

METALL · ELEKTRO · MECHANIK · MESSEN

Anschauungskoffer verstehen

Bauteile erkennen, Schneidwerkzeuge auswählen und Messmittel richtig einsetzen.

DEINE WERKBANK ZUM MITNEHMEN

36 Bauteilkarten in sechs Themenladen, 39 Auswahl- und Messaufgaben und 36 kurze Verständnisfragen. Mit eigenen Prinzipbildern, Denkanstößen und getrennten Lösungen.

Das kannst du danach

- Du unterscheidest ähnlich aussehende Teile anhand ihrer Funktion.
- Du begründest eine Auswahl und erkennst ihre Grenzen.
- Du wählst Messmittel passend zum Merkmal und liest einfache Skalen ab.

Ein passendes Teil erkennst du nicht nur am Namen. Du fragst: Was soll entstehen? Wie arbeitet das Teil? Welche Bedingungen müssen passen? Und wie prüfe ich das Ergebnis?

So gehst du vor

1. Erkennen: Form und Kennzeichnung vergleichen.
2. Begründen: Aufgabe, Werkstoff und Einbau berücksichtigen.
3. Anwenden: Erst selbst antworten, dann einen Hinweis nutzen.
4. Prüfen: Ergebnis mit der begründeten Lösung vergleichen.

Die Bilder zeigen vereinfachte Lernmuster, keine maßstäblichen Fertigungs- oder Anschlusszeichnungen. Beispiele sind keine allgemeingültigen Einstellwerte. Reale Arbeit folgt der Zeichnung, passenden Herstellerangaben, Unterweisung und betrieblichen Vorgaben.

ANKLICKBARES INHALTSVERZEICHNIS

Dein Weg durch das Heft

- 01 Kabel & Leitungen · 6 Muster · S. 3
- 02 Schleifscheiben & Korn · 5 Muster · S. 10
- 03 Schrauben & Muttern · 5 Muster · S. 16
- 04 Antriebsprofile, Scheiben & Ringe · 6 Muster · S. 22
- 05 Zahnräder, Riemen & Kette · 6 Muster · S. 29
- 06 Schneidwerkzeuge · 8 Muster · S. 36
- 07 Messmittel passend einsetzen · S. 45
- 39 Aufgaben zum Selberlösen · S. 48
- Hilfen, bevor du nachsiehst · S. 74
- Lösungen mit Begründung · S. 80
- 36 Kurzfragen: Antworten zu den Bauteilkarten · S. 90
- Begriffe & Weiterlernen · S. 97
- Bauteilregister von A bis Z · S. 101

DIE FARBEN FÜHREN DICH

Blau begleitet Elektro, Grün Metall, Orange Mechanik und Hellgrün Zeichnen, Messen & Qualität. Die Farben stehen dezent am Seitenrand. Leiterkennzeichnungen und technische Markierungen haben ihre eigene Bedeutung.

Jede Bauteilkarte folgt demselben Aufbau: erkennen, Aufgabe erklären, Einsatzgrenze beachten und eine kurze Frage beantworten. Antworten stehen gesammelt hinten. Das Register führt direkt zum gesuchten Teil.

Meine Notizen

ZUSAMMENHÄNGE VERSTEHEN

Kabel & Leitungen

Außen ähnlich, innen verschieden: Vergleiche Leiteraufbau, Aderzahl, Querschnitt und Abschirmung. Die Bilder sind beschriftete Lernmuster, keine Anschlussanweisung.

Ader, Litze oder Pol?

Eine Ader besteht aus Leiter und eigener Isolierung. Litze beschreibt viele einzelne Drähte innerhalb eines Leiters. Polzahl bezeichnet elektrische Kontakte beziehungsweise getrennte Strompfade eines Betriebsmittels. Fünf Adern bedeuten also nicht fünf Litzen.

Was sagt der Querschnitt?

Der Leiterquerschnitt in mm² beschreibt die Fläche des leitenden Materials. Isolation und Mantel zählen nicht mit. Zulässiger Strom hängt zusätzlich unter anderem von Verlegung, Temperatur, Häufung und Schutzorgan ab.

Warum drei, vier oder fünf Adern?

Die Schaltungsaufgabe bestimmt die benötigten Leiter. Beispiele sind L/N/PE, L1/L2/L3/PE oder L1/L2/L3/N/PE. Eine dreiadrige Sensorleitung kann dagegen Plus, Minus und Signal führen. Farben oder Anzahl allein beweisen keine tatsächliche Anschlussbelegung.

Die Typbezeichnung auf dem Mantel lesen

Der Leitungsmantel trägt eine eigene Leitungstypbezeichnung, zum Beispiel NYM-J 3×1,5: das Kürzel davor beschreibt die Bauart - etwa Isolier- und Mantelwerkstoff und ob ein Schutzleiter enthalten ist -, die Angabe danach Aderzahl und Nennquerschnitt je Leiter. Diese Bezeichnungssysteme sind in eigenen Normen geregelt - harmonisierte Leitungen wie H07RN-F europaweit einheitlich, NYM als nationale Bauart; hier wird nur die Grundlogik an einem selbst gewählten Beispiel gezeigt, keine vollständige Typenliste.

Diese Muster findest du in der Lade

Massive Einzelader · S. 4

Feindrähtige Einzelader · S. 5

Dreiadrige Leitung · S. 6

Fünfadriges Leitung · S. 7

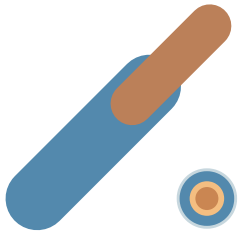
Geschirmte Signalleitung · S. 8

Verdrilltes Adernpaar · S. 9

SAG NICHT NUR DEN NAMEN

Erkläre zu einem Teil: Ich wähle es für ..., weil Es passt nicht, wenn Vor der Verwendung prüfe ich

Massive Einzelader

**Begriff: Ader**

Eine isolierte Einzelader mit einem Leiter aus einem einzigen massiven Draht.

Woran erkenne ich es?

Unter der Isolierung ist ein zusammenhängender metallischer Querschnitt sichtbar.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Aufbau: Einzeldraht + Isolation

Vergleich: Massiv oder feindrätig ist eine Bauart, keine Stromstärkenangabe.

Wofür und warum?

Für geeignete feste Installationen lässt sich ein massiver Leiter einfach formen und in dafür vorgesehene Klemmen einführen.

Wann passt es nicht?

Häufige Wechselbiegung verlangt einen dafür vorgesehenen Leitungsaufbau. Ein massiver Draht ist dafür gewöhnlich ungeeignet.

MINI-BEISPIEL

Im Muster wird eine starre Einzelader mit einer feindrätigen Ader verglichen.

Typischer Fehler

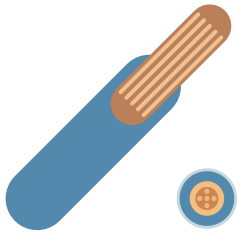
Vom Außendurchmesser der Isolation auf den Leiterquerschnitt schließen.

Kurz erklären

Ist der Kunststoff Teil des elektrischen Leiterquerschnitts?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 90

Feindrähtige Einzelader

**Begriff: Litze**

Eine feindrähtige Ader enthält viele dünne Drähte unter einer gemeinsamen Aderisolierung.

Woran erkenne ich es?

Im freigelegten Ende sind viele einzelne Metalldrähte erkennbar.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Querschnitt: Summe der leitenden Einzeldrahtflächen

Nicht enthalten: Zwischenräume, Isolation und Mantel

Wofür und warum?

Die dünnen Einzeldrähte ermöglichen Beweglichkeit. Dauerbewegte Leitungen benötigen trotzdem eine ausdrücklich dafür geeignete Konstruktion.

Wann passt es nicht?

Die Anschlussklemme muss den Leiteraufbau zulassen. Eine Aderendhülse wird verwendet, wenn die Anschlussvorgabe sie verlangt oder erlaubt.

MINI-BEISPIEL

Die Litze in einer beweglichen Anschlussleitung lässt sich leichter biegen als ein gleich großer massiver Leiter.

Typischer Fehler

Einzelne Drähte abschneiden, damit der Leiter in eine zu kleine Klemme passt.

Kurz erklären

Ist eine Ader mit 30 Einzeldrähten eine 30-adrige Leitung?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 90

Dreiadrige Leitung

**Begriff: Aderzahl**

Die Aderzahl nennt die Anzahl der einzeln isolierten Leiter in einer Leitung.

Woran erkenne ich es?

Drei getrennte Aderisolierungen liegen unter einem gemeinsamen Mantel.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Lernmuster: 3G1,5

G: Mit grün-gelber Ader

1,5 mm²: Nennquerschnitt je Leiter

Vollständige Bezeichnung (Beispiel): Eine Leitung mit diesem Aufbau könnte als NYM-J 3×1,5 gekennzeichnet sein: Bauart-Kurzzeichen davor, Aderzahl × Querschnitt danach.

Wofür und warum?

Drei Adern können beispielsweise Außenleiter, Neutraleiter und Schutzleiter bereitstellen, wenn Schaltung und Leitung dafür vorgesehen sind.

Wann passt es nicht?

Drei Adern sind nicht automatisch drei Phasen. Bei Sensorleitungen kann die Belegung Versorgung plus Signal sein.

MINI-BEISPIEL

3G1,5 beschreibt in der üblichen G/X-Angabe drei Adern mit je 1,5 mm², einschließlich einer grün-gelben Schutzleiterader.

Typischer Fehler

Aderzahl mit Litzenzahl oder der Kontaktzahl eines Steckers gleichsetzen.

Kurz erklären

Wie viele Adern einschließlich Schutzleiter hat 3G1,5?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 90

Fünfadrige Leitung

**Begriff: Leiterquerschnitt**

Eine fünfadrige Leitung enthält fünf einzeln isolierte Adern unter einem gemeinsamen Mantel, zum Beispiel drei Außenleiter, Neutraleiter und Schutzleiter.

Woran erkenne ich es?

Fünf einzeln isolierte Adern sind im gemeinsamen Mantel angeordnet.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Lernmuster: 5G2,5

Aderzahl: 5 einschließlich grün-gelber Ader

Leiterquerschnitt: Je 2,5 mm², nicht 2,5 mm Durchmesser

Vollständige Bezeichnung (Beispiel): Eine Leitung mit diesem Aufbau könnte als H07RN-F 5G2,5 gekennzeichnet sein: Bauart-Kurzzeichen davor, dann Aderzahl, G für die grün-gelbe Ader und Querschnitt.

Wofür und warum?

Eine mögliche Aufgabe ist die gemeinsame Führung von L1, L2, L3, N und PE. Welche Leiter wirklich gebraucht werden, ergibt sich aus dem Stromlaufplan.

Wann passt es nicht?

Ein Drehstrommotor benötigt nicht allein deshalb einen Neutraleiter. Manche Aufgaben kommen mit L1/L2/L3/PE aus; andere benötigen weitere Leiter.

MINI-BEISPIEL

Bei 5G2,5 besitzt jeder der fünf Leiter einen Nennquerschnitt von 2,5 mm²; eine Ader ist grün-gelb.

Typischer Fehler

Aus 2,5 mm² allein einen immer zulässigen Stromwert ableiten.

Kurz erklären

Braucht jede Drehstromlast zwingend fünf Adern?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 90

Geschirmte Signalleitung

**Begriff: Leitungsschirm**

Ein Leitungsschirm ist eine leitfähige Hülle zur Verringerung elektromagnetischer Störeinflüsse.

Woran erkenne ich es?

Zwischen Adern und Mantel liegt beispielsweise ein metallisches Geflecht oder eine Folie.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Bauteil: Geflecht/Folie unter dem Mantel

Aufgabe: Elektromagnetische Störeinflüsse begrenzen

Wofür und warum?

Der Schirm kann Störeinkopplung und Abstrahlung vermindern. Wirkung und Anschluss hängen von Frequenz, Aufbau, Erdung und der gesamten Anlage ab.

Wann passt es nicht?

Der Schirm ersetzt weder die elektrische Isolation noch automatisch einen Schutzleiter. Eine pauschale Regel „immer nur einseitig anschließen“ passt nicht zu jeder Aufgabe.

MINI-BEISPIEL

Eine empfindliche Messleitung wird in störbelasteter Umgebung mit geeignetem Schirm- und Anschlusskonzept ausgeführt.

Typischer Fehler

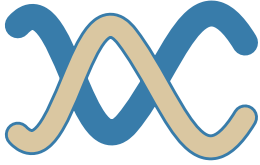
Ein vorhandenes Schirmgeflecht als Beweis für eine insgesamt störungsfreie Anlage ansehen.

Kurz erklären

Warum kann eine ungeschirmte Leitung trotzdem die richtige Wahl sein?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 90

Verdrilltes Adernpaar

**Begriff: Adernpaar**

Ein verdrilltes Adernpaar besteht aus zwei isolierten Leitern, die gemeinsam schraubenförmig geführt werden.

Woran erkenne ich es?

Die beiden Adern wechseln entlang der Leitung regelmäßig ihre Lage.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Zwei Eigenschaften: Verdrillung und Abschirmung getrennt beurteilen

Signal: Häufig differentielle Übertragung

Wofür und warum?

Bei geeigneter symmetrischer Signalübertragung kann Verdrillung Störeinflüsse verringern, weil beide Leiter ähnlich beeinflusst werden.

Wann passt es nicht?

Ein verdrilltes Paar ist nicht zwangsläufig geschirmt. Paarung, Impedanz und Anschluss müssen zum verwendeten System passen.

MINI-BEISPIEL

Ein differentielles Sensorsignal nutzt zwei zusammengehörige Adern; der Empfänger wertet ihre Spannungsdifferenz aus.

Typischer Fehler

Ein Paar auftrennen und beliebige Adern kombinieren, obwohl das Übertragungssystem definierte Paare verlangt.

Kurz erklären

Kann eine Leitung verdrillte Paare und zusätzlich einen Schirm haben?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 90

ZUSAMMENHÄNGE VERSTEHEN

Schleifscheiben & Korn

Sieh dir Korn, Bindung, Poren und Scheibenform getrennt an. Entscheidend ist die passende Kombination für Werkstoff, Verfahren und Maschine.

Hartes Korn $\neq$ harte Scheibe

Das Korn schneidet. Die Bindung hält es. Eine weiche Scheibe gibt Körner leichter frei; eine harte hält sie stärker. Das ist nicht dieselbe Eigenschaft wie die Härte des Kornwerkstoffs.

Warum kann eine weichere Scheibe sinnvoll sein?

Wenn stumpfe Körner zu lange festgehalten werden, reiben sie stärker. Eine passend weichere Scheibe kann wieder schneidfähige Körner freilegen. Zu weich bedeutet dagegen zu viel Scheibenverschleiß. Die Werkstoffhärte ist nur ein Auswahlmerkmal.

Poren und Lunker unterscheiden

Gewollte Poren zwischen Korn und Bindung bieten Raum für Späne. Ein Lunker ist dagegen ein durch Erstarrungsschrumpfung entstandener Hohlraum in einem Gussstück. Sichtbare Risse oder Ausbrüche einer Scheibe sind keine normale Porenstruktur.

Kennzeichnung lesen und vor Gebrauch prüfen

Eine Schleifscheibe trägt eine mehrteilige Schleifscheibenbezeichnung, zum Beispiel A 60 K 5 V: Schleifmittelart, Körnung, Härtegrad, Gefüge und Bindung in dieser Reihenfolge. Vor dem Einsatz sind Eignung, Zustand und zulässige Drehzahl beziehungsweise Umfangsgeschwindigkeit nach Herstellerangaben zu prüfen. Bei geeigneten keramisch gebundenen Schleifscheiben kann die vorgeschriebene Klangprobe Hinweise auf Anrisse geben; sie ist nicht auf alle Schleifkörper anwendbar und ersetzt weder Sichtprüfung noch weitere vorgeschriebene Prüfungen. Ein auffälliger Klang oder sichtbarer Schaden bedeutet: nicht verwenden.

Diese Muster findest du in der Lade

Korund-Schleifscheibe · S. 11

Weiche & harte Bindungswirkung · S. 12

Grobe & feine Körnung · S. 13

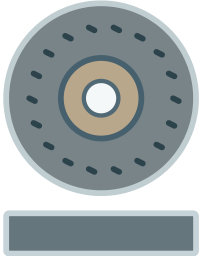
Trennscheibe · S. 14

Schruppscheibe · S. 15

SAG NICHT NUR DEN NAMEN

Erkläre zu einem Teil: Ich wähle es für ..., weil Es passt nicht, wenn Vor der Verwendung prüfe ich

Korund-Schleifscheibe

**Begriff: Korund**

Korund ist ein Schleifkornwerkstoff aus Aluminiumoxid.

Woran erkenne ich es?

Die Kornart ist am Etikett beziehungsweise in der Spezifikation zu prüfen; die Farbe allein identifiziert sie nicht sicher.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Kornwerkstoff: Aluminiumoxid

Weitere Kornarten: Zum Beispiel Siliciumcarbid, CBN oder Diamant - mit anderen Einsatzschwerpunkten

Vollständige Kennzeichnung (Beispiel): A 60 K 5 V: Schleifmittelart · Körnung · Härtegrad · Gefüge · Bindung - in dieser Reihenfolge.

