

Mit axialem Pulsieren zu höherem Vorschub

Hochleistungs-Tiefbohren mit dem ›Axial-Pulsator‹



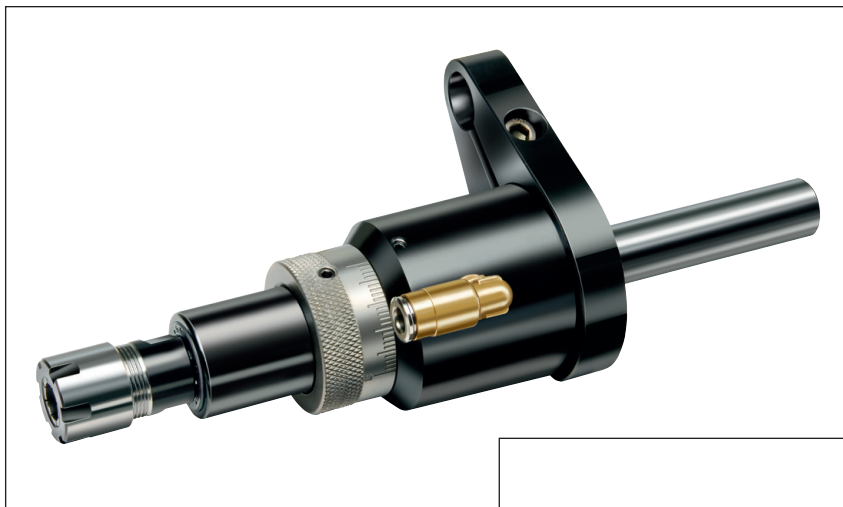
botek

botek
Präzisionsbohrtechnik GmbH
Längenfeldstrasse 4
72585 Riederich
GERMANY
T: +49-(0)-7123-3808-0
F: +49-(0)-7123-3808-138
Mail: pulsator@botek.de
www.botek.de

Hochleistungs-Tiefbohren mit dem ›Axial-Pulsator‹

Mit axialem Pulsieren zu höherem Vorschub

Lang spanende Werkstoffe können mit gerade genuteten Tiefbohrwerkzeugen oft nicht bis an die Leistungsgrenze bearbeitet werden. Indem das Werkzeug mittels ›Axial-Pulsator‹ definiert in Bohrrichtung bewegt wird, lässt sich nun der Span gezielt brechen.



1 Axial-Pulsatoren fertigt Botek derzeit in einer ›kleinen‹ Ausführung für Werkzeugdurchmesser bis vier Millimeter und als ›großes‹ Modell für Durchmesser von vier bis zwölf Millimeter

VON SABINE SCHUR

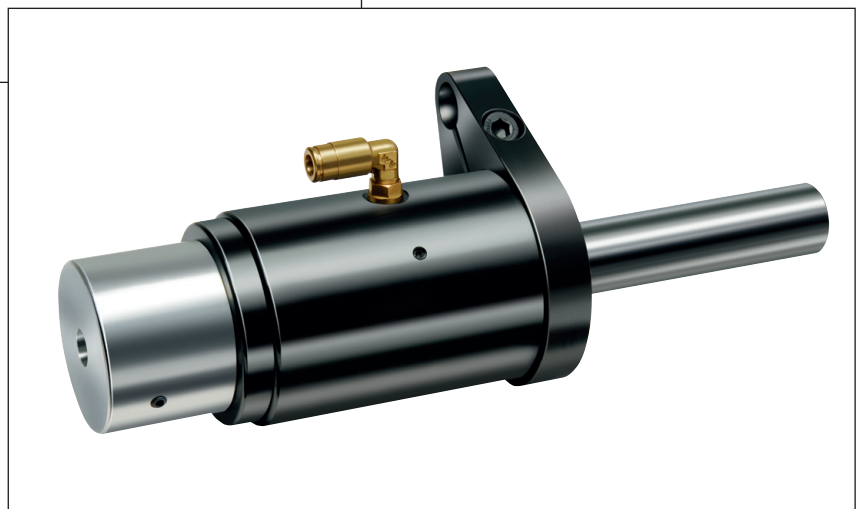
→ Gerade genutete Tiefbohrwerkzeuge mit Innenkühlung benötigen für den prozesssicheren Einsatz kurze Späne mit optimierter Spanform, die im Spanraum des Werkzeugs sicher abgeführt werden können. Besonders in Stahl und lang spanenden Werkstoffen können mit diesen Werkzeugen aufgrund der oftmals ungünstigen Spanbildung keine maximal möglichen Vorschübe gefahren werden. Eine Erhöhung der Drehzahl ermöglicht zwar höhere Vorschubwerte, belastet jedoch das

