

IN BESTEN HÄNDEN – PRÄZISION BEGINNT BEIM URSPRUNG

# GRUNDLAGEN DER KALTMASSIV- UMFORMUNG





# GRUNDLAGEN DER KALTMASIVUMFORMUNG

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Einführung .....</b>                                   | <b>03</b> |
| <b>2. Definition und Abgrenzung .....</b>                    | <b>05</b> |
| Vorteile .....   | 06-08     |
| <b>3. Werkstoffe für die Kaltumformung .....</b>             | <b>09</b> |
| <b>4. Einfachdruck bis 6-stufige Umformung .....</b>         | <b>12</b> |
| <b>5. Stauchen .....</b>                                     | <b>14</b> |
| <b>6. Fließpressen .....</b>                                 | <b>17</b> |
| <b>7. Rückwärtsfließpressen .....</b>                        | <b>19</b> |
| <b>8. Abgraten &amp; Stanzen (Lochen) .....</b>              | <b>21</b> |
| <b>9. Verfestigung durch Umformung .....</b>                 | <b>23</b> |
| Beispiel .....   | 24        |
| <b>10. Konstruktionshinweise: Drehteil vs. Pressteil ...</b> | <b>25</b> |
| Bildvorschlag .....  | 26-29     |
| <b>11. Oberflächenqualität .....</b>                         | <b>30</b> |
| <b>12. Nachgeschaltete Verfahren .....</b>                   | <b>32</b> |
| Spanlose Formgebung .....                                    | 33        |
| Zerspanung .....   | 33        |
| Wärmebehandlung .....  | 33        |
| Oberflächenbehandlung .....                                  | 33        |
| Reinigung .....  | 33        |
| Qualitätsprüfung & Sortierung .....                          | 33        |
| <b>13. Zeichnungsbeispiele .....</b>                         | <b>34</b> |
| Hinweis .....  | 35-43     |
| <b>14. Umformverfahren im Überblick .....</b>                | <b>44</b> |



# 1. EINFÜHRUNG



# EINFÜHRUNG

Die Kaltmassivumformung ist ein zentraler Bestandteil der modernen Fertigungstechnik. Sie ermöglicht es, Bauteile mit hoher Maßhaltigkeit, hervorragender Oberflächenbeschaffenheit und optimierten Werkstoffeigenschaften wirtschaftlich herzustellen.

Aufgrund der steigenden Anforderungen an Bauteilqualität, Funktionsintegration und Ressourceneffizienz gewinnt die Kaltmassivumformung zunehmend an Bedeutung.





# 2. DEFINITION UND ABGRENZUNG



# DEFINITION UND ABGRENZUNG

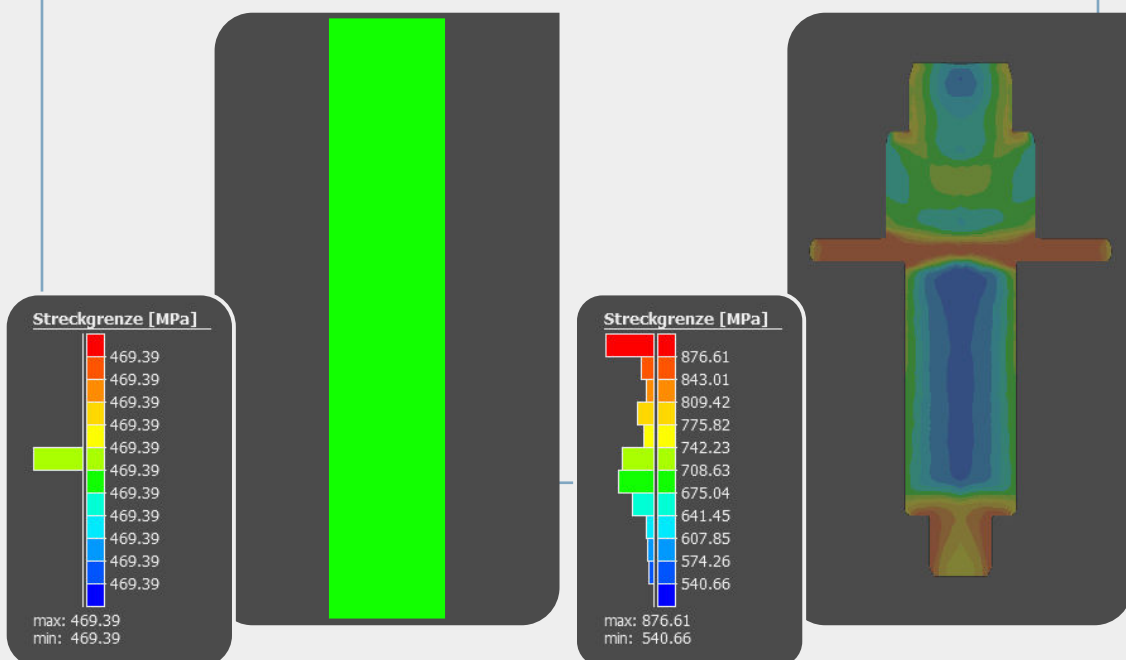
Das Kaltfließpressen von Stahl wurde 1934 in Deutschland entwickelt und hat sich seither weltweit durchgesetzt – vor allem in der Massenfertigung. Häufig wird es mit weiteren umformenden oder auch spanenden Verfahren kombiniert.

Die Kaltmassumformung ist ein spanloses Fertigungsverfahren, bei dem metallische Werkstoffe unterhalb ihrer Rekristallisationstemperatur plas-

tisch verformt werden. Sie unterscheidet sich damit von der Warmumformung, bei der Werkstücke bei höheren Temperaturen bearbeitet werden. Ziel ist es, bei möglichst geringen Temperaturen durch hohe Umformkräfte präzisere Geometrien zu erzeugen. Dabei bleiben die kristallinen Gefügestrukturen erhalten, was zu einer Erhöhung der Festigkeit durch Kaltverfestigung führt.

## VORTEILE:

- Hohe Produktionsgeschwindigkeit
- Energieeinsparung
  - Reduzierter CO<sub>2</sub>-Footprint
- Verbesserung der mechanischen Eigenschaften durch Kaltverfestigung





## VORTEILE:

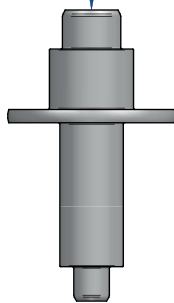
➔ **Günstige Materialausnutzung** (Materialeinsatz entspricht Volumen am fertigen Bauteil)

→ Reduzierter CO<sub>2</sub>-Footprint

Ausgangsvolumen  
Kaltformteil (Drahtabschnitt)  
 $1624\text{mm}^3 \Rightarrow 12,75\text{g}$   
(gleich Fertigteil)



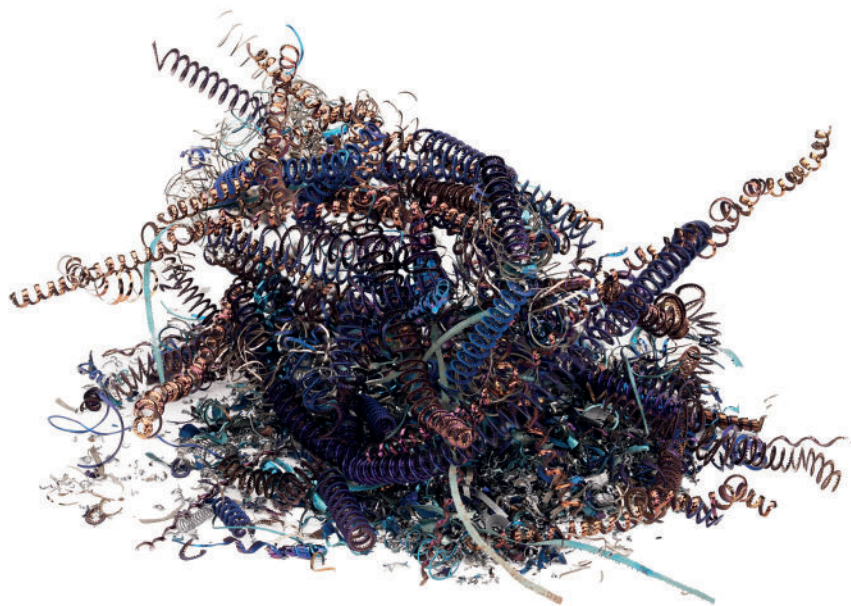
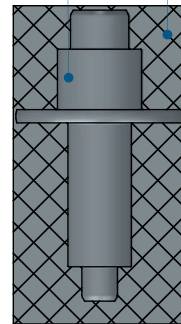
Volumen Kaltformteil:  
 $1624\text{mm}^3 \Rightarrow 12,75\text{g}$



Ausgangsvolumen Drehteil  
 $9937\text{mm}^3 \Rightarrow 78\text{g}$



Schrottanteil  
 $8313\text{mm}^3 \Rightarrow 65,25\text{g}$   
Drehteil  
 $1624\text{mm}^3 \Rightarrow 12,75\text{g}$



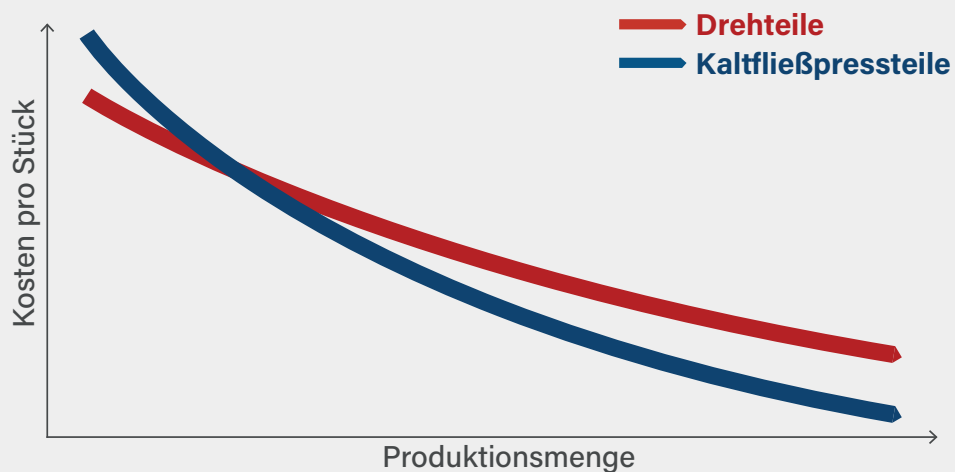


## VORTEILE:

- ➔ **Hohe Maßgenauigkeit**
- ➔ **Hohe Oberflächengüte:** Aufgrund der Kaltumformung können Nachbehandlungen wie Schleifen oder Polieren je nach Anwendungsfall eingespart werden.
  - ➔ Hoher Traganteil bei Oberflächen
- ➔ **Automatisierung:** Die Prozesse sind weitgehend automatisierbar, was zur Senkung der Fertigungskosten beiträgt.
- ➔ **Geringere Umweltbelastung:** Energieaufwand zur Erwärmung der Werkstücke entfällt
  - ➔ Reduzierter CO2-Footprint

- ➔ **Kostenoptimierung** gegenüber konventionellen Herstellungsverfahren (z.B. Drehen)

Stückkostenentwicklung: Drehteile vs. Kaltfließpressteile



- ➔ **Zukunftsorientierte Werkstoffe**, da bereits schadstoffarme Werkstoffe Serienstand sind



# 3.

An abstract graphic featuring a series of parallel diagonal stripes in various shades of red, orange, and blue, set against a dark blue background. The stripes are of varying widths and lengths, creating a dynamic, layered effect. The colors transition from deep reds and oranges on the left to lighter blues and whites on the right.



# WERKSTOFFE FÜR DIE KALTUMFORMUNG

Typische Werkstoffe für die Kaltmassivumformung sind kohlenstoffarme Stähle, Vergütungsstähle, Chrom- und Edelstähle, Aluminium und Aluminiumlegierungen, Kupfer und Kupferlegierungen, sowie Sonderwerkstoffe für spezielle Anwendungsfälle.

Die Auswahl des geeigneten Werkstoffs hängt von der gewünschten Bauteilgeometrie, den geforderten mechanischen Eigenschaften, der Umformbar-

keit und möglichen anderen Anforderungen, wie z.B der Leitfähigkeit ab. Werkstoffe für die Kaltumformung zeichnen sich aus durch:

- hohe Duktilität
- geringe Festigkeit vor der Umformung
- homogenes Gefüge

Produktqualität beginnt mit der Vormaterialauswahl und der Definition der Materialeigenschaften.

