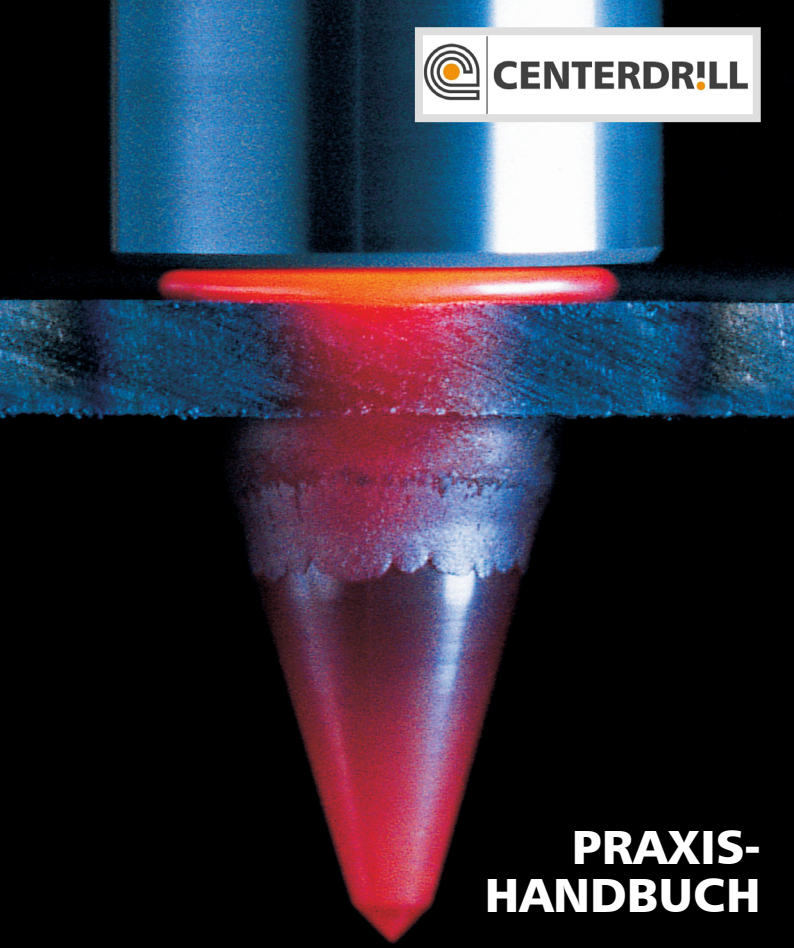


CENTERDRILL

PRAXIS-HANDBUCH

Fließlochformen mit centerdrill

Centerdrill GmbH

...Ihr Spezialist für das Fließlochformen.

Das Produkt **centerdrill** existiert seit über 15 Jahren und steht für präzise und wirtschaftliche Werkzeuge "made in germany".

Mit sicherem Gespür für technische Machbarkeit entwickeln und produzieren wir intelligente Lösungen für Ihren besonderen Anwendungsfall. Kurze Reaktionszeiten und ein ausgewogenes Lagerprogramm machen uns zu einem zuverlässigen Partner rund um das Fließlochformen.

Weltweit durch ein breites Händlernetz vertreten, können wir Ihnen unsere speziellen Produkte und unseren besonderen Service anbieten.

Geschichte Fließlochformen

Die Idee, mittels des Fließlochformens Durchzüge in Metall zu erzeugen, gab es schon in den 20er Jahren. Allerdings setzte sich dieses Verfahren wegen der geringen Wärmestabilität der damals verfügbaren Werkstoffe nicht durch. Erst in den 60er Jahren und mit der Verfügbarkeit geeigneter Hartmetallwerkstoffe, gab es die ersten industriellen Anwendungen. Seitdem findet das Verfahren immer mehr Zugang und Akzeptanz in der metallverarbeitenden Industrie. Die „**centerdrill**" Fließlochformer bestehen seit mehr als 15 Jahren und wurden in ihrer Geometrie und Qualität ständig weiterentwickelt und verbessert.

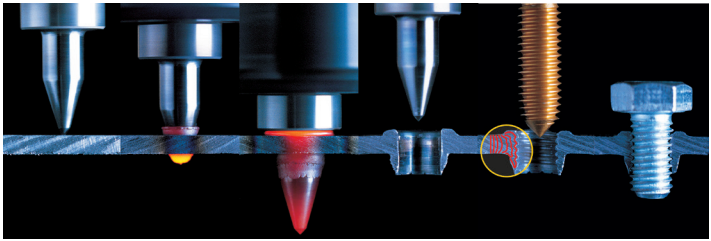


Abb. 2-1: Fließlochformprozess

Inhaltsverzeichnis

Fließlochformen mit centerdrill:

Das Fließlochformverfahren	Seite 4
Die Vorteile des Fließlochformverfahrens	Seite 4-5
Bearbeitbare Werkstoffe	Seite 5
Anwendungsbeispiele	Seite 6-7
Der Fließlochformprozess im Detail	Seite 8-9
Der Aufbau des **centerdrill** Fließlochformers	Seite 10
Die Standard-Fließlochformer	Seite 10
Welcher **centerdrill**-Typ für welchen Einsatz?	Seite 11
Fließlochformer in Sonderausführungen	Seite 11
Max. Materialstärken mit standard centerdrill-Typen	Seite 12
centerdrill Kernlochdurchmesser für das Gewindeformen	Seite 13
Voraussetzungen zum Fließlochformen	Seite 14
Prozessdaten für das Fließlochformen	Seite 15
CNC-Programmierung Fließlochformen - Beispiele	Seite 16
Axialkräfte und Drehmomente beim Fließlochformen	Seite 17

Gewindeformen mit centertap:

Gewindeformen mit **centertap**	Seite 18
Voraussetzungen zum Gewindeformen	Seite 19
Prozessdaten für das Gewindeformen	Seite 15
CNC-Programmierung Gewindeformen - Beispiele	Seite 19
Auszugskräfte geformter Gewinde	Seite 20
Ermittelte Überdrehmomente	Seite 20
Fragen, Begriffe und Sicherheit	
FAQ - häufige Fragen rund um **centerdrill** und **centertap**	Seite 21-23
Begriffserläuterungen	Seite 24-25
Fehlerursachen beim Fließlochformen und Gewindeformen	Seite 26
Sicherheitshinweise	Seite 27

Das Fließlochformverfahren

Das Fließlochformen ist ein Verformungsverfahren, welches ermöglicht, Durchzüge spanlos in dünnwandige Bauteile, Bleche, Profile und Hohlprofile einzubringen, die zur Herstellung von Gewinde- als auch Lager- oder Lötbuchsen dienen.

Bei diesem Verfahren wird ein schnell rotierender Hartmetalldorn unter hohem axialen Druck auf das Metall gedrückt. Die dabei entstehende Reibungswärme setzt die Festigkeit des Materials deutlich herab und ermöglicht dem Hartmetalldorn, sich in das Metall zu drücken und es umzuformen.

Das Metall wird so verformt, daß ca. 1/3 des Materials entgegen der Vorschubrichtung nach oben drängt und 2/3 auf der Unterseite eine Buchse bilden.

