

Messen & Prüfen und Passungen

Messuhr, Form- und Lagetoleranzen, Prüfauftrag bis Prüfprotokoll und der Passungen-Lernweg nach ISO 286 - die Lektionen der beiden Werkbänke als Heft, mit Aufgaben zum Nachrechnen.

Das kannst du danach

- Du nullst eine Messuhr mit Vorspannung, liest Messreihen ab und bestimmst Rundlauf und Parallelität als Spanne.
- Du liest Form- und Lagetoleranzen mit Toleranzrahmen und Bezug und wählst das Prüfmittel nach der 1:10-Regel.
- Du rechnest Abmaße, Grenzmaße und Passungen nach ISO 286 und triffst Messentscheidungen bis zum Prüfprotokoll.

Dein Weg durch das Heft

- 01 Messen & Prüfen · Rookie: Die Messuhr · S. 3
- 02 Messen & Prüfen · Rookie: Vorspannung und Nullen · S. 4
- 03 Messen & Prüfen · Rookie: Rundlauf messen · S. 5
- 04 Messen & Prüfen · Rookie: Messuhr im Stativ auf der Messplatte · S. 6
- 05 Messen & Prüfen · Fortgeschritten: Warum Form- und Lagetoleranzen? · S. 7
- 06 Messen & Prüfen · Fortgeschritten: Der Toleranzrahmen · S. 8
- 07 Messen & Prüfen · Fortgeschritten: Form: ohne Bezug · S. 9
- 08 Messen & Prüfen · Fortgeschritten: Lage: Richtung, Ort, Lauf · S. 10
- 09 Messen & Prüfen · Fortgeschritten: Messen in der Werkstatt · S. 11
- 10 Messen & Prüfen · Profi: Vom Prüfplan zum Prüfprotokoll · S. 12
- 11 Messen & Prüfen · Profi: Grenzmaße zuerst · S. 13
- 12 Messen & Prüfen · Profi: Prüfmittel: die 1:10-Regel · S. 14
- 13 Messen & Prüfen · Profi: Istwert, Entscheidung, Grenzfall · S. 15
- 14 Messen & Prüfen · Profi: Nach der Prüfung · S. 16
- 15 Passungen · Rookie: Nennmaß, Abmaß, Grenzmaß · S. 17
- 16 Passungen · Rookie: Die Toleranzklasse lesen · S. 18
- 17 Passungen · Rookie: Grundtoleranzen IT · S. 19
- 18 Passungen · Rookie: Allgemeintoleranzen · S. 20

WEITERLESEN

Messen & Prüfen und Passungen (Fortsetzung)

19 Passungen · Fortgeschritten: Spiel, Übergang, Übermaß · S. 21

20 Passungen · Fortgeschritten: Einheitsbohrung und Einheitswelle · S. 22

21 Passungen · Fortgeschritten: Das Toleranzfeld-Schaubild · S. 23

22 Passungen · Profi: Messentscheidung · S. 24

23 Passungen · Profi: Messmittel nach Toleranz · S. 25

24 Passungen · Profi: Presspassungen montieren · S. 26

25 Passungen · Profi: Nacharbeit oder Ausschuss · S. 27

SO LERNST DU DAMIT

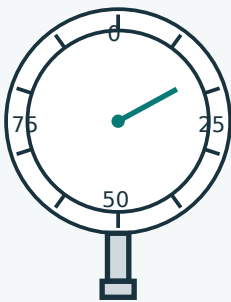
Lies ein Kapitel und rechne das Beispiel nach. Löse danach die Aufgaben zuerst selbst. Auf den Hilfeseiten findest du Denkanstöße; die Lösungen erklären den Weg und typische Stolperstellen.

Die Beispiele dienen dem Lernen. Konkrete Arbeit, Prüfung und Freigabe richten sich nach Aufgabe, Zeichnung, Herstellerangaben und betrieblichen Vorgaben. Dieses Heft ersetzt keine Unterweisung.

KAPITEL 01 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Rookie: Die Messuhr

Die Messuhr misst keinen Durchmesser, sondern einen Weg: Der Messbolzen wird verschoben, Zahnstange und Zahnräder übersetzen den Weg auf den Zeiger. Ein Teilstrich = 0,01 mm, eine Umdrehung = 1 mm, Messbereich meist 10 mm. Der kleine Zeiger zählt die Umdrehungen, der Skalenring lässt sich zum Nullen drehen.



Messuhr: 1 Teilstrich = 0,01 mm, 1 Umdrehung = 1 mm

Vorspannung: Bolzen rund 1 mm eindrücken, dann Ring auf 0 drehen.

Eingedrückt = Zeiger im Uhrzeigersinn = Plus.

Rundlauf / Parallelität = größter – kleinster Wert der Messreihe.

Bolzen senkrecht zur Fläche - sonst Kosinusfehler (Anzeige zu groß).

Hier: +0,17 mm (17 Teilstriche nach dem Nullen)

Praxistipp

Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Typischer Fehler

Nicht genullt oder beim Nullen den Ring verdreht - alle Werte falsch.

Meine Notizen

KAPITEL 02 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Rookie: Vorspannung und Nullen

Vor dem Messen wird der Bolzen etwa 1 mm eingedrückt (Vorspannung) - sonst könnte der Zeiger bei kleineren Werten nicht folgen. Dann dreht man den Skalenring, bis die 0 unter dem großen Zeiger steht: Ab jetzt zeigt die Uhr Abweichungen von dieser Stelle.

Eingedrückter Bolzen = Zeiger im Uhrzeigersinn = Plus.

Die Messuhr vergleicht also immer: Werkstück gegen Nullpunkt, Stelle gegen Stelle, Istmaß gegen Einstellmaß (Endmaß, Einstellring).

Praxistipp

Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Typischer Fehler

Keine Vorspannung - die Uhr kann nicht ins Minus. Vorzeichen verwechselt - die Welle ist nicht kleiner, sondern größer.

Meine Notizen

KAPITEL 03 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Rookie: Rundlauf messen

Die Welle liegt mit ihrem Bezugsdurchmesser in Prismen (oder zwischen Spitzen), die Messuhr tastet oben an. Welle langsam drehen und höchsten und tiefsten Zeigerstand beobachten: Rundlauf = größter – kleinster Wert. Dieser Wert wird mit dem Toleranzrahmen auf der Zeichnung verglichen.

- Messbolzen senkrecht zur Oberfläche - schräg angesetzt zeigt er zu viel (Kosinusfehler: Istwert = Anzeige $\times \cos \alpha$).
- Stativ fest, Messplatte und Prismen sauber.
- Ganze Umdrehung, nicht nur ein Stück.

Praxistipp

Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Typischer Fehler

Nur ein Teil der Umdrehung gemessen - der tiefste Punkt fehlt. Bolzen nicht senkrecht, Stativ nicht fest - der Zeiger „wandert“.

Meine Notizen

KAPITEL 04 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Rookie: Messuhr im Stativ auf der Messplatte

Für die Parallelität steht die Uhr im Stativ auf der Messplatte, das Werkstück liegt mit der Bezugsfläche darauf. Du schiebst das Stativ über das Werkstück: Die Anzeige zeigt, wie stark die Oberseite von der Messplatte abweicht. Größter – kleinster Wert = Parallelitätsabweichung.

Ebenheit hat keinen Bezug: Dafür richtet man die Fläche auf drei Auflagen (Stellschrauben) ein, bis drei Punkte 0 zeigen, und fährt dann ab - die Messplatte ist nur Hilfsreferenz.

Praxistipp

Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Typischer Fehler

Ebenheit prüfen, indem man das Teil einfach auf die Unterseite legt - so misst man die Parallelität zur Unterseite, nicht die Ebenheit.

Meine Notizen

KAPITEL 05 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Fortgeschritten: Warum Form- und Lagetoleranzen?

Ein Maß kann stimmen und das Teil trotzdem unbrauchbar sein: Eine Welle mit Ø20 h6 kann krumm sein, eine Auflagefläche mit richtiger Dicke kann hohl sein. Maßtoleranzen begrenzen nur Größen. Formtoleranzen begrenzen die Gestalt eines Elements, Lagetoleranzen seine Lage zu einem anderen Element - dem Bezug.

Praxistipp

Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Meine Notizen

KAPITEL 06 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Fortgeschritten: Der Toleranzrahmen

Form- und Lagetoleranzen stehen in einem rechteckigen Rahmen mit zwei oder mehr Feldern: Symbol · Toleranzwert · Bezug (bis zu drei Bezüge). Ein Ø vor dem Wert macht aus der Toleranzzone einen Zylinder (bei Achsen). Der Bezug ist mit einem Bezugsdreieck und Großbuchstaben am Element markiert; mehrere Bezüge (A B) gelten in dieser Reihenfolge. Eingerahmte Maße (im Rechteck) sind theoretisch genaue Maße ohne eigene Toleranz - die Toleranz steckt im Toleranzrahmen.

Praxistipp

Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Meine Notizen

KAPITEL 07 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Fortgeschritten:

Form: ohne Bezug

Geradheit, Ebenheit, Rundheit, Zylindrizität sowie Profil einer Linie/Fläche (Profil auch mit Bezug möglich) beschreiben ein Element für sich. Die Toleranzzone ist ein Abstand zweier Geraden, Ebenen, Kreise oder Zylinder. Gemessen wird mit Haarlineal und Lichtspalt (grob), Messplatte und Messuhr (Ebenheit), Prisma und Messuhr (Dreipunktmessung - der Ausschlag hängt von Prismenwinkel und Form ab, ein Oval kann im 60°-Prisma unsichtbar bleiben) oder Rundheitsmessgerät (Rundheit).

Praxistipp

Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Meine Notizen

KAPITEL 08 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Fortgeschritten:

Lage: Richtung, Ort, Lauf

- Richtung: Parallelität, Rechtwinkligkeit, Neigung - wie ist das Element zum Bezug ausgerichtet?
- Ort: Position, Koaxialität, Symmetrie - wo liegt es zum Bezug?
- Lauf: Rundlauf, Planlauf, Gesamtlauf - was zeigt die Messuhr beim Drehen um die Bezugsachse?

Rundlauf enthält Rundheit und Versatz zur Bezugsachse: Eine perfekt runde, aber exzentrische Welle hat Rundlauf = $2 \times$ Exzentrizität.

Praxistipp

Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Meine Notizen

KAPITEL 09 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Fortgeschritten: Messen in der Werkstatt

Die meisten Form- und Lagetoleranzen prüfst du mit Messplatte, Prismen, Winkel, Messuhr oder Feinzeiger. Zuerst den Bezug aufnehmen (auflegen, einspannen, ausrichten), dann das tolerierte Element abfahren. Positionen von Bohrbildern misst das Koordinatenmessgerät; dort rechnet man die Abweichung aus X und Y nach Pythagoras und vergleicht den doppelten Abstand mit $\varnothing t$.