Wofür und warum?

Korund wird für viele Stahlbearbeitungen eingesetzt. Kornart, Körnung und Bindung bestimmen gemeinsam das Verhalten.

Wann passt es nicht?

Nicht jede Korundscheibe eignet sich für jeden Stahl oder für jedes NE-Metall. Eine Herstellerfreigabe für Werkstoff und Verfahren bleibt entscheidend.

MINI-BEISPIEL

Für eine Stahlfläche wird eine zum Werkstoff und Verfahren passende Korundscheibe ausgewählt.

Typischer Fehler

Alle weißen, braunen oder roten Scheiben allein anhand ihrer Farbe gleichsetzen.

Kurz erklären

Reicht die Angabe Korund, um eine Scheibe auszuwählen?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 91

Weiche & harte Bindungswirkung

**Begriff: Schleifscheibenhärte**

Die Schleifscheibenhärte beschreibt den Widerstand gegen das Herauslösen der Schleifkörner aus dem Verbund.

Woran erkenne ich es?

Die Härtekennzeichnung lesen; durch bloßes Anschauen lässt sich der Härtegrad nicht zuverlässig bestimmen.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Korn: Schneidet den Werkstoff

Bindung: Hält die Körner

Poren: Raum zwischen Korn und Bindung

Wofür und warum?

Passende Kornhaltewirkung ermöglicht Abtrag und begrenzt Verschleiß. „Weich“ beschreibt hier nicht einen weichen Kornwerkstoff.

Wann passt es nicht?

Eine zu harte Scheibe kann stumpfe Körner zu lange halten, eine zu weiche zu schnell verschleifen. Kontaktfläche und Prozess beeinflussen die Wahl.

MINI-BEISPIEL

Zwei Scheiben mit derselben Kornart können unterschiedlich leicht stumpfe Körner freigeben.

Typischer Fehler

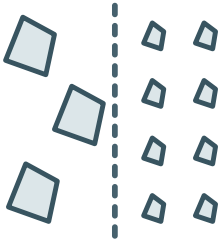
Für hartes Werkstück automatisch die härteste Scheibe bestellen.

Kurz erklären

Kann eine weiche Scheibe harte Schleifkörner enthalten?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 91

Grobe & feine Körnung

**Begriff: Körnung**

Die Körnung beschreibt die Größenklasse der Schleifkörner innerhalb eines festgelegten Kennzeichnungssystems.

Woran erkenne ich es?

Die Körnungsangabe verwenden; die vergrößerte Darstellung zeigt nur das Prinzip.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Vergleich im Muster: F46 und F120

Grundidee: Gröberer Abtrag oder feinere Oberfläche passend zur Aufgabe

Buchstabe F: F kennzeichnet hier die FEPA-Körnungsreihe für gebundene Schleifmittel; eine größere Zahl bedeutet feineres Korn.

Wofür und warum?

Größere Körner können größere Späne bilden; feinere Körner dienen häufig feineren Oberflächen. Das Ergebnis hängt auch von Prozess und Werkstoff ab.

Wann passt es nicht?

Zahlen verschiedener Systeme nicht ungeprüft vergleichen. Eine kleine Rauheit entsteht nicht allein durch eine hohe Körnungszahl.

MINI-BEISPIEL

Im selben üblichen F-Körnungssystem ist F46 gröber als F120.

Typischer Fehler

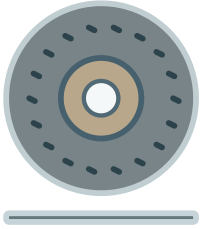
Körnung, Scheibenhärte und Werkstückhärte als dieselbe Zahl behandeln.

Kurz erklären

Welche Angabe beschreibt die Korngröße und welche das Festhalten der Körner?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 91

Trennscheibe

**Begriff: Trennscheibe**

Eine Trennscheibe ist ein rotierendes Schleifwerkzeug zum Trennen eines Werkstücks.

Woran erkenne ich es?

Eine typische Trennscheibe ist dünn; die zulässige Verwendung steht auf Kennzeichnung und Produktinformation.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Prüfen: Verwendung, Abmessungen, Zustand, Drehzahlgrenze

Grenze: Keine Drehzahl oberhalb der gekennzeichneten Höchstdrehzahl

Vor jedem Einsatz prüfen: Aufgedruckte zulässige Umfangsgeschwindigkeit beziehungsweise Höchstdrehzahl, Verwendungszweck und bei kunstharzgebundenen Scheiben das Verfallsdatum mit Maschine und Arbeit vergleichen. Auf Risse und Ausbrüche sichtbar prüfen; beschädigte Scheiben nicht verwenden. Eine Klangprobe ist nur für keramisch gebundene Schleifkörper vorgesehen und bei kunstharzgebundenen Trennscheiben nicht aussagekräftig.

Wofür und warum?

Ein schmaler Schnitt trennt Material mit geringer Schnittbreite. Werkstoff, Maschine, Aufnahme und Scheibe müssen zusammenpassen.

Wann passt es nicht?

Eine nur zum Trennen bestimmte Scheibe nicht seitlich zum Flächenschleifen belasten. Sichtbar beschädigte Scheiben nicht einsetzen.

MINI-BEISPIEL

Ein geeignetes Profil wird mit einer dafür freigegebenen Trennscheibe getrennt.

Typischer Fehler

Dünne Trennscheibe und Schrupscheibe beliebig gegeneinander austauschen.

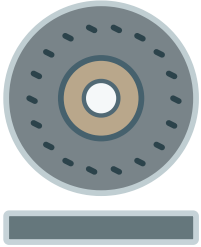
Kurz erklären

Darf eine nur zum Trennen zugelassene Scheibe seitlich zum Schruppen verwendet werden?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 91

SCHLEIFSCHEIBEN & KORN | BAUTEILKARTE

Schruppscheibe

**Begriff: Schruppscheibe**

Eine Schruppscheibe ist ein Schleifwerkzeug für größeren Materialabtrag bei zugelassener Flächenbearbeitung.

Woran erkenne ich es?

Typisch ist ein stärkerer Scheibenkörper; allein die Dicke ersetzt keine Kennzeichnungsprüfung.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Auswahl: Werkstoff und erlaubte Anwendung

Kontrolle: Restaufmaß, Wärme und Form

Vor jedem Einsatz prüfen: Dieselbe Kennzeichnungs- und Sichtprüfung wie bei der Trennscheibe gilt auch hier, vor jedem Aufspannen. Auch Schruppscheiben für Winkelschleifer sind meist kunstharzgebunden; eine Klangprobe ersetzt diese Prüfung nicht.

Wofür und warum?

Sie ist für ihre vorgesehenen Schleifbelastungen ausgelegt. Für die gewünschte Oberfläche kann danach ein anderes Feinbearbeitungswerkzeug erforderlich sein.

Wann passt es nicht?

Nur mit vorgesehener Schutzhaube, geeigneter Aufnahme und innerhalb der Produktgrenzen verwenden. Abtrag kontrollieren, um Untermaß und Überhitzung zu vermeiden.

MINI-BEISPIEL

Ein überstehender Nahtbereich wird nach Bearbeitungsvorgabe mit einer geeigneten Schrappschleibe abgetragen.

Typischer Fehler

Eine schön aussehende Oberfläche mit Maßhaltigkeit gleichsetzen.

Kurz erklären

Wann ist die Bearbeitung fertig: sobald die Fläche glänzt oder wenn die Anforderungen erfüllt sind?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 91

ZUSAMMENHÄNGE VERSTEHEN

Schrauben & Muttern

Kopf, Gewinde und Antrieb erfüllen verschiedene Aufgaben. Vergleiche zuerst Auflage und Bauraum, danach Abmessung, Festigkeit und Montagevorgabe.

Kopf und Antrieb getrennt auswählen

Zylinderkopf und Senkkopf beschreiben die äußere Form. Innensechskant, Torx, PH und PZ beschreiben die Werkzeugaufnahme. Ein Senkkopf kann verschiedene Antriebe besitzen.

Was hält die Verbindung?

Beim Anziehen wird die Schraube elastisch gedehnt; die Vorspannkraft presst die Teile zusammen. Das geeignete Montageverfahren hängt von der Verbindung ab. Ein Drehmomentwert ohne Reibungs- und Bauteilangaben ist keine vollständige Vorgabe.

Gewinde lesen

Bei M8 × 1,25 bezeichnet 8 den Nenndurchmesser in mm und 1,25 die Steigung in mm. Gewindeart, Durchmesser und Steigung der Gegenstücke müssen zusammenpassen. Schlüsselweite und Gewindegröße sind verschiedene Maße.

Festigkeitsklasse lesen

Der Schraubenkopf trägt meist eine zweiteilige Zahl wie 8.8, 10.9 oder 12.9. Die erste Zahl mal 100 ergibt näherungsweise die Zugfestigkeit in N/mm² (bei 8.8 also 800 N/mm²), das Produkt beider Zahlen mal 10 die Streckgrenze (bei 8.8 also 640 N/mm²). Muttern tragen eine eigene, meist einstellige Festigkeitskennzahl, die zur Schraube passen muss - das Ablesesystem unterscheidet sich vom zweiteiligen Schraubencode. Eine höhere Festigkeitsklasse ist nicht automatisch die bessere Wahl: Gewinde im Gegenstück, Sprödigkeit und die vorgesehene Vorspannkraft entscheiden mit.

Diese Muster findest du in der Lade

Zylinderkopfschraube · S. 17

Senkkopfschraube · S. 18

Sechskantschraube · S. 19

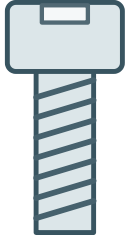
Sechskantmutter · S. 20

Mutter mit Klemmteil · S. 21

SAG NICHT NUR DEN NAMEN

Erkläre zu einem Teil: Ich wähle es für ..., weil Es passt nicht, wenn Vor der Verwendung prüfe ich

Zylinderkopfschraube

**Begriff: Zylinderkopfschraube**

Eine Zylinderkopfschraube besitzt einen zylindrischen Kopf mit ebener Auflagefläche.

Woran erkenne ich es?

Zylindrische Außenform; die Werkzeugaufnahme ist zusätzlich zu bestimmen.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Kopfform: Zylindrisch

Auflage: Plan

Musterantrieb: Innensechskant

Festigkeitsklasse (Beispiel): 8.8 bedeutet rund 800 N/mm² Zugfestigkeit und rund 640 N/mm² Streckgrenze.

Wofür und warum?

Sie passt zu Verbindungen mit geeigneter planer Auflage und ausreichendem Platz für den Kopf.

Wann passt es nicht?

Eine konische Senkung ist keine passende Auflage für den ebenen Kopf. Eingriffsfläche und Montagevorgaben beachten.

MINI-BEISPIEL

Der Kopf sitzt auf einer ebenen Fläche oder in einer dafür gefertigten zylindrischen Senkung.

Typischer Fehler

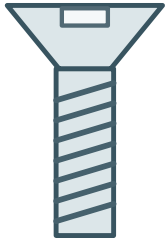
Zylinderkopf mit Innensechskant gleichsetzen: Kopf und Antrieb sind getrennte Merkmale.

Kurz erklären

Welche Senkung passt zum versenkten Zylinderkopf?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 92

Senkkopfschraube

**Begriff: Senkkopfschraube**

Eine Senkkopfschraube besitzt eine konische Auflage unter dem Kopf.

Woran erkenne ich es?

Der Kopf verjüngt sich zum Schaft; der benötigte Senkwinkel ergibt sich aus der Schraubenausführung.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Kopfform: Konische Auflage

Sitz: Passende Kegelsenkung

Antrieb: Separat auswählen

Festigkeitsklasse (Beispiel): 8.8 bedeutet rund 800 N/mm² Zugfestigkeit und rund 640 N/mm² Streckgrenze.

Wofür und warum?

Eine bündige Oberfläche ist sinnvoll, wenn ein vorstehender Kopf stören würde.

Wann passt es nicht?

Die Senkung muss in Winkel und Größe zur Schraube passen. Dünne Teile können zu wenig Material für eine tiefe Senkung bieten.

MINI-BEISPIEL

Ein passender Senkkopf schließt in einer geeigneten Kegelsenkung bündig mit der Oberfläche ab.

Typischer Fehler

Mit mehr Drehmoment einen unpassenden Senkwinkel ausgleichen wollen.

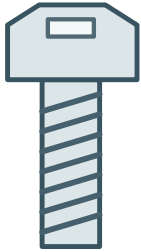
Kurz erklären

Warum reicht eine beliebige konische Vertiefung nicht aus?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 92

SCHRAUBEN & MUTTERN | BAUTEILKARTE

Sechskantschraube

**Begriff: Sechskantschraube**

Eine Sechskantschraube hat einen außenliegenden sechskantigen Kopf zur Werkzeugaufnahme.

Woran erkenne ich es?

Sechs äußere Schlüsselflächen, meist ebene Auflage unter dem Kopf.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Werkzeug: Passende Nuss oder Schlüssel

Kennzeichnung: Abmessung und Festigkeitsangabe prüfen

Festigkeitsklasse lesen: Bei 8.8: erste Zahl $\times 100 \approx$ Zugfestigkeit (800 N/mm^2), Produkt beider Zahlen $\times 10 \approx$ Streckgrenze (640 N/mm^2).

Wofür und warum?

Der außenliegende Antrieb lässt sich mit geeigneten Schlüsseln greifen, benötigt dafür aber Platz.

Wann passt es nicht?

Schlüsselweite passend wählen. Die Gewindegröße bestimmt nicht allein alle Abmessungen und Festigkeitseigenschaften.

MINI-BEISPIEL

Eine zugängliche Maschinenverbindung wird mit passender Nuss oder passendem Ringschlüssel montiert.

Typischer Fehler

Eine zu große Nuss schräg ansetzen und dadurch Kanten abrunden.

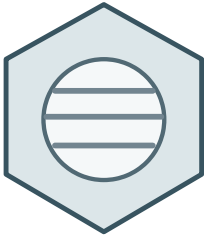
Kurz erklären

Sind Schlüsselweite und Gewindenenddurchmesser dasselbe?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 92

SCHRAUBEN & MUTTERN | BAUTEILKARTE

Sechskantmutter

**Begriff: Sechskantmutter**

Eine Sechskantmutter ist ein Verbindungselement mit Innengewinde und äußeren Schlüsselflächen.

Woran erkenne ich es?

Durchgehende Gewindebohrung und sechseckige Außenkontur.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Paarung: Gewindeart, Nenndurchmesser, Steigung

Zusätzlich: Festigkeit, Material und Auflage

Festigkeitskennzahl der Mutter: Meist eine einzelne Zahl (z.B. 8), die zur Festigkeitsklasse der Schraube passen muss - ein anderes Ablesesystem als der zweiteilige Schraubencode.

Wofür und warum?

Sie bildet das Gegenstück zur Schraube, wenn kein geeignetes Gewinde im Bauteil vorhanden ist.

Wann passt es nicht?

Gleicher Außendurchmesser oder gleiche Schlüsselweite beweisen kein passendes Gewinde. Durchmesser, Steigung und Gewindeart vergleichen.

MINI-BEISPIEL

Die passende Mutter wird nach Gewinde, Festigkeit und Einbausituation zur Schraube ausgewählt.

Typischer Fehler

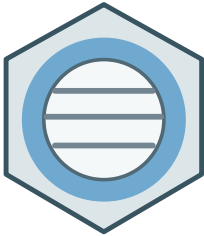
Eine schwergängige Mutter gewaltsam auf ein unpassendes Gewinde drehen.

Kurz erklären

M8 × 1,25 und M8 × 1,0: passt das zusammen?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 92

Mutter mit Klemmteil

**Begriff: Klemmmutter**

Eine Klemmmutter erzeugt zusätzlich zum Gewindeeingriff ein Losdrehwiderstandsmoment durch ein Klemmteil.

Woran erkenne ich es?

Am Muster sitzt ein zusätzlicher Ring am Mutterende; andere Klemmmuttern können ganz aus Metall bestehen.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Wirkung: Zusätzliches Widerstandsmoment

Nicht ersetzt: Vorspannkraft und richtige Montage

Wofür und warum?

Das Klemmteil erschwert selbstständiges Drehen. Die notwendige Vorspannkraft muss trotzdem fachgerecht hergestellt werden.

Wann passt es nicht?

Kunststoffring, Temperatur, Medien und Wiederverwendung müssen zur Montagevorgabe passen. Klemmwirkung ersetzt keine passende Verbindungsauslegung.

MINI-BEISPIEL

Eine vorgeschriebene Mutter mit Kunststoffring wird unter Beachtung ihrer Temperatur- und Wiederverwendungsgrenzen eingesetzt.

Typischer Fehler

Jede Klemmmutter beliebig oft wiederverwenden, ohne ihre Eignung zu prüfen.

Kurz erklären

Ist eine Klemmmutter bereits fest genug, sobald sie schwer zu drehen ist?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 92

ZUSAMMENHÄNGE VERSTEHEN

Antriebsprofile, Scheiben & Ringe

Ähnliches Aussehen bedeutet nicht gleiche Funktion. Vergleiche Werkzeugaufnahmen, Auflageflächen und axiale Sicherungen.

