



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

Technische Mathematik Metallbau Konstruktionsmechanik

Lehr- und Übungsbuch

8. überarbeitete Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen
Lektorat: Alfred Weingartner, München

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsseldorfer Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 11710 ohne Formelsammlung
Europa-Nr.: 12121 mit Formelsammlung

Autoren:

Bulling, Gerhard	Studiendirektor	München
Dillinger, Josef	Studiendirektor i. R.	München
Heringer, Stefanie	Oberfachlehrerin	Schechen
Schindlbeck, Harald	Oberstudienrat	Altheim
Weingartner, Alfred	Studiendirektor i. R.	München

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Alfred Weingartner, München

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Bilder ohne Quellenangabe sind vom jeweiligen Autor.

8. Auflage 2020

Druck 5 4 3 2

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-8085-1643-0 ohne Formelsammlung

ISBN 978-3-8085-1644-7 mit Formelsammlung

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2020 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt
Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald
Umschlagfoto: Eislaufhalle im Olympiapark München
Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Vorwort

Das vorliegende Buch **Technische Mathematik für Metallbauberufe** ist ein Lehr-, Arbeits- und Übungsbuch für die Aus- und Weiterbildung im Berufsfeld Metalltechnik, insbesondere für die Berufe **Metallbauer, Konstruktionsmechaniker** und **Anlagenmechaniker**. Es vermittelt rechnerische Grund- und Fachkenntnisse und kann sowohl unterrichtsbegleitend als auch zum Selbststudium verwendet werden.

Inhalte und Aufbau des Buches folgen dem Lernfeldkonzept der aktuellen Lehrpläne.

Dies spiegelt sich bereits in der Anordnung der Inhalte wider. Konkreten berufstypischen Kundenaufträgen folgen die notwendigen Grundlagen, um die Probleme der Aufgaben zu lösen. Dabei wurden alle Inhalte der bisherigen Auflagen erhalten, sodass erprobte und bewährte Unterrichtskonzepte weiterhin verfolgt werden können.

Der Inhalt gliedert sich in vier Hauptabschnitte:

- 1 Berechnungen zu typischen Kundenaufträgen
- 2 Technisches Rechnen
- 3 Aufgaben zur Vertiefung und Prüfungsvorbereitung
- 4 Rechnerische Grundlagen

Der Abschnitt 1 Berechnungen zu typischen Kundenaufträgen enthält typische Kundenaufträge, in denen sich die Handlungsfelder und Ausbildungsstufen der Berufsgruppe abbilden. Eine vorangestellte Übersicht gibt eine Empfehlung zur Bearbeitung in entsprechenden Lernfeldern. Dabei sind nicht alle Lernfelder aufgeführt, da sich nach dem Lernfeldkonzept aus der betrieblichen Praxis nicht für jedes Lernfeld notwendig Rechenaufgaben ergeben.

Wiederholungen rechnerischer Probleme bei den einzelnen Kundenaufträgen dienen der Wiederholung und Übung bereits bekannten Wissens. Die Lösung der Aufgaben erfolgt unter Zuhilfenahme der Einführungsbeispiele im Abschnitt 2 im gelenkten Unterricht oder in Eigenarbeit. Teilweise sind dazu auch Werte aus entsprechenden Tabellen zu entnehmen.

Die im Abschnitt 2 Technisches Rechnen aufgeführten Aufgaben können dabei zur weiteren Vertiefung und Übung eingesetzt werden. Die Abschnitte bilden jeweils eine Einheit und sind nach denselben methodischen Gesichtspunkten aufgebaut. Nach der Einführung der Formel wird diese an Musterbeispielen exemplarisch angewandt. Schwierige Aufgaben sind mit einem roten Punkt (●) gekennzeichnet.

Im Abschnitt 3 Aufgaben zur Vertiefung und Prüfungsvorbereitung sind Aufgaben zu ausgewählten Projekten und Aufgabengruppen, die sich an den Fachrichtungen bzw. Schwerpunkten der Ausbildungsbetriebe orientieren. Sie sollen zur Vertiefung und Prüfungsvorbereitung dienen.

Zum Ausgleich von Wissenslücken und rechnerischen Schwächen dient der Abschnitt 4 Rechnerische Grundlagen, in dem zum Nachschlagen und Üben die rechnerischen Voraussetzungen für die Berufsschule enthalten sind.

In der **8. Auflage** wurde das **Kapitel 2.14 Festigkeitsberechnungen im Stahlbau** vollständig überarbeitet und durch das Kapitel **Statische Berechnungen im Stahl- und Metallbau** ersetzt. Dabei sind die aktuellen Berechnungsverfahren der DIN EN 1990 ff. und EUROCODES umgesetzt. Die Normen wurden auf den aktuellen Stand gebracht und die Abstimmung mit dem Tabellenbuch Metallbau verbessert.

