



Biegen von Aluminium-Halbzeug in der handwerklichen Praxis



Inhalt

1.	Allgemeine Richtlinien für Biegearbeiten	3	3.4	Temperaturkontrolle beim Warmbiegen	6
2.	Kaltbiegen	4	4.	Durchführung des Biegens	7
2.1	Biegeradien	4	4.1	Biegen von Blechen	7
2.2	Vermeiden von Biegerissen	4	4.1.1	Handwerkliches Biegen	7
2.3	Biegen aushärtbarer Legierungen	4	4.1.2	Biegen auf Maschinen	7
2.4	Rückfederung	4	4.2	Biegen von Rohren und Profilen	8
3.	Warmbiegen	5	4.2.1	Kaltbiegen von Rohren	8
3.1	Wirkung der Erwärmung	5	4.2.2	Arbeiten mit der Sprenggabel	9
3.2	Temperaturbereiche für das Warmbiegen	5	4.2.3	Warmbiegen von Rohren	9
3.3	Anwärmen	5	4.2.4	Kaltbiegen von Profilen	10
			4.2.5	Warmbiegen von Profilen	11

Dieses Merkblatt enthält Arbeitshinweise und Richtlinien für das handwerkliche Biegen von Aluminium-Halbzeug (Blech, Stangen, Rohre und Profile).

Technische Angaben und Empfehlungen dieses Merkblattes beruhen auf dem Kenntnisstand z. Zt. der Drucklegung ohne Gewähr oder Haftungsübernahme.

1. Allgemeine Richtlinien für Biegearbeiten

Mechanische Oberflächenbeschädigungen sowie das Eindrücken von Fremdmetallfittern sind zu vermeiden. Zur Schonung der Oberfläche wird daher empfohlen:

- Arbeitsplatz und Werkzeug von Staub und Metallspänen sauberhalten.
- Das benutzte Werkzeug nur für Aluminium verwenden (wurde es auch zur Bearbeitung anderer Metalle verwendet, anhaftenden Abrieb entfernen).
- Nur Werkzeuge mit glatten, möglichst polierten Arbeitsflächen verwenden, Arbeitsflächen gut schmieren.
- Empfindliche Oberflächen, die nach dem Biegen nicht mehr bearbeitet werden, sollten mit einem Schutzüberzug (Schutzfolie) versehen werden.
- Anzeichnen nicht mit Reißnadel, sondern mit Bleistift vornehmen.

2. Kaltbiegen

2.1 Biegeradien

Halbzeuge aus Aluminium und Aluminiumlegierungen lassen sich bei Raumtemperatur umformen. Die Grenzen der erreichbaren Kaltumformung sind abhängig von der jeweiligen Zusammensetzung, Festigkeit, von dem Verfestigungs- bzw. Wärmebehandlungszustand und von der Form und Abmessung des zu biegenden Werkstücks. Beim Biegen und Abkanten muß ein Mindest-Biegeradius eingehalten werden. In **Tafel 1** ist für Bleche bis 12 mm Dicke der Mindestradius für verschiedene Legierungen und Zustände angegeben.

Wie aus **Tafel 1** ersichtlich, kann der innere Biegeradius im allgemeinen um so kleiner gewählt werden, je weicher der Werkstoff ist und je geringer die Querschnittsabmessungen in Biegerichtung (Blechedicke, äußerer Rohrdurchmesser, Profilhöhe) sind. Durch das Biegen wird eine **Verfestigung** des Werkstoffes in der verformten Zone hervorgerufen. Die Biegestelle weist demnach eine höhere Härte, Festigkeit und 0,2%-Dehngrenze auf, als der unverformte Werkstoff. Bei Angaben in Zeichnungen werden die in **Tafel 1** angegebenen Richtwerte für die erzielbaren kleinsten Biegeradien zweckmäßig auf volle oder halbe Millimeter aufgerundet.

2.2 Vermeiden von Biegerissen

Die beim Biegen außenliegenden Kanten von Blechen und Profilen sollen zur Vermeidung von Rissen gratfrei sein. Durch leichtes Brechen der Kanten wird die Gefahr des Reißens vermindert. Beim Biegen rechtwinklig zusammenstoßender Kanten (Kästen u. dgl.) ist es günstig, die Kanten an den Ecken abzubohren (bis 0,6 mm Dicke 3 Ø, bis 1 mm 4 Ø, bis 2 mm rd. 6 Ø). Die Bohrung ist zu entgraten.

