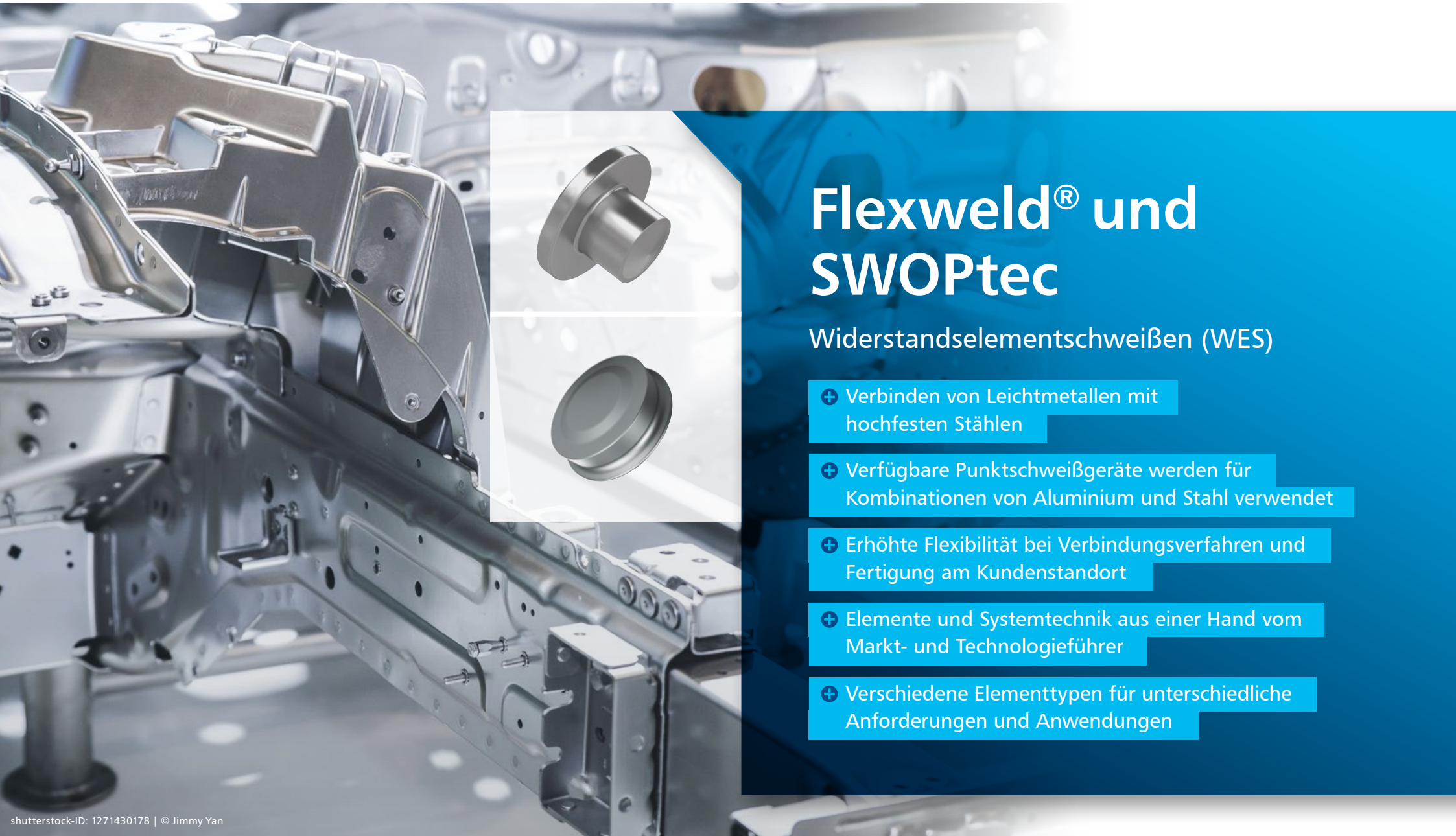
Version von 03.2026
www.arnold-fastening.com

ARNOLD®
BlueFastening Systems



Flexweld® und SWOPtec

Widerstandselementschweißen (WES)

- Verbinden von Leichtmetallen mit hochfesten Stählen
- Verfügbare Punktschweißgeräte werden für Kombinationen von Aluminium und Stahl verwendet
- Erhöhte Flexibilität bei Verbindungsverfahren und Fertigung am Kundenstandort
- Elemente und Systemtechnik aus einer Hand vom Markt- und Technologieführer
- Verschiedene Elementtypen für unterschiedliche Anforderungen und Anwendungen

shutterstock-ID: 1271430178 | © Jimmy Yan

Die Challenge:
Aluminium und Stahl verbinden

Fügen von Mischbau-verbindungen

Leichtmetalle wie Aluminium spielen mit Blick auf die Gewichtsreduzierung einer Autokarosserie eine wichtige Rolle. Das Verbinden mit Stahl ist jedoch aufgrund der stark unterschiedlichen Schmelzpunkte und der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten eine große Herausforderung.
Mit den Widerstandselementschweißverfahren SWOPtec und Flexweld® lassen sich unterschiedliche Metalle wie Aluminium und Stahl verbinden.





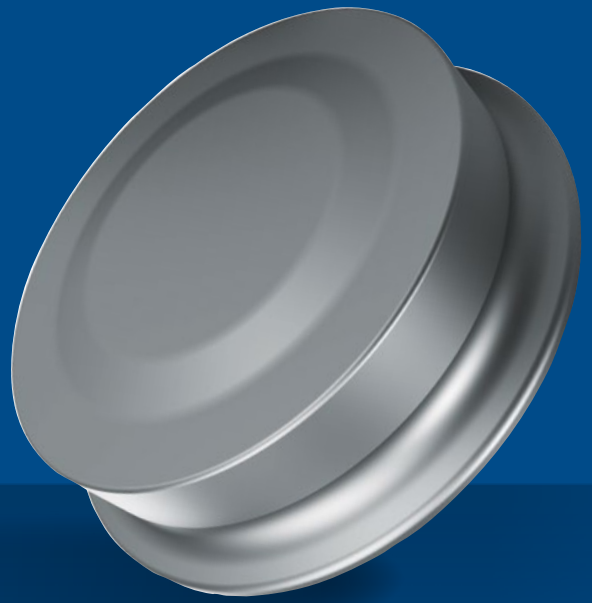
Flexweld® - T-förmige Elementgeometrie

- Verschiedene Durchmesser für diverse Anwendungen (schmale Flansche, Crash-Bereich)
- Kosteneffizientes Produkt
- Besonders geeignet für Al-Druckgusswerkstoffe
- Ausgeprägte Kopfzugfestigkeit
- Höhere Anwendungsflexibilität als Stanznieten (z.B. 3-Blech Kombinationen)

