

# **Nahtstellen in der Fabrik**

# CIM-Fachmann

---

Herausgegeben von  
Dr.-Ing. Ingward Bey  
Projektträger Fertigungstechnik  
Kernforschungszentrum Karlsruhe

O. Prof. Dr.-Ing. Hartmut Weule  
(Bandherausgeber)

# **Nahtstellen in der Fabrik**

Springer-Verlag Berlin · Heidelberg · New York · London  
Paris · Tokyo · Hongkong · Barcelona · Budapest  
Verlag TÜV Rheinland

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**CIM-Fachmann** / hrsg. von Ingward Bey. – Berlin ; Heidelberg ; New York ; London ; Paris ; Tokyo : Hong Kong ; Barcelona ; Budapest : Springer ; Köln : Verl. TÜV Rheinland.

ISBN-13: 978-3-540-53246-0

NE: Bey, Ingward [Hrsg.]

Nahtstellen in der Fabrik. – 1992

**Nahtstellen in der Fabrik** : [Leitfaden zum Erfolg] / Hartmut Weule (Bd.-Hrsg.). – Berlin ; Heidelberg ; New York ; London ; Paris ; Tokyo ; Hong Kong ; Barcelona ; Budapest : Springer ; Köln : Verl. TÜV Rheinland, 1992

(CIM-Fachmann)

ISBN-13: 978-3-540-53246-0 e-ISBN-13: 978-3-642-95631-7

DOI: 10.1007/978-3-642-95631-7

NE: Weule, Hartmut [Hrsg.]

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

ISBN-13: 978-3-540-53246-0

© by Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln 1992

Gesamtherstellung: Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln

**Bandherausgeber:**

Prof. Dr.-Ing. **H. Weule**,  
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik,  
Universität (TH) Karlsruhe

**Autoren:**

Dr.-Ing. **R. Anderl**,  
Institut für Rechneranwendung in Planung und Konstruktion,  
Universität (TH) Karlsruhe (Kap. 2.2, 2.3, 3.1, 3.4, 3.4.1)

Prof.Dr.-Ing. **D. Arnold**,  
Institut für Fördertechnik,  
Universität (TH) Karlsruhe (Kap. 3.2, 4.1)

Dipl.-Wirtsch.-Ing. **J. Englisch**,  
Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation,  
Universität (TH) Karlsruhe (Kap. 1)

Dipl.-Ing. **L. Eulenberger**,  
CAD/CAM-Labor,  
Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK), (Kap. 3.4.2)

Dipl.-Ing. **V. Frey**,  
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik,  
Universität (TH) Karlsruhe (Kap. 2.4)

Dipl.-Ing. **I. Gehlhaar**,  
Institut für Automatisierungstechnik, Lehrstuhl für Produktionssysteme und  
Prozeßleittechnik, Ruhr-Universität Bochum (Kap. 3.3)

Dipl.-Wirtsch.-Ing. **K. Grießer**,  
Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (ifab),  
Universität (TH) Karlsruhe (Kap. 1)

Dipl.-Ing. **Th. Grobel**,  
Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation, (ifab),  
Universität (TH) Karlsruhe (Kap. 3.4.3)

Dr.-Ing. **M. Habich**,  
Insitut für Automatisierungstechnik, Lehrstuhl für Produktionssysteme und  
Prozeßleittechnik, Ruhr-Universität Bochum (Kap. 3.3)

Dr.-Ing. **B. Karl**,  
CAD/CAM-Labor,  
Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK), (Kap. 3.5)

Dipl.-Ing. **H. Kath**,  
Institut für Automatisierungstechnik, Lehrstuhl für Produktionssysteme und  
Prozeßleittechnik, Ruhr-Universität Bochum (Kap. 3.3)

Dipl.-Ing. **Lemke**,  
WZL Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der  
Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (Kap. 4.2)

Dipl.-Ing. **E. Mertens**,  
CAD/CAM-Labor,  
Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK), (Kap. 3.4.2)