## WERKSTOFFÜBERSICHT KALTUMFORMUNG

(Auszug gängiger Werkstoffe)

| WERKSTOFF      | WERKSTOFF-NUMMER | NORMUNG        | BEMERKUNG                                |
|----------------|------------------|----------------|--|
| C4C (QSt32-3)  | 1.0303           | DIN EN 10263-2 | kohlenstoffarmer Stahl                   |
| C8C (QSt34-3)  | 1.0213           | DIN EN 10263-2 | kohlenstoffarmer Stahl                   |
| C10C (QSt36-3) | 1.0214           | DIN EN 10263-2 | kohlenstoffarmer Stahl                   |
| C15C (QSt38-3) | 1.0234           | DIN EN 10263-2 | kohlenstoffarmer Stahl                   |
| RFe80          | 1.1014           | DIN 17405      | Magnetweicheisen                         |
| RFe120         | 1.1012           | DIN 17405      | Magnetweicheisen                         |
| C15E2C (Cq15)  | 1.1132           | DIN EN 10263-3 | Einsatzstahl                             |
| 16MnCr5        | 1.7131           | DIN EN 10263-3 | Einsatzstahl                             |
| 20MnB4         | 1.5525           | DIN EN 10263-4 | Vergütungsstahl                          |
| 23MnB4         | 1.5535           | DIN EN 10263-4 | Vergütungsstahl                          |
| 33B2           | 1.5514           | DIN EN 10263-4 | Vergütungsstahl                          |
| (35B2)         | (1.5511)         | (DIN EN 10269) | Vergütungsstahl<br>(weiterhin verfügbar) |
| 38B2           | 1.5515           | DIN EN 10263-4 | Vergütungsstahl                          |
| 42CrMo4        | 1.7225           | DIN EN 10263-4 | Vergütungsstahl                          |



## WERKSTOFFÜBERSICHT KALTUMFORMUNG

(Auszug gängiger Werkstoffe)

| WERKSTOFF             | WERKSTOFF-NUMMER | NORMUNG                      | BEMERKUNG                             |
|-----------------------|------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| X6Cr17                | 1.4016           | DIN EN 10263-5               | Chromstahl (rostbeständig)            |
| X3CrNiCu18-9-4        | 1.4567           | DIN EN 10263-5               | Edelstahl (rostfrei)                  |
| X5CrNi18-10           | 1.4301           | DIN EN 10263-5               | Edelstahl (rostfrei)                  |
| X4CrNi18-12           | 1.4303           | DIN EN 10263-5               | Edelstahl (rostfrei)                  |
| X2CrNiMo 17-12-2      | 1.4404           | DIN EN 10263-5               | Edelstahl (rostfrei / hitzebeständig) |
| X15CrNiSi25-21        | 1.4845           | DIN EN 10088-1               | Edelstahl (rostfrei / hitzebeständig) |
| AW-1050 (Al 99,5)     | 3.0255           | DIN EN 1301-2 / DIN EN 573-3 | Aluminium                             |
| AW-5019 (AlMg5)       | 3.3555           | DIN EN 1301-2 / DIN EN 573-3 | Aluminiumlegierung seewasserbeständig |
| AW-5754 (AlMg3)       | 3.3535           | DIN EN 1301-2 / DIN EN 573-3 | Aluminiumlegierung seewasserbeständig |
| AW-6056 (AlSi1MgCuMn) | -----            | DIN EN 1301-2 / DIN EN 573-3 | Aluminiumlegierung aushärtbar         |
| AW-6060 (AlMgSi)      | 3.3206           | DIN EN 1301-2 / DIN EN 573-3 | Aluminiumlegierung aushärtbar         |
| AW-6082 (AlSi1MgMn)   | 3.2315           | DIN EN 1301-2 / DIN EN 573-3 | Aluminiumlegierung aushärtbar         |
| AW-7075 (AlZn5,5MgCu) | 3.4365           | DIN EN 1301-2 / DIN EN 573-3 | Aluminiumlegierung aushärtbar         |
| CuZn36                | 2.0335 (CW507L)  | DIN EN 12166                 | Messing                               |
| CuSn4                 | 2.1016 (CW450K)  | DIN EN 12166                 | Bronze (Lagerbronze)                  |
| CUSn6                 | 2.1020 (CW452K)  | DIN EN 12166                 | Bronze (Lagerbronze)                  |
| Cu-ETP1 (E-Cu58)      | 2.0065 (CW003A)  | DIN EN 1977                  | Kupfer                                |
| Cu-ETP (E-Cu58)       | 2.0065 (CW004A)  | DIN EN 1977                  | Kupfer                                |
| Cu-OF1 (OF-Cu)        | 2.0040 (CW007A)  | DIN EN 1977                  | Kupfer                                |
| Cu-OF (OF-Cu)         | 2.0040 (CW008A)  | DIN EN 1977                  | Kupfer                                |

Weitere Werkstoffe/Werkstofflegierungen können bei Bedarf eingesetzt werden.





4

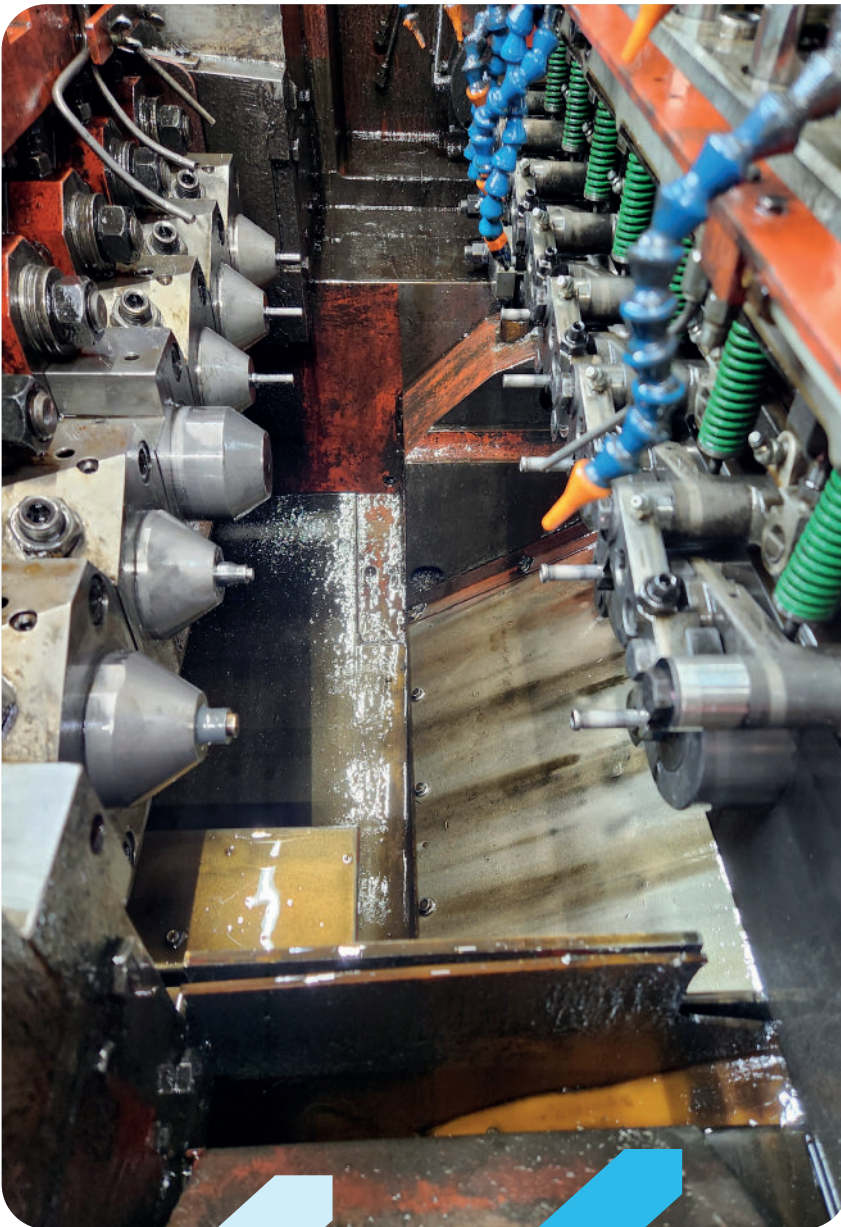
# EINFACHDRUCK BIS 6-STUFIGE UMFORMUNG



# EINFACHDRUCK BIS 6-STUFIGE UMFORMUNG

Die Umformung erfolgt bei MN in ein- bis sechs-stufigen Pressabläufen mit Presskräften bis 200t. Durch sukzessive Verformung lassen sich komplexe Geometrien mit hoher Präzision erzeugen.

Das zentrale Unterscheidungsmerkmal dieser Maschinen ist die Anzahl der Umformstufen, die vorhandene Presskraft sowie der Transport.

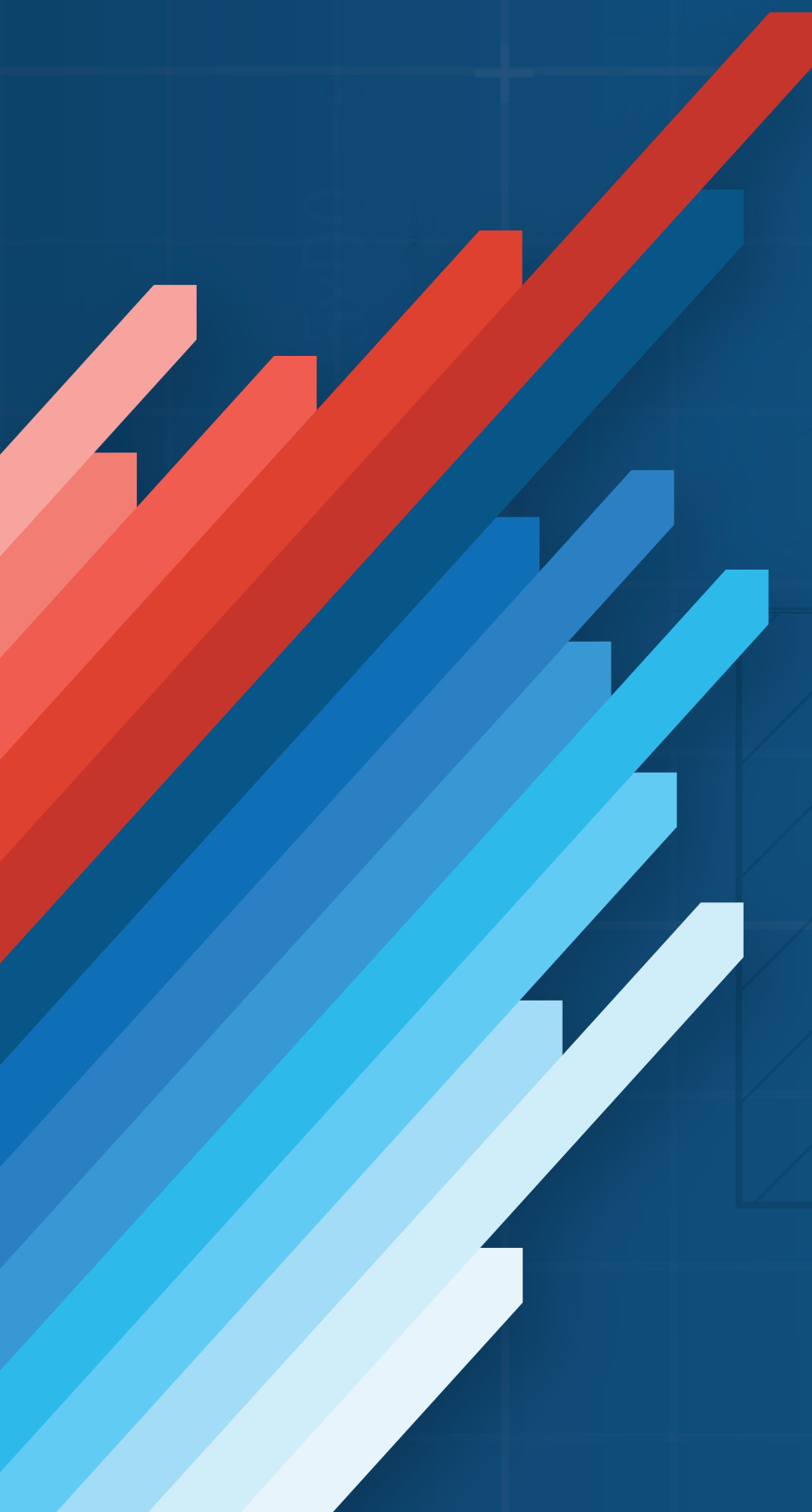


## UMFORMPROZESS

über 6 Umformstufen  
mittels Zangentransfer



# 5. STAUCHEN



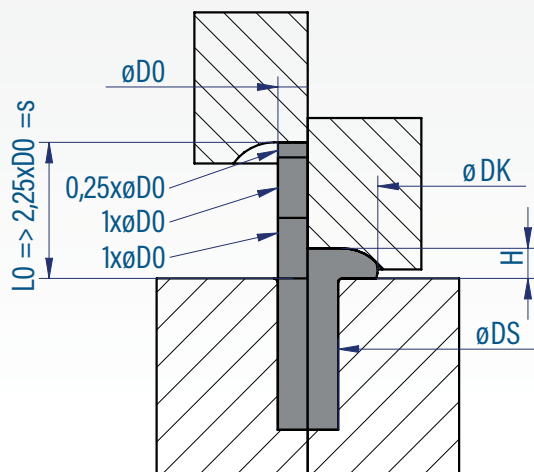


# STAUCHEN

Stauchen ist ein Verfahren zur Volumenverlagerung in axialer Richtung. Beim Stauchen wird das Werkstück verkürzt, während sich der Querschnitt vergrößert. Durch Stauchen werden z.B. Köpfe mit Antrieben für Schrauben, Mittelbunde bei Stufenbolzen oder asymmetrische / exzentrische Konturen erzeugt.

Beim Stauchen müssen eine Vielzahl von Faktoren wie z.B. die freie Knicklänge oder das Stauchverhältnis beachtet werden.

