

Flexibles Transferzentrum für die Massenfertigung

# Der Clou: Spindelreihenrevolver

Durch die Integration eines Spindelreihenrevolvers ist es Elha mit Unterstützung von Sauter gelungen, die Grenzen des Transferzentrums hin zu deutlich mehr Flexibilität in der Großserienproduktion zu verschieben.

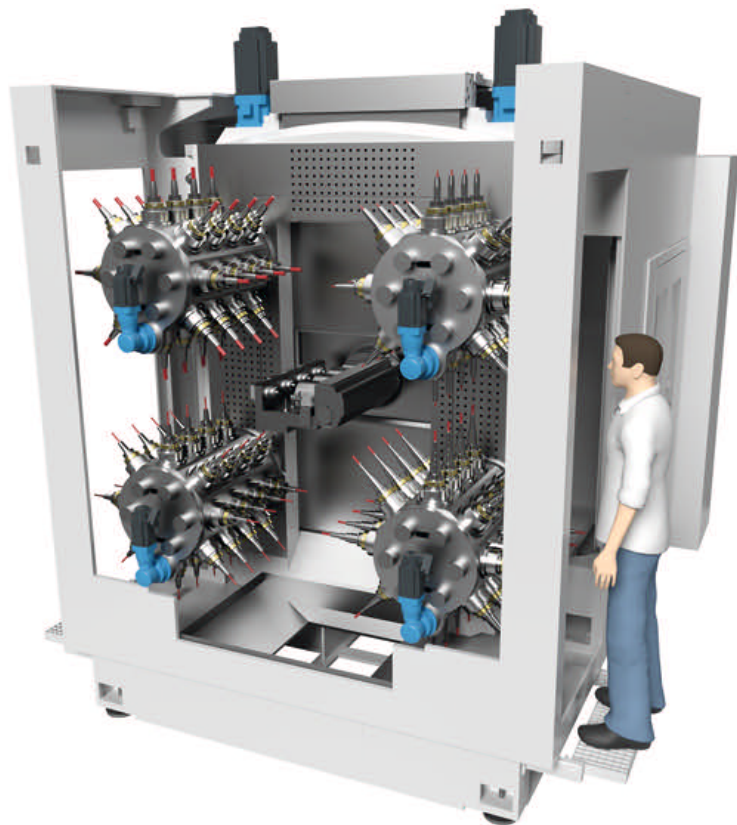
VON MEINOLF WOLKE

→ Das Thema ist so alt wie bekannt: Die beiden Begriffe ›flexibel‹ und ›Massenproduktion‹ wollen so recht nicht zueinander passen. Bei Versuchen, diese dennoch zu vereinen, riecht es nach ›teuer‹, nach anfälliger Technik, nach unvermeidlich, aber unerwünscht. Und das obwohl doch jeder weiß, dass letztlich nur Produktivität zur profitablen Großserie führt.

## Ist-Zustand: der faule Kompromiss

Und dennoch steht gerade zu Beginn einer Neuproduktion neben der Qualität des Endprodukts vor allem das schnelle und unaufwendige Reagieren auf Änderungen des Bauteils im Vordergrund der allgemeinen Erwartungshaltung. Nicht selten rückt dabei der Produktivitätsgedanke zugunsten eines aus Kundensicht optimalen Produktionsanlaufs mit hoher Qualität und – vor allem – mit hoher Flexibilität in den Hintergrund. So kommen gerne einspindlige Bearbeitungszentren zum Einsatz, die alles bieten, was für einen erfolgreichen Produktionsstart erforderlich ist. Sie sind in der Regel vorhanden oder von der Stange verfügbar und bieten die erforderliche Flexibilität. Der Umgang mit ihnen erfolgt aus dem Effeff, und erste vorzeigbare Ergebnisse liegen schnell vor (Diagramm).

