



Forschung und Praxis

Band 233

Berichte aus dem
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung (IPA), Stuttgart,
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation (IAO), Stuttgart,
Institut für Industrielle Fertigung und
Fabrikbetrieb der Universität Stuttgart und
Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement, Universität Stuttgart

Herausgeber: H. J. Warnecke und H.-J. Bullinger

Springer

Berlin

Heidelberg

New York

Barcelona

Budapest

Hongkong

London

Mailand

Paris

Santa Clara

Singapur

Tokio

Sabine Stephan

Typologie zur systematischen Gestaltung der Arbeitsorganisation für Flexible Fertigungssysteme

Mit 39 Abbildungen und 63 Tabellen



Springer

Dr.-Ing. Sabine Stephan

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Dr.-Ing. E. h. H. J. Warnecke

o. Professor an der Universität Stuttgart

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. H.-J. Bullinger

o. Professor an der Universität Stuttgart

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart

D 93

ISBN 978-3-540-61465-4

ISBN 978-3-662-00978-9 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-00978-9

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils gültigen Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1996.

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1996

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Gesamtherstellung: Copydruck GmbH, Heimsheim

SPIN 10543157

62/3020-6543210

Geleitwort der Herausgeber

Über den Erfolg und das Bestehen von Unternehmen in einer marktwirtschaftlichen Ordnung entscheidet letztendlich der Absatzmarkt. Das bedeutet, möglichst frühzeitig absatzmarktorientierte Anforderungen sowie deren Veränderungen zu erkennen und darauf zu reagieren.

Neue Technologien und Werkstoffe ermöglichen neue Produkte und eröffnen neue Märkte. Die neuen Produktions- und Informationstechnologien verwandeln signifikant und nachhaltig unsere industrielle Arbeitswelt. Politische und gesellschaftliche Veränderungen signalisieren und begleiten dabei einen Wertewandel, der auch in unseren Industriebetrieben deutlichen Niederschlag findet.

Die Aufgaben des Produktionsmanagements sind vielfältiger und anspruchsvoller geworden. Die Integration des europäischen Marktes, die Globalisierung vieler Industrien, die zunehmende Innovationsgeschwindigkeit, die Entwicklung zur Freizeitgesellschaft und die übergreifenden ökologischen und sozialen Probleme, zu deren Lösung die Wirtschaft ihren Beitrag leisten muß, erfordern von den Führungskräften erweiterte Perspektiven und Antworten, die über den Fokus traditionellen Produktionsmanagements deutlich hinausgehen.

Neue Formen der Arbeitsorganisation im indirekten und direkten Bereich sind heute schon feste Bestandteile innovativer Unternehmen. Die Entkopplung der Arbeitszeit von der Betriebszeit, integrierte Planungsansätze sowie der Aufbau dezentraler Strukturen sind nur einige der Konzepte, die die aktuellen Entwicklungsrichtungen kennzeichnen. Erfreulich ist der Trend, immer mehr den Menschen in den Mittelpunkt der Arbeitsgestaltung zu stellen - die traditionell eher technokratisch akzentuierten Ansätze weichen einer stärkeren Human- und Organisationsorientierung. Qualifizierungsprogramme, Training und andere Formen der Mitarbeiterentwicklung gewinnen als Differenzierungsmerkmal und als Zukunftsinvestition in *Human Resources* an strategischer Bedeutung.

Von wissenschaftlicher Seite muß dieses Bemühen durch die Entwicklung von Methoden und Vorgehensweisen zur systematischen Analyse und Verbesserung des Systems Produktionsbetrieb einschließlich der erforderlichen Dienstleistungsfunktionen unterstützt werden. Die Ingenieure sind hier gefordert, in enger Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen, z.B. der Informatik, der Wirtschaftswissenschaften und der Arbeitswissenschaft, Lösungen zu erarbeiten, die den veränderten Randbedingungen Rechnung tragen.

Die von den Herausgebern geleiteten Institute, das

- Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb der Universität Stuttgart (IFF),
- Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT)
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA),
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)

arbeiten in grundlegender und angewandter Forschung intensiv an den oben aufgezeigten Entwicklungen mit. Die Ausstattung der Labors und die Qualifikation der Mitarbeiter haben bereits in der Vergangenheit zu Forschungsergebnissen geführt, die für die Praxis von großem Wert waren. Zur Umsetzung gewonnener Erkenntnisse wird die Schriftenreihe "IPA-IAO - Forschung und Praxis" herausgegeben. Der vorliegende Band setzt diese Reihe fort. Eine Übersicht über bisher erschienene Titel wird am Schluß dieses Buches gegeben.

Dem Verfasser sei für die geleistete Arbeit gedankt, dem Springer-Verlag für die Aufnahme dieser Schriftenreihe in seine Angebotspalette und der Druckerei für saubere und zügige Ausführung. Möge das Buch von der Fachwelt gut aufgenommen werden.

