

Grundlagen des Rohrbiegens

Eine Einführung in die Rohrbiegetechnologie



TRACTO-TECHNIK GmbH

Von Dipl.-Wirt.-Ing. Michael Rohmann, Oktober 2005
© TRACTO-TECHNIK GmbH, D-57368 Lennestadt

INHALTSVERZEICHNIS

1. Umformen durch Biegen	4
2. Theorie des Biegeprozesses	5
3. Rohrbiegeverfahren.....	11
4. Das Rotationszugbiegen	12
5. Einsatzgebiete der Rohrbiegetechnik	13
6. Vorteile der Rohrbiegetechnik	15
7. Einflussgrößen auf die Qualität des Biegeteils	16
Quellenangabe / Literaturhinweise	19

1. UMFORMEN DURCH BIEGEN

Nach DIN 8580 sind die Fertigungsverfahren in die sechs Hauptgruppen "Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten und Stoffeigenschaften ändern" unterteilt (Abbildung 1). Unter Umformen versteht man das Fertigen durch bildsames (plastisches) Ändern der Form eines festen Körpers unter Beibehaltung der Masse und des Stoffzusammenhangs. Die Einteilung der Umformverfahren in Untergruppen erfolgt gemäß der Hauptbeanspruchung und ist in DIN 8582 geregelt. Das Biegeumformen zeichnet sich dadurch aus, dass der plastische Zustand (Fließen) im Wesentlichen durch eine Biegebeanspruchung herbei-

geführt wird. Unterschieden wird zwischen dem Biegen mit geradliniger Werkzeugbewegung und dem Biegen mit drehender Werkzeugbewegung. Von der Einzelfertigung bis zur Massenfertigung werden neben Blechen auch Rohre, Drähte, Stäbe und Profile mit unterschiedlichen Querschnittsformen in einer Vielzahl von Verfahren gebogen. In der Regel werden die Werkstücke kalt gebogen. Nur die Verwendung sehr großer Blechdicken oder sehr kleiner Biegeradien erfordert das Anwärmen des Werkstücks, um die erforderlichen Biegekräfte klein zu halten und eine Kaltvergrödung des Materials zu vermeiden.

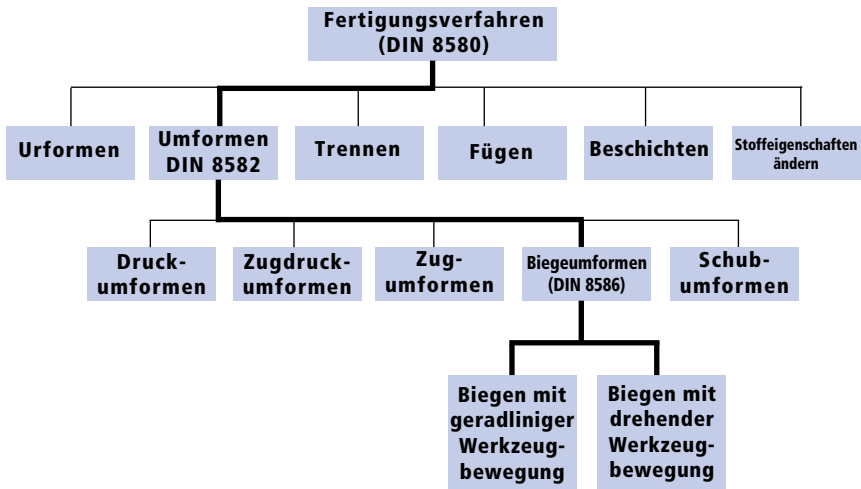
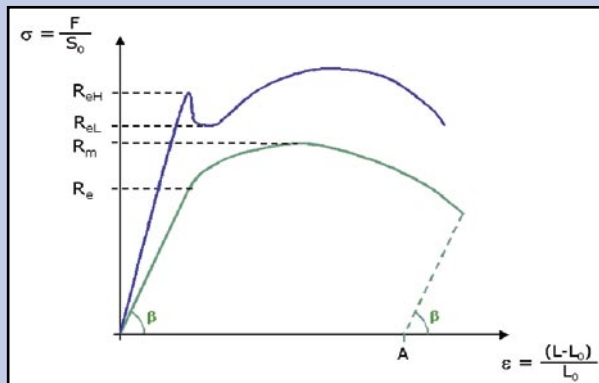


Abbildung 1: Einteilung der Fertigungsverfahren nach DIN 8580.

2. THEORIE DES BIEGEPROZESSES

Werden metallische Werkstoffe kalt (unterhalb ihrer Rekristallisationstemperatur) gebogen, so tritt zunächst eine elastische Formänderung auf, der sich ab einem bestimmten Grad eine plastische Formänderung überlagert. Ist das Umformvermögen

erschöpft, so kommt es zum Bruch des Werkstücks. Dieses elastisch-plastische Verhalten metallischer Werkstoffe spiegelt sich in dem durch Zugversuch ermittelten Spannungs-Dehnungs-Diagramm (siehe Abbildung 2) wieder.