2.3 Biegen aushärtbarer Legierungen

Wie sich aus **Tafel 1** ergibt, ist Halbzeug in ausgehärtetem Zustand nur begrenzt umformbar. Werden bei Verwendung ausgehärteter Legierungen der Typen **AlMgSi** und **AlZnMg** kleinere Biegeradien gewünscht, als für den ausgehärteten Zustand angegeben, so können die Biegearbeiten in weichem Zustand durchgeführt und die Teile erst nach dem Umformen lösungsgeglüht und ausgehärtet werden. Das mit der Aushärtungs-Wärmebehandlung verbundene Abschrecken kann jedoch, besonders bei dünnwandigen Werkstücken, zu unerwünschten Verwerfungen führen, die dann durch zusätzliche Richtarbeiten beseitigt werden müssen. Um diese Schwierigkeiten zu vermeiden, sind andere Arbeitsverfahren anzuwenden, die ein nachträgliches Abschrecken der umgeformten Teile überflüssig machen (s. Abschnitt 3 „Warmbiegen“). Bei Halbzeug aus **AlMgSi**-Legierungen kann das Biegen im kaltausgehärteten Zustand ausgeführt und das umgeformte Teil anschließend warm ausgehärtet werden (8- bis 16stündiges Erwärmen bei 160 bis 180 °C). Die erzielbaren Festigkeiten liegen aber dann ca. 20% tiefer als die in der Norm angegebenen Werte für den Zustand warmausgehärtet.

2.4 Rückfederung

Beim Kaltbiegen ist die elastische Rückfederung zu berücksichtigen und ein entsprechendes, am besten durch Versuch zu ermittelndes Überbiegen vorzunehmen. Die Höhe der Rückfederung nimmt mit der Festigkeit (0,2%-Dehngrenze) des Werkstoffes zu und ist darüber hinaus vom jeweiligen Biegeverfahren abhängig.

3. Warmbiegen

Soll scharfkantiger, d.h. mit kleineren Biegeradien, gebogen werden, als beim Kaltbiegen erreicht werden kann, muß warmumgeformt werden. Dabei sind jedoch die folgenden Hinweise zu beachten.

3.1 Wirkung der Erwärmung

Mit steigender Temperatur nimmt das Formänderungsvermögen zu. Gleichzeitig verringert sich der Fließwiderstand und damit die für das Biegen erforderlichen Kräfte sowie die Höhe der elastischen Rückfederung.

Andererseits werden die mechanischen und chemischen Eigenschaften von **verfestigtem** bzw. **ausgehärtetem** Aluminiumhalbzeug durch längeres Erwärmen auf Temperaturen oberhalb von **200 °C** deutlich verändert und in der Regel beeinträchtigt.

Zunächst findet eine bleibende Entfestigung des Werkstücks statt, die oberhalb von ca. 300 °C bis auf Werte des Zustandes „weich“ infolge von „Entmischung“ und Rekristallisation zurückgehen kann.

Bei Erwärmen auf Temperaturen oberhalb von 500 °C besteht die Gefahr einer Gefügeschädigung durch „Überhitzen“ (lokales Anschmelzen). Das Halbzeug wird unbrauchbar.

Bei ausgehärteten Werkstoffen, insbesondere bei kupferhaltigen Legierungen, ist mit einer Beeinträchtigung der **Korrosionsbeständigkeit** durch längeres Erwärmen oberhalb von 200 °C zu rechnen.

Bei nachfolgender **Oberflächenbehandlung durch anodische Oxidation** kann sich die Wärmeeinflußzone durch Farbtonunterschiede abzeichnen.

3.2 Temperaturbereiche für das Warmbiegen

Für die Wahl der Arbeitstemperaturen gelten demnach folgende Empfehlungen:

- kurzzeitige, maximal 10minütige Erwärmung auf Temperaturen bis 200 °C für Werkstoffe in den Zuständen „weich“, „verfestigt“ bzw. „ausgehärtet“. Hierdurch kann der zulässige Mindestbiegeradius auf ungefähr die Hälfte der für das Kaltbiegen in Tafel 1 angegebenen Werte verringert werden, ohne die Gebrauchseigenschaften des Werkstücks zu beeinträchtigen.
- kurzzeitige Erwärmung auf Temperaturen zwischen 300° und 400 °C für Werkstoffe in den Zuständen „weich“, „verfestigt“ bzw. „ausgehärtet“, wenn noch engere Biegeradien gefordert werden. Dabei muß hingegenommen werden, daß die Festigkeitswerte des Werkstücks auf diejenigen des Zustands „weich“ abfallen.

Werkstücke aus aushärtbaren Legierungen können jedoch durch eine erneute, vollständige Wärmebehandlung (Lösungs-glühen, Abschrecken, Kalt- bzw. Warm-aushärten) nach dem Warmbiegen wieder in den ausgehärteten Zustand gebracht werden. Hierbei ist jedoch mit Verzug bzw. Verwerfungen des Werkstücks zu rechnen, die nachträgliche Richtarbeiten erforderlich machen (s. Aluminium-Taschenbuch, 14. Auflage, Kapitel 8.5).

3.3 Anwärmen

Dickwandige Teile werden zum Warmbiegen am besten in Öfen mit Temperaturregelung erwärmt. Das Werkstück muß je nach Dicke und Ofenleistung 15 bis 45 min bei der erforderlichen Temperatur (z.B. 400°) im Ofen verbleiben.

