

# Steigern auch Sie Ihre Produktion um das 4-Fache.

*Trochoidales Fräsen als Chance für mehr Performance*



## Trotz steigender Kosten alles fest im Griff

Der Preis einer Tonne Aluminium mit einem Reinheitsgrad von 99,7 % beläuft sich aktuell auf durchschnittlich 3.000 USD. Das ist seit acht Jahren der höchste Stand für dieses wichtige Metall. Nicht anders bei Stahl: Sanken die Preise im Jahr 2020 mangels Nachfrage und pandemiebedingtem Produktionsstopp, stiegen sie kurze Zeit später massiv an. Eine übermäßig starke Nachfrage bei Wiederanlauf der Produktionen tat ihr Übriges und trieb den Preis weiter. Ob Politik oder Branchenverbände – die Aussagen gleichen sich: Die Industrie muss haushalten; nicht nur wegen der steigenden Preise. Gerade vor dem Hintergrund der aktuellen geopolitischen Situation werden Materialkosten aber zu einer unberechenbaren Größe.

Setzt man diese Fakten in Kontext zu immer komplexer werdenden Bauteilformen und dem Fachkräftemangel und berücksichtigt gleichzeitig den Trend zum Reshoring, wird offensicht-

lich, dass Achtsamkeit im Umgang mit Rohstoffen und automatisierte Produktionsstrategien einen Ausweg darstellen. Wie kann das funktionieren, wo doch die Materialien der Gegenwart und Zukunft immer schwieriger bearbeitbar sind? Welche Möglichkeiten haben z.B. Zerspanungsunternehmen, um diesen Problemen zu begegnen? Dieses Whitepaper erklärt, welche Hebelwirkungen Zerspanungsunternehmen über die Werkzeugwahl und die dazu passende Frässtrategie nutzen können. Zudem konkretisiert es, warum die Entwicklung eines Automationskonzeptes eng mit der richtigen Werkzeugwahl verbunden ist. Das Beispiel des Trochoidalfräsens veranschaulicht ein Prinzip, in dem Werkzeug und Bearbeitungsstrategie aufeinander abgestimmt sind. Das Whitepaper zeigt die daraus entstehenden positiven Auswirkungen auf die Prozesssicherheit und die Effizienz.

<sup>1</sup> <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/664491/umfrage/durchschnittlicher-preis-fuer-aluminium-weltweit/>

# Drei Möglichkeiten die Prozesssicherheit zu steigern

Effizienz und Prozesssicherheit korrelieren: Zerspanungsunternehmen sind bemüht, Produktionsergebnis und eingesetzte Mittel für die notwendige Frässtrategie so ins Verhältnis zu setzen, dass eine hohe Wirtschaftlichkeit entsteht. Im besten

Fall ist der Nutzen größer als die Kosten, die im Übrigen alle Aufwendungen für einen Fräsprozess zusammenfassen. Prozesssicherheit meint Beherrschbarkeit eines Prozesses und ist neben der Effizienz die zweite zentrale Größe.

## **1.) Es wird deutlich langsamer mit etablierten Werkzeugen gefräst.**

Die verringerte Geschwindigkeit schützt Bauteil und Werkzeug und sichert die Qualität, geht aber zulasten der Effizienz.

## **2.) Es kommt eine spezifische Programmierstrategie zum Einsatz.**

Das bedingt, dass die CAD/CAM Software individuelle Features integriert hat, die entsprechende Frässtrategie Einstellungen ermöglichen.

## **3.) Der gezielte Einsatz von Werkzeugen, die auf das (schwer) zu bearbeitende Material ausgelegt sind und über eine passende Frässtrategie ihre gesamten Stärken voll ausspielen können.**

