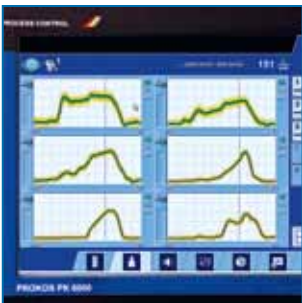


# Kaltformteile

**ESKA**®



## ESKA®

ESKA® fertigt komplexe Präzisionskaltformteile für Anwendungen mit großen und mittleren Stückzahlen. Das hocheffiziente Verfahren der Kaltmassivumformung ermöglicht dabei die wirtschaftliche Herstellung endkonturnaher Metallkomponenten bei minimalem Materialeinsatz. ESKA® setzt dafür modernste Mehrstufen-Pressen mit bis zu sechs Umformstationen ein.

Als Ausgangsmaterial kommen Drahtwerkstoffe aus kaltumformbaren Stahl- und Aluminiumlegierungen im Durchmesserbereich von 5 mm bis 34 mm zum Einsatz.

Diese werden mit Hilfe von komplexen Umformwerkzeugen, welche produktspezifisch von ESKA® konstruiert und gefertigt werden, zum Fertigteil umgeformt. Dies erfolgt weitgehend spanlos mit Produktionsraten zwischen 100 und 300 Stück pro Minute und garantiert somit eine maximale Ausnutzung des eingesetzten Materials.

Die Reproduzierbarkeit des Herstellungsprozesses wird dabei durch den Einsatz modernster Prozessüberwachungsgeräte sichergestellt, welche den Kraft-Weg-Verlauf jeder einzelnen Umformstufe verfolgen und Abweichungen, wie z. B. Werkzeugbrüche, anzeigen.

## Belastungsgerechte Gefügeausbildung



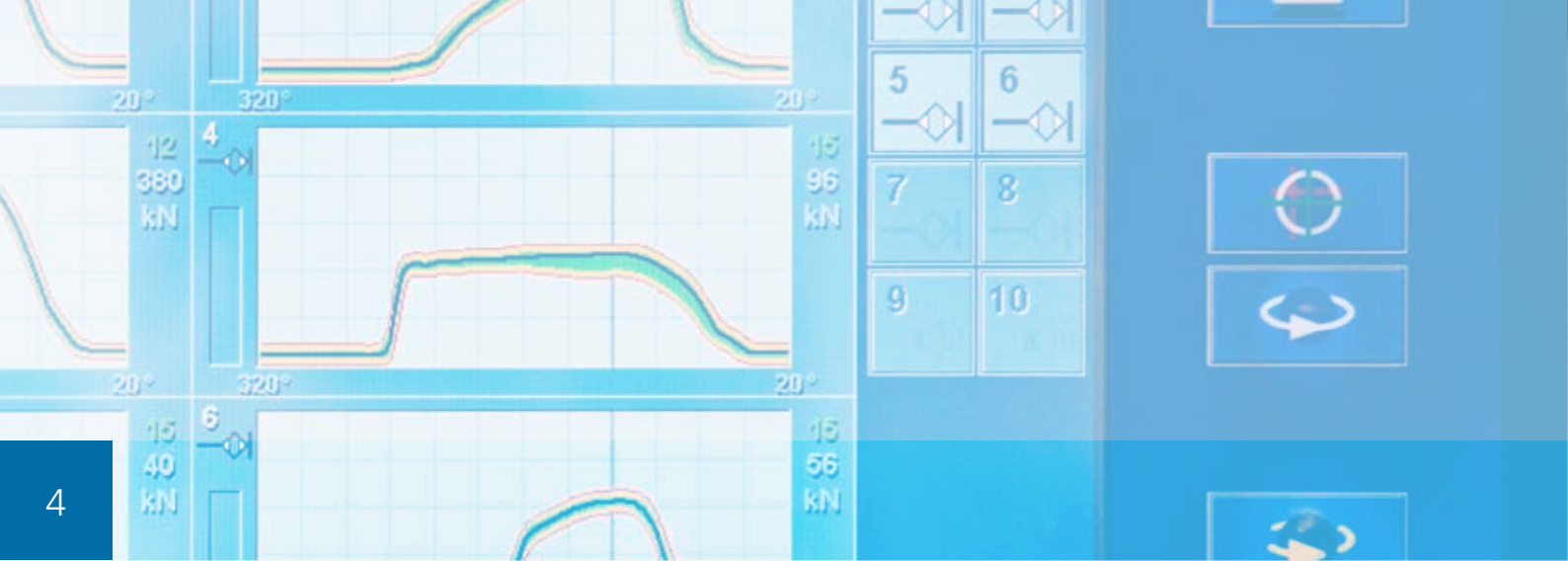
Bei der Kaltumformung wird das Werkstoffgefüge entlang des Materialflusses ausgerichtet. Dies ist im Schlibbild als sogenannter Faserverlauf zu erkennen. Meist entspricht diese Ausrichtung auch der Belastungsrichtung des Bauteiles, wodurch die so hergestellten Teile im Vergleich zu rein spanend hergestellten Komponenten eine deutlich höhere Belastbarkeit erhalten. Insbesondere die Haltbarkeit bei wechselnder Belastung kann durch gezielt eingebrachte Eigenspannungen erheblich verbessert werden. Durch die Umformung wird der Werkstoff zudem in Abhängigkeit von den lokalen Umformgraden kaltverfestigt. Bei geeigneter Auslegung reicht die dabei erzielte Festigkeitssteigerung bereits zur Erfüllung der Bauteilfunktion aus, eine zusätzliche Wärmebehandlung kann dann entfallen.