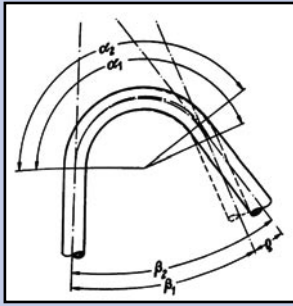
mit:	σ = Spannung	F = Zugkraft	S_0 = Ausgangsfläche
	ε = Dehnung	L = akt. Länge	L_0 = Ausgangslänge
	R_e = Streckgrenze	R_m = Zugfestigkeit	A = Bruchdehnung
	R_{eH} = obere Streckgrenze		R_{eL} = untere Streckgrenze

Abbildung 2: Spannungs-Dehnungs-Diagramm.

Im Bereich der „Hooke’schen Geraden“ wird eine Zugprobe rein elastisch verformt; nach Wegnahme der Last kehrt der Körper in seine Ausgangsform zurück. Überschreitet die aufgebrachte Last dagegen die Elastizitätsgrenze, erfährt die Probe eine bleibende (plastische) Formänderung. Das Ausmaß der Rückfederung nach Entlastung resultiert aus dem elastischen Anteil der Formänderungsar-

beit, die zuvor als Potentialenergie in der Probe gespeichert war. Die Formänderungen, die beim Biegen von Metallrohren auftreten, werden hauptsächlich durch die werkstoffspezifischen Kenngrößen "Elastizitätsmodul und Fließspannung" bestimmt.

Bedingt durch das elastisch-plastische Verhalten metallischer Werkstoffe federt das Rohr



Rückfederungswinkel:

$$\rho = \alpha_1 - \alpha_2 = \beta_2 - \beta_1$$

Rückfederungsverhältnis:

$$K = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{\text{Biegewinkel nach Rückfederung}}{\text{Biegewinkel vor Rückfederung}}$$

Abbildung 3: Rückfederung (nach W. D. Franz).

nach jedem Biegevorgang um einen gewissen Winkelbetrag zurück. Neben der Rückfederung sind als weitere unvermeidbare Phänomene der Biegeumformung die Auffederung des Radius, die Querschnittsovalisierung (bei Rundrohren) sowie Längenänderungen im Werkstück und die Faltenbildung zu beachten.

Die Elastizität ist die Ursache für das Zurückfedern des Rohres nach Beendigung des Biegevorgangs (Abbildung 3). Während im Geltungsbereich des Hooke'schen Gesetzes (elastischer Bereich) die Verformungsenergie nach Entfernen der äußeren Last als Federungsarbeit in Form der Rückfederung vollständig zurückgegeben wird, wird sie bei elastisch-plastischer Verformung teilweise als Plastifizierungsarbeit dissipiert. Das Ausmaß der Rückfederung wird in diesem Fall nur durch den elastischen (reversiblen) Anteil der Umformarbeit hervorgerufen, die während des Biegevorgangs als Potentialenergie im Rohr gespeichert wird. Rückfederung ist eine unvermeidliche Erscheinung beim Biegen und kann nur durch Überbiegen des Werkstücks kompensiert werden. In der sogenannten Biegekennlinie (siehe Abbildung 4) wird die Rückfederung in Abhängigkeit vom Biege-

winkel bei sonst gleichen Biegeparametern dargestellt. Dabei lässt sich stets der gleiche typische Verlauf erkennen. Auf einen steil ansteigenden linearen Bereich (Phase der rein elastischen Verformung) folgt ein nicht-linearer Bereich (elastisch plastische Biegephase, Plastifizierung im Querschnitt) und anschließend ein schwach linear ansteigender Bereich (Plastifizierung nur noch im Längsschnitt) bis zum Ende des Biegeprozesses. Die Rückfederung des Rohres nach der Entlastung hat auch eine geringfügige Erhöhung des Biegeradius zur Folge, die aber bereits bei der Fertigung der Biegewerkzeuge entsprechend berücksichtigt werden kann.

Beim Biegen von Rundrohren führen radiale Komponenten der Biegelängsspannungen zu einer Ovalisierung des kreisförmigen Rohrquerschnitts. Die Außenseite des Bogens neigt zum Ziehen gegen die Mittellinie, wodurch das Rohr abflacht. Betrachtet man die während des Biegevorgangs wirkenden Kraftverhältnisse (siehe Abbildung 5), so lässt sich erkennen, dass die vom Biegemoment herrührenden Resultierenden der Druckkräfte im Innenbereich des Rohrbogens und der Zugkräfte im Außenbereich des Rohrbogens entgegengesetzt gerichtet sind, wodurch ein

Zusammendrücken des kreisförmigen Ausgangsquerschnitts begünstigt wird. Maßgröße für die Ovalisierung ist die Unrundheit. Die Ovalisierung ist umso stärker, je kleiner die Wanddicke des Werkstücks und

der Biegeradius gewählt werden. Die Veränderung der Querschnittsform hat Einfluss auf den freien Durchflussquerschnitt sowie das Festigkeitsverhalten der Rohre unter Innendruck.

