

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Fertigungsmanagementsysteme  
(Manufacturing Execution Systems – MES)  
Logische Schnittstelle zur  
Maschinen- und Anlagensteuerung  
Manufacturing Execution Systems (MES)  
Logic interface for machine and plant control

VDI 5600  
Blatt 3 / Part 3Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung .....	2	Preliminary note .....	2
Einleitung .....	2	Introduction .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>4</b>	<b>1 Scope</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Normative Verweise</b> .....	<b>6</b>	<b>2 Normative references</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>6</b>	<b>3 Terms and definitions</b> .....	<b>6</b>
<b>4 Abkürzungen</b> .....	<b>7</b>	<b>4 Abbreviations</b> .....	<b>7</b>
<b>5 Dateninhalte und deren Strukturierung</b> .....	<b>7</b>	<b>5 Data contents and their structuring</b> .....	<b>7</b>
<b>6 Strukturierung der Datenelemente</b> .....	<b>8</b>	<b>6 Structuring of the data elements</b> .....	<b>8</b>
6.1 Grundkonzept der Schnittstelle .....	12	6.1 Basic concept of the interface .....	12
6.2 Muss-Kann-Zuordnung .....	14	6.2 Mandatory/optional allocation .....	14
6.3 Datentypen der Datenpunkte .....	14	6.3 Data types of the data points .....	14
6.4 Ordner und Datenpunkte der Schnittstelle .....	16	6.4 Folders and data points of the interface .....	16
<b>7 Empfehlungen zur Anwendung der Schnittstelle</b> .....	<b>116</b>	<b>7 Recommendations for the use of the interface</b> .....	<b>117</b>
7.1 Gruppierung nach MES-Aufgaben .....	116	7.1 Grouping by MES tasks .....	117
7.2 Mapping auf bestehende Standards .....	118	7.2 Mapping onto existing standards .....	118
Schrifttum .....	120	Bibliography .....	120

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Informationstechnik

VDI-Handbuch Informationstechnik, Band 1: Angewandte Informationstechnik  
VDI/VDE-Handbuch Automatisierungstechnik  
VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 1: Grundlagen und Planung

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/5600](http://www.vdi.de/5600).

## Einleitung

### Aktuelle Standardisierungsarbeiten im MES-Umfeld

Im Jahr 2007 veröffentlichte der VDI die Richtlinie VDI 5600 Blatt 1 zu „Fertigungsmanagementsystemen (Manufacturing Execution Systems), im Folgenden kurz als MES bezeichnet. Inzwischen existieren diverse branchenübergreifende Standardisierungsaktivitäten, deren Ergebnisse bei der Erarbeitung dieser Richtlinie – soweit erforderlich – berücksichtigt wurden:

- MESA  
Manufacturing Enterprise Solution Association, die im Jahr 2000 eine eigene, pragmatisch orientierte Definition von MES-Funktionalitäten vorgelegt hat [1],
- NAMUR  
Die Interessengemeinschaft „Automatisierungstechnik der Prozessindustrie“ hat mit der NA 094 im Jahr 2003 ebenfalls eine auf die chemische Industrie ausgerichtete Empfehlung zu MES erarbeitet,
- ISA  
Die International Society of Automation hat mit der ISA 95 einen internationalen Standard zur Integration von Unternehmens- und Steuerungssystemen entwickelt. Unter Nutzung diverser UML- und Datenmodelle sollen MES-Anwender und –Anbieter Informationen zwischen unterschiedlichen Systemen austauschen können [2]. Folgende Teil des Standards sind verfügbar:

## Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

A catalogue of all available parts of this series of guidelines can be accessed on the internet at [www.vdi.de/5600](http://www.vdi.de/5600).