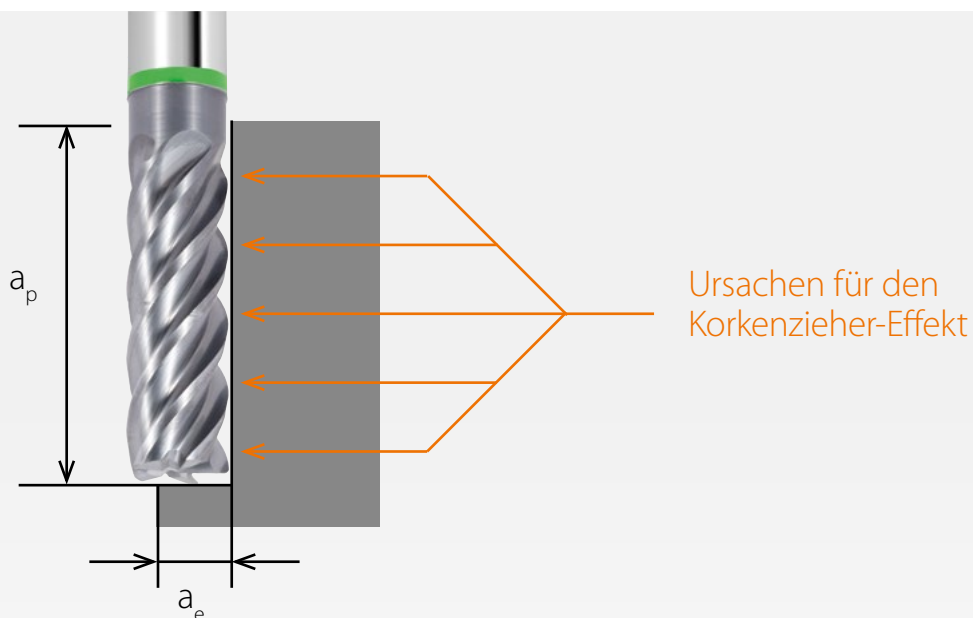
Bei diesem Vorgehen wird das Beste aus beiden Welten vereint: Performance-Gewinn durch Harmonie zwischen Werkzeug und Werkstück und hohe Prozesssicherheit.

## Einsatzgebiet TPC Fräser / Voraussetzungen

# Merkmale des Trochoidalfräsens

Dieses Beispiel zeigt, dass Sie dem Anspruch nach prozesssicherem Arbeiten bei schwer zerspanbaren Materialien mit z.B.: tiefen Kavitäten am besten mit der Trochoidalfrässtrategie, den passenden Werkzeugen und einer entsprechenden CAD/CAM Software gerecht werden. Mit dieser Kombination entsteht zudem die Grundlage für automatisiertes Arbeiten und damit die Chance auf Entlastung Ihrer Belegschaft. Des Weiteren eröffnet eine trochoidale Frässtrategie mit der wesentlich höheren Prozesssicherheit die Möglichkeit einer Mehr-Maschinen-Bedienung. Weiteres Plus: Stückkosten lassen sich reduzieren. Moderne CAD/ CAM Programme mit

Trochoidalfräsoption stehen deshalb stellvertretend für TPC-Fräser, die keine Limits kennen. Lediglich die stabile Spannsituation (Bauteil sowohl Werkzeug) muss sichergestellt werden: die Werkzeugspannung muss zusätzlich mit einer Auszugssicherung versehen sein. Der sogenannte Korkenzieher-Effekt, der bei steigender Zustellung (= Zunahme Kontaktpunkte zwischen Werkzeug und Bauteil) auftreten kann, wird auf diesem Weg unterbunden.



### 4-fache Produktionssteigerung: Der Beweis aus der Praxis

Das folgende Praxisbeispiel verdeutlicht die Mehrwerte, die Ihnen als Zerspanungsunternehmen aus einer gezielten Abstimmung von Frässtrategie, Werkzeug und Material entstehen:

Im Beispiel 1 wird das Material 1.4571 mit Nuten versehen, die 10 mm breit und 40 mm tief sind; der Durchmesser beläuft sich auf 8. Folgende Maschineneinstellungen werden vorgenommen:  $V_c= 100\text{m/min}$  (3900 U/min),  $f_z= 0,03$ ,  $a_e= 1xD$  und  $a_p= 1xD$ , was vier Zustellungen ergibt.

Im Ergebnis lassen sich 30 Nuten fräsen, wobei die Prozesssicherheit verhältnismäßig gering ist.

