



# Boiler & Power

Maschinen für die Kessel-  
und Kraftwerksindustrie

Bending to perfection.



# Technischer Vorsprung

## Wir setzen Standards für den Kraftwerksbau

Die Zukunft der weltweiten Energieversorgung hängt entscheidend von Innovationen im Kraftwerksbau ab. Auszugleichende Leistungsschwankungen der erneuerbaren Energien, international zunehmende Nachfrage sowie verschärfte gesetzliche Vorgaben: Der Kraftwerksbau befindet sich im Spannungsverhältnis wachsender versorgungstechnischer, wirtschaftlicher und ökologischer Anforderungen. Und so steigen auch die Ansprüche an die verbauten Rohrleitungssysteme und Rohrwerkstoffe, da diese spürbar zum Effizienzgewinn beitragen.

## Effizienz braucht innovative Technik

Die Effizienz im Inneren des Brennraums hängt unter anderem davon ab, dass die verwendeten Rohre durch besonders enge Biegeradien eine größtmögliche Fläche für den Wärmeübertrag bilden. Die dahinterstehende Biegeherausforderung angesichts der hochfesten Werkstoffe ist enorm. Die Werkstoffe reagieren einerseits empfindlich, andererseits sind größere Biegekräfte notwendig, um die härteren Rohre umzuformen. Wir begegnen diesen Herausforderungen mit innovativen Druckbiegeverfahren, mit denen wir dank äußerster Präzision internationale Toleranzvorgaben für Wandstärkeverjüngung und Unrundheit sogar übertreffen. Dies bietet gerade bei der Verwendung von hochfesten Werkstoffen einen spürbaren Kostenvorteil.

## Erfahrung und Branchenkenntnis

Insgesamt entwickeln und fertigen wir seit vielen Jahrzehnten Rohrkaltbiegemaschinen, die speziell für die besonderen Anforderungen im Kraftwerksbau ausgelegt sind. Wir kennen uns mit dem Biegen von hochfesten und warmfesten Stählen genauso gut aus wie mit dickwandigen Hochdruckrohren bis 16". Das Kaltbiegen von Rohren mit einem Biegeradius von  $1 \times D$  und darunter gehört zu unserer täglichen Arbeit.

## Weitere optimale Biegeverfahren für Ihre Anforderungen

Neben Druckbiegemaschinen bieten wir mit unserer Heavy Duty Maschinenserie eine weitere optimale Lösung für vielfältige Biegeaufgaben im Kraftwerksbau. Ausgestattet mit speziellen Werkzeugen biegen diese Maschinen dünn- und dickwandige Rohre bis zu einem maximalen  $\varnothing$  von  $426 \times 22$  mm.



