

Increase in Productivity through Cycled Production in Tool Making

The variety of highly diverse customer requirements in tool making results in a product range with many variants. The existing supplies and technologies have to be used flexibly for different production assignments because of one-off production. Frequent order changes cause a great amount of unproductive time during the order cycle, for example through idle periods, search, set-up and non-productive times. The high variation additionally brings about highly complex, intersecting production flows and reduces the transparency in tool production. Tool production processes can be predicted only to a limited degree in conjunction with frequent changes in prioritization. The deficits in planning have to be accommodated for with full-scale control activities.

Produktivitätssteigerung durch eine Taktfertigung im Werkzeugbau

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Hagen Ziskoven,
Dr. phil. Dipl.-Psych. Helmut Lieb, Aachen

Die Vielzahl an unterschiedlichsten Kunden-

anforderungen führt im Werkzeugbau zu einem sehr variantenreichen Produktspektrum. Die vorhandenen Betriebsmittel und Technologien müssen aufgrund der Unikatfertigung flexibel für verschiedene Fertigungsaufträge eingesetzt werden. Aus den häufigen Auftragswechseln resultiert ein großer Anteil unproduktiver Zeiten an der Auftragsdurchlaufzeit, zum Beispiel durch Liege-, Such-, Rüst- und Nebenzeiten. Die hohe Varianz bedingt zudem sehr komplexe, sich kreuzende Fertigungsflüsse und führt zu einer intransparenten Werkzeugfertigung. In Verbindung mit häufigen Umpriorisierungen ergeben sich nur eingeschränkt prognostizierbare Fertigungsdurchläufe der Werkzeuge. Die Defizite in der Planung müssen durch intensive Steuerungsaktivitäten ausgeglichen werden.

Auf den ersten Blick erscheint es daher zunächst unmöglich oder zumindest äußerst verwegene, die mechanische Fertigung von Unikaten und Kleinstserien im Werkzeugbau synchronisieren und in einen festen Takt „pressen“ zu wollen. Die Erarbeitungen und Pilotanwendungen im Gemeinschaftsprojekt „Industrialisierung und Synchronisierung der Fertigungsprozesse im Werkzeugbau der Massivumformbranche“ haben jedoch gezeigt, dass die Vorteile einer getakteten Fertigung grundsätzlich in Einklang mit den spezifischen Anforderungen des Werkzeugbaus gebracht werden können.

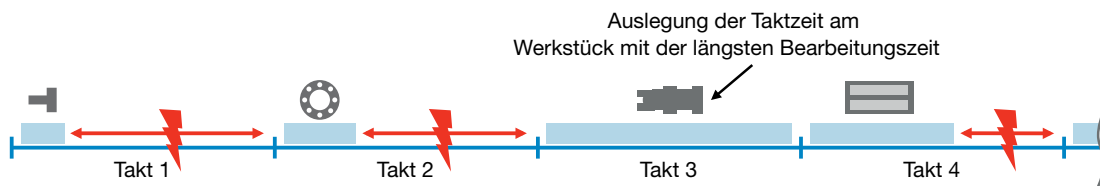
Während viele Aspekte und Methoden der Lean Production bereits heute erfolgreich aus der Serienproduktion in die Einzel- und Kleinstserienfertigung übernommen

worden sind, ergeben sich etliche Herausforderungen bei der Übertragung des für die Lean Production zentralen Flussprinzips und der damit verbundenen Taktfertigung. Die Taktfertigung im Werkzeugbau zeigt in ihrem Konzept daher teilweise Übereinstimmungen, teilweise jedoch auch zentrale Unterschiede gegenüber der Taktung in der Serienfertigung auf. So sieht das werkzeugaufbau-spezifische Taktungskonzept ähnlich wie in der Serienfertigung einen gleichmäßigen Durchlauf der Werkzeuge durch die Fertigung vor. In der Serienfertigung werden die Produkte hierbei einzeln über die verschiedenen Bearbeitungsstationen geschleust. Ein gleichmäßiger Rhythmus wird hierbei durch die marginal unterschiedlichen Bearbeitungszeiten der Produkte je Taktstation ermöglicht. Im Werkzeugbau würde

hingegen eine einzelne Bearbeitung der Werkzeugkomponenten aufgrund der sehr unterschiedlichen Bearbeitungszeiten der Werkzeuge zu großen Leerzeiten führen und wäre somit unwirtschaftlich. Um dennoch eine gleichmäßige, getaktete Fertigung der Werkzeuge zu ermöglichen, werden mehrere Werkzeuge innerhalb eines Taktes bearbeitet und auf einer sogenannten „Taktpalette“ zusammengefasst.

