

Studiengang Mechatronik

Modul 5:

Konstruktion 1

Technisches Zeichnen

- 7. Vorlesung -

Prof. Dr. Enno Wagner

14. Januar 2026

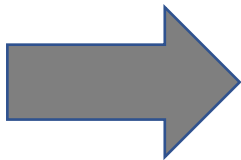
Agenda

- Oberflächenbeschaffenheit
- Toleranzen

Oberflächenbeschaffenheit

Technische Zeichnung

Abstraktes Bild
Ideale Geometrie
Ideale Oberfläche



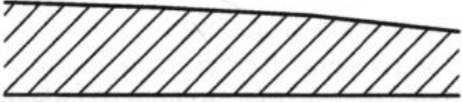
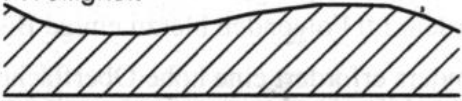

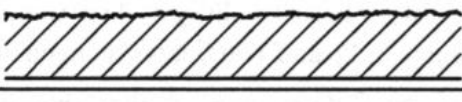

Reales Bauteil

tatsächlich => Gestaltabweichungen
Ideale Formen, Abmessungen,
Oberflächen lassen sich nicht
herstellen

Technische Zeichnung muss definieren, und
eindeutig vermerken, welche Gestalt-
abweichungen ein Werkstück aufweisen darf

Beispiele

- Innenfläche Hydraulikzylinder, Lauffläche Kolbendichtung => hohe Oberflächenqualität
- Lauffläche Radialwellendichtung
 - nicht zu rau => Verschleiß der Dichtlippe
 - Nicht zu glatt => Versorgung mit Schmierstoff
- Wälzlager => nicht zu lose (Rutschen) und nicht zu fest (Montierbarkeit)
- Medizinische Instrumente => Sauberkeit (poliert, verchromt)
- Kraftfahrzeuge: Ersatzteile „von der Stange“ passen auf Anhieb
- Enge Toleranzen bei der Karosserie (Hauben-, Türeinspalte => besonderer Qualitätseindruck, auch wenn technisch nicht erforderlich

| Gestaltabweichung (als Profilschnitt überhöht dargestellt) | Beispiele für die Art der Abweichung |
|--|---|
| 1. Ordnung: Formabweichungen  | Geradheits-, Ebenheits-, Rundheits- Abweichung |
| 2. Ordnung: Welligkeit  | Wellen |
| 3. Ordnung: Rauheit  | Rillen |
| 4. Ordnung: Rauheit  | Riefen, Schuppen, Kuppen |
| 5. Ordnung: Rauheit Nicht mehr in einfacher Weise bildlich darstellbar | Gefügestruktur |
| 6. Ordnung: Nicht mehr in einfacher Weise bildlich darstellbar | Gitteraufbau des Werkstoffes |
|  Die Gestaltabweichungen 1. bis 4. Ordnung überlagern sich zur Istoberfläche | |

Gestaltabweichungen nach DIN 4760

=> Durchbiegung Maschine / Werkstück

=> Formfehler des Fräasers

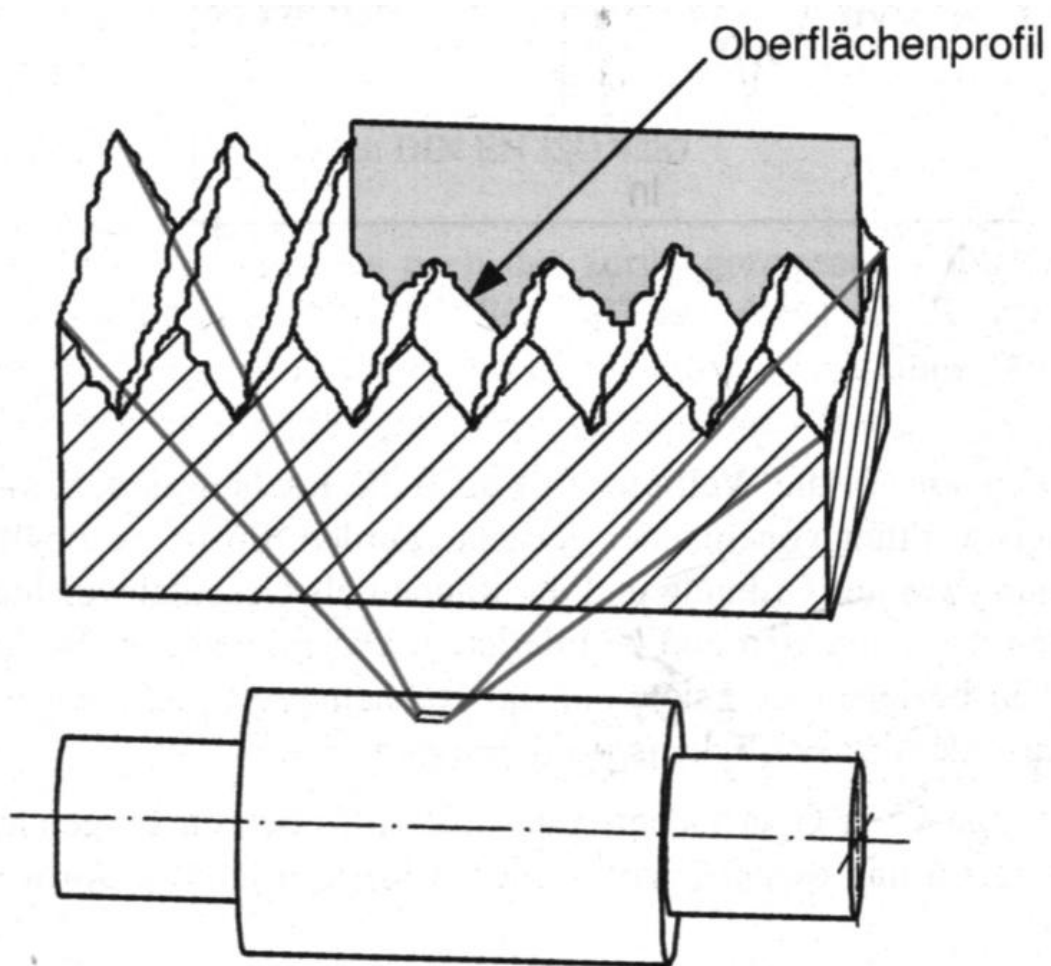
=> Form der Werkzeugschneise, Vorschub
des Werkzeugs

=> Spanbildung (Reiß-, Scherspan)

=> Sandstrahlen

Quelle:

Labisch, Wählich, Technisches
Zeichnen, Springer Vieweg



Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit

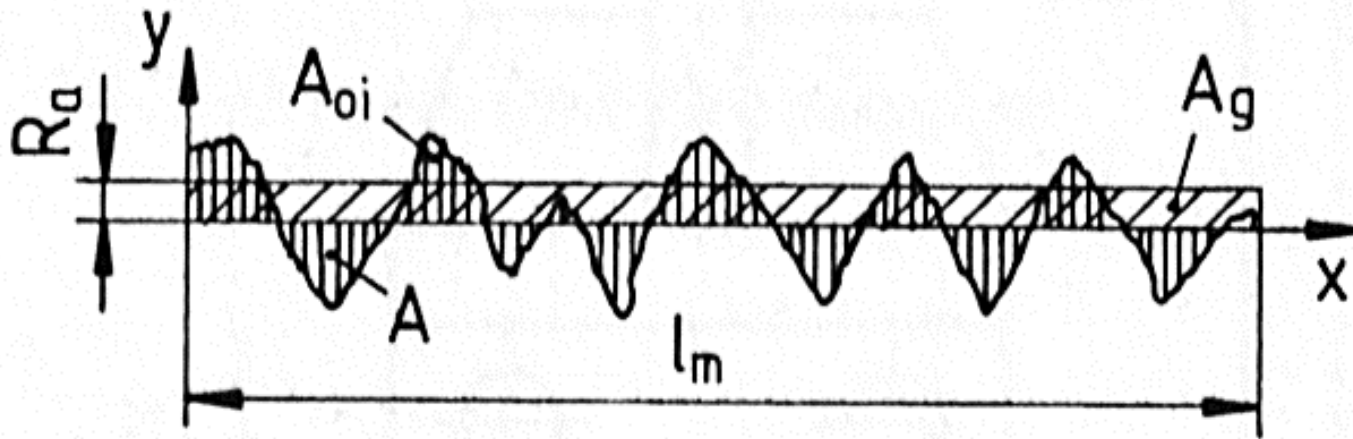
Mikroskopische Betrachtung der Oberfläche (REM-Aufnahmen)

=> Relief wird sichtbar, abhängig von

- Herstellverfahren: Drehen Fräsen, Schleifen, Honen
- Material: Stahl, Messing, Aluminium

Quelle:

Labisch, Wählich, Technisches Zeichnen, Springer Vieweg



Oberflächenprofil

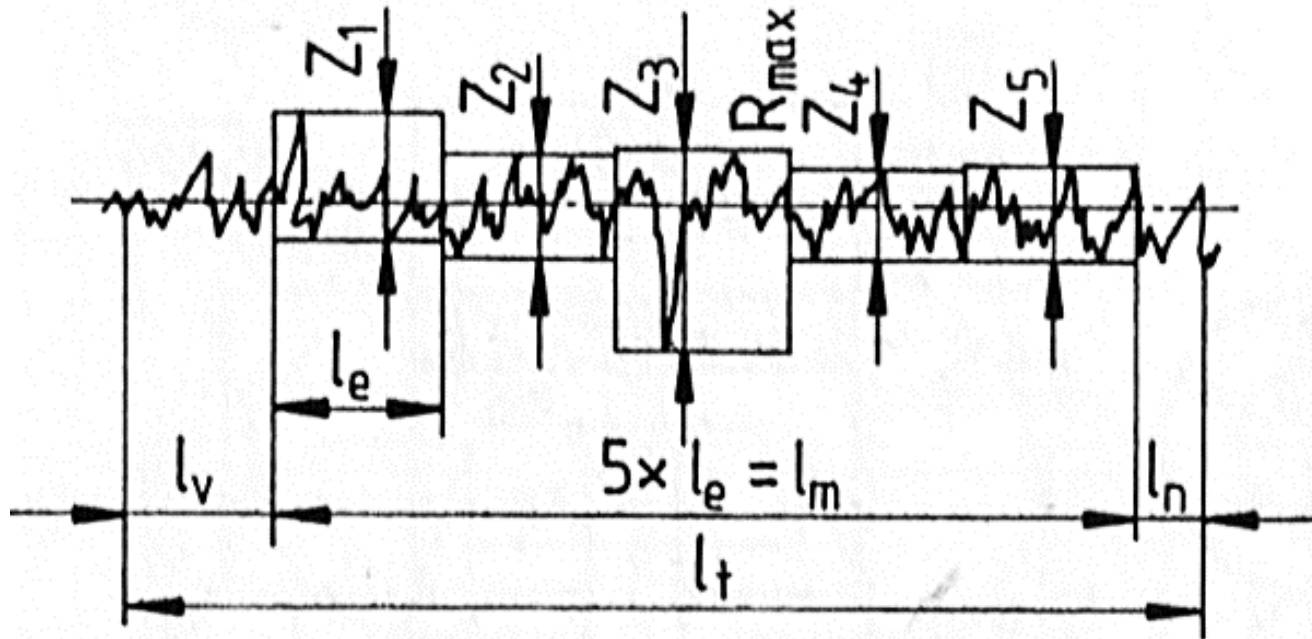
- DIN ISO EN 4768

Neuerung nach ISO 21920
Hoischen 39. Auflage:
Seite 222

Mittenrauhwert R_a (μm) ist der arithmetische Mittelwert der Beträge der Abstände y der Absolutwerte R_a von der mittleren Linie innerhalb der Meßstrecke.

Mittlere arithmetische
Höhe der Absolutwerte R_a
(früher „Mittenrauwert“)

Quelle: Hoischen



Gemittelte Rauhtiefe R_z

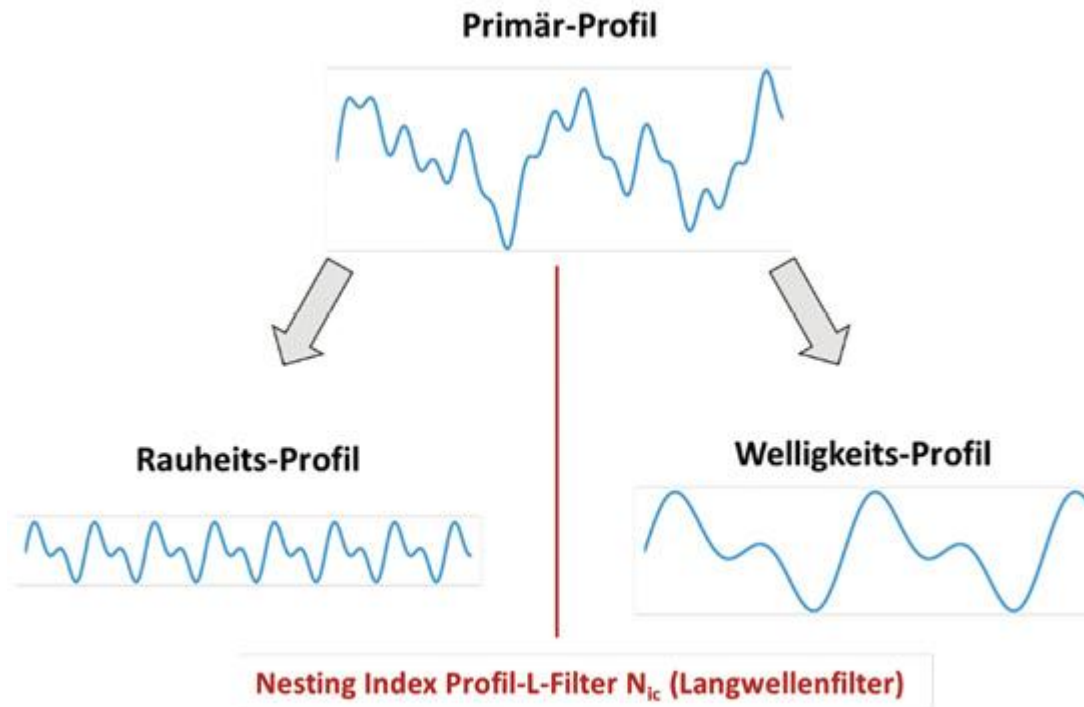
Neuerung nach ISO 21920
Hoischen 39. Auflage:
Seite 222

Gemittelte Rauhtiefe R_z (früher „gemittelte Rautiefe“) arithmetische Mittel aus den Einzelrauhstiefen fünf aneinander grenzender Einzelmessstrecken,

$$R_z = \frac{1}{5} (Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5)$$

Quelle: Hoischen

Oberflächenprofile



Neuerung nach ISO 21920
Hoischen 39. Auflage:
Seite 222

Quelle: https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2022/12/04_schorr_iso_neu_12j2022/04_schorr_iso_neu_12j2022.php

Maximale Rauhtiefe R_{\max} (μm) ist die größte der auf der Gesamtmeßstrecke l_m vorkommenden Einzelrauhtiefen Z_i , z. B. Z_3 in 76.3.

