

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

VERBAND DER  
ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK  
INFORMATIONSTECHNIK

Agentensysteme in der  
Automatisierungstechnik

Grundlagen

Multi-agent systems in industrial automation

Fundamentals

VDI/VDE 2653

Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

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

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	3
<b>2 Begriffe</b> .....	4
<b>3 Eigenschaften agentenorientierter Automatisierungssysteme</b> .....	6
<b>4 Ausgewählte Anwendungsfälle für Agentensysteme in der Automatisierungstechnik</b> .....	10
4.1 Produktionssysteme .....	10
4.2 Kontrollansätze für verteilte hybride Energiesysteme .....	12
4.3 Materialfluss und Logistik .....	18
4.4 Datenanalyse .....	21
4.5 Agenten im Engineering .....	22
4.6 Smart Environment (Building) .....	23
Schrifttum .....	24

Contents	Page
Preliminary note .....	2
Introduction .....	2
<b>1 Scope</b> .....	3
<b>2 Terms and definitions</b> .....	4
<b>3 Properties of agent-oriented industrial automation systems</b> .....	6
<b>4 Selected application cases for multi-agent systems in industrial automation</b> .....	10
4.1 Production systems .....	10
4.2 Control approaches for distributed hybrid energy systems .....	12
4.3 Material flow and logistics .....	18
4.4 Data analysis .....	21
4.5 Agents in engineering .....	22
4.6 Smart environment (building) .....	23
Bibliography .....	24

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)  
Fachbereich Industrielle Informationstechnik

**VDI/VDE-Handbuch Automatisierungstechnik**  
**VDI-Handbuch Informationstechnik, Band 1: Angewandte Informationstechnik**

## 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 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 Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2653](http://www.vdi.de/2653).

## Einleitung

Bei modernen Automatisierungssystemen, die beispielsweise in der industriellen Fertigungs- oder Prozesstechnik sowie in der Energietechnik zum Einsatz kommen, gewinnen Anforderungen an die Flexibilität (Anpassungsfähigkeit, Skalierbarkeit, Integrationsfähigkeit) und Vernetzung zunehmend an Bedeutung. Vielfach ist jedoch noch unklar, wie die gewünschte Flexibilität bei der Entwicklung eines Automatisierungssystems erzielt und die dadurch entstehenden komplexen Abläufe und Verhaltensweisen beherrscht werden können. Mithilfe von Agenten wird es möglich, die notwendige Flexibilität von Automatisierungssystemen systematisch zu entwerfen. In den letzten Jahren haben Agenten in den verschiedensten Bereichen den Weg in konkrete Anwendungen gefunden, beispielsweise im E-Business, in der Telekommunikation oder in der Logistik.

In der industriellen Automation werden bis auf wenige Ausnahmen die Vorteile von Agentensystemen bisher kaum genutzt. Hier besteht heute noch keine einheitliche Vorstellung darüber, was unter Agenten genau zu verstehen ist und wie agentenorientierte Systeme in diesen Anwendungsfeldern systematisch entwickelt und realisiert werden können.

Im Fachausschuss „Agentensysteme“ der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik erarbeiten Fachleute aus Wissenschaft und Industrie (Hersteller und Anwender von Automatisierungssystemen sowie Hersteller und Anwender von Agentenplattformen) in freiwilliger Selbstverantwortung VDI-Richtlinien zur Entwicklung und Anwendung von Agentensystemen in der Automa-

## Preliminary note

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

All rights are 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 standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

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

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/2653](http://www.vdi.de/2653).

## Introduction

In modern industrial automation systems that are used e.g. in industrial production or process technology and in energy technology, the requirements in terms of flexibility (adaptability, scalability and ability to integrate) and connectivity are becoming increasingly important. In many cases, however, it is unclear how the desired flexibility can be achieved in the development of an industrial automation system, and how the resulting complex processes and behaviours can be mastered. With the aid of agents, it is possible to design the necessary flexibility of industrial automation systems in a systematic manner. In recent years, agents have found their way into concrete applications in a wide range of areas, for example in e-business, telecommunications or logistics.

