



FRANÇAIS

## Usiner des perçages de petit diamètre de manière précise et économique

Le procédé « Microcut Bore Sizing » trouve de plus en plus d'applications dans bon nombre de grandes industries : l'automobile, les technologies médicales, l'aéronautique, la fabrication de moules d'injection plastique, la PLV ainsi que le secteur horloger.

La société Microcut propose des machines, du travail à façon et des outils destinés à réaliser des opérations d'usinage de finition pour obtenir de manière simple et économique des perçages très précis de 0,25 mm à 8 mm de diamètre. Par ailleurs, elle propose des machines spéciales pour la réalisation d'une part de très petits perçages jusqu'à 0,015 mm de diamètre et d'autre part de tubes en nitinol d'une longueur pouvant atteindre 1,80 m. Son offre inclut enfin des machines conçues sur mesure.

La nécessité de recourir à l'usinage de finition est imputable à différents facteurs: il peut arriver qu'un perçage à «l'état brut» ne satisfasse pas aux exigences de fonctionnement, en particulier pour ce qui concerne la forme, l'état de surface et la tenue dimensionnelle. Dans ce cas, il doit être usiné en reprise. Les défauts de forme typiques sont les défauts de circularité, le dépassement en largeur, l'ondulation, la conicité ou les défauts de rectitude. C'est là qu'intervient la technologie du Microcut Bore Sizing (MBS). En règle générale, lorsqu'on passe d'un usinage de reprise traditionnel de type rodage ou rectification au procédé MBS, on fait un bond en avant en matière de qualité et on réduit ses coûts directs et indirects.

### Qu'est-ce que Microcut Bore Sizing?

Le MBS peut être considéré comme le prolongement du procédé de rodage au diamant (rodage «single stroke»). Cette nouvelle étape du développement de ce procédé accroît considérablement sa performance et son champ d'application. Cette technique offre une solution économique pour optimiser la réalisation de petits trous et le perçage de part en part, notamment dans les matériaux durs et difficiles à usiner. Le procédé permet de maintenir ces perçages dans des fourchettes de tolérance très serrées, tant sur le plan de la forme, de l'état de surface que du diamètre. Les outils de MBS sont monobloc et revêtus d'une monocouche de diamant ou de CBN (arête de coupe indéfinie). Ils présentent une forme conique ou cylindrique et sont taillés aux cotes nominales. Lors du procédé d'usinage, l'outil passe à travers le perçage à usiner, animé par des mouvements de rotation et de translation (multi-passages) pilotés par la machine. Le procédé MBS permet

de nouvelles applications ou vient se substituer à des procédés conventionnels comme le rodage avec outil à extension, le rodage monopassage (rodage au diamant, supersizing, single-stroke), la rectification intérieure, le rodage manuel au diamant, le rodage filaire, etc.

### Les avantages du système Microcut Bore Sizing

Ce procédé séduit par la simplicité de son principe et par sa fiabilité. Si l'on considère l'ensemble des coûts directs et indirects induits, le MBS s'avère généralement plus rentable à l'usage que les autres procédés. Il offre les avantages suivants :

- Un procédé extrêmement stable, piloté mécaniquement avec une dispersion minimale de la forme, de l'état de surface et des dimensions, même en environnement difficile (variations de température, secousses)
- L'ensemble du dispositif est facile à régler, étant donné que la forme (cylindre) et la tenue dimensionnelle du diamètre ne nécessitent pas d'être pré-réglés puis maintenus en l'état par un équipement de mesure.
- On obtient généralement une meilleure précision de forme (qualité du gabarit) qu'avec les procédés conventionnels, notamment pour les perçages avec des ouvertures, ainsi que les perçages longs ou extrêmement courts.
- Simplicité d'utilisation avec peu de réglages et d'ajustements et de ce fait, convient aussi aux «non spécialistes»
- Possibilité d'usiner aussi de très petits diamètres
- Les machines sont très peu consommatrices en énergie.

