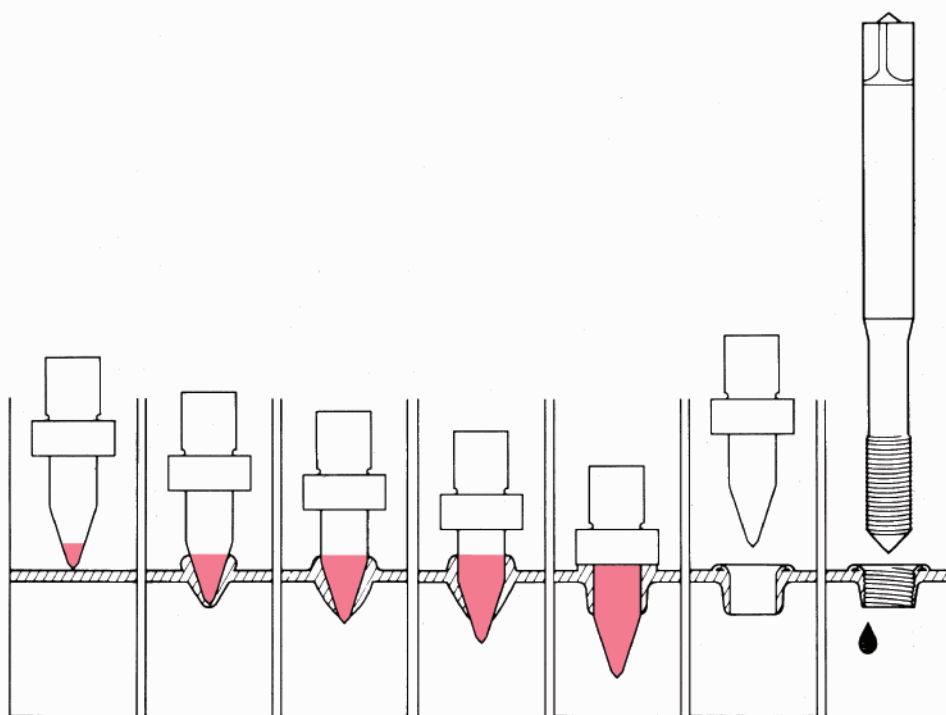


Technisches Handbuch

Flowdrill®



Kundendaten

Materialsorte:

Materialstärke:

Fließbohrdurchmesser:

Form:

Gewindeformer:

Schmiermittel:

- Fließbohren:

- Gewindeformen:

Drehzahl:

Axialkraft:

Motorleistung:

Bearbeitungszeit:

Drehzahl Gewindeformen:

Inhaltsverzeichnis

| | | | |
|------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Geschichte | 3 | 10. Leitfaden zum Fließbohren und Gewindeformen | 15 |
| 2. Einleitung | 3 | 10.1 Fließbohren | 15 |
| 3. Der Fließbohrprozeß | 4 | 10.1.1 Bearbeitungszeit | 15 |
| 3.1 Startphase | 4 | 10.1.2 Drehzahl | 15 |
| 3.2 Materialfluß | 4 | 10.1.3 Vorschub- geschwindigkeit und Axialkraft | 15 |
| 3.3 Umformphase | 4 | 10.2 Gewindeformen | 15 |
| 4. Fließbohrparameter | 6 | 10.2.1 Kernloch- durchmesser | 15 |
| 4.1 Axialkraft F | 4 | 10.2.2 Drehzahl | 15 |
| 4.2 Drehzahl n | 4 | 10.2.3 Schmierung | 15 |
| 4.3 Antriebsleistung P | 4 | 11. Mögliche Störungen und ihre Ursachen | 15 |
| 4.4 Maximale Materialstärke | 8 | 11.1 Beobachtungen am Fließbohrer | 15 |
| 5. Fließbohrtypen | 9 | 11.2 Beobachtungen am Werkstück | 15 |
| 5.1 Typ „Lang“ | 9 | 12. Fließbohren auf CNC-Maschinen | 16 |
| 5.2 Typ „Kurz“ | 9 | 13. Bearbeitbare Werkstoffe | 17 |
| 5.3 Typ „Flach“ | 10 | 14. Ausrüstung Fließbohren und Gewindeformen | 17 |
| 5.4 Sonderformen | 10 | 15. Tabellenanhang | 20 |
| 5.5 Typ „REM“ | 10 | Datenblatt zum Fließbohren | 20 |
| 6. „Lang“ oder „Kurz“ | 11 | Empfohlene Kernloch- durchmesser zum Gewindeformen | 21+22 |
| 6.1 Anwendungen | 12 | Notizen | 23+24 |
| 7. Flowtap-Gewindeformen | 12 | | |
| 7.1 Drehmoment | 13 | | |
| 7.2 Schnittgeschwindigkeit | 13 | | |
| 7.3 Empfohlener Kernlochdurchmesser | 13 | | |
| 8. Schmierung | 13 | | |
| 8.1 Flowdrill-Schmierung | 13 | | |
| 8.2 Fowtap-Schmierung | 13 | | |
| 9. Faktoren, die die Standzeit beeinflussen | 14 | | |

1. Geschichte

Schon 1923 versuchte Jean Claude de Valliere in einem kleinen Stall in Frankreich ein Werkzeug zu entwickeln, mit welchem Löcher in dünne Stahlplatten mit Hilfe von Reibungswärme statt herkömmlichem Bohren eingebracht werden sollten.

Nach vielen Versuchen war er zwar erfolgreich, eine industrielle Nutzung war jedoch noch nicht möglich, da:

- noch kein Hartmetall zur Verfügung stand
- die richtige Geometrie der Werkzeuge noch nicht bekannt war
- Diamantschleifscheiben zur Bearbeitung von harten Werkstoffen noch nicht zur Verfügung standen
- es noch keine Maschinen gab, die das inzwischen entwickelte komplizierte Profil hätten schleifen können.

Es dauerte noch 60 Jahre, bis alle diese Probleme gelöst werden konnten und der Fließbohrer kommerziell erfolgreich genutzt werden konnte.

2. Einleitung

Fließbohrer sind polygon geschliffene Hartmetallwerkzeuge. Mit relativ hoher Drehzahl und Axialkraft gegen dünnwandige metallische Werkstoffe gedrückt, plastifiziert die dabei erzeugte Reibungswärme das Material, so daß der Bohrer durch das Werkstück geführt werden kann. Dabei entsteht ein Loch und mit dem hauptsächlich nach unten ausweichenden Material wird gleichzeitig eine Buchse geformt. Die Länge dieser Buchse beträgt das 3- bis 5-fache der ursprünglichen Materialstärke.

Es gibt zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten bei Werkstücken, die in dünnwandigen Partien hochauszugsfeste Gewinde, großflächige Lagerstellen oder tragfähige Löt- und Schweißverbindungen benötigen (Abb. 1 a-d).

Das Verfahren wird schon lange erfolgreich eingesetzt. Zur Erzielung optimaler Ergebnisse muß der Anwender aber natürlich das Verfahren selbst sowie die verschiedenen Fließbohrtypen und die an die Maschine zu stellenden Anforderungen kennen.

Abb. 1a



Abb. 1b

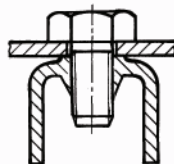


Abb. 1c

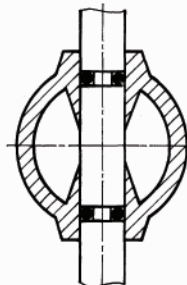
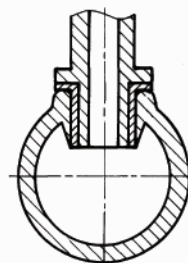


Abb. 1d



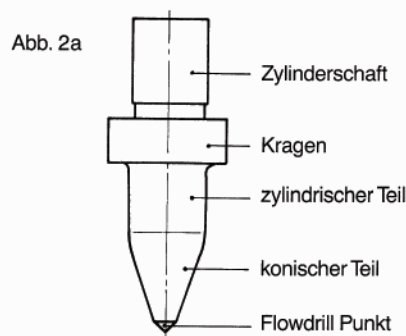
3. Der Fließbohrprozess

Bei der nachstehenden Beschreibung des Fließbohrprozesses wird von einem Standardfließbohrer ausgegangen.