## Stauchverhältnis "s"

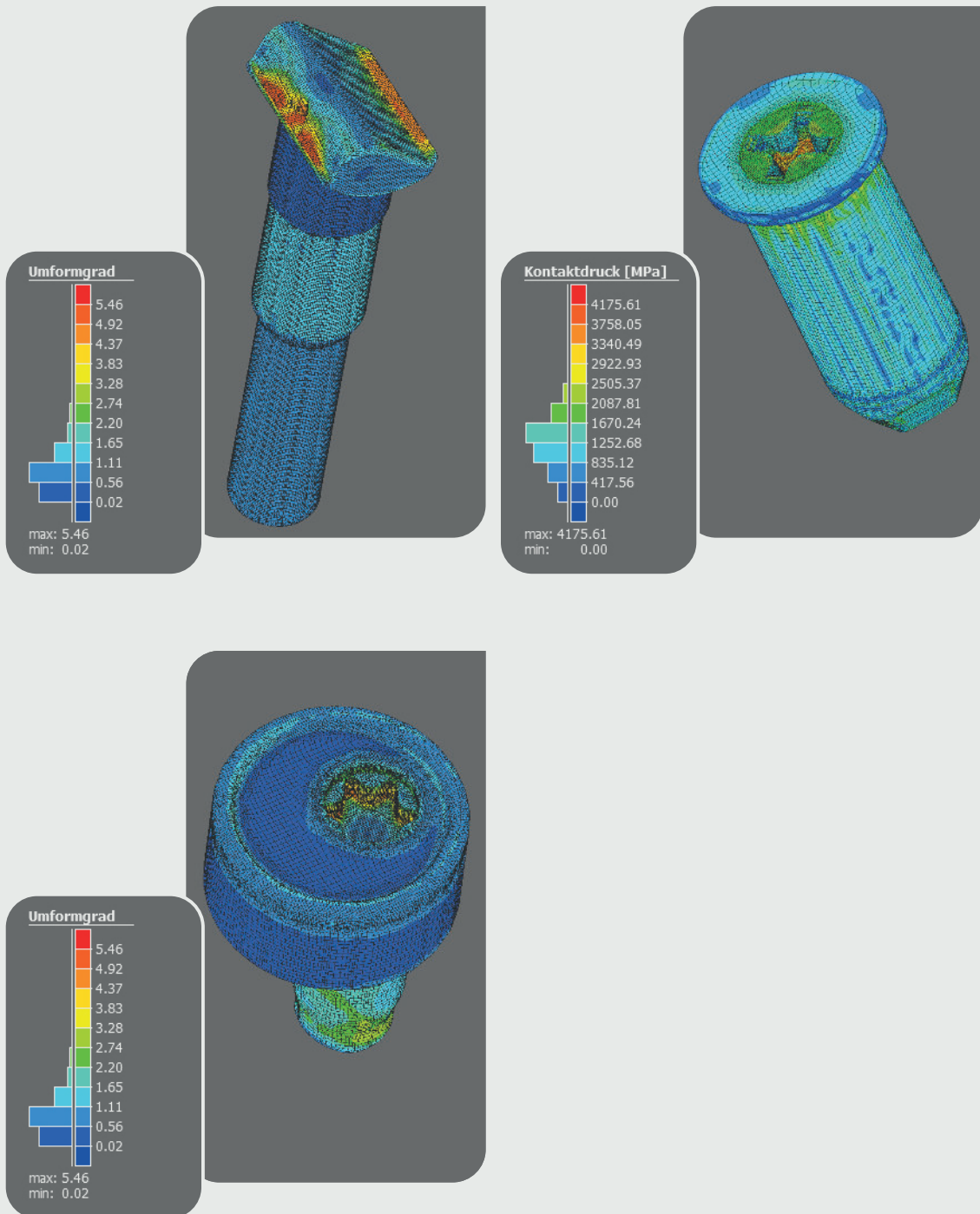


Als **STAUCHVERHÄLTNIS „S“** bezeichnet man das Verhältnis von freier, nicht im Werkzeug geführter Bolzenlänge ( $L_0$ ) zum Ausgangsdurchmesser ( $D_0$ ) des Rohlings.

$D_0$  = Drahtdurchmesser  
 $DK$  = Kopfdurchmesser  
 $DS$  = Schaftdurchmesser  
 $H$  = Kopfhöhe



## BEISPIELE:





# 6. FLIEßPRESSEN





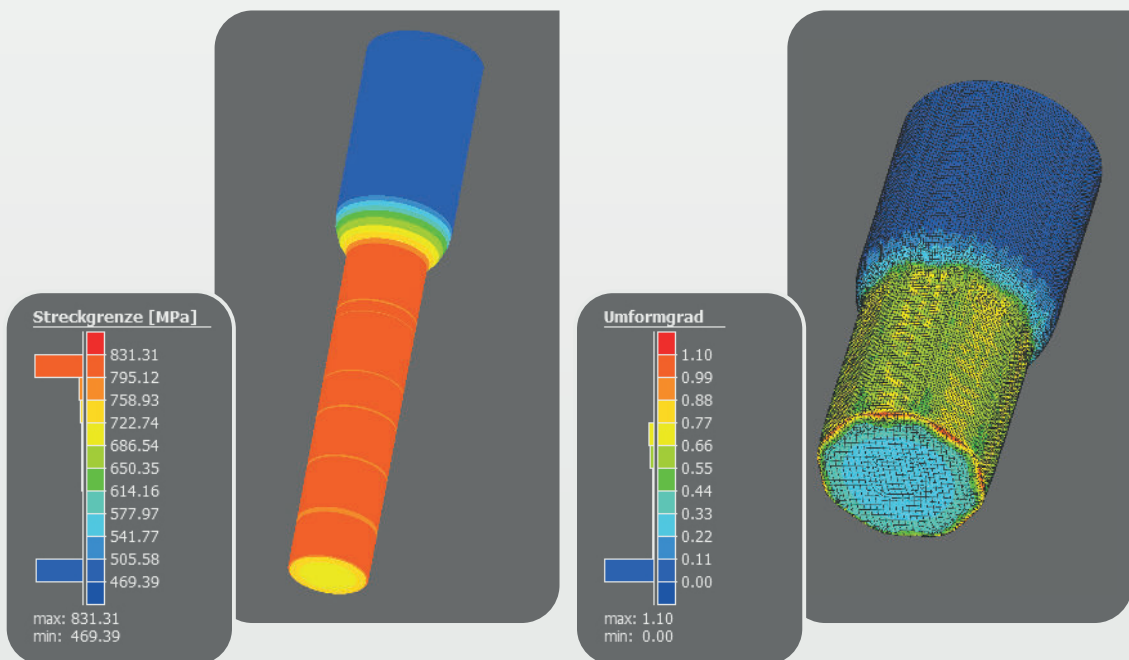
# FLIEßPRESSEN

Beim Fließpressen wird das Material unter hohem Druck in eine Matrize gepresst, wodurch es quer, vorwärts oder rückwärts in die gewünschte Form fließt.

Beim Voll-Vorwärts-Fließpressen haben Werkstofffluss und Stempelbewegung die gleiche Richtung, der Drahtabschnitt wird voll vom Werkzeug auf-

genommen und über einen Reduzierradius zum Fließen gebracht. Beim Voll-Rückwärts-Fließpressen sind Werkstofffluss und Stempelbewegung entgegen gerichtet.

## BEISPIELE:





# 7 RÜCKWÄRTS- FLIEßPRESSEN

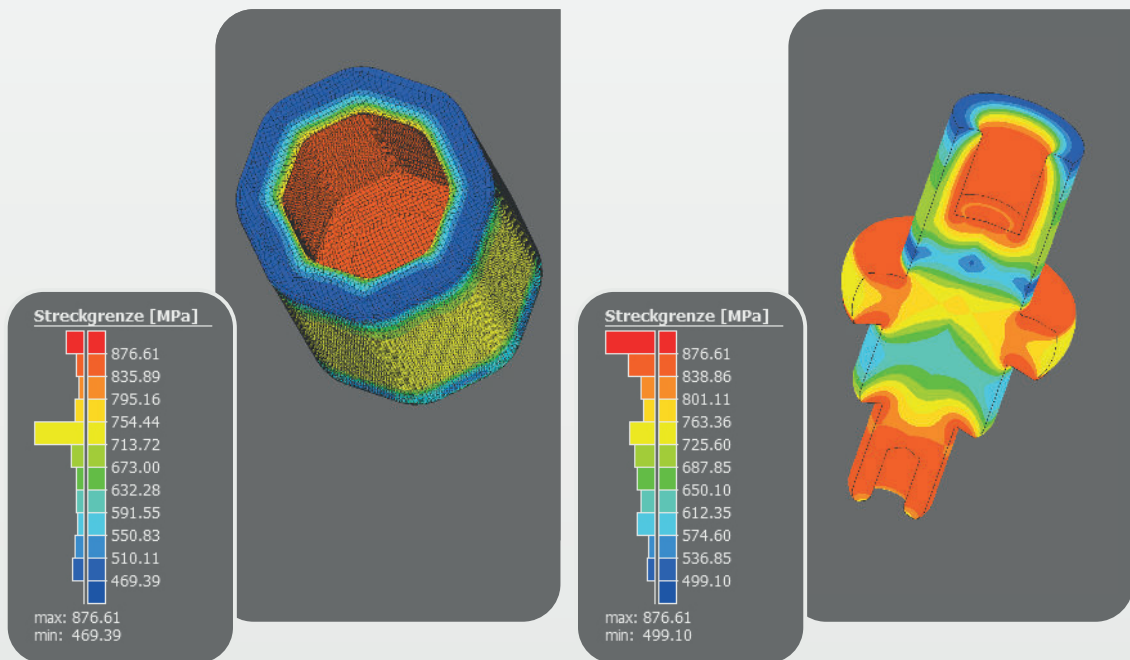


# RÜCKWÄRTS- FLIEßPRESSEN

Bei Voll-Rückwärts-Fließpressen wird das Material entgegen der Pressrichtung über einen runden oder mit einer Kontur versehenen Dorn gepresst. So entstehen innenkonturierte Bauteile

Durch Rückwärtsfließpressen können aber auch Materialeinsparungen und somit Gewichtsreduzierungen am fertigen Bauteil realisiert werden.

## BEISPIELE:

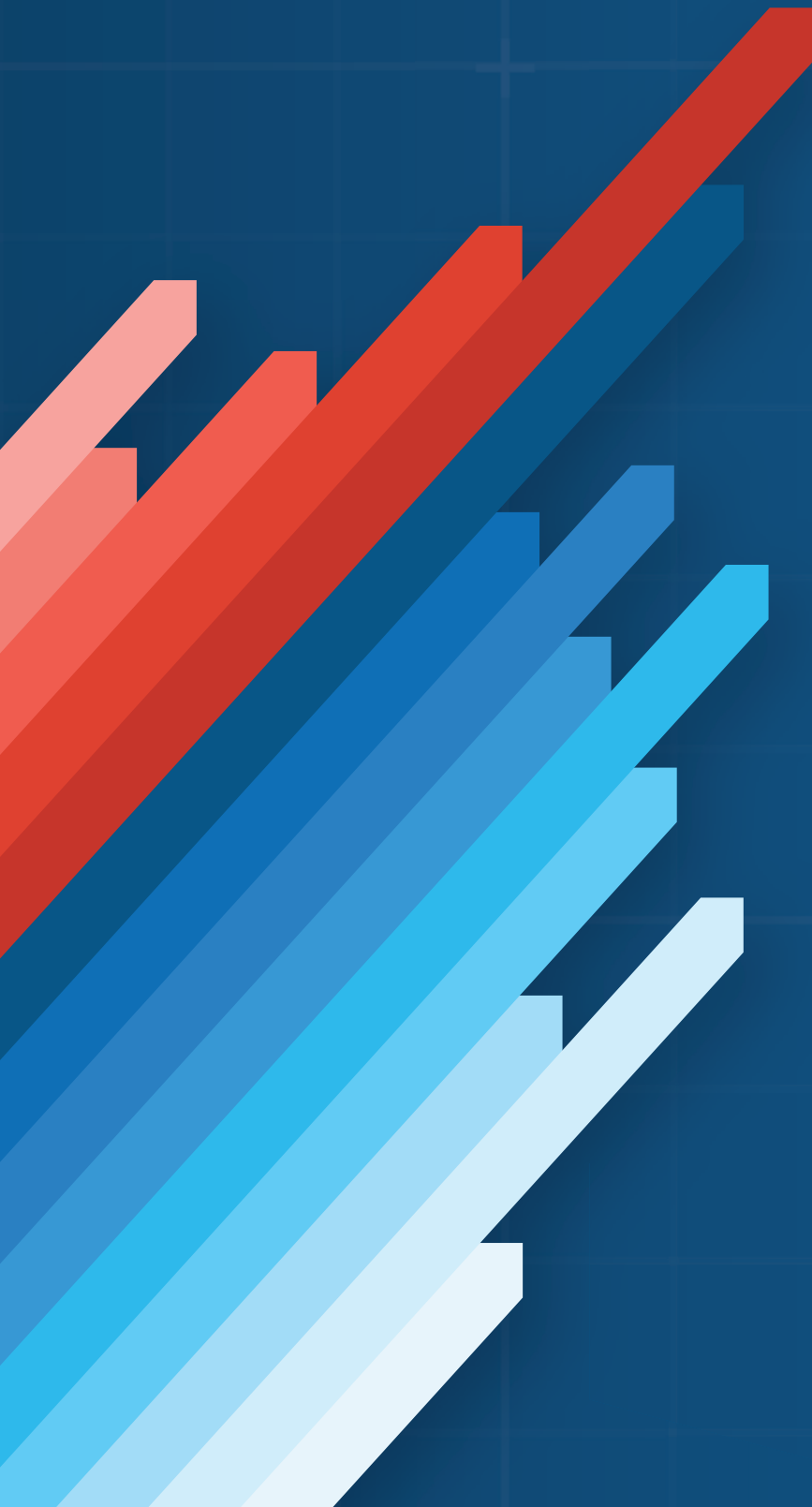




8



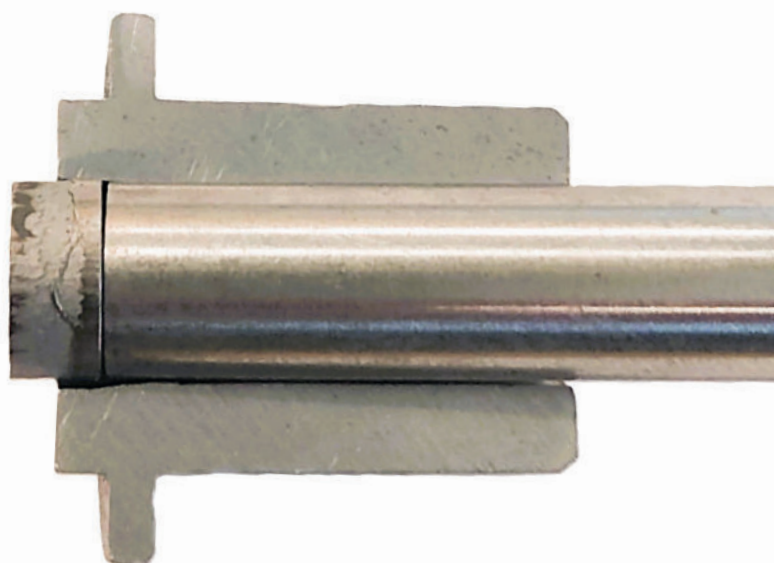
# ABGRATEN & STANZEN (LOCHEN)