Für Anregungen und sachkritische Hinweise sind wir dankbar (lektorat@europa-lehrmittel.de).

Sommer 2020

Die Autoren

1 Berechnungen zu typischen Kundenaufträgen

Seite 7 ... 34

2 Technisches Rechnen

Seite 35 ... 224

3 Aufgaben zur Vertiefung und Prüfungsvorbereitung

Seite 225 ... 248

4 Rechnerische Grundlagen

Seite 249 ... 278

Inhaltsverzeichnis

Zuordnung Lernfelder – Kundenaufträge/Projekte	6	2.4.4 Mittlere Geschwindigkeit bei Kurbel- trieben	69
1 Berechnungen zu typischen Kundenaufträgen	7	2.5 Kräfte an Bauelementen	70
1.1 Fertigen eines Schlüsselanhängers	7	2.5.1 Darstellen von Kräften	70
1.2 Fertigen eines Stahlgehäuses für eine Standuhr	8	2.5.2 Zusammensetzen von Kräften	70
1.3 Herstellen eines Dosenquetschers aus Stahlprofilen	10	2.5.3 Zerlegen von Kräften	71
1.4 Fertigen eines Stahlgehäuses mit Fuß für eine Leuchte	11	2.5.4 Reibungskräfte	74
1.5 Fertigen eines CD-Ständers	13	2.5.5 Seilkräfte bei Lastaufnahme- einrichtungen	76
1.6 Fertigen eines Blechtopfs	15	2.6 Einfache Maschinen	77
1.7 Herstellen eines Flachmeißels	16	2.6.1 Hebel und Drehmoment	77
1.8 Fertigen von sechs Parkbänken, Modell „Petersberg“, mit Gestellen aus Stahlprofilen	17	2.6.2 Hebelgesetz	78
1.9 Fertigen eines Trockenstempel- Prägegerätes	19	2.6.3 Auflagerkräfte	80
1.10 Fertigen der Fenster für ein Doppelhaus	22	2.6.4 Mechanische Arbeit und Energie	82
1.11 Fertigen eines First-Oberlichts in Pfosten-Riegel-Konstruktion	24	2.6.5 Die schiefe Ebene	84
1.12 Fertigen einer Außentreppe	27	2.6.6 Der Keil als schiefe Ebene	85
1.13 Fertigen von Rahmenbindern	30	2.6.7 Die Schraube als schiefe Ebene	86
1.14 Torsteuerung und Inbetriebnahme	32	2.6.8 Rollen und Flaschenzüge	87
1.15 Herstellen eines geschmiedeten Gartentores	33	2.6.9 Mechanische Leistung und Wirkungs- grad	89
2 Technisches Rechnen	35	2.7 Elektrotechnik	91
2.1 Längenberechnungen	35	2.7.1 Ohmsches Gesetz	91
2.1.1 Teilung von Längen	35	2.7.2 Leiterwiderstand	92
2.1.2 Kreisumfänge und Kreisteilungen	37	2.7.3 Reihenschaltung von Widerständen	93
2.1.3 Gestreckte und zusammengesetzte Längen	38	2.7.4 Parallelschaltung von Widerständen	94
2.1.4 Maßstäbe	40	2.7.5 Elektrische Leistung	95
2.1.5 Lehrsatz des Pythagoras	41	2.7.6 Elektrische Arbeit	97
2.1.6 Winkelfunktionen	44	2.7.7 Transformator	98
2.1.7 Koordinatenmaße	48	2.8 Hydraulik und Pneumatik	99
2.2 Flächenberechnungen	50	2.8.1 Druck, Druckeinheiten	99
2.2.1 Geradlinig begrenzte Flächen mit Beispielen	50	2.8.2 Druck und Druckausbreitung von Gasen	101
2.2.2 Kreisförmig begrenzte Flächen mit Anwendungsbeispielen	53	2.8.3 Kolbenkräfte	102
2.2.3 Zusammengesetzte Flächen	55	2.8.4 Kraftübersetzung	105
2.2.4 Verschnitt	56	2.8.5 Kolbengeschwindigkeit	107
2.3 Körperberechnungen	57	2.8.6 Strömungsgeschwindigkeit	108
2.3.1 Volumen und Oberfläche	57	2.8.7 Luftverbrauch pneumatischer Zylinder	109
2.3.2 Masse, Gewichtskraft	60	2.9 Metallbaukonstruktionen	110
2.3.3 Berechnung der Masse mithilfe von Tabellen	61	2.9.1 Teilungslängen bei Gittern und Bauelementen	110
2.4 Bewegungslehre	63	2.9.2 Teilungslängen gekrümmter Strecken	114
2.4.1 Geradlinige Bewegung	63	2.9.3 Oberflächen von Profilkonstruktionen	116
2.4.2 Kreisförmige Bewegung	65	2.9.4 Masse von Profilkonstruktionen	117
2.4.3 Ungleichförmige Bewegung	67	2.9.5 Längenberechnungen bei Metallbau- konstruktionen	119
		2.9.6 Zuschnittlängen von System- konstruktionen	121
		2.9.7 Rohmaße von Schmiede- und Press- stücken	127
		2.9.8 Treppenberechnung	129
		2.10 Blechkonstruktionen, Apparatebau	131
		2.10.1 Gekantete Bauteile	131
		2.10.2 Zugaben	133
		2.10.3 Abwicklungen	135
		2.11 Maschinentechnik	139
		2.11.1 Zahnradmaße	139

