

Das Gleitziehbiegen und sein Potenzial

1. Verfahrensbeschreibung

Beim Gleitziehbiegen wird ein Blechzuschnitt, als Einzelplatte oder von einem Coil, mittels einer Zieheinrichtung durch eine formgebende Matrize (Umformwerkzeug mit auswechselbaren Aktivelementen) diskontinuierlich mittels Greifer gezogen. Dabei wird der Zuschnitt in die durch die Matrize vorgegebene Profilgeometrie umgeformt. Mittels Stellmotoren und Spindeln lassen sich die Aktivelemente des Umformwerkzeuges auf- und zufahren, so dass über den Querschnitt veränderliche Profile herstellbar sind. Mit diesem Verfahren sind trägerförmige Kaltprofile in nahezu beliebiger Länge und Form (symmetrische Profilquerschnitte wie z. B. U-, Hut- und C-Profile) herstellbar.

2. Vorteile gegenüber alternativen Profilherstellungsverfahren

Tabelle 1: Vorteile gegenüber alternativer Profilherstellungsverfahren (Erläuterung zur Tabelle: +...Vorteil; -...Nachteil; =...kein nennenswerter Unterschied)

| Kriterien/Verfahren | Walzprofilieren | Gesenk- und Schwenkbiegen | Tiefziehen |
|--|-----------------|---------------------------|------------|
| Einfahrzeit | + | = | = |
| Umrüstzeit | + | - | - |
| Maschinenaufwand | + | - | + |
| kostengünstige Einzel- bzw. Kleinserienfertigung | + | - | + |
| Vielfalt der Profile | + | + | + |
| variable Profillängen | = | + | + |

3. Vorteile für kleine und mittlere Unternehmen im Vergleich zu den Alternativverfahren

Tabelle 2: Vorteile für kleine und mittlere Unternehmen im Vergleich zu den Alternativverfahren

| Profilhersteller | Profilanwender |
|--|---|
| ✓ Effektive Herstellung kleiner Stückzahlen | ✓ Variierbare Profillängen |
| ✓ Vielfalt von Profilmfamilien, d. h. Herstellung unterschiedlicher Profilbreiten und Flankenhöhen für symmetrische Profilquerschnitte | ✓ Unterschiedliche Profilquerschnitte |
| ✓ Belastungsangepasste (im Querschnitt veränderliche) Profile | ✓ Belastungsangepasste (im Querschnitt veränderliche) Profile |
| ✓ Niedrige Anlagen- und Werkzeugkosten; mit einem Werkzeug sind Profilmfamilien herstellbar | ✓ Nebenformelemente (z. B. Stanzen) in nachgelagerten Prozessen erzeugbar |
| ✓ Geringer Platzbedarf der Anlage | ✓ Verarbeitung handelsübliche Blechwerkstoffe |
| ✓ Geringe Rüstzeiten durch auswechselbare Aktivelemente im Umformwerkzeug | |

4. Aufbau der Gleitziehbiege-Anlage

Tabelle 3: Module der Gleitziehbiege-Anlage

| Komponenten/Module | Ausführung | |
|------------------------------|----------------|-----------------|
| | Grundauführung | Erweiterbar mit |
| Materialzuführung (Haspel) | | x |
| Antrieb | x | |
| Werkzeugeinheit | x | |
| Greifer- und Vorschubeinheit | x | |
| Verstellmotoren | | x |
| Abläng- und Ablagemodul | | x |
| Komponententräger (Gestell) | x | |
| Steuerung | x | |



Abb. 1: Grundauführung von links nach rechts: Greifer- und Vorschubeinheit, Werkzeugeinheit, Führungseinheit

5. Technische Daten

Abmessungen der Gleitziehbiege-Anlage in seiner Grundauführung:

Länge = 2470 mm

Breite = 1000 mm

Höhe = 1180 mm

Anschluss: 3 × 400 V, 50 Hz

Anschlussleistung: 20 kW

Stromaufnahme: 35 A

Schnittstelle: Anschlussklemmen innerhalb des Schaltschranks

Druck: 6 ... 8 bar

6. Anlagenbeschreibung

Grundsätzlich wird von einer modularen Bauweise ausgegangen, d. h. die Gleitziehbiegeanlage sollte ja nach Spezifik der Kundenanforderungen ohne großen Aufwand montierbar sein. Die Module sind mit definierten mechanischen, elektrischen, sensorischen, aktorischen und softwaretechnischen Schnittstellen versehen. Für die modulare Bauweise wurde ein Gestell verwendet, bei dem die einzelnen Module integriert werden. Das Gestell ist mit einem einheitlichen Rastermaß von ca. 2 Meter (Länge) x 1 Meter (Breite) x 1 Meter (Höhe) vorgesehen.

