



IN BESTEN HÄNDEN - PRÄZISION BEGINNT BEIM URSPRUNG

GRUNDLAGEN DER KALTMASSIV- UMFORMUNG



125
JAHRE

GRUNDLAGEN DER KALTMASSIVUMFORMUNG

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

1. EINFÜHRUNG



EINFÜHRUNG

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

Aufgrund der steigenden Anforderungen an Bauteilqualität, Funktions-integration 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 Massenproduktion. Häufig wird es mit weiteren umformenden oder auch spanenden Verfahren kombiniert.

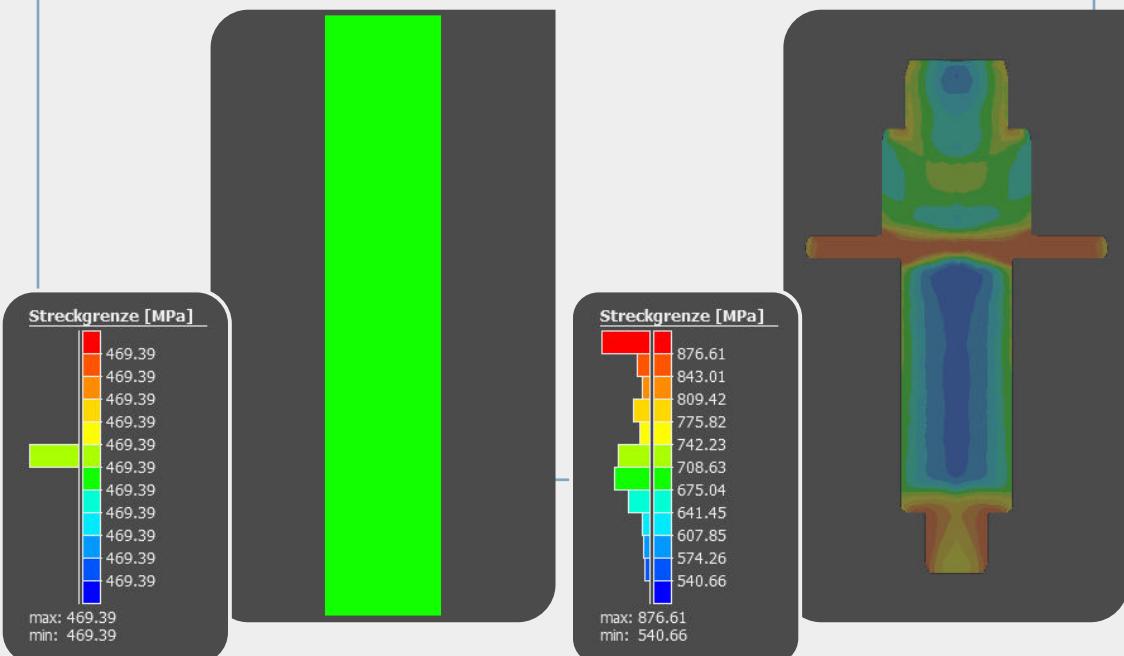
Die Kaltmassivumformung ist ein spanloses Fertigungsverfahren, bei dem metallische Werkstoffe unterhalb ihrer Rekristallisationstemperatur plas-

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:

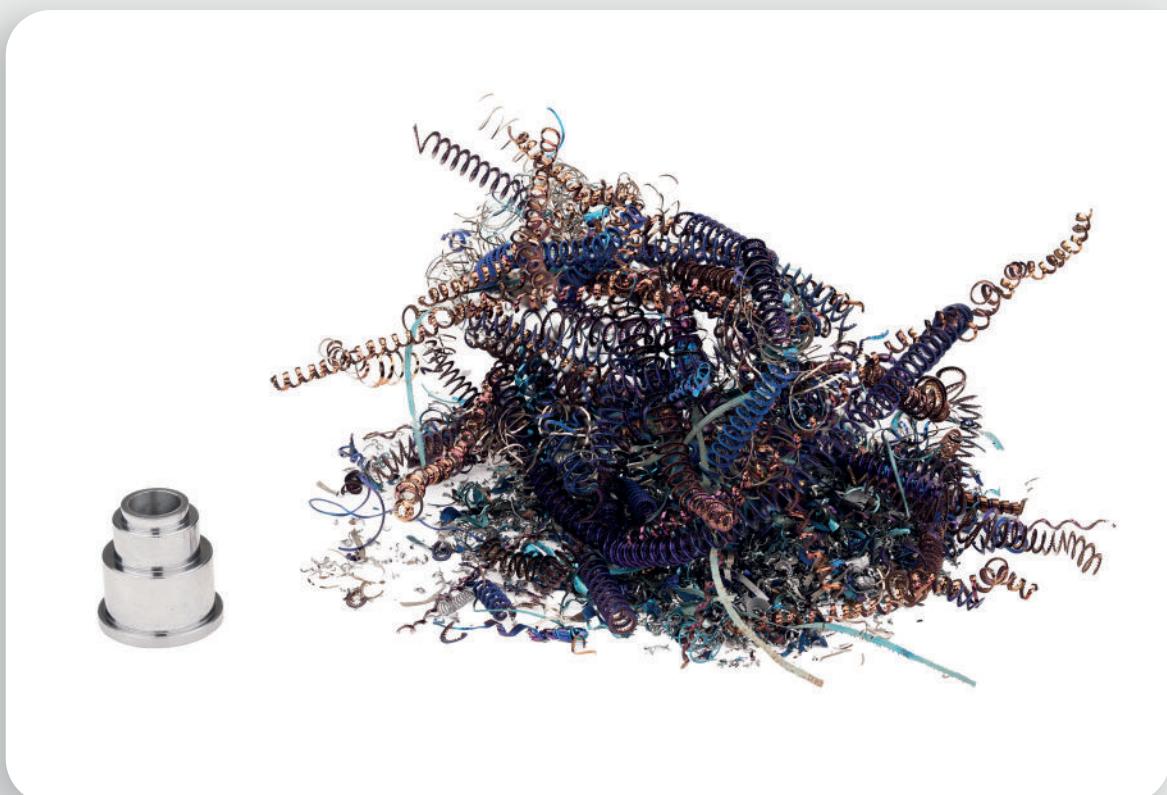
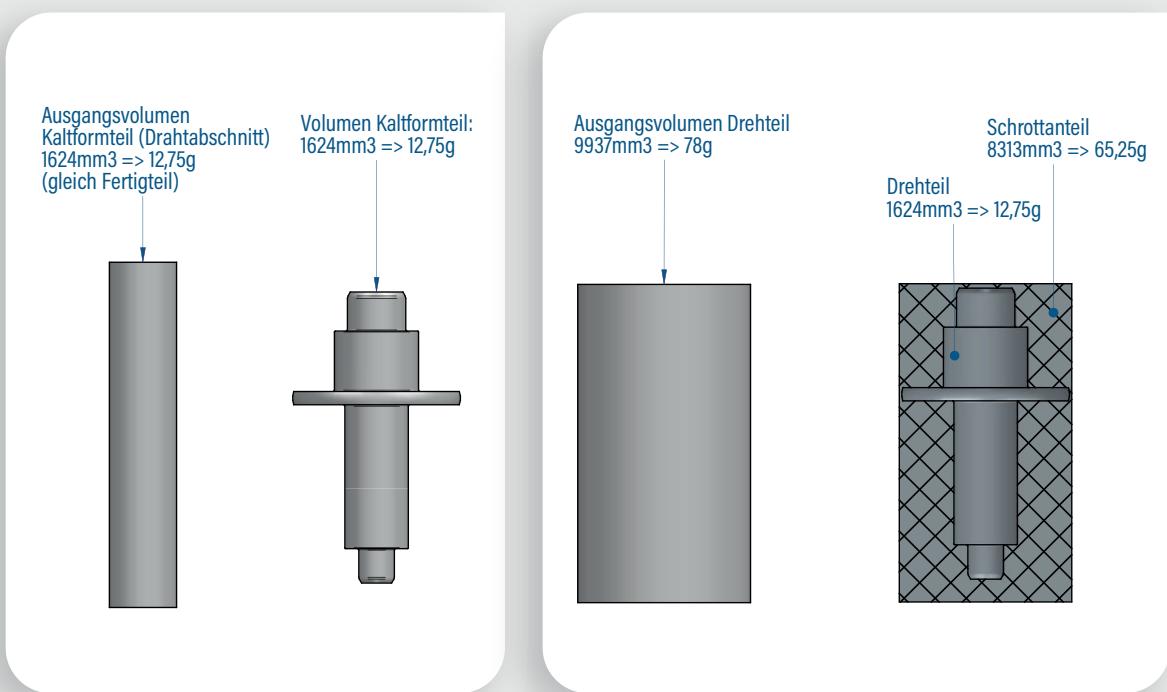
- ➔ Hohe Produktionsgeschwindigkeit
- ➔ Energieeinsparung
 - ➔ Reduzierter CO₂-Footprint

- ➔ Verbesserung der mechanischen Eigenschaften durch Kaltverfestigung



VORTEILE:

- ➔ **Günstige Materialausnutzung** (Materialeinsatz entspricht Volumen am fertigen Bauteil)
- ➔ Reduzierter CO₂-Footprint

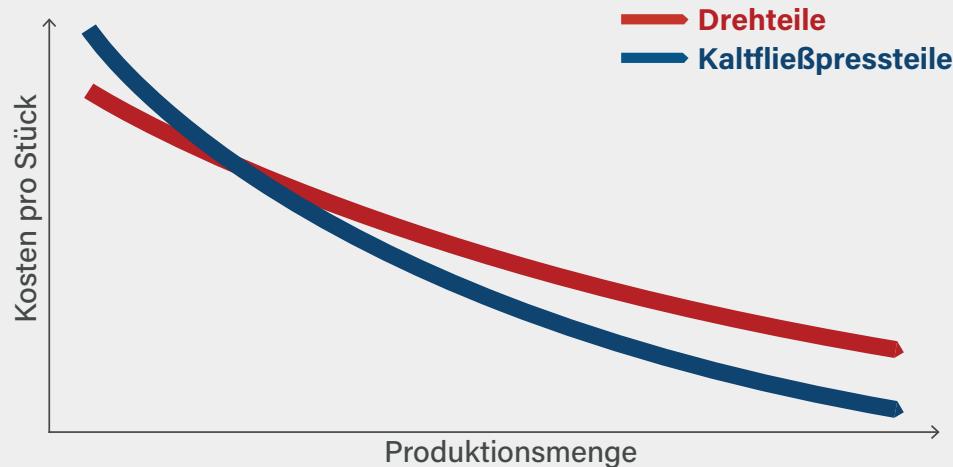


VORTEILE:

- ➔ **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

WERKSTOFFE FÜR DIE KALT- UMFORMUNG

WERKSTOFF	WERKSTOFF-NUMMER	NORMUNG	BEMERKUNGEN
C40 (QSt32-31)		DIN EN 10263-2	kohlenstoffarm
C8C (QSt34-3)	1.0213	DIN EN 10263-2	kohlenstoffarm
	1.0214	DIN EN 10263-2	kohlenstoffarm
	1.0234	DIN EN 10263-2	kohlenstoffarm
	1.0214	DIN 17405	Magnetyt
	1.1024	DIN 17405	Magnetyt
	1.131	DIN EN 10263-3	Einsatzstahl
	1.625	DIN EN 10263-3	Einsatzstahl
	1.511	DIN EN 10263-4	Vergütungsstahl
	1.524	DIN EN 10263-4	Vergütungsstahl
	(1.5511)	(DIN EN 10269)	Vergütungsstahl, weiterhin verarbeitbar
	1.5515	DIN EN 10263-4	Vergütungsstahl
	1.7225	DIN EN 10263-4	Vergütungsstahl

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 (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.

