

WEGE ZUR OPTIMIERUNG DER ZYKLUSZEIT

In einer Artikelreihe geht Marco Dolci, Fach- und Führungskraft bei Tornos, auf die Grundlagen des Automatendrehens ein und zeigt Wege zur Optimierung der Zykluszeiten an Maschinen mit ISO-Programmierung auf.

Unter Zyklus- oder auch Durchlaufzeit versteht man die Zeit, die eine Maschine zur Fertigung eines Teils benötigt. Dies ist in der heutigen Fertigung, in der ein immer stärkerer Druck auf die Preise ausgeübt wird, ein unglaublich wichtiger Aspekt. Je schneller eine Werkzeugmaschine arbeitet, desto höher ist die von ihr gefertigte Stückzahl und desto höher ist der Gewinn für das Unternehmen.

Jede Sekunde zählt

Stellen wir uns nun einmal den Fall einer Teileserie vor, die in Großserienfertigung über einen Zeitraum von einem Jahr mit Hilfe eines aus 10 Maschinen bestehenden Maschinenparks gefertigt werden muss. Diese Maschinen laufen rund um die Uhr, d.h. 24 Stunden am Tag und 7 Tage die Woche, und die Zykluszeit zur Fertigstellung eines Teils beträgt 65 Sekunden bei einem Stückpreis von 1,-. Die maximale Fertigungskapazität der Werkstatt beläuft sich auf 4.851.692 Teile/Jahr, was einem Umsatz von 4.851.692,-/Jahr entspricht. Bei einer Optimierung der Zykluszeit um gerade einmal 2 Sekunden kann die maximale Fertigungskapazität auf 5.005.714 Stück/Jahr gesteigert werden, d.h. der Umsatz steigt auf 5.005.714,-/Jahr. Die zwei Sekunden, die pro Teil eingespart wurden, bringen dem Unternehmen also zusätzliche 154.022,-.

PROZESS ZUR FERTIGSTELLUNG EINES WERKSTÜCKS

Zum Erzielen einer optimalen Zykluszeit ist jede einzelne Stufe der Realisierung eines Werkstücks wichtig: Ausarbeitung des Ablaufplans und der Werkzeugliste, Programmierung des Werkstücks, Durchführung der Maschineneinrichtung, Einstellung des Programms an der Maschine (Ausgabe des richtigen Werkstücks) und Optimierung der Zykluszeit durch Anpassung des Programms.

WO SOLL DIE ZYKLUSZEIT ANGEZEIGT WERDEN?

An Tornos-Maschinen mit ISO-Programmierung der neuesten Generation kann die Zykluszeit über die T-MI-Schnittstelle (CNC-Bildschirmseite) angezeigt werden. Hierzu an der T-MI-Schnittstelle einfach den Bildschirm „HOME“ oder „PROD“ aufrufen.

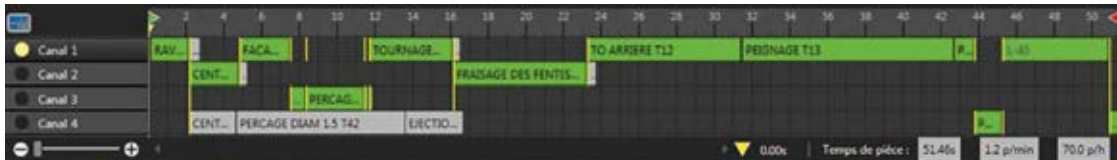


Tipps und Tricks

Es ist ratsam, niemals die erste Zykluszeit zugrunde zu legen, vielmehr sollte stets der zweite Programmdurchlauf abgewartet werden, um eine repräsentative Zeit zu erhalten. Man sollte auch wissen, dass es sich um eine Echtzeitmessung handelt, so dass es

zu geringfügigen Schwankungen von einem Zyklus zum anderen kommen kann.

Die Programmiersoftware TISIS ermöglicht eine Abschätzung der Zykluszeit.