## Introduction

### Current standardisation work in the MES environment

In 2007, the VDI published the guideline VDI 5600 Part 1 on “Manufacturing Execution Systems”, hereinafter abbreviated as MES. In the meantime, diverse standardisation activities covering different industries have been introduced. The results of these have been considered in the preparation of this guideline where required:

- MESA  
Manufacturing Enterprise Solution Association, which, in 2000, presented its own pragmatically oriented definition of MES functionalities [1],
- NAMUR  
With NA 094 published in 2003, the joint venture “Automatisierungstechnik der Prozessindustrie” (Automation Systems in the Processing Industry) also prepared a recommendation on MES, which is mainly focussed on the chemical industry,
- ISA  
With ISA 95, the International Society of Automation has developed an international standard for the integration of company and control systems. Using diverse UML and data models, it should be possible for MES users and providers to exchange information among different systems [2]. The following parts of the standard are available:

- ISA-95.00.01:2010 Enterprise-Control System Integration; Part 1: Models and Terminology
- ISA-95.00.02:2010 Enterprise-Control System Integration; Part 2: Object Model Attributes
- ISA-95.00.03:2005 Enterprise-Control System Integration; Part 3: Models of Manufacturing Operations Management
- ISA-95.00.04:2012 Enterprise-Control System Integration; Part 4: Objects and attributes for manufacturing operations management integration
- ISA-95.00.05:2007 Enterprise-Control System Integration; Part 5: Business-to-Manufacturing Transactions
- VDMA  
Im Oktober 2009 veröffentlichte der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) mit der Technischen Regel VDMA 66412-1 ein Werk über Kennzahlen, die mit MES-Systemen berechnet werden können.
- ZVEI  
Eine MES-Arbeitsgruppe des ZVEI spiegelt die verfügbaren MES-Lösungen an der VDI 5600 sowie der ISA 95 und beschreibt anhand charakteristischer Einsatzfelder aus verschiedenen Branchen der produzierenden Industrie den MES-Einsatz und dessen Nutzen [3].

### Motivation

MES-Systeme sind zwingend auf die Kopplung mit den Maschinen und Anlagen in der Fertigung und Montage angewiesen. Ohne diese Kopplung sind die MES-spezifischen Aufgaben nicht oder nur unzureichend auszuführen. Aufgrund der Heterogenität des Maschinenparks in der produzierenden Industrie ist diese Kopplung zwischen Maschinen und MES-Systemen in nahezu jedem Anwendungsfall unterschiedlich und darum für MES-Lieferanten, Systemintegratoren oder Anlagenbetreiber mit manuellem Aufwand für Konfiguration und Integration verbunden. Dabei reicht es nicht aus, lediglich Daten zu kommunizieren und den Kommunikationskanal zu beschreiben. Die Motivation dieser Richtlinie liegt darin, den oben genannten Anwendergruppen eine Möglichkeit an die Hand zu geben, die auszutauschenden Dateninhalte zwischen Maschinen und MES zu standardisieren und damit den manuellen Aufwand zur Definition der auszutauschenden Daten zu reduzieren. Dabei soll diese Richtlinie nicht Definitionen aus DIN- und IEC-Normen zusammenfassen, sondern anwendungsbezogene und praxisrelevante Eingren-

- ISA-95.00.01:2010 Enterprise-Control System Integration; Part 1: Models and Terminology
- ISA-95.00.02:2010 Enterprise-Control System Integration; Part 2: Object Model Attributes
- ISA-95.00.03:2005 Enterprise-Control System Integration; Part 3: Models of Manufacturing Operations Management
- ISA-95.00.04:2012 Enterprise-Control System Integration; Part 4: Objects and attributes for manufacturing operations management integration
- ISA-95.00.05:2007 Enterprise-Control System Integration; Part 5: Business-to-Manufacturing Transactions
- VDMA  
In October 2009, the Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) published technical rule VDMA 66412-1, which comprises parameters that can be calculated using MES systems.
- ZVEI  
An MES working group of the ZVEI has reflected the available MES solutions on the VDI 5600 and the ISA 95 and has described the use of MES and the benefits associated with these in respect of characteristic areas of use from different sectors of the manufacturing industry [3].

### Motivation

MES systems necessarily depend on the coupling with the machines and plants in production and assembly. Without this coupling, MES specific tasks cannot or can only inadequately be executed. Owing to the heterogeneity of the machinery used in the manufacturing industry, this coupling between machines and MES systems will differ in almost every application and therefore involves manual expenditure for configuration and integration on the part of the MES suppliers, system integrators and plant operators. In this regard, it is not sufficient to merely communicate data and to describe the communication channel. The motivation behind this part is to provide the user groups listed above with the possibility of standardising the data contents that need to be exchanged between machinery and MES and thus to reduce the manual expenditure that defining the data to be exchanged involves. In doing so, the purpose of this guideline is not to summarise the definitions according to DIN and IEC standards, but rather to provide application-specific and practical delimitations of the correspondingly chosen terms. In this guideline,

zungen der entsprechend gewählten Begriffe bereitstellen. Auf Inhalte, die nicht zwischen MES und Maschinen- und Anlagensteuerung ausgetauscht werden (z.B. Bedienerückmeldungen), wurde in dieser Richtlinie bewusst verzichtet. Die Richtlinie konzentriert sich ausschließlich auf Inhalte, die von Maschinen- und Anlagensteuerung an das MES oder vom MES an die Maschinen- und Anlagensteuerung kommuniziert werden.