### Pourquoi le procédé MBS offre-t-il une telle fiabilité?

Le réglage de la précision de forme (forme cylindrique) se fait automatiquement, il est intégré au procédé sans nécessiter de contrôle de mesure (tout comme pour le procédé de rodage au diamant). C'est l'outil monobloc qui permet de déterminer le diamètre final.

### Outils

Les outils monoblocs, qui sont de ce fait extrêmement rigides, sont conçus dans des dimensions précises et définissent le diamètre final, indépendamment des conditions environnementales (par

exemple la chaleur). Les outils MBS sont très longs par rapport au diamètre (longueur typique après revêtement: 350 mm). Ainsi, il est possible d'éliminer une surépaisseur relativement importante (outils de forme conique) et l'usure de chaque pièce est minimale (outils de forme cylindrique). Du fait du revêtement monocouche de l'outil, il ne survient pas de dégradation subite (par exemple rupture des grains). Les outils peuvent également aisément être utilisés en manuel (sur un tour), par exemple pour la fabrication de moules. Ici c'est l'opérateur qui commande le guidage mécanique.

### Machine

L'avance de l'outil s'effectue mécaniquement. Cela permet par exemple d'éviter l'élargissement élastique d'une pièce à parois minces. L'outil n'est pas utilisé au-delà ou en deçà de ses limites et on évite ainsi un « meulage pneumatique » improductif. Les diamètres des perçages bruts trop petits ou trop grands sont détectés et ces pièces peuvent être interceptées, ce qui évite d'endommager l'outil. Le support de la pièce est un composant important. La pièce ne doit pas être déformée lorsqu'on la fixe et la position de la pièce est généralement déterminée par l'axe de l'outil.

### Automatisation

D'une manière générale, ce procédé convient à la fois à la réalisation de petites séries (par exemple la fabrication de moules) que de grandes séries. Une fois qu'un outil a été défini, il est possible - dans la mesure où il est disponible - de reproduire ce diamètre très rapidement et de manière très fiable. Du fait de la stabilité et

de la simplicité du procédé qui fonctionne très bien sans contrôle de mesure, il devient rentable de mettre en oeuvre des solutions d'automatisation simples qui peuvent être contrôlées directement à partir de la commande machine. Microcut offre ainsi des solutions modulables en fonction des besoins.

### En quoi ce procédé se démarque-t-il des autres ?

L'une des caractéristiques essentielles du procédé MBS est la dispersion minimum des résultats d'usinage, de sorte qu'aucune pièce ne se situe hors tolérances. Dans le cas du rodage traditionnel ou de la rectification intérieure, il est nécessaire de piloter en permanence, via un circuit de mesure et de réglage, la forme par le positionnement et la longueur de la course et la cote par le positionnement de l'outil. Cela complique la stabilité du procédé, tout en nécessitant plus d'interventions techniques et en augmentant les coûts. Il faut également prendre en considération le fait que l'incertitude d'une mesure prise juste avant l'usinage est préjudiciable, notamment à la forme. En outre, les outils doivent être dressés si nécessaire, ou remplacés d'eux-mêmes spontanément, ce qui bien sûr a des répercussions négatives sur la dispersion.

### Exemple d'application: « le coeur » de l'industrie horlogère

L'illustration 6a montre la pièce qui constitue le « coeur » d'un mouvement automatique de montre en acier, sans symétrie de révolution. Grâce au Microcut Bore Sizing, le perçage est usiné à une cote finale de 1,296 mm (le plus gros perçage de la pièce).



