



# Kaltmassiv- Umformung

 **MN KALTFORMTEILE**

---

## Grundlagen der Kaltmassivumformung

### Fertigungsmaschinen

Für die Herstellung von Kaltmassivumformteilen werden verschiedenste Typen von Umformmaschinen eingesetzt. Wesentliches Unterscheidungsmerkmal der Maschinen ist die Anzahl ihrer Arbeitsstufen. Man kann wie folgt unterteilen:

1. Einfachdruckpressen
2. Doppeldruckpressen
3. Mehrstufenpressen
4. 2-Matrizen-2-Schlag-Pressen
5. 2-Matrizen-3-Schlag-Pressen
6. 3-Matrizen-3-Stufen-Pressen bis hin zu
7. 6-Matrizen-6-Stufen-Pressen

Bei einer Einfach- bzw. Doppeldruckpresse wird der vom Drahtbund kommende Draht vom Einzug der Maschine durch einen Drahrichtapparat geführt und anschließend in gerichtetem Zustand in die Scherstufe eingeschoben. Dort wird auf die erforderliche Länge für das Produkt abgeschert.

Durch einen Greifer wird der Drahtabschnitt nun vor die Matrize gebracht und über einen Stempel/Vorstäucher eingeschoben und verformt bzw. durch den 2.Stempel ausgepresst.

Nach der Umformung wird das fertige Werkstück per Auswerferstift aus Matrize und Stempel ausgeschoben und mit Preßluftunterstützung zum Austrageband befördert.

Produktionsgeschwindigkeiten zwischen 150 – 830 Teilen pro Minute (je nach Durchmesser der Artikel sind Stand der Technik).

Bei Mehrstufenpressen wird der Draht nach dem Richten mit den Einzugsrollen oder Lineareinzug in die Maschine geführt. Mit einem geschlossenen Messer, welches den Abschnitt zur Übergabestation transportiert, wird der Rohling abgeschnitten. Der Abschnitt wird in die erste Transportzange eingeschoben und mit dem Werkstücktransport zur ersten Umformstufe gebracht.

Nachdem die Umformung erfolgt ist, wird der Rohling mittels eines Auswerferstiftes in ein weiteres Greiferpaar eingeführt und zur jeweils nächsten Umformstufe transportiert.

Eine Sonderform der Mehrstufenpressen ist die 2-Matrizen-3-Schlag-Pressen. Bei dieser Maschinentype sind zwei Umformprozesse auf jeder Matrize möglich. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß je nach Maschinenfabrikat nicht zwingend ein Quertransport mittels Greiferzangen notwendig ist. Dies bedeutet, daß auch extrem kurze Teile in eine weitere Umformstufe transportiert werden können.

### Stauhen

Stauhen ist ein Massivumformverfahren zur Herstellung von Niete, Kopfbolzen usw.

Ausgang ist auch hier ein gerichteter Drahtabschnitt von einem Drahtbund.

Die Grenze der Rohlingsabmessung beim Stauchvorgang wird vom Stauchverhältnis festgelegt. Als Stauchverhältnis bezeichnet man das Verhältnis von freier, nicht im Werkzeug geführter Bolzenlänge zum Ausgangsdurchmesser des Rohlings.

Wird das zulässige Stauchverhältnis überschritten, knickt der Bolzen aus. Wenn das Stauchteil in einem Druck hergestellt werden soll, beträgt das zulässige Stauchverhältnis max. 2,5 x Ausgangsdurchmesser.

---

Wenn das Stauchteil in 2 Operationen - dem sog. Doppeldruckverfahren - hergestellt werden soll, beträgt das max. Stauchverhältnis 4,5 x Ausgangsdurchmesser.

Um diese Stauchgrenze bei aufwendigen Bolzen zu erreichen, muß teilweise auf gefederte Werkzeuge zurückgegriffen werden. Dieser Werkzeugaufbau verkürzt die freie Knicklänge, indem der zu verstauchende Teil des Rohlings während des Stauchvorganges anteilig geführt wird.

Eine weitere Umformgrenze bei freiem Stauchen zwischen Stempel und Matrize ist der max. Kopf-Ø, der das 2,5fache des Draht-Ausgangs-Ø nicht überschreiten sollte.

## Fließpressen

Fließpressen ist ein Massivumformverfahren, bei dem der Werkstoff eingeschlossen zum Fließen gebracht wird. Beim Voll-Vorwärts-Fließpressen haben Werkstofffluß und Stempelbewegung die gleiche Richtung. Der Drahtabschnitt wird voll vom Werkzeug aufgenommen und über einen Radius oder Schräge zum Fließen gebracht. Als Grenzwert gilt je nach Werkstoff eine Querschnittsabnahme von 55 bis 85 %.

Eine Sonderform des Fließpressens ist das sog. Reduzieren. Bei diesem Verfahren, wird die Eigensteifigkeit des Materials ausgenutzt. Über einen flachen Reduzierwinkel kann eine Querschnittsabnahme von ca. 30 % erzielt werden. Da bei diesem Verfahren der Draht nicht voll geführt werden muß, kann zusätzlich ein weiterer Umformprozeß, z.B. Stauchen erfolgen.

Beim Napffließpressen wird unterschieden zwischen Napf-Vorwärts- und Napf-Rückwärts-Fließpressen. Beim Napf-Vorwärts-Fließpressen haben der Werkstoff und die Stempelbewegung die gleiche Richtung, beim Napf-Rückwärts-Fließpressen ist der Werkstofffluß der Stempelbewegung entgegengerichtet. Die Grenzen für die Querschnittsabnahme liegen bei diesem Verfahren – abhängig vom Werkstoff bei mind. 15 % bis max. 85 %.

## Lochen und Beschneiden

Beim Lochen wird ein Rohling zunächst zentriert und sodann anteilig von beiden Seiten genapft. Das verbleibende Material im Teileinnern wird in einer weiteren Umformstation herausgestanzt. Wenn die Anforderungen an den Hohlbereich in Bezug auf Oberflächengüte und Toleranzen sehr hoch sind, ist dies über ein nachträgliches Kalibrieren der Bohrung in einer weiteren Umformstufe zu erzielen.

Bei aufwendigen asymmetrischen Kopfformen/Bundformen wird ein Bolzen mit Materialüberlauf gefertigt. Dieser Materialüberschuß wird in einer weiteren Umformstation beschnitten.

Eine Kombination dieser unterschiedlichen Umformverfahren, ermöglicht es, Artikel sehr genau und in engen Toleranzen zu fertigen.

## MN Kaltformteile

## Vorteile des Kaltfließpressens

### Kaltmassivumformung - Vorteile und Entwicklungen

Die erreichbare Werkstoffeinsparung gegenüber der spanenden Fertigung gewinnt mit zunehmendem Werkstoffgewicht und –preis an Bedeutung.

Eine geschickt gewählte Pressfolge ermöglicht, daß sich durch die entstandene Kaltverfestigung (auch nur gezielt an bestimmten Stellen erreichbar) teilweise eine nachträgliche Vergütung erübrigt.

Aufgrund des zähen Werkstoffes und durch den günstigen Faserverlauf beim Kaltfließpressen sind hohe Werte für zug- biege- und torsionsbeanspruchte Teile zu erzielen.

Eine glatte Oberfläche und gute Maßgenauigkeit sind weitere Vorteile des Kaltfließpressens. Die erreichbare Produktionsstückzahl pro Minute ist bei einem Drehteil nicht zu erzielen und mindestens 10 x höher.

### Beispiel zu Fließlinien eines Kaltfließpressteiles

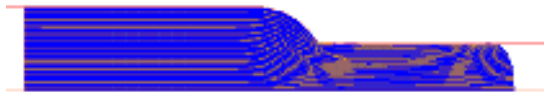


Bild 1: Fließpressen

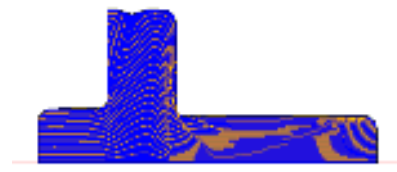


Bild 2: Stauchen

### Oberflächen-Vorbehandlung des Ausgangswerkstoffes

Voraussetzung für eine wirtschaftliche Fertigung des Kaltfließpressens von Stahl, ist eine geeignete Oberflächenvorbehandlung des Vormaterials zur Herabsetzung der Reibung zwischen Werkstoff und Werkzeug. Hierfür hat sich das Phosphatieren des Drahtes, meist als „Bondern“ bezeichnet, bewährt. Diese festhaftende, nichtmetallische Schicht verhindert die Berührung zwischen Werkstoff und Werkzeug und ist zudem ein ausgezeichnete Schmiermittelträger.

### Werkzeuge für das Kaltfließpressen

Die wirtschaftlichen Vorteile des Kaltfließpressens lassen sich nur dann ausschöpfen, wenn bei der Auslegung der Werkzeuge Kombinationen von Werkstoffen so eingesetzt werden, daß Höchstwerte für Beanspruchbarkeit und Dauerfestigkeit erreicht werden.

Ein zusätzliches Kriterium für die Haltbarkeit eines Werkzeuges ist die richtige Wahl seiner Härte.

Eine weitere Erhöhung der Standzeit kann man durch unterschiedlichste Beschichtungsverfahren (aufbringen einer Hartstoffschicht über PVD oder CVD-Verfahren) erzielen.

Das Armieren von Werkzeugen ist für stabile Werkzeugstandzeiten erforderlich. Werkzeuge werden miteinander verspannt, indem sie mit Aufmaß ineinander geschoben und verpresst

werden. Nur auf diese Weise kann man bei extremen Umformgraden die hohen Innendrucke beherrschen.

## Produkte

Es werden z.B. Teile mit Rändel, asymmetrischen Geometrien, Bohrungen, Innen- und Außenverzahnungen oder Flächen komplett ohne spanende Nacharbeit hergestellt (fertigfallend).

Über Kombinationen von Kaltfließpressen und Nacharbeitsoperationen können zum Teil kleine Baugruppen von Drehteilen durch ein Kaltfließpressteil abgelöst werden. (z.B. keine Fertigung von mehreren Teilen, getrennte Lagerhaltung, kein zusätzlicher aufwendiger Montagesprozess usw.) .

## Umformsimulation

Die Entwicklung eines komplizierten Kaltmassivumformteiles dauert in der Regel mehrere Arbeitstage. Der Drahtabschnitt kann bis zu 6 Umform-Stufen durchlaufen.

Bei der Auslegung eines Stadienganges ist der Konstrukteur auf seine Erfahrung angewiesen. Er schließt aus Ergebnissen vorangegangener Fertigungen auf ein mögliches Verhalten des umzuformenden Materials.

Erst nach Herstellung teurer Werkzeuge kann er auf der Maschine erproben, ob die Stadienfolge entsprechend seinen Vorstellungen ausfällt.

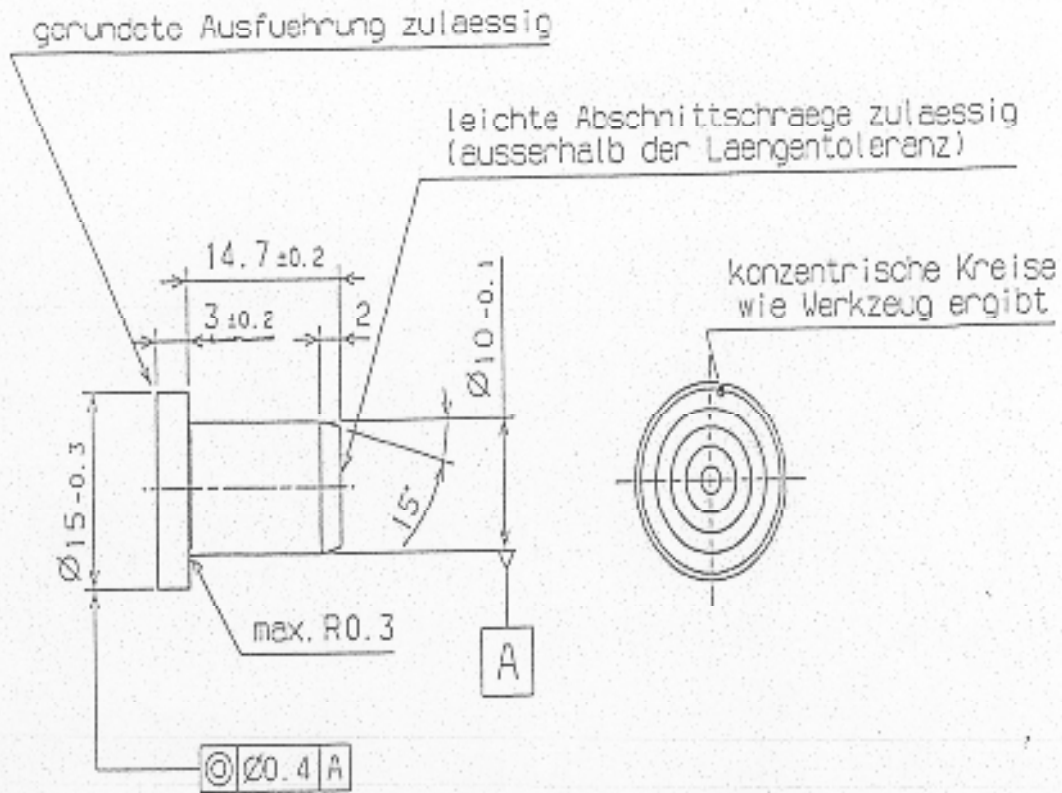
Durch ein Umformsimulationsprogramm in 2D und 3 D besteht die Möglichkeit, die Entwicklungszeit zu verringern. Eine möglichst genaue Vorhersage des Materialflusses und der Werkzeugbelastung verkürzt die Entwicklungszeit und verringert die Kosten.

Anpassungsarbeiten, die einen hohen Werkzeug-, Maschinen- und Zeitaufwand bedeuten, werden somit minimiert.