ARNOLD® BlueFastening Systems

Die Widerstandselement-Schweißtechnologie

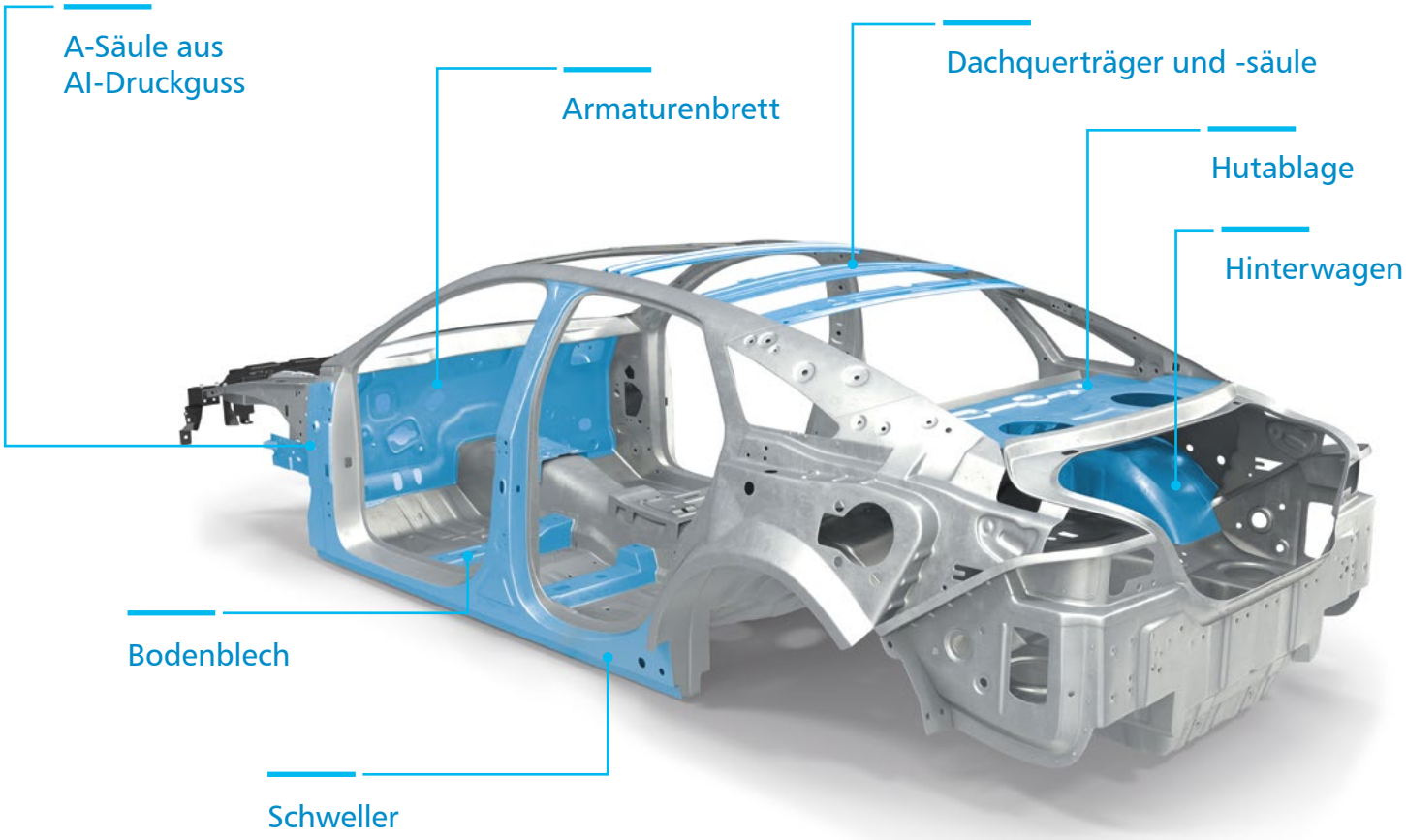
- Generiert erhebliche Gewichtseinsparungen, die für eine langfristige Reduzierung der CO_2-Emissionen sorgen
- Verbindet Leichtmetalle mit hochfesten Stählen
- Kann in bestehende Schweiß- und Montagelinien integriert werden, da es möglich ist, die gleiche Schweißausrüstung für Stahl/Stahl- und Mischbauanwendungen zu verwenden
- Erfordert nur eine geringe Zusatzqualifikation des Fertigungspersonals
- Ist als Komplettsystem inklusive Zuführ- u. Verarbeitungsfunktion aus einer (Zulieferer-) Hand verfügbar
- Ausreichende Verbindungsfestigkeit auch vor der Klebstoffaushärtung im KTL-Durchlauf
- Verwendung bei Al-Druckgussteilen
- Prozessflexibilität - Einpressen kann beim OEM mittels Roboter oder im Presswerk erfolgen; Alternativ Verarbeitung beim Zulieferer



SWOPtec – Flache Elementgeometrie

- Bietet eine sehr hohe Verbindungsfestigkeit, zum Beispiel für crashrelevante Bereiche
- Ist flächenbündig/flächeneben und somit ohne Störkontur
- Ermöglicht einen hohen Versatz beziehungsweise hohe Positions-/Positionierungstoleranzen der Schweißelektrode

SWOPtec und Flexweld®
Anwendungsbereiche



Der Fokus für die Anwendungen liegt auf der Automobilindustrie

sowohl auf den OEMs als auch den Tier-1 Zulieferern. Das SWOPtec-Verfahren, welches ursprünglich von der Fa. BENTELER Automobiltechnik GmbH entwickelt und patentiert wurde, ist dabei breit einsetzbar und für alle Bauteilverbindungen geeignet, bei denen Aluminium mit Stahl verbunden werden soll.

Ideal für OEM und Tier-1 Zulieferer

Blau markierte Teile sind entweder in laufenden Anwendungen oder in der Benchmarking-/Qualifizierungsphase.

