

Prüfungsbuch Metall

Dr. Ignatowitz Hillebrand Kinz Vetter

31. neu bearbeitete Auflage

Hauptbuch:

Technologie

Technische Mathematik

Technische Kommunikation

Wirtschafts- und Sozialkunde

Zusatzbuch:

Leistungsüberprüfungen zu den Lernfeldern

Übungs-Abschlussprüfungen

Lösungen

Arten von Fragen, Aufgaben und Prüfungen:

- Fragen aus der Fachkunde Metall, 58. Auflage mit Antworten und Erklärungen
- Ergänzende Fragen mit Antworten und Erklärungen
- Testaufgaben mit Auswahlantworten
- Rechenaufgaben mit Lösungen
- Leistungsüberprüfungen Lernfelder mit Lösungen
- Musterabschlussprüfung mit Lösung

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

Europa-Nr.: 10269

Die Autoren des Prüfungsbuchs Metall:

Hillebrand, Thomas	Studiendirektor	Wipperfürth
Ignatowitz, Eckhard	Dr.-Ing., Studienrat a. D.	Waldbronn
Kinz, Ullrich	Studiendirektor	Groß-Umstadt
Vetter, Reinhard	Oberstudiendirektor a. D.	Ottobeuren

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Dr. Eckhard Ignatowitz

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Die Leistungsüberprüfungen für die Lernfelder wurden auf der Basis des lernfeld-orientierten Lehrplans der Kultusministerkonferenz (KMK) für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker(in) erstellt.

Die Übung-Abschlussprüfungen wurden gemäß den Prüfungsordnungen der Industrie- und Handelskammern gestaltet.

31. Auflage 2019, korrigierter Nachdruck 2020

Druck 5 4 3 2

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

ISBN 978-3-8085-1668-3

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

© 2019 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: rkt, 51379 Leverkusen, www.rktypo.com

Umschlag: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

Umschlagfotos: TESA/Brown & Sharpe, CH-Renens und Seco Tools GmbH, Erkrath

Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Das **PRÜFUNGSBUCH METALL** ist ein Buch zum Erwerben von Fachwissen, zur Leistungsüberprüfung und zur Prüfungsvorbereitung. Es ergänzt die **FACHKUNDE METALL** durch eine systematische Wiederholung, Vertiefung und Lernzielkontrolle des dort behandelten Lehrstoffs.

Es ist zur Begleitung des **lernfeldorientierten Berufschul-Unterrichts** geeignet, kann aber auch zur fachsystematischen Erarbeitung einzelner Themen eingesetzt werden.

Das **PRÜFUNGSBUCH METALL** dient zur unterrichtsbegleitenden Festigung und Vertiefung, zur Kenntnissicherung vor **Klassenarbeiten** in Berufs- und Fachschulen sowie zur Vorbereitung auf **Abschlussprüfungen** für angehende Facharbeiter, Techniker und Meister des Berufsfeldes Metall.

Der Inhalt des Buches umfasst den gesamten Prüfungsstoff für metalltechnische Berufe.

Der Schwerpunkt der Inhalte liegt auf dem Sachgebiet **Technologie** (Teil I). Daneben enthält das Buch Aufgaben zur **technischen Mathematik** (Teil II), zur **technischen Kommunikation** (Arbeitsplanung (Teil III) und zur **Wirtschafts- und Sozialkunde** (Teil IV).

Die Inhalte der Teile I bis IV sind nach Themengebieten gegliedert und erlauben damit eine umfassende Behandlung der Lernfeldinhalte, unabhängig vom Lernprojekt.

Mit **Leistungsüberprüfungen** kann nach Behandlung eines Lernfeldes der Leistungsstand der Schüler überprüft werden. Mit einer **Übungs-Abschlussprüfung** können die Schüler auf die Abschlussprüfung vorbereitet werden.

Hauptbuch

Teil I Technologie

Teil I enthält alle **Wiederholungsfragen** aus der 58. Auflage der **FACHKUNDE METALL** und zusätzlich **ergänzende Fragen**. Zu den Fragen sind, farblich abgesetzt, die **Antworten** gegeben. Zusätzliche Erläuterungen und viele Bilder vertiefen den Lernerfolg. Am Ende jedes Großkapitels werden **Testaufgaben mit Auswahlantworten** gestellt.

Teil II Technische Mathematik

Teil II enthält im ersten Abschnitt Aufgaben mit ausgearbeiteten Lösungsvorschlägen. Der zweite Abschnitt besteht aus Testaufgaben mit Auswahlösungen.

Teil III Technische Kommunikation (Arbeitsplanung)

Teil III enthält zu einem **Lernprojekt** Fragen bzw. Aufgaben mit ausgearbeiteten Antworten sowie Testaufgaben mit Auswahlantworten.

Teil IV Wirtschafts- und Sozialkunde

Teil IV hat sieben Themenbereiche. Zu jedem Thema gibt es einen Block aus Fragen mit ausgearbeiteten Antworten sowie einen Block aus Testaufgaben mit Auswahlantworten.

Teil V Lösungen der Testaufgaben in den Teilen I bis IV

Zusatzbuch

Teil VI Leistungsüberprüfungen zu den Lernfeldern

Dieser Teil besteht aus 13 Leistungsüberprüfungen zu den Lernfeldern für Industriemechaniker. Die Leistungsüberprüfungen sind in Aufbau und Inhalt den Prüfungsrichtlinien der Ausbildungsordnungen sowie den Abschlussprüfungen der **PAL** (Prüfungsaufgaben- und Lernmittelenwicklungsstelle, Stuttgart) angeglichen.

Jede Leistungsüberprüfung besitzt ein Leitprojekt, an dem ein Teil der ungebundenen Fragen/Aufgaben sowie Fragen/Aufgaben mit Auswahlantworten gestellt sind.

Teil VII Übungs-Abschlussprüfungen

Teil VII enthält eine komplette Übungs-Abschlussprüfung mit den Teilen 1 und 2. Sie entspricht in Form, Inhalt und Umfang den PAL-Abschlussprüfungen. Damit kann ein Lehrer mit seinen Schülern einen Probelauf für die Abschlussprüfung machen.

Teil VIII und Teil IX Lösungen der Leistungsüberprüfungen und Übungs-Abschlussprüfungen

Die Lernfeld-Leistungsüberprüfungen und die Übungs-Abschlussprüfungen sowie deren Lösungen (Teile VI bis IX) sind im **Zusatzbuch** zusammengefasst. Die Seiten sind perforiert und können als Ganzes oder einzeln aus dem Buch herausgetrennt werden.

Der Lehrer kann sie dann Zug um Zug als Leistungsüberprüfungen (Klassenarbeiten) oder zur Vorbereitung auf die Abschlussprüfungen einsetzen. Mit den Lösungen ist eine Leistungsbewertung möglich.

Die vorliegende **31. Auflage** bezieht sich auf die 58. Auflage der **FACHKUNDE METALL**. Auch mit anderen Auflagen der **FACHKUNDE METALL** kann gearbeitet werden. Dann stimmen die im Buch angegebenen Seitenzahlen jedoch nicht mit der **FACHKUNDE METALL** überein.

Mit den Lernfeld-Leistungsüberprüfungen wurde das **PRÜFUNGSBUCH METALL** an den Lernfeld-orientierten Unterricht angepasst und mit den Übungs-Abschlussprüfungen eine gezielte Prüfungsvorbereitung ermöglicht.

Teil I Aufgaben zur Technologie

8

1	Prüftechnik	8	3.8.11	Räumen	75
1.1	Größen und Einheiten	8	3.8.12	Feinbearbeitung (Honen und Läppen)	76
1.2	Grundlagen der Messtechnik	8	3.8.13	Funkenerosives Abtragen	78
1.3	Längenprüfmittel	10	3.8.14	Vorrichtungen und Spannelemente an Werkzeugmaschinen	79
1.4	Oberflächenprüfung	15	3.8.15	Fertigungsbeispiel Spannpratze	81
1.5	Toleranzen und Passungen	17	3.9	Fügen	82
1.6	Geometrische Produktspezifikationen (GPS)	19	3.9.1	Fügeverfahren (Übersicht)	82
1.7	Form- und Lageprüfung	20	3.9.2	Press- und Schnappverbindungen	82
	<i>Testfragen zur Prüftechnik</i>	23	3.9.3	Kleben	83
2	Qualitätsmanagement	27	3.9.4	Löten	84
	Arbeitsbereiche, Normen, Merkmale, Werkzeuge des QM	27	3.9.5	Schweißen	84
	Q-Lenkung, Q-Sicherung, Normalverteilung, Kennwerte, Q-Prüfung	29		Lichtbogenschweißen	84
	Maschinenfähigkeit, Prozessfähigkeit	29		Schutzgasschweißen	85
	Qualitätsregelkarten	30		Gasschmelzschweißen	86
	<i>Testfragen zum Qualitätsmanagement</i>	31	3.10	Generative Fertigungsverfahren	88
3	Fertigungstechnik	33	3.11	Beschichten	89
3.1	Arbeitssicherheit	33	3.12	Fertigungsbetrieb und Umweltschutz	90
3.2	Gliederung der Fertigungsverfahren	33		<i>Testfragen zur Fertigungstechnik</i>	91
3.3	Gießen	34	4	Automatisierung der Fertigung	111
3.4	Formgebung und Weiterverarbeitung der Kunststoffe	36	4.1	CNC-Steuerungen für Werkzeugmaschinen	111
3.5	Umformen	38	4.1.1	Merkmale CNC-gesteuerter Maschinen	111
3.6	Schneiden	43	4.1.2	Koordinaten, Null- und Bezugspunkte	112
3.7	Handgeführte spanende Fertigung	44	4.1.3	Steuerungsarten, Korrekturen	112
3.7.1	Grundlagen	44	4.1.4	Erstellen von CNC-Programmen nach DIN	114
3.7.2	Fertigen mit handgeführten Werkzeugen	44	4.1.5	Zyklen und Unterprogramme	117
3.8	Spanende Fertigung mit Werkzeugmaschinen	46	4.1.6	Programmieren von CNC-Drehmaschinen	117
3.8.1	Schneidstoffe	47		Programmierbeispiele für CNC-Drehmaschinen	119
3.8.2	Kühlschmierstoffe	49	4.1.7	Programmieren von NC-Fräsmaschinen	120
3.8.3	Sägen	50	4.1.8	Programmierv Verfahren	120
3.8.4	Bohren	50	4.1.9	5-Achsen-Bearbeitung nach PAL	122
3.8.5	Senken	54	4.2	Handhabungsroboter in der Fertigung	124
3.8.6	Reiben	54		Handhabungssystemtechnik	124
3.8.7	Drehen	55		Koordinatensysteme, Sicherheit	124
	Drehverfahren, Verschleiß, Standzeit	55	4.3	Automatisierte CNC-Werkzeugmaschinen	126
	Drehwerkzeuge	58	bis	CNC-Bearbeitungszentrum, CNC-Drehmaschine, Transportsysteme, Überwachung	
	Schnittdaten	60	4.7		
	Außen-Stechdrehen, Hartdrehen, Rändeln	62	4.8	Industrie 4.0	127
	Fertigungsplanung, Kräfte, Spannsysteme	64		Flexibilität und Produktivität von Fertigungsanlagen	
	Drehmaschinen	65		<i>Testfragen zu Automatisierung der Fertigung</i>	129
3.8.8	Fräsen	67	5	Werkstofftechnik	135
	Zerspangrößen	67	5.1	Übersicht der Werk- und Hilfsstoffe	135
	Fräswerkzeuge	68	5.2	Auswahl und Eigenschaften der Werkstoffe	135
	Fräsverfahren	70	5.3	Innerer Aufbau der Metalle	137
	Hochgeschwindigkeitsfräsen	71	5.4	Stähle und Gusseisenwerkstoffe	138
	Laserbearbeitung	72		Roheisen, Herstellung, Weiterverarbeitung	138
3.8.9	Entgraten von Werkstücken	72		Das Bezeichnungssystem für Stähle	140
3.8.10	Schleifen	73			
	Schleifkörper, Einflüsse auf den Schleifprozess, Schleifverfahren, Schleifmaschinen	73			