## Herstellung kleiner Biegeradien

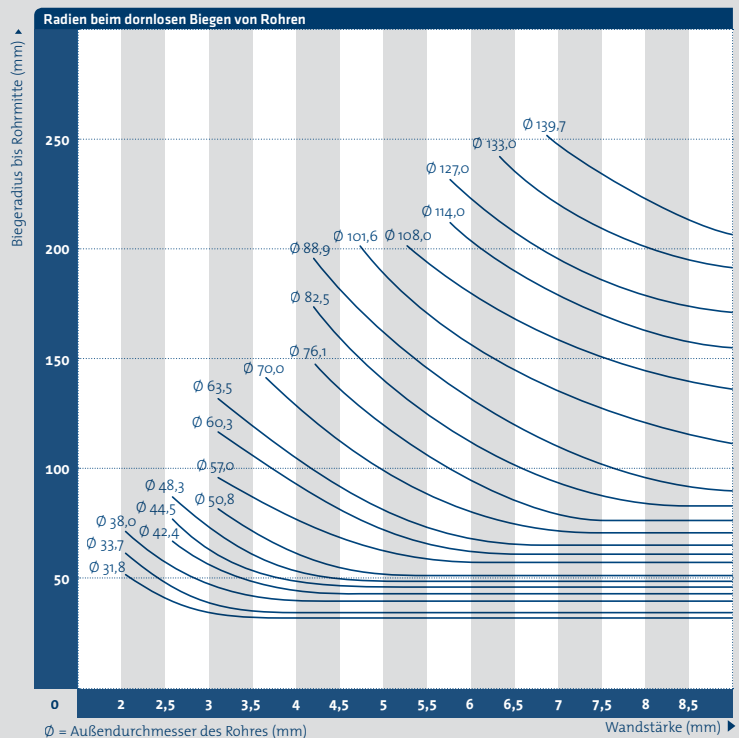
Beim dornlosen Biegen von dickwandigen Rohren ermöglicht das Druckbiegeverfahren die Herstellung sehr kleiner Biegeradien (Mindestradius je nach Rohrdurchmesser weniger als  $1 \times D$ ). Das ermöglicht zum Beispiel die Herstellung von kleineren Kesseln mit höherer Kapazität. Darüber hinaus lassen sich bei Verwendung eines Dornes dünnwandige Rohre auf einen kleinen Radius biegen, da die Nachdrückeinrichtung die Rohraußenwand entlastet.

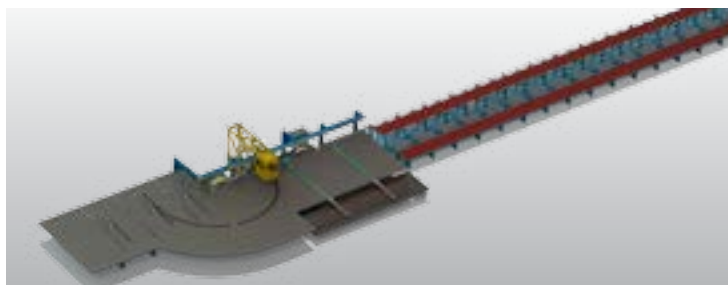
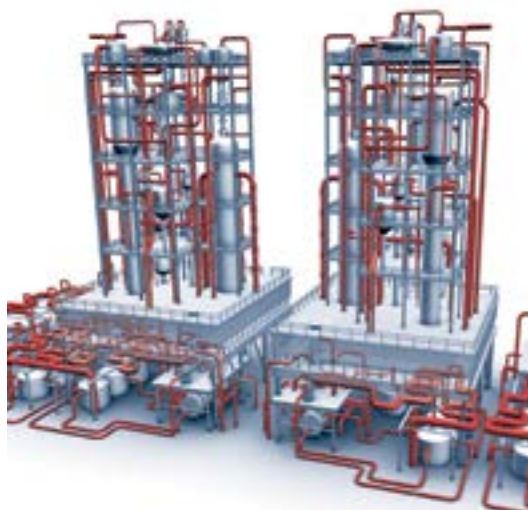
## Ermittlung des kleinsten Biegeradius

### Beispiel

Außendurchmesser des Rohres	50,8 mm
Wandstärke	4,5 mm
Kleinsten Biegeradius bis Mittellinie*	54 mm

\*Laut Diagramm.





## Präzise und wirtschaftlich

### Unsere Biegetechnologien für moderne Kraftwerke

Für die besonderen Anforderungen im Kraftwerksbau bieten wir spezielle Druckbiegemaschinen mit und ohne Dorn für die Einzel- und Serienfertigung. Sie haben die Wahl zwischen insgesamt vier verschiedenen Produktlinien für diesen Bereich: halbautomatischen und automatischen CNC Druckbiegemaschinen, CNC Twin-Druckbiegemaschinen mit zwei Biegeköpfen und den Rohrwandbiegemaschinen der FL Serie.