Werkzeug stärker, was mit einer verkürzten Standzeit verbunden ist. Zur Erhöhung der Standzeit werden zunehmend beschichtete Tiefbohrwerkzeuge eingesetzt. Aufgrund der Beschichtung erzeugen diese Werkzeuge eine ungünstige Spanform, was wiederum zum Ausgangsproblem zurückführt.

Kurz gesagt: Die Leistungsfähigkeit von gerade genuteten Tiefbohrwerkzeugen ist durch den Faktor ›Spanbildung‹ limitiert.

Mit Pulsatoren wird das Potenzial der Werkzeuge voll ausgeschöpft

»Es galt daher, etwas zu entwickeln, das unabhängig von der Werkzeuggeometrie einen sicheren Spanbruch erlaubt, sodass das Leistungspotenzial von gerade genuteten Werkzeugen voll ausgeschöpft werden kann«, sagt Jürgen Deeg, Versuchs-



Bilder: Botek

leiter bei Botek in Riederich. Dass dies mit dem ›Axial-Pulsator‹ gelungen ist, zeigt ein Vergleich der Späne, die man werkstoffabhängig mit und ohne die Apparatur erhält (Tabelle 1).

Der Axial-Pulsator – nachfolgend ›Pulsator‹ genannt – ist eine kostengünstige Apparatur, die sehr einfach in die Werk-



2 Als Erfinder des Axial-Pulsators und Leiter der Abteilung Versuch ist sich Jürgen Deeg sicher: Das Gerät erweitert deutlich die Leistungsgrenzen beim Tieflochbohren mit gerade genuteten Werkzeugen und bewahrt gleichzeitig die Vorteile des Einlippenbohrverfahrens

zeug-Antriebsspindel einbaubar ist und nach Kundenwunsch an die vorhandenen Maschinenvoraussetzungen adaptiert wird (Steilkegel, Zylinderschaft, Flansch et cetera). Den Pulsator gibt es in zwei Standardausführungen: der »kleinen« Ausführung für Werkzeugdurchmesser bis vier Millimeter und in der »großen« für Durchmesser von vier bis zwölf Millimeter (Bild 1). Sie weisen folgende Spezifikationen auf:

■ »kleine« Ausführung:

Werkzeugdurchmesser: bis 4 mm,
maximale Drehzahl: $11\,000\text{ min}^{-1}$,
einstellbar: Hub kann vom Anwender eingestellt werden,
Gewicht: 1,3 kg,
Gehäusedurchmesser: 50 mm,
Länge: 140 mm;

■ »große« Ausführung:

Werkzeugdurchmesser: 4 bis 12 mm,
maximale Drehzahl: 6000 min^{-1} ,
voreingestellt: Hub wird vom Hersteller eingestellt,
Gewicht: 4,4 kg,
Gehäusedurchmesser: 70 mm,
Länge: 160 mm.

Davon abweichende Konstruktionen sind auf Anfrage möglich. Momentan befinden sich Prototypen in der Entwicklung, deren Baumaße gegenüber der Standard-

ausführung nochmals deutlich verkleinert wurden.

Hubbewegung des Werkzeugs führt zu definiertem Spanbruch

Bei Betrieb führen beide Geräte eine definierte Hubbewegung des Werkzeugs in

Bohrrichtung aus. Dadurch erreicht man eine ansteigende und abnehmende Spandicke. Bei Spandicke »Null« bricht zwangsweise der Span. Der Hub wird beim Pulsieren über eine Profilscheibe mechanisch erzeugt und optimal auf den Werkzeugtyp, -durchmesser und jeweiligen Bohrprozess angepasst: entweder als Voreinstellung durch den Hersteller oder beim »kleinen« Pulsator über eine Verstellmöglichkeit am Gerät.