## MN Kaltformteile

Beispiel-  
Zeichnungen  
für  
Pressverfahren

# Einfachdruckverfahren



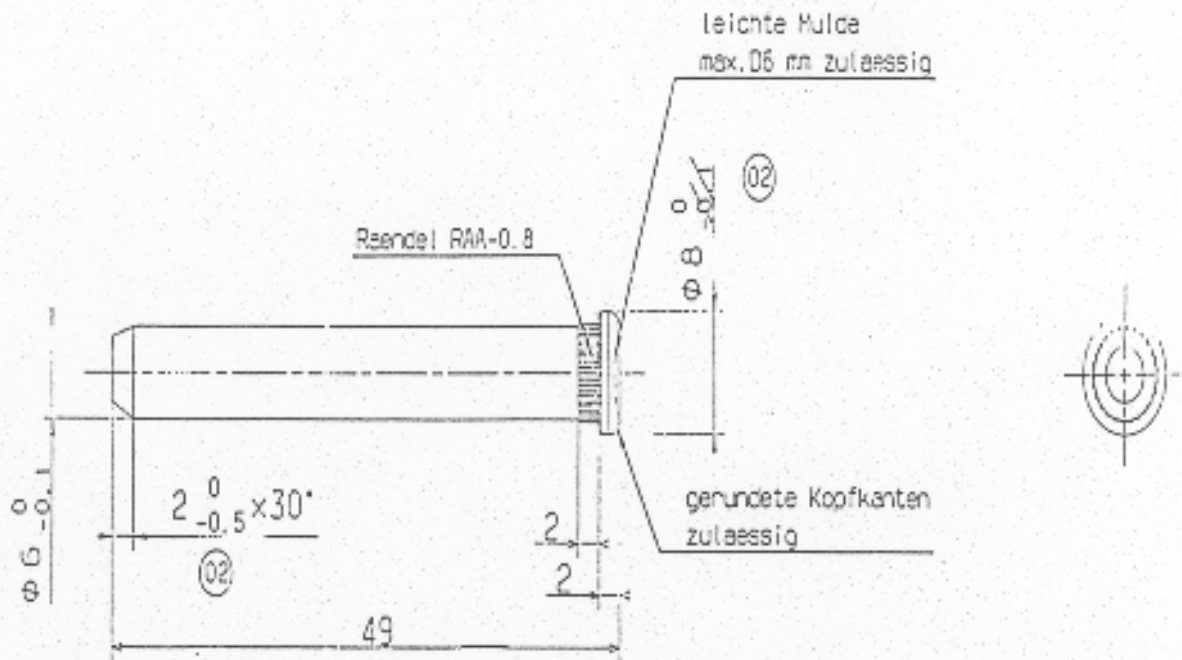
verguetet  
 $R_m = 640 + 100 \text{ N/mm}^2$

Massklassifizierung gemäss ZN-QV 01.010

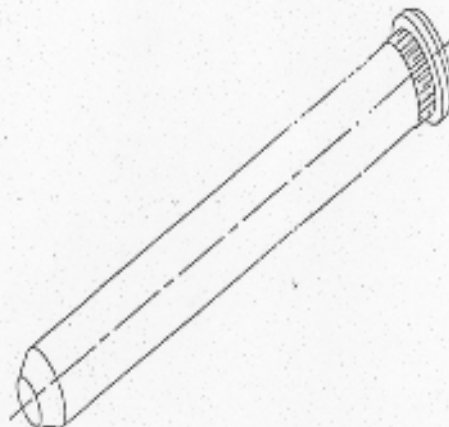
	- Masseaufbau	(Bezugsebene)
	- Masseaufbau	(Bezugspunkt)
	- Masseaufbau	(Mullpunkt)
	- Nullmass	(ohne Toleranzangabe) fuer Masseaufbau
	- Pruefmass	(mit Toleranzangabe) nach festgelegten Pruefplan Anzahl : 0 incl. Form- und Lage-toleranz
xx:xx	- Toleranzmass	Kontur- bzw. Formmasse, die in ihrem Toleranzfeld festgelegt sind
xxx	- Masse ohne Toleranz- angeben	siehe entsprechende DIN-Normen der Fertigungsverfahren im Zeichnungskopf

Rissfrei nach DIN 101  
 Winkelprobe nach DIN 267

# Doppeldruckverfahren

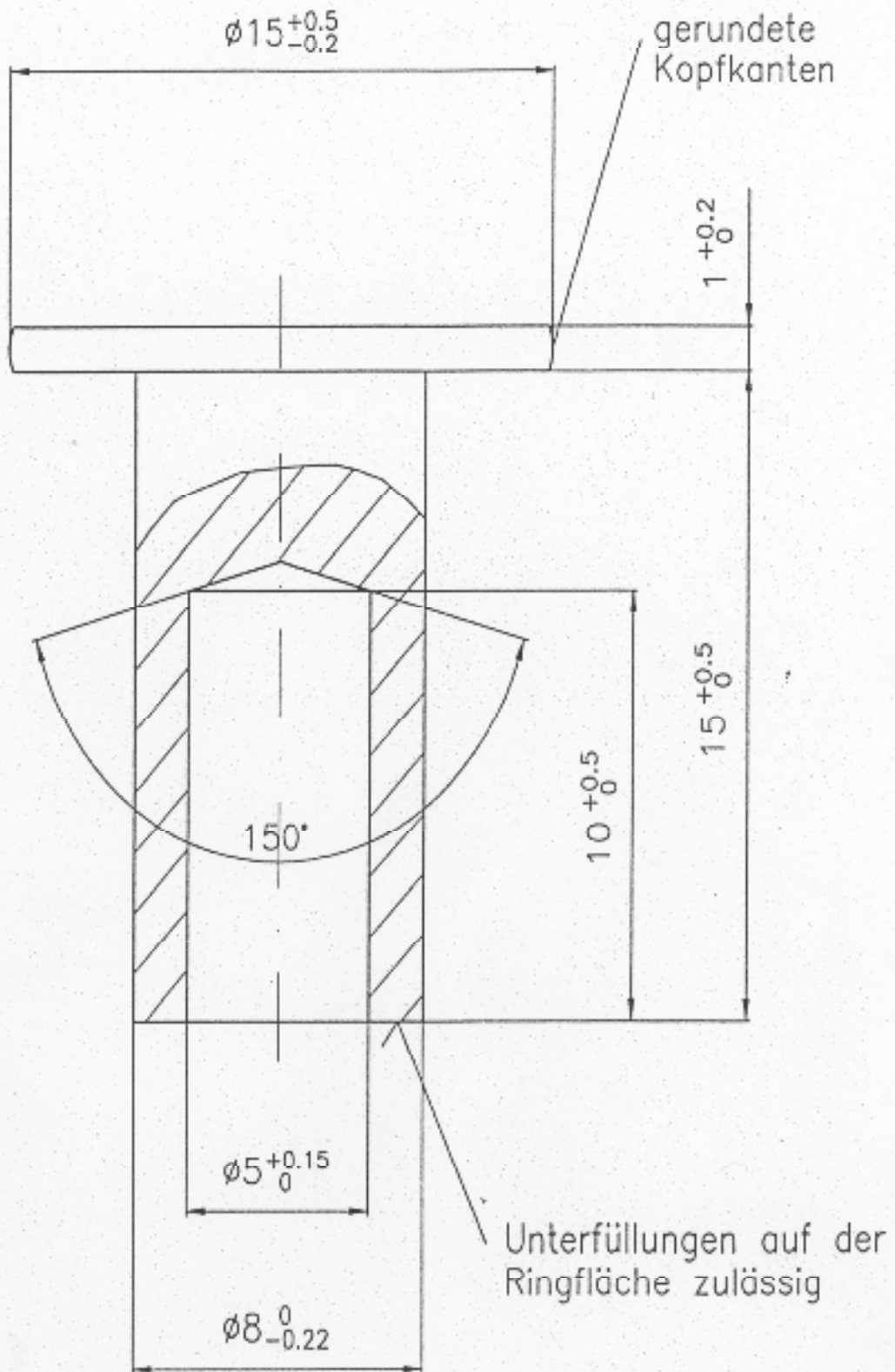


Raendelkerndiess Schaft max. 0,05  
Raendel aussen  $\phi 6,40 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ \end{smallmatrix}$

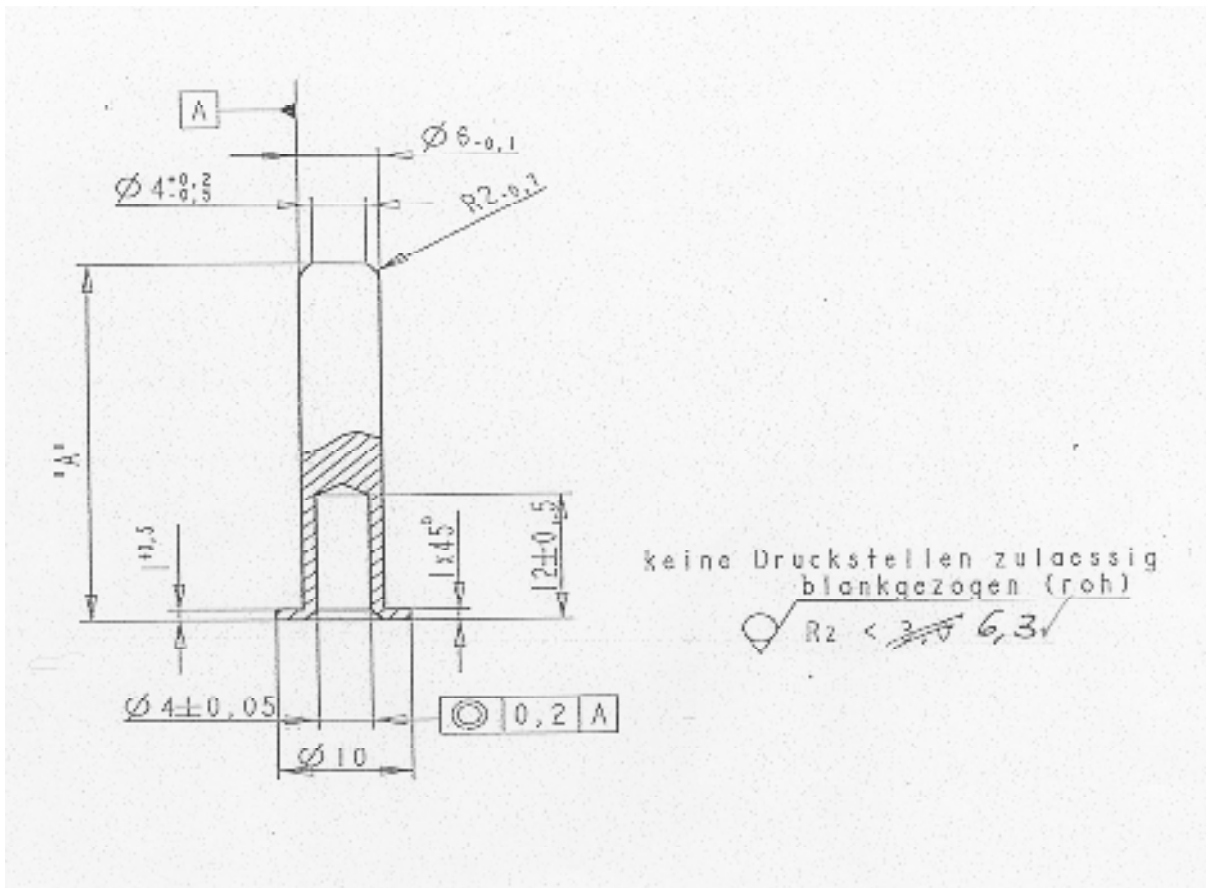
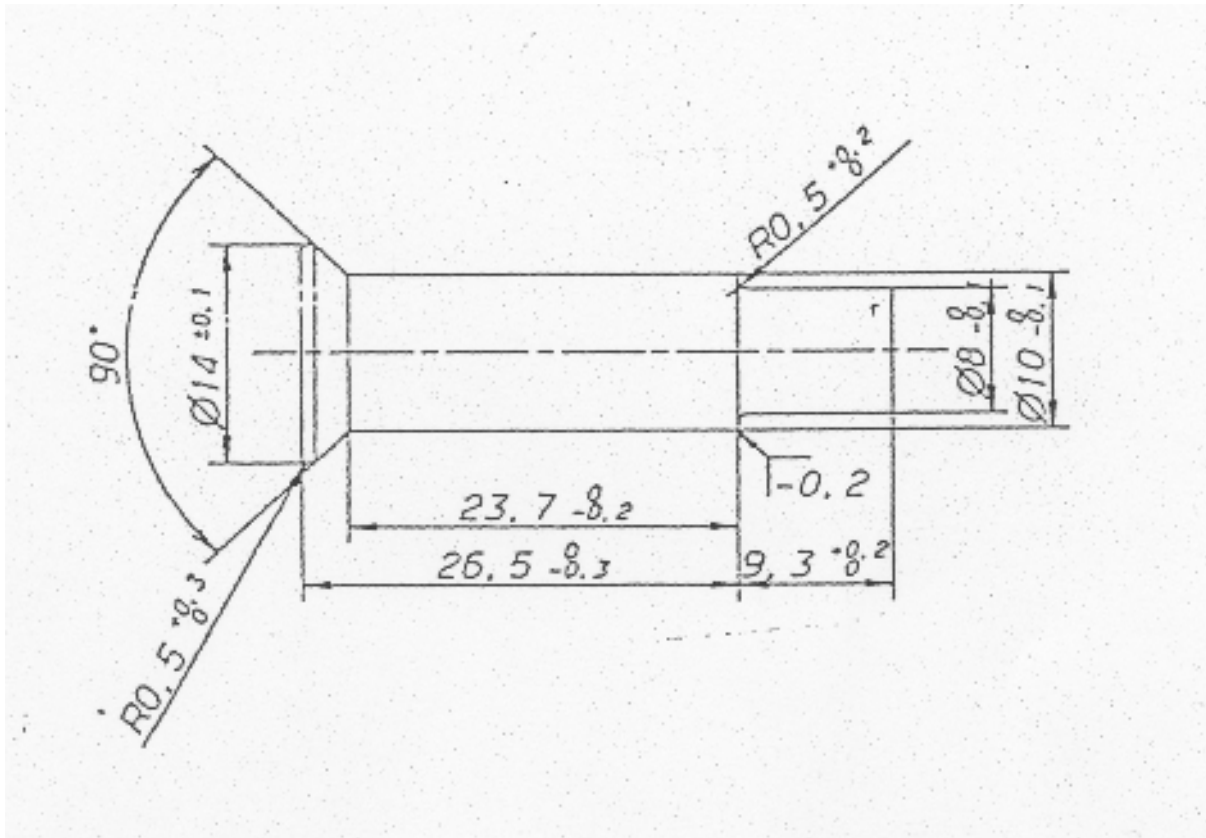