H.J. Warnecke H.-J. Bullinger

Vorwort der Autorin

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als Gastwissenschaftlerin am Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart und als Doktorandin der Fakultät Konstruktions- und Fertigungstechnik der Universität Stuttgart.

Herrn Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. e. h. Dr. h. c. H.-J. Bullinger, Leiter des Instituts für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) der Universität Stuttgart und des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), gilt für die wissenschaftliche Unterstützung und die großzügige Förderung meiner Arbeit mein besonderer Dank.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. U. Heisel, Leiter des Instituts für Werkzeugmaschinen (IfW) der Universität Stuttgart, danke ich herzlich für die wohlwollende Förderung, insbesondere für die Vermittlung wertvoller Industriekontakte und die Übernahme des Mitberichtes.

Die Befragung der Anwender von Flexiblen Fertigungssystemen (FFS) wurde mit freundlicher Unterstützung des Vereins Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e. V. durchgeführt. Den beteiligten Firmen sei an dieser Stelle nochmals gedankt. Herrn Dipl.-Ing. G. Gugenberger von der Steyr-Daimler-Puch Fahrzeugtechnik AG Graz gebürt mein besonderer Dank für den Ersteininsatz des entwickelten Instrumentariums und die sich daraus ergebenden praxisorientierten Hinweise.

Darüber hinaus danke ich rückblickend meinen Kolleginnen und Kollegen vom Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO). Persönlich bin ich Herrn Dipl.-Ing. J. Fuhrberg-Baumann für seine freundliche Starthilfe im Westen Deutschlands verbunden. Herrn Dr.-Ing. H. Schaal und Herrn Dr. rer. nat. M. Rieger danke ich aufrichtig für die eingehende Durchsicht meiner Arbeit und für die konstruktiven Hinweise. Ebenso danke ich den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Institutes für Werkzeugmaschinen (IfW) für die vielfältige Unterstützung meiner Arbeit. Herrn Dipl.-Ing. M. Lutz danke ich herzlich für seine offene Diskussionsbereitschaft und die wertvollen Anregungen zum Thema.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern und meinem Freund Gerhard. Durch ihr großes Verständnis, ihre Ermutigung und engagierte Unterstützung haben sie entscheidend zum erfolgreichen Abschluß dieser Arbeit beigetragen.

Graz, April 1996

Sabine Stephan

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
0	Formelzeichen und Abkürzungen	12
1	Einleitung	15
2	Aufgabenstellung	17
2.1	Begriffsbestimmung	17
2.2	Empirische Untersuchungen und Erfahrungsberichte	19
2.2.1	Breitenerhebung	19
2.2.2	Auftrags- und Werkstückspezifik und deren Dynamik	20
2.2.3	Auslegung der FFS-Verantwortungsbereiche	21
2.2.4	FFS-Einsatzzeiten und Systemnutzungsgrad	23
2.2.5	Arbeitsorganisation und Personaleinsatz	24
2.3	Vorhandene, theoretisch-methodische Arbeiten	26
2.4	Zielsetzung und Vorgehensweise	31
3	Typologie zur Beschreibung des FFS-Einsatzes	35
3.1	Definition der Teilaufgaben	35
3.2	Bestimmung der typologischen Merkmale	36
3.3	Analyse der typologischen Merkmale und ihrer Auswirkungen	37
3.3.1	Merkmal A: Kundenauftrag	37
3.3.2	Merkmal B: Fertigungsauftrag	39
3.3.3	Merkmal C: Fertigungsart	41
3.3.4	Merkmal D: Mengenabhängigkeit	43
3.3.5	Merkmal E: Werkstückgröße	45
3.4	Aufbau des typologischen Grundmusters	47
3.5	Sachlogische Herleitung der FFS-Einsatztypen	48
4	Überprüfung und Dokumentation der FFS-Einsatztypen	52
4.1	Zusammenfassung der Überprüfungsergebnisse	52
4.2	FFS-Einsatztyp I	54
4.3	FFS-Einsatztyp II	54
4.4	FFS-Einsatztyp III	55
4.5	FFS-Einsatztyp IV	56