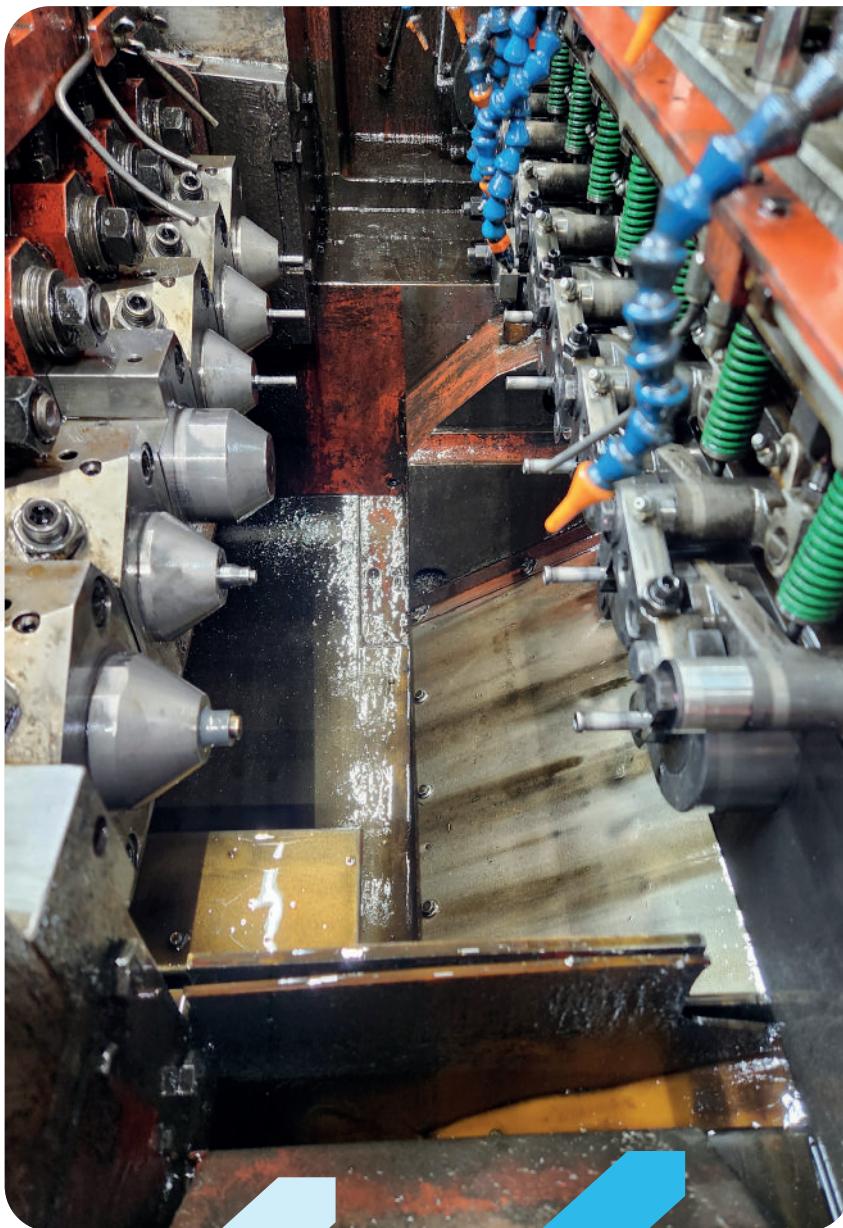
EINFACHDRUCK BIS 6-STUFIGE UMFORMUNG



EINFACHDRUCK BIS 6-STUFIGE UMFORMUNG

Die Umformung erfolgt bei MN in ein- bis sechsstufigen 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

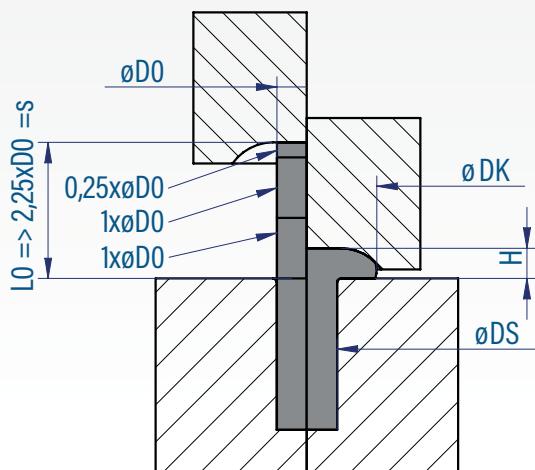


STAUCHEN

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 aus Stauchverhältnis beachtetet werden.

Stauchverhältnis "s"

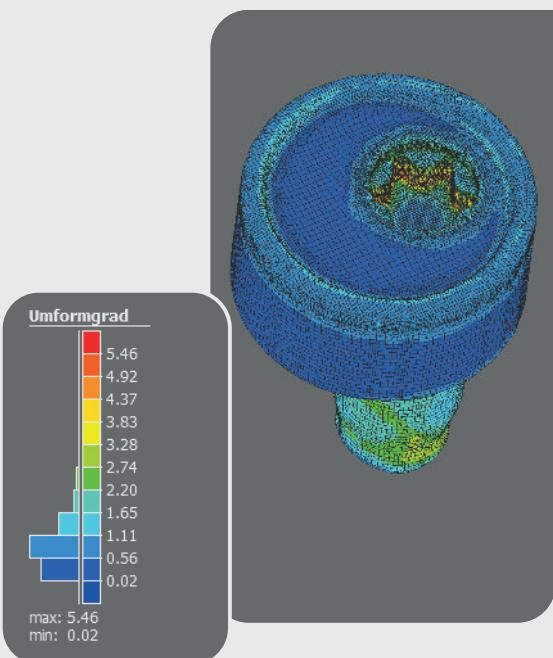
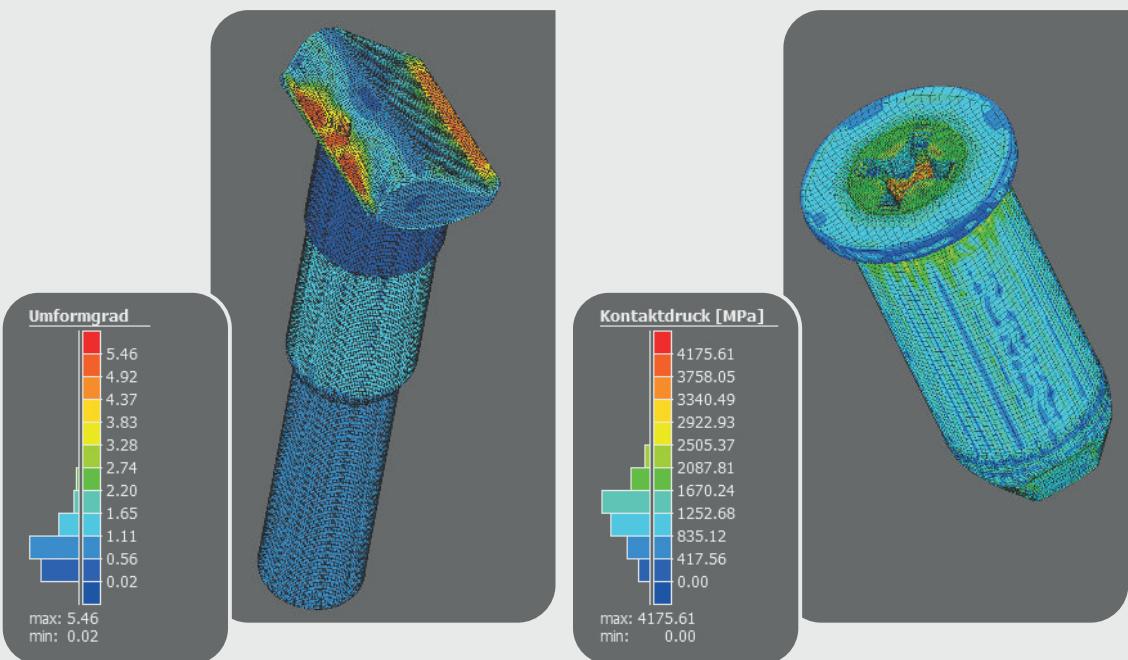


D0 = Drahtdurchmesser
DK = Kopfdurchmesser
DS = Schaftdurchmesser
H = Kopfhöhe

Als **STAUCHVERHÄLTNIS**

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

BEISPIELE:



6.