2.11.2	Achsabstand bei Zahnrädern	139	2.17.4	Arbeitstabelle	219
2.11.3	Einfache Übersetzungen	141	2.18 Kostenrechnung		221
2.11.4	Vorschubgeschwindigkeit	146	2.18.1	Kostenartenrechnung	221
2.11.5	Hauptnutzungszeit beim Bohren, Senken, Reiben	148	2.18.2	Kostenstellenrechnung	222
2.12 Schmelzschweißen		151	2.18.3	Kostenträgerrechnung	223
2.12.1	Nahtquerschnitt und Elektroden- verbrauch beim Lichtbogenschmelz- schweißen	151	3 Aufgaben zur Vertiefung und Prüfungsvorbereitung		225
2.12.2	Schweißzeitberechnungen beim Lichtbogenhandschweißen	154	3.1 Lernfeldbezogene Projektaufgaben		225
2.12.3	Verbrauch technischer Gase	156	3.1.1	Gartentor mit Stabfüllung	225
2.12.4	Schweißzeitberechnungen und Gasverbrauch beim Schmelz- schweißen	158	3.1.2	Freitragendes Schiebetor	226
2.13 Wärmetechnik		160	3.1.3	Stahlterasse	227
2.13.1	Temperatur	160	3.1.4	Aluminiumfenster	228
2.13.2	Wärmemenge	160	3.1.5	Behälter	230
2.13.3	Längen- und Volumenänderung	162	3.1.6	Absauganlage	232
2.13.4	Kohle- und Gasverbrauch beim Schmieden	164	3.1.7	Ablaufsteuerung	234
2.13.5	Wärmedurchgang an Bauelementen	166	3.2 Fachrichtungs- und schwerpunkt- bezogene Aufgaben		236
2.13.6	Wärmedämmung	168	3.2.1	Konstruktionstechnik	236
2.13.7	Vermeidung von Tauwasserbildung auf Oberflächen	170	3.2.2	Ausrüstungstechnik	238
2.13.8	Wasserdampfdiffusion (Feuchte- schutztechnische Berechnungen)	171	3.2.3	Metall- und Schiffbautechnik	239
2.13.9	Nachweisverfahren des Wärme- durchganges	172	3.2.4	Feinblechbautechnik	240
2.14 Statische Berechnungen im Stahl- und Metallbau		173	3.2.5	Rohrleitungstechnik	242
2.14.1	Einwirkungen auf Tragwerke	174	3.2.6	Apparatebau	244
2.14.2	Bemessungswerte der Querschnitts- beanspruchungen	179	3.2.7	Fahrzeugbau	246
2.14.3	Beanspruchbarkeit von Querschnitten	184	3.2.8	Metallgestaltung	248
2.14.4	Tragsicherheitsnachweis	185	4 Rechnerische Grundlagen		249
2.14.5	Knickfestigkeit	188	4.1 Mathematische und physikalische Begriffe		249
2.14.6	Nachweis von Schweißverbindungen	191	4.2 Zahlensysteme		250
2.14.7	Nachweis von Schraubenverbin- dungen	195	4.3 Grundrechnungsarten		252
2.15 Festigkeitsberechnungen im Maschinen- und Anlagenbau		199	4.3.1	Klammerausdrücke (Klammerterm)	252
2.15.1	Beanspruchung auf Zug	199	4.3.2	Strich- und Punktrechnungen	252
2.15.2	Beanspruchung auf Druck	201	4.3.3	Potenzieren	255
2.15.3	Beanspruchung auf Flächenpressung	203	4.3.4	Radizieren (Wurzelziehen)	257
2.15.4	Beanspruchung auf Schub (Scherung)	204	4.3.5	Bruchrechnen	259
2.15.5	Schneiden von Werkstoffen	206	4.3.6	Schlussrechnungen (Dreisatz- rechnung)	260
2.15.6	Beanspruchung auf Biegung	208	4.3.7	Prozentrechnungen	261
2.15.7	Beanspruchung auf Torsion (Verdrehung)	211	4.3.8	Winkelberechnungen	262
2.16 NC-Technik		213	4.4 Angewandte Grundrechnungsarten		264
2.16.1	Berechnen von Werkstückkontur- punkten über Hilfsdreiecke	213	4.4.1	Formeln (Größengleichungen)	264
2.16.2	Berechnen von Werkstückkontur- punkten über Winkelbeziehungen	215	4.4.2	Zahlenwertgleichungen	264
2.17 Steuerungs- und Informationstechnik		217	4.4.3	Größen und Einheiten	265
2.17.1	Schaltlogik	217	4.4.4	Darstellung großer und kleiner Zahlenwerte	265
2.17.2	Logikplan	218	4.4.5	Rechnen mit physikalischen Größen	266
2.17.3	Funktionsgleichung	219	4.4.6	Umrechnen von Einheiten	266
			4.4.7	Umstellen von Formeln	269
			4.5 Grafische Darstellungen von Funktionen und Messreihen		272
			4.6 Taschenrechner		275
			4.6.1	Aufbau und Tastenfeld eines Taschenrechners	275
			4.6.2	Eingabe von Zahlen	275
			4.6.3	Technische Berechnungen mit dem Taschenrechner	276
			Sachwortverzeichnis		279

