

ProfitTurning™

Putting **you** on the right path

ESPRIT ProfitTurning™ | Eine technische Übersicht

Inhalt

<i>Die Einschränkungen des traditionellen Drehens</i>	2
<i>Die Möglichkeiten von ProfitTurning™</i>	2
<i>Die Vorteile von ProfitTurning™</i>	5
<i>Werkzeugauswahl für ProfitTurning™</i>	7
<i>Testergebnisse</i>	9
<i>Beispiel 1</i>	9
<i>Beispiel 2</i>	10
<i>Produktionskostenvergleich</i>	11
<i>Zusammenfassung</i>	12

Die Einschränkungen des traditionellen Drehens

Den Schritt Wagen mit Drehoperationen

Wenn traditionelle Drehverfahren genutzt werden, können bei hitzebeständigen und harten Materialien, wie Superlegierungen, große Eingriffswinkel und extrem unterschiedliche Zerspanungsvolumen beim Werkzeugeintritt und Austritt entstehen. Der Einsatz traditioneller Einstechmethoden an solchen Materialien kann ebenfalls ungleichmäßiges Restmaterial und raue Oberflächen erzeugen.

Außerdem können bei traditionellen Drehmethoden weitere Beeinträchtigungen bei dem Spanprozess entstehen, wie ein hoher Druck auf dem Werkzeug, hohe und unregelmäßige Zerspankräfte, Vibrationen und eine schlechte Spankontrolle¹. Ein Schlüsselfaktor bei der Hochgeschwindigkeitszerspanung von solchen harten Materialien ist das aufrechterhalten eines konstanten Zerspanungsvolumens, welches von entscheidender Bedeutung ist, wenn es um die Qualität eines Bauteils oder die Werkzeugstandzeit geht. Insbesondere dann, wenn das Zerspanungsvolumen zu niedrig oder zu hoch ist, kann es dazu führen, dass das Werkzeug sich schneller abnutzt und unerwünschte Ergebnisse liefert. Diese unerwünschten Ergebnisse können dazu führen, dass der Span so groß wird oder dass er nicht rechtzeitig aus dem Weg der Schneide kommt. Wenn zum Beispiel ein Werkzeug tief in eine Nut fräst, ist es nicht einfach für die Späne rechtzeitig aus dem Bearbeitungsbereich zu kommen. Im schlimmsten Fall resultiert das in einem Werkzeugbruch. Ein weiteres negatives Ergebnis eines niedrigen Zerspanungsvolumens ist der sogenannte Reibeeffekt, welcher die Maschine daran hindert, saubere Späne zu erzeugen und das Werkzeug und Material

erhitzt, was drastisch die Werkzeugstandzeit verringert. Daher ist das konstante Zerspanungsvolumen ein entscheidender Faktor in dem Herstellungsprozess.

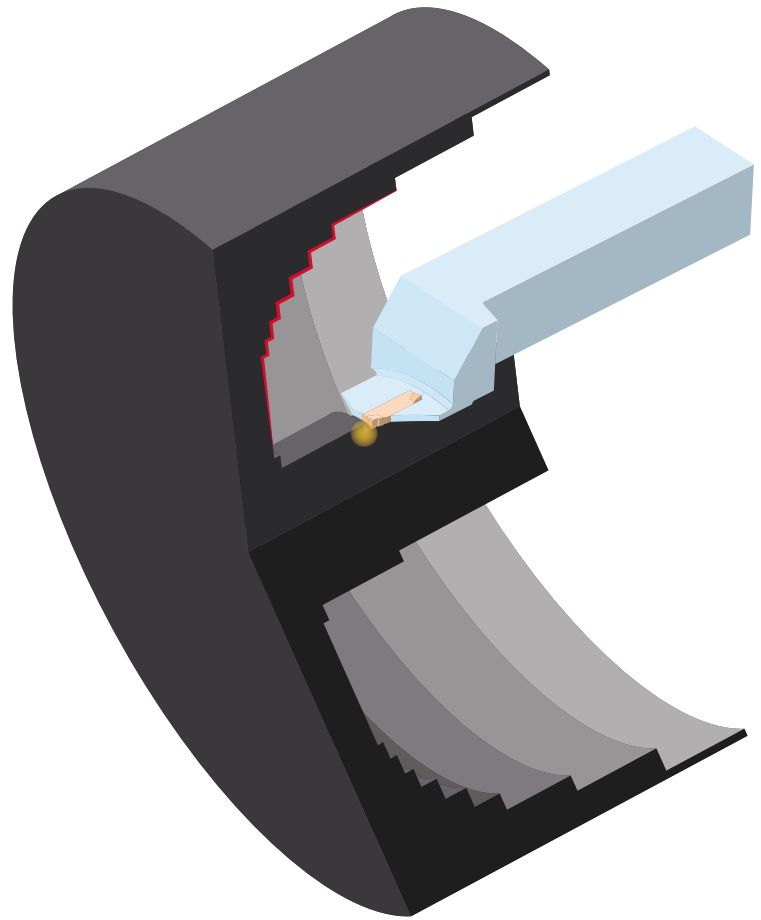


Abbildung 1 Traditionelle Einstechmethoden verursachen große Eingriffswinkel, irreguläre Schneidkräfte und raue Oberflächen.

¹See Sandvik Coromant Tips film: Grooving - trochoidal turning at [youtube.com/watch?v=sJnQnsz0cN8](https://www.youtube.com/watch?v=sJnQnsz0cN8)

Die Möglichkeiten von ProfitTurning™

ESPRIT verfügt über eine neue und innovative Drehschruppstrategie, ProfitTurning™, welche hilft die negativen Auswirkungen der traditionellen Drehmethoden zu vermeiden. ProfitTurning™ ist eine Hochgeschwindigkeitszerspanungsmethode, welche als zusätzliche Bearbeitungsstrategie in die bestehenden Zyklen Schrappen und Einstechen hinzugefügt wurde. ProfitTurning™ ist ein produktives und sicheres Zerspanungsverfahren, das den Fertigern ermöglicht effizientere Schnittverfahren mit gleichbleibenden Zerspanungsvolumen und Spanungskräfte zu erzeugen, welche die Werkzeugstandzeit erhöht und die Zykluszeit reduziert. Dies wird unter Verwendung eines Werkzeugweg-Algorithmus erreicht, der auf einer Eingriffswinkelstrategie basiert. Damit werden konstante Schnittkräfte ermöglicht und der höchste Grad an Produktivität erreicht.