Der gleiche Werkstoff wird im Beispiel 2 mit einem - Ø8 TPC Fräser 5xD und mit einer entsprechenden trochoidalen Frässtrategie bearbeitet. Folgende Einstellungen werden vorgenommen:  $V_c= 200\text{m/min}$  (8.000 U/min),  $h_{max}= 0,2$ ,  $f_z= 0,739$ ,  $a_e=0,15\text{mm}$  und  $a_p= 39,5$ , wobei 0,5 mm Aufmaß am Boden zum Schlichten zugegeben werden. Im Ergebnis werden 120 Nuten bei hoher Prozesssicherheit reproduzierbar gefräst.

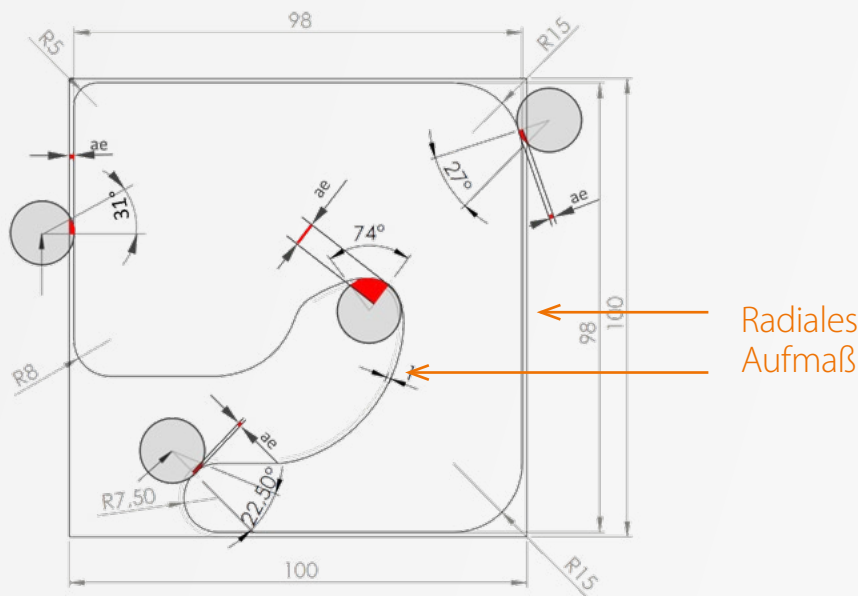
Das zeichnet Fräser für die TPC-Strategie aus.

## Trochoidales Fräsen: $h_{\max}$ ist die entscheidende Größe

Die Synergie aus trochoidalen Fräs Werkzeugen und trochoidaler Frässtrategie lässt sich am besten anhand der Unterschiede zwischen Beispiel 1 und Beispiel 2 erklären. Verglichen mit herkömmlichem Fräsen – im Beispiel 1 – zeigt sich die trochoidale Strategie als ein Schruppvorgang mit kreisförmigen Bewegungen, wobei das Werkzeug parallel auch eine lineare Vorwärtsbewegung ausführt. Die maximale Spanungsdicke ( $h_{\max}$ ) wird dabei eingefroren. Das Besondere: Nur mit einer trochoidalen Fräs-

strategie limitieren Sie den Umschlingungswinkel, was das Fräsen mit der gesamten Werkzeuglänge erlaubt.

Das ist vor allem vor dem Hintergrund wichtig, dass bei Bauteilen mit Innenkonturen und engen Konturen, der Umschlingungswinkel binnen kürzester Zeit von erst 5° oder 10° auf 115° und mehr steigen kann.



Das Problem: Werkzeugbruch – die Spankammer ist komplett mit Spänen gefüllt, der Vorschub aber noch nicht beendet. Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang zwischen den Größen „Radiale Breite des Fräses  $ae$ “ und dem Umschlingungswinkel an unterschiedlichen Innen- und Außenkonturen und vermittelt eine Vorstellung, wo bei Innenkonturen die neuralgischen Stellen liegen. Die Lösung zeigt sich in der Auslegung eines typischen trochoidalen Fräs Werkzeuges: Er hat viele Schneiden, bei noch ausreichender Spankammer, wenig seitliche Zustellung,

viel Vorschub und eine hohe Tiefenzustellung. Kurz: Er ist exakt für die Trochoidalfrässtrategie ausgelegt. Erkennbar ist das auch am Durchmesser/Längenverhältnis: Hier zeigt sich bei  $5xD$  die optimale Verbindung aus trochoidalem Fräsen, mit einem dafür spezifisch entwickelten Fräs Werkzeug, was nicht selten zu um bis zu 50 % reduzierten Bearbeitungszeiten führt. Es sind dieser Aufbau und die Tatsache, dass der Prozess nicht unterbrochen werden muss, die zur signifikanten Verbesserung der Prozesssicherheit führen und den Verschleiß reduzieren.

