
		5.1.8 Standsicherheit		65
		5.2 Festigkeit		65
2 Nichtmetallische Werkstoffe und Verbundstoffe bearbeiten		5.2.1 Zugfestigkeit		65
2.1 Körper	25	5.2.2 Scherfestigkeit		67
2.1.1 Prismatische Körper	25	5.2.3 Flächenpressung, Lochleibung		69
2.1.1.1 Oberfläche prismatischer Körper	25	5.2.4 Biegefestigkeit		70
2.1.1.2 Volumen prismatischer Körper	26	5.2.5 Torsion		72
2.1.2 Ringkörper – Guldinsche Regel	28	5.2.6 Knickung		73
2.1.3 Spitze, stumpfe Körper und Kugel	29	5.3 Schrauben		74
2.1.3.1 Oberfläche spitzer und abgestumpfter Körper, Kugel	29	5.4 Nieten		75
2.1.3.2 Volumen spitzer, stumpfer Körper und Kugel	30	5.5 Falzen		77
2.2 Masse und Dichte	31	5.6 Schweißen		78
2.3 Gewichtskraft	33	5.6.1 Gasverbrauch		78
2.4 Werkstoffbedarf	34	5.6.2 Schweißnahtberechnung		79
2.5 Wärme	35	5.7 Kleben		82
2.5.1 Temperatur	35	5.8 Schneidtechnik		83
2.5.2 Wärmeausdehnung	36			
2.5.2.1 Längenausdehnung	36	6 Karosserien, Aufbauten und Systeme instand halten		
2.5.2.2 Volumenausdehnung	37	6.1 Bewegung		85
2.5.3 Wärmemenge	38	6.1.1 Geschwindigkeit		85
2.5.4 Verbrennungswärme	39	6.1.2 Umfangsgeschwindigkeit		86
		6.1.3 Beschleunigung, Verzögerung, Anhalteweg		87
3 Elektrische und elektronische Systeme installieren		6.2 Schnittgeschwindigkeit		90
3.1 Beleuchtungs-, Signal- und Kontrolleinrichtungen	40			
3.1.1 Ohmsches Gesetz	40			

6.3	Riemen- und Zahnradtrieb	91
6.3.1	Riementrieb	91
6.3.2	Zahnradtrieb	93
6.3.2.1	Abmessungen am Zahnrad	93
6.3.2.2	Übersetzungsverhältnis am Zahnradtrieb	94
6.3.3	Antriebskraft	96
6.4	Rolle, Flaschenzug	98
6.5	Reibung	99
6.6	Schiefe Ebene	100
6.7	Mechanische Arbeit	101
6.8	Mechanische Leistung, Wirkungsgrad	102
6.9	Fahrmechanik	104
6.9.1	Fahrwiderstände, Fahrleistung	104
6.9.2	Kurvenfahrt von Fahrzeugen	107
6.10	Oberflächenberechnung an Fahrzeugen	108
6.11	Kostenrechnung	109
6.11.1	Lohnberechnung	109
6.11.1.1	Lohnabzüge	109
6.11.1.2	Zeitlohn	109
6.11.1.3	Leistungslohn	110
6.11.2	Einfache Zuschlagkalkulation	111
6.11.3	Rechnungsbetrag	112

TECHNISCHE KOMMUNIKATION

1	Halbzeuge und Bauteile aus Metall bearbeiten	
1.1	Grundlagen des Technischen Zeichnens	114
1.1.1	Blattgrößen und Schriftfeld	114
1.1.2	Projektionsmethoden	117
1.2	Geometrische Grundkonstruktionen	123
1.2.1	Konstruktion von Kurven	123
1.2.1.1	Konstruktion einer Ellipse	123
1.2.1.2	Konstruktion einer Parabel	124
1.2.1.3	Konstruktion einer Hyperbel	126
1.2.2	Bemaßung von Kurven	127
1.2.3	Konstruktion von Abwicklungen	129
1.2.3.1	Konstruktion der Abwicklung eines Übergangsröhres	129
1.2.3.2	Konstruktion der Abwicklung eines Heizungskanals	131
1.2.3.3	Konstruktion der Abwicklung einer Rohrverbindung	131
1.2.3.4	Konstruktion der Abwicklung eines Rohrkrümmers	133
1.3	Konstruieren von Karosserieteilen mit Abwicklungen	134
1.3.1	Konstruktion einer einfachen Fensterecke mit Abwicklung	134
1.3.2	Konstruktion eines Kardantunnels mit Abwicklung	135
1.3.3	Konstruktion eines Radhauses mit Abwicklung	137
1.3.4	Konstruktion eines Holzmodells für einen unsymmetrischen Kotflügel	139

2	Nichtmetallische Werkstoffe und Verbundstoffe bearbeiten	
2.1	Konstruktion der Abwicklung einer Rahmenecke	140
2.2	Konstruktion der Abwicklung einer Deckelecke	141
2.3	Konstruktion der Abwicklung des Mantels einer schräg geschnittenen Pyramide	142
2.4	Konstruktion der Abwicklung des Mantels eines schräg geschnittenen Kegels	143
2.5	Konstruktion der Abwicklung des Mantels eines schiefen Kegels	144
2.6	Konstruktion der Abwicklung eines Eckteiles	145

3	Elektrische und elektronische Systeme installieren	
3.1	Beleuchtungs-, Signal- und Kontrolleinrichtungen	147
3.1.1	Energieversorgung	147
3.1.1.1	Batterie	147
3.1.1.2	Generator	147
3.1.2	Beleuchtungseinrichtung	148
3.1.2.1	Verfahren zur Abwicklung von Kugelausschnitten	148
3.1.2.2	Bestimmung wahrer Längen	153
3.1.3	Elektrische und elektronische Schaltungen	155
3.2	Elektrische und elektronische Einrichtungen	157
3.2.1	Schaltpläne der Kraftfahrzeugtechnik	157
3.2.1.1	Arten elektrischer Schaltpläne	157
3.2.1.2	Übersichtsschaltplan	157
3.2.1.3	Stromlaufplan	158
3.2.1.4	Anschlussplan	160
3.2.2	Fehlerquellen und Fehlersuche	161

4	Mechanische, hydraulische und pneumatische Systeme installieren	
4.1	Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik	162
4.2	Schaltungen der Steuerungs- und Regelungstechnik	165
4.2.1	Aeromechanische Schaltungen	165
4.2.2	Hydromechanische Schaltungen	168
4.3	Stromlaufpläne	171
4.4	Schaltungsbeispiele	172
4.5	Bremsanlagen	175
4.5.1	Pneumatische Bremsanlage	175
4.5.2	Hydraulische Bremsanlage	175
4.5.3	Gemischte Bremsanlage	177

5	Fahrzeugrahmen, Karosserieteile, Aufbauten und Anbauteile herstellen	
5.1	Zeichnerische Darstellung von Fahrzeugen	178
5.1.1	Anordnung der Fahrzeugansichten	178
5.1.2	Fahrzeugdarstellung im Karosserieplan	179
5.1.3	Leitlinien und Formlinien am Fahrzeug	182

5.2	Arbeitsplanung und Kontrolle	184	6	Karosserien, Aufbauten und Systeme instand halten	
5.2.1	Bedeutung der Arbeitsplanung und Kontrolle	184	6.1	Auffinden und Austragen proportionaler Linien	209
5.2.2	Form und Inhalt des Arbeitsplanes und des Kontrollprotokolls	185	6.1.1	Proportionale Linien zur Darstellung gewölbter Flächen	209
5.3	Technische Dokumentationen für Werkzeugmaschinen	185	6.1.2	Spitzverteiler	211
5.3.1	Zweck technischer Dokumentationen für Werkzeugmaschinen	185	6.1.3	Stumpfverteiler	212
5.3.2	Bedienungsanweisung einer Schwenkbiegemaschine	187	6.1.4	Winkelverschiebung	212
5.3.2.1	Inhaltsübersicht der Bedienungsanweisung einer Schwenkbiegemaschine	187	6.1.5	Strahlensystem	213
5.3.2.2	Auszug aus der Bedienungsanweisung einer Schwenkbiegemaschine	188	6.1.6	Strahlensystem mit dem 45°-Winkel	214
5.4	Fügen durch Schrauben, Nieten und Kleben	189	6.2	Aufbaurichtlinien und Montageanleitungen	221
5.4.1	Symbole für Löcher, Schrauben und Niete	189	6.2.1	Aufbaurichtlinien	221
5.4.2	Vereinfachte Darstellung von Schrauben und Muttern	190	6.2.2	Arbeitsanweisungen entsprechend dem Qualitätsmanagements	223
5.4.3	Bride als Schraubverbindung	191	6.2.3	Montageanleitung für einen Kofferaufbau	228
5.4.4	Hilfsrahmenverbindung zum Hauptrahmen mit Schrauben und Niete	192	6.2.4	Montageanleitung für eine Ladebordwand	228
5.4.5	Kleerverbindung am Kofferaufbau	192	6.3	Instandhaltung	232
5.5	Fügen durch Blechumformung	193	6.3.1	Begriffe und Maßnahmen der Instandhaltung	232
5.5.1	Falzverbindung an der Deckecke einer Pkw-Anhängerabdeckung	193	6.3.2	Planung einer Karosserie-Instandsetzung	232
5.5.2	Drahteinlage an einer Entlüftungshutze	193	6.3.3	Explosionszeichnung einer Pkw-Karosserie	234
5.5.3	Fertigungsphasen beim Durchsetzfügen	194	6.3.4	Pkw-Bodengruppenbezeichnung zum Aufbau der Messpunkte einer Richtbank	235
5.6	Fügen durch Schweißen und Löten	194	6.4	Oberflächentechnik	239
5.6.1	Symbole für Schweiß- und Lötverbindungen	194	6.4.1	Korrosionsschutz	239
5.6.2	Schweißverbindungen am Fahrzeug	196	6.4.2	Lackierung	242
5.6.3	Geschweißte Bodengruppe eines Kofferaufbaues	203	6.5	Qualitätsmanagement	245
5.6.4	Fügen durch Löten am Kotflügel	203	6.5.1	Zweck des Qualitätsmanagements	245
5.7	Kraftfahrzeugtüren und -klappen	203	6.5.2	Forderungen an die Qualitätssicherung	246
5.7.1	Konstruktionszeichnung einer Fahrerhaustür mit Stahl-Leichtbauprofilen	203	6.6	Funktions-Wert-Analyse als Konstruktionsprinzip	248
5.7.2	Scharnierkonstruktion	204	6.6.1	Zweck der Funktions-Wert-Analyse	248
5.7.2.1	Einbau von Kraftfahrzeugtüren und -klappen	204	6.6.1.1	Anwendung der Funktions-Wert-Analyse	248
5.7.2.2	Drehpunktbestimmung	204	6.6.1.2	Funktions-Wert-Analyse bei der Konstruktion	248
			6.6.1.3	Funktions-Wert-Analyse zur Veränderung des Produktionsablaufes	249
			6.6.2	Aufbau der Funktions-Wert-Analyse	250
			6.6.2.1	Grundlagen der Funktions-Wert-Analyse	250
			6.6.2.2	Der Stufenplan	250
			6.6.3	Organisation der Funktions-Wert-Analyse	253
				Sachwortverzeichnis	255