Den passenden Bit finden

Profil und Größe müssen passen. PH und PZ sind unterschiedliche Kreuzprofile. Ein kleinerer Bit, der sich irgendwie einstecken lässt, ist noch keine geeignete Wahl.

Auflage ist nicht Sicherung

Eine Unterlegscheibe verteilt die Flächenpressung. Ein Sicherungsring sitzt in einer Nut und begrenzt axiale Bewegung. Beide ersetzen sich nicht gegenseitig.

Sicherungsprinzip begründen

Ein klassischer Federring ist keine universell wirksame Losdrehesicherung. Belastung, Setzen und Montagevorgaben entscheiden, welches Sicherungsprinzip geeignet ist.

Größenreihen einordnen

PH- und PZ-Bits gibt es üblicherweise in den Größen 0 bis 4, Torx-Bits als T-Nummern etwa von T6 bis T100. Eine größere Zahl bedeutet ein größeres Profil, aber keinen direkt ablesbaren Millimeterwert. Innensechskant wird dagegen meist direkt als Schlüsselweite in mm angegeben. Die passende Größe steht in der Regel auf der Schraubenverpackung oder muss durch Ausprobieren mit einem eng anliegenden Bit bestimmt werden.

Diese Muster findest du in der Lade

Phillips PH & Pozidriv PZ · S. 23

Innensechskant · S. 24

Torx / Innensechsrund · S. 25

Unterlegscheibe · S. 26

Federring · S. 27

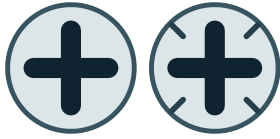
Sicherungsring für Wellen · S. 28

SAG NICHT NUR DEN NAMEN

Erkläre zu einem Teil: Ich wähle es für ..., weil Es passt nicht, wenn Vor der Verwendung prüfe ich

ANTRIEBSPROFILE, SCHEIBEN & RINGE | BAUTEILKARTE

Phillips PH & Pozidriv PZ

**Begriff: Pozidriv**

Pozidriv ist ein Kreuzschlitz-Antriebsprofil mit zusätzlichen Merkmalen gegenüber Phillips.

Woran erkenne ich es?

PZ zeigt typischerweise vier zusätzliche Markierungen zwischen den Hauptarmen. PH hat diese Kennzeichnung gewöhnlich nicht.

Links PH, rechts PZ.

PH: Phillips

PZ: Pozidriv

Ziffer: Profilgröße, nicht Schraubendurchmesser

Größenreihe: PH und PZ kommen üblicherweise in den Größen 0 bis 4 vor - größere Zahl bedeutet größeres Profil, kein linearer Millimeterwert.

Wofür und warum?

Ein passender Antrieb überträgt das Drehmoment an den vorgesehenen Kontaktflächen und verringert Beschädigungen.

Wann passt es nicht?

Profil und Größe müssen übereinstimmen. PH2 und PZ2 sind nicht austauschbare Bezeichnungen.

MINI-BEISPIEL

Ein PZ2-Bit wird für einen passenden PZ2-Antrieb verwendet, nicht allein deshalb, weil beide kreuzförmig aussehen.

Typischer Fehler

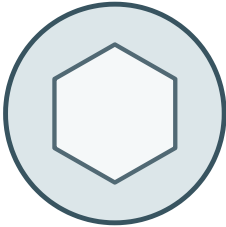
Nur nach der Kreuzform auswählen und die Zusatzmarkierungen ignorieren.

Kurz erklären

Auf dem Schraubenkopf stehen zusätzliche diagonale Striche. Welches Profil prüfst du zuerst?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 93

Innensechskant

**Begriff: Innensechskant**

Ein Innensechskant ist eine sechseckige Vertiefung zur Drehmomentübertragung durch ein passendes Werkzeug.

Woran erkenne ich es?

Sechs gerade Innenflächen; die Größe bezeichnet die passende Schlüsselweite.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Umgangssprache: Inbus

Form: Sechs gerade Innenflächen

Größenangabe: Wird meist direkt als Schlüsselweite in mm angegeben, z.B. 4 mm oder 5 mm - anders als bei PH/PZ/Torx.

Wofür und warum?

Das Werkzeug greift im Kopf an und benötigt seitlich wenig Platz.

Wann passt es nicht?

Werkzeug vollständig ansetzen; ein verschlissenes oder zu kleines Werkzeug beschädigt das Profil. Kugelköpfe haben eigene Einsatzgrenzen.

MINI-BEISPIEL

Eine Zylinderkopfschraube wird mit dem passenden Innensechskantschlüssel betätigt.

Typischer Fehler

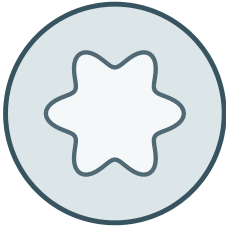
Zoll- und metrische Größen austauschen, weil sie annähernd passen.

Kurz erklären

Ist jeder Zylinderkopf automatisch ein Innensechskant?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 93

Torx / Innensechsrund

**Begriff: Innensechsrund**

Ein Innensechsrund-Antrieb hat sechs gerundete Lappen zur Drehmomentübertragung.

Woran erkenne ich es?

Sechs gerundete Ausbuchtungen statt sechs gerader Flächen.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Form: Sechs gerundete Lappen

Auswahl: Profildfamilie und Größe

Größenreihe: T-Nummern wie T10, T20 oder T30 steigen mit der Profilgröße; die Zahl ist keine Millimeterangabe.

Wofür und warum?

Die passenden Flächen übertragen das Drehmoment. Gute Passung ist auch hier Voraussetzung für geringe Beschädigung.

Wann passt es nicht?

Torx, andere Sechsrundvarianten und Sicherheitsprofile nicht ohne Prüfung gleichsetzen. Ein Torx-Bit ersetzt keinen Innensechskantschlüssel.

MINI-BEISPIEL

Ein zum Schraubenprofil passender Torx-Bit wird in der vorgeschriebenen Größe eingesetzt.

Typischer Fehler

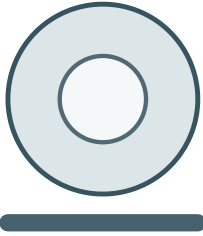
Ein ähnlich aussehendes Profil mit Gewalt passend machen.

Kurz erklären

Warum passt ein Innensechskant nicht richtig in einen Torx-Antrieb?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 93

Unterlegscheibe

**Begriff: Unterlegscheibe**

Eine Unterlegscheibe vergrößert die Auflagefläche unter Schraubenkopf oder Mutter.

Woran erkenne ich es?

Flacher geschlossener Ring; Innen- und Außendurchmesser sowie Dicke sind zu prüfen.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Aufgabe: Auflagefläche verteilen

Prüfen: Abmessung und Werkstoffeignung

Wofür und warum?

Sie kann die Flächenpressung verringern und die Auflage schützen. Härte und Abmessungen müssen zur Verbindung passen.

Wann passt es nicht?

Eine beliebige weiche Scheibe kann sich setzen. Eine normale Unterlegscheibe ist keine eigenständige Losdrehesicherung.

MINI-BEISPIEL

Eine geeignete Scheibe verteilt die Auflagekraft auf einen größeren Bereich eines Bauteils.

Typischer Fehler

Jeden flachen Ring als Sicherung gegen Losdrehen bezeichnen.

Kurz erklären

Verhindert eine normale Unterlegscheibe automatisch das Losdrehen?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 93

ANTRIEBSPROFILE, SCHEIBEN & RINGE | BAUTEILKARTE

Federring

**Begriff: Federring**

Ein klassischer Federring ist ein geschlitzter, axial versetzter Ring unter einer Schraubverbindung.

Woran erkenne ich es?

Der Ring ist an einer Stelle offen; seine Enden liegen in verschiedenen Höhen.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Erkennen: Geschlitzt und axial versetzt

Grenze: Keine universelle Sicherungswirkung

Wofür und warum?

Er kommt in älteren oder ausdrücklich vorgesehenen Verbindungen vor. Seine Wirkung muss zur konkreten Verbindung bewertet werden.

Wann passt es nicht?

Kein allgemeiner Nachweis für eine sichere Losdrehicherung; bei hohen Vorspannkräften kann er weitgehend flachgedrückt werden.

MINI-BEISPIEL

Im Vergleich wird ein Federring von einem axialen Sicherungsring für eine Wellennut unterschieden.

Typischer Fehler

Federring und Sicherungsring für eine Nut als austauschbare Bauteile ansehen.

Kurz erklären

Kann ein Federring einen Sicherungsring in einer Wellennut ersetzen?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 93

Sicherungsring für Wellen

**Begriff: Sicherungsring**

Ein Sicherungsring begrenzt axiale Bewegung, indem er in einer dafür vorgesehenen Nut sitzt.

Woran erkenne ich es?

Offener Ring mit Montageösen im Muster; Innenringe für Bohrungen besitzen eine andere passende Ausführung.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Muster: Außensicherungsring

Wirkung: Axialer Anschlag in Nut

Wofür und warum?

Nut und Ring bilden einen axialen Anschlag. Ringtyp, Belastungsrichtung, Nutmaße und Montagezustand müssen passen.

Wann passt es nicht?

Ein überdehnter oder nicht vollständig sitzender Ring ist keine zuverlässige Sicherung. Passendes Werkzeug und Augenschutz nach Arbeitsvorgabe benutzen.

MINI-BEISPIEL

Ein passender Außenring hält ein Bauteil auf einer Welle an seiner vorgesehenen Position.

Typischer Fehler

Nur den Wellendurchmesser beachten und Nut oder Ringtyp ignorieren.

Kurz erklären

Ist ein Sicherungsring eine Losdrehsicherung für eine Schraube?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 93

ZUSAMMENHÄNGE VERSTEHEN

Zahnräder, Riemen & Kette

Verfolge, wie Bewegung weitergegeben wird. Vergleiche Formschluss und Reibschluss, Achslage, Übersetzung und Wartung.

Formschluss oder Reibschluss?

Beim Formschluss greifen Formen ineinander, etwa Zähne. Beim Reibschluss übertragen angepresste Flächen Kräfte, etwa beim Flachriemen. Fehlende Spannung und Verschleiß haben deshalb unterschiedliche Folgen.

Übersetzung nachvollziehen

Für ein einfaches Zahnradpaar gilt hier $i = n_1/n_2 = z_2/z_1$. 20 Zähne treiben 40 Zähne: $i = 2$ und der Abtrieb dreht halb so schnell. Zwei außenverzahnte Räder drehen gegensinnig.

Nicht einfach stärker spannen

Zu geringe Riemenspannung kann Schlupf oder Überspringen begünstigen, zu hohe Spannung Lager und Riemen überlasten. Prüfe Zustand, Ausrichtung und die vorgegebene Spannung gemeinsam.

Profil- und Kettenbezeichnung lesen

Zahnriemen tragen ein eigenes Riemenprofil mit fester Teilung, zum Beispiel HTD 5M für 5 mm Teilung, also 5 mm von Zahnmitte zu Zahnmitte. Keilriemen werden nach Querschnittsprofil unterschieden, etwa Z, A, B oder C. Rollenketten tragen eine Kennzahl wie 08B-1, die Teilung, Reihe und Anzahl der Stränge beschreibt. In jedem Fall muss die Bezeichnung von Riemen oder Kette zur Riemenscheibe beziehungsweise zum Kettenrad passen - Ähnlichkeit allein reicht nicht.

Diese Muster findest du in der Lade

Stirnradpaar · S. 30

Kegelrad · S. 31

Zahnriemen · S. 32

Keilriemen · S. 33

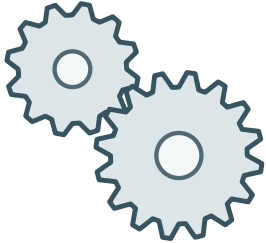
Flachriemen · S. 34

Rollenkette & Kettenrad · S. 35

SAG NICHT NUR DEN NAMEN

Erkläre zu einem Teil: Ich wähle es für ..., weil Es passt nicht, wenn Vor der Verwendung prüfe ich

Stirnradpaar

**Begriff: Stirnrad**

Ein Stirnrad besitzt Zähne am Umfang und kann Bewegung zwischen parallelen Achsen übertragen.

Woran erkenne ich es?

Zähne liegen am zylindrischen Umfang; im Beispiel sind die Achsen parallel.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Beispiel: $z_1 = 20$, $z_2 = 40$

Übersetzung: $i = 2$

Drehsinn: Zwei äußere Räder: gegensinnig

Wofür und warum?

Direkter Zahneingriff ermöglicht eine definierte Übersetzung ohne Reibschlupf.

Wann passt es nicht?

Zahnform, Modul, Abstand, Schmierung und Belastung müssen zusammenpassen. Formschluss bedeutet nicht automatisch spielfrei.

MINI-BEISPIEL

Ein außenverzahntes Rad mit 20 Zähnen treibt ein Rad mit 40 Zähnen.

Typischer Fehler

Aus größeren Außendurchmessern allein eine genaue Übersetzung errechnen, ohne Zähnezahlen zu prüfen.

Kurz erklären

Der Antrieb dreht 600 U/min. Wie schnell läuft das 40-Zähne-Rad?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 94

ZAHNRÄDER, RIEMEN & KETTE | BAUTEILKARTE

Kegelrad

**Begriff: Kegelrad**

Ein Kegelrad besitzt seine Verzahnung auf einer kegelförmigen Grundgestalt.

Woran erkenne ich es?

Die Zahnradgestalt verjüngt sich zum Kegel; im normalen Kegelradpaar schneiden sich die Achsen.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Achslage: Bei gewöhnlichen Kegelradpaaren sich schneidend

Aufgabe: Drehrichtung im Raum umlenken

Wofür und warum?

Es eignet sich zur Kraftübertragung zwischen sich schneidenden Achsen. Der Achswinkel ist konstruktiv festgelegt.

Wann passt es nicht?

Nicht jedes Paar hat 90° Achswinkel oder die Übersetzung 1:1. Lagerung und axiale Kräfte gehören zur Auslegung.

MINI-BEISPIEL

Ein geeignetes Kegelradpaar lenkt eine Drehbewegung beispielsweise um 90° um.

Typischer Fehler

Kegelrad und Stirnrad nur nach der Größe gleichsetzen.

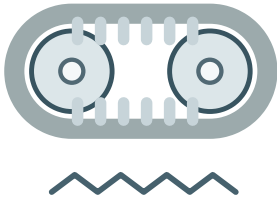
Kurz erklären

Bedeutet eine Umlenkung um 90° automatisch gleiche Drehzahl?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 94

ZAHNRÄDER, RIEMEN & KETTE | BAUTEILKARTE

Zahnriemen

**Begriff: Zahnriemen**

Ein Zahnriemen überträgt Bewegung durch das Eingreifen seiner Zähne in passende Riemenscheiben.

Woran erkenne ich es?

Regelmäßige Zähne auf der Innenseite; Teilung und Zahnprofil gehören zur Paarung.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Wirkprinzip: Formschluss

Paarung: Zahnprofil, Teilung und Breite

Kontrolle: Spannung, Fluchtung und Zustand

Profilbezeichnung (Beispiel): z. B. HTD 5M: Profildfamilie und 5 mm Teilung (Zahnmitte zu Zahnmitte) - muss zur Riemenscheibe passen.

Wofür und warum?

Formschluss ermöglicht synchrones Übertragen über einen Achsabstand.

Wann passt es nicht?

Bei falscher Spannung, Überlast oder beschädigten Zähnen kann der Riemen überspringen. Auch formschlüssige Antriebe benötigen Kontrolle.

MINI-BEISPIEL

Zwei geeignete Zahnriemenscheiben halten bei richtiger Auslegung ihr vorgegebenes Drehzahlverhältnis.

Typischer Fehler

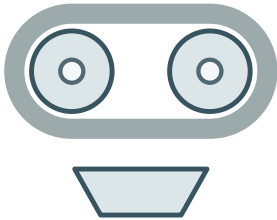
Beliebige Zahnriemen mit gleicher Breite als gleichwertig ansehen.

Kurz erklären

Worin unterscheidet sich die Übertragung vom Keilriemen?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 94

Keilriemen

**Begriff: Keilriemen**

Ein Keilriemen überträgt Kräfte über Reibung zwischen seinen Flanken und der Riemenscheibennut.

Woran erkenne ich es?

Trapezförmiger Querschnitt; die Flanken liegen an den passenden Nutseiten an.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Wirkprinzip: Reibschluss an den Flanken

Möglich: Riemenschlupf

Prüfen: Profil, Zustand, Fluchtung und Spannung

Profilbuchstabe (Beispiel): Profile wie Z, A, B oder C unterscheiden sich im Querschnitt, nicht in einem linearen Kraftwert.

Wofür und warum?

Der Keileffekt unterstützt die reibschlüssige Kraftübertragung.

Wann passt es nicht?

Der Riemen darf bei der vorgesehenen Paarung nicht bloß am Nutgrund tragen. Spannung und Scheibenverschleiß beeinflussen die Funktion.

MINI-BEISPIEL

Ein geeigneter Keilriementrieb bewegt einen Lüfter über zwei Scheiben.

Typischer Fehler

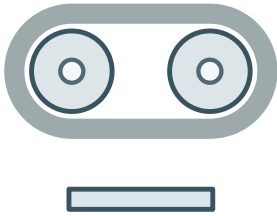
Bei Rutschen ohne Ursachenprüfung immer stärker nachspannen.

