



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für metalltechnische Berufe

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 Rimpfing

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 Lernmittelentwicklungsstelle, 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	Strahlschweißen, Press-Schweißen, Einsatz und Prüfen von Schweißverbindungen	87
3	Fertigungstechnik	33	3.10	Generative Fertigungsverfahren	88
3.1	Arbeitssicherheit	33	3.11	Beschichten	89
3.2	Gliederung der Fertigungsverfahren	33	3.12	Fertigungsbetrieb und Umweltschutz	90
3.3	Gießen	34		<i>Testfragen zur Fertigungstechnik</i>	91
3.4	Formgebung und Weiterverarbeitung der Kunststoffe	36	4	Automatisierung der Fertigung	111
3.5	Umformen	38	4.1	CNC-Steuerungen für Werkzeugmaschinen	111
3.6	Schneiden	43	4.1.1	Merkmale CNC-gesteuerter Maschinen	111
3.7	Handgeführte spanende Fertigung	44	4.1.2	Koordinaten, Null- und Bezugspunkte	112
3.7.1	Grundlagen	44	4.1.3	Steuerungsarten, Korrekturen	112
3.7.2	Fertigen mit handgeführten Werkzeugen	44	4.1.4	Erstellen von CNC-Programmen nach DIN	114
3.8	Spanende Fertigung mit Werkzeugmaschinen	46	4.1.5	Zyklen und Unterprogramme	117
3.8.1	Schneidstoffe	47	4.1.6	Programmieren von CNC-Drehmaschinen	117
3.8.2	Kühlschmierstoffe	49		Programmierbeispiele für CNC-Dreh- maschinen	119
3.8.3	Sägen	50	4.1.7	Programmieren von NC-Fräsmaschinen	120
3.8.4	Bohren	50	4.1.8	Programmierverfahren	120
3.8.5	Senken	54	4.1.9	5-Achsen-Bearbeitung nach PAL	122
3.8.6	Reiben	54	4.2	Handhabungsroboter in der Fertigung	124
3.8.7	Drehen	55		Handhabungssystemtechnik	124
	Drehverfahren, Verschleiß, Standzeit	55		Koordinatensysteme, Sicherheit	124
	Drehwerkzeuge	58	4.3	Automatisierte CNC-Werkzeugmaschinen	126
	Schnittdaten	60	bis	CNC-Bearbeitungszentrum, CNC-Dreh- maschine, Transportsysteme, Überwachung	
	Außen-Stechdrehen, Hartdrehen, Rändeln	62	4.7		
	Fertigungsplanung, Kräfte, Spannsysteme	64	4.8	Industrie 4.0	127
	Drehmaschinen	65		Flexibilität und Produktivität von Fertigungsanlagen	
3.8.8	Fräsen	67		<i>Testfragen zu Automatisierung der Fertigung</i>	129
	Zerspangrößen	67	5	Werkstofftechnik	135
	Fräswerkzeuge	68	5.1	Übersicht der Werk- und Hilfsstoffe	135
	Fräsverfahren	70	5.2	Auswahl und Eigenschaften der Werkstoffe	135
	Hochgeschwindigkeitsfräsen	71	5.3	Innerer Aufbau der Metalle	137
	Laserbearbeitung	72	5.4	Stähle und Gusseisenwerkstoffe	138
3.8.9	Entgraten von Werkstücken	72		Roheisen, Herstellung, Weiterverarbeitung	138
3.8.10	Schleifen	73		Das Bezeichnungssystem für Stähle	140
	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

Testfragen zur Werkstofftechnik _____ 166

6 Maschinentchnik _____ 175

6.1 Einteilung der Maschinen, Grundlagern _____ 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

Testfragen zur Maschinentchnik _____ 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

Testfragen zu Elektrotechnik _____ 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

*Testfragen zu
Montage, Inbetriebnahme, Instandhaltung* _____ 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

Testfragen zu Automatisierungstechnik _____ 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

Testfragen zu Technische Projekte _____ 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 Schriftliche Aufgabenstellung Teil A 443 Schriftliche Aufgabenstellung Teil B 457	Auftrags- und Funktionsanalyse Teil B 473 Fertigungstechnik Teil A 477 Fertigungstechnik Teil B 485 Wirtschafts- und Sozialkunde Teil A 489 Wirtschafts- und Sozialkunde Teil B 495
Übungs-Abschlussprüfung Teil 2 463 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?