Praxistipp

Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Meine Notizen

KAPITEL 10 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Profi: Vom Prüfplan zum Prüfprotokoll

Der Prüfplan sagt, was wie womit und wie oft geprüft wird. Das Prüfprotokoll hält fest, was dabei herauskam: Merkmal, Grenzmaße, Prüfmittel (mit Kennung), Istwert, Entscheidung, Datum, Prüfer, Zeichnungsstand. Eine zweite Person muss die Prüfung damit nachvollziehen können. Mehr dazu online unter „Prüfplan“ und „Dokumentation“.

Praxistipp

Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Meine Notizen

KAPITEL 11 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Profi: Grenzmaße zuerst

Bevor du misst, rechnest du jedes Merkmal in Grenzmaße um: Toleranzklassen aus der ISO-286-Tabelle (h6 bei 20 mm: $0/-13\text{ }\mu\text{m}$), Maße ohne Angabe aus der Allgemeintoleranz im Schriftfeld (ISO 2768-m: über 6 bis 30 mm $\pm 0,2$, über 30 bis 120 mm $\pm 0,3$ - Ø30 gehört also noch zu $\pm 0,2$). Form- und Lagetoleranzen stehen direkt im Rahmen. Den Rechenweg übst du im Passungen-Lernweg.

Praxistipp

Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Meine Notizen

KAPITEL 12 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Profi: Prüfmittel: die 1:10-Regel

Die Messunsicherheit bzw. Fehlergrenze des Prüfmittels - nicht sein Anzeigeschritt - soll höchstens ein Zehntel der Toleranz betragen. 13 µm Toleranz → rund 1 µm: Das schafft eine Bügelmessschraube 0,001 nur knapp, sicher entscheidet die Grensrachenlehre. $\pm 0,2$ ($T = 0,4$) → 0,04: digitaler Messschieber (Anzeige 0,01, Fehlergrenze typisch $\pm 0,02$ bis $\pm 0,03$ mm). $\pm 0,3$ ($T = 0,6$) → 0,06: auch der Messschieber 0,05 (Fehlergrenze etwa $\pm 0,05$ mm) reicht. Das ist eine Faustregel („goldene Regel der Messtechnik“), keine Norm - im Betrieb gilt die Prüfmittelanweisung. Ein zu grobes Prüfmittel liefert Zahlen, aber keine Entscheidung - der wahre Wert kann ebenso außerhalb liegen.

Praxistipp

Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Meine Notizen

KAPITEL 13 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Profi: Istwert, Entscheidung, Grenzfall

Istwert innerhalb der Grenzmaße → IO, außerhalb → NIO. Ein Merkmal NIO macht das Teil NIO - die Toleranz hat die Konstruktion festgelegt. Liegt der Istwert nahe an der Grenze, entscheidet die Messunsicherheit: Im Zweifel mit einem genaueren Mittel nachmessen. Zu viel Material ist nacharbeitbar, zu wenig meist Ausschuss.

Praxistipp

Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Meine Notizen

KAPITEL 14 | VERSTEHEN

Messen & Prüfen · Profi: Nach der Prüfung

NIO-Teile werden gekennzeichnet und gesperrt; über Nacharbeit oder Ausschuss entscheidet die zuständige Stelle, die Entscheidung wird dokumentiert. Treten gleiche Abweichungen gehäuft auf (alle Längen zu groß), ist das ein systematischer Fehler in der Fertigung - das Protokoll ist der Hinweis für die Ursachenanalyse (online: „Ursachen finden“).

Praxistipp

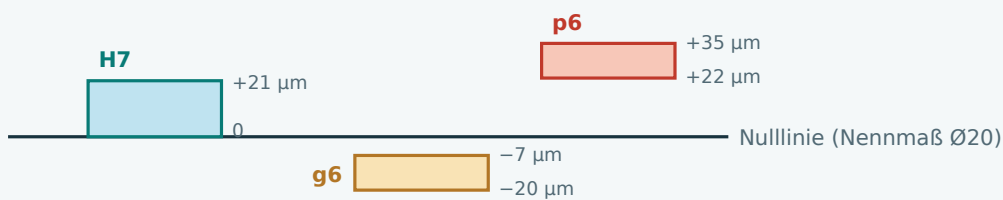
Probier es online in der Werkbank „Messen & Prüfen“ auf lehrlynx.at aus - dort lässt sich jede Lektion mit Messuhr, Symbolkarten oder Prüfprotokoll nachvollziehen.

Meine Notizen

KAPITEL 15 | VERSTEHEN

Passungen · Rookie: Nennmaß, Abmaß, Grenzmaß

Das Nennmaß steht auf der Zeichnung ($\varnothing 20$). Kein Teil ist genau 20,000 - darum gibt es ein oberes und ein unteres Abmaß in μm , bei der Bohrung ES/EI (groß), bei der Welle es/ei (klein). Nennmaß + Abmaß = Grenzmaß: Höchstmaß und Mindestmaß. Ihr Unterschied ist die Toleranz T.



H7/g6: Spielpassung (Welle ganz unter der Bohrung) · H7/p6: Übermaßpassung (Welle über der Bohrung) · Überlappung = Übergang

Praxistipp

Rechne es online im Passungen-Lernweg auf lehrlynx.at nach - dort zeigt das Toleranzfeld-Schaubild jede Klasse maßstäblich.

Meine Notizen

KAPITEL 16 | VERSTEHEN

Passungen · Rookie: Die Toleranzklasse lesen

H7: Der Buchstabe sagt, wo das Toleranzfeld zur Nulllinie liegt (das Grundabmaß). Die Zahl ist der Toleranzgrad IT - wie breit das Feld ist. Großbuchstaben für Bohrungen, Kleinbuchstaben für Wellen.

- H: EI = 0, Feld über der Nulllinie. h: es = 0, Feld darunter.
- a-g / A-G: unter bzw. über der Nulllinie mit Abstand (Spiel).
- k-s: Welle über der Nulllinie (Übergang, Übermaß); K-P: Bohrung um bzw. unter der Nulllinie.
- js / JS: symmetrisch $\pm IT/2$.

Praxistipp

Rechne es online im Passungen-Lernweg auf lehrlynx.at nach - dort zeigt das Toleranzfeld-Schaubild jede Klasse maßstäblich.

Meine Notizen

KAPITEL 17 | VERSTEHEN

Passungen · Rookie: Grundtoleranzen IT

Die Breite des Feldes hängt vom Grad und vom Nennmaß ab: IT7 bei 20 mm sind 21 µm, bei 50 mm 25 µm, bei 100 mm 35 µm. Grobe Grade (IT12 und gröber) für Rohteile und freie Maße, IT5-IT11 für Passungen (meist IT6-IT8, grob z. B. H11/d11), IT4 und feiner für Lehren und Endmaße. Die Tabellen stehen unter „Nachschlagen“.

Praxistipp

Rechne es online im Passungen-Lernweg auf lehrlynx.at nach - dort zeigt das Toleranzfeld-Schaubild jede Klasse maßstäblich.

Meine Notizen

KAPITEL 18 | VERSTEHEN

Passungen · Rookie: Allgemeintoleranzen

Maße ohne eigene Toleranz bekommen sie aus der Allgemeintoleranz im Schriftfeld, z. B. ISO 2768-m: über 6 bis 30 mm $\pm 0,2$, über 30 bis 120 mm $\pm 0,3$. Die Klassen f (fein), m (mittel), c (grob), v (sehr grob) unterscheiden sich in der Größe der Abmaße. Für Passmaße reicht das nie - die bekommen eine Toleranzklasse.

Praxistipp

Rechne es online im Passungen-Lernweg auf lehrlynx.at nach - dort zeigt das Toleranzfeld-Schaubild jede Klasse maßstäblich.

Meine Notizen

KAPITEL 19 | VERSTEHEN

Passungen · Fortgeschritten: Spiel, Übergang, Übermaß

Eine Passung ist das Zusammenspiel von Bohrung und Welle mit demselben Nennmaß. $\text{Spiel} = \text{Bohrung} - \text{Welle}$ (positiv), $\text{Übermaß} = \text{Welle} - \text{Bohrung}$.

- $\text{Höchstspiel} = \text{größte Bohrung} - \text{kleinste Welle}$
- $\text{Mindestspiel} = \text{kleinste Bohrung} - \text{größte Welle}$
- $\text{Mindestspiel} \geq 0 \rightarrow \text{Spielpassung}$; $\text{Höchstspiel} \leq 0 \rightarrow \text{Übermaßpassung}$; sonst Übergangspassung.

Die Passtoleranz ($\text{Höchstspiel} - \text{Mindestspiel}$) ist die Summe beider Toleranzen.

Praxistipp

Rechne es online im Passungen-Lernweg auf lehrlynx.at nach - dort zeigt das Toleranzfeld-Schaubild jede Klasse maßstäblich.

Meine Notizen

KAPITEL 20 | VERSTEHEN

Passungen · Fortgeschritten: Einheitsbohrung und Einheitswelle

System Einheitsbohrung: Die Bohrung ist immer H, die Welle bestimmt die Passung (H7/g6, H7/k6, H7/p6). Bohrungen brauchen feste Werkzeuge (Reibahle, Lehrdorn) - ein Satz reicht.
System Einheitswelle: Welle immer h, die Bohrung bestimmt (G7/h6, K7/h6) - sinnvoll, wenn auf einer glatten Welle mehrere Teile verschieden sitzen sollen.

Praxistipp

Rechne es online im Passungen-Lernweg auf lehrlynx.at nach - dort zeigt das Toleranzfeld-Schaubild jede Klasse maßstäblich.

Meine Notizen

KAPITEL 21 | VERSTEHEN

Passungen · Fortgeschritten: Das Toleranzfeld-Schaubild

Im Schaubild in Kapitel 15 siehst du die Felder maßstäblich in μm : Liegt das Wellenfeld ganz unter dem Bohrungsfeld, ist es eine Spielpassung; überlappen sie, eine Übergangspassung; liegt die Welle ganz darüber, eine Übermaßpassung. Online im Passungen-Lernweg kannst du H7 mit g6, k6, p6 und anderen Nennmaßen vergleichen.

Praxistipp

Rechne es online im Passungen-Lernweg auf lehrlynx.at nach - dort zeigt das Toleranzfeld-Schaubild jede Klasse maßstäblich.

Meine Notizen

KAPITEL 22 | VERSTEHEN

Passungen · Profi: Messentscheidung

Beurteilt wird immer gegen die Grenzmaße, nie gegen das Nennmaß: Eine g6-Welle muss unter 20,000 liegen - das ist kein Fehler, das ist das Spiel. Der Istwert ist IO, wenn er zwischen Mindest- und Höchstmaß liegt. Nahe an der Grenze entscheidet die Messunsicherheit: Beim digitalen Messschieber (Fehlergrenze $\pm 0,02$ mm) kann „20,02“ auch 20,04 sein.