Kaltumgeformte Teile können deshalb häufig kleiner und leichter dimensioniert werden.

Durch intelligente Werkzeugauslegung ist es zudem möglich, weitere Funktionselemente mit anzuformen. Hierdurch werden zusätzliche kostenintensive Bearbeitungsschritte unnötig.

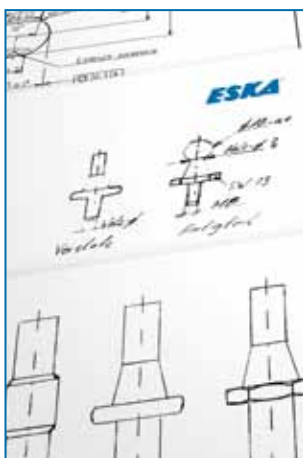


*Große Durchmesser-Abstufungen sind bei der Kaltumformung ohne bzw. mit geringem Werkstoffabfall realisierbar.*



4

## Werkzeugkonstruktion



Kernkompetenz für die Herstellung von Präzisionskaltformteilen ist die Auslegung des Umformprozesses und des dafür notwendigen Werkzeugsatzes.

Hier greift ESKA® auf erfahrenes Personal sowie modernste Hilfsmittel wie Umformsimulation, rechnerbasierte Stadienplanauslegung und FEM-Berechnung der Werkzeugbelastung zurück, die bereits im Anfragestadium Aussagen über Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit ermöglichen.

Die Entwicklung eines neuen Kaltformteils ist eine anspruchsvolle Aufgabe.

Da die Kaltformtechnik für eine konkrete Aufgabenstellung andere Lösungsmöglichkeiten als die Zerspanungstechnik anbietet, sollte bereits frühzeitig bei der Konzeption eines neuen Bauteils dessen spätere Herstellung detailliert festgelegt werden.

Eine kostengünstige Gestaltung geht dabei mit einer kaltformgerechten Gestaltung einher, gleichzeitig wird aber auch die Geometrie für eine prozesssichere Fertigung optimiert.