Der reibende Teil des Fließbohrers ist konisch. Dieser Kegel geht in einen zylindrischen Teil über. Der konische und der zylindrische Teil bilden zusammen den Arbeitsdorn.

Darüber sitzt ein Kragen zum Formen des Dichtrandes und der Zylinderschaft zum Einspannen des Bohrers in eine Spannzange (Abb. 2a).

Der Querschnitt des konischen wie des zylindrischen Teils weist eine polygone Form auf, die eine wesentliche Bedeutung im Fließbohrprozeß hat (Abb. 2b). Als Ausgangsmaterial für den Fließbohrer wird ein speziell für dieses Verfahren entwickeltes hochverschleißfestes und wärmewechselfestes Hartmetall verwendet.



3.1 Startphase

Zu Beginn des Prozesses benötigt man eine relativ hohe Axialkraft und Drehzahl, um zwischen Fließbohrer und Werkstück die notwendige Reibungswärme zu erzeugen. Dabei steigt die Temperatur des Fließbohrers auf $650^{\circ}\dots 750^{\circ}$, die des Werkstückes auf ca. 600° C an.

Die Vorschubkraft (F_a) steigt so lange an, bis die Spitze des Fließbohrers das Material durchstößt (Abb. 3a-c).

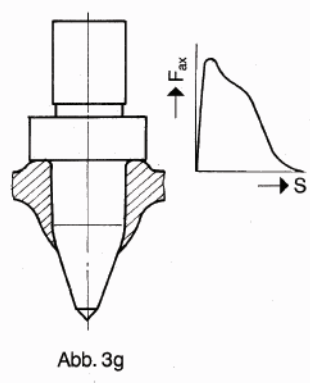
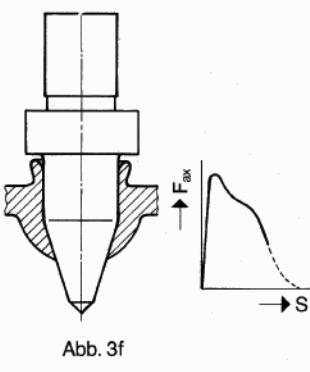
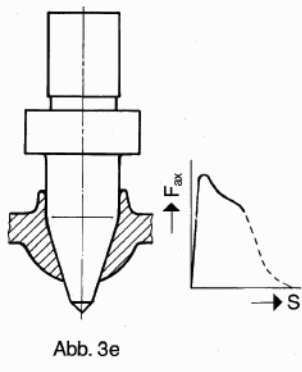
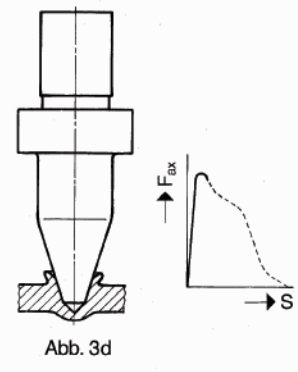
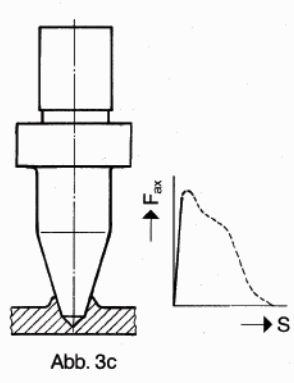
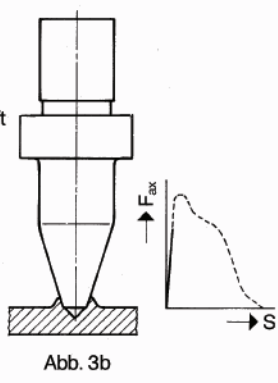
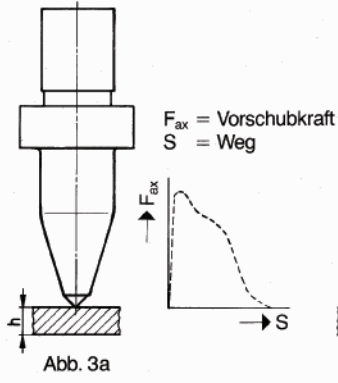
3.2 Materialfluß

Das verdrängte Material fließt anfänglich entgegen der Vorschubrichtung und dann, wenn die Spitze des Fließbohrers das Material durchdringt, nach unten in Richtung des Bohrevorschubs. Die Vorschubkraft (F_{ax}) nimmt langsam ab, während die Vorschubgeschwindigkeit zunimmt (Abb. 3d-f).

3.3 Umformphase

Der Arbeitsdorn hat das Material durchstoßen. Die Vorschubkraft (F_{ax}) sinkt gegen 0 ab. Der Kragen des Fließbohrers formt das entgegen der Vorschubrichtung geflossene Material zu einem Rand in Form eines Dichtrings um (Abb. 3g).

Die endgültige Weite und geometrische Form der auf diese Weise hergestellten Buchse hängt vom gewählten Kernlochdurchmesser und dem Verhältnis des konischen zum zylindrischen Teil des Bohrers ab.



4. Fließbohrparameter

Die Werte für

- Axialkraft F_{ax} [N] für den Vorschub
- Drehzahl n [min^{-1}]
- Maschinenleistung P [kW]
- max. Materialstärke h [mm]

werden im wesentlichen vom gewählten Kernlochdurchmesser des Fließbohrers und der Materialsorte und -stärke des Werkstücks bestimmt.

4.1 Axialkraft F_{ax}

Die erforderliche Axialkraft für den Vorschub ändert sich proportional zum Kernlochdurchmesser (Abb. 4). Mit steigender Temperatur des Fließbohrers steigt auch die Temperatur am Werkstück an, so daß die erforderliche Vorschubkraft sinkt und die Vorschubgeschwindigkeit ansteigt (s. Abb. 3 a ... g, Kap. 12).

Zu hohe Axialkräfte bewirken

- schnelle Wärmeentwicklung, dadurch jedoch thermische Spannungen im Fließbohrer
- hohe mechanische Belastung im Fließbohrer
- ungünstige Beeinflussung des Materialgefüges durch Überhitzung.

Zu niedrige Axialkräfte

- langsamere Erwärmung, dadurch geringere thermische Spannungen
- hohe Arbeitstemperatur des Fließbohrers durch lange Aufheizphase und dadurch
- verringerte Standzeiten des Fließbohrers durch Überhitzung.

4.2 Drehzahl n (min^{-1})

Die Drehzahl sollte so gering wie möglich sein, um die Standzeit des Fließbohrers günstig zu beeinflussen.

Die Wahl der in erster Linie vom Kernlochdurchmesser abhängigen Drehzahl wird aber auch von der Materialstärke wie von der Materialsorte beeinflusst. Nebstehendes Schaubild basiert auf niedrig legierten Stählen (Abb. 5). Höher legierte und rostfreie Stähle erfordern niedrigere Drehzahlen und führen gewöhnlich zu niedrigeren Standzeiten des Werkzeugs. Weiche Nichteisen-Metalle erfordern dagegen höhere Drehzahlen. Generell kann gesagt werden: je weicher das Metall, umso höher muß die Drehzahl gewählt werden.

Der Einfluß ungünstig gewählter Drehzahlen ist dem der oben beschriebenen Einflüsse ungünstiger Vorschubkräfte vergleichbar.