Vorwort

Das vorliegende Buch wird hauptsächlich den Auszubildenden zum Karosserie- und Fahrzeugbaumechaniker und Mechaniker für Karosserie-Instandhaltungstechnik des 2. bis 4. Lehrjahres empfohlen. Es kann aber auch für die Ausbildung zum Kraftfahrzeugmechatroniker, Metallbauer Fachrichtung Nutzfahrzeugbau und zum Fahrzeuglackierer eingesetzt werden. Außerdem eignet es sich für die Meisterausbildung und als Zusatzliteratur an Techniker- und Fachhochschulen.

Die Zusammenarbeit mit

Herrn Berufsschuldirektor Ing. Alois Edthaler von der Berufsschule I in Wels und

Herrn eidg. Dipl. Berufsschullehrer Ludwig Boss von der gewerblichen Berufsschule der Stadt Luzern gewährleistet die Eignung des Lehrbuches auch für die Ausbildung in Österreich und in der Schweiz.

Aufgrund der Neuordnung der Berufe in der Kraftfahrzeugtechnik wurde es erforderlich, die Lerninhalte neu zu ordnen. Die umfangreichen Lerninhalte machten es sinnvoll und zweckmäßig, die Teile Technische Mathematik und Technische Kommunikation zusammenzufassen, aber vom Technologieband:

Lausen, Erhardt, Raschke, Winkler: Fahrzeugtechnik – Karosserie und Fahrzeugbau, Technologie (HT 3175) zu trennen.

So entstanden zwei Bücher, die eine Einheit bilden und sich ergänzen. Sie sind aber voneinander unabhängig und können eigenständig verwendet werden. Die Gliederung in der Technologie (HT 3175), der Technischen Mathematik und der Technischen Kommunikation ist jeweils identisch; sie entspricht dem bundesweiten Rahmenlehrplan der Kultusministerkonferenz. Das erleichtert das Arbeiten im fächerübergreifenden Unterricht.

Jedes Kapitel der **Technischen Mathematik** beginnt mit einer kurzen Einführung, d.h. mit theoretischen Grundlagen, Formeln und Einheiten und es ist ein Beispiel mittleren Schwierigkeitsgrades vorgerechnet. Danach schließen sich die Übungen an.

Die **Technische Kommunikation** beinhaltet das fachspezifische Zeichnen, aber auch das Zeichnungslesen und den Umgang mit Schaltplänen, die Arbeitsplanung und Kontrolle, die Technische Dokumentation und es wird eine Einführung in das Qualitätsmanagement gegeben.

Um Praxisnähe zu erreichen, wurden verschiedene Herstellerunterlagen verwendet, die nicht oder nur wenig aufbereitet wurden.

Deshalb gilt ein besonderer Dank dem Zentralverband Karosserie- und Fahrzeugtechnik und den Meistern der Karosserie- und Fahrzeugbaubetriebe sowie den Mitarbeitern der Automobil- und Automobilzulieferindustrie, die aufgrund ihres Engagements für die Aus- und Weiterbildung mit Informationen, Text- und Bildmaterial zum Gelingen des Buches beigetragen haben.

Sommer 2005

Gerd Lausen, Herausgeber

TECHNISCHE MATHEMATIK

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W}$$

1 Halbzeuge und Bauteile aus Metall bearbeiten

1.1 Länge

1.1.1 Gerade Länge

Beim Messen wird eine noch unbekannte Länge mit einem gesetzlich festgelegten Maß verglichen.

Das Meter ist die Basiseinheit der Länge.

Definition für 1 Meter: 1 Meter ist der Weg, den das Licht in einer 300-millionstel Sekunde zurücklegt.

Formelzeichen: l

Teillängen werden mit Indizes (Beizahlen) versehen, z. B. $l_1, l_2 \dots$

Metrische Längenmaße:

Einheiten	km	m	dm	cm	mm	μm
Umrechnung	1000 m	1 m	$\frac{1}{10}$ m	$\frac{1}{100}$ m	$\frac{1}{1000}$ m	$\frac{1}{1\,000\,000}$ m
			0,1 m	0,01 m	0,001 m	0,000001 m
			10^{-1} m	10^{-2} m	10^{-3} m	10^{-6} m

Beispiel:

Von einem 3,6 m langen Stahlstab werden 53 cm abgesägt. Die Schnittbreite beträgt 2 mm. Wie lang ist das Reststück?

geg.: $l_1 = 3,6$ m ges.: l
 $l_2 = 53$ cm
 $l_3 = 2$ mm

Lösung:

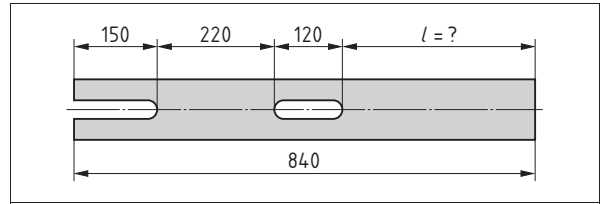
Umrechnung der Maße

$l_2 = 0,53$ m; $l_3 = 0,002$ m

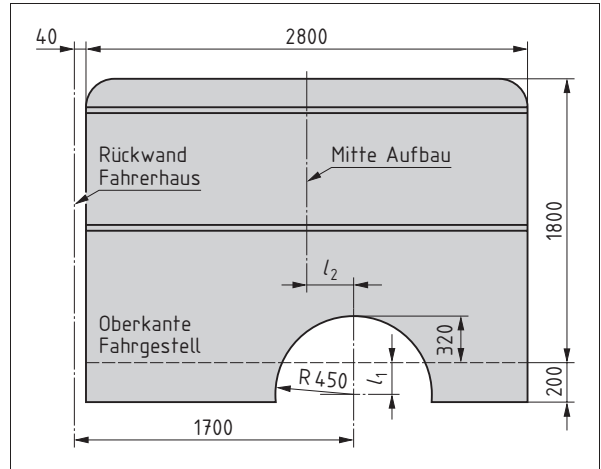
$l = l_1 - l_2 - l_3$

$l = 3,6 \text{ m} - 0,53 \text{ m} - 0,002 \text{ m}$

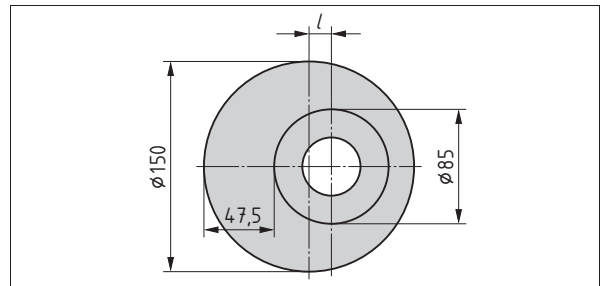
$l = 3,068$ m



1 Flachstahl



2 Aufbau eines Fahrzeugs



3 Exzentrischer Schließzapfen

Übungen

- Bei einer Bestandsaufnahme wurden folgende Längen an Hohlprofil $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 1,6 \text{ mm}$ registriert: 5,9 m; 790 dm; 1628 cm; 5320 mm.
Wie viele m beträgt die Gesamtlänge?
- Im Materiallager lagen 110 m Spezialprofil aus Leichtmetall und 120 m Flachstahl $25 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$. Im Laufe eines Monats wurden folgende Mengen ausgegeben:
 - Spezialprofil: 40200 mm; 0,8 m; 3400 mm; 730 cm; 23,5 m
 - Flachstahl: 68,3 m; 5,4 dm; 7520 mm; 22,4 m; 815 cm
 Wie viele m waren von jeder Sorte am Monatsende noch vorhanden?
- Berechnen Sie das Maß l in Bild 1
- Aus einer Blechtafel $1 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ sollen rechteckige Platten $140 \text{ mm} \times 280 \text{ mm}$ geschnitten werden. Wie viele Platten erhält man bei günstiger Aufteilung?
- Bestimmen Sie von dem Aufbau eines Fahrzeugs (Bild 2) die Maße l_1 und l_2 .
- Wie groß ist der Abstand l bei dem exzentrischen Schließzapfen in Bild 3?

1.1.2 Lehrsatz des Pythagoras

Mit dem Lehrsatz des Pythagoras¹⁾ wird im rechtwinkligen Dreieck eine unbekannte Seite berechnet, wenn die beiden anderen bekannt sind.