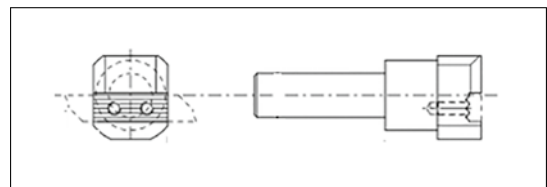


Ausarbeitung des Ablaufplans

Damit eine optimale Zykluszeit erzielt wird, sollten möglichst viele Operationen parallel ausgeführt werden. Der Ablaufplan muss daher intelligent ausgestaltet werden, damit alle Kanäle der Maschine bestmöglich genutzt werden. An einer einfachen zweikanaligen Maschine beispielsweise könnte man sich fragen, ob es nicht sinnvoll wäre, die Dreharbeiten im Gegenbearbeitungsmodus auszuführen, um so ein besseres Gleichgewicht zwischen den Bearbeitungszeiten an den beiden Kanälen zu erreichen.

In diesem Zusammenhang ist es erwähnenswert, dass einige Werkzeughersteller Werkzeughalterlösungen anbieten, welche die Drehbearbeitung

an der Stirnseite ermöglichen. Das hat den Vorteil, dass dabei mehr Drehoperationen im Gegenbearbeitungsmodus ausgeführt werden können.



Im unten gezeigten Beispiel haben wir den Prozess „Tournage 5“ verschoben und damit vier wertvolle Sekunden Zykluszeit eingespart.



WERKZEUGWAHL

Für optimale Zykluszeiten ist es von ausschlaggebender Bedeutung, die Bearbeitungszeiten (die Zeit, in der das Werkzeug Metall tatsächlich zerspannt) so kurz wie möglich zu halten. Für diesen Zweck muss die Werkzeugbestückung so gewählt werden, dass sie ideal zum zu bearbeitenden Werkstück passt. Bei der Werkzeugwahl müssen die Eigenschaften des Werkzeugs, die Beschichtung, die Steifigkeit des Werkzeughalters, die Anzahl der Zähne (im Falle

eines Fräasers) und die Möglichkeit der integrierten Kühlmittelzufuhr (durch das Werkzeug) berücksichtigt werden.

Die Arbeit mit guten Werkzeugen ist eine wichtige Investition. Denn wenn diese höhere Schnittvorschubgeschwindigkeiten oder eine stärkere Spanabnahme beim Schruppen ermöglichen, werden sich auch die Zykluszeiten verkürzen und damit die Gestehungskosten verringern.

WAHL DER BEARBEITUNGSPROZESSE

Man sollte sich immer die Frage stellen, ob der gewählte Bearbeitungsprozess im Hinblick auf die Zykluszeit der Beste ist. Ist es zum Schneiden eines Gewindes beispielsweise ratsam, das Gewinde zu strehlen (mehrere Durchgänge) oder bietet sich das Gewindewirbeln oder -walzen (ein Durchlauf) an? Zum Bearbeiten mehrerer Flächen an einem Werkstück ist z. B. die Polygonbearbeitung in Betracht zu ziehen, die deutlich schneller ist als das Querfräsen.

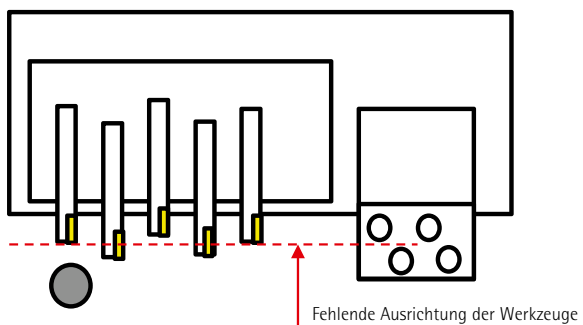
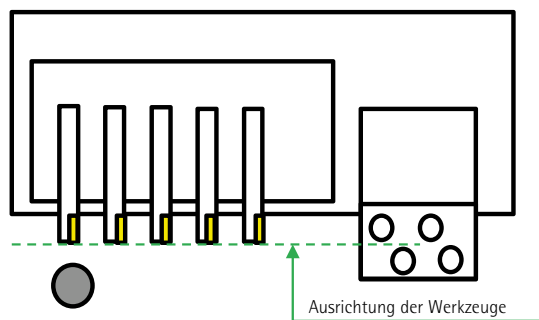
EINSPANNUNG DER WERKZEUGE