### Branchenspezifische Standards

In einigen Branchen wurden bereits ähnliche Versuche zur standardisierten Beschreibung der Dateninhalte unternommen; sie sind in die Erstellung der Richtlinie mit eingeflossen. Die bekanntesten Standards sind:

- Weihenstephaner Standard für die Getränkeindustrie [4]: Parallel zur Entwicklung dieses Standards in Deutschland wurden die Ergebnisse in die internationale Standardisierung eingebracht [5]
- SECS/GEM für die Halbleiter- und Photovoltaik-Industrie [6]
- MTConnect für die Werkzeugmaschinenindustrie [12]

Der Inhalt dieser Richtlinie beschreibt ein Anwendungsbeispiel der Richtlinie VDI/VDE 2182 Blatt 1 und stellt somit eine Ergänzung zur Richtlinie VDI 5600 Blatt 1 dar.

## 1 Anwendungsbereich

Primärer Anwendungsbereich dieser Richtlinie ist die diskrete Fertigung. Eine Forderung an die diskrete Fertigung ist diejenige nach Wandlungsfähigkeit. Sie betrifft alle Ebenen der Fabrik – vom Sensor auf der Fertigungsebene über die Visualisierung einer Fertigung auf der Fertigungsleitebene bis zur Berechnung von Kennzahlen auf der Unternehmensleitebene. Heute existieren auf jeder Ebene diverse heterogene Softwaresysteme mit meist proprietären Schnittstellen, die bei jeder Änderung angepasst oder umprogrammiert werden müssen. Denjenigen IT-Systemen, die den operativen Betrieb einer Fabrik steuern und überwachen, sind IT-Systeme der Digitalen Fabrik vorgelagert, in denen die Planungsdaten einer Fabrik abgelegt und verwaltet werden. Änderungen werden oftmals hier eingefügt und dann in die reale Welt eingebracht. Diese Systemwelten zwischen Planung und produktionsnaher IT wachsen seit einiger Zeit zusammen.

In der Praxis führen Änderungen an Produktionsanlagen nicht nur zum räumlichen „Verschieben“ von Anlagen innerhalb eines Werks, sondern vermehrt zu Softwareanpassungen, das heißt

we deliberately disregarded any content that is not exchanged between MES and machine and plant control (e.g. user feedback). This guideline focuses exclusively on contents that are communicated from the machine and plant control to the MES or from the MES to the machine and plant control.

### Industry-specific standards

Some industries have undertaken similar attempts aimed at a standardised description of data contents; these have been considered in the preparation of this guideline. The best known standards are:

- Weihenstephan Standard for the beverage industry [4]. In parallel to the development of this standard in Germany, the results have been integrated into international standardisation [5]
- SECS/GEM for the semiconductor and photovoltaics industry [6]
- MTConnect for the machine tool industry [12]

This guideline describes an application example of the principles set out in guideline VDI/VDE 2182 Part 1 and thus supplements guideline VDI 5600 Part 1.

## 1 Scope

The primary scope of application of this guideline is discrete manufacturing. Discrete manufacturing is expected to fulfil the demand on adaptability. It refers to all levels of the factory – from the sensor at manufacturing level and visualisation of a production at manufacturing control level through to the calculation of key indicators at company management level. Today, diverse heterogeneous software systems exist at every level, which operate with interfaces that are normally proprietary and need to be adapted or re-programmed for each modification. IT systems of the digital factory, in which the planning data of a factory is stored and managed, are provided upstream of those IT systems that control and monitor the operational processes of a factory. Often, changes are introduced here and then transferred to the real world. For some time now, these system worlds between planning and near-production IT have merged.

In practice, modifications implemented in production plants do not only result in physical “moving” of plants within a factory, but rather in an increasing number of software adaptations, i.e.