SWOPtec und Flexweld®
Technische Vorteile

Widerstandselementschweißen

Vorteile

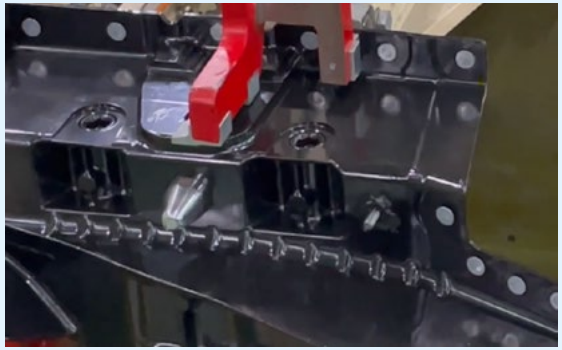
Prozessflexibilität

- Der Anwendungsbereich konventioneller Punktschweißanlagen wird auf das Fügen von Mischbauverbindungen erweitert.
- Es ist kein Vorlochen und kein lokales Erweichen nötig.
- Der Prozessschritt des Einpressens kann in die Umformlinie im Presswerk für das Bauteil implementiert oder in einem separaten Schritt realisiert werden, zum Beispiel im Rohbauprozess.
- Hohe Flexibilität der Fügerichtung

Designflexibilität

- Das Fügen von Aluminium und ultrahochfesten Stählen (UHSS) mit einer Zugfestigkeit von über 1000 MPa ist möglich.
- Anwendung bei allen Arten von Aluminium (Blech, Strangpressprofil, Guss)
- Fügen von 3T Materialkombinationen (z.B. 2x Al mit 1x Stahl / 1x Al mit 2x Stahl)

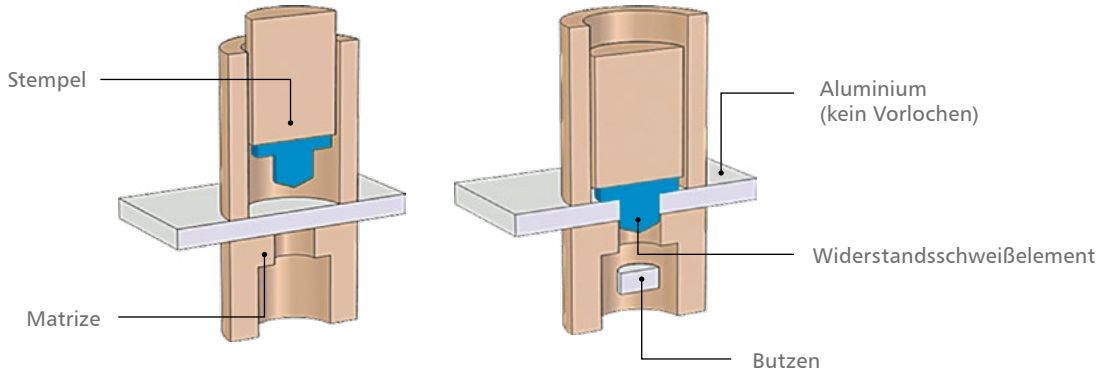
Anwendungsbeispiel



Verbinden eines (KTL-beschichteten) Aluminium-Druckgussteils mit SWOPtec

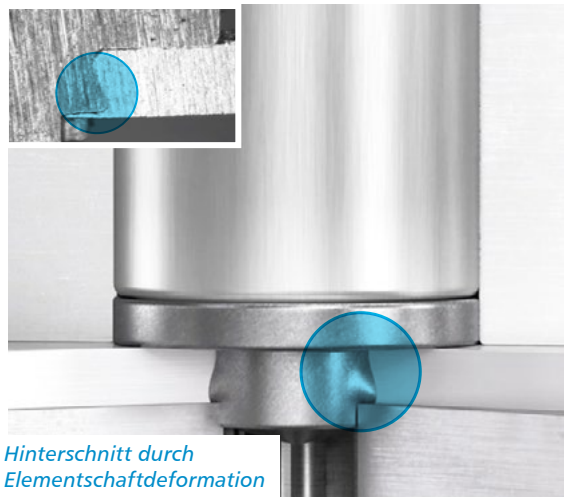
Verbinden durch Widerstandselementschweißen
I. Vormontage des Elementes im Aluminiumteil

Herstellen der Unterbaugruppe
Vorbereiten der Aluminium-verbindungen



Flexweld® (T-förmig)

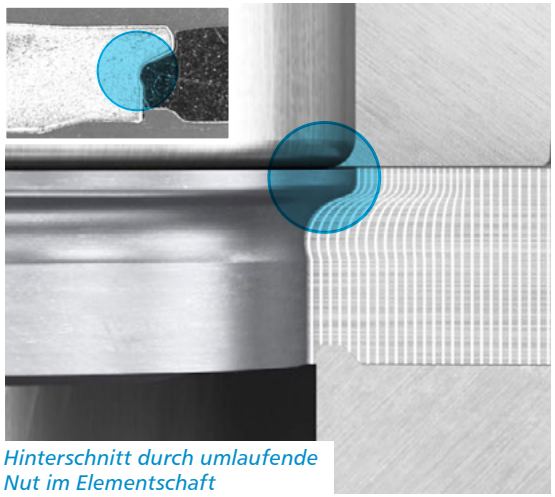
Das Flexweld®-Element wird selbststanzend in ein nicht vorgelochtest Aluminiumteil eingebracht. Hier befestigt eine spezielle Stempel-Matrizen-Kombination das Element mechanisch, indem sie den Elementschaft teilweise verformt. Dadurch wird verhindert, dass das Element herausfällt, wenn die Unterbaugruppe zur Schweißstation transportiert wird.



Hinterschnitt durch Elementschaftdeformation

SWOPtec (blecheben)

Das SWOPtec-Element wird in ein nicht vorgelochtes Aluminiumteil eingestanzt. Hier wird das Element durch Ausfüllen der Elementschaftnut mit Aluminium befestigt. Dadurch wird verhindert, dass das Element herausfällt, wenn die Unterbaugruppe zur Schweißstation transportiert wird.

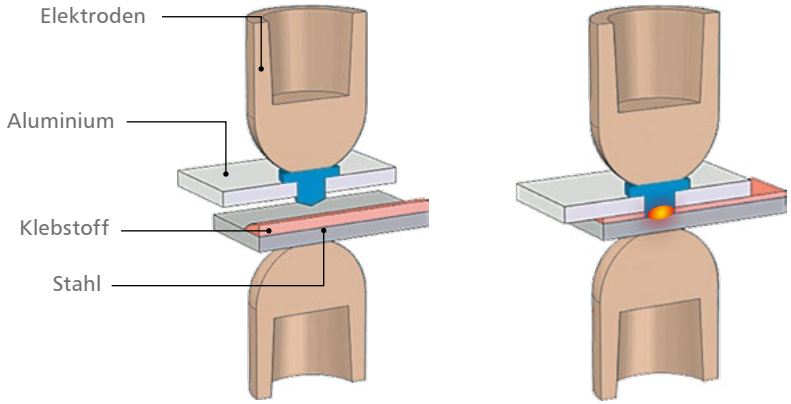


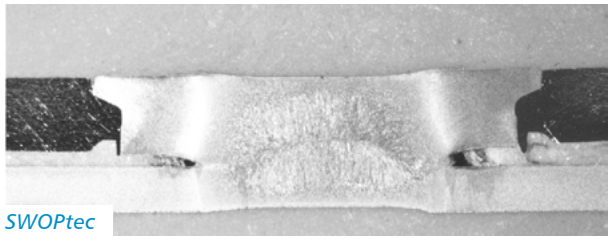
Hinterschnitt durch umlaufende Nut im Elementschaft