FLIEßPRESSEN



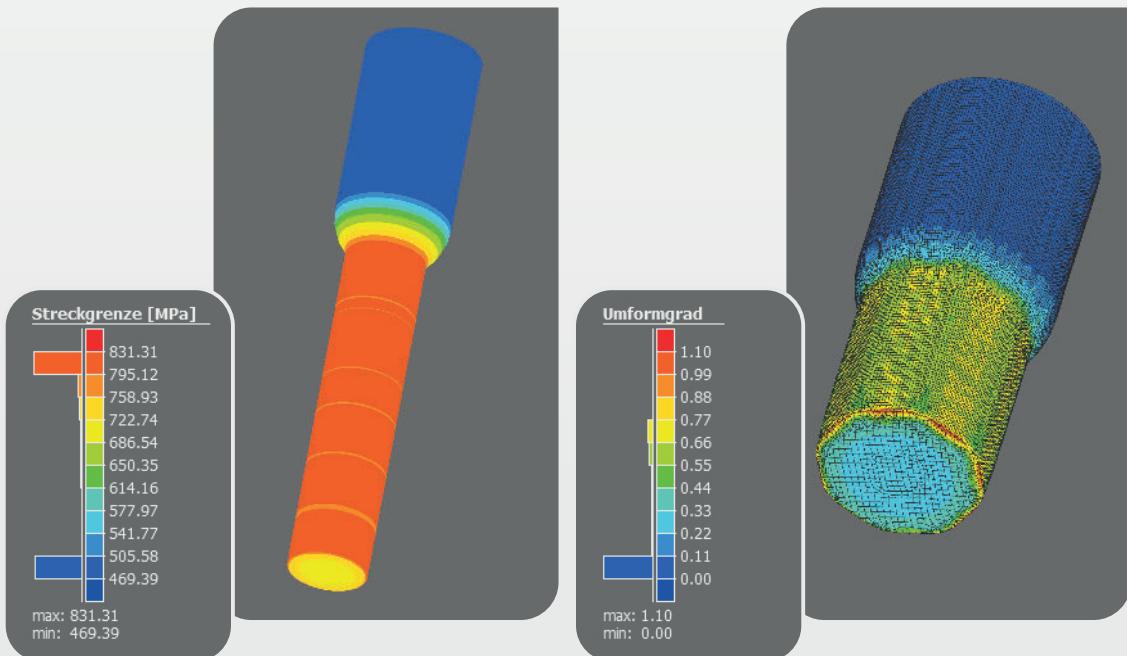
FLIEßPRESSEN

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

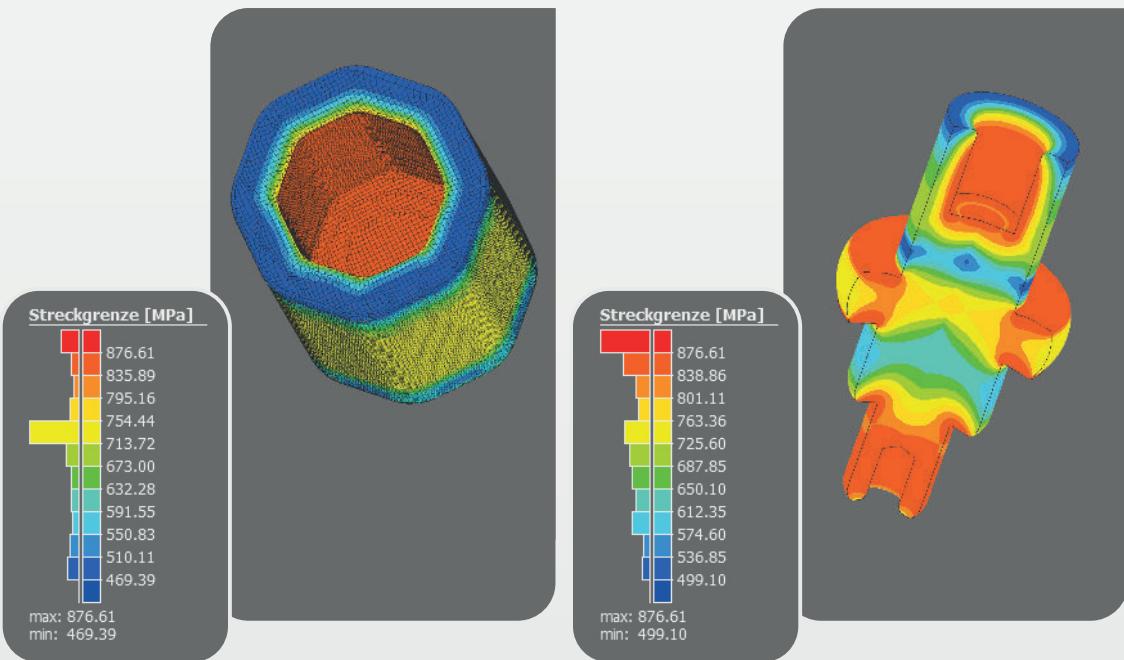


RÜCKWÄRTS- FLIEßPRESSEN

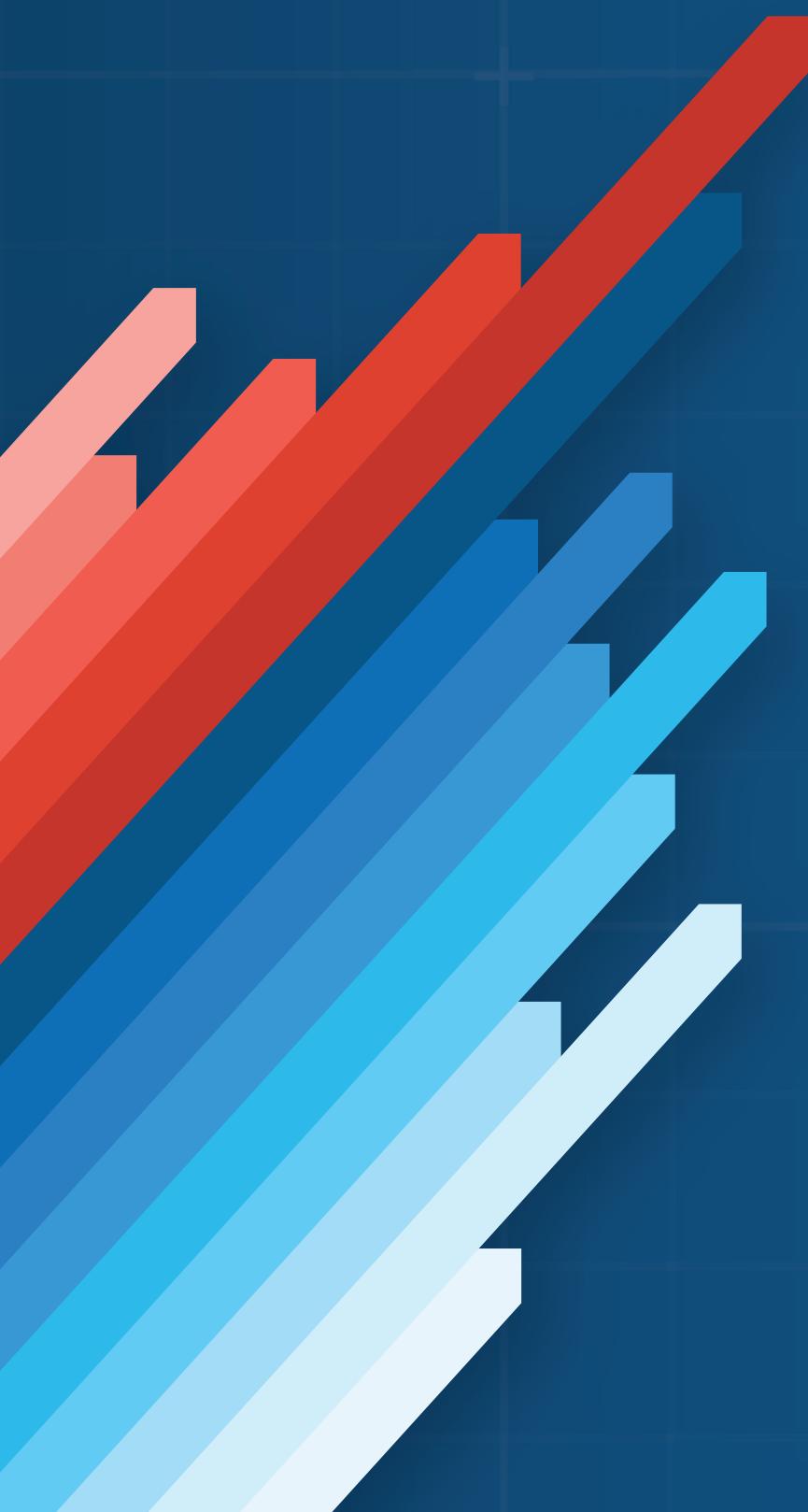
Bei Voll-Rückwärts-Fließpressen wird das Material entgegen der Pressrichtung über einen runden oder mit einer Kontur versehenen Dorn gepresst. So entstehen innenkonturierte Bauteile

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

BEISPIELE:

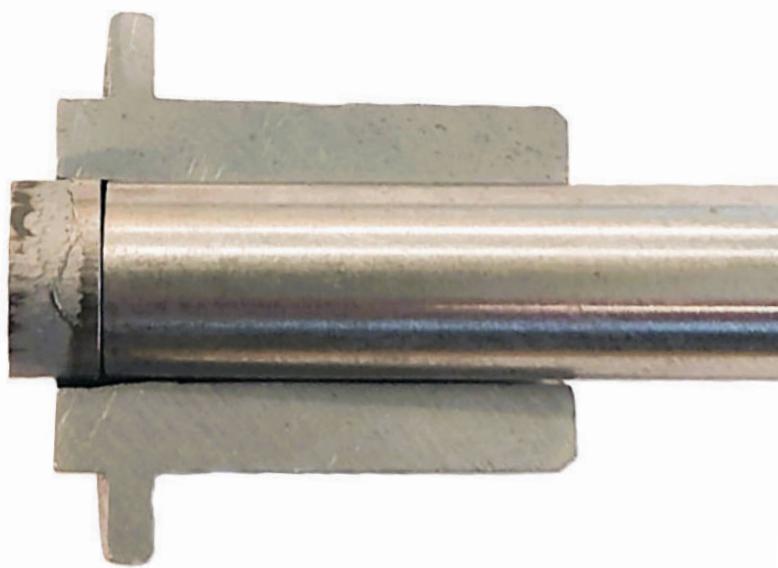


8 □ ABGRATEN & STANZEN (LOCHEN)



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 Material-einsatzes.



9 □ VERFESTIGUNG DURCH UMFORMUNG

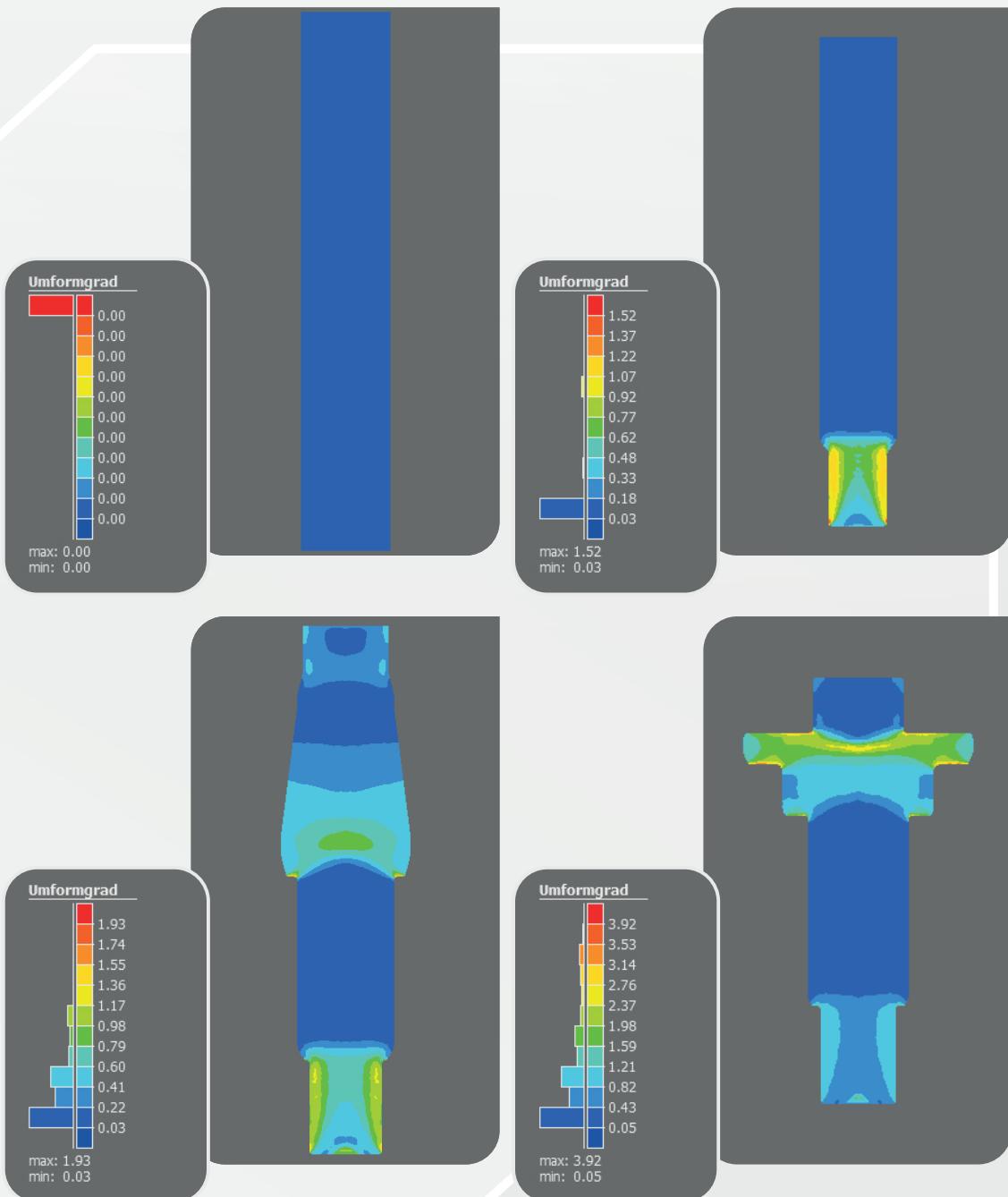


VERFESTIGUNG DURCH UMFORMUNG

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

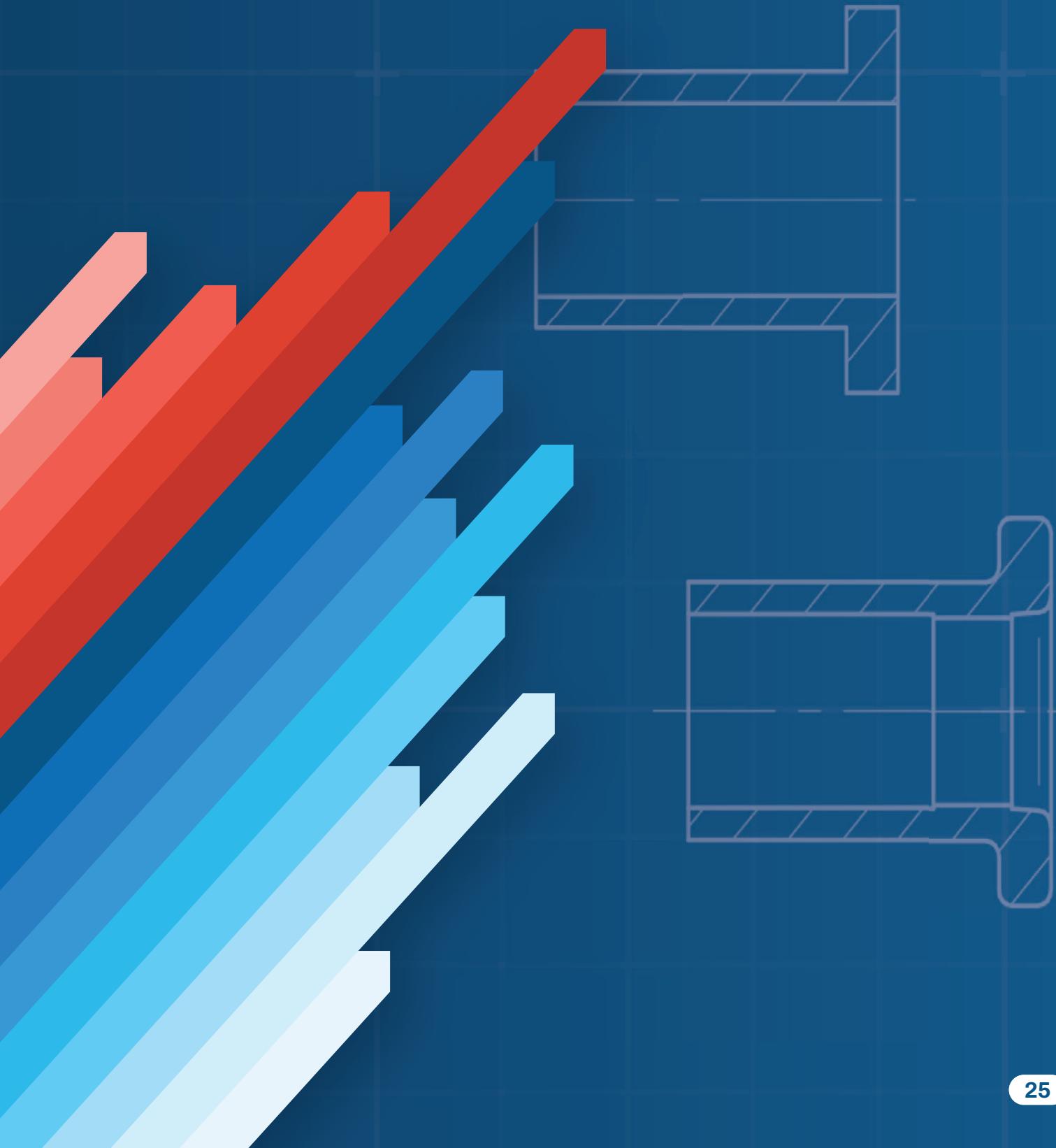
ohne nachträgliche Wärmebehandlung zu erzielen. Durch nachgeschaltete Wärmebehandlungen (Glühprozess) könnten diese Versetzungen auch wieder neutralisiert werden.