4.6	FFS-Einsatztyp V	57
4.7	Mischtyp II-III bzw. III-II	58
4.8	Mischtyp III-IV bzw. IV-III	59
4.9	Mischtyp IV-V bzw. V-IV	59
5	Gestaltung der Arbeitsorganisation und des Personaleinsatzes	61
5.1	Grundlagen der FFS-einsatztypspezifischen Gestaltungsvorschläge	61
5.1.1	Erläuterung der Gestaltungsgrößen und -merkmale	61
5.1.2	Ermittlung der nicht restriktiven, FFS-einsatztypspezifischen Systemgrößen	68
5.1.3	Ermittlung der FFS-einsatztypspezifischen Anforderungsprofile	69
5.2	Ermittlung der Gestaltungsvorschläge für FFS-Einsatztyp I	71
5.2.1	Charakterisierung der Systemarbeitsaufgabe	71
5.2.2	Schichtartdifferenzierter FFS-Einsatz	74
5.2.3	Auslegung des FFS-Verantwortungsbereiches	75
5.2.4	Arbeitsorganisation	77
5.2.5	Personaleinsatz	80
5.3	Ermittlung der Gestaltungsvorschläge für FFS-Einsatztyp II	83
5.3.1	Charakterisierung der Systemarbeitsaufgabe	83
5.3.2	Schichtartdifferenzierter FFS-Einsatz	86
5.3.3	Auslegung des FFS-Verantwortungsbereiches	86
5.3.4	Arbeitsorganisation	88
5.3.5	Personaleinsatz	91
5.4	Ermittlung der Gestaltungsvorschläge für FFS-Einsatztyp III	93
5.4.1	Charakterisierung der Systemarbeitsaufgabe	94
5.4.2	Schichtartdifferenzierter FFS-Einsatz	96
5.4.3	Auslegung des FFS-Verantwortungsbereiches	98
5.4.4	Arbeitsorganisation	100
5.4.5	Personaleinsatz	102
5.5	Ermittlung der Gestaltungsvorschläge für FFS-Einsatztyp IV	105
5.5.1	Charakterisierung der Systemarbeitsaufgabe	105
5.5.2	Schichtartdifferenzierter FFS-Einsatz	109
5.5.3	Auslegung des FFS-Verantwortungsbereiches	110
5.5.4	Arbeitsorganisation	112
5.5.5	Personaleinsatz	114
5.6	Ermittlung der Gestaltungsvorschläge für FFS-Einsatztyp V	117
5.6.1	Charakterisierung der Systemarbeitsaufgabe	117

5.6.2	Schichtartdifferenzierter FFS-Einsatz	119
5.6.3	Auslegung des FFS-Verantwortungsbereiches	120
5.6.4	Arbeitsorganisation	122
5.6.5	Personaleinsatz	123
5.7	Gestaltungshinweise für Mischtypen der FFS-Einsatztypen	125
5.8	Gestaltungshinweise für extreme FFS-Einsatztypen	126
5.9	Gestaltungshinweise für FFS mit restriktiven Systemgrößen	127
6	Empfehlungen zur Orientierungs- und Entscheidungshilfe	129
7	Exemplarische Anwendung des Instrumentariums - Fallbeispiel	131
8	Zusammenfassung und Ausblick	137
9	Literaturverzeichnis	139
10	Anhang	150
10.1	Erläuterung der Teilaufgaben (TA 1 bis 17)	150
10.2	Datenbasis zur Überprüfung der FFS-Einsatztypen	156
10.3	Dokumentation der FFS-Einsatztypen I bis V	158
10.4	Herleitung von Anforderungskriterien und -stufen	163
10.5	Detaillierte Gestaltungsvorschläge für FFS-Einsatztyp I	168
10.6	Detaillierte Gestaltungsvorschläge für FFS-Einsatztyp II	171
10.7	Detaillierte Gestaltungsvorschläge für FFS-Einsatztyp III	174
10.8	Detaillierte Gestaltungsvorschläge für FFS-Einsatztyp IV	177
10.9	Detaillierte Gestaltungsvorschläge für FFS-Einsatztyp V	180
10.10	Weitere Daten und Ergebnisse des Fallbeispiels	183

0 Formelzeichen und Abkürzungen

Zeichen	Einheit	Bedeutung
a		Spannplatz
A		Typologisches Merkmal: Kundenauftrag
A.a		Merkmalsausprägung: Bestellung innerhalb von Rahmenaufträgen
A.b		Merkmalsausprägung: Bestellung mittels Einzelaufträgen
AA		Arbeitsaufgabe
AFK		Anforderungskriterium
AFS		Anforderungsstufe
AV		Arbeitsvorbereitung
A*		Aufspanner/-in (Beschäftigtengruppe)
A* n		Fiktive/-r Aufspanner/-in
A*-S		Springer/-in für Aufspanner/-innen (Beschäftigtengruppe)
A* n-S		Fiktive/-r Springer/-in für Aufspanner/-innen
b		Leitstand
B		Typologisches Merkmal: Fertigungsauftrag
B.a		Merkmalsausprägung: Fertigung auf Bestellung innerhalb von Rahmenaufträgen
B.b		Merkmalsausprägung: Fertigung auf Bestellung mittels Einzelaufträgen
BAM		Bearbeitungsmaschine
BAZ		Bearbeitungszentrum
B*		Bediener/-in (Beschäftigtengruppe)
B* n		Fiktive/-r Bediener/-in
c		Werkzeuglager und -voreinstellung
C		Typologisches Merkmal: Fertigungsart
C.a		Merkmalsausprägung: Großserienfertigung
C.b		Merkmalsausprägung: Serienfertigung
C.c		Merkmalsausprägung: Einzel- und Kleinserienfertigung
C.d		Merkmalsausprägung: Einmalfertigung
CNC		Computer Numerical Control
d		Durchlaufwaschmaschine
D		Typologisches Merkmal: Mengenabhängigkeit
D.a		Merkmalsausprägung: Umfassende Mengenabhängigkeit
D.b		Merkmalsausprägung: Eingeschränkte Mengenabhängigkeit