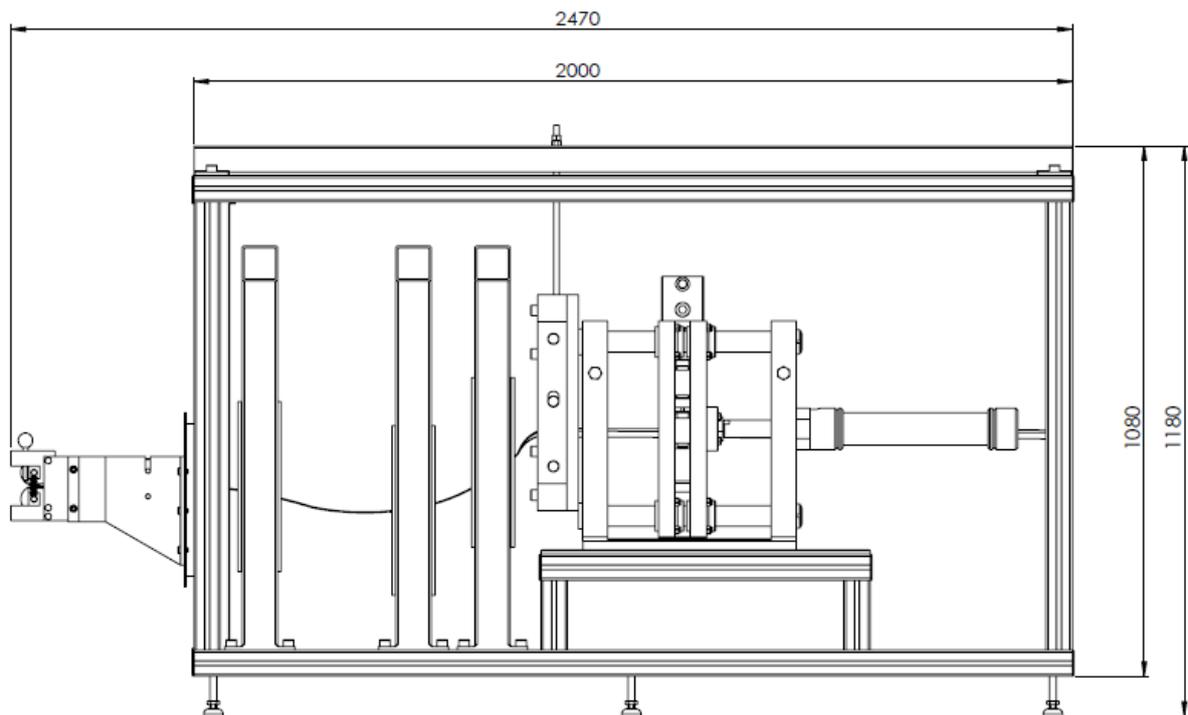


Abb. 2: Grundaufbau des Demonstrators

Materialbereitstellung

Die Materialbereitstellung erfolgt mittels handelsüblicher Komponenten. Die Anlage kann mit einer Haspel und einer nachgeschalteten Richteinheit betrieben werden. Beim Einsatz einer Coillhaspel ist diese mit eigenem Antrieb zu versehen, sodass keine weiteren Vorschubkräfte für die Greifer- und Vorschubeinheit entstehen.

Aktuell ist die Beschickung von Blechstreifen per Hand durch den Maschinenführer möglich.

Antriebs- und Vorschubeinheit

Die Antriebs- und Vorschubeinheit (AVE) hat die Aufgabe, das Blech durch das Umformwerkzeug diskontinuierlich zu ziehen. Dazu müssen zwei Hauptbewegungen realisiert werden. Dies ist zum einen die Bewegung parallel zur Ziehrichtung, um den Greifer vor- bzw. zurück zu fahren und zum

anderen die Bewegung senkrecht zur Ziehrichtung, um das Blech während des Ziehvorgangs im Greifer festzuhalten. Die AVE besteht aus folgenden Komponenten:

- Waagrecht gelegtes Säulenführungsgestell

Dieses ist aus drei Platten und vier Führungssäulen aufgebaut. Die äußeren beiden Platten sind feststehend und die mittlere über Gleitführungsbuchsen beweglich an den Führungssäulen angebracht. Zwei doppelt wirkende Hydraulikzylinder können die mittlere Platte zwischen den beiden äußeren Platten hin und her bewegen. Die mittlere Platte wird geteilt ausgeführt.