Einfluß unterschiedlicher Drehzahlen in einem Beispiel:

| | | |
|------------------------------|------------------------|------------------------|
| Materialstärke h | 2 mm | 2 mm |
| Durchmesser des Fließbohrers | 7,3 | 7,3 |
| Drehzahl n | 3000 min^{-1} | 1700 min^{-1} |
| Bearbeitungszeit t | 1,5 sec | 3 sec |
| Werkzeugtemperatur | 800° C | 700° C |

Abb. 4

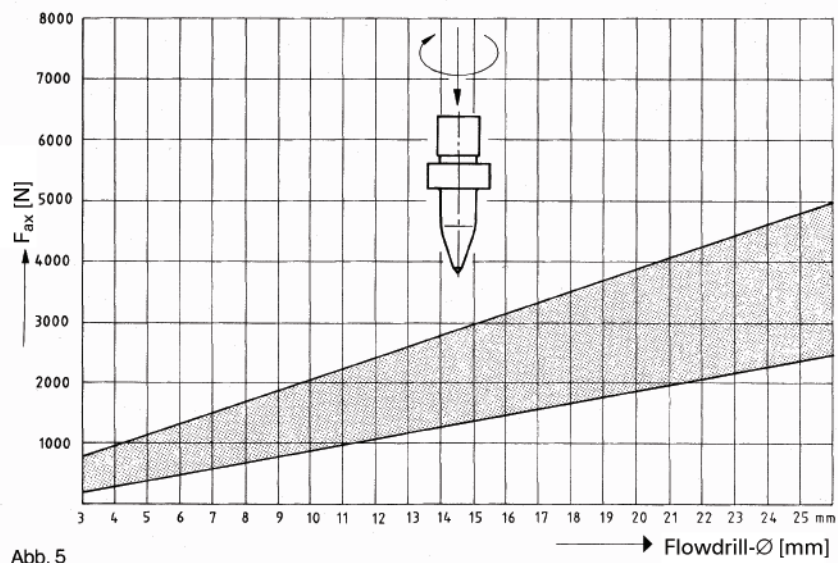
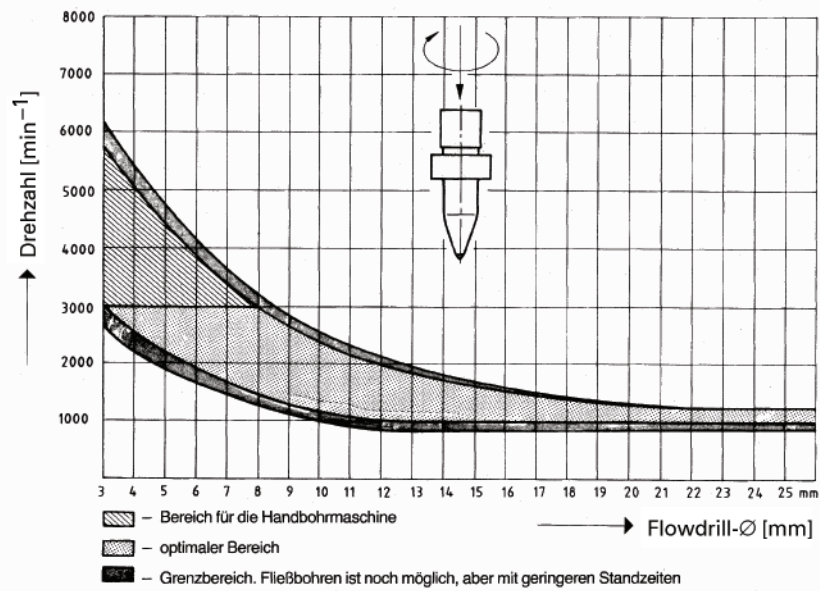


Abb. 5



4.3 Antriebsleistung P (kW)

Durch umfangreiche Laboruntersuchungen wurde die bei dem jeweiligen Kernlochdurchmesser erforderliche maximale Spindel-Antriebsleistung ermittelt. Die Leistungscharakteristik ergibt sich aus der Kombination Kernlochdurchmesser und Drehzahl.

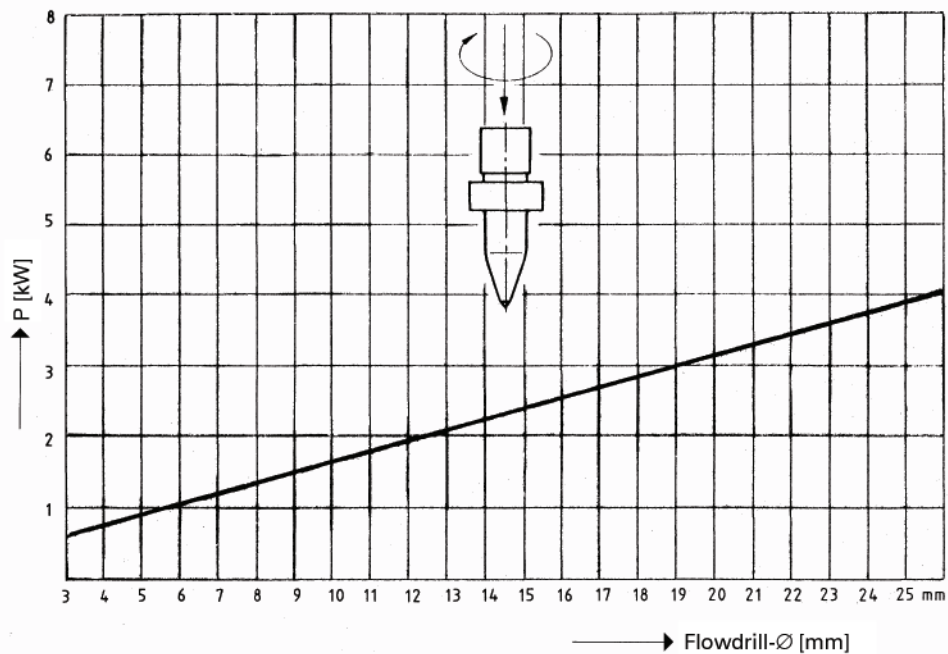
Die meisten herkömmlichen Bohrmaschinen können zum Fließbohren verwendet werden, sofern sie die nötige Leistung und Drehzahl aufweisen (siehe Abb. 6 und Tabellenanhang).

4.4 Maximale Materialstärke

Die maximal zu bearbeitende Materialstärke (h_{max}) ist proportional zum Kernlochdurchmesser des Fließbohrers (siehe hierzu auch Abb. 8 und Tabellenanhang!)

Bei Bearbeitung größerer Materialstärken oder höher legierter Werkstoffe muß mit einer verminderten Standzeit des Fließbohrers gerechnet werden.

Abb. 6

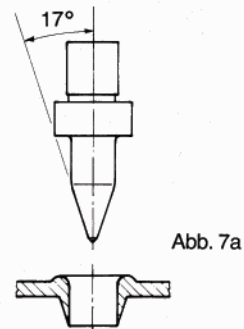


5. FLOWDRILL Fließbohrtypen

5.1 FLOWDRILL Typ „LANG“

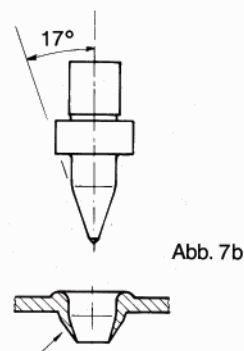
Hierbei schließt sich an den polygonen Reibkegel des Fließbohrers ein ebenso polygonförmiger langer zylindrischer Teil an (Abb. 7a). Die fließgeformten Buchsen sind zylindrisch.

Am Ende des Arbeitsvorgangs wird das entgegen der Vorschubrichtung geflossene Material durch den glatten Kragen zu einer Art „Dichtrand“ umgelegt.