Steigt die Anlaufkurve, wird der zumeist mühsam erarbeitete und freigegebene Prozess einfach dupliziert. Ehe man sich



**1** Vereint die Vorzüge eines flexiblen BAZ mit denen eines Transferzentrums: das Fertigungsmodul FM 3 + X mit vier Spindelreihenrevolvern, das in Summe 128 Spindeln ( $4 \times 4 \times 8$ ) und bis zu 32 verschiedene Werkzeugtypen aufweist – optimal für eine profitable Massenproduktion; die Verkleidung wurde der Übersicht halber ausgeblendet; die aktiven Spindeln sind jeweils jene, die unter 45°-Winkel zur Mitte des Arbeitsraums zeigen, wodurch sich der eigentliche Verfahrensweg auf ein Minimum reduziert; die Werkzeugwechselpositionen befinden sich links und rechts außerhalb des Arbeitsraums

versieht, ist man dadurch Betreiber ›flexibler Fertigungssysteme in der Massenproduktion‹, mit der (zu späten) Erkenntnis, dass die eingebaute Flexibilität gar nicht mehr erforderlich ist – oder noch schlimmer, dass sie aufgrund des zügigen ›Übervorhandenseins‹ der ausschlagge-

bende Grund dafür ist, nicht wirtschaftlich produzieren zu können. Die Umkehr ist beinahe ausgeschlossen!

## Wie geht das besser?

Produktiver sind auf jeden Fall Transferlinien und Rundtaktmaschinen. Doch ein >>>

»» reibungsloser Start mit diesen Systemen ist aufgrund der hohen Anfangsinvestition, der mangelhaften (oder sehr teuren) Flexibilität und des Risikos einer kaum standardisierten Maschine im Grunde nicht zu realisieren.

Die zunehmend in Erscheinung tretenden Transferzentren als ›Mittelding‹ zwischen BAZ und Sondermaschine – sie weisen eine höhere Produktivität als ein BAZ und mehr Flexibilität als eine Sondermaschine auf – kränken oft an der limitierten Kapazität der integrierbaren Werkzeugvielfalt. Die Ergänzung eines solchen Systems mit einem angefügten Werkzeugwechselsystem erscheint auf den ersten Blick sinnvoll, doch widerspricht dies der Philosophie der Transferzentren: jedem Werkzeug seine eigene Spindel, bloß kein automatisierter Werkzeugwechsel! Gerade Massenteilfertiger wissen um die Konsequenz, wenn ein BAZ zwischen 5000 und 8000 Werkzeugwechsel pro Tag zu absolvieren hat. Zwar wäre mit einem angefügten Werkzeugwechsler die Kapazitätsgrenze für die benötigte Werkzeugvielfalt aufgehoben, doch ist diese einmal überschritten, ist ein Weg zurück zum ursprünglichen Transferzentrumkonzept nicht mehr möglich. Dann wäre eine Maschine, die speziell für den Betrieb mit automatischem Werkzeugwechsler hin entwickelt wurde, wohl die bessere Wahl gewesen.

Die zunehmende Verbreitung von Transferzentren in der Massenproduktion

### i HERSTELLER

**Elha-Maschinenbau Liemke KG**  
33161 Hötvelhof  
Tel. +49 5257 508-0  
[www.elha.de](http://www.elha.de)

von Werkstücken, für deren Fertigung die begrenzte Anzahl an Werkzeugen völlig ausreichend ist, zeigt, dass die Erkenntnis über die Vorteile dieses Systems um sich greift und diese gewinnbringend genutzt

werden. Gerade im Bereich der vierspindligen Bearbeitung tritt der Unterschied zwischen einem Transferzentrum und einem vierspindligen Bearbeitungszentrum sehr deutlich zutage: Span-zu-Span-Zeiten dauerhaft um die eine Sekunde, keine Hochlauf- und Verzögerungszeiten der Spindel, kein Werkzeug-Suchlauf innerhalb einer über 15 m langen Werkzeugspeicherkeite. Diese lange Kette bedeutet allerdings auch die Kapazität von 32 unterschiedlichen Werkzeugen in vierfacher