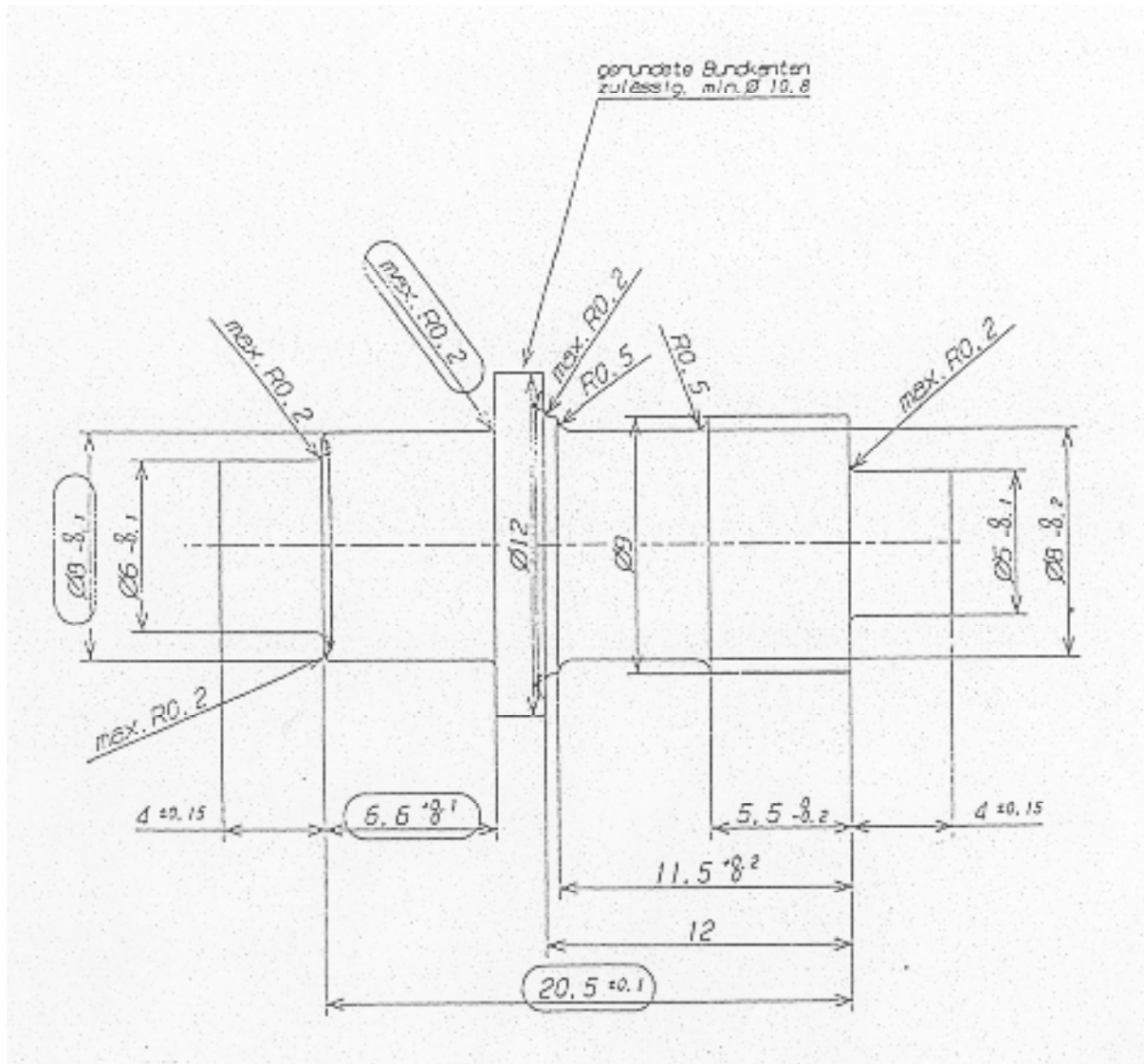
# Doppeldruckverfahren



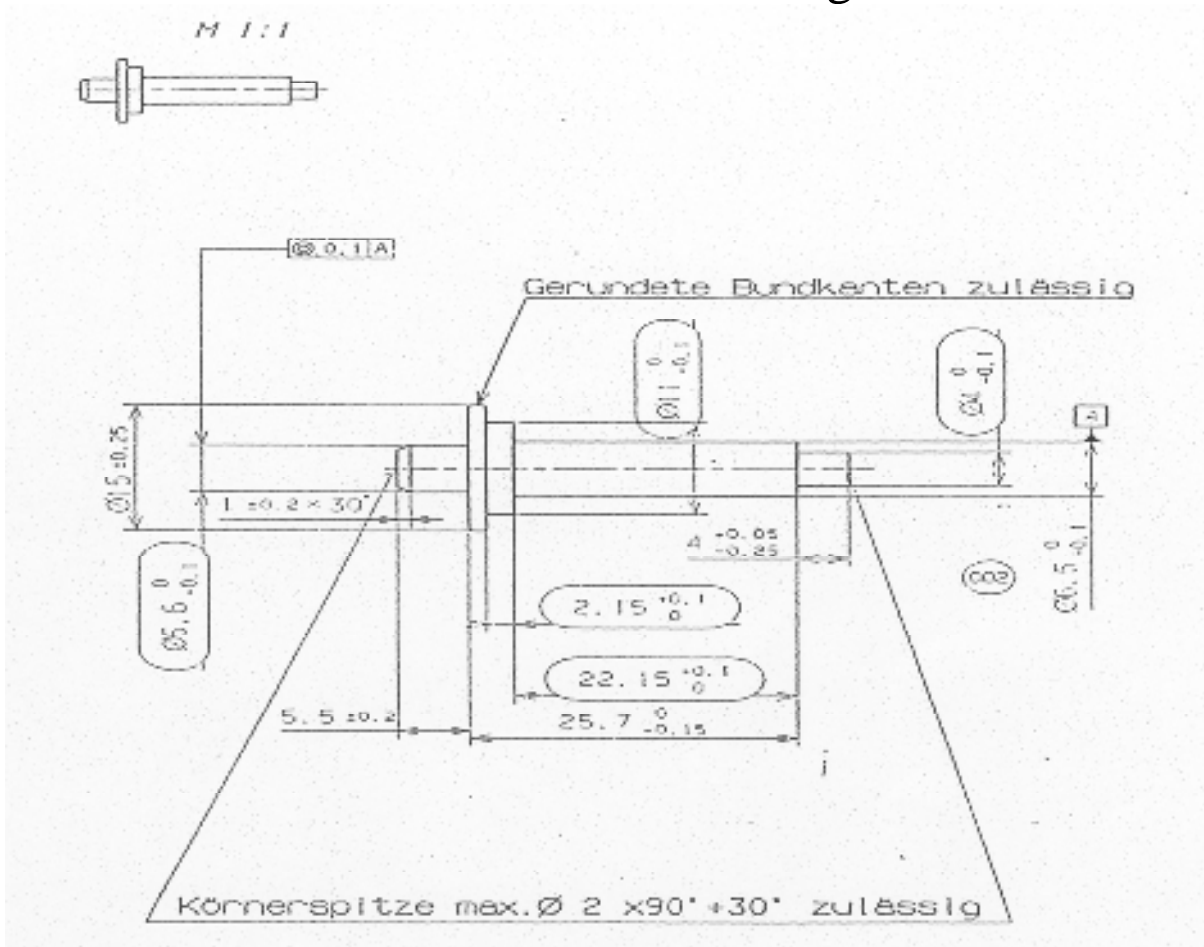
## 2 Matrizen - 2 Schlag



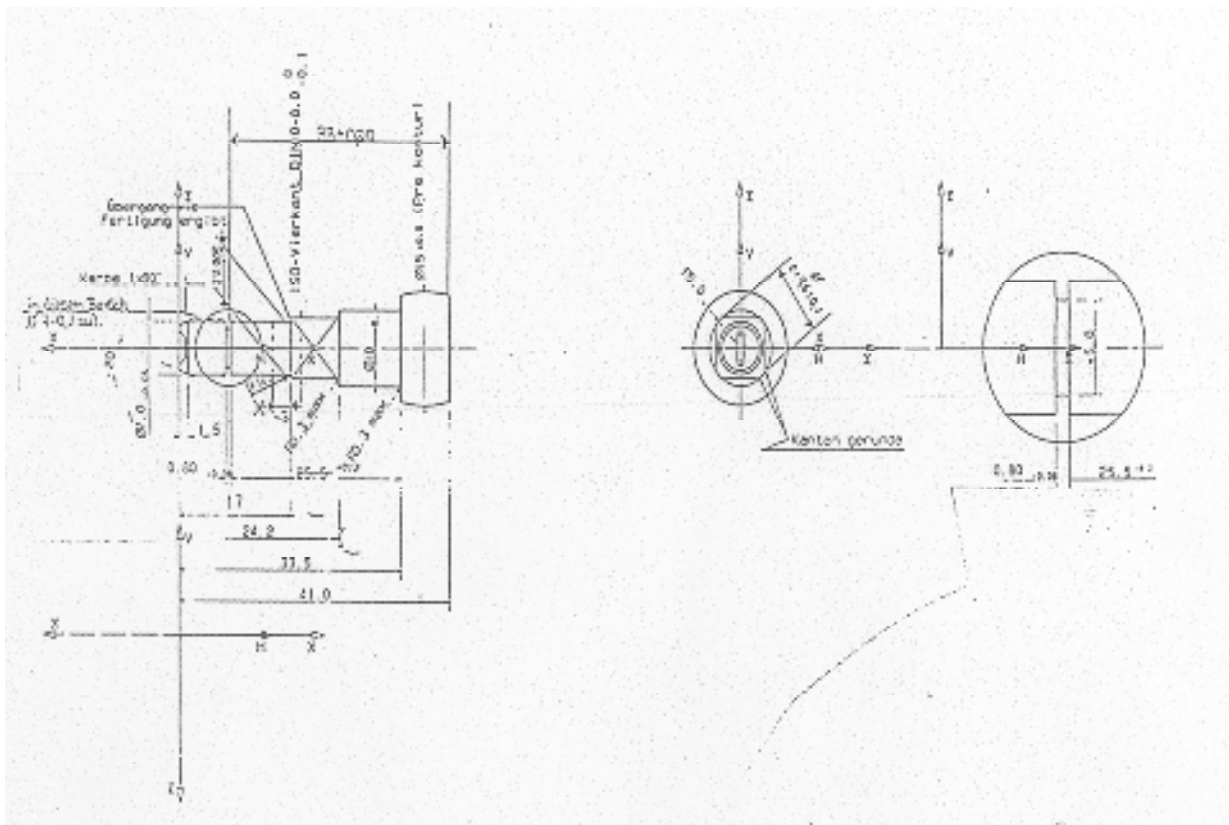
## 2 Matrizen - 2 Schlag mit Nachdrehen



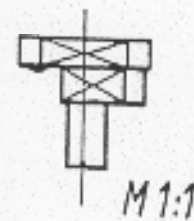
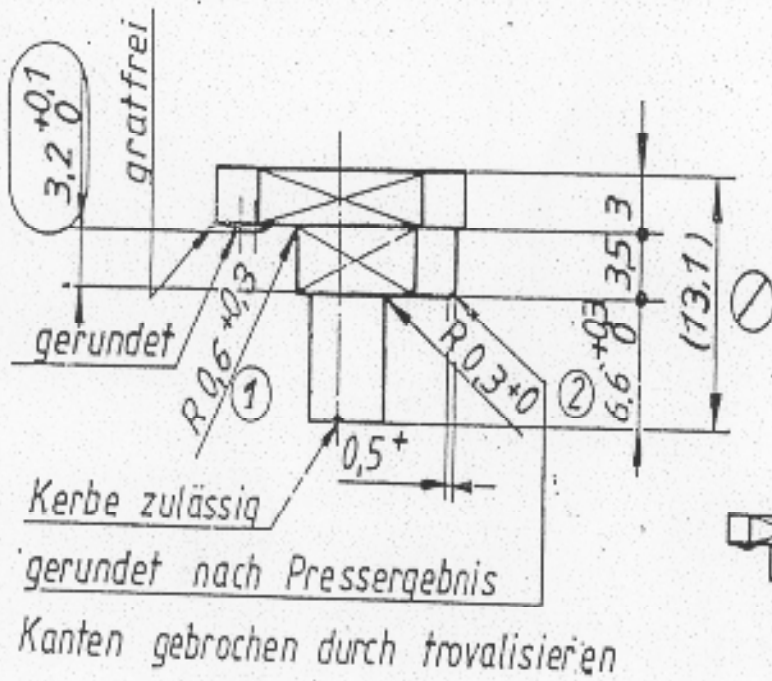
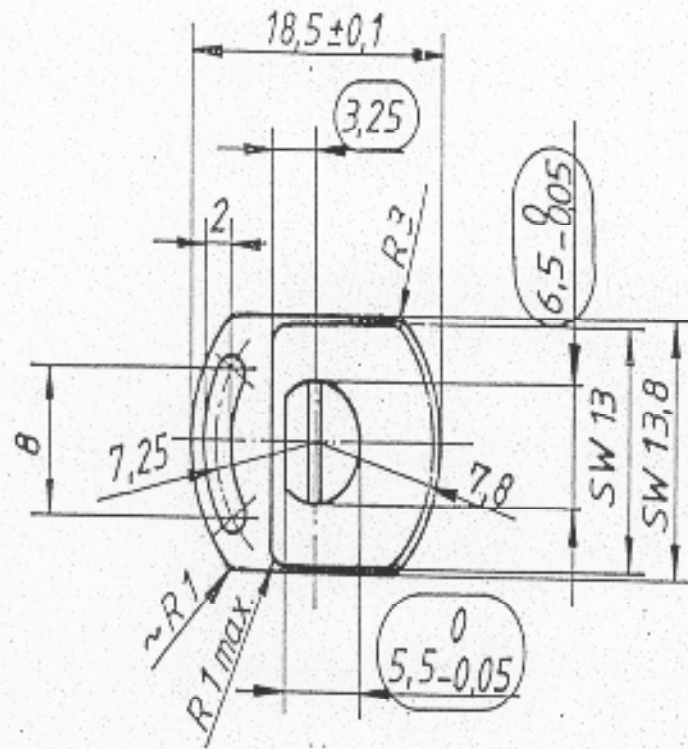
## 2 Matrizen - 3 Schlag

