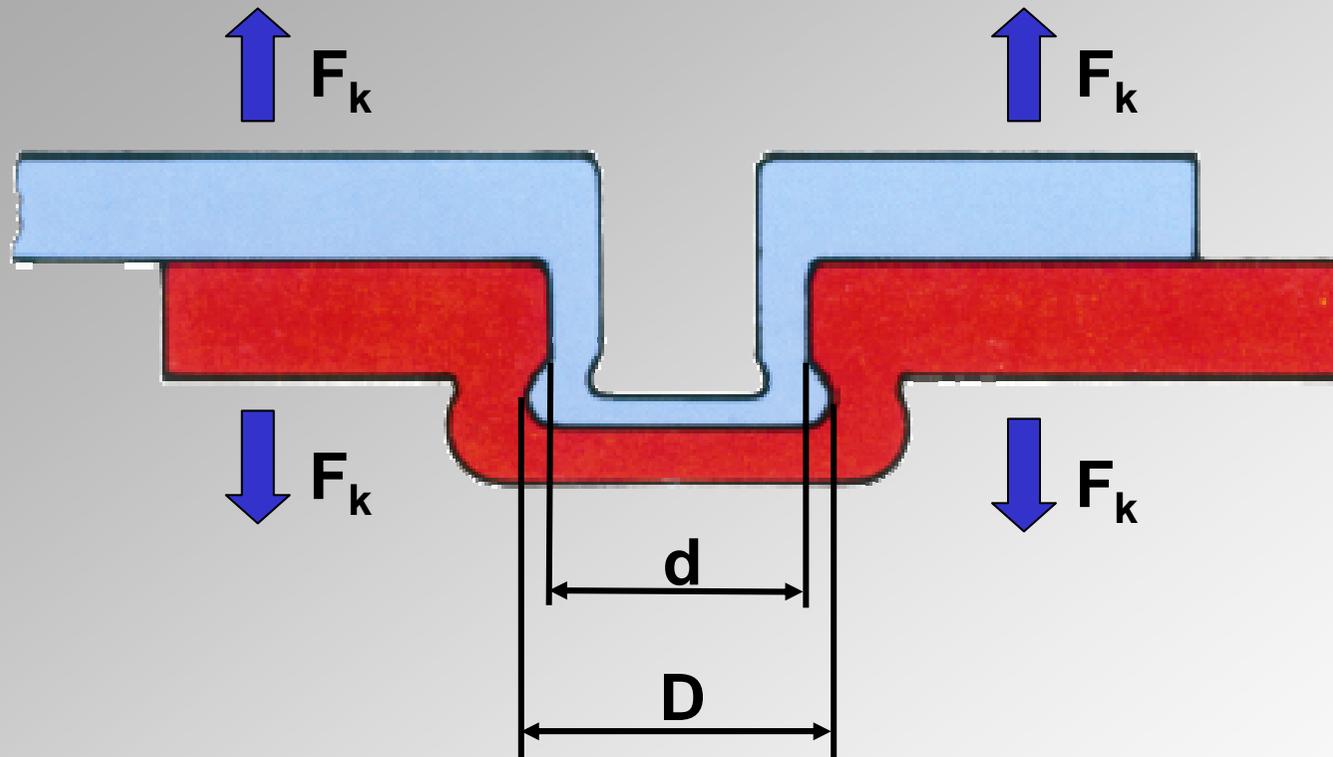

Werkzeugtechnik für das Durchsetzfügen in der Karosseriefertigung

Durchsetzfügen - Warum?

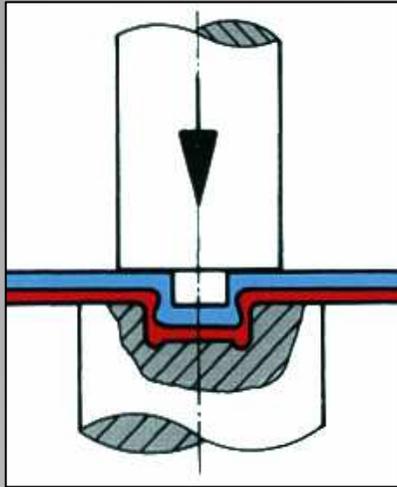
- Fügeverbindung nur durch Materialumformung
- Keine Hitzeeinwirkung - Bauteilverspannungen
- Verbindung unterschiedlicher Werkstoffe und Zwischenlagen (Kunststoff)
- Sauberer Anlagenbetrieb - keine Verschmutzung der Vorrichtung und Bauteile durch Schweißspritzer
- Reproduzierbarer Fügeprozeß ohne "Kappenfräsen oder Kappenwechseln"

Der Hinterschnitt hält!



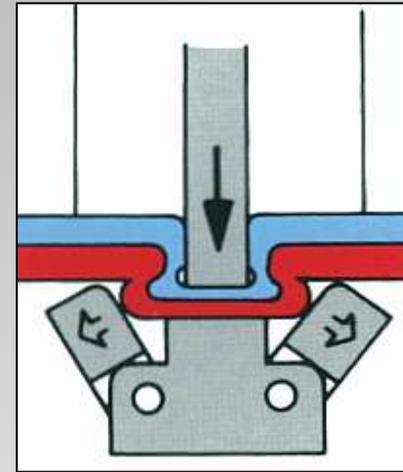
Der Hinterschnitt des Fügepunktes ($D-d$) ist entscheidend für die Kopfzugfestigkeit (F_k) der Verbindung!

Zwei alternative Fügeverfahren - feste oder bewegliche Matrize



**feste
Matrize**

- Einfache Werkzeuggeometrie
- Stempel z.T. in konischer Form
- Feste, geschlossene Matrize
- Hinterschnitt durch Fließen des Materials in Matrizenring
- Konstanter Kopfdurchmesser

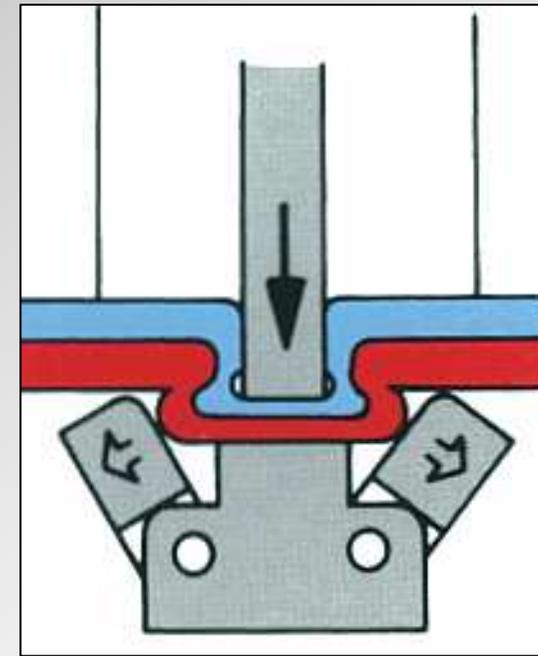


**bewegliche
Matrize**

- Werkzeuggeometrie mit
 - zylindrischem Stempel
 - aufwendiger, mit beweglichen Schubsegmenten ausgeführter Matrizen-Konstruktion
- Hinterschnitt durch Fließen des Materials nach Außen durch nachgebende Matrizenlamellen
- Kopfdurchmesser abhängig von Prozess (Blechdicke, Kraft etc.)

