



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

METALLTECHNIK

Metallbau- und Fertigungstechnik

Grundbildung – Lösungen

12. überarbeitete Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und Ingenieuren

Lektorat: Thomas Hillebrand

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

10957V Jahreslizenz
10957L 4-Jahreslizenz

Autoren

Bergner, Oliver	Dipl.-Berufspädagoge	Dresden
Fehrman, Michael	Dipl.-Ing. (FH), Studiendirektor	Waiblingen
Hillebrand, Thomas	Studiendirektor	Wipperfürth
Ignatowitz, Eckhard	Dr. Ing., Studienrat	Waldbronn
Kinz, Ullrich	Studiendirektor	Groß-Umstadt
Lämmlin, Gerhard	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Neustadt/Wstr.

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:
Thomas Hillebrand, Wipperfürth

Für die Mitarbeit an der 1. bis 4. Auflage des Buches dankt der Arbeitskreis Herrn Jürgen Husemann und Herrn Volker Schmidt sowie Herrn Manfred Hahn für die Mitarbeit bis zur 10. Auflage; für wertvolle Beiträge zur Erarbeitung der Konzeption Herrn Holger Schödder. Für die Leitung des Arbeitskreises und das Lektorat an der 1. bis 8. Auflage des Buches danken die Autoren Herrn Armin Steinmüller sowie Herrn Manfred Kluge, der den Arbeitskreis von der 9. bis zur 11. Auflage geleitet hat.

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG,
73760 Ostfildern
Grafische Produktionen Neumann,
97222 Rimpar

Diesem Buch wurden die neuesten Ausgaben der DIN-Blätter und die VDI/VDE-Richtlinien zugrunde gelegt. Verbindlich sind jedoch nur die DIN-Blätter und die VDI/VDE-Richtlinien selbst.
Verlag für die DIN-Blätter: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin.
Verlag für die VDE-Bestimmungen: VDE-Verlag GmbH, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin.

12. Auflage 2023

Druck 5 4 3 2 1

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

978-3-7585-1386-2 (Jahreslizenz)

978-3-7585-1387-9 (4-Jahreslizenz)

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

© 2023 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co.KG, 42781 Haan-Gruiten,
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Grafische Produktionen Neumann, 97222 Rimpar

Umschlag: Blick Kick Kreativ KG, 42653 Solingen

Umschlagfoto: Bildmaterial des Arbeitskreises; © Adobe Systems Software Ireland Limited: U. J. Alexander; © xy

Vorwort

Die nachfolgenden Lösungen zu den Projektaufgaben und Kenntnisfragen des Lehrbuches **Metallbau- und Fertigungstechnik Grundbildung** sind in erster Linie als Hilfe für die Unterrichtenden der Grundbildung im Berufsfeld Metalltechnik der handwerklichen und industriellen Metallberufe gedacht.

Die Lösungen orientieren sich an den Inhalten des Lehrbuches Metallbau- und Fertigungstechnik Grundbildung und des **Tabellenbuches für Metallbautechnik** sowie in einigen Fällen vertiefen sie die Thematik über die Inhalte des Lehrbuches hinaus und erfordern von den Schülerinnen und Schülern eine zusätzliche fachliche Recherche. Bei den vorgestellten Lösungen handelt es sich um praxisorientierte, beispielhafte Lösungsangebote. Sie lassen dem Leser genügend Freiraum für eigene, eventuell regional unterschiedliche Varianten.

Dabei muss darauf hingewiesen werden, dass es für die handwerkliche Fertigung in Abhängigkeit von den z. T. sehr unterschiedlich ausgestatteten Werkstätten, den Fachleuten in diesen Betrieben und deren Arbeitsmethoden immer unterschiedliche Lösungen geben wird. Daher sind die vorgestellten Lösungen als Lösungsvorschläge zu verstehen.

Die Vielfalt der handwerklich-technischen Lösungen kommt den heutigen modernen Anforderungen nach individualisiertem Lernen im Unterricht sehr entgegen. Sie fördert die selbstständige Arbeit in kleinen Lerngruppen, trägt zu vertiefenden Fachgesprächen bei und führt letztendlich für alle am Unterricht Beteiligten zu einem lebendigen Unterricht.

Die Systematik der verwendeten Schriftfarben:

In **Schwarz** wurden die einleitenden Texte aus dem Lehrbuch übernommen.

In **Blau** sind alle daraus resultierenden Fragen abgedruckt.

Rot ist die Farbe der Lösungen.

Grün dient der Kennzeichnung zusätzlicher Erklärungen.

Die Autoren sind allen Nutzern und Lesern für konstruktive und korrigierende Hinweise sowie Verbesserungsvorschläge dankbar:

Richten Sie Ihre Zuschriften an: lektorat@europa-lehrmittel.de

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

Die Autoren und der Verlag Europa-Lehrmittel wünschen Ihnen viel Erfolg.