Praxistipp

Rechne es online im Passungen-Lernweg auf lehrlynx.at nach - dort zeigt das Toleranzfeld-Schaubild jede Klasse maßstäblich.

Meine Notizen

KAPITEL 23 | VERSTEHEN

Passungen · Profi: Messmittel nach Toleranz

Faustregel: Messunsicherheit bzw. Fehlergrenze des Messmittels - nicht seine Anzeige - höchstens ein Zehntel der Toleranz. Bei Ø20: IT6 (13 µm) → Bügelmessschraube 0,001 oder Grenzlehre; IT9 (52 µm) → Bügelmessschraube 0,001 oder Feinzeiger; IT11 (130 µm) → Bügelmessschraube 0,01; ab etwa 0,3 mm Toleranz → digitaler Messschieber 0,01 - seine Fehlergrenze (typisch $\pm 0,02$ bis $\pm 0,03$ mm) zählt, nicht die Anzeige; $\pm 0,3$ und größer → Messschieber 0,05. Faustregel, keine Norm. Grenzlehren (Lehrdorn, Rachenlehre) entscheiden nur IO/NIO: Gutseite = Mindestmaß der Bohrung bzw. Höchstmaß der Welle, Ausschussseite = die andere Grenze.

Praxistipp

Rechne es online im Passungen-Lernweg auf lehrlynx.at nach - dort zeigt das Toleranzfeld-Schaubild jede Klasse maßstäblich.

Meine Notizen

KAPITEL 24 | VERSTEHEN

Passungen · Profi: Presspassungen montieren

Übermaß heißt: Die Welle passt kalt nicht hinein. Montage mit der Presse (Einpressen, mit Fase und Öl) oder thermisch: Nabe erwärmen (Induktionsanwärmer oder Ofen, keine offene Flamme) bzw. Welle kühlen - immer mit Hitze- bzw. Kälteschutzhandschuhen, beim Kühlen auch mit Schutzbrille. Stahl dehnt sich um rund $11,5 \mu\text{m}$ je Meter und Kelvin. $\varnothing 60$ bei $+100 \text{ K}$: $0,069 \text{ mm}$ weiter. Nie mit dem Hammer: Der beschädigt Sitz und Lager und verdirbt den Rundlauf.

Praxistipp

Rechne es online im Passungen-Lernweg auf lehrlynx.at nach - dort zeigt das Toleranzfeld-Schaubild jede Klasse maßstäblich.

Meine Notizen

KAPITEL 25 | VERSTEHEN

Passungen · Profi: Nacharbeit oder Ausschuss

Welle zu groß, Bohrung zu klein: zu viel Material - nacharbeitbar. Welle zu klein, Bohrung zu groß: zu wenig Material - meist Ausschuss. Darum zielt man beim Fertigen auf die Mitte des Feldes oder etwas zur sicheren Seite (Welle eher groß, Bohrung eher klein) und misst zwischendurch. Prüfprotokoll und IO/NIO übst du in Messen & Prüfen.

Praxistipp

Rechne es online im Passungen-Lernweg auf lehrlynx.at nach - dort zeigt das Toleranzfeld-Schaubild jede Klasse maßstäblich.

Meine Notizen

AUFGABEN 1-4

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 1 | Kapitel 1

Messuhr ablesen: Die Messuhr zeigt einen Messbolzenweg. Der kleine Zeiger zählt ganze Millimeter (eine Umdrehung des großen Zeigers), der große Zeiger die Hundertstel (ein Teilstrich = 0,01 mm). Wie groß ist der Weg?

Im Bild der Werkbank steht der kleine Zeiger zwischen 1 und 2, der große Zeiger auf 37.
Gesucht: Messbolzenweg (mm)

Meine Notizen

Aufgabe 2 | Kapitel 1

Abweichung nach dem Nullen: Die Uhr wurde am Einstellmaß genullt (Skalenring gedreht: die 0 steht jetzt unter dem großen Zeiger). Dann wurde das Werkstück angetastet - der große Zeiger steht 3 Teilstriche rechts von der 0. Wie groß ist die Abweichung vom Einstellmaß?

Gesucht: Abweichung (mm)

Meine Notizen

Aufgabe 3 | Kapitel 1

Welche Richtung ist Plus?: Der Messbolzen wird beim Antasten weiter eingedrückt. Was macht der große Zeiger?

- A) Er dreht im Uhrzeigersinn - die Anzeige wird größer (Plus).
- B) Er dreht gegen den Uhrzeigersinn - die Anzeige wird kleiner (Minus).
- C) Er bleibt stehen - nur der kleine Zeiger bewegt sich.

Meine Notizen

WEITERLESEN

Jetzt selbst anwenden (Fortsetzung)

Aufgabe 4 | Kapitel 1

Rundlauf aus der Messreihe: Der Rundlauf ist der größte Zeigerausschlag bei einer vollen Umdrehung: größter Wert minus kleinster Wert der Messreihe. Nimm die Messreihe (alle 45°) auf und trag den Rundlauf ein.

Messreihe aus der Werkbank (Anzeige in mm, genullt bei 0°):

$0^\circ \rightarrow 0,00 \cdot 45^\circ \rightarrow 0,00 \cdot 90^\circ \rightarrow 0,00 \cdot 135^\circ \rightarrow -0,01 \cdot 180^\circ \rightarrow -0,02 \cdot 225^\circ \rightarrow -0,03 \cdot 270^\circ \rightarrow -0,02 \cdot 315^\circ \rightarrow 0,00$

Gesucht: Rundlauf (max – min) (mm)

Meine Notizen

AUFGABEN 5-8

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 5 | Kapitel 1

In Ordnung oder nicht?: Auf der Zeichnung steht [$\nearrow$ | 0,02 | A]. Du hast an dieser Welle 0,03 mm Rundlauf gemessen. Entscheidung?

- A) NIO - 0,03 ist größer als die zulässigen 0,02.
- B) IO - 0,03 liegt noch innerhalb der Toleranz, weil Minuswerte nicht zählen.
- C) Nicht entscheidbar - dafür braucht man eine Rundheitsmessmaschine.

Meine Notizen

Aufgabe 6 | Kapitel 1

Parallelität bestimmen: Die Parallelitätsabweichung zur Messplatte ist wieder größter minus kleinster Wert. Nimm die Reihe (alle 10 mm, genullt bei 0) auf und trag den Wert ein.

Messreihe aus der Werkbank (Anzeige in mm, genullt bei 0 mm):

0 mm $\rightarrow$ 0,00 $\cdot$ 10 mm $\rightarrow$ +0,01 $\cdot$ 20 mm $\rightarrow$ +0,01 $\cdot$ 30 mm $\rightarrow$ +0,02 $\cdot$ 40 mm $\rightarrow$ +0,02 $\cdot$ 50 mm $\rightarrow$ +0,03 $\cdot$ 60 mm $\rightarrow$ +0,04

Gesucht: Parallelitätsabweichung (mm)

Meine Notizen

Aufgabe 7 | Kapitel 1

Warum Vorspannung?: Beim Ansetzen drückt man den Messbolzen etwa 1 mm ein, bevor man nullt. Warum?

- A) Damit die Uhr auch kleinere Werte (Minus) anzeigen kann - der Bolzen kann in beide Richtungen laufen.
- B) Damit der große Zeiger genau auf 0 steht.
- C) Damit die Messkraft so groß wird, dass das Werkstück nicht wegrutscht.

Meine Notizen

WEITERLESEN

Jetzt selbst anwenden (Fortsetzung)

Aufgabe 8 | Kapitel 5

Symbol erkennen: Rundlauf: Welches Symbol steht im Toleranzrahmen für Rundlauf?

- A) Pfeil schräg
- B) Kreis
- C) Doppelkreis
- D) Kreis mit Linien

Meine Notizen

AUFGABEN 9-12

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 9 | Kapitel 5

Symbole zuordnen: Ordne jedem Symbol seine Bedeutung zu.

- Parallelogramm
- zwei schräge Striche
- umgedrehtes T
- Kreis mit Fadenkreuz
- drei Striche
- ein Strich

Auswahl: Rechtwinkligkeit / Ebenheit / Symmetrie / Parallelität / Position / Geradheit

Meine Notizen

Aufgabe 10 | Kapitel 5

Form oder Lage?: Formtoleranzen beschreiben ein Element für sich - ohne Bezug.
Lagetoleranzen beziehen sich auf ein anderes Element - mit Bezug (Buchstabe im Rahmen).
Ordne zu.

- Ebenheit 0,02
- Parallelität 0,05 A
- Rundheit 0,01
- Rundlauf 0,03 A
- Position $\varnothing$ 0,2 A B
- Zylindrizität 0,02

Auswahl: Formtoleranz (ohne Bezug) / Lagetoleranz (mit Bezug)

Meine Notizen

WEITERLESEN

Jetzt selbst anwenden (Fortsetzung)

Aufgabe 11 | Kapitel 5

Toleranzrahmen lesen: Auf der Zeichnung steht an einer Fläche: [$\perp$ | 0,05 | A]. Was heißt das?

- A) Die Fläche muss rechtwinklig zur Bezugsfläche A stehen - die Abweichung darf höchstens 0,05 mm betragen (die Fläche liegt zwischen zwei parallelen Ebenen im Abstand 0,05, die senkrecht auf A stehen).
- B) Die Fläche darf gegenüber A um $\pm 0,05^\circ$ geneigt sein.
- C) Die Fläche A muss auf 0,05 mm eben sein.

Meine Notizen**Aufgabe 12 | Kapitel 5**

Rundheit oder Rundlauf?: Eine Welle ist perfekt rund, sitzt aber beim Drehen exzentrisch (ihre Achse liegt 0,02 mm neben der Bezugsachse). Was zeigt die Messuhr beim Drehen um die Bezugsachse?

- A) Rundlauf 0,04 - obwohl die Rundheit 0 ist: Rundlauf enthält den Versatz zur Bezugsachse.
- B) Rundlauf 0 - die Welle ist ja rund.
- C) Rundlauf 0,02 - genau der Achsversatz.

Meine Notizen

AUFGABEN 13-16

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 13 | Kapitel 5

Rundlauf aus Zahlen: Messreihe an einem Lagersitz (Uhr bei 0° genullt): 0° 0,00 · 45° +0,01 · 90° +0,015 · 135° 0,00 · 180° -0,02 · 225° -0,02 · 270° -0,005 · 315° +0,005. Wie groß ist der Rundlauf?