# Deutlich weniger Temperatur im Prozess

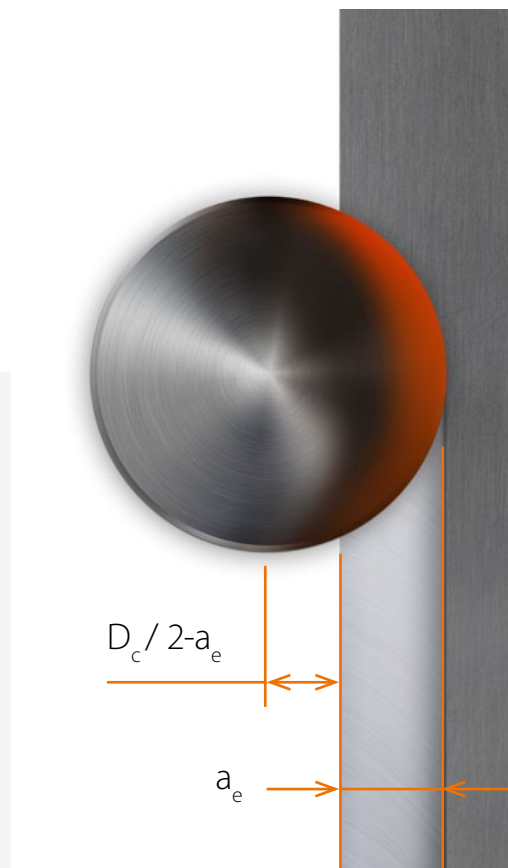
Weiterer Benefit aus der optimalen Abstimmung vom Trochoidalfräswerkzeug auf hartes Material: Der reduzierte Kraftaufwand macht das Bearbeiten dünnwandiger und labiler Werkstücke sicherer – ein Plus für Bauteil und Werkzeug. Dieses Argument wird untermauert durch den beim Trochoidalfräsen reduzierten Hitzeeintrag über den gesamten Bearbeitungsprozess. Das Material bleibt in seinen Eigenschaften unverändert, was sich positiv auf die nachgelagerten Bearbeitungsschritte auswirken wird. All das macht klar, warum Trochoidalfräswerk-

zeuge vor allem dort nachgefragt werden, wo sehr harte Werkstoffe bearbeitet werden müssen, wie etwa im Werkzeug- und Formenbau, im Stahlbau, aber auch in der Lohnfertigung oder im Maschinenbau. Vielerorts nutzt man Trochoidalfräsen sehr erfolgreich, vertraut auf die Prozesssicherheit und managt sämtliche Planungen bereits heute souverän, weil bekannt ist, wann ein (Schwester-) Werkzeug getauscht bzw. in die Wiederaufbereitung gegeben werden muss.

## HPC Fräsen in der Volnut



## TPC-Fräsen



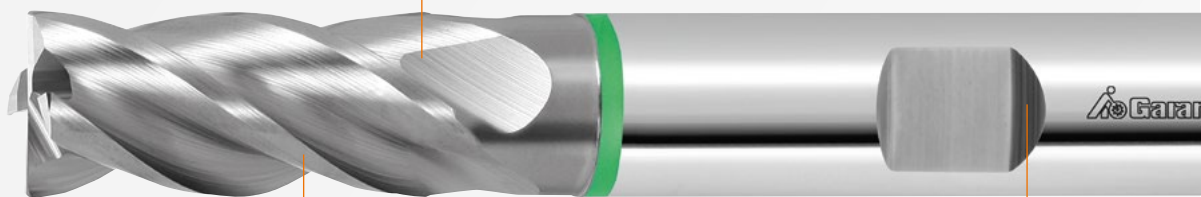
# Das richtige Werkzeug für jede Anwendung

