
IPA-IAO

Forschung und Praxis

Band 116

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

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



Rudolf Bäßler

**Integration der
montagegerechten
Produktgestaltung
in den Konstruktionsprozeß**

Mit 49 Abbildungen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg GmbH 1988

Dipl.-Ing. Rudolf Bäßler

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

Dr.-Ing. H. J. Warnecke

o. Professor an der Universität Stuttgart

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

Dr.-Ing. habil. H.-J. Bullinger

o. Professor an der Universität Stuttgart

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

D 93

ISBN 978-3-540-19058-5

ISBN 978-3-662-07930-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-07930-0

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 Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1988

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1988

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 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
2362/3020—543210

Geleitwort der Herausgeber

Futuristische Bilder werden heute entworfen:

- o Roboter bauen Roboter,
- o Breitbandinformationssysteme transferieren riesige Datenmengen in Sekunden um die ganze Welt.

Von der "mensenleeren Fabrik" wird da gesprochen und vom "papierlosen Büro". Wörtlich genommen muß man beides als Utopie bezeichnen, aber der Entwicklungstrend geht sicher zur "automatischen Fertigung" und zum "rechnerunterstützten Büro". Forschung bedarf der Perspektive, Forschung benötigt aber auch die Rückkopplung zur Praxis - insbesondere im Bereich der Produktionstechnik und der Arbeitswissenschaft.

Für eine Industriegesellschaft hat die Produktionstechnik eine Schlüsselstellung. Mechanisierung und Automatisierung haben es uns in den letzten Jahren erlaubt, die Produktivität unserer Wirtschaft ständig zu verbessern. In der Vergangenheit stand dabei die Leistungssteigerung einzelner Maschinen und Verfahren im Vordergrund. Heute wissen wir, daß wir das Zusammenspiel der verschiedenen Unternehmensbereiche stärker beachten müssen. In der Fertigung selbst konzipieren wir flexible Fertigungssysteme, die viele verkettete Einzelmaschinen beinhalten. Dort, wo es Produkt und Produktionsprogramm zulassen, denken wir intensiv über die Verknüpfung von Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Qualitätskontrolle nach. Rechnerunterstützte Informationssysteme helfen dabei und sollen zum CIM (Computer Integrated Manufacturing) führen und CAD (Computer Aided Design) und CAM (Computer Aided Manufacturing) vereinen. Auch die Büroarbeit wird neu durchdacht und mit Hilfe vernetzter Computersysteme teilweise automatisiert und mit den anderen Unternehmensfunktionen verbunden. Information ist zu einem Produktionsfaktor geworden, und die Art und Weise, wie man damit umgeht, wird mit über den Unternehmenserfolg entscheiden.

Der Erfolg in unseren Unternehmen hängt auch in der Zukunft entscheidend von den dort arbeitenden Menschen ab. Rationalisierung und Automatisierung müssen deshalb im Zusammenhang mit Fragen der Arbeitsgestaltung betrieben werden, unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der Mitarbeiter und unter Beachtung der erforderlichen Qualifikationen. Investitionen in Maschinen und Anlagen müssen deshalb in der Produktion wie im Büro durch Investitionen in die Qualifikation der Mitarbeiter begleitet werden. Bereits im Planungsstadium müssen Technik, Organisation und Soziales integrativ betrachtet und mit gleichrangigen Gestaltungszielen belegt werden.

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.

Beispielhaft sei hier an den großen Bereich der Informationsverarbeitung im Betrieb erinnert, der von der Angebotserstellung über Konstruktion und Arbeitsvorbereitung, bis hin zur Fertigungssteuerung und Qualitätskontrolle reicht. Beim Materialfluß geht es um die richtige Aus-

wahl und den Einsatz von Fördermitteln sowie Anordnung und Ausstattung von Lagern. Große Aufmerksamkeit wird in nächster Zukunft auch der weiteren Automatisierung der Handhabung von Werkstücken und Werkzeugen sowie der Montage von Produkten geschenkt werden.

Von der Forschung muß in diesem Zusammenhang ein Beitrag zum Einsatz fortschrittlicher intelligenter Computersysteme erfolgen. Planungsprozesse müssen durch Softwaresysteme unterstützt und Arbeitsbedingungen wissenschaftlich analysiert und neu gestaltet werden.

Die von den Herausgebern geleiteten Institute, das

- Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb der Universität Stuttgart (IFF),
- 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

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart.

Mein besonderer Dank gilt dem Leiter des Institutes, Herrn Prof. Dr.-Ing. H. J. Warnecke, für seine großzügige Förderung, die entscheidend zur erfolgreichen Durchführung der Arbeit beigetragen hat.

Herrn Prof. Dr.-Ing. G. Lechner danke ich für die Übernahme des Korreferates und für die vielen wertvollen Hinweise, die sich daraus ergaben.

Darüberhinaus möchte ich allen Kollegen des IPA und den zahlreichen Studenten danken, welche mir durch kritische Hinweise und stete Diskussionsbereitschaft sehr geholfen haben. Dieser Dank gilt insbesondere Herrn Prof. Dr.-Ing. R.D. Schraft und Herrn Dr.-Ing. M. Schweizer.