3. Warmbiegen

Um zu starkes Abkühlen zu vermeiden, ist das Umformen möglichst schnell nach dem Herausnehmen des Werkstücks aus dem Ofen durchzuführen. Ist die Werkstück-Temperatur vor Abschluß des Umformens unter 300 °C abgesunken, so muß erneut angewärmt werden.

Das Warmbiegen von Aluminiumteilen kann zweckmäßigerweise durch örtliches Erwärmen der Biegestelle während des Biegens mit Löt- oder Schweißbrenner (streuende Flamme) erfolgen. Nähere Einzelheiten zu dieser Arbeitsweise sind im Abschnitt 4 angegeben.

3.4 Temperaturkontrolle beim Warmbiegen

Ungenügende Erwärmung erschwert die Formgebung, eine Überhitzung macht den Werkstoff unbrauchbar. Deshalb dürfen während des Warmbiegens bestimmte Temperaturen nicht überschritten werden.

Am zweckmäßigsten wird die Temperatur mit **Thermoelementen** gemessen, deren Spitzen an die Oberfläche des Werkstücks angedrückt werden. Zu diesem Zweck entwickelte handliche Spitzen- oder Band-Meßgeräte (Millivoltmeter mit °C-Einteilung) werden von den einschlägigen

Instrumentenfirmen geliefert. Der Meßbereich des Anzeigeegerätes muß den in Betracht kommenden Arbeitsbereich (200 bis 550 °C) umfassen.

Bei gelegentlichen Warmbiegearbeiten kann man sich mit folgendem **einfachen Verfahren** helfen, bei dem lediglich ein zugespitzter Span aus gut getrocknetem Fichtenholz benutzt wird:

- rd. 350 °C: Langsames Reiben unter starkem Druck ergibt einen bleibenden hellbraunen Strich
- rd. 400 °C: Reiben mit leichtem Druck ergibt einen bleibenden braunen Strich
- rd. 450 °C: Langsames Bestreichen ergibt einen dunkelbraunen Strich. Schnelles Bestreichen ergibt einen hellbraunen Strich.

Zuverlässiger und bequemer sind **Thermo-Farben**, die auf die Oberfläche des Werkstückes aufgetragen werden und bei Erreichung der betreffenden Temperatur einen deutlichen Farbumschlag zeigen. Besonders einfach ist die Anwendung solcher Farben in Form von Farbstiften.

4. Durchführung des Biegens

4.1 Biegen von Blechen

4.1.1 Handwerkliches Biegen

Bei Einzelstücken und kurzen Biegekanten kann das Biegen von Blechen auf handwerksübliche Weise durch Einspannen im Schraubstock und Herumschlagen des herausragenden Werkstückabschnittes um eine der Schraubstockbacken bzw. mit einer einfachen Biegelehre oder besser noch mit Umschlag-eisen und Polierstock erfolgen. Zur Vermeidung von Oberflächenbeschädigungen sind mit Holz, Hartgummi, Kunststoff oder auch mit Aluminium abgedeckte Spannbacken zu benutzen. Kupferbacken sind unzulässig, weil Kupferfitter in die Werkstoffoberfläche eingedrückt werden können. Kupfer- und Bleihämmer sollten nicht verwendet werden. Dagegen sind Hämmer aus Holz, Hartgummi und Kunststoff brauchbar.

4.1.2 Biegen auf Maschinen

Für Abkantarbeiten an dickeren Blechen und zum Anfertigen bestimmter Profile aus Blech oder Brand sowie zum Herstellen von Sickenblechen eignen sich folgende Maschinenarten:

Abkantbänke: Das zu biegende Blech wird zwischen zwei Spannbacken eingespannt. Beim Abkanten erfaßt ein beweg-

licher Schwenkbalken (Biegewange) den herausragenden Teil des festgeklammerten Bleches und biegt diesen entsprechend dem Umlgewinkel um die obere Spannbacke herum. Das Biegeprofil, insbesondere der Biegehalbmesser, wird durch in die obere Spannbacke eingefaßte austauschbare Profilstücke nach Anforderung festgelegt. Durch Aneinanderreihen mehrerer Biegungen und gegebenenfalls durch Verwendung von Fülleisten bestimmter Profilierung lassen sich einfach geformte Blechprofile herstellen.

Gesenkbiegepressen (Abkantpressen): Wesentlich wirtschaftlicher arbeiten Gesenkbiegepressen, bei denen das besondere Festspannen des Werkstückes entfällt; es braucht lediglich auf das auf dem Maschinentisch festgespannte Gesenk („Prisma“) aufgelegt zu werden. Dieses Gesenk sowie der von oben kommende Druckbalken bestimmen Biegewinkel und -radius.

Pressen auf Gummipolster: Bei Durchführung dieses Verfahrens auf Gesenkbiegepressen wird anstelle des Gesenkes ein Gummipolster gesetzt. Beim Preßvorgang schmiegt sich das Blech durch äußeren Gegendruck des Gummipolsters an den Druckbalken.