Weitere Rauheitsmeßgrößen sind die Glättungstiefe $R_p = 0,6 R_z$ (μm), der Profiltraganteil t_p (%) und der Flächentraganteil t_a (%).

Quelle: Hoischen

i.d.R. 5 Einzelmessstrecken

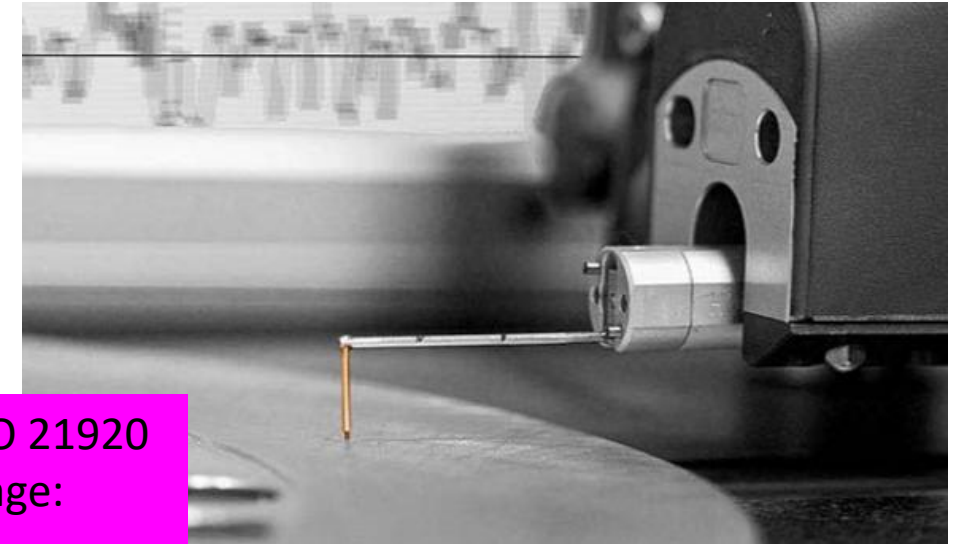
- abweichende Forderungen müssen explizit angegeben werden (z.B. Rz1 3,3 1 Einzelmessstrecke)

16%-Regel

- 16 %-Regel ist kein Default, wenn nichts anderes angegeben
 - 16 %-Regel muss mit T16% angegeben werden
 - 16 %-Regel muss mit T16% angegeben werden
- Neuerung nach ISO 21920
Hoischen 39. Auflage:
Seite 223

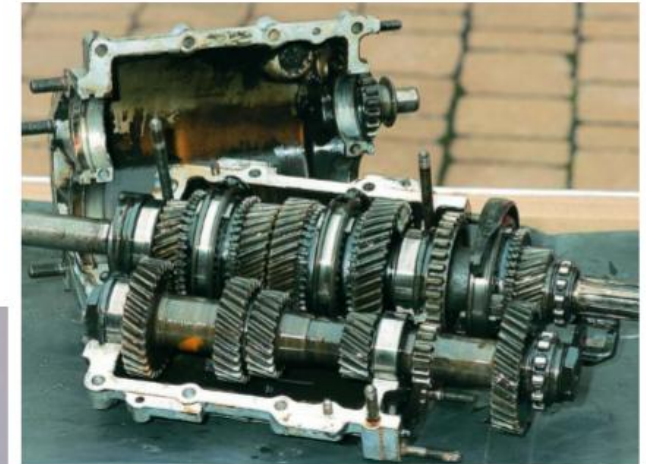
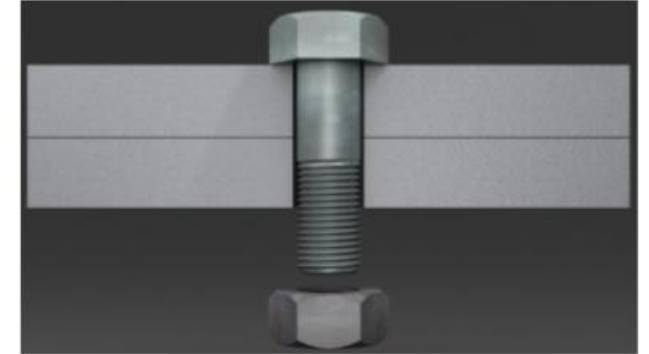
max.-Regel

- muss explizit angegeben werden (z.B. Rzmax)
- kein Wert der Messung über-/unterschreitet die angegebene Vorgabe



Bildquelle:
Lehrveranstaltung CAD,
Hochschule Anhalt,
Thomas Gläser, M.Eng

- funktionslose Oberflächen
 - $R_z > 100 \mu\text{m}$ / $R_a > 12,5 \mu\text{m}$
- kraft-oder formschlüssig aufeinander liegende Flächen
 - $R_z \leq 100 \mu\text{m}$ / $R_a \leq 12,5 \mu\text{m}$
- Dichtflächen bei statischer Belastung
 - $16 \mu\text{m} < R_z < 25 \mu\text{m}$
 - $1,6 \mu\text{m} < R_a < 3,2 \mu\text{m}$
- Dichtflächen bei dynamischer Belastung
 - $4 \mu\text{m} < R_z < 6,3 \mu\text{m}$
 - $0,4 \mu\text{m} < R_a < 0,8 \mu\text{m}$
- Wälzlagersitz auf Welle
 - $R_z \leq 6,3 \mu\text{m}$ / $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$
- Wälzlagersitz im Gehäuse
 - $R_z \leq 10 \mu\text{m}$ / $R_a \leq 3,2 \mu\text{m}$



Bildquelle:

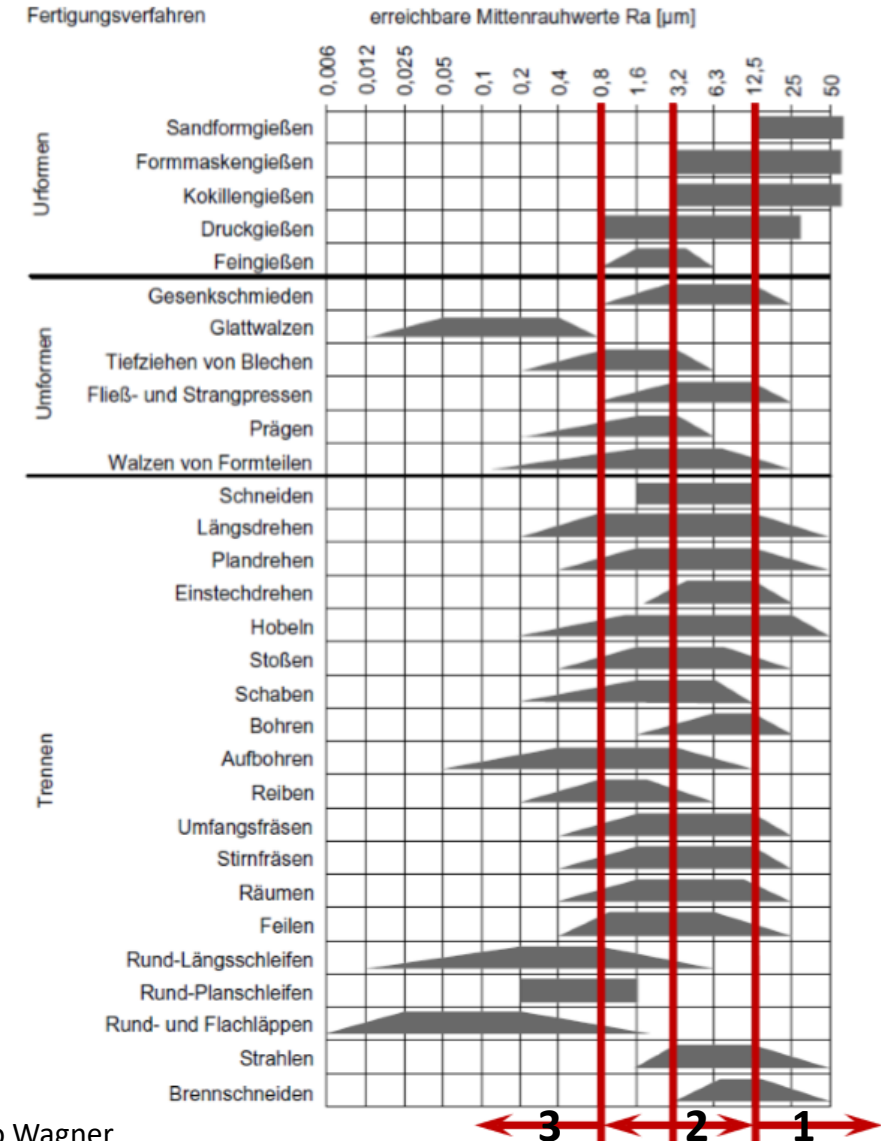
Lehrveranstaltung CAD,
Hochschule Anhalt,
Thomas Gläser, M.Eng

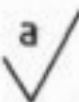

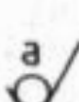
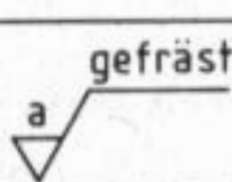
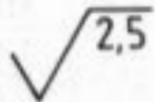

Erreichbare Mittenrauhwerte R_a [μm]

1 – geschruppt (Riefen fühl- und sichtbar)

2 – geschlichtet (Riefen nur noch sichtbar)

3 – fein/feinst geschlichtet (Riefen weder fühl- noch sichtbar)



| | | |
|------|---|--|
| 1.7 |  | Die angegebene Oberflächenbeschaffenheit kann durch jedes Fertigungsverfahren erreicht werden. |
| 1.8 |  | Die angegebene Oberflächenbeschaffenheit kann durch ein beliebiges Verfahren der Materialabtrennung erreicht werden. |
| 1.9 |  | Die angegebene Oberflächenbeschaffenheit wird durch ein beliebiges anderes Verfahren aber nicht durch Materialabtrennung erreicht. |
| 1.10 |  | Die angegebene Oberflächenbeschaffenheit soll durch ein besonderes Verfahren nämlich durch Fräsen erreicht werden. |
| 1.11 |  | Bezugsstrecke in mm für die Rauheitsmessung, nicht bei R_a - und R_z -Angaben. |
| 1.12 |  | Rillenrichtung der vorherrschenden Oberflächenstruktur senkrecht zur Projektionsebene der Ansicht. |




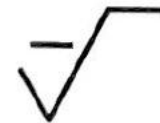


Keine Neuerungen
nach ISO 21920
bekannt

Quelle:
Hoischen

Textangabe

(z.B. für Dok

- APA
→ any p
- MRR
→ mate
- NMR
→ no m

| Oberflächensymbole | | |
|---|---|---|
| „alt“ ISO 1302 | profilhaft ISO 21920 | flächenhaft ISO 25178 |
|  |  |  |
| Kennzeichnung der Anforderungen an den Fertigungsprozess nach ISO 21920 | | |
| alle Fertigungs- prozesse zulässig | Material muss abgetragen werden | Material- abtragung ist unzulässig |
|  |  |  |

Nicht mehr aktuell
 nach ISO 21920
 Hoischen 39. Auflage:
 Seite 221 - 231

Bildquelle:
 Lehrveranstaltung CAD /
 Thomas Gläser, M.Eng

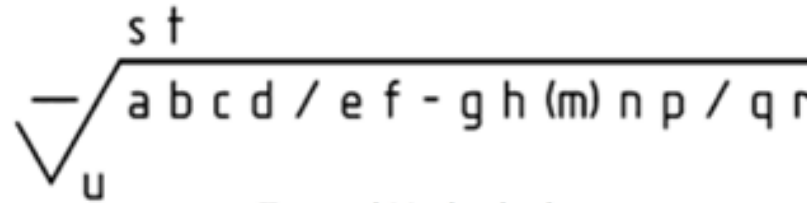
Bildquelle:
 Hoischen 39. Auflage, S.223

| | |
|--|--|
| <p>Nicht abschnittlängenbasierte R-Parameter z. B. Ra, Rq, Rt, Rzx, Rk, Rmc ...</p> $\sqrt[u]{\frac{a b c d}{e f - g h (m) n p / q r}}^{s t}$ | <p>Legende:</p> <p>a Toleranztyp (siehe Anmerkungen)</p> <p>b Symbol für R-Parameter Kenngröße</p> <p>c Toleranzgrenzwert</p> <p>d Toleranzakzeptanzregel</p> <p>e Typ des Profil-S-Filters</p> <p>f Nesting-Index des Profil-S-Filters</p> <p>g Typ des Profil-L-Filters</p> <p>h Nesting-Index des Profil-L-Filters</p> <p>ii Abschnittlänge</p> <p>k Anzahl Abschnitte</p> <p>m Auswertelänge</p> <p>n Assoziation/Element des Profil-F-Operators</p> <p>p Nesting-Index des Profil-F-Operators</p> <p>q Verfahren der Profilerfassung</p> <p>r Platzhalter für das OR(n)-Symbol (andere Anforderungen)</p> <p>s Fertigungsprozess</p> <p>t Oberflächenrillen und Richtung der Bearbeitungsspuren</p> <p>u Profilrichtung im Verhältnis zu den Oberflächenrillen</p> |
| <p>Abschnittlängenbasierte R-Parameter z. B. Rz, Rp, Rv ...</p> $\sqrt[u]{\frac{a b c d}{e f - g h (i x k) n p / q r}}^{s t}$ | |
| <p>Anmerkungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angaben b und c müssen immer angegeben werden. Alle anderen Angaben können angegeben werden, falls diese vom Default abweichen. • Alle angegebenen Spezifikationselemente werden durch ein einzelnes Leerzeichen getrennt • Toleranztypen: U (Default) steht für einen oberen Grenzwert, L für einen unteren. | |

Neuerung der
Zeichnungseintragung
nach ISO 21920
Hoischen 39. Auflage:
Seite 221 - 231