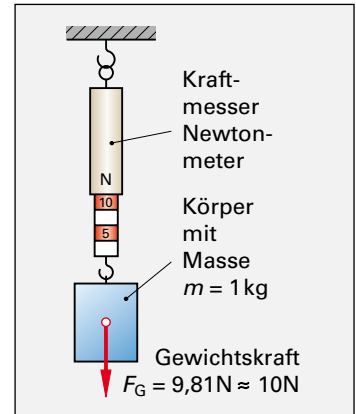
Die Basiseinheit der Masse ist das Kilogramm (kg).

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?

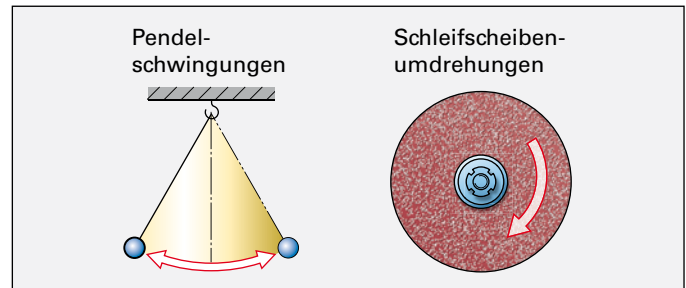
Die gebräuchlichste Einheit der Temperatur ist das Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

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). $1/\text{s} = 1\text{ Hz}$

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.



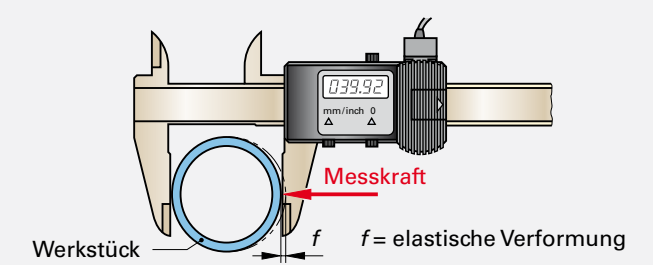
richtiger Wert x_r	Abweichung A_s	Korrektur K
7,700 mm	-2 μm	+2 μm
10,300 mm	0	0
15,000 mm	+2 μm	-2 μm
17,600 mm	+3 μm	-3 μm

richtiger Wert x_r angezeigter Wert x_a

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?

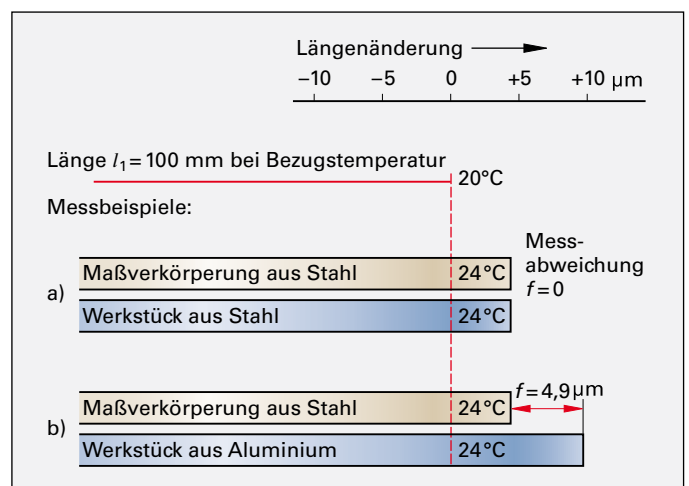
Wenn die Messuhr mit einem Endmaß, dessen Nennmaß möglichst nahe bei der zu prüfenden Messgröße liegt, auf Null gestellt wird, werden systematische Messabweichungen durch die Temperatur, die Maßverkörperung im Messgerät und die Messkraft (beim Messen mit Stativen) stark verkleinert.

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 unbekanntem 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 unbekanntem 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 _____

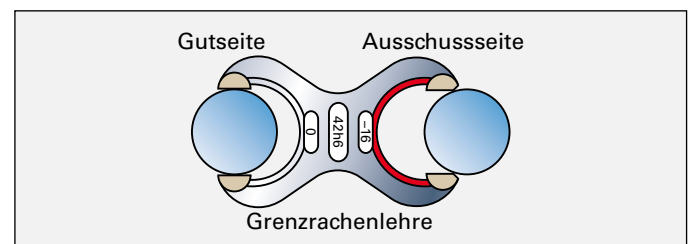
Wofür eignen sich Grensrachenlehren?