- aufgrund von eingebetteter Software in Feldgeräten, die über den Feldbus verbunden sind, z.B. in Sensoren, Aktoren, Antrieben, Ventilen usw.,
- an der steuernden Software von Maschinen und Anlagen, z. B. speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPSen),
- an der Software, die den unmittelbaren Anlagensteuerungen überlagert ist, z. B. MES.

Bisher ging man von einem pyramidenähnlichen Aufbau der Informationstechnik in Produktionsunternehmen aus (Bild 1) [7].

Der Aufbau der „Automatisierungspyramide“ resultierte ehemals aus der Menge und dem Bedarf der anfallenden Informationen, sowie deren Zeitanforderungen auf den verschiedenen Ebenen, z. B. prozessorientierte Informationsverarbeitung in Echtzeit auf der Fertigungsebene, Batch-orientierte oder benutzerorientierte Informationsverarbeitung auf der Unternehmensleitebene. Aufgrund der zunehmenden Durchdringung mit Informationstechnik auf allen Hierarchieebenen der Fabrik kristallisiert sich heute heraus, dass die Informationsströme über alle Ebenen der Fabrik zunehmen und sich damit die Notwendigkeit eines neuen Referenzmodells der industriellen Informationsarchitektur ergibt [7], das die drei Dimensionen vertikaler und horizontaler Integration sowie die Integration über den Lebenszyklus von Produktionsanlagen abbilden muss. Einige Beiträge zu diesem Informationsmodell werden in [7] beschrieben und zwar für folgende Aspekte: Auf der Fertigungsleitebene haben sich mit den Manufacturing Execution Systemen (MES) inzwischen mächtige Softwaresysteme etabliert, ohne die die Komplexität der vernetzten Produktionsprozesse nicht zu beherrschen ist. In Bezug auf ihre Befähigung zur Wandlungsfähigkeit ist ihre systematische Verknüpfung mit

- due to software embedded in field devices that are connected via the field bus, for example in sensors, actuators, drives, valves, etc.
- on the controlling software of machines and systems, for example programmable logic controllers (PLCs),
- on the software that is at a higher level than the direct system controls, for example MES.

Until now, we have worked on a pyramid-like structure of information technology in production companies (Figure 1) [7].

The structure of the “automation pyramid” originally resulted from the high volume and the requirement of the generated information, and on the time requirements of these at different levels, for example process-oriented information processing in real-time at manufacturing level, batch-oriented or user-oriented information processing at company management level. As a result of growing penetration of information technology at all hierarchical levels of the factory, it is now beginning to crystallise that the information flows across all levels of the factory are increasing, resulting in the need of defining a new reference model of industrial information architecture [7], which shall reflect the three dimensions of vertical and horizontal integration and the integration over the life cycle of production systems. [7] describes a few contributions to this information model, namely for the following aspects: At manufacturing control level, powerful software systems in the form of Manufacturing Execution Systems (MES) have established themselves without which it would not be possible to control the complexity of the interconnected production processes. In terms of enabling the required adaptability, its systematic connection with systems of the Digital Factory (lifecycle di-