4. Durchführung des Biegens

4.2 Biegen von Rohren und Profilen

4.2.1 Kaltbiegen von Rohren

Falls die Wanddicke nicht dünner als $\frac{1}{20}$ des Rohrdurchmessers ist, lassen sich Aluminiumrohre in weichem Zustand kaltbiegen. Rohre bis zu 20 mm Durchmesser können je nach Wanddicke von Hand gebogen werden. Größere müssen jedoch zum Biegen entweder mit einem volumenbeständigen Material gefüllt oder auf besonderen Rollenbiegeapparaten (s. Bild 1 und 2) gebogen werden. Es kann auch zur Stützung des Rohres ein passender Dorn bis zur Biegestelle eingeführt werden.

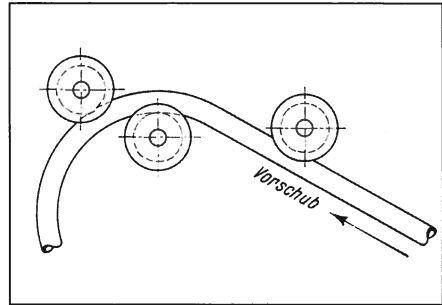


Bild 1: Rohrbiegevorrichtung mit versetzbaren Rollen

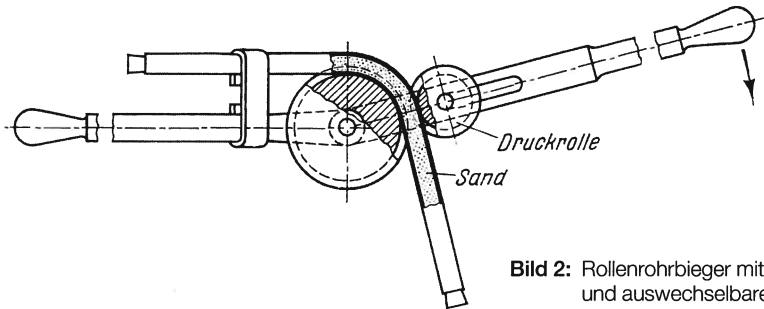


Bild 2: Rollenrohrbieger mit verstell- und auswechselbaren Rollen (dünnwandige Rohre müssen vor dem Biegen gefüllt werden)

Durch diesen Dorn wird jede Veränderung des Querschnittes oder das Falten der Wandung auf der Bogeninnenseite verhindert. Für jeden Rohraußendurchmesser ist ein Satz Biegerollen, für jeden Innendurchmesser ein passender Dorn nötig. So gut es sich auch mit solchen Apparaten arbeiten läßt, so steht – falls es sich nicht um größere fabrikationsmäßige Serienarbeiten mit gleichbleibenden Rohrabmessungen handelt – der allgemeinen Benutzung ihr hoher Preis entgegen. Umfang und Gewicht dieser Apparate schränken ihre Verwendung bei Montagearbeiten stark ein.

Vielfach ist mit einfachen Vorrichtungen eine bessere Anpassung an die örtlichen Anforderungen möglich.

Als **Füllstoff** beim Biegen der Rohre um eine Biegelehre eignet sich zum Warm- und Kaltbiegen am besten Quarzsand (Körnung bis 2 mm), der zur Vermeidung von Dampfbildung beim Erwärmen gut trocken und frei von Verunreinigungen sein muß. Beim Füllen ist sorgfältiges Einrütteln und Verschließen mit Holzpfropfen unerlässlich.

4. Durchführung des Biegens

Dünnwandige Rohre, die sich beim Verschließen mit Pfropfen am Ende unerwünscht aufweiten würden, können zum Kaltbiegen auch mit niedrigschmelzenden Legierungen, Paraffin oder Kolophonium gefüllt werden, wodurch sich ein besonderer Verschluss erübrigt. Niedrigschmelzende Legierungen und die genannten nichtmetallischen Füllstoffe haben den Vorteil, daß man zum Ausschmelzen nicht über 100 °C erwärmen muß.

Freies Biegen von Rohren sollte nur bei kleinen Biege winkeln erfolgen. Falls keine Rohrbiegeeinrichtung zur Verfügung steht, können einfache Biegelehren aus entsprechend gebogenem Flachstahl ausreichender Steifigkeit verwendet werden, die zum Festspannen des Rohres ein gerades Ansatzstück von mindestens 100 mm Länge aufweisen. Zum Ausgleich des **Rückfederns** ist der Radius des Lehrbogens je nach Rohrdurchmesser und Legierung kleiner als das Soll-Maß zu wählen.

4.2.2 Arbeiten mit der Sprenggabel

Die sogenannte Sprenggabel (siehe **Bild 3**) aus Rundstahl hat bis zu 1 m Länge, die beiden runden Gabeldorne sollen einen Abstand von etwa dreifachem Rohrdurchmesser haben.

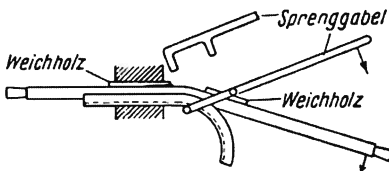


Bild 3: Kaltbiegen von Rohren mit der Sprenggabel

Rohr und Lehre werden nach Einlegen eines Weichholzstückes nahe beim Bogenansatz zusammengespant.