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 Ausschussteite muss über das Werkstück gehen.
d) Gut- und Ausschussteite 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 _____

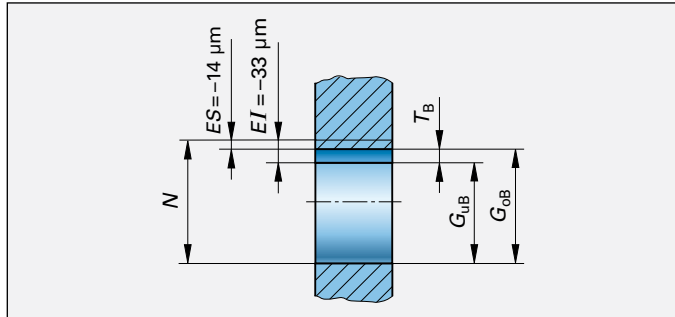
Welche Eigenschaften besitzen Feinzeiger nicht ?

- 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 $N = 64 \text{ mm}$ hat die Grenzabmaße $ES = -14 \text{ }\mu\text{m}$ und $EI = -33 \text{ }\mu\text{m}$. Wie groß sind das Höchstmaß G_{OB} , das Mindestmaß G_{UB} und die Toleranz T_B ?



Lösung:

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

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

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

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

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: $ES: +30 \text{ }\mu\text{m}$, $EI: 0 \text{ }\mu\text{m}$
B75n6: $es: +39 \text{ }\mu\text{m}$, $ei: +20 \text{ }\mu\text{m}$

Grenzabmaße:

Bohrung: $G_{OB} = N + ES = 75,000 \text{ mm} + 0,030 \text{ mm} = 75,030 \text{ mm}$
 $G_{UB} = N + EI = 75,000 \text{ mm} + 0 \text{ }\mu\text{m} = 75,000 \text{ mm}$
 Welle: $G_{OW} = N + es = 75,000 \text{ mm} + 0,039 \text{ mm} = 75,039 \text{ mm}$
 $G_{UW} = N + ei = 75,000 \text{ mm} + 20 \text{ }\mu\text{m} = 75,020 \text{ mm}$

b) Höchstspiel: $PSH = G_{OB} - G_{UW} = 75,030 \text{ mm} - 75,020 \text{ mm} = 10 \text{ }\mu\text{m}$
 Höchstübermaß: $P_{\text{ÜH}} = G_{UB} - G_{OW} = 75,000 \text{ mm} - 75,039 \text{ mm} = -39 \text{ }\mu\text{m}$

4.2 Umformen

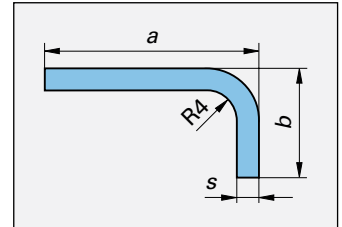
1 Ein Biegeteil aus 2 mm dickem Blech wird im rechten Winkel abgebogen. Der Biegeradius beträgt 4 mm, die Länge des Teiles am langen Schenkel $a = 25 \text{ mm}$, am kurzen Schenkel $b = 12 \text{ mm}$. Wie groß ist die gestreckte Länge L ?

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

Gesucht: L

Lösung: $L = a + b - v$

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



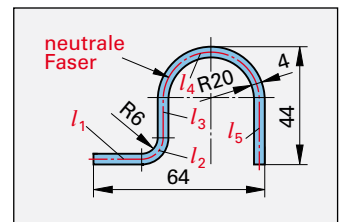
2 Wie groß ist die gestreckte Länge des gezeigten Biegeteils? (Berechnung ohne den Ausgleichswert v)

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?

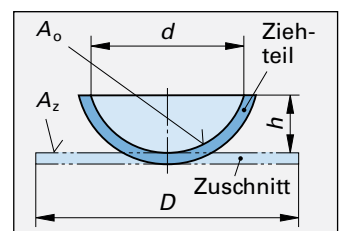
Gegeben:

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

Gesucht: D

Lösung:

Die ebene Fläche des Zuschnitts A_Z ist gleich der inneren Oberfläche A_O des fertigen Zieheteils.



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

$A_Z = A_O$

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