Kurz erklären

Was kann außer geringer Spannung noch zum Rutschen beitragen?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 94

Flachriemen

**Begriff: Flachriemen**

Ein Flachriemen ist ein bandförmiges Zugmittel, das auf geeigneten Scheiben reibschlüssig überträgt.

Woran erkenne ich es?

Breiter, flacher Querschnitt ohne die Zahngeometrie eines Zahnriemens.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Wirkprinzip: Reibschluss

Querschnitt: Flaches Band

Wofür und warum?

Er kann bei geeigneter Auslegung ruhig laufen und größere Achsabstände überbrücken.

Wann passt es nicht?

Für die Kraftübertragung braucht es passende Reibverhältnisse und Spannung. Bei Schlupf ist das Drehzahlverhältnis nicht mehr allein geometrisch bestimmt.

MINI-BEISPIEL

Ein Flachriementrieb überbrückt einen Achsabstand zwischen zwei Wellen.

Typischer Fehler

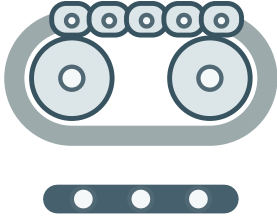
Flachen Riemen wegen seiner glatten Fläche für formschlüssig halten.

Kurz erklären

Ist ein Flachriementrieb automatisch schlupffrei?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 94

Rollenkette & Kettenrad

**Begriff: Rollenkette**

Eine Rollenkette überträgt Zugkräfte durch gelenkige Glieder, die in ein passendes Kettenrad eingreifen.

Woran erkenne ich es?

Wiederkehrende Laschen, Bolzen und Rollen bilden eine gelenkige Kette.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Wirkprinzip: Formschluss

Wartung: Nach Aufbau und Betriebsvorgabe

Verschleiß: Gelenke und Zähne gemeinsam beurteilen

Kennzahl (Beispiel): z.B. 08B-1: Teilung und Reihe der Kette, „-1“ steht für einreihig.

Wofür und warum?

Der formschlüssige Eingriff überträgt Bewegung über einen Achsabstand.

Wann passt es nicht?

Passende Teilung, Ausrichtung, Schmierung und Spannung prüfen. Gelenkverschleiß kann die wirksame Kettenlänge vergrößern.

MINI-BEISPIEL

Ein Kettentrieb verbindet zwei parallele Wellen mit passenden Kettenrädern.

Typischer Fehler

Nur die Kette austauschen und stark verschlissene Kettenräder ungeprüft weiterverwenden.

Kurz erklären

Warum können verschlissene Gelenke die Kette scheinbar verlängern?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 94

ZUSAMMENHÄNGE VERSTEHEN

Schneidwerkzeuge

Acht Werkzeuge für verschiedene Arbeitsschritte: Erkenne Schneiden und Grundform. Vergleiche, welche Fläche am Werkstück entstehen soll, und begründe deine Auswahl.

Von der Zeichnung zum Werkzeug

Zuerst die geforderte Form bestimmen: Bohrung, Senkung, Gewinde, Nut, Planfläche oder Drehfläche. Danach Maß, Oberfläche, Werkstoff, Zugänglichkeit und Aufspannung prüfen. Ein ähnlich aussehendes Werkzeug erfüllt nicht automatisch dieselbe Aufgabe.

Vorarbeiten und fertig bearbeiten

Bohren stellt die Bohrung her; Reiben bearbeitet eine vorhandene Bohrung mit kleinem Aufmaß fein nach. Kegelsenken erzeugt eine konische, Flachsenken eine ebene Auflage. Schruppen lässt bei Bedarf Material für das nachfolgende Schlichten stehen.

Auswahl prüfen statt raten

Werkzeugdurchmesser, Schneidstoff, Schneidengeometrie, Aufnahme und Schnittwerte müssen zum Auftrag passen. Werkstück sicher spannen; messen und Späne entfernen erst im vorgesehenen sicheren Zustand. Die folgenden Maße sind erklärte Lernbeispiele, keine allgemeinen Einstellwerte.

Bezeichnung auf dem Werkzeug lesen

Werkzeuge tragen meist ein Kurzzeichen für den Schneidstoff, zum Beispiel HSS oder HSS-Co für Schnellarbeitsstahl oder HM für Hartmetall - das ist kein Stahl, sondern ein gesinterter Werkstoff. Wendeschneidplatten tragen zusätzlich einen mehrstelligen Wendeschneidplattencode, zum Beispiel CNMG120408: die Stellen stehen der Reihe nach für Plattenform, Freiwinkel, Toleranzklasse, Spanbrecher beziehungsweise Befestigungsart, Schneidkantenlänge, Dicke und Eckenradius. Das ist ein vereinfachtes Lernbeispiel nach dem verbreiteten ISO-Schema, keine vollständige Wiedergabe der aktuellen Norm - die genaue Bedeutung jeder Stelle steht im Herstellerkatalog oder in der jeweils gültigen Ausgabe von ISO 1832.

Diese Muster findest du in der Lade

Spiralbohrer · S. 37

Kegelsenker · S. 38

Flachsenker · S. 39

Reibahle · S. 40

Gewindebohrer · S. 41

Schaftfräser · S. 42

Planfräser · S. 43

Drehmeißel · S. 44

Spiralbohrer

**Begriff: Spiralbohrer**

Mehrschneidiges Bohrwerkzeug mit spiralförmigen Nuten.

Woran erkenne ich es?

Der typische Spiralbohrer hat zwei Hauptschneiden an der Spitze, eine Querschneide in der Mitte und gewendelte Nuten für die Spanabfuhr.

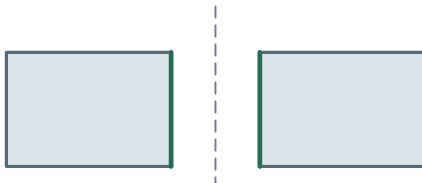
Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Bewegung: Drehbewegung und Vorschub entlang der Bohrungsachse

Ergebnis: Bohrung; ein gewöhnlicher Bohrer hinterlässt am Sackloch einen kegelförmigen Grund.

Prüfen: Durchmesser, Lage und Tiefe entsprechend der Zeichnung

Kennzeichnung am Schaft: Werkstoffkürzel wie HSS oder HSS-Co sowie der Spitzenwinkel (oft 118° oder 135°) sind aufgeprägt oder im Katalog angegeben.

**Was entsteht am Werkstück?**

Durchgangsbohrung im Schnitt: Der Bohrer erzeugt den runden Hohlraum. Bei einer Sacklochbohrung bleibt mit der üblichen Bohrerspitze ein kegelförmiger Grund.

Wofür und warum?

Er stellt runde Bohrungen her.
Spitzengeometrie und Spanräume müssen zu Werkstoff, Bohrtiefe und geforderter Bearbeitung passen.

Wann passt es nicht?

Eine eng tolerierte Passbohrung wird nicht allein deshalb maßhaltig, weil der Nenndurchmesser auf dem Bohrer steht. Bei hohen Anforderungen kann eine anschließende Feinbearbeitung nötig sein.

MINI-BEISPIEL

Eine Durchgangsbohrung wird vorgebohrt. Soll sie später gerieben werden, bleibt das für diesen Auftrag festgelegte Reibaufmaß stehen.

Typischer Fehler

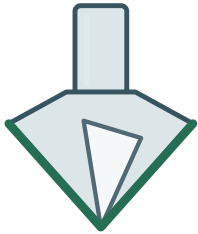
Für eine nachfolgend geriebene Bohrung bereits auf Fertigmaß bohren und damit das vorgesehene Aufmaß entfernen.

Kurz erklären

Warum ist die Tiefe bis zur Bohrerspitze nicht gleich der vollen zylindrischen Bohrtiefe?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 95

Kegelsenker

**Begriff: Kegelsenker**

Werkzeug zum Herstellen einer konischen Senkung.

Woran erkenne ich es?

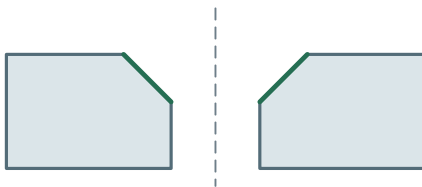
Der schneidende Teil läuft kegelförmig zu. Schneidkanten und Spanräume unterbrechen die Kegelfläche.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Form: Konische Senkung

Winkel: Zum Schraubenkopf oder zur Fasenangabe passend wählen.

Unterschied: Entgraten entfernt den Grat; eine Kopfsenkung erhält definierte Maße.

**Was entsteht am Werkstück?**

Konische Auflage im Schnitt: Die beiden schrägen Linien bilden die Mantelfläche der Senkung ab. Der Senkwinkel muss zum Kopf passen.

Wofür und warum?

Er erzeugt konische Schraubenkopfaufnahmen oder bearbeitet eine Bohrungskante. Zum Entgraten wird nur der dafür vorgesehene kleine Kantenabtrag erzeugt.

Wann passt es nicht?

Für einen Zylinderkopf mit ebener Unterseite ist eine konische Senkung keine passende plane Auflage. Nicht jeder Senker hat denselben Winkel.

MINI-BEISPIEL

Ein Schraubenkopf mit 90° Kegelwinkel soll bündig sitzen. Dazu werden Senkwinkel, Senkdurchmesser und Tiefe passend zum Kopf festgelegt.

Typischer Fehler

Immer weiter senken, bis der Kopf irgendwie verschwindet: Eine zu große Senkung schwächt die Auflage und lässt den Kopf zu tief sitzen.

Kurz erklären

Ist jeder Kegelsenker automatisch ein 90°-Senker?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 95

Flachsenker

**Begriff: Flachsenker**

Ein Flachsenker erzeugt eine zylindrische Senkung mit ebener Grundfläche.

Woran erkenne ich es?

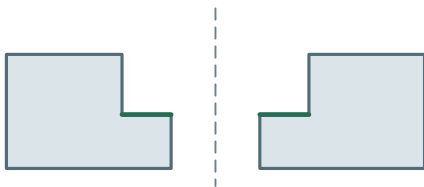
Die Stirnschneiden bilden eine ebene Auflage. Das gezeigte Muster besitzt einen Führungszapfen, der in die vorhandene Bohrung greift.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Muster: Zapfen-Flachsenker

Ergebnis: Zylindrische Vertiefung mit ebener ringförmiger Auflage

Prüfen: Senktiefe, Durchmesser und passender Führungszapfen

**Was entsteht am Werkstück?**

Zylindrische Kopfsenkung im Schnitt: Die waagrechteten Schultern sind die ebene Auflage. Die kleinere Durchgangsbohrung bleibt darunter erhalten.

Wofür und warum?

Die Senkung nimmt einen Kopf mit flacher Unterseite auf. Ein passender Führungszapfen richtet den Senker zur vorhandenen Bohrung aus.

Wann passt es nicht?

Für eine konische Kopfauflage ist der Flachsenker nicht die richtige Form. Ein unpassender Führungszapfen kann klemmen oder zu wenig führen.

MINI-BEISPIEL

Eine Zylinderkopfschraube soll unter der Bauteiloberfläche aufliegen. Eine passende Flachsenkung schafft die ebene Kopfauflage und den nötigen Freiraum.

Typischer Fehler

Nur den Kopfdurchmesser beachten und Senktiefe, Restwand sowie benötigten Werkzeugzugang übersehen.

Kurz erklären

Welche Fläche trägt einen normalen Zylinderkopf: die Mantelfläche oder der ebene Grund?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 95

Reibahle

**Begriff: Reibahle**

Mehrschneidiges Werkzeug zum Reiben.

Woran erkenne ich es?

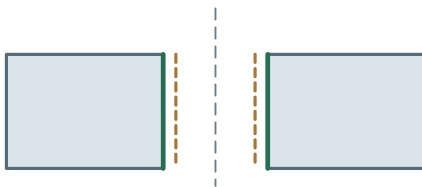
Mehrere Schneiden liegen am Umfang; am vorderen Anschnitt wird der Hauptteil des kleinen Aufmaßes abgetragen. Das Muster zeigt gerade Nuten und einen kurzen Anschnitt.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Vorarbeit: Bohrung mit geeignetem Aufmaß und guter Lage

Beispiel: $(10,0 - 9,8) / 2 = 0,1$ mm Material je Seite

Nacharbeit: Ergebnis mit geeignetem Messmittel oder Lehre prüfen.

**Was entsteht am Werkstück?**

Vorbohrung und Fertigbohrung im Schnitt: Die gestrichelten Linien markieren die ursprüngliche Wand. Bis zur neuen Wand wird auf beiden Seiten wenig Material abgetragen.

Wofür und warum?

Sie verbessert Maß und Oberfläche einer passend vorgearbeiteten Bohrung. Das zulässige Aufmaß wird passend zu Werkzeug, Durchmesser und Werkstoff festgelegt.

Wann passt es nicht?

Sie bohrt nicht ins volle Material und korrigiert eine stark verlaufene oder falsch positionierte Bohrung nicht zuverlässig. Ein zu großes Loch kann sie nicht wieder verkleinern.

MINI-BEISPIEL

Für ein Lernbeispiel sind 9,8 mm Vorbohrung und 10,0 mm Fertigdurchmesser vorgegeben. Das ergibt 0,2 mm Aufmaß am Durchmesser, also 0,1 mm je Seite.

Typischer Fehler

Das Durchmesseraufmaß mit dem Aufmaß je Seite verwechseln oder einen Beispielwert pauschal für alle Durchmesser übernehmen.

Kurz erklären

Die Bohrung ist bereits größer als das zulässige Fertigmaß. Hilft Reiben?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 95

Gewindebohrer

**Begriff: Gewindebohrer**

Ein Gewindebohrer schneidet ein Innengewinde in eine vorgebohrte Kernlochbohrung.

Woran erkenne ich es?

Auf dem Arbeitsteil sind ein Gewindeprofil, ein Anschnitt und Nuten zur Spanaufnahme beziehungsweise Spanführung erkennbar.

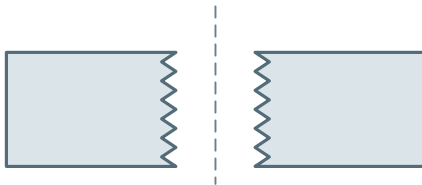
Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Kennzeichnung: M6 × 1: Nenndurchmesser 6 mm, Steigung 1 mm

Vorschub: Beim Schneiden axial 1 mm je Umdrehung für diese Steigung

Beachten: Werkzeuggeometrie und Spanabfuhr passend zum Loch wählen.

Toleranzklasse: Eine zusätzliche Kurzangabe wie 6H nennt die zulässige Gewindetoleranz, unabhängig von Nenndurchmesser und Steigung.

**Was entsteht am Werkstück?**

Innengewinde im Schnitt, vereinfacht: Das Werkzeug erzeugt ein Gewindeprofil an der Wand des vorgebohrten Kernlochs. Es stellt kein glattes Fertigloch her.

Wofür und warum?

Er stellt ein zur Schraube passendes Innengewinde her. Gewindeart, Durchmesser, Steigung sowie Durchgangs- oder Sackloch bestimmen die geeignete Ausführung.

Wann passt es nicht?

Ein Gewindeformer verdrängt Material und braucht eine andere Kernlochauslegung. Für ein Sackloch müssen Anschnitt, nutzbare Gewindetiefe und Spanraum berücksichtigt werden.

MINI-BEISPIEL

Für ein geschnittenes M6 × 1-Gewinde ergibt die Näherung $6 - 1 = 5$ mm. Die tatsächliche Kernlochwahl richtet sich nach Werkzeug- und Werkstoffvorgabe.

Typischer Fehler

Kernloch auf Gewindenenndurchmesser bohren oder beim Sackloch nutzbare Gewindetiefe mit Bohrtiefe gleichsetzen.

Kurz erklären

Kann das Beispiel-Kernloch 5 mm unverändert für einen M6-Gewindeformer übernommen werden?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 96

Schaftfräser

**Begriff: Schaftfräser**

Fräs Werkzeug mit zylindrischem Schaft.

Woran erkenne ich es?

Der Schaft dient zum Spannen. Am Arbeitsteil liegen mehrere Umfangsschneiden und, je nach Ausführung, Stirnschneiden. Die Prinzipzeichnung zeigt einen flachstirnigen Fräser.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Bewegung: Rotierendes Werkzeug; Vorschub entlang der Kontur

Beispiel: Bei $\varnothing 8$ mm ist der geometrische Werkzeugradius 4 mm.

Auswahl: Zugänglichkeit, Aufnahme, Auskraglänge und Spanraum

Was entsteht am Werkstück?

Nut im Querschnitt: Der flachstirnige Fräser bearbeitet Grund und Seiten. In der Draufsicht begrenzt sein Radius die erreichbaren inneren Ecken.

Wofür und warum?

Er bearbeitet beispielsweise Nuten, Taschen und Schultern. Schneidendurchmesser, Schneidenlänge und erreichbare Kontur bestimmen die Auswahl.

Wann passt es nicht?

Nicht jeder Schaftfräser darf senkrecht ins volle Material eintauchen. Stirngeometrie und zulässige Eintauchstrategie prüfen. Eine scharfe senkrechte Innenecke (in der Draufsicht) entsteht mit einem runden Fräser nicht; der kleinste Eckenradius ist sein Werkzeugradius.