Benennung der Seiten (Bild 1):

Hypotenuse ist die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite und daher die längste Seite im rechtwinkligen Dreieck

Katheten sind die beiden anderen Seiten

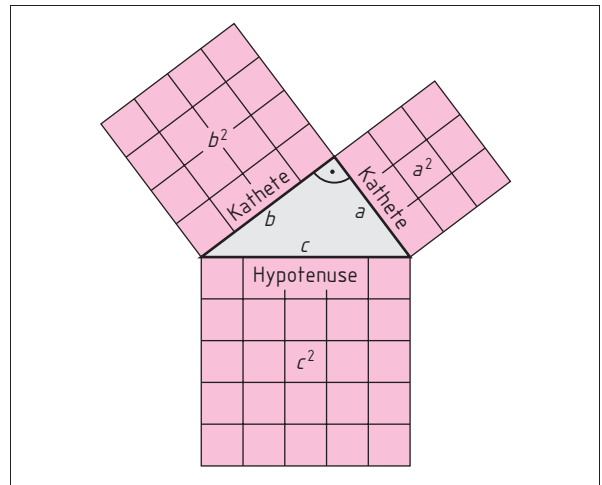
Lehrsatz:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

a Kathete in m

b Kathete in m

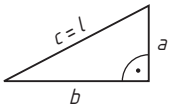
c Hypotenuse in m



1 Lehrsatz des Pythagoras

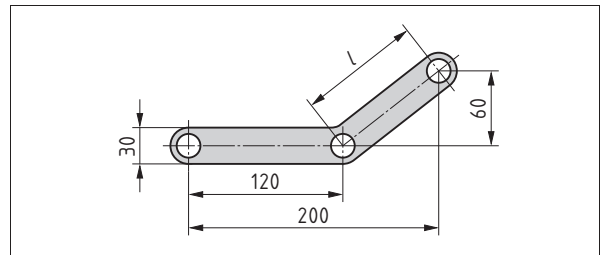
Beispiel:

Wie groß ist der Bohrungsabstand l am Winkelhebel (Bild 2)?

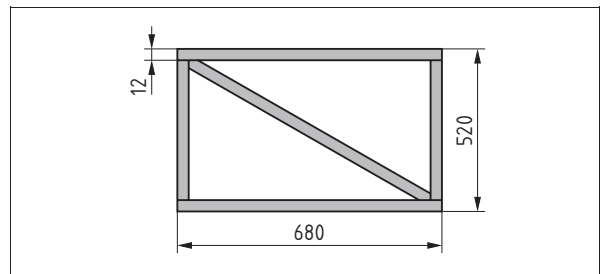


geg.: $a = 60 \text{ mm}$

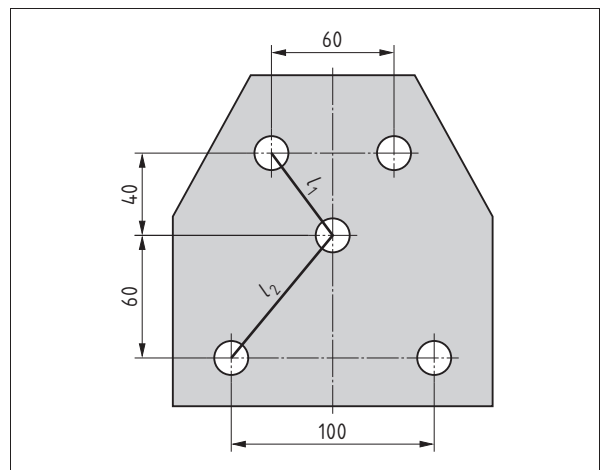
ges.: l



2 Winkelhebel



3 Versteifungsrahmen



4 Knotenblech

Lösung:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c^2 = \sqrt{(60 \text{ mm})^2 + (80 \text{ mm})^2}$$

$$c = 100 \text{ mm}$$

$$l = 100 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ mm} - 120 \text{ mm}$$

$$b = 80 \text{ mm}$$

Übungen

1. Berechnen Sie die fehlenden Werte.

Aufgabe	a)	b)	c)
Kathete a	38 mm	65 cm	? m
Kathete b	55 mm	? cm	1,7 m
Hypotenuse c	? mm	72 cm	2,9 m

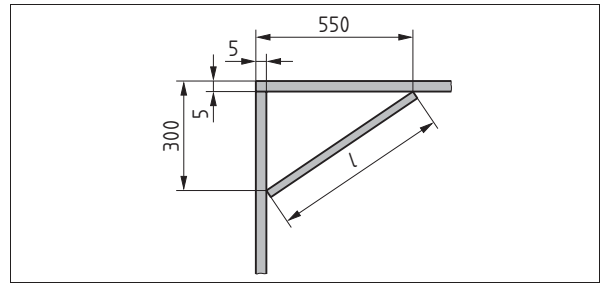
2. Aus Vierkantstahlrohr mit 12 mm \times 12 mm Kantenlänge sollen 5 Versteifungsrahmen (Bild 3) angefertigt werden. Wie viele Meter Rohr werden benötigt?

3. Berechnen Sie die Lochabstände l_1 und l_2 des Knotenbleches (Bild 4).

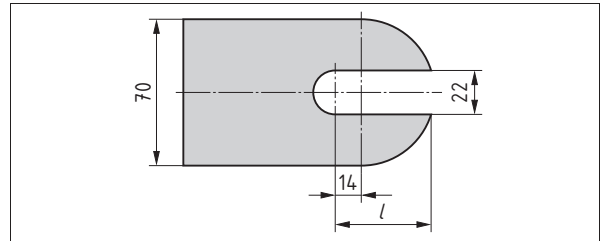
¹⁾ Pythagoras von Samos (um 570 v. Chr.–497/96 v. Chr.): griech. Philosoph.

Übungen (Fortsetzung von Seite 4)

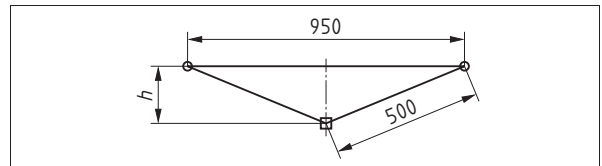
4. Es soll eine Querstrebe in den Rahmen eines Campingwagens (Bild 1) eingeschweißt werden. Berechnen Sie die Länge l der Querstrebe.
5. Am abgerundeten Ende einer Blechlasche (Bild 2) wird eine Aussparung ausgeschnitten. Wie groß ist das Maß l ?
6. Berechnen Sie für die Federtraverse eines Triebwagens (Bild 3) das Maß h .
7. Berechnen Sie für die Zuggabel eines Anhängers (Bild 4) das Maß l .
8. Wie groß ist der Abstand l zweier Schraubenlöcher im Deckel (Bild 5)?
9. Berechnen Sie die Gesamthöhe für das Ansaugstück (Bild 6).
10. Ein Pkw wird mit einem Wagenheber (Bild 7) angehoben. Wie groß ist die Höhe zwischen Fahrbahn und Karosserieboden?
11. Berechnen Sie den Umfang der Lasche (Bilder 8 a und 8 b).



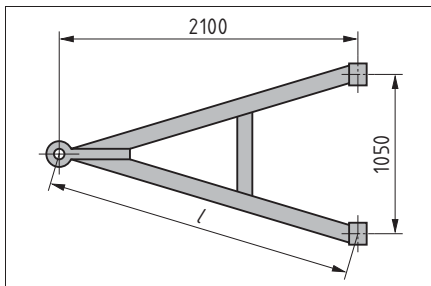
1 Fahrzeugrahmen eines Campingwagens



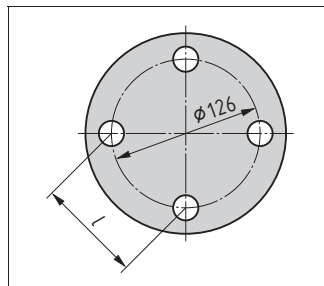
2 Lasche



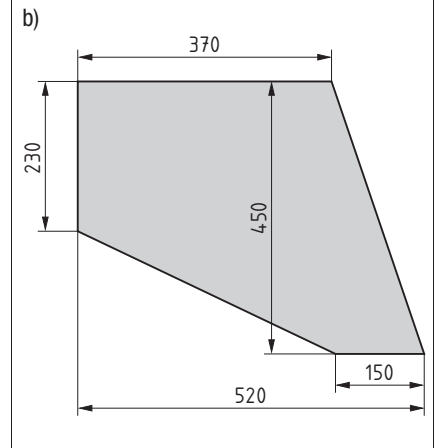
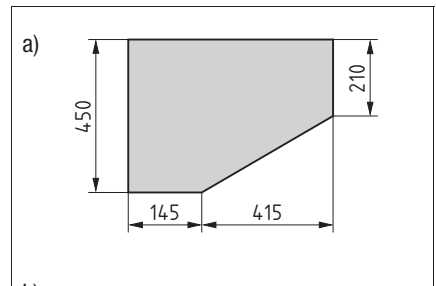
3 Federtraverse eines Triebwagens