	Stahlsorten, Einteilung, Verwendung – Handelsformen der Stähle	142
	Erschmelzen der Gusseisenwerkstoffe	144
	Bezeichnungssystem	144
	Gusseisensorten, Stahlguss	144
5.5	Nichteisenmetalle (NE-Metalle)	146
	Leichtmetalle	146
	Schwermetalle	147
5.6	Sinterwerkstoffe	149
5.7	Keramische Werkstoffe	149
5.8	Wärmebehandlung der Stähle	150
	Gefügearten von Eisen/Stahl-Werkstoffen und Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm	150
	Glühen, Härten	151
	Vergüten, Härten der Randzone	154
5.9	Kunststoffe	156
	Eigenschaften, Einteilung, Verwendung,	156
	Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere, Kunststoff-Kennwerte	156
5.10	Verbundwerkstoffe	159
5.11	Werkstoffprüfung	161
	Prüfung mechanischer Eigenschaften	161
	Härteprüfungen	163
	Dauerfestigkeitsprüfung, Bauteilprüfung	164
5.12	Umweltproblematik der Werkstoffe und Hilfsstoffe	165
	<i>Testfragen zur Werkstofftechnik</i>	166

6	Maschinentechnik	175
6.1	Einteilung der Maschinen, Grundlagen	175
6.2	Funktionseinheiten von Maschinen	178
	Sicherheitseinrichtungen an Maschinen	179
6.3	Funktionseinheiten zum Verbinden	179
	Gewinde	179
	Schraubenverbindungen	180
	Stift- und Nietverbindungen	183
	Welle-Nabe-Verbindungen	184
6.4	Funktionseinheiten zum Stützen und Tragen	186
	Reibung und Schmierstoffe	186
	Lager	187
	Gleitlager	187
	Wälzlager	189
	Magnetlager	192
	Führungen	193
	Dichtungen	195
	Federn	196
6.5	Funktionseinheiten zur Energieübertragung	197
	Wellen und Achsen	197
	Kupplungen	197
	Riementriebe	199
	Kettentriebe	200
	Zahnradtriebe	201
6.6	Antriebseinheiten	203
	Elektromotoren	203
	Getriebe	205
	Linearantriebe	207
	<i>Testfragen zur Maschinentechnik</i>	209

7	Elektrotechnik	215
7.1	Der elektrische Stromkreis	215
7.2	Schaltung von Widerständen	215
7.3	Stromarten	217
7.4	Elektrische Leistung und elektrische Arbeit	217
7.5	Überstrom-Schutzeinrichtungen	217
7.6	Fehler an elektrischen Anlagen	217
7.7	Schutzmaßnahmen an elektrischen Maschinen	217
7.8	Hinweise für den Umgang mit Elektrogeräten	217
	Leiter, Isolatoren, Magnetismus	221
	<i>Testfragen zu Elektrotechnik</i>	222

8	Montage, Inbetriebnahme, Instandhaltung	224
8.1	Montagetechnik	224
8.2	Inbetriebnahme von Maschinen	226
8.3	Instandhaltung	227
	Wartung	228
	Inspektionen, Instandsetzung, Verbesserungen	229
	Störstellen und Fehlerquellen	230
8.4	Korrosion und Korrosionsschutz	230
8.5	Schadensanalyse und Schadensvermeidung	232
8.6	Beanspruchung und Festigkeit der Bauelemente	232
	<i>Testfragen zu Montage, Inbetriebnahme, Instandhaltung</i>	234

9	Automatisierungstechnik	238
9.1	Steuern und Regeln	238
9.2	Grundlagen und Grundelemente von Steuerungen	239
9.3	Pneumatische Steuerungen	240
	Baugruppen, Bauelemente	240
	Schaltpläne pneumatischer Steuerungen	244
	Beispiele pneumatischer Steuerungen	246
9.3.6	Vakuumtechnik	247
9.4	Elektropneumatische Steuerungen	247
	Bauelemente	247
	Signalelemente, Sensoren	249
	Beispiele für elektropneumatische Steuerungen	250
9.5	Hydraulische Steuerungen	251
	Aufbau, Arbeitsweise, Bauelemente, Ventile	253
9.6	Speicherprogrammierbare Steuerungen	254
	Logische Verknüpfungen einer SPS, Programmierung	255
	<i>Testfragen zu Automatisierungstechnik</i>	258

10	Technische Projekte	267
10.1	bis 10.4 Grundlagen der Projektarbeit	267
10.5	Dokumentation und technische Unterlagen	268
	Technische Kommunikation	268
	Textverarbeitung	271
	Tabellenkalkulation, Präsentationssoftware	271
	<i>Testfragen zu Technische Projekte</i>	273

Teil II Aufgaben zur technischen Mathematik

276

1	Grundlagen der technischen Mathematik	276	4.7	Teilen mit dem Teilkopf	289
1.1	Dreisatz, Prozent- und Zinsrechnung	276	4.8	Hauptnutzungszeiten, Kostenberechnungen	289
1.2	Umstellen von Gleichungen	276	5	Berechnungen an Maschinenelementen	291
2	Physikalisch-technische Berechnungen	277	5.1	Gewinde	291
2.1	Umrechnung von Größen	277	5.2	Riementriebe	291
2.2	Längen und Flächen	277	5.3	Zahnradtriebe	291
2.3	Körpervolumen, Dichte, Masse	278	5.4	Zahnradmaße	292
2.4	Geradlinige und kreisförmige Bewegungen	280	6	Berechnungen zur Elektrotechnik	292
2.5	Kräfte, Drehmomente	280	7	Berechnungen zur Automatisierungstechnik	294
2.6	Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	281		Pneumatik und Hydraulik	294
2.7	Einfache Maschinen	281		Logische Verknüpfungen	294
2.8	Reibung	282	8	Berechnungen zur CNC-Technik	295
2.9	Druck, Auftrieb, Gasinhalt	282		<i>Testfragen zur technischen Mathematik</i>	296
2.10	Wärmeausdehnung, Wärmemenge	283		Dreisatz, Prozent- und Zinsrechnung	296
3	Festigkeitsberechnungen	283		Physikalisch-technische Berechnungen	296
4	Berechnungen zur Fertigungstechnik	285		Festigkeitsberechnungen	299
4.1	Maßtoleranzen und Passungen	285		Berechnungen zur Fertigungstechnik	300
4.2	Umformen	285		Berechnungen zu Maschinenelementen	302
4.3	Schneiden	286		Berechnungen zur Elektrotechnik	305
4.4	Schnittgeschwindigkeiten und Drehzahlen beim Spanen	287		Berechnungen zur Automatisierungstechnik	306
4.5	Schnittkräfte, Leistung beim Zerspanen	287		Berechnungen zur CNC-Technik	307
4.6	Kegeldrehen	288		Tabelle: Physikalische Größen und Einheiten im Messwesen	308

Teil III Aufgaben zur technischen Kommunikation

310

1	Fragen zur technischen Kommunikation am Lernprojekt Laufrollenlagerung	310	2	Testaufgaben zur technischen Kommunikation	315
			3	Testaufgaben zu Ansichten	316

Teil IV Wirtschafts- und Sozialkunde

322

1	Berufliche Bildung	322	4	Sozialpartner im Betrieb	335
2	Eigenes wirtschaftliches Handeln	324	5	Arbeits- und Tarifrecht	337
3	Grundlagen der Volks- und Betriebswirtschaft	329	6	Betriebliche Mitbestimmung	344
			7	Soziale Absicherung	349

Teil V Lösungen der Testaufgaben in den Teilen I bis IV

357

Lösungen der Testaufgaben zu Teil I Technologie	357	Lösungen der Testaufgaben zu Teil III Technische Kommunikation	360
Lösungen der Testaufgaben zu Teil II Technische Mathematik	360	Lösungen der Testaufgaben zu Teil IV Wirtschafts- und Sozialkunde	361

Zusatzbuch: Leistungsüberprüfungen und Abschlussprüfungen

Teil VI Leistungsüberprüfungen zu den Lernfeldern 364

Leistungsüberprüfung zu Lernfeld 1	365	Leistungsüberprüfung zu Lernfeld 8	407
Leistungsüberprüfung zu Lernfeld 2	371	Leistungsüberprüfung zu Lernfeld 9	413
Leistungsüberprüfung zu Lernfeld 3	377	Leistungsüberprüfung zu Lernfeld 10	419
Leistungsüberprüfung zu Lernfeld 4	383	Leistungsüberprüfung zu Lernfeld 11	425
Leistungsüberprüfung zu Lernfeld 5	389	Leistungsüberprüfung zu Lernfeld 12	429
Leistungsüberprüfung zu Lernfeld 6	395	Leistungsüberprüfung zu Lernfeld 13	437
Leistungsüberprüfung zu Lernfeld 7	401		

Teil VII Übungs-Abschlussprüfungen 443

Übungs-Abschlussprüfung Teil 1	443	Auftrags- und Funktionsanalyse Teil B	473
Schriftliche Aufgabenstellung Teil A	443	Fertigungstechnik Teil A	477
Schriftliche Aufgabenstellung Teil B	457	Fertigungstechnik Teil B	485
		Wirtschafts- und Sozialkunde Teil A	489
Übungs-Abschlussprüfung Teil 2	463	Wirtschafts- und Sozialkunde Teil B	495
Auftrags- und Funktionsanalyse Teil A	463		

Teil VIII Lösungen der Leistungsüberprüfungen 497

Leistungsüberprüfungen zu Lernfeld 1	497	Leistungsüberprüfungen zu Lernfeld 8	525
Leistungsüberprüfungen zu Lernfeld 2	501	Leistungsüberprüfungen zu Lernfeld 9	529
Leistungsüberprüfungen zu Lernfeld 3	505	Leistungsüberprüfungen zu Lernfeld 10	533
Leistungsüberprüfungen zu Lernfeld 4	509	Leistungsüberprüfungen zu Lernfeld 11	537
Leistungsüberprüfungen zu Lernfeld 5	513	Leistungsüberprüfungen zu Lernfeld 12	543
Leistungsüberprüfungen zu Lernfeld 6	517	Leistungsüberprüfungen zu Lernfeld 13	549
Leistungsüberprüfungen zu Lernfeld 7	521		

Teil IX Lösungen der Übungs-Abschlussprüfungen 553

Lösungen der Übungs-Abschlussprüfung Teil 1	553	Lösungen der Übungs-Abschlussprüfung Teil 2	558
---	-----	---	-----

Teil I Aufgaben zur Technologie

1 Prüftechnik

1.1 Größen und Einheiten

◆ Fragen zu Größen und Einheiten

1

Welche Basisgrößen sind im Internationalen Einheitensystem festgelegt?

Im Internationalen Einheitensystem SI (System International) sind folgende Basisgrößen festgelegt:

- die Länge l
- die Masse m
- die Zeit t
- die thermodynamische Temperatur T
- die elektrische Stromstärke I
- die Lichtstärke I_v

2

Welches ist die Basiseinheit der Länge?

Die Basiseinheit der Länge ist das Meter (m).

Ein Meter ist die Länge eines Eichmeters, das in der Bundesanstalt für Messtechnik/Braunschweig aufbewahrt wird.

Die wissenschaftliche Definition des Meters ist die Länge des Weges, den das Licht im luftleeren Raum in einer 299 729 458stel Sekunde durchläuft.

3

Welche Bedeutung hat der Vorsatz „Mikro“ vor dem Namen der Einheit?

„Mikro“ bedeutet Millionstel. das Kurzzeichen ist μ . So ist z. B. 1 Mikrometer (μm) der millionste Teil eines Meters.

Weitere Vorsätze für physikalische Einheiten sind:

Vorsatz	Faktor
M Mega	millionenfach $10^6 = 1\,000\,000$
k Kilo	tausenfach $10^3 = 1\,000$
h Hekto	hundertfach $10^2 = 100$
da Deko	zehnfach $10^1 = 10$
d Dezi	Zehntel $10^{-1} = 0,1$
c Zenti	Hundertstel $10^{-2} = 0,01$
m Milli	Tausendstel $10^{-3} = 0,001$
μ Mikro	Millionstel $10^{-6} = 0,000\,001$

4

Was gibt die Masse eines Körpers an?

Die Masse eines Körpers gibt seine Materiemenge an.

Die Masse eines Körpers ist unabhängig vom Ort, an dem sich der Körper befindet.

5

Welche Basiseinheit hat die Masse?