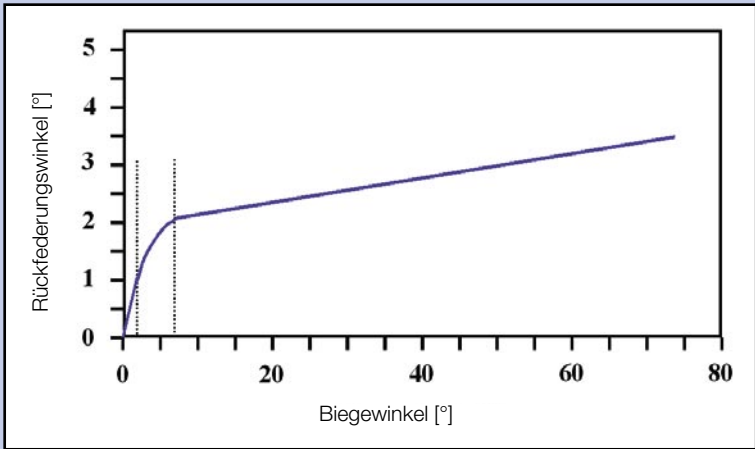
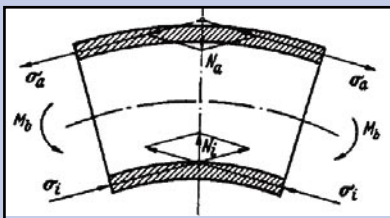


Abbildung 4: Prinzipieller Verlauf der Biegekennlinie (Rückfederungskennlinie).



Unrundheit:

$$u = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_0}$$

mit: D_{\max} = maximaler Rohrdurchmesser nach der Umformung

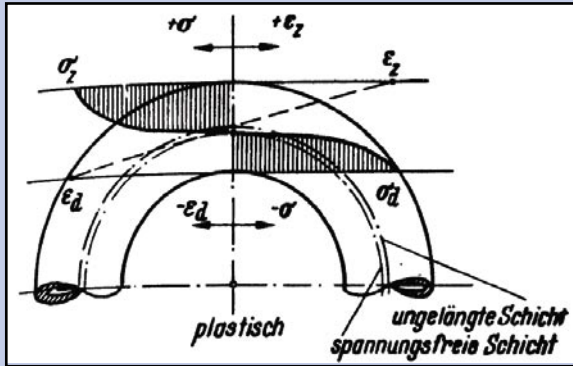
D_{\min} = minimaler Rohrdurchmesser nach der Umformung

D_0 = Rohr-Außendurchmesser

Abbildung 5: Kraftverhältnisse beim Biegen (nach W. D. Franz).

Bei jedem Biegevorgang erfahren die inneren Werkstückschichten eine Druckbeanspruchung verbunden mit einer Materialstauchung, während die äußeren Schichten auf Zug beansprucht und in Schenkelrichtung

gedehnt werden. Unter der Annahme plastischer Biegungen muss zwischen der ungelängten Schicht (neutrale Faser) und der spannungsfreien Schicht unterschieden werden.



mit:	ϵ = Dehnung	σ = Spannung
	ϵ_d = Druckdehnung, Stauchung	σ_d = Druckspannung
	ϵ_z = Zugdehnung, Streckung	σ_z = Zugspannung

Abbildung 6: Spannungsverteilung am gebogenen Rohr (nach W. D. Franz).

Die ungelängte Schicht hat nach Beendigung des Biegevorgangs ihre ursprüngliche Länge beibehalten, ihre bleibende Dehnung ist gleich null. Die Lage dieser Schicht entspricht nicht der mittleren Kreisbogenschicht (theoretischer Biegeradius), sondern ist zur Biegeachse hin verlagert. Aus diesem Grund erfährt jedes Rohr während des Biegens eine Verlängerung; die zugehörige Sägelänge des Ausgangsrohres lässt sich mit Hilfe mathematischer Verfahren jedoch approximativ bestimmen. Noch weiter innen als die ungelängte Schicht liegt die spannungsfreie Schicht, das ist diejenige Schicht, die nach

plastischer Umformung keinerlei Längsspannungen aufweist. Einen Überblick über die geometrischen Begriffe und Verhältnisse am gebogenen Rohr findet sich in Abbildung 7.