Zuordnung Lernfelder – Kundenaufträge/Projekte

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Möglichkeiten, wie die einzelnen Kundenaufträge/Projekte den Lernfeldern der Lehrpläne für Metallbauer/Metallbauerin und Konstruktionsmechaniker/Konstruktionsmechanikerin zugeordnet werden können. Dabei handelt es sich um Vorschläge, die der jeweiligen Organisation der Schule angepasst werden müssen. Die Aufgaben der 10. Jahrgangsstufe eignen sich für alle Metallberufe.

Lernfeld	Kundenaufträge/Projekt	Seite
Jahrgangsstufe 10: Metallbauer/Metallbauerin und Konstruktionsmechaniker/Konstruktionsmechanikerin bzw. alle neu geordneten Metallberufe		
Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen	Fertigen eines Schlüsselanhängers	7
Fertigen von Bauelementen mit Maschinen	Fertigen eines Stahlgehäuses für eine Standuhr	8
Herstellen einfacher Baugruppen	Herstellen eines Dosenquetschers aus Stahlprofilen	10
	Fertigen eines Stahlgehäuses mit Fuß für eine Leuchte	11
Jahrgangsstufe 11: Metallbauer/Metallbauerin		
Herstellen von Blechbauteilen	Fertigen eines CD-Ständers	13
	Fertigen eines Blechtopfs	15
Herstellen von Umformteilen	Herstellen eines Flachmeißels	16
Herstellen von Konstruktionen aus Profilen	Fertigen von 6 Parkbänken	17
	Fertigen eines Trockenstempel-Prägegerätes	19
Herstellen von Treppen und Geländern	Fertigen einer Außentreppe	27
	Stahlterrasse	227
Herstellen von Schmiedeteilen	Herstellen eines Flachmeißels	16
Jahrgangsstufe 12/13: Metallbauer/Metallbauerin		
Instandhalten von Systemen des Metall- und Stahlbaus	Torsteuerung und Inbetriebnahme	32
Herstellen von Fenstern, Fassaden und Glasanbauten	Fertigen der Fenster für ein Doppelhaus	22
	Fertigen eines First-Oberlichts	24
Herstellen von Türen, Toren und Gittern (Metallgestalter)	Herstellen eines geschmiedeten Gartentores	33
Herstellen von Türen, Toren und Gittern (Konstruktionstechnik)	Gartentor mit Stabfüllung	225
Herstellen von Stahl- und Metallbaukonstruktionen	Fertigen von Rahmenbindern	30
Jahrgangsstufe 11: Konstruktionsmechaniker/Konstruktionsmechanikerin		
Herstellen von Baugruppen aus Blechen	Fertigen eines Blechtopfs	15
Herstellen von Konstruktionen aus Blechbauteilen	Fertigen eines CD-Ständers	13
Umformen von Profilen	Herstellen eines Flachmeißels	16
Herstellen von Baugruppen aus Profilen	Fertigen von 6 Parkbänken	17
Jahrgangsstufe 12/13: Konstruktionsmechaniker/Konstruktionsmechanikerin		
Instandhalten von Produkten der Konstruktionstechnik	Torsteuerung und Inbetriebnahme	32
Herstellen von Konstruktionen aus Profilen	Stahlterrasse	227
	Fertigen einer Außentreppe	27
	Fertigen von 6 Parkbänken	17
Herstellen von Produkten der Konstruktionstechnik	Fertigen von Rahmenbindern	30
Ändern und Anpassen von Produkten der Konstruktionstechnik	Torsteuerung und Inbetriebnahme	32

1 Berechnungen zu typischen Kundenaufträgen

1.1 Fertigen eines Schlüsselanhängers

Kundenauftrag: Es soll ein Schlüsselanhänger in Form eines Vorhängeschlosses für Werbezwecke hergestellt werden. Er besteht aus drei Bauteilen (**Bild 1**):

- Pos. 1 dem Schließblock aus einer Aluminiumlegierung mit den Maßen $40 \times 15 \times 30$,
 Pos. 2 dem Bügel aus einem Rundstab 5 DIN EN 10088 1.4301 und
 Pos. 3 einer galvanisch verzinkten Rändelmutter DIN 467 – M5 – 5.