Bei sorgfältiger Ausführung bleibt die kreisrunde Querschnittsform im Bogen erhalten. Diese Vorrichtung kann auch zur Herstellung von Rohrbogen angewendet werden, die nicht in einer Ebene liegen, wie z. B. für Handläufe von Treppengeländern.

4.2.3 Warmbiegen von Rohren

Wenn der nach **Tafel 1** errechnete Wert für den kleinsten erzielbaren Biegeradius unterschritten werden soll, müssen Rohre warm gebogen werden, um Risse zu vermeiden. Dabei sind die im Abschnitt 3.1 erwähnten Eigenschaften der verschiedenen Legierungstypen zu berücksichtigen.

Als einfachste Biegelehre kann ein entsprechend gebogener Flachstahl (**Bild 4**) dienen. Das Rohr wird mit schützenden Zwischenlagen aus weichem Reinaluminium an den geraden Teil der Lehre gespannt und mit Schweiß- oder Lötlampe (Büschel- oder Streubrenner) in der näheren Umgebung der Bogenansatzstelle langsam erwärmt, wobei auch die Lehre etwas anzuwärmen ist.

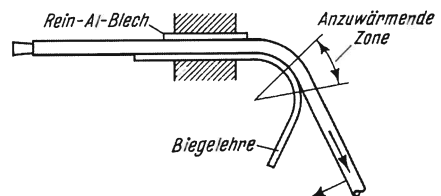


Bild 4: Warmbiegen von Rohren

4. Durchführung des Biegens

Das **Anwärmen** muß zur Vermeidung von örtlichen Überhitzungen vorsichtig erfolgen, und zwar so, daß sich die Sandfüllung mit erwärmt und als wärmespeichernde Masse eine gleichmäßige Temperaturverteilung fördert. Die Temperatur ist in kurzen Abständen zu kontrollieren.

Wird das zu biegende freie Rohrende während des Erwärmens mit fächeln-der Flamme stets federnd in Biegerichtung gespannt, so gibt das Rohrende beim Erreichen der richtigen Temperatur nach, darf aber jeweils nur bis zum satten Anliegen des erwärmten Rohrstückes herumgezogen werden. Auf diese Art fortschreitend, liegt der fertige Bogen an der Lehre dicht an, so daß dieser mit dem vorgesehenen Biegeradius, ohne Berücksichtigung einer Auffederung, ausgeführt werden kann.

4.2.4 Kaltbiegen von Profilen

Das Biegen von Profilen stellt eine Art Schweißvorgang dar, der bei Aluminium und seinen Legierungen grundsätzlich in ähnlicher Art wie bei den anderen Metallen vorgenommen wird. Für fabrikmäßige Arbeitsweisen bedient man sich bekannten Schweiß-, Stauch- und Profilbiegemaschinen. Einige für das handwerksmäßige Profilbiegen brauchbare **einfache Hilfsmittel** sind nachstehend beschrieben.

Profile mit L-, T-, U- oder Z-Querschnitt, die so gebogen werden sollten, daß ein (oder beide) Schenkel gegen den Krümmungsmittelpunkt zu liegen kommen, erfordern die Anfertigung einer einfachen Vorrichtung, z. B. nach **Bild 5**.

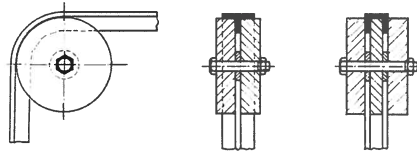


Bild 5: Biegevorrichtung für Profile

Zwei oder drei gleichgroße Scheiben werden an ihren Kanten entsprechend den Profilhohlkehlen abgerundet und mit einer Mittelbohrung versehen. Durch Zwischenlegen von Scheiben ergeben sich Nuten, die beim Biegen das seitliche Ausknicken hochkant stehender Profilschenkel verhindern.

Bei einem Radius von weniger als zehnfacher Profilhöhe (in Biegerichtung) muß in der Regel warm gebogen werden, und besonders auch bei Ausführung komplizierter Arbeiten.

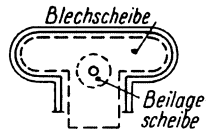


Bild 6: Biegen offener Hohlprofile mit eingelegten Blechscheiben

Profile lassen sich im allgemeinen nicht auf so einfache Weise und vor allem nicht ebenso eng biegen wie Rohre, weil ihr Querschnitt in bezug auf die Biegeebene meist nicht symmetrisch ist und daher oft Vorkerhungen zur Geradeführung in Biegerichtung nicht zu umgehen sind. Anstelle der bei Rohren üblichen Füllung kann bei hierzu geeigneten Profilen die Einlage von Blechscheiben (**Bild 6**) treten, die dem Hohlprofil angepaßt sind und abwechselnd mit Distanzscheiben auf Draht aufgefädelt werden. Für den gleichen Zweck kann auch das sogenannte „Biegeholz“ verwendet werden.