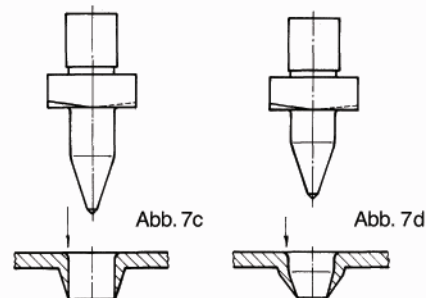
5.2 FLOWDRILL Typ „KURZ“

Dieser Typ wurde speziell für das anschließende Gewindeformen mit einem FLOW-TAP in dünnem Material entwickelt und hat einen deutlich kürzeren polygonförmigen Zylinderteil als der Typ „LANG“. Hiermit geformte Buchsen sind überwiegend konisch, wobei sich die Bohrung in dem Maß verjüngt, wie die Wandstärke der Buchse abnimmt. Diese Form bewirkt eine gleichmäßige Umformarbeit für den FLOW-TAP und ergibt vollständig ausgeformte Gewinde mit hoher Auszugsfestigkeit. Bei großen Materialstärken muß jedoch auch für Gewinde der Typ „LANG“ verwendet werden (siehe Abschnitt 6!).



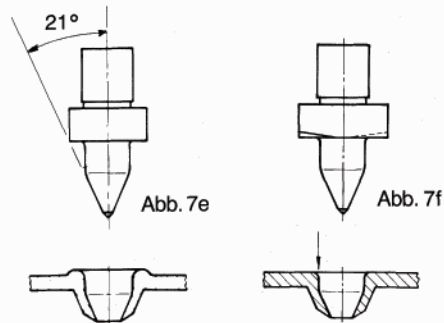
5.3 FLOWDRILL Typ „FLACH“

Dieser Typ kann mit den beiden oben genannten Typen „LANG“ und „KURZ“ kombiniert werden. Er hat im Kragen eingeschlifene Schneiden, die das entgegen der Vorschubrichtung geflossene Material spanend entfernen, so daß man ein planes Werkstück erhält (Abb. 7c + d). Diese Schneiden können zur Anpassung an die Gesamtlebensdauer beim Hersteller 1 mal nachgeschliffen werden.



5.4 FOWDRILL Sonderformen

In einigen Fällen ist das zu bearbeitende Werkstück zu flach oder der Rohrquerschnitt nicht ausreichend für die Standard-Längen der Fließbohrer. Hier kommt dann ein besonders kurzer Fließbohrer zum Einsatz mit einem größeren Spitzenwinkel (Abb. 7e + f).

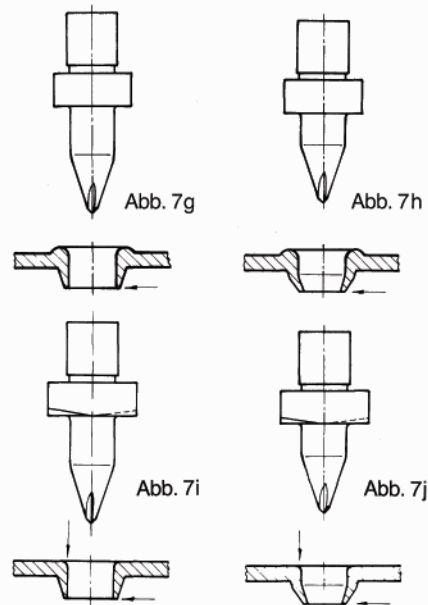


5.5 FLOWDRILL Typ „REM“

Bei diesem Typ (Abb. 7g-j) sind im kegelförmigen Teil des Fließbohrers an zwei Seiten Schneidkanten eingeschliffen, die in der Bohrer Spitze auslaufen. Diese Ausführung kann in der Handbohrmaschine eingesetzt werden, da aufgrund der eingeschliffenen Schneiden die Vorschubkraft um ca. 1/3 reduziert wird.

Ebenso wird dieser Typ bei galvanisch behandelten oder beschichteten Oberflächen eingesetzt. Durch die Beseitigung der Oberflächenschicht wird die Schmierwirkung schnellschmelzender Werkstoffe verhindert.

Die Ausführung REM kann mit allen bisher genannten Bohrertypen kombiniert werden. Der Einsatz ist jedoch auf niedrig legierte Stähle und Buntmetalle sowie auf max. 2 mm Wandstärke beschränkt.



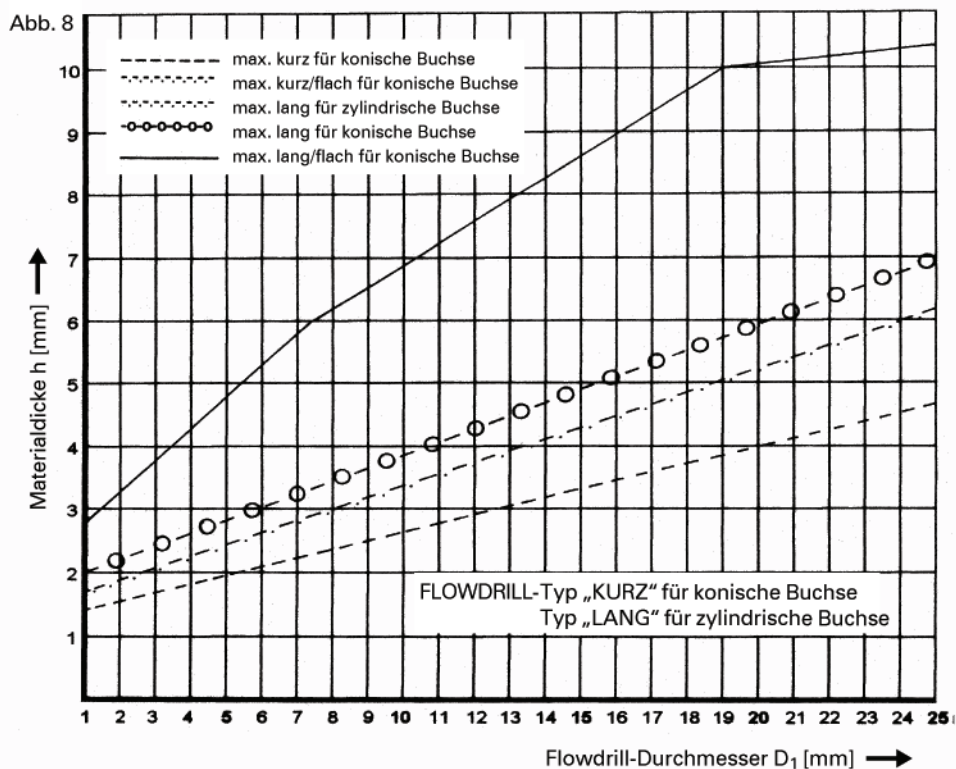
6. „KURZ“ oder „LANG“

Wie oben bereits bei der Beschreibung der einzelnen Fließbohrtypen ausgeführt, ist die Form „KURZ“ speziell für das anschließende Gewindeformen mit dem FLOW-TAP-Gewindeformer entwickelt worden. Es ist jedoch denkbar, daß auch in größere Materialstärken Gewinde eingeformt werden sollen. Dann empfiehlt sich der Einsatz eines Fließbohrers Typ „LANG“ in entsprechendem Kernlochdurchmesser, da in diesen Fällen aufgrund der starken Materialaufhäufung bei der Form „KURZ“ eine zu

große Verjüngung der Buchse aufträte. Eine Überlastung des Gewindeformers wäre die Folge.

Untenstehendes Schaubild (Abb. 8) gibt die maximal zu bearbeitenden Materialstärken an für die Standard-Typen „KURZ“, „KURZ/FLACH“, „LANG“ und „LANG/FLACH“.

Sollte die zu bearbeitende Materialstärke über den hier angegebenen Maximalwerten liegen, bitte unseren technischen Service (vgl. Umschlagseite) anrufen.



