

U. Heisel, S. Stephan, Stuttgart, und G. Gugenberger, Graz

Kapazitive Auslastung von FFS

Erfahrungen eines Automobilzulieferers

Tendenziell rückläufige, schwankende Auftragszahlen und eingeschränkte Möglichkeiten zur Beschaffung von Ersatzaufträgen sind für die meisten FFS-Anwender eine große Herausforderung. In diesem Beitrag werden sechs Arbeits- und Personaleinsatzlösungen und deren Effizienz diskutiert. Es wird gezeigt, daß auch bei schwankendem Gesamtnutzungsgrad der FFS-Verbund zur Erfüllung der strategischen Forderungen nach Stückzahlflexibilität, Termintreue, kurzen Durchlaufzeiten und montage-synchroner Fertigung sinnvoll ist.

Capacitive utilization of flexible production systems (FPS). *Experiences of an automotive subcontractor. Orders with a tendency to fluctuate and to recede, and restricted possibilities to acquire replacement orders, are a challenge for most users of FPS. In this article, six field solutions for work and for personnel as well their efficiency are discussed. It is demonstrated that the combined FPS makes sense even with a fluctuating degree of overall utilization to meet the strategic requirements with regard to a flexibility of piece numbers, a reasonable keeping of schedules, brief throughput times and a production in synchronism with assembly.*

Eine im Jahre 1992 vom Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart (IfW) durchgeführte Studie bei 38 FFS-Anwendern ergab, daß bei vergleichbaren FFS unterschiedliche Nutzungsgrade aus der Zweckmäßigkeit der Arbeitsorganisation und des Personaleinsatzes resultierten [1]. In Abhängigkeit vom Einsatztyp wurden die Möglichkeiten und der Aufwand zur Vermeidung oder Begrenzung von Nutzungsgradrückgängen infolge von Auftragsmangel sehr unterschiedlich bewertet. Als besonders kritisch deutete sich der Typ Großserien-FFS an [2, 3]. Dieser ist gekennzeichnet durch die Forderung nach Mengenflexibilität, d.h. wirtschaftlicher Bearbeitung eines kleinen Werkstückspektrums bei variierenden Stückzahlen ohne Umrüstbedarf.

In der Fahrzeugindustrie werden jedoch häufig die planungsseitig angenommenen unteren Auslastungsgrenzen der FFS unterschritten. In Krisenzeiten ist einerseits die Beschaffung von Ersatz- bzw. Ergänzungsaufträgen sehr schwierig und andererseits ist die Stückzahlflexibilität laufender Aufträge zu sichern. Arbeitsorganisation und Personaleinsatz müssen deshalb in erhöhtem Maße auslastungsabhängig flexibel sein.

Entwicklung der Auftragslage

Ein gewichtiges Betätigungsfeld der Steyr-Daimler-Puch Fahrzeugtechnik GmbH (SFT) in Graz ist die Produktion von Getrieben und Antriebssträngen in

der Sparte Komponentenfertigung. Diese Garnituren sind überwiegend für allradgetriebene Fahrzeuge bestimmt. Da nur 3 bis 5% eines Automodells als Allradversion gebaut werden, geben die meisten Automobilhersteller die relativ geringen Jahresstückzahlen in Lohnfertigung. Bedeutende Komponenten-Großkunden von SFT sind u.a. Chrysler, Volkswagen, Fiat, Mercedes-Benz und Opel. Schwankende Absatzzahlen der Automobilhersteller wirken sich für SFT direkt über die laufenden Stückzahlabrufe und über die variierenden Jahresstückzahlen aus. Dieses Abhängigkeitsverhältnis spiegelt sich in der Entwicklung der durchschnittlich pro Tag zu montierenden Garnituren (A-E) wider (Bild 1). Diese Garnituren setzen sich aus Vorder- und Hinterradgetrieben, Schaltgetrieben und der regelbaren Viscomatic-Kupplung zusammen.