Stuttgart, 1987

Rudolf Bäßler

I n h a l t s v e r z e i c h n i s

	Seite
0	<u>Abkürzungen und Formelzeichen</u> 12
1	<u>Einleitung</u> 14
1.1	Problemstellung 14
1.2	Zielsetzung 15
1.3	Vorgehensweise 16
2	<u>Ausgangssituation</u> 17
2.1	Begriffe und Definitionen 17
2.2	Stand bei der Umsetzung der montagegerechten Produktgestaltung 19
2.3	Notwendigkeit der montagegerechten Produktgestaltung 20
3	<u>Analyse bisheriger Ansätze zur montagegerechten Produktgestaltung</u> 24
3.1	Vorgehen bei der konventionellen Produktentwicklung 24
3.1.1	Die Konstruktion im betrieblichen Ablauf 24
3.1.2	Tätigkeiten im Konstruktionsprozeß 26
3.1.3	Bewertungs- und Auswahlverfahren im Konstruktionsprozeß 28
3.2	Bisheriges Vorgehen bei der montagegerechten Produktgestaltung 29
3.2.1	Bekannte Vorgehensweisen zur montagegerechten Produktgestaltung 29
3.2.2	Notwendige Hilfsmittel zur montagegerechten Produktgestaltung 30
3.2.2.1	Vorhandene Gestaltungsregeln für die montagegerechte Produktgestaltung 31

3.2.2.2	Bekannte Methoden zur Bewertung der Montagegerechtheit von Produkten	33
3.2.3	Fazit der Analyse	36
3.3	Erarbeitung der Anforderungen an Vorgehensweisen zur montagegerechten Produktgestaltung	37
4	<u>Entwicklung einer umfassenden Vorgehensweise zur montagegerechten Produktgestaltung</u>	41
4.1	Möglichkeiten der Beeinflußung des Konstruktionsprozesses durch montagegerechte Produktgestaltung	41
4.2	Entwickeln des montageorientierten Konstruktionsprozesses	44
4.3	Aufstellen der Anforderungen an die wesentlichen Teilsysteme zur montagegerechten Produktgestaltung	48
4.3.1	Anforderungen an Gestaltungsregeln	48
4.3.2	Anforderungen an Verfahren zur Bewertung der Montagegerechtheit	49
5	<u>Erstellen von Gestaltungsregeln zur montagegerechten Produktgestaltung</u>	51
5.1	Gliederung der Gestaltungsregeln	51
5.2	Katalog von Gestaltungsregeln für den montageorientierten Konstruktionsprozeß	52
6	<u>Entwicklung eines Verfahrens zur Bewertung der Montagegerechtheit von Produkten</u>	60
6.1	Voraussetzungen zur Bewertung der Montagegerechtheit von Produkten	60
6.1.1	Prinzipielle Möglichkeiten zur Bewertung der Montagegerechtheit von Produkten	60

6.1.2	Kennzeichen der Montagegerechtheit von Produkten im Konstruktionsprozeß	62
6.2	Prinzipielles Vorgehen bei der Bewertung der Montagegerechtheit von Produkten	66
6.3	Verfahren zur Bestimmung der Montagegerechtheit von Produkten	71
6.3.1	Bewertung von Einflußfaktoren auf Produktaufbau und Standardisierung	71
6.3.2	Bewertung der Montagegerechtheit über Funktionsanteile und Montageaufwand	73
6.3.2.1	Ermittlung der Funktions- und Produktstruktur	73
6.3.2.2	Ermittlung des Montageaufwands	84
6.3.2.3	Ermittlung der Kennwerte für die Montagegerechtheit	90
6.3.2.4	Spezifizieren montagetechnischer Schwachstellen	94
7	<u>Erzielte Ergebnisse mit den Verfahren zur montagegerechten Produktgestaltung</u>	98
7.1	Ergebnisse bei der Bewertung der Montagegerechtheit	98
7.2	Bewertung der Montagegerechtheit eines Telefonapparates	98
8	<u>Zusammenfassung und Ausblick</u>	118
8.1	Erzielte Ergebnisse	118
8.2	Weitere Ausbaustufen	120
9	<u>Schrifttum</u>	122

O	<u>Abkürzungen und Formelzeichen</u>
A	Montageaufwand (allgemein)
AM	tatsächlich ermittelter Montageaufwand
AMR	relativer Montageaufwand
BG	Baugruppe
CAD	Computer Aided Design
DIN	Deutsches Institut für Normung
ET	Einzelteil
F	Funktionsanteil (allgemein)
FA	Funktionsanteil eines Bauteils
FM	Funktionsanteil der Bauteile eines Montagevorganges
G	Gewichtungsfaktor für Ermittlung von Funktionsanteilen
HF	Hauptfunktion
K	Kennwert für Montagegerechtheit
KM	Kennwert für Montagegerechtheit eines Montagevorgangs
M	Montagevorgang
MTM	Measure Time Method
REFA	Reichsausschuß für Arbeitsstudien
SMD	Surface Mounted Devices
TF	Teilfunktion
UBG	Unterbaugruppe

UF Unterfunktion
VDI Verein Deutscher Ingenieure
ZSB Zusammenbauteil

Häufig benutzte Indizes:

c,d Zählindex
ges gesamt
h,i,j,k Zählindex
m Zählindex
min minimal
n laufende Nr.
x,y,z Zählindex