- Greifer

Innerhalb der mittleren Platte ist die Greiferkonstruktion untergebracht. Die Greiferkonstruktion besteht aus einem beweglichen (obere Aufnahme) und einem feststehenden Greifer (untere Aufnahme). Der bewegliche Greifer wird über zwei Bolzen linear geführt. Die Greifer besitzen jeweils eine Matrix von Gewindebohrungen, die zum Anschrauben der Greiferbacken dienen. Somit können die Greiferbacken schnell und einfach getauscht werden. Damit werden Zeit und Kosten bei der Optimierung der Greiferbacken reduziert. Das Spannen der Greiferbacken erfolgt über zwei Hydraulikzylinder, die oberhalb der Greiferkonstruktion an der mittleren Platte angeflanscht sind und direkt auf den oberen Greifer wirken. Die Spannkraft, die mit den beiden Hydraulikzylindern aufgebracht werden kann, ist durch ein Druckbegrenzungsventil variabel einstellbar.

Das Zusammenspiel der beiden Hauptbewegungen wird über eine SPS (speicherprogrammierbare Steuerung) gesteuert. Mit Hilfe eines Wegsensors kann zu jeder Zeit die Stellung der mittleren Platte überwacht werden. Durch die Informationen des Wegsensors kann die SPS die Vor- und Rückwärtsbewegung der mittleren Platte über ein Proportionalventil steuern. Somit besteht beim Ziehvorgang die Möglichkeit, verschiedene Hublängen und Ziehgeschwindigkeiten einzustellen. Der Ziehvorgang kann damit an verschiedene Blechgeometrien angepasst werden.

Die Greiferbacken sind als Verschleißteile ausgelegt und müssen somit leicht austauschbar sein. Vorzugsweise ist Aluminiumwerkstoff für die Backen zu verwenden. Die Backenbreite ist abhängig von der zu erzeugenden Profilbreite.