In einem zweiten Arbeitsgang kann mittels eines Gewindeformers ein Gewinde in die Buchse geformt werden. Die Länge der Buchsen ist abhängig von der Dicke des Metalls und der Größe des zu formenden Kernlochs. Die Buchsenlänge kann bis zum 5-fachen der ursprünglichen Materialstärke betragen.

Neben der geometrischen Gestaltung des Fließlochformers sind für den Fließlochformprozess bestimmte Bearbeitungsparameter erforderlich, die je nach Werkzeugdurchmesser, Werkstoffdicke und der Metallsorte festzulegen sind. Dazu gehören Drehzahl bzw. Umfang- und Vorschubgeschwindigkeit des Werkzeugs. Aufgrund des erforderlichen hohen axialen Drucks und des hohen Drehmoments beim Fließlochformen sind an die Bearbeitungsmaschinen entsprechende hohe Anforderungen gesetzt.

Zusammengefaßt in Zahlen bedeutet dies...

- Materialstärken von 1mm - 12mm können bearbeitet werden
- Fließlöcher mit einem Durchmesser von 1,8mm - 32mm sind möglich
- Buchsenlänge bis zum 5-fachen der ursprünglichen Materialstäke können geformt werden
- ausgeübter axialer Druck von 500N – 4500N
- erforderliche Drehmomente von 2,5 – 60 Nm
- Drehzahl von 1000 – 4000 U/min. erforderlich
- Temperaturen von 600° - 800° entstehen

Die besondere Geometrie von **centerdrill** und das spezielle Hartmetall ermöglichen Standzeiten bis zu mehreren Tausend Formungen, in Abhängigkeit von der Metallsorte und Dicke.

Die Vorteile des Fließlochformverfahrens

Kostenvorteile

- Spanloses Verfahren: Verbindungselemente sind überflüssig
- Nur ein Arbeitsvorgang für die Herstellung von Durchzügen
- Automatisierbares Verfahren
- Eine Ständerbohrmaschine ist ausreichend: Keine maschinellen Zusatzkosten
- Minimale Rüstzeiten

Die Vorteile des Fließlochformverfahrens

Vorteile in der Praxis

- Hohe Präzision und Reproduzierbarkeit
- Werkstoff- und Gewichtsersparnis bei dünnen Profilen
- Schräges Fließlochformen
- Steigerung der Auszugskräfte mit dem Gewindeformen
- Dichtheit der Durchzüge
- Härtesteigerung durch die Materialverfestigung - d.h. weniger Verschleißerscheinungen bei Mehrfachverschraubungen
- Nur ein Grundwerkstoff, dadurch Vermeidung von elektrochemischer Korrosion
- Hohe Tragfähigkeit von Lagerbuchsen
- Leichte Erlernbarkeit und kostengünstiger Einstieg in eine neue Technologie

Ökologieaspekte

- Im **centerdrill**-Verfahren entstehen hochfeste Verbindungen ohne zusätzliche Materialien. Der Grundwerkstoff bleibt sortenrein und damit gut recyclebar! Die Entsorgung von Spänen entfällt.
- **centerdrill**-Verbindungen sind leicht lösbar und haben damit bei späterer Demontage entscheidende Vorteile gegenüber konkurrierenden Verfahren.

Bearbeitbare Werkstoffe

Nahezu alle dünnwandige metallische Werkstoffe (kein Zinn oder Zink!) können fließlochgeformt werden, das heißt alle

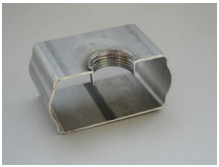
- schweißbare Stähle
- rostfreie Stähle
- Aluminium
- Kupfer
- Messing
- Bronze
- Magnetwerkstoffe
- Sonderlegierungen

Bei Materialien mit einer Beschichtung, muss diese vor dem Fließlochformen abgetragen werden.

Anwendungsbeispiele

In der Regel werden flache Bleche, Rund- und Vierkantprofile bearbeitet, die nach unseren Erfahrungen u.a. in den folgenden Industrien beispielhaft Anwendung finden:

- Automobilindustrie
- Laden- und Messebau (Stahlmöbel, Ladeneinrichtungen, Vitrinen, Eingangsanlagen)
- Geländer- und Balustradenbau
- Reha-, Sanitär- und Fitnessbereiche (Rollstühle, Stahlbetten, Fitnessgeräte)
- Reinigungssysteme und Waschanlagen (Sprüh- und Düsen-Systeme)
- Solaranlagenbau
- Beleuchtungssysteme
- Maschinenbau
- Landwirtschaft (Heuwender, Kabinendächer)
- Fahrradindustrie (Rahmenbau, Halterung für Trinkflasche)
- Gebäudetechnik, Klima-, Wärme-, Wasser-Systeme (Heizungen, Radiatoren, Handtuchtrockner, Verteilersysteme für Warm-Wasser, Fußbodenheizung)
- Fördertechnik und Transportsysteme
- Hebesysteme (Vakuumhebegeräte)
- Befestigungssysteme (Rohrschellen)
- etc.



Anwendungsbeispiele

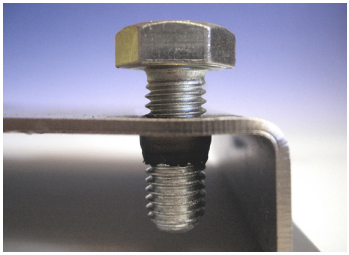


Abb.7-1: Stahlblech mit planer Oberfläche

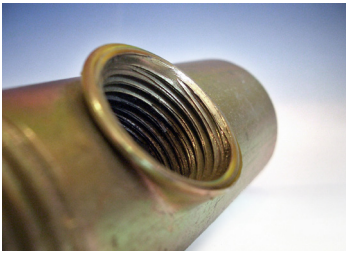


Abb.7-2: Messing-Rundrohr, Oberfläche mit Kragen

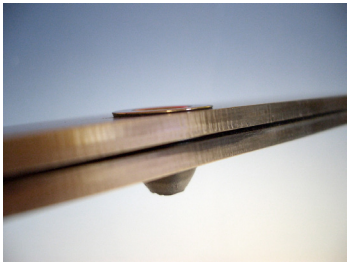


Abb.7-3: zwei Bleche miteinander verbunden

Abb.7-4: Ausfransungen der Buchse stark reduziert

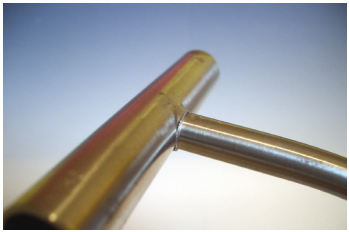
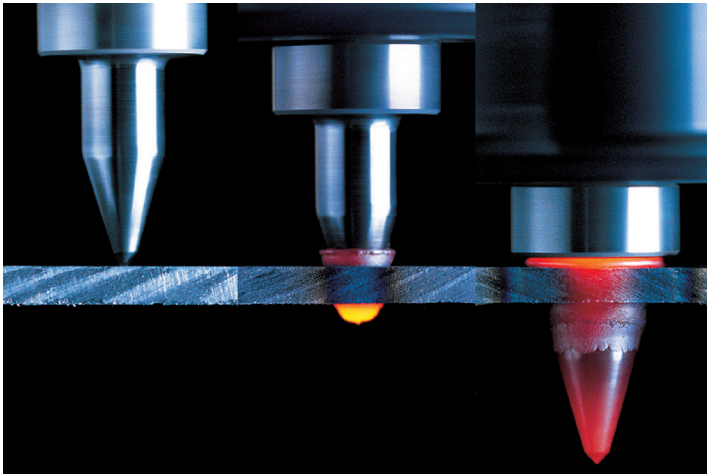