4. Durchführung des Biegens

Ein nach außen stehender Steg neigt sich leicht nach einer Seite. Es ist deshalb meistens erforderlich, das Biegen von Zeit zu Zeit zu unterbrechen und den verzogenen Steg durch Treiben zu richten. Einen hochkant nach innen gebogenen Steg muß man während des Biegens fortwährend gegen eine geeignete Lehre hämmern, um auftretende Falten durch Stauchen zum Verschwinden zu bringen (**Bild 7**). Es ist in diesem Falle vorteilhaft, das Winkelprofil vor jeder Einwärtsbiegung etwas aufwärts zu biegen, um den äußeren Steg vorzustrecken.

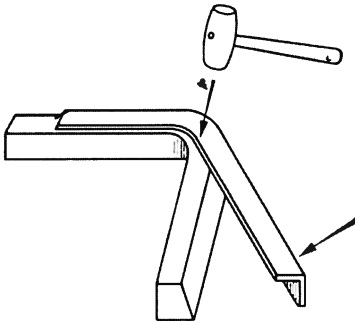


Bild 7: Biegen eines Winkelprofils

4.2.5 Warmbiegen von Profilen

Profile müssen wegen ihrer Querschnittsform oft schon bei verhältnismäßig großen Biegeradien warm gebogen werden. Hierbei sind die Lage des Querschnitts zur Biegebene und die Wanddickenverhältnisse von großer Bedeutung.

Winkelprofile sind um eine Scheibe passender Größe, wie in **Bild 5** angegeben, so zu biegen, daß dem freien Ende jeweils nur eine geringe Richtungsänderung erteilt und die dadurch am innenliegenden Steg an der Biegestelle sich

bildende wellenförmige Erhöhung (Ausknickung) mit dem Holzhammer wieder gerichtet, d. h. eingestaucht wird. Auch hier ist das freie Ende beim Zudrücken stets unter tangentialem Zug zu halten.

T- und U-Profile, deren Steg bzw. Flansche nach innen zu liegen kommen, sind insofern leichter zu behandeln, als die Führung derselben durch die Nuten erfolgt. Das Anwärmen erfolgt so weit, als der Steg bzw. die Flansche sich in der Nut befinden; andernfalls knicken diese Profileile außerhalb der Führung aus.

Kleine Biegeradien bei großen Biegewinkeln an dünnwandigen Profilen größerer Schenkelhöhe mit Wanddicken ≤ 3 mm können entsprechend **Bild 8** getrennt als Außen- und Innenbogen umgeformt, eingepaßt und anschließend wieder zusammengeschnitten werden. Das herausgeschnittene Stück soll etwa 100 mm länger als der herzustellende Bogen sein, so daß an beiden Enden zwei gerade Ansatzstücke vorhanden sind.

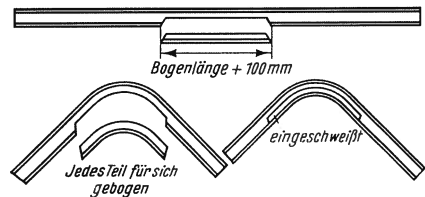


Bild 8: Biegen von dünnwandigen und komplizierten Profilen

Das Ausschneiden der inneren Hälfte kann auch bei der Ausführung sehr enger Rohrbogen nötig werden, wobei das einzusetzende Stück zweckmäßig getrieben und eingeschweißt wird.

4. Durchführung des Biegens

Tafel 1 Richtwerte für erzielbare Mindest-Biegeradien bei Aluminiumhalbzeug (90°-Biegung)
 Kleinere Biegeradien sind im Einzelfall erreichbar, bedürfen jedoch der Erprobung durch Versuch am jeweiligen Halbzeug.