Erfahrene Zerspaner wissen: Eine Trochoidalfrässtrategie ist mit fast allen Werkzeugen realisierbar; Abbildung 2 (Unterschied HPC Fräser TPC Fräser) zeigt die Unterschiede zwischen TPC und HPC und macht klar, warum ein klassischer Schaftfräser und trochoidales Fräsen zwar funktionieren, aber nicht wirtschaftlich sind: Das Substrat herkömmlicher Fräser ist auf einen hohen Verschleiß ausgelegt. Aufgrund der Zustellung finden sich hier weniger Zähne, die zugunsten von mehr Spanraum wegfallen. Lange dünne Werkzeuge kommen selten zum Einsatz, da sie nicht die notwendige Stabilität bieten. Das heißt ein Fräser kann funktionieren, aber nur

bei Reduktion der Bearbeitungsgeschwindigkeit. Anders bei Trochoidalfräs Werkzeugen: Sie wurden eigens für das Trochoidalfräsen konstruiert. Dank der geringeren seitlichen Zustellung bedarf es einer weniger großen Anzahl an Spankammern, was wiederum Raum für mehr Zähne lässt. Zudem ist wegen der geringeren seitlichen Zustellung die Biegebelastung niedrig, was Werkzeuglängen von bis zu 5xD ermöglicht. Komplexe Fräsprozesse mit massivem Spanaufkommen lassen sich durch den Einsatz von trochoidalen Fräs Werkzeugen mit mehr Spanteilern sichern.

## HPC-Fräser

Kurze stabile Ausführung, wirkt den Kräften entgegen.

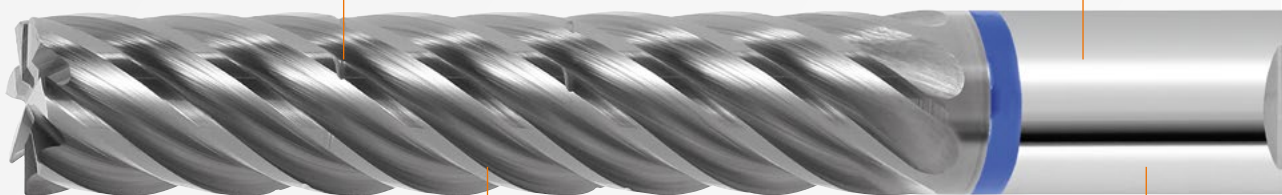


Wenige Zähne, gewährleisten große Spankammern.

Hartes dafür weniger zähes Substrat.

## TPC-Fräser

Verbesserter Spanabtransport durch Spanteiler.



Viele Zähne möglich da nur kleine Spankammern nötig sind.

Lange Werkzeuge möglich.

Sehr zähes Substrat ermöglicht lange Auskragungen.