Abb.7-5: Steckverbindungen

Abb.7-6: Rohrschellenbefestigung

Der Fließlochformprozess im Detail

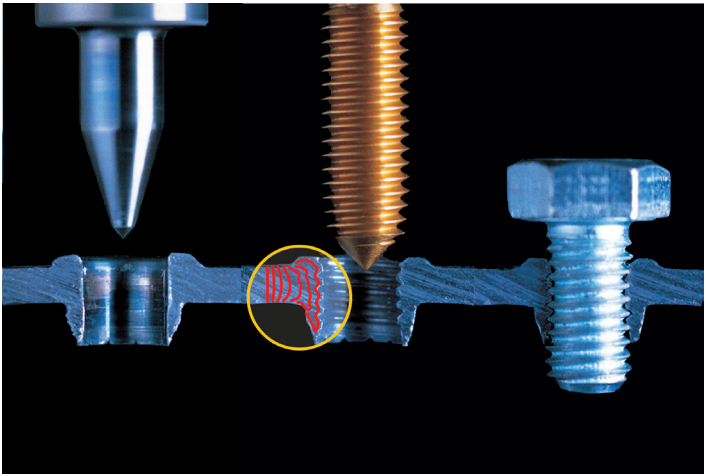


Nachdem die Spitze des **centerdrill** weich auf das Material aufgesetzt hat, wird mit hoher Axialkraft und Drehzahl auf das Material gedrückt.

Vorschub und Drehzahl erzeugen die notwendige Reibungswärme von ca. 600°. Dadurch wird das Metall plastisch und somit verformbar. Der **centerdrill** dringt in Sekundenschnelle in das Material ein.

Der **centerdrill** verdrängt das Metall horizontal und vertikal, wobei das Material hauptsächlich nach unten ausweicht: Die Buchse entsteht. Beim Durchdringen des Metalls nimmt die Vorschubkraft allmählich ab, während die Vorschubgeschwindigkeit steigt.

Im Anschluß das Gewindeformen



Die fließlochgeformte Buchse ist fertig. Das entgegen der Vorschubrichtung geflossene Material hat sich in Form eines Kragens als Dichtungsrand umgelegt. Dieser Kragen kann auch mit der **centerdrill** Version flach mit eingeschliffenen Schneiden im selben Arbeitsgang spanend entfernt werden.

Die Buchse ist ohne Spanabnahme sofort vorbereitet für das spanlose Einbringen eines Gewindes mit dem **centertap**. Das kalt geformte Gewinde verfestigt zusätzlich die Materialstruktur des Metalls.

Das Ergebnis: Hochauszugsfeste, belastbare Verbindungen. Ohne Bohren und anschließendes Einnieten oder Verschweißen von Muttern.

Der Aufbau des centerdrill Fließlochformers

Der **centerdrill** Fließlochformer setzt sich aus einer Zentrierspitze, einem konischen und einem zylindrischen Formteil, einem Bund und einem Aufnahmeschaft zusammen. Basierend auf diesem Konstruktionsprinzip sind mehrere standardisierte Fließlochformer für unterschiedliche Anwendungszwecke entwickelt worden. Sie unterscheiden sich grundsätzlich in der Länge des zylindrischen Formteils und der Ausführung des Bundbereiches.

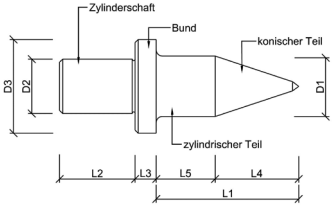


Abb. 10-1: Aufbau des **centerdrill** Fließlochformers

Standard-Fließlochformer

Zu den Standardausführungen gehören die **centerdrill**-Typen kurz und lang. Sie unterscheiden sich nur in der Länge des zylindrischen Teils, der Winkel des konischen Teils ist gleich. Beim Einsatz dieser Versionen bleibt das entgegen der Vorschubrichtung fließende Material als Kragen auf der Oberfläche des Werkstückes stehen. Beide Typen gibt es auch in der Version flach, mit im Bund eingeschliffenen Schneiden, die den beim Fließlochformprozess entstehenden Kragen im selben Arbeitsgang entfernen. Dadurch erhält man eine plane Oberfläche.

Abb. 10-2: Typ kurz

Abb.10-3: Typ lang

Abb.10-4: Typ kurz/flach

Abb.10-5: Typ lang/flach

Welcher centerdrill-Typ für welchen Einsatz?

Kernloch für Gewinde

Typ kurz: Wird gewünscht, dass z.B. ein Gewinde M8 in ein 2 mm dickes Blech aus S235JR (St37/2) geformt werden soll, dann empfehlen wir den Fließlochformer Ø 7,3 mm kurz - ein Former, bei dem der zylindrische Teil nur so lang ist, dass die entstehende Buchse am Auslauf leicht konisch zuläuft.

Typ lang: Wird die gleiche Anwendung in ein 3 mm dickes Blech gewünscht, dann empfehlen wir den **centerdrill**-Typ lang, da der Typ kurz wegen des kurzen zylindrischen Teils die Buchse nicht entsprechend ausformen würde.

Typ kurz-/lang-flach: Wird bei den vorher genannten Anwendungen gewünscht, dass die Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks flach, bzw. plan sein soll, dann empfehlen wir den **centerdrill**-Typ kurz/flach oder lang/flach.

Durchgangsloch

Wird ein Durchgangsloch gewünscht, so empfehlen wir grundsätzlich den **centerdrill**-Typ lang, da er mit seinem längerem zylindrischen Teil die Buchse voll ausformt.

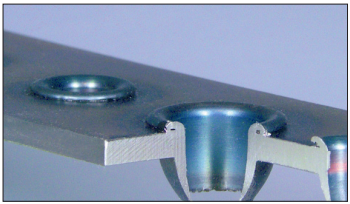


Abb. 11-1: Bohrung mit Kragen, geformt mit **centerdrill** Typ kurz oder lang

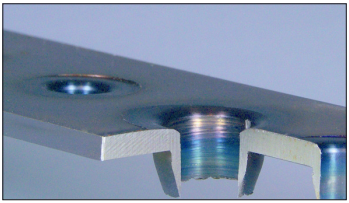


Abb. 11-2: Bohrung ohne Kragen, geformt mit **centerdrill** Typ kurz/flach oder lang/flach

Fließlochformer in Sonderausführung

Sollten unsere Standardprodukte nicht eingesetzt werden können oder für Ihren speziellen Einsatzzweck nicht ausreichend sein, fertigen wir auch Fließlochform-Sonderwerkzeuge nach Zeichnung. Wir beraten Sie gerne für Ihren besonderen Einsatzfall. Nachfolgend einige Beispiele solcher Sonderformen:

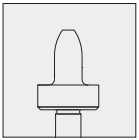


Abb. 11-3: Abgeschnittene Spitze

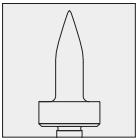


Abb. 11-4: Längerer zyl. Arbeitsteil

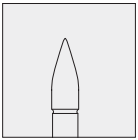


Abb. 11-5: Ohne Bund

Max. Materialstärken mit standard centerdrill-Typen

Die **centerdrill** Standard Fließlochformer können Sie bis zu folgender Materailstärke einsetzen:

		max. Materialstärken				Länge Arbeitsdorn		
Gewinde	**centerdrill** Kernloch-Ø mm	kurz mm	lang mm	kurz/flach mm	lang/flach mm	L1 kurz mm	L1 lang mm	Schaft-Ø mm
M-Metrisches ISO-Regelgewinde nach DIN 13								
M3 x 0,5	2,7	1,3	2,2	1,7	2,7	6,7	8,0	6,0
M4 x 0,7	3,7	1,3	2,3	1,7	2,7	6,9	9,0	6,0
M5 x 0,8	4,5	1,3	2,4	1,7	2,8	9,0	11,3	6,0
M6 x 1	5,4	1,3	2,7	1,7	3,0	10,5	13,8	8,0
M8 x 1,25	7,3	1,5	3,5	2,0	4,5	14,0	18,2	8,0
M10 x 1,5	9,2	2,0	4,3	2,5	5,2	16,9	22,5	10,0
M12 x 1,75	10,9	2,4	4,9	2,8	5,9	20,0	26,6	12,0
M14 x 2	13,0	2,4	5,3	3,0	7,0	23,5	31,1	14,0
M16 x 2	14,8	3,0	6,4	3,5	7,5	27,0	35,4	16,0
M18 x 2,5	16,7	3,5	7,0	4,0	8,0	30,4	39,8	18,0
M20 x 2,5	18,7	3,7	8,0	4,5	9,0	35,0	44,2	18,0
G-Rohrgewinde nach DIN ISO 228								
G1/8" x 28	9,2	2,0	4,3	2,5	5,2	16,9	22,5	10,0
G1/4" x 19	12,4	2,3	5,5	3,0	6,5	22,6	30,0	14,0
G3/8" x 19	15,9	3,3	6,9	3,5	8,0	28,9	37,9	16,0
G1/2" x 14	19,9	4,0	8,5	4,5	9,0	36,3	47,0	18,0
G3/4" x 14	25,4	4,5	10,6	5,0	11,0	46,4	59,6	20,0

Bei der Bearbeitung von dickeren Materialien fertigen wir Ihnen Fließlochformer mit einem längerem zylindrischen Teil. Sprechen Sie uns an!

centerdrill-Kernloch-Ø für das Gewindeformen

M-Metrisches ISO Regelgewinde

Gewinde	Steigung (mm)	centerdrill Kernloch-Ø (mm)
M3	0,50	2,7
M4	0,70	3,7
M5	0,80	4,5
M6	1,00	5,4
M8	1,25	7,3
M10	1,50	9,2
M12	1,75	10,9
M14	2,00	13,0
M16	2,00	14,8
M18	2,50	16,7
M20	2,50	18,7

MF-Metrisches ISO Feingewinde

Gewinde	Steigung (mm)	centerdrill Kernloch-Ø (mm)
MF4	0,50	3,8
MF5	0,50	4,8
MF6	0,75	5,6
MF6	0,50	5,8
MF8	1,00	7,5
MF8	0,75	7,6
MF10	1,25	9,3
MF10	1,00	9,5
MF12	1,50	11,2
MF12	1,00	11,5
MF14	1,50	13,2
MF16	1,50	15,2
MF18	1,50	17,2
MF20	1,50	19,2
MF20	1,00	19,5

Anmerkung: **centerdrill**-Kernloch-Ø
bei V2A und V4A +0,1 mm ab M8

G-Rohrgewinde

Gewinde	Steigung (mm)	**centerdrill** Kernloch-Ø (mm)
G 1/8"	28	9,2
G 1/4"	19	12,4
G 3/8"	19	15,9
G 1/2"	14	19,9
G 3/4"	14	25,4
G 1"	11	32

UNC-Gewinde

Gewinde	Steigung (mm)	**centerdrill** Kernloch-Ø (mm)
Nr. 04	40	2,5
Nr. 05	40	2,9
Nr. 06	32	3,1
Nr. 08	32	3,8
Nr. 10	24	4,3
Nr. 12	24	4,9
1/4	20	5,7
5/16	18	7,2
3/8	16	8,7
7/16	14	10,2
1/2	13	11,7
9/16	12	13,2
5/8	11	14,7
3/4	10	17,8

NPT-Gewinde

Gewinde	Steigung (mm)	centerdrill Kernloch-Ø (mm)
1/16"	27	7,0
1/8"	27	9,4
1/4"	18	12,4
3/8"	18	15,8
1/2"	14	19,6
3/4"	14	24,9
1"	11,5	31,4

Voraussetzungen zum Fließlochformen

Maschinelle Ausrüstung

Grundsätzlich sind alle leistungsfähigen Ständerbohrmaschinen, NC- und CNC - Bearbeitungszentren, etc. mit der erforderlichen Drehzahl und kW-Leistung zum Fließlochformen geeignet (siehe Prozessdaten Seite 15).

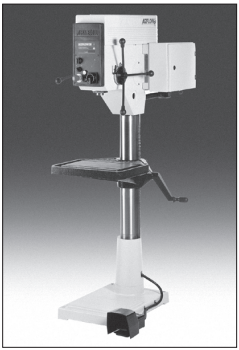


Abb. 14-1: Ständerbohrmaschine

Spannzangenfutter mit Lüftungsspeichen

Hohe thermische Schwankungen, sowie die radiale Belastung bedingen eine korrekte Spannung des Werkstücks und des Fließlochformers. Es muss gewährleistet sein, dass die entstehende Wärme nicht in die Spindel steigt, sondern abgeführt bzw. gekühlt wird. Übliche Dreibackenfutter können bei nicht zentrischer Spannung des Fließlochformers zu dessen Bruch führen! Des-halb wurde speziell für das Fließlochformen mit **centerdrill** ein Spannzangenfutter mit Lüftungsspeichen entwickelt, durch welches die Wärme optimal abgeleitet und eine sichere Spannung gewährleistet werden kann. Die Spindelaufnahme MK2 ist Standard für Fließlochformer bis Ø 14 mm. Für größere Fließlochformer empfehlen wir ein MK3. Andere Spannzangenfutter (SK, BT, HSK, etc.) können natürlich auch verwendet werden.

Spannzangen

Für optimale Rundlaufgenauigkeit und sichere Spannung wird der **centerdrill** in eine spezielle Spannzange aufgenommen.

Trennmittel

Die Benetzung des **centerdrill** mit unseren hochhitzefesten Trennmitteln, abgestimmt auf den zu bearbeitenden Werkstoff, ist von großer Bedeutung für dessen Standzeit. Es kann manuell oder mittels einer Sprühvorrichtung auf den Fließlochformer aufgebracht werden.
Die **Centerdrill** - Trennpaste ist wasserlöslich und frei von Ölen.