BEISPIELE:



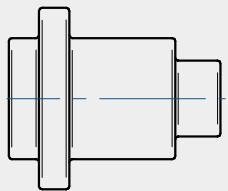
10.

KONSTRUKTIONSHINWEISE: DREHTEIL VS. PRESSTEIL

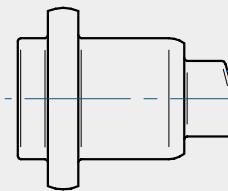


VOM DREHTEIL ZUM KALTFLIESSPRESSTEIL KOSTENGÜNSTIG KONSTRUIEREN

zerspannte Ausführung

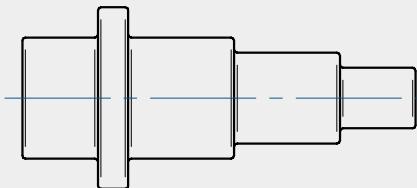


kaltgeformte Ausführung

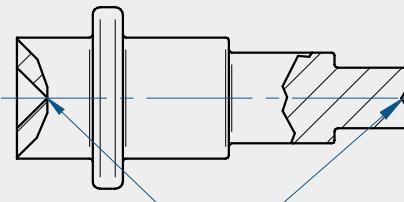


leichte einseitige
Scherschräge

zerspannte Ausführung

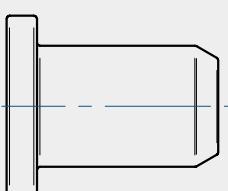


kaltgeformte Ausführung



Zentrierung kann je nach
Teilegeometrie erforderlich sein

zerspannte Ausführung

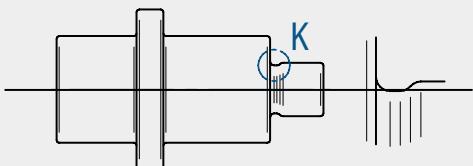


kaltgeformte Ausführung

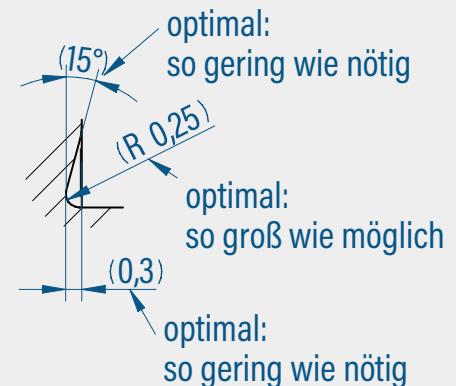
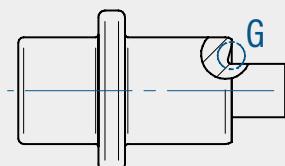


VOM DREHTEIL ZUM KALTFLIESSPRESSTEIL KOSTENGÜNSTIG KONSTRUIEREN

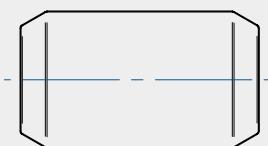
zerspannte Ausführung



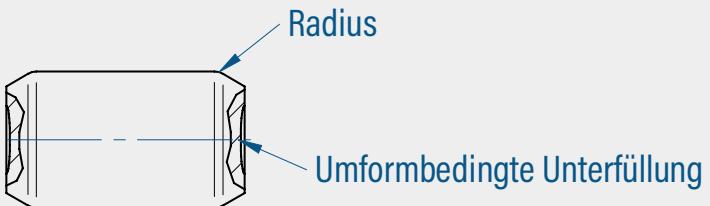
kaltgeformte Ausführung



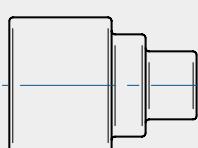
zerspannte Ausführung



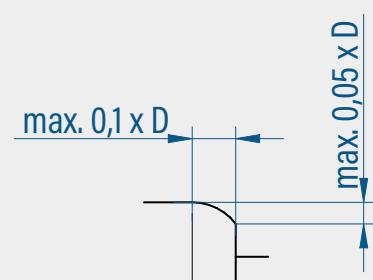
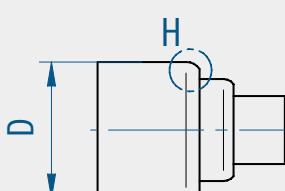
kaltgeformte Ausführung



zerspannte Ausführung



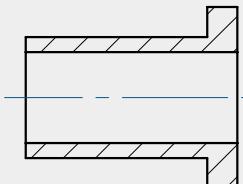
kaltgeformte Ausführung



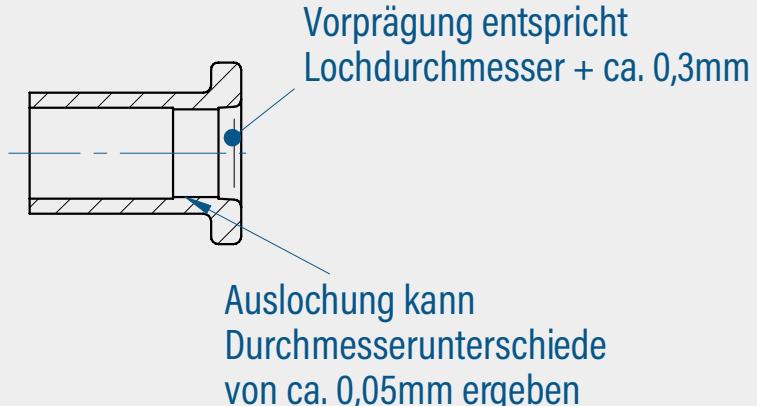
Richtwerte Kantenbruch:
axial - $0,1 \times D$
radial - $0,05 \times D$

VOM DREHTEIL ZUM KALTFLIESSPRESSTEIL KOSTENGÜNSTIG KONSTRUIEREN

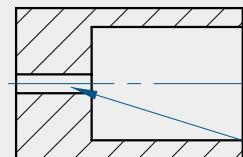
zerspannte Ausführung



kaltgeformte Ausführung



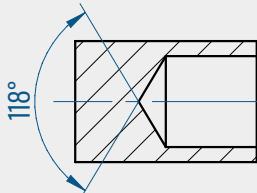
zerspannte Ausführung



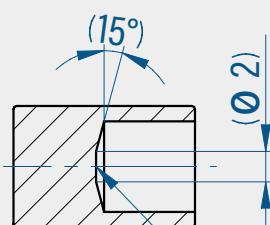
kaltgeformte Ausführung

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

zerspannte Ausführung



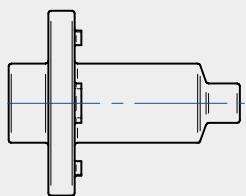
kaltgeformte Ausführung



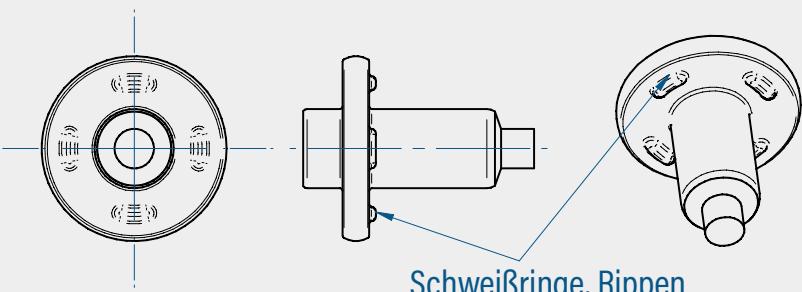
Sacklochgrund wie Werkzeugkontur
Winkel 7,5° - 15°

VOM DREHTEIL ZUM KALTFLIESSPRESSTEIL KOSTENGÜNSTIG KONSTRUIEREN

zerspannte Ausführung

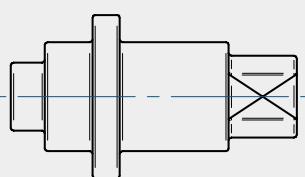


kaltgeformte Ausführung

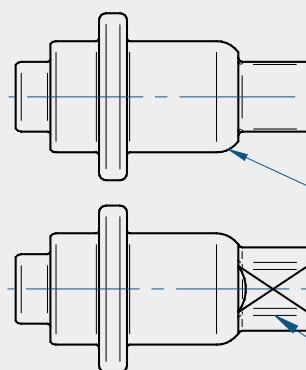


Schweißringe, Rippen
und Punkte müssen
abgerundet werden

zerspannte Ausführung



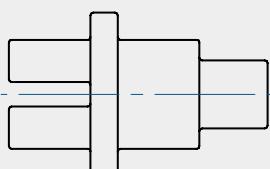
kaltgeformte Ausführung



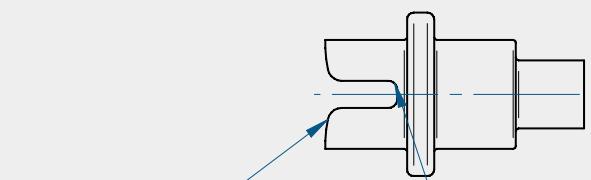
Möglichst große
Übergänge belassen.

Möglichst große Radien
an den Ecken vorsehen.