1. Der Schließblock soll nach der Allgemeintoleranz DIN ISO 2768-01 gefertigt werden. Für die Funktionstüchtigkeit sind drei Nennmaße (**Bild 2**) mit unterschiedlichen Toleranzklassen besonders wichtig:

$l_1 = 25$ mm Toleranzklasse f, $l_2 = 6$ mm Toleranzklasse m und $l_3 = 30$ mm Toleranzklasse c.

Für die drei Längen sind folgende Maße zu ermitteln:

- die Grenzabmaße,
 - die Höchstmaße G_{oB} ,
 - die Mindestmaße G_{uB} und
 - die Toleranzen T_B in mm.
- Methodische Lösungshilfe siehe Seite 252*
2. Zur Fertigung der Bohrungen an der Ständerbohrmaschine sind für die Spiralbohrer aus Schnellarbeitsstahl die notwendigen Drehzahlen zu berechnen.

- Welche maximale Schnittgeschwindigkeit v_c in m/min soll für diese Al-Legierung nach Tabelle verwendet werden?
- Welche Drehzahl n_1 in Umdrehungen/min ist für den Durchmesser $d_1 = 5,5$ mm einzustellen?
- Welche Drehzahl n_2 muss für den Durchmesser $d_2 = 13$ mm eingestellt werden?

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 65

3. Der Bügel (**Bild 3**) soll mithilfe einer Biegevorrichtung gefertigt werden. Auf welche Zuschnittlänge L muss der Rundstab zugeschnitten werden?

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 38

4. Mit einer Handhebelschere sollen die Bügel ohne Verschnitt abgelängt werden. Wie viele Bügel ergeben sich aus einem 6 m langen Stab?

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 36

5. Es soll zusätzlich ein Schließblock aus einem nichtrostenden Stahl hergestellt werden. Wie groß ist das Volumen des Schließblocks in dm^3 , wenn nur die Durchgangsbohrung (**Bild 2**) $d = 13$ mm berücksichtigt wird? Wie groß ist der Masseunterschied in Gramm und in Prozent ausgehend von der Aluminiumausführung?

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 60

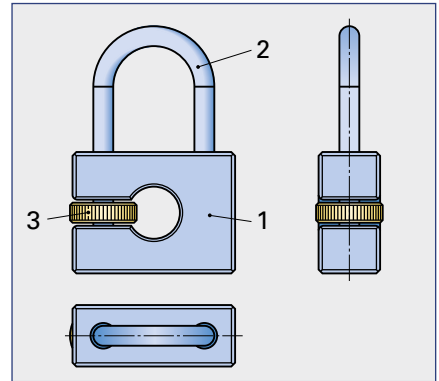


Bild 1

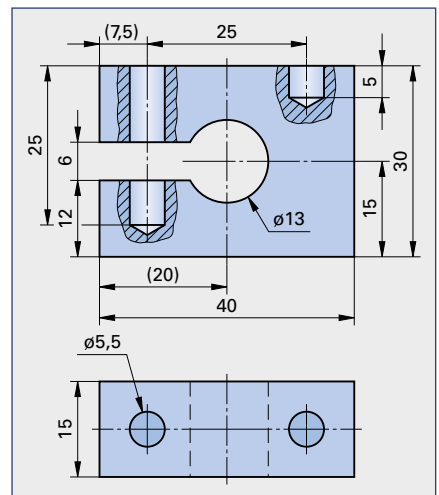


Bild 2

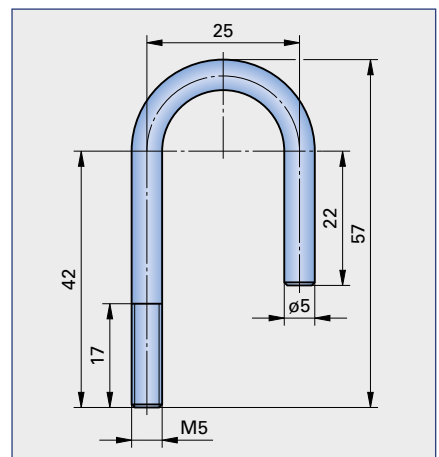


Bild 3

1.2 Fertigen eines Stahlgehäuses für eine Standuhr

Kundenauftrag: In einer Kleinserie sollen 75 Standuhren, bestehend aus einem Gehäuse (eine Stahlkonstruktion) und einem elektronischen Uhrwerk, gefertigt werden. Das Gehäuse soll aus den folgenden Blechen, Form- und Stabstählen hergestellt werden:

- Pos. 1 der Standfuß aus einem U-Profil DIN 1026 – S235 JR – U 40 × 120,
- Pos. 2 der Bügel aus einem Flachstab EN 10058 – 30 × 3 × 6000 M Stahl DIN EN 10025 – S235JR,
- Pos. 3 das Ziffernblatt, sowie Pos. 4 die Rückwand aus einem Blech EN 10131 – 2 × 84 × 87 Stahl DIN 10130 DC01 Am,
- Pos. 5 die zwei Verbindungsstücke aus einem Vierkantstab EN 10059 – 15 × 24 × 6000 M Stahl DIN EN 10025-S235 JR.

Die einzelnen Positionen werden durch Zylinderschrauben mit Innensechskant ISO 4762 – M5 × 12 – 8.8 (Pos. 6) lösbar verbunden (**Bild 1**).

1. Der Bügel (**Bild 2**) soll hergestellt werden. Wie groß ist die Zuschnittlänge L ?

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 38

2. Als Alternative soll ein zweiter Bügel mit einer anderen Form (**Bild 3**) hergestellt werden. Die Zuschnittlänge L und der Längenunterschied zum Halbkreismodell in Prozent sind zu berechnen.

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 38

3. Für die beiden Bügelmodelle sind die Massen mithilfe der längenbezogenen Masse $m' = 0,705 \text{ kg/m}$ zu berechnen.

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 61

4. Für das Verbindungsstück (**Bild 4**) sind die folgenden Größen zu ermitteln:

- a) der Durchmesser der Kernlochbohrung für die Gewinde M5 nach DIN 13-1 und
- b) das Volumen eines Verbindungsstückes abzüglich der drei Durchgangsbohrungen für die Gewindeherstellung.

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 57

5. Wie groß ist die Masse eines Verbindungsstückes bei einem spezifischen Gewicht für Stahl von $7,85 \text{ kg/dm}^3$?

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 60

6. Im Standfuß müssen zwei Bohrungen mit einem Durchmesser von 6 mm zur Befestigung der Verbindungsstücke ausgeführt werden.

- a) Welche maximale Schnittgeschwindigkeit ist für unlegierte Baustähle nach Tabelle zu wählen?

- b) Die einzustellende Drehzahl ist zu berechnen.

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 65

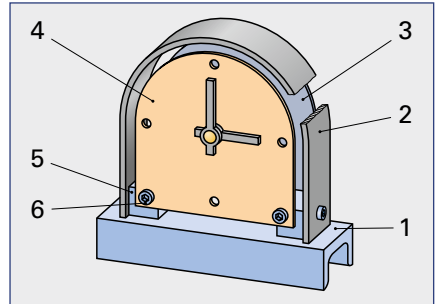


Bild 1

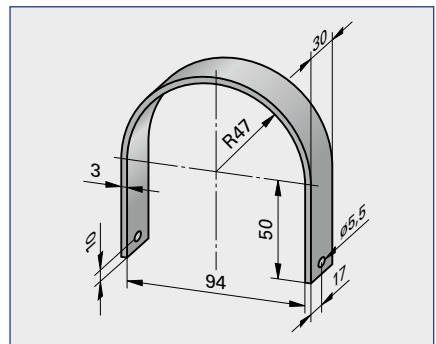


Bild 2

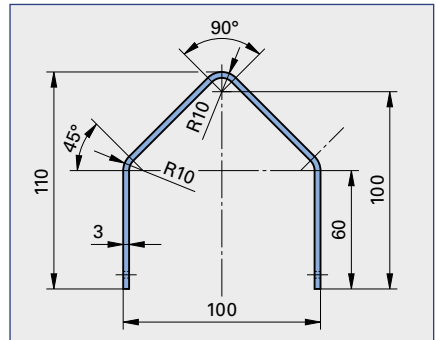


Bild 3

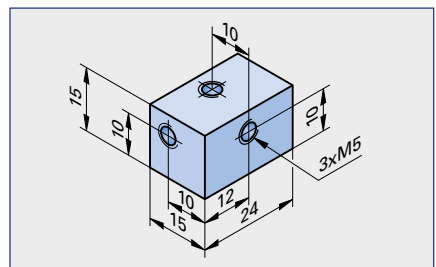


Bild 4

7. Das Ziffernblatt Pos. 4 und die Rückwand Pos. 3 sollen komplett zum Schutz vor Korrosion nasslackiert werden. Die Bohrungen bleiben unberücksichtigt und die Kosten für 1 m² Klarlack betragen 1,99 €.