Eingriffskontrolle: Reduzierte und konstante Eingriffswinkel, während des gesamten Werkzeugweg

Ein weiterer Weg negative Effekte vom traditionellen Eintauchen zu vermeiden ist das Aufrechterhalten des reduzierten und gleichbleibenden Werkzeugeingriffs. ProfitTurning™ teilt die zu bearbeitende Bereiche in kontrollierbare Stücke und verwendet runde Schneidplatten um gleichmäßig ein- und auszurollen und somit den Eingriffswinkel beim Eintritt und Ausgang kontrollieren zu können. Mit weichen Eingangsbewegungen und einer kleineren Vorschubbewegung können die Schnittkräfte beim Eintritt in das Material signifikant reduziert werden und ein gleichmäßiges Niveau gehalten werden. Die Vorschubrate wird erhöht sobald parallele Bewegungen zur Achse durchgeführt werden mit gleichbleibenden Eingriffswinkel und wieder reduziert, wenn das Werkzeug aus der Bearbeitung austritt.

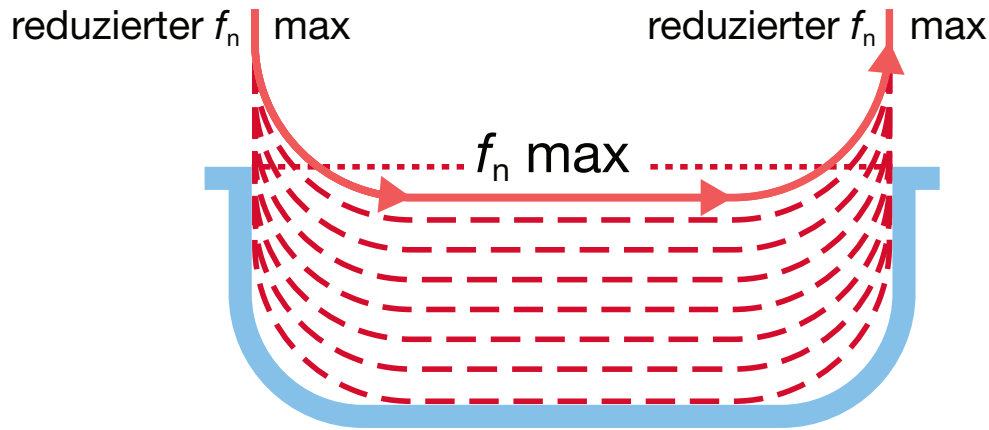


Abbildung 2 ProfitTurning™ teilt die Bewegungen in eine Reihe von Segmenten ein, bestehend aus Einfahren, parallele Bewegungen, Ausfahren².

Schneiden Sie kleine, knifflige Bereiche mit Leichtigkeit.

Nicht alle zu bearbeitende Bereiche sind leicht zu erreichen, wie das Beispiel auf der Abbildung 3. Auch hierfür bietet ProfitTurning™ Zerspanungsstrategien für solche kleinen und unebenen Bereiche. Diese Bereiche werden durch Teilprofile, Ein- und Ausgangskurven und minimale trochoidale Radien definiert. Der minimale Trochoidalradius wird durch den Benutzer bestimmt, um die Größe der Trochoidalbewegungen in kleinen Ecken, wo ein Werkzeug nicht leicht reinpasst, zu begrenzen. Eine weitere Herausforderung in diesen schwer zugänglichen Bereichen besteht darin, einen konstanten Werkzeugeingriffswinkel zu halten, damit der Radius des Einfahrbogens nicht zu groß wird. Hierzu setzt ProfitTurning™ in diesen kleinen Bereichen auf Trochoidalbewegungen, bis das Werkzeug, dem vom Benutzer definierten „minimalen Trochoidalradius“ erreicht hat. Der minimale Trochoidalradius stellt dann die Größe des nicht zu bearbeitbaren Bereichs an der scharfen Ecke dar, und die Schrittweite ist reduziert um einen konstanten Werkzeugeingriffswinkel beizubehalten.

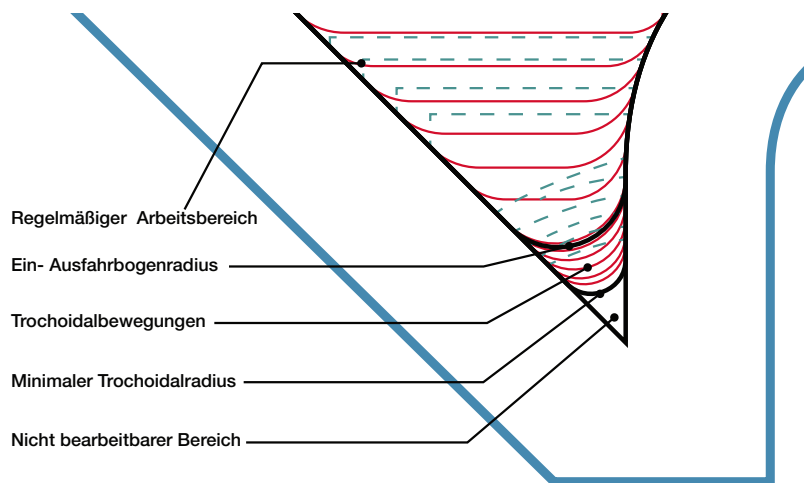


Abbildung 3 Die Schnitttiefe vom ProfitTurning™-Werkzeugweg wird in kleinen Bereichen zunehmend kleiner.

²See CAM Programming Tip: Trochoidal Turning Sandvik Coromant at [youtube.com/watch?v=HRtSpY0SdBY](https://www.youtube.com/watch?v=HRtSpY0SdBY)

Wechselnde Schnittrichtung und sanfte Übergänge

ProfitTurning™ ermöglicht es Benutzern Vor und Zurück zu spanen, um Rückzugsbewegungen zu eliminieren (Abbildung 4).