Bildquelle:
Hoischen 39. Auflage, S.225

DIN EN ISO 21920



a Toleranztyp
b Symbol für Kenngröße
c Toleranzgrenze
d Toleranzakzeptanzregel
e Typ des Profil-S-Filters
f Nesting-Index des Profil-S-Filters
g Typ des Profil-L-Filters
h Nesting-Index des Profil-L-Filters
m Auswertlänge, bzw. (i x k) für Rz, Rp
etc. mit
i = Abschnittlänge und
k = Anzahl Abschnitte

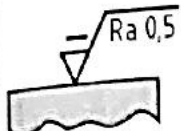
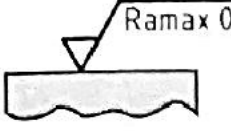

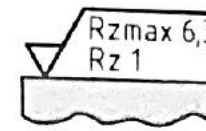
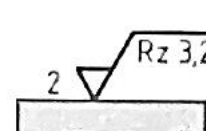
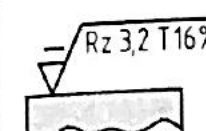
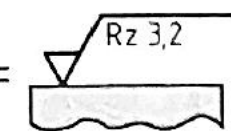
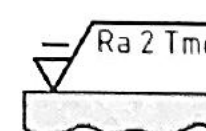
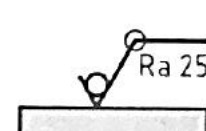
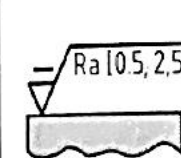
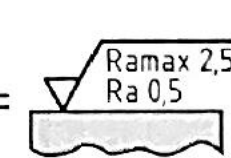
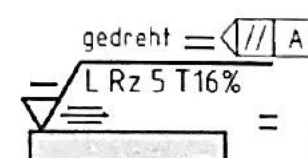
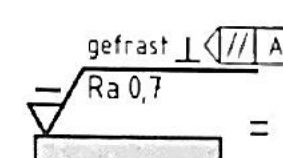

n Typ und Methode des
Profil-F-Operators
p Nesting-Index des Profil-F-Operators
q Verfahren der Profilerfassung
r „OR(n)“-Symbol für andere
Anforderungen
s Fertigungsverfahren
t Richtung der Bearbeitungsspuren
u Profilrichtung in Bezug auf die
Bearbeitungsspuren

Zeichnungseintragung
nach ISO 21920
Hoischen 39. Auflage:
Seite 221 - 231

Bildquelle:

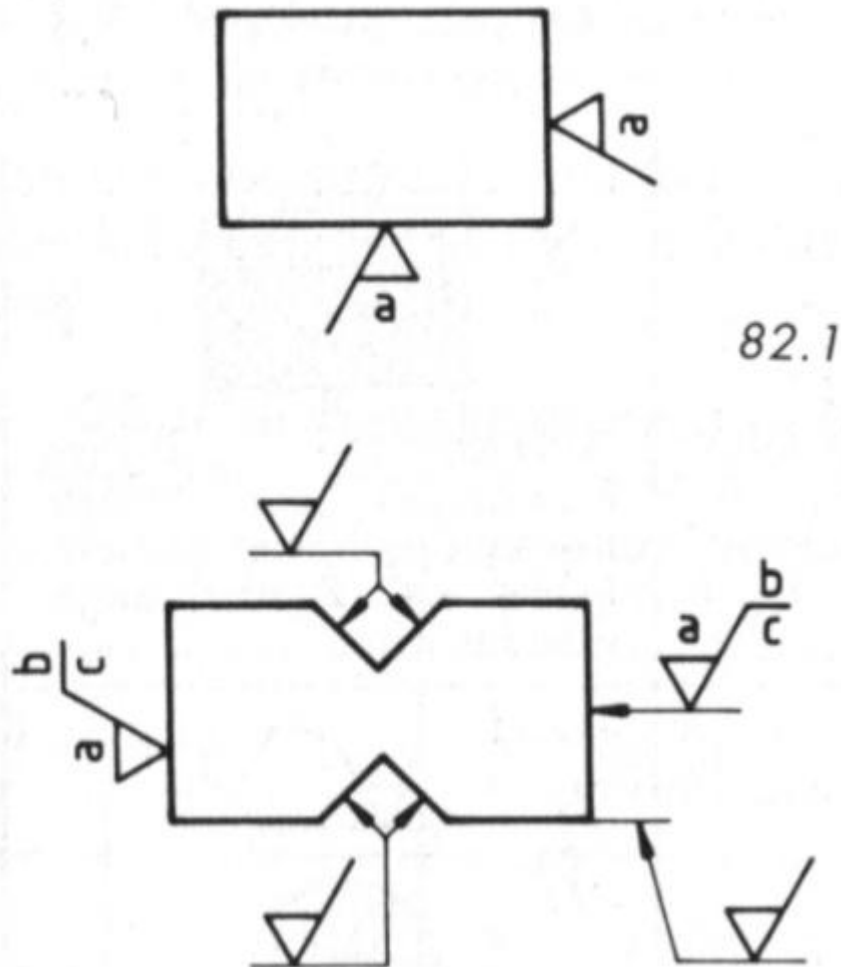
[https://www.perschmann.de/
neue-normen-fuer-gps/](https://www.perschmann.de/neue-normen-fuer-gps/)

ISO 21920 vs. ISO 1302

| ISO 21920 | ISO1302 | ISO 21920 | ISO1302 | ISO 21920 | ISO1302 |
|---|--|--|--|-----------|---------|
|  =  |  =  | nicht festgelegt |  | | |
|  =  |  = nicht festgelegt | nicht festgelegt |  | | |
|  =  | gedreht =  = nicht festgelegt | gefrast  | gefrast  | | |

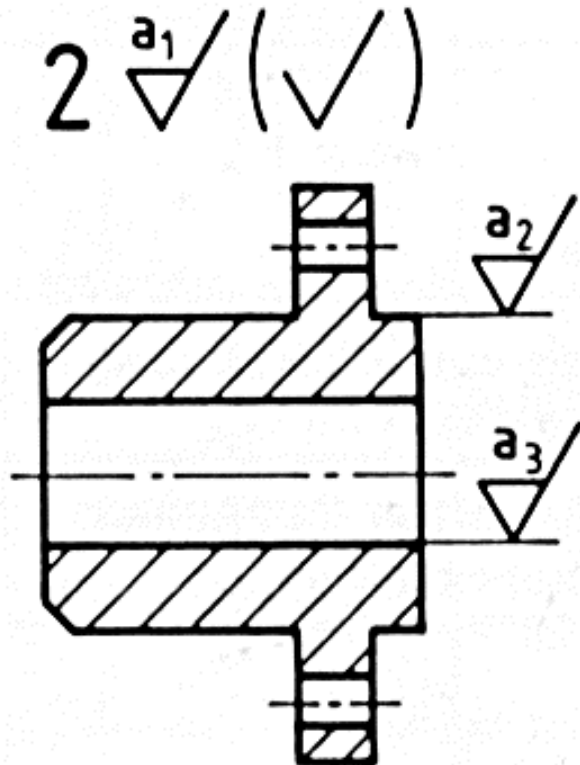
Neuerung nach ISO 21920
Hoischen 39. Auflage:
Seite 221 - 231

Bildquelle:
Hoischen 39. Auflage, S.229



Die Symbole und Zusatzangaben sind so anzuordnen, daß sie von unten oder nach rechts zu lesen sind. Wenn diese Regel nicht eingehalten werden kann, darf das Symbol auch in jeder anderen Lage gezeichnet werden. Es darf dann aber keine Angaben für besondere Oberflächenbeschaffenheiten oder für Bearbeitungszugaben enthalten, 82.1.

Wenn notwendig, darf das Symbol auf einer Hinweislinie, die zur entsprechenden Oberfläche führt, stehen. Die Hinweislinie hat am Ende einen Maßpfeil,



Wird für alle Flächen eines Teiles die gleiche Oberflächenbeschaffenheit gefordert, dann ist das entsprechende Oberflächensymbol in die Nähe der Darstellung des Teiles, z. B. hinter die Positionsnummer (2) oder in die Nähe des Schriftfeldes zu setzen.

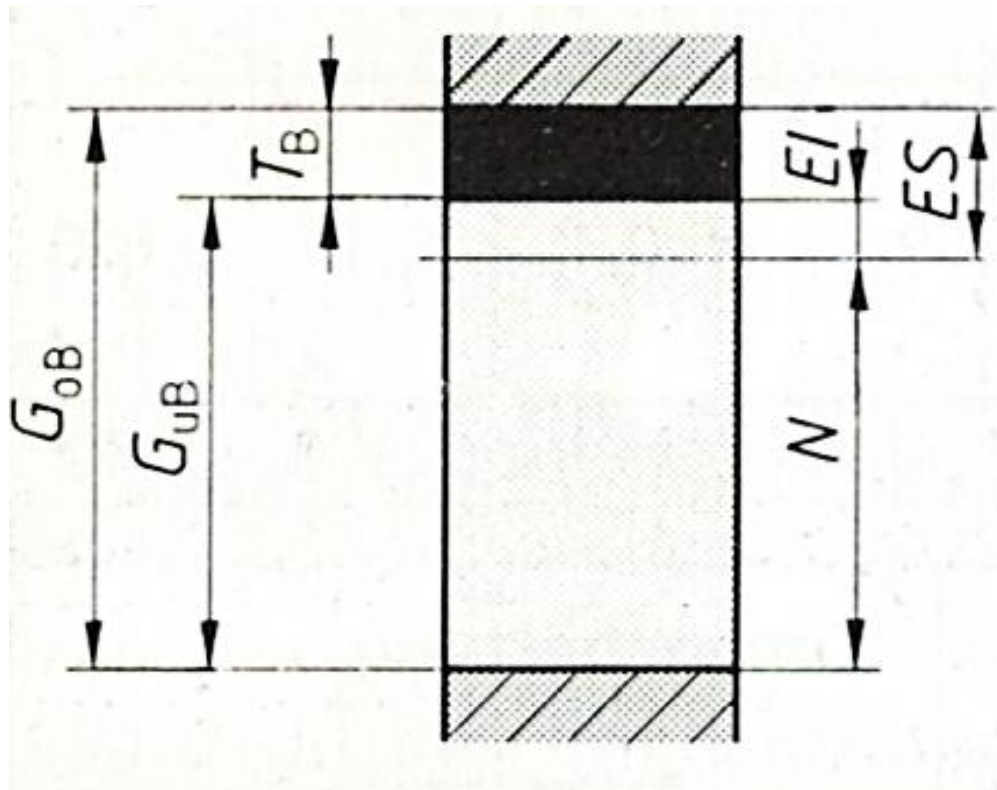
Quelle: Hoischen

Toleranzen und Passungen

Grundverständnis

Da bei der Fertigung von Werkstücken die Nennmaße nicht genau eingehalten werden können, erhalten je nach Funktion und Berücksichtigung einer wirtschaftlichen Fertigung die Nennmaße durch Angabe von Grenzabmaßen zugelassene Abweichungen. Diese legen die Grenzmaße fest, zwischen denen das am fertigen Werkstück gemessene Istmaß liegen darf.

Bohrung



N Nennmaß
 G_{oB} Höchstmaß Bohrung
 G_{uB} Mindestmaß Bohrung
 ES oberes Abmaß Bohrung
 EI unteres Abmaß Bohrung
 T_B Toleranz Bohrung

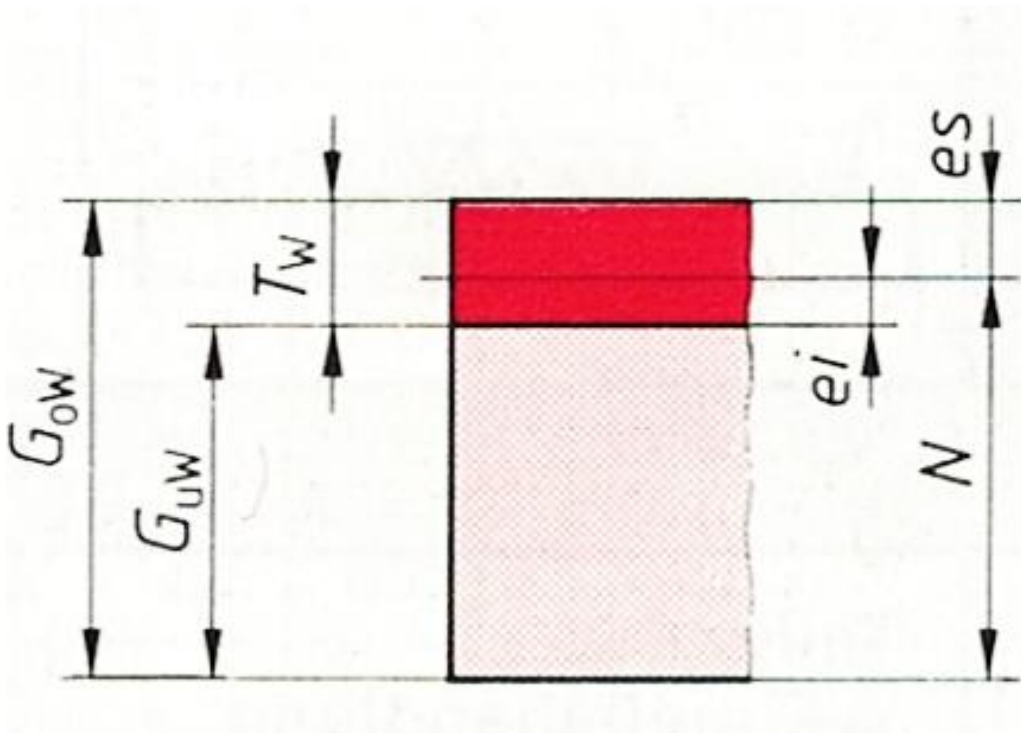
$$G_{oB} = N + ES$$

$$G_{uB} = N + EI$$

$$T_B = ES - EI$$

$$T_B = G_{oB} - G_{uB}$$

Welle



N Nennmaß

G_{oW} Höchstmaß Welle

G_{uW} Mindestmaß Welle

es oberes Abmaß Welle

ei unteres Abmaß Welle

T_W Toleranz Welle

$$G_{oW} = N + es$$

$$G_{uW} = N + ei$$

$$T_W = es - ei$$

$$T_W = G_{oW} - G_{uW}$$

Grundbegriffe

Das *Nennmaß* N ist ein Maß zur Größenangabe, auf das Grenzabmaße bezogen werden.

Ein *toleriertes Maß* ist ein Nennmaß mit zugeordneten Grenzabmaßen, wobei die Grenzabmaße am Nennmaß eingetragen, siehe Beispiel, oder mit Hilfe von Allgemeintoleranzen, z. B. nach DIN ISO 2768 T1, angegeben oder durch Toleranzkurzzeichen nach DIN ISO 286 gekennzeichnet sind.