zerspannte Ausführung



kaltgeformte Ausführung

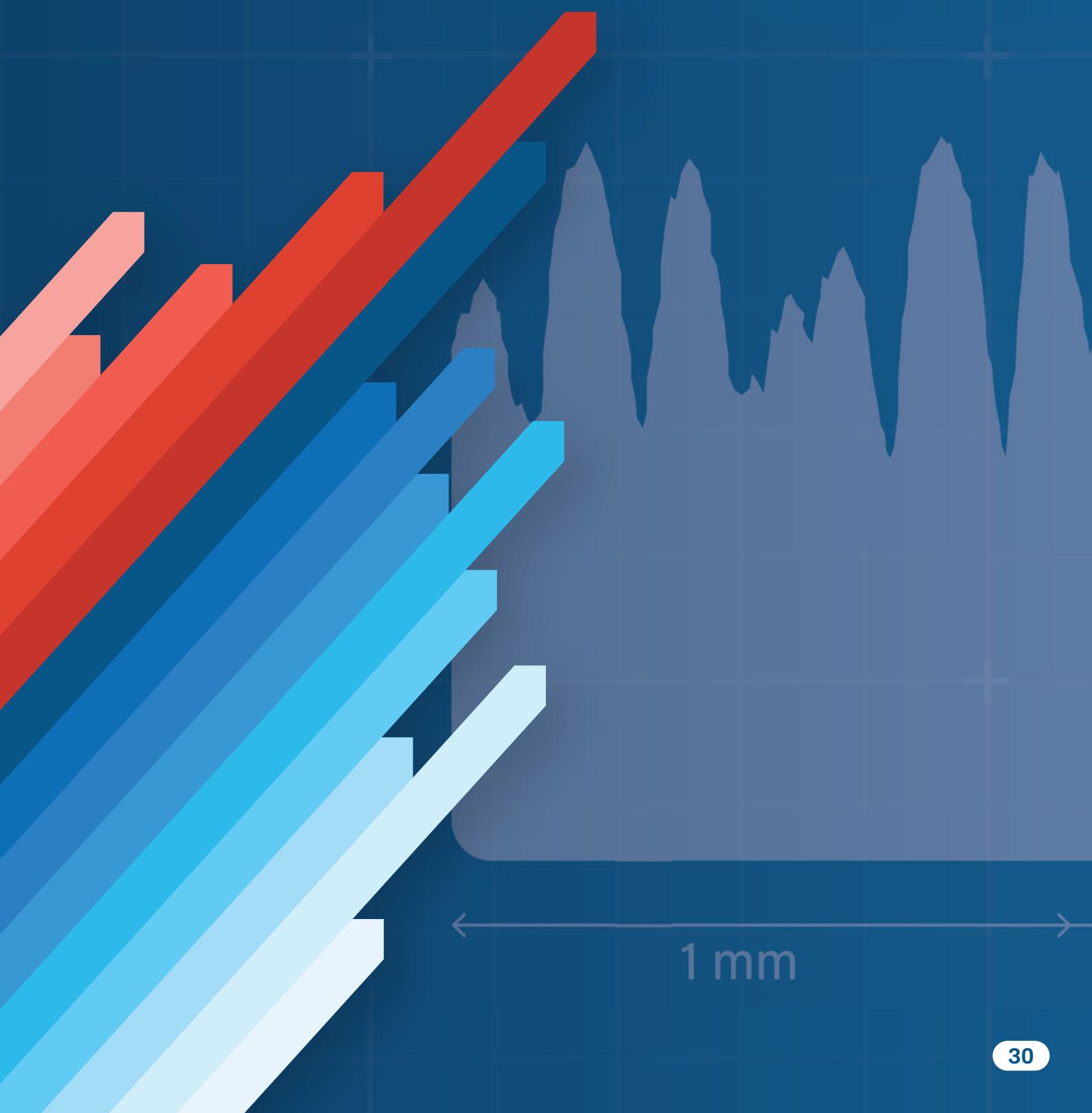


Umformbedingte Unterfüllung
wenn möglich belassen

gepresster Schlitz sollte
möglichst verrundet werden können

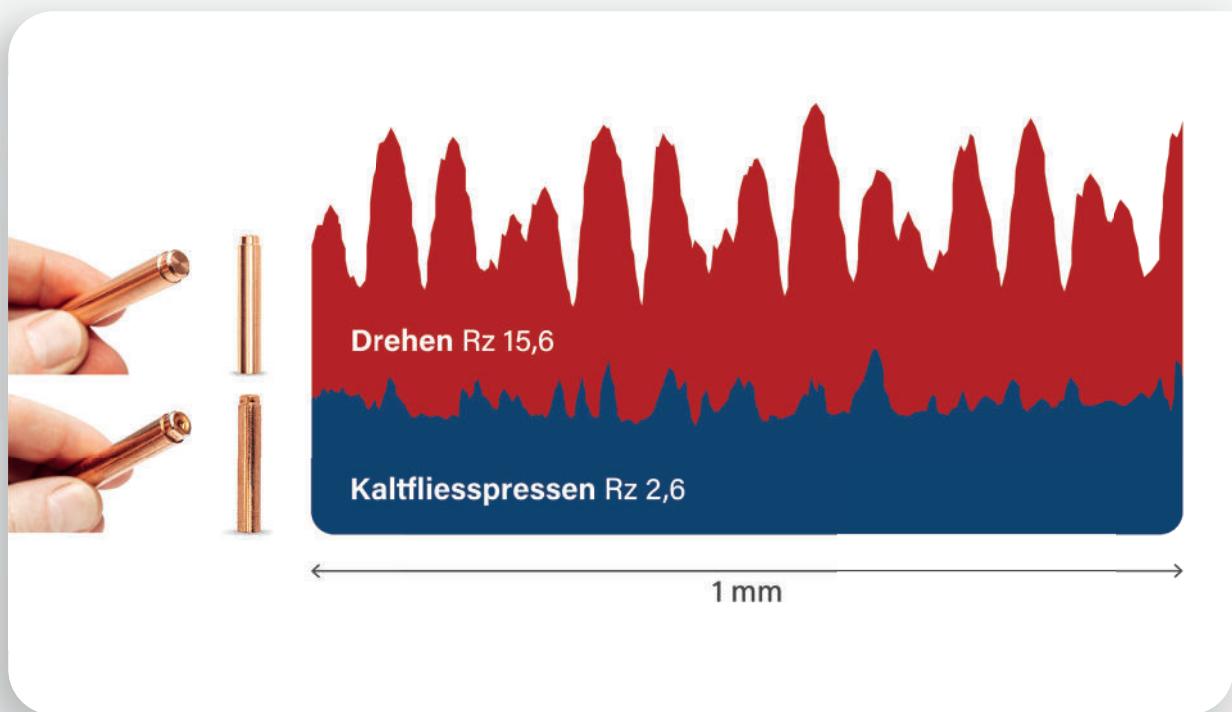
11

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

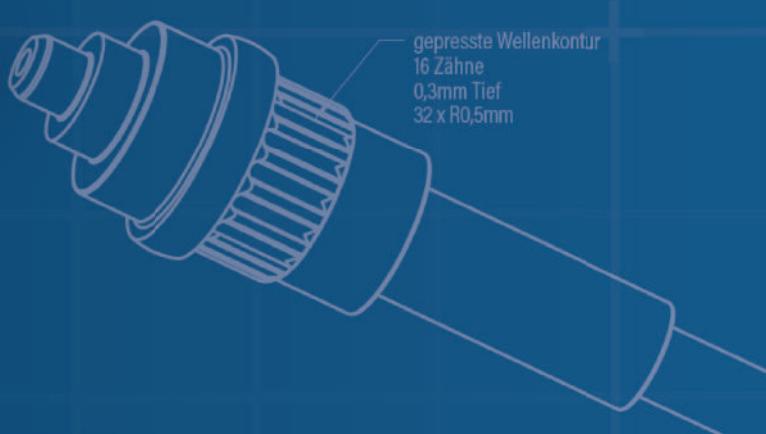
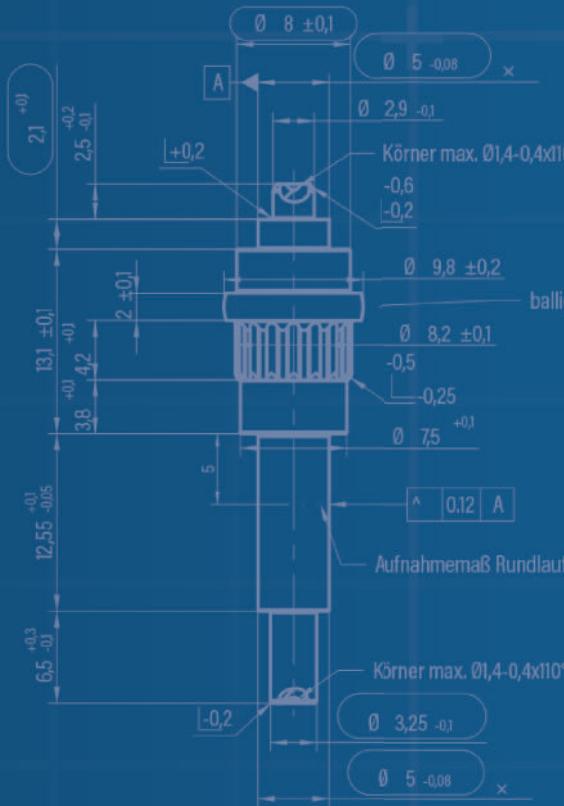


Qualitätsprüfung & Sortierung:

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

13

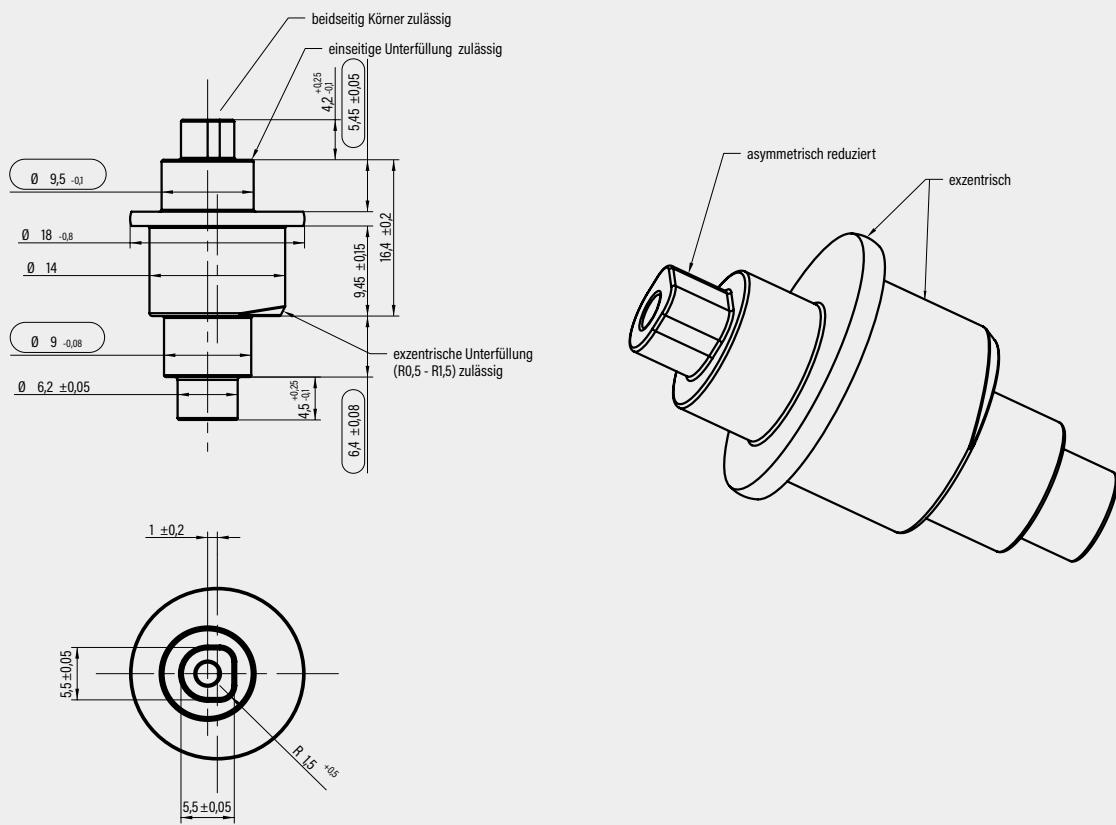
ZEICHNUNGS- BEISPIELE



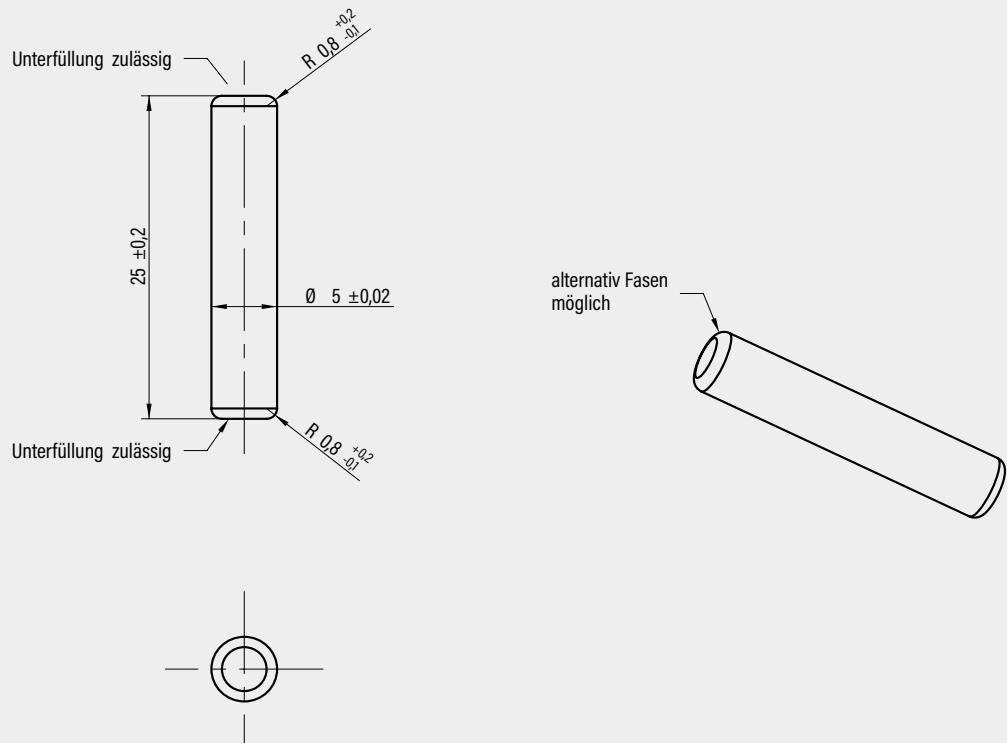
ZEICHNUNGSBEISPIELE

Technische Zeichnungen zur Veranschaulichung
von möglichen Konturen und Toleranzen.