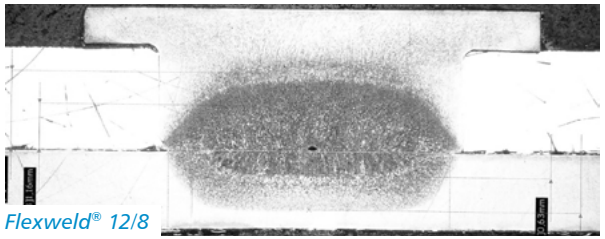
Verbinden durch Widerstandselementschweißen
II. Schweißen an der Hauptfertigungslinie

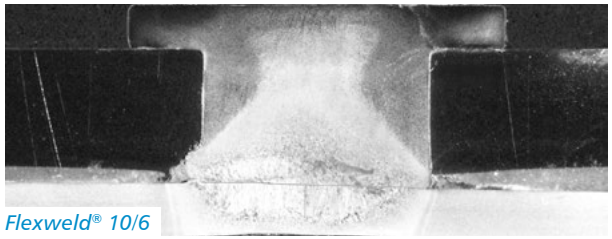
Herstellung der Rohkarosserie
Kleben und Widerstandselement-schweißen

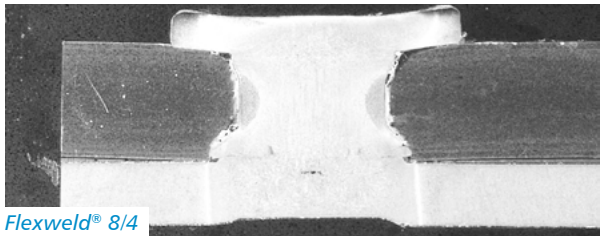
Das vormontierte Aluminiumteil wird mit den Stahlbauteilen verschweißt, wobei herkömmliche Widerstandspunktschweißzangen verwendet werden, um eine Unterbaugruppe zu erzeugen oder das Aluminiumteil mit der gesamten Rohkarosserie zu verbinden.




SWOPtec


Flexweld® 12/8


Flexweld® 10/6


Flexweld® 8/4

Material- und Dickenflexibilität

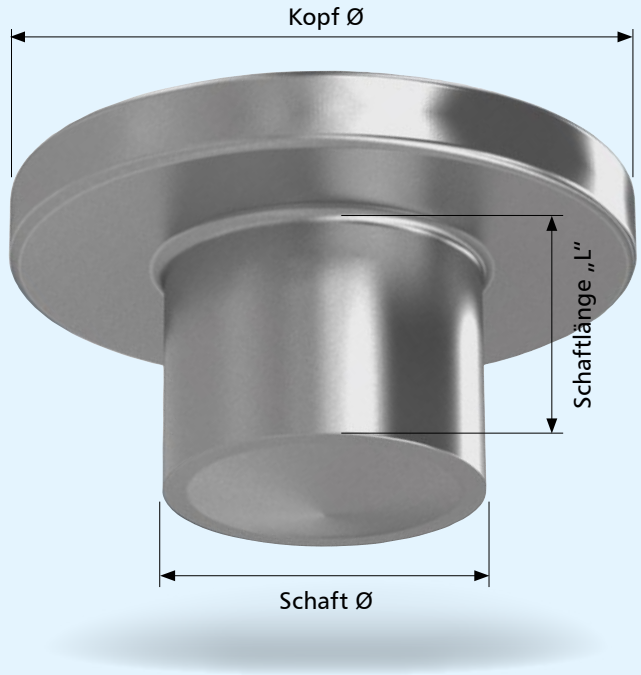
Beim Widerstandspunktschweißen bildet sich zwischen der Elementspitze und dem Stahlblech ein Schweißpunkt. Die Schweißpunktgröße hängt vom Element und den Schweißparametern ab.

Anwendungsdickenbereich Flexweld® (T-förmig)

Dicke des Aluminiums t [mm]	Typ 8/4	Typ 10/6	Typ 12/8
0,7 - 1,0	L1,4	-	-
1,1 - 1,5	L1,9	-	-
1,6 - 2,0	L2,5	-	-
2,1 - 2,5	L2,9	-	-
2,6 - 3,1	L3,5	-	-
3,2 - 3,7	L4,1	-	-
3,8 - 4,3	L4,7	-	-
0,9 - 1,2	-	L1,5	-
1,3 - 1,6	-	L1,8	-
1,7 - 2,0	-	L2,2	-
2,1 - 2,4	-	L2,6	L2,6
2,5 - 2,8	-	L3,1	L3,0
2,9 - 3,2	-	L3,5	L3,4
3,3 - 3,6	-	L3,8	L3,8
3,7 - 4,0	-	L4,3	L4,2
4,1 - 4,4	-	L4,7	L4,6

Technische Daten

Kopf Ø	12mm/ 10mm/ 8mm
Schaft Ø	8mm/ 6mm/ 4mm
Schaftlänge „L“	1,4 mm – 4,7 mm
Materialfestigkeit	Nicht wärmebehandelt
Oberfläche	Zink (+Dickschichtpassivierung); Zink-Nickel
Gewicht	0,57 g–2,74 g

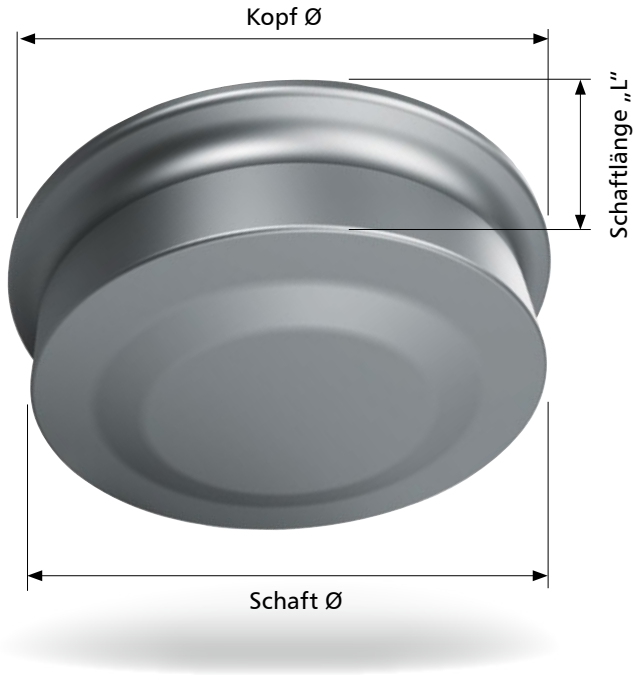


Anwendungs-Dickenbereich SWOPtec (blecheben)