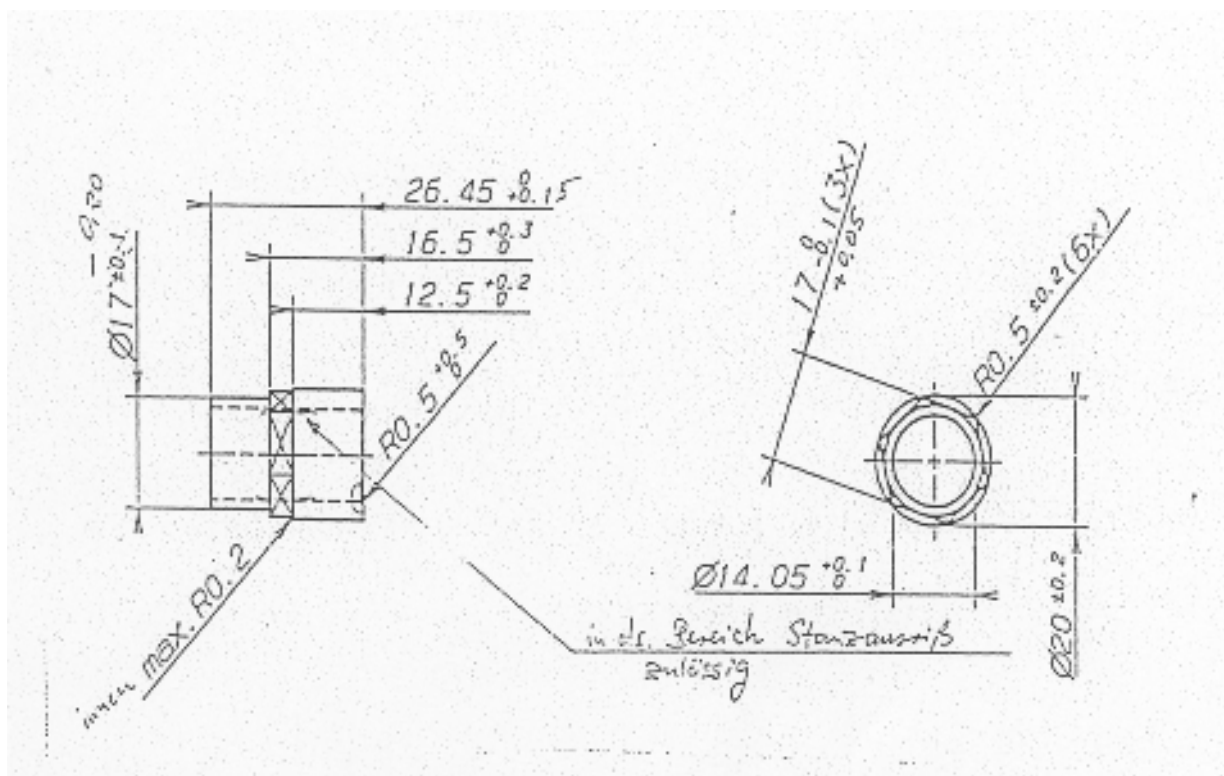
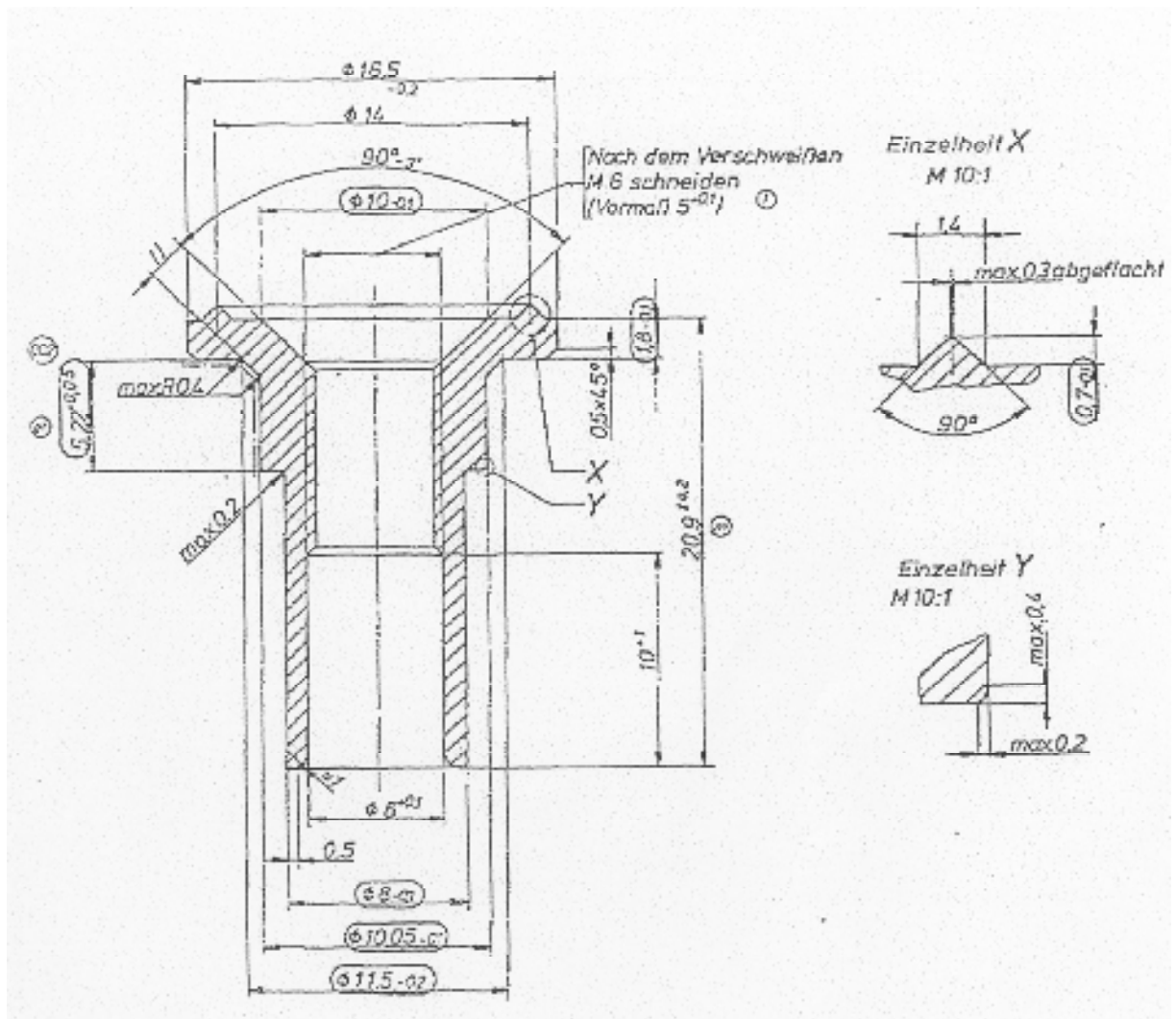


## 2 Matrizen - 3 Schlag mit Nachdrehen

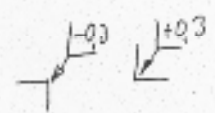
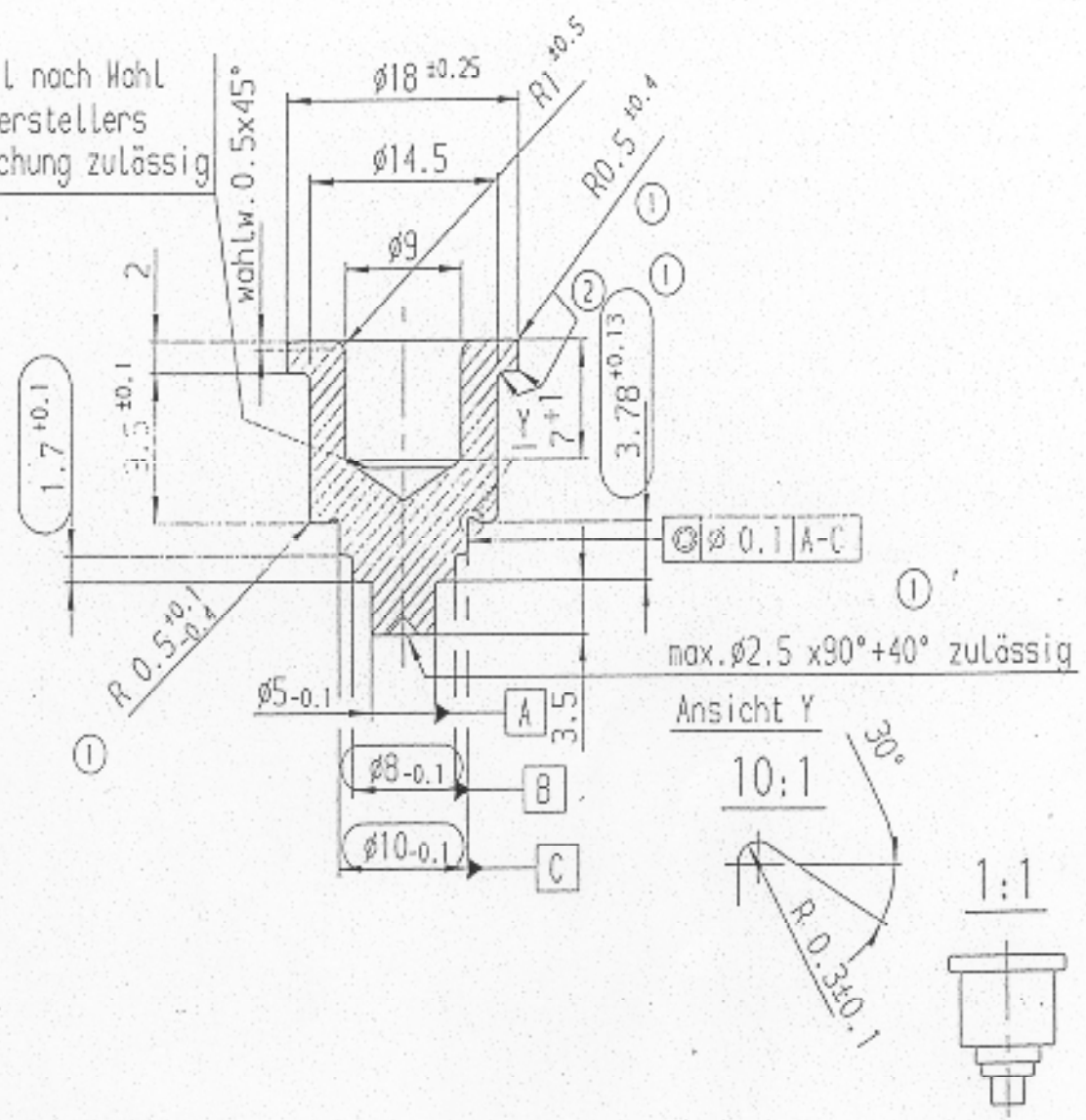


# 5 Matrizen - 5 Schlag





Winkel nach Wahl  
des Herstellers  
Abflachung zulässig

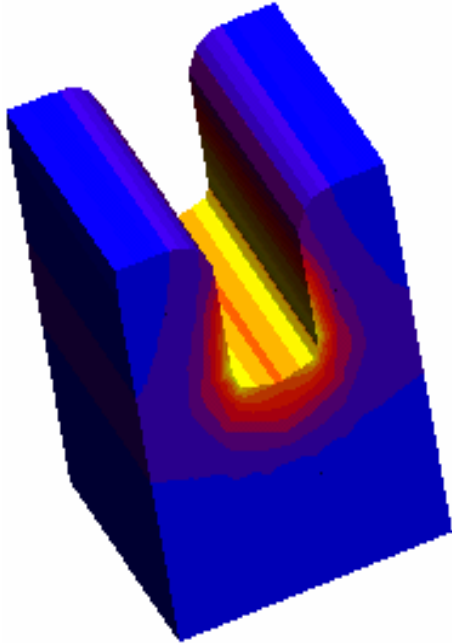


# Finite-Elemente- Umformsimulation

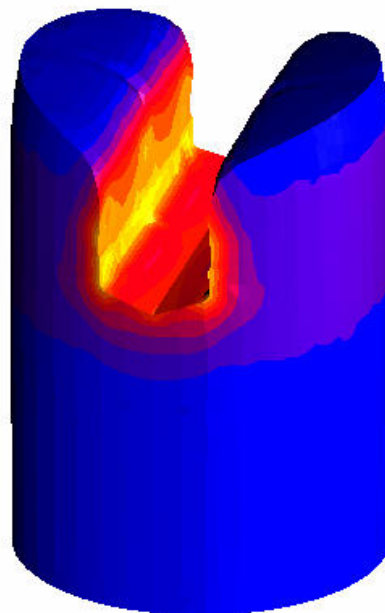


# FE-Simulation

## Napfen eines Bolzens



2D-Umformgrad



3D-Temperatur

MN-Kaltformteile  
Märkische Nietenfabrik  
Rahmedestrasse 219  
58762 Altena

## Problem

Napfen eines Schlitzes in einen Bolzen aus QSt 32-3. Die Endgeometrie ist in Bild 1 dargestellt. Neben der Einhaltung der Geometrie ist die Belastung des Stempels während der Umformung von besonderem Interesse.