Die Einspannung der Werkzeuge ist von grundlegender Bedeutung für die Zykluszeit. Folgende

Aspekte müssen grundsätzlich berücksichtigt werden: Geometrie der Werkzeuge, Schnitttrichtung der Werkzeuge, Einsatzplanung der Werkzeuge (je nach Prozess) und enge Anordnung der Werkzeuge. Im Folgenden wollen wir uns diese Aspekte genauer anschauen.

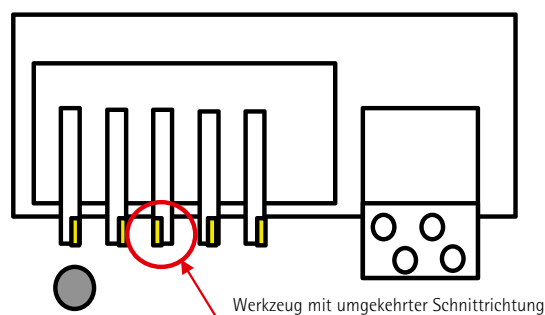
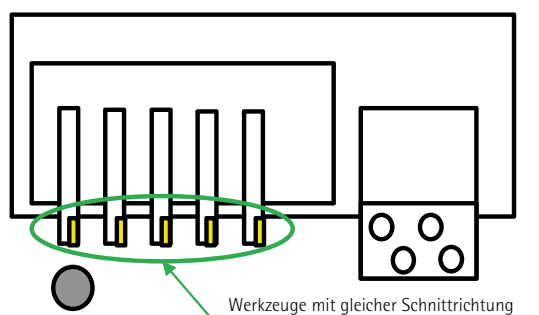
Geometrie der Werkzeuge

Für die Werkzeuge ein und desselben Systems sollten immer die gleichen Geometrien (X und Z) angewendet werden. Auf diese Weise können die Verfahrenwege beim Schalten der Werkzeuge so kurz wie möglich gehalten werden.



Schnitttrichtung der Werkzeuge

Für die Werkzeuge ein und desselben Systems sollten immer die gleichen Geometrien (X und Z) angewendet werden. Auf diese Weise können die Verfahrenwege beim Schalten der Werkzeuge so kurz wie möglich gehalten werden.



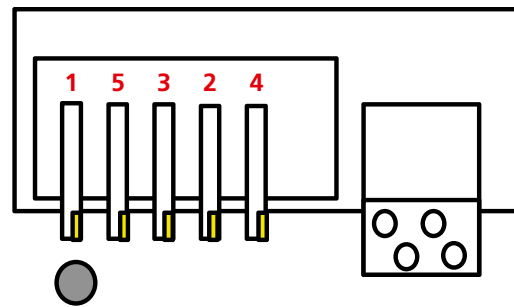
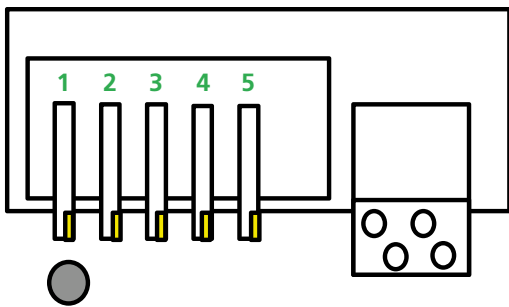
Zu beachten ist, dass bei der Werkstückaufnahme die Gegenspindel im Prinzip entgegen der Uhrzeigerichtung [M404] dreht, was auf die Schnitttrichtung der Einsatzwerkzeuge zurückzuführen ist. Sehr häufig wird auch die Gegenspindel für die Gegenbearbeitung mit Einsatzbohrern verwendet. So muss die Gegenspindel also im Prinzip die Drehrichtung umkehren [M403], was wiederum zu Lasten der Zykluszeit geht. Es ist also durchaus überlegenswert,

Tipps und Tricks

linksschneidende Einsatzbohrer zu verwenden, um so eine eventuelle Drehrichtungsumkehr zu vermeiden.