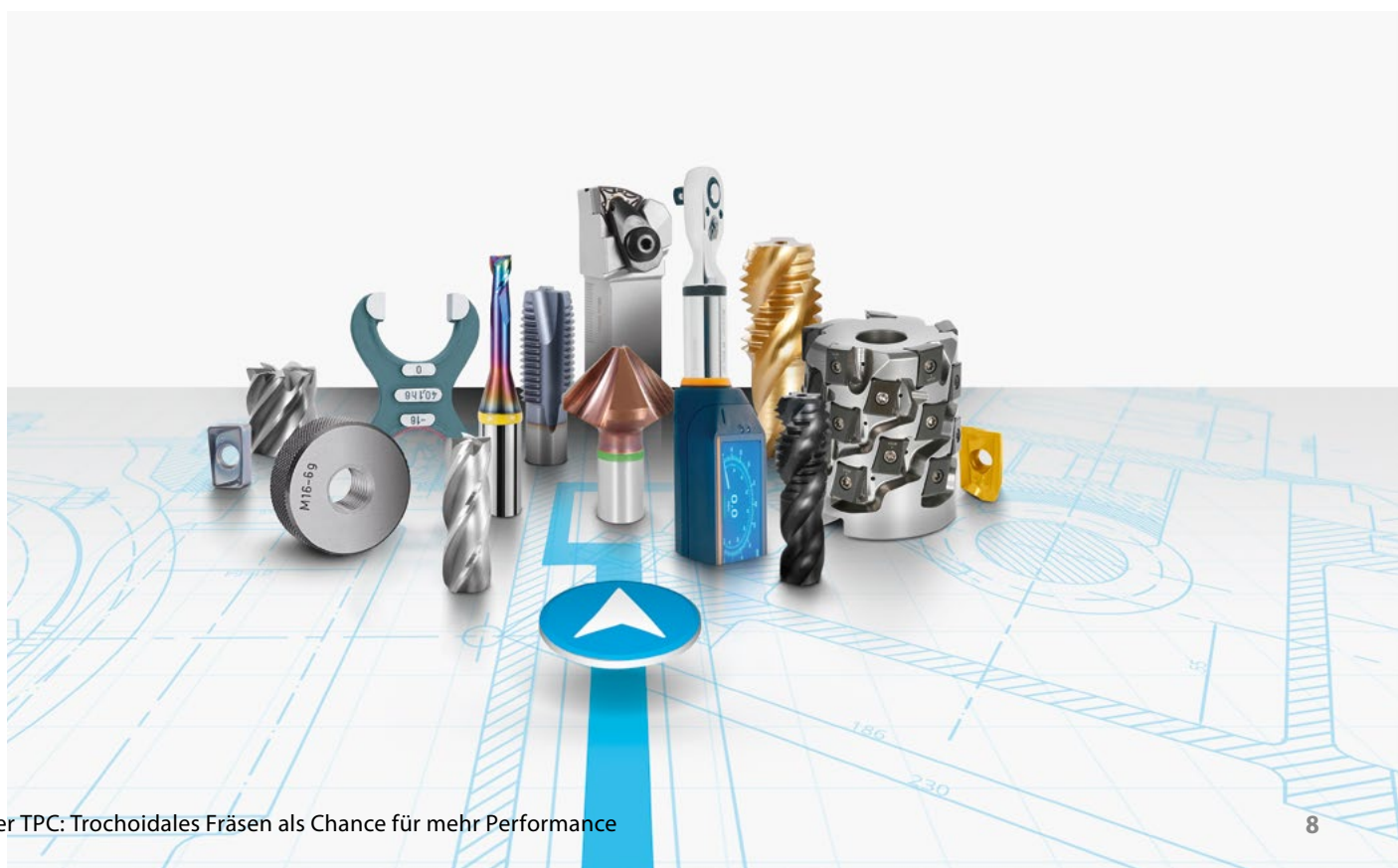
## Weitere Features / Lösungen

# Mehr ist nicht immer gleich besser

Hier sollten Sie als Anwender den Tooltip und damit die Empfehlung der Hoffmann Group kennen: Aus Expertensicht ist immer der Einsatz von so wenig Spanteilern wie möglich geboten, da sie grundsätzlich immer eine Schwachstelle für das Werkzeug sind.

Wir von der Hoffmann Group sind gern Ihr Ansprechpartner, wenn Sie technische oder kaufmännische Fragen haben. Zudem stellen wir Ihnen

über den ToolScout eine digitale Entscheidungshilfe zur Seite. Hier können Sie aus einem großen Sortiment den für Ihren Prozess optimalen Fräser wählen und z.B.: Materialeigenschaften bzw. Spanteiler-Menge frei wählen. Unsere Fachberater beraten Sie gern bei der Prozessgestaltung und unterstützen Sie bei der Programmierung.





## Fazit

Wenn Sie heute als Unternehmen Ihre Werkstoffe und Bauteile effizient mit einer – für Sie passenden – Strategie bearbeiten, lassen sich wertvolle Rohstoffe sparen, ein Ausschuss minimieren und Werkzeugkosten reduzieren. Sie nutzen bei Berücksichtigung dieser Aspekte nicht nur Ihre gesamten Möglichkeiten aus. Zugleich leisten Sie einen wichtigen Beitrag, um Ihre Prozesse abzusichern und sukzessive zu

automatisieren. Das eröffnet Ihnen die Möglichkeit auch auf lange Sicht immer komplexer werdende Bauteilformen bei immer schwieriger bearbeitbaren Materialien souverän zu handhaben. Die Beherrschbarkeit der Prozesse ist zudem ein zentrales Element für weitere Automatisierungsszenarien, die mit Blick auf die dünner werdenden Personaldecken immer wichtiger werden.