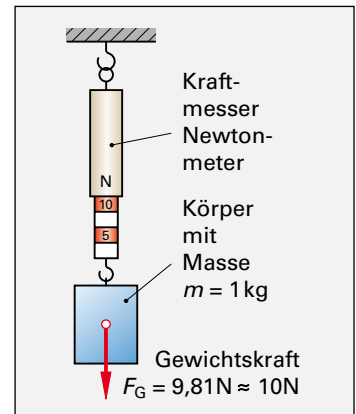
Die Basiseinheit der Masse ist das Kilogramm (kg).

6

Wie groß ist die Gewichtskraft eines Körpers mit der Masse 1 kg?

Ein Körper mit der Masse $m = 1\text{ kg}$ hat die Gewichtskraft 9,81 Newton (9,81 N).

Man misst die Gewichtskraft eines Körpers mit einem Kraftmesser, auch Newtonmeter genannt (Bild).



7

Welches ist die gebräuchlichste Temperatureinheit?

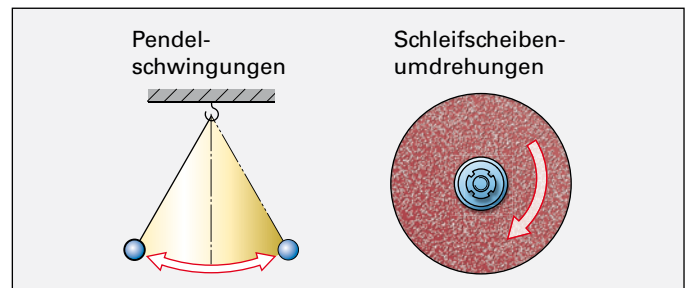
Die gebräuchlichste Einheit der Temperatur ist das Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

8

Was versteht man unter der Periodendauer?

Unter Periodendauer versteht man die Zeitdauer eines regelmäßig sich wiederholenden Vorgangs.

Beispiel: Die Schwingungsdauer eines Pendels oder die Umdrehung einer Schleifscheibe sind Vorgänge mit Periodendauer (Bild).



9

Was versteht man unter der Frequenz und in welcher Einheit wird sie angegeben?

Die Frequenz gibt an, wie viele regelmäßig sich wiederholende Vorgänge in der Sekunde stattfinden. Die Basiseinheit ist 1/Sekunde (1/s) oder Hertz (Hz). $1/s = 1\text{ Hz}$

Die Umdrehungsfrequenz n (auch Drehzahl genannt) ist die Anzahl der Umdrehungen je Sekunde oder Minute.

1.2 Grundlagen der Messtechnik

> Fragen aus Fachkunde Metall, Seite 22

1

Wie wirken sich systematische und zufällige Messabweichungen auf das Messergebnis aus?

Systematische Abweichungen machen den Messwert unrichtig, d. h. sie weichen in einer Richtung vom richtigen Messwert ab.

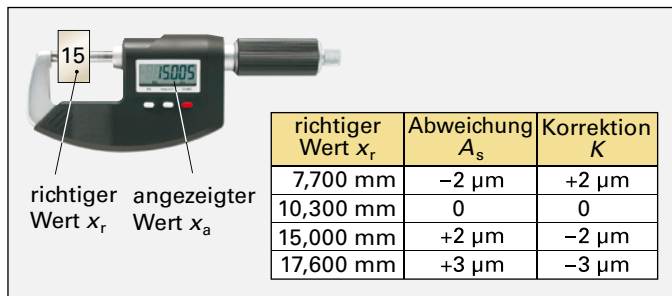
Zufällige Abweichungen machen den Messwert unsicher, d. h. sie schwanken um den richtigen Wert.

Systematische Messabweichungen können ausgeglichen werden, wenn Größe und Richtung bekannt sind. Zufällige Abweichungen sind nicht ausgleichbar.

2

Wie kann man systematische Messabweichungen einer Messschraube ermitteln?

Die systematische Messabweichung einer Messschraube wird ermittelt, indem man Endmaße mit der Messschraube misst und die Abweichungen der Anzeige mit dem richtigen Wert der Endmaße vergleicht.

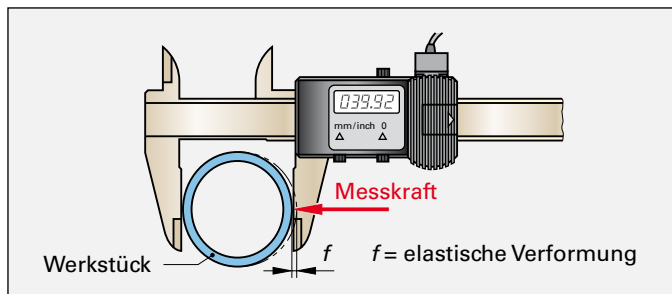


Die Differenz vom angezeigten Wert und dem Endmaßwert ist die systematische Abweichung A .

3

Warum ist das Messen dünnwandiger Werkstücke problematisch?

Dünnwandige Werkstücke werden beim Messen durch die Messkraft elastisch verformt (Bild). Der angezeigte Messwert ist kleiner als das tatsächliche Werkstückmaß.



4

Warum können durch das Abweichen von der Bezugstemperatur bei Messgeräten und Werkstücken Messabweichungen entstehen?

Wenn Messgerät und Werkstücke aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen, führen Abweichungen von der Bezugstemperatur wegen der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten zu Messabweichungen.

Bei der Bezugstemperatur von 20 °C sollen alle Messgeräte, Lehren und die Werkstücke in der vorgeschriebenen Toleranz liegen.

5

Wie kann man systematische Messabweichungen einer Messschraube ermitteln?

Systematische Abweichungen bei Messschrauben werden z.B. durch zu große Messkraft, durch Abweichungen der Gewindesteigung, durch gleich bleibende Abweichungen von der Bezugstemperatur und durch Abnutzung der Messflächen verursacht.

Die zufälligen Abweichungen, die z.B. durch Schmutz, einen Grat oder Schwankungen der Messkraft entstehen, können in ihrer Größe und Richtung nicht erfasst werden.

6

Warum wird beim Messen in der Werkstatt der angezeigte Messwert als Messergebnis angesehen, während im Messlabor oft der angezeigte Wert korrigiert wird?

Werkstattmessgeräte werden so ausgewählt, dass im Verhältnis zur Werkstücktoleranz die Messabweichungen vernachlässigbar sind.

Im Messlabor müssen bei der Überwachung (Kalibrierung) von Messgeräten die systematischen Abweichungen korrigiert und die zufälligen Abweichungen so klein wie möglich gehalten werden.

7

Welche Vorteile hat die Unterschiedsmessung und Nulleinstellung bei Messuhren?

Wenn die Messuhr mit einem Endmaß, dessen Nennmaß möglichst nahe bei der zu prüfenden Messgröße liegt, auf Null gestellt wird, werden systematische Messabweichungen durch die Temperatur, die Maßverkörperung im Messgerät und die Messkraft (beim Messen mit Stativen) stark verkleinert.

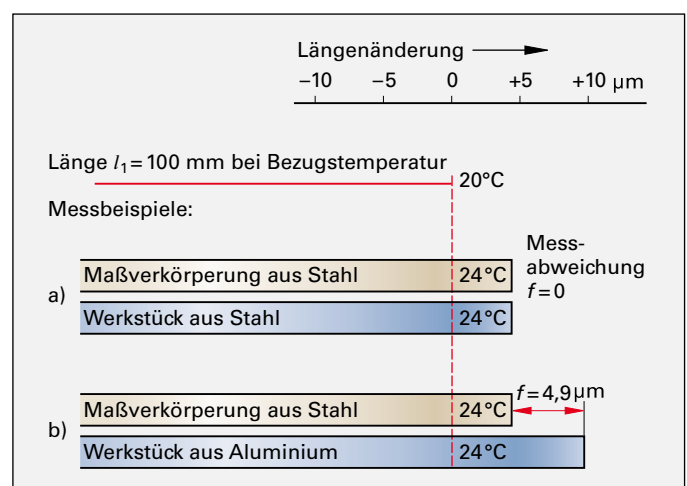
Die Messabweichung ist deshalb sehr klein.

8

Warum ist bei Aluminiumwerkstücken die Abweichung von der Bezugstemperatur messtechnisch besonders problematisch?

Aluminium hat gegenüber Stahl, aus dem die Maßverkörperungen z.B. von Messschiebern und Messschrauben bestehen, einen größeren thermischen Längenausdehnungskoeffizienten. Dies bedeutet, dass sich die Maße von Werkstück und Maßverkörperung unterschiedlich ändern, wenn die Bezugstemperatur von 20 °C nicht eingehalten wird (Bild unten).

Beim Messen von Werkstücken aus Stahl ist die Abweichung von der Bezugstemperatur weniger problematisch: Werkstück und Messgerät besitzen etwa den gleichen thermischen Längenausdehnungskoeffizienten. Deshalb ist die Messabweichung minimal (Bild).



Testfragen zur Prüftechnik

Größen und Einheiten

TP 1

Bei welcher Temperatur liegt angenähert der absolute Nullpunkt?

- a) 0 °C
- b) 273 K
- c) 273 °C
- d) 0 K
- e) 100 °C

TP 2

Welche der angegebenen Einheiten ist keine Basiseinheit im Internationalen Einheitensystem SI?

- a) Meter
- b) Ampere
- c) Newton
- d) Kelvin
- e) Sekunde

Grundlagen der Messtechnik

TP 3

Was versteht man unter Prüfen?

Unter Prüfen versteht man ...

- a) das Honen und Läppen
- b) das Messen und Lehren
- c) das Feinbohren und Feindreihen
- d) das Rollieren
- e) das Polieren und Schwabbeln

TP 4

Was versteht man unter Messen?

Messen ist ...

- a) das Feststellen von absolut genauen Größen
- b) ein zahlenmäßiges Vergleichen einer unbekannten Größe mit einer Einheit
- c) das Ermitteln der Nennmaße mit Messzeugen
- d) das Lehren von Abmaßen
- e) das Ermitteln von Übermaßen

TP 5

Wie groß ist die genormte Bezugstemperatur in der Messtechnik?

- a) 0 °C
- b) 10 °C
- c) 15 °C
- d) 20 °C
- e) 25 °C

TP 6

Was versteht man unter Lehren?

Beim Lehren ...

- a) erhält man Zahlenwerte
- b) stellt man das Maß mit einem Messschieber fest
- c) vergleicht man ein unbekanntes Maß mit einer Einheit
- d) stellt man fest, ob das Prüfobjekt die geforderten Bedingungen in Bezug auf Größe und Form erfüllt
- e) vergleicht man eine unbekannte Größe mit einer Einheit

Längenprüfmittel

TP 7

Wozu benötigt man unter anderem Parallelendmaße?

- a) Kontrollieren anderer Messgeräte
- b) Messen der Endgeschwindigkeit
- c) Messen der Rautiefen
- d) Begrenzen des Quervorschubes bei Drehmaschinen
- e) Messen der Enddrehzahl

TP 8

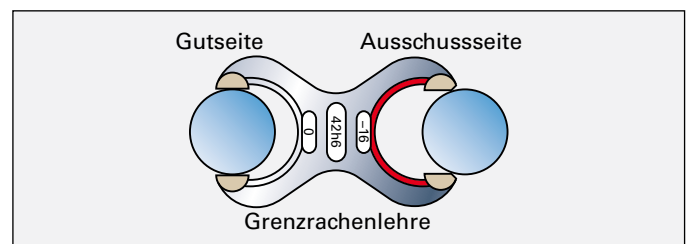
Wofür eignen sich Grensrachenlehren?

Grensrachenlehren eignen sich zum ...

- a) Messen von Wellen
- b) Messen von Bohrungen
- c) Prüfen von Wellen
- d) Prüfen von Bohrungen
- e) Feststellen der Wellentoleranz

TP 9

Was ist beim Gebrauch einer Grensrachenlehre zu beachten?



- a) Die Grensrachenlehre muss Handwärme haben.
- b) Die Gutseite darf nicht über das Werkstück gehen.
- c) Die Ausschussseite muss über das Werkstück gehen.
- d) Gut- und Ausschussseite müssen über das Werkstück gehen.
- e) Keine der genannten Antworten ist richtig.

TP 10

Wozu benutzt man Messuhren?

- a) Zum Einstellen der Messzeit
- b) Zum Durchführen von Vergleichsmessungen
- c) Zum Messen von Schnittgeschwindigkeiten
- d) Zum Messen der Drehzahl
- e) Zum Feststellen des Nennmaßes

TP 11

Welche Eigenschaften besitzen Feinzeiger nicht?