MINI-BEISPIEL

Ein für die Aufgabe geeigneter Schaftfräser bearbeitet eine zugängliche Außenfläche eines Halters.

Typischer Fehler

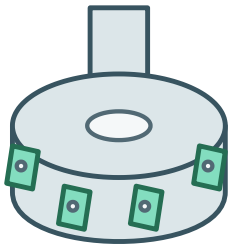
Fräserdurchmesser mit frei wählbarem Inneneckenradius verwechseln oder unnötig lang ausspannen.

Kurz erklären

Kann ein Fräser $\varnothing 8$ mm allein die senkrechte Innenecke einer Tasche mit Radius 1 mm herstellen?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 96

Planfräser

**Begriff: Planfräser**

Ein Planfräser ist ein Fräs Werkzeug zur Bearbeitung ebener Flächen quer zu seiner Drehachse.

Woran erkenne ich es?

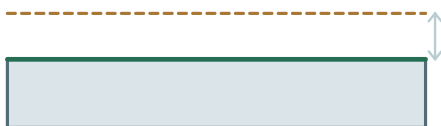
Das Muster zeigt einen breiten Fräskörper mit mehreren austauschbaren Schneidplatten am Umfang und an der Stirnseite.

Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Ziel: Ebene Fläche quer zur Werkzeugachse

Muster: Fräskopf mit Wendeschneidplatten

Prüfen: Maß und geforderte Ebenheit beziehungsweise Oberfläche

**Was entsteht am Werkstück?**

Planfläche im Seitenschnitt: Die gestrichelte Linie zeigt die ursprüngliche Oberfläche. Der Fräser trägt eine Schicht bis zur neuen ebenen Fläche ab.

Wofür und warum?

Er bearbeitet breite ebene Flächen. Mehrere Schneiden tragen Material ab; Fräsergröße, Plattengeometrie, Eingriff und Maschinendaten müssen zusammenpassen.

Wann passt es nicht?

Für eine schmale tiefe Nut ist ein großer Planfräser meist nicht zugänglich. Nicht jede Bauform erzeugt gleichzeitig eine rechtwinklige Schulter.

MINI-BEISPIEL

Die breite Oberseite eines Rohlings erhält eine ebene Bezugsfläche. Der Fräser wird passend zu Fläche, Aufspannung und Maschinenleistung gewählt.

Typischer Fehler

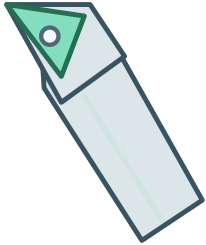
Den größten verfügbaren Fräser wählen, ohne Stabilität, Leistung, Eingriff und Hindernisse zu prüfen.

Kurz erklären

Warum ist der größte Fräser nicht automatisch die beste Wahl?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 96

Drehmeißel

**Begriff: Drehmeißel**

Einschneidiges Werkzeug zum Drehen.

Woran erkenne ich es?

Das Muster zeigt einen Halter mit geklemmter Wendeschneidplatte. Eine wirksame Schneide greift am rotierenden Werkstück an.

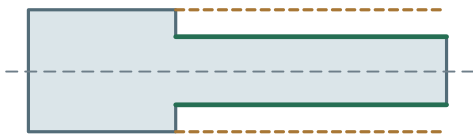
Eigene Prinzipdarstellung; nicht maßstäblich.

Hauptbewegung: Im üblichen Drehfall dreht das Werkstück.

Beispiel: $(20,4 - 20,0) / 2 = 0,2$ mm radial

Ausführung: Hier: Halter mit austauschbarer Wendeschneidplatte

ISO-Kennzeichnung (Beispiel): CNMG120408: Plattenform · Freiwinkel · Toleranzklasse · Spanbrecher/Befestigung · Schneidkantenlänge (Kennzahl 12, real ca. 12,9 mm) · Dicke 4,76 mm · Eckenradius 0,8 mm

Was entsteht am Werkstück?

Außendrehen im Längsschnitt: Der kleinere Abschnitt zeigt den bearbeiteten Durchmesser. Die radiale Zustellung ist halb so groß wie die Durchmesserabnahme.

Wofür und warum?

Er trägt bei passender Ausführung Material an Drehflächen ab, etwa am Außendurchmesser oder an einer Stirnfläche. Schneidenform und Halter bestimmen die zugängliche Kontur.

Wann passt es nicht?

Ein Außendrehhalter ersetzt keine geeignete Bohrstange für eine Innenkontur. Schneidrichtung, Freiwinkel, Werkstoff und Spanformung müssen zur Aufgabe passen.

MINI-BEISPIEL

Eine Welle soll von $\varnothing 20,4$ auf $\varnothing 20,0$ mm bearbeitet werden. Dafür entspricht die ideale radiale Zustellung 0,2 mm; der Durchmesser sinkt um 0,4 mm.

Typischer Fehler

Radiale Zustellung und Durchmesseränderung gleichsetzen oder die Schneide auf falscher Höhe einstellen.

Kurz erklären

Eine radiale Zustellung von 0,15 mm verändert den idealen Außendurchmesser um wie viel?

Antwort zum Selbstvergleich · S. 96

07 | MESSEN UND PRÜFEN

Erst die Messaufgabe, dann das Messmittel

Welches Merkmal soll beurteilt werden: Außenmaß, Bohrung, Tiefe, Spalt oder Abweichung? Kläre danach Zugänglichkeit, Messbereich, Toleranz und die erforderliche Messunsicherheit.

Außenmaß einer Welle	Geeignete Bügelmessschraube oder anderes nachgewiesen geeignetes Messmittel; Bereich und Messflächen beachten.
Bohrung als Zahlenwert	Geeignetes Innenmessgerät. Einstellbezug, Messlagen und Kontaktgeometrie gehören zur Methode.
Verschiedene einfache Maße	Messschieber je nach Bauform: außen, innen oder Tiefe. Nicht jede enge Toleranz ist damit verlässlich beurteilbar.
Abweichung vom Bezug	Messuhr oder Feinzeiger. Bezug, Aufspannung und Tastrichtung bestimmen die Aussage.
Spalt	Passende Fühlerlehre ohne Gewalt; Flächen nicht auseinanderdrücken.
Grenzbedingung	Passende Grenzlehre nach Prüfvorgabe. Sie liefert nicht automatisch einen frei ablesbaren Zahlenwert.

MERKE

Auflösung beschreibt einen Ableseschritt. Sie ist weder eine garantierte Genauigkeit noch die Messunsicherheit. Eine Zahl mit vielen Nachkommastellen beweist keine geeignete Messung.

Skalen Schritt für Schritt lesen

Unser Mikrometer-Lernmodell

Bereich 0 bis 25 mm; eine Umdrehung bewegt die Spindel um 0,50 mm. Die Trommel hat 50 Teilungen, also 0,01 mm je Strich. Andere Geräte können anders geteilt sein.

1. Letzten sichtbaren ganzen Hülsenmillimeter lesen.
2. Sichtbare folgende Halbmillimetermarke mit 0,50 mm ergänzen.
3. Trommelstrich an der Bezugslinie mit 0,01 mm multiplizieren.
4. Alle drei Beiträge addieren.

MINI-BEISPIEL

12 mm + sichtbare 0,50 mm + $28 \times 0,01 \text{ mm} = 12,78 \text{ mm}$. Beim Übergang von 12,49 auf 12,50 steht die Trommel wieder auf 0; jetzt ist aber die Halbmillimetermarke sichtbar.

Unser Messschieber-Lernmodell

Zehn Noniusabschnitte reichen über neun Millimeter der Hauptskala. Daraus folgt ein Ableseschritt von 0,1 mm. Lies den letzten ganzen Millimeter links von der Nonius-Null und addiere die Nummer des fluchtenden Strichs $\times 0,1 \text{ mm}$.

MINI-BEISPIEL

Nonius-Null zwischen 23 und 24 mm, Strich 4 fluchtet: $23 + 4 \times 0,1 = 23,4 \text{ mm}$. Bei ganzem Millimeter können beide Endstriche fluchten; der Zusatz ist dann 0,0 mm.

In den Aufgaben findest du sechs eigene Skalenzeichnungen. Die vergrößerten Ausschnitte sind Ablesemodelle; sie erlauben keine Aussage über die Messunsicherheit eines realen Geräts.

Warum kann derselbe Gegenstand unterschiedliche Werte liefern?

Sauberkeit und Bezug

Messflächen und Werkstück auf Schmutz, Grat und Beschädigungen prüfen. Den vorgesehenen Null- oder Einstellbezug kontrollieren. Nullsetzen allein ist keine vollständige Kalibrierung.

Kraft und Ausrichtung

Gleichmäßig und nach Geräteanleitung messen. Bei der geeigneten Bügelmessschraube die vorgesehene Ratsche oder Friktionskupplung nutzen. Zu hohe Kraft kann ein empfindliches Teil verformen.

Temperatur

Werkstück und Messmittel unter den vorgesehenen Temperaturbedingungen beurteilen. Ein direkt nach der Bearbeitung warmes Teil kann andere Maße haben als später.

Messlage

Vorgegebene Stellen und Richtungen einhalten. Wiederholungen vergleichen; bestätigte Unterschiede in mehreren Winkellagen können weitere Formprüfungen erfordern.

Dokumentation

Wert, Einheit, Messstelle und nötige Bedingungen festhalten. Einen auffälligen Wert untersuchen, statt nur den günstigsten Wert zu notieren.

PRÜFWEG

Auftrag lesen → Messmittel und Zustand prüfen → Bedingungen herstellen → richtig messen → Ergebnis beurteilen und dokumentieren. Ein Unterschied im Messwert ist ein Befund, noch keine bewiesene Ursache.

AUFGABEN 1 UND 2

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 1

Das Muster 3G1,5 liegt vor dir. Welche Aussage passt?

- A) Drei Adern insgesamt, einschließlich grün-gelber Ader, je 1,5 mm².
- B) Drei Adern plus eine zusätzliche Schutzleiterader.
- C) Drei Einzeldrähte mit je 1,5 mm Durchmesser.

Passendes Kapitel · S. 6

Meine Notizen**Aufgabe 2**

Eine Sensorleitung enthält drei isolierte Adern. Was kannst du ohne Stromlaufplan sicher daraus ableiten?

- A) Es sind drei Außenleiter eines Drehstromsystems.
- B) Es sind drei Adern; ihre Anschlussfunktionen müssen noch bestimmt werden.
- C) Es sind genau drei feine Kupferdrähte enthalten.

Passendes Kapitel · S. 3

Meine Notizen

AUFGABEN 3

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 3

Eine empfindliche Signalleitung verläuft durch eine störbelastete Anlage. Welcher Prüfweg ist sinnvoll?

- A) Nur nach möglichst vielen Adern auswählen.
- B) Jeden Schirm stets gleich anschließen, unabhängig vom System.
- C) Signalart, Leitungsführung, Paarung und Schirm-/Anschlussvorgaben gemeinsam prüfen.

Passendes Kapitel · S. 8

Meine Notizen

AUFGABEN 4 UND 5

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 4

Eine Scheibe wird als weich bezeichnet. Was beschreibt das hier?

- A) Weiches Schleifkorn, das mit dem Fingernagel geritzt werden kann.
- B) Die vergleichsweise leichte Freigabe von Körnern aus dem Verbund.
- C) Eine niedrige Werkstückhärte.

Passendes Kapitel · S. 12

Meine Notizen**Aufgabe 5**

Eine nur zum Trennen gekennzeichnete Scheibe soll seitlich eine Fläche schrappen. Welche Entscheidung passt?

- A) Zulässig, wenn man wenig drückt.
- B) Zulässig, solange die Scheibe dünn ist.
- C) Nicht dafür verwenden; ein für die Bearbeitung zugelassenes Werkzeug auswählen.

Passendes Kapitel · S. 14

Meine Notizen

AUFGABEN 6

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 6

Du siehst Poren im Schleifkörper und einen Schrumpfungshohlraum im Gussstück. Welche Erklärung passt?

- A) Poren können im Schleifkörper vorgesehen sein; der Schrumpfungshohlraum im Gussstück ist ein Lunker.
- B) Jeder Hohlraum ist ein Schleifkorn.
- C) Beides beweist automatisch dieselbe zulässige Werkstoffeigenschaft.

Passendes Kapitel · S. 10

Meine Notizen

AUFGABEN 7 UND 8

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 7

Welche Paarung beschreibt Kopf und Antrieb einer Schraube als zwei getrennte Eigenschaften?

- A) M8 und 8 mm Nenndurchmesser.
- B) Senkkopf und Torx.
- C) PH und PZ.

Passendes Kapitel · S. 16

Meine Notizen**Aufgabe 8**

Ein Zylinderkopf soll versenkt auf einer planen Fläche sitzen. Was passt zur Aufnahme?

- A) Eine beliebige konische Vertiefung.
- B) Keine Senkung; stärker anziehen reicht immer.
- C) Eine passende zylindrische Senkung mit ebener Auflage.

Passendes Kapitel · S. 17

Meine Notizen

AUFGABEN 9

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 9

Eine Klemmmutter lässt sich schon vor der Anlage schwer drehen. Ist damit die erforderliche Vorspannkraft erreicht?

- A) Nein. Klemmreibung kann vor der Anlage auftreten; die Montagevorgabe bleibt maßgebend.
- B) Ja. Jede fühlbare Drehkraft beweist die Vorspannkraft.
- C) Ja, wenn die Mutter die gleiche Farbe wie die Schraube hat.

Passendes Kapitel · S. 21

Meine Notizen

AUFGABEN 10 UND 11

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 10

Du erkennst PZ2 am Schraubenantrieb. Welchen Bit prüfst du als passende Wahl?

- A) PH2, weil die Zahl gleich ist.
- B) Einen passenden PZ2-Bit.
- C) Einen beliebigen kleinen Innensechskant.

Passendes Kapitel · S. 23

Meine Notizen**Aufgabe 11**

Ein Bauteil soll in axialer Richtung auf einer Welle begrenzt werden; eine passende Nut ist vorgesehen. Was ist die richtige Bauteilart?

- A) Eine lose normale Unterlegscheibe allein.
- B) Ein beliebiger Federring unter einer Schraube.
- C) Ein zur Nut und Aufgabe passender Außensicherungsring.

Passendes Kapitel · S. 28

Meine Notizen

AUFGABEN 12

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 12

Eine normale Unterlegscheibe ist montiert. Welche Aussage kannst du daraus ableiten?

- A) Sie vergrößert die Auflagefläche; eine zuverlässige Losdrehsicherung ist damit allein nicht nachgewiesen.
- B) Die Verbindung kann sich unter keiner Belastung lösen.
- C) Die Schraube hat dadurch immer die richtige Vorspannkraft.

Passendes Kapitel · S. 26

Meine Notizen

AUFGABEN 13 UND 14

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 13

Welches Paar überträgt im vorgesehenen Betrieb formschlüssig?

- A) Flachriemen und Keilriemen.
- B) Zahnriemen und Rollenkette.
- C) Zwei glatte Scheiben ohne Anpresskraft.

Passendes Kapitel · S. 29

Meine Notizen**Aufgabe 14**

Ein außenverzahntes Rad mit 20 Zähnen und 600 U/min treibt ein außenverzahntes Rad mit 40 Zähnen. Was stimmt?

- A) 1200 U/min, gleicher Drehsinn.
- B) 600 U/min, gleicher Drehsinn.
- C) 300 U/min, entgegengesetzter Drehsinn.

Passendes Kapitel · S. 30

Meine Notizen

AUFGABEN 15

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 15

Ein Keilriemen rutscht. Welche Maßnahme beginnt einen sinnvollen Prüfweg?

- A) Im sicheren Zustand Spannung, Zustand, Fluchtung und Paarung nach Vorgabe prüfen.
- B) Ohne weitere Prüfung maximal nachspannen.
- C) Öl auf den Riemen geben, damit er leiser läuft.

Passendes Kapitel · S. 33

Meine Notizen

AUFGABEN 16 UND 17

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 16

Ein Werkzeug hat zwei Hauptschneiden an der Spitze und spiralförmige Nuten. Welche Hauptaufgabe passt zum Spiralbohrer?

- A) Eine vorhandene Bohrung mit Gewinde versehen.
- B) Eine runde Bohrung herstellen.
- C) Eine ebene Auflage für einen Zylinderkopf senken.

Passendes Kapitel · S. 37

Meine Notizen**Aufgabe 17**

Ein Schraubenkopf braucht eine konische Auflage mit vorgegebenem Winkel. Welches Werkzeug passt?

- A) Ein Kegelsenker mit passendem Winkel.
- B) Ein Flachsenker mit ebener Stirnschneide.
- C) Eine zylindrische Reibahle.

Passendes Kapitel · S. 38

Meine Notizen

AUFGABEN 18 UND 19

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 18

Die Unterseite eines Zylinderkopfs soll in einer Senkung eben aufliegen. Welche Werkzeugform wählst du?

- A) Einen Kegelsenker unabhängig vom Winkel.
- B) Einen Spiralbohrer allein, dessen Spitze den Senkungsgrund bildet.
- C) Einen passenden Flachsenker.

Passendes Kapitel · S. 39

Meine Notizen

Aufgabe 19

Welches Werkzeug ist zur Feinbearbeitung einer vorhandenen Bohrung mit kleinem Aufmaß vorgesehen?