Höhere Prozesssicherheit mit beweglicher, offener Matrize

- geringere Verschmutzungsgefahr durch offene Matrizenkonstruktion. Feuchtigkeit, Öl oder Bauteilbeschichtungen führen nicht zum direkten Qualitätsabfall (Druckstau!!)
- Durch offene, seitlich nachgebende Bauart flexibler bei Blechdickenschwankungen.
- Fügen unterschiedlicher Blechpaarungen mit einem Werkzeugsatz.
- Hohe Standmengen durch zylindrischen (nicht konischen) Fügestempel.
- Geringere Fügekräfte (-20%), da Material in Richtung der nachgebenden Lamellen fließen kann.
- Geringere Abstreifkräfte
 - matrizenseitiger Abstreifer entfällt
 - einfache Abstreiferkonstruktion stempelseitig



Fügewerkzeuge mit beweglicher Matrize - das richtige Verfahren für die Rohbaufertigung

Fazit:

Fügewerkzeuge mit beweglicher Matrize sind im Hinblick auf die in der Rohkarosseriefertigung vorherrschenden Bedingungen mit Blechdickentoleranzen, Verschmutzungen, Umwelteinflüssen und Änderungspotentialen (Blechdicken, Prozess, Bauteil) den Ausführungen mit fester Matrize vorzuziehen.

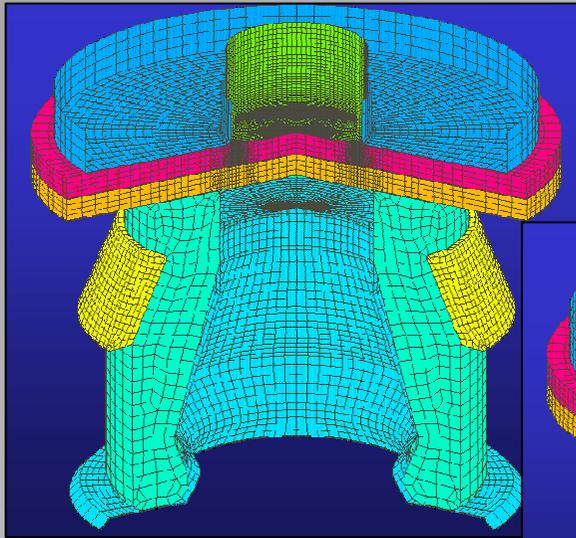
Die physikalischen Materialeigenschaften bestimmen die Verbindungsfestigkeit

Fügeverfahren	Matrizensystem	Kopfzugfestigkeit	Scherzugfestigkeit
Hersteller 1	fest	1500 N	2800 N
Hersteller 2	beweglich	1700 N	2950 N
Hersteller 3	beweglich	1400 N	2700 N
Hersteller 4	beweglich	1200 N	2800 N

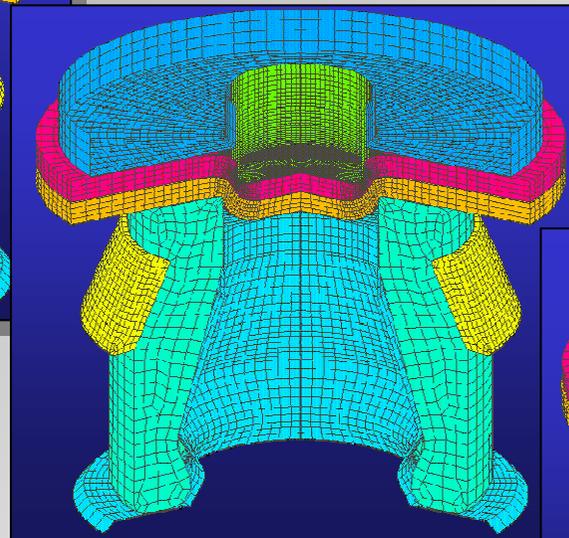
Fazit:

Bei gleichen Werkstoffen und Prozessbedingungen erreichen alle Fügeverfahren nahezu gleiche Festigkeiten. Die Maximalwerte werden ausschließlich durch die physikalischen Materialeigenschaften (Werkstoff, Blechdicke) bestimmt.

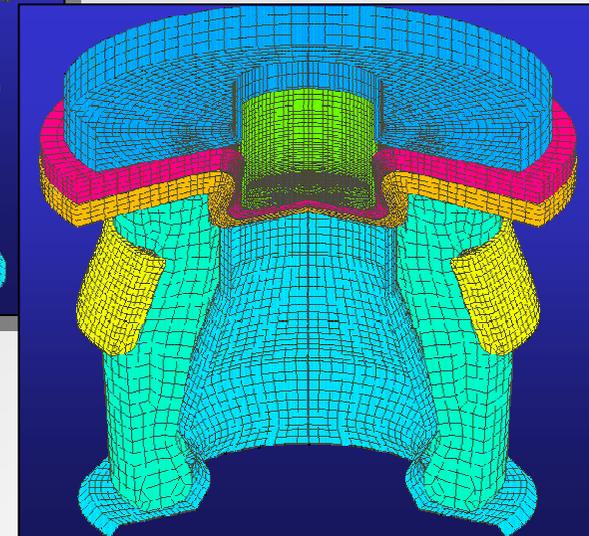
Fügeprozess im Detail



Stempel setzt auf



Stempel taucht in
Matrize ein, Material
beginnt zu fließen



Material fließt in
Richtung der
nachgebenden
Lamellen

Neuer Matrizentyp mit Stütz-/Schutzring

Matrizensegmente
fixiert mit
Stahlfederring



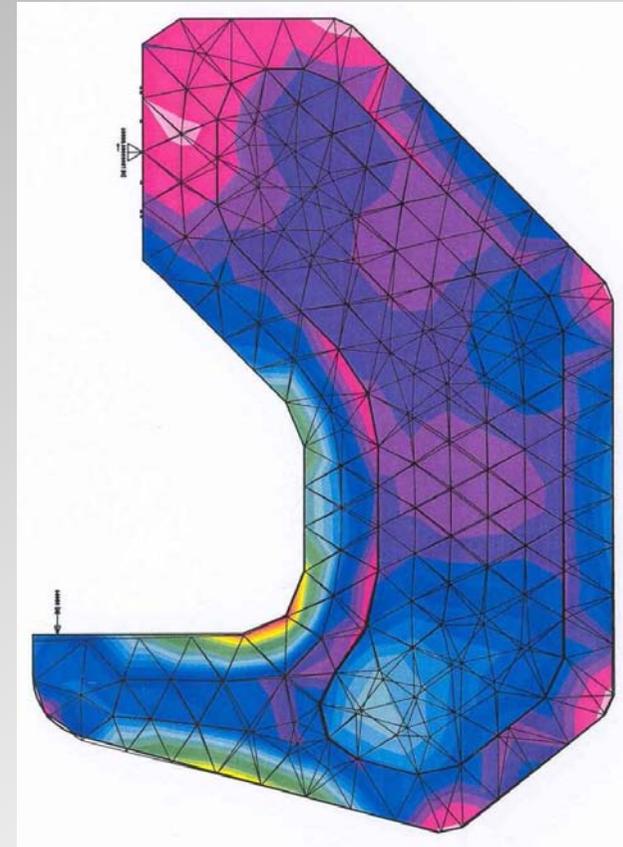
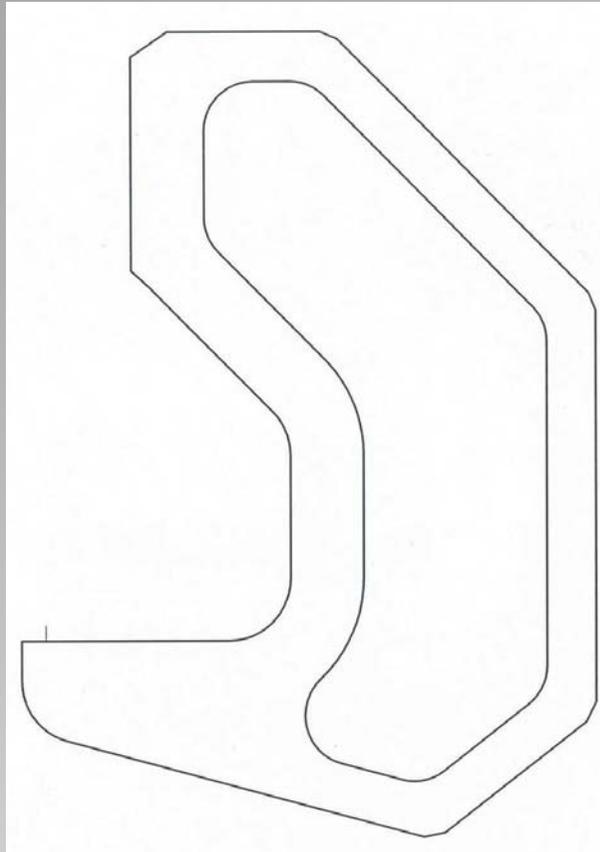
Definierte Bauteil-
auflage zur
Abstützung der
Abstreifkraft