### Äußerste Präzision – ohne Nachbearbeitung

Profitieren Sie von unserem einzigartigen dornlosen Biegeverfahren: gesenkte Produktionskosten durch präzise Ergebnisse, ganz ohne Nachbearbeitung. Unsere Maschinen für das dornlose Biegen ermöglichen die Bearbeitung von Kesselrohren bis hin zu einem Radius von  $1 \times D$  bei minimaler Wandstärkereduzierung und optimaler Ovalität. Damit können Sie den Materialeinsatz erheblich reduzieren. Selbstverständlich auch bei den neuesten hochfesten und warmfesten Stählen. Ein weiterer Pluspunkt: Unser Verfahren übertrifft die Toleranzvorgaben für Wandstärkeverjüngung und Unrundheit z.B. der europäischen Normen EN 12952, der American Society of Mechanical Engineers ASME B31.1 sowie aller weiteren internationalen Normen. Das Ergebnis: Bei einem Biegeradius von  $1 \times D$  beträgt die maximale Wandstärkeverjüngung etwa 12 %, die maximale Unrundheit bleibt sogar unter 10 %.

### Wirtschaftlich produzieren – auch bei kleinen Biegeradien

Die Anforderungen an die Fertigung von Kesselrohren und Rohrschlangen sind hoch. Insbesondere die Herstellung kleinerer Kessel mit höherer Kapazität setzt den Einsatz von extrem eng gebogenen Rohren voraus. Nicht selten muss der minimale Biegeradius  $1 \times D$  betragen. Die halbautomatischen

Druckbiegemaschinen und automatischen CNC Druckbiegemaschinen sind genau für diese Anforderungen ausgelegt.

### Für jede Anforderung die richtige Lösung

Für die Produktion von Einzelbögen und kleinen Serien sind unsere halbautomatischen Anlagen der SR-Serie die richtige Wahl. Die automatisch CNC-gesteuerten Anlagen biegen auch komplexe Rohrsysteme mit mehreren Biegungen oder große Losgrößen. Speziell für die effiziente Bearbeitung sehr großer und komplexer Rohrschlangen haben wir die CNC Twin-Maschinen mit zwei Biegeköpfen entwickelt: Bei dieser Maschinenserie kommen zwei vertikal und horizontal verfahrbare Biegeköpfe zum Einsatz, die das Rohr abwechselnd im und gegen den Uhrzeigersinn biegen. Dadurch muss die Rohrschlange nicht nach jedem Bogen gewendet werden, was eine zügige und wirtschaftliche Produktion und die Herstellung von großen Schenkellängen ermöglicht. Zusätzlich erweitert werden kann die Anlage durch einen Terminal End Bender. Für die exakte Bearbeitung ganzer Rohrwände haben wir die Maschinenserie FL entwickelt. Unser modifiziertes Kompressionsbiegeverfahren ermöglicht die Biegung von Membranrohrwänden in einem Winkel von bis zu  $135^\circ$ . Durch die optimale Schwenkeinrichtung kann die gesamte Anlage um bis zu  $25^\circ$  in beide Richtungen geschwenkt werden. Dies ermöglicht das Diagonalbiegen der Rohrwand ohne zusätzlichen Platzbedarf. Hierdurch sorgt die Anlage für einen enormen Produktivitätssprung, weil so besonders einfach und zeiteffizient größere Membranrohrwände vorgefertigt werden.

**Wir fertigen unsere Anlagen in Deutschland nach Ihren individuellen Ansprüchen und Produktionsgegebenheiten. Gerne unterstützen wir Sie bei der richtigen Wahl.**