- A) Ein Gewindebohrer.
- B) Eine passende Reibahle.
- C) Ein Planfräser.

Passendes Kapitel · S. 40

Meine Notizen

AUFGABEN 20 UND 21

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 20

Ein geschnittenes M6 × 1-Innengewinde ist gefordert. Welche Zuordnung passt?

- A) Passendes Kernloch vorbohren, dann einen M6 × 1-Gewindebohrer einsetzen.
- B) Auf 6 mm bohren und mit einer Reibahle das Gewinde formen.
- C) Beliebigen M6-Gewindeformer mit denselben Kernlochwerten wie den Gewindebohrer einsetzen.

Passendes Kapitel · S. 41

Meine Notizen**Aufgabe 21**

Eine zugängliche schmale Nut soll seitlich gefräst werden. Welches Werkzeug prüfst du zuerst auf passende Abmessungen und Schneidengeometrie?

- A) Eine Maschinenreibahle.
- B) Einen Kegelsenker.
- C) Einen Schaftfräser.

Passendes Kapitel · S. 42

Meine Notizen

AUFGABEN 22 UND 23

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 22

Eine breite ebene Bezugsfläche soll gefräst werden. Welche Auswahl ist sinnvoll?

- A) Immer den größten verfügbaren Fräser nehmen.
- B) Einen Planfräser wählen, der zu Fläche, Aufspannung und Maschinenleistung passt.
- C) Mit dem Gewindebohrer quer über die Fläche fahren.

Passendes Kapitel · S. 43

Meine Notizen**Aufgabe 23**

Beim üblichen Außendrehen einer Welle: Was dreht sich, und welches Werkzeug trägt Material ab?

- A) Die Welle dreht sich; ein geeigneter Drehmeißel wird vorgeschoben.
- B) Der Drehmeißel dreht sich wie ein Bohrer um seine Längsachse.
- C) Eine Reibahle verkleinert den Außendurchmesser.

Passendes Kapitel · S. 44

Meine Notizen

AUFGABEN 24 UND 25

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 24

Im Lernauftrag gilt: Vorbohrung 9,8 mm, Fertigdurchmesser 10,0 mm. Welches Aufmaß steht je Seite zum Reiben?

- A) 0,20 mm je Seite.
- B) 0,40 mm je Seite.
- C) 0,10 mm je Seite.

Passendes Kapitel · S. 40

Meine Notizen**Aufgabe 25**

Eine rechteckige Tasche braucht Innenradien von 1 mm. Reicht ein Schaftfräser mit 8 mm Durchmesser allein aus?

- A) Ja, wenn man langsamer fährt.
- B) Nein. Sein Radius beträgt 4 mm; für die kleineren Innenradien braucht es ein geeignetes kleineres Werkzeug oder ein anderes Verfahren.
- C) Ja, wenn der Fräser etwas tiefer fährt.

Passendes Kapitel · S. 42

Meine Notizen

AUFGABEN 26 UND 27

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 26

Eine Welle soll idealisiert von 20,4 mm auf 20,0 mm Außendurchmesser gedreht werden. Wie groß ist die radiale Zustellung?

- A) 0,20 mm.
- B) 0,40 mm.
- C) 0,80 mm.

Passendes Kapitel · S. 44

Meine Notizen**Aufgabe 27**

Eine geriebene Bohrung soll höchstens 10,02 mm groß sein; gemessen werden bereits 10,08 mm. Was ist sinnvoll?

- A) Noch einmal reiben, damit die Bohrung kleiner wird.
- B) Mit höherer Drehzahl auf das kleinere Maß zurückarbeiten.
- C) Abweichung kennzeichnen und den weiteren Umgang klären; zusätzlicher Spanabtrag macht das Loch nicht kleiner.

Passendes Kapitel · S. 40

Meine Notizen

AUFGABEN 28 UND 29

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 28

Du sollst den Außendurchmesser einer Welle um 18 mm mit enger Maßtoleranz messen. Welcher Ansatz passt am besten?

- A) Eine geeignete Bügelmessschraube wählen und ihre Eignung für die Toleranz und Messbedingungen prüfen.
- B) Ein Stahllineal verwenden, weil die Welle kürzer als 150 mm ist.
- C) Jeden Messschieber mit zwei Nachkommastellen ungeprüft verwenden.

Passendes Kapitel · S. 45

Meine Notizen**Aufgabe 29**

Ein Bohrungsdurchmesser soll als Zahlenwert mit kleiner Messunsicherheit bestimmt werden. Was ist sinnvoll?

- A) Mit einem beliebigen passenden Stift nur probieren, ob er hineinpasst.
- B) Ein geeignetes, eingestelltes Innenmessgerät mit passendem Bereich und geeigneten Messflächen verwenden.
- C) Den Bohrerdurchmesser als fertigen Bohrungsdurchmesser notieren.

Passendes Kapitel · S. 45

Meine Notizen

AUFGABEN 30

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 30

In einer Serie soll nach Prüfanweisung schnell eine definierte Grenzbedingung einer Bohrung geprüft werden. Ein Zahlenwert ist nicht gefordert. Was passt?

- A) Immer eine Schätzung nach Augenmaß.
- B) Den letzten Messwert vom vorherigen Teil übernehmen.
- C) Eine zur Forderung passende Grenzlehre verwenden und die vorgesehene Gut-/Ausschussprüfung durchführen.

Passendes Kapitel · S. 45

Meine Notizen

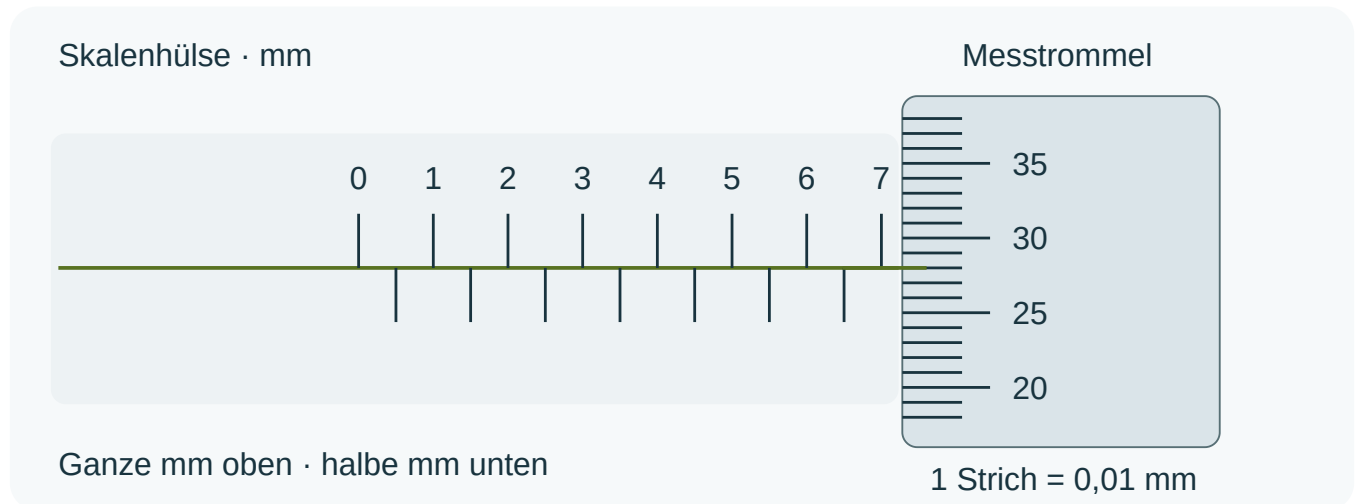
AUFGABEN 31

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 31

Bügelmessschraube A: Welchen Messwert zeigt die Zeichnung in mm?



Text zur Skala: Letzte sichtbare ganze Hülsenmarke: 7 mm. Die folgende Halbmillimetermarke ist verdeckt. Trommelstrich 28 liegt auf der Bezugslinie.

Passendes Kapitel · S. 46

Meine Notizen

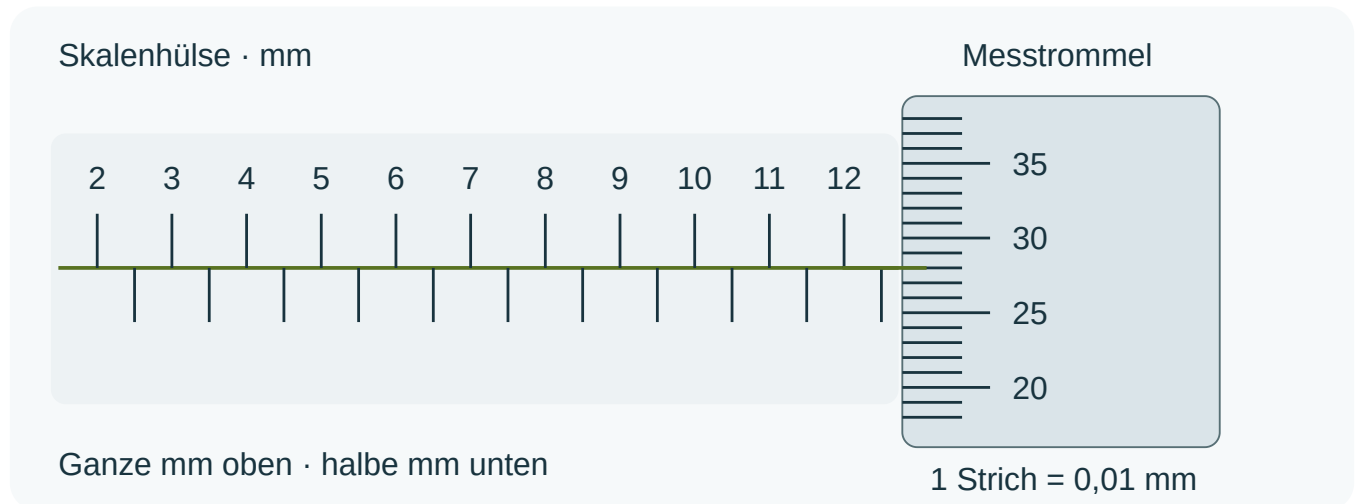
AUFGABEN 32

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 32

Bügelmessschraube B: Lies den Wert ab. Achte auf die Halbmillimetermarke.



Text zur Skala: Letzte sichtbare ganze Hülsenmarke: 12 mm. Die folgende Halbmillimetermarke ist sichtbar. Trommelstrich 28 liegt auf der Bezugslinie.

Passendes Kapitel · S. 46

Meine Notizen

AUFGABEN 33

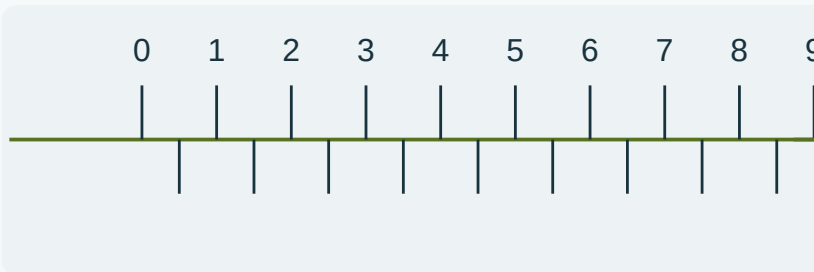
Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 33

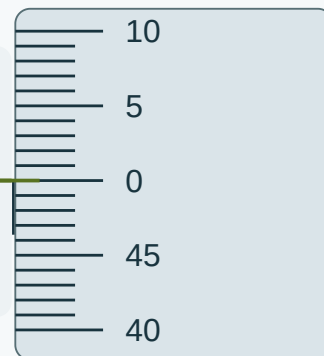
Bügelmessschraube C: Auf der Trommel steht die Null an der Bezugslinie. Wie lautet das gesamte Maß?

Skalenhülse · mm



Ganze mm oben · halbe mm unten

Messtrommel



1 Strich = 0,01 mm

Text zur Skala: Letzte sichtbare ganze Hülsenmarke: 9 mm. Die folgende Halbmillimetermarke ist sichtbar. Trommelstrich 0 liegt auf der Bezugslinie.

Passendes Kapitel · S. 46

Meine Notizen

AUFGABEN 34

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 34

Messschieber A: Welchen Wert zeigt der 0,1-mm-Nonius?

Hauptskala · mm



Nonius · 10 Teilungen auf 9 mm · 1 Strich = 0,1 mm

Text zur Skala: Die Nonius-Null liegt zwischen 23 und 24 mm. Noniusstrich 4 fluchtet mit einem Hauptskalenstrich.

Passendes Kapitel · S. 46

Meine Notizen

AUFGABEN 35

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 35

Messschieber B: Lies das Maß ab, ohne den Hauptskalenwert aufzurunden.

Hauptskala · mm



Nonius · 10 Teilungen auf 9 mm · 1 Strich = 0,1 mm

Text zur Skala: Die Nonius-Null liegt zwischen 18 und 19 mm. Noniusstrich 9 fluchtet mit einem Hauptskalenstrich.

Passendes Kapitel · S. 46

Meine Notizen

AUFGABEN 36

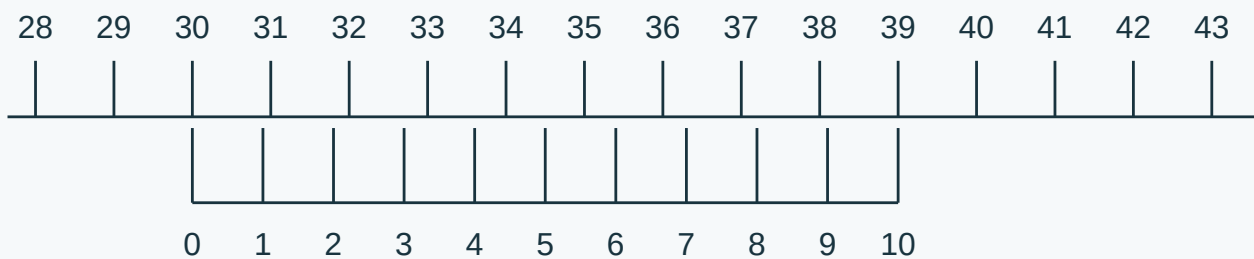
Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 36

Messschieber C: Beide Endstriche des Nonius fluchten. Welches Maß liest du?

Hauptskala · mm



Nonius · 10 Teilungen auf 9 mm · 1 Strich = 0,1 mm

Text zur Skala: Die Nonius-Null liegt genau auf 30 mm. Die Endstriche 0 und 10 fluchten mit Hauptskalenstrichen.

Passendes Kapitel · S. 46

Meine Notizen

AUFGABEN 37 UND 38

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 37

Nach dem Reinigen zeigt der geschlossene Messschieber weiterhin $+0,04$ mm. Was tust du vor der nächsten Messung?

- A) Einfach $0,04$ mm ignorieren, weil das nur eine kleine Zahl ist.
- B) Nullpunkt, Zustand und vorgesehene Einstellprüfung klären; bei ungeklärter Abweichung das Messmittel nicht weiter für die Beurteilung verwenden.
- C) Mehrfach messen und nur den kleinsten Wert notieren.

Passendes Kapitel · S. 47

Meine Notizen**Aufgabe 38**

Eine digitale Anzeige zeigt $0,001$ mm Schritte. Darfst du daraus eine Messunsicherheit von $\pm 0,001$ mm ableiten?

- A) Ja, die letzte Nachkommastelle ist immer die Fehlergrenze.
- B) Ja, sofern man dreimal misst.
- C) Nein. Auflösung, Geräteeigenschaften, Methode und Bedingungen müssen getrennt betrachtet werden.

Passendes Kapitel · S. 47

Meine Notizen

AUFGABEN 39

Jetzt selbst anwenden

Wähle eine Antwort und begründe sie oder notiere deinen Rechenweg. Nutze die Hilfe erst, wenn du selbst nicht weiterkommst.

Aufgabe 39

An zwei Winkellagen einer Welle misst du wiederholt verschiedene Durchmesser. Was ist ein sinnvoller nächster Schritt?

- A) Messflächen, Ausrichtung und Messkraft prüfen, die Messlagen dokumentieren und mögliche Formabweichung untersuchen.
- B) Nur den passenden Wert übernehmen, damit das Teil freigegeben werden kann.
- C) Ohne weitere Prüfung sicher auf einen Defekt des Messgeräts schließen.

Passendes Kapitel · S. 47

Meine Notizen

DENKANSTÖSSE 1-7

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 1

Trenne Aderanzahl, G und Querschnitt gedanklich.

Zu Aufgabe 2

Die Anzahl allein benennt noch keine Signale oder Potentiale.

Zu Aufgabe 3

Welche Teile außerhalb der Leitung beeinflussen das Ergebnis?

Zu Aufgabe 4

Was tut das Korn, und was tut die Bindung?

Zu Aufgabe 5

Vergleiche erlaubte Verwendung und geplante Belastungsrichtung.

Zu Aufgabe 6

Achte auf Entstehung und Funktion des Hohlraums.

Zu Aufgabe 7

Ein Merkmal beschreibt die Auflage, das andere den Werkzeugeingriff.

LERNTRICK

Decke den Hinweis wieder ab. Erkläre den nächsten Schritt in eigenen Worten und versuche es erneut. Die Lösung ist erst der letzte Vergleich.