Dicke des Aluminiums t [mm]	Matrize ohne Präge-ring (V1)	Matrize mit Prägering (V2)
1,1	L1,5	-
1,2 - 1,3	L1,7	-
1,4 - 1,5	L2,0	-
1,6 - 1,8		-
1,9 - 2,1	L2,3	L2,0
2,2 - 2,4	L2,6	L2,6
2,5 - 2,7	L3,0	
2,8 - 3,0	L3,2	L3,2
3,1 - 3,3	L3,5	
3,4 - 3,6	L3,8	L3,8
3,7 - 3,9	L4,1	
4,0 - 4,2	L4,4	L4,4
4,3 - 4,5	-	

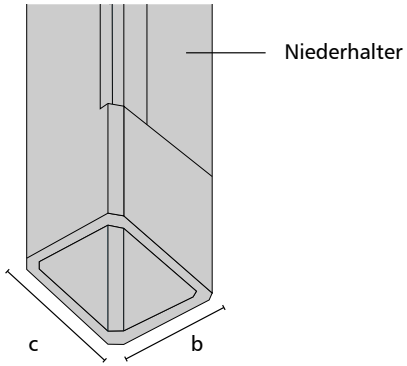
Technische Daten

Kopf Ø	12,5 mm
Schaft Ø	10,5 mm
Schaftlänge „L“	1,5 mm – 4,4 mm
Materialfestigkeit	Nicht wärmebehandelt
Oberfläche	Zink (+Dickschichtpassivie-rung); Zink-Nickel
Gewicht	1,27 g – 2,54 g

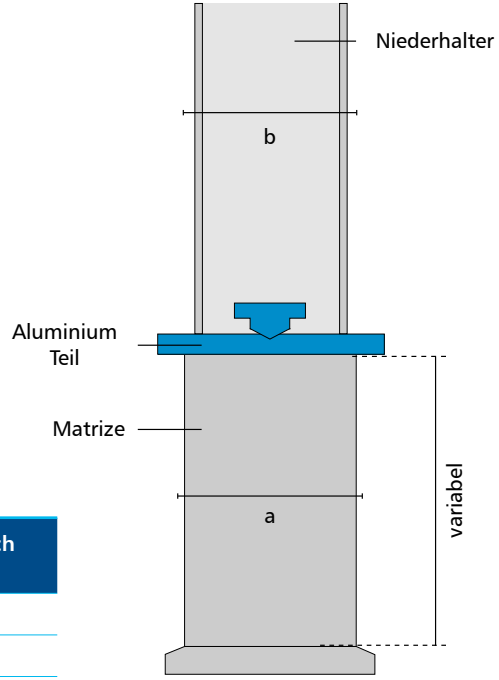


Werkzeuge für den Karosseriebau
Bestimmung der Fügeflanschgeometrie

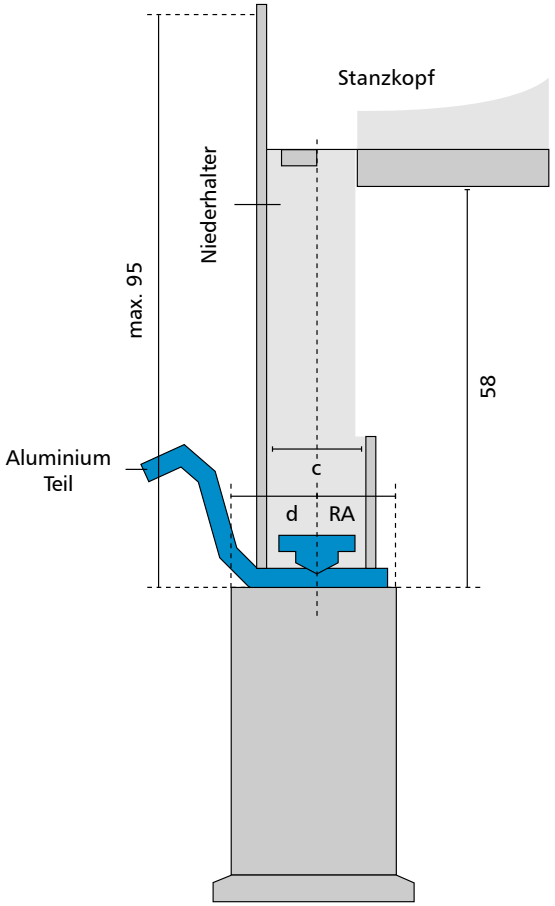
ISO-Ansicht



Vorderansicht



Seitenansicht



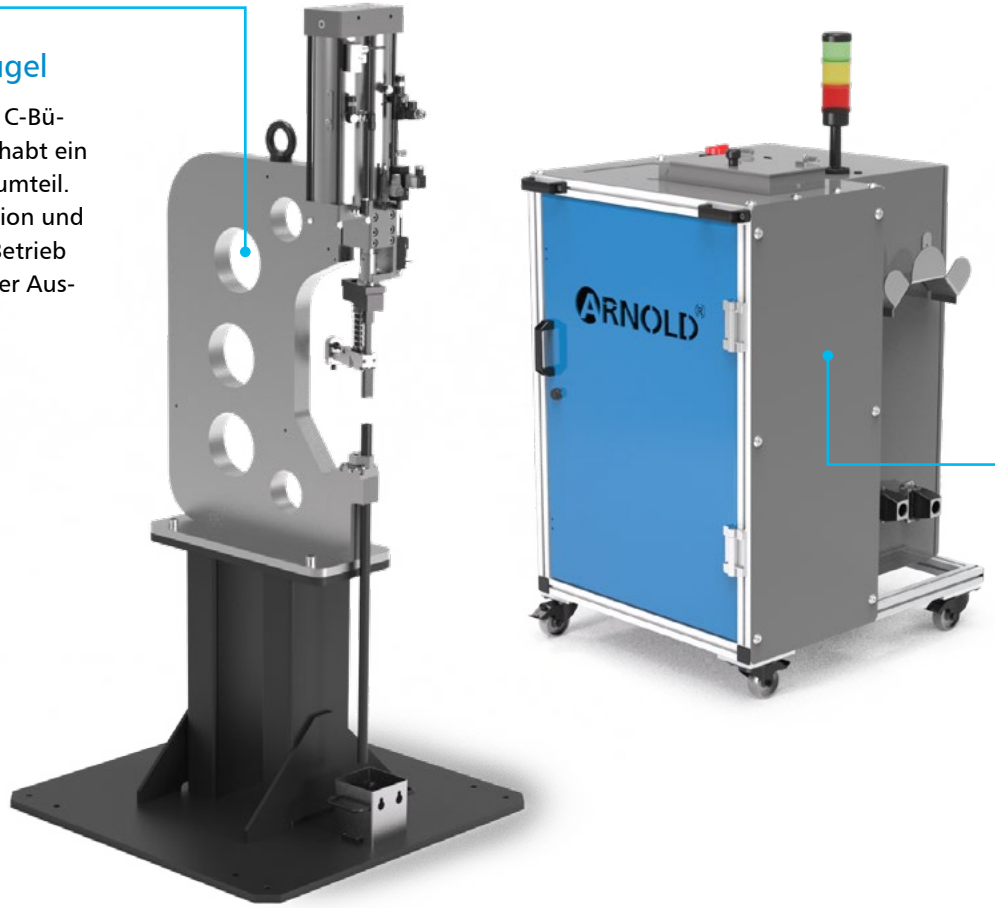
	a [mm]	b [mm]	c [mm]	d [mm]	min. RA* [mm]	min. Flansch [mm]
FLXW12/8	Ø16	21,5	15,3	9,2	8	17,2
FLXW10/6	Ø16	19,5	13,3	8,2	8	16,2
FLXW8/4	Ø16	17,5	11,3	7,2	8	15,2
SWOP	Ø20	21,5	18,3	9,2	10 (Blech) 14 (Druckguß)	19,2 (Blech) 23,2 (Druckguss)