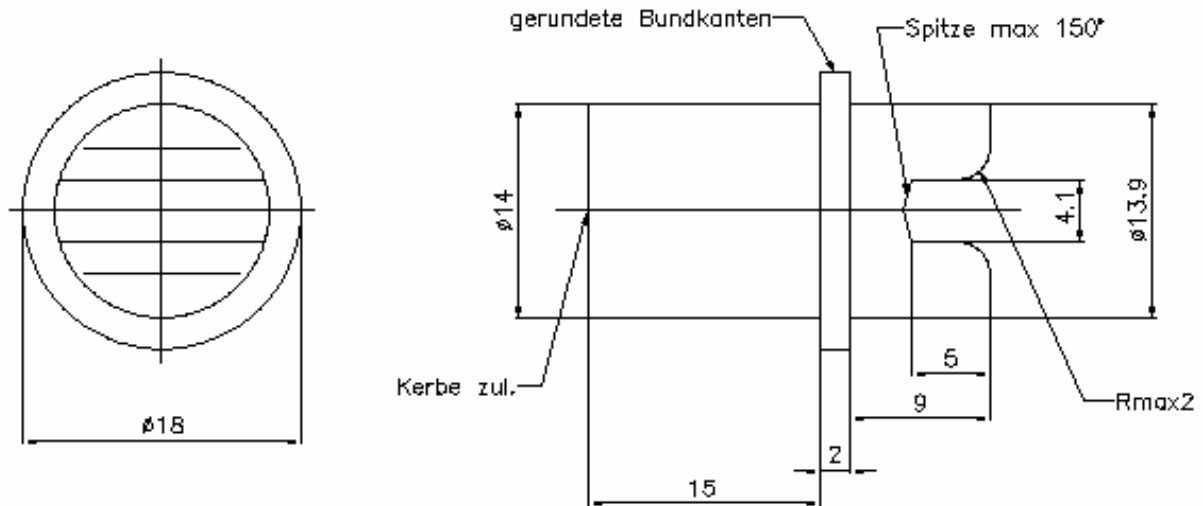


Bild 1: Konstruktionszeichnung des Fertigteils

## Randbedingungen

- das Material ist vorverfestigt ( Umformgrad = 0.1)
- das Material wird bei Raumtemperatur umgeformt ( 20° C)
- Annahme ideal-elastisch-plastisches Materialverhalten
- Werkzeuge werden als Starrkörper angenommen  
(Annahme unendlicher Steifigkeit)
- konstante Werkzeuggeschwindigkeit ( 60 mm / sek. )
- konstante Reibung (  $m = 0.1$  entspricht einer guten Schmierung )

## Vereinfachung des Modells

Unter Ausnutzung aller möglichen Symmetrien ist die Betrachtung eines Viertelausschnittes als ausreichend zu betrachten:



Bild 2

Ferner ist es möglich, den Prozeß zunächst idealisiert als zweidimensionale Analyse durchzuführen. Das vereinfachte Modell beschreibt ein Viertel eines eckigen Blockes. Die Dicke des Blockes wird zu 6,95 mm angenommen:

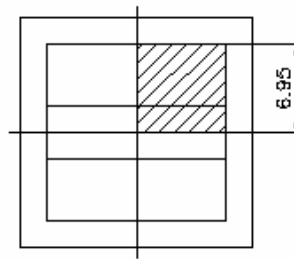


Bild 3

## Zweidimensionale Analyse

Das daraus resultierende FE-Modell ist in dem nachfolgenden Bild 4 dargestellt. Links als zweidimensionales Modell und rechts mit der angenommenen Materialdicke von 6.95 mm. Die gewählte Analyseart (zweidimensional) berechnet den Prozeß mit der angenommenen konstanten Materialdicke, so daß Kraftbedarf usw. direkt aus der Analyse abgeleitet werden können. Ein Vergleich der beiden Bilder 2 und 3 zeigt, daß die eigentliche Umformzone, nämlich das Napfen des Schlitzes, von beiden Analysearten fast identisch abgebildet werden kann.

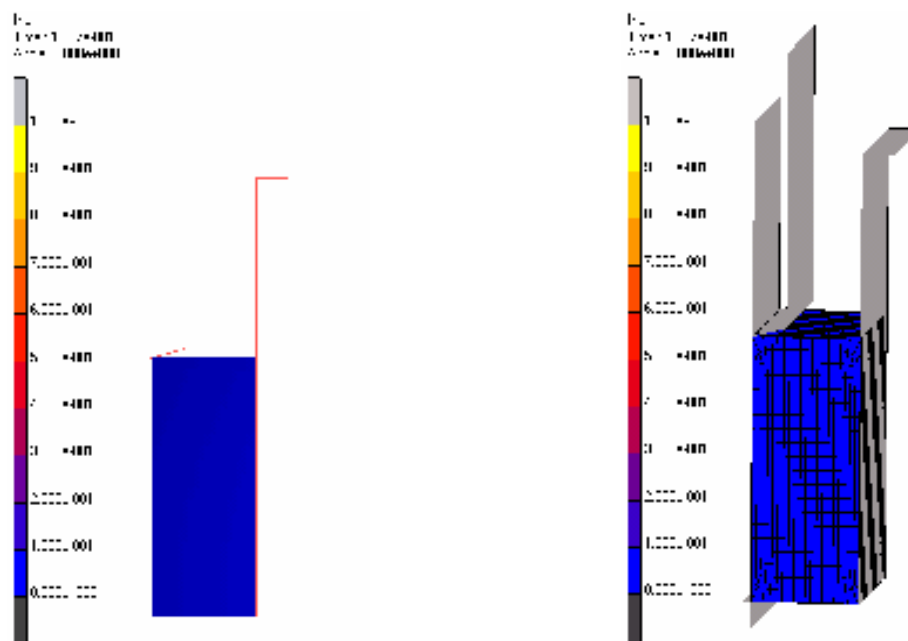


Bild 4: zweidimensionales FE-Modell eines Bolzens (links) mit 6,95 mm Materialdicke (rechts)

Zunächst wird die Analyse mit dem Werkstoff QSt 32-3 (Werte wurden aus der Datenbank eingelesen), einem elastisch-plastischen Werkstoffmodell und unter Berücksichtigung der notwendigen Temperatureffekte (mechanisch-thermisch gekoppelt) durchgeführt. Der Spitzwinkel des Stempels wurde zu 150 Grad angenommen. Die Werkzeuggeschwindigkeit wurde konstant mit 60 mm / sek. vorgegeben.

Das Ergebnis ist in Bild 5 dargestellt. Darin ist deutlich zu erkennen, daß der Einflußbereich der Umformzone an den oberen Rand des Bundes reicht. Folglich ist für alle weiteren Analysen, die Betrachtung der oberen Hälfte des Bolzens als ausreichend anzusehen. Die Kontaktnormalspannungen im Bereich des unteren Stempels betragen max. 2017 N/mm<sup>2</sup> (Bild 5 c ).

Die maximale Spannung tritt an der Stempelkante auf (Bild 9), ansonsten wird der Stempel im Mittel mit 1650 N/mm<sup>2</sup> belastet. Der Stofffluß des Napfes ist in der Bilderfolge Bild 6 aufgezeigt. Darin ist deutlich der instationäre Materialfluß beim Einnapfen des Stempels zu erkennen. Nach ca. 3 mm Stempelweg verläuft die Umformung stationär (vgl. Bild 14), welches auch durch die Geschwindigkeitsfelder in Bild 7 bestätigt wird. Die Belastung des Stempels bleibt danach annähernd konstant. Die maximale Temperatur im Werkstück beträgt im Napfbereich ca. 215° C (Bild 8). Die Temperaturerhöhung entsteht durch die Umsetzung der Umformenergie in Wärme (zu 90 %) und der Wärmeentwicklung aufgrund der Reibung am Napf.

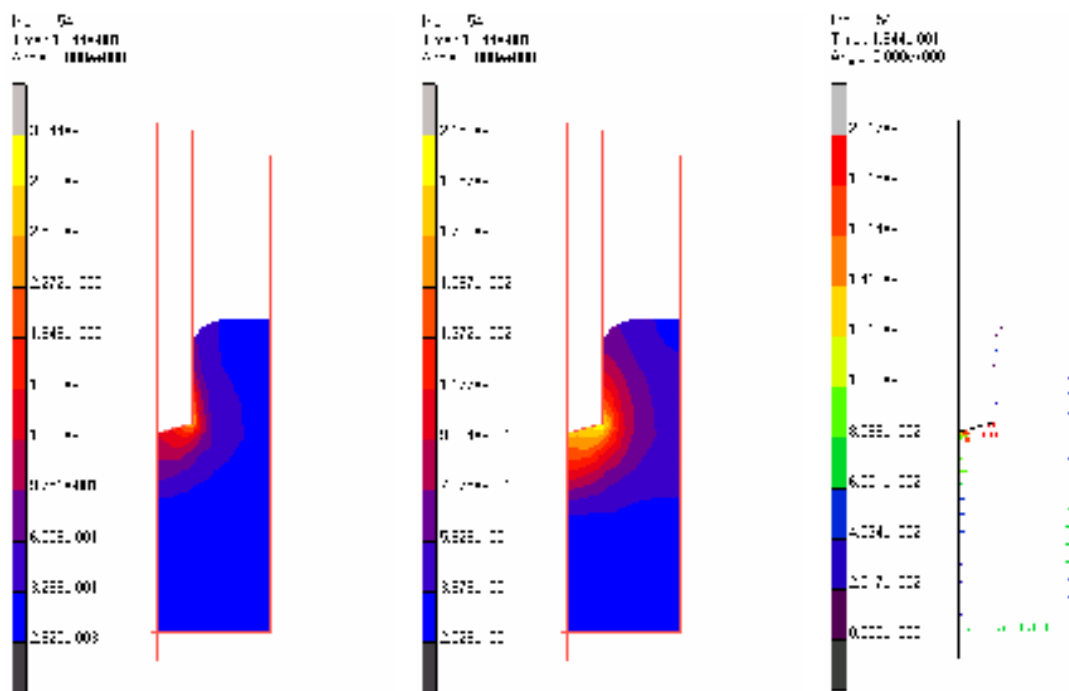


Bild 5: Endteil des Bolzens mit Umformgrad (links), Temperatur (mitte), Kontaktnormalspannung (rechts) als Ergebnisgröße aus der 2D-FE-Analyse.