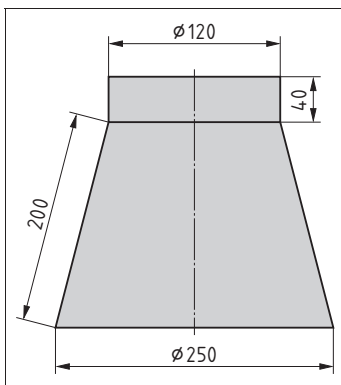
4 Anhängerzuggabel



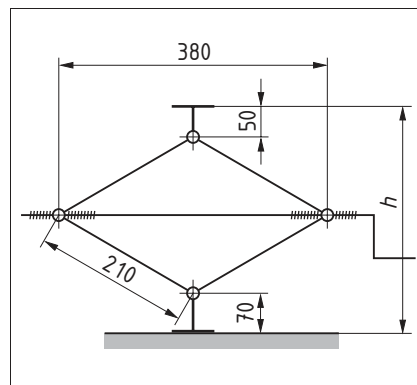
5 Deckel



8 Lasche



6 Ansaugstück eines Heizungsgebläses

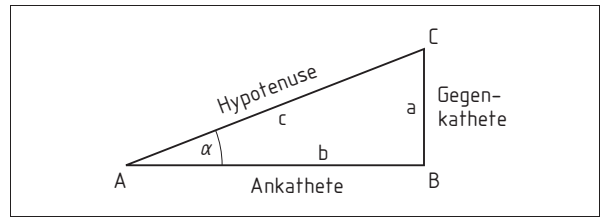


7 Wagenheber

1.1.3 Zuschnitt

Die Winkelfunktionen sind (vgl. Bild 1):

Sinus	$= \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}}$	$\sin \alpha = \frac{a}{c}$
Cosinus	$= \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}}$	$\cos \alpha = \frac{b}{c}$
Tangens	$= \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}}$	$\tan \alpha = \frac{a}{b}$
Cotangens	$= \frac{\text{Ankathete}}{\text{Gegenkathete}}$	$\cot \alpha = \frac{b}{a}$

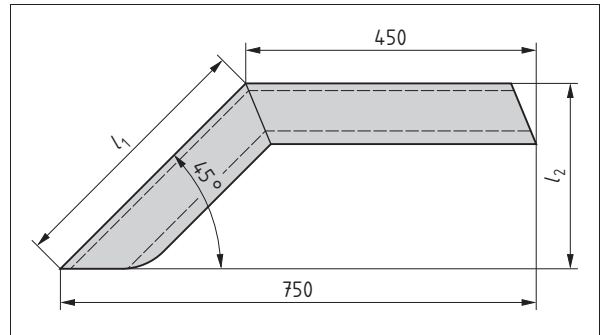


1 Seiten im rechtwinkligen Dreieck

Beispiel:

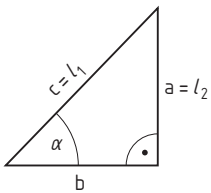
Für die Ermittlung des Zuschnitts zu dem Kotflügel (Bild 2) sind die Maße l_1 und l_2 zu bestimmen.

geg.: $\alpha = 45^\circ$
 $l_3 = 750 \text{ mm}$
 $l_4 = 450 \text{ mm}$
 ges.: a) l_1
 b) l_2



2 Kotflügel

Lösung:



$$b = l_3 - l_4$$

$$b = 750 \text{ mm} - 450 \text{ mm}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

a) $\cos \alpha = \frac{b}{c}$

$$c = \frac{b}{\cos \alpha}$$

$$c = \frac{300 \text{ mm}}{\cos 45^\circ}$$

$$c = 424,26 \text{ mm}$$

$$l_1 = 424,26 \text{ mm}$$

b) $\tan \alpha = \frac{a}{b}$

$$a = b \cdot \tan \alpha$$

$$a = \tan 45^\circ \cdot 300 \text{ mm}$$

$$a = 300 \text{ mm}$$

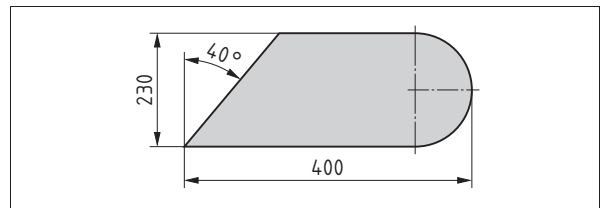
$$l_2 = 300 \text{ mm}$$

oder: Für $\alpha = 45^\circ$ gilt

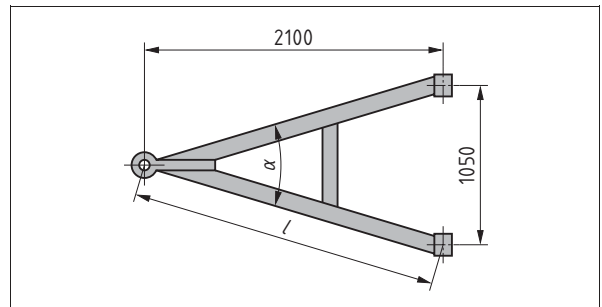
$$a = b$$

$$a = 300 \text{ mm}$$

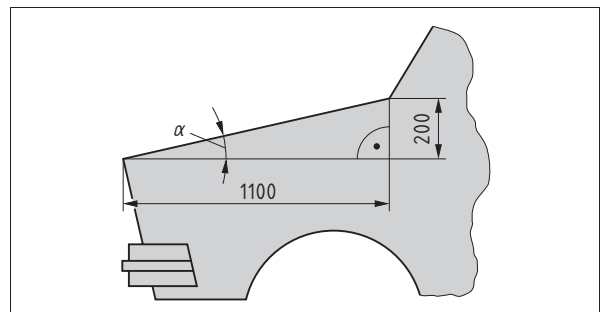
$$l_2 = 300 \text{ mm}$$



3 Abdeckblech



4 Zuggabel eines Anhängers



5 Motorhaube

Übungen

- Ein Abdeckblech (Bild 3) soll aus einer Blechtafel ausgeschnitten werden. Wie groß ist die Schnittlänge?
- Berechnen Sie für die Zuggabel eines Anhängers (Bild 4) den Winkel α und die Länge l .
- Wie groß ist der Neigungswinkel der Motorhaube (Bild 5)?

1.1.4 Kurvenförmige Länge

Erklärung der Zahl π

An einem Kreis (Bild 1) lässt sich der Durchmesser d und der Umfang U maßlich bestimmen. Das Verhältnis Umfang zum Durchmesser ist immer 3,14 und wird Pi (π) genannt.

Kreisumfang

Aus der Erklärung von $\pi = \frac{U}{d}$ lässt sich bei bekanntem Durchmesser der Kreisumfang berechnen.

$$U = d \cdot \pi$$

U Kreisumfang in m
 d Durchmesser in m

Ellipsenumfang

Der Umfang einer Ellipse (Bild 3) lässt sich annähernd berechnen mit dem mittleren Durchmesser von In- und Umkreis.

$$d_m \approx \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$U \approx d_m \cdot \pi$$

$$U \approx \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot \pi$$

U Ellipsenumfang in m
 d_1 Umkreisdurchmesser in m
 d_2 Inkreisdurchmesser in m
 d_m mittlerer Durchmesser in m

Bogenlänge

Vollkreis $\cong 360^\circ \cong \delta \cdot \pi$

Die Kreisbogenlänge l_B verhält sich zu dem ganzen Kreisumfang $d \cdot \pi$ wie der Winkel α zu dem Vollwinkel 360° (Bild 2).

$$\frac{l_B}{d \cdot \pi} = \frac{\alpha}{360^\circ}$$

$$l_B = \frac{d \cdot \pi \cdot \alpha}{360^\circ}$$

l_B Bogenlänge in m
 d Durchmesser in m
 α Mittelpunktswinkel in $^\circ$

Viertelkreisbogen $l_B = \frac{d \cdot \pi}{4}$
Halbkreisbogen $l_B = \frac{d \cdot \pi}{2}$

Beispiel:

Berechnen Sie für einen unbelasteten Lieferwagen (Bild 4)

- den Umfang des Rades
- die Länge des Radlaufs von A bis B

geg.: $d = 600 \text{ mm}$
 $l = 140 \text{ mm}$
 $R = 400 \text{ mm}$

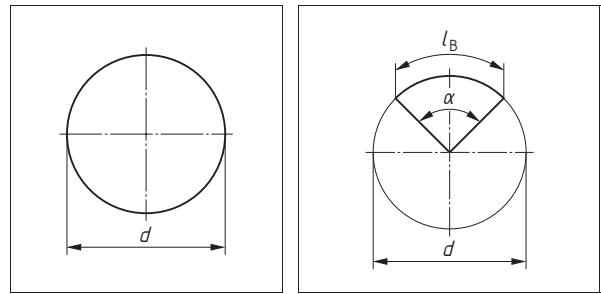
ges.: a) U
b) l_R

Lösung:

a) $U = d \cdot \pi$
 $U = 600 \text{ mm} \cdot \pi$
 $U = 1884,9 \text{ mm}$

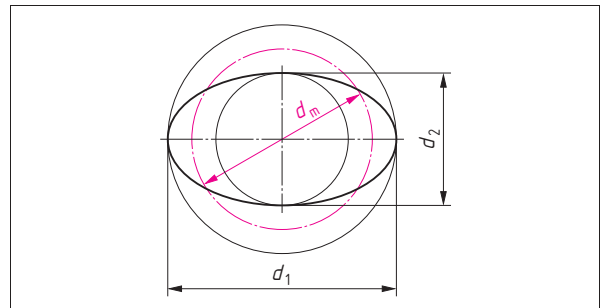
b) $l_R = 2 \cdot l + l_B$
 $l_R = 2 \cdot 140 \text{ mm} + 1256,6 \text{ mm}$
 $l_R = 1536,6 \text{ mm}$

$l_B = \frac{d \cdot \pi}{2}$
 $l_B = \frac{600 \text{ mm} \cdot \pi}{2}$
 $l_B = 1256,6 \text{ mm}$