Gesucht: Rundlauf (mm)

Meine Notizen**Aufgabe 14 | Kapitel 5**

Entscheiden mit Rahmen: Für diesen Lagersitz fordert die Zeichnung [↗ | 0,05 | A]. Gemessen: 0,035 mm. Entscheidung?

- A) IO - 0,035 ist kleiner als 0,05.
- B) NIO - es gibt Minuswerte in der Messreihe.
- C) IO, aber nur wenn die Rundheit extra geprüft wird.

Meine Notizen**Aufgabe 15 | Kapitel 5**

Positionstoleranz Ø 0,2: An einer Bohrung steht [Kreis mit Fadenkreuz | Ø 0,2 | A | B], die Lage ist mit theoretisch genauen Maßen (im Rechteck) bemaßt. Was bedeutet das Ø vor der 0,2?

- A) Die Bohrungssachse darf überall innerhalb eines Zylinders Ø 0,2 mm um den theoretisch genauen Ort liegen - also 0,1 mm in jede Richtung.
- B) Die Bohrung darf ±0,2 mm in X und ±0,2 mm in Y abweichen.
- C) Der Bohrungsdurchmesser darf um 0,2 mm abweichen.

Meine Notizen

WEITERLESEN

Jetzt selbst anwenden (Fortsetzung)

Aufgabe 16 | Kapitel 5

Positionsabweichung berechnen: Sollposition der Bohrung X 30,00 / Y 20,00 (theoretisch genau). Gemessen: X 30,06 / Y 19,97. Wie weit liegt die Achse vom Sollpunkt entfernt - und wie groß ist die Positionsabweichung als Durchmesser ($2 \times \text{Abstand}$)?

Gesucht: Abstand zum Sollpunkt (mm), Positionsabweichung $\varnothing$ (mm)

Meine Notizen

AUFGABEN 17-20

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 17 | Kapitel 5

Was ist ein Bezug?: Im Rahmen [$\parallel$ | 0,05 | A] steht ein A. Was ist dieses A beim Messen?

- A) Die Bezugsfläche: Sie wird zuerst ausgerichtet (z. B. auf die Messplatte gelegt) - von ihr aus wird die tolerierte Fläche gemessen.
- B) Die Fläche, die gemessen wird.
- C) Eine Kennzeichnung für die Oberflächengüte.

Meine Notizen

Aufgabe 18 | Kapitel 5

Ebenheit prüfen: Du sollst die Ebenheit 0,02 einer Auflagefläche prüfen. Womit?

- A) Werkstück auf drei Auflagen (Stellschrauben) auf der Messplatte ausrichten, bis drei Punkte der Fläche 0 zeigen, dann Messuhr oder Feinzeiger im Stativ über die Fläche führen; für eine schnelle Sichtprüfung Haarlineal gegen das Licht.
- B) Mit dem Messschieber an mehreren Stellen die Dicke messen.
- C) Mit der Wasserwaage.

Meine Notizen

Aufgabe 19 | Kapitel 10

Grenzmaße des Prüfauftrags: Prüfauftrag „Lagerwelle“: Bestimme für jedes Maß Höchst- und Mindestmaß. Ø20 h6 aus der ISO-286-Tabelle (siehe Lektion), Ø30 und 80 nach Allgemeintoleranz ISO 2768-m.

- Ø20 h6
- Ø30 (ISO 2768-m)
- Länge 80 (ISO 2768-m)

Meine Notizen

WEITERLESEN

Jetzt selbst anwenden (Fortsetzung)

Aufgabe 20 | Kapitel 10

Prüfmittel wählen: Faustregel: Die Messunsicherheit (Fehlergrenze) des Prüfmittels - nicht seine Anzeige - soll höchstens ein Zehntel der Toleranz betragen. Ordne jedem Merkmal das passende Prüfmittel zu.

- Ø20 h6 ($T = 0,013$)
- Ø30 $\pm 0,2$ ($T = 0,4$)
- Länge 80 $\pm 0,3$ ($T = 0,6$)
- Rundlauf 0,05 A
- Fase 1×45°

Auswahl: Bügelmessschraube 0,001 mm / Messschieber digital 0,01 mm / Messschieber 0,05 mm / Messuhr im Stativ, Welle in Prismen / Sichtprüfung / Fasenlehre

Meine Notizen

AUFGABEN 21-24

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 21 | Kapitel 10

Rundlauf messen: Leg die Welle mit dem Bezug Ø20 (A) in die Prismen, sichere sie gegen Kippen und Wandern (Niederhalter, axialer Anschlag) und miss den Rundlauf am Ø30: Nullen, alle 45° einen Wert merken, Spanne bilden. Trag den Rundlauf ein. (Die Werkbank zeigt die Welle vereinfacht - der Bezug liegt in den Prismen, die Uhr tastet am Ø30 an.)

Messreihe aus der Werkbank (Anzeige in mm, genullt bei 0°):

$0^\circ \rightarrow 0,00 \cdot 45^\circ \rightarrow -0,01 \cdot 90^\circ \rightarrow -0,03 \cdot 135^\circ \rightarrow -0,03 \cdot 180^\circ \rightarrow -0,01 \cdot 225^\circ \rightarrow -0,02 \cdot 270^\circ \rightarrow -0,03 \cdot 315^\circ \rightarrow -0,02$

Gesucht: Rundlauf am Ø30 (mm)

Meine Notizen

Aufgabe 22 | Kapitel 10

Istwerte beurteilen: Die Messungen sind erledigt. Beurteile jedes Merkmal gegen seine Grenzmaße bzw. seinen Toleranzrahmen.

- Ø20 h6 · Ist 19,992 (Bügelmessschraube)
- Ø30 ±0,2 · Ist 30,12 (Messschieber digital 0,01)
- Länge 80 ±0,3 · Ist 80,35 (Messschieber, mit digitalem Messschieber 0,01 bestätigt)
- Rundlauf 0,05 A · Ist 0,03 (Messuhr)
- Fase 1×45° (1 ±0,2 mm, 45° ±1°) · Fasenlehre i. O., gratfrei

Auswahl: IO (innerhalb) / NIO (außerhalb)

Meine Notizen

Aufgabe 23 | Kapitel 10

Gesamtentscheidung: Vier Merkmale IO, die Länge ist mit 80,35 um 0,05 mm zu lang. Was trägst du ins Protokoll ein - und was passiert mit dem Teil?

A) Teil NIO. Die Länge ist nacharbeitbar (Material ist zu viel da) - das Teil wird gesperrt/gekennzeichnet, die Nacharbeit entscheidet die zuständige Stelle und wird dokumentiert.

B) Teil IO, weil vier von fünf Merkmalen passen.

C) Teil IO, weil 0,05 bei einer Länge von 80 mm nicht ins Gewicht fällt.

WEITERLESEN

Jetzt selbst anwenden (Fortsetzung)

Meine Notizen

Aufgabe 24 | Kapitel 10

Messschieber an h6?: Ein Kollege prüft Ø20 h6 (Toleranz 0,013 mm) mit dem Messschieber (0,05 mm) und liest 20,00 ab. Ist das Teil damit als IO nachgewiesen?

A) Nein. Schon die Ablesung in 0,05-Schritten lässt 19,975 bis 20,025 offen, mit der Fehlergrenze des Messschiebers (etwa $\pm 0,05$ mm) sogar etwa 19,95 bis 20,05 - viel breiter als die Toleranz. Bügelmessschraube oder Grenzlehre nehmen.

B) Ja, 20,00 liegt genau innerhalb von 19,987 bis 20,000.

C) Ja, wenn er dreimal misst und den Mittelwert nimmt.

Meine Notizen

AUFGABEN 25-28

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 25 | Kapitel 10

Temperatur beim Messen: Die Stahlwelle (Ø20) kommt warm von der Maschine: 30 °C statt der Bezugstemperatur 20 °C. Längenausdehnungszahl von Stahl $\alpha \approx 11,5 \cdot 10^{-6}$ je K. Um wie viel μm ist der Durchmesser jetzt größer als bei 20 °C? ($\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$)

Gesucht: Zunahme des Durchmessers (μm)

Meine Notizen**Aufgabe 26 | Kapitel 10**

Was gehört ins Prüfprotokoll?: Welche Angaben gehören in das Prüfprotokoll der Lagerwelle?

- A) Merkmal mit Nennmaß und Grenzmaßen
- B) Istwert und verwendetes Prüfmittel (mit Kennung)
- C) Entscheidung IO/NIO je Merkmal und Gesamtentscheidung
- D) Datum, Prüfer, Zeichnungs- und Auftragsnummer
- E) Einkaufspreis des Rohmaterials

Meine Notizen**Aufgabe 27 | Kapitel 10**

Bezug beim Rundlauf: Der Rahmen fordert Rundlauf 0,05 zu A (A = Achse des Ø20). Wie legst du die Welle zum Messen auf?

- A) Mit dem Ø20 in die Prismen - er bildet die Drehachse (Bezug A); die Messuhr tastet am Ø30 an.
- B) Mit dem Ø30 in die Prismen - die Messuhr tastet am Ø20 an.
- C) Egal - Rundlauf ist Rundlauf.

Meine Notizen

WEITERLESEN

Jetzt selbst anwenden (Fortsetzung)

Aufgabe 28 | Kapitel 10

Fehlerursache einkreisen: Die Länge ist bei fünf Wellen aus derselben Serie um 0,05 bis 0,07 mm zu groß, alles andere passt. Was ist die wahrscheinlichste Ursache?

- A) Ein systematischer Fehler: Anschlag oder Nullpunkt in Z um rund 0,06 mm verstellt - alle Teile gleich daneben.
- B) Zufällige Messfehler des Prüfers.
- C) Die Toleranz $\pm 0,3$ ist zu eng gewählt.

Meine Notizen

AUFGABEN 29-32

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 29 | Kapitel 15

Wer ist die Bohrung?: Auf der Zeichnung steht $\varnothing 20\ H7/g6$. Welcher Teil beschreibt die Bohrung?

- A) H7 - Großbuchstaben gehören zur Bohrung (Innenmaß).
- B) g6 - Kleinbuchstaben gehören zur Bohrung.
- C) $\varnothing 20$ - das ist die Bohrung, H7/g6 die Welle.

Meine Notizen

Aufgabe 30 | Kapitel 15

Buchstabe und Zahl: In der Toleranzklasse H7: Was sagt der Buchstabe, was die Zahl?

- A) Der Buchstabe gibt die Lage des Toleranzfelds zur Nulllinie an, die Zahl den Toleranzgrad (wie breit das Feld ist).
- B) Der Buchstabe gibt die Breite an, die Zahl die Lage.
- C) Der Buchstabe steht für den Werkstoff, die Zahl für die Oberflächengüte.