Das *Höchstmaß* G_o als größtes zugelassenes Maß weicht um das obere Abmaß A_o und das *Mindestmaß* G_u als kleinstes zugelassenes Maß um das untere Abmaß A_u vom Nennmaß ab.

Ein Toleranzfeld wird in der graphischen Darstellung durch die beiden Grenzmaße oder durch die beiden Grenzabmaße begrenzt, 152.1 sowie 153.1 u. 2.

Quelle:
Hoischen

Grundbegriffe

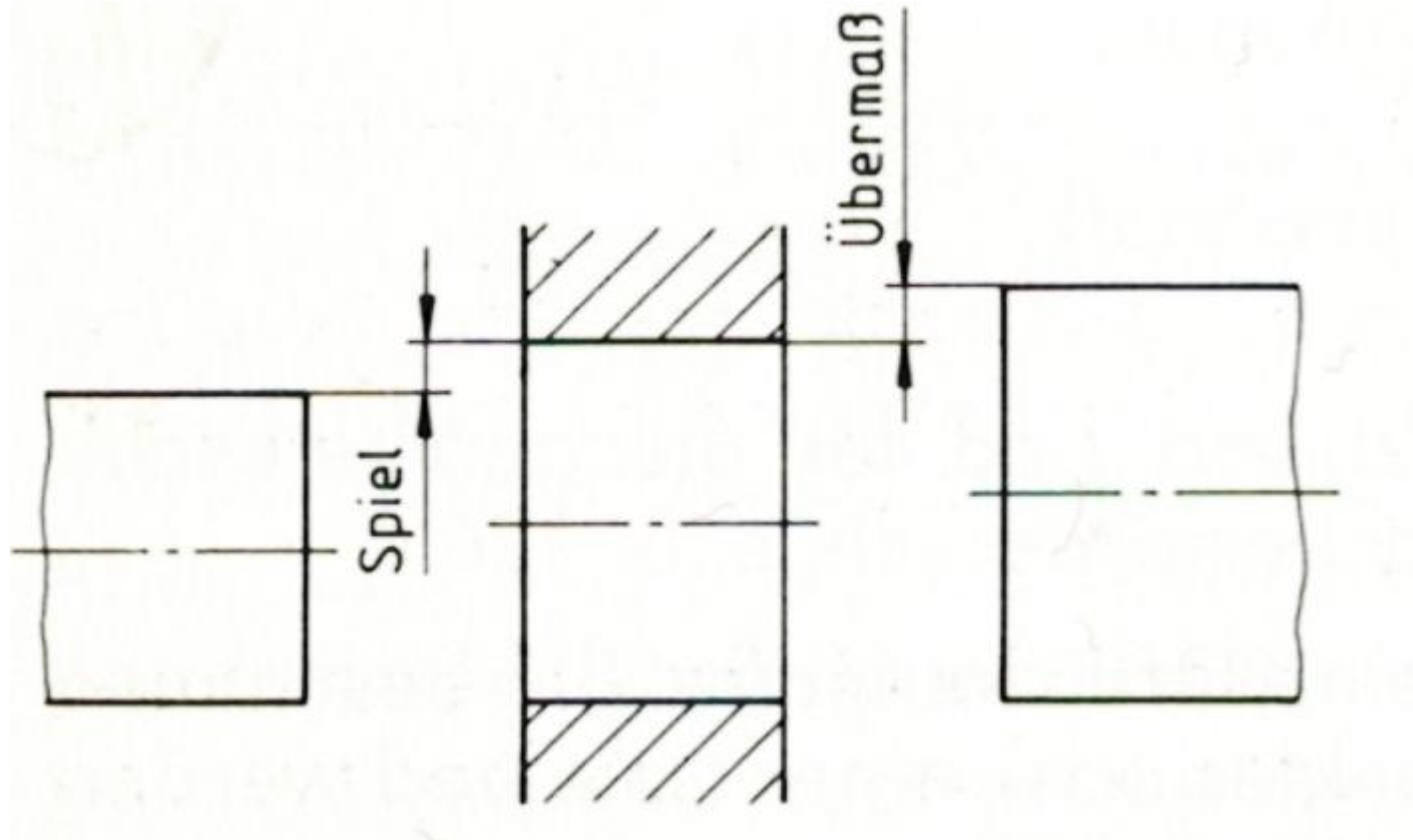
Die *Maßtoleranz* T ist die Differenz zwischen den Grenzmaßen, und zwar zwischen Höchstmaß G_o und Mindestmaß G_u . $T = G_o - G_u$

Die *Nullinie* ist in der graphischen Darstellung die gerade Linie, die dem Nennmaß entspricht. Sie ist die Bezugslinie für die Grenzabmaße. Diese erhalten ein + Vorzeichen, wenn sie über der Nullinie liegen und ein – Vorzeichen, wenn sie unter der Nullinie liegen.

Das am Werkstück gemessene *Istmaß* I (Fertigmaß) muß zwischen den Grenzmaßen liegen, andernfalls ist das Teil Ausschuß oder muß nachgearbeitet werden.

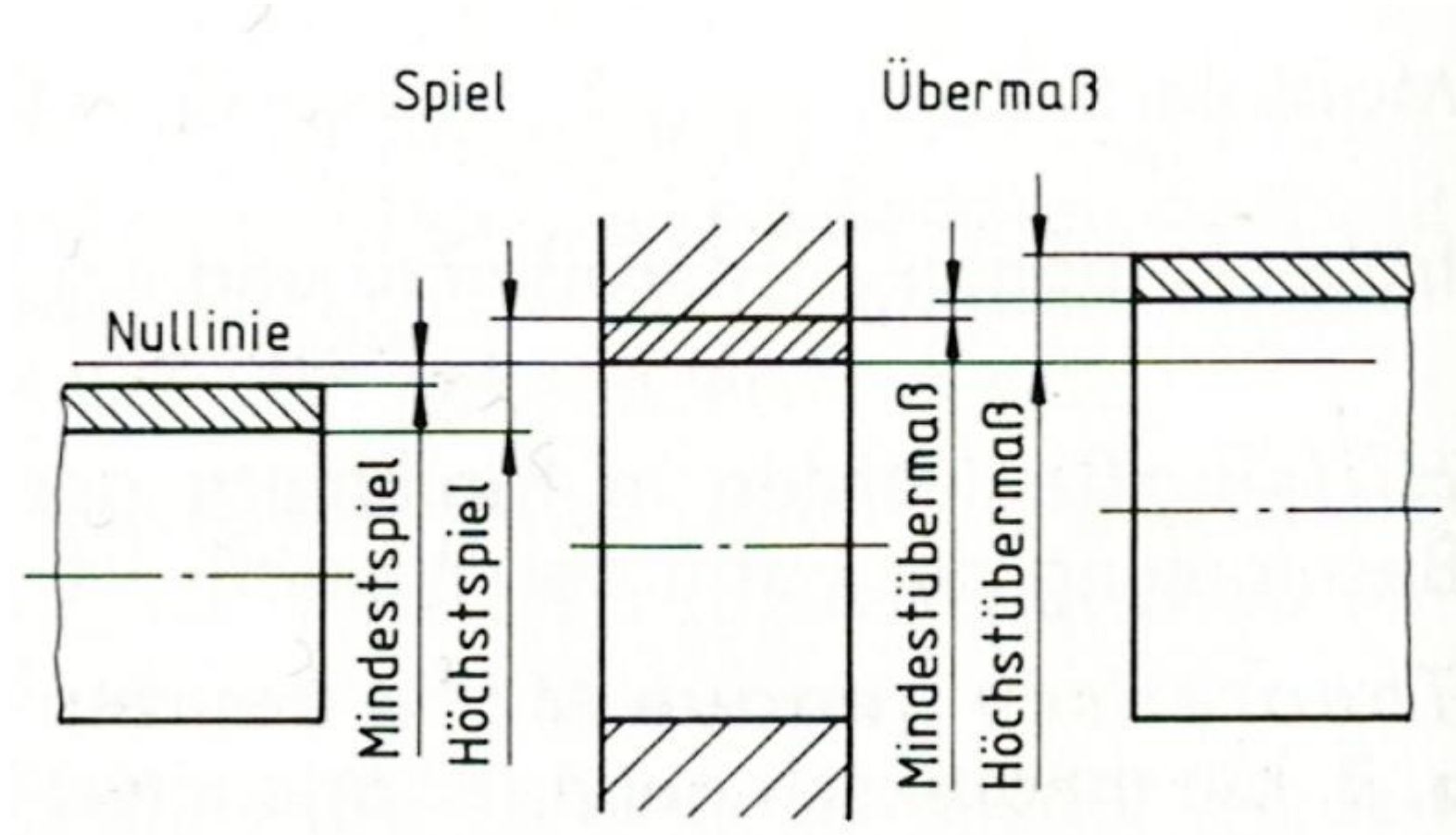
Quelle:
Hoischen

Übermaß und Spiel



Quelle:
Hoischen

Übermaß und Spiel



Unter *Spiel* versteht man die positive Differenz zwischen dem Maß der Bohrung und dem Maß der Welle vor dem Fügen, 154.1.

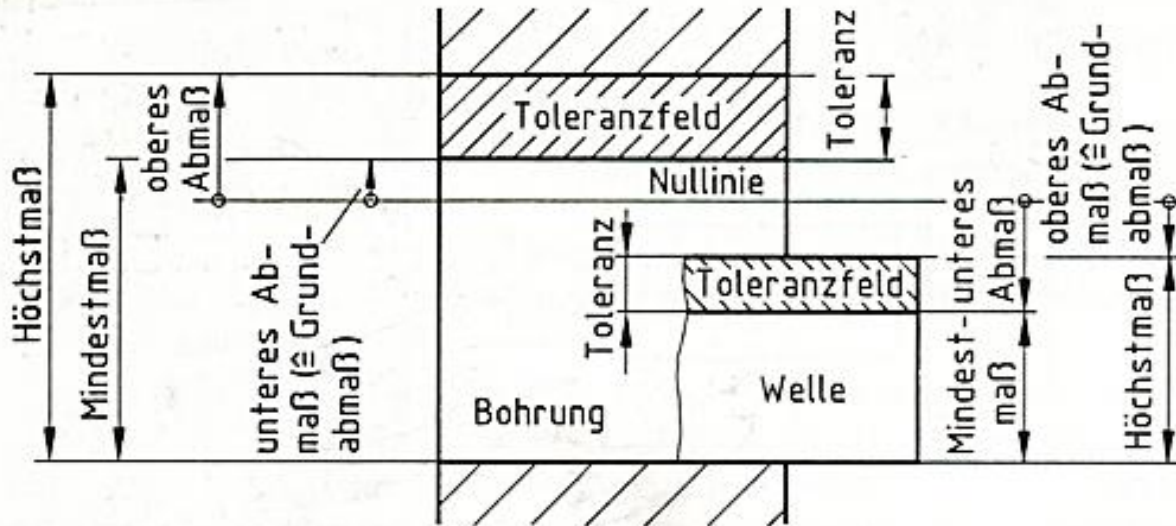
Höchstspiel ist entsprechend die positive Differenz zwischen Höchstmaß der Bohrung und Mindestmaß der Welle.

Mindestspiel ist die positive Differenz zwischen Mindestmaß der Bohrung und Höchstmaß der Welle, 154.2.

Übermaß ist die negative Differenz zwischen dem Maß der Bohrung und dem Maß der Welle vor dem Fügen, wenn der \varnothing der Welle größer ist als der \varnothing der Bohrung, 154.1

Höchstübermaß ist die negative Differenz zwischen Mindestmaß der Bohrung und Höchstmaß der Welle (bei Übermaß- und Übergangspassungen).

Mindestübermaß ist die negative Differenz zwischen Höchstmaß der Bohrung und Mindestmaß der Welle, 154.2.



Nennmaß: Maß, auf das sich die Abmaße beziehen (bei grafischer Darstellung als Nulllinie bezeichnet)

Istmaß: Gemessenes Werkstückfertigmaß

Grenzmaße

Höchstmaß: Größtes zugelassenes Werkstückmaß

Mindestmaß: Kleinstes zugelassenes Werkstückmaß

Grenzabmaße

Oberes Abmaß: Differenz zwischen Höchstmaß und Nennmaß

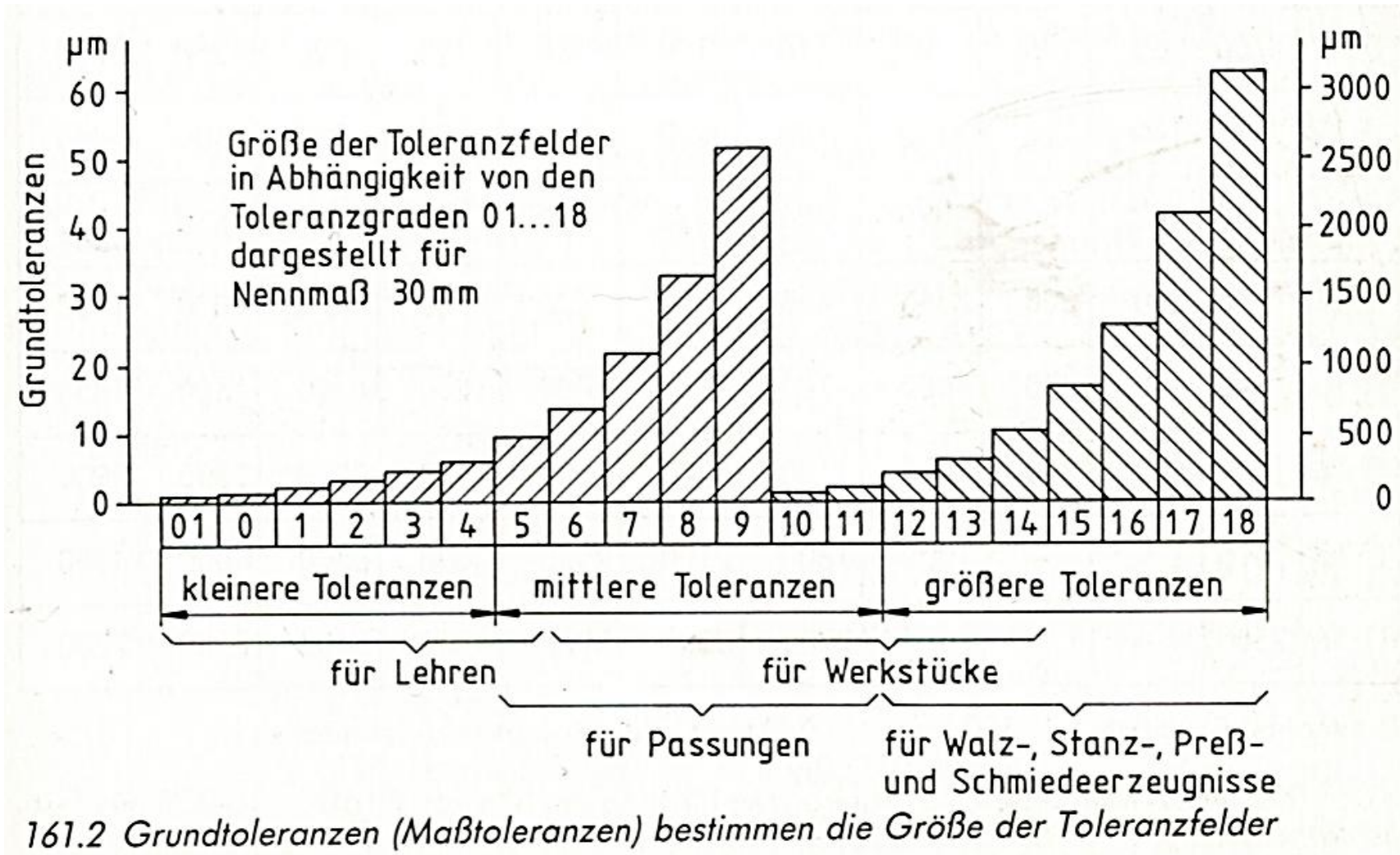
Unteres Abmaß: Differenz zwischen Mindestmaß und Nennmaß