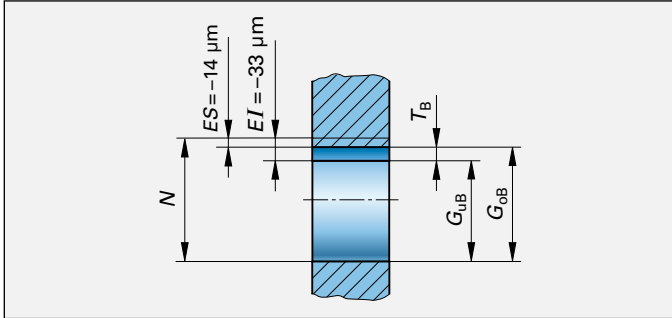
- a) Sie sind die genauesten mechanischen Längenmessgeräte.
- b) Sie besitzen meist einen Skalenteilungswert von 1 µm.
- c) Sie besitzen meist einen Anzeigebereich von 10 µm.
- d) Sie besitzen einen Zeigerausschlag von 360°.
- e) Sie eignen sich zur Prüfung der Rundheit.

4 Berechnungen zur Fertigungstechnik

4.1 Maßtoleranzen und Passungen

1

Eine Bohrung mit dem Nennmaß $N = 64$ mm hat die Grenzabmaße $ES = -14 \mu\text{m}$ und $EI = -33 \mu\text{m}$. Wie groß sind das Höchstmaß G_{oB} , das Mindestmaß G_{uB} und die Toleranz T_B ?



Lösung:

$$G_{oB} = N + ES = 64,000 \text{ mm} + (-0,014 \text{ mm}) = 63,986 \text{ mm}$$

$$G_{uB} = N + EI = 64,000 \text{ mm} + (-0,033 \text{ mm}) = 63,967 \text{ mm}$$

$$T_B = ES - EI = -14 \mu\text{m} - (-33 \mu\text{m}) = 19 \mu\text{m} \text{ oder}$$

$$T_B = G_{oB} - G_{uB} = 63,986 \text{ mm} - 63,967 \text{ mm} = 0,019 \text{ mm} = 19 \mu\text{m}$$

2

In einer Zeichnung ist die Passung B75H7/n6 eingetragen. Mit Hilfe eines Tabellenbuches sind zu berechnen:

a) die Grenzabmaße

b) das Höchstspiel und das Höchstübermaß

Lösung:

a) aus einem Tabellenbuch:

B75H7: $ES: +30 \mu\text{m}$, $EI: 0 \mu\text{m}$

B75n6: $es: +39 \mu\text{m}$, $ei: +20 \mu\text{m}$

Grenzabmaße:

$$\text{Bohrung: } G_{oB} = N + ES = 75,000 \text{ mm} + 0,030 \text{ mm} = 75,030 \text{ mm}$$

$$G_{uB} = N + EI = 75,000 \text{ mm} + 0 \mu\text{m} = 75,000 \text{ mm}$$

$$\text{Welle: } G_{oW} = N + es = 75,000 \text{ mm} + 0,039 \text{ mm} = 75,039 \text{ mm}$$

$$G_{uW} = N + ei = 75,000 \text{ mm} + 20 \mu\text{m} = 75,020 \text{ mm}$$

b) Höchstspiel: $PSH = G_{oB} - G_{uW}$

$$P_{SH} = 75,030 \text{ mm} - 75,020 \text{ mm} = 10 \mu\text{m}$$

Höchstübermaß: $P_{ÜH} = G_{uB} - G_{oW}$

$$P_{ÜH} = 75,000 \text{ mm} - 75,039 \text{ mm} = -39 \mu\text{m}$$

4.2 Umformen

1

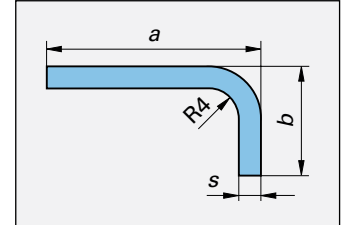
Ein Biegeteil aus 2 mm dickem Blech wird im rechten Winkel abgebogen. Der Biegeradius beträgt 4 mm, die Länge des Teiles am langen Schenkel $a = 25$ mm, am kurzen Schenkel $b = 12$ mm. Wie groß ist die gestreckte Länge L ?

Aus einem Tabellenbuch kann der Ausgleichswert $v = 4,5$ mm abgelesen werden.

Gesucht: L

$$\text{Lösung: } L = a + b - v$$

$$L = 25 \text{ mm} + 12 \text{ mm} - 4,5 \text{ mm} = 32,5 \text{ mm}$$



2

Wie groß ist die gestreckte Länge des gezeigten Biegeteils? (Berechnung ohne den Ausgleichswert v)

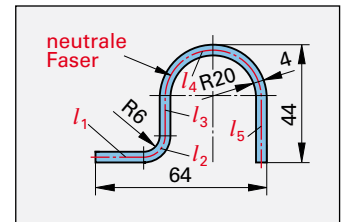
Lösung:

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$$

$$l_1 = 64 \text{ mm} - 2 \cdot (20 \text{ mm} + 4 \text{ mm}) - 6 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$$

$$l_2 = \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot r = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot r$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot 8 \text{ mm} \approx 12,56 \text{ mm}$$



$$l_3 = 44 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 4 \text{ mm} - 6 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 12 \text{ mm}$$

$$l_4 = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot 2 \cdot r = \pi \cdot r = \pi \cdot 22 \text{ mm} \approx 69,16 \text{ mm}$$

$$l_5 = 44 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 4 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$$

$$L \approx 10 \text{ mm} + 12,56 \text{ mm} + 12 \text{ mm} + 69,16 \text{ mm} + 20 \text{ mm} \approx 123,72 \text{ mm}$$

3

Es soll eine Kappe aus Blech gezogen werden, deren Form einem Kugelabschnitt entspricht. Der innere Kappenrand-Durchmesser d beträgt 100 mm, die Kappenhöhe 30 mm. Wie groß ist der Durchmesser D des kreisförmigen Zuschnitts?

Gegeben:

$$d = 100 \text{ mm}; h = 30 \text{ mm}$$

Gesucht: D

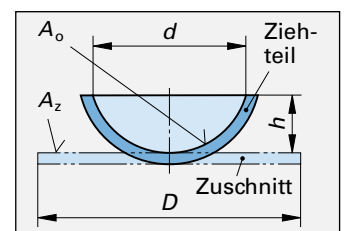
Lösung:

Die ebene Fläche des Zuschnitts A_z ist gleich der inneren Oberfläche A_o des fertigen Zieheteils.

$$A_z = \frac{\pi \cdot D^2}{4} ; A_o = \pi \cdot h \cdot (2d - h)$$

$$A_z = A_o$$

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = \pi \cdot h \cdot (2d - h)$$



$$D^2 = 4 \cdot h (2d - h)$$

$$D = 2 \cdot \sqrt{h (2d - h)}$$

Mit den gegebenen Größen ergibt sich:

$$D = 2 \cdot \sqrt{30 \text{ mm} \cdot (2 \cdot 100 \text{ mm} - 30 \text{ mm})}$$

$$D = 2 \cdot \sqrt{5100 \text{ mm}^2} = \mathbf{142,8 \text{ mm}}$$

4

An einem Flachstahl mit den Maßen 80 mm x 120 mm soll auf einer Länge von 140 mm ein Ansatz von 40 mm x 60 mm angeschmiedet werden (Bild).

- Wie lang muss die Zugabe l_1 für diesen Ansatz ohne Berücksichtigung des Abbrandes sein?
- Wie lang wird die Rohlänge l_R , wenn der Längenzuschlag l_Z für Abbrand 12% beträgt?

Gegeben:

$$A_1 = 80 \text{ mm} \times 120 \text{ mm}$$

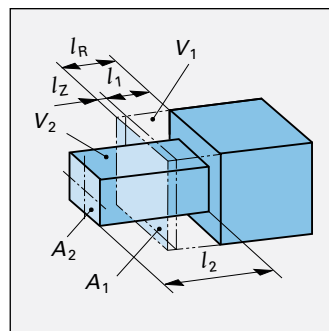
$$A_2 = 40 \text{ mm} \times 60 \text{ mm}$$

$$l_2 = 140 \text{ mm}$$

$$\text{Abbrand} = 12\%$$

Gesucht:

- Länge der Zugabe l_1
- Rohlänge l_R



Lösung:

$$\text{a) } V_1 = V_2; \quad A_1 \cdot l_1 = A_2 \cdot l_2 \Rightarrow$$

$$l_1 = \frac{A_1}{A_2} \cdot l_2 = \frac{40 \text{ mm} \cdot 60 \text{ mm}}{80 \text{ mm} \cdot 120 \text{ mm}} \cdot 140 = \mathbf{35 \text{ mm}}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } l_R &= l_1 + l_Z = 35 \text{ mm} + \frac{12}{100} \cdot 35 \text{ mm} \\ &= 35 \text{ mm} + 4,2 \text{ mm} = \mathbf{39,2 \text{ mm}} \end{aligned}$$

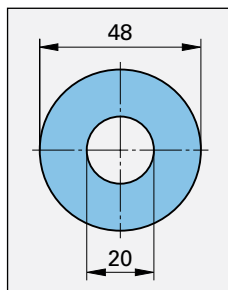
4.3 Schneiden

1

Aus einem 1,5 mm dicken Blech mit einer Scherfestigkeit $\tau_{aB} = 325 \text{ N/mm}^2$ soll das im Bild gezeigte Schnittteil gefertigt werden.

Wie groß ist

- der Schneidplattendurchbruch D für das Loch? (Durchbruch mit Freiwinkel)
- das Stempelmaß d für das Ausschneiden?



Lösung:

Aus einem Tabellenbuch wird für $s = 1,5 \text{ mm}$ und $\tau_{aB} = 325 \text{ N/mm}^2$ der Schneidspalt zu $u = 0,04 \text{ mm}$ ermittelt.

Damit folgt:

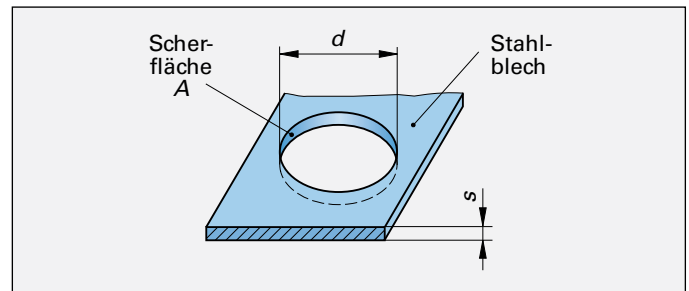
$$\text{a) } D = d + 2 \cdot u = 20 \text{ mm} + 2 \cdot 0,04 \text{ mm} = \mathbf{20,08 \text{ mm}}$$

$$\text{b) } d = D - 2 \cdot u = 48 \text{ mm} - 2 \cdot 0,04 \text{ mm} = \mathbf{47,92 \text{ mm}}$$

2

Auf einer Presse sollen aus 4 mm dickem Stahlblech mit einer Scherfestigkeit von $\tau_{aB} = 360 \text{ N/mm}^2$ Scheiben mit einem Durchmesser von 320 mm ausgeschnitten werden (Bild).

Wie groß ist die erforderliche Pressenkraft F ?



$$\text{Gegeben: } d = 320 \text{ mm; } s = 4 \text{ mm; } \tau_{aB} = 360 \text{ N/mm}^2$$

Gesucht: Pressenkraft F

$$\text{Lösung: } F = S \cdot \tau_{aB}$$

$$\text{mit } S = \pi \cdot d \cdot s \text{ folgt } F = \pi \cdot d \cdot s \cdot \tau_{aB}$$

$$\begin{aligned} F &= \pi \cdot 320 \text{ mm} \cdot 4 \text{ mm} \cdot 360 \text{ N/mm}^2 \\ &= \mathbf{1447646 \text{ N} \approx 1,45 \text{ MN}} \end{aligned}$$

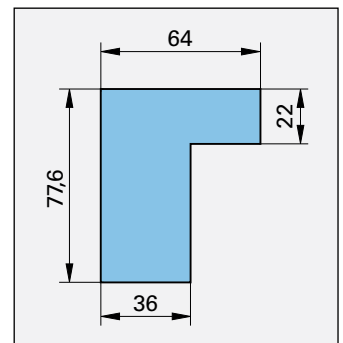
Es muss mindestens eine 1,5 MN-Pressen verwendet werden.