Abb. 14-2: Spannzangenfutter mit Lüftungsspeichen

Abb. 14-3: Spannzange

Abb. 14-4: Trennpaste

Prozessdaten zum Fließloch- und Gewindeformen

Richtwerte für Material S235JR (St37/2) bei 2 mm Wandstärke:

		Fließlochformen			Gewindeformen	
Gewinde	Kernloch -Ø mm	Drehzahl U/min	Drehmoment Nm	Leistung kW	Drehzahl U/min	Drehmoment Nm
M-Metrisches ISO-Regelgewinde nach DIN 13						
M3	2,7	3000	2,5	0,7	1500	1,3
M4	3,7	2600	3,0	0,8	1100	3,0
M5	4,5	2500	4,0	0,9	900	4,9
M6	5,4	2400	5,0	1,1	800	9,3
M8	7,3	2100	7,0	1,5	600	19,0
M10	9,2	1800	10,0	1,7	380	39,0
M12	10,9	1500	14,0	1,9	300	50,0
M14	13,0	1500	16,0	2,2	300	55,0
M16	14,8	1400	19,0	2,4	200	57,0
M20	18,7	1200	29,0	3,0	160	105,0
G-Rohrgewinde nach DIN ISO 228						
G1/8"	9,2	1800	10	1,7	380	13,0
G1/4"	12,4	1600	16	2,1	280	34,0
G3/8"	15,9	1400	24	2,6	200	46,0
G1/2"	19,9	1200	32	3,2	140	94,0

Bitte beachten:

Richtwerte für Edelstahl: Centerdrill Kernlochdurchmesser + 0,1 mm ab M08 und 10 - 20% niedrigere Drehzahl

Richtwerte für Aluminium, Kupfer, Messing: bis zu 50% höhere Drehzahl

Vorschub: 50 - 150 mm/min

Vorschubgeschwindigkeit + Drehzahl + Blechstärke beeinflussen den Drehmoment!

Je nach Anwendung und maschineller Voraussetzung können die Prozessgeschwindigkeiten auch deutlich variieren. Unsere Anwendungstechniker beraten Sie gerne.

CNC-Programmierung Fließlochformen - Beispiele

Version kurz: Richtwerte für Material S235JR (ST37/2)

centerdrill Kernloch-Ø (mm)	max. Wandstärke (mm)	Spindel-drehzahl (U/min)	Länge Arbeitsdorn L1 (mm)	Gesamter Arbeitsweg* (mm)	Arbeits-schritte (mm)	Vorschub-geschwindigkeit (mm/min)
M6 - Ø 5.4 kurz (kurz/flach)	1,3 (1,7)	2400	10,5	9,5 (10,5)	0 - 2	150
					2 - 4	250
					4 - 6	350
					6 - 8	550
					8 - Ende	200 (900)

Version lang: Richtwerte für Material S235JR (ST37/2)

centerdrill Kernloch-Ø (mm)	max. Wandstärke (mm)	Spindel-drehzahl (U/min)	Länge Arbeitsdorn L1 (mm)	Gesamter Arbeitsweg* (mm)	Arbeits-schritte (mm)	Vorschub-geschwindigkeit (mm/min)
M6 - Ø 5.4 lang (lang/flach)	2,7 (3.0)	2400	13,8	12,3 (13,8)	0 - 2	150
					2 - 4	250
					4 - 6	350
					6 - 11	550
					11 - Ende	200 (900)

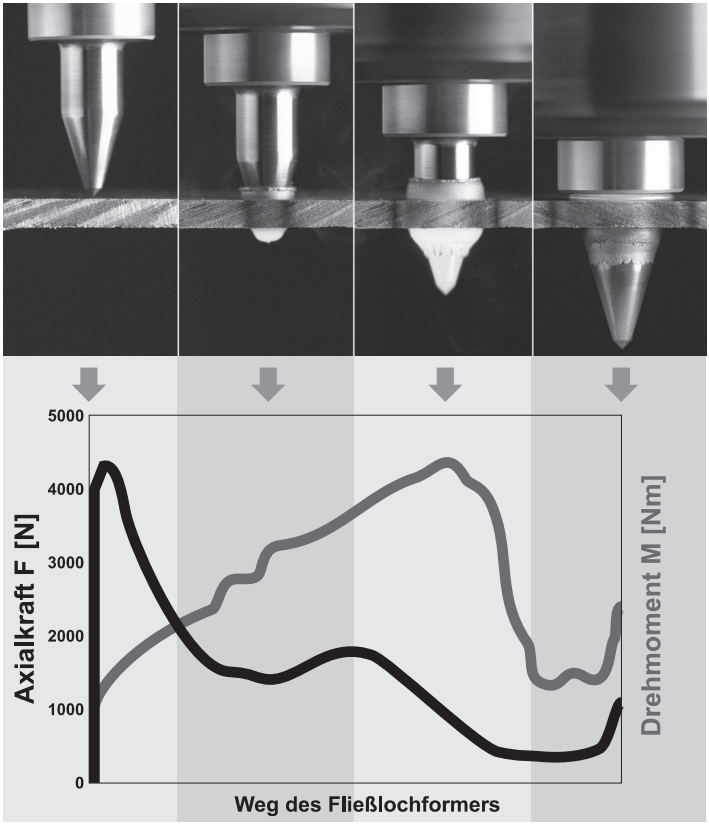
Durch Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit am Ende des Prozesses kann der Kragen besser entfernt werden.
* Der Arbeitsweg erhöht sich bei der flachen Ausführung um die Höhe des Kragens.

Durch Regelung der Vorschubgeschwindigkeit kann man...

- die Prozesszeit optimieren
- die Qualität der geformten Buchse und des Kragens beeinflussen
- die Standzeit des Fließlochformers beeinflussen

Alle weiteren CNC-Daten können auf Anfrage geliefert werden.

Axialkräfte und Drehmomente beim Fließlochformen



Gewindeformen mit centertap

Beim Gewindeformen mit **centertap** werden die Vorteile des Fließlochformens konsequent weitergeführt. Es ist ein spanloses Verfahren, bei dem das Material zum Fließen gebracht und aus dem Gewindegrund in die Gewindespitzen verdrängt wird. Prinzipiell ähnelt es dem Rollen von Außengewinden. Wegen des hohen Drehmoments sind die Centertap Gewindeformer beschichtet und zum Teil mit Schmiernuten versehen. **Centertap** ist in allen gängigen Gewindegrößen erhältlich.

Grundsätzlich unterscheiden sich die geforderten Kernlochdurchmesser für das Gewindeformen im Vergleich zum geschnittenen Gewinde. Der Vorbohrdurchmesser beim Gewindeformen ist größer. Der nach DIN-Normen hergestellte Gewindeformer garantiert das gewünschte DIN-Gewinde

Vorteile des Gewindeformens

- Spanloser Fertigungsprozess
- Ununterbrochener Verlauf der Materialfasern und dadurch hochauszugsfeste Gewinde (Abb. 16-1)
- Exakte Gewindeführung, dadurch kein Verschneiden möglich
- Geringerer Verschleiß bei Mehrfachverschraubungen durch erhöhte Härte
- 3 bis 10-fach höhere Schnittgeschwindigkeit als beim Gewindeschneiden
- Erhöhte Standzeiten durch spezielle TIN-Beschichtung
- Verringerte Reibung, weniger Grat- und Riefenbildung
- Automatisierbar

Durch die Materialverdichtung an den Gewindeflanken sind die Auszugskräfte der geformten Gewinde größer als beim geschnittenen Gewinde!