Der ursprüngliche FFS-Gedanke entstand bei der Investitionsplanung für die Garnitur A. Deren prognostizierte Jahresstückzahl hätte die Auslastung von acht Bearbeitungszentren (BAZ) mit durchschnittlich 240 Stück pro Tag und nach Stückzahlkorrekturen während der FFS-Installationsphase von sechs BAZ gesichert [4, 5]. Des weiteren wurde der FFS-Verbund für die stückzahlträchtigen Teile der Garnituren B und C ausgelegt. Die bearbeitungsintensivste Garnitur E, d.h. die Viscomatic, wird in so niedrigen Jahresstückzahlen gefertigt, daß die durchschnittlichen Tagesstückzahlen kleiner als eins sein können. Die Garnitur D gehört zu einem Auslaufmo-

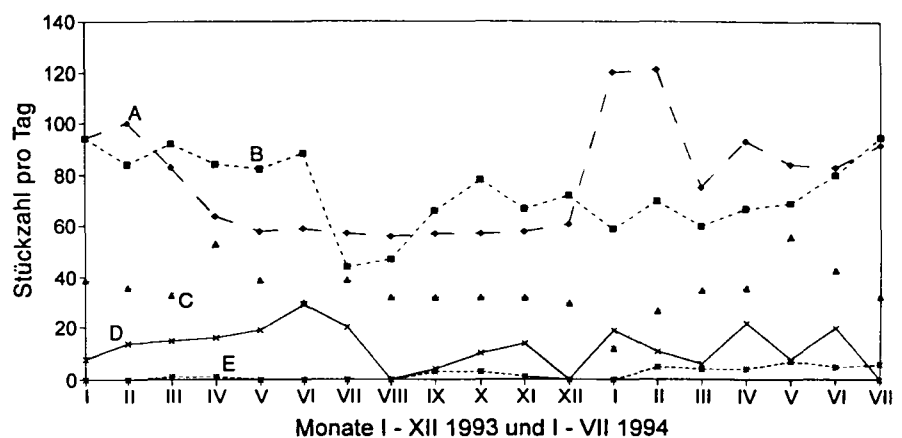


Bild 1. Durchschnittliche Anzahl der pro Tag zu montierenden Garnituren A-E

dell. Die insgesamt 24 verschiedenen Teile der Garnituren A–E werden montagesynchron im FFS-Verbund gefertigt. Der Bearbeitungsaufwand pro Garnitur variiert zwischen 27,6 und 110 Minuten.

Die kapazitive Auslastung des FFS-Verbundes konnte durch das Zurückholen einer Auswärtsvergabe geringfügig erhöht werden.

Konfiguration des FFS-Verbundes

Derzeit stehen in der Gehäusefertigung drei FFS zu je vier BAZ (FFS 1–3) und ein viertes, bisher nicht vervollständigtes, FFS 4 mit nur einem BAZ zur Verfügung (Bild 3). Jedes dieser FFS besteht aus sich ersetzenden BAZ (Paletten 630 × 630 mm). Die Werkzeugspeicher der BAZ besitzen jeweils 120 Plätze. Die Transportsysteme umfassen pro FFS 14 Paletten und zwei Spannplätze. Jeweils zwei der FFS steuert ein zentraler Leitreechner.

Alle FFS sind räumlich, auftragsseitig, organisatorisch und personell zusammengefaßt. Dieser FFS-Verbund wird durch zwei Durchlaufwaschmaschinen (W) mit Abpreßbecken zur Dichtheitsprüfung, Meßautomaten (M), Werkzeuglager mit Werkzeugvoreinstellung (V) und Leitstand (L) ergänzt. Die Handentgratplätze sind neben den Spannplätzen (S) angeordnet.

Infolge hoher Jahresstückzahlen und kontinuierlicher Lieferabrufe sind bei normaler Auslastung fast alle Teile täglich im stückzahlvariablen Mix zu fertigen. Die Teile wurden deshalb für einen Zeitraum von durchschnittlich ein bis zwei Jahren auf die einzelnen BAZ fest aufgeplant; alle werkstück- und aufspannungsspezifischen Vorrichtungen und Werkzeugsätze sind permanent in den FFS verfügbar.

Infolge des zum Teil geringen Kapazitätsbedarfs empfahl es sich, den Anteil der sich werkzeugseitig ersetzenden BAZ zu erhöhen. Ohne die Anzahl der kostenintensiven Vorrichtungen zu verändern, stieg dadurch die Stückzahlflexibilität und sank das Risiko des Produktionsausfalls bei BAZ-Störungen.