1D/3D-System



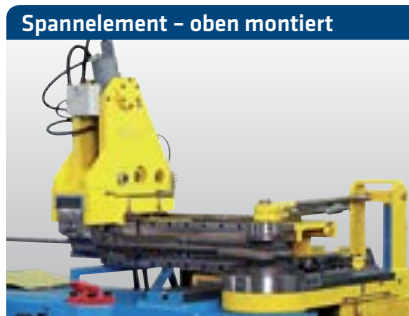
Dornrückzugeinrichtung



Sägeeinrichtung



Spannelement - unten montiert



Spannelement - oben montiert



Wendetisch

## Optimal an Ihre Anforderungen angepasst

Unser modular konfigurierbares Maschinen- und Zubehörprogramm bietet Ihnen maximale Flexibilität. Eine exakt auf Ihre spezifischen Produktionsanforderungen abgestimmte Rohrbiegemaschine trägt spürbar zur Maximierung Ihrer Produktivität bei und leistet einen entscheidenden Beitrag für Ihre Wettbewerbsfähigkeit. Jedes neue Projekt starten wir mit einer ausführlichen Beratung, um gemeinsam mit Ihnen die wirklich beste Biegelösung für Ihre Aufgabenstellung zu finden. Ob Dornrückzugeinrichtung, 1D/3D-System, Sägeeinrichtung oder Wendetisch – wir unterstützen Sie bei der Auswahl der passenden Ausstattung. Profitieren Sie von unserer jahrzehntelangen Erfahrung in der Entwicklung und Fertigung kundenindividueller Rohrkaltbiegemaschinen für den Kessel- und Kraftwerksbau.

Hiermit lassen sich aus einer Rohrlänge rationell kurze Biegeteile herstellen.

### Wendetisch

Für das effektive und sichere Wenden von flachen Rohrschlangen bietet sich die Integration eines Wendetisches an. Dabei kommen mehrere Armpaare zum Einsatz, deren Drehpunkt genau in der Rohrachse liegt. Die Rohrwendung erfolgt synchron zur Bewegung des Wendekopfes.

### Dornrückzugeinrichtung

Die Dornrückzugeinrichtung positioniert den optionalen Biegedorn während des Biegevorgangs im Bogenbereich und bietet unter anderem bei der Bearbeitung dünnwandiger Rohre entscheidende Vorteile.

## Ihr Plus an Optionen

### Rohrsysteme mit zwei Biegeradien

Mit unserem 1D/3D-System können Sie zwei verschieden große Biegeradien innerhalb einer Rohrschlange erzeugen – ganz ohne Werkzeugwechsel.

### Bogen-in-Bogen-Systeme

Unser Spannbackenwechselsystem ermöglicht das Biegen von Rohrsystemen mit nur sehr kurzen oder ohne gerade Längen zwischen den Biegungen. Häufige Anwendung findet das Spannbackenwechselsystem z.B. bei Rohren für die Brenneröffnungen.

### Sägeeinrichtung

Die numerisch gesteuerte Sägeeinrichtung trennt das bearbeitete Rohr noch auf der Biegemaschine vom Reststück.

### Rohrbeladung

Für eine automatisierte und damit besonders rationelle Maschinenbeladung können wir Ihnen bis zu einer Rohrlänge von 150 m verschiedene Handlingsysteme anbieten.

### Präzises dornloses Kaltbiegen kleinster Radien

Ein wichtiges Qualitätsmerkmal unserer Druckbiegemaschinen ist, neben dem speziellen Schwarze-Robitec-Regelungsverfahren, die kompakt konstruierte Baueinheit von Rohrmachdrückeinrichtung und integriertem Rohrspannelement. Dies ermöglicht u.a. das dornlose Kaltbiegen sehr kleiner Radien: Liegt das Verhältnis von Außendurchmesser und Wandstärke bei 1:10 oder darunter, sind Biegeradien von  $1 \times D$  problemlos möglich. Das Spannelement überträgt dabei die Nachdruckkraft sicher auf das Rohr.



## SR 60 DB



### Stark in Leistung und Präzision

Die halbautomatischen, elektro-hydraulischen Druckbiegemaschinen SR DB sind wahre Experten, wenn es um die Herstellung von Kesselrohren geht. Sie fertigen kleine bis mittelgroße Serien und Einzelbögen wirtschaftlich, präzise und bei Bedarf mit klein(sten) Biegeradien. Das gilt selbstverständlich auch für Rohre aus neuen hoch- und warmfesten Werkstoffen. Ausgestattet sind diese Maschinen unter anderem mit der intuitiv bedienbaren CNC Einachsensteuerung, einem hydraulisch betriebenen Biegetisch sowie einer hydraulischen vertikalen bzw. horizontalen Werkzeugspannung mit Kniehebelbetätigung.