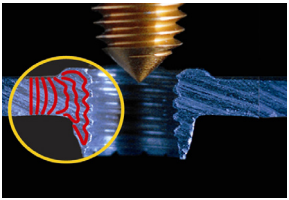


Abb. 18-1: Faserverlauf des geformten Gewindes

Abb. 18-2: **centertap** Gewindeformer

Voraussetzungen zum Gewindeformen

Maschinelle Ausrüstung für das Gewindeformen mit centertap

Zum Gewindeformen kann jede übliche Gewindeschneidvorrichtung verwendet werden. Zu beachten ist lediglich, dass eine 3 bis 10-fach höhere Prozessgeschwindigkeit als beim Gewindeschneiden erforderlich ist. Falls keine Maschine mit umschaltbarer Spindeldrehrichtung verfügbar ist, empfehlen wir den Einsatz eines speziellen Gewindeschneidapparates.
Prozessdaten siehe Seite 15.

Gewindebohrfutter

Für die Aufnahme von Gewindeformern in Maschinen mit Drehrichtungsumkehr empfehlen wir ein Futter mit Längenausgleich in Zug- und Druckrichtung und Druckpunktmechanismus. Damit wird ein axialkraftneutrales Arbeiten des Gewindeformers ermöglicht und ein eventuelles Nachlaufen der Maschinenspindel im Umkehrpunkt ausgeglichen. In Kombination mit dem passenden Schnellwechseleinsatz mit Überlastungskupplung, wird somit die Schutzfunktion sowohl für das Werkzeug als auch für die Maschinenspindel gewährleistet.

Schmierung beim Gewindeformen

Von entscheidender Bedeutung ist die Schmierung, die vor jedem Arbeitsgang auf den Centertap aufgebracht werden soll. Sie verhindert, dass sich Metalle auf den Gewindeflanken annetzen und gewährleistet, dass das notwendige Drehmoment nicht zu hoch wird. Das Centertap Öl ist chlorfrei!

Abb. 19-1: centertap Hochleistungs-schmiermittel zum Gewindeformen

CNC-Programmierung Gewindeformen - Beispiele

Richtwerte für Material S235JR (ST37/2):

Gewinde	Spindel-drehzahl (U/min)	Vorschub-geschwindigkeit (mm/min)	Schnitt-geschwindigkeit (m/min)
M5	900	720	14,1
M6	700	700	13,2
M8	600	750	15,1
M10	380	570	11,9

Auszugskräfte geformter Gewinde

Ermittelte Auszugskräfte in kN bei Material S235JR (ST37/2)

Die angegebenen Werte sind Erfahrungswerte und variieren je nach Formertyp, Material und Materialstärke. Bei Edelstahl erhöht sich der Wert geringfügig. Bei Aluminium verringert er sich erheblich.

Gewinde	Materialstärke (mm)	kN
M4	1.0	5 - 6
	2.0	8 - 9
M5	1.0	8 - 10
	1.5	11 - 13
	2.0	14 - 15
M6	1.5	12 - 16
	2.0	16 - 17
	3.0	23 - 24
M8	2.0	22 - 27
	3.0	36 - 42
	4.0	43 - 45

Gewinde	Materialstärke (mm)	kN
M10	3.0	46 - 53
	4.0	68 - 72
M12	3.0	50 - 72
	4.0	84 - 91
	5.0	84 - 106
M16	3.0	94 - 97
	4.0	94 - 115
	5.0	126 - 141
M20	3.0	122 - 142
	4.0	147 - 162
	5.0	196 - 200

Bei kritischen Anwendungen müssen diese Auszugskräfte gesondert geprüft werden.

Ermittelte Überdrehmomente

Ermittelte Überdrehmomente in Nm bei Material S235JR (ST37/2)

Materialstärke (mm)	Gewinde M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
1.0	5	8					
1.5	7	11	17				
2.0	9	13	20	28			
3.0			27	50	66	136	197
4.0				67	98	163	
5.0						269	

Bei kritischen Anwendungen müssen diese Werte gesondert geprüft werden.

FAQ - Häufige Fragen rund um centerdrill & centertap

1. Was benötigt man zum Start?
Voraussetzung für problemloses Fließlochformen ist, dass der Fließlochformer zentrisch läuft. Er sollte mit einer Spannzange in einem **centerdrill**-Spannzangenfutter mit Lüftungsspeichen eingespannt werden. Die Lüftungsspeichen bewirken, dass die Wärme von der Maschinenspindel weggeführt und somit ein Überhitzen verhindert wird. Daneben benötigt man ein Trennmittel zum Fließlochformen.

2. Welche Maschinenausrüstung ist für das Fließlochformen erforderlich?
Es kann mit jeder Maschine gearbeitet werden, deren Dreheinheit die geforderte Drehzahl und deren Motor die geforderte kW-Leistung erbringt. Dies sind in der Regel Ständerbohrmaschinen, NC-, CNC- oder Fräsmaschinen. Für die Herstellung eines Durchgangsloches für ein Gewinde M8 bei 2 mm dickem Blech benötigt man eine Maschine, die eine minimale Drehzahl von ca. 2100 U/min und eine Leistung von 1,5 kW erbringt. Siehe seite 15.

3. Kann auch mit einer Handbohrmaschine gearbeitet werden?
Freihändig in der Regel nein. Allerdings mit einer entsprechenden Handbohrmaschine mit ca. 1,5kW und 2000-3000U/min, eingespannt in einem Borhständer, kann damit gefließformt werden.

4. Kann auch mit einem Dreibackenfutter gearbeitet werden?
Nein, da die Gefahr besteht, dass der Fließlochformer bricht und die Spindel in der Bohreinheit überhitzt wird. Beim Einsatz eines Dreibackenfutters erlischt die Gewährleistung.

5. Muss geschmiert werden?
Ja, es muss ein Trennmittel verwendet werden. Die **centerdrill**-Trennpaste reduziert dass Aufbacken von Metall am Fließlochformer. Sie sollte je nach Materialart und Materialstärke alle 5 bis 10 Bohrungen in kleiner Menge auf den Arbeitsdorn des Fließlochformers aufgetragen werden. Zu viel Trennpaste kann den Former zu sehr abkühlen und sich somit negativ auf die Qualität des Formloches und des Kragens auswirken.

6. Welche Metalle können mit dem Fließlochformverfahren bearbeitet werden?
Nahezu alle dünnwandige metallische Werkstoffe (kein Zinn und Zink), das heißt alle

- schweißbaren Stähle
- rostfreie Stähle
- Aluminium
- Kupfer
- Messing
- Bronze
- Magnetwerkstoffe
- Sonderlegierungen

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

FAQ - Häufige Fragen rund um centerdrill & centertap

7. Kann verzinktes Material bearbeitet werden?
Nur bedingt. Da Zink einen anderen Schmelzpunkt als normaler Stahl hat, wird die Qualität des Fließloches und des Kragens davon stark negativ beeinflusst. Je nach Dicke des Zinks verstärkt sich dieser Effekt noch. Die Zinkschicht sollte vorher entfernt werden.

8. In verzinktes Material soll ein fließlochgeformtes Loch und ein Gewinde eingebracht werden. Welchen Prozessablauf empfehlen Sie?
Generell ist es am besten, das Material aus den oben genannten Gründen nach dem Fließlochformen zu verzinken. Ist dies nicht möglich, sollte die Zinkschicht, wenn sie zu dick und unregelmäßig ist, vor dem Fließlochformen abgetragen werden. Wird das Werkstück nach dem Gewindeformen verzinkt, muss das Gewinde nachgeschnitten werden, falls es nicht vorher mit einem Stopfen verschlossen wurde.