# ABGRATEN & STANZEN (LOCHEN)

Beim Abgraten und Stanzen werden überflüssige Materialränder entfernt oder Durchgangslöcher erzeugt. Der hierdurch erzeugte Schrottanteil liegt im Regelfall unter 2 % des benötigten Materialeinsatzes.





9



# VERFESTIGUNG DURCH UMFORMUNG



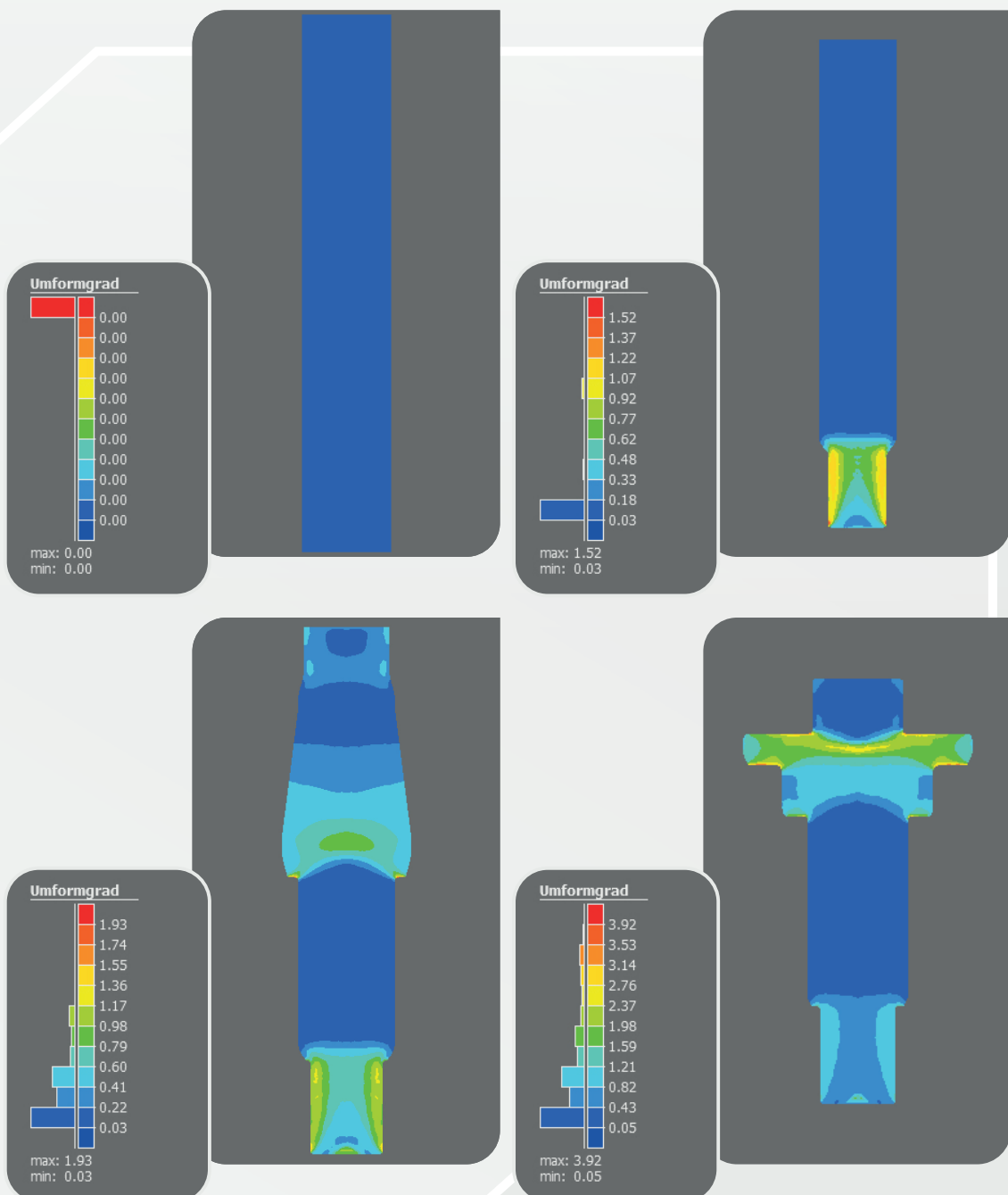


# VERFESTIGUNG DURCH UMFORMUNG

Durch plastische Verformung entstehen Versetzungen im Werkstoffgitter, die die Festigkeit des Materials lokal erhöhen. Diese Kaltverfestigung kann gezielt genutzt werden, um höhere Festigkeiten

ohne nachträgliche Wärmebehandlung zu erzielen. Durch nachgeschaltete Wärmebehandlungen (Glühprozess) könnten diese Versetzungen auch wieder neutralisiert werden.

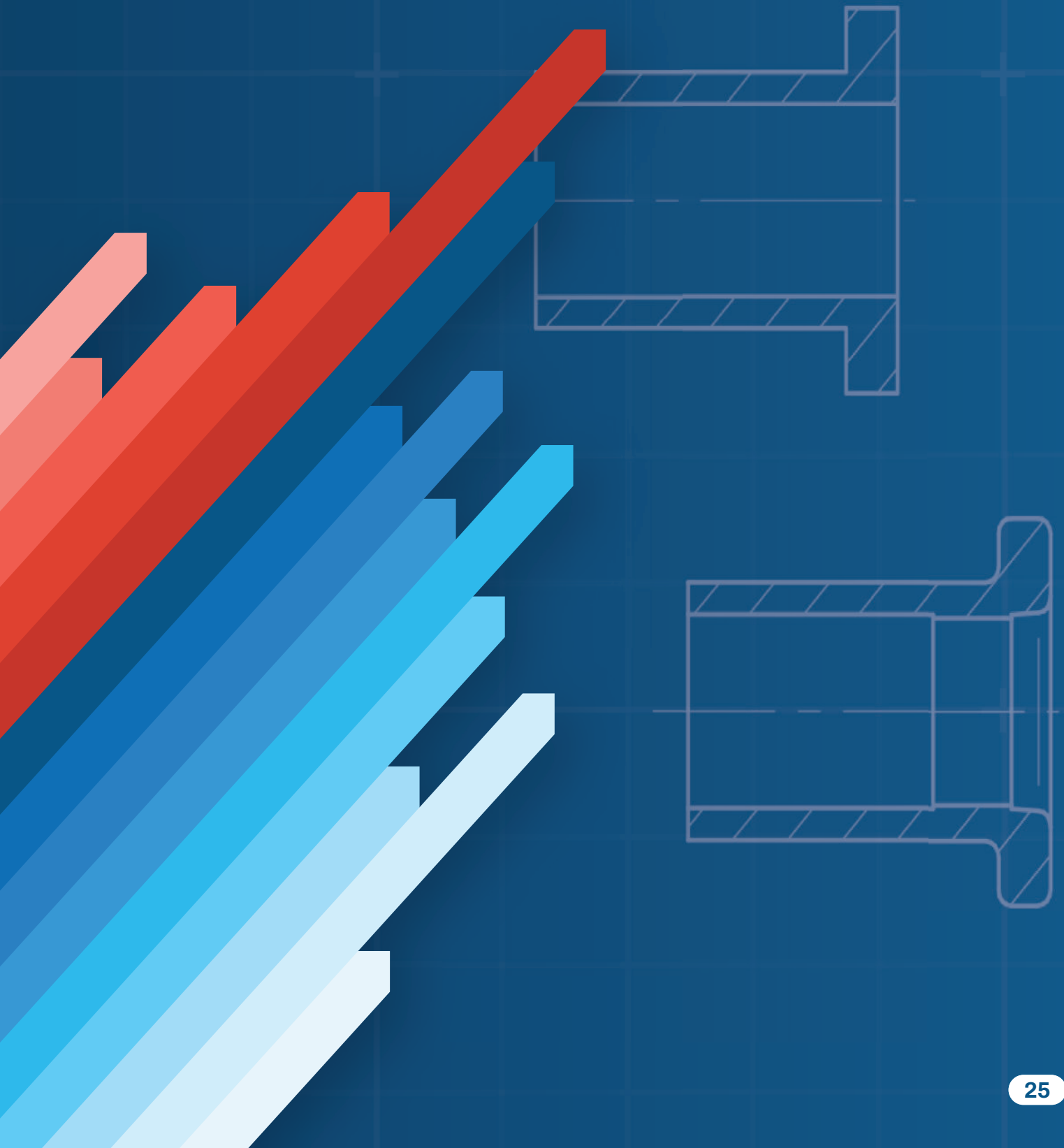
## BEISPIELE:





# 10.

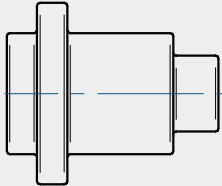
## KONSTRUKTIONSHINWEISE: DREHTEIL VS. PRESSTEIL



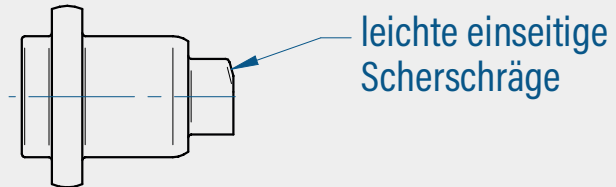


## VOM DREHTEIL ZUM KALTFLIESSPRESSTEIL KOSTENGÜNSTIG KONSTRUIEREN

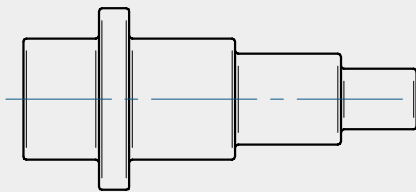
**zerspante Ausführung**



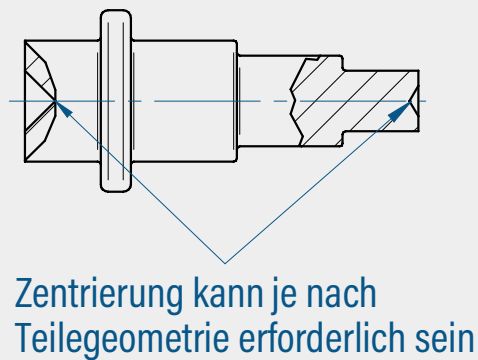
**kaltgeformte Ausführung**



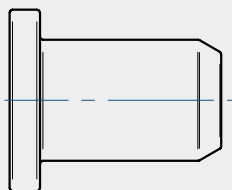
**zerspante Ausführung**



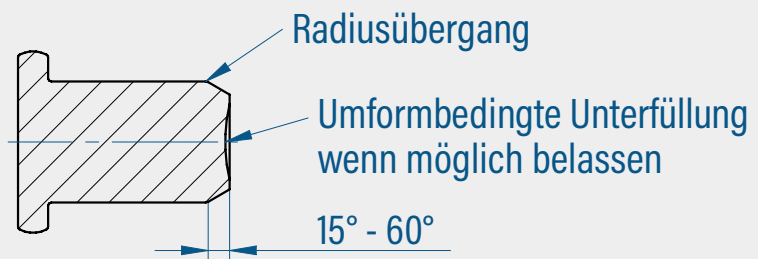
**kaltgeformte Ausführung**



**zerspante Ausführung**



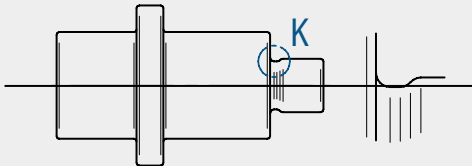
**kaltgeformte Ausführung**



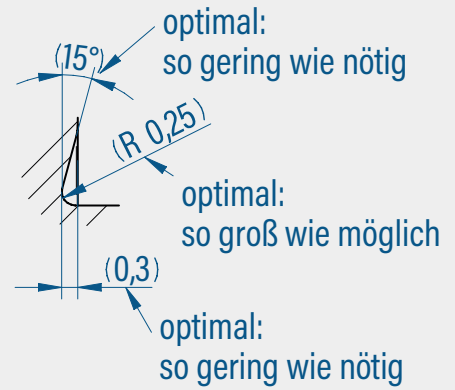
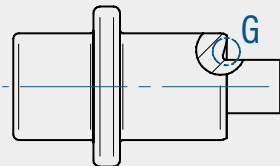