Zum besseren Verständnis des Taktungskonzepts und dessen Vorteilen gegenüber der bisherigen werkstatorientierten Fertigung im Werkzeugbau bietet sich der Vergleich der Taktung mit einer S-Bahn-Fahrt an. Zunächst kann die bisherige, traditionelle Fertigung im Werkzeugbau mit dem Individualverkehr verglichen werden. Wie die Fahrt mit dem

Klassische Auslegung der Taktfertigung: Bearbeitung eines Werkstücks pro Takt



Die langen Stillstandszeiten der Ressourcen lassen keine wirtschaftliche Produktivität zu

Auslegung der Taktfertigung im Werkzeugbau: Bearbeitung mehrerer Werkstücke pro Takt

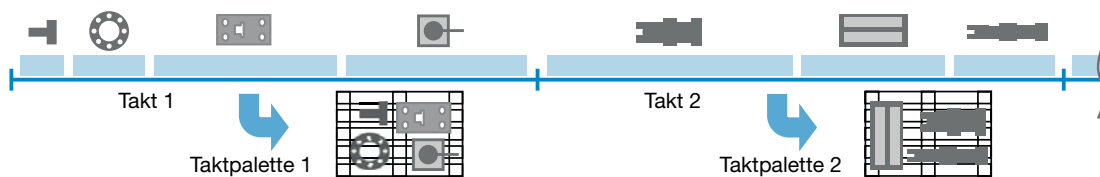


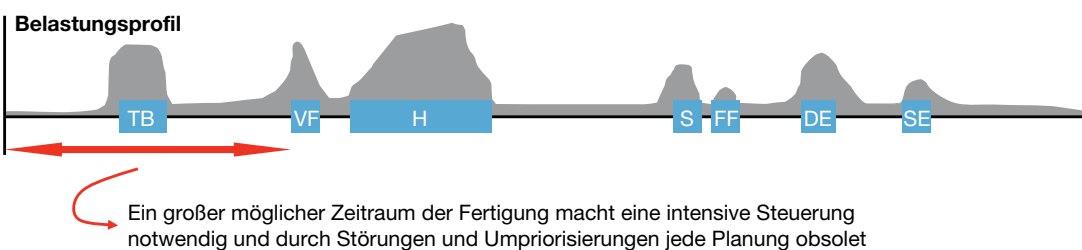
Bild 1: Produktionsmenge pro Takt in Serienfertigung und Werkzeugbau.

Auto ist auch die auftragsindividuelle Fertigung im Werkzeugbau bei ausreichender Ressourcenkapazität sehr schnell. Sollten sich jedoch Staus bilden, das heißt Kapazitätsengpässe entstehen, verlängert sich die Fahrt- beziehungsweise Durchlaufzeit. Als Folge wird die Ankunftszeit, also hier der Fertigstellungstermin, ungewiss oder kann nicht mehr eingehalten werden. Zudem erfordert die individuelle Fahrt einen hohen Steuerungs- und gegebenenfalls Umplanungsaufwand.