Dipl.-Ing. **E. Müller**,  
Institut für Fördertechnik,  
Universität (TH) Karlsruhe (Kap. 4.1)

Dipl.-Ing. **U. Naudascher**,  
Institut für Fördertechnik,  
Universität (TH) Karlsruhe (Kap. 3.2)

Dipl.-Ing. **H. Schlange**,  
Institut für Automatisierungstechnik, Lehrstuhl für Produktionssysteme und  
Prozeßleittechnik, Ruhr-Universität Bochum (Kap. 3.3)

Dipl.-Ing. **Schubert**,  
WZL Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der  
Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (Kap. 4.2)

Dipl.-Wirtsch.-Ing. **R. Steuernagel**,  
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik,  
Universität (TH) Karlsruhe (Kap. 2.1, 2.5)

Dipl.-Wirtsch.-Ing. **Th. Waldhier**,  
Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (ifab),  
Universität (TH) Karlsruhe (Kap. 3.4.3)

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. **G. Zülch**,  
Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (ifab),  
Universität (TH) Karlsruhe (Kap. 1, 3.4.3)

# Vorwort des Reihenherausgebers

Mit Computer Integrated Manufacturing, sprich: rechnerintegrierter Fertigung (CIM) verbindet sich die Vorstellung eines durchgängigen, rechnerunterstützten Informationsflusses in einem Gesamtbetrieb:

Der Akzent liegt meist auf dem "C" von CIM, also auf den technischen Aspekten. Mit CIM werden jedoch - eingebettet in die übergeordneten Ziele eines Unternehmens - sehr viel umfassendere Aktivitäten angestoßen. Daher ist die Beschäftigung mit CIM eine facettenreiche, längerfristige, interdisziplinäre und strategische Aufgabe, die weit über die Technik hinausgeht. Sie betrifft die Wirtschaftlichkeit von Innovationen und die organisatorische Gestaltung von Arbeitsabläufen und Zuständigkeiten ebenso wie die zielgerichtete Personalplanung und Qualifizierung der Mitarbeiter.

In dieser Situation, wo keiner alles weiß, aber alle etwas (anderes) wissen, ist der Austausch von Informationen und Erfahrungen für einen allgemeinen CIM-Lernprozeß außerordentlich wichtig. Deshalb hat der Bundesminister für Forschung und Technologie im Programm Fertigungstechnik 1988-1992 dem Thema Technologietransfer auf dem Gebiet der rechnerintegrierten Fertigung einen gesonderten Schwerpunkt gewidmet:

An nunmehr 21 Standorten in der Bundesrepublik Deutschland wurden CIM-Technologietransferzentren eingerichtet. Sie schließen fünf solche Zentren auf dem Gebiet der neuen Bundesländer mit ein. Durch ihr Angebot an Schulungsveranstaltungen, Übungen an konkreten CIM-Lösungen und orientierenden Beratungsgesprächen helfen sie mit, anerkannte Forschungsergebnisse, Kenntnisse und Erfahrungen beschleunigt und breitenwirksam in die industrielle Anwendung zu überführen. Koordiniert werden diese Bemühungen vom Projektträger Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Kernforschungszentrum Karlsruhe.

In diesem Zusammenhang wurde eine umfangreiche Materialsammlung über den Stand der Technik und des Wissens zu CIM zusammengetragen, aus der Schulungsunterlagen für CIM-TT-Seminare je nach Bedarf zusammengestellt werden können. Mit dem Ziel, vorhandenes Wissen der Praxis zur Verfügung zu stellen, entsteht auf dieser Grundlage in intensiver Redaktionsarbeit die Buchreihe "CIM-Fachmann". Vertreter von über 40 Fachinstituten aus den unterschiedlichsten Disziplinen (Produktionstechnik, Werkzeugmaschinen, Steuerungstechnik, Konstruktionslehre, Informationstechnik, Arbeitswissenschaft, Wirtschaftswissenschaft, Soziologie, Logistik, Handhabungstechnik) arbeiten hieran mit. Die Vielfalt entspricht den vielen Aspekten, die bei der Planung und Einführung von CIM berücksichtigt werden müssen; sie spiegelt sich wider ebenfalls in der thematischen Gliederung des "CIM-Fachmanns" in drei Schwerpunkte mit den jeweilig zugeordneten Themen:

- **Strategische Grundlagen zu CIM**
  - CIM-Bausteine für die Fabrik der Zukunft
  - CIM-Strategie als Teil der Unternehmensstrategie
  - Analyse und Neuordnung der Fabrik
  - CIM-Planung und -Einführung
  - Personalentwicklung und Qualifikation
- **Technische Bausteine für die Verknüpfung**
  - Kommunikationstechnik für den integrierten Fabrikbetrieb
  - Nahtstellen in der Fabrik
  - Datenbanken für CIM
  - Simulation in CIM
  - Expertensysteme in CIM
  - Werkstattinformationssysteme
- **Ansatzpunkte für die Realisierung von CIM im Unternehmen**
  - Von CAD/CAM zu CIM
  - Von PPS zu CIM
  - Integrationspfad Qualität
  - Fertigungsinseln in CIM-Strukturen
  - Montageplanung in CIM
  - CIM in der Unikatfertigung

Jeder Einzelband ist ein in sich geschlossener praktischer Leitfaden, der den aktuellen Stand des Wissens und der Technik übersichtlich und einprägsam vermittelt. Die Bände ergänzen sich zur CIM-Bibliothek der 90er Jahre für all jene, die sich für CIM interessieren, CIM planen, einführen oder im Unternehmen weiterentwickeln.

Bei aller Bemühung um konsistente Aussagen zum Thema und einer einheitlichen Darstellung der Begriffe wird bewußt darauf Wert gelegt, daß individuelle Denkansätze und unterschiedliche Meinungen zu Wort kommen.

Mein Dank gilt besonders allen Bandherausgebern und Autoren für ihren Einsatz und die gute Zusammenarbeit. Ebenso danke ich den Verlagen TÜV-Rheinland und Springer für ihr großes Engagement für die Sache und dem Bundesminister für Forschung und Technologie, vertreten durch Herrn Min.Rat Bertuleit, ohne dessen Unterstützung der Grundstock für den "CIM-Fachmann" nicht hätte erarbeitet werden können.

Karlsruhe, im Oktober 1991

Ingward Bey



# Vorwort des Bandherausgebers

Der rasche Fortschritt der Produktionstechnik und der weltweite Wettbewerb um technisch-wirtschaftliche Spitzenpositionen machen einen intensiven Austausch von Wissen und Erfahrung zwischen Universitäten und der Industrie erforderlich. Auf dem Weg vom Stand der Produktions- und Informationstechnologie hin zu den Anforderungen der Zukunft spielt die Verknüpfung von isolierten Teilsystemen der Fabrik an ihren Nahtstellen eine zentrale Rolle.

Ziel ist dabei nicht nur die isolierte Betrachtung von Rechnersystemen und deren Integration, sondern aller Komponenten in der Fabrik: Menschen, Maschinen und Rechner. Als Nahtstellen treten dabei sowohl die Beziehungen der Komponenten untereinander (vor allem Maschine-Maschine und Rechner-Rechner) als auch zwischen unterschiedlichen Komponenten, wie z.B. Rechner-Maschine, auf. Dabei soll an dieser Stelle der Schwerpunkt nicht auf die wissenschaftliche Sichtweise der auftretenden Problematiken gelegt werden. Die Motivation dieses Buches ist vielmehr eine Handlungsanleitung für den Praktiker, der im Unternehmen CIM-Konzepte realisieren will.