## VOM DREHTEIL ZUM KALTFLIESSPRESSTEIL KOSTENGÜNSTIG KONSTRUIEREN

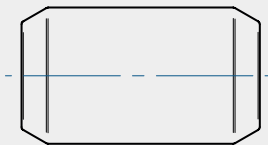
zerspante Ausführung



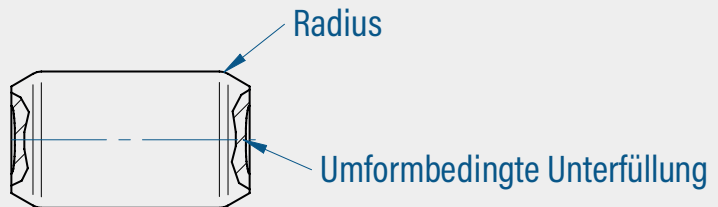
kaltgeformte Ausführung



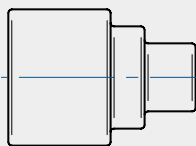
zerspante Ausführung



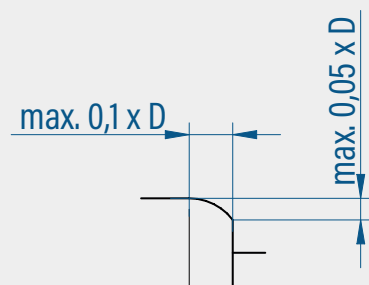
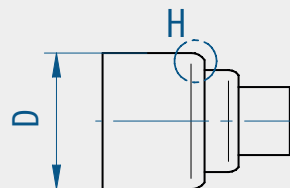
kaltgeformte Ausführung



zerspante Ausführung



kaltgeformte Ausführung

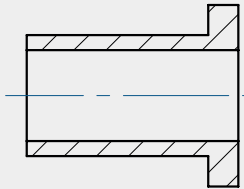


Richtwerte Kantenbruch:  
axial - 0,1 x D  
radial - 0,05 x D

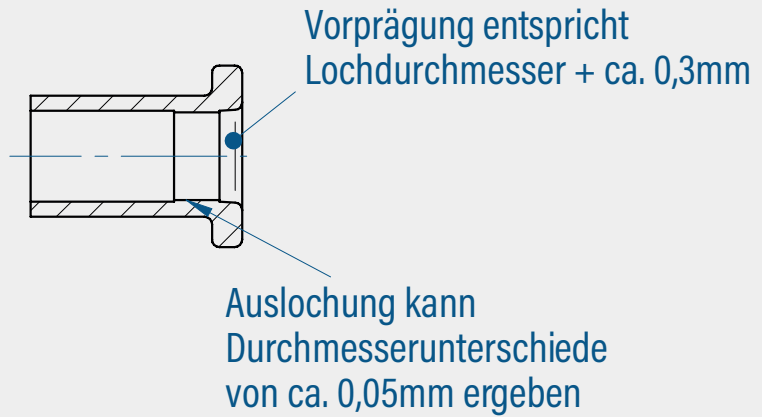


## VOM DREHTEIL ZUM KALTFLIESSPRESSTEIL KOSTENGÜNSTIG KONSTRUIEREN

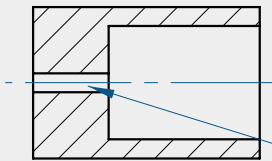
**zerspante Ausführung**



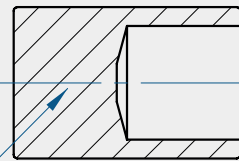
**kaltgeformte Ausführung**



**zerspante Ausführung**

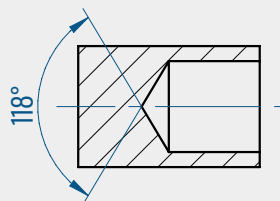


**kaltgeformte Ausführung**

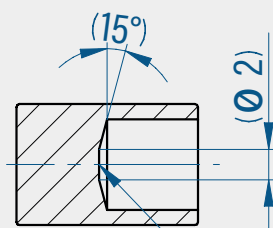


Bei zu geringem Lochflächenverhältnis  
und im Verhältnis zu großer Lochtiefe  
ist das Fließpressen nicht möglich