Entwicklung des Gesamtnutzungsgrades

Der Gesamtnutzungsgrad N_{GS} gibt laut VDI-Richtlinie 3423 [6] die Effektivität der Nutzung als Verhältnis von Nutzungszeit T_{NS} und Belegungszeit T_{BS} an:

Gesamtnutzungsgrad System N_{GS}

$$N_{GS} = T_{NS} : T_{BS} \times 100\% \quad (1)$$

Das Unternehmen geht bei seiner monatlichen Ermittlung des Nutzungsgrades des FFS-Verbundes von der strengen Definition der Belegungszeit aus. Berechnungsgrundlage bildet die bei der Investitionsplanung zugrunde gelegte Soll-Belegungszeit $T_{BV-soll}$ und nicht die auslastungsabhängige Ist-Belegungszeit T_{BV-ist} . Die Nutzungszeit T_{NV} beruht auf der mittels MDE erfaßten Programmlaufzeit der einzelnen BAZ. Die Zeit für den maschineninternen Palettenwechsel wird als Korrekturfaktor ($p = 5\%$) addiert:

Gesamtnutzungsgrad FFS-Verbund N_{GV}

$$N_{GV} = (T_{NV} : T_{BV-soll} \times 100\%) + p \quad (2)$$

Die Entwicklung des Nutzungsgrades N_{GV} steht in mittelbarem Zusammenhang mit den schwankenden und bis Mitte Mai 1994 tendenziell rückläufigen Stückzahlen (Bild 2). Die niedrigste Auslastung war im Juli 1993 mit 38%

gegeben – hier wurde infolge fehlender Aufträge eine zusätzliche Woche Betriebsurlaub gemacht. SFT behielt im Gegensatz zu den meisten FFS-Anwendern mit Auslastungsproblemen die dreischichtige Soll-Belegungszeit $T_{BV-soll}$ auch während der Phasen nur zweischichtigen Systemeinsatzes bei.

Die Detailuntersuchung der Ausfallursachen ergab, daß andere Ausfallzeiten als durch fehlende Aufträge verhältnismäßig gering waren. Vereinfachend wird deshalb der Nutzungsgrad des FFS-Verbundes als Ausdruck der kapazitiven Auslastung verwendet. In Abhängigkeit vom Auftragsmix und von den Stückzahlabrufen waren einzelne BAZ dreischichtig ausgelastet, z. B. BAZ 1, und andere stunden- oder gar schichtweise nicht in Betrieb, z. B. BAZ 13 mit Viscomatic (Bild 2).

Arbeitsorganisations- und Personaleinsatzlösungen

Bei FFS, deren primäres Einsatzziel die Mengenflexibilität ist, kann die kapazitive Systemauslastung mittel- und langfristig schwanken. Effiziente Arbeitsorganisations- und Personaleinsatzlösungen müssen daran anpaßt, d. h. auslastungsabhängig flexibel sein. SFT berücksichtigte deshalb bereits bei der dynamischen Kostenvergleichsrechnung, daß die Anzahl der Spanner ausbringungsabhängig ist [4].

Die unerwartet drastischen Auslastungsschwankungen seit 1993 hatten zur Folge, daß bedarfsabhängig sechs verschiedene Arbeits- und Personaleinsatzlösungen (L1–L6) zum Einsatz kamen. Bei deren Gestaltung wurde davon ausgegangen, daß eine hohe Effizienz nur durch einen komplexen Verantwortungsbereich mit einer teilautonomen Gruppe erreichbar ist. Bewußt wurde auf eine aufgaben- und qualifikationsseitig homogene Systemmannschaft verzichtet. Gründe dafür waren der hohe Anteil an Aufgaben mit niedrigen und mittleren Qualifikationsanforderungen sowie deren starke räumliche und zeitliche Arbeitsplatzbindung (z. B. Spannen, Entgraten, Waschen).

Nachfolgend werden die einzelnen Arbeitsorganisations- und Personaleinsatzlösungen vorgestellt. Die effizienteste Lösung L6 veranschaulicht Bild 3.