Meine Notizen

Aufgabe 31 | Kapitel 15

Grundtoleranz IT7 ablesen: Lies aus der IT-Tabelle (Lektion „Grundtoleranzen“): Wie groß ist die Grundtoleranz IT7 für Nennmaß 20 mm? Und IT7 für 50 mm?

Gesucht: IT7 bei 20 mm (μm), IT7 bei 50 mm (μm)

Meine Notizen

WEITERLESEN

Jetzt selbst anwenden (Fortsetzung)

Aufgabe 32 | Kapitel 15

Abmaße der Bohrung H7: Ø20 H7: Das H-Feld beginnt an der Nulllinie (unteres Abmaß EI = 0) und ist IT7 breit. Wie groß sind oberes Abmaß ES und unteres Abmaß EI?

Gesucht: ES (oberes Abmaß) (μm), EI (unteres Abmaß) (μm)

Meine Notizen

AUFGABEN 33-36

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 33 | Kapitel 15

Abmaße der Welle g6: Ø20 g6: Das Grundabmaß von g (oberes Abmaß es) ist bei 18-30 mm –7 µm, IT6 ist 13 µm breit. Wie groß sind es und ei?

Gesucht: es (oberes Abmaß) (µm), ei (unteres Abmaß) (µm)

Meine Notizen

Aufgabe 34 | Kapitel 15

Grenzmaße berechnen: Rechne aus Nennmaß und Abmaßen die Grenzmaße für Ø20 H7/g6 aus (Nennmaß + Abmaß).

- Bohrung H7
- Welle g6

Meine Notizen

Aufgabe 35 | Kapitel 15

Das Feld h: Wo liegt das Toleranzfeld der Wellenklasse h?

- A) Das obere Abmaß es ist 0 - das Feld hängt an der Nulllinie nach unten. Die Welle ist nie größer als das Nennmaß.
- B) Das untere Abmaß ei ist 0 - das Feld geht nach oben.
- C) Symmetrisch um die Nulllinie.

Meine Notizen

WEITERLESEN

Jetzt selbst anwenden (Fortsetzung)

Aufgabe 36 | Kapitel 15

Allgemeintoleranz: Auf der Zeichnung steht „ISO 2768-m“. Das Längenmaß 45 hat keine Toleranzangabe. Welches Abmaß gilt ($\pm$)?

Gesucht: Zulässige Abweichung $\pm$ (mm)

Meine Notizen

AUFGABEN 37-40

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 37 | Kapitel 19

Spiel berechnen: $\varnothing 20$ H7/g6: Bohrung 20,000-20,021, Welle 19,980-19,993. Höchstspiel = größte Bohrung – kleinste Welle, Mindestspiel = kleinste Bohrung – größte Welle. Rechne beide aus.

Gesucht: Höchstspiel (mm), Mindestspiel (mm)

Meine Notizen

Aufgabe 38 | Kapitel 19

Welche Passungsart?: Mindestspiel 0,007 mm, Höchstspiel 0,041 mm. Welche Passungsart ist $\varnothing 20$ H7/g6?

- A) Spielpassung - auch im ungünstigsten Fall bleibt Spiel (Mindestspiel ≥ 0).
- B) Übergangspassung - es kann Spiel oder Übermaß entstehen.
- C) Übermaßpassung - die Welle ist immer größer als die Bohrung.

Meine Notizen

Aufgabe 39 | Kapitel 19

Übermaß berechnen: $\varnothing 40$ H7/p6: Bohrung 40,000-40,025, Welle 40,026-40,042. Hier ist die Welle immer größer als die Bohrung. Höchstübermaß = größte Welle – kleinste Bohrung, Mindestübermaß = kleinste Welle – größte Bohrung.

Gesucht: Höchstübermaß (mm), Mindestübermaß (mm)

Meine Notizen

WEITERLESEN

Jetzt selbst anwenden (Fortsetzung)

Aufgabe 40 | Kapitel 19

Übergangspassung erkennen: Ø30 H7/k6: Bohrung 30,000-30,021, Welle 30,002-30,015. Was kann beim Zusammenbau entstehen?

A) Spiel bis 0,019 mm oder Übermaß bis 0,015 mm - je nachdem, welche Istmaße zusammentreffen: Übergangspassung.

B) Immer Spiel, weil die Bohrung größer sein darf.

C) Immer Übermaß, weil die Welle über dem Nennmaß liegt.

Meine Notizen

AUFGABEN 41-44

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 41 | Kapitel 19

Warum Einheitsbohrung?: Fast alle Passungen in der Werkstatt sind H7/... (System Einheitsbohrung). Warum legt man die Bohrung auf H fest und variiert die Welle?

- A) Bohrungen werden mit festen Werkzeugen (Bohrer, Reibahle) gefertigt und geprüft (Lehrdorn) - ein Werkzeugsatz für H7 reicht. Eine Welle lässt sich beim Drehen oder Schleifen leicht auf jedes Maß bringen.
- B) Weil Wellen teurer sind als Bohrungen.
- C) Weil H-Bohrungen keine Toleranz haben.

Meine Notizen

Aufgabe 42 | Kapitel 19

Passung zur Anwendung: Welche Passung passt zur Aufgabe?

- Gleitlagerbuchse - Welle soll sich leicht drehen
- Zahnrad mit Passfeder - gut zentriert, mit leichten Schlägen montierbar
- Laufbuchse fest in ein Gehäuse eingepresst
- Scharnierbolzen, lose, mit viel Spiel

Auswahl: H7/g6 (Spielpassung, eng) / H7/k6 (Übergangspassung) / H7/p6 (Übermaßpassung) / H11/d11 (Spielpassung, weit)

Meine Notizen

Aufgabe 43 | Kapitel 19

H8/f7 rechnen: $\varnothing 50$ H8/f7 (typisch für Laufsitze mit mehr Spiel). Ermittle Höchst- und Mindestspiel. IT8 (30-50) = 39 μm , f: es = -25 μm , IT7 = 25 μm .

Gesucht: Höchstspiel (mm), Mindestspiel (mm)

Meine Notizen

WEITERLESEN

Jetzt selbst anwenden (Fortsetzung)

Aufgabe 44 | Kapitel 19

Der Grenzfall H7/h6: Ø20 H7/h6: Bohrung 20,000-20,021, Welle 19,987-20,000. Was gilt?

A) Mindestspiel genau 0 (größte Welle = kleinste Bohrung), Höchstspiel 0,034 - noch eine Spielpassung (klassisch „Gleitsitz“).

B) Übergangspassung, weil Welle und Bohrung sich bei 20,000 berühren.

C) Übermaßpassung, weil die Welle bis 20,000 geht.

Meine Notizen

AUFGABEN 45-48

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 45 | Kapitel 22

Welle beurteilen: Welle Ø20 g6, gemessen mit der Bügelmessschraube: 19,985 mm.
Entscheidung?

- A) IO - 19,985 liegt zwischen 19,980 und 19,993.
- B) NIO - die Welle ist kleiner als 20.
- C) NIO - 19,985 ist unter dem oberen Abmaß.

Meine Notizen

Aufgabe 46 | Kapitel 22

Knapp daneben?: Bohrung Ø20 H7, gemessen mit dem digitalen Messschieber (0,01 mm): 20,02 mm. Das Höchstmaß ist 20,021. IO?

- A) Nicht entscheidbar: Der Messschieber ist für 21 µm Toleranz zu grob (Faustregel Messunsicherheit $\leq T/10 \approx 2 \mu\text{m}$). Mit Innenfeinmessgerät oder Grenzlehrdorn prüfen.
- B) IO - 20,02 ist kleiner als 20,021.
- C) NIO - so knapp am Höchstmaß ist immer Ausschuss.

Meine Notizen

Aufgabe 47 | Kapitel 22

Grenzlehrdorn: Für Ø20 H7 wird ein Grenzlehrdorn verwendet. Auf welches Maß ist die Gutseite gefertigt, auf welches die Ausschussseite?

Gesucht: Gutseite (mm), Ausschussseite (mm)

Meine Notizen

WEITERLESEN

Jetzt selbst anwenden (Fortsetzung)

Aufgabe 48 | Kapitel 22

Tatsächliches Spiel: Beim Zusammenbau wurden gemessen: Bohrung 20,012 mm, Welle 19,984 mm. Wie groß ist das tatsächliche Spiel dieses Paares? (Zulässig bei H7/g6: 0,007 bis 0,041.)

Gesucht: Tatsächliches Spiel (mm)

Meine Notizen

AUFGABEN 49-52

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 49 | Kapitel 22

Presspassung montieren: Ein Zahnkranz Ø60 H7/s6 (Übermaß 0,023 bis 0,072 mm) soll auf die Welle. Wie montiert man das schonend?

- A) Nabe erwärmen (oder Welle kühlen) - die Bohrung weitet sich, das Teil lässt sich aufschieben und schrumpft beim Abkühlen fest (Schrumpfsitz). Alternativ mit der Presse, nie mit dem Hammer.
- B) Mit dem Hammer aufschlagen.
- C) Die Welle auf das Bohrungsmaß abdrehen.

Meine Notizen**Aufgabe 50 | Kapitel 22**

H7/s6 rechnen: Ø60 H7/s6: H7 (50-80) = +30/0 µm, s6 (50-65): ei = +53 µm, IT6 = 19 µm.

Berechne Höchst- und Mindestübermaß.

Gesucht: Höchstübermaß (mm), Mindestübermaß (mm)

Meine Notizen**Aufgabe 51 | Kapitel 22**

Messmittel nach Toleranzgrad: Faustregel: Messunsicherheit des Prüfmittels $\leq$ ein Zehntel der Toleranz. Beim digitalen Messschieber zählt seine Fehlergrenze (typisch $\pm 0,02$ bis $\pm 0,03$ mm), nicht die Anzeige 0,01. Ordne zu (Nennmaß jeweils 20 mm).

- h6 (T = 13 µm)
- h11 (T = 130 µm)
- $\pm 0,2$ (T = 400 µm)
- $\pm 0,3$ (T = 600 µm)

Auswahl: Bügelmessschraube 0,001 mm oder Grenzlehre / Bügelmessschraube 0,01 mm / Messschieber digital 0,01 mm / Messschieber 0,05 mm

Meine Notizen

WEITERLESEN

Jetzt selbst anwenden (Fortsetzung)

Aufgabe 52 | Kapitel 22

Welle nacharbeiten?: Welle Ø20 g6 gemessen: 19,996 mm (Grenzmaße 19,980-19,993). Was tun?

A) NIO, aber nacharbeitbar: Die Welle ist 3 µm zu groß. Kennzeichnen, Nacharbeit freigeben lassen, auf etwa 19,985 schleifen und neu messen.

B) IO - 19,996 ist noch unter 20.

C) Ausschuss - zu groß lässt sich nicht retten.