Einsatzplanung der Werkzeuge

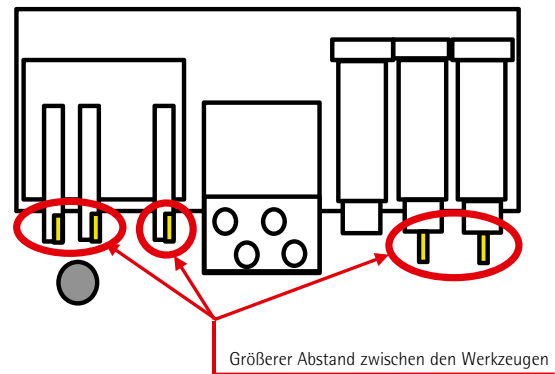
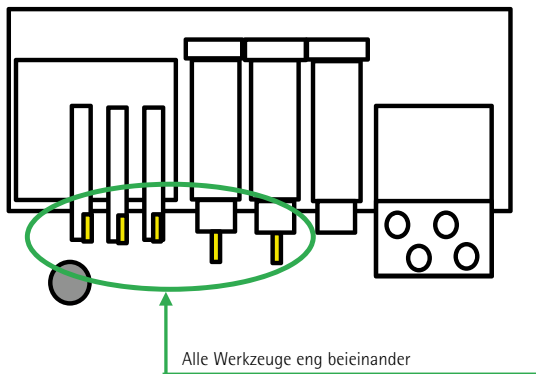
Es ist wichtig, die Werkzeuge in der Reihenfolge anzuordnen, in der sie im Bearbeitungsprozess verwendet werden. So muss sich also das als erstes verwendete Werkzeug neben dem zweiten Werkzeug, das zweite Werkzeug neben dem dritten usw. befinden. Dadurch wird unnötiges Hin und Her des Werkzeugsystems bei der Werkzeugschaltung vermieden.



Enge Anordnung der Werkzeuge

Die Werkzeuge sollten vor dem Gebrauch möglichst nah beieinander angeordnet werden.

Auch dies hat den Zweck, unnötige Achsverfahrensbewegungen bei der Werkzeugschaltung so weit wie möglich auszuschließen.



An dieser Stelle sollte erwähnt werden, dass einige Werkzeughersteller Werkzeugträger anbieten, die eine engstmögliche Anordnung der Werkzeuge ermöglichen, was gleich zwei Vorteile mit sich bringt: Zum einen können mehr Werkzeuge in der Maschine untergebracht werden und zum anderen können so die Werkzeugschaltzeiten verkürzt werden.



Umspannen des Werkstücks in der Führungsbuchse

Soweit das Werkstück dies zulässt, bietet Tornos Lösungen zum Umspannen des Werkstücks direkt in der Führungsbuchse an. Dadurch entfällt das Abgreifen des Werkstücks durch die Gegenspindel, und unnötige Zeit kann eingespart werden.

Arbeiten ohne Führungsbuchse

An verschiedenen Tornos-Maschinen kann ohne Führungsbuchse gearbeitet werden. Einer der Vorteile dieser Art der Bearbeitung ist die Verkürzung der Reststücklänge. Dadurch kann natürlich Material eingespart werden, was letztendlich auch bedeutet, dass nicht so häufig neue Stangen eingelegt werden müssen. Wir sparen also Zeit.

Das kann bei großen Fertigungsserien von Vorteil sein. Im Arbeitsmodus ohne Führungsbuchse sollten nach Tornos-Empfehlung allerdings keine Werkstücke bearbeitet werden, deren Länge mehr als dem dreifachen Durchmesser entspricht.