Die Lösung L1 mit insgesamt 32 Mitarbeitern entsprach einer dreischichtigen Auslastung ($N_{GV} = 65\%$). Durch den hohen Spannaufwand mußten je FFS ein Spanner (A) und zwischen den FFS 2 und 3 ein Springer (A*) zur bedarfsweisen Unterstützung des Span-

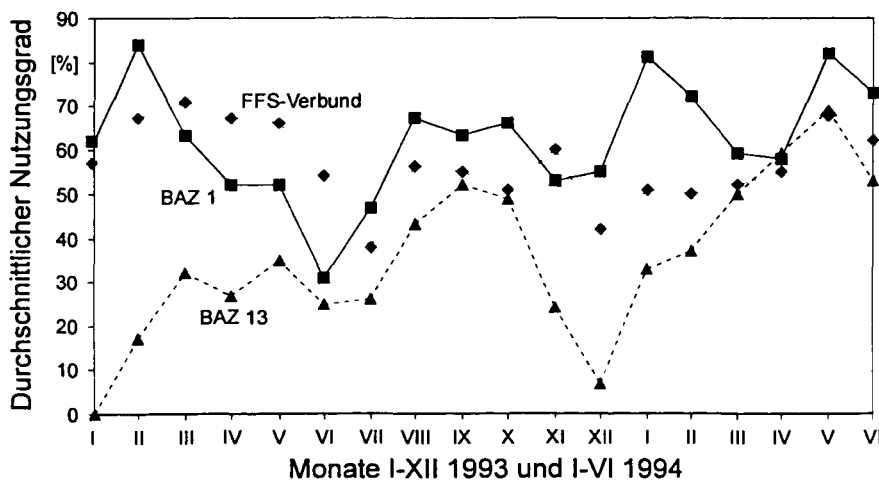


Bild 2. Gesamtnutzungsgrad des FFS-Verbundes (N_{GV}) und ausgewählter BAZ (N_G)