Zur Funktionsweise des Pulsators erläutert Deeg: »Es handelt sich hierbei nicht um »Hammerschlagbohren«, sondern um ein definiertes Pulsieren. Die Anzahl der Hübe ist stets synchron zur Spindeldrehzahl.« Lediglich das Werkzeug wird in Schwingungen versetzt. Das Pulsieren ist während des Prozesses an der Maschine nicht messbar, da die bewegte Masse hierfür zu klein ist. Negative Auswirkungen auf die Maschine wie das Ausschlagen der Spindellager sind somit ausgeschlossen.

Prozesssicherer Spanbruch ermöglicht höhere Vorschubwerte

Der Pulsator erzeugt einen prozesssicheren Spanbruch. Damit ergibt sich für gerade genutete Werkzeuge eine wesentlich verbesserte Werkzeug- und Prozessleistung beim Tiefbohren. Beispielsweise ist ein gerade genuteter Vollhartmetall-Zwei-

1 Tabelle

ohne Pulsator	mit Pulsator	mit Pulsator
Einlippenbohrer	Einlippenbohrer	gerade genuteter Zweilippenbohrer
in Stahl		
in Kupfer		

Materialabhängige Spanformen bei der Bearbeitung mit und ohne Axial-Pulsator

2 Tabelle: Schnittwerte* beim Einsatz des Axial-Pulsators

Werkzeuge	Bau- und Einsatzstähle < 900 N/mm ²		Stähle bis 1000 N/mm ²	
	$v_c = 70 - 120 \text{ m/min}$		$v_c = 50 - 70 \text{ m/min}$	
Vollhartmetall-Einlippenbohrer	Ø 2mm	$f = 0,025 - 0,03 \text{ mm/U}$	Ø 2mm	$f = \dots - 0,02 \text{ mm/U}$
	Ø 3mm	$f = 0,050 - 0,06 \text{ mm/U}$	Ø 3mm	$f = \dots - 0,05 \text{ mm/U}$
	Ø 6mm	$f = 0,070 - 0,10 \text{ mm/U}$	Ø 6mm	$f = \dots - 0,07 \text{ mm/U}$
	Ø 8mm	$f = 0,100 - 0,15 \text{ mm/U}$	Ø 8mm	$f = \dots - 0,10 \text{ mm/U}$
gerade genuteter Vollhartmetall-Zweilippenbohrer	$v_c = 70 - 120 \text{ m/min}$		$v_c = 50 - 70 \text{ m/min}$	
	Ø 6mm	$f = \dots - 0,15 \text{ mm/U}$	Ø 6mm	$f = \dots - 0,12 \text{ mm/U}$
	Ø 8mm	$f = \dots - 0,20 \text{ mm/U}$	Ø 8mm	$f = \dots - 0,15 \text{ mm/U}$

* Bei den hier angegebenen Werten handelt es sich um Richtwerte, die in Langzeitversuchen oder bereits in der Serienfertigung ermittelt wurden

lippenbohrer mit Einsatz des Pulsators auch ohne Schwierigkeiten in Stahl und langspanenden Materialien einsetzbar. Bei Minimalmengenschmierung, einem Werkzeugdurchmesser von 6 mm und einer Bohrtiefe von $45 \times D$ werden hier optimierte Vorschubwerte v_f von bis zu 1000 mm/min erreicht. Ohne Einsatz des Pulsators wäre dies aufgrund der für das Werkzeug und die Werkstoffe typischen Spanbildung nicht prozesssicher zu realisieren.