3

Aus einem 0,5 mm dicken Blechstreifen sollen Formstücke ausgeschnitten werden (Bild).

Es sind zu bestimmen:

- Die Randbreite a und die Stegbreite e aus einem Tabellenbuch.
- Die Blechstreifenbreite B .
- Der Streifenvorschub V
- und der Ausnutzungsgrad η für einreihigen Ausschnitt.



Lösung:

$$\text{a) Steglänge } l_e = 77,6 \text{ mm, Randlänge } l_a = 64 \text{ mm, Blechdicke } s = 0,5 \text{ mm; } \Rightarrow$$

$$\mathbf{a = 1,2 \text{ mm; } e = 1,0 \text{ mm}}$$

$$\text{b) } B = b + 2a = 77,6 \text{ mm} + 2 \cdot 1,2 \text{ mm} = \mathbf{80 \text{ mm}}$$

c) Einreihiger Ausschnitt:

$$\begin{aligned} V &= l + e \\ &= 64 \text{ mm} + 1 \text{ mm} \\ &= \mathbf{65 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$\text{d) } \eta = \frac{R \cdot A}{V \cdot B}$$

$$\text{mit } A = 77,6 \text{ mm} \cdot 36 \text{ mm} + 28 \text{ mm} \cdot 22 \text{ mm} = 3409,6 \text{ mm}^2$$

$$\eta = \frac{1 \cdot 3409,6 \text{ mm}^2}{65 \text{ mm} \cdot 80 \text{ mm}} = 0,656 = \mathbf{65,6\%}$$

4.4 Schnittgeschwindigkeiten und Drehzahlen beim Spanen

1

Eine Welle mit einem Durchmesser von 100 mm soll mit einer Schnittgeschwindigkeit von 18 m/min überdreht werden. Wie groß muss die Drehzahl je Minute sein?

Gegeben: $v_c = 18 \text{ m/min}$; $d = 100 \text{ mm}$

Gesucht: n

Lösung: $v_c = \pi \cdot d \cdot n \Rightarrow n = \frac{v_c}{\pi \cdot d}$

$$n = \frac{18 \text{ m/min}}{\pi \cdot 0,1 \text{ m}} \approx \mathbf{57,3/\text{min}}$$

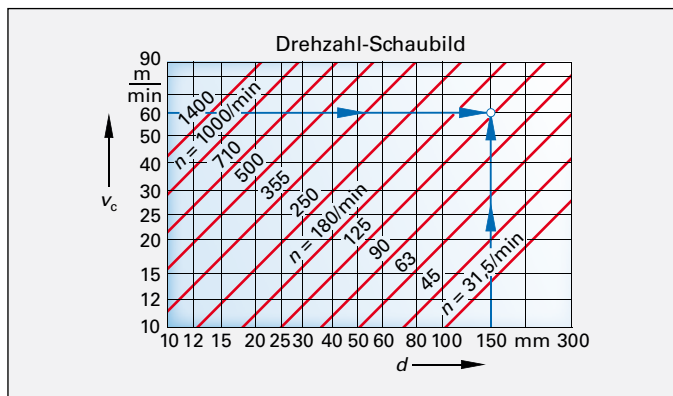
2

Eine geschmiedete Turbinenwelle soll mit einer Schnittgeschwindigkeit von $v_c = 60 \text{ m/min}$ auf einen Außendurchmesser von $d = 150 \text{ mm}$ abgedreht werden. An der Drehmaschine befindet sich das gezeigte Drehzahl-Schaubild. Wie groß ist die einzustellende Drehzahl?

Gegeben: $v_c = 60 \text{ m/min}$; $d = 150 \text{ mm}$

Gesucht: n

Lösung: Die einzustellende Drehzahl kann aus dem Drehzahl-Schaubild abgelesen werden.



Man geht vom v_c -Wert waagrecht und vom d -Wert senkrecht bis zum Schnittpunkt der Hilfslinien. Dort liest man die Drehzahl auf der Drehzahllinie ab.

$n = 125/\text{min}$

3

Ein Walzenfräser mit $d = 60 \text{ mm}$ Durchmesser soll mit einer Schnittgeschwindigkeit von $v_c = 18 \text{ m/min}$ arbeiten. Wie groß muss die Drehzahl n der Frässpindel sein?

Gegeben: $d = 60 \text{ mm}$; $v_c = 18 \text{ m/min}$

Gesucht: n

Lösung: $v_c = \pi \cdot d \cdot n$

$$n = \frac{v_c}{\pi \cdot d} = \frac{18 \text{ m/min}}{\pi \cdot 0,06 \text{ m}} \approx \mathbf{95,5/\text{min}}$$

4

Wie groß darf der Durchmesser eines Kreissägeblattes höchstens sein, wenn bei einer Drehzahl von 20/min die Schnittgeschwindigkeit von 25 m/min nicht überschritten werden soll?

Gegeben: $n = 20/\text{min}$; $v_c = 25 \text{ m/min}$

Gesucht: d

Lösung: $v_c = \pi \cdot d \cdot n \Rightarrow d = \frac{v_c}{\pi \cdot n}$

$$d = \frac{25 \text{ m/min}}{\pi \cdot 20/\text{min}} \approx 0,398 \text{ m} \approx \mathbf{398 \text{ mm}}$$

4.5 Schnittkräfte, Leistung beim Zerspanen

1

Es soll eine Welle mit dem Durchmesser $d = 74 \text{ mm}$ aus dem Rundstahl 80-DIN 1013-E295 in einem Schnitt gedreht werden. Der Einstellwinkel soll $\chi = 70^\circ$, der Vorschub $f = 0,4 \text{ mm}$ und die Schnittgeschwindigkeit $v_c = 140 \text{ m/min}$ betragen. Die spezifische Schnittkraft k_c ist 2400 N/mm^2 . Wie groß sind die Schnitttiefe a , die Spanungsdicke h , die Schnittkraft F_c und die Schnittleistung P_c ?

Gegeben:

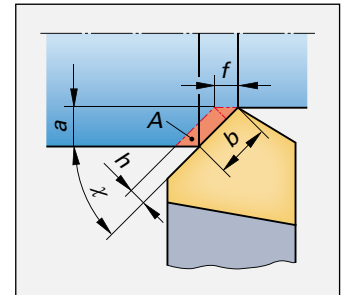
$d = 74 \text{ mm}$; $d_1 = 80 \text{ mm}$;

$\chi = 70^\circ$; $f = 0,4 \text{ mm}$;

$k_c = 2400 \text{ N/mm}^2$;

$v_c = 140 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 2,333 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Gesucht: a, h, F_c, P_c



Lösung:

$$a = \frac{d_1 - d}{2} = \frac{80 \text{ mm} - 74 \text{ mm}}{2} = \mathbf{3 \text{ mm}}$$

$$h = f \cdot \sin \chi = 0,4 \text{ mm} \cdot \sin 70^\circ = \mathbf{0,376 \text{ mm}}$$

$$b = \frac{a}{\sin \chi} = \frac{3 \text{ mm}}{\sin 70^\circ} = 3,193 \text{ mm}$$

$$A = a \cdot f = 3 \text{ mm} \cdot 0,4 \text{ mm} = 1,2 \text{ mm}^2$$

$$F_c = A \cdot k_c = 1,2 \text{ mm}^2 \cdot 2400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \mathbf{2880 \text{ N}}$$

$$P_c = F_c \cdot v_c = 2880 \text{ N} \cdot 2,333 \text{ m/s}$$

$$= 6719 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} = \mathbf{6,72 \text{ kW}}$$

2

Das Drehen der Welle aus Aufgabe 1 wird in einem Betrieb durchgeführt, der Drehmaschinen mit den Antriebsleistungen 8 kW, 10 kW und 12 kW zur Verfügung hat.

Auf welchen der Drehmaschinen kann die Dreharbeit ausgeführt werden, wenn ihr Wirkungsgrad 82% beträgt?

Gegeben: $P_c = 6,72 \text{ kW}$; $\eta = 0,82$

Gesucht: Erforderliche Antriebsleistung P_1

Lösung:

$$P_1 = \frac{P_c}{\eta} = \frac{6,72 \text{ kW}}{0,82} \approx \mathbf{8,2 \text{ kW}}$$

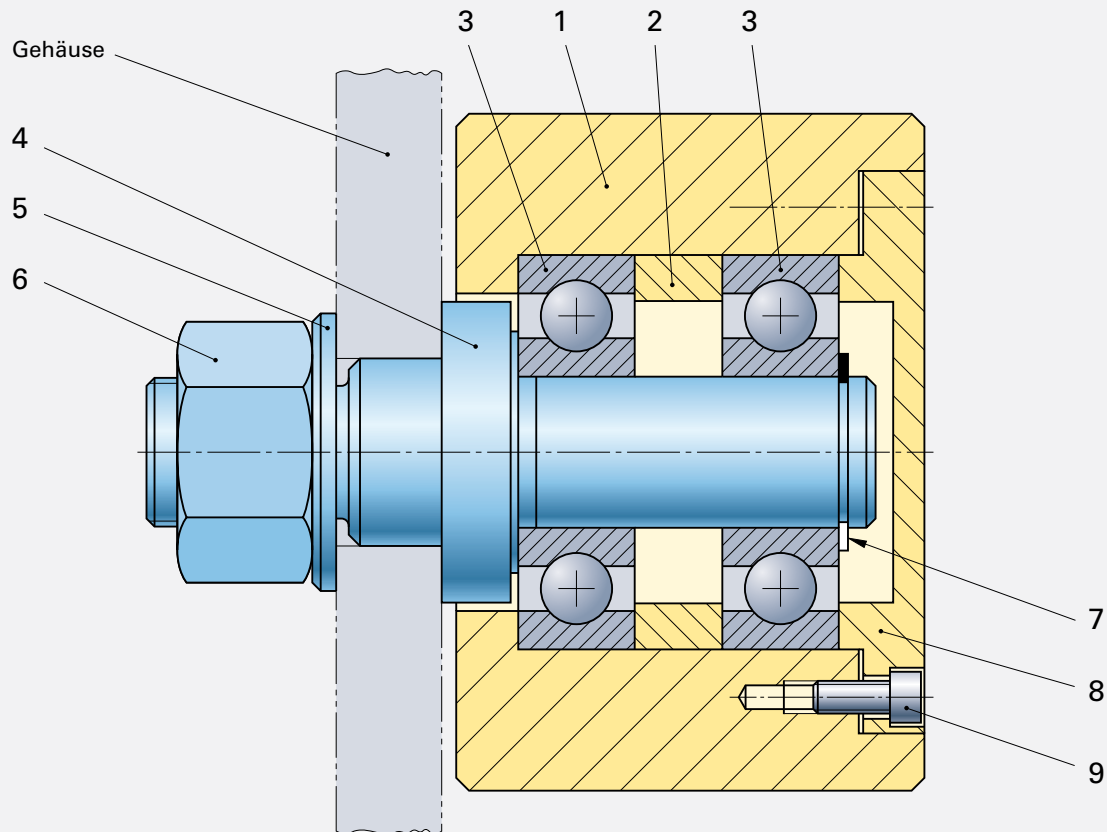
Die Dreharbeit kann auf den Maschinen mit 10 kW oder 12 kW Antriebsleistung durchgeführt werden.

Teil III Aufgaben zur technischen Kommunikation

1 Fragen zur technischen Kommunikation am Lernprojekt Laufrollenlagerung

Hinweis: Die Fragen der Seiten 311 bis 314 beziehen sich auf die unten dargestellte Laufrollenlagerung.

LERNPROJEKT: Laufrollenlagerung



Pos.-Nr.	Menge/ Einheit	Benennung	Werkstoff/ Normkurzbezeichnung	Bemerkung/ Rohteilmaße
1	1	Laufrolle	C45E	Rd 95x66
2	1	Abstandsring	E235+C	Rohr – 55xID39 – EN10305-1 – E235+C
3	2	Rillenkugellager	DIN 625 – 6304 – 2RS	–
4	1	Bundbolzen	E295	Rd 50x110
5	1	Scheibe	ISO 7090 – 20 – 200 HV	–
6	1	Sechskantmutter	ISO 8673 – M20x1,5 – 8	–
7	1	Sicherungsring	DIN 471 – 20x1,2	–
8	1	Lagerdeckel	E295	Rd 85x20
9	4	Zylinderschraube	ISO 4762 – M4x10 – 8.8	–

Hinweise: Zum Bearbeiten der Aufgaben zum Lernprojekt können das Fachkundebuch, Informationsbände zur Technischen Kommunikation, das Tabellenbuch und der Taschenrechner verwendet werden.