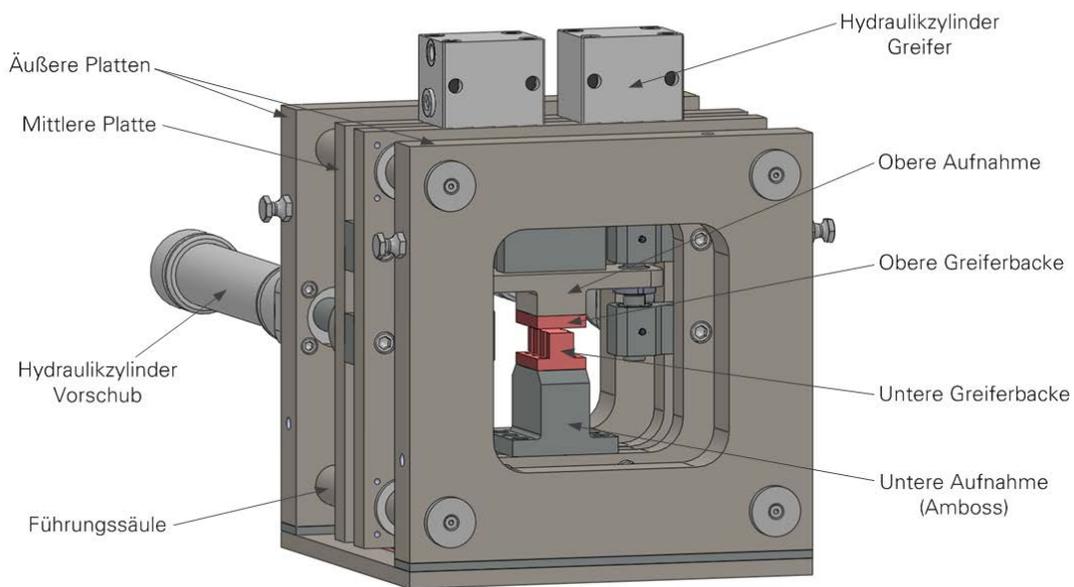


Abb. 3: Antriebs- und Vorschubeinheit

Gestell

Der Grundrahmen der Anlage setzt sich aus einer beliebigen Anzahl von gleichartigen Aluminiumsegmenten zusammen. Die Länge eines Segments beträgt 2000 mm. Die Segmente sind mechanisch miteinander verbunden. Die Rahmensegmente sind auf justierbare Füße gestellt, sodass Bodenunebenheiten von + 30 mm ausgeglichen werden können. Die Rahmensegmente befinden sich 100 mm über dem Fußbodenniveau. Damit ist der Transport durch einen Gabelstapler möglich. Die Rahmensegmente sind mit Längsnuten versehen, so dass Konstruktionselemente mittels Gleitstein an beliebiger Stelle befestigt werden können. Die Module der Anlage werden mit einheitlichem Hilfsrahmen, der den vorgegebenen Bauraum 1000 mm x 1000 mm (L x B) umschließt, auf dem Grundrahmen mittels Gleitstein befestigt. Diese Art der Befestigung ermöglicht eine einfache Verschiebung/Justierung der Module in Längsrichtung bzw. ein problemloses Auswechseln oder Hinzufügen von Modulen. Die Hilfsrahmen sind mit Ösen versehen, so dass Hebezeuge für Montage/Demontage eingesetzt werden können. Die Hilfsrahmenelemente werden untereinander mit mechanischen "Momentstützen" verbunden, so dass die Kräfte, die aus dem Vorgang des Gleitziehbiegens resultieren und durch das Werkstück bzw. Material übertragen werden, in das Werkzeug/Antriebsmodul abgeleitet werden. Dadurch wird verhindert, dass der Rahmen die Kräfte kompensieren muss, was wiederum eine leichtere Konstruktion ermöglicht.

Werkzeugeinheit

Das Grundwerkzeug ist ein Werkzeug zur Herstellung von Hutprofilen, da sich mit diesem Werkzeug prinzipiell auch U-Profile herstellen lassen. Das Werkzeug besteht aus einem Werkzeugrahmen, Sensoren, Aktoren, (geteilten) Aktivelementen und den Verstellmotoren.

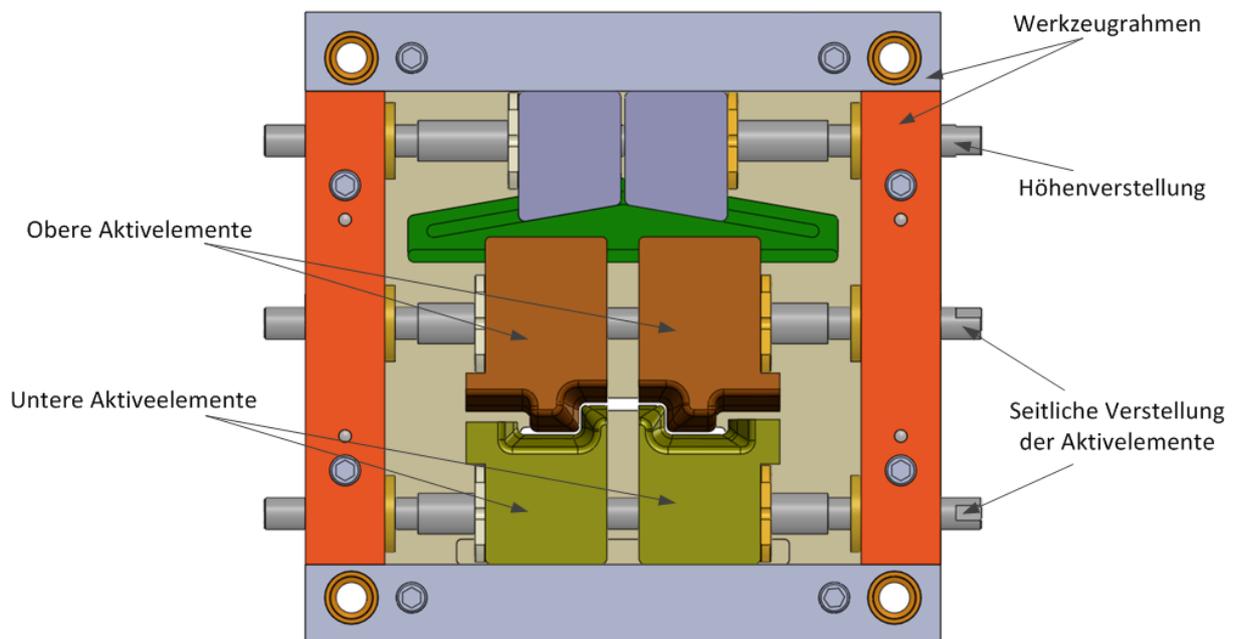


Abb. 4: Prinzipieller Aufbau der Werkzeugeinheit

Der Aktivraum soll min. 200 mm x 200 mm betragen. Für die seitlichen Verstellkräfte ist eine Verstärkung von min. 25 kN vorzusehen.