**zerspante Ausführung**



**kaltgeformte Ausführung**

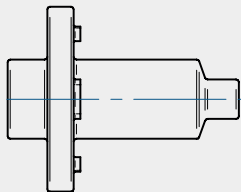


Sacklochgrund  
wie Werkzeugkontur  
Winkel 7,5° - 15°

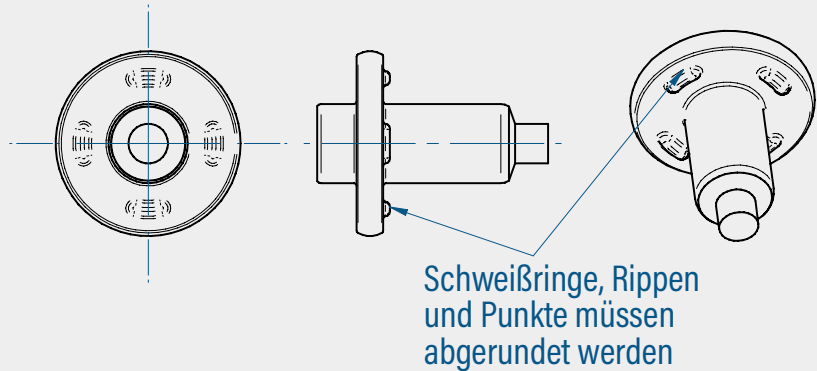


## VOM DREHTEIL ZUM KALTFLIESSPRESSTEIL KOSTENGÜNSTIG KONSTRUIEREN

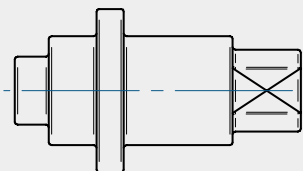
**zerspante Ausführung**



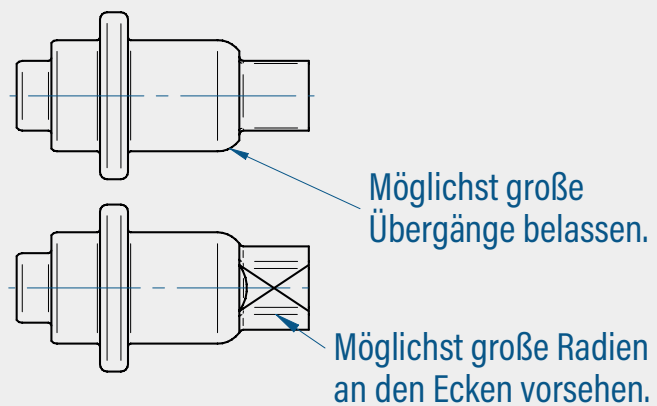
**kaltgeformte Ausführung**



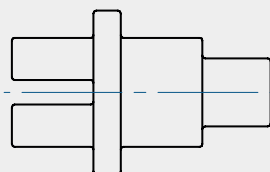
**zerspante Ausführung**



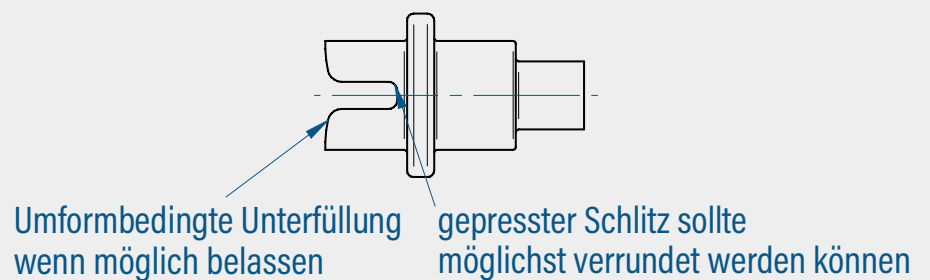
**kaltgeformte Ausführung**



**zerspante Ausführung**



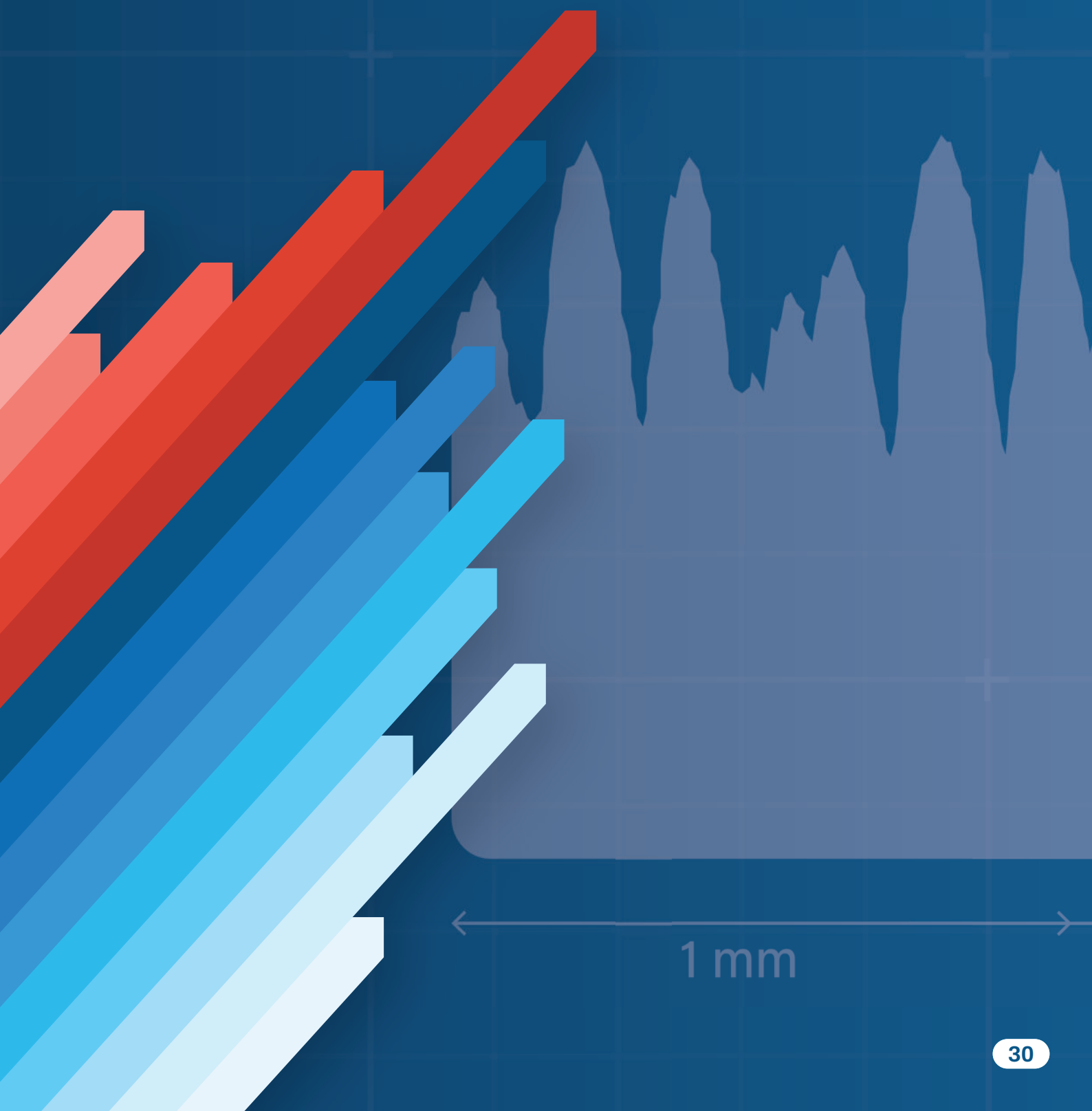
**kaltgeformte Ausführung**





11<sup>1</sup>

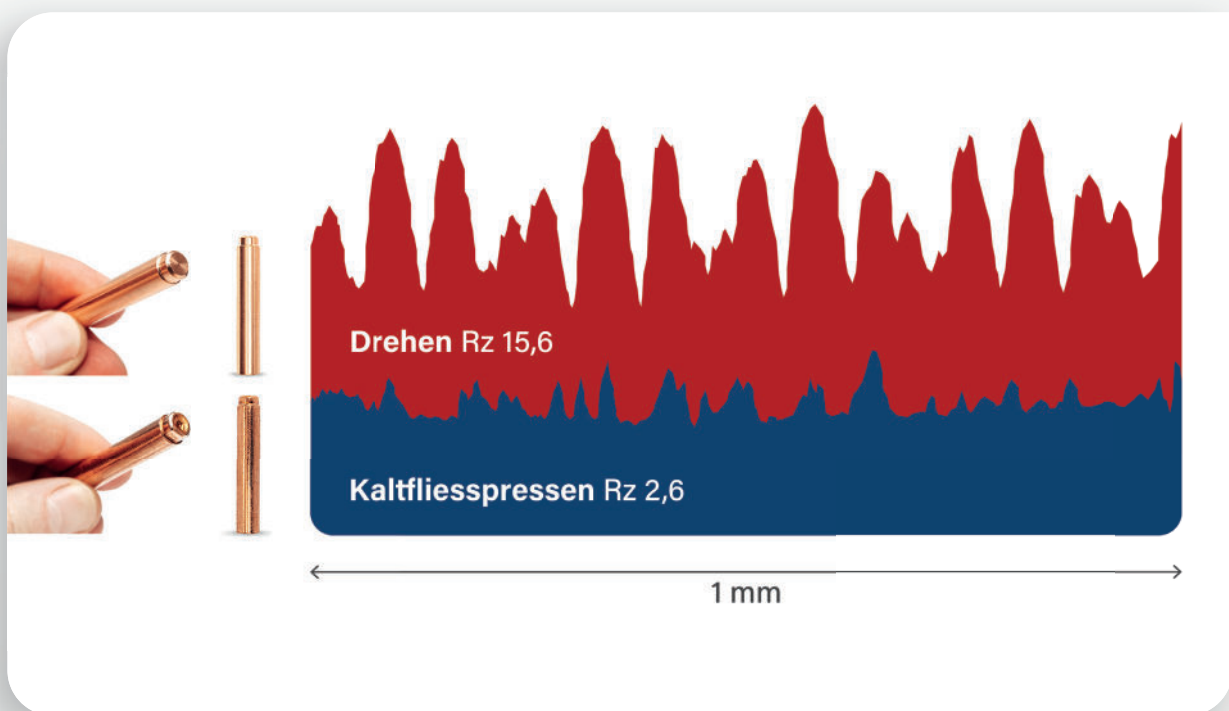
# OBERFLÄCHEN- QUALITÄT





# OBERFLÄCHENQUALITÄT

Kaltumgeformte Teile erreichen ohne Nachbearbeitung gute Oberflächenqualitäten mit hohen Traganteilen, wobei gleichzeitig enge Maßtoleranzen eingehalten werden. Dies kann eventuell nachgelagerte Schleifprozesse einsparen.





# 12. NACH- GESCHALTETE VERFAHREN





# NACHGESCHALTETE VERFAHREN

Je nach Anforderung an das fertige Bauteil können folgende Schritte notwendig sein:



## **Spanlose Formgebung:**

Herstellung von Außen- oder Innengewinden.



## **Oberflächenbehandlung:**

Gleitschleifen, Strahlen, Beschichtung



## **Zerspanung:**

Gezielte Endbearbeitung zur Erzeugung von Geometrien und Konturen, die kaltformtechnisch nicht möglich sind oder wirtschaftliche Einsparungen bedeuten.



## **Reinigung:**

Feinstreinigung incl. Restschmutzanalyse für hohe technische Sauberkeitsanforderungen



## **Wärmebehandlung:**

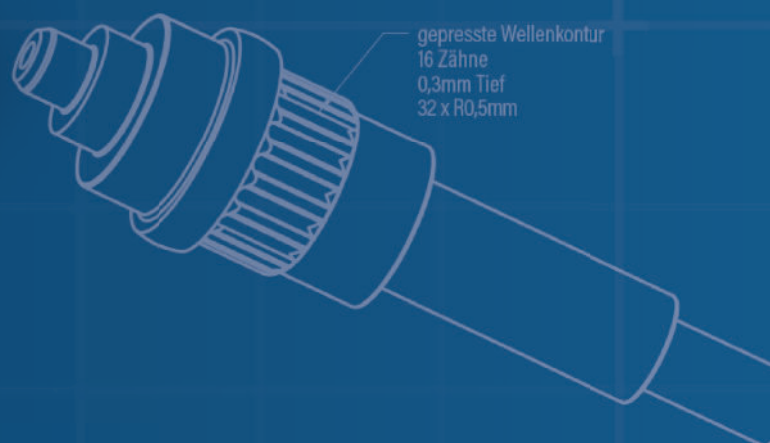
Vergüten, Glühen oder Induktivhärtung zur Optimierung von Kaltfließpressteile



## **Qualitätsprüfung & Sortierung:**

Rissprüfung und Härteprüfung per Wirbelstrom  
Optoelektronische Sortierung per Glasteller- oder Slottelleranlage



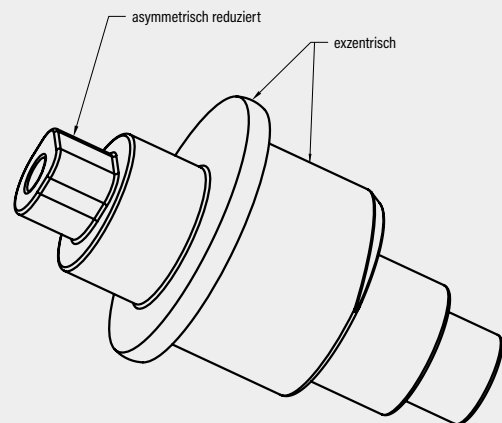
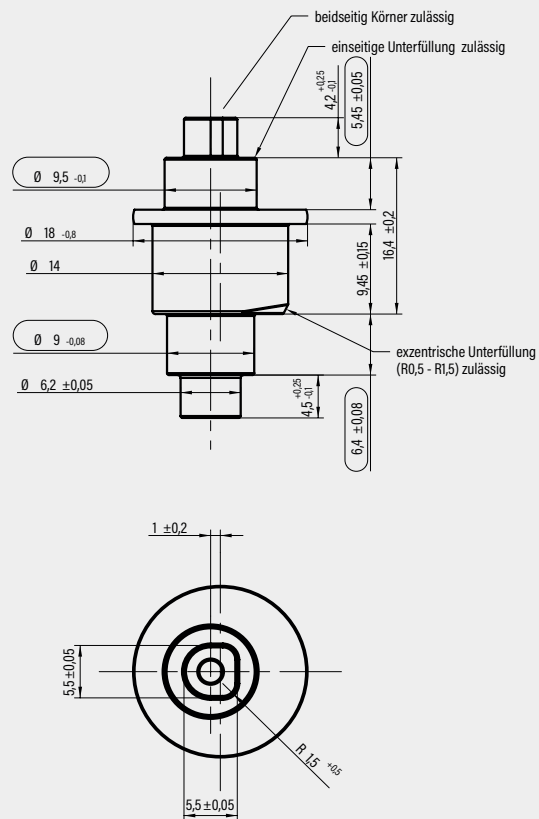




# ZEICHNUNGSBEISPIELE

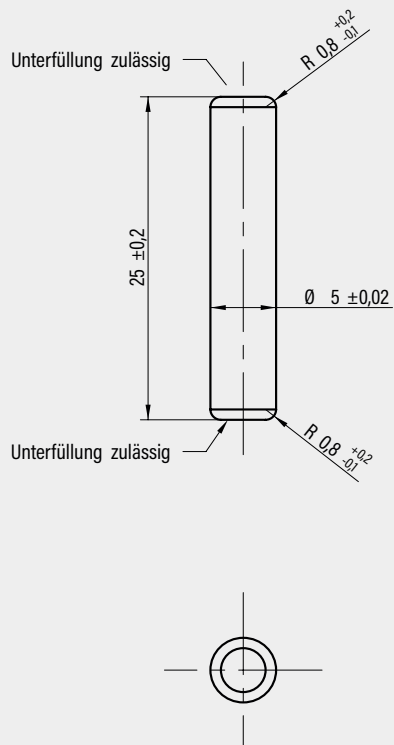
Technische Zeichnungen zur Veranschaulichung von möglichen Konturen und Toleranzen.

## EXZENTERBOLZEN

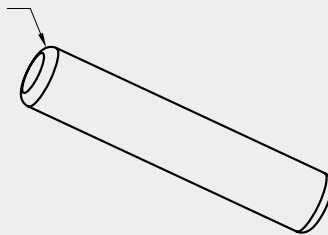




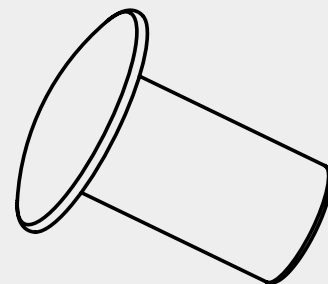
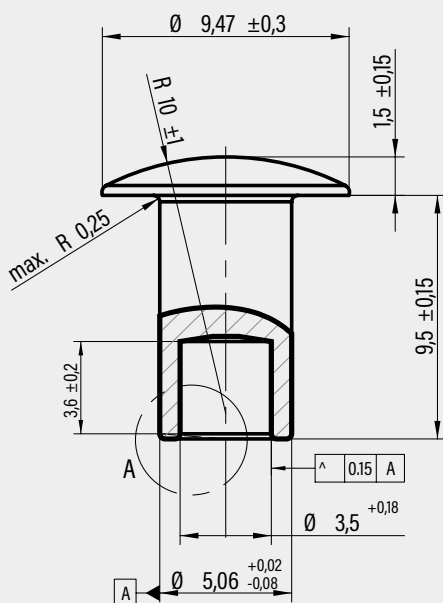
## ACHSE



alternativ Fasen  
möglich

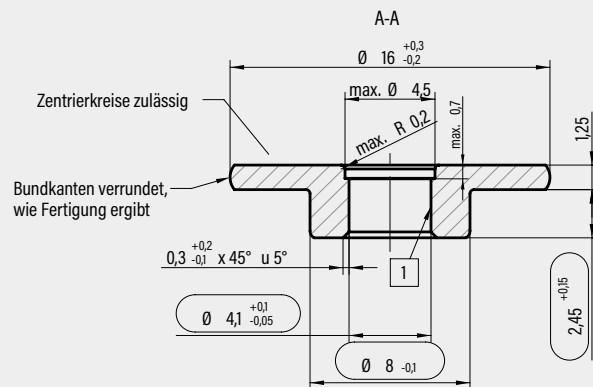


## HALBHOHLNIET

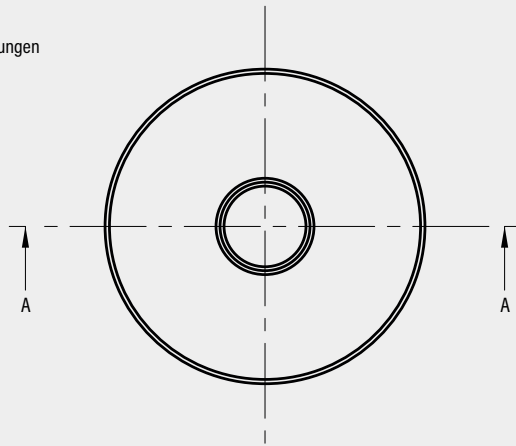




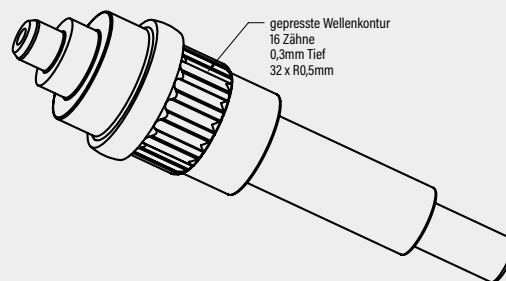
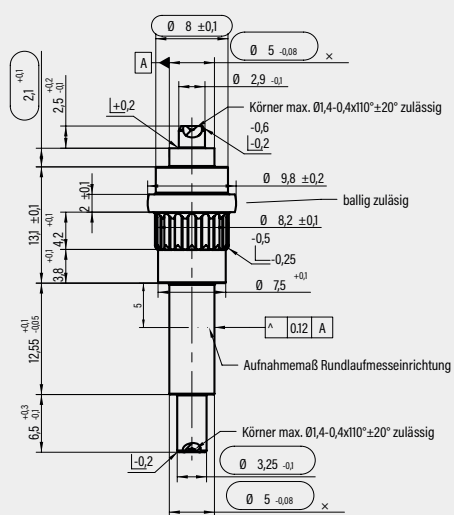
# DISTANZHÜLSE