Werden im Rundbiegeverfahren dünnwandige Rohre auf kleine Radien gebogen, so kann es passieren, dass Material auf der Innenseite der Biegung bis hinter die Tangentiallinie zurückgedrückt wird, wo es nicht mehr durch die Biegerolle gestützt wird und Faltenbildung hervorruft. Zur Vermeidung dieses unerwünschten Phänomens kommt bei solchen Anwendungen in der Regel ein Faltenglätter

Eine erste Aussage darüber, ob ein Rohr mit definierten Abmessungen (Außendurchmesser und Wanddicke) überhaupt gebogen werden kann, lässt sich anhand von werkstoffspezifischen Schaubildern gemäß Abbildung 8 treffen. Unterhalb der dehnungsbedingten Biegegrenze ist das Biegen unmöglich, es kommt zum Werkstückversagen.

Die faltenbedingte Biegegrenze trennt den Bereich, in dem Biegen mit Dorn (und Faltenglätter) möglich ist, von dem Bereich, in dem die Rohre auch ohne Verwendung eines Biegedornes gebogen werden können. Je größer das Verhältnis von Außendurchmesser zur Wanddicke des Rohres und je kleiner der Biegeradius ist, desto eher neigt das Rohr beim Biegen zur Faltenbildung.

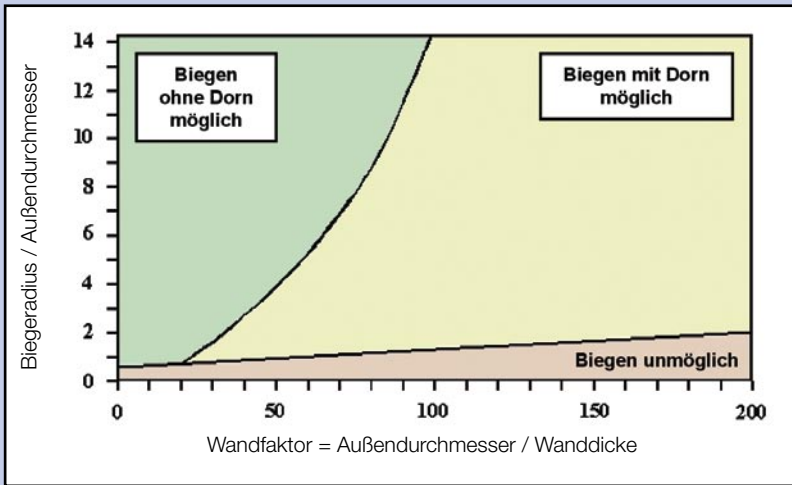


Abbildung 8: Technische Grenzen der Biegeumformung.

3. ROHRBIEGEVERFAHREN

Für das Biegen von Rohren können je nach zu bearbeitendem Material und der geforderten Bearbeitungspräzision verschiedene Verfahren angewendet werden. Zu den gebräuchlichsten zählen das Pressbiegen, das 3-Rollen-Biegen, das Kompressionsbiegen und das Rotationszugbiegen.

Beim Pressbiegen wird das Biegewerkzeug mit dem eingearbeiteten Biegeradius manuell oder hydraulisch gegen zwei Gegenrollen gepresst. Diese Bewegung zwingt das zwischen Biegeradius und Gegenrollen eingelegte Rohr zur Biegung um den Radius. Da die Rohre nicht von innen gestützt werden können, ist dieses Verfahren nur für dickwandige Rohre und große Biegeradien

geeignet. Drei-Rollen-Biegen wird angewendet, um Werkstücke mit großen Biegeradien herzustellen. Das Verfahren ist dem Pressbiegen ähnlich, doch rotieren die Arbeitswalze sowie die beiden stationären Gegenwalzen und formen dadurch den Bogen. Beim Kompressionsbiegen wird das Rohr zwischen einem Gleitschlitten und einer stationären Biegerolle geklemmt. Durch Rotation des Gleitschlittens um die Biegerolle wird das Rohr auf den Radius der Biegerolle gebogen. Wesentlich vielseitiger und präziser als die zuvor genannten Verfahren ist das Rotationszugbiegen. Das Werkstück wird hierbei zwischen der Biegerolle und dem Klemmstück fixiert und durch Rotation beider Werkzeuge um die Biegeachse umgeformt.