Im folgenden soll kurz die Struktur des Buches erläutert werden. In Kapitel 1 werden die Nahtstellen zwischen Mensch und Maschinen bzw. Rechnern behandelt. Nach den Begriffsbestimmungen werden verschiedene Möglichkeiten zur Realisierung der Mensch-Maschine-Kommunikation vorgestellt und bewertet. Kapitel 2 beginnt mit einer Klassifizierung von Schnittstellen sowohl zwischen Rechnern als auch zwischen Rechner und Maschine. Anschließend werden die anwendungsunabhängigen Möglichkeiten zur Kommunikation in der Fabrik dargestellt. Insbesondere wird auf Kommunikationsstandards und -architekturen eingegangen. Ein besonders wichtiger Punkt ist dabei die Anbindung der Automatisierungskomponenten an die Maschinen und deren Steuerungen.

In Kapitel 3 werden die Schnittstellen der Anwendungsprogramme auf Rechnern aufgezeigt. Dazu gehören zum einen die Entwicklungs- und Konstruktionsbereiche im Umfeld der CAD-Systeme. Des weiteren enthält es die direkt der Produktion vorgelagerten Bereiche der Arbeitsplanung. Für die eigentliche Produktion, d.h. die Bearbeitung der Fertigungsaufträge, sind dann die Schnittstellen zur Identifikation der Teile im Materialfluß und zur Verarbeitung der Auftragsdaten in den Fertigungsleitsystemen. Im 4. und abschließenden Kapitel werden im Umfeld der Maschine die mechanischen Schnittstellen im Werkstückfluß und Werkzeugfluß betrachtet.

Entstanden ist dieses Buch als Dokumentation der Arbeiten verschiedener CIMTT-Zentren der Bundesrepublik Deutschland zum Thema Nahtstellen. Das Kernforschungszentrum Karlsruhe als Projekträger Fertigungstechnik und insbesondere Herr Dr.-Ing. Bey ermöglichten es, in Zusammenarbeit mit dem Verlag TÜV Rheinland und dem Springer Verlag, diese Dokumentation in vorliegender Form zu veröffentlichen. Allen Beteiligten sei dafür mein Dank ausgesprochen.

Abschließend möchte ich allen Autoren der vielen beteiligten CIMTT-Zentren meinen herzlichen Dank für ihre Mitarbeit aussprechen. Insbesondere möchte ich Herrn Dipl.-Ing. V. Frey , Dipl.-Wirtsch.-Ing. R. Steuernagel und Frau cand. chem. Ing. U. Zettl für ihre Arbeit bei der Koordination und der Erstellung dieses Buches danken.

Karlsruhe, im September 1991

Hartmut Weule

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Mensch-Maschine-Kommunikation . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1	Bedeutung der rechnerunterstützten Kommunikation in modernen Produktionssystemen . . . . .	1
1.2	Begriffsbestimmung und Abgrenzung . . . . .	1
1.2.1	Kommunikation und Kommunikationssysteme . . . . .	1
1.2.2	Kommunikationstechnisches Arbeitssystem und Handlungsprozeß des Menschen . . . . .	2
1.2.3	Ergonomische Arbeitsgestaltung . . . . .	3
1.3	Technische Möglichkeiten und ergonomische Erkenntnisse . . . . .	5
1.3.1	Eingabe- und Ausgabeeinheiten . . . . .	5
1.3.2	Organisation des Dialogs . . . . .	11
1.4	Bewertungsansätze bei Mensch-Maschine-Schnittstellen . . . . .	15
1.4.1	Ansätze zur Bewertung von Teilbereichen . . . . .	15
1.4.2	Ansätze zur ganzheitlichen Bewertung . . . . .	16
1.5	Ausblick . . . . .	18
1.6	Literatur . . . . .	19
<b>2</b>	<b>Hardware- und Protokollschnittstellen . . . . .</b>	<b>23</b>
2.1	Methodische Klassifizierung der Schnittstellen . . . . .	23
2.2	Hardwareschnittstellen . . . . .	24
2.2.1	Bitserielle Geräteanschlußschnittstellen . . . . .	24
2.2.2	Bitparallele Geräteanschlußschnittstellen . . . . .	25
2.3	Protokollschnittstellen . . . . .	25
2.3.1	Kommunikation offener Systeme (OSI = Open System Interconnection) . . . . .	26
2.3.2	Übertragungstechnologie . . . . .	29
2.3.3	Manufacturing Automation Protocol (MAP) . . . . .	30
2.3.4	Technical Office Protokoll (TOP) . . . . .	32
2.4	Kommunikation zwischen Rechnern und Automatisierungskomponenten . . . . .	32
2.4.1	Einordnung . . . . .	32
2.4.2	Schnittstelle zwischen Host und Automatisierungskomponenten . . . . .	33
2.4.3	Physikalische Realisierung . . . . .	35
2.4.4	Protokollsicherungsverfahren . . . . .	36
2.4.5	Befehlssyntax einer PTP- Verbindung . . . . .	39
2.4.6	Beispielhafte Realisierung eines LSV2- Protokolls . . . . .	40
2.4.7	Weitere Entwicklungen . . . . .	42
2.5	Datenintegration . . . . .	43
2.5.1	Datenbankschnittstellen als Nahtstellen der Prozeßketten . . . . .	43
2.5.2	Anforderungen in der Produktionstechnik . . . . .	44