## Werkzeugfertigung

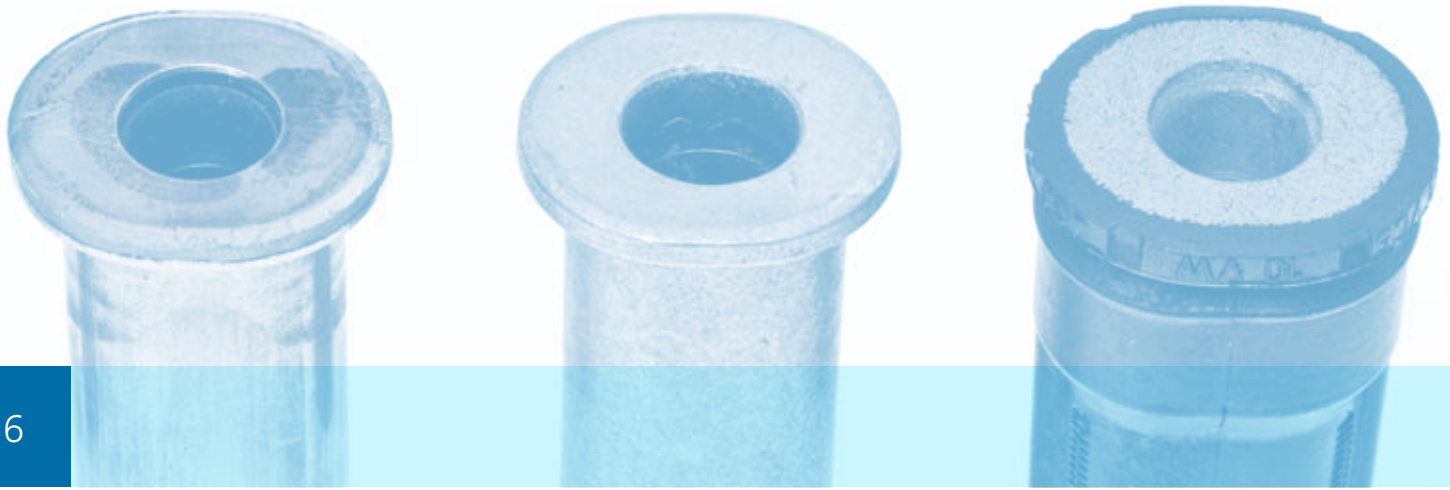


Eigene **Werkzeugkompetenz** sichert Flexibilität und Qualität!

Modernste Fertigungsanlagen im eigenen Werkzeugbau und hervorragend ausgebildete Fachleute unterstützen die Entwicklungs- und Fertigungsmöglichkeiten für anspruchsvolle Umformteile.

5-Achsen-CNC-Fräsmaschinen, Draht- und Senkerodiermaschinen sowie Drehautomaten neuester Generation ergänzen das Standard-Programm unseres Werkzeugbaus.

Ein rund um die Uhr verfügbarer Reparaturservice ermöglicht die hohe Pressenverfügbarkeit, die für eine wirtschaftliche Fertigung von Großserienteilen heute unerlässlich ist.



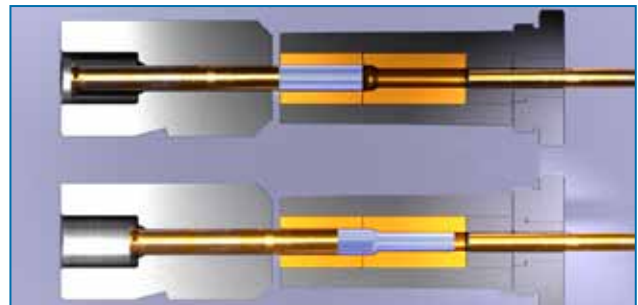
## Richtlinien für Konstruktion und Auslegung

Kaltformteile zeichnen sich üblicherweise durch eine rotationsymmetrische Geometrie aus und werden unter Beachtung der folgenden Konstruktionsrichtlinien ausgelegt. Zusätzlich ist mit Sonderverfahren auch die Herstellung nicht rotationsymmetrischer oder anderweitig komplexer Geometrien möglich. Die Auslegung derartiger Teile bedarf jedoch des speziellen Know-hows des Teileproduzenten.