Sommer 2023

	Lehrbuch	Lösungsbuch
Einführung in die Fertigungstechnik	Kapitel 1	6
Arbeitsschutz	Seite: 18	6
Kennzeichnen und Anreißen	Seite: 24	7
Prüftechnik und Qualitätsmanagement	Kapitel 2	9
Grundlagen der Prüftechnik	Seite: 25	9
Prüfen – Messen – Lehren	Seite: 26	10
Prüfarten und Maßangaben	Seite: 28	11
Toleranzen und Passungen	Seite: 32	12
Maßverkörperungen	Seite: 34	14
Messgeräte – Messschieber	Seite: 36	15
Messgeräte – Messschrauben und Messuhren	Seite: 38	16
Messgeräte – Winkelmesser	Seite: 39	17
Sonstige Messgeräte	Seite: 41	18
Lehren und Hilfsmittel	Seite: 43	19
Prüfabweichungen	Seite: 46	20
Lösungen zu Kenntnisfragen	Seite: 54	21
Werkstofftechnik	Kapitel 3	22
Einteilung und Eigenschaften der Werkstoffe	Seite: 58	22
Herstellung und Verarbeitung der Stähle	Seite: 65	23
Stähle und Gusseisen-Werkstoffe	Seite: 72, 75	25, 27
Kristallgitter der Metalle, Werkstoffgefüge	Seite: 78	28
Wärmebehandlung der Stähle	Seite: 81	30
Nichteisenmetalle (NE-Metalle)	Seite: 85	31
Korrosion und Korrosionsschutz	Seite: 91	33
Sinterwerkstoffe, Kunststoffe	Seite: 96	35
Schmierstoffe, Kühlschmierstoffe	Seite: 98	37
Schmierstoffe, Kühlschmierstoffe, Werkstoffprüfung	Seite: 103	38
Umweltschutz und Gesundheitsvorsorge	Seite: 107	41
Gesamtwiederholungsaufgaben zur Werkstofftechnik	Seite: 108	42
Elektrotechnik	Kapitel 4	45
Grundlagen der Elektrotechnik	Seite: 113	45
Elektr. Strom und Magnetismus	Seite: 122	46
Messung elektr. Größen, Schutzmaßnahmen	Seite: 122	47
Steuerungstechnik	Kapitel 5	48
Steuerungsarten	Seite: 131	48
Hydraulische und Elektrische Steuerungen	Seite: 135	50
Speicherprogrammierbare Steuerungen	Seite: 136	52
Steuerungen und Regelungen	Seite: 140	53
Technische Kommunikation	Kapitel 6	55
Darstellungsarten	Seite: 147	55
Einzelteilzeichnungen	Seite: 150	56
Tabellen und Diagramme	Seite: 158	58
Trennen	LF 1, Kapitel 9	61
Zerteilen	Seite: 175	61
Spanen	Seite: 179	63

	Lehrbuch	Lösungsbuch
Sägen	Seite: 182	64
Feilen	Seite: 184	65
Bohren	Seite: 192	66
Senken, Reiben	Seite: 196	69
Gewindeschneiden	Seite: 200	71
Umformen	LF 1, Kapitel 10	73
Biegen	Seite: 206	73
Richten	Seite: 208	74
Blecbearbeitungsverfahren	Seite: 212, 218	75, 77
Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen	LF 1, Kapitel 10	78
Projektaufgaben Computergehäuse	Seite: 219, 220	78
Projektaufgaben Kardangelen	Seite: 221, 222	82
Maschinen, Anlagen und Geräte	LF 2, Kapitel 11	86
Systemtechnische Grundlagen	Seite: 230	86
Spanende Fertigung mit Werkzeugmaschinen	LF 2, Kapitel 12	87
Bewegungen an Werkzeugmaschinen	Seite: 232	87
Drehen	Seite: 239	88
Fräsen	Seite: 245	90
Schleifen	Seite: 249	92
Fertigen von Bauelementen mit Maschinen	LF 2, Kapitel 12	94
Projektaufgaben handgeführtes Gelenk	Seite: 250, 251, 252	94
Fügen	LF 3, Kapitel 13	100
Physikalische Grundlagen	Seite: 257	100
Einteilung der Fügeverfahren, Schrauben	Seite: 260	101
Gewinde	Seite: 263	103
Schraubverbindungen	Seite: 268	104
Stift- und Bolzenverbindung	Seite: 270	107
Keilverbindung	Seite: 271	109
Federverbindung	Seite: 272	110
Nieten	Seite: 274	111
Löten	Seite: 279	112
Kleben	Seite: 282	114
Schweißen	Seite: 288, 293	115, 117
Rohrverbindungen	Seite: 297	119
Herstellen von einfachen Baugruppen	LF 3, Kapitel 13	120
Projektaufgaben Bohrvorrichtung	Seite: 298, 299, 300	120
Projektaufgaben Werkstattwagen	Seite: 301, 302	128
Warten von Maschinen und Geräten	LF 4, Kapitel 14	132
Instandhaltung, Wartung	Seite: 311	132
Warten technischer Systeme	LF 4, Kapitel 14	134
Projektaufgaben Kreissäge	Seite: 315, 316	134

1 Berichten Sie über den Inhalt der letzten Sicherheitsbelehrung an Ihrem Arbeitsplatz.

Es soll ein kurzer Bericht der letzten Sicherheitsbelehrung gegeben werden. Üblicherweise wird eine solche Sicherheitsbelehrung durch den Ausbildungsmeister oder auch durch den Sicherheitsbeauftragten des Betriebes durchgeführt. Der Bericht kann mündlich oder schriftlich erfolgen.

2 Beschreiben Sie die Sicherheitsmaßnahmen an Ihrem Arbeitsplatz. Welche Sicherheitszeichen befinden sich in Ihrer Arbeitsumgebung?

Als Antwort können persönliche Sicherheitsmaßnahmen, wie z. B. Schutzbrille, Ohrstöpsel und Sicherheitsschuhe genannt werden oder auch allgemeine Sicherheitsmaßnahmen, wie z. B. der sachgerechte Umgang mit Anschlagmitteln. Auf die Frage nach den Sicherheitszeichen sollte mit der Benennung des Sicherheitszeichens und dessen Standort im Betrieb geantwortet werden. Weiterführend kann eine Einteilung der Sicherheitszeichen (Rettungszeichen, Verbotsschilder, usw.) erfolgen.