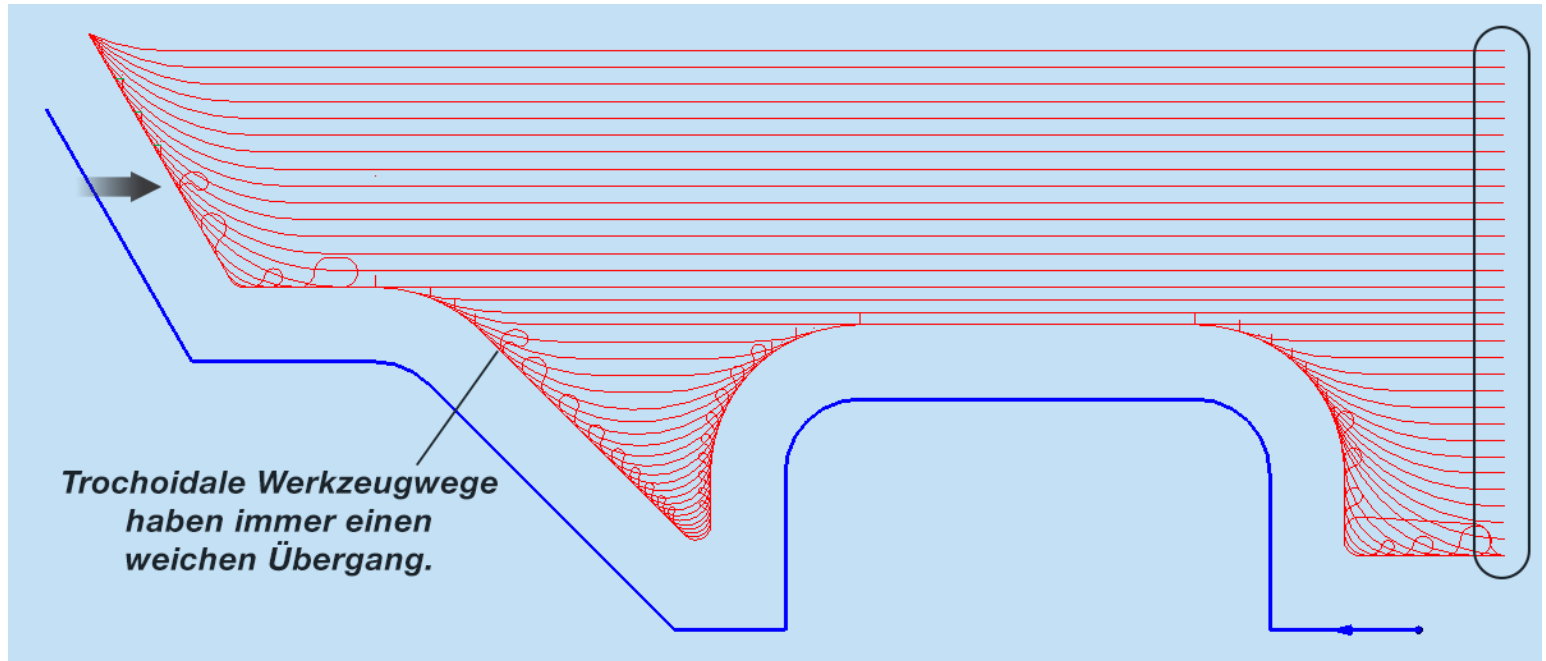


Abbildung 4 "Pendelnde Bearbeitung" wird aktiviert und "Weiche Verbindung" wird deaktiviert

"Weiche Verbindungen" ersetzen Brückenbewegungen im alternierenden Werkzeugweg mit flachen Bögen. Ein zu großer Übergangsbogen in den Ecken kann auch durch ein Segment ersetzt werden.

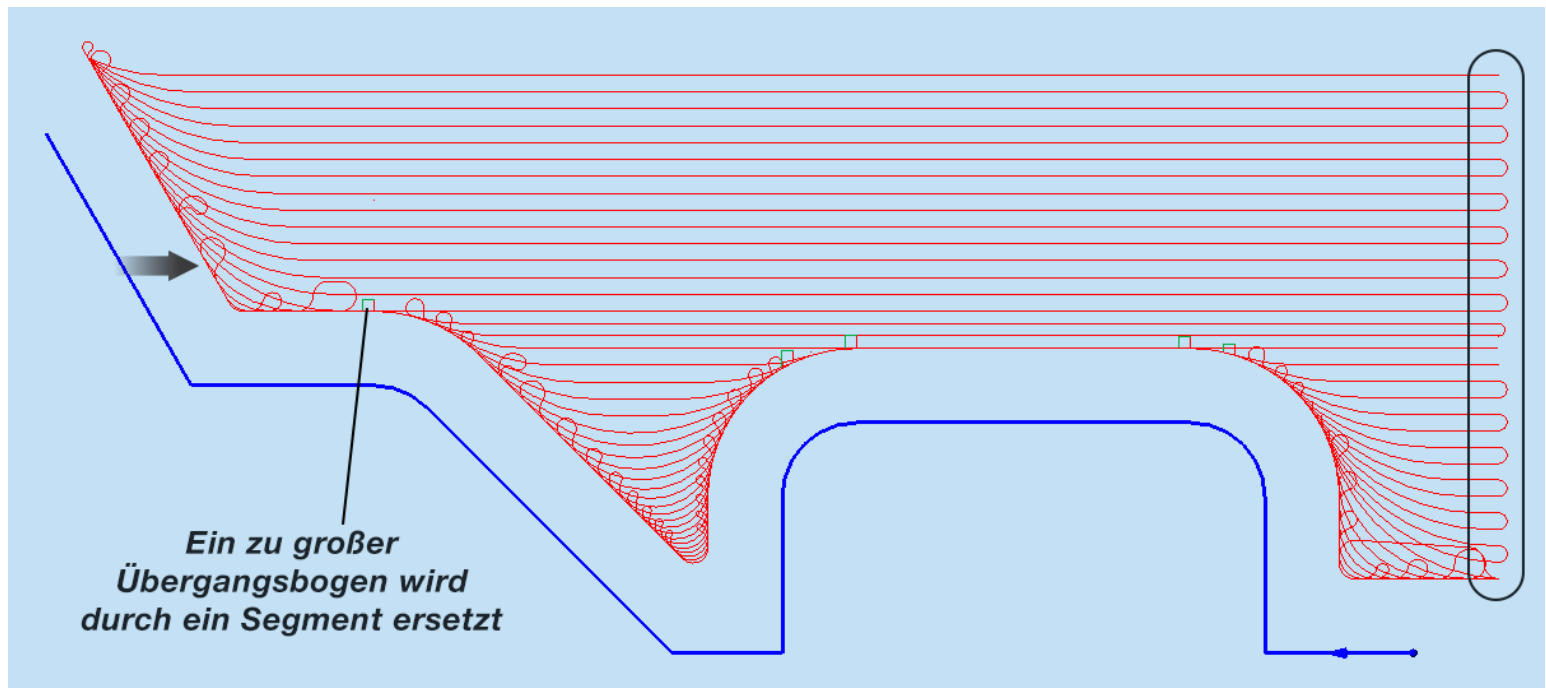


Abbildung 5 Sowohl "Pendelnde Bearbeitung" als auch "Weiche Verbindungen" werden aktiviert.