## CNC 100 DB



### Leistung rauf – Kosten runter

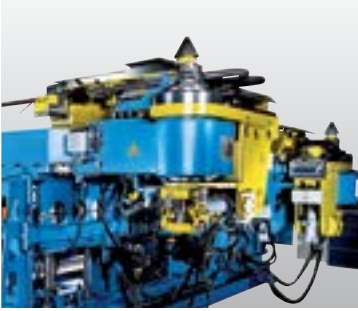
Für die Serienfertigung von Kesselrohren und Rohrschlangen benötigen Sie eine leistungsstarke Rohrkaltbiegemaschine. Mit unserer CNC DB-Maschinenserie setzen Sie auf echte Allrounder – zuverlässig selbst nach Jahren im mehrschichtigen Dauereinsatz. Die CNC DB-Serie ist optimiert für automatische Produktionsprozesse und stellt hier ihre volle Effizienz unter Beweis. Dafür haben wir sie mit zahlreichen technischen Finessen ausgestattet: von der CNC Mehrachsensteuerung über die integrierte Rohrpositioniereinrichtung bis hin zur intelligenten Nachdrückeinrichtung mit programmierbarem Nachdrückfaktor.

## Technische Daten

Abbildungen können optionale Zusatzausstattung enthalten. Spezielle Ausführungen auf Anfrage. Technische Änderungen vorbehalten. Weitere optionale Zusatzausstattung ist auf Anfrage erhältlich.

		SR 60 DB	SR 80 DB	SR 100 DB	SR 165 DB	CNC 60 DB	CNC 80 DB	CNC 100/80 DB	CNC 100 DB	CNC 165 DB	CNC 60 DB Twin	CNC 80 DB Twin	
Max. Ø Rohr x Wandstärke: (bei Zugfestigkeit: 700 N/mm <sup>2</sup> )	mm	63,5 x 5	88,9 x 8	114,3 x 7,1	168,3 x 7,1	63,5 x 5	88,9 x 8	88,9 x 11	114,3 x 7,1	168,3 x 7,1	63,5 x 5	88,9 x 8	
Max. Widerstandsmoment	cm <sup>3</sup>	12,5	37,8	60,4	139,1	12,5	37,8	46,9	60,4	139,1	12,2	37,8	
Max. Biegeradius bis Rohrmitte	mm	300	400	450	500	200	250	350	350	425	200	250	
Min. Biegeradius bis Rohrmitte	mm	20	30	50	70	20	30	30	50	70	30	35	
Verfahrweg (Verlängerung möglich)	mm							6.000				6.000	
Max. Biegewinkel													
▶ bei geteilter Biegeschablone	Grad		200°					200°				200°	
▶ bei ungeteilter Biegeschablone	Grad		180°					180°				180°	
Max. Biegegeschwindigkeit													
▶ Vorlauf, stufenlos regelbar	1/min.	3	1,8	1,5	1,2	6	3	1,6	1,6	1,4	6,5	3	
▶ Rücklauf, konstant	1/min.	10	5	2,5	2	10	6	2,8	2,8	1,8	10	6	
Anschlusswert	kW	22	22	25	35	50	50	50	50	55	35	50	
Standardbiegerichtung			Im Uhrzeigersinn – auf Wunsch auch gegen den Uhrzeigersinn				Im Uhrzeigersinn – auf Wunsch auch gegen den Uhrzeigersinn				Im und gegen den Uhrzeiger		
Gesamtgewicht ca.	kg	5.250	6.300	11.200	16.500	10.000	11.500	15.800	18.000	23.500	je nach technischer A		
Positioniereinrichtung													
▶ Max. Verdrehwinkel	Grad							Unbegrenzt				Unbegrenzt	
▶ Max. Verdrehgeschwindigkeit	1/min					40	30	30	20	15	40	30	
▶ Max. Transportgeschwindigkeit	m/min					50	50	50	50	40	50	35	