DENKANSTÖSSE 8-14

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 8

Vergleiche die Unterseite des Kopfes mit dem Sitz.

Zu Aufgabe 9

Unterscheide Reibung im Klemmteil und Zusammenpressen der Bauteile.

Zu Aufgabe 10

Die Buchstaben sind ebenso wichtig wie die Ziffer.

Zu Aufgabe 11

Gesucht ist ein formschlüssiger Anschlag in der Nut.

Zu Aufgabe 12

Ordne dem Teil seine tatsächliche Hauptfunktion zu.

Zu Aufgabe 13

Wo greifen Formen ineinander?

Zu Aufgabe 14

Das getriebene Rad hat doppelt so viele Zähne - das halbiert hier die Abtriebsdrehzahl.

LERNTRICK

Decke den Hinweis wieder ab. Erkläre den nächsten Schritt in eigenen Worten und versuche es erneut. Die Lösung ist erst der letzte Vergleich.

DENKANSTÖSSE 15-21

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 15

Mehr Spannung ist nicht bei jeder Ursache die Lösung.

Zu Aufgabe 16

Achte auf die Schneiden an der Spitze und auf die gewünschte Werkstückform.

Zu Aufgabe 17

Konisch bedeutet, dass sich die Fläche kegelförmig verjüngt.

Zu Aufgabe 18

Vergleiche die Form unter dem Schraubenkopf mit der Form am Grund.

Zu Aufgabe 19

Gesucht ist ein glattes Fertigloch, kein Innengewinde.

Zu Aufgabe 20

Unterscheide Schneiden, Reiben und Gewindeformen.

Zu Aufgabe 21

Gesucht sind Schneiden für die Nutkontur und ein Werkzeug, das den Bereich erreicht.

LERNTRICK

Decke den Hinweis wieder ab. Erkläre den nächsten Schritt in eigenen Worten und versuche es erneut. Die Lösung ist erst der letzte Vergleich.

DENKANSTÖSSE 22-28

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 22

Das Werkzeug muss nicht nur zur Form, sondern auch zur Maschine passen.

Zu Aufgabe 23

Trenne Hauptschnittbewegung und Vorschub.

Zu Aufgabe 24

Berechne erst die Durchmesserdiffferenz und teile sie durch zwei.

Zu Aufgabe 25

Radius ist die Hälfte des Durchmessers.

Zu Aufgabe 26

Durchmesseränderung und radiale Zustellung sind nicht dieselbe Größe.

Zu Aufgabe 27

Kann ein spanendes Werkzeug fehlendes Material wieder hinzufügen?

Zu Aufgabe 28

Außenmaß, Messbereich und erforderliche Messunsicherheit müssen zusammenpassen.

LERNTRICK

Decke den Hinweis wieder ab. Erkläre den nächsten Schritt in eigenen Worten und versuche es erneut. Die Lösung ist erst der letzte Vergleich.

DENKANSTÖSSE 29-35

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 29

Ein Zahlenwert erfordert eine geeignete Messung; eine Passprobe liefert ihn nicht.

Zu Aufgabe 30

Prüfen kann eine Ja-/Nein-Aussage liefern, ohne ein Maß als Zahl zu bestimmen.

Zu Aufgabe 31

Ganze Millimeter plus gegebenenfalls 0,50 mm plus Trommelstriche $\times 0,01$ mm.

Zu Aufgabe 32

Die sichtbare Halbmillimetermarke gehört zum Hülsenwert, nicht zum Trommelwert.

Zu Aufgabe 33

Trommel-Null bedeutet nur: kein zusätzlicher Hundertstelanteil. Prüfe die Hülse.

Zu Aufgabe 34

Zuerst die ganze Zahl links von der Nonius-Null, danach den Noniusanteil addieren.

Zu Aufgabe 35

Auch kurz vor 19 mm bleibt der ganze Anteil zunächst 18 mm.

LERNTRICK

Decke den Hinweis wieder ab. Erkläre den nächsten Schritt in eigenen Worten und versuche es erneut. Die Lösung ist erst der letzte Vergleich.

DENKANSTÖSSE 36-39

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 36

Bei einem ganzen Millimeter beträgt der Noniusanteil 0,0 mm; die Endmarke 10 ist kein zusätzlicher Millimeter.

Zu Aufgabe 37

Eine ungeklärte Ausgangsabweichung kann alle nachfolgenden Ergebnisse verschieben.

Zu Aufgabe 38

Der Anzeigeschritt ist nur einer von mehreren Einflüssen auf das Messergebnis.

Zu Aufgabe 39

Unterschiedliche Werte können vom Werkstück und von der Messmethode stammen.

LERNTRICK

Decke den Hinweis wieder ab. Erkläre den nächsten Schritt in eigenen Worten und versuche es erneut. Die Lösung ist erst der letzte Vergleich.

SELBSTKONTROLLE 1-4

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 1**A) Drei Adern insgesamt, einschließlich grün-gelber Ader, je 1,5 mm².**

Die Zahl zählt Adern, G kennzeichnet die enthaltene grün-gelbe Ader und 1,5 den Nennquerschnitt je Leiter in mm².

Gezielt nachlesen · S. 6

Aufgabe 2**B) Es sind drei Adern; ihre Anschlussfunktionen müssen noch bestimmt werden.**

Die Aderzahl beschreibt den Aufbau, nicht automatisch die Schaltungsfunktion oder den Leiteraufbau.

Gezielt nachlesen · S. 3

Aufgabe 3**C) Signalart, Leitungsführung, Paarung und Schirm-/Anschlussvorgaben gemeinsam prüfen.**

Störfestigkeit entsteht aus dem gesamten Übertragungssystem. Ein Schirm allein garantiert sie nicht; auch eine passende ungeschirmte Lösung ist je nach System möglich.

Gezielt nachlesen · S. 8

Aufgabe 4**B) Die vergleichsweise leichte Freigabe von Körnern aus dem Verbund.**

Scheibenhärte beschreibt Kornhaltewirkung. Kornwerkstoff und Werkstückhärte sind davon getrennte Eigenschaften.

Gezielt nachlesen · S. 12

SELBSTKONTROLLE 5-8

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 5

C) Nicht dafür verwenden; ein für die Bearbeitung zugelassenes Werkzeug auswählen.

Die reine Trennscheibe ist nicht für diese seitliche Schleifbelastung bestimmt. Die passende Zulassung und Anwendung entscheiden.

Gezielt nachlesen · S. 14

Aufgabe 6

A) Poren können im Schleifkörper vorgesehen sein; der Schrumpfungshohlraum im Gussstück ist ein Lunker.

Gewollte Porenräume unterstützen die Schleifstruktur. Lunker entstehen durch Erstarrungsschrumpfung und müssen als Gussfehler beurteilt werden.

Gezielt nachlesen · S. 10

Aufgabe 7

B) Senkkopf und Torx.

Senkkopf ist die äußere Kopfform mit konischer Auflage. Torx ist ein Antriebsprofil. PH und PZ wären zwei alternative Antriebe.

Gezielt nachlesen · S. 16

Aufgabe 8

C) Eine passende zylindrische Senkung mit ebener Auflage.

Die Auflage muss zur Kopfgeometrie passen. Eine konische Vertiefung bietet einem normalen Zylinderkopf nicht die vorgesehene plane Auflage.

Gezielt nachlesen · S. 17

SELBSTKONTROLLE 9-12

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 9

A) Nein. Klemmreibung kann vor der Anlage auftreten; die Montagevorgabe bleibt maßgebend.

Das Klemmteil erzeugt ein zusätzliches Widerstandsmoment. Die Verbindung muss trotzdem nach dem vorgesehenen Verfahren gespannt werden.

Gezielt nachlesen · S. 21

Aufgabe 10

B) Einen passenden PZ2-Bit.

PH und PZ besitzen verschiedene Profile. Sowohl Profildfamilie als auch Größe müssen passen.

Gezielt nachlesen · S. 23

Aufgabe 11

C) Ein zur Nut und Aufgabe passender Außensicherungsring.

Der Sicherungsring bildet in der Nut einen axialen Anschlag. Abmessungen, Belastung und Montagezustand müssen stimmen.

Gezielt nachlesen · S. 28

Aufgabe 12

A) Sie vergrößert die Auflagefläche; eine zuverlässige Losdreh Sicherung ist damit allein nicht nachgewiesen.

Die Unterlegscheibe dient der Auflage und Lastverteilung. Montage, Vorspannung und erforderliche Sicherungsmaßnahmen sind gesondert zu beurteilen.

Gezielt nachlesen · S. 26

SELBSTKONTROLLE 13-16

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 13**B) Zahnriemen und Rollenkette.**

Zähne beziehungsweise Kettenglieder greifen in passende Gegenformen. Flach- und Keilriemen übertragen hauptsächlich durch Reibung.

Gezielt nachlesen · S. 29

Aufgabe 14**C) 300 U/min, entgegengesetzter Drehsinn.**

$n_2 = n_1 \cdot z_1/z_2 = 600 \cdot 20/40 = 300 \text{ U/min}$. Zwei direkt kämmende außenverzahnte Räder drehen entgegengesetzt.

Gezielt nachlesen · S. 30

Aufgabe 15**A) Im sicheren Zustand Spannung, Zustand, Fluchtung und Paarung nach Vorgabe prüfen.**

Rutschen kann mehrere Ursachen haben. Zu starkes Spannen kann Lager überlasten; die passende Fehlerursache muss vor einer Korrektur bestimmt werden.

Gezielt nachlesen · S. 33

Aufgabe 16**B) Eine runde Bohrung herstellen.**

Der Spiralbohrer erzeugt eine Bohrung. Die gewendelten Nuten bieten den Spänen einen Abfuhrweg; sie sind kein Gewindeprofil.

Gezielt nachlesen · S. 37

SELBSTKONTROLLE 17-20

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 17**A) Ein Kegelsenker mit passendem Winkel.**

Der Kegelsenker erzeugt die konische Auflage. Senkwinkel, Durchmesser und Tiefe müssen zum Kopf passen.

Gezielt nachlesen · S. 38

Aufgabe 18**C) Einen passenden Flachsenker.**

Der Flachsenker erzeugt einen ebenen Grund für die Kopfauflage. Eine Bohrerspitze oder konische Senkung bietet diese plane Fläche nicht.

Gezielt nachlesen · S. 39

Aufgabe 19**B) Eine passende Reibahle.**

Die Reibahle bearbeitet eine vorgearbeitete Bohrung fein nach. Das Aufmaß muss zur Bearbeitung passen.

Gezielt nachlesen · S. 40

Aufgabe 20**A) Passendes Kernloch vorbohren, dann einen M6 × 1-Gewindebohrer einsetzen.**

Ein Gewindebohrer schneidet in ein passendes Kernloch. Nenndurchmesser und Steigung müssen stimmen; ein Gewindeformer benötigt eine eigene Kernlochauslegung.

Gezielt nachlesen · S. 41

SELBSTKONTROLLE 21-24

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 21**C) Einen Schaftfräser.**

Ein geeigneter Schaftfräser kann Grund und Seiten einer Nut bearbeiten. Durchmesser, Schneidenlänge, Spanraum und Einfahrstrategie müssen passen.

Gezielt nachlesen · S. 42

Aufgabe 22**B) Einen Planfräser wählen, der zu Fläche, Aufspannung und Maschinenleistung passt.**

Der Planfräser ist für ebene Flächen vorgesehen. Stabilität, Leistung und Eingriff begrenzen die sinnvolle Größe; größer ist nicht automatisch besser.

Gezielt nachlesen · S. 43

Aufgabe 23**A) Die Welle dreht sich; ein geeigneter Drehmeißel wird vorgeschoben.**

Beim üblichen Drehfall liefert das rotierende Werkstück die Hauptschnittbewegung. Der Drehmeißel führt die passende Vorschubbewegung aus.

Gezielt nachlesen · S. 44

Aufgabe 24**C) 0,10 mm je Seite.**

Die Durchmesserdifférenz beträgt 0,20 mm. Das Material liegt auf zwei Seiten: $0,20 / 2 = 0,10$ mm je Seite. Dieser vorgegebene Beispielwert ist keine allgemeine Reibempfehlung.

Gezielt nachlesen · S. 40

SELBSTKONTROLLE 25-28

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 25

B) Nein. Sein Radius beträgt 4 mm; für die kleineren Innenradien braucht es ein geeignetes kleineres Werkzeug oder ein anderes Verfahren.

Der Werkzeugradius begrenzt die erreichbare innere Ecke in der Draufsicht. Drehzahl und Tiefe verkleinern den geometrischen Radius nicht.

Gezielt nachlesen · S. 42

Aufgabe 26

A) 0,20 mm.

Die Durchmesserabnahme beträgt 0,40 mm. Die radiale Zustellung ist die Hälfte: $0,40 / 2 = 0,20$ mm. Das reale Ergebnis wird anschließend geprüft.

Gezielt nachlesen · S. 44

Aufgabe 27

C) Abweichung kennzeichnen und den weiteren Umgang klären; zusätzlicher Spanabtrag macht das Loch nicht kleiner.

Das Loch ist bereits zu groß. Reiben entfernt weiteres Material. Eine mögliche Nacharbeit, andere Verwendung oder Ausschussentscheidung muss anhand der Anforderungen geklärt werden.

Gezielt nachlesen · S. 40

Aufgabe 28

A) Eine geeignete Bügelmessschraube wählen und ihre Eignung für die Toleranz und Messbedingungen prüfen.

Die Bügelmessschraube ist für viele Außenmaße eine passende Wahl. Die konkrete Bauform, Messkraft und nachgewiesene Eignung bleiben entscheidend; die Anzeige allein genügt nicht.

Gezielt nachlesen · S. 45

SELBSTKONTROLLE 29-32

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 29

B) Ein geeignetes, eingestelltes Innenmessgerät mit passendem Bereich und geeigneten Messflächen verwenden.

Ein geeignetes Innenmessgerät kann den Durchmesser als Zahlenwert erfassen. Einstellbezug, Messlagen und Messunsicherheit gehören dazu. Werkzeugmaß und Istmaß sind nicht dasselbe.

Gezielt nachlesen · S. 45

Aufgabe 30

C) Eine zur Forderung passende Grenzlehre verwenden und die vorgesehene Gut-/Ausschussprüfung durchführen.

Eine passende Grenzlehre prüft die festgelegte Grenzbedingung. Sie liefert keine vollständige Durchmesserkarte und ersetzt keine zusätzlichen Form- oder Lageprüfungen.

Gezielt nachlesen · S. 45

Aufgabe 31

7,28 mm

$7,00 + 0,00 + 0,28 = 7,28$ mm. Die nächste Halbmillimetermarke wird nicht mitgezählt.

Gezielt nachlesen · S. 46

Aufgabe 32

12,78 mm

$12,00 + 0,50 + 0,28 = 12,78$ mm. Wer die Halbmillimetermarke übersieht, erhält fälschlich 12,28 mm.

Gezielt nachlesen · S. 46

SELBSTKONTROLLE 33-36

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 33**9,5 mm**

$9,00 + 0,50 + 0,00 = 9,50$ mm. Die Null auf der Trommel macht die sichtbare Halbmillimetermarke nicht rückgängig.

Gezielt nachlesen · S. 46

Aufgabe 34**23,4 mm**

$23 \text{ mm} + 4 \times 0,1 \text{ mm} = 23,4 \text{ mm}$. Die Hauptskala wird nicht zur nächstgelegenen ganzen Zahl aufgerundet.

Gezielt nachlesen · S. 46

Aufgabe 35**18,9 mm**

$18 \text{ mm} + 9 \times 0,1 \text{ mm} = 18,9 \text{ mm}$. Hauptskala und Nonius werden addiert, nicht einzeln gerundet.

Gezielt nachlesen · S. 46

Aufgabe 36**30 mm**

$30 \text{ mm} + 0,0 \text{ mm} = 30,0 \text{ mm}$. Bei einem ganzen Millimeter fluchten nur der Nullstrich und der Endstrich 10 mit Hauptskalenstrichen - alle Striche dazwischen liegen daneben. Der Endstrich bedeutet keinen zusätzlichen Millimeter.

Gezielt nachlesen · S. 46

SELBSTKONTROLLE 37-39

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 37

B) Nullpunkt, Zustand und vorgesehene Einstellprüfung klären; bei ungeklärter Abweichung das Messmittel nicht weiter für die Beurteilung verwenden.

Sauberkeit und korrekter Kontakt werden kontrolliert. Eine zulässige Einstellung erfolgt nach Geräteanleitung; ein beschädigtes oder weiterhin auffälliges Gerät muss geklärt werden. Nullsetzen allein weist keine vollständige Messmitteleignung nach.

Gezielt nachlesen · S. 47

Aufgabe 38

C) Nein. Auflösung, Geräteeigenschaften, Methode und Bedingungen müssen getrennt betrachtet werden.

Messkraft, Temperatur, Ausrichtung, Messflächen und Gerätezustand können weitere Beiträge liefern. Die Auflösung allein bestimmt weder Messunsicherheit noch eine garantierte Fehlergrenze.

Gezielt nachlesen · S. 47

Aufgabe 39

A) Messflächen, Ausrichtung und Messkraft prüfen, die Messlagen dokumentieren und mögliche Formabweichung untersuchen.