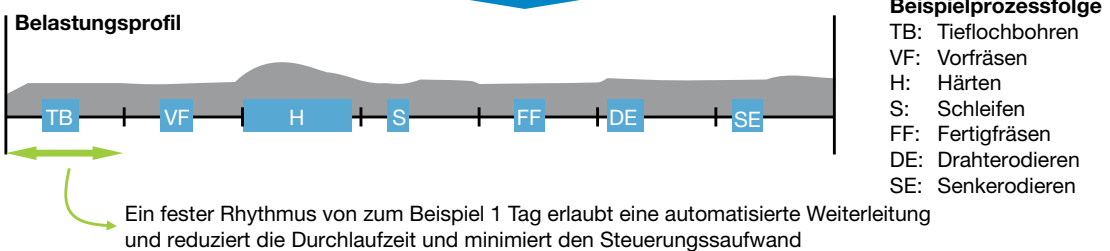
Die Taktung hingegen bietet ähnlich einer S-Bahn den Vorteil konstanter Fahr- oder Durchlaufzeiten. Die Werkzeuge werden auf diese Weise zuverlässig zum in der Arbeitsvorbereitung definierten Endtermin fertig gestellt, so dass der Werkzeugbau seine Termintreue deutlich steigern kann. Die Einführung von getakteten Fertigungslinien schafft somit eine wesentlich höhere Transparenz über den Fertigungsdurchlauf sowie den Bearbeitungsfortschritt und nicht zuletzt eine zuverlässige Planbarkeit.

Aufgrund der freien Gleise beziehungsweise der festen Einplanung der Taktfertigung in Verbindung mit einer automatischen regelmäßigen Weiterleitung der Taktpaletten kommt es zudem nicht zu Kapazitätsengpässen. Der bislang typischerweise sehr hohe händische Steuerungs- und Planungsaufwand beschränkt sich daher auf ein Minimum. Im Regelfall ist nach dem Einsteigen in die S-Bahn, also der Einlastung des Werkzeugs auf die Taktpalette bis zur Ankunft beziehungsweise Fertigstellung kein Eingriff mehr erforderlich. Dies

Konventionelle Werkstattfertigung



Fertigung nach dem Takt-Prinzip



- Beispielprozessfolge**
- TB: Tieflochbohren
 - VF: Vorräsen
 - H: Härten
 - S: Schleifen
 - FF: Fertigfräsen
 - DE: Drahterodieren
 - SE: Senkerodieren

Bild 2: Steigerung der Planbarkeit und Reduktion der Durchlaufzeiten.