Die Anordnung der Aktivelemente soll im Baukastenprinzip erfolgen, so dass eine Umrüstung des Werkzeuges auf andere Profilgeometrien möglich ist. Umrüstkosten und -zeit lassen sich durch eine Trennung der Aktivteile vom Werkzeuggrundkörper wesentlich reduzieren, daher empfiehlt sich ein achteiliges Werkzeug (Abb. 8). Der Ziehspalt im Werkzeug sollte 0,2 mm betragen. Um die Standzeit des Werkzeuges zu erhöhen, ist gehärteter bzw. nitrierter Werkzeugstahl zu verwenden.

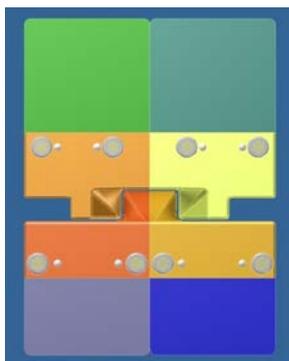


Abb. 5: Achtteiliges Umformwerkzeug

Materialabführung

Die Materialabführung schließt die Trennung der Endlosprofile durch eine Ablängeinheit inkl. Ablängeeinheit sowie die Abnahme der fertig geformten Profile durch den Maschinenführer ein. Bei der

Entnahme durch den Maschinenführer ist eine sicherheitstechnische Ausrüstung zum Schutz des Anlagenbedieners vor Gefährdung erforderlich. Die Abläng- und Ablageeinheit soll aus folgenden Komponenten bestehen:

- Maschinengestell

Das Gestell für diese Einheit bestehend aus einem Grundrahmen 2000 mm x 1080 mm (L x B) mit Profilabmessungen von 160 mm x 80 mm. Es soll zur sicheren Aufnahme der Trenneinrichtung, zur Befestigung des Messsystems sowie der Zu- und Abfuhrrollenbahn dienen. Diese Komponenten sollen auf höhenverstellbaren Profilen montiert werden, um operative Anpassungen während der Montage und des Einrichtbetriebs zu ermöglichen. Das Maschinengestell soll gleichzeitig eine Schutzfunktion übernehmen. Zur Gewährleistung des Bedienerschutzes ist das Gestell mit einer Einhausung zu versehen.

- Profilzuführung

Die Profilzuführung soll das Profil des Gleitziehbiegeprozesses der Trennvorrichtung zuführen. Die Integration eines Antriebes zur Vorschubrealisierung ist nicht erforderlich, da die Vorschubleistung des Gleitziehbiegeprozesses genutzt wird. Das Zufuhrsystem hat dafür zu sorgen, dass das Profil in der Bahn geführt wird, wie es vorgesehen ist. Speziell beim Neubestücken der Anlage, erforderlich zum Beispiel nach einem Bandwechsel oder einem Werkzeugwechsel, ist zu verhindern, dass der Profilanfang mit Teilen der Trennanlage kollidiert. Eine Kombination aus Gleitkörperführung und Wälzkörperführung ist vorteilhaft.

- Spannsystem

Für das Trennen des Profils ist eine Lagesicherung des Leichtbauprofils in Sägeposition erforderlich. Die beim Trennen wirkenden Kräfte auf das Profil müssen durch Anschläge aufgenommen werden. Es sollte mindestens eine Spannstelle vor und hinter der Trennstelle vorgesehen werden, um eine Verschiebung des zu trennenden Profils oder des Profilabschnitts in Profillängsrichtung zu verhindern. Als Spannvorrichtung sind Kniehebelspanner vorgesehen. Diese überschreiten mit einem schlank gestalteten Spannfinger nicht den verfügbaren Bauraum.

- Trenneinrichtung

Als Trennvorrichtungen sollten aus Kostengründen Aggregate ausgewählt werden, die als Standardgeräte am Markt verfügbar sind. Die ausgewählten Standardgeräte sollen mit möglichst wenig Änderungen beziehungsweise Nachrüstungen an den vorliegenden Einsatzfall angepasst werden. Vorteilhaft sind in diesem Zusammenhang halbautomatische oder vollautomatische Geräte, in den bereits geeignete Aktoren und Sensorik verbaut sind. Es sind aber nur Geräte auszuwählen, die laut Hersteller für den industriellen Einsatz vorgesehen sind. In einer Vorstudie zur Auswahl einer geeigneten Trennvorrichtung kann die Metallkreissäge MKS 350 H empfohlen werden. Als halbautomatische Kappsäge mit einem Sägeblattdurchmesser von 350 mm können Profile mit einer maximalen Abmessung (B x H) 100 x 100 mm bzw. 120 x 80 mm verarbeitet werden.