Meine Notizen

DENKANSTÖSSE 1-8

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 1

Erst den kleinen Zeiger lesen, dann die Teilstriche des großen addieren.

Zu Aufgabe 2

Nach dem Nullen zählst du nur noch die Teilstriche ab der 0. Rechts (im Uhrzeigersinn) heißt Plus.

Zu Aufgabe 3

Probiere es online in der Werkbank: Welle so drehen, dass die Welle „höher“ wird - der Bolzen wird eingedrückt.

Zu Aufgabe 4

Nullen, alle 45° merken, dann den größten und den kleinsten Wert suchen. Bei dieser Welle liegt alles bei 0 oder im Minus - der größte Wert ist dann 0,00.

Zu Aufgabe 5

Die Zahl im Toleranzrahmen ist der höchstzulässige Gesamtausschlag der Uhr.

Zu Aufgabe 6

Die Werte steigen nach rechts an - das Werkstück ist leicht keilförmig. Kleinster Wert 0,00 bei 0 mm, größter bei 60 mm.

Zu Aufgabe 7

Was passiert ohne Vorspannung, wenn das Werkstück an einer Stelle niedriger ist als am Nullpunkt?

Zu Aufgabe 8

Rundlauf misst man mit der Messuhr beim Drehen - das Symbol ist der schräge Pfeil (der Messtaster).

LERNTRICK

Nach einem Hinweis schließt du das Heft kurz. Erkläre dir den Ansatz in eigenen Worten und versuche die Aufgabe erneut. Erst dann mit der Lösung vergleichen.

DENKANSTÖSSE 9-16

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 9

Die Symbole sind Bilder: Parallelogramm = Fläche (Ebenheit), $\perp$ = rechter Winkel, zwei schräge Striche = parallel, Fadenkreuz = Position, drei Striche = Mittelebene (Symmetrie), ein Strich = Geradheit.

Zu Aufgabe 10

Steht hinter dem Wert ein Bezugsbuchstabe (A, B ...)? Dann ist es eine Lagetoleranz.

Zu Aufgabe 11

Lies den Rahmen von links: Symbol (was) · Wert (wie viel) · Bezug (wozu).

Zu Aufgabe 12

Eine exzentrisch laufende runde Scheibe „eiert“: Auf der einen Seite steht sie um e über, auf der anderen um e zurück - die Uhr sieht beides.

Zu Aufgabe 13

Größter Wert +0,015, kleinster -0,02. Minus minus Minus gibt Plus.

Zu Aufgabe 14

Verglichen wird nur die Spanne mit dem Wert im Rahmen.

Zu Aufgabe 15

Das $\emptyset$ macht aus der Toleranzzone einen Kreis (Zylinder) statt eines Rechtecks.

Zu Aufgabe 16

Pythagoras: Abstand = $\sqrt{(0,06^2 + 0,03^2)}$. Der Durchmesser der Abweichung ist das Doppelte - den vergleichst du mit $\emptyset 0,2$.

LERNTRICK

Nach einem Hinweis schließt du das Heft kurz. Erkläre dir den Ansatz in eigenen Worten und versuche die Aufgabe erneut. Erst dann mit der Lösung vergleichen.

DENKANSTÖSSE 17-24

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 17

In der Werkbank „Platte“ (online) ist die Messplatte der Bezug - das Werkstück liegt mit der Bezugsfläche darauf.

Zu Aufgabe 18

Ein Messschieber misst Dicke (Abstand zweier Flächen), nicht die Form einer Fläche.

Zu Aufgabe 19

h6 bei über 18 bis 30 mm: 0 / $-13 \mu\text{m}$. ISO 2768-m: über 6 bis 30 mm $\pm 0,2$; über 30 bis 120 mm $\pm 0,3$.

Zu Aufgabe 20

Toleranz durch 10, mit der Fehlergrenze vergleichen: $0,013 \rightarrow 0,001$ (Bügelmessschraube $0,001$, knapp). $0,4 \rightarrow 0,04$: der $0,05$ -Messschieber ($\approx \pm 0,05$) ist zu grob, der digitale ($\pm 0,02 \dots 0,03$) passt. $0,6 \rightarrow 0,06$: hier reicht $0,05$. Rundlauf braucht Drehen und Uhr.

Zu Aufgabe 21

Diese Welle ist leicht unrund (zwei Hoch- und zwei Tiefstellen je Umdrehung). Größter minus kleinster Wert.

Zu Aufgabe 22

$19,992$ liegt zwischen $19,987$ und $20,000$. $30,12 \leq 30,2$. $80,35 > 80,3$! $0,03 \leq 0,05$.

Zu Aufgabe 23

Jedes Merkmal muss stimmen. Aber: Zu lang ist besser als zu kurz - warum?

Zu Aufgabe 24

Faustregel: Fehlergrenze des Prüfmittels höchstens ein Zehntel der Toleranz. $0,013 / 10 = 0,0013$.

LERNTRICK

Nach einem Hinweis schließt du das Heft kurz. Erkläre dir den Ansatz in eigenen Worten und versuche die Aufgabe erneut. Erst dann mit der Lösung vergleichen.

DENKANSTÖSSE 25-32

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 25

$$\Delta L = 11,5 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \text{ mm} \cdot 10 \text{ K} = 0,0023 \text{ mm}.$$

Zu Aufgabe 26

Alles, was eine zweite Person braucht, um die Prüfung nachzuvollziehen und zu wiederholen.

Zu Aufgabe 27

Der Bezug ist die Drehachse der Messung. Welche Fläche definiert A?

Zu Aufgabe 28

Streuen die Werte wild oder liegen sie alle ähnlich daneben?

Zu Aufgabe 29

Groß = Bohrung, klein = Welle. Das Nennmaß Ø20 gilt für beide.

Zu Aufgabe 30

H = Feld beginnt an der Nulllinie und geht nach oben. 7 = IT7, eine Toleranzbreite aus der Grundtoleranz-Tabelle.

Zu Aufgabe 31

20 mm liegt im Bereich über 18 bis 30; 50 mm im Bereich über 30 bis 50.

Zu Aufgabe 32

$$EI = 0, ES = EI + IT7 = 0 + 21.$$

LERNTRICK

Nach einem Hinweis schließt du das Heft kurz. Erkläre dir den Ansatz in eigenen Worten und versuche die Aufgabe erneut. Erst dann mit der Lösung vergleichen.

DENKANSTÖSSE 33-40

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 33

$e_i = e_s - IT_6 = -7 - 13$.

Zu Aufgabe 34

Bohrung: $20 + 0,021$ und $20 + 0$. Welle: $20 - 0,007$ und $20 - 0,020$.

Zu Aufgabe 35

h ist das Gegenstück zu H : H beginnt an der Nulllinie nach oben, h nach unten.

Zu Aufgabe 36

Tabelle ISO 2768-m: über 6 bis 30 $\rightarrow \pm 0,2$; über 30 bis 120 $\rightarrow \pm 0,3$.

Zu Aufgabe 37

$20,021 - 19,980$ und $20,000 - 19,993$.

Zu Aufgabe 38

Entscheidend ist das Mindestspiel: positiv $\rightarrow$ Spielpassung.

Zu Aufgabe 39

$40,042 - 40,000$ und $40,026 - 40,025$.

Zu Aufgabe 40

Größte Bohrung – kleinste Welle = $30,021 - 30,002 = +0,019$ (Spiel). Kleinste Bohrung – größte Welle = $30,000 - 30,015 = -0,015$ (Übermaß).

LERNTRICK

Nach einem Hinweis schließt du das Heft kurz. Erkläre dir den Ansatz in eigenen Worten und versuche die Aufgabe erneut. Erst dann mit der Lösung vergleichen.

DENKANSTÖSSE 41-48

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 41

Was ist leichter: eine Welle 0,02 mm kleiner drehen oder eine Reibahle für jede Wellenklasse kaufen?

Zu Aufgabe 42

Bewegen → Spiel. Zentrieren und lösbar → Übergang. Dauerhaft fest ohne Schraube → Übermaß. Grob und billig → IT11.

Zu Aufgabe 43

Bohrung 50,000-50,039. Welle: $50 - 0,025 = 49,975$ (max), $49,975 - 0,025 = 49,950$ (min).

Zu Aufgabe 44

Mindestspiel = $20,000 - 20,000 = 0$. Null ist nicht negativ.

Zu Aufgabe 45

Grenzmaße g6: 19,980 / 19,993. Dass die Welle unter 20 liegt, ist bei g gewollt.

Zu Aufgabe 46

Die Anzeige 0,01 allein lässt schon 20,015 bis 20,025 offen. Dazu kommt die Fehlergrenze des digitalen Messschiebers (typisch $\pm 0,02$ bis $\pm 0,03$ mm) - der wahre Wert kann etwa zwischen 19,99 und 20,05 liegen.

Zu Aufgabe 47

Die Gutseite muss in jede gute Bohrung passen - also das Mindestmaß. Die Ausschusseite darf in keine gute Bohrung passen - das Höchstmaß.

Zu Aufgabe 48

Spiel = Bohrung – Welle = $20,012 - 19,984$.

LERNTRICK

Nach einem Hinweis schließt du das Heft kurz. Erkläre dir den Ansatz in eigenen Worten und versuche die Aufgabe erneut. Erst dann mit der Lösung vergleichen.

DENKANSTÖSSE 49-52

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 49

Stahl dehnt sich um rund $11,5 \mu\text{m}$ je Meter und Kelvin: $\varnothing 60$ bei $+100 \text{ K}$ → etwa $0,07 \text{ mm}$ weiter.

Zu Aufgabe 50

Welle $60,053\text{--}60,072$. Höchstübermaß = $60,072 - 60,000$; Mindestübermaß = $60,053 - 60,030$.

Zu Aufgabe 51

Toleranz durch 10: $13 \mu\text{m} \rightarrow 1 \mu\text{m}$. $130 \mu\text{m} \rightarrow 13 \mu\text{m}$: Der digitale Messschieber zeigt zwar $0,01$ an, seine Fehlergrenze ($\pm 0,02$ bis $\pm 0,03 \text{ mm}$) ist aber zu groß - Bügelmessschraube $0,01$. $400 \mu\text{m} \rightarrow 40 \mu\text{m} \rightarrow$ digitaler Messschieber $0,01$. $600 \mu\text{m} \rightarrow 60 \mu\text{m} \rightarrow 0,05$ reicht.

Zu Aufgabe 52

Zu groß = Material übrig. Zu klein wäre das Problem.

LERNTRICK

Nach einem Hinweis schließt du das Heft kurz. Erkläre dir den Ansatz in eigenen Worten und versuche die Aufgabe erneut. Erst dann mit der Lösung vergleichen.