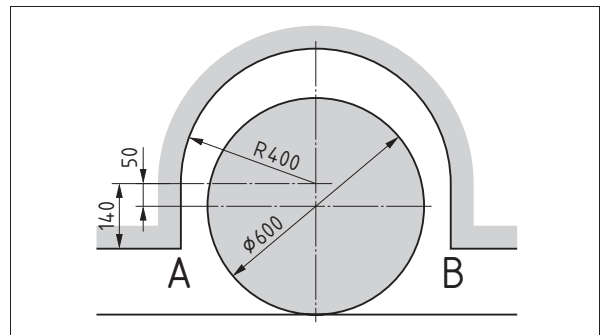


1 Kreis

2 Kreisbogen



3 Ellipse



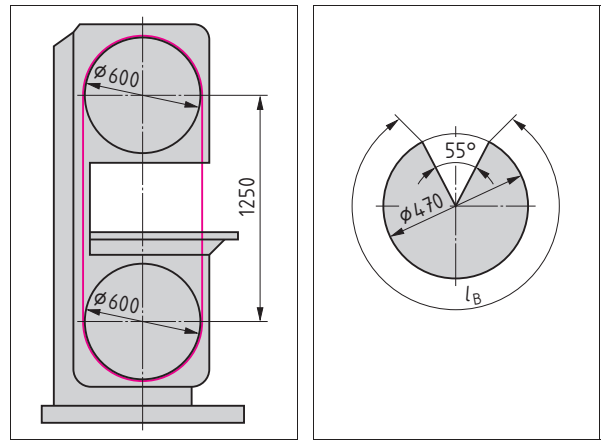
4 Unbelasteter Lieferwagen

Übungen

- Wie viele Schrauben sind zur Befestigung eines Antriebswellenflansches mit einem Lochkreisdurchmesser von 127,5 mm notwendig, wenn die Teilungslänge mit 50 mm festgelegt ist?
- Aus einer Blechtafel soll ein Kreisring mit einem Außendurchmesser von 580 mm und einer Ringbreite von 40 mm geschnitten werden. Berechnen Sie die Schnittlänge.

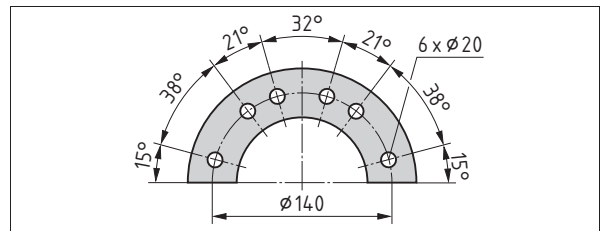
Übungen (Fortsetzung von Seite 7)

3. Berechnen Sie die Länge des Sägebandes der Bandsäge (Bild 1).
4. Bei einem Flachriemenantrieb beträgt der Achsabstand 430 mm und der Durchmesser beider Riemenscheiben je 170 mm. Wie lang ist der Riemen, wenn für das Kleben der Riemenenden eine Überlappung von 120 mm vorgesehen wird?
5. Eine Seiltrommel hat einen Durchmesser von 300 mm und ist 320 mm lang. Auf ihr befindet sich eine Lage Drahtseil mit 16 mm Durchmesser. Wie lang ist ungefähr das Drahtseil in m?
6. Ein auf einer geraden Schiene laufender Kran hat Räder mit einem Durchmesser von 350 mm. Die Schiene ist auf einer Länge von 75 m befahrbar. Der Radabstand auf der Schiene beträgt 3,5 m. Wie oft dreht sich ein Rad des Krans, wenn es die gesamte Strecke zurücklegt?
7. Der innere Umfang eines Reserveradkastens beträgt 3236 mm. Wie groß darf der Durchmesser des Ersatzrades höchstens sein?
8. Ein Kraftstofftank hat einen elliptischen Querschnitt mit $d_1 = 400$ mm und $d_2 = 260$ mm. Wie groß ist sein Umfang?
9. Berechnen Sie die Bogenlänge l_B des Kegelmantels in Bild 2.
10. Ein Lenkrad mit einem Durchmesser von 400 mm hat ein Spiel von 8° . Wie viele mm Bogenlänge sind das am Lenkradumfang?
11. Berechnen Sie die einzelnen Teilungslängen in Bild 3.
12. Eine Scheibe von 124 mm Durchmesser soll an Umfang eine Gradskale erhalten. Wie groß ist die Teilung anzureißen, d.h. wie viele mm ist die Bogenlänge von Teilstrich zu Teilstrich?
13. Wie viele m Scheuerleiste aus Hartgummi werden für den Lkw-Kofferaufbau (Bild 4) benötigt?
14. Am Lenkradumfang wird ein Spiel von 34 mm gemessen. Wie viele $^\circ$ sind das, wenn der Lenkraddurchmesser 380 mm beträgt?
15. Eine Bremstrommel hat einen Innendurchmesser von 250 mm. Der Bremsbelag ist außen 200 mm lang. Wie groß ist der Winkel α des Bogens?
16. Berechnen Sie für das Deckblech die Länge der Schnittlinie (Bild 5).
17. Berechnen Sie die Abwicklungslänge des Kotflügelmantels in Bild 6.

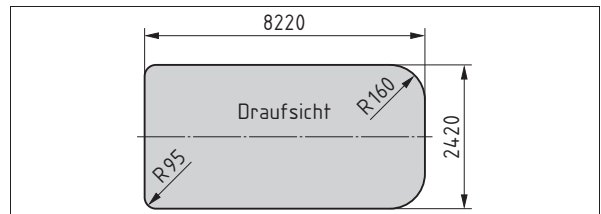


1 Bandsäge

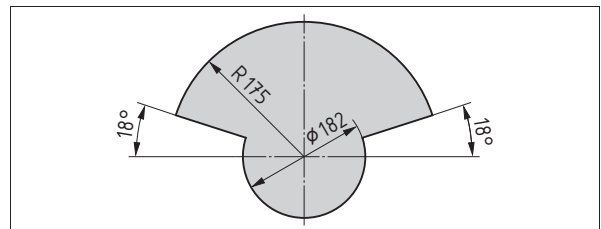
2 Kegelmantel



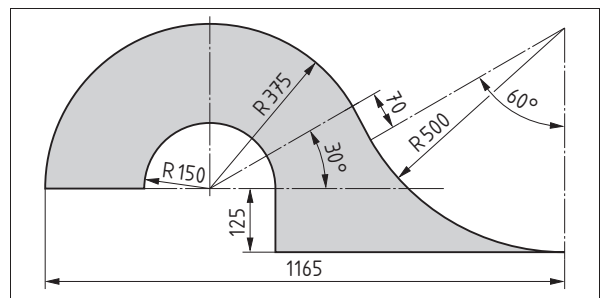
3 Teilungsbogen



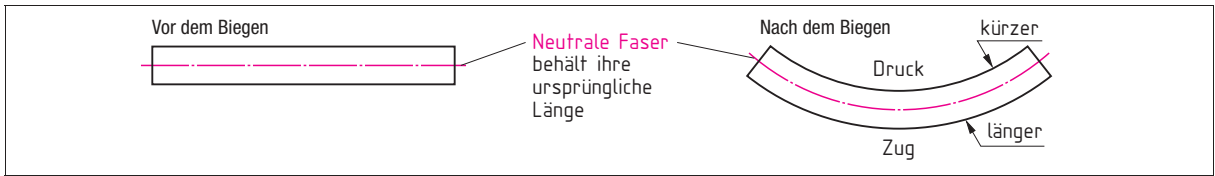
4 Fußboden eines Lkw-Kofferaufbaus



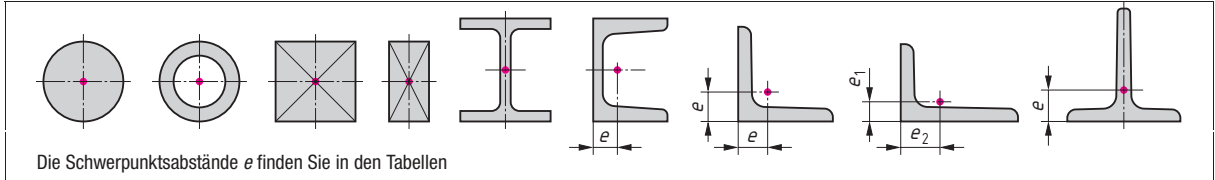
5 Deckblech



6 Kotflügel



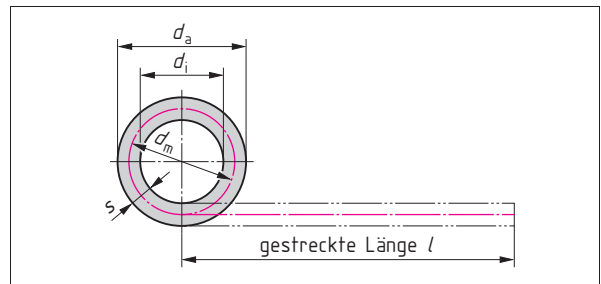
1 Neutrale Faser beim Biegen



2 Flächenschwerpunkt verschiedener Querschnitte

1.1.5 Gestreckte Längen

Zugkräfte verlängern, Druckkräfte verkürzen die ursprüngliche Länge. An der Stelle des Übergangs von Zug auf Druck tritt keine Veränderung ein. Diese Linie, die ihre Länge beibehält, geht durch den Schwerpunkt des Querschnitts und wird Schwerpunktslinie oder neutrale Faser genannt (Bild 1). Die exakte Lage der neutralen Faser ist abhängig vom Biegeradius und von der Querschnittsform des Profils (Bild 2).



Bei der Berechnung der gestreckten Länge von Biegeteilen wird die Länge der neutralen Faser ermittelt (Bild 3).