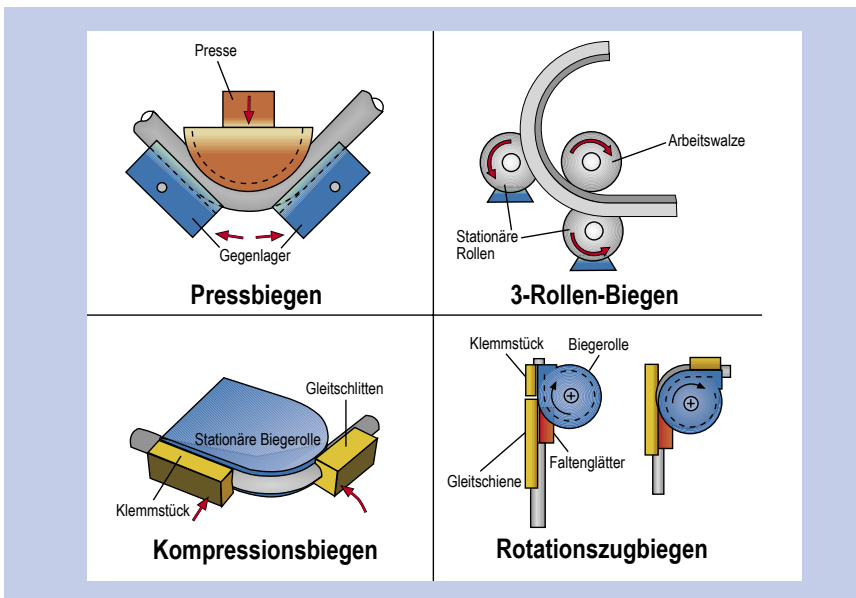


Abbildung 9: Rohrbiegeverfahren.

4. DAS ROTATIONSZUGBIEGEN

Beim Rotationszugbiegen wird das Rohr in die Biegemaschine eingelegt und mechanisch oder hydraulisch zwischen der Biegerolle und dem Klemmstück fixiert. Durch Rotation beider Werkzeuge um die Biegeachse wird das Rohr auf den Radius der Biegerolle gebogen (Abbildung 10). Eine Gleitschiene (Gegenla-

ger) dient zur Aufnahme der während des Umformprozesses entstehenden Querkräfte und stützt das gerade Rohrende von außen ab. Kommen zusätzlich Biegedorn und Faltenglätter zum Einsatz (Dornbiegen), so kann selbst bei dünnwandigen Rohren und engen Biegeradien eine hohe Werkstückqualität erreicht werden.

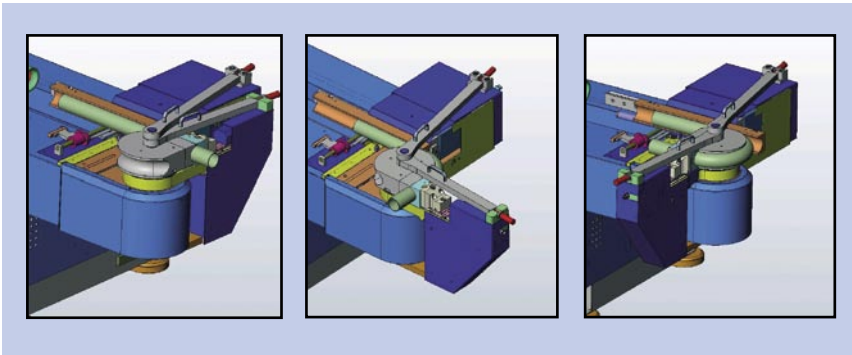


Abbildung 10: Prozessablauf beim Rotationszugbiegen.

Mit modernen Dornbiegemaschinen können nahezu alle kaltverformbaren Rohre – abhängig vom eingesetzten Werkstoff – auf Biegeradien von etwa $1xD$ bis $5xD$ (bezogen auf den Außendurchmesser der Rohre) sicher und mit der gewünschten Präzision gebogen werden. Selbst Biegeradien unterhalb von $1xD$ sind nach dem heutigen Stand der Technik durchführbar. Dabei sind die Umformmöglichkeiten keineswegs auf das Biegen von Rundrohren beschränkt. Die Umformung von Ovalrohren, Flach- und Vollmaterial ist ebenso beherrschbar wie das Biegen

von Vierkantprofilen oder sonstigen offenen Profilen. Je nach Form der Werkstücke werden die benötigten Umformwerkzeuge (Biegerolle, Klemmstück, Gleitstück, Dorn und Faltenglätter - siehe Abbildung 11) entsprechend angepasst.

Die heutigen Rohrbiegemaschinen unterscheiden sich in erster Linie hinsichtlich des maximal verarbeitbaren Rohrdurchmessers sowie des Automatisierungsgrades der einzelnen Funktionen. Bei den 1-Achs-gesteuerten Biegemaschinen ist lediglich die Biegefunktion automatisiert,

während Vorschub und Verdrehung manuell erfolgen. Dagegen stehen dem Anwender bei CNC- oder vollautomatisch gesteuerten Biegemaschinen sämtliche Funktionen auto-

matisiert zur Verfügung. Für die Großserienproduktion lassen sich diese Biegemaschinen problemlos mit automatischen Zuführ- und Entnahmesystemen erweitern.



Abbildung 11: Werkzeugsatz für das Rotationszugbiegen.

5. EINSATZGEBIETE DER ROHRBIEGETECHNIK

Gebogene Rohre werden im alltäglichen Leben zum Transport der verschiedensten Flüssigkeiten und Gase sowie als Konstruktionselemente in nahezu allen industriellen Bereichen benötigt. In der Fahrzeug-, Flugzeug- und Schiffsindustrie sind sie ebenso weit verbreitet wie in der chemischen Industrie, der Kälte- und Klimatechnik, der Möbelindustrie, im Stahlbau oder im Maschinen- und Anlagenbau.