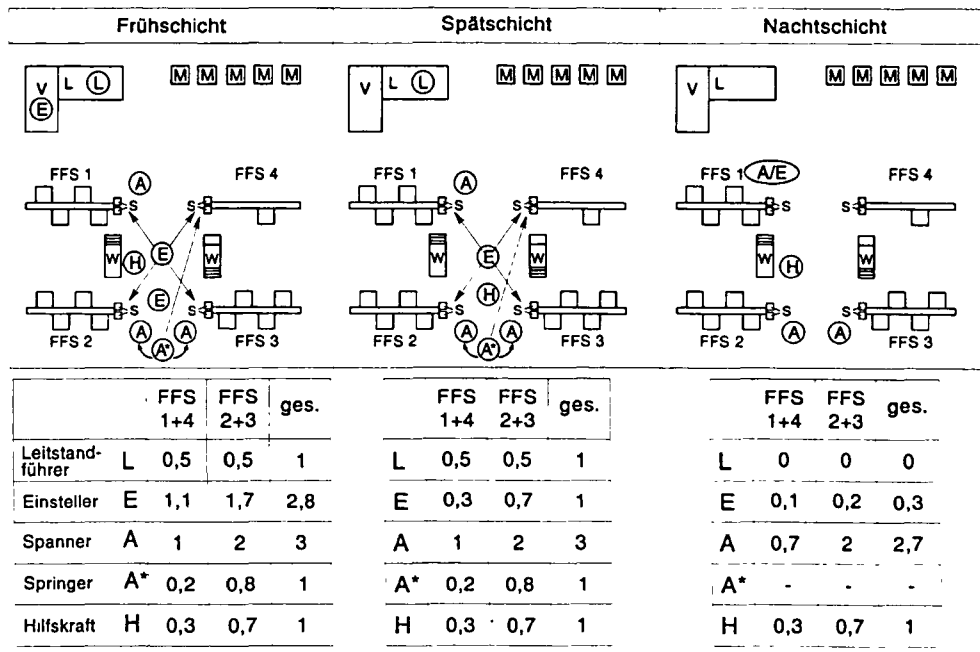


Bild 3. Arbeits- und Personalauslastung L6

nens und stichprobenhaften Prüfens eingesetzt werden. Pro Schicht war je ein Einsteller (E) für die Werkzeugversorgung und Prozesssicherheit von zwei FFS (FFS1 + 4, FFS 2 + 3) verantwortlich. In der Früh- und Spätschicht unterstützte sie ein weiterer Einsteller bei der Aufbereitung der Wendeschneidplatten und Voreinstellung der Werkzeuge. Zwei Hilfskräfte (H) sorgten für das Entgraten, Beschicken der Waschmaschinen, Prüfen der Dichtheit und den Teiletransport. Die Leitstandsführer (L) mußten über drei Schichten anwesend sein und bedarfsweise bei der Werkzeugversorgung mithelfen. Infolge der sich verschlechternden Auslastung ($N_{GV} = 52\%$) reduzierte der verantwortliche Meister bei der Arbeits- und Personaleinsatzlösung L2 die Anzahl der Spanner um den Springer. Wie bereits bei guter Auftragslage mußte der Spanner vom FFS 4 bedarfsweise am gegenüberliegenden FFS 1 helfen. Der geringere Bedarf an aufzubereitenden und voreinzustellenden Werkzeugen ließ eine Konzentration auf die Frühschicht und die Übernahme durch die Einsteller an den FFS zu. Die Personalkapazität betrug somit nur noch 25 Mitarbeiter. Lösung L3 mit 22 Mitarbeitern war bis Ende 1993 zweckmäßig. Trotz schlechter Auslastung ($N_{GV} = 49\%$) blieb der dreischichtige Betrieb einzelner BAZ notwendig. Am FFS 4 wurde nur noch phasenweise ein Spanner benötigt. Deshalb wurde dessen Aufgabe den verbleibenden zwei Spannern übertragen. Die Anzahl der Hilfskräfte blieb unverändert, weil sie das niedrigste Entgelt erhalten und verstärkt die Spanner unterstützen konnten. Die geteilte Personalkapazität

eines Einstellers resultiert aus der Zusammenlegung mehrerer dezentraler Werkzeuglager und -voreinstellungen an das FFS. Dieser Einsteller wird zu 20 % seiner Arbeitszeit durch Aufgaben für andere Bereiche ausgelastet.

Zu Beginn des Jahres 1994 mußte angesichts der weiterhin ungünstigen Auftragslage ($N_{GV} = 51\%$) die Lösung L4 umgesetzt werden. Hierbei wurden möglichst viele Aufgaben und Mitarbeiter auf die Frühschicht konzentriert. Als vorteilhaft erwies sich hier die Rückstufung eines Leitstandsführers auf einen Einsteller und die eines Einstellers auf einen Spanner. Das qualifizierteste Systempersonal mit einer hohen Einsatzflexibilität blieb dadurch im FFS-Verantwortungsbereich verfügbar. Für die Garnituren A und E erhöhten sich kurzfri-

stig die Stückzahlen sehr stark und bedingten mehr Spannaufwand. Die Anzahl der Spanner und Springer stieg deshalb wieder an. Zum Reinigen der Teile reichte gerade die Kapazität einer Waschmaschine aus. Eine Hilfskraft ließ sich folglich freisetzen. Dafür mußten die Spanner verstärkt die Teile selbst entgraten. Zugleich übernahm ein als Spanner zurückgestufter Einsteller bei Bedarf in der Nachtschicht die Werkzeugversorgung. Die Stärke der Systemgruppe betrug 21,8 Mitarbeiter. Die Personalkosten stiegen dadurch um 5 %.

Zwischen Mitte Februar bis Mitte Mai 1994 (13 Wochen) führte die Kombination von Mengenbedarf und garniturspezifischen Stückzahlabrufen zu einer Streichung der Nachtschicht und einer weiteren Personalreduzierung bis