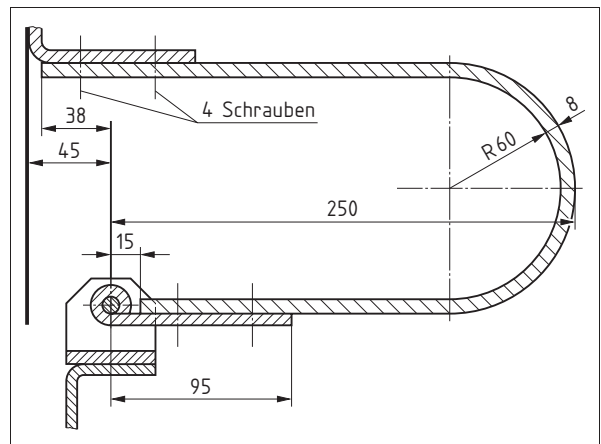
3 Gestreckte Länge eines Kreisringes

Gestreckte Länge = Länge der neutralen Faser

$$l = d_m \cdot \pi \quad d_m = d_a - s \quad s = \frac{d_a - d_i}{2}$$

$$d_m = d_i + s$$

- l gestreckte Länge in m
- d_a Außendurchmesser in m
- d_i Innendurchmesser in m
- d_m mittlerer Durchmesser in m
- s Werkstückdicke in m



4 Federstahlband

Beispiel:

Berechnen Sie die gestreckte Länge des Federstahlbandes (Bild 4) zur Lagerung des Führerhauses

geg.: $R = 60 \text{ mm}$ ges.: l
 $s = 8 \text{ mm}$

Lösung:

$$l = l_1 + l_2 + l_3$$

$$l = 220 \text{ mm} + 167 \text{ mm} + 201,06 \text{ mm}$$

$$l = 588,06 \text{ mm}$$

$$l_1 = 250 \text{ mm} + 38 \text{ mm} - 60 \text{ mm} - 8 \text{ mm}$$

$$l_1 = \hat{220} \text{ mm}$$

$$l_2 = 250 \text{ mm} - 15 \text{ mm} - 60 \text{ mm} - 8 \text{ mm}$$

$$l_2 = \hat{167} \text{ mm}$$

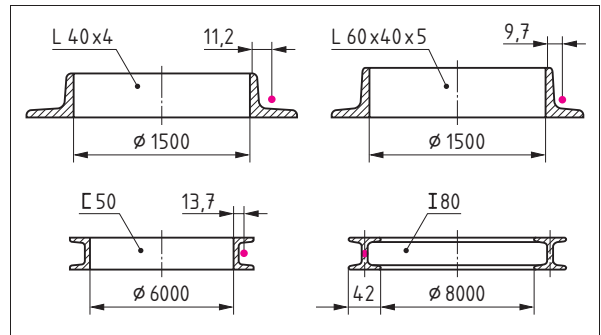
$$l_3 = \frac{d_m \cdot \pi}{2}$$

$$l_3 = \frac{128 \text{ mm} \cdot \pi}{2}$$

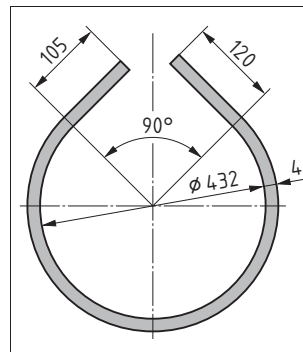
$$l_3 = 201,06 \text{ mm}$$

Übungen

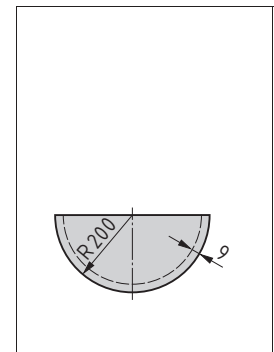
1. Aus einem Flachstahl 40 mm × 6 mm soll ein Verstärkungsring mit einem Innendurchmesser von 244 mm gebogen werden. Wie groß ist die gestreckte Länge?
2. Ein Rundstahl mit 20 mm Durchmesser wird zu einem Ring mit einem Innendurchmesser von 360 mm gebogen.
 - a) Wie lang muss der Rundstahl sein?
 - b) Um wie viele Prozent ist die äußerste Faser des Ringes gedehnt worden?
3. Ein Behälter aus 4 mm Stahlblech und einem Innendurchmesser von 1200 mm soll außen einen Randversteifungsring aus Flachstahl 50 mm × 12 mm erhalten. Wie viele m Flachstahl sind erforderlich?
4. Berechnen Sie die gestreckte Länge eines Ringes aus Quadratstahl 20 mm, wenn der äußere Umfang 623 mm beträgt.
5. Berechnen Sie die gestreckte Länge der Ringe aus Stahlbau-Profilen (Bild 1).
6. Wie groß ist die gestreckte Länge des Bremsbandes aus Flachstahl 28 mm × 4 mm (Bild 2)?
7. Wie breit muss der Zuschnitt der Zarge (Bild 3) für die Herstellung des Wannenbehälters sein?
8. Wie viele Griffe (Bild 4) können aus einer 2 m langen Stange Rundstahl hergestellt werden?
9. Wie viele m Stahlrohr von 20 mm Durchmesser werden für 12 Dachspiegel (Bild 5) einer Lkw-Pritsche benötigt?
10. Wie viele mm Rundstahl müssen für den Bügel der Briede (Bild 6) zugeschnitten werden?
11. Wie lang muss der Zuschnitt des in Bild 7 dargestellten gebogenen Bandstahls 16 mm × 6 mm sein?



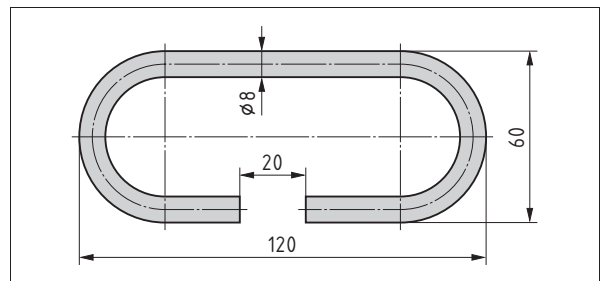
1 Ringe



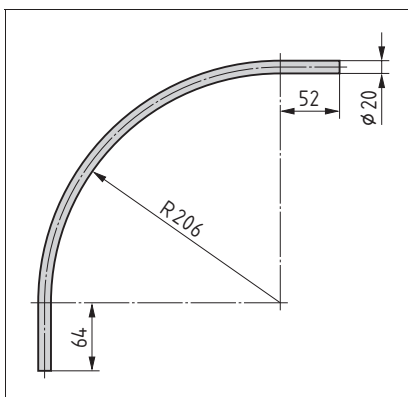
2 Bremsband



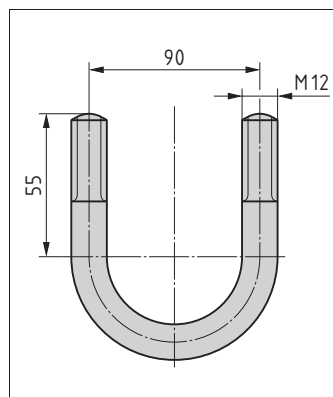
3 Zarge



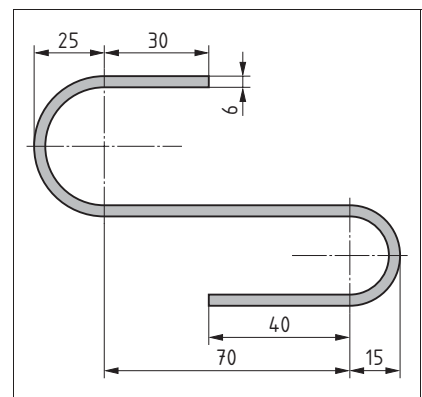
4 Griff



5 Dachspiegel



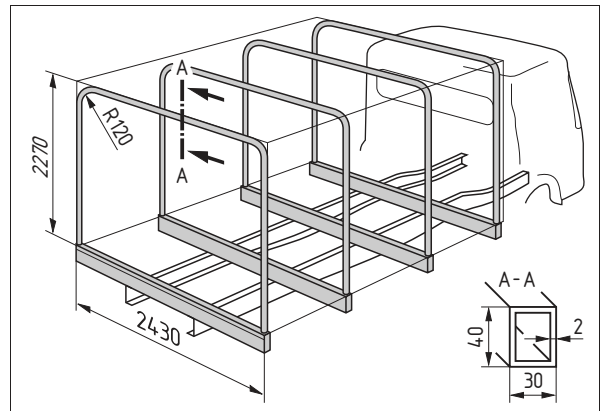
6 Briede



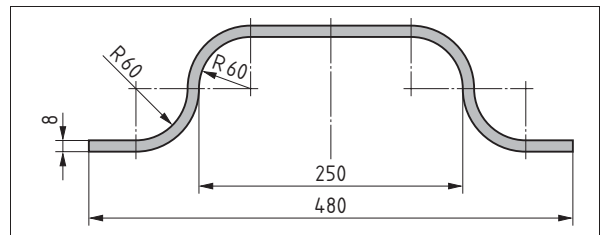
7 Gebogener Bandstahl

Übungen (Fortsetzung von Seite 10)

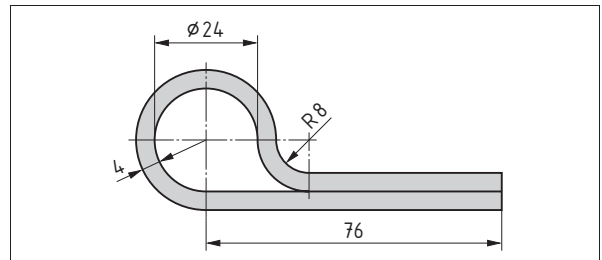
12. Die Bügel des Gerippeaufbaus (Bild 1) bestehen aus Hohlprofil 40 mm × 30 mm × 2 mm. Wie viele Meter Hohlprofil sind insgesamt erforderlich?
13. Der Bügel soll aus Flachstahl 50 mm × 8 mm (Bild 2) hergestellt werden. Wie viele m sind für 5 Bügel erforderlich, wenn ein Sägeschnitt 1,5 mm breit ist?
14. Wie groß ist die gestreckte Länge des Scharniers (Bild 3)?
15. Wie viele m Federstahl braucht man zur Herstellung von 20 Druckfedern (Bild 4)?
16. Berechnen Sie die gestreckte Länge für den Rohrkrümmer (Bild 5).
17. Ermitteln Sie für die Herstellung des Auspuffs (Bild 6) die notwendige Rohrlänge.
18. Wie viele mm Material sind für den Haken (Bild 7) abzuschneiden?
19. Ein Kupferrohr mit 12 mm Außendurchmesser wird zu einem Ring mit 320 mm Innendurchmesser gebogen.
 - a) Um wie viele mm wird der Werkstoff am äußeren Umfang gestreckt?
 - b) Um wie viele mm wird der Werkstoff am inneren Umfang gestaucht?
 - c) Wie ändern sich diese Werte, wenn der Innendurchmesser nur 200 mm betragen würde?