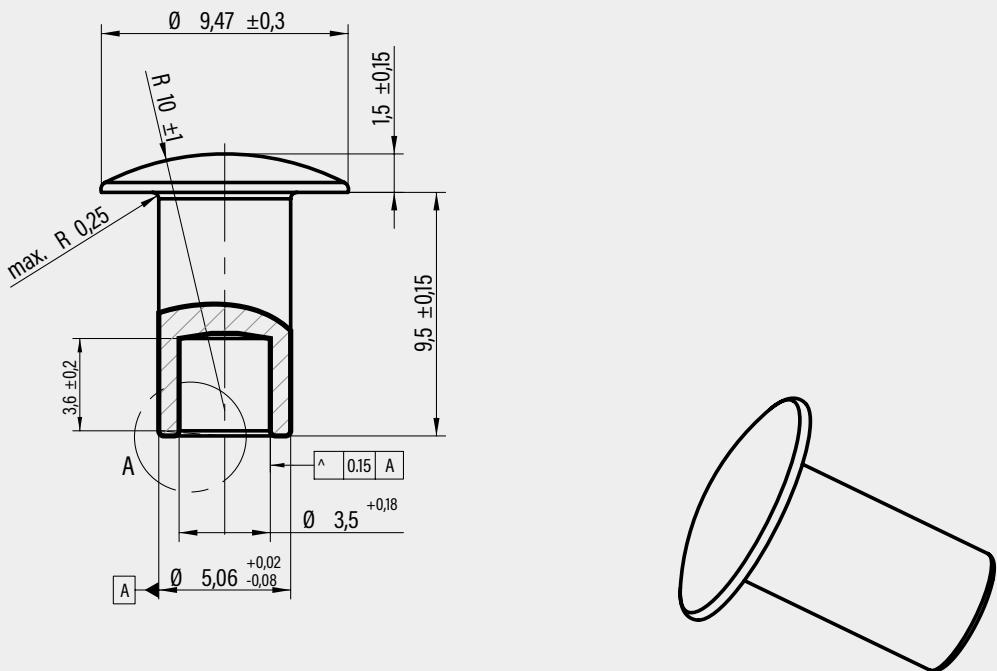
EXZENTERBOLZEN



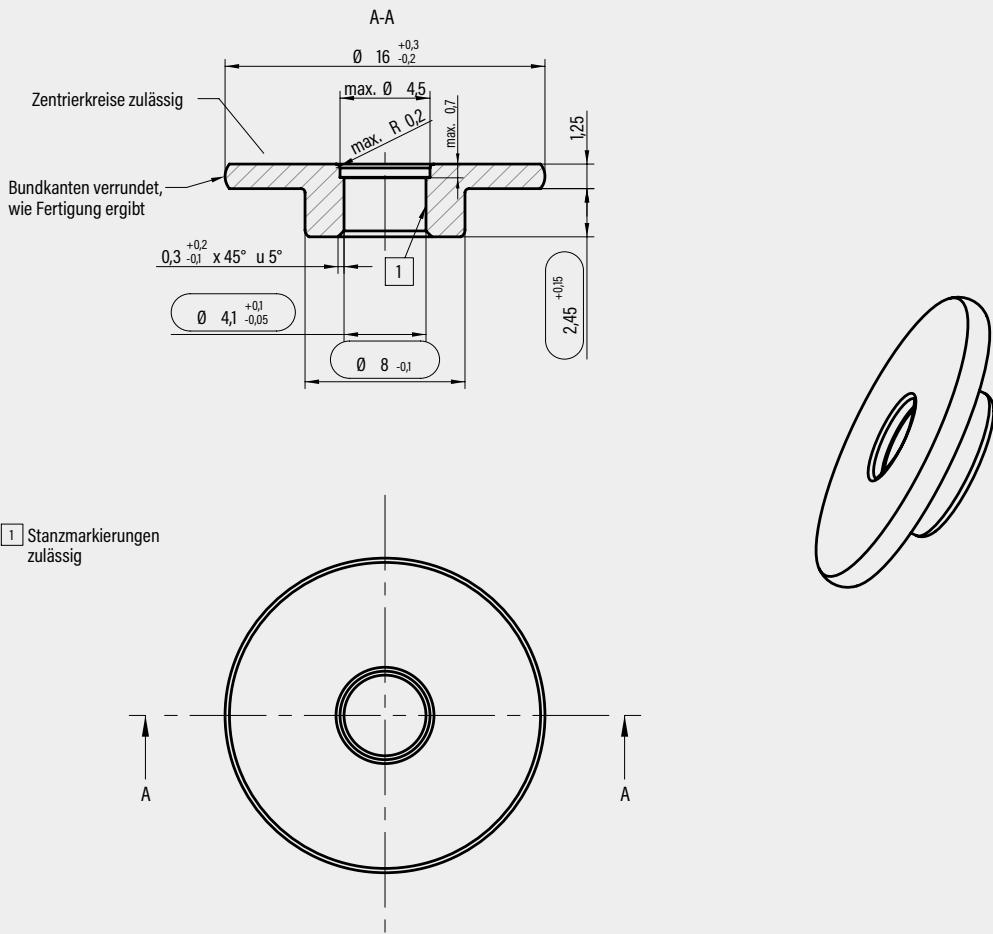
ACHSE



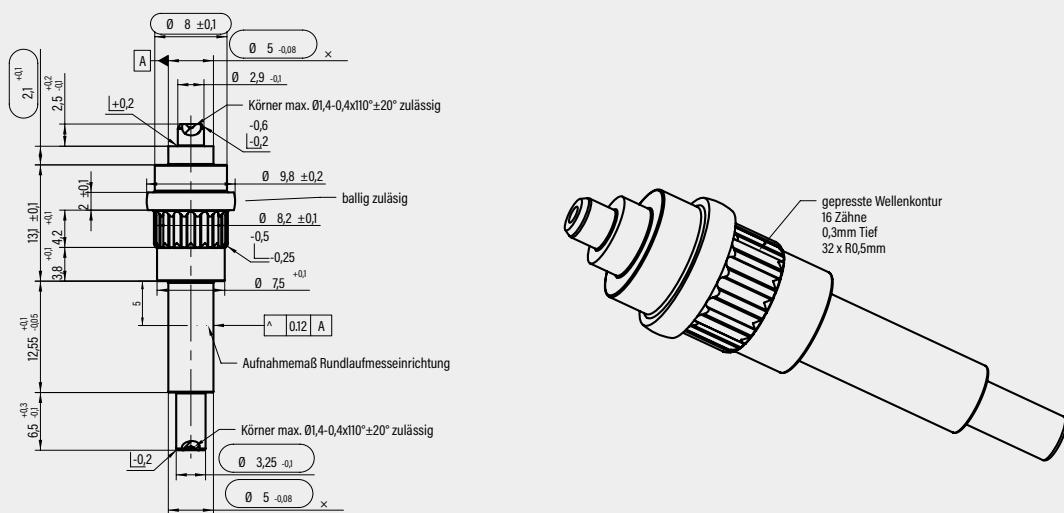
HALBHOHLCHEK



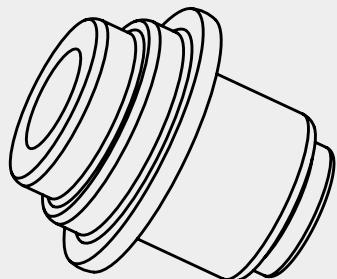
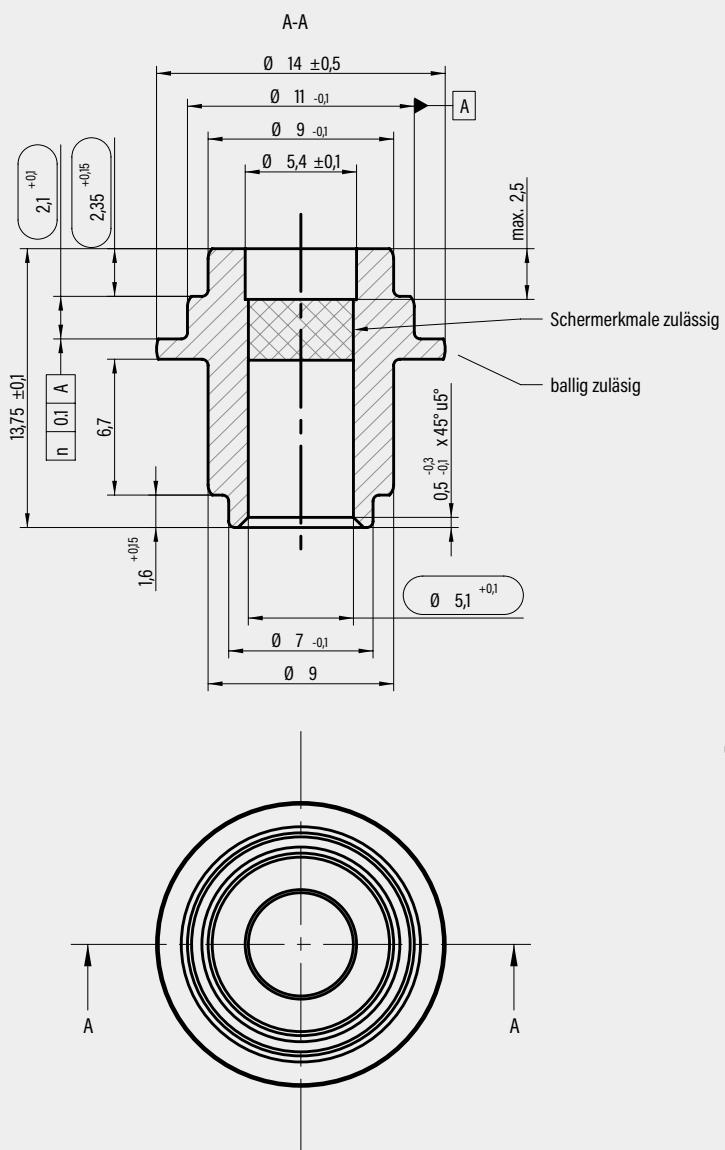
DISTANZHÜLSE



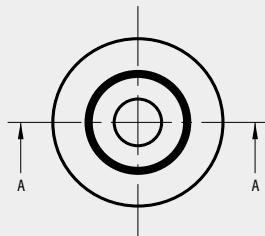
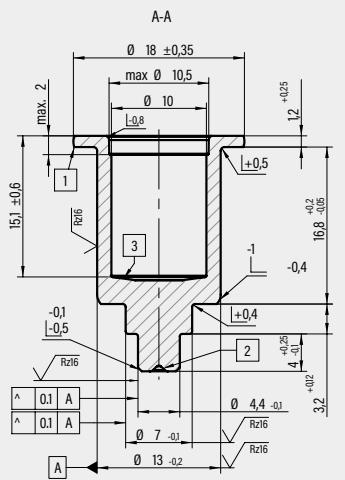
RÄNDELBOLZEN



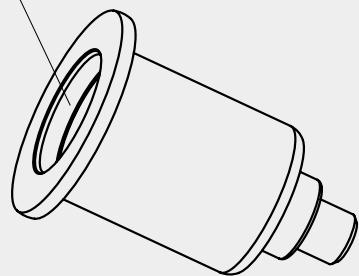
BUNDBUCHSE



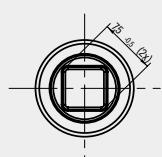
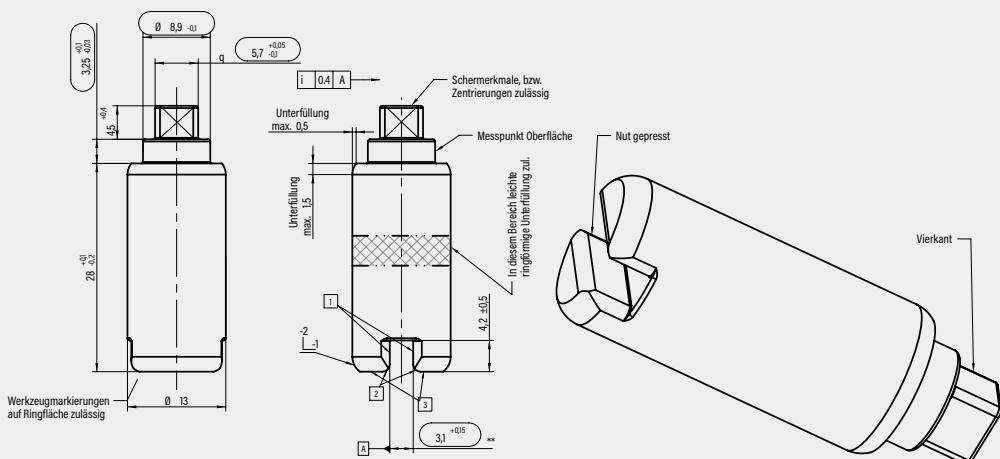
NIET