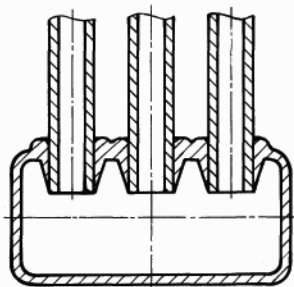
7. FLOWTAP- Gewindeformen

6.1 Anwendungen

Wie in der Einleitung bereits ausgeführt, gibt es zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten für das Fließbohren. Nachfolgend einige Beispiele:

- großflächige Lötverbindungen mit exakter Führung (Wärmetauscherböden)
- Gleitlager mit hoher Tragfähigkeit (Klappmechanismus an Solarien)
- Kugel- bzw. Nadellagersitze in dünnwandigen Rohren (Kreuzgelenk in Sicherheitslenksäulen)
- Gewindeherstellung

Da es sich bei der zuletzt genannten Anwendung um die am meisten genutzte handelt, soll im Weiteren näher darauf eingegangen werden.



Wärmetauscherboden

Die häufigste Anwendung des Fließbohrens ist die Herstellung von Kernlöchern für Gewinde in dünnwandigen Blechen und Rohren. Selbstverständlich können die Gewinde mit herkömmlichen Gewindebohrern geschnitten werden, empfehlenswert in Verbindung mit dem Fließbohren ist jedoch die Kaltumformung mit einem FLOWTAP-Gewindeformer.

Der Kernlochdurchmesser des Fließbohrers bestimmt die Tiefe der Gewindeflanken und damit die Auszugsfestigkeit des Gewindes. Im Tabellenanhang finden Sie Angaben mit empfohlenen Kernlochdurchmessern zum anschließenden Gewindeformen.

Vorteile des Gewindeformens gegenüber konventionellem Gewindeschneiden

- kein Fremdmaterial
- das komplette Material bleibt vollständig zum Lastabtrag erhalten
- wesentlich höhere Auszugsfestigkeit durch Materialverdichtung während des Kaltumformens bei gleichzeitig ununterbrochenem Faserverlauf an den Gewindeflanken
- wesentlich höhere Arbeitsdrehzahl und damit eine Produktivitätssteigerung
- kein Verschneiden durch exakte Gewindeführung
- extrem lange Standzeiten der Werkzeuge und damit problemlos zu automatisieren
- auf allen üblichen Gewindeschneidvorrichtungen einzusetzen.

8. Schmierung

7.1 Drehmoment

Das erforderliche Drehmoment beim Gewindeformen ist abhängig von der Gewindegröße, dem Kernlochdurchmesser, der Materialsorte und der Schmierung. Im Vergleich zum herkömmlichen Gewindeschneiden erfordert das Gewindeformen ein um **20% höheres Drehmoment**. Es können aber auch doppelt so hohe Drehmomente erforderlich werden, wenn die Buchse zur Erzielung höchster Auszugsfestigkeiten stark konisch zuläuft.

7.2 Geschwindigkeit

Um ein homogenes Fließen des Materials beim Gewindeformen zu erreichen, sollte die Bearbeitungsgeschwindigkeit mindestens 100% über der Schnittgeschwindigkeit für gleichgroße Gewindebohrer liegen (empfohlene Drehzahlen siehe Tabelle S. 20).

7.3 Empfohlene Kernlochdurchmesser

Unter Verwendung der auf Seite 21 empfohlenen Kernlochdurchmesser wird eine Gewindetiefe von ca. 70% erreicht. Aufgrund der wesentlich höheren Auszugsfestigkeit geformter Gewinde ist es jedoch bei geringerer Flankenüberdeckung möglich, größere Kernlochdurchmesser zu wählen. Das dadurch verringerte Drehmoment wirkt sich günstig auf die Standzeit der Werkzeuge aus.

Beispiel für Gewinde M6:

| | |
|---------------------|-------|
| Materialstärke | 2 mm |
| Kernlochdurchmesser | 5.4 |
| Gewindeformer | FT-M6 |
| Auszugsfestigkeit | 23 kN |

8.1 FLOWDRILL-Schmierung

Für den Fließbohrprozeß sind spezielle Schmiermittel entwickelt worden, die in regelmäßigen Intervallen zwischen den Bohrungen als dünner Film aufgetragen werden sollten. Insbesondere empfiehlt es sich, den Übergang vom Reibkonus zum zylindrischen Teil des Bohrers und den Kragen regelmäßig zu schmieren.

Die Schmierung bewirkt

- verminderte Arbeitstemperatur des Bohrers und damit höhere Standzeiten
- Materialaufbau am Fließbohrer wird verhindert
- geringerer Verschleiß
- hohe Oberflächenqualität der geformten Buchse
- sauber ausgeformter Rand

8.2 FLOWTAP-Schmierung

Durch die hohen Umformkräfte beim Kaltwalzen entstehen hohe Reibungskräfte. Dadurch wird ein qualitativ hochwertiges und bei jedem Formvorgang zugeführtes Schmiermittel notwendig.

Das Drehmoment wird dadurch wesentlich niedriger, was die Standzeit der Gewindeformer günstig beeinflusst. Die Oberflächenqualität der geformten Gewinde wird stark verbessert.

Empfohlene Schmiermittel:

| | |
|------------------------------------------|-------------------------------|
| Stahl, Edelstahl, Kupfer und Messing: | FDKS (Paste) FDKSF (Fluid) |
| Gewindeformöl | FTMZ |

9. Faktoren, die die Standzeit beeinflussen

Die Standzeit der Fließbohrer hängt von einer Reihe von Einflußfaktoren ab, die nachfolgend besprochen werden sollen.

1. Fließbohrer sind aus speziell entwickeltem Hartmetall hergestellt, das die mechanische Festigkeit bei sehr hohen Temperaturen garantiert. Das Material ist aber gegen extreme Temperaturunterschiede empfindlich. Eine zu schnelle Erwärmung oder Abkühlung des Fließbohrers ist zu vermeiden.
2. Aufgrund der relativen Sprödigkeit des Hartmetalls sollten die Werkzeuge weich auf das Werkstück aufgesetzt werden und gegen Stöße gesichert aufbewahrt und transportiert werden.
3. Beim Eindringen des Bohrers in das Werkstück wirken sehr hohe Torsionskräfte. Wenn die Axialkraft oder die Vorschubgeschwindigkeit zu groß gewählt wurden, kann die plötzliche Entlastung beim Durchstoßen des Materials zu Ermüdungsbrüchen führen.
4. Eine anfänglich zu hohe Axialkraft verursacht ein Verwinden des Bohrers und kann damit ebenfalls zum Werkzeugbruch führen.
5. Es ist darauf zu achten, daß der Fließbohrprozeß nicht unterbrochen wird. Die auftretende Schrumpfung des Materials kann zum Abkröpfen des Bohrers führen.
6. Schlechte Spindellagerung oder abgenutzte Spannwerkzeuge und dadurch hervorgerufener unrunder Lauf des Fließbohrers verursachen Scherkräfte und führen zum Bruch des Bohrers.
7. Die Qualität der Fließbohrung läßt merklich nach, wenn die Werkzeuge verschlissen sind oder sich Fremdmaterial am Fließbohrer aufgebaut hat. Dies sollte regelmäßig mit grobem Sandpapier entfernt werden.
8. Regelmäßige Schmierung mit FDKS nach jeder 1. – 5. Bohrung verlängert die Standzeit der Werkzeuge erheblich.
9. Die Arbeitstemperatur des Fließbohrers sollte möglichst niedrig gehalten werden. Der optimale Temperaturbereich ist durch eine dunkelrote Farbe gekennzeichnet.
10. Der Bohrvorgang sollte zügig und ohne zu langes Verharren in der Bohrung vonstatten gehen. Dies gilt insbesondere für die Ausführung „Flach“, da die Schneiden ansonsten zu schnell verschleifen.
11. Werkzeuge und Maschinenspindel sind durch die Verwendung einer Spannzange und eines speziellen Spannanzengatters mit Kührling vor thermischer Überlastung zu schützen.
12. Wegen der hohen Temperaturen, die beim Fließbohren am Werkzeug entstehen, sollte das Spannanzengatter nach den ersten ca. 5 Fließbohrungen jeweils nachgespannt werden.