DIN EN 573-3	Werkstoff chem. Kurzzeichen	DIN EN 515 Zustand 4)	Dicke s in mm														
			Biegehalbmesser r in mm mindestens														
			>0,8-1	>1-1,5	>1,5-2	>2-3	>3-4	>4-5	>5-6	>6-7	>7-8	>8-10	>10-12	fw ³⁾			
1080 (A)	AI99,8 (A)	weich	0	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,8	2,4	3,0	3,7	4,5	6,0	7,6	1
1070 (A)	AI99,7	halbhart	H14	0,6	0,7	1,1	1,4	2,3	3,2	4,3	5,4	6,7	8,1	10,8	13,7	18	1,8
1050 (A)	AI99,5	hart	H18	1,6	1,9	2,9	3,8	6,0	8,4	11,5	14,4	17,8	21,6	28,8	36,5	4,8	4,8
3103	AlMn1	weich	0	0,5	0,6	1,0	1,3	2,0	2,8	3,8	4,8	5,9	7,2	9,6	12,2	1,6	1,6
5005 A	AlMg1 (C)	halbhart	H14	1,0	1,2	1,8	2,4	3,8	5,3	7,2	9,0	11,1	13,5	18,0	22,8	3	3
		hart	H18	2,6	3,2	4,8	6,4	10,0	14,0	19,2	24,0	29,6	36,0	48,0	60,8	8	8
5052	AlMg2Mn0,3 AlMg2,5	weich	0	0,6	0,8	1,2	1,6	2,5	3,5	4,8	6,0	7,4	9,0	12,0	15,2	2	2
		halbhart	H14	1,3	1,6	2,4	3,2	5,0	7,0	9,6	12,0	17,8	18,0	24,0	30,4	4	4
		hart	H18	3,2	4,0	6,0	8,0	12,5	17,5	24,0	30,0	37,0	45,0	60,0	76,0	10	10
5754	AlMg3	weich	0	1,0	1,2	1,8	2,4	3,8	5,3	7,2	9,0	11,1	13,5	18,0	22,8	3	3
		halbhart	H14	1,6	2,0	3,0	4,0	6,3	8,8	12,0	15,0	18,5	22,5	30,0	38,0	5	5
		hart	H18	3,5	4,6	6,9	9,2	14,4	20,1	27,6	34,5	42,6	51,8	69,0	87,4	11,5	11,5
5049	AlMg2Mn0,8 (AlMgMn)	weich	0	1,0	1,3	1,9	2,6	4,0	5,6	7,7	9,6	11,8	14,4	19,2	24,3	3,2	3,2
		halbhart	H14	2,1	2,7	4,0	5,4	8,4	11,7	16,1	20,1	24,8	30,2	40,2	50,9	6,7	6,7
		hart	H18	4,1	5,1	7,6	10,2	15,9	22,2	30,5	38,1	47,0	57,2	76,2	96,5	12,7	12,7
5083	AlMg4,5Mn0,7	weich	0	1,3	1,6	2,5	3,3	5,1	7,2	9,8	12,3	15,2	18,5	24,6	31,2	4,1	4,1
		verfestigt	H1x	2,3	2,9	4,4	5,8	9,1	12,8	17,5	21,9	27,0	32,9	43,8	55,5	7,3	7,3
6060,6063, 6106	AlMgSi0,5 alt	kaltausgehärtet T4	1,5	1,9	2,9	3,8	6,0	8,4	11,7	15,5	14,4	17,8	21,6	28,8	36,5	4,8	4,8
		warmausgehärtet T6	1,9	2,5	3,7	5,0	7,8	10,9	14,9	18,6	22,9	27,9	37,2	47,1	6,2	6,2	6,2
6082	AlSi1MgMn	weich	W	0,4	0,5	0,8	1,0	1,6	2,3	3,1	3,9	4,8	5,9	7,8	9,9	1,8	1,8
		frisch abgeschr.	T1	0,6	0,7	1,1	1,4	2,3	3,2	4,3	5,4	6,7	8,1	10,8	13,7	1,8	1,8
		kaltausgehärtet T4	1,6	2,0	3,0	4,0	6,3	8,8	12,0	15,0	18,5	22,5	30,0	38,0	5	5	
		warmausgehärtet T6	2,4	3,0	4,5	6,0	9,4	13,1	18,0	22,5	27,8	33,8	45,0	57,0	7,5	7,5	
2017 (A)	AlCu4MgSi(A)	weich ¹⁾	W	1,1	1,4	2,0	2,7	4,3	6,0	8,2	10,2	12,6	15,3	20,4	25,6	3,4	3,4
		kaltausgehärtet T4	2,1	2,7	4,0	5,4	8,4	11,7	16,1	20,1	24,8	30,2	40,2	50,9	6,7	6,7	
7020	AlZn4,5Mg1	weich ¹⁾	W	0,8	1,0	1,5	2,0	3,1	4,4	6,0	7,5	9,3	11,3	15,0	19,0	2,5	2,5
		kaltausgehärtet T4	1,6	2,0	3,0	4,0	6,3	8,8	12,0	15,0	18,5	22,5	30,0	38,0	5	5	
		nach Warmstof ²⁾	1,0	1,2	1,8	2,4	3,8	5,3	7,2	9,0	11,1	13,5	18,0	22,8	3	3	
7022	AlZn5Mg3Cu	weich	W	1,6	2,0	3,0	4,0	6,3	8,8	12,0	15,0	18,5	22,5	30,0	38,0	5	5

4. Durchführung des Biegens

- 1) Biegeradien wie beim Zustand weich sind auch unmittelbar nach dem Lösungsglühen und Abschrecken erzielbar (Zustand „frisch abgeschreckt“).
Das Biegen muß ca. 3 Stunden nach Abschrecken beendet sein!
- 2) Wärmestoß: Erwärmen 2 bis 5 min auf 350 bis 480 °C, im Luftstrom abkühlen, danach sofort biegen.
- 3) Radien r_{\min} für größere Dicken „s“ bzw. für Durchmesser „d“ von Rohren (mit $d:s \leq 20$) bzw. Höhen „h“ von Stangen und Profilen:

$$r_{\min} = fw \cdot (0,8 s - 2)$$

$$r_{\min} = fw \cdot (0,8 d - 2)$$

$$r_{\min} = fw \cdot (0,8 h - 2)$$

Beispiel: Rohr 50x4 aus AlMg30

(D:d = 50:4 = 12,5 < 20):

Gegeben: d = 50; fw = 3 (s.o.)