Die Vorteile von ProfitTurning™

ProfitTurning™ nutzt runde Schneitplatten und Vollradiusstechplatten um einen höheren Vorschub zu erreichen und um das Zerspanungsvolumen konstant gleich zu halten. Dies wird als Spanverdünnungseffekt bezeichnet. Darüber hinaus reduziert ProfitTurning™ Vibrationen und unregelmäßige Schnittkräfte, die zu schlechter Oberflächengüte und Beschädigung des Schneidwerkzeugs führen können, indem runde Einsätze mit Eingriffssteuerung verwendet werden. Dies wiederum macht ProfitTurning™ ideal zum Schneiden von harten Werkstoffen und Superlegierungen mit dünnen Wänden, wie in Abbildung 6 und Abbildung 7 dargestellt.

Bei (Abbildung 6 unten) der Hälfte des Durchmessers der runden Platte, sind die Werte für Vorschub pro Zahn und die Spandicke gleich. Dies ist ähnlich wie bei einem 90-Grad-Schneidwerkzeug. Wenn sich der Steigungswinkel des Schneidwerkzeuges ändert und die Schnitttiefe sinkt (Abb. 7), kann die Vorschubrate erhöht werden, um die richtige Dicke des Spans beizubehalten. Wenn es an Schnitttiefe mangelt, kann der Benutzer es mit einer erhöhten Vorschubgeschwindigkeit ausgleichen, was zu einer erhöhten Produktivität führt.

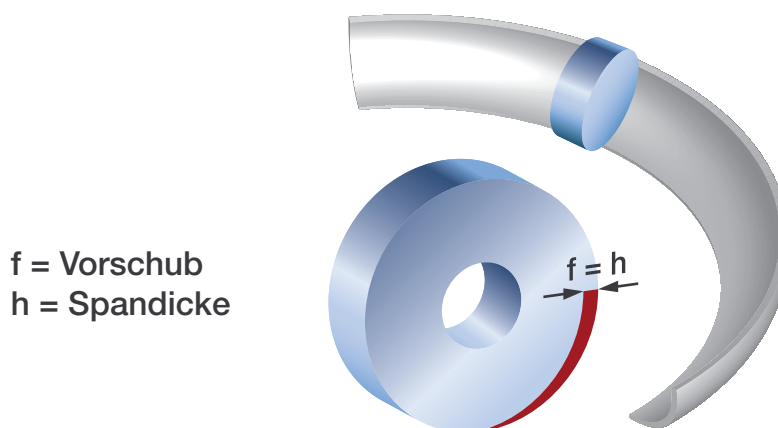


Abbildung 6 Bei der Hälfte des Durchmessers der runden Platte, sind die Werte für Vorschub pro Zahn und die Spandicke gleich³.

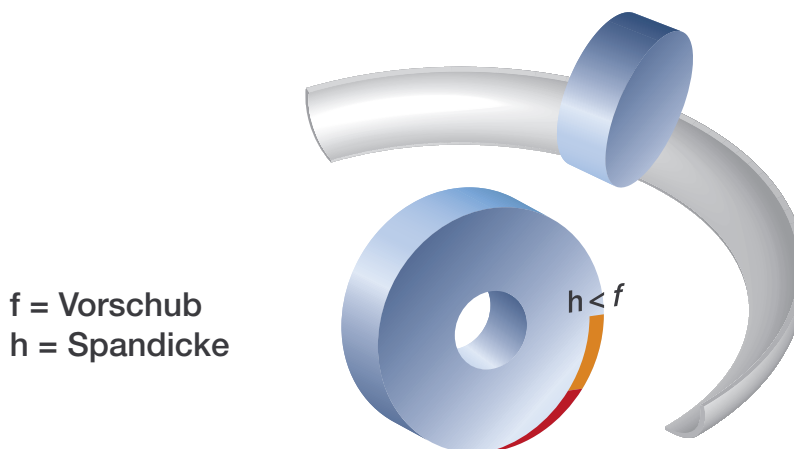


Abbildung 7 Wenn die Schnitttiefe sinkt, steigt die Vorschubrate³.

³See Sandvik Coromant Tips film: lead/entering angle round inserts at [youtube.com/watch?v=9CCr78Z60U4](https://www.youtube.com/watch?v=9CCr78Z60U4)

ProfitTurning™ auf dem Prüfstand!

Die Vergleichsprüfung von ESPRITs ProfitTurning™ wurde in Zusammenarbeit mit ESPRIT-Werkzeug- und Maschinenpartnern gegen konventionelle Drehverfahren durchgeführt. Die Grundlage für den Test basiert auf einer herkömmlichen ZickZack-Zerspanungsstrategie und wurde dann mit der ProfitTurning™-Strategie von ESPRIT verglichen.

Ein weiteres Ziel des Testschnittes war die Bewertung der Werkzeugstandzeit mit ESPRIT ProfitTurning™ im Vergleich zu herkömmlichen Zerspanungsstrategien. Im Testschnitt wurde ein Teil mit zwei identischen Konturzügen verwendet. Ein Konturzug wurde mit der traditionellen ZickZack-Technik gespant und der andere Konturzug wurde mit ProfitTurning™ gespant. Während des Testens wurde mit dem TMAC⁴ (eine adaptive Kontrolle zur Werkzeugüberwachung) von Caron Engineering die Leistung der Spindel überwacht. Caron Engineering hat über 30 Jahre Erfahrung in der Überwachung und Steuerung von CNC-Maschinen, und TMAC ist nur eines ihrer Produkte. TMAC arbeitet nach dem Prinzip, dass die Leistung, die erforderlich ist, um ein Teil zu spanen, mit abnehmender Werkzeugstandzeit zunimmt. Mit der Unterstützung von TMAC haben wir den Leistungsunterschied zwischen ProfitTurning™ und konventionellen ZickZack-Strategien gemessen. Für jede Strategie, begannen wir mit einem Luftschnitt, danach wurde die Leistung für jeden Schnitt im Material gemessen. Diese Daten wurden dann gemittelt, um den Gesamtleistungswert für jede Nut zu zeigen.