10. Leitfaden zum Fließbohren und Gewindeformen

11. Mögliche Störungen und ihre Ursachen

10.1 Fließbohren

10.1.1 Bearbeitungszeit

1 sec + 1 sec für jeden Millimeter Materialstärke ergeben die maximale Bearbeitungsdauer. Diese Faustregel gilt für Kernlochdurchmesser bis 12 mm. Größere Durchmesser benötigen mehr Bearbeitungszeit.

10.1.2 Drehzahl

Die nötige Drehzahl in Abhängigkeit vom Kernlochdurchmesser entnehmen Sie bitte den Ausführungen auf Seite 6 und dem auf Seite 7 abgebildeten Schaubild.

10.1.3 Vorschubgeschwindigkeit und Axialkraft

Aus den oben genannten Werten ergibt sich die erforderliche Vorschubkraft und Vorschubgeschwindigkeit.

10.2 Gewindeformen

10.2.1 Kernlochdurchmesser der Buchse

Entnehmen Sie bitte der Tabelle auf Seite 20.

10.2.2 Drehzahl

Entnehmen Sie bitte der Empfehlung auf Seite 20.

10.2.3 Schmierung

Vor jedem Formvorgang den Gewindeformer und die Gewindebuchse schmieren.

11.1 Beobachtungen am Fließbohrer

Der Fließbohrer zentriert sich nicht

- Spindellager ist verschlissen
- Spannzange ist verschlissen
- zu hohe Vorschubgeschwindigkeit
- zu geringe Spindeldrehzahl

Der Fließbohrer ist überhitzt

- zu hohe Spindeldrehzahl

Der Fließbohrer ist hellrot bis hellgelb

- zu geringe Vorschubgeschwindigkeit

11.2 Beobachtungen am Werkstück

Ausgerissene Buchse („Gänseblümchenblätter“)

- Axialkraft/Vorschubgeschwindigkeit zu Beginn zu hoch
- Spindeldrehzahl zu gering

Vorbohren oder die Ausführung „REM“ können hilfreich sein.

Ausgerissener Kragen

- Bohrvorschub am Ende zu langsam

Funken am Fließbohrer

- Der Fließbohrer zentriert sich nicht

Verfärbung um den Durchzug

- zu geringe Vorschubgeschwindigkeit
- zu hohe Drehzahl

12. Fließbohren auf CNC-Maschinen

Zu Beginn des Prozesses ist die Axialkraft sehr hoch, um zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück die notwendige Reibungswärme zu erzeugen. Die Vorschubgeschwindigkeit ist praktisch noch 0. Wenn das Material anfängt plastisch zu werden, kann die Vorschubgeschwindigkeit in dem Maß erhöht werden, wie sich Fließbohrer und Werkstück erwärmen, bis die Spitze des Fließbohrers das Material durchstößt. Die notwendige Vorschubgeschwindigkeit kann manuell ermittelt werden.

Um den obengenannten Prozeß auf einer CNC gesteuerten Maschine zu simulieren, sollte mit einer sehr geringen Vorschubgeschwindigkeit begonnen werden, die sich zunehmend bis zum Ende des Prozesses steigert.

Die Daten variieren mit dem Kernlochdurchmesser, der Drehzahl, der Materialsorte und -stärke. Die richtigen Daten können jedoch durch einfache Versuche und ihre Beobachtung ermittelt werden.

Ziel sollte sein, eine konstant dunkelrote Farbe des Bohrers während der gesamten Bearbeitungszeit zu erreichen.

Beispiel für Vorschubgeschwindigkeiten für einen Fließbohrer 5.4 Kurz, Materialstärke 1,6 mm in ST 37 (Gesamtweg: 10 mm)

Flachausführung

| | |
|-----------|-------------|
| 0 – 2 mm | 150 mm/Min |
| 3 – 4 mm | 250 mm/Min |
| 5 – 8 mm | 350 mm/Min |
| 9 – 10 mm | 1000 mm/Min |

Standardausführung

| | |
|-----------|------------|
| 0 – 2 mm | 150 mm/Min |
| 3 – 4 mm | 250 mm/Min |
| 5 – 8 mm | 350 mm/Min |
| 9 – 10 mm | 250 mm/Min |

Weitere Programmierungen auf Anfrage.

13. Bearbeitbare Werkstoffe

Allgemein läßt sich sagen, daß sich alle langspannenden Materialien gut zum Fließbohren eignen. So können nahezu alle dünnwandigen schweißbaren, legierten und unlegierten Stähle, Aluminiumlegierungen, Kupfer, Bronze, Magnetwerkstoffe und Sonderlegierungen mit fließgebohrten Durchzügen versehen werden.

Grundsätzlich lassen sich alle Materialien, die fließgebohrt werden, auch mit FLOW-TAP-Gewindeformern bearbeiten. Die Bearbeitbarkeit nimmt mit der Dehnfähigkeit des Materials zu.

Gut eignen sich:

- Legierte und unlegierte Stähle (auch nichtrostend und säurebeständig) mit bis zu ca. 700 N/mm Zugfestigkeit.
- Nichteisenmetalle (mit Ausnahme spröder Metalle wie CuZn40Pb2).
- Leichtmetalle mit Si-Gehalt kleiner als 5%.
- In Zweifelsfällen führt Flowdrill im Kundenauftrag Bearbeitbarkeitsversuche für das Gewindeformen durch.