3 Erklären Sie, wie man durch sein persönliches Verhalten Unfälle vermeiden kann.

Am Arbeitsplatz sollte das eigene Verhalten immer der Arbeitssituation und möglichen Gefahrensituationen angepasst sein. Insbesondere leichtsinniges oder leichtfertiges Handeln, Unachtsamkeit oder auch Handeln in Unkenntnis einer bestimmten Gefahrensituation sind zu unterlassen. Darüber hinaus legen die Unfallverhütungsvorschriften ihren Schwerpunkt mittlerweile auf Unfallprävention, das heißt, Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, zur Vermeidung von Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren sowie Maßnahmen für eine wirksame Erste Hilfe sind zu unterstützen.

1 Welchem Zweck dienen Anreißen und Körnen?

Die Fertigungsmaße aus der technischen Zeichnung werden mit Hilfe von Risslinien und Körnungen auf ein Rohteil bzw. Halbfertigteil übertragen. Anreißen und Körnen dienen also dazu, dass ein Werkstück gemäß den Vorgaben der technischen Zeichnung bearbeitet werden kann.

2 Was versteht man unter einer Maßbezugsebene und welche Anforderungen werden in der Praxis an sie gestellt?

Maßbezugsebenen sind für das Anreißen diejenigen Werkstückflächen, von denen aus alle Maße angerissen werden. Die Herstellung der Maßbezugsebenen erfordert besonders sorgfältiges Arbeiten. Sie müssen eben und in vielen Fällen rechtwinklig sein. Fehler beim Herstellen der Maßbezugsebenen wirken sich negativ auf viele weitere Maße des Werkstücks aus.

3 Weshalb kommen beim Körnen Körner mit unterschiedlichem Spitzenwinkel zum Einsatz?

Körner kommen üblicherweise beim Körnen von Bohrungsmittelpunkten zum Einsatz. Hierbei werden Körner mit einem Spitzenwinkel von 90° verwendet, um eine möglichst gute Führung der Bohrerspitze und somit eine genau liegende Bohrung zu gewährleisten.

Geht es darum, Risslinien deutlicher zu markieren, werden Körner mit einem Spitzenwinkel von 40° verwendet. Dadurch wird die Werkstückoberfläche möglichst wenig beschädigt.

4 Welche Aufgaben haben Kontrollkörnungen?

Kontrollkörnungen werden bei der Überprüfung von Bohrungen auf ihre genaue Lage hin angewandt. Dazu wird mit Hilfe eines Anreißzirkels ein Kreis mit dem Fertigmaß der Bohrung angerissen. Auf dieser Risslinie werden nun (in der Regel vier) Körnungen geschlagen. Nach dem Bohren kann dann die Lage der Bohrung mit den Kontrollkörnungen verglichen werden.

5 Wozu dienen Anreißlacke?

Anzureißende Flächen werden in der Fertigung oft mit einer Farbschicht versehen, damit die anzuzeigenden Risslinien gut erkennbar sind und auch während des Fertigungsprozesses nicht verloren gehen. Bei Werkstücken aus Stahl verwendet man meist blauen oder violetten Anreißlack.

6 Geben Sie zwei Möglichkeiten an, parallele Risslinien zu erzeugen.

Parallele Risslinien können an einem Werkstück mit Hilfe eines Anschlagwinkels, eines Streichmaßes oder auch mit einem Höhenreißer angebracht werden.

7 Wann verwendet man einen Zentrierwinkel?

Ein Zentrierwinkel dient dazu, den Mittelpunkt zylindrischer Werkstücke zu ermitteln und ggf. anzureißen. Der Zentrierwinkel wird hierzu aus zwei Richtungen angelegt. Der Kreuzungspunkt der beiden Risslinien entspricht dem Mittelpunkt.

8 Aus welchen Werkstoffen bestehen Reißnadeln und bei welchen Werkstücken kommen sie zum Einsatz?

Bei vielen Anreißarbeiten an üblichen Werkstücken aus Stahl genügt eine Reißnadeln aus Stahl, deren Spitze gehärtet ist. Bei sehr harten oder auch verzünderten Werkstückoberflächen verwendet man Stahlreißnadeln mit Hartmetallspitzen, um den Verschleiß zu vermindern. An besonders empfindlichen Oberflächen kommen Reißnadeln aus Messing (Kupfer-Zink-Legierungen) zum Einsatz.

9 Welche Anforderungen muss eine Anreißplatte erfüllen?

Anreißplatten dienen zur Lagerung der anzureißenden Werkstücke und ggf. zur Lagerung von Anreißgeräten bzw. Hilfsmitteln. Auf der Anreißplatte kommt oftmals eine Maßbezugsfläche des Werkstücks zu liegen. Von daher muss die Anreißplatte eine sehr ebene und verschleißfeste Oberfläche aufweisen. Sie bestehen aus Gusseisen oder auch Granit.

10 Welche Messmöglichkeiten bieten neuere Anreiß- und Messgeräte?

Neuere Anreiß- und Messgeräte, wie z. B. ein digitaler Höhenreißer, bieten durch Einsatz entsprechender Taster die Möglichkeit, Tastungen nach unten und nach oben durchzuführen. Somit können Bohrungen, Nuten und Abstände an Werkstücken vermessen werden. Bohrungsmitten und deren Abstände sowie Nutmitten und deren Abstände können in der Regel nach dem Ermitteln der Messwerte berechnet werden.

11 Was versteht man unter rechtwinkligen Koordinaten, was unter Polarkoordinaten?

Bei dem Gebrauch rechtwinkliger Koordinaten bilden üblicherweise drei rechtwinklig angeordnete Achsen die Maßbezugsachsen für die Bemaßung eines Werkstücks. Von dem Kreuzungspunkt der Achsen (Koordinatenursprung) ausgehend, der auch als Maßbezugspunkt bzw. Nullpunkt dient, wird das Werkstück mit x-, y- und z-Koordinaten versehen.