$r_{\min} = 3 (0,8 \cdot 50 - 2) = 114 \text{ mm}$.

- 4) Die Zustände „halbhart“ und „hart“ beziehen sich auf durch Kaltwalzen erzielte. Bei rückgeglühten (H2x) Zuständen sind von Fall zu Fall kleinere Biegeradien erzielbar.
- 5) AlMgSi, AlMg0,7Si, AlMgSiMn

Zusammensetzung:

nach DIN EN 573-3

Werkstoffzustände:

nach DIN EN 515

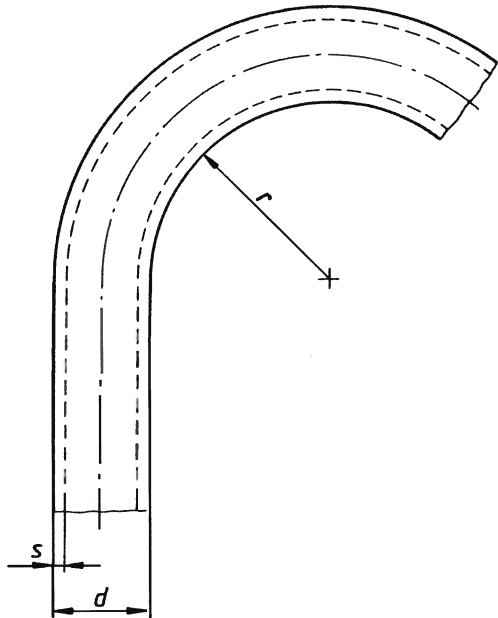
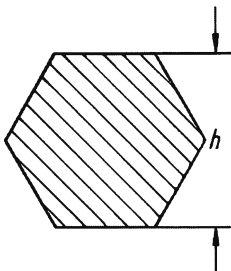
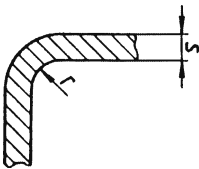
Halbzeuge:

Bleche: DIN EN 485-2

Rohre, Stangen, Profile:

stranggepreßt: DIN EN 755-2

gezogen: DIN EN 754-2



Technische Merkblätter

- A 1 Aluminium-Dachdeckung und -Wandbekleidung
- A 2 Aluminium-Dachdeckung – Doppelfalz- und Leistendach
- A 5 Reinigen von Aluminium im Bauwesen / A 5 Cleaning of Aluminium in the Building Industry
- A 6 Folien und dünne Bänder aus Aluminium als Funktionsträger für Dämmelemente und Dichtungsbahnen im Bauwesen
- A 7 Richtlinie für die Verlegung von Aluminium-Profiltafeln
- A 8 Aluminium-Wellprofile
- A 9 Verbindungen von Profiltafeln und dünnwandigen Bauteilen aus Aluminium
- A 11 Bemessung von Aluminium-Trapezprofilen und ihren Verbindungen. Berechnungsbeispiele

- B 1 Biegen von Aluminium-Halbzeug in der handwerklichen Praxis
- B 2 Spanen von Aluminium

- E 1 Aluminium in der Elektrotechnik und Elektronik

- K 5 Einfache Spannungsnachweise

- O 2 Chemische Oxidation, Chromatieren, Phosphatieren von Aluminium
- O 3 Beschichten von Aluminium
- O 4 Anodisch oxidiertes Aluminium
- O 5 Schleifen und Polieren von Aluminium
- O 6 Beizen und Entfetten von Aluminium
- O 8 Galvanische und chemische Überzüge

- V 1 Gasschmelzschweißen von Aluminium
- V 2 Lichtbogenschweißen von Aluminium
- V 4 Löten von Aluminium
- V 5 Nieten von Aluminium
- V 6 Kleben von Aluminium

- W 1 Der Werkstoff Aluminium / W 1 The Metal Aluminium
- W 2 Aluminium-Knetwerkstoffe
- W 3 Formguss von Aluminium-Werkstoffen
- W 7 Wärmebehandlung von Aluminiumlegierungen
- W17 Aluminiumschäume »Herstellung, Anwendung, Recycling«
- W18 Aluminium in der Verpackung »Herstellung, Anwendung, Recycling« /
W 18 Aluminium in the Packaging Industry »Manufacture , Use, Recycling«

Hinweis: Weitere Literatur rund um das Thema Aluminium finden Sie auf unserer Homepage unter www.aluinfo.de in der Rubrik „Shop“.



GESAMTVERBAND DER
ALUMINIUMINDUSTRIE e.V.

Am Bonnehof 5
40474 Düsseldorf
Postfach 10 54 63
40045 Düsseldorf
Tel.: 0211 - 47 96 - 279/285
Fax: 0211 - 47 96 - 410
information@aluinfo.de
www.aluinfo.de