14. Ausrüstung Fließbohren und Gewindeformen

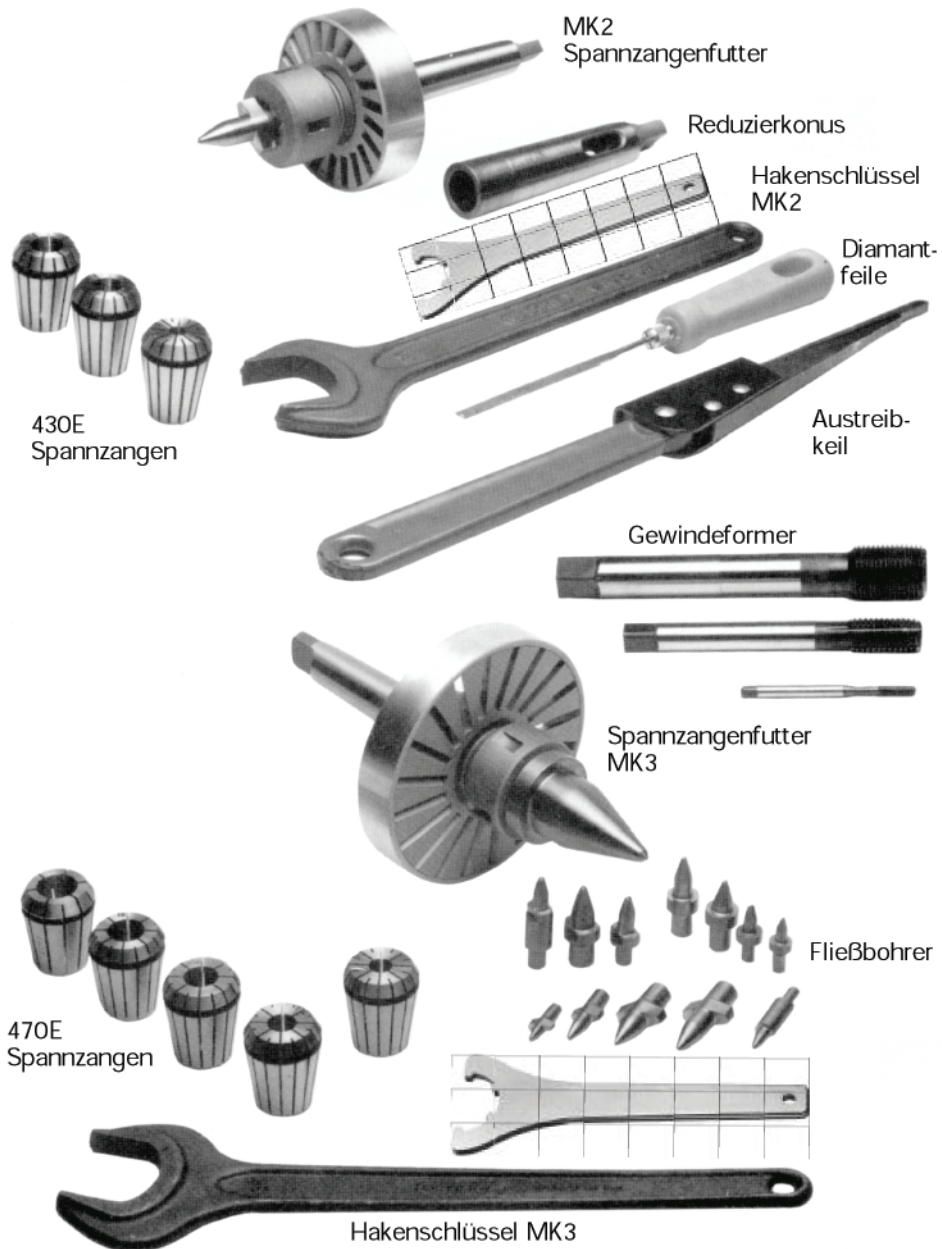
Was benötigt man z. B. zum Fließbohren und Gewindeformen von Gewindebohrungen M6 in 2 mm St 37?

- Fließbohrer FLOWDRILL 5,4 mm, Ausführung kurz oder kurzflach (angenommene Werkzeugstandzeit ca. 8.000 ... 10.000*).
- Schmiermittel FDKS.
- Spannzangenfutter mit Kühlkörper SFDMK2 als Werkzeughalter für Spindelanschluß Morsekegel Gr. 2 mit Hakenschlüssel.
- Spannzange 430E-06 (6 mm Ø)
- FLOWTAP Gewindeformer FT-M6 (Werkzeugstandzeit ca. 8.000 ... 10.000*).
- Schmiermittel FTMZ (1 l).
- Systemkoffer (Kunststoffkoffer mit Formeinlage zum Aufbewahren von losem Zubehör).

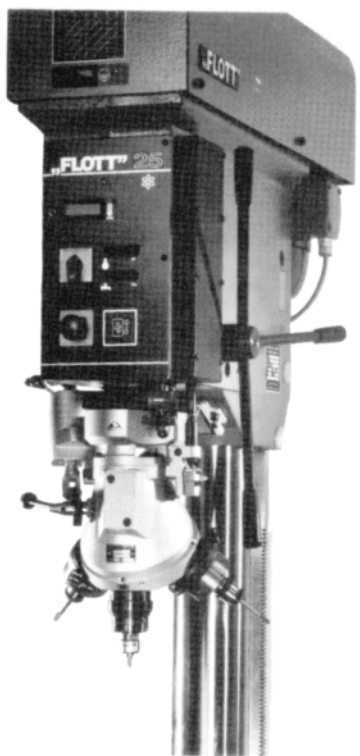
* Die Werkzeugstandzeit ist, wie geschildert, von verschiedenen, von Flowdrill nicht zu beeinflussenden Bearbeitungsfaktoren abhängig.

Änderungen vorbehalten.

Ausrüstung Fließbohren und Gewindeformen



Beispiele für Standardbohrmaschinen



TBZ 15 ST-FB

„FLOTT“

BTB 15 FL



IXION

15.Tabellenanhang

Technische Daten zum Fließbohren und Gewindeformen

| Gewinde | Flowdrill Kernloch Ø | Flowdrill [min ⁻¹] | Flowdrill [KW] | Bearbeitungs- zeit [sec] | Flowtap [min ⁻¹] |
|----------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| M 2 | 1.8 | 3200 | 0.5 | 2 | 1600 |
| M 3 | 2.7 | 3000 | 0.6 | 2 | 1350 |
| M 4 | 3.7 | 2600 | 0.7 | 2 | 1000 |
| M 5 | 4.5 | 2500 | 0.8 | 2 | 800 |
| M 6 | 5.3 / 5.4 | 2400 | 1.0 | 2 | 650 |
| M 8 | 7.3 | 2200 | 1.3 | 2 | 500 |
| M 10 | 9.2 | 2000 | 1.5 | 3 | 400 |
| M 12 | 10.9 | 1800 | 1.7 | 3 | 330 |
| M 16 | 14.8 | 1400 | 2.2 | 4 | 250 |
| M 20 | 18.7 | 1200 | 2.7 | 5 | 200 |
| 1/8" BSP | 9.2 | 2000 | 1.5 | 3 | 400 |
| 1/4" BSP | 12.4 | 1600 | 2.0 | 3 | 360 |
| 3/8" BSP | 15.9 | 1400 | 2.3 | 4 | 300 |
| 1/2" BSP | 19.9 | 1200 | 3.0 | 5 | 270 |
| 3/4" BSP | 25.4 | 1000 | 3.5 | 6 | 200 |

Tabelle gilt für 2 mm Materialstärke und Werkstoff St 37.
Für jeden weiteren mm Materialstärke 1 sec Bearbeitungszeit mehr.
Werkstoff V2A und V4A: ca. 15% weniger Drehzahl und
0,1 mm größerer Kernlochdurchmesser ab M 6.
Werkstoff Aluminium und Buntmetalle: ca. 20 - 30 % höhere Drehzahl.