Schutzring -
Kapselung der
Matrizenmechanik

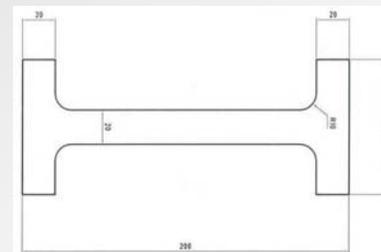
Anforderungen an die Zangentechnik

- Kompakte Abmaße
- Modulare Bauweise
- Geringes Gewicht (Hand- und Robotersysteme)
- Presskraft 30-70 KN
- Koaxialität Stempel/Matrize $< 0,1$ mm
- Geringe Aufbiegung
- Integrierte Prozessüberwachung optional
- Erfüllung der technischen Spezifikationen
VW-Konzern-Lastenheft "Chinchen/Durchsetzfügen im
Karosseriebau" Stand 0.9, vom 07.03.2002

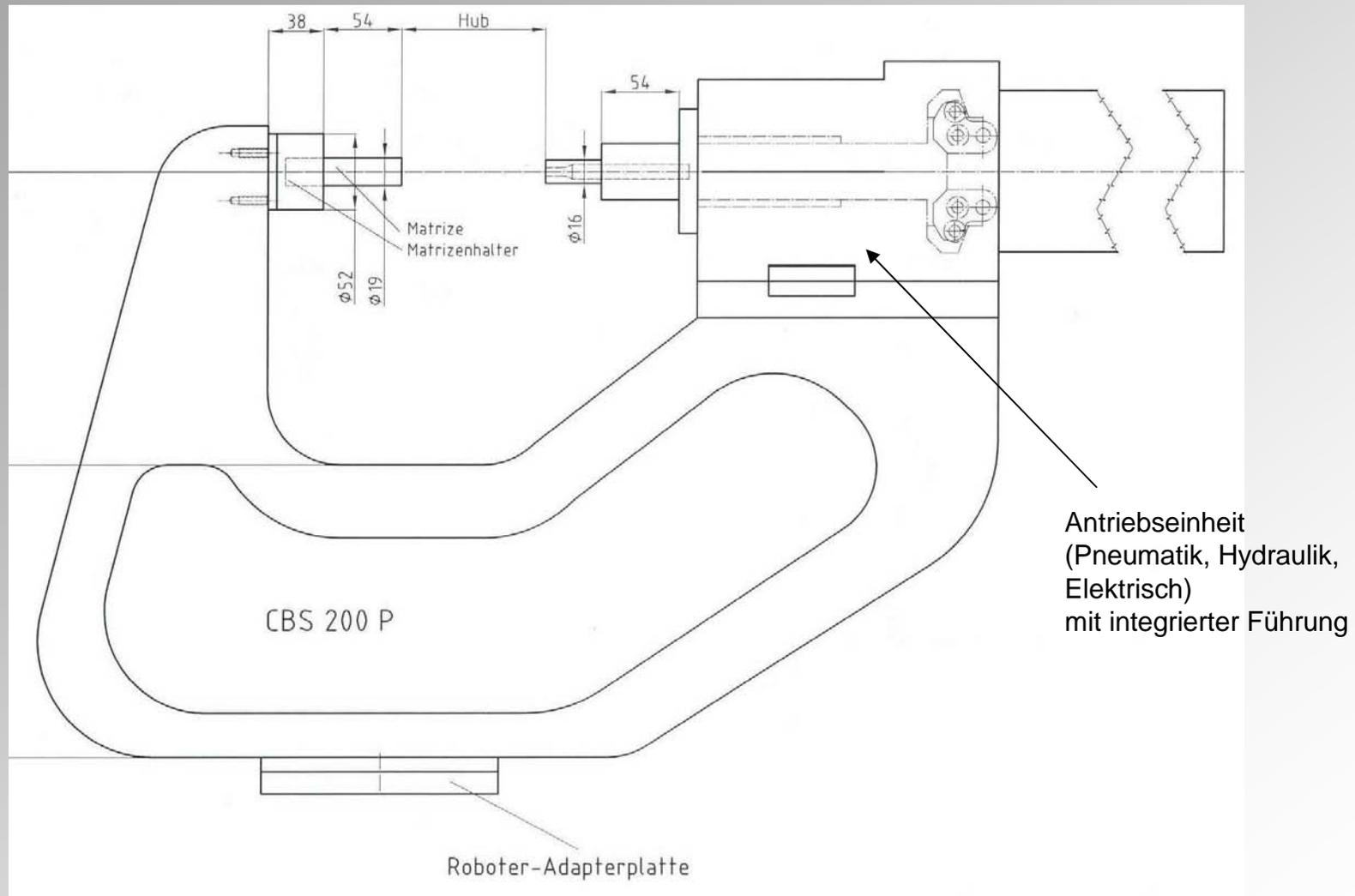
Mit Fenite - Elementen in Hinblick auf Gewicht und Durchbiegung optimierte C - Bügel