Für das Rohrbiegen sind dabei generell alle kaltverformbaren Materialien geeignet, wie

z.B. Stahl, Edelstahl, Kupfer, Messing, Titan, Aluminium oder CuNiFe. Neben kreisförmigen Rohrquerschnitten lassen sich auch Vierkant- und Ovalrohre, Flach- und Vollmaterial sowie Profile mit unterschiedlichen Querschnittsformen auf der Biegemaschine verarbeiten. Häufig werden gebogene Stahlrohre auch als Basishalbzeug für eine nachgeschaltete Innenhochdruckumformung verwendet. So verschieden wie die Anwendungsgebiete selbst (vgl. Abbildung 12) sind auch die Anforderungen, die an die gebogenen Werkstücke bzw. die Umformung gestellt werden.

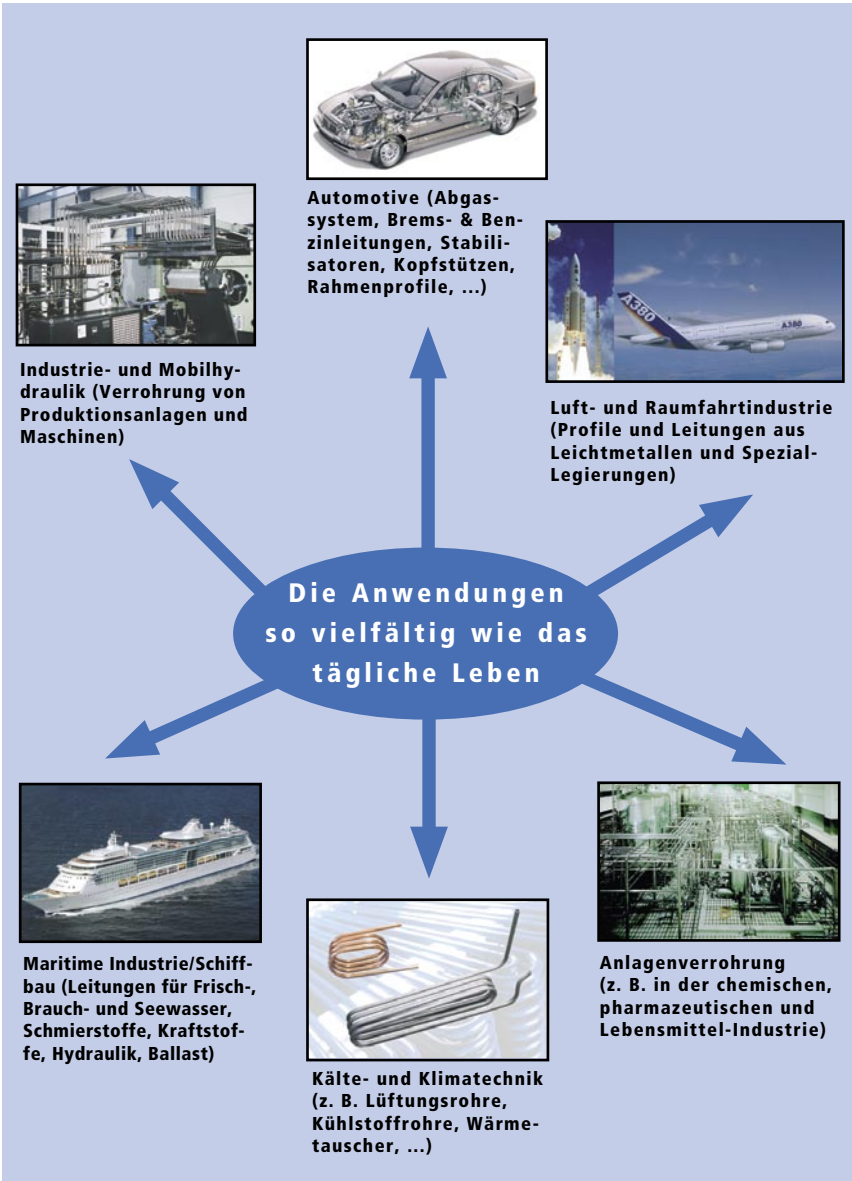


Abbildung 12: Anwendungsbeispiele der Rohrbiegetechnologie.