Die Zeichnungen sind nicht maßstäblich.

1

Erläutern Sie die Normbezeichnung für die Sechskantmutter Pos. 6 (Stückliste S. 310).

ISO 8673	: Normblatt-Nummer
M20x1,5	: Feingewinde mit 20 mm Außendurchmesser und 1,5 mm Steigung
8	: Festigkeitsklasse 8

2

Wie groß sind folgende Abmessungen der Rillenkugellager Pos. 3: Breite, Außendurchmesser, Innendurchmesser?

Die Rillenkugellager haben nach Tabellenbuch folgende Abmessungen:

Breite	: 15 mm
Außendurchmesser	: 52 mm
Innendurchmesser	: 20 mm

3

Welche Ringe der Rillenkugellager müssen Umfangslast, welche Punktlast aufnehmen? Begründen Sie Ihre Antwort.

Umfangslast liegt vor, wenn bei einer Umdrehung des Lagers jeder Punkt der Laufringbahn einmal belastet wird. Dies ist bei der Laufrollenlagerung der Außenring. Der Innenring muss somit Punktlast aufnehmen.

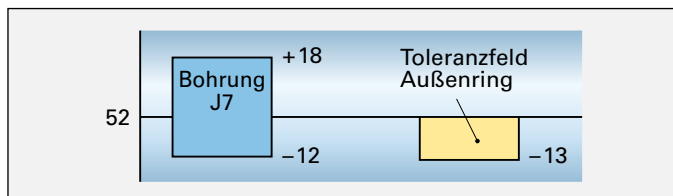
4

Welche Toleranzklasse erhält die Bohrung der Laufrolle Pos. 1 zur Aufnahme der Lager, wenn der Toleranzgrad 7 betragen soll und die Belastung der Laufrolle „niedrig“ ist?

Bei niedriger Belastung und vorgeschriebenem Toleranzgrad 7 erhält die Bohrung die Toleranzklasse J7.

5

Bestimmen Sie Höchstspiel und Höchstübermaß für das Fügen der Laufrolle Pos. 1 mit dem Rillenkugellager Pos. 3, wenn für die Außenringe Pos. 3 das Grundabmaß 0 und die Toleranz 13 µm betragen.



$$P_{SH} = G_{oB} - G_{uW} = 52,018 \text{ mm} - 51,987 \text{ mm}$$

$$P_{SH} = 0,031 \text{ mm}$$

$$P_{UH} = G_{uB} - G_{oW} = 51,988 \text{ mm} - 52,000 \text{ mm}$$

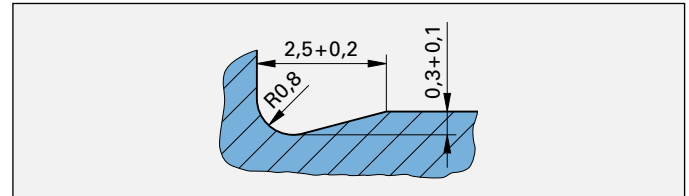
$$P_{UH} = -0,012 \text{ mm}$$

6

Skizzieren Sie den Freistich (Form E) des Bundbolzens im Bereich des linken Rillenkugellagers. Bestimmen Sie die Breite f , die Tiefe t_1 und den Radius r (übliche Beanspruchung). Tragen Sie die Maße und die zugehörigen Toleranzen in die Skizze ein und geben Sie die Normbezeichnung des Freistichs an.

Nach Tabellenbuch betragen:

$$f = 2,5 + 0,2 \text{ mm}; r = 0,8 \text{ mm}; t_1 = 0,3 + 0,1 \text{ mm}$$



Die Normbezeichnung des Freistichs lautet.

DIN 509 – E0,8x0,3

7

Skizzieren Sie den Bundbolzen Pos. 4 im Bereich des Einstichs für die Nut des Sicherungsrings Pos. 7 und tragen Sie die Nutbreite m , den Nutdurchmesser d_2 und den Mindestabstand der Nut von der rechten Planfläche des Bundbolzens Pos. 4 ein.

Die Anfasung der Bundbolzen beträgt $1,5 \times 45^\circ$, die Toleranzklasse für den Nutdurchmesser h11.

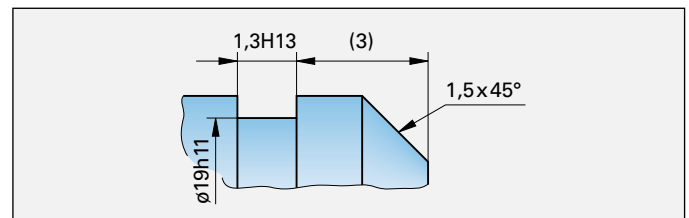
Nach Tabellenbuch beträgt die Nutbreite

$$m = 1,3 \text{ H13},$$

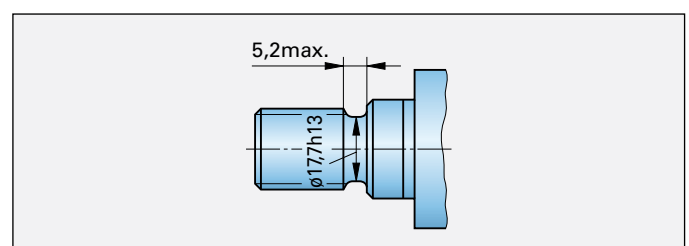
der Mindestabstand der Nut bis zur Fase

$$n = 1,5 \text{ mm}.$$

Damit muss die Nut mindestens 3 mm von der Planfläche entfernt liegen.

**8**

Das Gewinde M20x1,5 am Bundbolzen Pos. 4 besitzt einen Gewindefreistich nach DIN 76-A. Tragen Sie den Durchmesser und die Länge des Gewindefreistichs in eine Skizze ein.



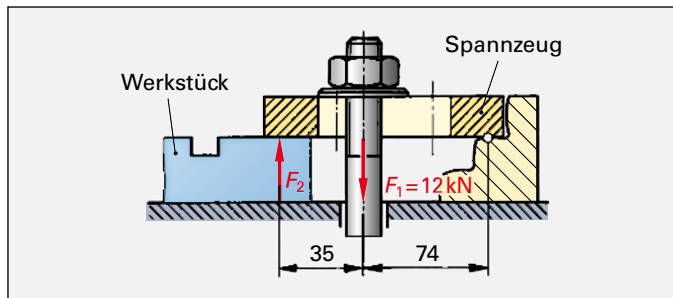
10

Was versteht man unter dem Begriff Kohäsion?

- a) Die Haftung eines Klebstoffes auf einer Oberfläche
- b) Das Einziehen des Lotes in den Lötspalt
- c) Die Zusammenhangskraft der Teilchen eines Stoffes
- d) Die Zähflüssigkeit eines Schmiermittels
- e) Das Erstarren einer Schmelze

11

Ein Werkstück wird mit dem skizzierten Spannzeug gespannt.

**11.1**

Welche Formel ist zur Berechnung der Spannkraft F_2 anzuwenden?

- a) $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$
- b) $F_1 \cdot l_2 = F_2 \cdot l_1$
- c) $F_2 - l_1 = F_1 \cdot l_2$
- d) $F_1 + l_1 = F_2 + l_2$
- e) $\frac{F_1}{l_1} = \frac{F_2}{l_2}$

11.2

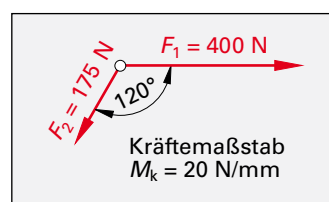
Welches Ergebnis für die Spannkraft F_2 ist richtig?

- a) 8,1 kN
- b) 16,2 kN
- c) 25,4 kN
- d) 35 kN
- e) 74 kN

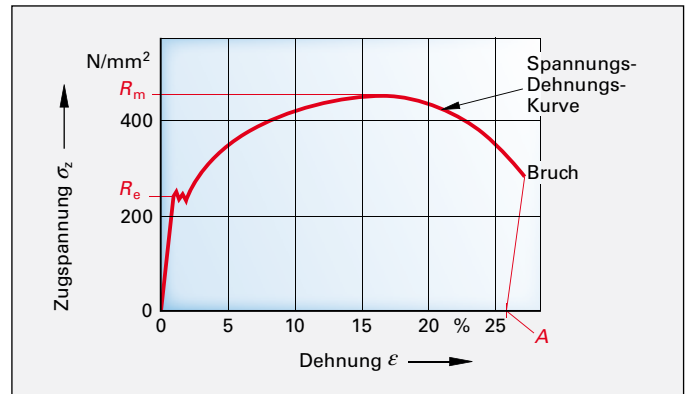
12

Welche Größe hat in der Skizze die aus den Kräften F_1 und F_2 resultierende Kraft F_R ? (Hinweis: Ermitteln Sie zeichnerisch)

- a) 6 N
- b) 17,5 N
- c) 175 N
- d) 350 N
- e) 1750 N

**13**

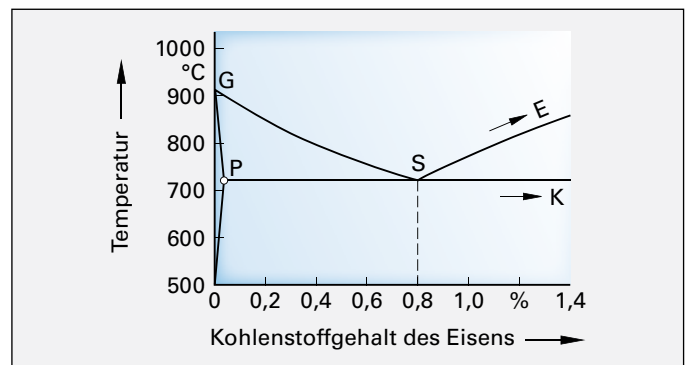
Welcher Wert wird durch das Kurzzeichen R_e im dargestellten Spannungs-Dehnungs-Diagramm gekennzeichnet?



- a) Bruchgrenze
- b) Dehngrenze
- c) Streckgrenze
- d) Zulässige Spannung
- e) Proportionalitätsgrenze

14

Wie wird das im Bild dargestellte Diagramm (Schaubild) bezeichnet?



- a) Stahlschaubild
- b) Roheisenschaubild
- c) Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm
- d) Eisenschaubild
- e) Kohlenstoff-Schaubild

15

Welches Gefüge besitzt Stahl oberhalb der Linie GSE in obigem Bild von Aufgabe 14?

- a) Perlit
- b) Ferrit
- c) Zementit
- d) Austenit
- e) Nur eutektisches Gefüge

16

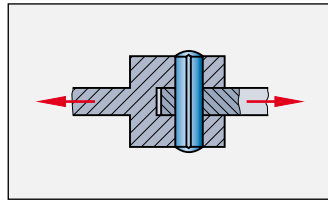
Welche Kurzbezeichnung gehört zu einem Werkzeugstahl?

- a) 35S20
- b) C70U
- c) 32CrMo12
- d) 16MnCr5
- e) Ck10

17

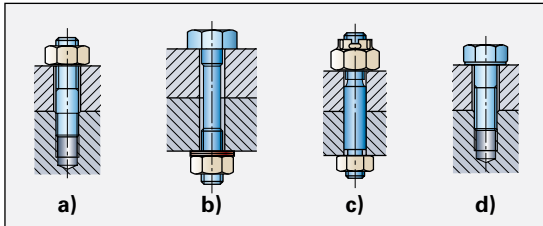
Auf welche Art wird im Bild die Kraft übertragen?

- a) Kraftschluss
- b) Stoffschluss
- c) Massschluss
- d) Formschluss
- e) Kurzschluss

**18**

Welche der dargestellten Schrauben ist besonders für dynamische Beanspruchung geeignet?