Die Maßangabe mit Hilfe von Polarkoordinaten ist meist nur für Teilbereiche eines Werkstückes sinnvoll; beispielsweise für die Angabe von Bohrungen auf einem Teilkreis. In diesem Beispiel dient die Mitte des Teilkreises als Koordinatenursprung, der hierbei auch Pol genannt wird. Die Lage eines Werkstückpunktes wird nun bestimmt durch seinen Abstand vom Pol (Radius r) und den Winkel, den die Nullachse mit einer gedachten Linie zu dem Werkstückpunkt einschließt.

Eine Umrechnung von Polarkoordinaten in rechtwinklige Koordinaten oder umgekehrt ist mit Hilfe der Winkelfunktionen möglich.

- 1 Handelt es sich bei den Beispielen um objektives oder subjektives Prüfen?
- a) Das Fahrgeräusch eines Mopeds ist zu laut.
 - b) Der Ölpeilstab des Motors zeigt einen Ölstand an der Minimummarke.
 - c) Anlässlich einer Verkehrskontrolle ermitteln die Polizeibeamten bei dem Fahrer eines Pkw einen Alkoholgehalt von 0,6 Promille.
- a) Die Formulierung der Antwort legt den Schluss nahe, dass es sich hier um eine subjektive Feststellung (Prüfung) handelt. Geräusche können mit geeigneten Messgeräten auch objektiv erfasst werden. Gemessen wird üblicherweise der Schallpegel in dB (Dezibel; ein Dezibel ist der zehnte Teil der Einheit Bel).
- b) Der Ölfüllstand des Motors wird an Hand eines Vergleichsmaßstabs als am unteren Grenzwert befindlich eingeschätzt. Dies ist eine objektive Prüfung. Sinnvollerweise wird nach Feststellen eines solchen Ergebnisses Öl entsprechend der Motorspezifikation und gemäß den Herstellerangaben nachgefüllt.
- c) Bei der Alkoholmessung im Rahmen einer Verkehrskontrolle durch Polizeibeamte handelt es sich um eine objektive Prüfung. Gemessen wird hierbei der Alkoholgehalt in der Atemluft, der nicht in jedem Falle mit dem Alkoholgehalt im Blut der betreffenden Person übereinstimmt.

- 1 Beschreiben Sie knapp, was unter Prüfen, Messen und Lehren zu verstehen ist und grenzen Sie die-se Begriffe voneinander ab!

Prüfen ist der übergeordnete Begriff. Das Prüfen eines Gegenstandes kann entweder durch Messen oder durch Lehren erfolgen. Beim Prüfen wird festgestellt, ob der Prüfgegenstand (üblicherweise das Werkstück) die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt.

Wird bei dieser Überprüfung mit Hilfe geeigneter Messgeräte (z. B. mit einem Messschieber) eine Größe des Werkstücks mit entsprechenden Einheiten (z. B. Millimeter) verglichen, so spricht man von Messen. Das Ergebnis einer Messung ist der Messwert, das so genannte Istmaß.

Beim Lehren vergleicht man eine Form oder ein Maß eines Werkstückes mit einer Lehre (z. B. mit einer Grensrachenlehre). Das Ergebnis des Lehrens zeigt an, ob das Werkstück an dieser Stelle gut ist oder eine unzulässige Abweichung aufweist.

- 2 Begründen Sie, weshalb Prüfvorgänge in der Technik „so genau wie erforderlich“ erfolgen sollen.

Je genauer bestimmte Maße in der Fertigung eingehalten werden müssen, desto aufwändiger ist der Fertigungsvorgang. Mit einem sehr genauen Fertigungsprozess gehen natürlich auch eine erhöhte Anzahl und eine bessere Qualität der Prüfvorgänge einher. Insgesamt werden so höhere Kosten für Qualitätssicherung und Fertigung verursacht. Daher muss vor dem Fertigen festgelegt werden, für welche Maße (üblicherweise nur für solche Maße, an die eine bestimmte Funktion des Bauteils geknüpft ist) ein solcher Aufwand sinnvoll ist.

1 Welche Prüfarten gibt es und wozu dienen diese im Einzelnen?

Um die Funktion und das Aussehen eines Werkstücks zu überprüfen werden Materialprüfungen, Maß- und Formprüfungen und Funktionsprüfungen vorgenommen.

Maß- und Formprüfungen werden im Fertigungsablauf fortlaufend vorgenommen, um Fehler rasch erkennen und ggf. nachbearbeiten zu können. Materialprüfungen erfolgen meist schon vor Beginn der Fertigung. Mit dieser Prüfart soll vermieden werden, dass Werkstücke aufgrund von Materialfehlern unbrauchbar sind bzw. werden. Funktionsprüfungen werden nach Fertigstellung und Zusammenbau der Werkstücke vorgenommen, um ein funktionsgerechtes Zusammenwirken der Bauteile zu gewährleisten.

2 Rechnen Sie die folgenden Längenmaße jeweils in dm, cm und mm um:

- a) 0,25 m
 - b) 0,038 m
 - c) 0,0016 m
- a) 2,5 dm; 25 cm; 250 mm
 - b) 0,38 dm; 3,8 cm; 38 mm
 - c) 0,016 dm; 0,16 cm; 1,6 mm

3 Rechnen Sie die folgenden Flächenmaße jeweils in cm² und mm² um:

- a) 3,8 m²
 - b) 0,25 m²
 - c) 0,064 m²
- a) 38 000 cm²; 380 000 mm²
 - b) 2 500 cm²; 250 000 mm²
 - c) 640 cm²; 64 000 mm²

4 Rechnen Sie die folgenden Volumenmaße jeweils in Liter, cm³ und mm³ um:

- a) 2,7 m³
- b) 0,72 m³
- c) 0,045 m³

Ein Liter entspricht einem dm³!