Werkstoff: 42 CrMo4
Gewicht: 51,6 kg
Aufbiegung: 0,47 mm
Bei Presskraft: 60 KN

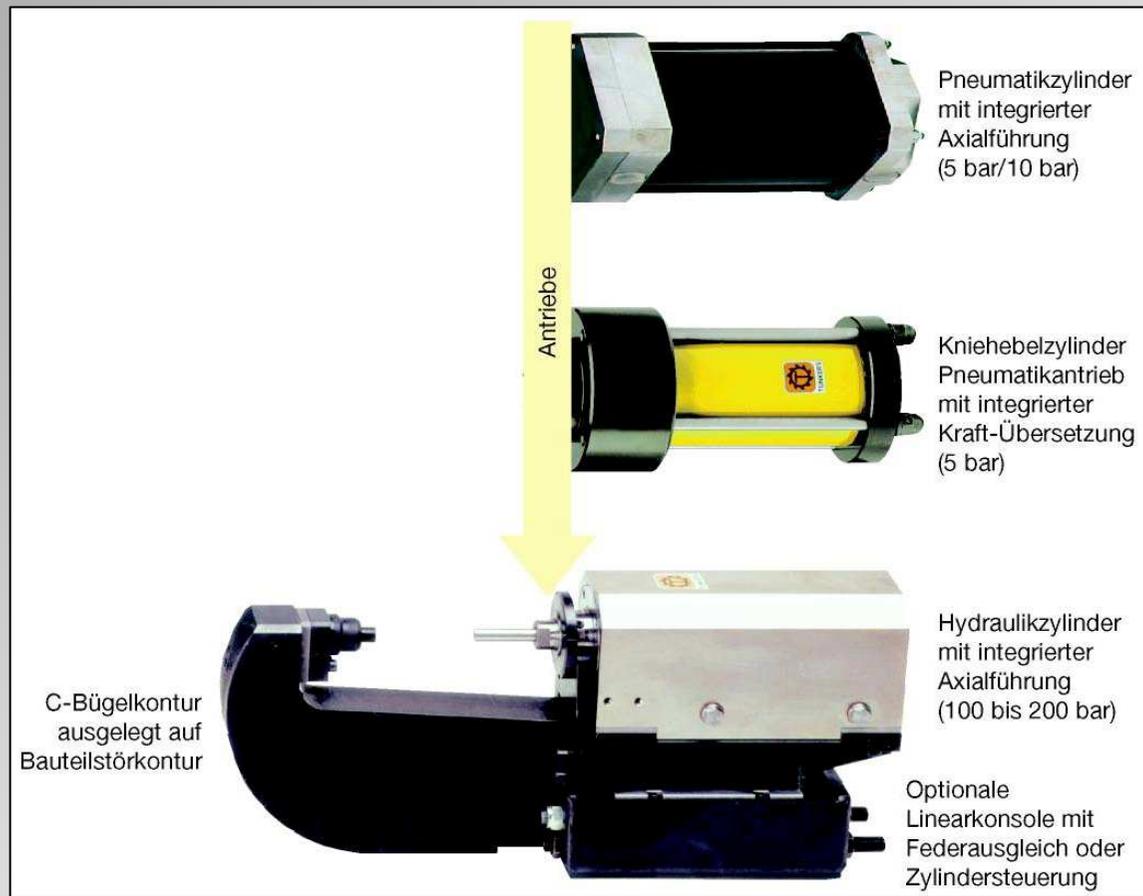


Die Standard C-Bügelserie CBS



Antriebskonzepte für C-Bügel-Systeme

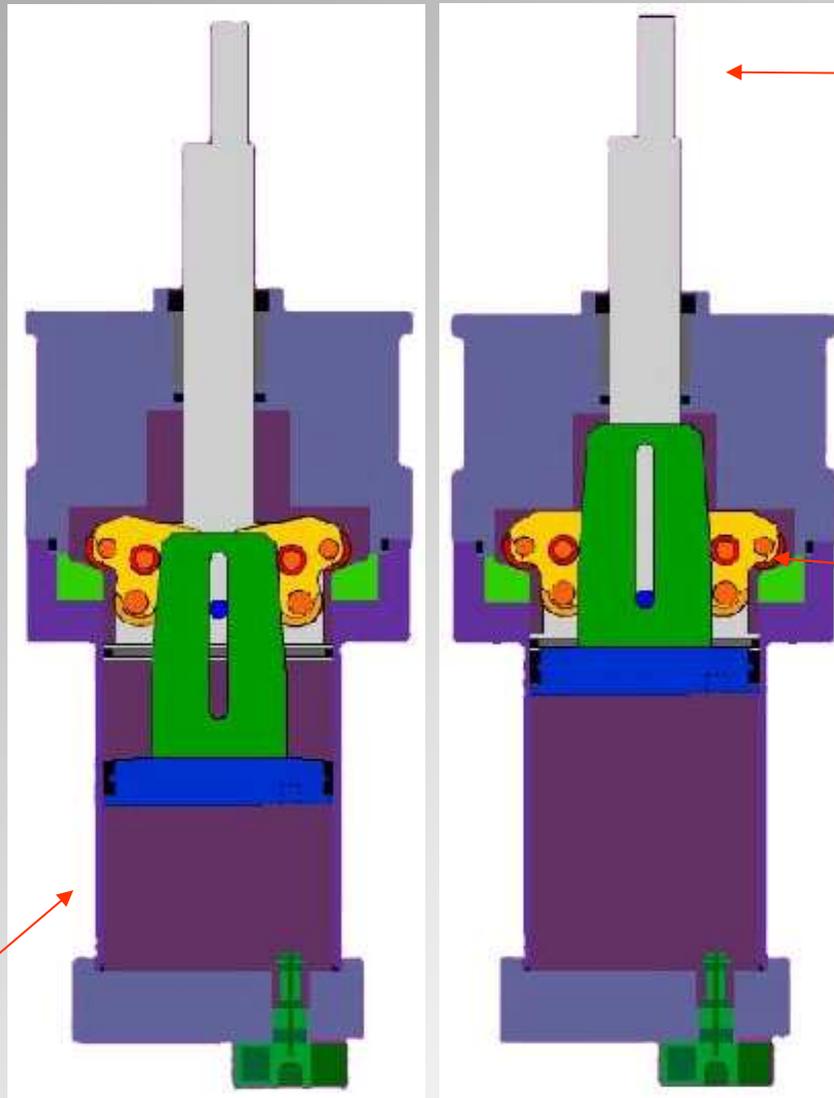
- Werkzeugsystem mit Präzisionszylinder zur linearen Zustellung von Stempel/Matrize
- geeignet für Stationär- und Roboteranwendungen



Multikraftzylinder als idealer Antrieb für C-Bügel-Systeme

Vorhub

Krafthub



Aufnahme für Einsatzwerkzeuge

Anbindung für C-Bügel

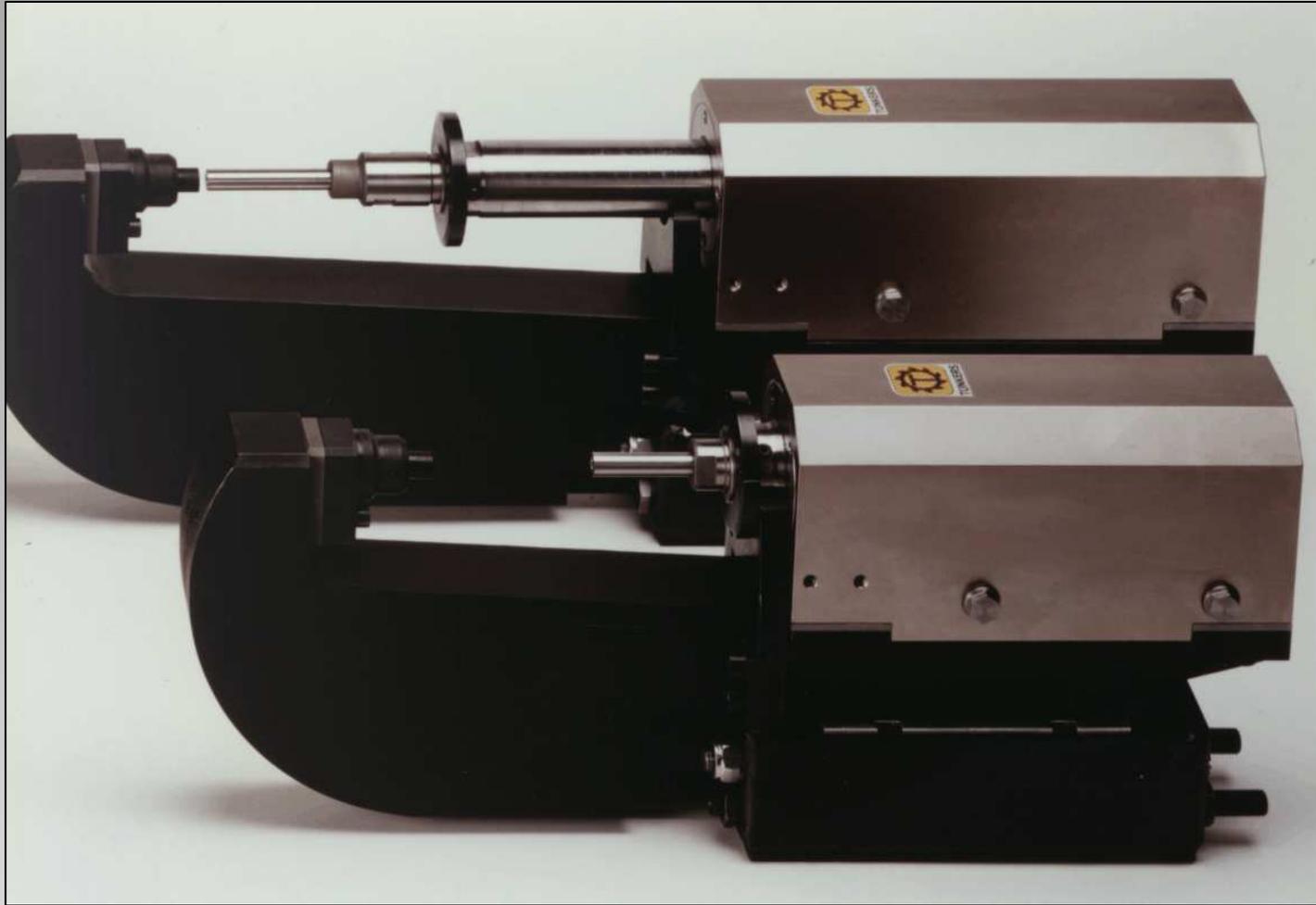
Kniehebelmechanik
wirkt als
Kraftübersetzung (1:8)