2.5.3	Aufbau einer Datenbank . . . . .	45
2.5.4	Defizite und zukünftige Entwicklungen . . . . .	46
2.6	Literatur . . . . .	48

### **3      Daten- und Programmschnittstellen . . . . 51**

3.1	CAD-Prozeßketten . . . . .	52
3.1.1	Prozeßkette CAD/NC . . . . .	54
3.1.2	Prozeßkette CAD/Roboter . . . . .	56
3.1.3	Prozeßkette CAD/NC-Meßmaschinen . . . . .	58
3.1.4	Prozeßkette CAD/FEM-Systeme . . . . .	58
3.1.5	Prozeßkette CAD/PPS-Systeme . . . . .	59
3.2	Identifikationssysteme . . . . .	61
3.2.1	Mechanische und Elektromechanische Systeme . . . . .	62
3.2.2	Magnetische Systeme . . . . .	62
3.2.3	Optische Systeme . . . . .	63
3.2.4	Elektromagnetische Systeme . . . . .	65
3.2.5	Integration von Identifikationssystemen in Materialflußsysteme . . . . .	66
3.3	Leitrechner und Zellenrechner . . . . .	68
3.3.1	Leitrechner . . . . .	69
3.3.2	Zellenrechner . . . . .	74
3.3.3	Offene Kommunikationsstandards . . . . .	75
3.4	Abbildung der Prozeßketten in Schnittstellen . . . . .	76
3.4.1	Schnittstellen der Rechnerunterstützten Konstruktion (CAD) . . . . .	76
3.4.2	Schnittstellen der rechnerunterstützten Arbeitsplanung . . . . .	89
3.4.3	Nahtstellen der Auftragsabwicklung . . . . .	93
3.5	Vorgehen bei Auswahl, Einführung und Betrieb von Schnittstellen . . . . .	104
3.6	Literatur . . . . .	109

### **4      Schnittstellen zur Maschine . . . . . 113**

4.1	Anbindung an den innerbetrieblichen Materialfluß . . . . .	113
4.1.1	Toleranzen im Materialfluß . . . . .	113
4.1.2	Wechselwirkungen von Maschine, Förderhilfsmittel und Fördermittel . . . . .	116
4.1.3	Steuerung der Lastübergabe . . . . .	117
4.2	Maschinennahe Schnittstellen im Werkstück- und Werkzeugfluß . . . . .	118
4.2.1	Vorrichtungen und Maschinenpaletten . . . . .	118
4.2.2	Gestaltung von Robotergreifern . . . . .	122
4.2.3	Modulare Werkstückträger . . . . .	124
4.2.4	Schnittstelle Maschine/Werkzeug . . . . .	125
4.2.5	Werkzeughandhabung und -magazinierung . . . . .	130
4.3	Literatur . . . . .	132