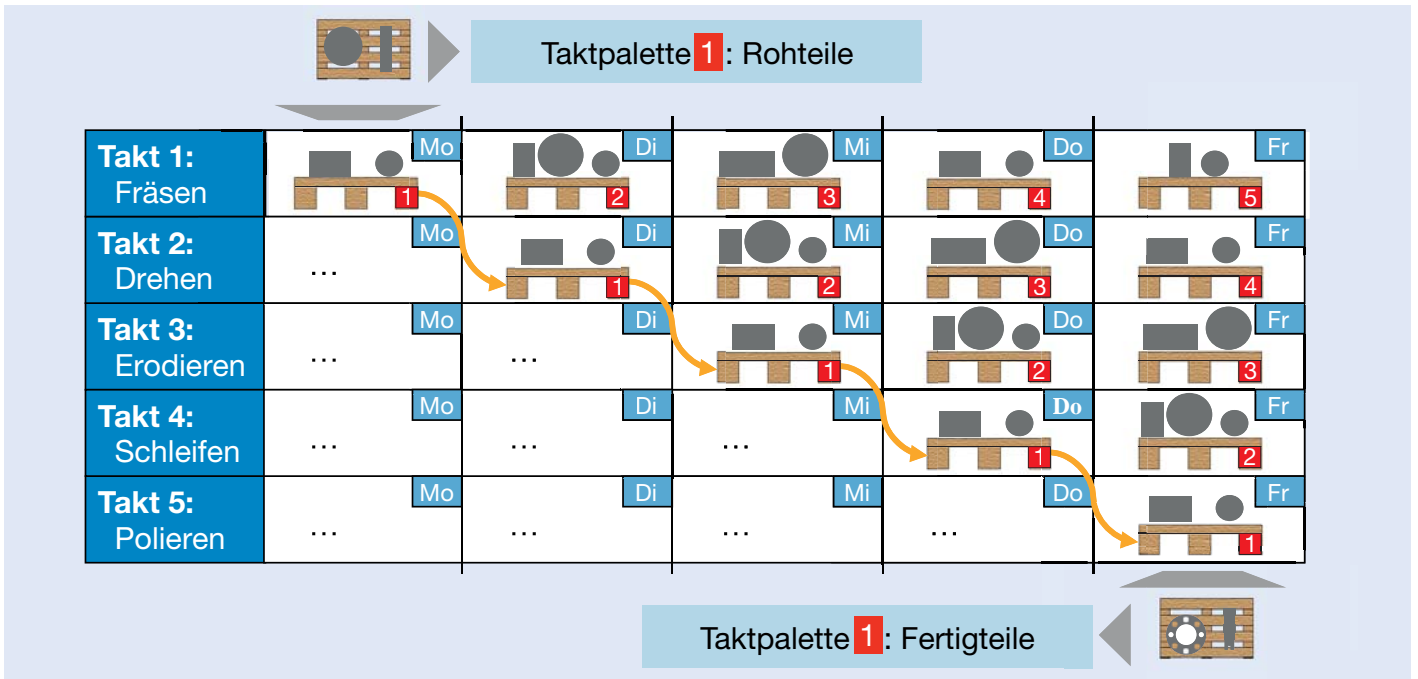


Bild 3: Durchlauf der Taktpaletten durch die Taktfertigung (schematische Darstellung).

garantiert, dass sich die Mitarbeiter auf ihre Kerntätigkeiten konzentrieren können und somit maximal wertschöpfend tätig sind.

Die Taktpaletten werden am Taktende stets zur nächsten Bearbeitungsstation weitergeleitet, so dass ein rhythmischer Fluss der Taktpaletten durch den Werkzeugbau entsteht. Die Dauer eines Taktes kann beispielsweise einem Tag entsprechen. Grundsätzlich ist auch eine häufigere (zum Beispiel dreimal pro Tag) oder eine seltenere (zum Beispiel zweimal pro Woche) Weiterleitung der Taktpaletten möglich. Die Festlegung der optimalen Taktdauer muss unternehmensspezi-

fisch erfolgen und erlaubt eine individuelle Anpassung des Taktungsgrundkonzepts an die jeweiligen Rahmenbedingungen. Die Zusammenstellung der Taktpaletten wird im Zuge ihres Taktliniendurchlaufs nicht mehr geändert, ein Ein- und Ausschleusen von einzelnen Werkzeugkomponenten ist nicht vorgesehen. Dies würde nicht nur den Planungsaufwand deutlich erhöhen, sondern auch die gleichmäßige Weiterleitung der Taktpaletten stören und somit die Transparenz der Taktung reduzieren. Außerdem würde die Anfälligkeit für Störungen erhöht und die für eine Taktung notwendige Prozesssicherheit verringert.

Eine getaktete Werkzeugerstellung ist zwar in den meisten Anwendungsfällen nicht für das gesamte Werkzeugkomponentenspektrum umsetzbar, Pilotbeispiele belegen jedoch, dass teilweise deutlich über 70 Prozent aller Einzelkomponenten im Takt gefertigt werden können. Gleichzeitig kann festgehalten werden, dass bereits die Taktung von zirka 30 Prozent der Einzelkomponenten zu erheblichen Vorteilen im Ablauf führt. Die notwendige Flexibilität der Werkzeugfertigung wird somit über eine Kombination von Takt- und Werkstattfertigung erreicht. Während die Taktfertigung eine hohe Produktivität ermöglicht, deckt die Werkstattfertigung einerseits diejenigen Bearbeitungs-