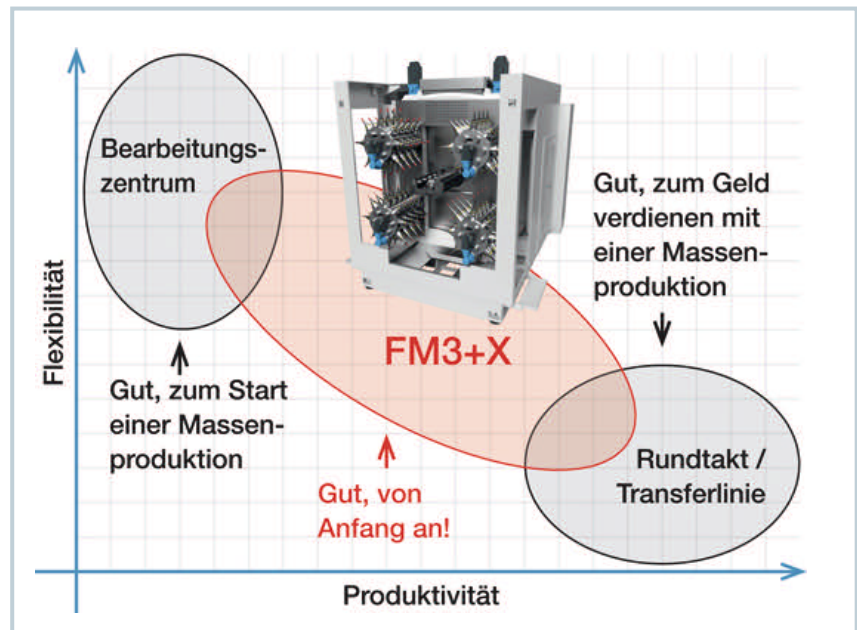
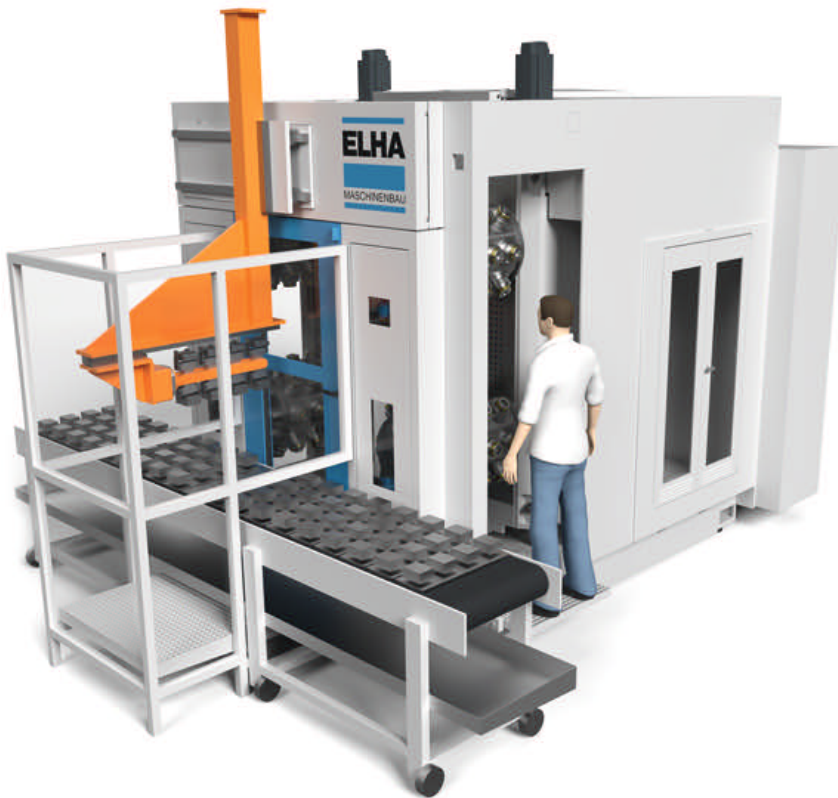


Diagramm: Zusammenhang zwischen Flexibilität (sinnvoll zum Neustart einer Serie) und Produktivität (erforderlich während der Kammlinie, der eigentlichen Massenproduktion) sowie Positionierung des Fertigungsmoduls mit Spindelreihenrevolver in diesem Umfeld



**2** Kostengünstige Standardautomatisierung in Form eines Palettenförderbandes; zur Zugänglichkeit zum Arbeitsraum durch die Fronttür oder auch während der Inbetriebnahmephase lässt sich der Lader seitlich und das Förderband nach vorne hin sehr einfach verschieben. Zum Vorschein kommt dann das sonst unter dem Band befindliche Tropfblech, das als Podest fungiert, um die höheren Positionen im Arbeitsraum ergonomisch erreichbar zu machen (nur im Wartungsfall, nicht beim Werkzeugwechsel)

Ausführung, was das Transferzentrum so bislang nicht bieten konnte.

### Die innovative Elha-Lösung

An dieser Stelle ist dem ostwestfälischen Werkzeugmaschinenhersteller Elha die

entscheidende Weiterentwicklung gelungen: Mithilfe sogenannter Spindelreihenrevolver lassen sich auf einfache Art und Weise  $4 \times 8$  Spindelreihen mit je vier oder mehr Spindeln/Reihe in das Elha-Transferzentrum-Fertigungsmodul integrieren.