- a) Es ist die zu lackierende Fläche für das Halbrundmodell der Kleinserie von 75 Uhren zu berechnen (**Bild 1**).
- b) Als Vergleich soll die Gesamtfläche der dreieckigen Alternativserie bestimmt werden (**Bild 2**).
- c) Wie hoch sind die Lackkosten der beiden Varianten bei einem Lackverlust von 15% am gesamten Flächeninhalt?

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 50

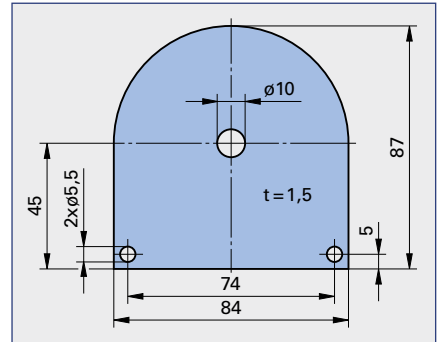


Bild 1

8. Die Massen für ein Ziffernblatt Pos. 4 beider Modelle sind mithilfe der flächenbezogenen Masse m'' für das Blech EN 10131 – 1,5 × 84 × 87 Stahl DIN 10130 DC01 Am zu berechnen. Die Bohrungen bleiben unberücksichtigt. Methodische Lösungshilfe siehe Seite 61

9. Wie viele Stangen mit je $L = 6$ m sind von dem

- a) U-Profil DIN 1026 – S235 JR U 40 × 120,
- b) dem Flachstab EN 10058 30 × 3 × 6000 M Stahl DIN EN 10025 – S235JR für das Halbrundmodell und
- c) dem Vierkantstab EN 10059 – 15 × 24 × 6000 M Stahl DIN EN 10025 S235JR

für die Produktion von 75 Uhren zu bestellen? Die Schnittbreite des Sägeblattes beträgt 3 mm.

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 36

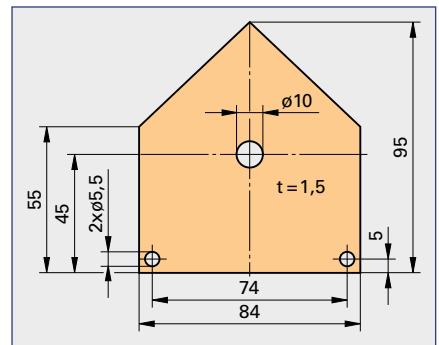


Bild 2

10. Welche Drehzahlen n_1 und n_2 sind nach dem Schaubild (**Bild 3**) zum Bohren der Durchmesser $d_1 = 5,5$ mm und $d_2 = 10$ mm bei einer Schnittgeschwindigkeit $v_c = 25$ m/min einzustellen?

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 65

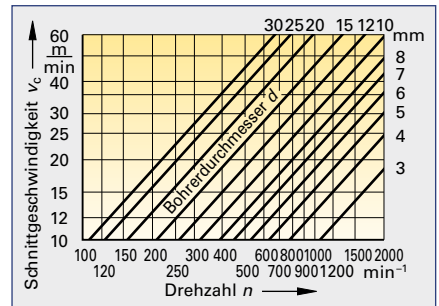


Bild 3

11. Als alternative Gestaltung für den Standfuß werden trapezförmige Ausbrüche an beiden Schenkeln des U-Profils hergestellt (**Bild 4**).

- a) Welche Fläche hat der Ausbruch?
 - b) Wie groß ist das Maß x ?
- Methodische Lösungshilfe siehe Seite 41

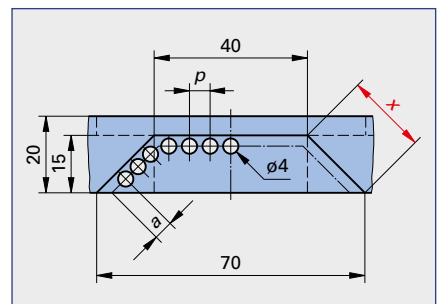


Bild 4

12. Die beiden Ausbrüche sollen mithilfe von Bohrungen entlang der Ausbruchkante mit einem Meißel herausgestemmt werden (**Bild 4**). Die Anrisslinien für die Bohrungen befinden sich in 3 mm Entfernung von den entstehenden Körperkanten. Der Bohrerdurchmesser beträgt $d = 4$ mm. Die Anrisslinie hat eine Länge von 71 mm. Zwischen den Bohrungen soll jeweils ein mindestens 1 mm breiter Steg entstehen. Die beiden Randabstände betragen $a = 3,5$ mm.

- a) Wie viele Bohrungen sind auszuführen?
- b) Welche Stegbreite b in mm wird tatsächlich erreicht?
- c) Wie groß ist der Abstand p von Bohrungsmittelpunkt zu Bohrungsmittelpunkt?