Wiederholbare Unterschiede sind ein Befund, noch keine gesicherte Ursache. Durch kontrollierte Messbedingungen und festgelegte Messlagen grenzt du Messfehler und Formabweichung ein.

Gezielt nachlesen · S. 47

Kurzfragen: So kannst du es erklären

Massive Einzelader

Ist der Kunststoff Teil des elektrischen Leiterquerschnitts?

Nein. Der Querschnitt bezeichnet das leitende Material.

Zur Bauteilkarte · S. 4

Feindrähtige Einzelader

Ist eine Ader mit 30 Einzeldrähten eine 30-adrige Leitung?

Nein. Es ist weiterhin eine Ader; 30 beschreibt hier die Einzeldrähte ihres Leiters.

Zur Bauteilkarte · S. 5

Dreiadrige Leitung

Wie viele Adern einschließlich Schutzleiter hat 3G1,5?

Drei insgesamt. Das G bedeutet nicht, dass noch eine vierte Ader hinzukommt.

Zur Bauteilkarte · S. 6

Fünfadrige Leitung

Braucht jede Drehstromlast zwingend fünf Adern?

Nein. Benötigte Außenleiter, Neutralleiter, Schutzleiter und Zusatzfunktionen müssen aus der konkreten Schaltung bestimmt werden.

Zur Bauteilkarte · S. 7

Geschirmte Signalleitung

Warum kann eine ungeschirmte Leitung trotzdem die richtige Wahl sein?

Wenn Übertragungsverfahren, Umgebung und Anschlussvorgaben dies erlauben, ist sie ausreichend. Abschirmung wird nach Bedarf ausgewählt.

Zur Bauteilkarte · S. 8

Verdrilltes Adernpaar

Kann eine Leitung verdrehte Paare und zusätzlich einen Schirm haben?

Ja. Verdrillung beschreibt die Anordnung der Adern; Abschirmung die zusätzliche leitfähige Hülle.

Zur Bauteilkarte · S. 9

Kurzfragen: So kannst du es erklären

Korund-Schleifscheibe

Reicht die Angabe Korund, um eine Scheibe auszuwählen?

Nein. Dazu gehören mindestens Abmessung, Körnung, Härtegrad, Bindung, Eignung und zulässige Geschwindigkeit.

Zur Bauteilkarte · S. 11

Weiche & harte Bindungswirkung

Kann eine weiche Scheibe harte Schleifkörner enthalten?

Ja. Die Körner können sehr hart sein und trotzdem vergleichsweise leicht aus der Bindung freigegeben werden.

Zur Bauteilkarte · S. 12

Grobe & feine Körnung

Welche Angabe beschreibt die Korngröße und welche das Festhalten der Körner?

Die Körnung beschreibt die Größenklasse; der Härtegrad beschreibt die Kornhaltewirkung.

Zur Bauteilkarte · S. 13

Trennscheibe

Darf eine nur zum Trennen zugelassene Scheibe seitlich zum Schrappen verwendet werden?

Nein. Die zulässige Belastungsrichtung und Verwendung müssen eingehalten werden.

Zur Bauteilkarte · S. 14

Schrappscheibe

Wann ist die Bearbeitung fertig: sobald die Fläche glänzt oder wenn die Anforderungen erfüllt sind?

Wenn Maß, Form und Oberfläche nach der Zeichnung geprüft sind. Glanz allein genügt nicht.

Zur Bauteilkarte · S. 15

Kurzfragen: So kannst du es erklären

Zylinderkopfschraube

Welche Senkung passt zum versenkten Zylinderkopf?

Eine in Durchmesser und Tiefe passende zylindrische Senkung mit geeigneter Auflage.

Zur Bauteilkarte · S. 17

Senkkopfschraube

Warum reicht eine beliebige konische Vertiefung nicht aus?

Nur passende Winkel und Abmessungen schaffen die vorgesehene Auflage; sonst entstehen ungünstige Kontaktstellen.

Zur Bauteilkarte · S. 18

Sechskantschraube

Sind Schlüsselweite und Gewindenenddurchmesser dasselbe?

Nein. Die Schlüsselweite beschreibt die Werkzeugaufnahme, der Nenndurchmesser das Gewinde.

Zur Bauteilkarte · S. 19

Sechskantmutter

M8 × 1,25 und M8 × 1,0: passt das zusammen?

Nein. Der Nenndurchmesser ist gleich, die Steigung aber verschieden.

Zur Bauteilkarte · S. 20

Mutter mit Klemmteil

Ist eine Klemmmutter bereits fest genug, sobald sie schwer zu drehen ist?

Nein. Die Klemmreibung kann bereits vor der Anlage auftreten. Die Montagevorgabe entscheidet.

Zur Bauteilkarte · S. 21

Kurzfragen: So kannst du es erklären

Phillips PH & Pozidriv PZ

Auf dem Schraubenkopf stehen zusätzliche diagonale Striche. Welches Profil prüfst du zuerst?

Pozidriv. Danach die richtige Größe prüfen; das äußere Erscheinungsbild allein ersetzt keine sichere Zuordnung.

Zur Bauteilkarte · S. 23

Innensechskant

Ist jeder Zylinderkopf automatisch ein Innensechskant?

Nein. Die Kopfform legt den Antrieb nicht zwingend fest.

Zur Bauteilkarte · S. 24

Torx / Innensechsrund

Warum passt ein Innensechskant nicht richtig in einen Torx-Antrieb?

Die Kontaktgeometrie ist verschieden: gerade Flächen stehen gerundeten Lappen gegenüber.

Zur Bauteilkarte · S. 25

Unterlegscheibe

Verhindert eine normale Unterlegscheibe automatisch das Losdrehen?

Nein. Ihre Hauptaufgabe ist die Auflage und Lastverteilung.

Zur Bauteilkarte · S. 26

Federring

Kann ein Federring einen Sicherungsring in einer Wellennut ersetzen?

Nein. Ein Sicherungsring hält Bauteile axial in einer dafür ausgelegten Nut; der Federring erfüllt diese Formschlusssaufgabe nicht.

Zur Bauteilkarte · S. 27

Sicherungsring für Wellen

Ist ein Sicherungsring eine Losdrehesicherung für eine Schraube?

Nein. Dieses Muster begrenzt axiale Bauteilbewegung auf einer Welle.

Zur Bauteilkarte · S. 28

Kurzfragen: So kannst du es erklären

Stirnradpaar

Der Antrieb dreht 600 U/min. Wie schnell läuft das 40-Zähne-Rad?

300 U/min, weil $n_2 = 600 \cdot 20 / 40$.

Zur Bauteilkarte · S. 30

Kegelrad

Bedeutet eine Umlenkung um 90° automatisch gleiche Drehzahl?

Nein. Der Achswinkel und das Zähnezahlverhältnis sind unterschiedliche Eigenschaften.

Zur Bauteilkarte · S. 31

Zahnriemen

Worin unterscheidet sich die Übertragung vom Keilriemen?

Zähne greifen ineinander; der Keilriemen überträgt hauptsächlich über Reibung an seinen Flanken.

Zur Bauteilkarte · S. 32

Keilriemen

Was kann außer geringer Spannung noch zum Rutschen beitragen?

Zum Beispiel Verschmutzung, Verschleiß oder eine unpassende Paarung. Die Ursache muss geprüft werden.

Zur Bauteilkarte · S. 33

Flachriemen

Ist ein Flachriementrieb automatisch schlupffrei?

Nein. Reibschlüssige Übertragung kann gleiten; Betrieb und Auslegung sind zu berücksichtigen.

Zur Bauteilkarte · S. 34

Rollenkette & Kettenrad

Warum können verschlissene Gelenke die Kette scheinbar verlängern?

Spiel und Verschleiß in den Gelenken vergrößern die wirksamen Abstände unter Zug; die Laschen müssen dafür nicht plastisch länger werden.

Zur Bauteilkarte · S. 35

Kurzfragen: So kannst du es erklären

Spiralbohrer

Warum ist die Tiefe bis zur Bohrerspitze nicht gleich der vollen zylindrischen Bohrtiefe?

Die Spitze läuft kegelförmig aus. Der Bereich nahe der Spitze hat noch nicht den vollen Bohrungsdurchmesser; die Zeichnung muss eindeutig gelesen werden.

Zur Bauteilkarte · S. 37

Kegelsenker

Ist jeder Kegelsenker automatisch ein 90°-Senker?

Nein. Es gibt verschiedene Winkel. Die passende Geometrie ergibt sich aus Zeichnung, Schraubenkopf und Werkzeugkennzeichnung.

Zur Bauteilkarte · S. 38

Flachsenker

Welche Fläche trägt einen normalen Zylinderkopf: die Mantelfläche oder der ebene Grund?

Die ebene Grundfläche trägt die Kopfunterseite. Die zylindrische Mantelfläche schafft seitlichen Freiraum.

Zur Bauteilkarte · S. 39

Reibahle

Die Bohrung ist bereits größer als das zulässige Fertigmaß. Hilft Reiben?

Nein. Reiben trägt nur zusätzlich Material ab. Eine Bohrung, die schon über dem Höchstmaß liegt, wird dadurch nicht wieder kleiner.

Zur Bauteilkarte · S. 40

Kurzfragen: So kannst du es erklären

Gewindebohrer

Kann das Beispiel-Kernloch 5 mm unverändert für einen M6-Gewindeformer übernommen werden?

Nein. Formen und Schneiden sind unterschiedliche Verfahren. Für den Former wird das Kernloch nach dessen Vorgabe festgelegt.

Zur Bauteilkarte · S. 41

Schaftfräser

Kann ein Fräser Ø 8 mm allein die senkrechte Innenecke einer Tasche mit Radius 1 mm herstellen?

Nein. Sein Radius beträgt 4 mm. Für einen kleineren Innenradius ist eine passende kleinere Werkzeuggeometrie beziehungsweise ein anderes Verfahren nötig.

Zur Bauteilkarte · S. 42

Planfräser

Warum ist der größte Fräser nicht automatisch die beste Wahl?

Auch Antriebsleistung, Aufspannung, Schnittkräfte, Zugänglichkeit und Eingriff müssen passen. Die bearbeitete Fläche allein entscheidet nicht.

Zur Bauteilkarte · S. 43

Drehmeißel

Eine radiale Zustellung von 0,15 mm verändert den idealen Außendurchmesser um wie viel?

Um 0,30 mm. Der Durchmesser umfasst zweimal den Radius. Elastische Verformung und reale Maßabweichungen sind gesondert zu berücksichtigen.

Zur Bauteilkarte · S. 44

KURZ NACHSCHLAGEN

Begriffe & Weiterlernen

Ader

Elektrischer Leiter mit seiner eigenen Isolierung.

Mini-Beispiel: Unter dem gemeinsamen Mantel einer mehradrigen Leitung liegen mehrere einzeln isolierte Adern.

Leiterquerschnitt

Der Leiterquerschnitt ist die Fläche des leitenden Materials, üblicherweise in mm^2 angegeben.

Mini-Beispiel: Bei 5G2,5 besitzt jeder der fünf Leiter einen Nennquerschnitt von $2,5 \text{ mm}^2$; eine Ader ist grün-gelb.

Polzahl

Die Polzahl nennt bei Schaltgeräten und Steckverbindern die Anzahl getrennt geschalteter Strompfade, bei Motoren die Anzahl der Magnetpole ($\text{Polzahl} = 2 \times \text{Polpaarzahl}$).

Mini-Beispiel: Ein dreipoliger Schalter und eine dreiadrige Leitung beschreiben verschiedene Gegenstände; aus der gleichen Zahl folgt keine Anschlussbelegung.

Schleifscheibenhärte

Die Schleifscheibenhärte beschreibt den Widerstand gegen das Herauslösen der Schleifkörner aus dem Verbund.

Mini-Beispiel: Zwei Scheiben mit derselben Kornart können unterschiedlich leicht stumpfe Körner freigeben.

KURZ NACHSCHLAGEN

Begriffe & Weiterlernen

Schleifbindung

Die Schleifbindung hält die Schleifkörner im Schleifkörper zusammen.

Mini-Beispiel: Bei einer keramisch gebundenen Scheibe sind Korn, keramische Bindung und Poren gemeinsam für die Schleifeigenschaften wichtig.

Porenraum

Porenraum bezeichnet die Hohlräume zwischen festen Bestandteilen eines Werkstoffs oder Schleifkörpers.

Mini-Beispiel: In einer Schleifscheibe nehmen geeignete Porenräume Späne auf; das ist kein Gusslunker.

Lunker

Ein Lunker ist ein Hohlraum, der beim Erstarren eines Gussstücks durch Volumenschrumpfung entstehen kann.

Mini-Beispiel: Ein innerer Lunker schwächt ein Gussstück und ist nicht mit dem vorgesehenen Porenraum einer Schleifscheibe gleichzusetzen.

Vorspannkraft

Durch das Anziehen einer Schraubverbindung erzeugte Kraft, die die verbundenen Teile zusammenpresst.

Mini-Beispiel: Das Anziehdrehmoment allein bestimmt diese Kraft nicht eindeutig, weil etwa die Reibung mitwirkt.

KURZ NACHSCHLAGEN

Begriffe & Weiterlernen

Formschluss

Beim Formschluss verhindern ineinandergreifende Formen eine Bewegung in der betrachteten Richtung.

Mini-Beispiel: Die Zähne eines Zahnriemens greifen in passende Lücken der Riemenscheibe.

Reibschluss

Beim Reibschluss werden Kräfte durch Reibung zwischen aufeinandergepressten Flächen übertragen.

Mini-Beispiel: Ein Keilriemen überträgt die Umfangskraft über die Reibung seiner Flanken an den Scheiben.

Aufmaß

Material, das für spätere Bearbeitung bewusst stehen bleibt.

Mini-Beispiel: Rohmaß 101 mm, Fertigmaß 100 mm: insgesamt 1 mm Bearbeitungszugabe.

Zustellung

Tiefe, mit der das Werkzeug in das Material eingreift.

Mini-Beispiel: Beim Außendrehen verringert eine radiale Zustellung von 0,2 mm den Durchmesser idealisiert um 0,4 mm.

KURZ NACHSCHLAGEN

Begriffe & Weiterlernen

Auflösung

Kleinste angezeigte oder unterscheidbare Wertänderung.

Mini-Beispiel: Eine Anzeige in 0,01-mm-Schritten sagt allein noch nicht, wie groß die Messunsicherheit ist.

Messunsicherheit

Angabe zur Streuung der Werte, die der gemessenen Größe vernünftigerweise zugeordnet werden können; sie wird als $\pm$ zum Messergebnis angegeben.

Mini-Beispiel: Für die Übung sind 29,990 mm und eine erweiterte Messunsicherheit $U = 0,003$ mm vorgegeben. Das ergibt das Intervall 29,987-29,993 mm; seine Bewertung folgt der festgelegten Entscheidungsregel. U ist weder eine Maßtoleranz noch der bekannte Messfehler.

Skalenwert

Wertunterschied zwischen zwei benachbarten Teilstrichen einer Skala.

Mini-Beispiel: 50 gleiche Trommelteilungen je 0,50 mm Spindelweg ergeben 0,01 mm pro Teilstrich.

Nonius

Hilfsskala zum Ablesen von Bruchteilen einer Hauptskalenteilung.

Mini-Beispiel: Im Zehntelnonius fluchtet Strich 4: Zum ganzen Millimeterwert kommen 0,4 mm hinzu.

Auf LehrLynx weiterüben

- Anschauungskoffer · Bauteile erkunden
- Bauteile auswählen & begründen
- Messmittel-Werkbank

Die zugehörigen Angebote erreichst du über Lernkoffer, Themen oder die Website-Suche. Dort kannst du Begriffe anklicken, Bauteile vergleichen und deine Antworten prüfen lassen.

ANKLICKBARES REGISTER

Bauteile von A bis Z

Drehmeißel · S. 44

Dreiadrige Leitung · S. 6

Federring · S. 27

Feindrähtige Einzelader · S. 5

Flachriemen · S. 34

Flachsenker · S. 39

Fünfadrige Leitung · S. 7

Geschirmte Signalleitung · S. 8

Gewindebohrer · S. 41

Grobe & feine Körnung · S. 13

Innensechskant · S. 24

Kegelrad · S. 31

Kegelsenker · S. 38

Keilriemen · S. 33

Korund-Schleifscheibe · S. 11

Massive Einzelader · S. 4

Mutter mit Klemmteil · S. 21

Phillips PH & Pozidriv PZ · S. 23

ANKLICKBARES REGISTER

Bauteile von A bis Z

Planfräser · S. 43

Reibahle · S. 40

Rollenkette & Kettenrad · S. 35

Schaftfräser · S. 42

Schruppscheibe · S. 15

Sechskantmutter · S. 20

Sechskantschraube · S. 19

Senkkopfschraube · S. 18

Sicherungsring für Wellen · S. 28

Spiralbohrer · S. 37

Stirnradpaar · S. 30

Torx / Innensechsrund · S. 25

Trennscheibe · S. 14

Unterlegscheibe · S. 26

Verdrilltes Adernpaar · S. 9

Weiche & harte Bindungswirkung · S. 12

Zahnriemen · S. 32

Zylinderkopfschraube · S. 17