Berne 11 au 14 décembre 2018

# INDUSTRIALIS

L'industrie suisse au cœur

Qu'attendez-vous? Inscrivez-vous maintenant! [www.industrialis.ch](http://www.industrialis.ch)









































Ce « coeur » est utilisé dans le système Pellaton de remontage automatique (modèle de montre « Ingénieur ») de la fabrique horlogère suisse IWC Schaffhausen (illustration 6b). Le système "Pellaton" est toujours considéré aujourd'hui, dans une large mesure, comme l'un des systèmes bidirectionnels de remontage d'une montre mécanique les plus efficaces et les plus fiables. Le logement du rubis est usiné par MBS à une précision de 2 µm, ce qui garantit un enchâssement optimal de la pierre et évite que le coeur ou la pierre ne soit endommagé au moment de l'intégration de la pierre. Grâce à la délicatesse du procédé de serrage et d'usinage du système MBS, la barrette fine située entre le perçage et le contour extérieur n'est pas abimée. Autre exigence importante imposée à l'opération d'usinage : ne pas modifier l'emplacement du perçage. Grâce au recours à des procédés d'usinage ultraprécis comme le Microcut Bore Sizing, les fabricants de montres suisses peuvent continuer à augmenter encore leur niveau de qualité déjà reconnu dans le monde entier.



Illustration 6a

Abbildung 6a

Figure 6a

## DEUTSCH

### Präzise und wirtschaftlich auch kleine Bohrungen fertigen

Das Microcut Bore Sizing findet immer mehr Anwendungen in vielen Schlüsselindustrien: Automobilindustrie, Medizinaltechnik, Luftfahrt, Spritzwerkzeugbau, Display-Herstellung sowie der Uhrenindustrie.

Im Weiteren werden auch Spezialmaschinen für einerseits kleinere Bohrungen bis minimal 0.015 mm und für andererseits bis 1.8 Meter lange Rohre aus Nitinol oder kundenspezifische Sondermaschinen angeboten.

Es gibt diverse Gründe für die Feinstbearbeitung: Eine Bohrung kann im «Rohzustand» insbesondere bezüglich Form, Oberfläche und Masshaltigkeit den Funktionsanforderungen nicht genügen und muss deshalb nachbearbeitet werden. Typische Formfehler sind Unrundheit, Vorweite, Welligkeit, Konizität, oder Bananenform. Hier setzt die Technologie des Microcut Bore Sizing (MBS) an. In der Regel wird beim Wechsel von einer konventionellen Nachbearbeitung wie Honen oder Schleifen auf das MBS Verfahren ein Qualitätssprung realisiert und es können direkte oder indirekte Kosten reduziert werden.

#### Was ist Microcut Bore Sizing?

Das MBS kann als Weiterentwicklung des Dornhonens (Einhubhonens) verstanden werden. Durch diesen Entwicklungsschritt wird die Leistung und das Einsatzgebiet stark erweitert. Das Verfahren stellt eine wirtschaftliche Lösung zur Funktionsoptimierung von kleinen und unterbrochenen Durchgangsbohrungen, insbesondere auch für harte und schwer zerspanbare Werkstoffe dar. Diese Technologie erlaubt es, die Form, Oberfläche und den Durchmesser einer Bohrung prozesssicher in engste Toleranzfelder zu fertigen.

Die MBS-Werkzeuge sind einteilig und einlagig mit Diamant oder CBN belegt (undefinierte Schneide). Sie weisen einen konischen und einen zylindrischen Abschnitt auf. Die Werkzeuge werden auf das

Sollmass abgerichtet. Beim Bearbeitungsprozess wird das Werkzeug durch die Maschine kraftgesteuert mit Rotations- und Translationsbewegungen (Mehrhub) durch die zu bearbeitende Bohrung getrieben. Das MBS Verfahren ermöglicht neue Anwendungen oder substituiert typischerweise konventionelle Verfahren wie Honen mit aufweitbarem Werkzeug, Einhub Honverfahren (Dornhonen, Super-sizing, Singelstroke), Innenrundscheifen, manuelles Dornlappen (Rodieren), Drahthonen usw.