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 36

1.3 Herstellen eines Dosenquetschers aus Stahlprofilen

Kundenauftrag: Aus Platzgründen muss der im Haushalt anfallende Blechdosenabfall auf das kleinstmögliche Maß zusammengespreßt werden. Hierfür sollen 28 Dosenquetscher aus Stahlprofilen und Normteilen hergestellt werden. Der Quetscher (**Bild 1**) soll aus folgenden Stahlprofilen gefertigt werden:

- Pos. 1 Dosenaufnahme aus einem U-Profil DIN 1026-2 UPE 160 – S235JR;
- Pos. 2 Druckplatte aus einem Breitflachstahl DIN 59200 – S235JR – 6×180 ;
- Pos. 3 Haltewinkel aus L EN 10056-1 – $40 \times 40 \times 5$ S235 JR;
- Pos. 4 Distanzrohre aus HFCHS DIN EN 10210 – S275J0 – $26,9 \times 2,6$;
- Pos. 5 Bolzen aus einem Rundstab EN 10060 – 20 M Stahl DIN EN 10025 – S235JR und
- Pos. 6 Hebel aus einem Hohlprofil DIN EN 10219 – S355J0 – $40 \times 20 \times 2$.

1. Der Hebel Pos. 6 soll mittig mit den beiden Distanzrohren Pos. 4 zwischen den beiden U-Profilischenkeln Pos. 1 gehalten werden (**Bild 2**). Auf welche Länge x müssen die Distanzstücke zugeschnitten werden, damit sich ein Spiel von 1 mm ergibt?

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 35

2. Es sollen die Materialeinzelkosten errechnet werden. Für den Stahlpreis werden $1,60 \text{ €/kg}$ angesetzt. Für den Bolzen Pos. 5 ist eine längenbezogene Masse von $m' = 2,47 \text{ kg/m}$ anzunehmen. Die Zuschnittlängen sind aus dem **Bild 2** zu entnehmen.

- a) Wie groß ist die Gesamtmasse bei einem Verschnitt von 3%?
- b) Welche Materialkosten ergeben sich für einen Dosenquetscher?

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 61 und 221

3. Wie viele Stangen mit je einer Länge von 6 m sind von den einzelnen Profilen für die Herstellung der 28 Dosenquetscher zu bestellen? Die Sägeblattbreite beträgt 3 mm.

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 36

4. Welches Drehmoment in Nm wird durch den Hebel (**Bild 3**) mit einer Handkraft F von 200 N erzeugt?

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 77

5. Um eine Konservendose zu zerquetschen, ist eine Kraft F_1 von mindestens 800 N erforderlich (**Bild 4**).

- a) Welche Handkraft F_2 in N ist dafür mindestens notwendig?
- b) Welche Handkraft F_2 in N wäre nötig, wenn der Hebel um 200 mm verlängert wird?

Methodische Lösungshilfe siehe Seite 77

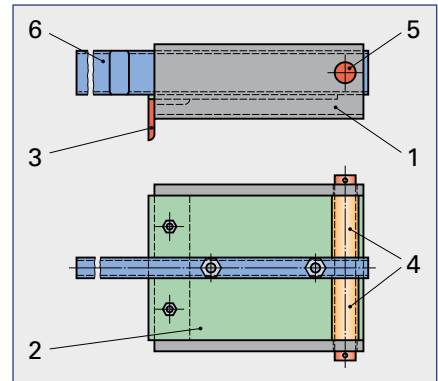


Bild 1

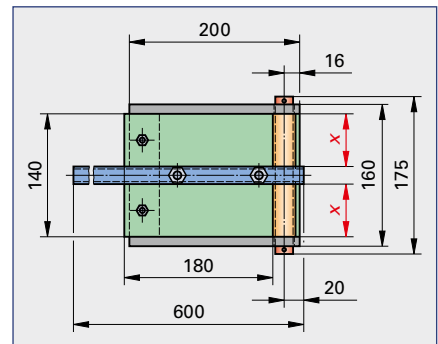


Bild 2

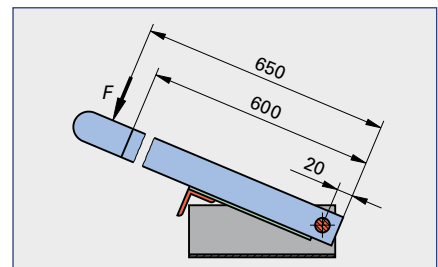


Bild 3

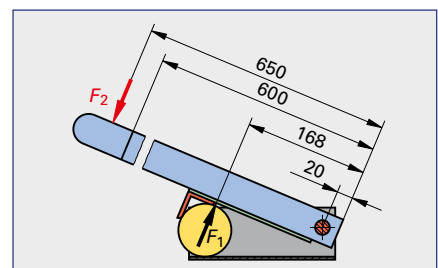


Bild 4