

---

**Günther Seemann**

**Entwurfs- und Inbetriebnahmestrategie  
für verteilte Feldbus-Anwendungen**

---

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Dipl.-Wirt.Ing. W. Eversheim

Prof. Dr.-Ing. F. Klocke

Prof. em. Dr.-Ing. Dr.h.c. mult. W. König

Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. T. Pfeifer

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. M. Weck

---

Band 23/96

Shaker Verlag

D 82 (Diss. RWTH Aachen)

**Inhalt**

<b>1. Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Kommunikationssysteme für die Fertigungstechnik .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Anwendung der Feldbustechnologie.....</b>	<b>4</b>
2.1.1. Feldbussysteme für die Sensor-/Aktorebene .....	5
2.1.2. Feldbussysteme für die Steuerungsebene .....	8
2.1.3. Zusammenfassende Betrachtung und Abgrenzung .....	10
<b>2.2. Bestehende Inbetriebnahmekonzepte - Stand der Technik .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3. Software-Werkzeuge .....</b>	<b>15</b>
2.3.1. Konfigurator .....	17
2.3.2. Busmonitor .....	19
2.3.3. Kommunikations-Emulator .....	20
2.3.4. Symbolische Darstellung und Informationsverdichtung .....	22
2.3.5. Diagnosesystem.....	23
<b>2.4. Fazit.....</b>	<b>25</b>
<b>3. Ziel der Arbeit .....</b>	<b>29</b>
<b>4. Verteilte Anwendungen im Feldbereich .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1. Der Begriff der verteilten Anwendung .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2. Die unterschiedlichen Konzepte verteilter Systeme und Anwendungen.....</b>	<b>34</b>
<b>4.3. Vorteile gegenüber zentralen Steuerungsstrukturen .....</b>	<b>36</b>
<b>4.4. Abstraktion verteilter Feldbusanwendungen .....</b>	<b>39</b>
4.4.1. Kommunikation als wesentliches Element.....	40
4.4.2. Relation zum ISO/OSI-Referenzmodell.....	41
<b>4.5. Verteilte Feldbusanwendung der Interoperabilitätstest-Anlage.....</b>	<b>42</b>
4.5.1. Implementation-Guide für eine Multivendoranlage .....	42
4.5.2. Erfahrungen bei der Inbetriebnahme .....	44
<b>4.6. Zusammenfassung .....</b>	<b>47</b>
<b>5. Beschreibung verteilter Anwendungen .....</b>	<b>48</b>
<b>5.1. Spezifikation des Verhaltens technischer Systeme .....</b>	<b>49</b>
<b>5.2. Formale Beschreibungssprachen .....</b>	<b>50</b>
5.2.1. ESTELLE .....	53
5.2.2. LOTOS .....	53
5.2.3. SDL .....	54

5.3. Voraussetzungen für die formale Spezifikation verteilter Feldbusanwendungen.....	55
5.3.1. Dienststeigenschaften verteilter Anwendungen .....	57
5.3.2. Protokolleigenschaften verteilter Anwendungen .....	59
5.3.3. Zustände und Zustandsänderungen .....	60
5.4. Zwischenfazit .....	61
<b>6. Vorgehensweise bei Entwurf und Inbetriebnahme.....</b>	<b>63</b>
6.1. Entwurfsstrategie.....	63
6.1.1. Definition der Komponenten.....	64
6.1.2. Abstrakte Beschreibung des Anwendungsprozesses (Dienst).....	64
6.1.3. Formulierung benötigter Funktionalitäten (Dienstelemente) .....	65
6.1.4. Zeitliche Reihenfolge der Dienstelemente (T-S-Diagramm) .....	66
6.1.5. Auswahl verfügbarer Kommunikationsdienste .....	67
6.1.6. Spezifizierung des Rollenverhaltens der Komponenten (Protokoll) .....	67
6.2. Weitere Verwendung einer formalen Spezifikation .....	67
6.2.1. Werkzeuge zur Simulation .....	69
6.2.2. Programmgenerierung .....	70
6.2.3. Konformitätsprüfung .....	72
6.3. Inbetriebnahme.....	72
6.4. Ergebnis.....	74
<b>7. Spezifikation einer Beispiel-Anwendung.....</b>	<b>76</b>
7.1. Systemdefinition .....	76
7.1.1. Festlegung der Komponenten.....	77
7.2. Beschreibung der Anwendungsprozesse .....	79
7.2.1. Materialtransport vom Lager zu einer Station.....	81
7.2.2. Materialtransport von einer Station zum Lager.....	83
7.2.3. Materialtransport von einer Station zu einer Station.....	85
7.3. Abbildung auf PROFIBUS-FMS .....	86
7.3.1. Auswahl der FMS-Dienste .....	87
7.3.2. Festlegung der Objekte und Objektinhalte .....	88
7.4. Protokollspezifikation der Anwendungsprozesse .....	90
7.4.1. Prozesse der Station Transport.....	92
7.4.2. Prozesse der Station Lager .....	93
7.4.3. Prozesse der Prozeß-Stationen .....	93
<b>8. Automatisierte Analyse der Feldbusanwendungen.....</b>	<b>95</b>
8.1. Vorarbeiten für einen Anwendungsanalytators .....	95

8.1.1. Auswertesoftware für den Interoperabilitätstest.....	96
8.1.2. Application-Monitor.....	98
<b>8.2. Konzeption und Realisierung eines Anwendungsanalytors.....</b>	<b>100</b>
8.2.1. Interpretiermodul.....	102
8.2.2. Internes Datenmodell der Spezifikation.....	103
8.2.3. Analysemodul.....	104
8.2.4. Vergleichermodule.....	104
<b>9. Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>106</b>
<b>10. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>108</b>