Wirkweise und Kraft
wie konventioneller
Pneumatikzylinder

CBMZ–Serie: C–Bügelssystem mit Multikraftzylinder zum Durchsetzfügen

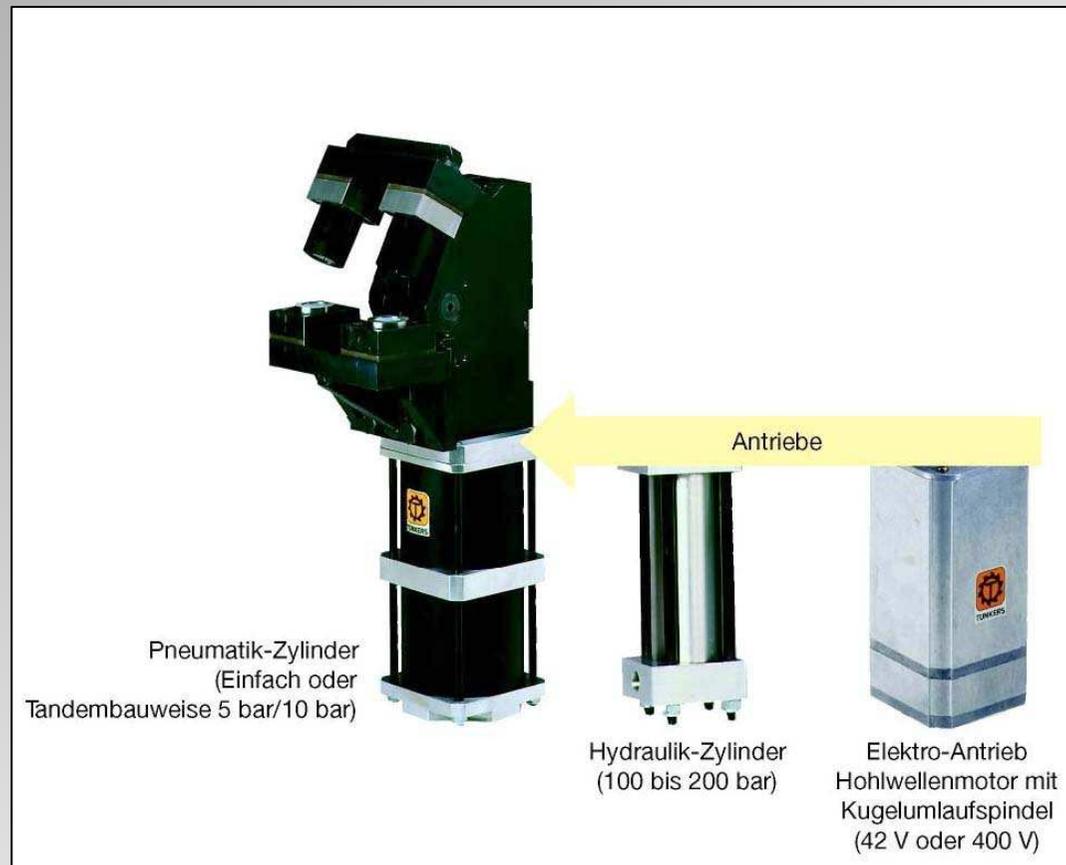


Anwendungsbeispiel: Hydraulik-C-Bügel-System mit Zangenausgleich



Die Kniehebelzange

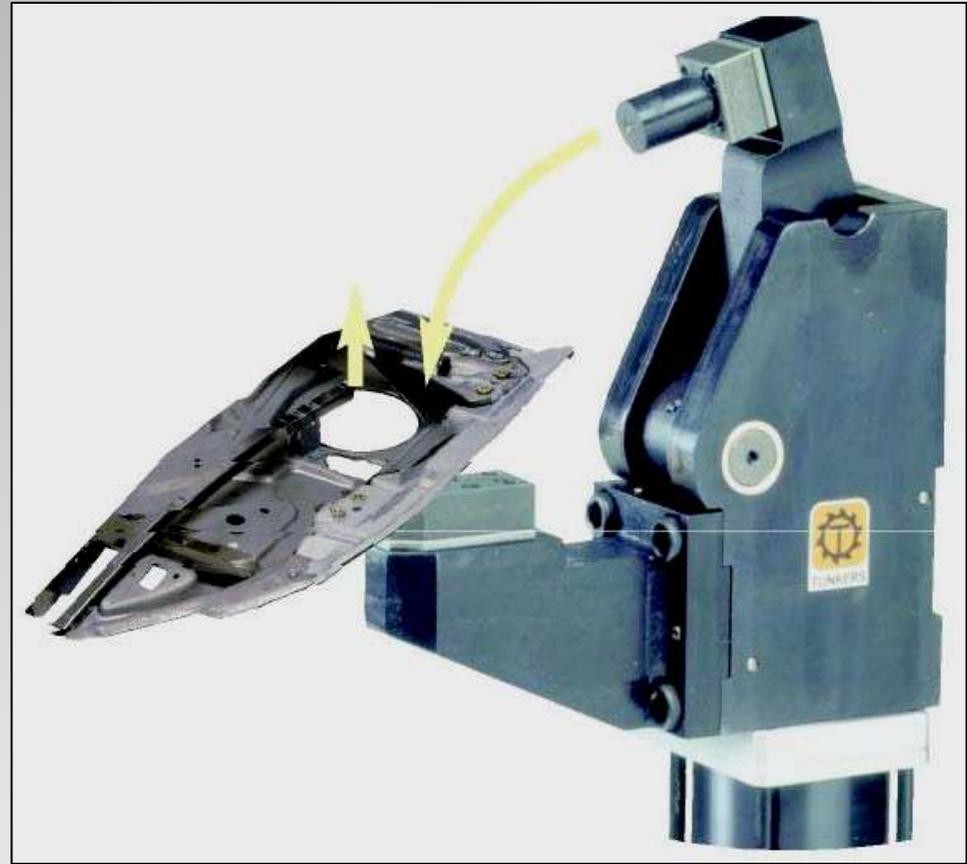
- Hohe Presskraft (bis 100 kN) durch Kniehebelübersetzung
- Zuführung von Stempel und Matrize mittels Drehbewegung
- Alternativ geeignet für Stationär- und Roboteranwendungen