Die Gestaltung von Umformteilen beruht im Wesentlichen auf drei grundlegenden Umformvarianten, die sich insbesondere durch die maximal darstellbaren Umformgrade unterscheiden:

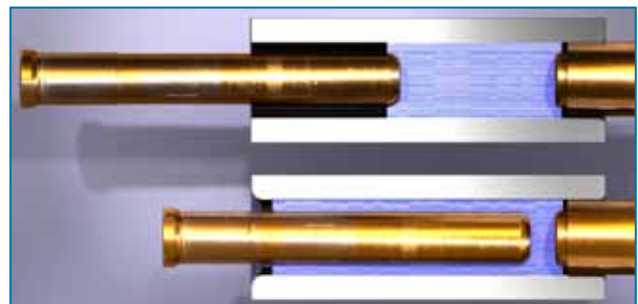
- **Voll-Vorwärts-Fließpressen**

Querschnittsabnahme max. 75 %  
d. h. Enddurchmesser ca. 0,5 x Ausgangsdurchmesser



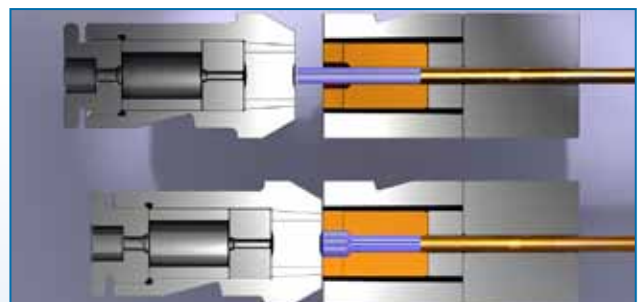
- **Napf-Rückwärts-Fließpressen**

Querschnittsabnahme 30 - 70 %  
Napftiefe bis ca. 3 x Napfdurchmesser

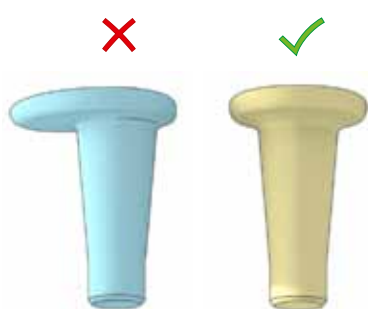


- **Stauchen**

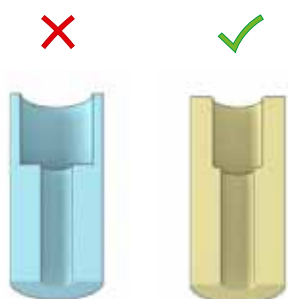
Ausgangslänge bis 2,4 x Ausgangsdurchmesser je Stufe  
Enddurchmesser bis ca. 2,5 x Ausgangsdurchmesser



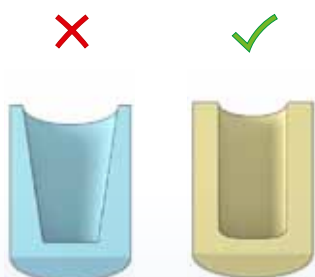
## Was ist zu beachten?



Grafik 1:  
Asymmetrische Bauteilgestalt



Grafik 2:  
Wanddickenübergänge



Grafik 3:  
Kegelige Strukturen

### Werkstoffanhäufungen vermeiden

Geometrien mit lokalen Werkstoffanhäufungen führen bei der Kaltumformung zu Problemen hinsichtlich Werkstoffflüssen, Presskräften und Werkzeugstandzeiten. Die technische Umsetzbarkeit ist daher im Einzelfall mit dem Hersteller zu prüfen.

### Asymmetrische Bauteilgestalt vermeiden (siehe Grafik 1)

### Wanddickenübergänge vermeiden (siehe Grafik 2)

Starke Übergänge von Wandstärken müssen vermieden werden. Wenn notwendig, sind diese mit ausreichenden Radiusübergängen auszugestalten.

### Übergangsradien vorsehen

Die zu fertigenden Umformteile sollten möglichst keine scharfen Kanten und Ecken aufweisen, um vorzeitigen Verschleiß der Umformwerkzeuge zu vermeiden. Das Einbringen zusätzlicher Kanten oder kleiner Radien erfordert zusätzliche Umformstufen.

### Verrundungen vorsehen

Abgesetzte Geometrien, wie z. B. Durchmesserabstufungen, benötigen ausreichende Übergangsradien, um einen ausreichenden Materialfluss zu gewährleisten. Auch Fasen sind stets mit Verrundungen auszuführen.