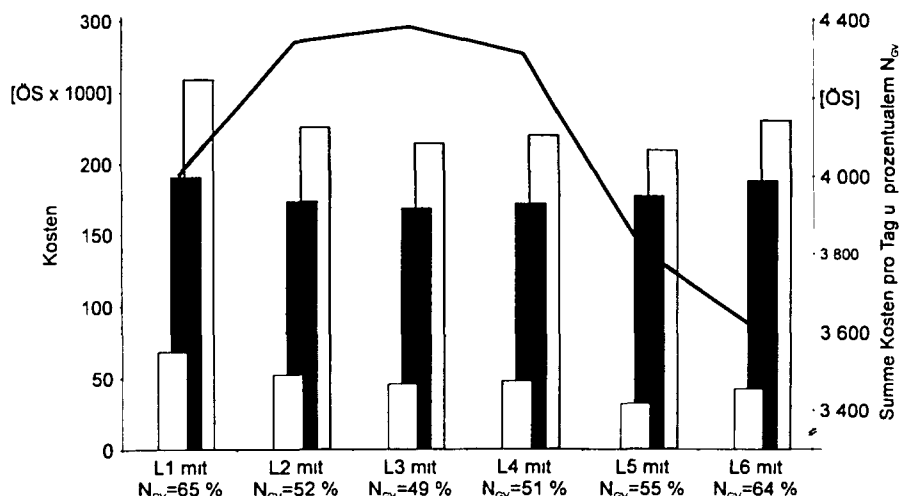


Bild 4. Kennzahlen der Arbeits- und Personalauslastungen L1-L6 (— Summe Kosten pro Tag und prozentualem N_{GV} , □ Personalkosten pro Tag, ■ proportionale und fixe Kosten pro Tag ohne Personal, □ Summe Kosten pro Tag)

Tabelle 1. Effizienz der realisierten Arbeits- und Personaleinsatzlösungen

	L 1 (KW 1-22)	L 2 (KW 23-44)	L 3 (KW 45-52)	L 4 (KW 1-6)	L 5 (KW 7-19)	L 6 (KW 20-26)
Schichtanzahl	3	3	3	3	2	3
N _{GV} in %	65	52	49	51	55	64
Anzahl Mitarbeiter	32	25	22	21,8	14,2	19,8
Personalkosten pro Tag in ÖS	68.300	52.400	45.800	48.100	32.100	42.600
proportionale und fixe Kosten (ohne Personal) in ÖS	190.400	173.300	168.800	171.800	177.400	188.600
Summe Kosten pro Tag in ÖS	258.700	225.700	214.600	219.900	209.500	231.200
Summe Kosten pro Tag und prozentualem N _{GV} in ÖS	3.980	4.340	4.379	4.312	3.809	3.612

auf 14,8 Mitarbeiter (Lösung 5). Der durchschnittliche Gesamtnutzungsgrad N_{GV} betrug 55%. Die nicht benötigten Mitarbeiter wurden in andere Bereiche verliehen oder erhielten sogenannte Aussetzverträge, d.h., sie wurden über einen bestimmten Zeitraum freigestellt.

Seit Mitte Mai 1994 zeigen sich Tendenzen zur Normalisierung der Auftragslage (vgl. Bild 1). Neben der kapazitiv notwendigen dritten Schicht mußte die nun zu entwickelnde Arbeits- und Personaleinsatzlösung 6 besonders flexibel auf kurzfristige Auslastungsschwankungen reagieren können. Durch die Rücküberstellung aus anderen Bereichen und durch die frühzeitige Auflösung der Aussetzverträge stand qualifiziertes Personal innerhalb weniger Tage zur Verfügung. Wie aus Bild 3 ersichtlich, wurde besonderes Augenmerk auf eine hohe Einsatzflexibilität des Systempersonals innerhalb der Schichten gelegt. Der Einsatzbereich des Springers mit der Hauptaufgabe Spannen beschränkt sich z.B. nicht mehr auf die FFS 2+3. Infolge der nur teilweisen Auslastung des Einstellers für die FFS 1+2 steht dieser anteilmäßig auch zur Unterstützung der Werkzeugversorgung an den anderen FFS zur Verfügung. In der Nachtschicht übernimmt der nicht voll ausgelastete Aufspanner des FFS 1 die notwendigen Einstelltätigkeiten. Aufgrund der guten Erfahrungen mit der nur zweischichtigen Anwesenheit von Leitstandführern in der Lösung L4 wurde vorerst auf den Einsatz eines Leitstandführers in der dritten Schicht verzichtet.