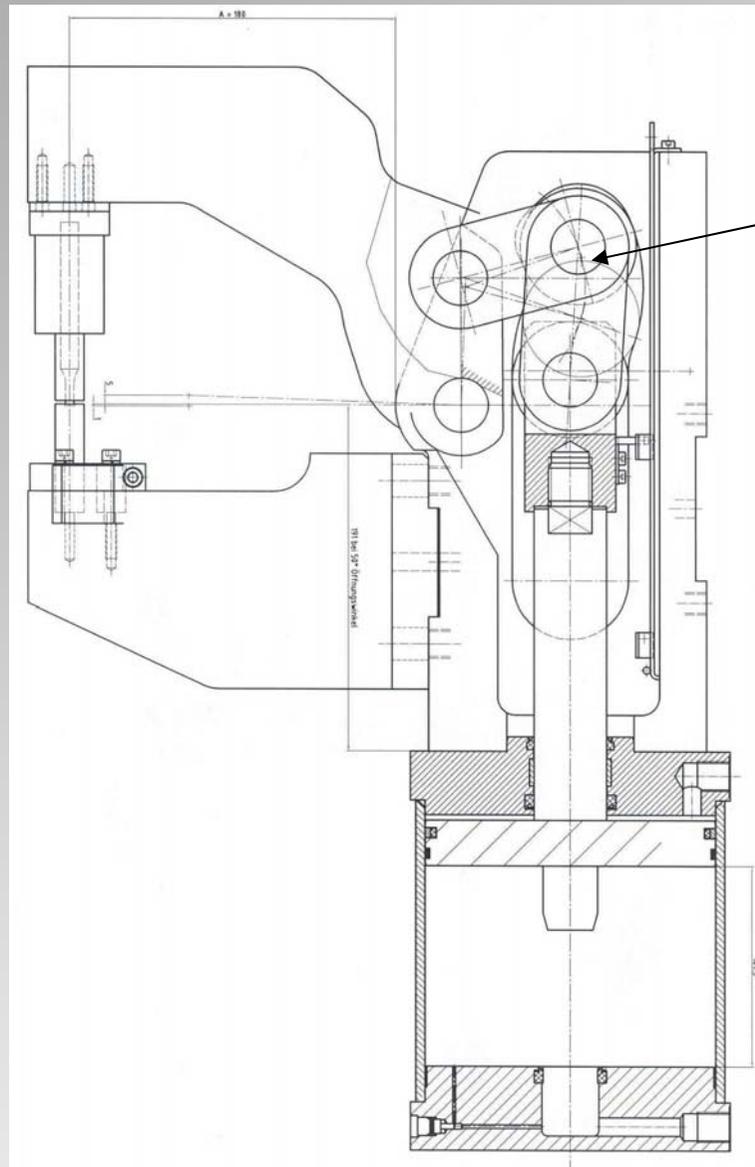
Die Sache mit dem Dreh

Das scheinbar Absurde funktioniert tatsächlich und wurde durch die Praxis bestätigt. Ein am Schwenkarm geführter Stempel dreht quasi in die Matrize ein, und das ohne Qualitäts- und Standmengenverluste.

Besonderer Vorteil:
Der bis zu 90° öffnende Schwenkarm gibt das Bauteil zur horizontalen Entnahme vollkommen frei. Die bei herkömmlichen C-Bügel-Systemen erforderliche zusätzliche Verfahr-einheit entfällt.



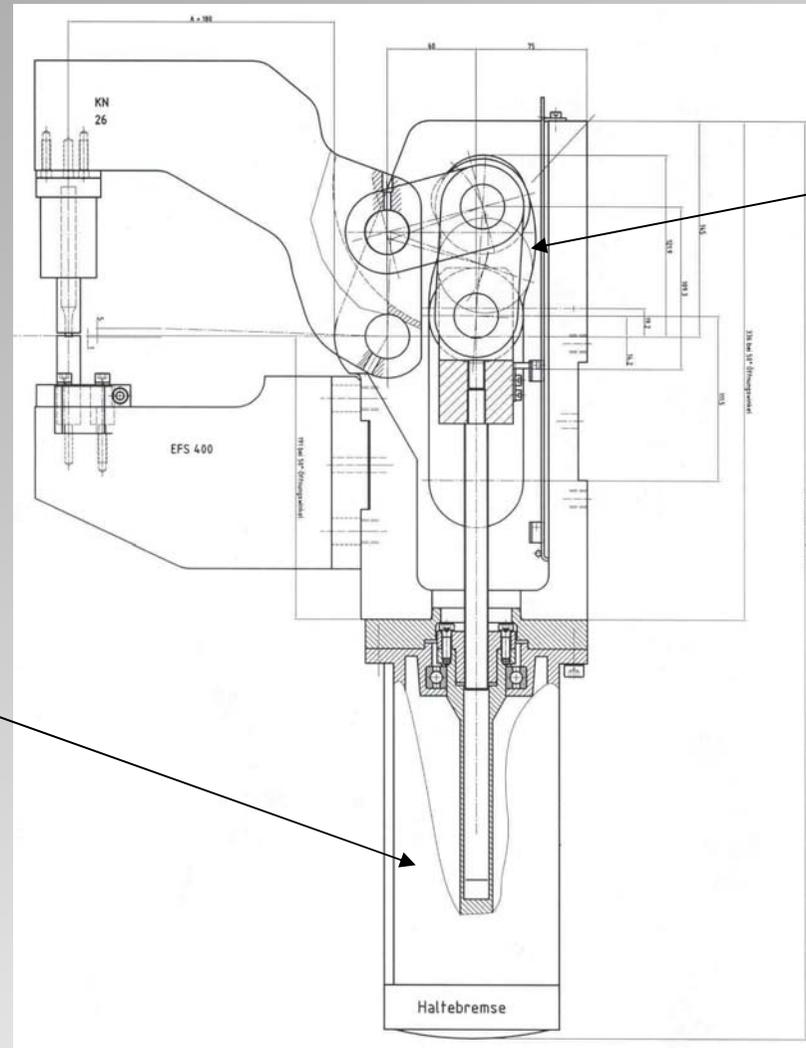
Kniehebelzange mit Kraftkurve und Pneumatikantrieb