#### System- Vorteile des Microcut Bore Sizing

Das Verfahren besticht durch das einfache Prinzip und die Prozesssicherheit. Unter Berücksichtigung aller direkten und indirekten Aufwänden kann das MBS Verfahren in der Regel ein überlegenes Kosten- Nutzen Verhältnis darstellen. Die Vorteile sind:

- Äußerst stabiler, kraftkontrollierter Prozess mit minimaler Streuung von Form, Oberfläche und Maß auch in rauer Umgebung (Temperaturschwankungen, Erschütterungen)
- Das Gesamtsystem ist einfach einzustellen, da die Form (Zylinder) und die Maßhaltigkeit des Durchmessers nicht durch Messen und Regeln eingestellt und erhalten werden müssen
- Es werden grundsätzlich bessere Formgenauigkeiten (Lehren- Qualität) als bei konventionellen Verfahren erreicht. Insbesondere auch bei Bohrungen mit Freistellungen, extrem kurzen oder langen Bohrungen.
- Einfache Bedienung mit minimalem Einstellungs- und Abstimmungsaufwand und dadurch auch für «nicht Spezialisten» geeignet
- Es können auch sehr kleine Durchmesser bearbeitet werden
- Die Maschinen arbeiten äußerst energieeffizient.

#### Wieso arbeitet das MBS so prozesssicher?

Die Formgenauigkeit (Zylinderform) stellt sich automatisch, prozessbedingt ohne Messsteuerung ein (ähnlich dem Dornhonen). Der End- Durchmesser wird durch das einteilige Werkzeug bestimmt.

## Werkzeuge

Die einteiligen und somit maximal steifen Werkzeuge mit präzise abgerichtetem Maß, definieren den Enddurchmesser praktisch unabhängig von den Umgebungsbedingungen (z.B. Wärme). Im Verhältnis zum Durchmesser sind die MBS-Werkzeuge sehr lang (beschichtete Länge typischerweise 350 mm. So kann auch ein relativ großes Aufmaß abgetragen werden (konischer Werkzeugabschnitt) und der Verschleiß pro Teil ist minimal (zylindrischer Werkzeugabschnitt). Bedingt durch das einlagig beschichtete Werkzeug treten keine spontanen Veränderungen (z.B. Kornausbruch) auf. Die Werkzeuge werden auch gerne manuell (auf einer Drehbank) beispielsweise im Werkzeugbau eingesetzt. Der Werker übernimmt in diesem Fall die kraftkontrollierte Führung.

## Maschine

Der Vorschub des Werkzeuges erfolgt kraftkontrolliert. So wird beispielsweise eine elastische Aufweitung eines dünnwandigen Bauteils vermieden. Das Werkzeug wird nicht unter- oder überfordert und unproduktives «Luftschleifen» wird dadurch vermieden. Zu kleine oder zu große Rohbohrungsdurchmesser werden erkannt und können abgefangen, sowie Werkzeugbrüche verhindert werden. Die Werkstückaufnahme stellt eine wichtige Komponente dar. Das Werkstück darf beim Fixieren nicht verformt werden und die Werkstücklage wird in der Regel durch die Werkzeugachse bestimmt.

## Automation:

Grundsätzlich eignet sich das Verfahren für kleine Losgrößen (z.B. Formenbau) wie auch für Großserien. Ist einmal ein Werkzeug definiert und verfügbar, kann dieser Durchmesser sehr schnell und sicher reproduziert werden.

Aufgrund des einfachen stabilen Prozesses welcher sehr gut ohne Messsteuerung funktioniert, rechnen sich auch einfache Automatisationslösungen, welche direkt mit der Maschinensteuerung kontrolliert werden können. Microcut bietet entsprechend den Bedürfnissen skalierbare Lösungen an.

## Abgrenzung zu anderen Verfahren:

Eine zentrale Eigenschaft des Microcut® Bore Sizing Prozess ist die minimale Streuung der Bearbeitungsresultate, so dass keine Teile aufgrund einer Streuung außerhalb der Toleranz liegen. Beim herkömmlichen Honen oder dem Innenschleifen müssen über einen Mess- Regelkreis die Form durch die Hublage und -länge und das Maß über die Zustellung des Werkzeuges permanent gesteuert werden. Dies erschwert einen stabilen Prozess und ist mit großem technischem Aufwand und Kosten verbunden. Es gilt auch zu beachten, dass die Unsicherheit einer bearbeitungsnahen Messung, v.a. der Form beachtlich ist. Weiter müssen die Werkzeuge gegebenenfalls abgerichtet werden oder erneuern sich spontan selbstständig was sich wiederum negativ auf die Streuung auswirkt.