6. VORTEILE DER ROHRBIEGETECHNIK

Beim heutigen Stand der Technik lassen sich durch Biegeumformen komplexe Konstruktionselemente in nur einem Arbeitsschritt rationell und präzise herstellen. Aber vor allem im Rohrleitungsbau oder Installationshandwerk, wo das Biegen als Fertigungsverfahren lange Zeit vernachlässigt wurde und man stattdessen auf herkömmliche – oft teurere – Verbindungstechniken (z. B. Schweißen) setzte, hat das Biegen aufgrund der vielfältigen Vorteile in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Grund hierfür ist, dass die modernen Rohrbiegemaschinen es geschafft haben, Bearbeitungspräzision und Produktivität optimal zu kombinieren – und das bei hohem Bedienkomfort. Gerade gegenüber dem Einsatz von Schweißkomponenten weist die Biegetechnik einige wirtschaftliche sowie fertigungstechnische Vorteile auf. So lassen sich durch die Einsparung teurer Fittings nicht

nur die Materialkosten, sondern gleichzeitig auch die Beschaffungs- und Lagerhaltungskosten deutlich senken. Die Fertigungszeiten und -kosten für das Biegen fallen gegenüber der Herstellung von Schweißverbindungen (inkl. Schweißnahtvorbereitung und Nacharbeiten) ebenfalls deutlich geringer aus, und Fertigungsfehler, die beim Schweißen immer wieder auftreten können, werden durch den Einsatz des Biegeverfahrens gänzlich vermieden. Darüber hinaus verbessern sich, bedingt durch einen geringeren Rohrleitungswiderstand der gebogenen Rohre gegenüber Fittings, die strömungstechnischen Verhältnisse in den Rohrleitungen. Durch Eliminierung von Verbindungsstellen, die kritische Bauteile darstellen, können potentielle Gefahrenstellen im Rohrleitungssystem auf ein Minimum reduziert werden, was letztlich eine längere Lebensdauer des Rohrleitungssystems zur Folge hat.

7. EINFLUSSGRÖSSEN AUF DIE QUALITÄT DES BIEGETEILS

Das Biegeergebnis wird durch die Eigenschaften des Ausgangsrohres, die Qualität und Beschaffenheit der Biegewerkzeuge, die verschiedenen an der Biegemaschine einstellbaren Parameter sowie diverse Umwelteinflüsse und letztendlich auch durch den Bediener selbst bestimmt. Allein die Schwankungen der Materialgüte bei unterschiedlichen Rohrherstellern oder in verschiedenen Chargen haben einen maßgeblichen Einfluss auf das Resultat. Je kostengünstiger das Ausgangsrohr hergestellt wurde, desto größer sind in der Regel seine Toleranzen. Schwankungen treten dabei sowohl im Werkstoff selbst (z. B. hinsichtlich chemischer Zusammensetzung, Streckgrenze, Zugfestig-

keit, Glühzustand, Härte oder Schweißnahtbeschaffenheit) als auch bei den Abmessungen des Rohres (Durchmesser, Wanddicke, Lage und Dicke der Schweißnaht) auf. Um annähernd gleichmäßige Dimensionen und Eigenschaften des Ausgangsmaterials zu gewährleisten ist es wichtig, dass alle für die Herstellung eines Auftrags erforderlichen Rohre von einem Lieferanten und möglichst auch aus einer Charge bezogen werden. Die Beschaffung von auf den ersten Blick teuren, aber qualitativ hochwertigen Rohren kann sich hier sehr schnell als lohnend erweisen, wenn sich die anschließende umformende Bearbeitung als völlig unproblematisch erweist.

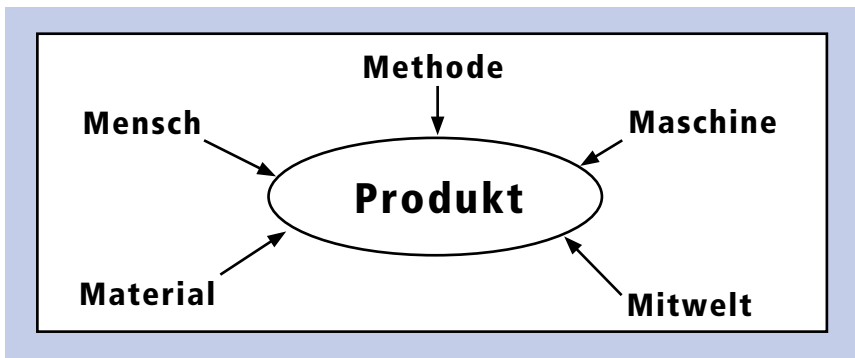


Abbildung 13: Einflussgrößen auf die Produktqualität.

Den Einflüssen des Materials überlagert sind die maschinenbezogenen Einflüsse. Hier sind u. a. Biegewinkel, Biegeradius, Biegegeschwindigkeit, Form und Position des Biegedorns, Bogenebene (d. h. Lage der Schweißnaht bei längsgeschweißten Rohren), Beschaffenheit der Gleitschiene (feststehend, mitlaufend, nach-

drückend) und die Schmierung zu nennen, die allesamt Auswirkungen auf die Qualität des Biegeteils haben. Und schließlich spielen auch noch die Erfahrung des Maschinenbedieners und das Fingerspitzengefühl, mit dem er die Biegewerkzeuge sowie die Biegeparameter einstellt, eine nicht unerhebliche Rolle.