In Abbildung 8 zeigen die orangefarbenen Balken eine allmähliche, jedoch gleichbleibende, 5%ige Steigerung der Leistung zwischen jeder Nut unter Verwendung des herkömmlichen Zickzack-Verfahrens. (Anmerkung: Wenn das Werkzeug verschleißt, braucht die Maschine mehr Leistung, um das Material zu spanen). Dieselben Daten wurden für ProfitTurning™ gesammelt - veranschaulicht mit den blauen Balken. Bei dem Vergleich der beiden Schneidstrategien beträgt die Arbeitslast über acht Teile mit ProfitTurning™ 10,26%, während die Arbeitslast mit dem herkömmlichen ZickZack-Verfahren 31,30% beträgt. Die Ergebnisse der Graphen-Trendlinien zeigen, dass die Anwender im Vergleich zum herkömmlichen ZickZack-Verfahren eine dreifach höhere Werkzeugstandzeit erfahren und Werkzeugeinsätze mit ESPRITs ProfitTurning™ seltener ausgetauscht werden müssen.

Entwicklung der Spindelleistungsaufnahme über acht Bauteile

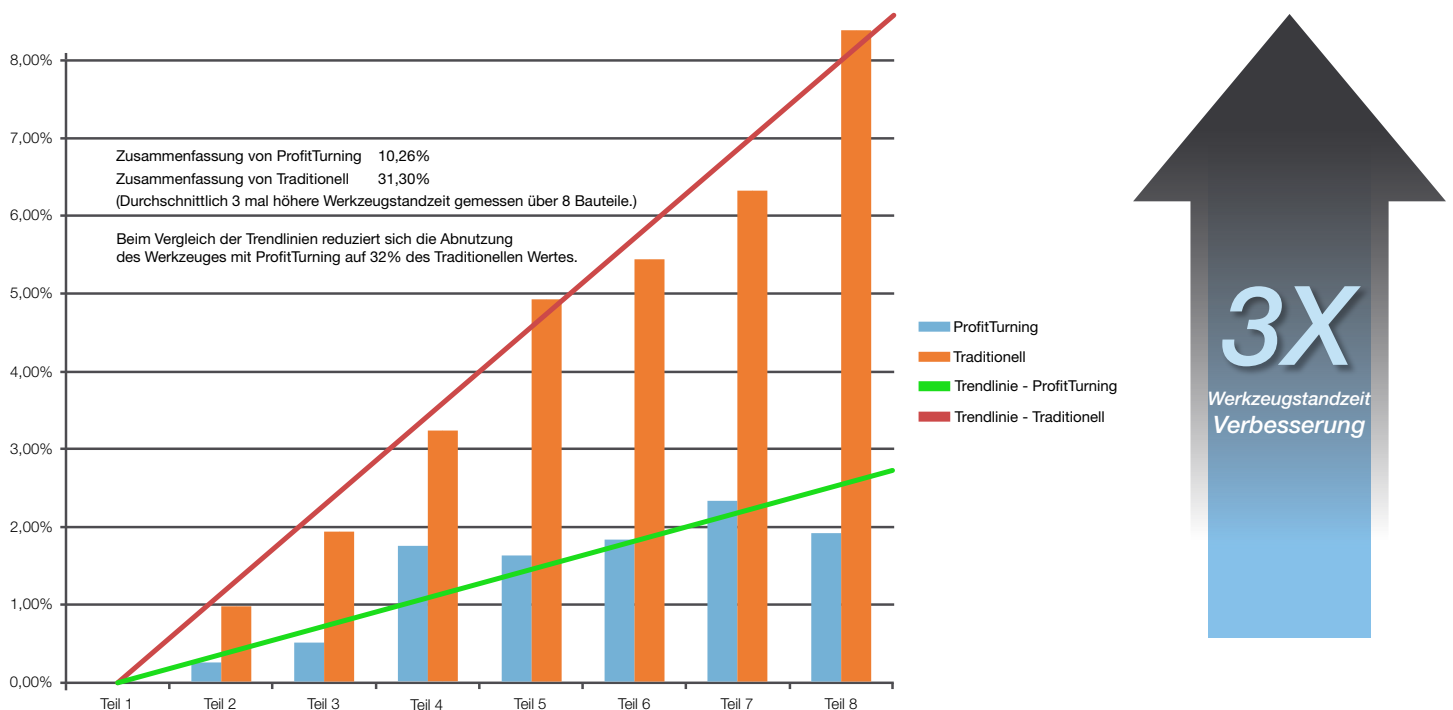


Abbildung 8 Werkzeugarbeitslastvergleiche zwischen ProfitTurning™ und dem herkömmlichen Zickzack-Verfahren

⁴TMAC, Tool Monitoring Adaptive Control, Caron Engineering is available at caroneng.com

ProfitTurning™ Werkzeugauswahl

ProfitTurning™ verwendet runde Platten oder einen Vollradius Stechstahl. Bei Verwendung dieser runden Platten kann der gesamte Schneidkantenumfang beim Spanen und die Richtung des Werkzeugweges abwechselnd genutzt werden, um den Werkzeugverbrauch mit höherer Effizienz zu maximieren und die Werkzeugstandzeit zu verlängern. Darüber hinaus können runde Platten auch arbeiten mit Seitenbelastungen durchführen, bei denen quadratische Platten in der Regel scheitern. Genauso eignen sich runde Platten für Werkstoffe mit Härtegrad ISO-S und H⁵, wie hitzebeständige Superlegierungen.

Zusätzlich ist bei spanabhebenden Bearbeitungen die Steifigkeit auch ein Faktor, wenn man runde Platten mit quadratischen Platten vergleicht. Im Allgemeinen sind runde Platten stabiler, und damit die stärksten verfügbaren Platten, was bedeutet, dass sie weniger Vibrationen während des Schnittes erzeugen, was eine höhere Produktivität ermöglicht. Zum Beispiel sind Aerospace-Komponenten in der Regel größer, haben einen erhöhten Radius und nutzen Mischprofile zur Beseitigung von hohen Belastungspunkten, so dass runde Platten perfekt für diesen Einsatz geeignet sind.