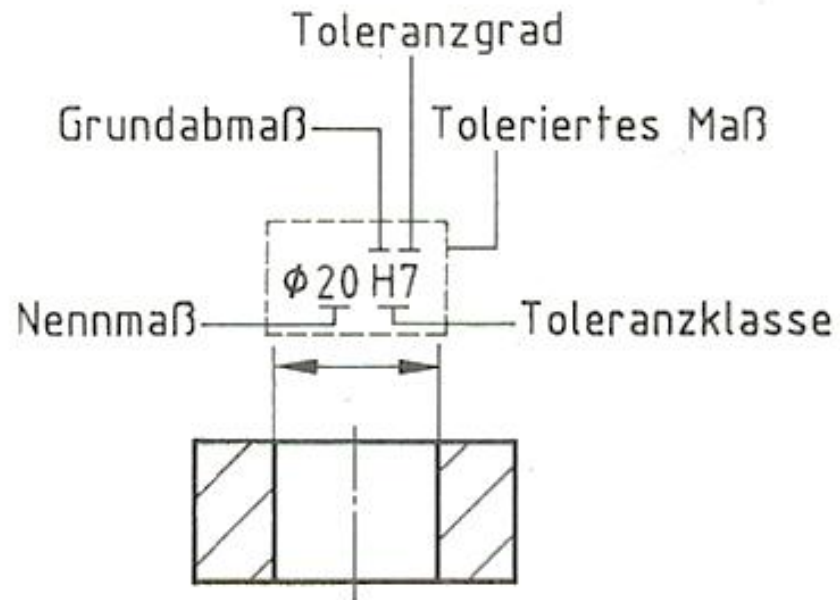
Grundabmaß: Abmaß, das die Lage der Toleranz zur Nulllinie festlegt. Seine Größe gibt den Abstand zwischen Nulllinie und demjenigen Grenzmaß an, das am nächsten bei der Nulllinie liegt

Toleranz: Differenz zwischen Höchst- und Mindestmaß bzw. zwischen oberem und unterem Abmaß

Anwendung ISO Toleranzgrade und Herstellung

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|---------------|--|--|--|--------------------------------------|--|--|---|--|--|-------------------------------|--|--|--|--|--|
| | Kleine Toleranzen | | | | | Mittlere Toleranzen | | | | | | Große Toleranzen | | | | | |
| Grundtoleranzgrade | 01 0 1 2 3 4 | | | | | 5 6 7 8 9 10 11 | | | | | | 12 13 14 15 16 17 18 | | | | | |
| Anwendungsgebiete | Prüflehren | | | | | Bearbeitete Werkstücke | | | | | | Nicht für Passmaße | | | | | |
| | | Arbeitslehren | | | | Maschinenbau | | | Gezogene, gewalzte Teile Gegossene, geschmiedete Teile | | | | | | | | |
| Fertigungsverfahren | Läppen, Honen | | | | | Schleifen, Reiben, Fräsen, Drehen | | | | | | Walzen, Schmieden, Pressen | | | | | |





Toleranzfeld: Bei grafischer Darstellung von Toleranzen das Feld zwischen Höchst- und Mindestmaß

Grundtoleranz: Die einem Grundtoleranzgrad, z.B. IT7, und einem Nennmaßbereich, z.B. 30...50, zugeordnete Toleranz

Grundtoleranzgrad: Eine Gruppe von Toleranzen, die dem gleichen Genauigkeitsniveau, z.B. IT7, zugeordnet werden

Toleranzgrad: Zahl des Grundtoleranzgrades

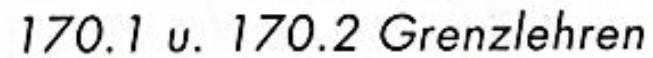
Toleranzklasse: Benennung für eine Kombination eines Grundabmaßes mit einem Toleranzgrad, z.B. H7

Toleriertes Maß: Es besteht aus
Nennmaß mit Grenzabmaßen, z.B. $30 \pm 0,1$, oder aus
Nennmaß mit Toleranzklasse, z.B. 20H7

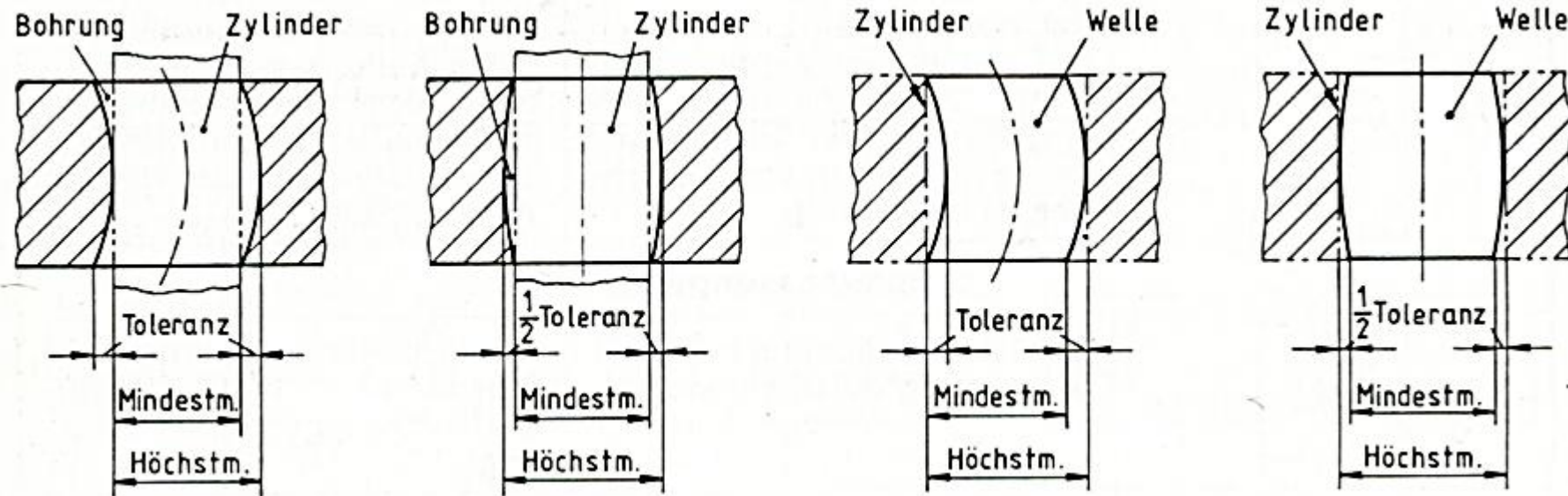
Passung: Beziehung aus der Differenz der Istmaße von Bohrung und Welle nach dem Fügen

Hüllprinzip nach DIN 7167¹⁾

Bei Wellen darf die Oberfläche des Formelementes die geometrisch ideale Form (Zylinder) mit Höchstmaß nicht überschreiten. Ferner darf an keiner Stelle das Istmaß das Mindestmaß unterschreiten.



Kontrolle der definierten Toleranzen



Bei Bohrungen darf die Oberfläche des Formelementes die geometrisch ideale Form (Zylinder) mit Mindestmaß nicht unterschreiten. Ferner darf an keiner Stelle das Istmaß das Höchstmaß überschreiten.

Toleranzen für Längenmaße

Tabelle 7-4 Grenzabmaße für Längenmaße nach DIN ISO 2768 (Werte in mm)

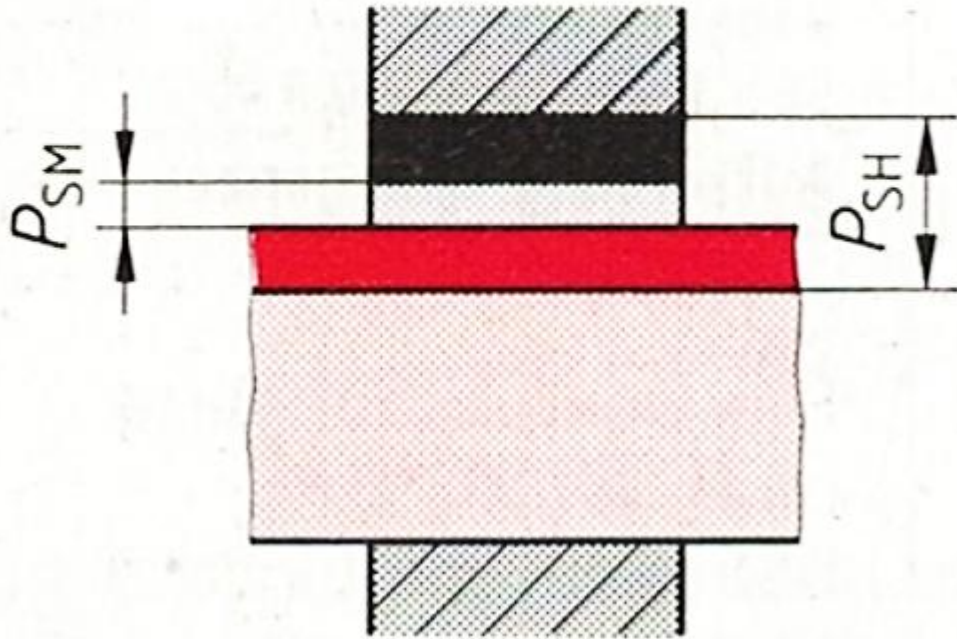
| Toleranzklasse | | Grenzabmaße für Nennmaßbereiche | | | | | | |
|------------------|-----------|---------------------------------|-----------------|------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Kurz- zeichen | Benennung | über 0,5 bis 3 | über 3 bis 6 | über 6 bis 30 | über 30 bis 120 | über 120 bis 400 | über 400 bis 1000 | über 1000 bis 2000 |
| f | fein | $\pm 0,05$ | $\pm 0,05$ | $\pm 0,1$ | $\pm 0,15$ | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$ | $\pm 0,5$ |
| m | mittel | $\pm 0,1$ | $\pm 0,1$ | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$ | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$ | $\pm 1,2$ |
| c | grob | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$ | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$ | $\pm 1,2$ | ± 2 | ± 3 |
| v | sehr grob | – | $\pm 0,5$ | ± 1 | $\pm 1,5$ | $\pm 2,5$ | ± 4 | ± 6 |