- a) 2 700 l; 2 700 000 cm³; 2 700 000 000 mm³
- b) 720 l; 720 000 cm³; 720 000 000 mm³
- c) 45 l; 45 000 cm³; 45 000 000 mm³

1 Weshalb sind Toleranzangaben in der Fertigung überhaupt notwendig?

In der Fertigung ist es nicht möglich, Werkstücke hundertprozentig exakt herzustellen und zu prüfen. Daher lässt man bestimmte Abweichungen von den als Ideal geforderten Maßen zu. Diese zugelassenen Abweichungen bezeichnet man als Toleranzen.

2 Errechnen Sie aus den folgenden tolerierten Maßen Höchstmaß, Mindestmaß und Maßtoleranz:

- | | | |
|--|--|--|
| a) $20 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ -0,1 \end{smallmatrix}$ | b) $48 \begin{smallmatrix} +0,35 \\ -0,15 \end{smallmatrix}$ | c) $55 \begin{smallmatrix} +0,015 \\ -0,020 \end{smallmatrix}$ |
| a) Höchstmaß: 20,2 mm
Mindestmaß: 19,9 mm
Toleranz: 0,3 mm | b) Höchstmaß: 48,35 mm
Mindestmaß: 47,85 mm
Toleranz: 0,5 mm | c) Höchstmaß: 55,015 mm
Mindestmaß: 54,080 mm
Toleranz: 0,035 mm |

3 Die Technische Zeichnung eines Werkstücks trägt im Schriftfeld den Hinweis ISO 2768-c (Allgemeintoleranzen). Ein Längenmaß in dieser Zeichnung beträgt 65 mm. Berechnen Sie Nennmaß, Höchstmaß, Mindestmaß und Maßtoleranz!

ISO 2768-c entspricht der Toleranzklasse grob! Das Nennmaß beträgt 65 mm. Das Höchstmaß beträgt 65,8 mm; das Mindestmaß 64,2 mm. Die Maßtoleranz beträgt 1,6 mm ($\pm 0,8$ mm).

4 Was versteht man unter Spiel und Übermaß?

Die Passflächen zweier zueinander passender Teile werden jeweils für sich mit entsprechenden Maßtoleranzen gefertigt. Für das zusammen passen zweier Bauteile bestimmen die geforderten Maßtoleranzen, ob die Passung nach dem Zusammenbau fest oder lose ist. Bei einer festen Passung spricht man von Übermaß bzw. einer Übermaßpassung. Bei einer losen Passung spricht man von Spiel bzw. von einer Spielpassung.

5 Berechnen Sie für die folgenden Beispiele zunächst die Mindest- und die Höchstmaße! Bestimmen Sie daraus, um welche Passungsart es sich handelt:

- | | | |
|--|---|--|
| a) Bohrung $\varnothing 48 \begin{smallmatrix} +0,025 \\ 0 \end{smallmatrix}$ | Welle $\varnothing 48 \begin{smallmatrix} 0,050 \\ 0,034 \end{smallmatrix}$ | |
| b) Bohrung $\varnothing 37 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,025 \end{smallmatrix}$ | Welle $\varnothing 37 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,016 \end{smallmatrix}$ | |
| c) Bohrung $\varnothing 52 \begin{smallmatrix} +0,040 \\ +0,010 \end{smallmatrix}$ | Welle $\varnothing 52 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,019 \end{smallmatrix}$ | |
-
- | | | |
|---|---|-----------------------|
| a) Bohrung: Höchstmaß: 48,025 mm | Mindestmaß: 48,000 mm | |
| Welle: Höchstmaß: 48,050 mm | Mindestmaß: 48,034 mm | |
| $P_{\text{ÜH}}$ (Höchstspiel): $G_{\text{UB}} - G_{\text{OW}}$ | $= 48,000 - 48,050 = -0,050 \text{ mm}$ | |
| $P_{\text{ÜM}}$ (Mindestspiel): $G_{\text{OB}} - G_{\text{UW}}$ | $= 48,025 - 48,034 = -0,009 \text{ mm}$ | Übermaßpassung |
-
- | | | |
|--|---|-------------------------|
| b) Bohrung: Höchstmaß: 37,000 mm | Mindestmaß: 36,975 mm | |
| Welle: Höchstmaß: 37,000 mm | Mindestmaß: 36,984 mm | |
| P_{SH} (Höchstspiel): $G_{\text{OB}} - G_{\text{UW}}$ | $= 37,000 - 36,984 = 0,016 \text{ mm}$ | |
| $P_{\text{ÜH}}$ (Höchstspiel): $G_{\text{UB}} - G_{\text{OW}}$ | $= 36,975 - 37,000 = -0,025 \text{ mm}$ | Übergangspassung |
-
- | | | |
|---|--|---------------------|
| c) Bohrung: Höchstmaß: 52,040 mm | Mindestmaß: 52,010 mm | |
| Welle: Höchstmaß: 52,000 mm | Mindestmaß: 51,981 mm | |
| P_{SH} (Höchstspiel): $G_{\text{OB}} - G_{\text{UW}}$ | $= 52,040 - 51,982 = 0,059 \text{ mm}$ | |
| P_{SM} (Mindestspiel): $G_{\text{UB}} - G_{\text{OW}}$ | $= 52,010 - 52,000 = 0,010 \text{ mm}$ | Spielpassung |

6 Wie verändert sich die Größe des Toleranzfeldes mit dem Toleranzgrad?

Die Lage des Toleranzfeldes zur Nulllinie wird durch Buchstaben angegeben. Die Größe des jeweiligen Toleranzfeldes wird durch eine Zahl angegeben (Toleranzgrad). Dabei stehen kleine(re) Zahlen für kleine(re) Toleranzfelder und größere Zahlen für größere Toleranzfelder. Beispielsweise ist das Toleranzfeld für ein Passmaß H7 kleiner als für das gleiche Passmaß mit dem Toleranzfeld H10!