Vorteile von runden Platten:

- o Der gesamte Einsatzumfang kann beim Spanen verwendet werden
- o Die Spanrichtung kann gewechselt werden
- o Effektive Eingriffssteuerung mit Ein- und Ausfahr-Techniken
- o Starke Schneidkante für zähe Werkstoffe
- o Höhere Vorschübe
- o Seitenbelastungen möglich

ProfitTurning™ Anwendungen

Abbildung 9 zeigt zwei Beispiele von ProfitTurning™-Anwendungen, beim tiefen Einstechen und tiefen Profildrehen werden lange und schlanke Werkzeuge benötigt. In dem Diagramm sind Scheiben- und Spulenkomponenten mit tiefen Hohlräumen versehen, die nach dem Schweißen von einem Feststoff bearbeitet oder bearbeitet werden müssen. Bei der Bearbeitung dieser typischen Bauteile besteht eine hohe Vibrationsneigung mit einem großen Verhältnis von Tiefe zu Breite. Durch die Verwendung von ProfitTurning™ können Anwender diese schwierigen Bearbeitungsanwendungen mit maximaler Steifigkeit optimieren und Vibrationen minimieren, was die Produktivität erhöht. Zusätzliche Beispiele für ProfitTurning™ -Anwendungen sind in Abbildung 10⁶ dargestellt.

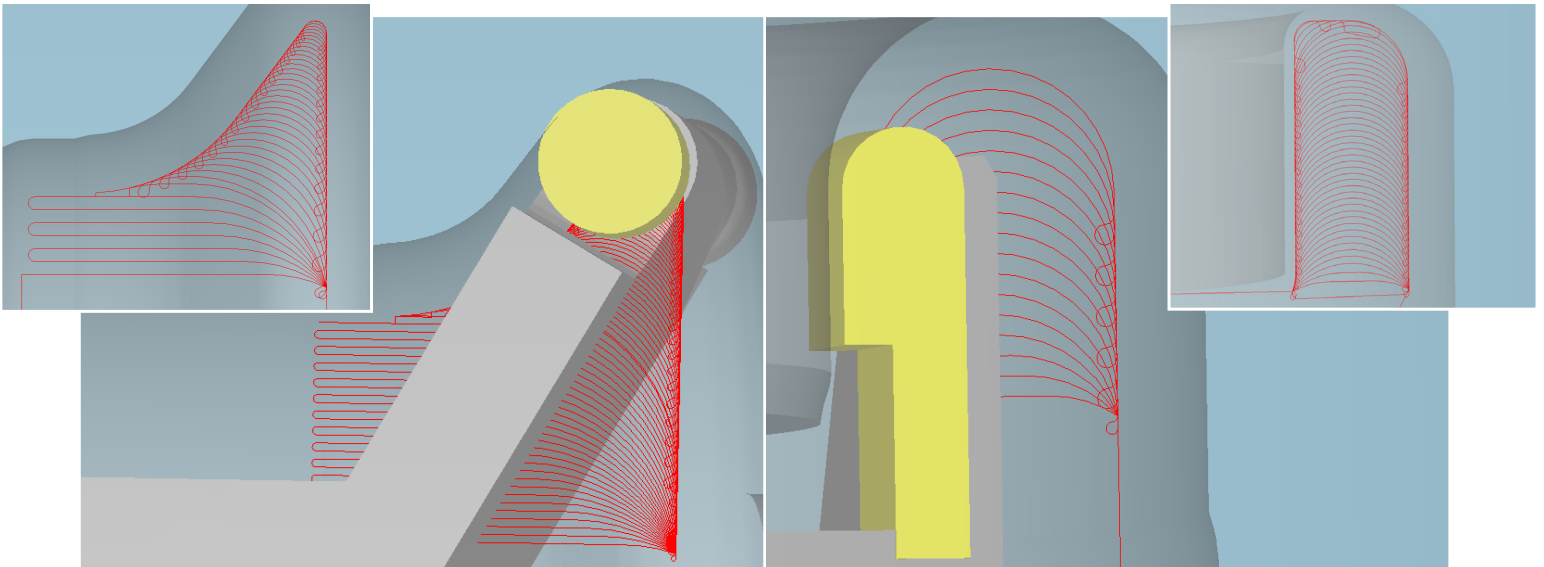


Abbildung 9 Ein Beispiel für ProfitTurning™ Anwendungen – tiefes Einstechen

⁵See Negative basic shape inserts in Sandvik Coromant – Turning tools 2012, available at sandvik.coromant.com/sitecollectiondocuments/downloads/global/catalogues/en-gb/turning/turn_a.pdf

⁶See Engineered solutions for the aerospace industry in Sandvik Coromant - Application Guide – Heat resistant super alloys.pdf, available at sandvik.coromant.com/sitecollectiondocuments/downloads/global/technical%20guides/en-us/c-2920-034.pdf