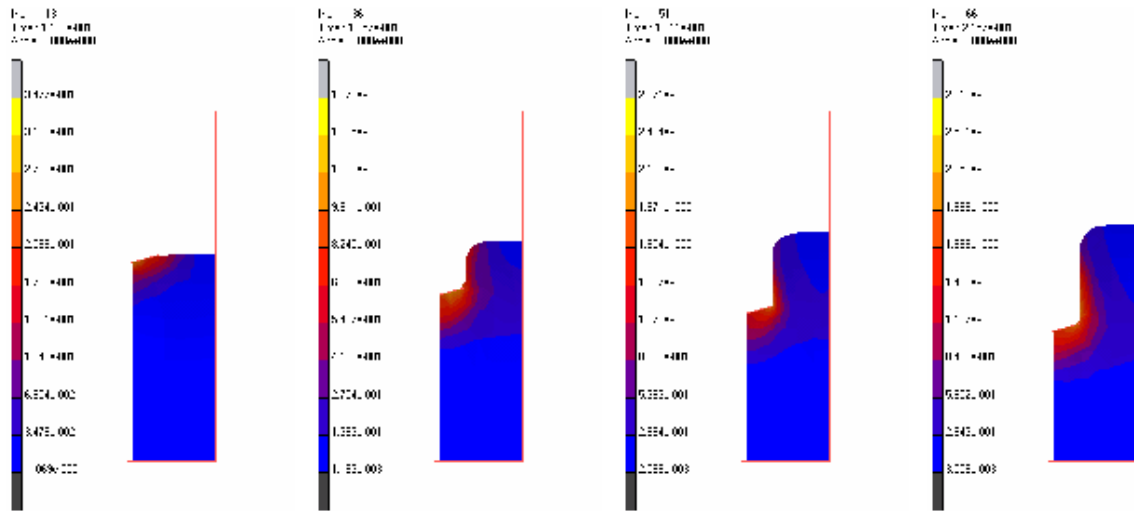


Bild 6: Bilderfolge der Umformung anhand des Umformgrades

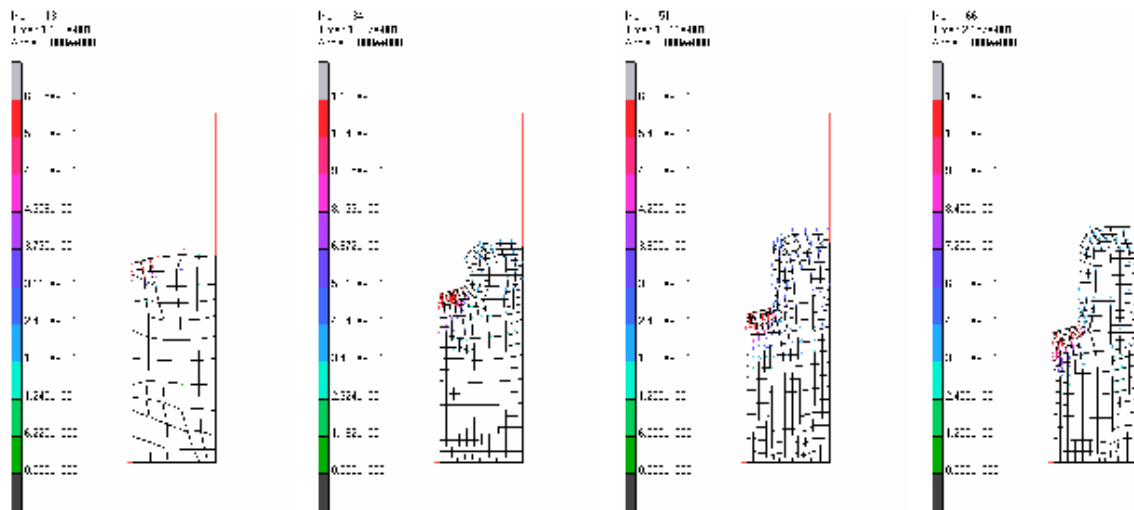


Bild 7: Bilderfolge der Umformung anhand der Geschwindigkeitsvektoren

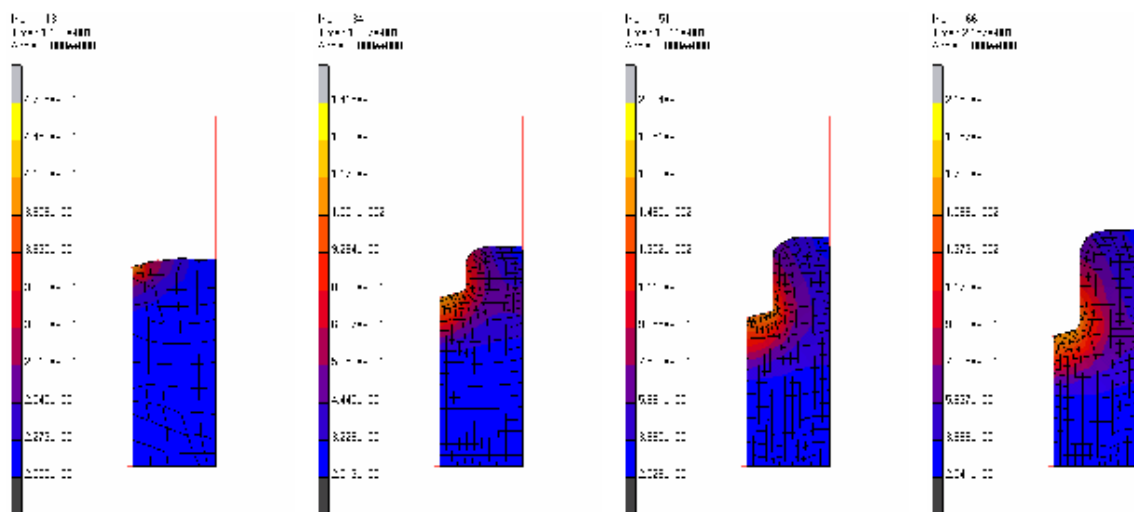


Bild 8: Bilderfolge der Umformung anhand der Temperatur

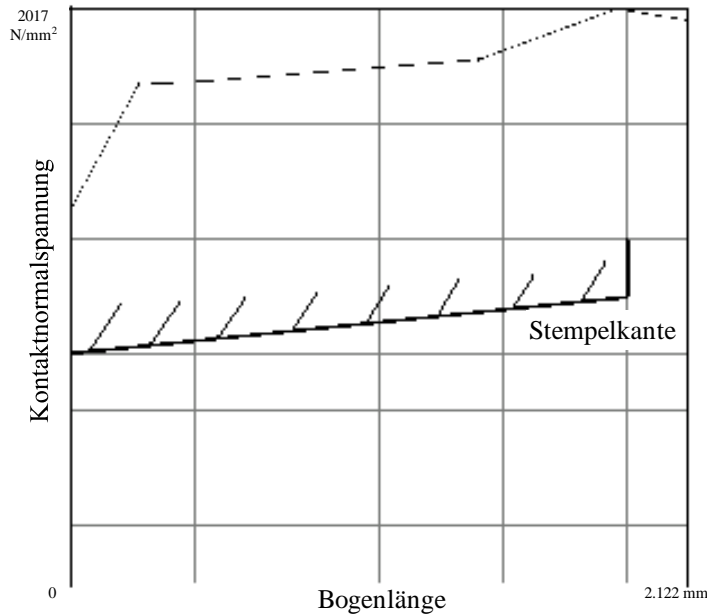


Bild 9: Kontaktnormalspannungsverteilung an der Stempelkante

### Dreidimensionale Analyse

Zur Beurteilung der eingangs getroffenen Vereinfachungen wird eine nachstehend beschriebene dreidimensionale Analyse des Napfvorganges durchgeführt. Dabei werden, wie bei der zweidimensionalen Analyse, die Symmetrien ausgenutzt (vgl. Bild 2). Ferner wird nur der obere Bereich ab dem Bund betrachtet. Daraus ergibt sich das FE-Modell in Bild 10.

Die Analyse wird mit elastisch-plastischem Werkstoffmodell, mechanisch-thermisch gekoppelt und unter Verwendung von Hexaeder-Elementen durchgeführt. Diese Elementformulierung gewährleistet die geeignetste Erfassung des elastisch-plastischen Werkstoffverhaltens bei Massivumformvorgängen.

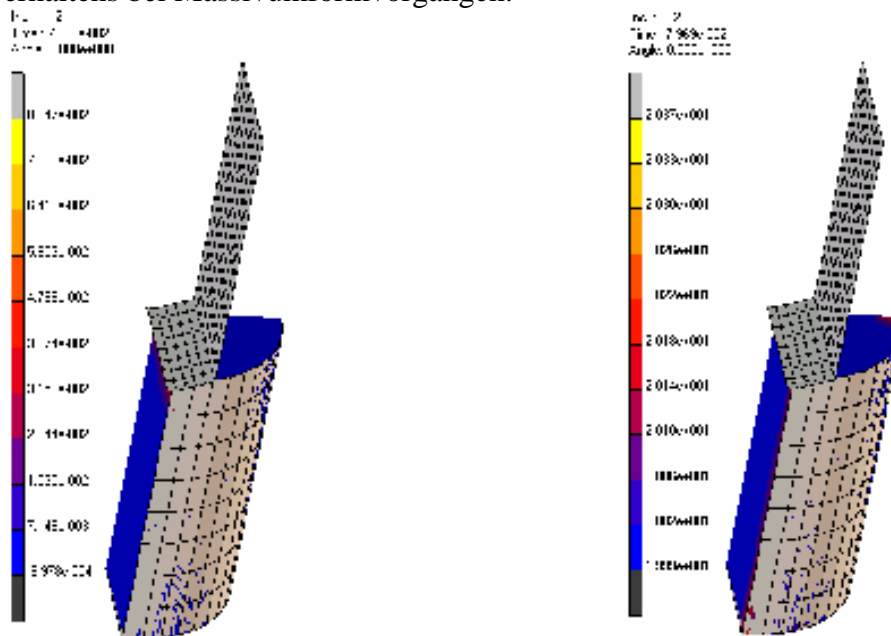


Bild 10: FE-Modell der dreidimensionalen Analyse, mit Vorverfestigung (links) und Ausgangstemperatur (rechts)

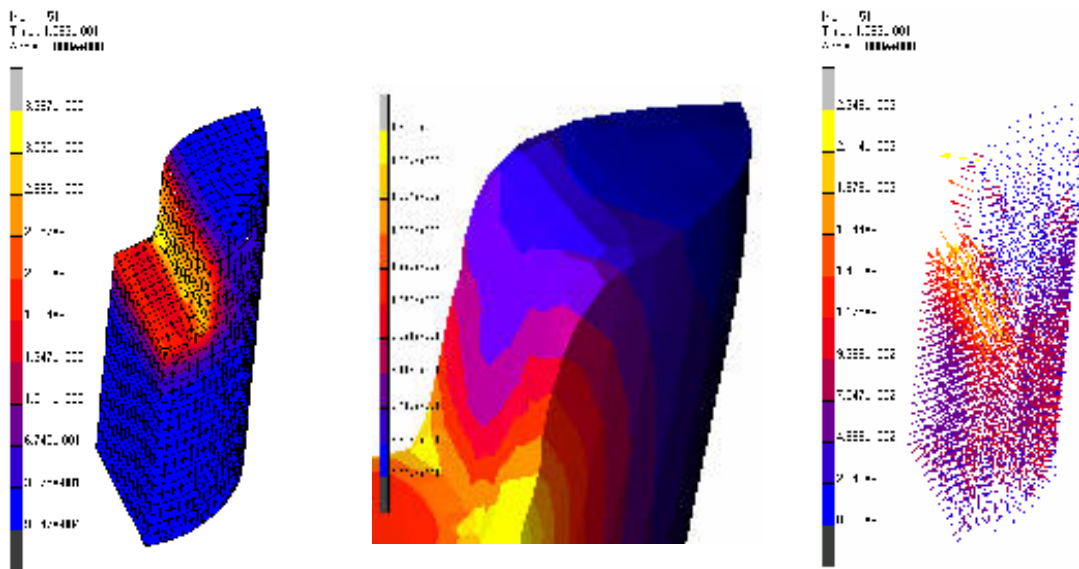


Bild 11: Ergebnisse aus der 3D-FE-Analyse des Bolzens mit Umformgrad (links), Radius (mitte), Kontaktnormalspannung (rechts).

Der Stofffluß während der Analyse ist in der Bilderfolge Bind 12 dokumentiert. Im Vergleich zur zweidimensionalen Analyse liegen die berechneten Temperaturen etwas höher. Das Temperaturprofil ist annähernd identisch. Beim Eintauchen des Stempels bildet sich eine größere Abrundung am Schlitz in Richtung Außenkante aus, welche durch die Geometrie bestimmt ist (vgl. Bild 11 mitte) Die Kontaktnormalspannung liegt, bedingt durch die Diskretisierung des Modells, mit ca. 2300 N/mm<sup>2</sup> höher. Die höchsten Spannungen treten an der Napfkante auf. Die kann nur abgebildet werden, wenn sich dort auch Elementknoten befinden, oder aber das Werkzeug mit diskretisiert wird. Bei der 3D-Analyse wurde ein größeres Modell verwendet, um die Rechenzeit zu reduzieren.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß eine Reduzierung des Modells auf ein zweidimensionales zulässig und ausreichend genau ist. Um den Einfluß der Stempelgeometrie weiter zu untersuchen, wären eine zweidimensionale Betrachtung des oberen Bolzenteils als völlig ausreichend anzusehen. Die Geometrieänderung nach dem Herausfahren des Stempels und des Auswerfens des Werkstückes durch Freigabe der elastischen Energie ist ebenfalls ausreichend genau.