D.c		Merkmalsausprägung: Keine Mengenabhängigkeit
e		Meßautomat
E		Typologisches Merkmal: Werkstückgröße
E.a		Merkmalsausprägung: Kleinteile
E.b		Merkmalsausprägung: Großteile
EG		Entgraterei/Wäscherei
E*		Einsteller/-in der Werkzeuge (Beschäftigtengruppe)
E* n		Fiktive/-r Einsteller/-in der Werkzeuge
FFS		Flexibles Fertigungssystem
FFS-VB		Verantwortungsbereich Flexibles Fertigungssystem
FHM		Fertigungshilfsmittel
FM		Fertigungsmittel
GA		Grundaufgabe
H*		Hilfskraft (Beschäftigtengruppe)
H* n		Fiktive Hilfskraft
IH		Instandhaltung
KB		Komplettbearbeitung/-behandlungsbereich
K*		Kontrolleur/-in (Beschäftigtengruppe)
K* n		Fiktive/-r Kontrolleur/-in
LO		Logistik
MA		Mitarbeiter/-in
MDE		Maschinendatenerfassung
ME		Meister/-in (Beschäftigtengruppe)
MR		Meßraum
NC		Numerical Control
N _{GS}	%	Gesamtnutzungsgrad System
n		Bezugsgröße (Datenbasis)
N*		Nebenmaschinenbediener/-in (Beschäftigtengruppe)
N* n		Fiktive/-r Nebenmaschinenbediener/-in
ÖS		Österreichische Schilling
p	%	Korrekturfaktor für maschineninternen Palettenwechsel
PPS		Produktionsplanung und -steuerung
PR		NC-Programmierung
QW		Qualitätswesen
RSU		Reinigungsservice(-unternehmen)
R*		Vorrichtungsrüster/-in (Beschäftigtengruppe)

R* n		Fiktive/-r Vorrichtungsrüster/-in
S*		Systemführer/-in (Beschäftigtengruppe)
S* n		Fiktive/-r Systemführer/-in
TA		Teilaufgabe der Systemarbeitsaufgabe
TA 1		Teilaufgabe: Fertigungsaufträge vorbereiten
TA 2		Teilaufgabe: Fertigungsaufträge einplanen
TA 3		Teilaufgabe: Fertigungsaufträge steuern
TA 4		Teilaufgabe: FFS wieder in Betrieb nehmen
TA 5		Teilaufgabe: Aufträge einfahren
TA 6		Teilaufgabe: Vorrichtungen umrüsten bei Auftragswechsel
TA 7		Teilaufgabe: Werkzeugwechsel vor- und nachbereiten
TA 8		Teilaufgabe: Werkzeuge wechseln bei Auftragswechsel
TA 9		Teilaufgabe: Werkzeuge wechseln bei Verschleiß und Bruch
TA 10		Teilaufgabe: Werkstücke spannen oder palettieren
TA 11		Teilaufgabe: Werkstücke entgraten und reinigen
TA 12		Teilaufgabe: Teilaufgaben an Nebenmaschinen und -arbeitsplätzen
TA 13		Teilaufgabe: Werkstücke prüfen und beurteilen
TA 14		Teilaufgabe: Eingreifen bei Qualitätsabweichungen
TA 15		Teilaufgabe: Instandhalten und warten
TA 16		Teilaufgabe: FFS umfassend reinigen
TA 17		Teilaufgabe: FFS-Personal planen und führen
T _{BS}	h	Belegungszeit System
T _{BS-Ist}	h	Ist-Belegungszeit System
T _{BS-Soll}	h	Soll-Belegungszeit System
T _{NS}	h	Nutzungszeit System
VB		Vorrichtungsbau
VBU		Vorrichtungsbauunternehmen
V*		Vorarbeiter/-in (Beschäftigtengruppe)
V* n		Fiktive/r Vorarbeiter/-in
WL		Werkzeuglager
WP		Werksplanung
WS		Werkzeugschleiferei
WZ		Werkzeuge
X		Extremtyp Großserienfertiger
Z		Extremtyp Einmalfertiger
ZA		Zusatzaufgabe