9. Bis zu welcher Stärke kann gefließformt werden?
Es sind Anwendungen mit einer Wandstärke von 12 mm bekannt, die gefließformt wurden. Die häufigsten Anwendungen finden wir bei 1 - 3 mm Materialstärke. Es kann auch dünneres Material bearbeitet werden, allerdings muss das Werkstück wegen der Gefahr der Durchbiegung unterfüttert werden. In volles Material kann nicht gefließformt werden (siehe Tabelle „Max. Wandstärken“ auf Seite 12).

10. Wann verwende ich einen kurzen und wann einen langen Fließlochformer?
Jede Formerspitze besteht aus einem zylindrischen und einem konischen Teil. Der zylindrische Teil bewirkt das Ausformen des Kernlochs. Wird anschließend ein Gewinde geformt, empfehlen wir, das Kernloch am Ende etwas konisch zu belassen, damit sich das Gewinde gut ausformt. Soll das Kernloch jedoch voll ausgeformt werden weil es als Durchgangsloch dient, muss der zylindrische Teil entsprechend lang sein. Die Länge des Fließlochformer hängt von der Dicke des Blechs, dem gewünschten Kernloch, der Art des Metalls und der gewünschten Oberfläche (mit oder ohne Kragen) ab. Sehen Sie dazu die Tabelle „Max. Wandstärken“ auf Seite 12. Bei Rohrprofilen ist darauf zu achten, dass die Arbeitslänge des Fließlochformers nicht länger ist als deren lichte Weite.

11. Beispiele für eine Formerauswahl:

- Es soll ein Kernloch für ein M8 in ein 2 mm dickes Blech aus S235JR/ST37 fließlochgeformt werden: Benötigt wird eine Maschine mit einer Drehzahl von 2100 U/min und einer kW-Leistung von min. 1,5 kW. Es wird ein Fließlochformer Typ Ø 7.3 mm kurz empfohlen und ein Fließlochformer vom Typ Ø 7,3 mm kurz/flach, falls die Oberfläche plan sein soll.
- Dasselbe Kernloch in ein 4 mm dickes Blech: Hier kommt der Typ Ø 7.3 mm lang bzw. lang/flach zur Anwendung. Sollte es beim Gewindeformen zu Schwierigkeiten kommen, der Art, dass der Gewindeformer „quietscht“ und zu stark verschleißt, muss der zylindrische Teil verlängert werden. Das heißt, dass ein spezieller Fließlochformer angefertigt werden muss.
- Das gleiche Kernloch in ein 2 mm starkes Blech aus VA: Hier empfehlen wir die oben genannten Fließlochformer jeweils mit 0,1 mm größerem Durchmesser zu nehmen, d.h. Ø 7.4 mm.

FAQ - Häufige Fragen rund um centerdrill & centertap

12. Der Kragen, der sich durch das nach oben austretende Metall bildet, stört. Wie kann eine plane Oberfläche erreicht werden?
Hier empfehlen wir die **centerdrill**-Version flach. Damit wird der Kragen im letzten Teil des Arbeitsganges abgetragen. Dies führt natürlich nur bei flachem Blech zu einer planen Oberfläche. Bei einem Rundrohr bleiben an zwei Seiten Reste stehen, die mechanisch entfernt werden müssen.

13. Wird das Gewinde im selben Arbeitsgang mit eingebracht?
Nein. Würde das Gewinde im selben Arbeitsgang mit eingebracht werden, würde es beim Herausdrehen durch den größeren Durchmesser des Fließlochformers wieder zerstört werden.

14. Der Fließlochformer wird beim Fließlochformen dunkelrot? Ist das gefährlich?
Nein. Der Fließlochformer entwickelt in der Regel eine Temperatur von bis zu 600° und fängt dann an, dunkelrot zu glühen. Geht die Farbe in hellrot bzw. gelb über, bedeutet dies, dass der Fließlochformer zu heiß ist. Dies führt zu einer Reduzierung der Standzeiten und zu einer Beeinträchtigung der Qualität des Kernlochs.

15. Wie kann ich erreichen, dass weniger Material nach innen läuft?
Dies kann am besten erreicht werden, in dem man ein Vorloch bohrt und dann den normalen Fließlochformprozess beginnt. Mit dem Vorloch erreicht man eine Reduzierung der Buchse nach innen und einen glatteren Buchsenrand. Dadurch reduziert man allerdings auch die Anzahl der möglichen Gewindegänge.

16. Die Buchse, die nach innen austritt, ist zu lang bzw. ausgerissen
Durch ein entsprechendes Vorloch kann die Länge der Buchse reduziert und Ausreißungen am Buchsenrand vermieden werden.

Begriffserläuterungen

Prozessparameter:
Reibungshitze und Vorschubdruck erzeugen die Materialverformung und -verdrängung. Die Reibungshitze wird durch die Umdrehungsgeschwindigkeit, die entsprechende Axialkraft (Anpressdruck) und Vorschubgeschwindigkeit erzeugt. Das heißt, die einzusetzende Bohreinheit muss, abhängig von der Kernlochgröße, eine Drehzahl von bis zu 5000 U/min, eine Maschinenleistung von bis zu 5 kW und eine Vorschubgeschwindigkeit von bis zu 1000 mm/min erbringen.

Die richtige Kombination von Vorschubgeschwindigkeit und Drehzahl richtet sich nach der Materialart (VA, Stahl oder Buntmetalle) und der Dicke des Materials. Für ein optimales Ergebnis muss gewährleistet sein, dass der jeweilige Werkstoff während des Umformprozesses immer die richtige Temperatur behält und nicht zu früh abkühlt. Die später aufgeführten Angaben dienen nur als Richtwerte und können bei unterschiedlichen Materialqualitäten und -dicken sehr variieren.

Axialkraft:
Wie auf Seite 17 ersichtlich, ist die erforderliche Axialkraft zu Beginn des Fließlochformprozesses sehr hoch und fällt gegen Ende des Prozesses, wenn das Kernloch voll ausgeformt ist, ab. Bei dünnen Materialien besteht die Gefahr der Durchbiegung, so dass eine Unterfütterung erforderlich sein kann.

Umdrehungsgeschwindigkeit U/min:
Die normale Drehzahl (siehe Seite 15) liegt bei kleinen Kernlochdurchmessern mit ca. 3000 U/min relativ hoch und kann bei Buntmetallen auf bis zu 4500 U/min ansteigen. Bei großen Kernlochdurchmessern wie M 20 liegt die erforderliche Drehzahl bei nur ca. 1000 U/min. Edelstahl, dessen Wärmeleitfähigkeit geringer ist, kann mit bis zu 20 % niedrigeren Drehzahlen gefahren werden.

Maschinenleistung kW:
Zum Erbringen der erforderlichen Axialkraft und des Drehmoments, ist eine Maschine mit ausreichender kW-Leistung unabdingbar (siehe Seite 15). Bei kleinen Kernlochdurchmessern ist eine geringere Axialkraft und kW-Leistung erforderlich als bei großen. Die Maschinenleistung ist entscheidend für eine optimale Prozessgeschwindigkeit. Das schnelle und zügige Bearbeiten des Metalls ist maßgebend für die Qualität des Kernlochs und vor allem für die Standzeit des Fließlochformers.