1 Stanzmarkierungen zulässig

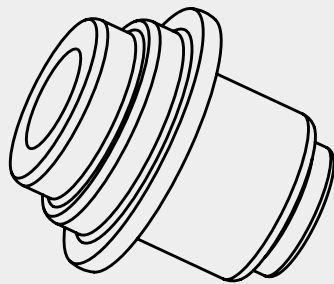






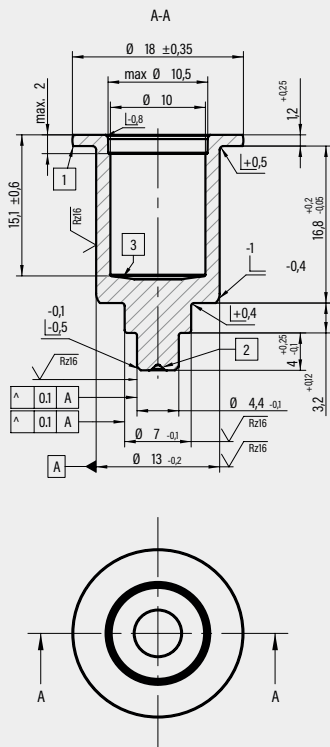


# BUNDBUCHSE

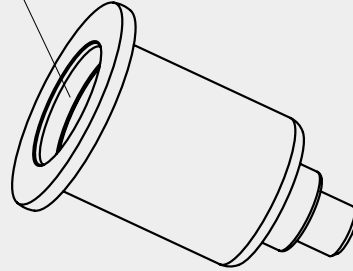




# NIET

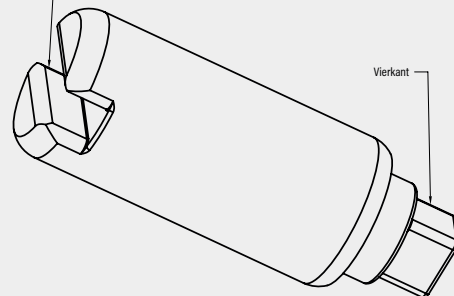
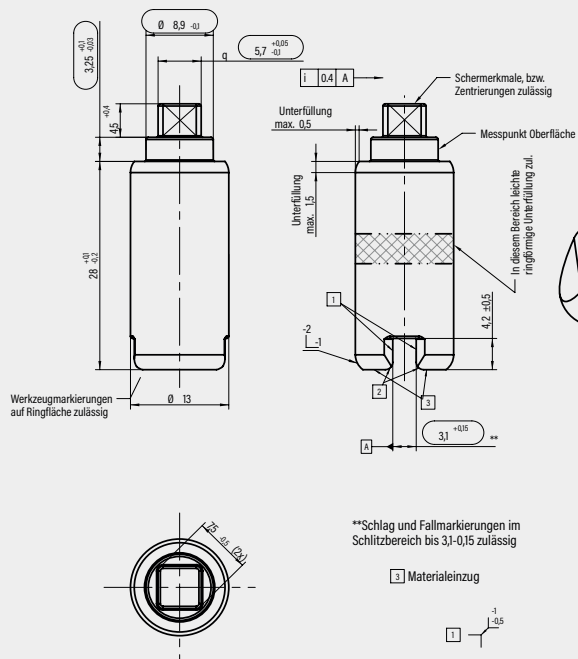


Hohlraum dient zur Gewichtsreduzierung



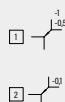
- 1 Presskontur ballig zulässig
- 2 Körner max. 0.2x90° zulässig
- 3 Bohrungsauslauf nach Wahl des Herstellers

# SCHLITZ-BOLZEN



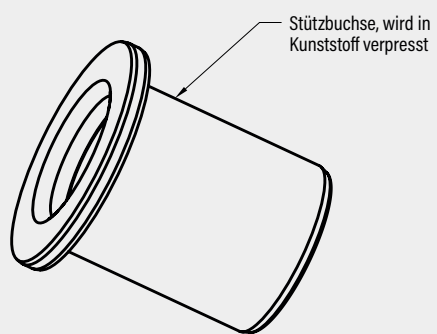
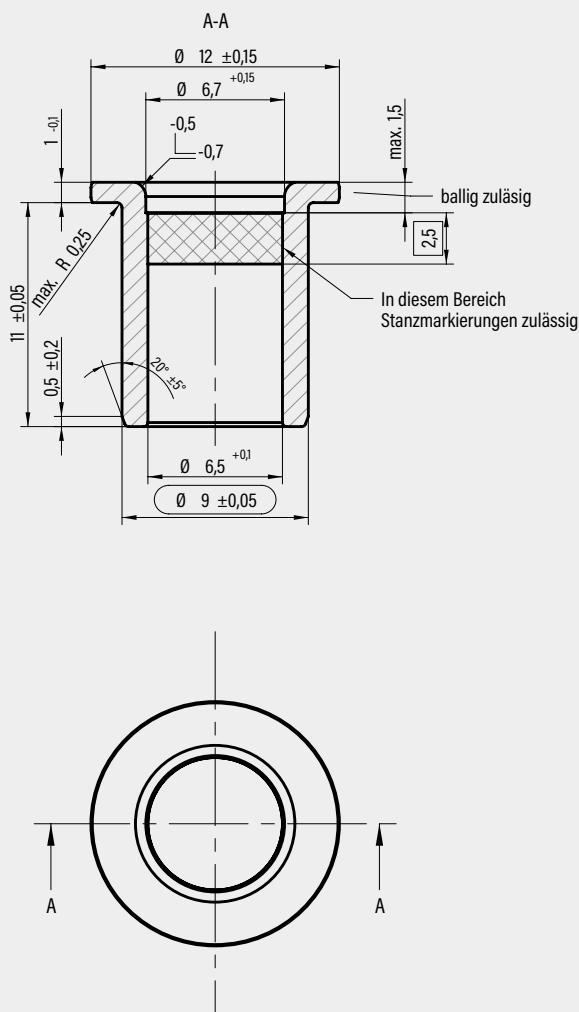
\*\*Schlag und Fallmarkierungen im Schlitzbereich bis 3,1-0,15 zulässig

- 3 Materialeinzug



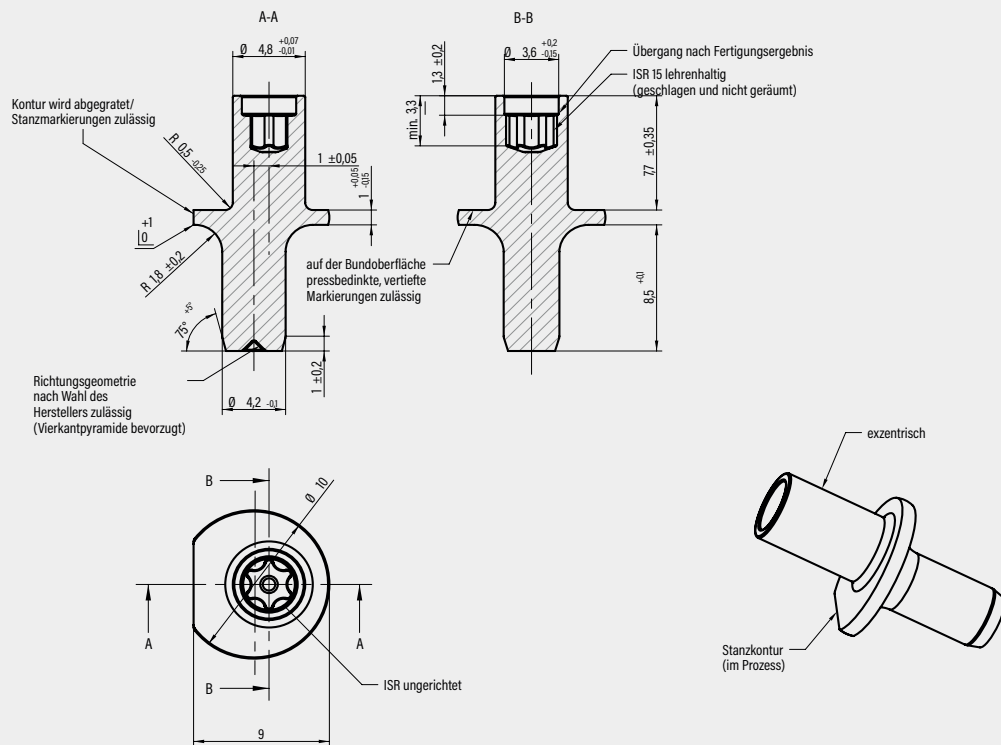


# STÜTZHÜLSE

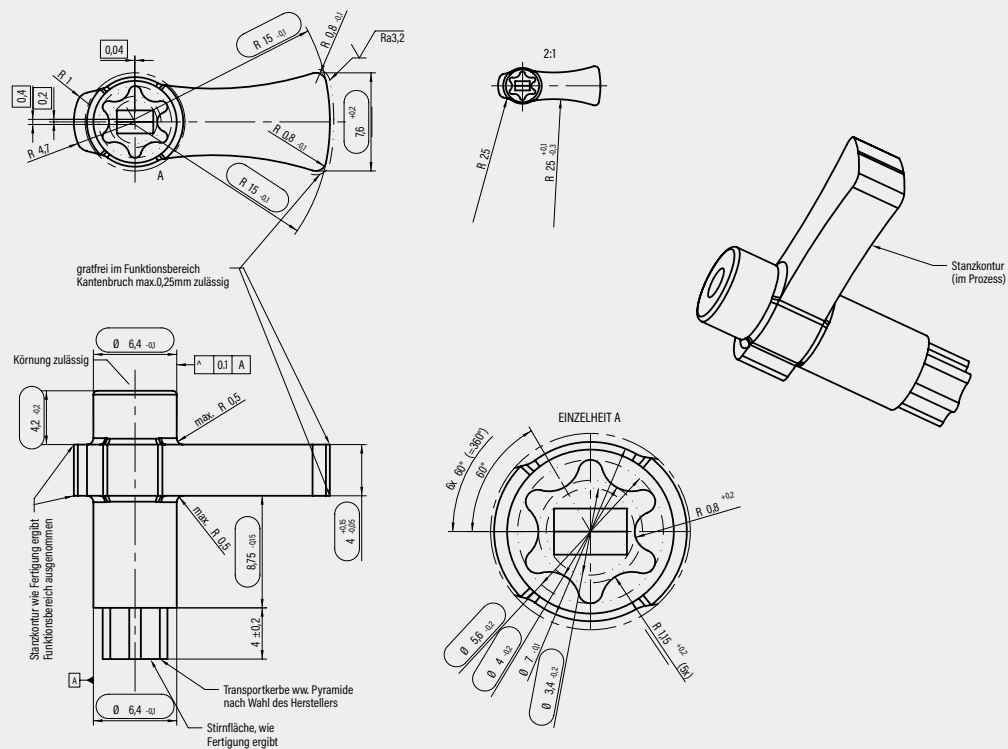




## EXZENTERBOLZEN AUS CHROMSTAHL

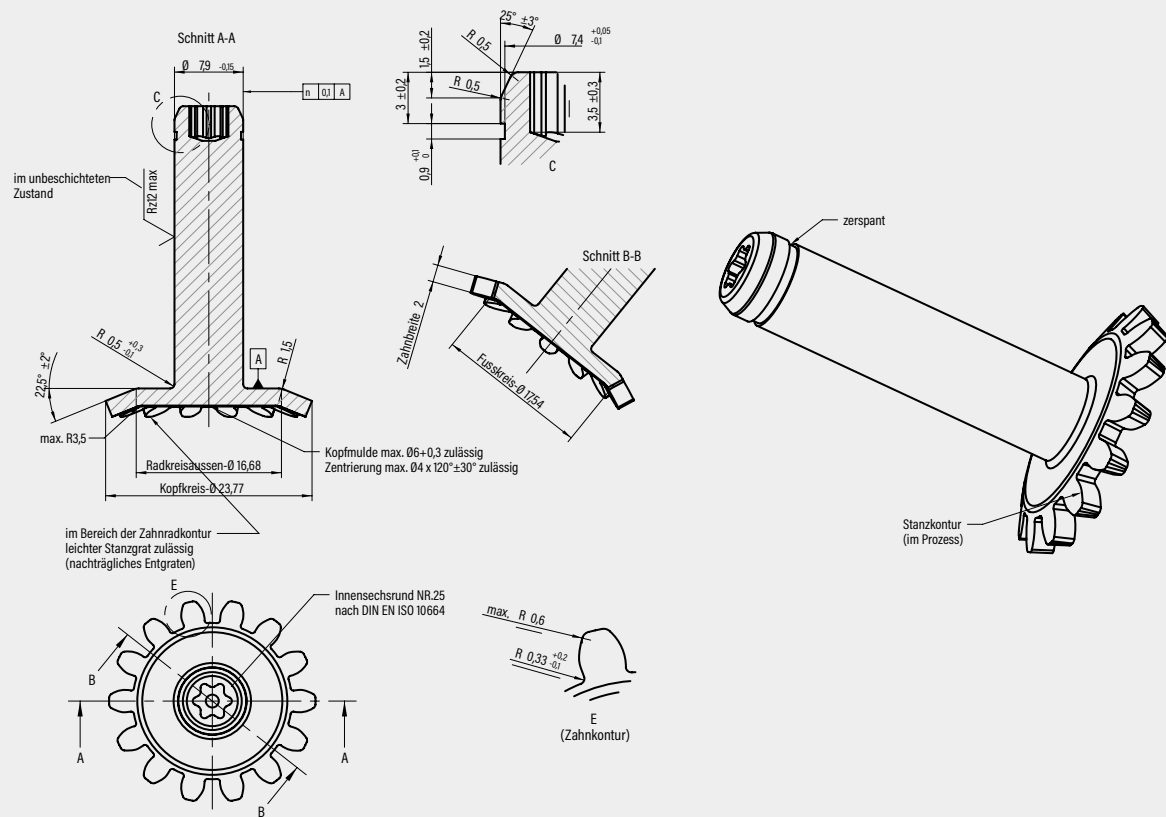


# SPERRKLINKE





# ZAHNRADACHSE





14.