1 Wann verwendet man einen Gliedermaßstab und wann ein Bandmaß?

Gliedermaßstab und Bandmaß zählen zu den Strichmaßen, deren Ablesegenauigkeit üblicherweise auf 1 Millimeter begrenzt ist. Insofern können sie nur bei groben Werkstattmessungen eingesetzt werden, beispielsweise beim Ablängen bzw. Absägen von Rohteilen. Für den „Normalbereich“ heutiger Fertigung in einer Metallwerkstatt sind sie ungeeignet.

2 Welches Maß ist auf einem Parallelendmaß aufgeprägt?

Auf einem Parallelendmaß ist das jeweils repräsentierte Nennmaß aufgeprägt.

3 Wozu werden Parallelendmaße hauptsächlich verwendet?

Parallelendmaße werden zur Kontrolle von Messgeräten, zum Einstellen von Maschinen und Messgeräten (z. B. beim Einstellen einer Messuhr) und zum Anreißen verwendet.

4 Warum sind Winkelendmaße mit + und – gekennzeichnet?

Außer mit dem jeweiligen Nennmaß sind Winkelendmaße mit der Richtung der Schenkelneigung durch Plus- oder Minuszeichen gekennzeichnet.

5 Ihnen stehen folgende Winkelendmaße zur Verfügung: 3°, 5°, 15°, 5', 10' und 40'. Stellen Sie fest, welche Winkelendmaße Sie zu folgenden Winkeln zusammenstellen können:

- a) 8°50'
- b) 23°45'
- c) 17°55'

Beim Zusammenstellen von Endmaßkombinationen sind prinzipiell so wenige Endmaße wie möglich zu verwenden, da sich auftretende Abweichungen unter Umständen summieren.

- a) Die benötigten Winkelendmaße sind: 3° (+), 5° (+), 10' (+) und 40' (+)
- b) Die benötigten Winkelendmaße sind: 3° (+), 5° (+), 15° (+), 5' (+) und 40' (+)
- c) Die benötigten Winkelendmaße sind: 3° (+), 15° (+) und 5' (–)

1 Erläutern Sie das Prinzip eines Messschiebers mit Zehntelnonius!

Bei herkömmlichen Messschiebern ist es mithilfe einer Feinteilung (Nonius) möglich, Messgenauigkeiten von 0,1 mm (Zehntelnonius) und 0,05 mm (Zwanzigstelnonius) zu erzielen.

Beim Zehntelnonius ist eine Länge von 19 mm in 10 gleiche Teile geteilt. Der Strichabstand der Noniusteilung beträgt also 1,9 mm. Dagegen beträgt der Strichabstand auf dem Hauptmaßstab 2 mm. Aus dieser Differenz ergibt sich die Ablesegenauigkeit des Zehntelnonius von 0,1 mm!

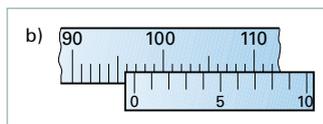
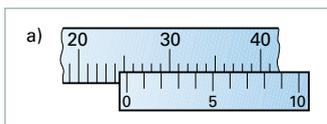
2 Was unterscheidet digitale Messschieber von herkömmlichen Messschiebern und durch welche Vorteile zeichnen sich digitale Messschieber aus?

Die offenkundige Veränderung gegenüber herkömmlichen Messschiebern ist die digitale Messwertanzeige, welche die Messwerte üblicherweise mit $\frac{1}{100}$ Millimeter Genauigkeit anzeigt. Die Anzeige ist gut und einfach ablesbar. Der Umgang mit einer Feinteilung (Nonius) muss für den Gebrauch eines digitalen Messschiebers nicht gelernt und geübt werden.

3 Welche Vorteile bietet die elektronische Messdatenverarbeitung?

Ein großer Vorteil digitaler Messgeräte besteht in der Möglichkeit, Messdaten zu speichern und weiter zu übermitteln. Für die Serienfertigung lassen sich die so gewonnenen Messdaten statistisch auswerten (z. B. Minimal- und Maximalwert einer Serie, Mittelwert, usw.) und die Fertigung kann dem entsprechend verbessert werden.

4 Ermitteln Sie für die folgenden Beispiele den Messwert in mm.



a) Messwert: 25,3 mm

b) Messwert: 96,8 mm

1 Erläutern Sie das Messprinzip einer Bügelmessschraube!

Bügelmessschrauben besitzen eine Gewindespindel als Maßverkörperung. Die hohe Ablesegenauigkeit von Messschrauben, in der Regel 0,01 mm, wird hierüber erreicht. Die Steigung einer solchen Messspindel beträgt in den meisten Fällen 0,5 mm. Das bedeutet, dass bei einer vollen Umdrehung der Skalentrommel die Messspindel in Längsrichtung 0,5 mm zurücklegt. Am Umfang ist die Skalentrommel in 50 gleiche Teile unterteilt. Dreht man die Skalentrommel um einen Teilstrich weiter, so bewegt sich die Messspindel in Längsrichtung um 0,01 mm (Ablesegenauigkeit).