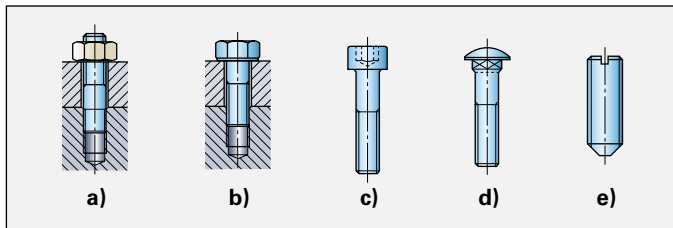
- a)
- b)
- c)
- d)



e) Jede der Schrauben a bis d ist gleich gut geeignet.

19

In welchem Bild ist ein Gewindestift dargestellt?

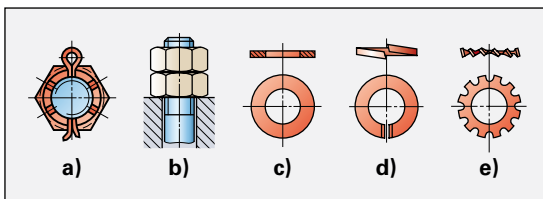


- a) Bild a
- b) Bild b
- c) Bild c
- d) Bild d
- e) Bild e

20

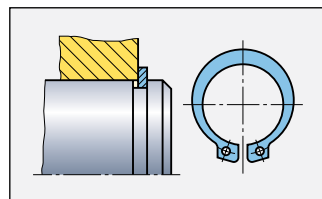
Welches der abgebildeten Verbindungselemente stellt keine Schraubensicherung dar?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

**21**

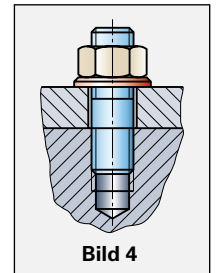
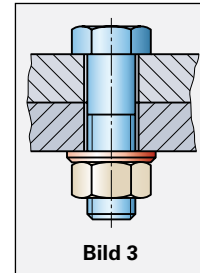
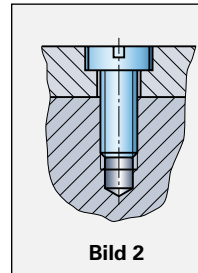
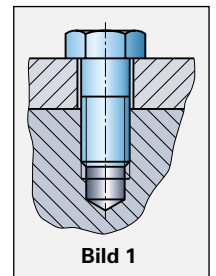
Welche Wellensicherung ist im Bild dargestellt?

- a) Stelling
- b) Kegelstift
- c) Sprengling
- d) Sicherungsring
- e) Sicherungsscheibe

**22**

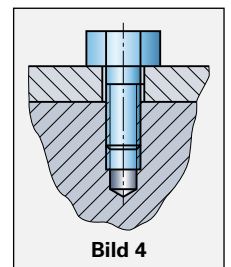
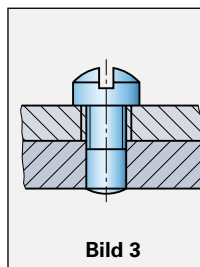
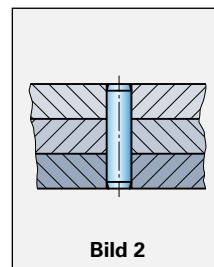
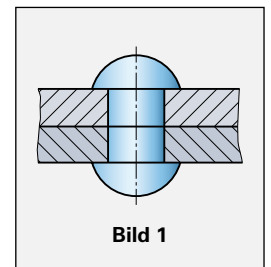
In welchem der folgenden Bilder ist eine Verschraubung normgerecht dargestellt?

- a) Nur in Bild 1
- b) Nur in Bild 2
- c) Nur in Bild 3
- d) In keinem der 4 Bilder
- e) In allen 4 Bildern

**23**

In welchem der folgenden Bilder ist eine Verbindung normgerecht dargestellt?

- a) Bild 1
- b) Bild 2
- c) Bild 3
- d) Bild 4
- e) In keinem der Bilder

**24**

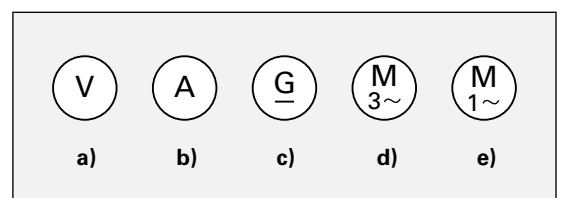
Bei welchem Speicher wird der Inhalt beim Abschalten des Computers gelöscht?

- a) Festwertspeicher (ROM, EPROM)
- b) Festplatte
- c) Compact-Disk (CD-ROM)
- d) Arbeitsspeicher (RAM)
- e) USB-Stick

25

Welches der Sinnbilder kennzeichnet einen Universalmotor?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)



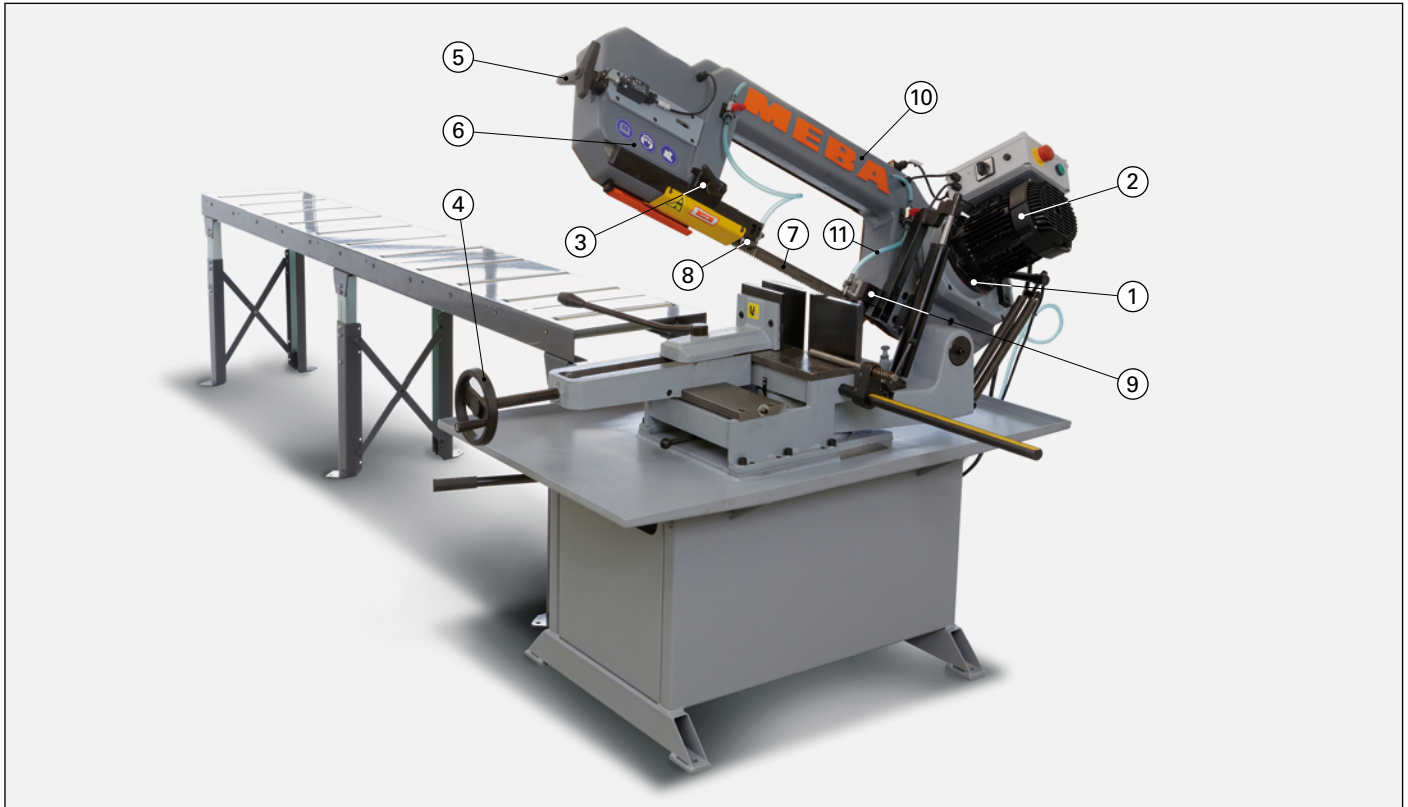
Leistungsüberprüfung zu LERNFELD 4: Warten technischer Systeme

Bearbeitungszeit : _____ Bearbeiter : _____

Hilfsmittel : _____ Datum : _____

LEITPROJEKT: Wartung und Verbesserung einer Bandsägemaschine

Ihr Meister hat Ihnen den Auftrag gegeben die gezeigte Bandsägemaschine zu warten und die manuell betätigte Spannvorrichtung durch eine elektropneumatische Spannvorrichtung auszutauschen.



Nr.	Wartungsstelle	Tätigkeit	Häufigkeit	Hilfsstoffe/ Schmiermittel
1	Keilriementrieb	Spannung prüfen	wöchentlich	–
		Lager schmieren	wöchentlich	CLP 100
2	Motor	Motorbefestigung kontrollieren	wöchentlich	–
		Kabel auf Beschädigungen und festen Sitz prüfen.	wöchentlich	–
3	Verstellung Bandführungen	Schmieren	wöchentlich	K1K
4	Spannstock	Spannbacken kontrollieren	monatlich	–
		Führung prüfen und schmieren	wöchentlich	K1K
		Spindel schmieren	wöchentlich	K2M
5	Spannvorrichtung Sägeband	Spindel schmieren	wöchentlich	KP2K
		Spannung Sägeband überprüfen	täglich	–
6	Sägebandlaufrollen	Auf Verschleiß prüfen	monatlich	–
		Laufrollenlagerung schmieren	wöchentlich	CLP 100
7	Sägeband	Auf Beschädigung kontrollieren	täglich	–
8	Bandführungen	Führungen auf Verschleiß kontrollieren	monatlich	–
		Verschleiß der Dämpfungsrollen prüfen	monatlich	–
		Bandlaufrollenlager schmieren	wöchentlich	CLP 100
9	Endagentaster	Auf Beschädigungen kontrollieren	wöchentlich	–
10	Abdeckgehäuse	Lackierung prüfen	monatlich	–
11	Kühlschmierstoff	Qualität prüfen	wöchentlich	

Ungebundene Aufgaben

1

Die Bandsäge besteht aus verschiedenen Baugruppen (Bild vorhergehende Seite, eingekreiste Nummern 1 bis 10).

Welche Baugruppen der Maschine lassen sich den folgenden Funktionseinheiten zuordnen?

- Antriebseinheit
- Verbindungseinheit
- Arbeitseinheit
- Stütz- und Trageinheit
- Steuereinheit
- Einheit zur Arbeitssicherheit
- Energieübertragungseinheit

2

Nennen Sie die vier Grundmaßnahmen der Instandhaltung (DIN 31051) und beschreiben Sie diese kurz.

3

Wodurch unterscheidet sich die Wartung von der Inspektion?

4

Nennen Sie für die Bandsägemaschine jeweils zwei Maßnahmen für die Wartung, für die Inspektion und für die Instandsetzung.

5

Nennen Sie für die Bandsägemaschine jeweils eine Maßnahme

- der störungsbedingten Instandhaltung
- der vorbeugenden Instandhaltung
- der zustandsabhängigen Instandhaltung

6

Planen Sie die Wartung der Bandsägemaschine. Schreiben Sie Ihre Erkenntnisse, benötigten Werkzeuge und Schmierstoffe geordnet nach folgende Fragen auf.

- Welche Sicherheitsvorschriften sind bei der Wartung zu beachten?
- Welche Werkzeuge benötigen Sie für die Wartungsarbeiten?
- Welche Schmierstoffe benötigen Sie für die Wartungsarbeiten? Entschlüsseln Sie dazu die Bezeichnungen der Schmierstoffe.
- Wie entsorgen Sie die verbrauchten Schmierstoffe?

7

Die Spannung des Keilriemens der Bandsägemaschine soll geprüft werden. Beschreiben Sie mit eigenen Worten, wie Sie bei der Überprüfung vorgehen.

8

Der Umbau der manuell betätigten Spannvorrichtung zu einer elektropneumatischen Spannvorrichtung wird als Verbesserung bezeichnet. Erklären Sie mit eigenen Worten, warum dieser Umbau zur Maßnahme der Verbesserung gehört.