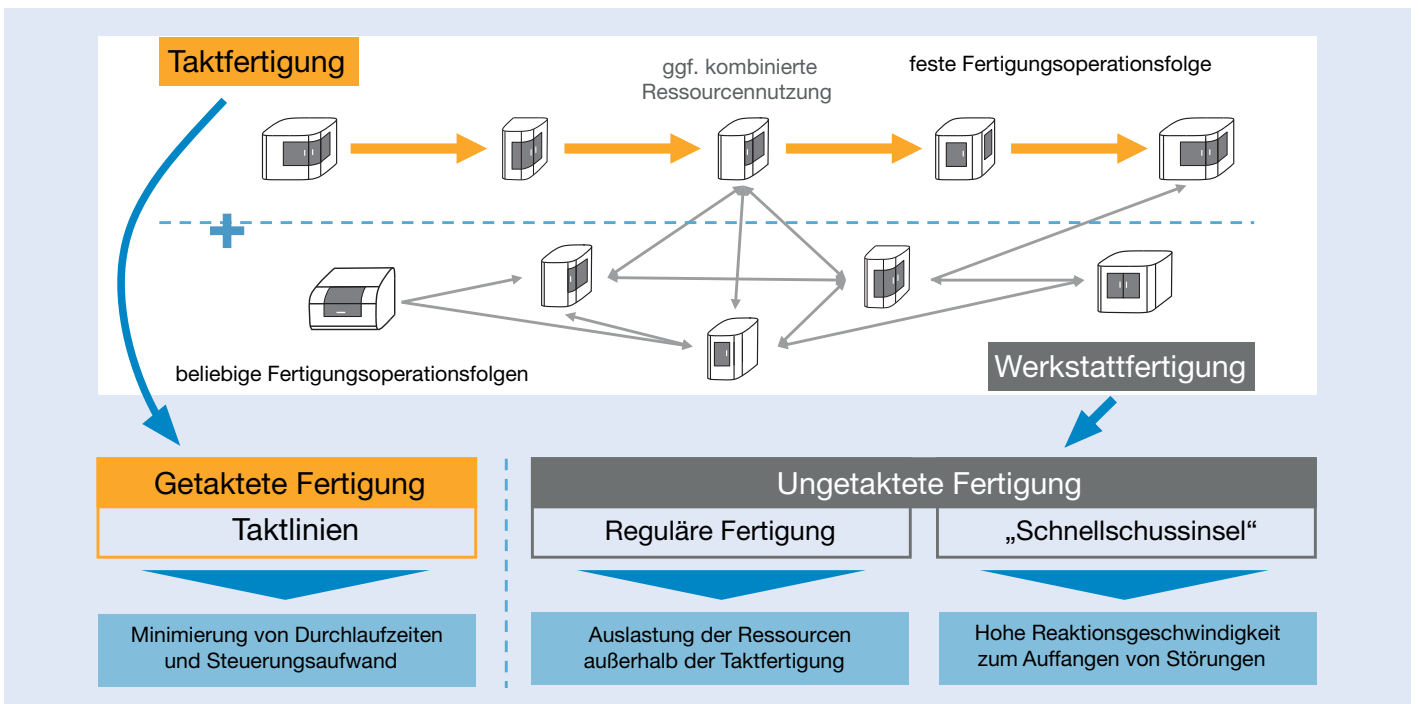


Bild 4: Kombination von Takt- und Werkstattfertigung.

Bilder: Autoren

folgen ab, die keine eigene Taktlinie auslasten können, und andererseits werden hier Eilaufträge bearbeitet, die zum Beispiel daraus resultieren, dass das in der Endkundenteilproduktion befindliche Werkzeug unerwartet zerstört worden ist.

Im Rahmen des Gemeinschaftsprojekts InSynchroPro II ist ein Handlungsleitfaden erstellt worden, der Werkzeugbaubetriebe bei einer Realisierung der Taktfertigung unterstützt. Die Struktur und zentralen Inhalte des Handlungsleitfadens, welche grundsätzlich der Chronologie eines Projekts zur Implementierung der Taktfertigung im Werkzeugbau entsprechen, werden im Folgenden kurz vorgestellt:

Ausgangspunkt für die Realisierung einer getakteten Fertigung im Werkzeugbau ist zunächst die Bildung eines Projektteams und die Vergabe von Verantwortungsbereichen. Wichtig ist hierbei, wie auch im gesamten weiteren Projektverlauf, eine frühzeitige Kommunikation der Veränderungen und deren Motivation gegenüber den jeweils betroffenen Mitarbeitern. Den **ersten inhaltlichen Baustein** stellt die Fokussierung des Betrachtungsbereichs auf die Kernkompetenzen und -prozesse des jeweiligen Werkzeugbaubetriebs dar, da eine Taktfertigung nur bei häufig wiederkehrenden Prozessfolgen wirtschaftlich eingesetzt werden kann.