## Anwendungsbeispiel: «Herz» aus der Uhrenindustrie

Abbildung 6a zeigt das Werkstück «Herz» eines Automatik-Uhrwerkes, welches nicht-rotationssymmetrisch und aus Stahl ist. Mittels MBS wird hierbei die Bohrung auf das Endmaß 1.296 mm (größte Bohrung im Bauteil) bearbeitet. Das Bauteil «Herz» wird im Pellaton-Aufzuge (Uhrenmodell «Ingenieur») der Uhrenmanufaktur IWC Schaffhausen, Schweiz eingesetzt (Abbildung 6b). Der "Pellaton-Aufzug" wird weithin als eines der effektivsten und zuverlässigsten bi-direktionalen Systeme zum aufziehen einer mechanischen Uhr angesehen. Der Passungsitz für den Lagerstein wird mit dem

MBS Verfahren in eine Genauigkeit von 2 µm bearbeitet. So kann ein optimaler Presssitz des Uhrsteins gewährleistet werden. Defekte an Herz oder Stein beim Einpressen des Steins werden verhindert. Durch den schonenden Spann- und Bearbeitungsprozess beim MBS wird der dünne Steg zwischen Bohrung und Außenkontur nicht beeinträchtigt. Ein weiterer wichtiger Anspruch an die Bohrungsbearbeitung ist, dass die Lage der Bohrung nicht verändert wird. Durch den Einsatz von hochpräzisen Bearbeitungsverfahren wie dem MBS können Schweizer Uhrenhersteller ihr weltweit hoch angesehenes Qualitätsniveau noch weiter steigern.



## ENGLISH

## Precise and economical small-bore work is also possible

Microcut Bore Sizing is finding ever-more applications in numerous key industrial sectors: automotive, medical technology, aeronautics, injection-moulding tools, display manufacture, as well as the watchmaking industry.

The company Microcut AG proposes machines, contract manufacture and tools for simple and economical fine-precision finishing of boreholes with diameters from 0.25 mm to 8 mm. Moreover, we propose special-purpose machines for small boreholes of minimum 0.015 mm on the one hand and Nitinol pipes with lengths of up to 1.8 Meter or customer-specific, special-purpose machines on the other.

There are various reasons for this superfinish: In its "raw state", a borehole may not be fully compliant with the functional requirements due, in particular, to its shape, surface quality or dimensional stability, and will therefore require reworking. Typical shape defects are out-of-roundness, widening, ripple, taper, or banana shape. This is where Microcut Bore Sizing (MBS) technology steps in. In general, when changing from conventional reworking such as honing or precision grinding to the MBS process, a considerable increase in quality is noted which can help reduce direct or indirect costs.



## What is Microcut Bore Sizing?

MBS may be seen as a further development of the arbour honing (single-pass honing) process. Thanks to this new development, the capacity and scope of application has been considerably increased. This process offers an economical solution for functional optimisation of small and broken through-holes, in particular in the case of hard or difficult to machine materials. This technology enables the machining of the borehole shape, surface finish and diameter to within extremely narrow tolerance limits. The MBS tools are single-piece, single-layer, diamond or CBN bonded tools (undefined cutter). They are available in conical or cylindrical shapes. The tool is trued to the nominal dimension. During the machining process, the tool is driven through the borehole to be worked by the machine drive with both rotational and translational movement (multiplier). The MBS process provides new applications or generally substitutes for conventional processes such as honing with enlarging tools, single-pass honing processes (arbour honing, supersizing, single-stroke), internal cylindrical grinding, manual lapping (rubbing-in), wire honing etc.