Kurvenmechanik

Kniehebelzange mit Kraftkurve und Elektroantrieb

Hohlwellenmotor mit
Kugelumlaufspindel

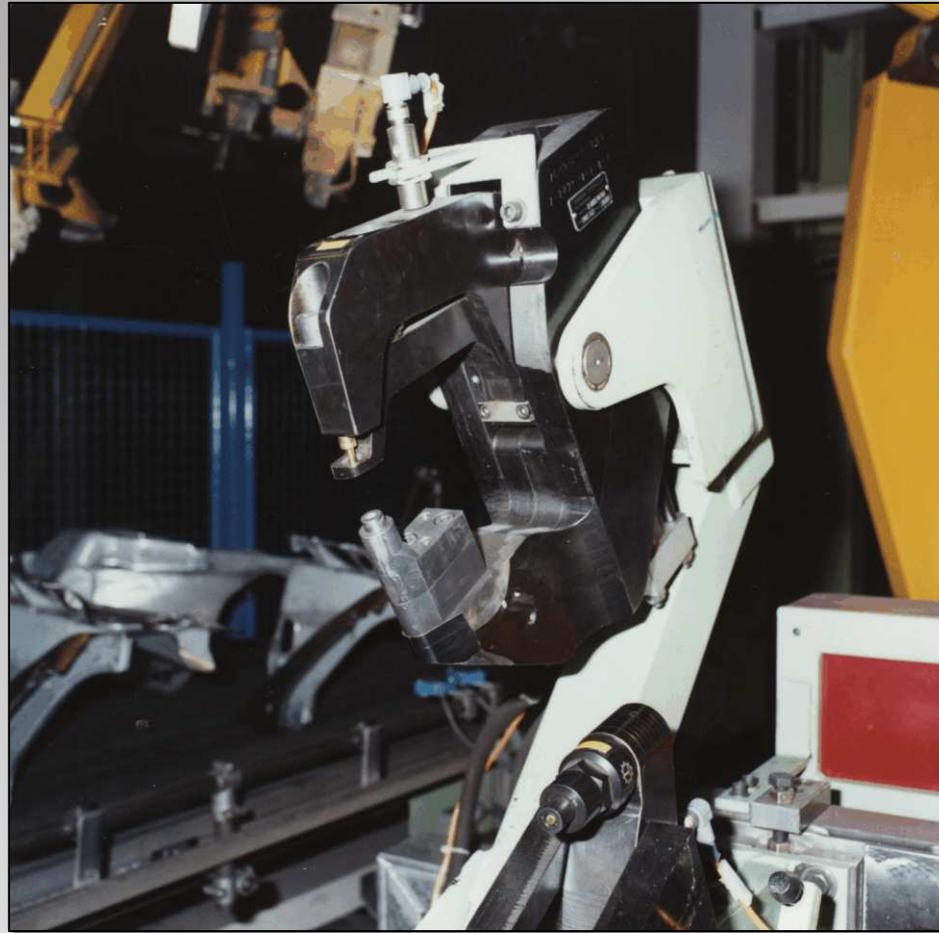


Kurvenmechanik

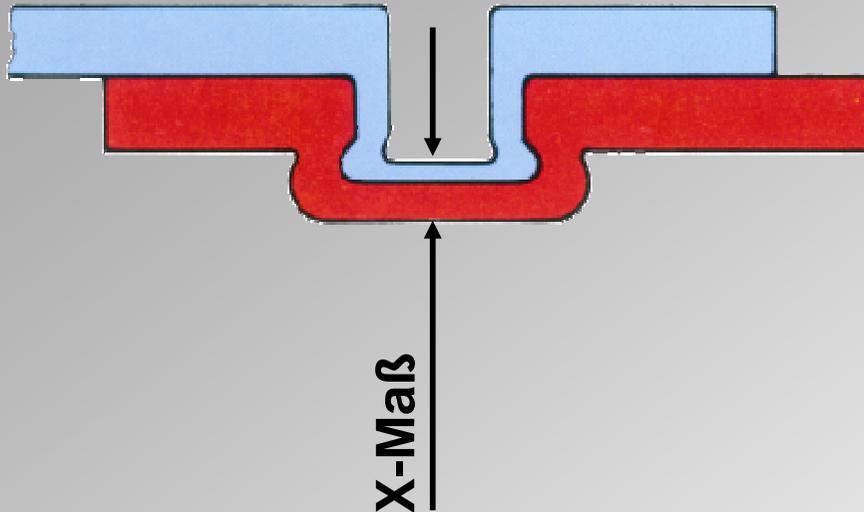
Anwendungsbeispiel: Elektrokniehebelzange



Anwendungsbeispiel: Hydraulik Kniehebelzange mit Gabelniederhalter und Zangenausgleich



Restbodendicke - das X-Maß entscheidet über die Fügequalität!



- **Fazit:** Nicht die Kraft oder Geschwindigkeit, sondern ausschließlich der Stempelverfahrweg zwischen Stempelantrieb und Matrizenantrieb entscheidet über die Qualität der Fügeverbindung.

Je nach Fügeverfahren (bewegliche, unbewegliche Matrize) und Fügefolge (Einzelpunkt, Mehrpunkte) werden unterschiedliche Steuerungskonzepte zur Erzielung eines reproduzierbaren X-Masses verfolgt.

Wegsteuerung –direkte Beeinflussung des X-Masses

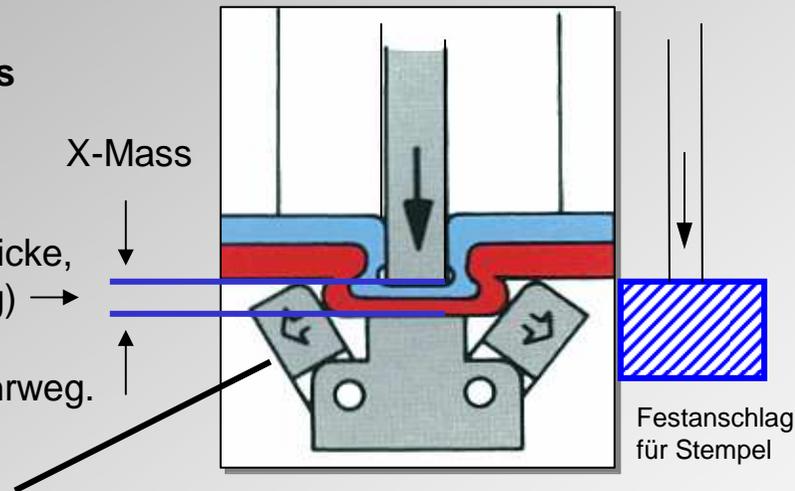
Merkmale:

- definierter mechanischer Festanschlag (Shimsbar)
- Kraftüberschuss der Fügezange um definierte Endlage zu garantieren

Reproduzierbares X-Mass

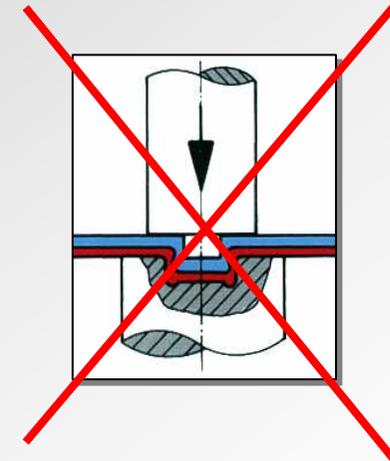
auch bei Materialqualitätschwankungen (Dicke, Härte, Verformung) → durch mechanisch begrenzten Verfahrensweg.

Wegsteuerung bei "Offener Matrize"



Beim Fügen unterschiedlicher Blechpaarungen (Roboterzange) kann das überschüssige verformte Material durch die sich weiter öffnende Matrize nach aussen fließen.

Wegsteuerung bei "Geschlossener Matrize"



Beim Fügen unterschiedlicher Blechpaarungen besteht die Gefahr der Zerstörung der Matrize.

Prüfergebnisse der Fügeverbindungen mit Probeblechen

Prüfbedingungen:

Steuerungskonzept:	Wegsteuerung mit Festanschlag
Materialproben:	Stahlblech verzinkt, St 1203; Oberfläche trocken, Keine Beölung.
Fügewerkzeug:	4,6 mm Tog-L-Loc Rundpunkt BTM (Stempeldurchmesser)
Abstreifer:	SS20, Federrate 166 N/mm, Vorspannkraft 234N
Fügezange:	EFS 400, elektromotorisch betriebene Fügezange mit Kniehebelmechanik (Konstantkurve), Endlagenpositionierung mit Festanschlag (Shimsbar).

Anmerkung:

Alle Verbindungen wurden mit gleichen Fügewerkzeugen (Stempel, Matrize), gleichem Abstreifer und gleicher Fügezange durchgeführt. Die Einstellungen der Eindringtiefe und Endlage blieben unverändert.

Fazit – Optimale Fügeverbindungen mit Standardwerkzeug und Standardeinstellung

Prüfergebnisse

Pos.	Blechpaarung		Matrizen- tiefe	Knopf- durchmesser	x-Maß	Scherzug	Schälzug
	Stempel- seite	Matrizen- seite					
A	0,8 mm	0,8 mm	0,40"	6,05 mm	0,45 mm	1745 N	629 N
B	1,0 mm	1,0 mm	0,40"	7,15 mm	0,50 mm	1962 N	689 N
C	1,2 mm	1,2 mm	0,40"	7,65 mm	0,50 mm	2135 N	804 N
D	1,0 mm	0,8 mm	0,40"	7,06 mm	0,45 mm	2109 N	549 N
E	1,2 mm	0,8 mm	0,40"	7,35 mm	0,50 mm	2600 N	539 N
F	1,2 mm	1,0 mm	0,40"	7,40 mm	0,55 mm	2354 N	647 N

Scherzug, Kopfzug und Schälzugproben nach DIN bzw. DVS Norm.