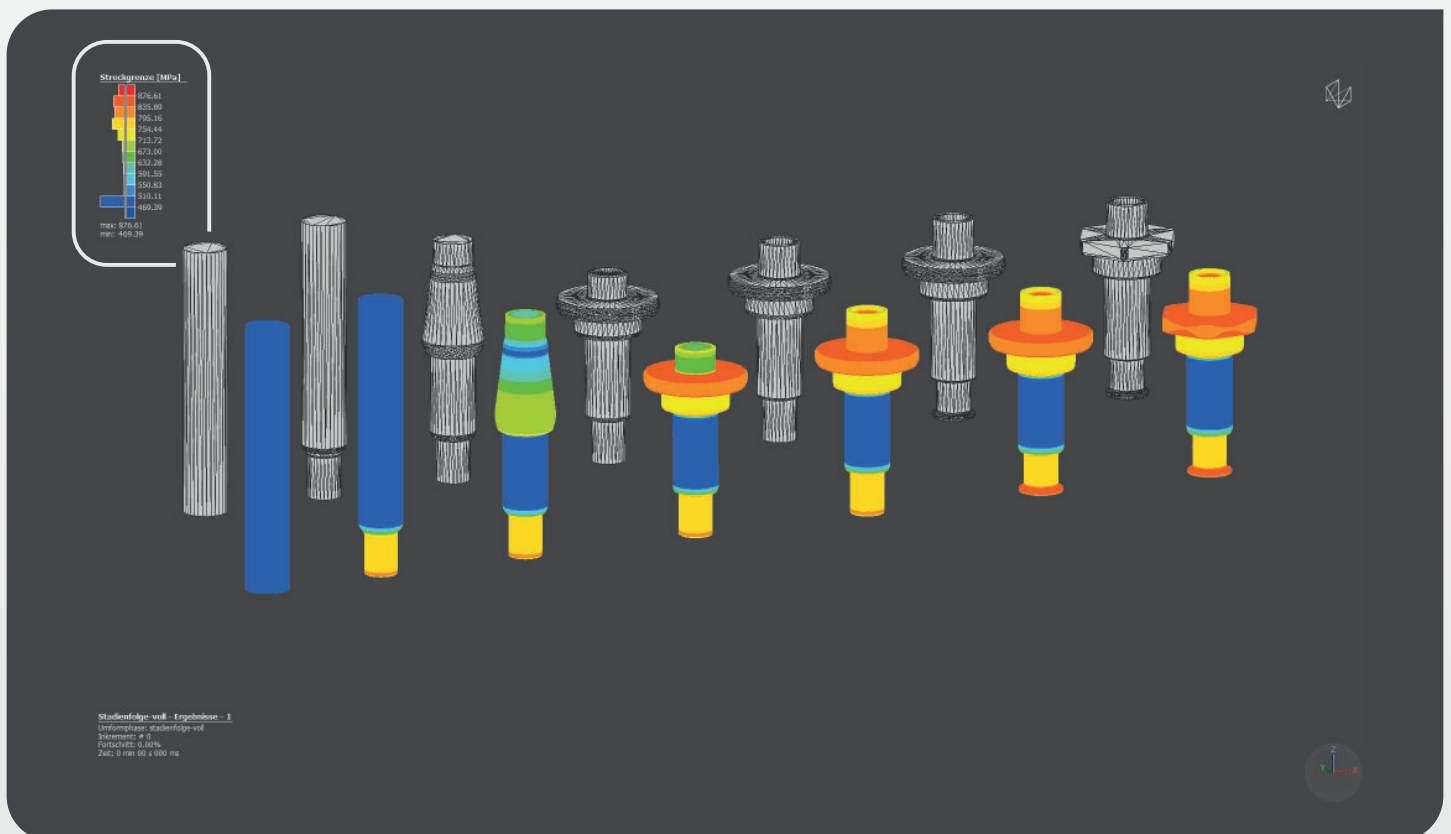
# UMFORM- VERFAHREN IM ÜBERBLICK



# UMFORMVERFAHREN IM ÜBERBLICK

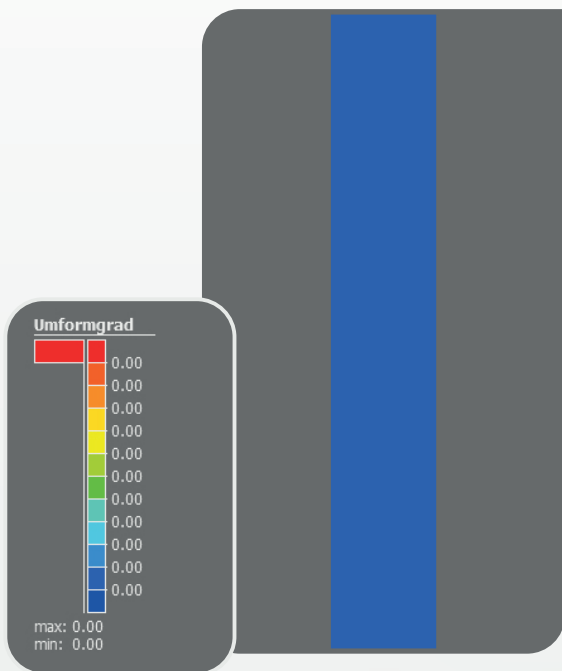
Anbei ein Beispiel für eine sechsstufige Umformfolge, in der die wichtigsten Verfahren wie Stauchen, Vorwärtsfließpressen, Rückwärtsfließpressen und Abgraten kombiniert werden.

## Übersicht über alle Umformstufen

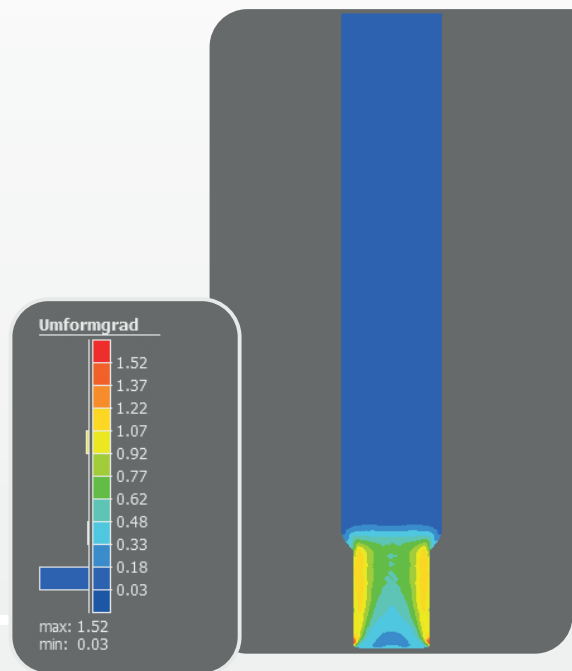




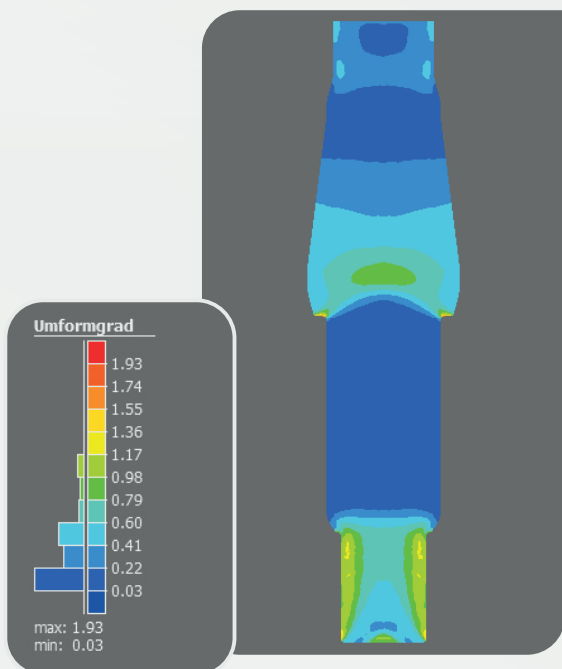
## ABSCHNITT:



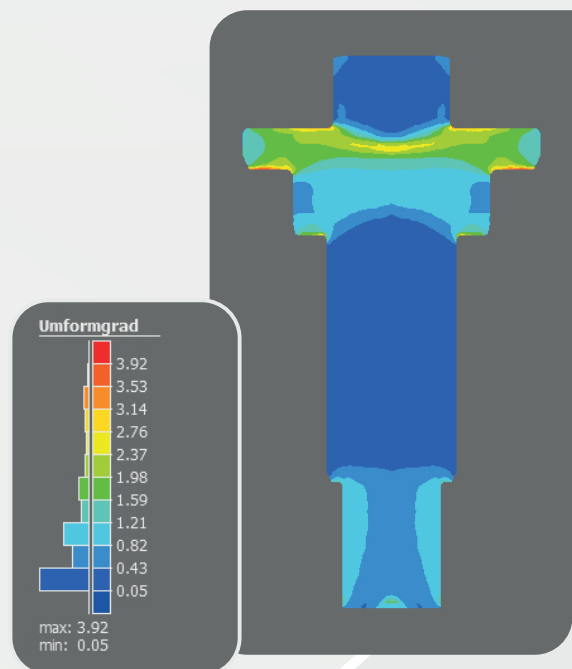
## 1. STUFE



## 2. STUFE

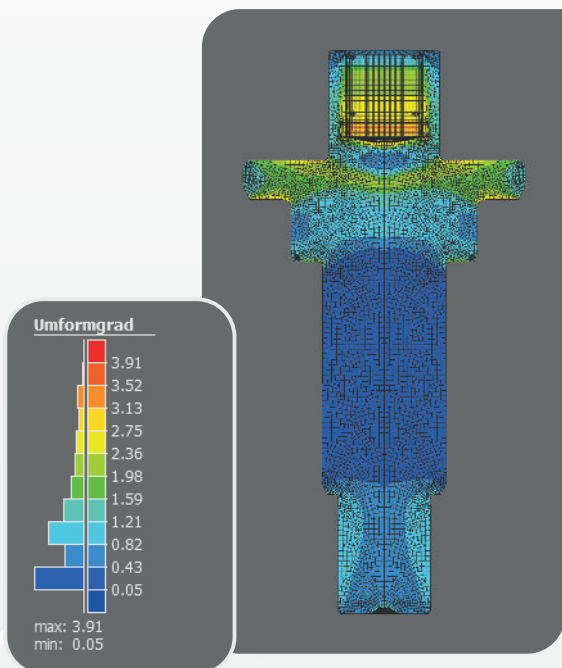


## 3. STUFE

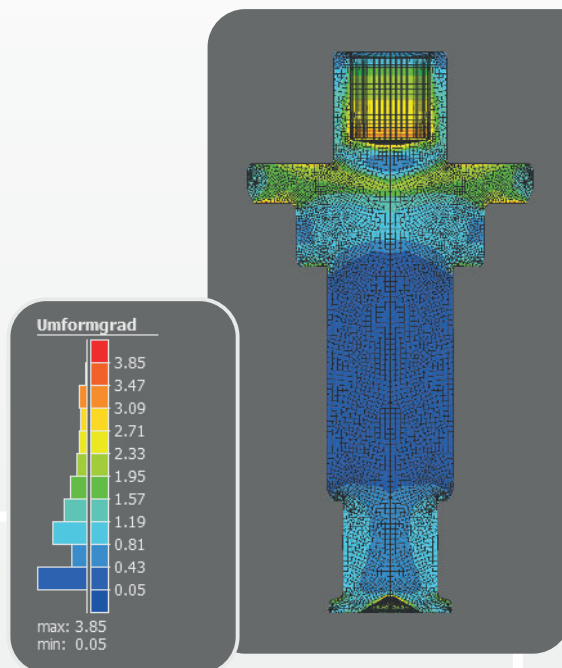




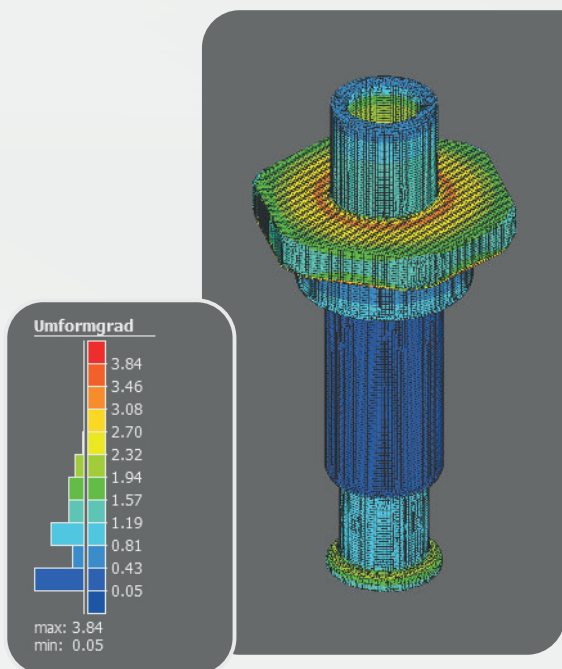
#### 4. STUFE



#### 5. STUFE



#### 6. STUFE





# 15.

## FAZIT

*Wenn Präzision zum Wettbewerbsvorteil wird.*

Kaltmassivumformung ist mehr als ein Fertigungsverfahren – sie ist Ihr direkter Vorsprung im Wettbewerb. Sie senkt Kosten, steigert Effizienz und bringt Nachhaltigkeit in Ihre Fertigung.

Durch intelligente Konstruktion ersetzen wir teure Zerspanung, erschließen neue Freiheitsgrade in der Geometrie und bringen Ihre Ideen schneller und wirtschaftlicher in Serie.

Nutzen Sie unser Know-how als Sprungbrett: Von der ersten Entwicklungsstufe bis zur Serienreife stehen unsere Techniker an Ihrer Seite – lösungsorientiert, effizient, partnerschaftlich.

Stellen Sie uns Ihre Herausforderung. Wir liefern die passende Lösung – präzise, wirtschaftlich, serienbewährt



**MN Kaltformteile  
GmbH & Co. KG**

Rosmarter Allee 2  
58762 Altena

Tel: 02351-5678-0  
Fax: 02351-5678-1999  
Mail: [info@mn-kaltform.de](mailto:info@mn-kaltform.de)  
[www.mn-kaltform.de](http://www.mn-kaltform.de)