2 Für welche Messaufgaben sind Messuhren besonders geeignet?

Bei Messuhren wird die geradlinige Bewegung des Messbolzens über ein Getriebe in die kreisförmige Bewegung des Zeigers umgewandelt und in der Anzeige „vergrößert“, so dass 0,01 mm dargestellt werden können.

Mit Messuhren werden häufig Unterschiedsmessungen im Bereich von wenigen hundertstel Millimetern durchgeführt. Hierbei wird die Messuhr so eingerichtet, dass der Differenzbetrag zu einem eingestellten Maß (z. B. zu einem Parallelendmaß) angezeigt wird.

Eine weitere Messvariante, bei der Messuhren zielführend eingesetzt werden, sind Plan- und Rundlaufprüfungen von Drehteilen. Hierbei ist die analoge Anzeige des Zeigerausschlags immer noch eine gute Hilfe, um Maßabweichungen schnell und zuverlässig beurteilen zu können.

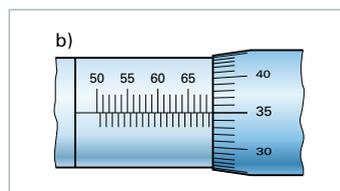
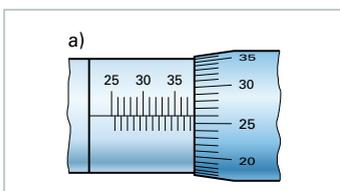
3 Welche Vor- bzw. Nachteile besitzen Bügelmessschraube und Messuhr im Vergleich zu einem Messschieber?

Die Vorteile der beiden genannten Messgeräte liegen in der Messgenauigkeit. Gegenüber dem Messschieber, mit dem auf zehntel Millimeter (0,1 mm) genau gemessen werden kann, wird die Messgenauigkeit mit Hilfe einer Bügelmessschraube oder auch einer Messuhr auf hundertstel Millimeter (0,01 mm) gesteigert. Außerdem wird bei den genaueren Messgeräten eine gleich bleibende Messkraft sicher gestellt, was bei einem Messschieber nicht der Fall ist.

Der Nachteil von Bügelmessschraube und Messuhr ist, dass der Messbereich deutlich kleiner ist als bei einem Messschieber.

Die üblichen Messschieber verfügen über einen Messbereich von 0 - 150 mm. Bügelmessschrauben beispielsweise haben üblicherweise Messbereiche von jeweils 25 mm.

4 Lesen Sie die folgenden Messschraubenstellungen ab!



- a) Messwert: 37,76 mm
- b) Messwert: 68,85 mm

1 Mit welchen Messgeräten, die Sie aus dem täglichen Leben kennen, können folgende Größen gemessen werden?

- | | |
|-------------------------|----------------|
| a) Druck | b) Temperatur |
| a) Manometer, Barometer | b) Thermometer |

2 Der Kolben einer Presse übt eine Kraft von 360 kN auf eine Fläche von 201 cm² aus. Wie groß ist der Druck in N/mm², bar und Pascal?

$$p = \frac{F}{A} = \frac{3600 \text{ N}}{201 \text{ cm}^2} = 17,91 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$\underline{\underline{0,179 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}}$$

$$\underline{\underline{179\,104,48 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 179\,104,48 \text{ Pa}}}$$

3 Erklären Sie das Prinzip der Druckmessung bei Serienteilen!

Druckmessungen können bei der Überprüfung von Serienteilen auch sinnvoll zur raschen Ermittlung von Längenabweichungen genutzt werden. Hierzu dient Druckluft mit einem Druck von 0,7 – 2 bar als Messmittel. Der Luftstrom am Anzeigergerät wird so eingestellt, dass die Anzeige des Anzeigergerätes beim Nennmaß auf Null steht. Jede Veränderung gegenüber dem Nennmaß erhöht oder erniedrigt den Luftdruck, was in der Anzeige sichtbar wird und als Längenänderung abgelesen werden kann.

4 Wandeln Sie in Kelvin bzw. °C um:

- | | | | | |
|----------|----------|------------|------------|-----------|
| a) 20 °C | b) 45 °C | c) – 20 °C | d) 263 K | e) 385 K |
| a) 293 K | b) 318 K | c) 253 K | d) – 10 °C | e) 112 °C |

5 Erläutern Sie, wie sehr hohe Temperaturen gemessen werden können!

Da bei der Messung sehr hoher Temperaturen ein Thermometer nicht weiterhelfen würde, muss man für einen solchen Fall andere Mittel benutzen. Sinnvollerweise kann hier ein Strahlungs-pyrometer zum Einsatz kommen. Über eine Optik vergleicht man die Farbe des (heißen) Prüfgegenstandes mit der Farbe eines einstellbaren Heizelementes. Da zu jeder Temperatur eine typische Farbe gehört, kann man so die Temperatur des Werkstückes hinreichend genau bestimmen.

6 Ein geschlossenes Heizsystem wird mithilfe eines Thermostaten geregelt. Die geforderte Raumtemperatur von 21 °C wird mit einer Genauigkeit von ± 0,04 °C eingehalten. Wie groß sind Höchstwert, Mindestwert, Maßtoleranz und tolerierter Wert der Temperatur?