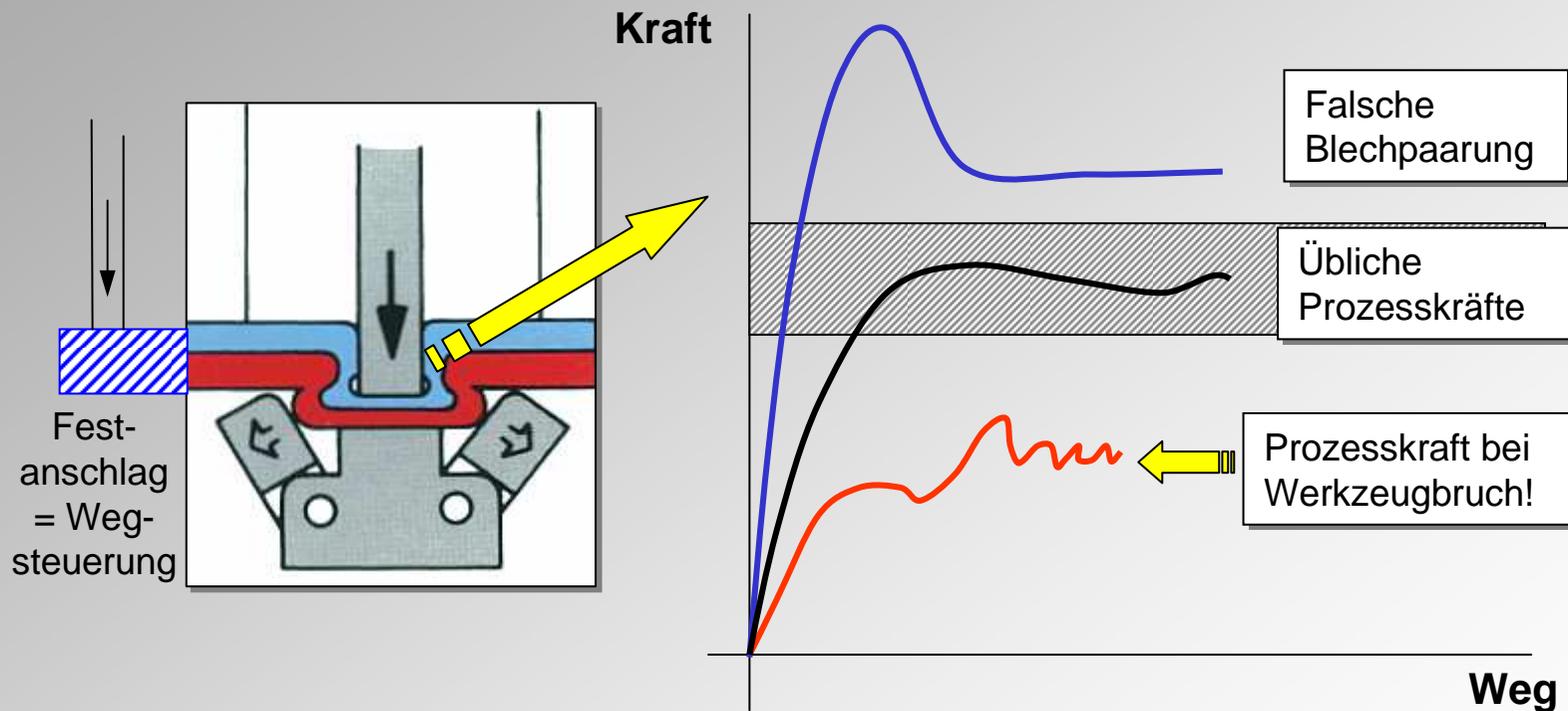
Qualitätsüberwachung bei Roboterfügezangen

- Hohe Fehlerverantwortung, da mit einer Zange mehrere Punkte gefügt werden (bis zu 20)
- Hohe Bruchgefahr, da Fügezange mit Roboter in Position gefahren wird
- Unzureichender Zangenausgleich kann Fügeprozess nachteilig beeinflussen
- Fügen unterschiedlicher Blechdicken erfordert aufwendigere Prozesssteuerung

Wegsteuerung mit Kraftüberwachung für Roboterzangen

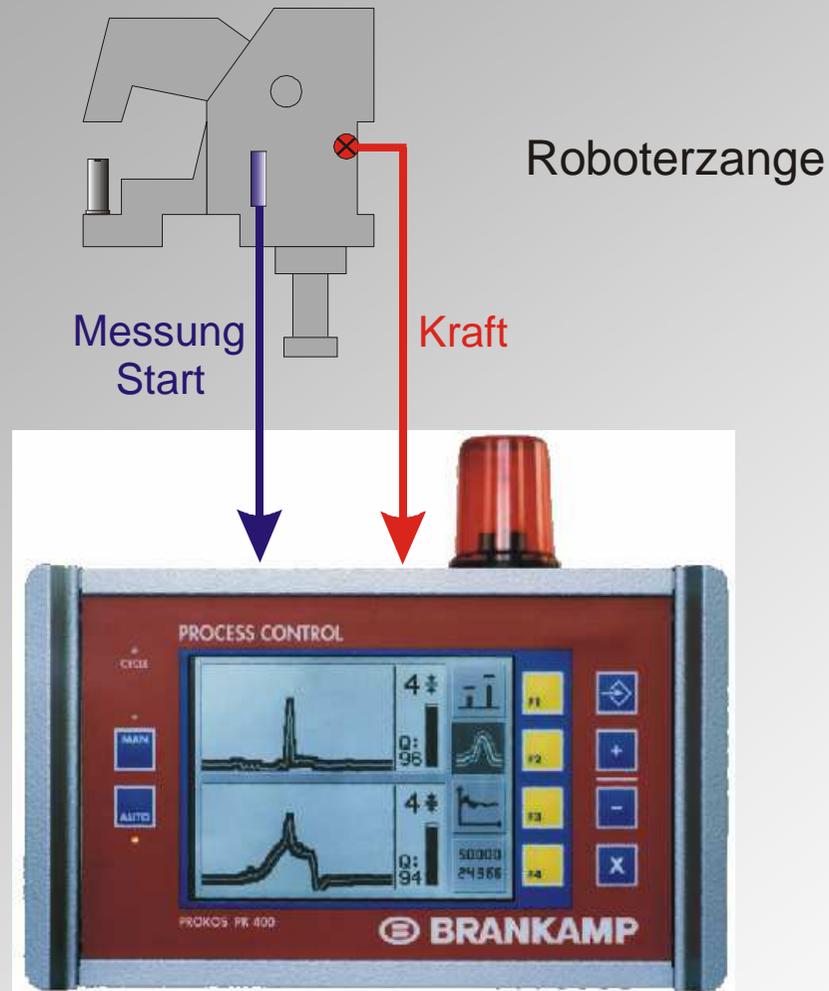
Merkmale:

- Definierter mechanischer Festanschlag
- Fügekraftüberwachung durch Kraftsensor (Matrize / Stempel)



- Qualitätsüberwachung des Fügeprozesses
- Werkzeugbruchüberwachung
- Protokollierung der Fügepunkte

Qualitätssicherungssystem mit Kraft/Weg-Analyse



PK 400 universelles Überwachungssystem mit 1 oder 2 Kanälen