Erhebliche Vorschubsteigerungen sind auch beim pulsierenden Einlippentiefbohren möglich. Mit einem Einlippenbohrer in Vollhartmetall-Ausführung (Durchmesser 3 mm) können Vorschübe von $v_f = 400 \text{ mm/min}$ in Stahl (42CrMo4) problemlos und prozesssicher gefahren werden. Bei größeren Durchmessern, zum Beispiel Durchmesser 8 mm, ließen sich Vorschübe von $v_f = 800 \text{ mm/min}$ in 16MnCr5 realisieren. Hierbei gelten für den Kühlschmierstoff und dessen Menge, Druck und Temperatur die Werte, die generell für das Einlippentiefbohrverfahren anzuwenden sind. Werkstoffabhängige Schnittwerte für den Einsatz des Pulsators zeigt Tabelle 2.

»Gegenüber dem konventionellen Tiefbohren können wir parallel zur Vorschub-

steigerung die Drehzahl bei der Bearbeitung deutlich reduzieren«, betont Deeg. Die reduzierte Eingriffszeit und die günstigeren Einsatzbedingungen bewirken je nach Werkstoff eine Standzeitverlängerung des Werkzeugs. Extreme Vorschübe oder weitere Faktoren, welche die Werkzeugschneide belasten, können diesen Effekt jedoch egalisieren.

»In zahlreichen Versuchen haben wir festgestellt, dass sich der bekannt gute Bohrungsmittenverlauf beim Einlippentiefbohren auch beim pulsierenden Hochleistungs-Tiefbohren widerspiegelt«, führt Experte Deeg aus. Neben den genannten Prozessverbesserungen seien die generellen Vorteile des Einlippenbohrverfahrens – zum Beispiel gute Bohrungsgeradheit, Kreisformgenauigkeit und Oberflächenwerte – auch beim Tiefbohren mit dem Pulsator gegeben. Spezielle Prozessparameter beim Hochleistungs-Tiefbohren mit dem Pulsator erlauben eine ähnlich minimale Gratbildung beim Ausbohren, wie dies beim konventionellen Tieflochbohren der Fall ist.

Die genannten Vorteile können beim pulsierenden Tiefbohren durchaus mit Standardwerkzeugen erzielt werden. Für Höchstleistungen sind die Werkzeuge zum Beispiel durch spezielle Anschliffe optimal auf die Prozessbedingungen anzupassen.

Einfaches Handling der Werkzeuge

Gegenüber anderen Werkzeugkonzepten, die zum Hochleistungs-Tiefbohren eingesetzt werden, ist das einfache, schnelle und kostengünstige Nachschärfen gerade genuteter Tiefbohrwerkzeuge ein wichtiger

Vorteil. Das Nachschleifen kann der Anwender mit relativ geringem Aufwand auch selbst durchführen. Auf ein Ent- und Neubeschichten der Werkzeuge lässt sich ebenfalls verzichten, was einen entscheidenden Kosten- und Zeitvorteil verschafft und eine geringe Umlaufmenge an Werkzeugen erlaubt.

Auf Tiefbohrmaschinen ebenso einsetzbar wie auf BAZ

Auf allen gängigen Tiefbohrmaschinen sind Einbau und Betrieb des Pulsators erprobt und unproblematisch. Bei Bearbeitungszentren ist zu beachten, dass eine zentrale Kühlmittel-Hochdruckversorgung durch die Spindel vorhanden sein muss. Eine Anpassung des Pulsatorgehäuses an die maschinellen Gegebenheiten ist notwendig, wenn man eine Verdrehsicherung anbringen will. Bei Einsatz auf BAZ mit automatischem Werkzeugwechsler empfiehlt sich aufgrund der Baugröße des Pulsators eine Pick-up-Station.

Der Axial-Pulsator von Botek erweitert die Leistungsgrenzen beim Tieflochbohren mit gerade genuteten Werkzeugen. Je nach Werkstoff und Prozessparametern sind Vorschubsteigerungen einfach und kostengünstig möglich – und das unter gleichzeitiger Beibehaltung sämtlicher Vorteile, die das prozesssichere Einlippentiefbohrverfahren bietet. ■

Sabine Schur ist Geschäftsführerin der Botek Präzisionsbohrtechnik GmbH in Riederich
→ pulsator@botek.de

i HERSTELLER

Botek Präzisionsbohrtechnik GmbH
72585 Riederich
Tel. 071 23/3808-0
Fax 071 23/3808-138
→ www.botek.de