**RA=Randabstand (Elementmitte bis Blechbeschnitt);*
Hängt von den Eigenschaften des Al-Materials ab und muss mit dem Originalmaterial des Kunden bewertet werden

Die Systemtechnik zum Einpressen von Flexweld® und SWOPtec

Stationärer C-Bügel

Bei einer stationären C-Bügelanwendung handhabt ein Roboter das Aluminiumteil. Die einfache Installation und der kostengünstige Betrieb sind die Vorteile dieser Ausführung.



Steuerung und Software

Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Anlagensteuerung und des Datenaustausches, die von externen Steuerungen (z. B. Siemens, Mitsubishi) bis hin zu softwarebasierten Lösungen (z. B. codesys) reichen. Die Prozessdatensicherung umfasst MQTT, REST, OPC UA, SQLite. Die webbasierte HTML-MMS-Benutzeroberfläche kann auf einem Bedienpanel, einem PC/Laptop oder dem Hauptrechner installiert werden.

Einbaufertiger Schaltschrank und Elementzuführung

Diese Einheit umfasst die Elementsortierung und -zuführung sowie den Schaltschrank für die Kommunikation zwischen dem System und dem Roboter. Für den Datenaustausch können verschiedene Schnittstellen und Funktionalitäten ausgewählt werden. Das gesamte System kann in eine Maschine, eine Fertigungslinie oder ein Firmennetzwerk integriert werden.

Die Systemtechnik zum Einpressen von Flexweld® und SWOPtec

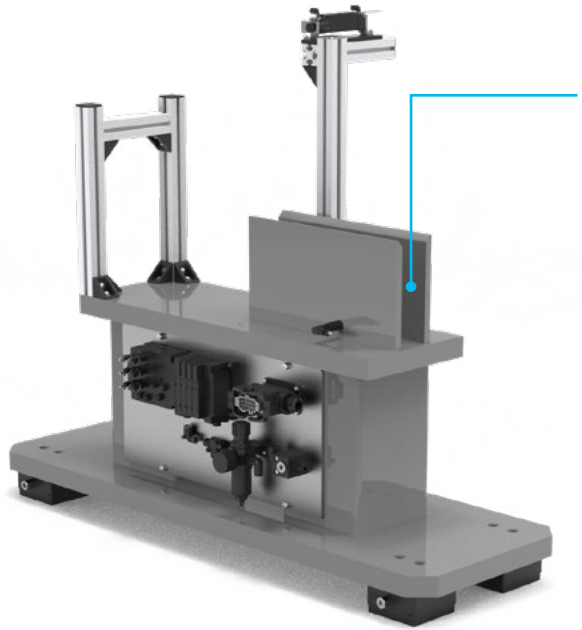
Robotergeführter C-Bügel

Der robotergeführte C-Bügel zum Einpressen des Elementes ist in verschiedenen Ausführungen und Funktionalitäten wie z. B. Magazinbeschickung oder automatischer Werkzeugwechsler erhältlich. Das System ist unabhängig von der Ausrichtung des Roboters und arbeitet in jeder Winkelposition. Die hohe Flexibilität und Zugänglichkeit sind die Vorteile dieser Ausführung.