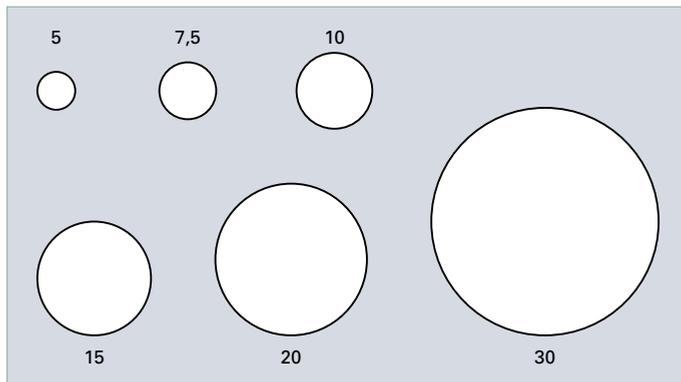
- | | |
|-----------------------------|--------------|
| Höchstwert: | 21,04 °C |
| Mindestwert: | 20,96 °C |
| Maßtoleranz: | 0,08 °C |
| Tolerierter Temperaturwert: | 21 ± 0,04 °C |

1 Wodurch unterscheiden sich Lehren von Messgeräten?

Lehren verkörpern lediglich ein festes Maß und/oder eine vorgegebene Form. Sie sind deshalb nicht wie Messgeräte universell einsetzbar. Außerdem ergibt sich beim Prüfen mit Lehren kein Messwert, der dokumentiert werden könnte. Es kann lediglich eine Aussage über das Prüfmerkmal in der Form „gut“ oder „ausschüssig“ (ggf. noch „Nacharbeit erforderlich“) getroffen werden.

2 Skizzieren Sie, wie eine einfache Arbeitslehre zum schnellen Prüfen folgender Durchmesser aussehen könnte!

$d = 5 \text{ mm}$, $d = 7,5 \text{ mm}$, $d = 10 \text{ mm}$, $d = 15 \text{ mm}$, $d = 20 \text{ mm}$, $d = 30 \text{ mm}$



3 Eine Bohrung ist mit $\varnothing 105 +22/-0 \text{ mm}$ bemaßt. Die rot gekennzeichnete Seite des Grenzlehrdornes geht leicht in die Bohrung. Welche Aussage lässt sich über das Istmaß treffen?

Die mit einem roten Ring gekennzeichnete Seite des Grenzlehrdornes ist die sogenannte Ausschussseite. Wenn sie sich in die Bohrung einführen lässt, ist die Bohrung zu groß, d. h. das Istmaß der Bohrung ist größer als das angegebene Höchstmaß von 105,022 mm.

4 Welche Arbeitsregeln müssen Sie beim Arbeiten mit Grenzlehren beachten?

Beim Lehren mit Grenzlehren darf keine übermäßige Kraft aufgewendet werden. Die Gutseite der Lehre muss durch ihr jeweiliges Eigengewicht über die entsprechenden Flächen des Werkstückes gleiten. Vor dem Lehren sind alle zu lehrenden Flächen gründlich zu säubern.

5 Zählen Sie alle Lehren auf, bei denen nach dem Lichtspaltverfahren gearbeitet wird!

Radiuslehre, Winkellehre, Haarlineal, Haarwinkel, Gewindeschablone

1 Nennen Sie drei Ursachen für zufällige Prüfabweichungen!

Zufällige Abweichungen beim Prüfergebnis treten unregelmäßig auf. Sie lassen sich beim Prüfen nur schwer ausgleichen. Eine Verringerung des Fehlers ist möglich, indem man aus mehreren Messungen einen Mittelwert bildet.

Ursachen für zufällige Prüfabweichungen können in einer unsachgemäßen Prüfung liegen oder in der Person des Prüfenden. Beispiele hierfür sind:

- verschmutzte Messgeräte bzw. Werkstücke
- unterschiedlich hohe Anpresskraft beim Messen mit einem Messschieber
- unterschiedlicher „Anpressdruck“ beim Prüfen mit Grenzlehrdornen bzw. Grenzrachenlehren
- Ablesefehler bei der Nutzung eines Messgerätes oder dessen fehlerhafte Anwendung

2 Eine Bügelmessschraube trägt die Aufschrift: Berichtigung – 0,04 mm.

a) Wie groß ist die Abweichung?

b) Wie groß ist der richtige Messwert, wenn der abgelesene Wert 47,49 mm beträgt?

- a) Die Abweichung der Bügelmessschraube vom richtigen Messwert beträgt + 0,04 oder vier Hundertstel Millimeter.
- b) Bei einem abgelesenen Wert von 47,49 mm beträgt der korrekte Messwert mit dieser Bügelmessschraube 47,45 mm.

3 Ein Drehteil weist an seiner Oberfläche deutlich fühlbare und sichtbare Riefen auf. Jemand will den Durchmesser mit einer Bügelmessschraube messen.

a) Wie beurteilen Sie diesen Vorgang?

b) Welches Messgerät wäre nach Ihrer Meinung für diesen Fall angemessen?

- a) Die Messung einer dermaßen rauen Oberfläche im Bereich von Hundertstel Millimetern mit einer Bügelmessschraube ist nicht sinnvoll.
- b) In diesem Falle ist der Einsatz eines Messschiebers oder auch, wenn es sich bei den Riefen um Bearbeitungsspuren einer Säge handelt, der Gebrauch eines Strichmaßstabes vorzuziehen.

4 Begründen Sie, warum Prüfmittel regelmäßig auf ihre Maßhaltigkeit zu prüfen sind?

Auch Prüfmittel können nicht gänzlich „fehlerfrei“ hergestellt werden. Außerdem unterliegen sie durch den täglichen Gebrauch einer gewissen Abnutzung, ganz abgesehen von Beschädigungen durch eine unsachgemäße Nutzung der Prüfmittel. Um trotzdem valide Prüfergebnisse zu erhalten, sind Prüfmittel regelmäßig auf ihre Maßhaltigkeit hin zu überprüfen.