Passungen

Spielpassung

P_{SH} Höchstspiel

P_{SM} Mindestspiel



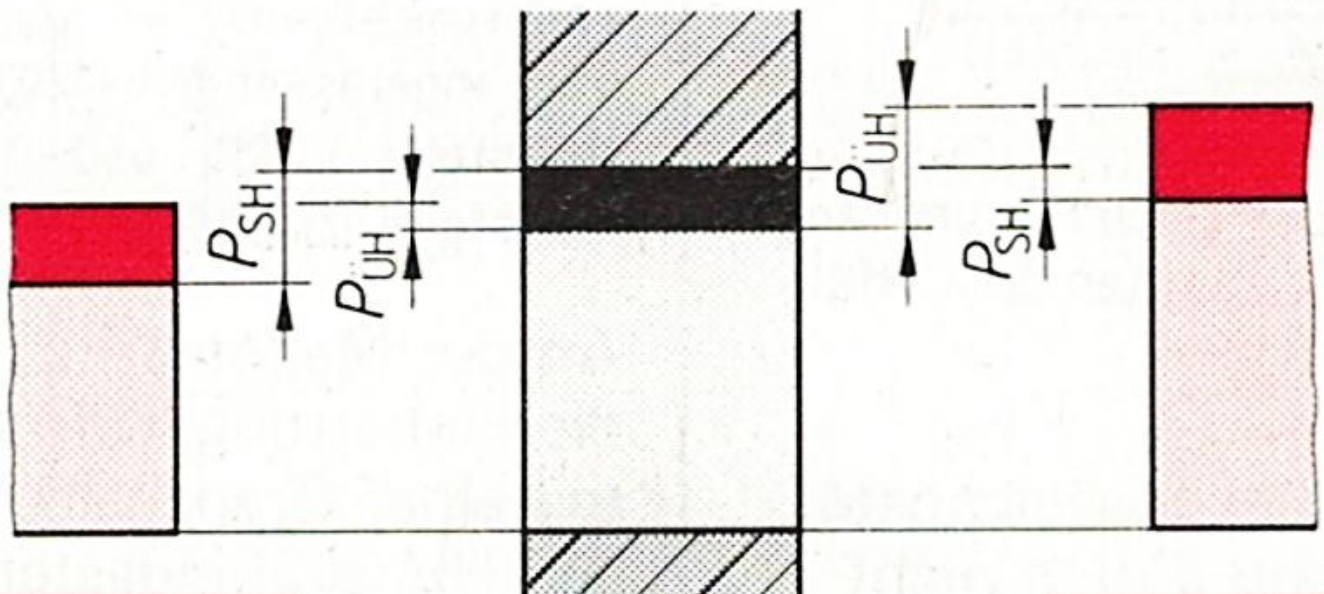
$$P_{SM} = G_{uB} - G_{oW}$$

$$P_{SH} = G_{oB} - G_{uW}$$

Übergangspassung

P_{SH} Höchstspiel

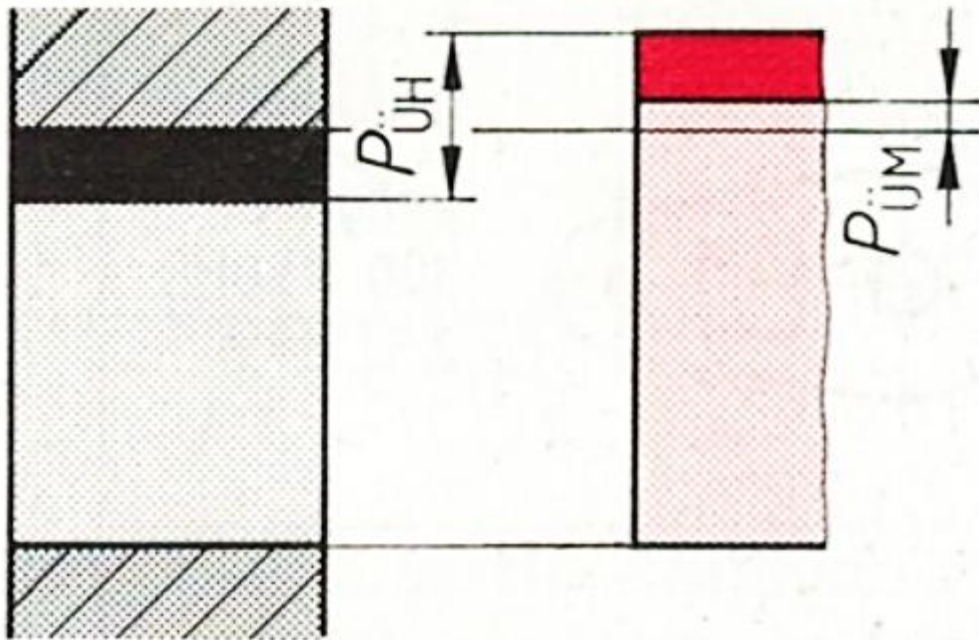
$P_{ÜH}$ Höchstübermaß



Übermaßpassung

$P_{\ddot{U}H}$ Höchstübermaß

$P_{\ddot{U}M}$ Mindestübermaß



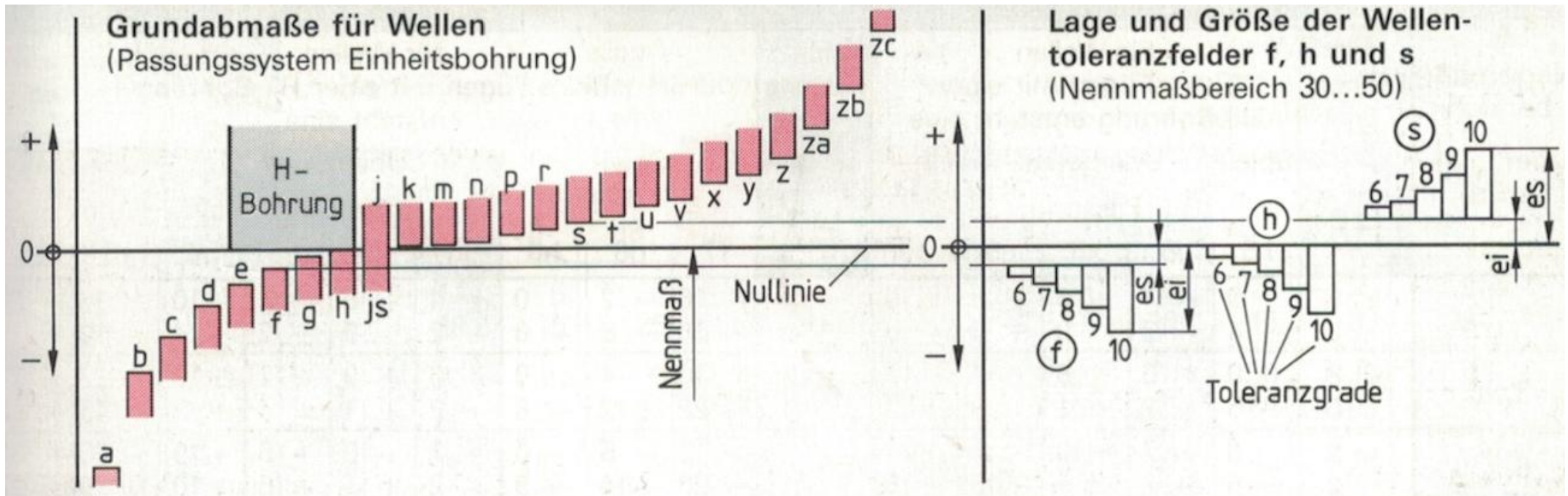
$$P_{\ddot{U}H} = G_{uB} - G_{oW}$$

$$P_{\ddot{U}M} = G_{oB} - G_{uW}$$

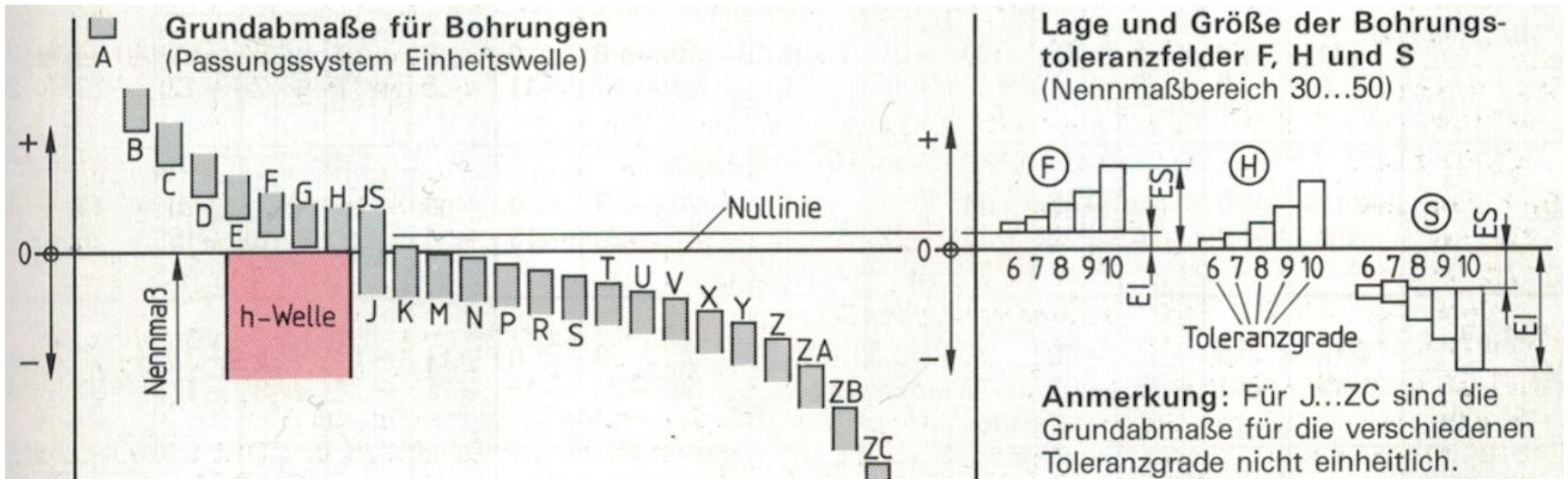
| Einheits-Bohrung ¹⁾ | Einheits-Welle ¹⁾ | Merkmale | Anwendung |
|--------------------------------|------------------------------|---|--|
| H8/d9 | D10/h9 | Die Teile laufen mit sehr weitem Spiel | Förderanlagen, Landmaschinen |
| H8/e8 | E9/h9 | Die Teile laufen mit reichlichem Spiel | Ringschmierlager, Spindeln |
| H7/f7 | F8/h6 | Die Teile laufen mit merklichem Spiel | Kulissensteine in Führungen |
| H7/g6 | G7/h6 | Die Teile laufen ohne merkliches Spiel | Spindellager in Schleifmaschinen, aus-rückbare Zahnräder, Teilkopfspindeln |
| H7/h6 | H7/h6 | Die Teile gleiten, von Hand bewegt, gerade noch | Pinole im Reitstock, Säulenführungen |
| H7/j6 | nicht fest-gelegt | Die Teile lassen sich mit leichten Schlägen oder von Hand verschieben | Riemenscheiben, Zahnräder, Nabe und Welle bei Keil- und Federverbindungen |
| H7/n6 | | Die Teile lassen sich mit geringem Kraft-aufwand verschieben | Lagerbuchsen in Gehäusen, Kolbenbolzen, Führungssäulen |
| H7/r6 | nicht fest-gelegt | Die Teile lassen sich mit größerem Kraft-aufwand fügen | Lagerbuchsen in Gehäusen |
| H7/s6 | | Die Teile lassen sich nur durch großen Kraftaufwand oder durch Dehnen oder Schrumpfen fügen | Zahnkränze, Schrumpfringe |
| H8/u8 | | Die Teile lassen sich nur durch Dehnen oder Schrumpfen fügen | Räder auf Achsen, Kupplungen auf Wellen |

¹⁾ Die fettgedruckten Passungen besitzen Toleranzfelder der Reihe 1. Sie sind bevorzugt anzuwenden.

Passungsauswahl



Passungsauswahl



Toleranzklassen

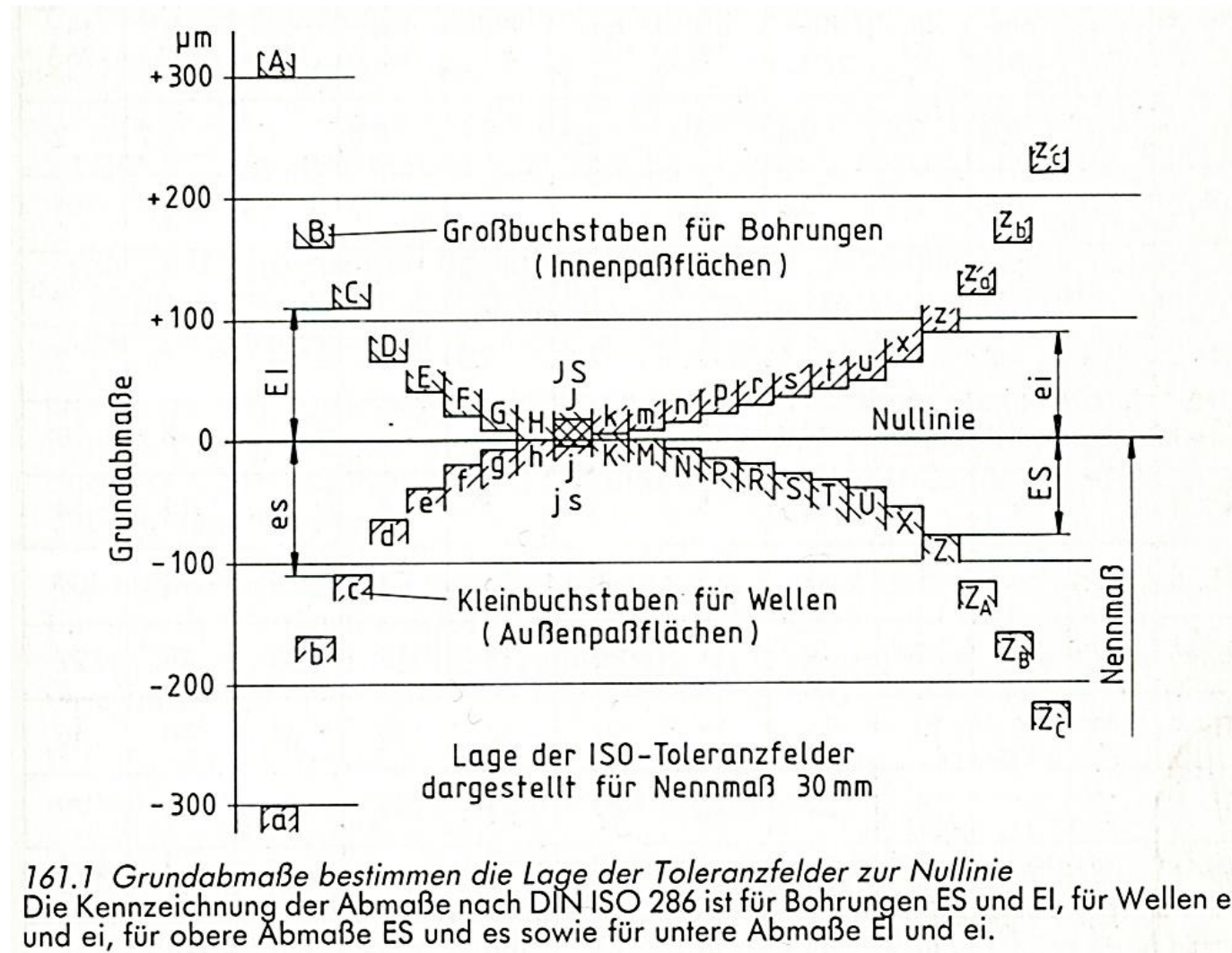


Tabelle 7-3 Grenzabmaße [μm] für ausgewählte Toleranzklassen (DIN 7157)