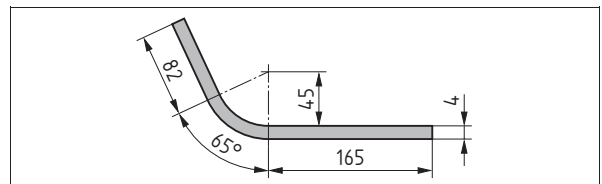
1 Gerippeaufbau



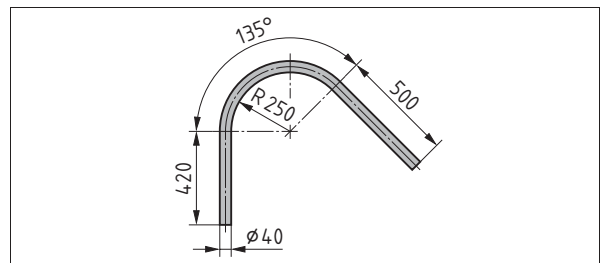
2 Bügel



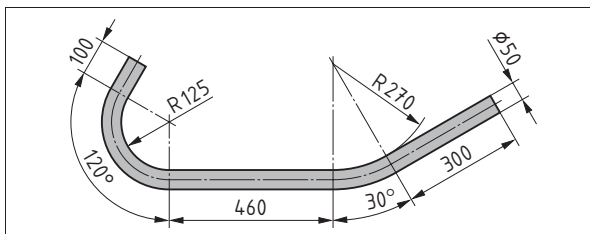
3 Scharnier



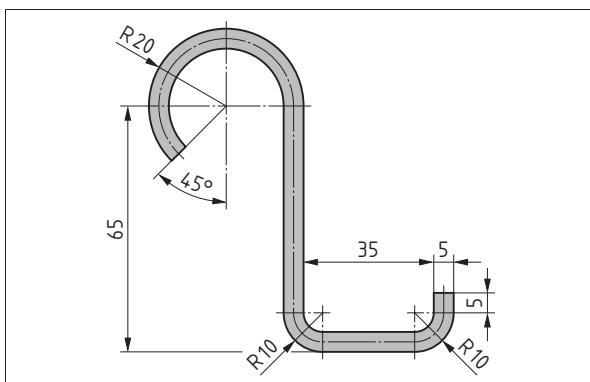
4 Druckfeder



5 Rohrkrümmer



6 Auspuff



7 Haken

Übungen (Fortsetzung von Seite 11)

20. Ermitteln Sie die gestreckten Längen der Teile 1...5 von dem Rahmen in Bild 1.

Teil 1

Hohlprofil 40 mm × 20 mm × 1,6 mm

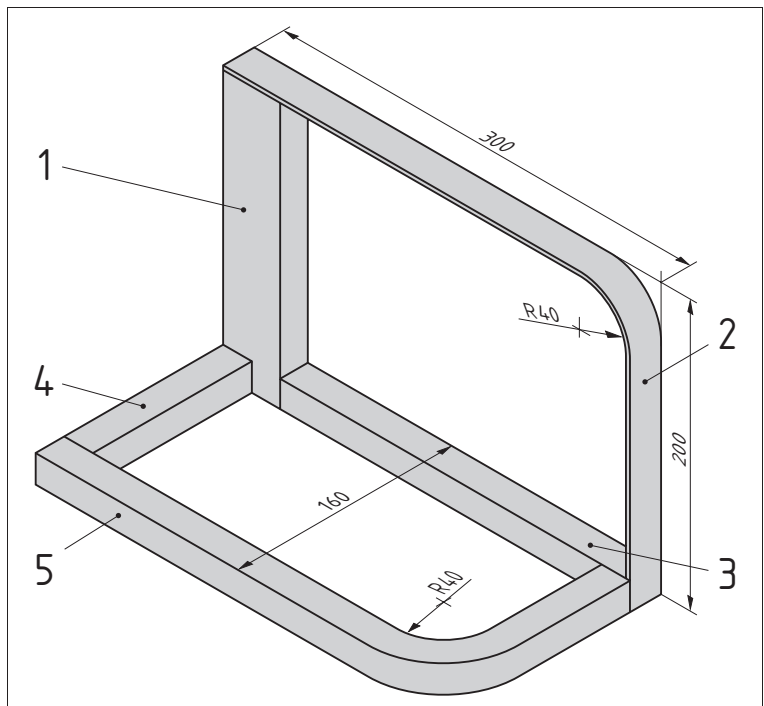
Teil 2

Flachstahl 20 mm × 3 mm

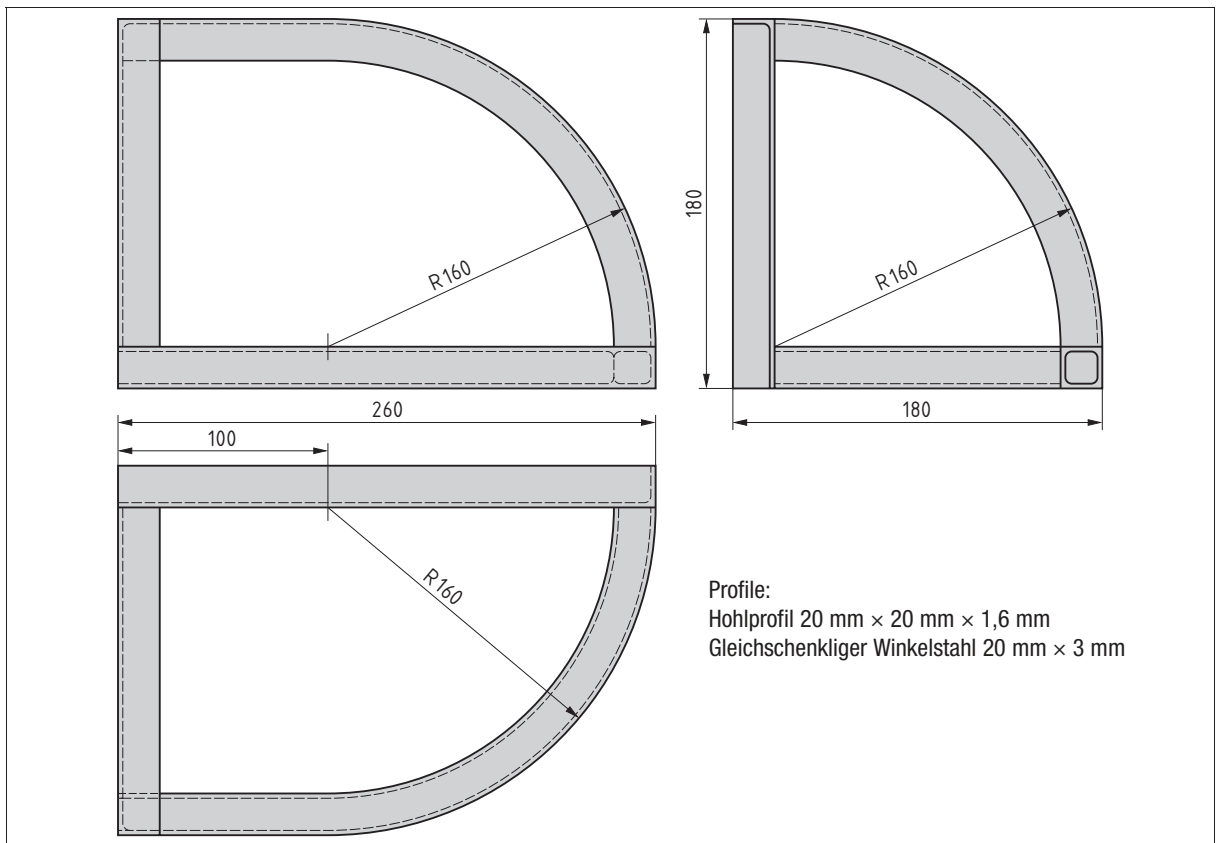
Teil 3, 4, 5

Hohlprofil 20 mm × 20 mm × 1,6 mm

21. Berechnen Sie alle gestreckten Profil-längen der Dachecke in Bild 2.



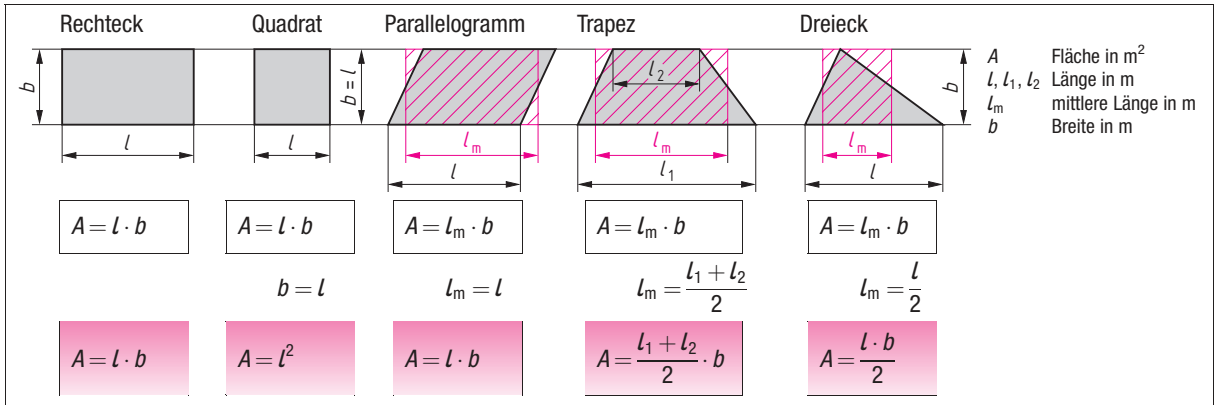
1 Rahmen



2 Dachecke

1.2 Fläche

1.2.1 Geradlinig begrenzte Fläche



1 Geradlinig begrenzte Fläche

Eine Fläche hat zwei Ausdehnungen: Länge und Breite (Bild 1).