## Advantages of the MBS process

This process is attractive thanks to its operating principle and process reliability. Taking into consideration all direct and indirect applications, the MBS process generally proves its superiority in its cost/benefit ratio. The advantages are:

- Extremely stable, power-controlled process with minimum deviation of shape, surface quality and dimensions, even in a harsh environment (temperature variations, vibrations)
- The entire system is easy to set up as the shape (cylinder) and dimensional stability of the diameter do not require adjustment and securing by means of measurement.
- In principle, far greater dimensional accuracy (gauges, quality) is achieved than with conventional processes. In particular, in the case of bores in free positions, as well as extremely short or long bores.
- Easy to operate with a minimum amount of setting and adjustment required. It is therefore also well suited for "non-specialist" operators.
- Very small diameters are also possible.
- The machine is extremely energy-efficient.

## Why is MBS so process-reliable?

The shape accuracy (cylindrical) is set automatically according to process requirements without measurement control (similar to arbour honing). The final diameter is defined by the single-piece tool.

## Tools

The single-piece, extremely sturdy tool with very precise dimensions defines the final workpiece diameter almost totally independent of environmental conditions. When compared to the diameter, MBS tools are extremely long (typical coated lengths of up to 350 mm). It is therefore possible to remove a relatively large quantity of material (conical tool stage) and the wear per part is minimal (cylindrical tool stage). Spontaneous changes (grain break-off) are excluded thanks to the use of a single-ply coated tool. The tools are also sometimes used manually (on a lathe) for example in toolmaking applications. In this case, the operator is responsible for the drive torque control.

## Machine

Tool travel is torque-controlled. In this way, the elastic expansion of a thin-walled component is avoided. The tool is not under, or over

used and unproductive "air grinding" is therefore avoided. Excessively small or large pipe bore diameters are detected and may be recovered and tool breakage thus prevented. The workpiece chuck is a key component. The workpiece must not be distorted during clamping and workpiece positioning is generally defined by the tool axis.

## Automation

This process is fundamentally suited for small batch sizes (e.g. die making) as well as large-scale serial production. Once a tool is defined and available, this diameter may be quickly and easily reproduced. Thanks to this simple and stable process, which functions perfectly well without measurement control, simple automation solutions controlled directly by the machine control system may also be applied. Microcut proposes scalable solutions in accordance with the needs expressed.

## Demarcation from other processes

A key characteristic of the MBS process is the minimal variation in machining results thus ensuring that no components worked are outside the defined tolerance limits. In the case of conventional honing or interior grinding processes, the travel position and stroke, as well as the dimensions of the tool must be continually monitored with an associated measurement system. This renders process stability more difficult and requires extensive technical effort and cost. It is also important to note that the effect on the shape due to measurement close to machining is considerable. Moreover, the tools must be dressed when necessary or spontaneously and automatically replaced which will also have a negative effect on the spread of results.

## Application example: The "heart" of the watch-making industry

Figure 6a illustrates the "heart" workpiece of a self-winding watch which is not rotationally symmetric and is made of steel. With MBS boreholes with a final size of 1.296 mm (largest borehole in the component) may be machined. The "heart" component is used in the Pellaton self-winding mechanism (watch model "Ingenieur") of the watchmaker IWC Schaffhausen, Switzerland (figure 6b). The "Pellaton self-winding mechanism" is furthermore considered to be one of the most efficient and reliable bi-directional systems for the winding of a mechanical movement watch. The seating of a jewel bearing is produced with an accuracy of 2 µm using the MBS process. An optimum press-fit of the watch jewels is therefore possible. Damage to the heart or jewel during the press-fit process can therefore be avoided. Thanks to the gentle clamping and machining process of the MBS the thin land between the bore hole and the outer edge is not negatively affected. Another key requirement of the bore process is that the position of the bore does not change. With the use of high-precision machining processes such as MBS the Swiss watchmaker is able to increase even further the global recognition of its high-quality products.

## MICROCUT AG

Rolliweg 21  
CH-2543 Lengnau  
Tel +41(0)32 654 15 15  
www.microcut.ch