Der allgemeine Qualitätsbegriff bezeichnet die Gesamtheit von Eigenschaften und Merkmalen einer Einheit bezüglich ihrer Eignung zur Erfüllung festgelegter oder vorausgesetzter Anforderungen. Zur Beurteilung der Produktqualität können metrische (durch Messung feststellbare) oder attributive (Einteilung in gut oder schlecht) Qualitätsmerkmale herangezogen werden. Betrachtet man eine gebogene Rohrfigur, so kann das Produkt z. B. als „gut“ einge-

stuft werden, wenn es im Bereich des Bogens keinen Einfall des Querschnitts, Risse, Falten, Eindrücke und Beulen oder dergleichen aufweist. Zu den metrischen Qualitätsmerkmalen zählen Biegewinkel, gerade Längen, Wanddicken, Ovalisierungen oder auch Oberflächenrauheiten. Durch die Vorgabe von Toleranzbereichen kann das Rohr hinsichtlich dieser Merkmale wiederum als Gutteil oder Ausschuss gekennzeichnet werden.

QUELLENANGABE / LITERATURHINWEISE

Bauer, D. / Khodayari, G.

Rohrrückfederung beim Biegen prozessbegleitend kompensieren, in: Bänder, Bleche, Rohre. 33. Jahrgang (1992), Nr. 7 - Juli, S. 27-37. Würzburg: Vogel-Verlag.

Bauer, D. / Weber, M.

Rückfederungskompensiertes Biegen von Stahlrohr. Sonderdruck aus: Stahl 93 (1993), Heft 1, S. 90-92. Düsseldorf: Verlag Stahleisen.

DIN 8580

Fertigungsverfahren. Begriffe, Einteilung. Berlin: Beuth-Verlag.

DIN 8586

Fertigungsverfahren Biegeumformen. Einordnung, Unterteilung und Begriffe. Berlin: Beuth-Verlag.

Franz, W.-D.

Maschinelles Rohrbiegen, Verfahren und Maschinen. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1988.

Khodayari, G.

Rückfederung, Ovalisierung und Wanddickenänderung beim Rohrbiegen. Universität Siegen, 1998.

Khodayari, G.

Untersuchungen zum elastisch-plastischen Biegen von Stahlrohrprofilen. Dissertationsschrift, Universität Siegen, 1993.

Marczinski, H.-J.

Kaltbiegen von Rohren, in: VDI-Berichte Nr. 357, S. 109-112, Hamm 1979.

Seidel, P. / Richter, W.

Streng geheim und doch beherrschbar, in M&T Metallhandwerk, Heft 1-2003, S. 11-13, Lübeck: Coleman-Verlag.

Stange, E. P.

The Skinny On Tight-Radius Rotary Bending, in: Tube & Pipe Journal, Heft 6-2000, S. 22-25.

Stange, R. R.

Rohrbiegetechnik. Grundsätze - Methoden - Biegewerkzeuge - Verfahren - Entwicklungen. Tools for Bending Inc., Denver (Colorado), 1997.

Tapper, J. A.

Optimize Your Tube-Bending Operations. Tooling and Equipment Setup - Keys to Success, in: Metal Forming, Ausgabe Juni 2000, S. 66-72.

Tingley, W. Q.

Building a better tube bending encyclopedia, als Fortsetzungsartikel erschienen in: Tube & Pipe Journal, Heft 7-2002 bis Heft 5-2003.

ALLES AUS EINER HAND



TUBOBEND

1-Achs-gesteuerte Rohrbiegemaschinen bis Ø 90 mm



TUBOTRON

CNC-Rohrbiegemaschinen bis Ø 170 mm



TUBOMAT 642 / 648

Hydraulikrohr-Bearbeitungsmaschinen bis Ø 48 mm (Biegen, Sägen, Entgraten, Bördeln, Schneidringmontage, Anfasen)



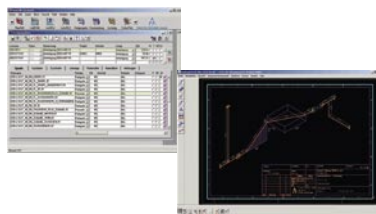
PB 42 / 42 plus

Pressbiegemaschinen bis Ø 42 mm



SCOPELINK / ROBOFIX

Automatisierte Systemlösung für die Passrohrfertigung (Isometrieerstellung, Flanschheften)



PIPEFAB

Modulare Softwarelösungen für die Rohrbearbeitung (von der Rohrbiege-Software bis zum kompletten Fertigungs-Management-System)



ERSTE WAHL FÜR PERFEKTE ROHRVERLEGUNG

TRACTO-TECHNIK GmbH · Hunold-Rump-Str. 76-80 · D-57368 Lennestadt
Tel: +49 (0) 27 25 / 95 40 - 0 · Fax: +49 (0) 27 25 / 95 40 - 33
www.tracto-technik.de · E-Mail: tubomat@tracto-technik.de