Geringes Stückgewicht von 135 kg

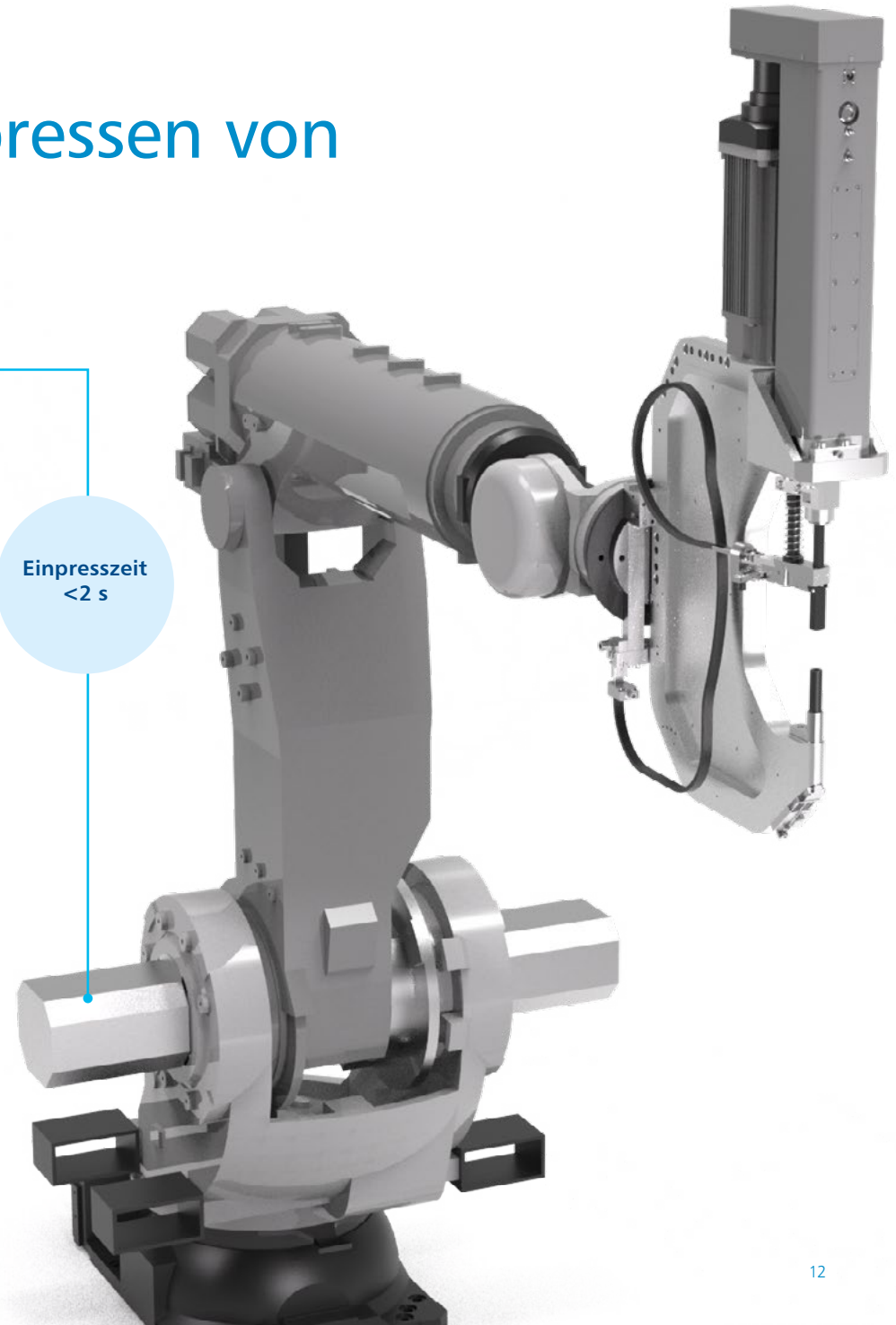
Servoantrieb mit 50 kN

Einpresszeit <2 s

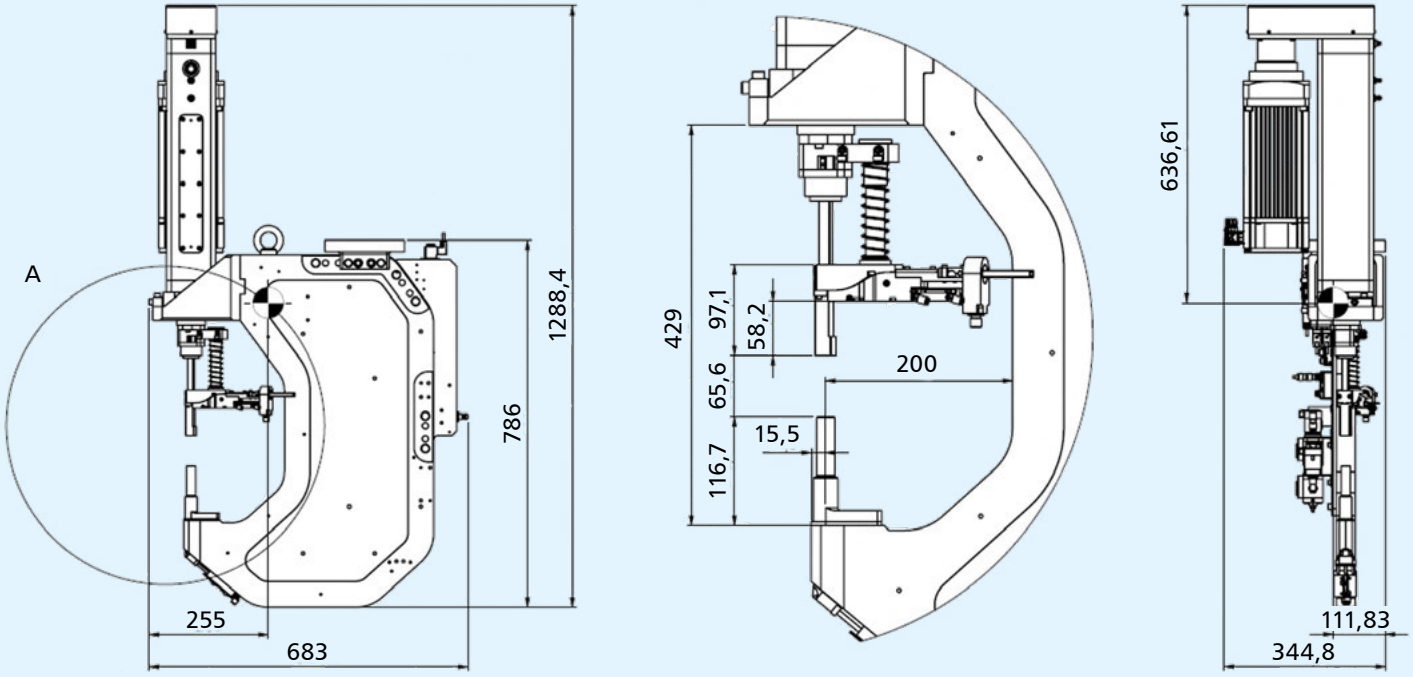


Abkoppeln und Lagerung

Diese optionale Einheit dient zur Aufbewahrung des robotergeführten C-Bügels, falls der gleiche Roboter für andere Arbeiten wie z. B. Schweißen verwendet wird. Sie kann an die spezifischen Anforderungen des Kunden angepasst werden und ist zusätzlich mit einer Magazinnachfüllfunktion ausgestattet.



C-Bügel
Abmessungen



Größe C-Bügel

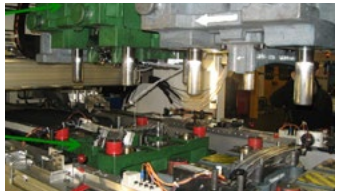
Die Konstruktion berücksichtigt die Störkontur und das Gesamtgewicht des C-Bügels sowie die Zugänglichkeit der Fügestelle. Der Servoantrieb und der Roboteradapter können je nach Kundenwunsch in verschiedene Richtungen und Positionen ausgerichtet werden. Die Matrizenlänge kann an die Abmessungen des Aluminiumteils angepasst werden.