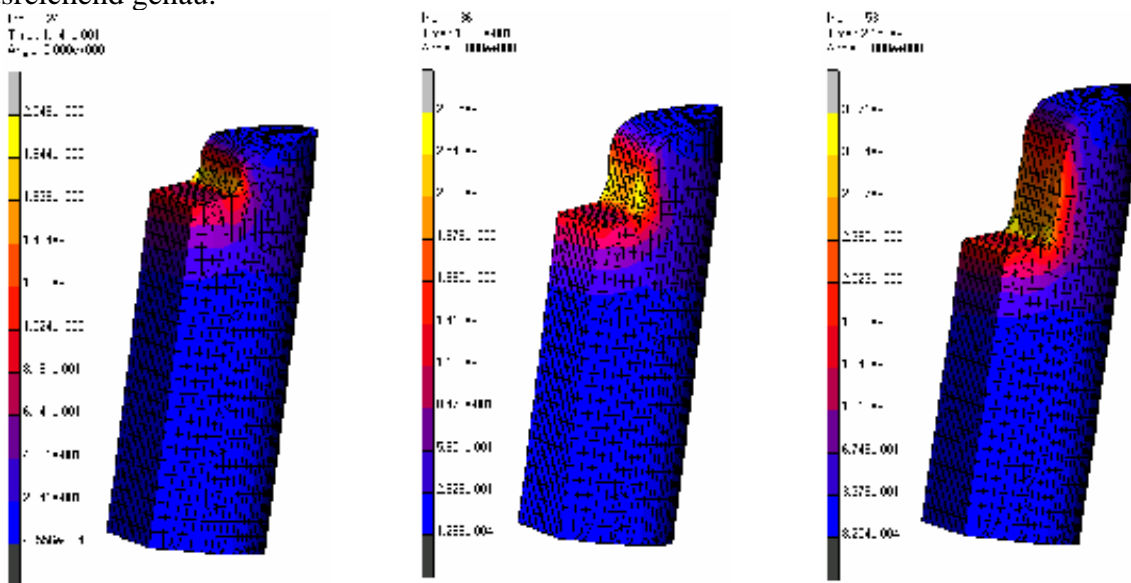


Bild 12: Bilderfolge der Umformung anhand des Umformgrades

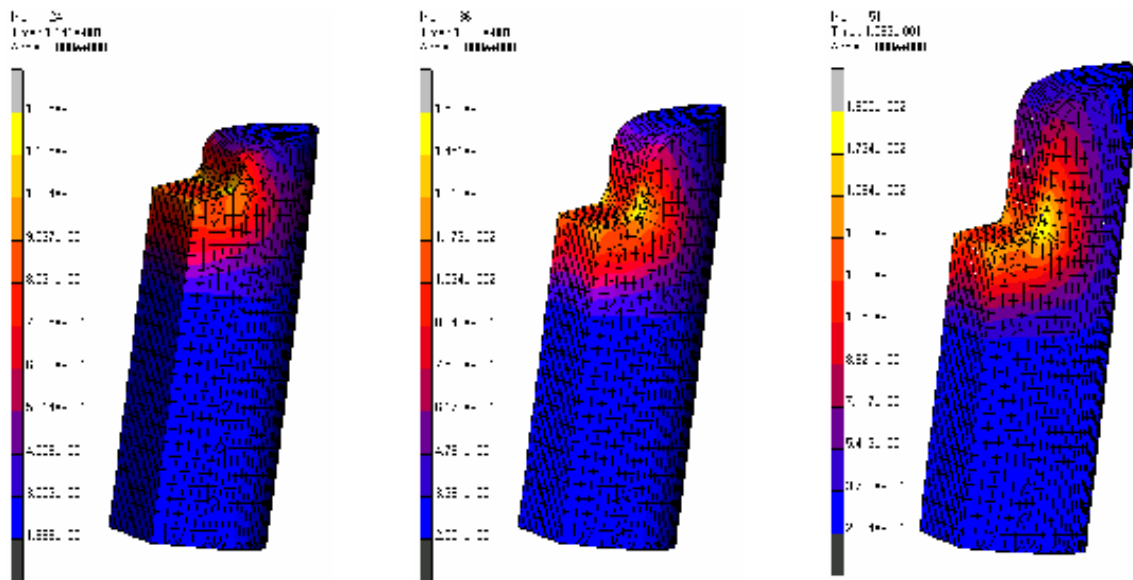


Bild: 13: Bilderfolge der Umformung anhand der Temperatur

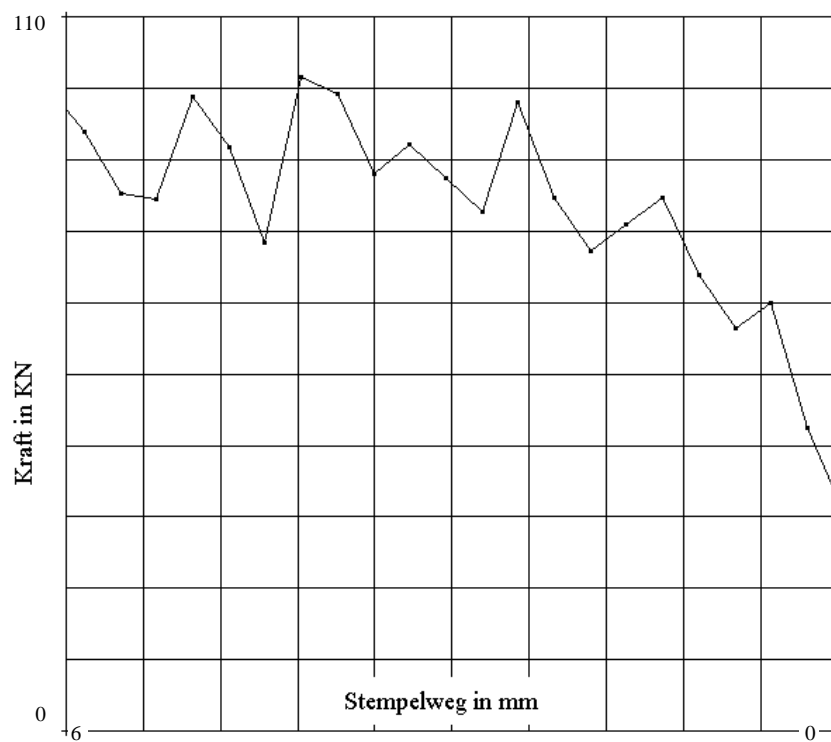


Bild 14: Kraft-Weg-Verlauf



# Beispiele zur Umformsimulation

## Stoffflußsimulation einer Buchse

Aufgabenstellung: Rekonstruktion einer Faltenbildung in einem Preßteil

### 1. Umformstufe

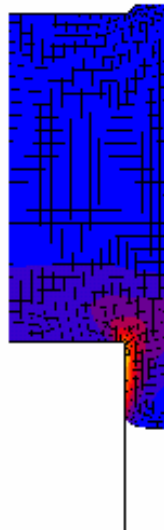
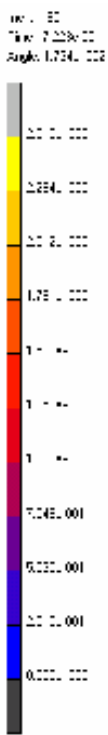


Bild 1

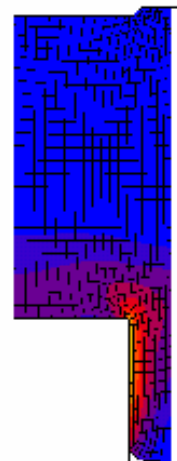
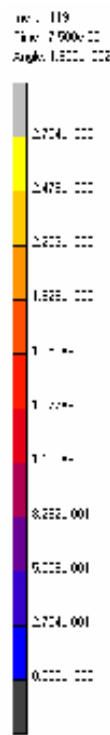


Bild 2

### Stoffflußsimulation einer Buchse in der 2. Umformstufe

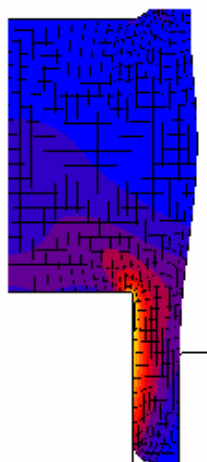
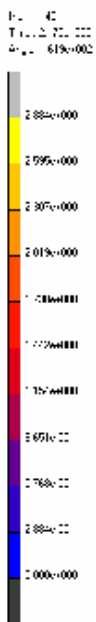


Bild 3

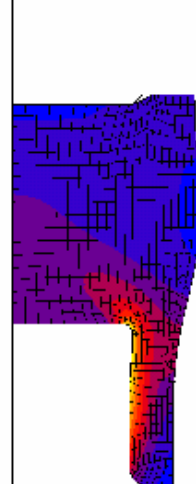
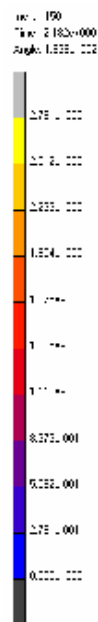


Bild 4

Iteration: 22  
 Tensoren: 2.5E+002  
 Anzahl: 6479+000

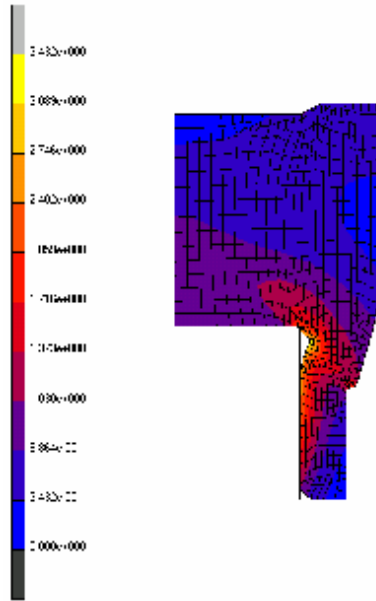


Bild 5

Iteration: 130  
 Tensoren: 1.0E+003  
 Anzahl: 1+000

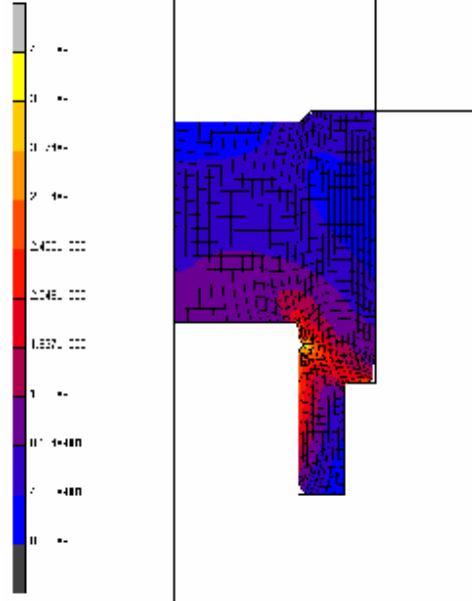


Bild 6

Iteration: 22  
 Tensoren: 2.5E+002  
 Anzahl: 125+0000

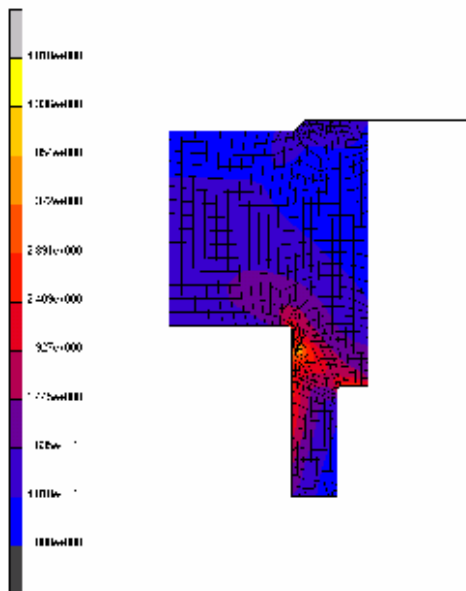


Bild 7

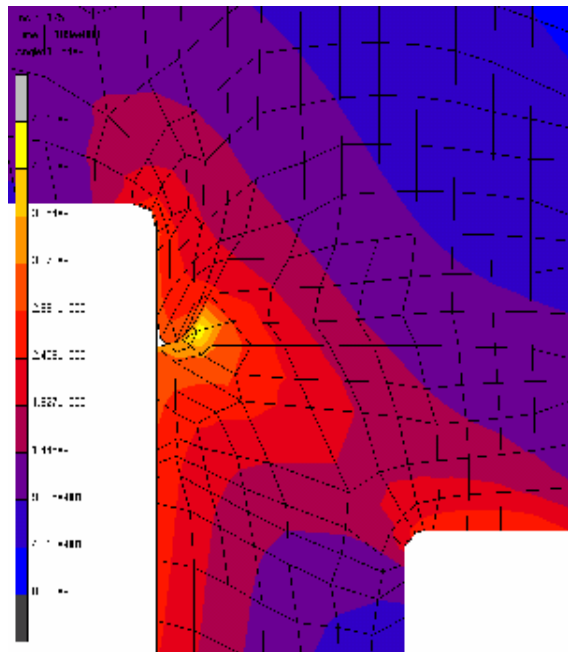


Bild 8

### Stoffflußsimulation einer Hülse

Aufgabenstellung: Eine fließgepreßte Hülse soll im Innern am Schaftende durch nachstauchen kalibriert werden