- [1] Presskontur ballig zulässig
- [2] Körner max. Ø2x90° zulässig
- [3] Bohrungsauslauf nach Wahl des Herstellers



SCHLITZ-BOLZEN

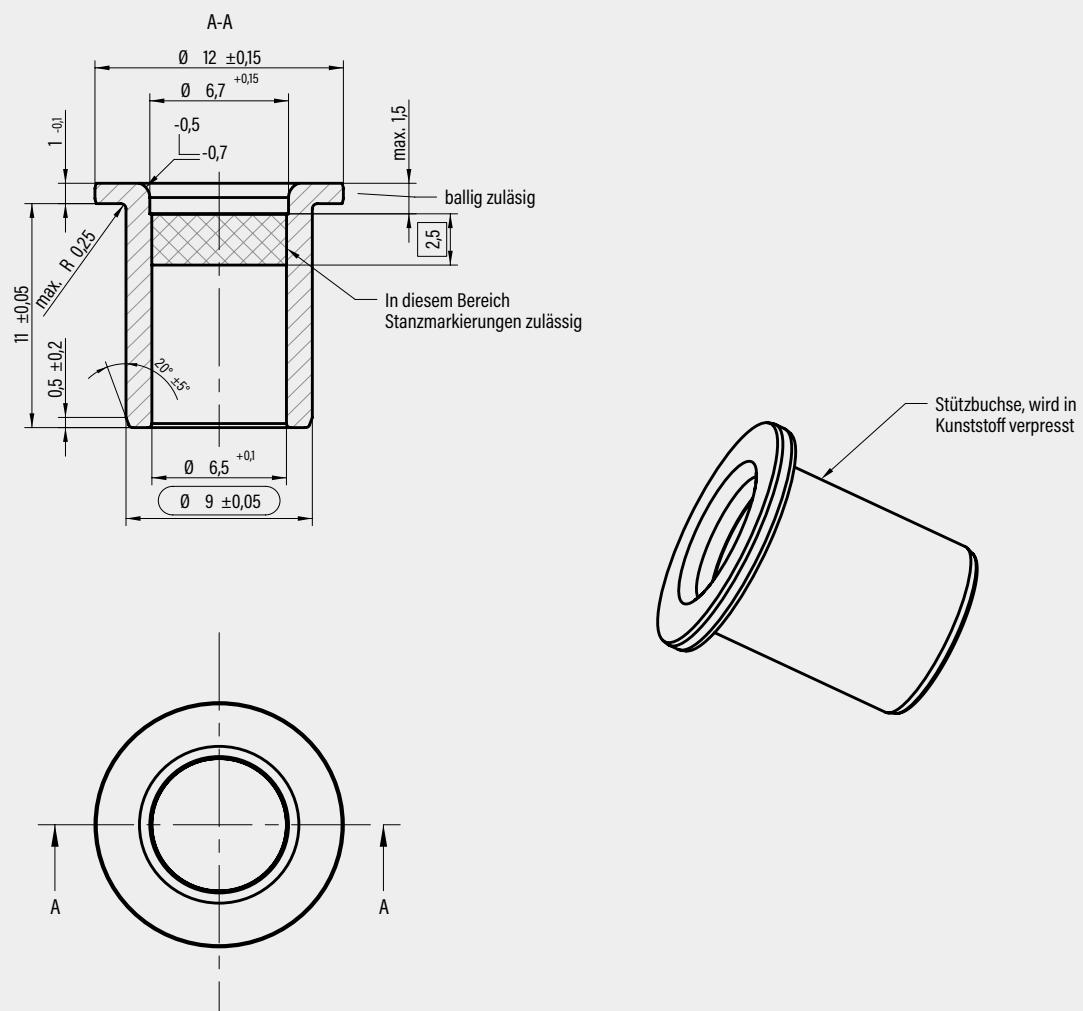


**Schlag und Fallmarkierungen im Schlitzbereich bis 3,1-0,15 zulässig

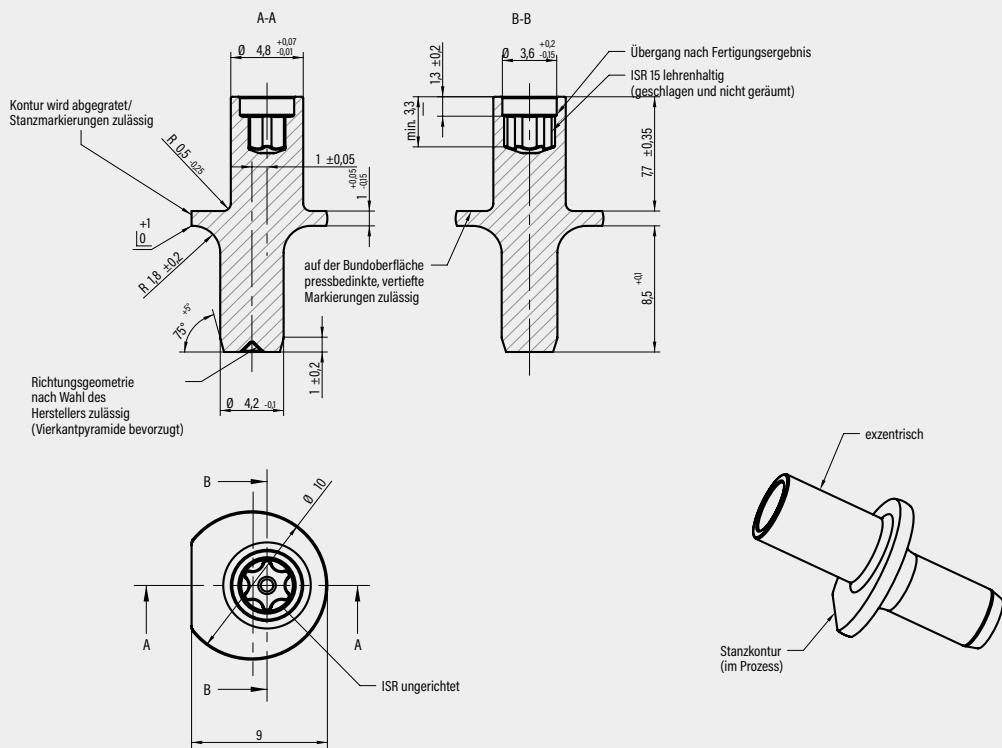
- [1] Materialeinzug
- [2]