Der FFS-Verbund ist auch bei schlechter Auftragslage sinnvoll

Tendenziell rückläufige und stark schwankende Stückzahlen fordern von

den FFS-Anwendern in Abhängigkeit vom konkreten Einsatztyp ihres Systems, Werkstattintegration und Unternehmensstruktur unterschiedliche arbeitsorganisatorische und personelle Anpassungsmaßnahmen. Dabei ist zu beachten, daß auslastungsabhängige Arbeits- und Personaleinsatzlösungen von den Vorgesetzten ein hohes soziales Verantwortungsbewußtsein und Führungsgeschick verlangen. Zugleich müssen mit Weitsicht der Verlust, Erhalt und Wiedergewinnungsaufwand von qualifiziertem Systempersonal sowie der gegebenenfalls erforderliche Einarbeitungsaufwand abgeschätzt werden.

Das Unternehmen SFT stand vor der Aufgabe, trotz nicht ausgleichbarer Nutzungsgradschwankungen die Wünsche der Automobilhersteller mit vertretbarem organisatorischen und personellen Aufwand zu befriedigen. In Abhängigkeit von den garniturspezifisch unterschiedlichen Stückzahlenschwankungen wurden seit Januar 1993 sechs verschiedene Arbeits- und Personaleinsatzlösungen realisiert. Dem verantwortlichen Meister gelang es, durch die realistische Bestimmung der mittelfristig erforderlichen Personalbedarfe und Schichten sowie durch die zweckmäßige Neudefinition und Umverteilung der Arbeitsaufgaben die Personalkosten pro Nutzungsgrad N_{GV} zu senken (Tabelle 1, Bild 4).

Die Diskussion dieser Ergebnisse bestätigte, daß die Reduzierung der Schichtanzahl für ein FFS oft als ein Imageverlust angesehen und deshalb eher verzögert wird. Der befürchtete Verlust von höher qualifizierten FFS-Mitarbeitern trat nicht ein. Motivationsverluste oder Spannungen beim FFS-Personal ließen sich durch das Freiwilligkeitsprinzip bei den Aussetzverträgen und den betriebsinternen Umsetzungen vermeiden.

Abschließend ist für das Unternehmen SFT festzustellen, daß sich auch in einer schwierigen Auftragslage der Einsatz des FFS-Verbundes als sinnvoll erwies. Vor allem die strategischen Forderungen nach Stückzahlflexibilität, guter Termintreue, kurzen Durchlaufzeiten durch Komplettbearbeitung im FFS-Verbund und nach montagesynchroner Fertigung wurden mit angemessenem Aufwand erfüllt.

Literatur

- 1 Hammer, H.: Verfügbarkeitsanalyse von flexiblen Fertigungssystemen. In: FTK'91 - Fertigungstechnisches Kolloquium: schriftliche Fassung der Vorträge. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1991. S. 59 - 67
- 2 Heisel, U.; Stephan, S.: Nutzungsgrade flexibler Fertigungssysteme - Arbeitsorganisatorische Einflußmöglichkeiten bei veränderter Auftragslage. wt 83 (1993) 4. S. 66-69
- 3 Stephan, S.: Flexible Fertigungssysteme mit Großseriencharakter. - In: 2. FhG-IAO-Forum Kundenorientierte Produktion - Wettbewerbsfaktor Arbeitsorganisation. 12. u. 13. Mai 1993, Stuttgart. S. 173-198
- 4 Gugenberger, G.: FFS - Erfahrungen aus der Serienfertigung. - In: 2. FhG-IAO-Forum Kundenorientierte Produktion - Wettbewerbsfaktor Arbeitsorganisation. 12. u. 13. Mai 1993, Stuttgart. S. 199-221
- 5 Merkel, P.: Weg von der Linie - Komplettbearbeitung: Umstellung auf Zellen. Industrie Anzeiger 114 (1992) 7. S. 54-56
- 6 VDI-Richtlinie 3423: Auslastungsermittlung für Maschinen und Anlagen. Beuth Verlag, Berlin 1991

Die Autoren dieses Beitrags

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Uwe Heisel ist Leiter des Lehrstuhls und Instituts für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart.

Dipl.-Ing. Sabine Stephan ist Doktorandin an der Universität Stuttgart, Fakultät Konstruktions- und Fertigungstechnik.

Dipl.-Ing. Gerhard Gugenberger ist Leiter Logistik Komponenten bei der Steyr-Daimler-Puch Fahrzeugtechnik GmbH, Graz.

(12385)