Beispiel:

Berechnen Sie die Werkstattfläche (Bild 2) in m^2 .

geg.: $l_1 = 25,4 \text{ m}$
 $b_1 = 12,5 \text{ m}$
 $l_2 = 5,3 \text{ m}$
 $b_2 = 4,7 \text{ m}$

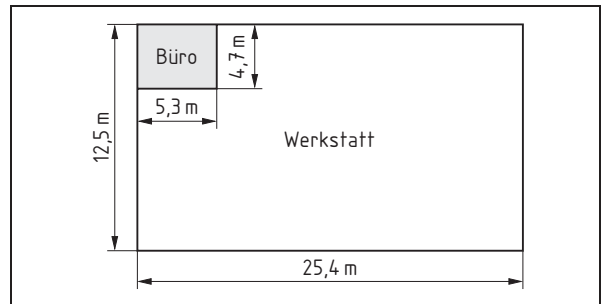
ges.: A

Einheiten	m^2	dm^2	cm^2	mm^2
Umrechnung	1 m^2	$\frac{1}{100} \text{ m}^2$ $0,01 \text{ m}^2$ 10^{-2} m^2	$\frac{1}{10000} \text{ m}^2$ $0,0001 \text{ m}^2$ 10^{-4} m^2	$\frac{1}{1000000} \text{ m}^2$ $0,000001 \text{ m}^2$ 10^{-6} m^2

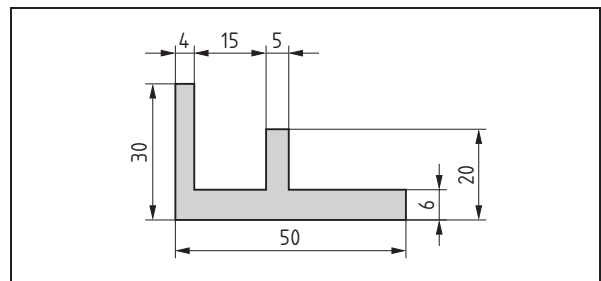
Lösung:

$A = A_1 - A_2$
 $A = 317,5 \text{ m}^2 - 24,91 \text{ m}^2$
 $A = 292,59 \text{ m}^2$

$A_1 = l_1 \cdot b_1$
 $A_1 = 25,4 \text{ m} \cdot 12,5 \text{ m}$
 $A_1 = 317,5 \text{ m}^2$
 $A_2 = l_2 \cdot b_2$
 $A_2 = 5,3 \text{ m} \cdot 4,7 \text{ m}$
 $A_2 = 24,91 \text{ m}^2$



2 Fläche einer Werkstatt



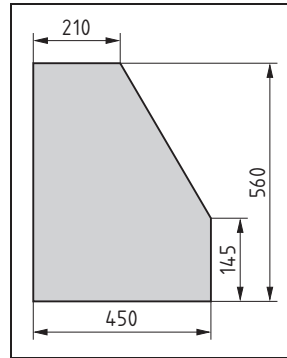
3 Spezialprofil

Übungen

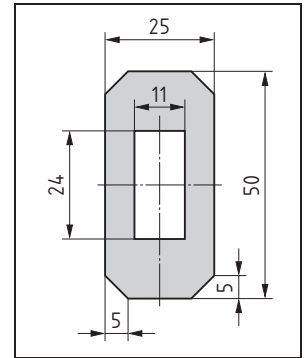
- Wie groß sind die Querschnittsflächen in cm^2 folgender scharfkantiger Winkelprofile
 - L-Profil DIN 59370 – S235JR
 - S 20 × 4
 - S 30 × 5
 - L-Profil DIN 1771
 - S 20 × 10 × 2 – EN AW – AlMgSi1
 - S 30 × 20 × 3 – EN AW – AlMgSi1
- Berechnen Sie die Querschnittsfläche des Spezialprofils (Bild 3).

Übungen (Fortsetzung von Seite 13)

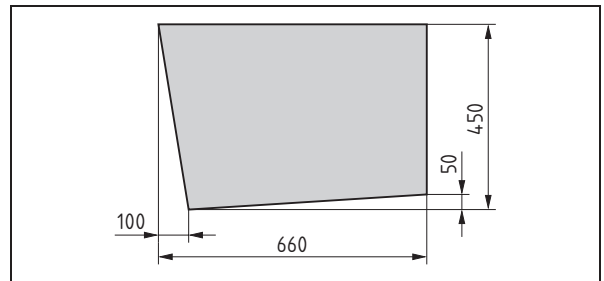
3. Wie viele m² Blech werden für den Boden (Bild 1) benötigt?
4. Wie viele cm² hat die Fläche des Druckbleches (Bild 2)?
5. Berechnen Sie den Glasbedarf der Fahrzeugscheibe (Bild 3) in m².
6. Berechnen Sie die Querschnittsfläche des Sechskantstahls Sechskant DIN 176 – 36 – S235JRG1
7. Berechnen Sie die Fläche der Knotenbleche (Bilder 4...7).
8. Die Ladepritsche eines Lkw ist 4280 mm lang und 2300 mm breit. Die Seitenwände sind 540 mm hoch. Wie viele m² sind erforderlich, um die Ladefläche und die Seitenwände zu beschlagen?
9. Bei einer rechteckigen Platte mit einer Fläche von 30 dm² ist die eine Seite 75 cm lang. Wie groß ist der Umfang der Platte?
10. Ein Quadratstahl mit einer Seitenlänge von 12 mm soll durch einen 4 mm dicken Flachstahl ersetzt werden. Wie breit muss der Flachstahl sein, wenn die Querschnittsfläche gleich bleiben soll?
11. Das Ausstellfenster einer Pkw-Tür hat die Form eines rechtwinkligen Dreiecks. Die Glasfläche beträgt 220 cm² und die Grundseite misst 180 mm. Wie hoch ist die Scheibe?



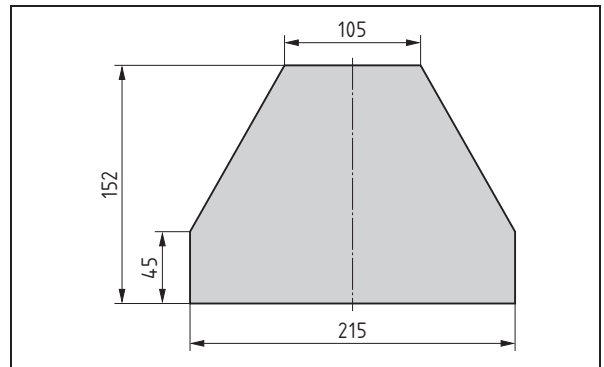
1 Bodenblech



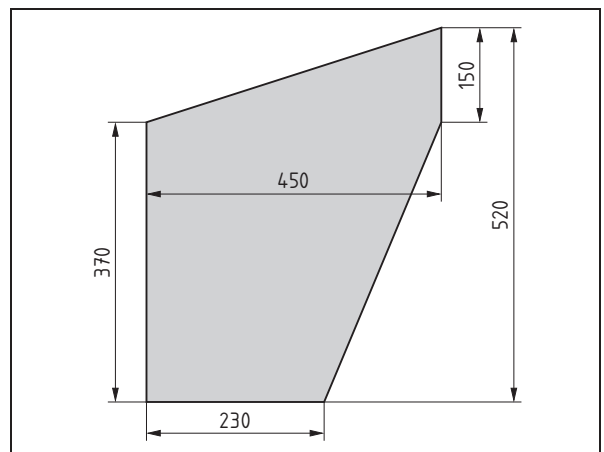
2 Druckblech



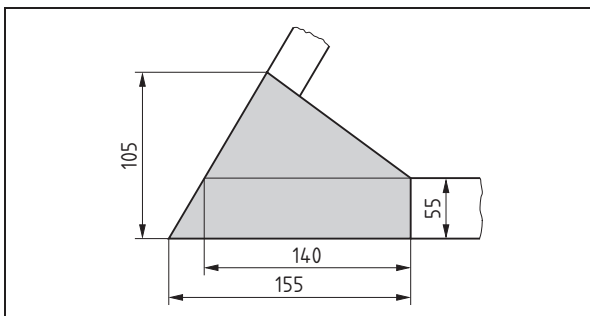
3 Fahrzeugscheibe



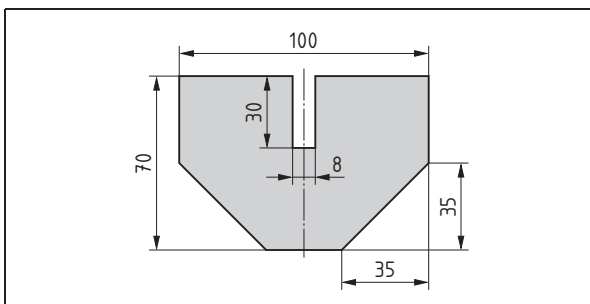
4 Knotenblech eines Spriegels



5 Knotenblech



6 Knotenblech eines Fahrzeuggerippes



7 Knotenblech einer Abdeckung