Maximale Materialstärken für Gewindebuchsen

| Gewinde | Kernloch | max. Materialstärke Form kurz | max. Materialstärke Form kurz/flach | max. Materialstärke Form lang | max. Materialstärke Form lang/flach | Schaftdurchmesser | Gesamtlänge Arbeitsdorn Form kurz | Gesamtlänge Arbeitsdorn Form lang |
|------------|----------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| M2 | 1,8 | 1,6 | 1,8 | 2,2 | 3,2 | 6 | 5,8 | 7,8 |
| M2.5 | 2,3 | 1,6 | 1,9 | 2,3 | 3,5 | 6 | 6,1 | 8,1 |
| M3 | 2,7 | 1,7 | 2,0 | 2,4 | 3,7 | 6 | 6,7 | 8,7 |
| M4 | 3,7 | 1,8 | 2,2 | 2,6 | 4,2 | 6 | 8,1 | 10,3 |
| M4 x 0,5 | 3,8 | 1,8 | 2,2 | 2,6 | 4,2 | 6 | 8,2 | 10,5 |
| M5 | 4,5 | 1,9 | 2,4 | 2,7 | 4,6 | 6 | 9,2 | 11,8 |
| M5 x 0,5 | 4,8 | 1,9 | 2,4 | 2,7 | 4,7 | 6 | 9,6 | 12,4 |
| M6 | 5,4 | 2,0 | 2,5 | 2,9 | 5,0 | 6 | 10,5 | 13,5 |
| M6 x 0,75 | 5,6 | 2,0 | 2,5 | 2,9 | 5,0 | 6 | 11,0 | 14,5 |
| M6 x 0,5 | 5,8 | 2,0 | 2,6 | 3,0 | 5,2 | 6 | 11,2 | 14,7 |
| M8 | 7,3 | 2,2 | 2,9 | 3,3 | 5,9 | 8 | 13,5 | 18,1 |
| M8 x 1 | 7,5 | 2,3 | 2,9 | 3,4 | 6,0 | 8 | 14,0 | 18,7 |
| M8 x 0,75 | 7,6 | 2,3 | 2,9 | 3,4 | 6,0 | 8 | 14,1 | 18,8 |
| M10 | 9,2 | 2,6 | 3,2 | 3,7 | 6,6 | 10 | 16,8 | 22,5 |
| M10 x 1,25 | 9,3 | 2,6 | 3,3 | 3,7 | 6,7 | 10 | 17,0 | 22,8 |
| M10 x 1 | 9,5 | 2,6 | 3,3 | 3,8 | 6,7 | 10 | 17,3 | 23,2 |
| M12 | 10,9 | 2,8 | 3,5 | 4,0 | 7,2 | 12 | 19,8 | 26,4 |
| M12 x 1,5 | 11,2 | 2,8 | 3,6 | 4,1 | 7,3 | 12 | 20,3 | 27,1 |
| M12 x 1 | 11,5 | 2,9 | 3,6 | 4,2 | 7,3 | 12 | 20,8 | 27,8 |
| M14 | 13,0 | 3,0 | 3,9 | 4,5 | 7,9 | 14 | 23,5 | 31,3 |
| M14 x 1,5 | 13,2 | 3,1 | 4,0 | 4,6 | 8,0 | 14 | 23,8 | 31,6 |
| M16 | 14,8 | 3,3 | 4,2 | 4,8 | 8,5 | 16 | 26,9 | 35,4 |
| M16 x 1,5 | 15,2 | 3,4 | 4,3 | 4,9 | 8,7 | 16 | 27,6 | 36,3 |
| M18 | 16,7 | 3,5 | 4,6 | 5,2 | 9,2 | 18 | 30,4 | 39,7 |
| M18 x 1 | 17,5 | 3,7 | 4,8 | 5,6 | 9,5 | 18 | 31,9 | 41,5 |
| M20 | 18,7 | 3,8 | 5,0 | 5,7 | 9,9 | 18 | 34,1 | 44,3 |
| M20 x 1,5 | 19,2 | 3,9 | 5,1 | 5,8 | 10,0 | 18 | 35,1 | 45,5 |
| M20 x 1 | 19,5 | 3,9 | 5,2 | 5,8 | 10,0 | 18 | 35,6 | 46,2 |
| G1/16 | 7,3 | 2,3 | 2,9 | 3,3 | 5,9 | 8 | 13,5 | 18,1 |
| G1/8 | 9,2 | 2,6 | 3,2 | 3,7 | 6,6 | 10 | 16,8 | 22,5 |
| G1/4 | 12,4 | 2,9 | 3,8 | 4,3 | 7,8 | 12 | 22,4 | 29,8 |
| G3/8 | 15,9 | 3,4 | 4,5 | 5,0 | 8,9 | 16 | 28,9 | 37,9 |
| G1/2 | 19,9 | 4,0 | 5,2 | 5,9 | 10,0 | 18 | 36,3 | 47,0 |
| G3/4 | 25,4 | 4,8 | 6,2 | 7,0 | 10,4 | 20 | 46,4 | 59,6 |

Empfohlene Kernlochdurchmesser zum Gewindeformen

Metrische ISO Gewinde

| Gewinde | Steigung | Kernloch-durchmesser |
|---------|----------|----------------------|
| M2 | 0,4 | 1,8 |
| M2,5 | 0,45 | 2,3 |
| M3 | 0,5 | 2,7 |
| M4 | 0,7 | 3,7 |
| M5 | 0,8 | 4,5 |
| M6 | 1,0 | 5,4 |
| M8 | 1,25 | 7,3 |
| M10 | 1,5 | 9,2 |
| M12 | 1,75 | 10,9 |
| M16 | 2,0 | 14,8 |
| M20 | 2,5 | 18,7 |

Der Kernlochdurchmesser wird bei dickeren Materialien und/oder VA Material um 0,1 mm größer.

Metrische ISO Feingewinde

| Gewinde | Steigung | Kernloch-durchmesser |
|---------|----------|----------------------|
| M4 | 0,5 | 3,8 |
| M5 | 0,5 | 4,8 |
| M6 | 0,75 | 5,6 |
| M6 | 0,5 | 5,8 |
| M8 | 1,0 | 7,5 |
| M8 | 0,75 | 7,6 |
| M10 | 1,25 | 9,3 |
| M10 | 1,0 | 9,5 |
| M12 | 1,5 | 11,2 |
| M12 | 1,0 | 11,5 |
| M16 | 1,5 | 15,2 |
| M16 | 1,0 | 15,5 |
| M20 | 1,5 | 19,2 |
| M20 | 1,0 | 19,5 |

Amerikanische Gewinde UNC

| Gewinde | Steigung | Kernloch-durchmesser |
|------------|----------|----------------------|
| Nr.4 UNC | 40 | 2,5 |
| Nr.5 UNC | 40 | 2,9 |
| Nr.6 UNC | 32 | 3,1 |
| Nr.8 UNC | 32 | 3,8 |
| Nr. 10 UNC | 24 | 4,3 |
| Nr. 12 UNC | 24 | 4,9 |
| 1/4 UNC | 20 | 5,7 |
| 5/16 UNC | 18 | 7,2 |
| 3/8 UNC | 16 | 8,7 |
| 7/16 UNC | 14 | 10,2 |
| 1/2 UNC | 13 | 11,7 |
| 9/16 UNC | 12 | 13,2 |
| 5/8 UNC | 11 | 14,7 |
| 3/4 UNC | 10 | 17,8 |

Amerikanische Gewinde UNF

| Gewinde | Steigung | Kernloch-durchmesser |
|------------|----------|----------------------|
| Nr.4 UNF | 48 | 2,6 |
| Nr.5 UNF | 44 | 2,9 |
| Nr.6 UNF | 40 | 3,2 |
| Nr.8 UNF | 36 | 3,9 |
| Nr. 10 UNF | 32 | 4,4 |
| Nr. 12 UNF | 28 | 5,0 |
| 1/4 UNF | 28 | 5,9 |
| 5/16 UNF | 24 | 7,4 |
| 3/8 UNF | 24 | 9,0 |
| 7/16 UNF | 20 | 10,4 |
| 1/2 UNF | 20 | 12,1 |
| 9/16 UNF | 18 | 13,6 |
| 5/8 UNF | 18 | 15,2 |
| 3/4 UNF | 16 | 18,3 |

Rohrgewinde BSP

| Gewinde | Steigung | Kernloch-durchmesser |
|----------|----------|----------------------|
| 1/16 BSP | 28 | 7,3 |
| 1/8 BSP | 28 | 9,2 |
| 1/4 BSP | 19 | 12,4 |
| 3/8 BSP | 19 | 15,9 |
| 1/2 BSP | 14 | 19,9 |
| 3/4 BSP | 14 | 25,4 |
| 1 BSP | 11 | 31,9 |

Amerikanische Standard Rohrgewinde NPT

| Gewinde | Steigung | Kernloch-durchmesser |
|---------|----------|----------------------|
| 1/8 NPT | 27 | 9,5 - 9,1 |
| 1/4 NPT | 18 | 12,5 - 11,9 |
| 3/8 NPT | 18 | 15,9 - 15,3 |
| 1/2 NPT | 14 | 19,9 - 18,9 |
| 3/4 NPT | 14 | 25,1 - 24,2 |
| 1 NPT | 11,5 | 31,5 - 30,4 |

Flowdrill®

Fließformwerkzeuge GmbH

Olbrichtstr. 21 · 69469 Weinheim
Tel. 0 62 01 / 2 90 91 - 0 · Fax - 15