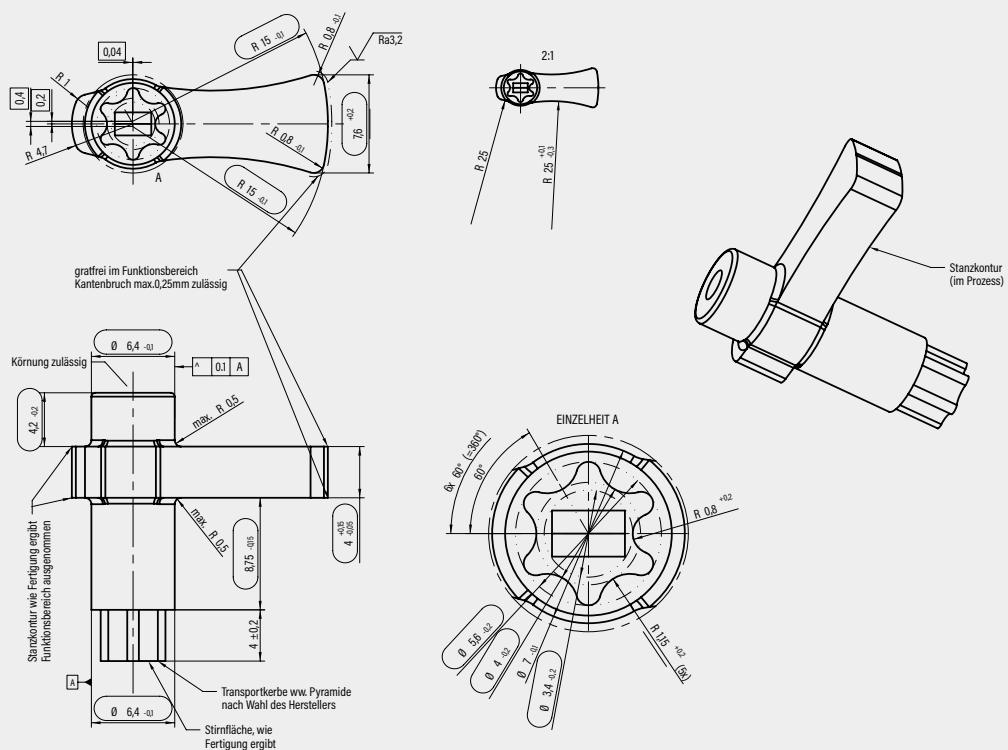
STÜTZHÜLSE



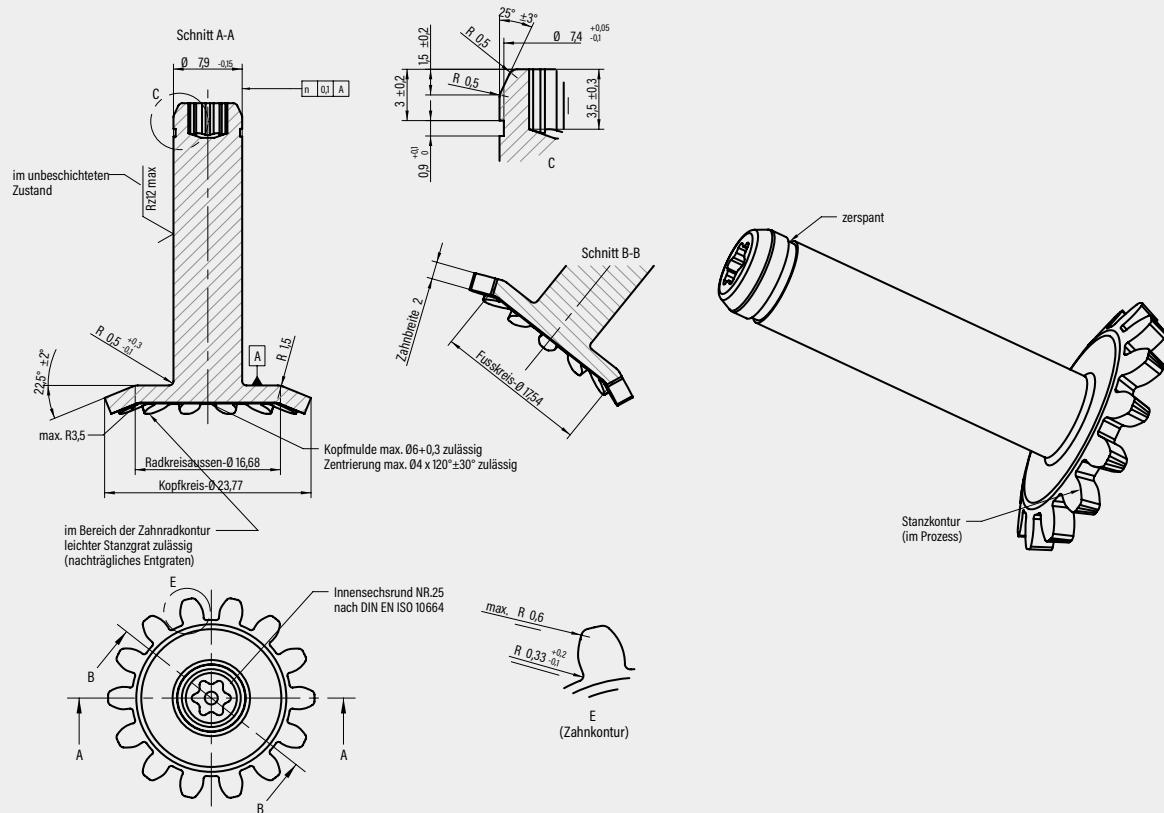
EXZENTERBOLZEN AUS CHROMSTAHL



SPERRKLINKE



ZAHNRADACHSE



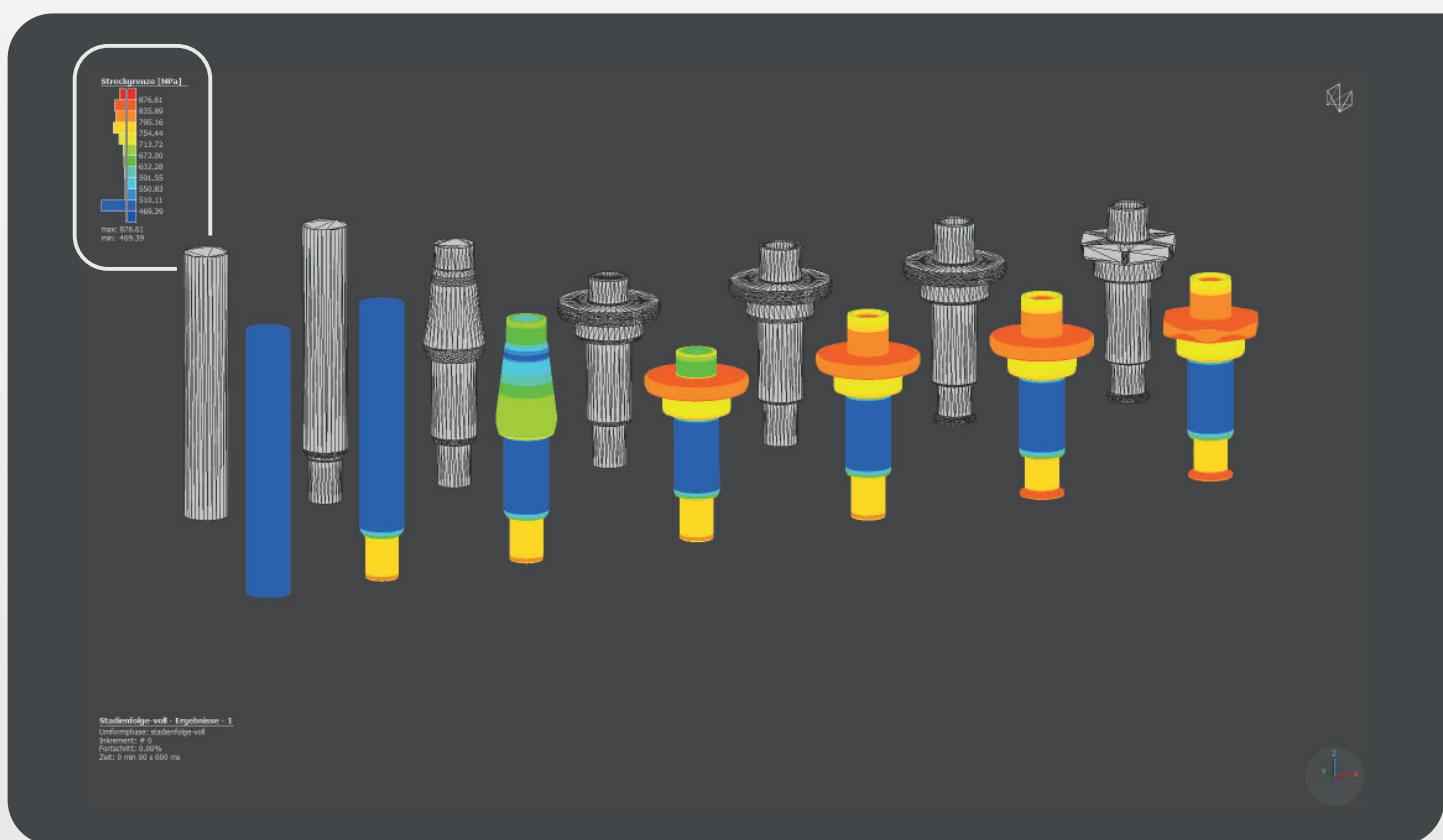
14. UMFORM- VERFAHREN IM ÜBERBLICK



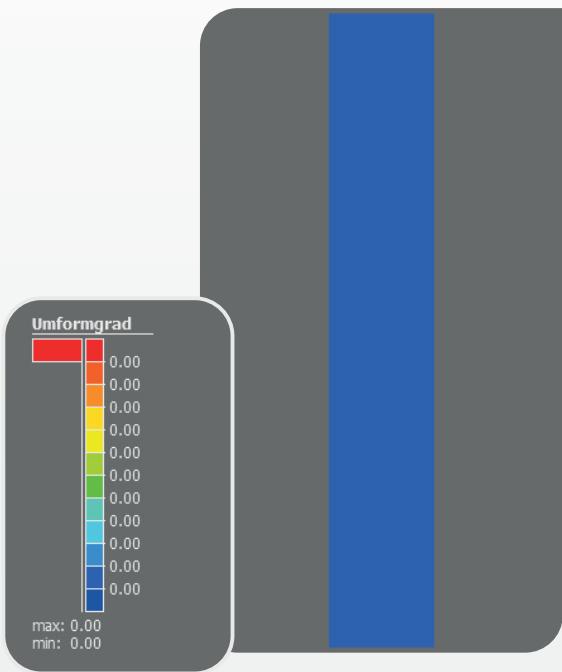
UMFORMVERFAHREN IM ÜBERBLICK

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

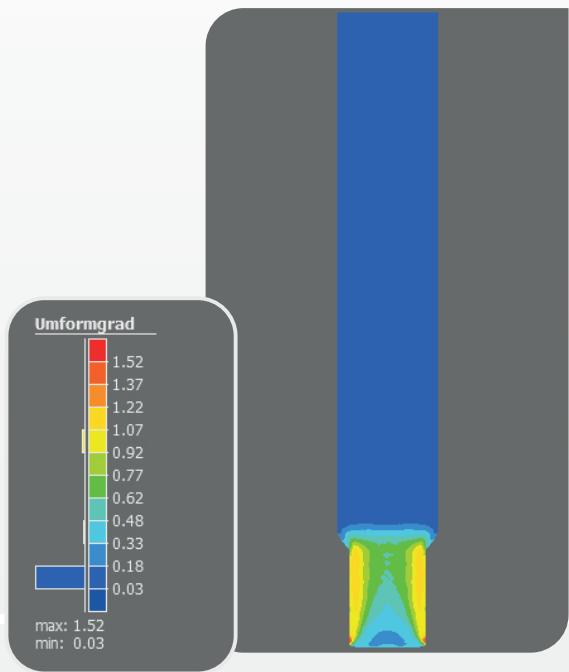
Übersicht über alle Umformstufen



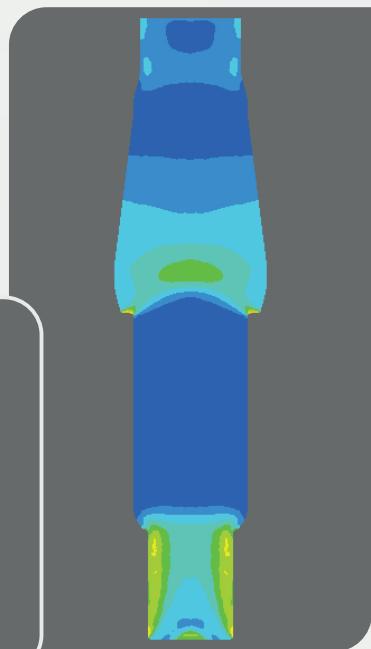
ABSCHNITT:



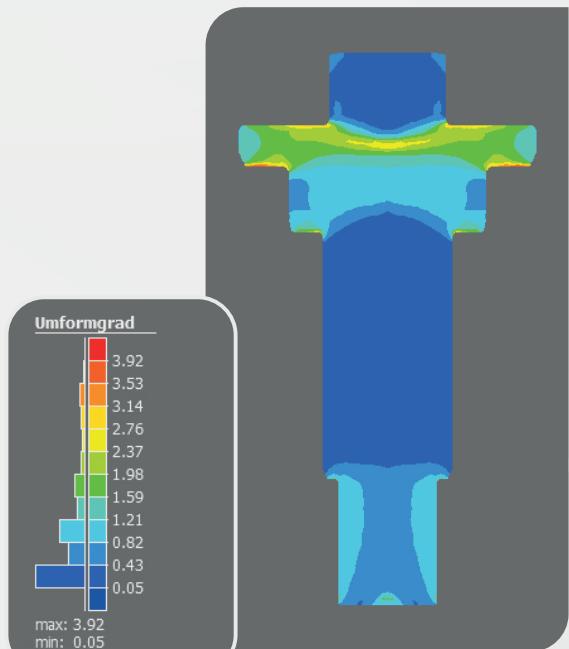
1. STUFE



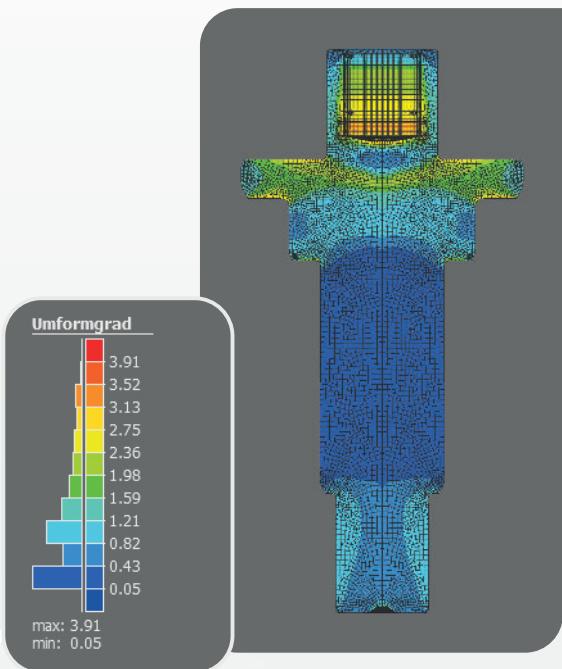
2. STUFE



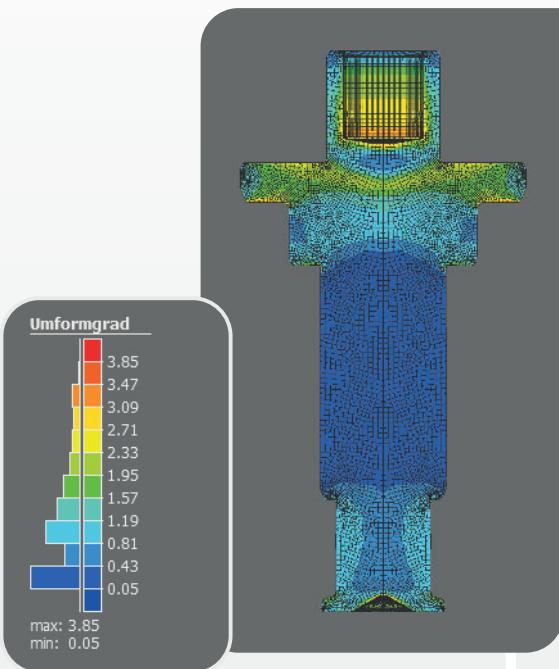
3. STUFE



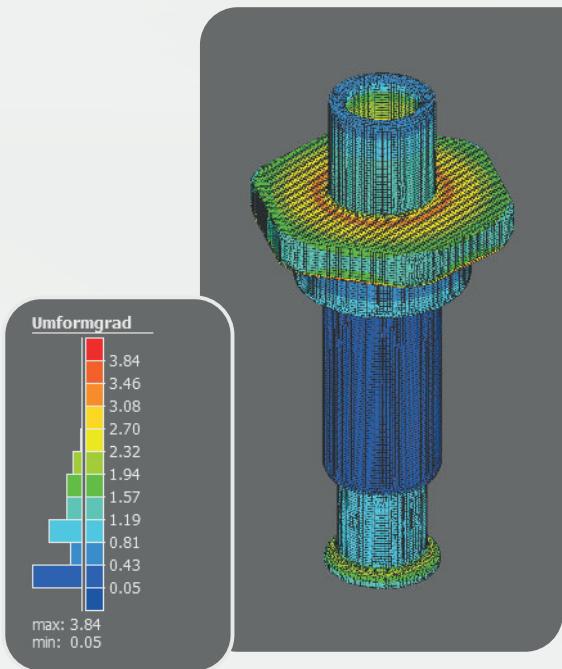
4. STUFE



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
www.mn-kaltform.de