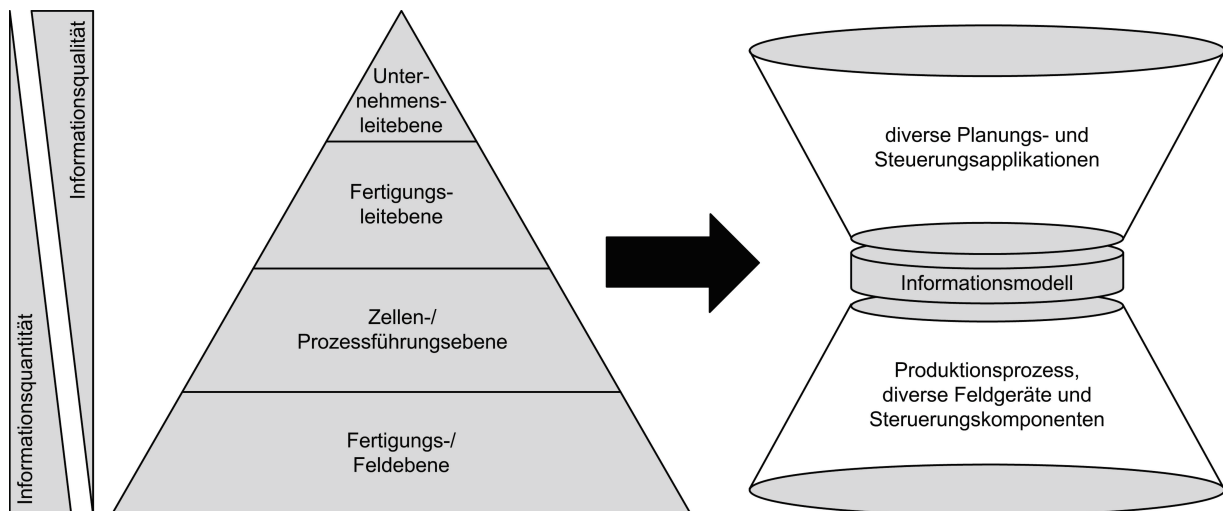


Bild 1. Veränderung der Informationsarchitektur in der Fabrik (siehe [8])

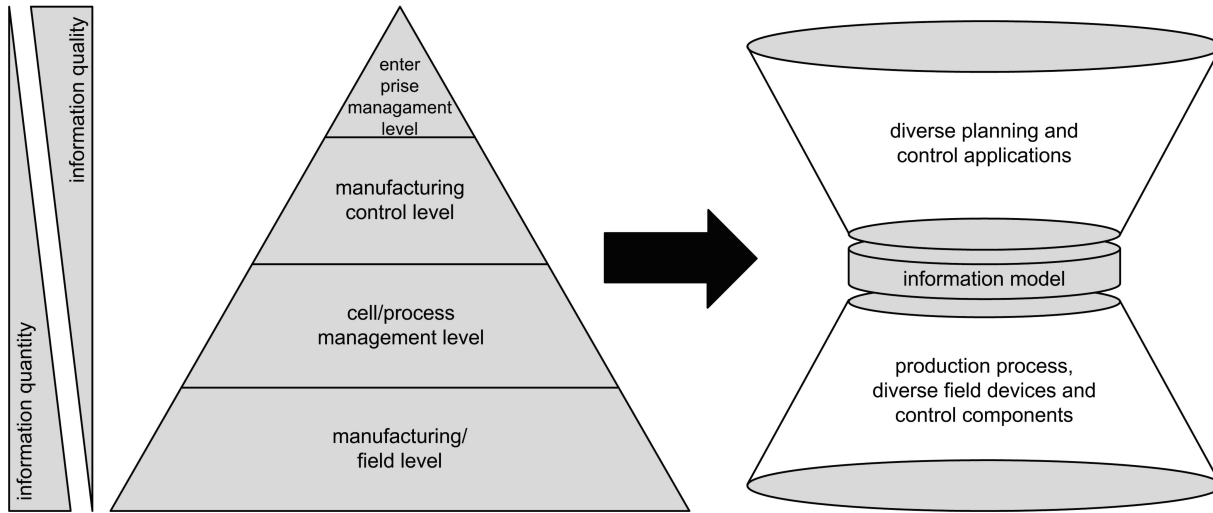


Figure1. Changed information architecture in the factory (see [8])

Systemen der Digitalen Fabrik (Dimension Lebenszyklus) und der Automatisierungstechnik auf der Feldebene (Dimension vertikale Integration) erforderlich, und zwar zwingend unter Nutzung ebenenübergreifender Syntax und Semantik [7].

Die in dieser Richtlinie beschriebenen Dateninhalte sollen dazu beitragen, Wandlungsfähigkeit in den produktionsnahen Softwarekomponenten durchgängig über die verschiedenen Ebenen der Fabrik und für die betroffenen Objekte zu ermöglichen. Besonderer Wert wird auf den generischen Charakter der Struktur und der Inhalte der auszutauschenden Daten zwischen Maschinen und MES gelegt, um den Anwendungsbereich nicht unnötig einzuschränken.

mension) and automation technology at field level (vertical integration dimension) is required, which shall be implemented by using syntax and semantics that are valid across the various levels [7].

The data contents described in this guideline are to contribute to facilitating adaptability in the near-production software components in a standardised manner across the various levels of the factory and for the respective objects. Special focus is placed on the generic character of the structure and the contents of the data to be exchanged between machines and MES so as not to delimit the scope unnecessarily.