Begriffserläuterungen

Drehmoment:
Wie aus der Darstellung auf Seite 17 ersichtlich, ist der Verlauf des Drehmoments bis kurz vor Ende des gesamten Fließlochformprozesses umgekehrt zum Verlauf der Axialkraft. Der größte Drehmoment ist dann erforderlich, wenn das umzuformende Material vom konischen in den zylindrischen Teil übergeht. Hier ist der größte Kraftaufwand (Druck) erforderlich.

Erbringt eine Maschine diese Leistung nur schlecht, dringt der Fließlochformer nur langsam durch das Metall und verweilt zu lange auf der Stelle, nutzt sich dieser am Übergang vom konischen zum zylindrischen Teil stark ab. Darüber hinaus erkaltet das Metall und führt zu einer schlechten Qualität des Kragens.

Vorschubgeschwindigkeit mm/min:
Ein zügig durchgeführter Fließlochformprozess trägt maßgeblich zur gewünschten Qualität des geformten Loches bei. Die Vorschubgeschwindigkeit variiert von 50 - 150 mm/min (+/- 20 %) bei 1 - 3 mm starkem Material für alle Gewindegrößen. Das bedeutet, dass man für das Einbringen eines Kernlochs Ø 7,3 mm in ein 2 mm dickes Metallblech vom Aufsetzen bis zum Zurückfahren des Fließlochformers bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 150 mm/min ca. 2 - 3 Sekunden benötigt.

Die Vorschubgeschwindigkeit kann für die einzelnen Prozessstufen erhöht werden und führt damit, insbesondere bei Arbeiten mit CNC-Anlagen, zu einer Erhöhung der Produktivität. Beim Arbeiten mit dem Fließlochformertyp flach empfehlen wir in der letzten Stufe des Prozesses, die Vorschubgeschwindigkeit stark zu erhöhen, damit der Span, der durch das Abtragen des Kragens entsteht, sich vom Fließlochformer lösen kann.

Fehlerursachen beim Fließloch- bzw. Gewindeformen

1. Der entstandene Kragen ist nicht glatt oder gerissen:
Der Fließlochformer ist zu kalt und noch nicht auf Betriebstemperatur. Es sollten zwei bis drei weitere Löcher geformt werden. Eine weitere Ursache kann sein, dass zuviel Trennmittel aufgetragen und dadurch der Former abgekühlt wurde. Desweiteren ist zu prüfen, ob die Vorschubgeschwindigkeit und die Fließlochformerdrehzahl richtig aufeinander abgestimmt sind.

2. Der Fließlochformer wird hellrot bis hellgelb:
Der Fließlochformer wird zu heiß, bedingt durch eine zu geringe Vorschubgeschwindigkeit. Das heißt, dass der gesamte Produktionsprozess zu lange dauert. Vom Aufsetzen bis zum Austritt des Formers am Ende des Prozesses benötigt man für ein Kernloch von Ø 7,3 mm für ein Gewinde M8 bei einem 2 mm dicken Stahl S235J/ST37 lediglich ca. 2 - 4 Sekunden.

3. Der Fließlochformer bleibt im Metall stecken:
Die kW-Leistung der Maschine ist zu gering oder der Former sitzt nicht fest in der Spannzange und dreht nicht mit.

4. Der Fließlochformer bricht während des Formens ab:

- Das zu bearbeitende Werkstück ist nicht fest eingespannt und bewegt sich beim Aufsetzen und Austritt des Formers, so dass dieser verkantet. Eine Verkantung kann auch entstehen, wenn sich das Werkstück wegen der hohen Axialkraft durchbiegt. In solchen Fällen muss entsprechend unterfüttert werden.
- Eventuell ist der Fließlochformer in einem 3-Backenfutter eingespannt. Dieses sollte gegen ein Original **centerdrill** Spannzangenfutter mit Lüftungsspeichen ausgetauscht werden, um Probleme zu vermeiden und die Gewährleistungsansprüche zu erhalten.
- Der Fließlochformer ist nicht fest und zentrisch im Spannzangenfutter eingespannt. Überprüfung des Sitzes der Spannzange im Spannzangenfutter und die Qualität der Spannzange.
- Grundsätzlich sollte die Spannzange nach Beginn des Fließlochformens nachgezogen werden.
- Es wurde versucht, ein bereits geformtes Loch noch einmal auszuformen.

5. Der Fließlochformer bricht beim Aufsetzen auf das Werkstück ab:
Der Former muss sanft auf das Werkstück aufsetzen! Der Nullpunkt für den Formprozess sollte ca. 0,5 mm über dem Werkstück liegen. Der Prozess beginnt dann mit einer Vorschubgeschwindigkeit von ca. 50-150 mm/min. Bei Kernlöchern > M10 wird die Vorschubgeschwindigkeit reduziert.

6. Der Fließlochformer rutscht vom Werkstück ab:
Wird der Former auf eine schräge Fläche, eine Kante oder auf ein Rundrohr aufgesetzt, ist es von Vorteil, das Werkstück anzukörnen.

7. Am konischen Teil des Fließlochformers kommt es zu Rillen bzw. Abrieb:
Die Vorschubgeschwindigkeit ist zu gering, der Former dreht zu lange auf der selben Stelle. Dies kann auch durch zu geringe Leistung, bzw. Axialkraft der Maschine bedingt sein.

8. Der Gewindeformer wird sehr heiß, die Standzeiten sind zu gering:
Je nach Dicke und Sorte des Metalls sollte überprüft werden, ob das Kernloch groß genug ist. Daneben ist darauf zu achten, dass regelmäßig mit dem richtigen Schmiermittel geschmiert wird.

Sicherheitshinweise

Für das Arbeiten mit **centerdrill** und **centertap** ist Folgendes zu beachten:

- Grundsätzlich sollte mit einer Schutzbrille gearbeitet werden.
- Beim Arbeiten mit den Fließlochformer Typ flach, mit dem der entstehende Kragen abgetragen wird, sollte, falls keine Schutzvorrichtung an der Maschine gegen wegfliegende Späne angebracht ist, auf entsprechende Schutzkleidung und Schutzbrille geachtet werden.
- Der Fließlochformer ist nach Gebrauch zunächst glühend heiß. Nicht ohne geeignete Schutzhandschuhe anfassen oder abkühlen lassen.
- Das bearbeitete Werkstück wird sehr heiß. Nicht ohne geeignete Schutzhandschuhe anfassen oder abkühlen lassen.
- Die Sicherheitshinweise für die empfohlenen Trennmittel sind zu beachten. Die Sicherheitsdatenblätter werden bei Bedarf zur Verfügung gestellt.
- Zu Beginn des Fließlochformens sollte das Spannzangenfutter nach 5- bis 10-maligem Formen nachgezogen werden, um ein Durchdrehen bzw. Herausfallen des Werkzeugs zu vermeiden.

Centerdrill GmbH
Valterweg 19
D-65817 Eppstein
Tel. +49 (0) 61 98 / 58 58 97
Fax +49 (0) 61 98 / 58 58 99
info@centerdrill.de
www.centerdrill.de