Eine Standardisierung der Werkzeuge als **zweiter inhaltlicher Baustein** erleichtert die Realisierung einer getakteten Fertigung, ist jedoch keine absolut notwendige Voraussetzung für eine getaktete Fertigung. Das Vorgehen zur Produktstandardisierung ist üblicherweise iterativ, da die einzelnen Werkzeugtypen sukzessive betrachtet werden. Aufgrund der Dauer einer vollständigen Produktstandardisierung wird diese in der Regel parallel zur Einführung und Betrieb der Taktfertigung

fortgesetzt. Den **dritten Baustein** auf dem Weg der Implementierung einer getakteten Fertigung bildet die Prozessstandardisierung. Die verschiedenen bestehenden Fertigungsprozessfolgen in der Fertigung werden hierbei auf Ähnlichkeiten untersucht und Hauptprozessfolgen identifiziert. Dieses Vorgehen führt zu einer Verringerung der Prozessfolgenvarianz und erzeugt die der Taktung zugrunde liegende Fließfertigung. Die Auslegung der Taktfertigung bildet den **vierten Baustein**. Im Zuge der Auslegung werden zum Beispiel der Taktrhythmus definiert und die Ressourcen zwischen Takt- und Werkstattfertigung aufgeteilt. Um den Mitarbeitern ein Umdenken zu erleichtern und diesen die Motivation für die Veränderung deutlich vor Augen zu führen, sollte nicht nur im Vorfeld der Implementierung eine Schulung mit Workshops erfolgen, sondern ein Erleben im eigenen Betrieb durch eine Pilot-Taktlinie ermöglicht werden. Den **fünften Baustein** bildet somit die Implementierung der Pilot-Taktlinie. Um den Aufwand hierfür zu begrenzen und eine schnelle Umsetzung zu ermöglichen, sollten zunächst keine Veränderungen am Werkzeugbaulayout vorgenommen werden. Vielmehr kommt der Visualisierung der Taktlinie, deren Taktstationen sowie den Taktpaletten und deren Stellflächen eine sehr wichtige Bedeutung zu. Im **sechsten Baustein** erfolgt der Ausbau der Taktfertigung. Hierbei kann einerseits eine sukzessive Etablierung zusätzlicher Taktlinien stattfinden sowie andererseits die Anzahl der Werkzeugkomponenten erhöht werden, die über eine bereits existierende Taktlinie gefertigt werden können.

Der Erfolg der Taktfertigung ist ferner maßgeblich von einer intensiven Einbindung aller Mitarbeiter abhängig. Dieser Umstand wird dadurch verstärkt, dass die Umsetzung der Taktfertigung keineswegs trivial ist. Es gilt, die bestehenden Fähigkeiten und das implizite Wissen der Mitarbeiter gezielt zu

nutzen. Die Projektverantwortlichen müssen daher die Mitarbeiter sowohl in produktions-systematischen, als auch in psychologischen Gesichtspunkten bei der Umsetzung unterstützen. Die Mitarbeiter müssen bereits bei den ersten Schritten eingebunden werden und ihr fachliches Know-how sowie Probleme bei der täglichen Arbeit einbringen. Bestehende Barrieren, die zu einer fehlerhaften Umsetzung der Taktfertigung führen können, müssen in Workshops herausgearbeitet und abgestellt werden. Hierzu wurde im Forschungsprojekt ein geeignetes Lernspiel entwickelt, das den Handlungsleitfaden ergänzt, die Mitarbeiter von der Taktfertigung überzeugen kann und ihnen das erforderliche Verständnis vermittelt. ■

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 16498 N der Forschungsvereinigung Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert. Die Langfassung des Abschlussberichts kann bei der FSV, Goldene Pforte 1, 58093 Hagen, angefordert werden.



Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing.
Hagen Ziskoven



Dr. phil. Dipl.-Psych.
Helmut Lieb