SELBSTKONTROLLE 1-3

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 1

1,37 mm: 1 mm vom kleinen Zeiger plus 37 Teilstriche $\times 0,01$ mm. Den kleinen Zeiger liest man zuerst - er sagt, in welcher Umdrehung man ist.

Aufgabe 2

+0,03 mm. Nach dem Nullen zählt nur die Abweichung: 3 Teilstriche im Uhrzeigersinn = +0,03 mm - das Werkstück ist um 3 Hundertstel größer als das Einstellmaß.

Aufgabe 3

Eingedrückter Bolzen = Zeiger im Uhrzeigersinn = Plus. Darum musst du beim Messen wissen, von welcher Seite der Bolzen auf das Werkstück trifft - sonst stimmt das Vorzeichen der Abweichung nicht.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 4-6

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 4

Rund 0,03 mm: höchster Wert 0,00 (bei 0°), tiefster Wert etwa $-0,03$ (bei 225°). Das Vorzeichen ist egal - der Rundlauf ist die Differenz. Diese Welle läuft um 0,03 mm „unrund“ um die Prismenachse.

Aufgabe 5

NIO. Der Rahmen erlaubt 0,02 mm Gesamtausschlag, gemessen sind 0,03. Vorzeichen spielen keine Rolle; es zählt die Differenz zwischen höchstem und tiefstem Zeigerstand.

Aufgabe 6

Etwa 0,04 mm: Von 0,00 am linken Ende steigt die Anzeige bis rund $+0,04$ am rechten Ende. Die Oberseite ist nicht parallel zur Unterseite - bei einer Forderung Parallelität 0,05 A wäre das noch IO, bei 0,02 A nicht.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 7-9

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 7

Ohne Vorspannung stünde der Bolzen am Anschlag: Wird das Werkstück an einer Stelle kleiner, könnte der Zeiger nicht folgen. Mit rund 1 mm Vorspannung zeigt die Uhr Plus und Minus - der Skalenring wird danach auf 0 gedreht.

Aufgabe 8

Der schräge Pfeil ist der Rundlauf - er erinnert an den angesetzten Messtaster. Kreis = Rundheit, zwei Kreise = Koaxialität, Kreis mit schrägen Linien = Zylindrizität.

Aufgabe 9

Ebenheit (Parallelogramm), Parallelität (zwei Striche), Rechtwinkligkeit ($\perp$), Position (Fadenkreuz), Symmetrie (drei Striche), Geradheit (ein Strich). Die Symboltabelle der Werkbank „Messen & Prüfen“ (online) hilft dir beim Nachschlagen.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 10-12

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 10

Ebenheit, Rundheit, Zylindrizität sind Formtoleranzen (kein Bezug). Parallelität, Rundlauf und Position brauchen einen Bezug - sie sagen, wie ein Element zu einem anderen liegt.

Aufgabe 11

Symbol $\perp$ = Rechtwinkligkeit, 0,05 = Breite der Toleranzzone in mm, A = Bezug. Die Zone ist kein Winkel in Grad, sondern ein Abstand in mm über die ganze Fläche.

Aufgabe 12

Rundlauf bis zu Rundheitsabweichung + $2 \times$ Exzentrizität - hier $0 + 2 \times 0,02 = 0,04$ mm. Rundheit ist eine Formtoleranz des Querschnitts allein; Rundlauf ist eine Lagetoleranz zur Bezugsachse - darum braucht Rundlauf einen Bezug.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 13-15

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 13

$0,015 - (-0,02) = 0,035$ mm. Der Rundlauf ist immer die Spanne zwischen höchstem und tiefstem Zeigerstand.

Aufgabe 14

IO: $0,035 \leq 0,05$. Dass einzelne Werte negativ sind, ist normal - sie liegen unter dem Nullpunkt. Die Rundheit ist im Rundlauf bereits enthalten.

Aufgabe 15

Eine zylindrische Toleranzzone $\varnothing 0,2$: Der Abstand der Istachse zum Sollpunkt darf höchstens 0,1 mm sein - in jeder Richtung gleich. Das ist etwas anderes als $\pm 0,2$ je Achse (das wäre ein Rechteck, in den Ecken sogar 0,28 weit weg).

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 16-18

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 16

$\sqrt{(0,06^2 + 0,03^2)} = \sqrt{(0,0036 + 0,0009)} = 0,067 \text{ mm}$; als Durchmesser 0,134 mm. Bei Position $\varnothing 0,2$ ist die Bohrung IO ($0,134 \leq 0,2$).

Aufgabe 17

A ist der Bezug: eine Fläche oder Achse, die mit dem Bezugsdreieck markiert ist. Beim Messen wird zuerst der Bezug aufgenommen (Werkstück auf die Messplatte, Welle in Prismen), dann das tolerierte Element dazu gemessen.

Aufgabe 18

Ebenheit ist eine Formtoleranz einer einzelnen Fläche - ohne Bezug. Die Messplatte dient nur als Hilfsreferenz: Fläche auf drei Punkten einrichten, abfahren, höchsten und tiefsten Punkt suchen. Legt man das Teil einfach auf die Unterseite, misst man Parallelität zur Unterseite. Haarlineal zeigt Lichtspalt, Messuhr liefert Zahlen.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 19-21

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 19

Ø20 h6: 20,000 / 19,987 ($T = 13 \mu\text{m}$). Ø30: 30,2 / 29,8 ($\pm 0,2$). Länge 80: 80,3 / 79,7 ($\pm 0,3$).
Erst mit Grenzmaßen kannst du Istwerte beurteilen.

Aufgabe 20

Ø20 h6 → Bügelmessschraube 0,001 (knapp - sicher entscheidet die Grensrachenlehre). Ø30 $\pm 0,2$ → Messschieber digital 0,01 (Fehlergrenze $\pm 0,02 \dots 0,03 \leq 0,04$; der 0,05-Messschieber mit $\approx \pm 0,05$ wäre zu grob). Länge 80 $\pm 0,3$ → Messschieber 0,05 (Fehlergrenze $\approx \pm 0,05 \leq 0,06$). Rundlauf → Messuhr mit Welle in Prismen auf dem Bezug A. Fase → Sicht/Lehre. Das ist eine Faustregel („goldene Regel der Messtechnik“), keine Norm - im Betrieb gilt die Prüfmittelanweisung.

Aufgabe 21

Etwa 0,03 mm - die Tiefstellen bei 90° und 270° verraten eine Unrundheit (oval). Im Protokoll steht der gemessene Wert 0,03; gefordert sind 0,05 → IO.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 22-24

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 22

Ø20: IO (19,987-20,000). Ø30: IO. Länge: NIO - 80,35 überschreitet 80,3 um 0,05. Rundlauf: IO. Fase: IO. Ein Merkmal außerhalb → das Teil ist als Ganzes NIO.

Aufgabe 23

Ein NIO-Merkmal macht das Teil NIO; die Toleranz hat der Konstrukteur festgelegt, nicht der Prüfer. Weil zu viel Material da ist, kann die Länge nachgearbeitet werden - das Teil wird gekennzeichnet, die Entscheidung über Nacharbeit oder Ausschuss wird dokumentiert (Sperrbestand, Nacharbeitsauftrag). Weil 80,35 nahe an der Grenze liegt, wurde mit dem genaueren digitalen Messschieber nachgemessen - das Ergebnis bleibt NIO.

Aufgabe 24

Der Messschieber ist für 13 µm viel zu ungenau - seine Anzeige 20,00 heißt nur „irgendwo um 20“. Mehrfachmessungen beseitigen seine Fehlergrenze nicht. Für h6 gehört die Bügelmessschraube (0,001) oder eine Grenzrachenlehre her.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 25-27

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 25

2,3 μm - bei einer Toleranz von 13 μm fast ein Fünftel! Darum: Werkstück und Messmittel auf 20 °C abkühlen lassen (Bezugstemperatur), sonst misst du zu groß und das abgekühlte Teil ist später zu klein.

Aufgabe 26

Merkmal, Grenzmaße, Istwert, Prüfmittel (rückverfolgbar über die Prüfmittelkennung), Entscheidung, Datum/Prüfer/Zeichnungsnummer. Der Preis gehört nicht in die Qualitätsdokumentation.

Aufgabe 27

Der Bezug A ($\varnothing 20$) muss die Drehachse bilden: Er liegt in den Prismen. Gemessen wird am tolerierten Element $\varnothing 30$. Umgekehrt aufgelegt misst du den Rundlauf von $\varnothing 20$ zu $\varnothing 30$ - ein anderer Wert. Zwischen Spitzen geht nur, wenn der $\varnothing 20$ nachweislich rund zu den Zentrierbohrungen läuft.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 28-30

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 28

Alle gleich zu lang = systematischer Fehler (Einstellung, Nullpunkt, Anschlag, Werkzeuglänge). Zufällige Fehler streuen in beide Richtungen. Die Prüfung liefert damit einen Hinweis für die Fertigung - das ist der Sinn des Protokolls.

Aufgabe 29

H7 ist die Bohrung (Großbuchstabe), g6 die Welle (Kleinbuchstabe). Beide haben dasselbe Nennmaß 20 mm - die Passung beschreibt, wie sie zusammenpassen.

Aufgabe 30

Buchstabe = Lage (Grundabmaß), Zahl = Toleranzgrad IT (Breite). H7 und H8 liegen gleich (an der Nulllinie nach oben), H8 ist breiter. H7 und G7 sind gleich breit, G liegt höher.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 31-33

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 31

IT7: $21\text{ }\mu\text{m}$ (18-30) und $25\text{ }\mu\text{m}$ (30-50). Je größer das Nennmaß, desto größer die Toleranz bei gleichem Grad - größere Teile dürfen mehr abweichen.

Aufgabe 32

ES = $+21\text{ }\mu\text{m}$, EI = 0. Die Bohrung darf 20,000 bis 20,021 mm groß sein - nie kleiner als das Nennmaß.

Aufgabe 33

es = $-7\text{ }\mu\text{m}$, ei = $-20\text{ }\mu\text{m}$. Die Welle ist immer etwas kleiner als 20: 19,980 bis 19,993 mm. Das g-Feld liegt knapp unter der Nulllinie.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 34-36

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 34

Bohrung 20,021 / 20,000 · Welle 19,993 / 19,980. Abmaße in μm , Grenzmaße in mm - 21 μm = 0,021 mm.

Aufgabe 35

$h: es = 0$, $ei = -IT$. H und h sind die Felder des Systems Einheitsbohrung (H) bzw. Einheitswelle (h): Ein Partner liegt immer genau an der Nulllinie, der andere bestimmt die Passung.