CNC 100 DB Twin



Terminal End Bender



FL 3600



**Für komplexe Aufgaben gerüstet**

Speziell für die zunehmend komplexen Anforderungen bei der Herstellung von Kesselanlagen haben wir die CNC-gesteuerten Maschinenserie DB-Twin entwickelt. Diese flexibel kombinierbaren Druckbiegemaschinen biegen wahlweise in die gleiche oder gegenläufige Richtung. Bei der Verwendung gegenläufiger Biegerichtungen können selbst größte Rohrschlangen gebogen werden, ohne die Schlange nach jedem Bogen wenden zu müssen. Der Vorteil einer Anordnung von zwei gleichlaufenden Biegeköpfen besteht darin, unterschiedliche Biegeradien innerhalb eines Systems biegen zu können. Einen besonders hohen Automatisierungsgrad der Anlage ermöglicht der optionale Terminal-End-Bender, der Biegungen in beide Biegerichtungen mühelos an das hintere Ende einer Rohrschlange oder eines Rohrsystems anbringt.

**Rohrwände millimetergenau biegen**

Der moderne Kessel- und Kraftwerksbau ist ohne den Einsatz geschweißter Rohrwände nicht denkbar. Um sie perfekt an die Kesselkonstruktion und die benachbarten Leitungssegmente anzupassen, müssen die Rohrwände im Vorfeld millimetergenau gebogen werden. Genau für diese Anforderung haben wir die Maschinenserie FL optimiert: Sie bearbeitet ganze Rohrwände mit einer Breite von bis zu 3.600 mm zuverlässig in einem Arbeitsgang. Verkürzte Produktionszeiten und Kosteneinsparungen durch einen reduzierten Montageaufwand auf der Baustelle sind die Folge – und Ihr Ergebnis.

CNC 100 DB Twin
88,9 x 11
46,9
350
35
2,7
3,8
50
en sinn
ausführung
zt
20
35

		FL 1000	FL 2000	FL 3000	FL 3600
Max. Ø Rohr x Wandstärke (bei Zugfestigkeit: 700 N/mm²)	mm	70 x 5			
Anzahl von Rohren bei max. Ø	St.	8	16	32	40
Durchgangsbreite	mm	1.000	2.000	3.000	3.600
Durchgangsbreite (bei max. Schwenkwinkel 25°) ca.	mm	880	1.600	2.400	2.800
Max. Widerstandsmoment	cm³	124	248	496	620
Max. Biegeradius bis Rohrmitte	mm	400			
Min. Biegeradius bis Rohrmitte (über glatte Rollen)	mm	150			
Max. Biegewinkel	Grad	135			
Max. Biegegeschwindigkeit	1/min.	1,5	0,4	0,3	0,3
Anschlusswert 1500 U/min	kW	15	20	35	35
Gesamtgewicht ca.	kg	11.000	30.000	58.000	62.500

**Zusatzausstattungen**

- Maschinen SR DB, CNC DB und CNC DB Twin
  - Faltenglätteraufnahme und -schmierung
  - Zentralblockschmierung
  - Luftölkühler
- Maschinen SR DB und CNC DB mit Dorn
  - Hydraulische Dornrückzugeinrichtung
  - Automatische Dornschmierung
- Maschinen SR DB
  - Nachdrucksynchronisierung