9

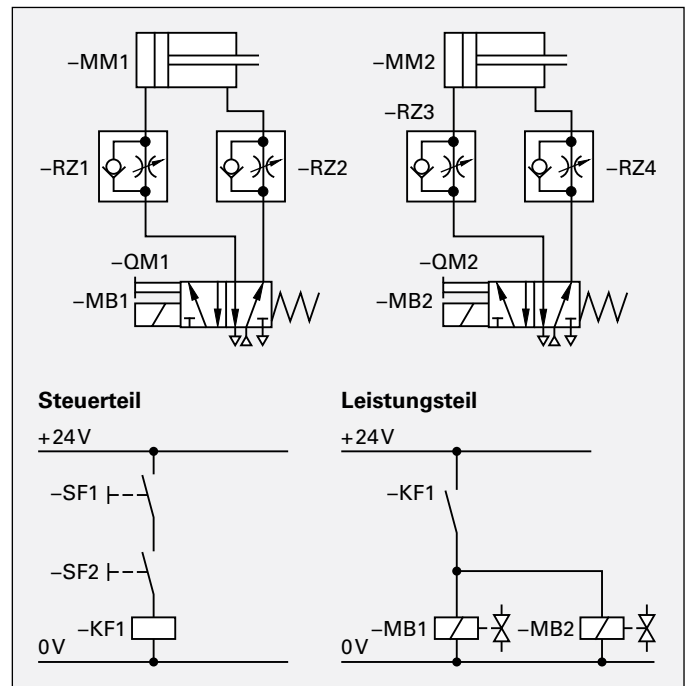
Wenn Sie den mechanischen Teil der elektropneumatischen Spannvorrichtung angebaut haben, müssen die Sensoren, Schalter und Ventile verdrahtet werden. Dürfen Sie die Arbeiten als Industriemechaniker durchführen? Begründen Sie Ihre Meinung.

10

Die Lackierung am Gehäuse der Bandsägemaschine blättert stellenweise ab. Wie kann die Korrosion an der Maschine verhindert werden?

11

Auf dem folgenden Bild ist der elektropneumatische Schaltplan der Spannvorrichtung abgebildet. Erklären Sie den Ablauf der Steuerung mit eigenen Worten.



12

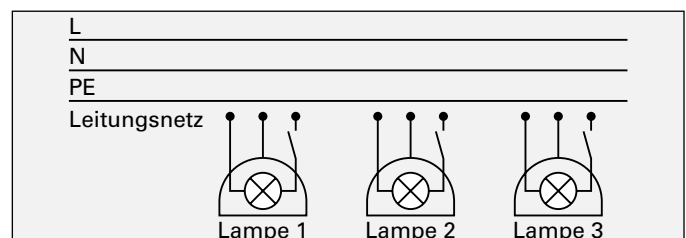
Erstellen Sie für die Steuerung einen Ablaufplan in der grafischen Funktionssprache GRAFCET.

13

Bei der Wartung haben Sie festgestellt, dass der Kühlschmierstoff ausgetauscht werden muss. Welche Sicherheitsmaßnahmen müssen Sie bei der Entsorgung des Kühlschmierstoffes beachten?

14

Zur Beleuchtung des Arbeitsplatzes an der Bandsägemaschine dienen drei Leuchten.

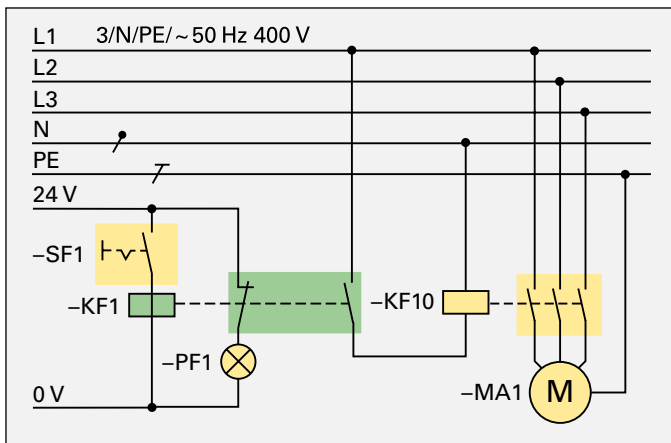


- Wie müssen diese an das Leitungsnetz angeschlossen werden, damit sie gleich hell leuchten?
- Zeichnen Sie das Bild (s. oben) ab und zeichnen Sie die fehlenden Leitungsanschlüsse der drei Lampen ein.

15

Der Drehstrom-Asynchronmotor der Bandsägemaschine wird mit einem Schalter eines Steuerstromkreises eingeschaltet (Bild unten).

Um welche Bauteile handelt es sich bei den mit Buchstaben benannten Teilen im Bild?

**16**

Die Bandsägemaschine wird mit 400-V-Dreiphasen-Wechselstrom betrieben. Die elektropneumatische Spannvorrichtung benötigt nur 24 V. Die Reduzierung der Spannung soll mit dem Transformator erfolgen.

- Skizzieren Sie den prinzipiellen Aufbau eines Transformators.
- Erklären Sie mit eigenen Worten die Funktionsweise eines Transformators.
- Der Transformator besitzt auf der Sekundärseite eine Windungszahl von 60 Windungen. Berechnen Sie die erforderliche Windungszahl auf der Primärseite.
- Berechnen Sie das Verhältnis der Windungszahlen der Spulen.

Aufgaben mit Auswahlantworten

1

An der Bandsägemaschine werden die nachfolgend genannten Arbeitsschritte ausgeführt.

Welche der Arbeit ist keine Inspektionsarbeit?

- Sichtprüfung des Keilriemens auf Verschleiß
- Austausch eines verschlissenen Keilriemens
- Verschleißkontrolle der Führungen
- Prüfen der Keilriemenspannung
- Kabel auf Beschädigungen und festen Sitz prüfen

2

Welches der genannten Ziele verfolgt die Instandhaltung bei der Bandsägemaschine *nicht*?

- Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Maschine
- Bewahrung der Gesundheit der Beschäftigten
- Bewahrung einer lebenswerten Umwelt
- Einhaltung gesetzlicher Vorschriften
- Ausnutzung der vollen Leistungsfähigkeit der Maschine

3

Welche Arbeit an der Bandsägemaschine gehört *nicht* zu den Wartungsarbeiten?

- Reinigen des Arbeitsraumes
- Schmieren der Sägebandandruckrollen
- Nachspannen des Keilriemens
- Auffüllen von Schmierstoff
- Umstellen des Fertigungsprozesses

4

Wonach richtet sich der Zeitpunkt des Ölwechsels bei der Bandsägemaschine?

- Wenn das Öl beginnt zu „verharzen“.
- Wenn Lagergeräusche auftreten.
- Wenn der Ölfilter verstopft ist.
- Der Zeitpunkt wird im Schmierplan des Herstellers angegeben.
- Wenn kein Öl mehr vorhanden ist.

5

Was geschieht, wenn die Gebrauchstemperatur des Öles überschritten wird?

- Das Öl beginnt zu „verharzen“.
- Die Viskosität des Öles nimmt zu.
- Die Viskosität des Öles nimmt ab.
- Die Schmierwirkung des Öles wird begünstigt.
- Die Dichte des Öles wird vergrößert.

6

Welches Bauteil zur Schmierstoffversorgung der Bandsägemaschine ist auf dem Bild dargestellt?

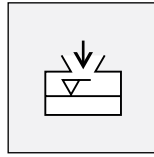
- Fettkammer
- Tropföler
- Dochtöler
- Schmiernippel
- Selbstschmierung



7

Im Schmierplan der Bandsägemaschine ist das nachstehende Symbol abgebildet. Was bedeutet dieses Symbol?

- a) Schmieren mit der Fettpresse.
- b) Austausch des Schmieröls.
- c) Ölen mit der Ölkanne.
- d) Ölstand prüfen und bis zur Markierung nachfüllen.
- e) Ölwechselintervalle beachten.



8

Welche Aufgabe erfüllen Kühlschmierstoffe?

- a) Sie kühlen und reduzieren die Reibung zwischen Werkstück und Werkzeug.
- b) Sie erhöhen die Reibung zwischen Werkzeug und Werkstück.
- c) Sie kühlen nur.
- d) Sie begünstigen die Bildung kurzer Späne.
- e) Sie reduzieren nur die Reibung zwischen Werkstück und Werkzeug.

9

Welcher Wert wird bei der Kontrolle von Kühlschmierstoffen nicht ermittelt?

- a) Konzentration des Kühlschmierstoffes
- b) Kohlenhydrate im Kühlschmierstoff
- c) pH-Wert des Kühlschmierstoffes
- d) Nitritgehalt des Kühlschmierstoffes
- e) Keimzahl der Mikroorganismen und Bakterien

10

Beim Sägen mit der Bandsägemaschine wird zum Kühlen des Sägeblattes eine Kühlschmieremulsion eingesetzt. Woraus besteht diese?

- a) Aus Wasser und Spülmittel
- b) Aus einer Mischung mehrerer Öle
- c) Aus einer Öl-Wasser-Mischung
- d) Aus Wasser mit Weichmachern
- e) Aus Wasser und Emulgatoren

11

Was macht man mit verbrauchten Kühlschmierstoffen?

- a) Sie werden verbrannt.
- b) Sie werden neutralisiert und in die Kanalisation entsorgt.
- c) Man lässt sie absetzen und dann werden sie wieder verwendet.
- d) Sie werden gesammelt und einem Spezialbetrieb zur Entsorgung übergeben.
- e) Sie werden mit Sägemehl gebunden und auf eine Sondermülldeponie gebracht.

12

Bei einer Sägearbeit wird das Sägeblatt sehr schnell stumpf. Die Kühlschmieremulsion scheint verbraucht. Womit können Sie einfach die Konzentration der Kühlschmieremulsionen messen?

- a) Mit einem Spektroskop
- b) Mit dem Handrefraktometer
- c) Mit dem Mikroskop
- d) Mit pH-Wert-Teststäbchen
- e) Mit einer Nährlösung

13

Auf einem Kanister mit Kühlschmierkonzentrat ist das abgebildete Symbol aufgedruckt. Was müssen Sie bei der Handhabung des Konzentrats beachten?

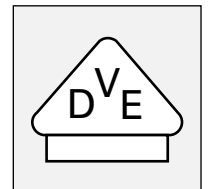
- a) Der Stoff ist ätzend.
- b) Aufnahme von geringen Mengen des Stoffes kann Gesundheitschäden hervorrufen.
- c) Der Stoff ist gesundheitsförderlich.
- d) Gehörschutz sollte getragen werden.
- e) Der Stoff ist explosionsgefährlich.



14

Was bedeutet das abgebildete Symbol??

- a) Verbandszeichen der Deutschen Elektroingenieure
- b) Prüfzeichen des Verbandes deutscher Elektrotechniker
- c) Kennzeichen für energiesparende Geräte
- d) Verein Deutscher Elektroniker
- e) Vereinigung der Elektrofachgeschäfte



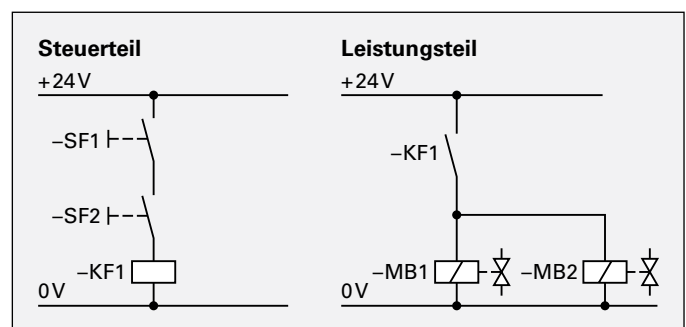
15

Wie lautet das Ohm'sche Gesetz?

- a) $U = R \cdot I$
- b) $I = U \cdot R$
- c) $R = U \cdot I$
- d) $U = I/R$
- e) $R = I/U$

16

Wie groß ist der Strom, der durch die Leitungen der Magnetspulen der Elektropneumatikventile fließt, wenn jede Magnetspule einen Widerstand von 48Ω hat? (Schaltplan: Ungebundene Aufgabe 11, Seite 384)



- a) $I = 0,5 \text{ A}$
- b) $I = 1,0 \text{ A}$
- c) $I = 1,5 \text{ A}$
- d) $I = 4,0 \text{ A}$
- e) $I = 0,25 \text{ A}$