Aufgabe 36

$\pm 0,3$ mm (Bereich 30-120, Klasse m „mittel“). Alle Maße ohne eigene Toleranz bekommen ihre Toleranz aus dieser Tabelle - sie steht im Schriftfeld.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 37-39

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 37

Höchstspiel 0,041 mm, Mindestspiel 0,007 mm. Selbst im ungünstigsten Fall bleibt rechnerisch Spiel - die Welle lässt sich in der Regel von Hand einschieben und drehen.

Aufgabe 38

Spielpassung: Das Wellenfeld liegt komplett unter dem Bohrungsfeld. Typisch für Gleitlager, Führungen, Bolzen - alles, was sich bewegen soll.

Aufgabe 39

Höchstübermaß 0,042 mm, Mindestübermaß 0,001 mm: Übermaßpassung (Presspassung). Die Welle muss eingepresst oder die Nabe erwärmt werden - die Verbindung hält durch Reibung.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 40-42

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 40

Die Felder überlappen sich: Übergangspassung. Typisch für Zahnräder oder Riemenscheiben auf Wellen mit Passfeder - fest genug, aber mit dem Kunststoffhammer montierbar.

Aufgabe 41

Einheitsbohrung: Bohrung immer H, die Welle bestimmt die Passungsart (g = Spiel, k = Übergang, p = Übermaß). Einheitswelle (h) nutzt man, wenn auf einer glatten Welle mehrere Teile mit verschiedenen Passungen sitzen (z. B. gezogenes Blankmaterial).

Aufgabe 42

Gleitlager H7/g6, Zahnrad H7/k6, Laufbuchse H7/p6, Scharnier H11/d11. Die Passung folgt immer der Funktion: Was soll sich bewegen, was soll halten, wie genau muss es sein?

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 43-45

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 43

Höchstspiel $50,039 - 49,950 = 0,089$ mm; Mindestspiel $50,000 - 49,975 = 0,025$ mm. Mehr Spiel als H7/g6 - für Lager, die warm werden oder geschmiert laufen.

Aufgabe 44

Mindestspiel 0 zählt noch als Spielpassung - im Grenzfall klemmt es gerade nicht. H7/h6 ist der enge Gleitsitz: Teile lassen sich fügen, ohne zu wackeln.

Aufgabe 45

IO. Bei g6 darf die Welle nie 20,000 erreichen - sie muss unter dem Nennmaß liegen, das ist das Spiel. Beurteilt wird immer gegen die Grenzmaße, nicht gegen das Nennmaß.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 46-48

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 46

Mit seiner Fehlergrenze ($\pm 0,02$ bis $\pm 0,03$ mm) kann der Wert ebenso 20,04 sein - außerhalb. Für H7 brauchst du ein Messmittel mit rund 0,001-0,002 mm Unsicherheit (Innenfeinmessgerät, Dreipunkt-Innenmessschraube) oder den Grenzlehrdorn.

Aufgabe 47

Gutseite 20,000 (Mindestmaß), Ausschussseite 20,021 (Höchstmaß). Gutseite geht hinein, Ausschussseite bleibt stehen → IO. Lehren entscheiden nur IO/NIO, liefern aber keinen Messwert.

Aufgabe 48

0,028 mm - mitten im zulässigen Bereich (0,007 ... 0,041). Jedes gute Paar liegt zwischen Mindest- und Höchstspiel; die Passung garantiert die Funktion ohne Auswählen.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 49-51

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 49

Schrumpfsitz: Bei 100 K Erwärmung wächst $\varnothing 60$ um $60 \cdot 11,5 \cdot 10^{-6} \cdot 100 \approx 0,069$ mm - fast das ganze Übermaß. In der Praxis rechnet man Übermaß plus Fügspiel (etwa Nennmaß/1000): $0,072 + 0,060 = 0,132$ mm. Dafür braucht die Nabe rund 190 K mehr als die Welle. Erwärmt wird mit Induktionsanwärmer oder Ofen (keine offene Flamme), immer mit Hitzeschutzhandschuhen. Hammerschläge beschädigen Sitz und Lager; Abdrehen zerstört die Passung.

Aufgabe 50

Höchstübermaß 0,072 mm, Mindestübermaß 0,023 mm. s-Passungen sind feste Pressverbände - nur mit Wärme oder Presse montierbar und nur mit großem Aufwand wieder lösbar.

Aufgabe 51

IT6: Bügelmessschraube 0,001 oder Lehre. IT11: Bügelmessschraube 0,01. $\pm 0,2$: digitaler Messschieber 0,01. $\pm 0,3$: Messschieber 0,05. Das ist eine Faustregel, keine Norm - im Betrieb gilt die Prüfmittelanweisung. Je feiner die Toleranz, desto teurer und empfindlicher das Messmittel.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 52-52

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 52

Außerhalb (über 19,993), aber zu groß ist nacharbeitbar. Umgekehrt (19,975) wäre die Welle Ausschuss - darum zielt man beim Fertigen auf die Mitte des Toleranzfelds oder etwas zur sicheren Seite.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

NACHSCHLAGEN | DEIN NÄCHSTER SCHRITT

Begriffe & Weiterlernen

Toleranzrahmen

Rechteckiger Rahmen auf der Zeichnung für Form- und Lagetoleranzen: Symbol, Toleranzwert und - bei Lagetoleranzen - Bezugsbuchstabe. Ein Ø vor dem Wert macht die Toleranzzone zylindrisch.

Bezugselement

Fläche oder Achse, auf die sich eine Lagetoleranz bezieht; auf der Zeichnung mit Bezugsdreieck und Großbuchstaben markiert. Beim Messen wird zuerst der Bezug aufgenommen (auflegen, einspannen), dann das tolerierte Element dazu gemessen.

Vorspannung (Messuhr)

Eindrücken des Messbolzens um etwa 1 mm vor dem Nullen, damit die Messuhr Abweichungen in beide Richtungen anzeigen kann. Eingedrückter Bolzen = Zeiger im Uhrzeigersinn = Plus.

Messreihe

Folge von Messwerten an verschiedenen Stellen oder Winkeln desselben Werkstücks. Aus größtem und kleinstem Wert ergibt sich die Abweichung, z. B. Rundlauf oder Parallelität als Spanne (max – min).

Lagetoleranz

Geometrische Toleranz mit Bezug: Sie begrenzt, wie ein Element zu einem anderen liegt - Richtung (Parallelität, Rechtwinkligkeit, Neigung), Ort (Position, Koaxialität, Symmetrie) oder Lauf (Rundlauf, Planlauf, Gesamtlauf).

Ebenheit

Formtoleranz ohne Bezug: Alle Punkte einer Fläche müssen zwischen zwei parallelen Ebenen mit dem Abstand t liegen. Geprüft z. B. mit Messuhr über der Messplatte, wobei das Werkstück auf drei einstellbaren Stützen ausgerichtet wird, oder mit Haarlineal und Lichtspalt.

Parallelität

Lagetoleranz der Richtung: Die Fläche oder Achse muss parallel zum Bezug liegen; die Toleranzzone sind zwei parallele Ebenen im Abstand t , parallel zum Bezug.

Rechtwinkligkeit

Lagetoleranz der Richtung: Die Fläche oder Achse muss im rechten Winkel zum Bezug stehen, innerhalb des Abstands t - angegeben in mm, nicht in Grad.

WEITERLESEN

Begriffe & Weiterlernen (Fortsetzung)

Koaxialität

Lagetoleranz des Orts: Die Achse eines Zylinders muss innerhalb eines Zylinders $\varnothing t$ um die Bezugsachse liegen. Mit der Messuhr lässt sie sich über den Rundlauf abschätzen: Ein Achsversatz e ergibt etwa $2 \cdot e$ Anzeigespanne (entspricht dem $\varnothing$ -Wert der Koaxialität), Rundheitsfehler kommen dazu.

Zylindrizität

Formtoleranz ohne Bezug: Die ganze Mantelfläche muss zwischen zwei coaxialen Zylindern mit dem radialen Abstand t liegen - Rundheit, Geradheit und Parallelität der Mantellinien zusammen.

Positionstoleranz

Lagetoleranz des Orts: Der Punkt oder die Achse muss innerhalb einer Zone um den theoretisch genauen Ort liegen - bei $\varnothing t$ ein Zylinder. Die Lage wird mit theoretisch genauen Maßen (im Rechteck) angegeben.

Gesamtlauf

Lauftoleranz: Wie Rundlauf, aber die Messuhr wird während des Drehens über die ganze Länge verschoben. Erfasst Rundlauf und Zylinderform zusammen.

Theoretisch genaues Maß

Maß im Rechteck auf der Zeichnung: Es hat keine eigene Toleranz, sondern legt den Sollort fest. Die zulässige Abweichung steht im zugehörigen Toleranzrahmen (meist Position).

Kosinusfehler

Messfehler, wenn der Messbolzen der Messuhr nicht in Messrichtung steht, also nicht senkrecht zur Messfläche: Der Bolzen legt den Weg $\text{Anzeige} = \text{Istwert} / \cos \alpha$ zurück - die Uhr zeigt zu viel. $\text{Istwert} = \text{Anzeige} \times \cos \alpha$.

Messmittel-Faustregel

Regel 1:10: Die Messunsicherheit bzw. Fehlergrenze des Prüfmittels - nicht seine Anzeigauflösung - soll höchstens ein Zehntel der Toleranz betragen. Ein zu grobes Prüfmittel liefert Zahlen, aber keine sichere Entscheidung.

Grundtoleranz

Breite des Toleranzfelds nach ISO 286, abhängig von Toleranzgrad IT und Nennmaßbereich. Gleicher Grad, größeres Nennmaß $\rightarrow$ größere Toleranz.

WEITERLESEN

Begriffe & Weiterlernen (Fortsetzung) (Fortsetzung)

Schrumpfsitz

Übermaßpassung, die thermisch gefügt wird: Nabe erwärmen (oder Welle kühlen), aufschieben, beim Abkühlen schrumpft die Nabe fest. Stahl dehnt sich um rund $11,5 \mu\text{m}$ je Meter und Kelvin.

Passtoleranz

Spanne zwischen Höchst- und Mindestspiel (bzw. -übermaß) einer Passung; sie ist die Summe der Toleranzen von Bohrung und Welle.

Auf LehrLynx weiterüben

- Messen & Prüfen · Rookie bis Profi
- Passungen-Lernweg · Rookie bis Profi
- Messmittel-Werkbank
- Prüfplan
- Arbeitsblatt erstellen

Die zugehörigen Online-Seiten findest du über den Downloadbereich oder die Website-Suche. Dort lassen sich Fachbegriffe anklicken und Modelle selbst verändern.

KURZ ERKLÄREN STATT NUR WIEDERERKENNEN

Erkläre einen Begriff mit eigenem Beispiel. Sage anschließend, wo das Beispiel nicht mehr ausreicht. So prüfst du, ob du den Zusammenhang verstanden hast.

Meine Notizen