Die Stangen

Auch die Stangen können Einfluss auf die Zykluszeit haben. Es ist wichtig, dass die Stangen vollkommen gerade sind. Wenn dies gewährleistet ist, muss natürlich umso seltener eine neue Stange zugeführt werden, je länger die Stange ist. Unter dem Strich wird so eine Produktivitätssteigerung erzielt. Auch Profilstangen können eine sinnvolle Möglichkeit sein, die Zykluszeiten zu verkürzen. Mit einer Sechskantstange beispielsweise lassen sich zeitaufwendige Bearbeitungsschritte umgehen. Heutzutage ist es relativ einfach, Profilstangen sowie auch entsprechende Formspannzangen und -führungsbuchsen zu finden. Eine interessante Alternative

Hochdruckpumpe

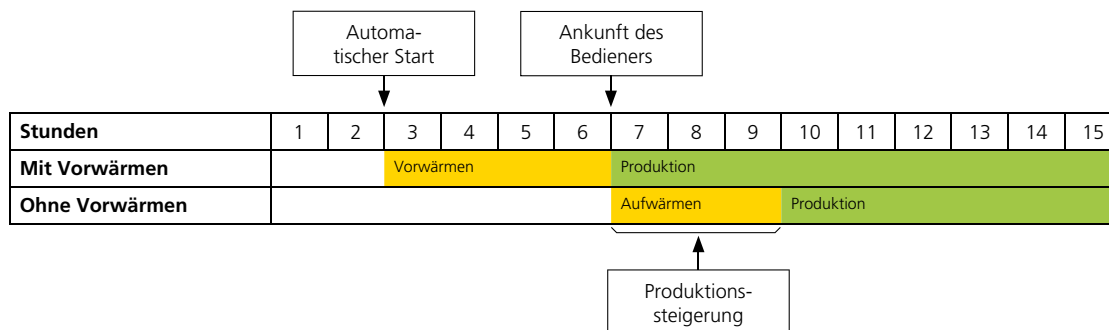
Tornos bietet auch zahlreiche Hochdruckpumpenlösungen an. Die Tornos-Hochdruckpumpen sind im Hinblick auf die Zykluszeit aus zwei Gründen interessant: Sie ermöglichen eine bessere Spanabfuhr und damit auch eine Verringerung der Wärmeentwicklung. Dadurch wiederum wird ein leichter Anstieg der Schnittvorschubgeschwindigkeiten ermöglicht. Infolge der besseren Spanabfuhr müssen auch die Maschinen seltener angehalten werden, um manuell Späne zu beseitigen.

Fertigung des Teils in umgekehrter Reihenfolge

Haben Sie schon einmal darüber nachgedacht, das Teil in umgekehrter Richtung zu bearbeiten? Oder, um es anders auszudrücken, wäre es eventuell eine Überlegung wert, den Teil des Werkstücks, der normalerweise durch Vorderseitenbearbeitung zerspannt wird, in Gegenbearbeitung auszuführen? Diese Frage sollte man sich ruhig einmal stellen. Mitunter kann dabei Zeit eingespart werden. Interessant zu wissen ist auch, dass manche Werkzeughersteller Lösungen für die Bestückung mit einem Werkzeughalter anbieten, der die Drehbearbeitung an den Stirnseiten ermöglicht. Das hat den Vorteil, dass dabei mehr Drehoperationen im Gegenbearbeitungsmodus ausgeführt werden können.

Optionale Maschinenwarmlauffunktion

Für hochpräzise Werkstücke bietet Tornos wahlweise die Maschinenwarmlauffunktion an. Die Maschine kann so vorab zu einem voreingestellten Datum und einer voreingestellten Uhrzeit automatisch im Modus ohne eingelegtes Material gestartet werden. Der Vorteil dieser Funktion besteht darin, unnötige Wartezeiten für das Erreichen der Betriebstemperatur zu vermeiden.



ist auch die Bearbeitung von Rohrmaterial, denn hierbei werden Bohrprozesse vermieden und der Schneidaufwand kann reduziert werden, weil nicht bis zur Mitte durchgespannt werden muss.

In der nächsten Ausgabe des decomagazine wird Marco Dolci Möglichkeiten zur Optimierung durch Schaltung, Zustellung und Abhebung der Werkzeuge sowie durch Simultanbearbeitung vorstellen. Später dann wird er auf die verfügbaren Programmierkniffe zum Einsparen von Zeit eingehen.