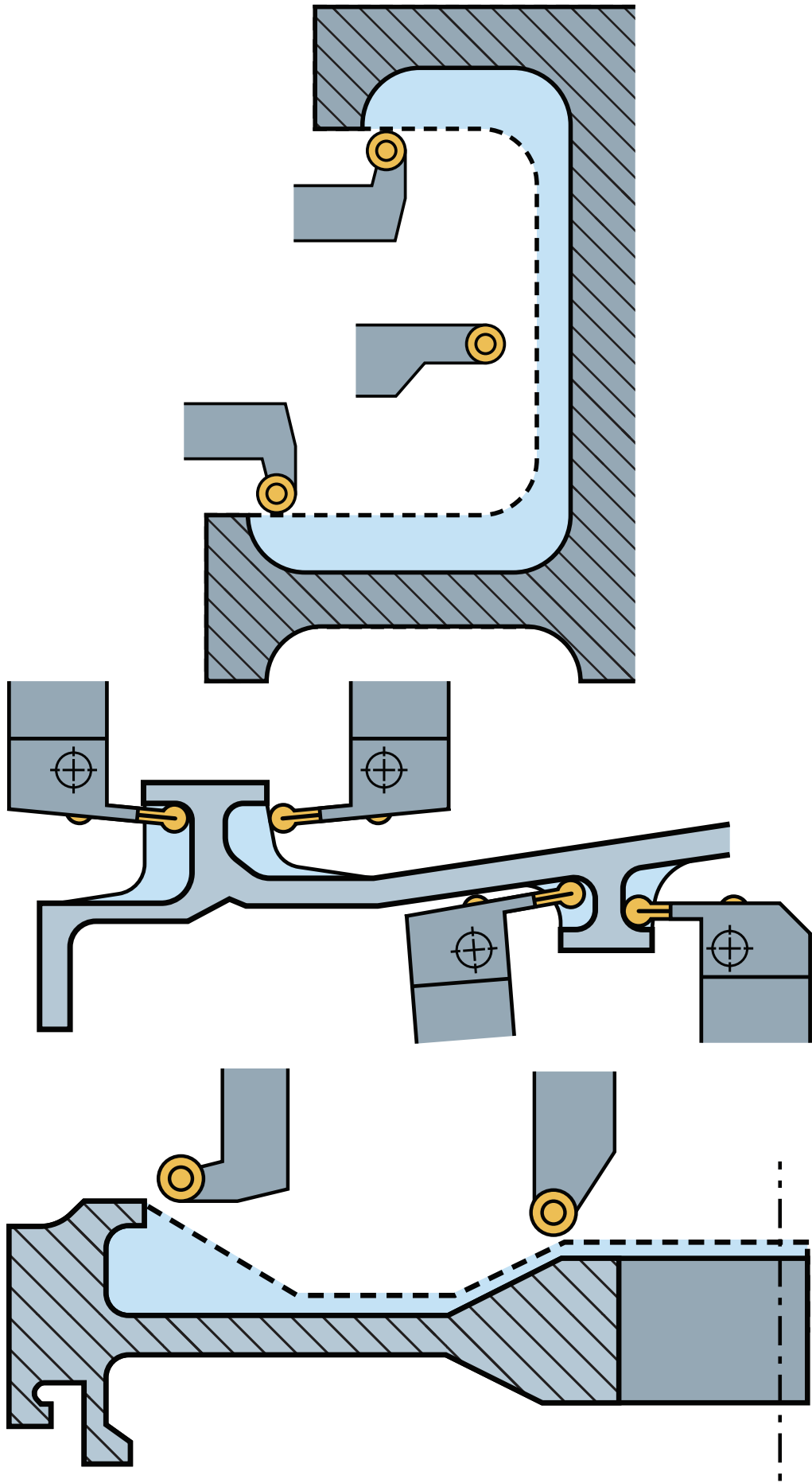


Abbildung 10 Mehr Beispiele für ProfitTurning™⁶

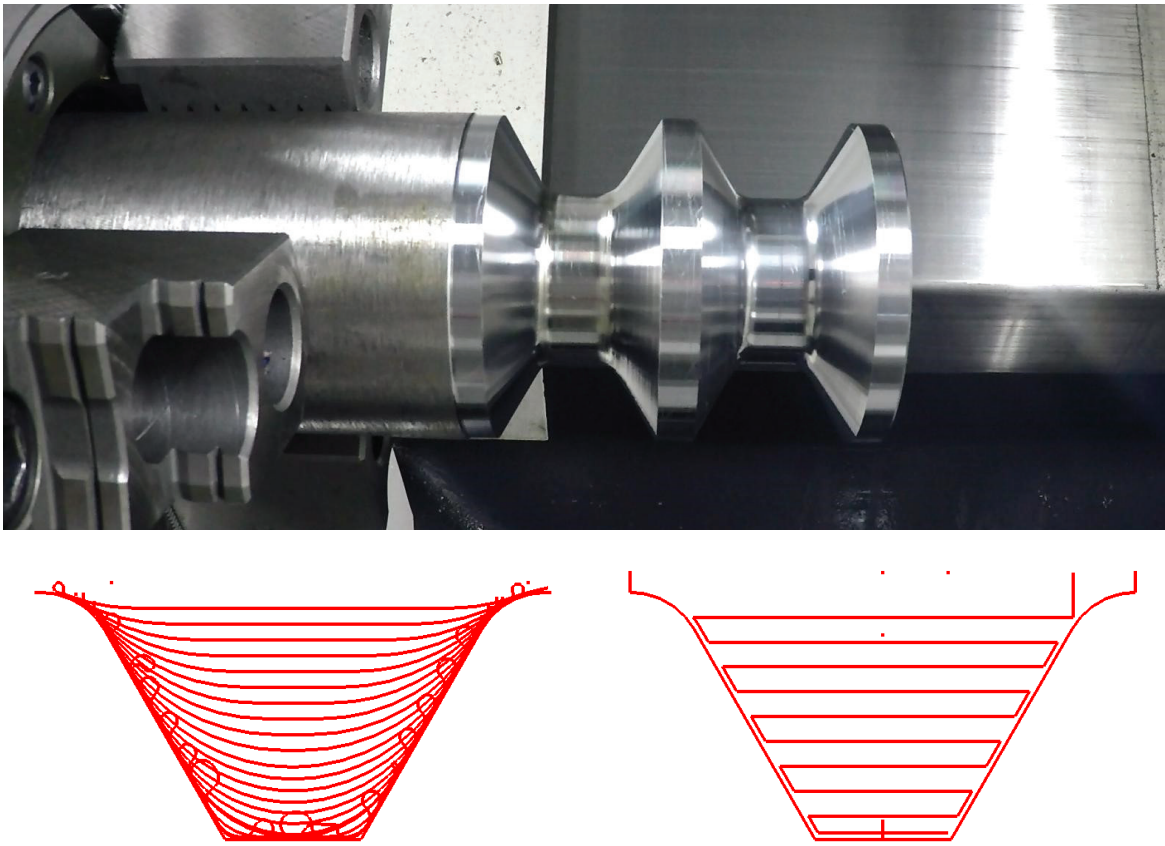
Testergebnisse

Die ersten Testschnitte wurden im Mazak Technology Center in Gardena, Kalifornien, durchgeführt. Das Ziel dieses ersten Testschnittes war, zu überprüfen, dass die ursprüngliche Werkzeugbahnbewegung richtig mit den korrekten Vorschüben/Drehzahlen funktionierte. Die Ergebnisse zeigten, dass sowohl die Aussendurchmesser-Nut/Kontur- als auch die Stirnnut mit dem "wechselnden" Parameter bearbeitet wurden. Die Spanbedingungen und die Endergebnisse erwiesen sich als optimal, und die Oberflächenbeschaffenheit stimmte mit einem Hochgeschwindigkeitsschruppzyklus überein.