| Nennmaß [mm] | Innenteile | | | | | | Außenteile | | | | | |
|-----------------|--------------|------------|-----------|------------|----------|-----------|------------|----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| | s6 | r6 | k6 | j6 | h6 | h11 | H7 | H8 | H11 | G7 | F8 | E9 |
| 1 bis 3 | +20 +14 | +16 +10 | +6 0 | +4 -2 | 0 -6 | 0 -60 | +10 0 | +14 0 | +60 0 | +12 +2 | +20 +6 | +39 +14 |
| > 3 bis 6 | +27 +19 | +23 +15 | +9 +1 | +6 -2 | 0 -8 | 0 -75 | +12 0 | +18 0 | +75 0 | +16 +4 | +28 +10 | +50 +20 |
| > 6 bis 10 | +32 +23 | +28 +19 | +10 +1 | +7 -2 | 0 -9 | 0 -90 | +15 0 | +22 0 | +90 0 | +20 +5 | +35 +13 | +61 +25 |
| > 10 bis 18 | +39 +28 | +34 +23 | +12 +1 | +8 -3 | 0 -11 | 0 -110 | +18 0 | +27 0 | +110 0 | +24 +6 | +43 +16 | +75 +32 |
| > 18 bis 30 | +48 +35 | +41 +28 | +15 +2 | +9 -4 | 0 -13 | 0 -130 | +21 0 | +33 0 | +130 0 | +28 +7 | +53 +20 | +92 +40 |
| > 30 bis 50 | +59 +43 | +50 +34 | +18 +2 | +11 -5 | 0 -16 | 0 -160 | +25 0 | +39 0 | +160 0 | +34 +9 | +64 +25 | +112 +50 |
| > 50 bis 65 | +72 +53 | +60 +41 | +21 +2 | +12 | 0 | 0 | +30 0 | +46 0 | +190 0 | +40 +10 | +76 +30 | +134 +60 |
| > 65 bis 80 | +78 +59 | +62 +43 | | -7 | -19 | -190 | | | | | | |
| > 80 bis 100 | +93 +71 | +73 +51 | +25 +3 | +13 | 0 | 0 | +35 0 | +54 0 | +220 0 | +47 +12 | +90 +36 | +159 +72 |
| > 100 bis 120 | +101 +79 | +76 +54 | | -9 | -22 | -220 | | | | | | |
| > 120 bis 140 | +117 +92 | +88 +63 | +28 +3 | +14 -11 | 0 -25 | 0 -250 | +40 0 | +63 0 | +250 0 | +54 +14 | +106 +43 | +185 +85 |
| > 140 bis 160 | +125 +100 | +90 +65 | | | | | | | | | | |
| > 160 bis 180 | +133 | +93 | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|-----------|------------|----------|-----------|----------|----------|-----------|------------|-------------|--------------|
| >120 bis 140 | +117 +92 | +88 +63 | | | | | | | | | | |
| >140 bis 160 | +125 +100 | +90 +65 | +28 +3 | +14 -11 | 0 -25 | 0 -250 | +40 0 | +63 0 | +250 0 | +54 +14 | +106 +43 | +185 +85 |
| >160 bis 180 | +133 +108 | +93 +68 | | | | | | | | | | |
| >180 bis 200 | +151 +122 | +106 +77 | | | | | | | | | | |
| >200 bis 225 | +159 +130 | +109 +80 | +33 +4 | +16 -13 | 0 -29 | 0 -290 | +46 0 | +72 0 | +290 0 | +61 +15 | +122 +50 | +215 +100 |
| >225 bis 250 | +169 +140 | +113 +84 | | | | | | | | | | |
| >250 bis 280 | +190 +158 | +126 +94 | +36 +4 | +16 -16 | 0 -32 | 0 -320 | +52 0 | +81 0 | +320 0 | +69 +17 | +137 +56 | +240 +110 |
| >280 bis 315 | +202 +170 | +130 +98 | | | | | | | | | | |
| >315 bis 355 | +226 +190 | +144 +108 | +40 +4 | +18 -18 | 0 -36 | 0 -360 | +57 0 | +89 0 | +360 0 | +75 +18 | +151 +62 | +265 +125 |
| >355 bis 400 | +244 +208 | +150 +114 | | | | | | | | | | |
| >400 bis 450 | +272 +232 | +166 +126 | +45 +5 | +20 -20 | 0 -40 | 0 -400 | +63 0 | +97 0 | +400 0 | +83 +20 | +165 +68 | +290 +135 |
| >450 bis 500 | +292 +252 | +172 +132 | | | | | | | | | | |

Beispiel

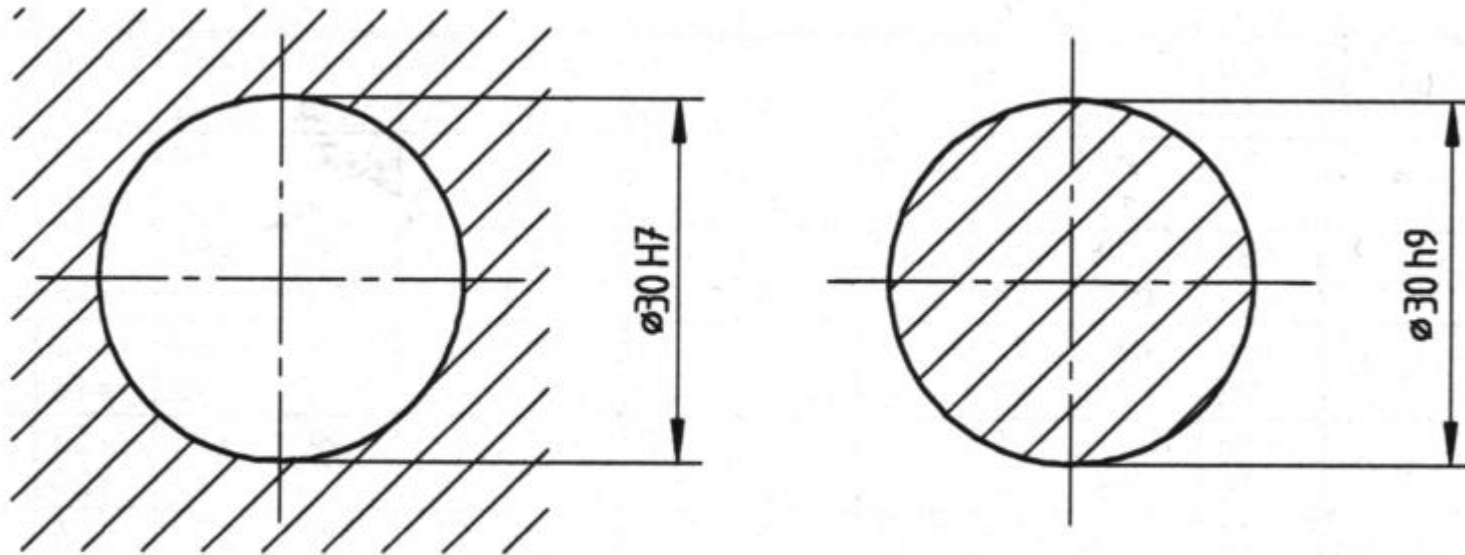
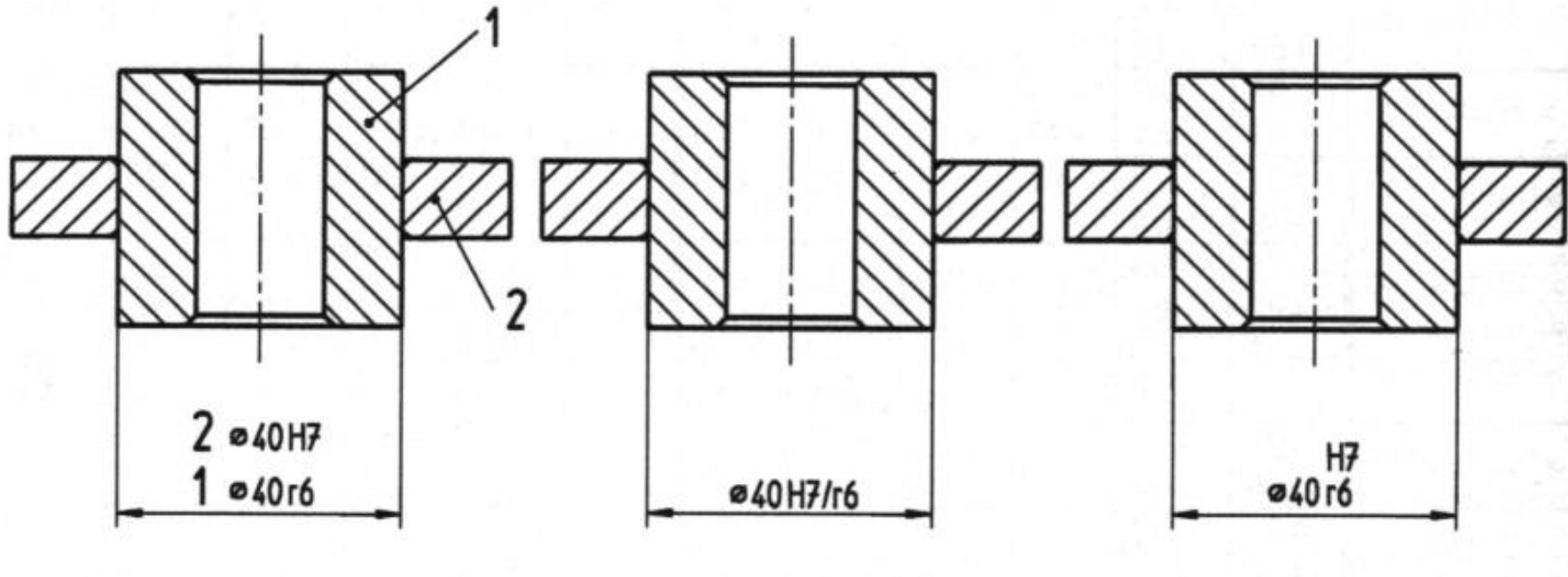


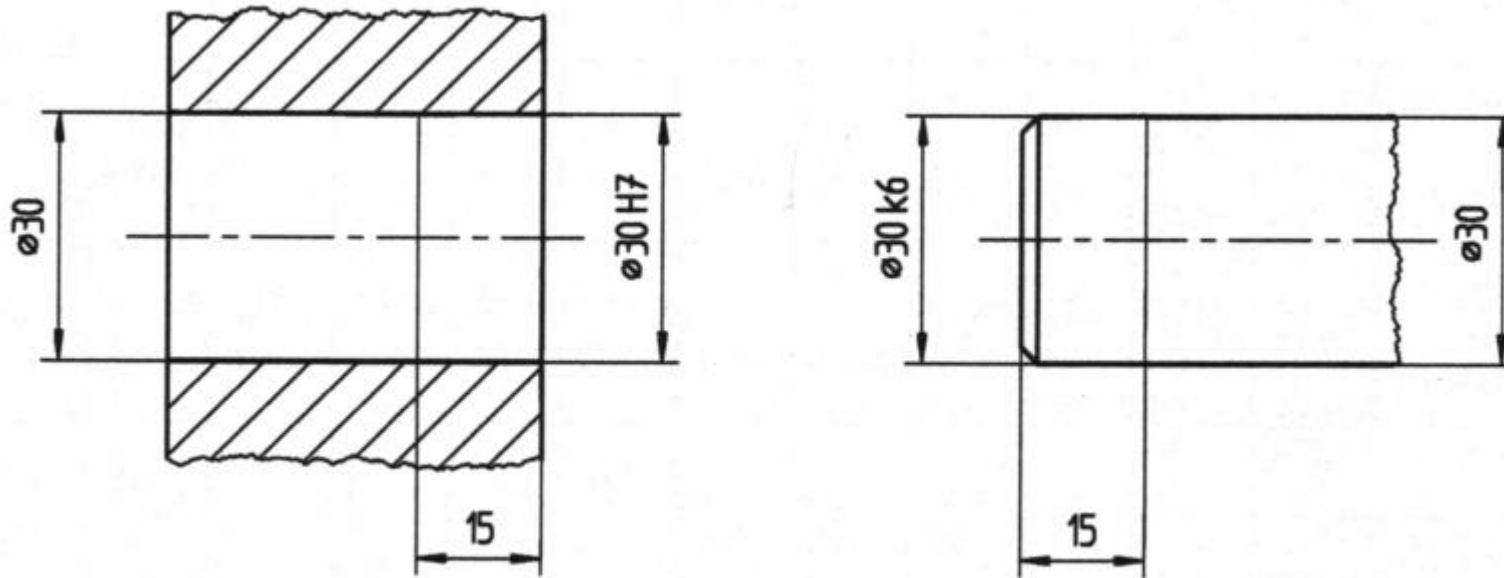
Bild 7-10 Angabe von Maßtoleranzen durch ISO-Toleranzkurzzeichen (Beispiele 1)

Beispiel



Geben Sie an, um welche Arten von Passungen es sich hierbei handelt.

Beispiel



Geben Sie an, um welche Arten von Passungen es sich hierbei handelt.

Verständnisfragen

- Wie ist ein Toleranzfeld definiert ?
- Zeichnen Sie ein Toleranzfeld mit den wichtigsten Kenngrößen
- Zeichnen Sie eine Welle mit $\varnothing 20$ mm
 - Die Welle soll in einer passenden Einheitsbohrung geführt werden
 - Welche Passung ist zu wählen, wenn die Teile ohne merkliches Spiel laufen sollen?
 - Zeichnen Sie Welle und Bohrung

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit !

Hinweis

Diese Folien sind ausschließlich für den internen Gebrauch im Rahmen der Lehrveranstaltung an der Frankfurt University of Applied Sciences bestimmt. Sie sind nur zugänglich mit Hilfe eines Passwortes, dass in der Vorlesung bekannt gegeben wird.

Neue Normen

- Oberflächenbeschaffenheit
- Form- und Lagetoleranz

Änderungen der Normen

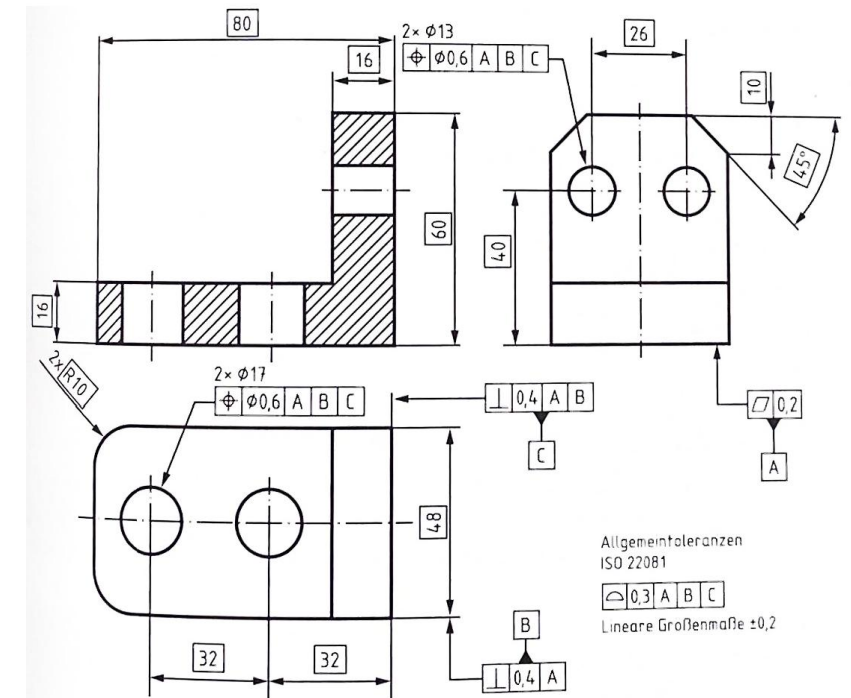
- Oberflächenbeschaffenheit, seit Dezember 2022 (Änderungen sind markiert):
 - DIN EN ISO 21920-1
 - DIN EN ISO 21920-2
 - DIN EN ISO 21920-3
- Form- und Lagetoleranzen, seit Februar 2021:
 - DIN EN ISO 22081