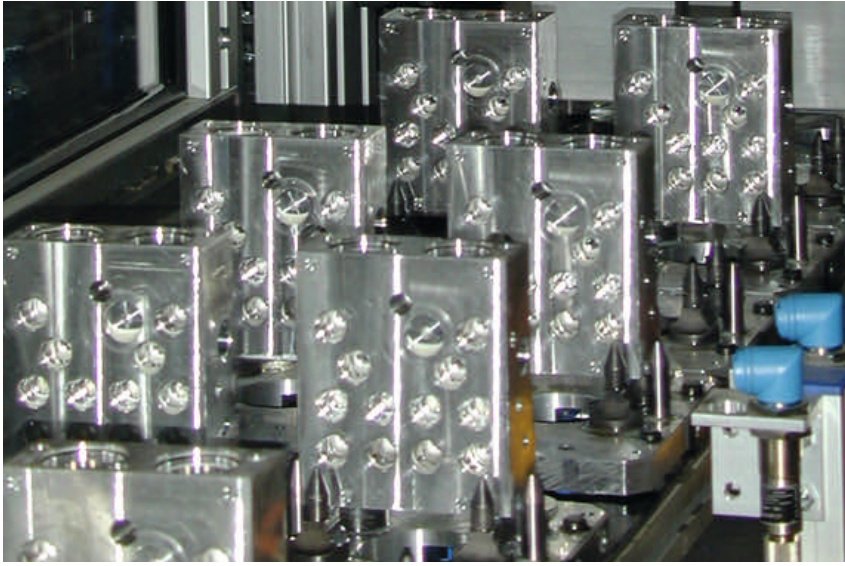
Dieses in enger Kooperation mit dem Werkzeugrevolverspezialisten Sauter Feinmechanik aus Metzingen entwickelte System vereint die Vorzüge des Transferzentrums mit denen eines BAZ: jedem Werkzeug seine eigene Spindel, und das vierspindlig, für bis zu 32 unterschiedliche Werkzeugtypen, sodass in der Summe 128 Spindeln im System verfügbar sind.

Zum Einsatz kommt die von Sauter entwickelte Direct-Drive-Technologie, bei der jede aktive Spindel von einem linear dahinter angeordneten Motor direkt, also ohne Zwischenräder, gekuppelt und angetrieben wird. Die Spezialisierung beginnt erst nach der Schnittstelle zur Aufnahme der Spindelkartusche. Aus einem umfangreichen Repertoire bezüglich erforderlicher Drehzahl, Drehmoment, Steifigkeit und Aufgabenstellung lässt sich dann für jedes erforderliche Werkzeug seine – ihm optimal angepasste – Spindel einsetzen.

### Variabel und kostengünstig

Aufgrund der prinzipiellen Anwendung mehrspindliger Parallelbearbeitung lassen sich auch Spindelkartuschen verwenden, die – ähnlich wie Ausrichtadapter auf einer Spindelnase – in der Position und in der Winkligkeit im Bereich von  $\pm 20 \mu\text{m}$  feinstverstellbar sind. Somit ist es möglich, auch Positionsgenauigkeiten kleiner  $40 \mu\text{m}$  mehrspindlig und mit unterschiedlichen Spindelreihen produktions sicher herzustellen. >>>





3 Ventilgehäuse: Beispiel für massenhaft gefertigte Bauteile, für die das Fertigungsmodul FM 3 + X von Elha-Maschinenbau konzipiert ist

» In der Regel verfügt jede Spindel über spielfrei vorgespannte Lager, partiell in teilkeramischer Ausführung. Neben Außenkühlung stehen auch Innenkühlung bis 80 bar sowie eine 1-Kanal-MMS zur Verfügung. Das gesamte System ist durchgängig für die Massenfertigung ausgelegt, das heißt, es besteht ein großer Gleichteilanteil, der die Ersatzteilhaltung minimiert, und es basiert auf einer extrem wartungsfreundlichen und leicht instandsetzbaren Konstruktion. So lässt sich beispielsweise der interne Antriebsstrang bei Ausfall eines Motors unkompliziert – durch das Herausziehen einer Schublade – nach vorne hin demontieren und schnell durch einen kompletten neuen Strang ersetzen. Während der Revolver und damit die Maschine nach 30 Minuten wieder einsatzfähig ist, erfolgt die Diagnose und Reparatur des defekten Bauteils zeitunkritisch im Lieferantenwerk.