- Maschinen CNC DB
  - 1D/3D-Biegen
  - Biegen von Bogen-in-Bogen-Systemen
  - Sägeeinrichtung
  - Gleitschienen-Wechseleinrichtung
- Maschinen FL
  - Maschinenschwenkeinrichtung, Schwenkwinkel ± 25°
  - Rohrwandtransportrollen mit elektrischem Antrieb und Kraftheber
  - Hydraulisch einstellbarer Rohrwandanschlag (Abstand + Winkel)



# Modern und leistungsstark



## Biegewerkzeuge und Antriebstechnik

Ob Maschinenkorpus, Biegekopf, Biegewerkzeug oder Antriebstechnik – alle Komponenten unserer Druckbiegemaschinen greifen wie Zahnräder perfekt ineinander und ermöglichen Ihnen eine besonders zügige, präzise und wirtschaftliche Fertigung.

Anspruchsvolle Biegeaufgaben erfordern eine stabile Basis, die sämtliche Biege- und Torsionskräfte problemlos aufnimmt. Genau aus diesem Grund ist das Maschinenbett unserer Anlagen als geschweißte Kastenkonstruktion ausgebildet und zur optimalen Aussteifung vielfach verrippt.

## Schnelligkeit siegt

Die bewährte Konstruktion der von uns entwickelten Biegeköpfe macht eine zusätzliche Unterstützung der Mittelachse in den meisten Fällen überflüssig. Sie profitieren von noch kürzeren Werkzeugwechselzeiten und beschleunigten Biegeprozessen – auch bei komplexen Geometrien.

## Maximale Produktivität ist Trumpf

Die Biegeschwindigkeit unserer Maschinen können Sie flexibel justieren und damit punktgenau auf Ihre individuellen Anforderungen einstellen.

## Automatisch, effizient, leistungsstark

Bei allen CNC Druckbiegemaschinen übernehmen servoelektrische Antriebe die präzise Positionierung des Rohrs in der Maschine.

## Jederzeit sichere Fertigungsprozesse

Das Spannen der Biegewerkzeuge und des Gleitschienvorschubs erfolgt in vielen Fällen per Kniehebel. Damit sitzen die Rohre selbst unter schwierigen Bedingungen perfekt.

Größte Flexibilität im Bearbeitungsprozess ermöglicht Ihnen der Einsatz geteilter Biegeschablonen, die sich sowohl vertikal als auch horizontal spannen lassen. Sie garantieren die problemlose Produktion und das leichte Entfernen von Rohren mit einem Biegewinkel von über 180°. Für die Herstellung extrem kleiner Biegeradien bis zu einem Radius von unter 1 x D bieten wir Ihnen außerdem ungeteilte Biegeschablonen, mit denen Sie selbstverständlich auch die neuen, hochfesten Werkstoffe effizient bearbeiten können.

## Intelligent Kosten senken

Wir verwenden ausschließlich geregelte Hydraulikpumpen und Aggregate. Ist die Maschine nicht in Betrieb, schalten die Pumpen mittels der Regler in den Leerlauf. So sparen Sie spürbar Energiekosten ein.

## Betriebssicher – auf Dauer!

Auch unter Hochdruck behalten unsere Maschinen einen kühlen Kopf: Die serienmäßige Wasserkühlung (Luft-Öl-Kühlung optional erhältlich) des Hydrauliksystems sorgt für optimale Betriebsbedingungen. Für tropische Klimabedingungen können unsere Maschinen auch mit einer aktiven Ölklimatisierung ausgestattet werden. Konstante Öltemperaturen und ein vergleichsweise niedriges Druckniveau stellen sicher, dass Ihre Maschine dauerhaft reibungslos arbeitet.





Schwarze-Robitec GmbH | Olpener Straße 460-474 | 51109 Köln | Deutschland

**P** +49 (221) 89 00 8-0 **F** +49 (221) 89 00 8-9920

**W** [www.schwarze-robitec.com](http://www.schwarze-robitec.com) **E** [sales@schwarze-robitec.com](mailto:sales@schwarze-robitec.com)

Unser Unternehmen ist ISO-9001-zertifiziert.  
Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