Form- und Lagetoleranzen nach DIN EN ISO 22081

- auch als „ISO-GPS-Normierung“ bezeichnet
- Ist maschinenlesbar -> ermöglicht eine digitale Erfassung
- Fertigungs- und funktionsgerechte Bemaßung, digital am 3D-Modell definiert
- Vereinfacht Qualitätssicherungsprozesse (höhere Wirtschaftlichkeit)
- Detailliertere Definition der Form- und Lagetoleranzen als bei der ISO 27681

Form- und Lagetoleranzen nach DIN EN ISO 22081

- Bezugssystem in alle Freiheitsgrade festlegen (über die Bezugsebenen A, B und C)
- TED = theoretical exact dimension (theoretisch exaktes Maß)
- TEDs sind über das CAD-Modell verknüpft
- Für TEDs gelten die Toleranzvorgaben nach DIN ISO 2769



6.158 Beispiel für Allgemeintoleranzen nach ISO 22081

Quelle:

Hoischen, 39. Auflage, S.213

Toleranzvorgaben nach ISO 2769

- Allgemeine Flächenprofiltoleranz: A1- D8 (Tabelle 1)
- Allgemeintoleranzen: a – d (Tabelle 2)
- Winkelgrößenmaße: 1 – 3 (Tabelle 3)

Allgemeintoleranzen ISO 22081



siehe DIN 2769 – B3

Linear size: $\pm t2$

siehe DIN 2769 – b

Angular size: $\pm t3$

siehe DIN 2769 – 1

TEDs entsprechend dem CAD-Modell 12345 rev a

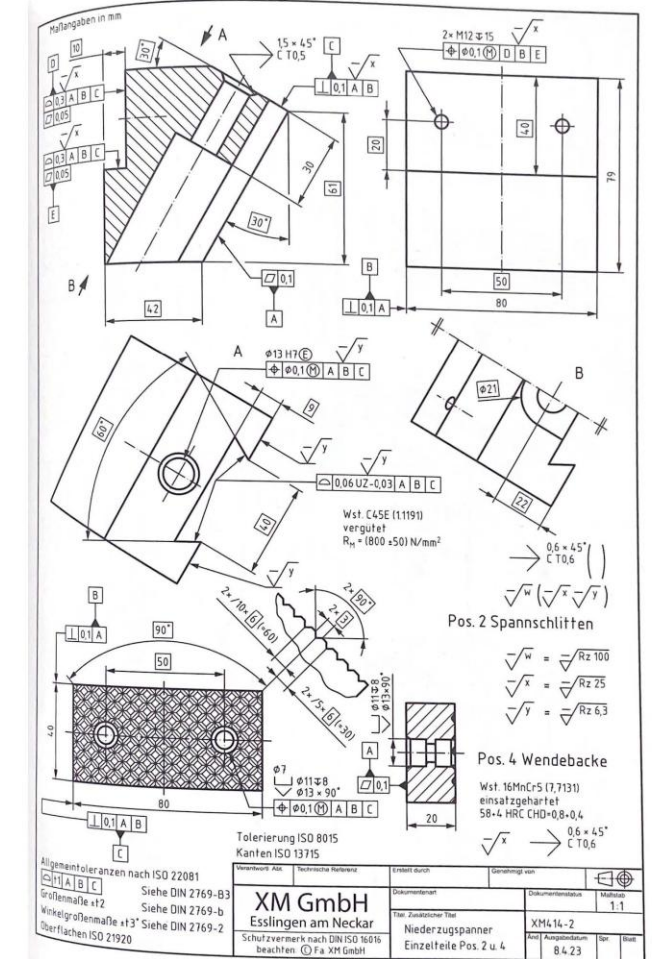
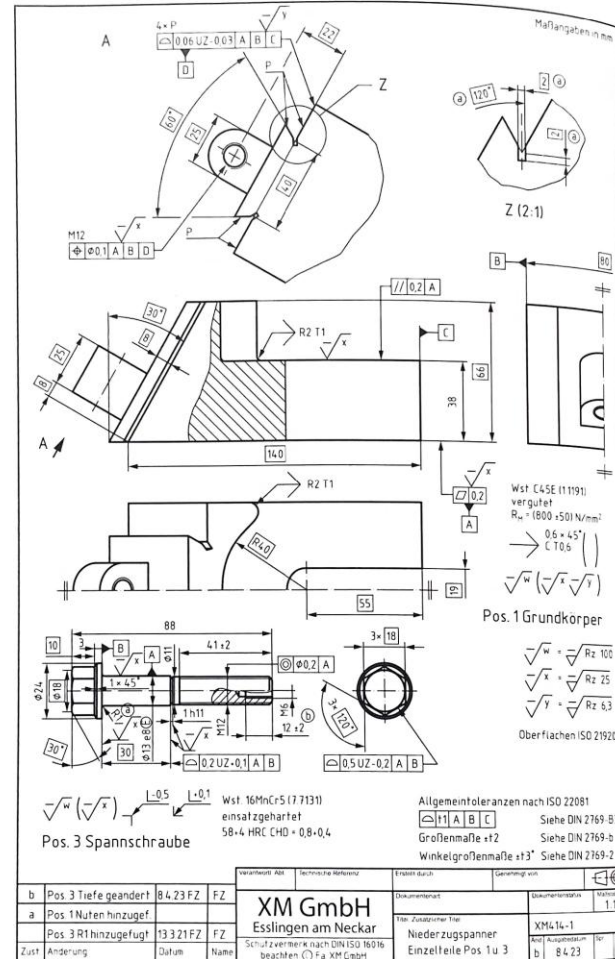
Quelle:

Hoischen, 39.Auflage, S.214-215

| Tabellen nach DIN 2769 (Auszug) – alle Maße in mm | | | | | | | | |
|---|--|--|---------|---------|---------|---------|------|------|
| Tabelle 1 | Maß SD der kleinsten umschriebenen Kugel des Teils ¹⁾ | | | | | | | |
| | über | 0 | 3 | 6 | 30 | 120 | 400 | 1000 |
| | bis einschließlich | 3 | 6 | 30 | 120 | 400 | 1000 | 2000 |
| | | Kennzahl | | | | | | |
| | Toleranzklasse | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | Kennbuchstabe | Allgemeintoleranz für Flächenprofil | | | | | | |
| | A | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| | B | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 1,0 | 1,6 | 2,4 |
| C | 0,4 | 0,6 | 1,0 | 1,6 | 2,4 | 4,0 | 6,0 | |
| Tabelle 2 | Nennmaßbereiche | | | | | | | |
| | über | 0 | 3 | 6 | 30 | 120 | 400 | 1000 |
| | bis einschließlich | 3 | 6 | 30 | 120 | 400 | 1000 | 2000 |
| | Toleranzklasse | Allg.-toleranzwerte für lin. Größenmaße | | | | | | |
| | a | ±0,5 | ±0,5 | ±0,1 | ±0,15 | ±0,2 | ±0,3 | ±0,5 |
| | b | ±0,1 | ±0,1 | ±0,2 | ±0,3 | ±0,5 | ±0,8 | ±1,2 |
| | c | ±0,2 | ±0,3 | ±0,5 | ±0,8 | ±1,2 | ±2,0 | ±3,0 |
| Tabelle 3 | Länge der kürzeren Winkelseite | | | | | | | |
| | über | 0 | 10 | 50 | 120 | 400 | | |
| | bis einschließlich | 10 | 50 | 120 | 400 | | | |
| | Toleranzklasse | Allg.-toleranzwerte für Winkelgrößenmaße | | | | | | |
| | 1 | ±1° | ±0° 30' | ±0° 20' | ±0° 10' | ±0° 5' | | |
| | 2 | ±1° 30' | ±1° | ±0° 30' | ±0° 20' | ±0° 10' | | |

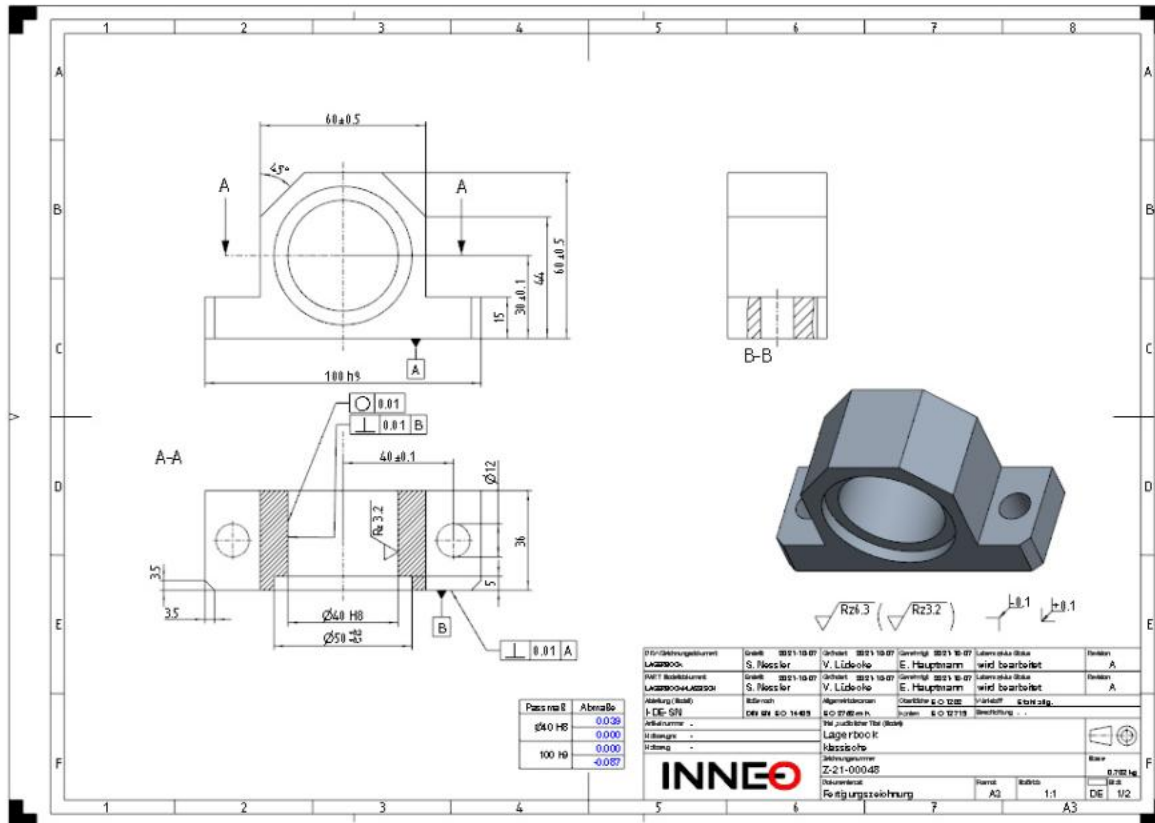
¹⁾ Die angegebene Toleranzklasse ist ausschlaggebend für die anzuwendenden Toleranzwerte nach Tabelle 1 und nicht der tatsächliche kleinste umschriebene Kugeldurchmesser des Bauteils.

Beispiel: ISO 22081

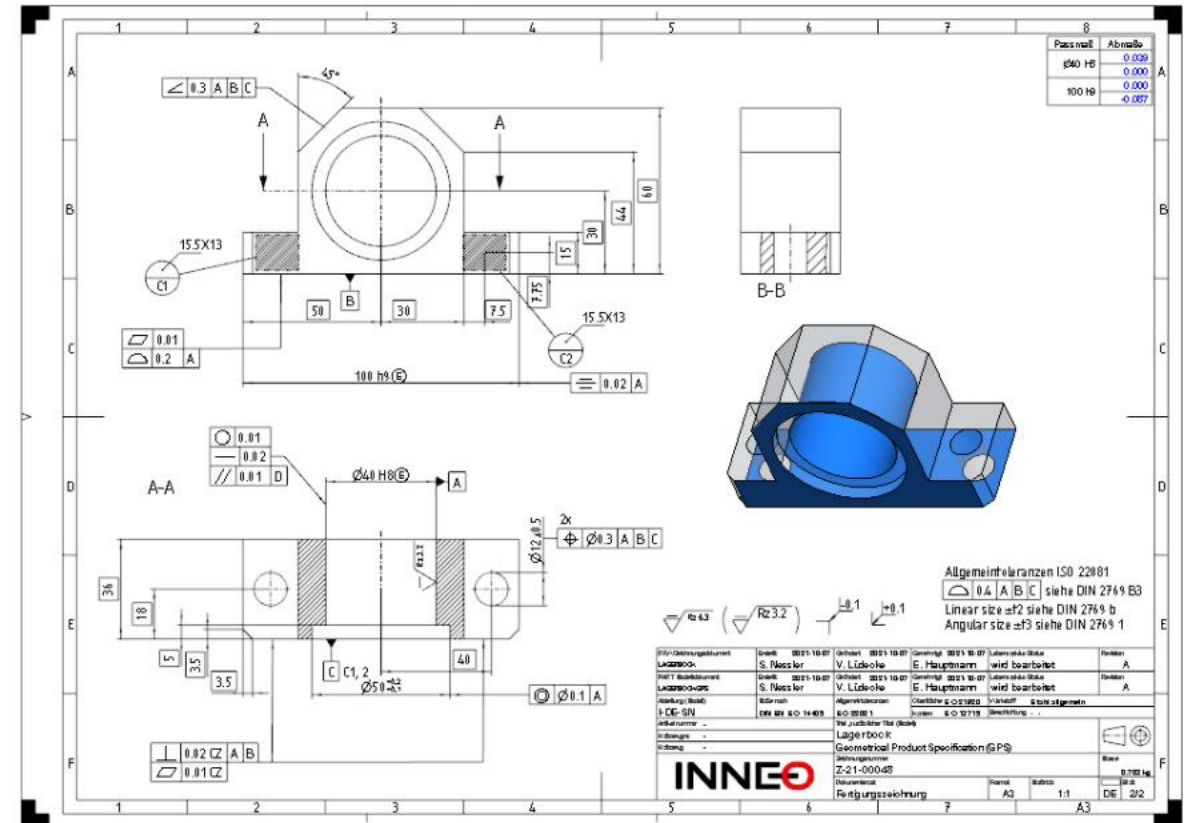


Quelle:
 Hoischen, 39.Auflage, S.492-493

ISO 2768 - 1



ISO 22081 (ISO-GPS)



Quelle:

<https://www.inneo.de/de/iso-gps-geometrische-produktspezifikation-iso-8015.html>

Quellen

- <https://www.konstruktionspraxis.vogel.de/was-es-neues-bei-den-iso-gps-normen-gibt-a-f1373b096cf91d358067054eed66edd7/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Vnbo0GiZXII&t=11s>
- <https://www.inneo.de/de/iso-gps-geometrische-produktspezifikation-iso-8015.html>
- Hoischen, 39. Auflage