### Elementare Vorteile

Das mancherorts als ›eiserne Jungfrau‹ verschrieene Maschinenkonzept hat mit dem Einsatz von ausschließlich Spindelreihenrevolvern seinen ursprünglichen Schrecken verloren. Zwar werden die Werkzeuge nach wie vor manuell gewechselt, aber eben außerhalb des Arbeitsraums. Die Gefahr der gegenüberliegenden Werkzeuge ist somit gebannt, und

auch der ›gelbe Friesennerz‹ zum Eintritt in den – zumindest bei Nassbearbeitung – gern als Tropfsteinhöhle titulierte Arbeitsraum gehört der Vergangenheit an.

Trotzdem bleibt die freie und unmittelbare Beobachtung (und Kontrolle) des Zerspanungsprozesses von vorne durch den Anwender durch die schon bekannte große Panoramascheibe erhalten. Weiterhin ist es trotz der vierspindligen Bearbeitung gelungen, eine äußerst kompakte Standardautomatisierung zu entwickeln (Bild 2). Diese besteht aus einem oben stauenden Palettenförderband, sodass auf engstem Raum vor und nach der Bearbeitungsmaschine eine entkoppelnde Speicherstrecke entsteht (Pausenüberbrückung). Zudem sind so selbst bei Einsatz zweier Maschinen, beispielsweise für zwei verschiedene Spannlagern, diese automatisch voneinander entkoppelt.

Das automatisierte Be- und Entladen aus und in die Spannvorrichtung der Maschine erfolgt mit einem recht einfachen 2-Achs-Lader, der mithilfe eines Vierfach-Doppelgreifers zunächst vier Fertigteile aus der Spannvorrichtung entnimmt und nach einer Drehung von 90 bis 180° vier neue Rohteile in die Spannvorrichtung einlegt. Dieser Be- und Entladevorgang kann wahlweise von unten (Spannvorrichtung oben) oder von oben herab (Spannvorrichtung unten) erfolgen, je nachdem, was besser

funktioniert. Die Leerpaletten werden hängend im Untertrum der Förderkette zum Ausgangspunkt zurücktransportiert.

### Platzsparend und gute Zugänglichkeit zur Maschine

Um Platz zu sparen, ist das Stauförderband direkt an der Frontseite der Maschine angeordnet. Der Betreiber der Anlage wiederum befindet sich vor dem Stauförderband und widmet sich seiner einzigen Aufgabe, dem Belegen der Paletten mit Rohteilen sowie der Entnahme der Fertigteile zum Prozessende.

Ein Zugang zum Arbeitsraum ist im Normalfall nicht mehr erforderlich. Sollten trotzdem Werkstücke händisch aus der Spannvorrichtung entnommen oder eingelegt werden müssen, etwa bei Störung oder im Zuge der Inbetriebnahme, lässt sich das gesamte Stauförderband sehr einfach circa 1 m von der Maschine wegziehen, optional auch mit pneumatischer Unterstützung. Der erforderliche Platz hierfür steht in der Regel bereit, handelt es sich im Produktionsbetrieb doch um den Aufenthaltsort des Betreibers mit den Roh- und Fertigteilkisten.

### Fazit

Mit dem Einsatz des Spindelreihenrevolvers ist es Elha mit tatkräftiger Unterstützung der Firma Sauter erstmalig gelungen, die Grenzen des Transferzentrums deutlich hin zu einer flexiblen Fertigungsmöglichkeit für die Massenproduktion weiterzuentwickeln. Die wesentlichen Aspekte dabei sind:

- Verdoppelung der Anzahl unterschiedlicher Werkzeuge
- Werkzeugwechsel nun elegant außerhalb des Arbeitsraums
- Minimierung der Fahrwege von Spindel zu Spindel
- kaum noch Kollisionsbetrachtungen erforderlich
- äußerst kompakte, platzsparende Automatisierung. ■ → **WB110977**

**Meinolf Wolke** ist Teamleiter Vertrieb des Geschäftsbereichs Fertigungsmodul bei Elha in Hövelhof  
[meinolf.wolke@elha.de](mailto:meinolf.wolke@elha.de)