### Sacklochbohrungen

Sacklöcher können durch Rückwärtsfließpressen erzeugt werden. Dabei ist zu beachten, dass am Napfgrund ohne zusätzliche Zerspanung keine rechtwinklige Gestalt darstellbar ist. Üblicherweise bedingen die verwendeten Napfstempel Kegelspitzen mit einem Winkel von  $\sim 160^\circ$ .

### Durchgangslöcher

Die Darstellung von Durchgangslöchern in Pressrichtung ist gewissen Limitationen hinsichtlich Längen- zu Durchmesser Verhältnis unterworfen und im Einzelfall zu prüfen. Lochdurchmesser kleiner 10 mm sollten vermieden werden.

### Hinterschnitte

Hinterschnittene Geometrien lassen sich durch spezielle geteilte Werkzeugkonzepte realisieren, die jedoch definierte Durchmesser- und Längenverhältnisse sowie Übergangsschrägen und somit die Auslegung durch einen Experten erfordern. Dabei ist zu beachten, dass auf den eingeschlossenen, geringeren Durchmessern Segmentmarkierungen nicht gänzlich vermieden werden können.

### Zusätzliche Funktionsstrukturen

Durch Kaltumformung lassen sich neben der eigentlichen Bauteilgeometrie auch Zusatzstrukturen wie Verzahnungen, Längsnuten oder andere Formelemente realisieren. Dabei ist jedoch auf eine Ausrichtung der Struktur in Hauptachsrichtung zu achten.

### Kegelige Strukturen vermeiden (siehe Grafik 3)

Bei Kaltformteilen ist im Gegensatz zu Schmiedeteilen eine kegelige Ausführung von Strukturen nicht notwendig. Falls notwendig, ist gemeinsam mit dem Hersteller der notwendige Kraftbedarf beim Pressen sowie Werkzeugbelastungen zu analysieren, um eine wirtschaftliche Fertigung sicherzustellen.

## Randbedingungen und Grenzen der Kaltumformung

### Werkstoffe

Für die Kaltumformung kommen in der Regel entsprechend zusammengesetzte und hergestellte Werkstoffe mit ausreichender Duktilität sowie geeignetem Kaltverfestigungsverhalten zum Einsatz. Üblicherweise sind dies niedrig legierte Stähle ohne Schwefel mit geringem Kohlenstoffgehalt, oft mit Bor-Anteilen, um die Härtebarkeit zu gewährleisten. Es kommen aber auch höher legierte Stähle für hochfeste Teile oder aber Aluminium-Knetlegierungen zur Anwendung.

### Oberflächen

Die zu verarbeitenden Drahtabschnitte werden in der Umformpresse vom Drahtbund abgeschert und weisen daher Stirnflächen mit Scherflächencharakteristik auf, die meist nicht vollständig beseitigt werden können. Weiterhin weisen die Oberflächen je nach Werkstoff eine geringe Narbigkeit durch das Entfernen der Oberflächenbeschichtung auf. Anforderungen an die Oberflächenfeingestalt sollten daher sorgsam abgewogen werden, um kostenintensive Nachbearbeitungsschritte zu vermeiden.





## Teilehandling

Durch die hohe Effektivität des Pressvorganges werden Kaltformteile üblicherweise in Schüttgutprozessen gefertigt. Auch dies sollte bereits bei der Auslegung der Umformteile entsprechend berücksichtigt werden.

## Toleranzen

Bei der Tolerierung der Bauteilmaße ist darauf zu achten, die konventionell aus der Zerspanung stammenden Toleranzlagen, soweit funktionell möglich, an die umformtechnische Herstellung anzupassen. Häufig kann so eine zusätzliche, nachgelagerte Zerspanung vermieden werden.