Apart from a few exceptions, the advantages of multi-agent systems are still hardly used in industrial automation. Today, there is still no standard concept of what agents actually are and how agent-oriented systems can be developed and realised in these areas of application systematically.

In the Technical Committee “Multi-agent systems” of the VDI/VDE Society Measurement and Automatic Control, experts from science and industry (industrial automation systems manufacturers and users as well as agent platform manufacturers and users) co-operate on a voluntary basis to work out VDI Standards for the development and application of multi-agent systems in industrial automation and

tisierungs- und Energietechnik. VDI-Richtlinien dienen als Entscheidungshilfen bei der Erarbeitung und Anwendung von Agentensystemen in der Automatisierungstechnik.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie richtet sich an Anwender und Entwickler von Softwaresystemen in der Automatisierungstechnik. Die Richtlinie ist Entscheidungshilfe, wenn eine Entwicklung oder eine Anwendung von Agentensystemen in der Automatisierungstechnik in Erwägung gezogen wird. Darüber hinaus vermittelt sie Basisinformationen und eine einheitliche Vorstellung davon, was genau unter Agenten zu verstehen ist und wie agentenorientierte Automatisierungssysteme systematisch realisiert werden.

Die Richtlinienreihe VDI/VDE 2653 besteht aus nachfolgenden Blättern:

### Blatt 1 Grundlagen

Diese Richtlinie führt wesentliche Begriffe der Agententechnologie sowie die Eigenschaften agentenorientierter Automatisierungssysteme vor. Des Weiteren werden ausgewählte Anwendungsfälle in der Automatisierungstechnik erörtert.

### Blatt 2 Entwicklung

Diese Richtlinie beinhaltet Kriterien zur Auswahl und zum Vergleich agentenorientierter Entwicklungsmethoden, die Analyse existierender agentenorientierter Entwicklungsmethoden sowie Auswahlkriterien für Agentenplattformen in der Automatisierungstechnik. Sie wendet sich an alle, die sich mit der Entwicklung von Agentensystemen in der Automatisierungstechnik befassen.

### Blatt 3 Anwendung

Die Richtlinie beinhaltet Erfahrungsberichte aus der Industrie und von Universitäten über den Einsatz von Agentensystemen in verschiedenen Anwendungsfeldern. Die Erfahrungsberichte enthalten jeweils die zu lösende Problemstellung des Anwendungsfelds mit der Ausgangssituation sowie die Lösung mit Agenten, deren Nutzen und die dabei gewonnene Erfahrung. Benutzergruppe sind Anwender und Entwickler von Softwaresystemen in der Automatisierungstechnik.

energy technology. VDI Standards serve as decision aids in the development and application of multi-agent systems in industrial automation.

## 1 Scope

The present standard is addressed to users and developers of software systems in industrial automation. The standard is a decision aid when development or application of multi-agent systems in industrial automation is being considered. It also provides basic information and a standard concept as to what exactly agents are, and how agent-oriented industrial automation systems can be realised in a systematic manner.

The series of standards VDI/VDE 2653 consists of the following parts:

### Part 1 Fundamentals

This standard presents essential terms of multi-agent technology and the properties of agent-oriented industrial automation systems. In addition, selected application cases in industrial automation are discussed.

### Part 2 Development

This standard contains criteria for selecting and comparing agent-oriented development methods, for analysing existing agent-oriented development methods and for selecting agent platforms in industrial automation. It is intended for all those who are involved in the development of multi-agent systems in industrial automation.

### Part 3 Application

This standard contains field reports from industry and universities on the use of multi-agent systems in different areas of application. Each field report covers the problem of an area of application to be solved along with a description of the initial situation and the solution based on agents, their benefits and the experience gained in the process. The user group includes users and developers of software systems in industrial automation.