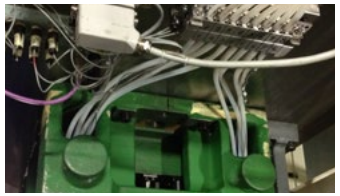
Beispiel für die Abmessungen eines C-Bügels

Effizienzsteigerung mit MultiFeed-Systemen

Folgeverbundwerkzeug

Der Stanzkopf und die Matrize werden in ein Folgeverbundwerkzeug installiert und die Verbindungselemente werden während des Umformens und Prägens des Aluminiumteils gleichzeitig eingepresst. Durch die Multiplikation werden sowohl die Zykluszeit als auch die Kosten gesenkt. Hierfür ist ein MultiFeed-System mit Zusatzfunktionen zur Überwachung der Bewegung des Verbindungselementes und mit einer Beschickungsfähigkeit von bis zu 64 Befestigungsmitteln in einem Schlag vorgesehen.







MultiFeed

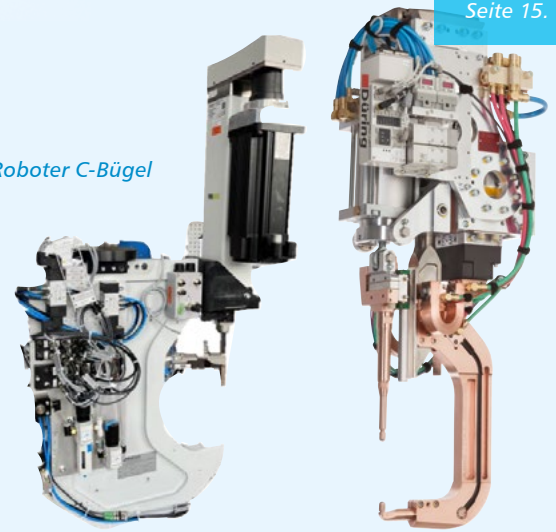
Handgerät

ARNOLD liefert passende Werkzeuge (Stempel/Matrize) und den C-Bügel für die Montage an übliche Hand-Antriebsgeräte (z. B. ProSpot).



Mehr Informationen zum Equpiment auf Seite 15.

Roboter C-Bügel



Labor Fastening Systems – Ihr Partner für WES-Anwendungen

Schulungen

Wir unterstützen Sie beim Erwerb von Fähigkeiten in der Anwendung der Fügetechnik. Zu den Themen gehören das Wissen über die Elemente und Systeme ebenso wie das Fügen, die Parametrisierung und die Qualitätssicherung.



Ausrüstung

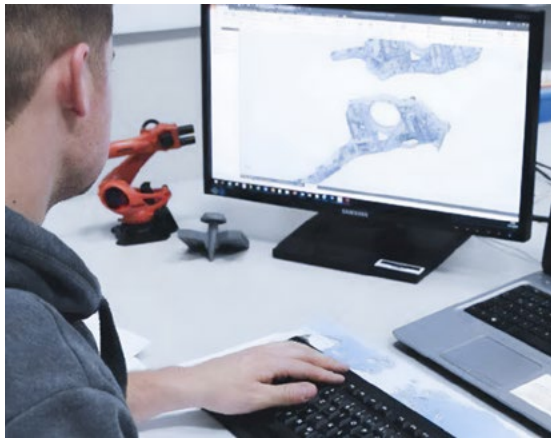
Alle WES-Fügeversuche werden mit modernsten Werkzeugen und Systemen für die Herstellung von Karosserierohkarosserien durchgeführt. Für das Einpressen gibt es verschiedene Möglichkeiten (Roboter C-Bügel, Handwerkzeug etc.), um Ihre individuellen Herangehensweisen zu reproduzieren. Zum Schweißen wird eine standardmäßige servogetriebene C-Bügelzange verwendet.



Verbinden von Zugänglichkeit und Vorrichtungsdesign

Testsverfahren

Mustertests und Prototypenbau unterstützen Ihre Benchmarking- und Qualifizierungsphase. Dabei werden die Prüfverfahren einschließlich der Fügepunktanalyse und Parameterbestimmung bis hin zur Prototypenfertigung in Kleinserie (Engineering, Vorrichtungsbau, Pre-Build-Fertigung und Qualitätsprüfung) einbezogen.



Neue Entwicklungen

Entwicklung von WES-Verbindungselementen und Anpassung der Anlagentechnik an Ihre individuellen Anforderungen für neue und zukünftige Anwendungen.



ARNOLD®
BlueFastening Systems

Die ARNOLD GROUP

www.arnold-fastening.com

Immer dort, wo der Kunde uns braucht.

ARNOLD – dieser Name steht international für effiziente und nachhaltige Verbindungssysteme auf höchstem Niveau.

Auf der Basis des langjährigen Know-hows in der Produktion von intelligenten Verbindungselementen und hoch-komplexen Fließpressteilen hat sich die ARNOLD GROUP bereits seit mehreren Jahren zu einem umfassenden Anbieter und Entwicklungspartner von komplexen Verbindungssystemen entwickelt.

Mit der Positionierung „BlueFastening Systems“ wird diese Entwicklung unter einem einheitlichen Dach kontinuierlich weitergeführt. Engineering, Services, Verbindungs- und Funktionselemente sowie Zuführ- und Verarbeitungssysteme aus einer Hand – effizient, nachhaltig und international.

ARNOLD UMFORMTECHNIK GmbH & Co. KG
Carl-Arnold-Straße 25
74670 Forchtenberg-Ernsbach
Deutschland
T +49 7947 821-0
F +49 7947 821-111



ARNOLD UMFORMTECHNIK GmbH & Co. KG
Im Weitblick 1
74670 Forchtenberg-Rauhbusch
Deutschland
T +49 7947 821-0
F +49 7947 821-111



ARNOLD UMFORMTECHNIK GmbH & Co. KG
Max-Planck-Straße 19
74677 Dörzbach
Deutschland
T +49 7947 821-0
F +49 7947 821-111



ARNOLD UMFORMTECHNIK GmbH & Co. KG
Logistikzentrum
Werk Dörzbach
Deutschland
T +49 7947 821-0
F +49 7947 821-111



ARNOLD FASTENING SYSTEMS Inc.
1873 Rochester Industrial Ct.
Rochester Hills, MI 48309-3336
USA
T +1 248 997-2000
F +1 248 475-9470



ARNOLD FASTENERS (SHENYANG) Co., Ltd.
No. 119-2 Jianshe Road
110122 Shenyang
China
T +86 2488 790633
F +86 2488 790999



ARNOLD TECHNIQUE FRANCE SAS
267 Route Nationale 7
38150 Salaise sur Sanne
Frankreich
T +33 (0)427 698177
F +33 (0)427 698178



Technische Änderungen vorbehalten · Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung.
AUM · Hela · ARN_202 6_031 · 03/26 © by ARNOLD UMFORMTECHNIK GmbH & Co. KG