### Vergleich der erreichbaren Toleranzlagen unterschiedlicher Fertigungsverfahren

Hauptgruppe	Fertigungsverfahren	IT-Klassen														
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Urformen	Feingießen									■	■	■	■			
	Pulverschmieden							■	■	■	■	■	■	■		
Umformen	Gesens Schmieden										■	■	■	■	■	■
	Genauschmieden								■	■	■	■				
	Präzisionsschmieden		■	■	■	■	■	■	■	■						
	Warmfließpressen							■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Halbwarmfließpressen							■	■	■	■	■	■	■		
	<b>Kaltfließpressen</b>		■	■	■	■	■	■	■	■						
	Stauchen					■	■	■	■	■						
	Abstreckgleitziehen	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Trennen	Drehen	■	■	■	■	■	■	■	■							
	Runds Schleifen	■	■	■	■	■	■	■	■							

■ normal erreichbar   ■ durch Sondermaßnahmen erreichbar   ■ in Ausnahmefällen erreichbar

## Längenmaße

Beim Abscheren vom Drahtbund treten Volumenschwankungen des Rohlings auf. Bei einer Querschnittsverminderung gehen diese quadratisch in die Längenänderung ein.

## Durchmesser

Bauteildurchmesser werden teilweise über mehrere Stufen aufgestaucht und können über der Länge variieren. Wird ein Durchmesser beispielsweise durch ein Fließpresswerkzeug vorgegeben, so ist mit zunehmender Standzeit der Werkzeuge mit einer Vergrößerung des Durchmessers aufgrund Werkzeugverschleiß zu rechnen. Beim freien Stauchen fließt der Werkstoff nicht völlig gleichmäßig, so dass es zu Rundheitsabweichungen und Durchmesserschwankungen kommt.

Die gewählten Toleranzlagen und vorgegebenen Anforderungen an Prozessfähigkeiten entscheiden daher über die möglichen Standzeiten der Umformwerkzeuge und somit die Wirtschaftlichkeit des Gesamtprozesses.

## Anwendungsbeispiele



### Kugelbolzen

- Anwendung: Aufnahme von Gasfedern, Dämpfern, elektrischen Antrieben
- Material: 23MnB4 - 8.8, 10.9, ggf. einsatzgehärtet /Aluminium
- Umformung: 5 – 6 Stufen
- Besonderheit: spanlose Herstellung der Kugel durch Umformung in segmentierten Werkzeugen, kein Anschweißen einer separat erzeugten Kugel, keine sekundäre Zerspanung



### Scharnierstift

- Anwendung: Bestandteil Scharniersystem einer Kfz-Tür zur Realisierung der Rastfunktion beim Öffnen und Schließen
- Material: 23MnB4, 1.200 MPa, einsatzgehärtet
- Umformung: 6 Stufen
- Besonderheit: Passnuten ohne nachträgliche Zerspanung direkt fließgepresst