- Abfuhr-Rollenbahn und Entnahmestation

Die Abfuhr-Rollenbahn hat die Aufgabe, den abgelängten Profilabschnitt aufzunehmen und zur Entnahmestation zu transportieren. Die Entnahmestation sollte frei zugänglich sein, um die Profilabschnitte manuell entnehmen zu können. Zur Gestaltung der Abfuhr-Rollenbahn empfiehlt sich der

Systembaukasten der Firma ITEM. Dieser bietet standardisierte Tragrollen, Tragrollenlagerungen und Antriebskonzepte und ist einfach anpassbar und erweiterbar.

Nachgelagerte Prozesse

Als nachgelagerte Prozesse kommt u. a. das Lochen in Frage. Hierfür sollen handelsübliche Anlagen bzw. Maschinen verwendet werden. Die Schnittstellen müssen so abgestimmt sein, dass sich handelsübliche Anlagen bzw. Maschinen integrieren lassen.

Anlagensteuerung

Die Anlagensteuerung ist modular aufgebaut, so dass ein Nachrüsten von weiteren Zusatzmodulen in der Steuerung integrierbar ist. Folgende Komponenten sind mindestens anzusteuern:

Für die Hardware wurde eine SPS eingesetzt. Ein PC dient dabei zur Steuerung und Überwachung der Anlage. Der PC ist über Ethernet mit dem Controller der SPS verbunden. Vorzugsweise ist für die Bedienung der Anlage eine Touchpanel mit min. 15" Bildschirmdiagonale zu verwenden. In den Schaltschränken ist mindestens eine Platzreserve von 20 % vorzusehen. Die Datenerfassung erfolgt mittels Datenblatt und ist per Excel-Tabelle auswertbar.

7. Aktuelle Verfahrensparameter

Die Gleitziehbiege-Anlage ist hinsichtlich folgender technischer und technologischer Parameter ausgelegt:

Tabelle 1: Technische und technologische Parameter

| Technologische Parameter | | Eingangsgrößen | |
|---|---|-----------------|---------------------------------|
| Vorschubkraft: | $F_v = 50 \text{ kN}$ | Material: | Hochfester Stahl |
| Vorschubgeschwindigkeit | $v_{\max} = 5 \text{ m/min}$ | Profillängen: | $l = 2 \text{ m} - 4 \text{ m}$ |
| Vorschubweg | $s_{\min} = 10 \text{ mm}$ $s_{\max} = 220 \text{ mm}$ | Blechdicke: | $s_0 = 2 \text{ mm}$ |
| Flächenpressung zwischen Greiferbacken und Profil | $p_{\text{zul}} = 80 \text{ MPa}$ | Halbzeugbreite: | $b_0 = 100 \text{ mm}$ |
| Greifer/Öldruck | $p_G = 25 \text{ MPa}$ | | |

8. Grenzparameter

Material: hochfester Stahl → perspektivisch Edelstahl, Aluminium

Profillänge: Restriktion durch die Hallenabmessung

Blechdicken: $s_0 = 2 \text{ mm}$ bis 4 mm

Halbzeugbreiten: $b_0 = 100 \text{ mm}$ bis 200 mm

9. Kontaktdaten

Die Ergebnisse entstanden im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundprojektes „Technologiedemonstrator für das Gleitziehbiegen nicht normgerechter Profile“. Dabei wurde erstmalig ein Demonstrator für das Gleitziehbiegen von symmetrischen und geraden Blechprofilen entwickelt, hergestellt und optimiert.

Die Dokumentation entstand unter Mitwirkung folgender Verbundpartner:

- Neumann & Co. GmbH, Glaubitz
- ATG Automations-Technik Gröditz GmbH & Co. KG, Gröditz
- Franke Maschinenbau Medingen GmbH, Medingen
- HUT Helm Umform Technik, Riesa
- Technische Universität Dresden
 - Fakultät Maschinenwesen, Institut für Festkörpermechanik

Für Fragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Technische Universität Dresden
Fakultät Maschinenwesen
CIMTT Zentrum für Produktionstechnik
und Organisation
Tel.: +49 351 463-37518/33597
Fax: +49 351 463-37119
E-Mail: kerstin.lehmann@tu-dresden.de