Beispiel 1

Ort	Mazak Technology Center, Gardena, California, USA
Bauteil	Edelstahl 316, gehärtet (125mm Durchmesser, ~149 Brinellhärte)
Werkzeugmaschine	Mazak Quick Turn Nexus 200 II
Steuerung	Mazatrol Matrix Nexus 2
Schneidplatte	Sandvik N123L2-0800-RO 1125
Plattendurchmesser (mm)	8
Werkzeugwegmuster	ProfitTurning™
Spindeldrehzahl, U/min	800
Vorschub, mm/U	0.81
Schnitttiefe (mm, %)	0.635, 7
Ein-Ausfahrradius (mm, %)	10, 125
Abwechselnd	Nein/Ja
Kühlung	Ja
Video Link	
Bilder	 

Beispiel 2

Ort	Okuma Partners in THINC facility, Charlotte, NC
Bauteil	D2 Werkzeugstahl gehärtet, ~23 HRC 63,5mm AD x ~914mm Gesamtlänge
Werkzeugmaschine	Okuma Genos L300
Steuerung	
Schneidplatte	ISCAR GDMY 840 IC 808
Plattendurchmesser (mm)	8
Werkzeugwegmuster	ProfitTurning™
Spindeldrehzahl, U/min	550
Vorschub, mm/U	1,27
Schnitttiefe (mm, %)	1, 13
Ein-Ausfahrradius (mm, %)	10, 125
Abwechselnd	Nein/Ja
Kühlung	Ja
Video Link	https://www.youtube.com/watch?v=GP4ft3rjqcw
Bilder	

Ergebnisse

Zykluszeit: 22 Sekunden mit ProfitTurning™, was zu einer Zeitersparnis von 19 Sekunden führt. 41 Sekunden wurden benötigt beim herkömmlichem Drehen.

Produktionskostenvergleich

In der heutigen Fertigungsindustrie wird viel Geld in neue Technologien investiert. Es bleibt jedoch oft eine Entscheidung übrig, wann diese neuen Technologien im Vergleich zu den traditionellen Methoden eingeführt werden sollen. Mit dem ProfitTurning™ von ESPRIT können die Schnittgeschwindigkeiten gesteigert und die Zykluszeiten gesenkt werden. Wie hoch sind die Investitionskosten für diese neue Technologie im Vergleich zu herkömmlichen Methoden? Wir benutzten den Sandvik⁷ Schnittdatenrechner fürs Drehen, um den Anwendern zu zeigen, welche Kosten gespart werden können, wenn man die richtige Strategie für das Spanen benutzt. Wir berechneten die Kosten pro Teil mit ESPRIT ProfitTurning™ und runden Platten (Tabelle 1) und verwendeten parallel dazu eine ähnliche Kostenbewertung mit dem traditionellen ZickZack-Schneidverfahren (Tabelle 2) mit derselben runden Werkzeugplatte und Halter. Die endgültigen Ergebnisse zeigten, dass der Stückpreis zum Spanen eines Teils mit ProfitTurning™ 60% geringer ist als der Stückpreis bei der traditionellen ZickZack-Schneidmethode.



Berechnungsgrundlage

Anzahl der Teile pro Jahr	Maschinenkosten pro Stunde(€)	Gesamte Zykluszeit pro Teil(s)	Schneidplattenkosten(€)	Werkzeugstandzeit(Anzahl der Teile)	Kanten pro Platte	Platte pro Werkzeug	Werkzeughalterkosten	Max. Plattenregister	Maschinenkosten pro Teil(\$)	Gesamtkosten pro Jahr (€/Jahr)
5,000	€50	22	€45	24	2	1	€150	1	€7.49	€37,465

Tabelle 1 Kostenbewertung mit ProfitTurning™

Anzahl der Teile pro Jahr	Maschinenkosten pro Stunde(€)	Gesamte Zykluszeit pro Teil(s)	Schneidplattenkosten(€)	Werkzeugstandzeit(Anzahl der Teile)	Kanten pro Platte	Platte pro Werkzeug	Werkzeughalterkosten	Max. Plattenregister	Maschinenkosten pro Teil(€)	Gesamtkosten pro Jahr (€/Jahr)
5,000	€50	41	€45	8	2	1	€150	1	€22.13	€110,660

Tabelle 2 Kostenbewertung nach traditioneller ZickZack-Schneidmethode

⁷The Sandvik Coromant Turning Calculator is available at sandsvick.coromant.com/de-de/knowledge/calculators_and_software/apps_for_download/Pages/turning-calculator.aspx?Country=de

Zusammenfassung

Die Profit Turning™-Zerspanungsstrategie in ESPRIT zeichnet sich durch eine Werkzeugbahn aus, die gleichbleibende Spanbelastung und Schnittkräfte aufrechterhält und die Schnittgeschwindigkeiten deutlich erhöht. Durch den Einsatz von gesteuerten Eingriffstechniken, welche runde Schneidplatten verwenden, reduziert der ProfitTurning™-Werkzeugweg Vibrationen und Restspannungen und eignet sich besonders für dünne Wände oder harte Materialien, wie Superlegierungen. Diese innovative -Zerspanungsstrategie führt zu einer signifikant reduzierten Maschinenzykluszeit und reduzierten Kosten pro Teil, was zu einer erhöhten Produktivität führt und damit die ultimative Drehlösung darstellt.

ProfitTurning™
Putting **you** on the right path

Über ESPRIT

ESPRIT ist ein weltweit führendes Unternehmen für hochleistungsfähige CAM-Software. ESPRIT ist außerdem eine Cloud-basierte CAD/CAM-Software für Werkzeugmaschinenanwendungen der verschiedensten Industriebereiche. Die Software ermöglicht die optimierte Programmierung für folgende Bearbeitungsverfahren: Fräsen für zwei bis fünf Achsen, Drehen für 2 bis 22 Achsen, Drahterodieren, Bearbeitung auf Multitasking Drehfräszentren, Langdrehmaschinen oder Werkzeugmaschinen mit B-Achse sowie 3 und 5-Achsen Hochgeschwindigkeitsbearbeitung. Die Software enthält zertifizierte Postprozessoren, einen exakten G-Code und wird durch einen Weltklasse-Kundendienst betreut. Damit ist Esprit die ultimative Lösung für alle Werkzeugmaschinen.

Über DP Technology Corp.

Die DP Technology Corporation, Hersteller der CAD/CAM-Software ESPRIT, unterhält eine Zentrale in Camarillo, Kalifornien sowie Entwicklungsstandorte in Kalifornien, Florenz (Italien) und Berlin (Deutschland). Verantwortlich für den Vertrieb und den Kundenservice sind die verschiedenen Niederlassungen in Europa, Asien sowie Nord- und Südamerika.

Wenn Sie weitere Informationen über DP Technology oder die Software ESPRIT wünschen oder einen Interviewtermin vereinbaren möchten, wählen Sie die Nummer +49 951 299526-0, schicken Sie eine E-Mail an esprit@dptechnology.de oder besuchen Sie die Webseite des Unternehmens unter www.espritam.com.