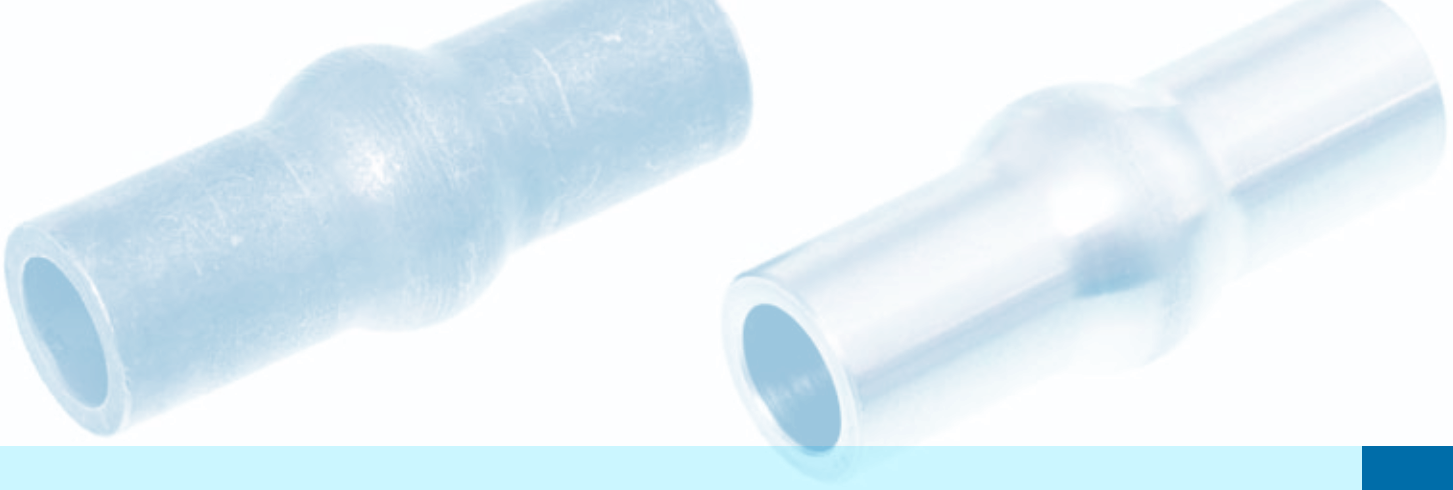
### Bauchige Buchse

- Anwendung: Innenkern für ein Elastomerlager im Fahrwerkslenker
- Material: QSt 32 (unvergütet)
- Umformung: 6 Stufen
- Besonderheit: spanlose Erzeugung der Kugelkontur durch Kaltumformung, Erzielung der notwendigen Druckstandfestigkeit durch Kaltverfestigung und belastungsgerechten Faserverlauf



### Abstandsbuchse

- Anwendung: Tankaufhängung Kfz (gummiumspritzt)
- Material: C10C (unvergütet)
- Umformung: 5 Stufen
- Besonderheit: spanlose Herstellung der hinterschnittenen Geometrie durch Umformung in segmentierten Werkzeugen, Erzielung der notwendigen Festigkeit durch Kaltverfestigung und belastungsgerechten Faserverlauf



### Anschlagbolzen

- Anwendung: Aufnahme Fanghaken für umklappbaren Kfz-Sitz  
 Material: 23MnB4 – 8.8  
 Umformung: 5 Stufen  
 Besonderheit: spanlose Herstellung der hinterschnittenen Geometrie durch Umformung in segmentierten Werkzeugen



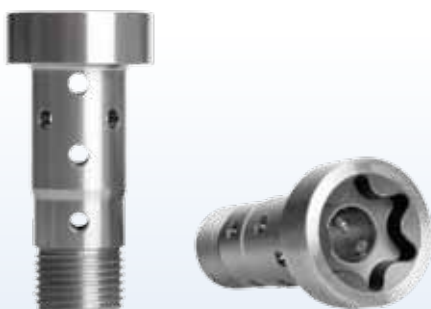
### Lagerbolzen

- Anwendung: Befestigung Koppelstange an Stabilisator im Kfz-Fahrwerk  
 Material: 23MnB4 – 10.9  
 Umformung: 6 Stufen  
 Besonderheit: Gewichtsersparnis durch genapfte Kopfausführung, Spanlose Realisierung der Napfung durch Rückwärts-Fließpressen



### Exzenterbolzen

- Anwendung: Lagekorrektur einer Kfz-Instrumententafel während der Fahrzeugmontage  
 Material: 23MnB4 – 8.8  
 Umformung: 5 Stufen  
 Besonderheit: Umformung nicht rotationssymmetrischer Geometrie, lagerichtige Orientierung der Schlüsselflächen zur Gewindeposition während der Umformung



### Ventilgehäuse

- Anwendung: Nockenwellenzentralschraube mit integriertem Steuerventil für Nockenwellenversteller  
 Material: 41CrS4 – 1000 MPa min.  
 Umformung: 6 Stufen  
 Besonderheit: Fertigung Drehrohling durch Kaltmassivumformung mit nachgelagerter Präzisionszerspanung



Wenn Sie Fragen rund um die Produkte von ESKA® haben, unser Fachpersonal und unsere technisch kompetenten Außendienstberater stehen Ihnen gerne beratend zur Verfügung.



ESKA Automotive GmbH  
Lutherstraße 87  
09126 Chemnitz

Telefon: 0371 5705-0  
Telefax: 0371 5705-319  
E-Mail: [info@eska.net](mailto:info@eska.net)  
[www.eska.net](http://www.eska.net)