#### 1. Umformstufe

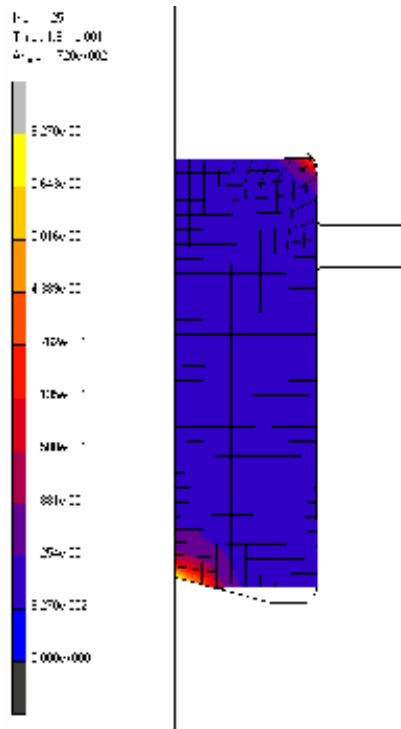


Bild 1

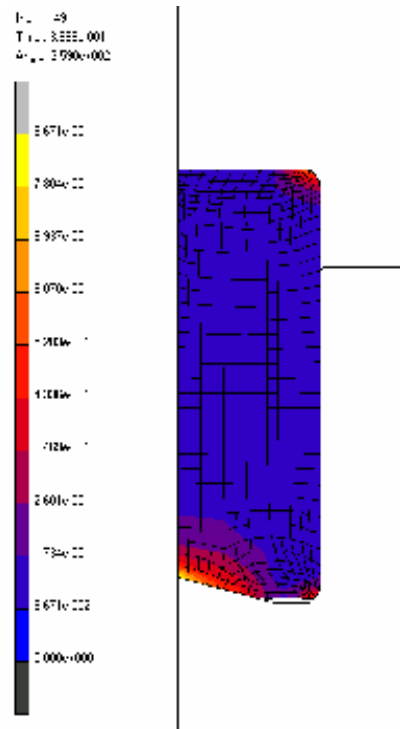


Bild 2

Stoffflußsimulation einer Hülse in der 2. Umformstufe

I... 65  
 T... 5,534E+001  
 $\dot{\epsilon}_{max}$ ... 525E+002

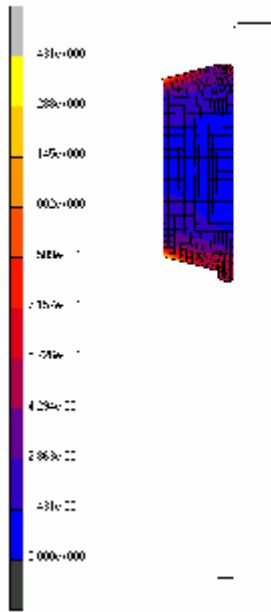


Bild 3

I... 75  
 T... 5,72E+001  
 $\dot{\epsilon}_{max}$ ... 525E+002

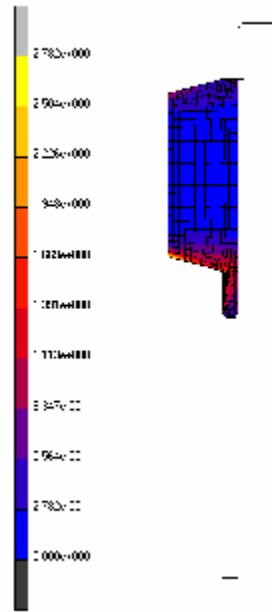


Bild 4

I... 82  
 T... 5,533E+001  
 $\dot{\epsilon}_{max}$ ... 625E+002

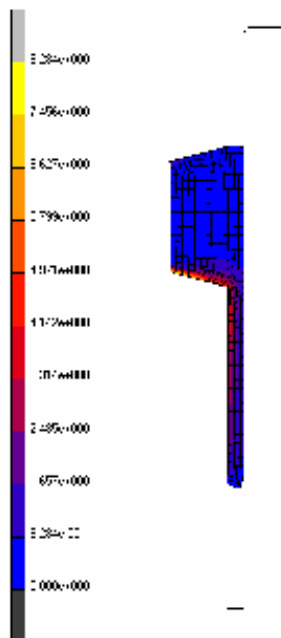


Bild 5

I... 82  
 T... 5,533E+001  
 $\dot{\epsilon}_{max}$ ... 796E+002

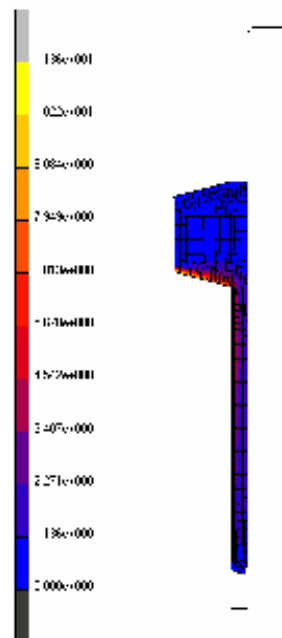


Bild 6

Stoffflußsimulation einer Buchse in der 3. Umformstufe

I... 322  
T... 7.555E+001  
d... 602E+002

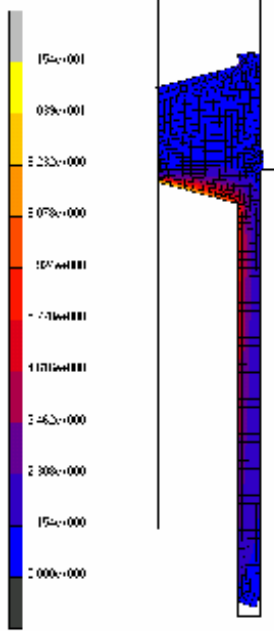


Bild 7

I... 322  
T... 7.555E+001  
d... 602E+002

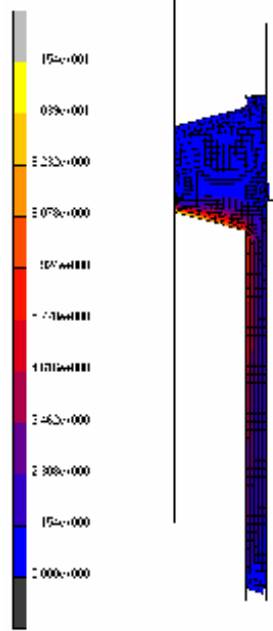


Bild 8

I... 342  
T... 8.224E+001  
d... 639E+002

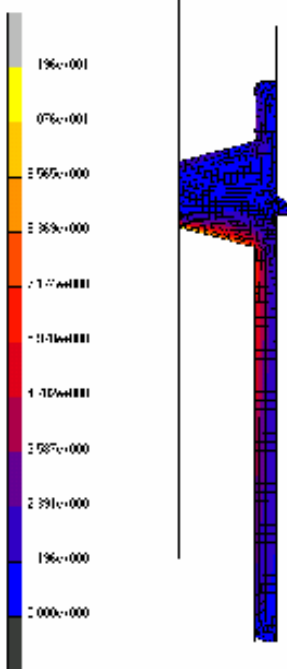


Bild 9

I... 322  
T... 8.22E+001  
d... 761E+002

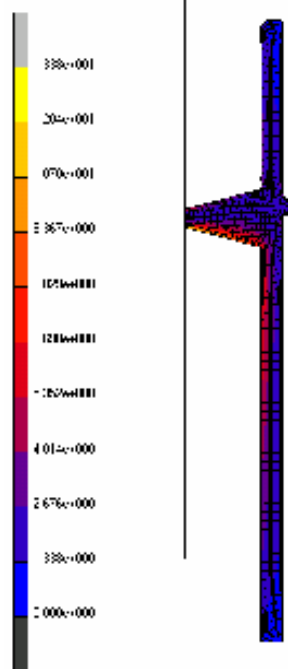


Bild 10

4. Umformstufe (nicht simuliert) : Ausstanzen des Butzens

Stoffflußsimulation einer Buchse in der 5. Umformstufe

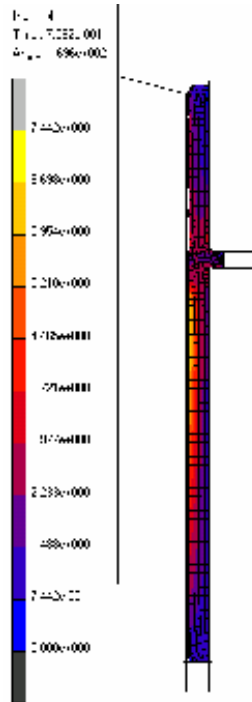


Bild 11

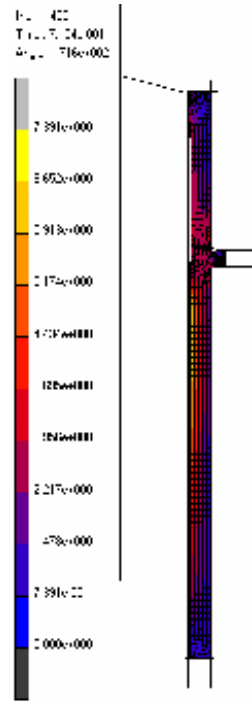


Bild12

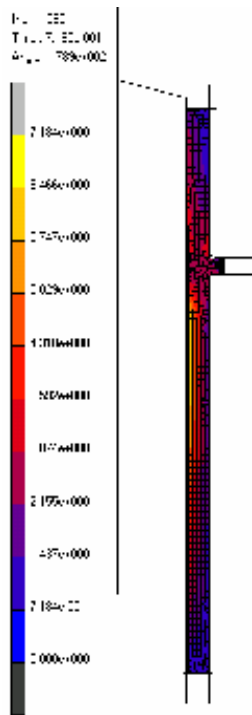


Bild 13

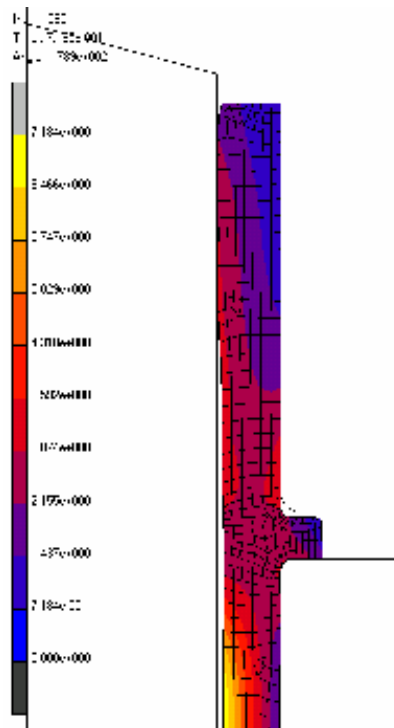


Bild 14

## Stoffflußsimulation von Vierkantbolzen (mit Übergang von 2D in 3D)

Aufgabenstellung: Vergleich der Umformverhältnisse bei zylindrischer und konischer Ausführung

### 1. Umformstufe

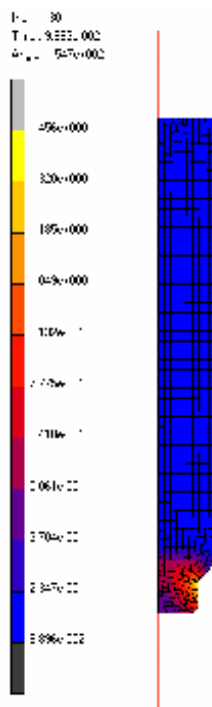


Bild 1

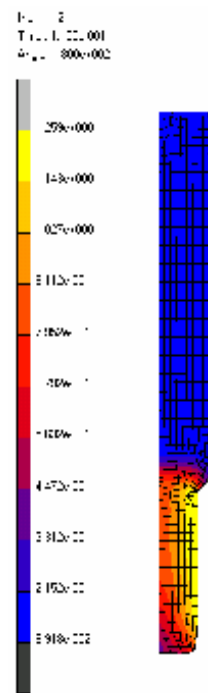


Bild 2



3D-Stoffflußsimulation der 2.Umformstufe eines Bolzens mit einem zylindrischen Vierkant

I... 1  
T... 0,000...  
A... 2.000e+000

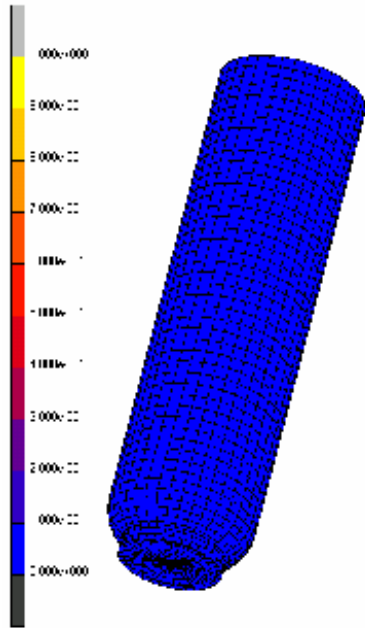


Bild 3

I... 67  
T... 1,24E-001  
A... 6.00e+002

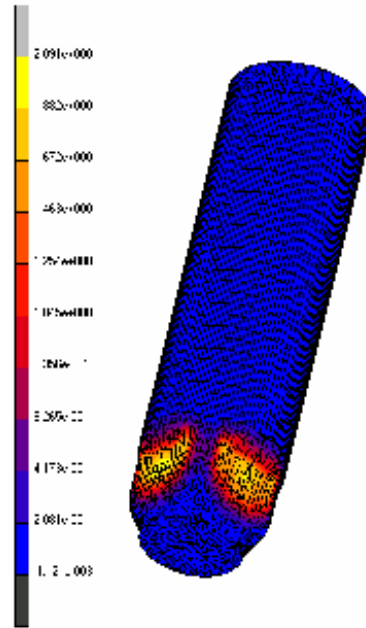


Bild 4

I... 33  
T... 1,22E-001  
A... 7.21e+002

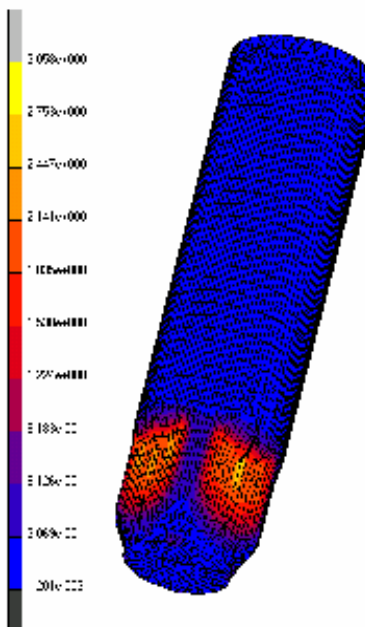


Bild 5

I... 222  
T... 2,22E-001  
A... 3.600e+002

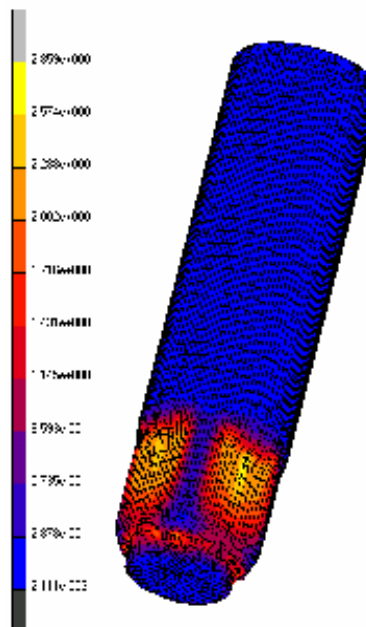


Bild 6

Stoffflußsimulation der 2.Umformstufe eines Bolzens mit einem konischen Vierkant

I... 2  
T... 0,222...  
q... 2.000e+000

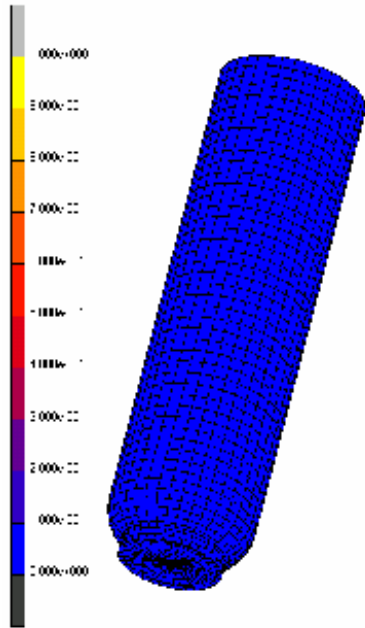


Bild 7

I... 36  
T... 1,122...  
q... 1.588e+002

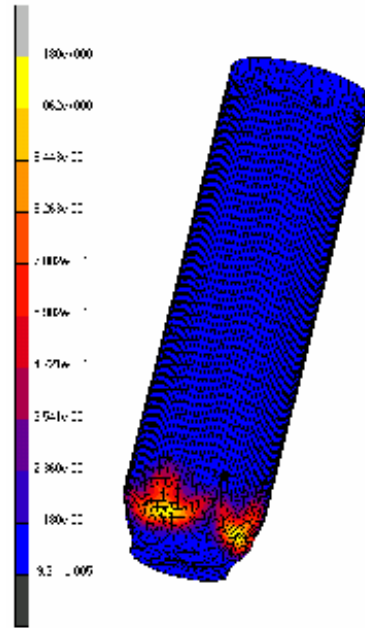


Bild 8

I... 90  
T... 1,222...  
q... 660e+002

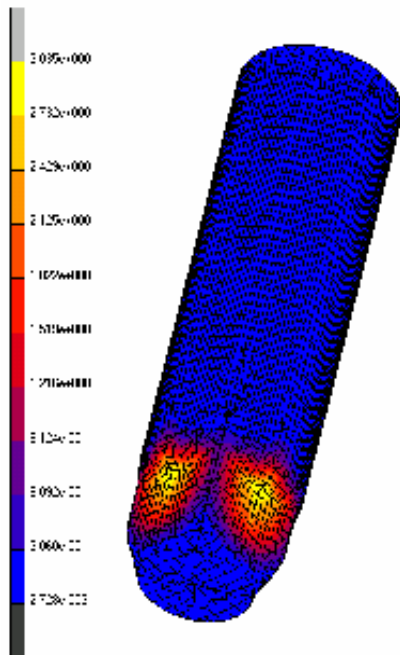


Bild 9

I... 44  
T... 1,222...  
q... 730e+002

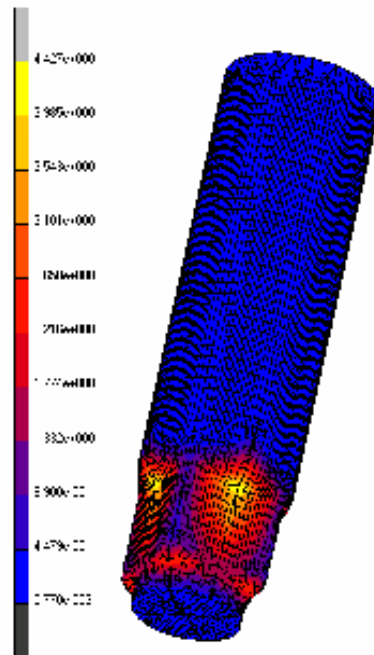


Bild 10