

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

VERBAND DER  
ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK  
INFORMATIONSTECHNIK

Funkgestützte Kommunikation in der  
Automatisierungstechnik

Anforderungen und Grundlagen

Radio-based communication in  
industrial automation

Requirements and principles

VDI/VDE 2185

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	Contents	Page
Vorbemerkung .....	3	Preliminary note.....	3
Einleitung .....	3	Introduction.....	3
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>4</b>	<b>1 Scope</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Begriffe</b> .....	<b>4</b>	<b>2 Terms and definitions</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	<b>12</b>	<b>3 Symbols and abbreviations</b> .....	<b>12</b>
<b>4 Vorgehensweise</b> .....	<b>17</b>	<b>4 Procedure</b> .....	<b>17</b>
<b>5 Anforderungen der Mess- und Automatisierungstechnik</b> .....	<b>19</b>	<b>5 Requirements in measurement and automation technology</b> .....	<b>19</b>
5.1 Einleitung.....	19	5.1 Introduction .....	19
5.2 Ausgewählte Anwendungsbereiche .....	19	5.2 Selected fields of application.....	19
5.3 Hierarchieebenen eines Automatisierungssystems.....	20	5.3 Hierarchical levels in an automation system .....	20
5.4 Neue Automatisierungskonzepte .....	21	5.4 New automation concepts.....	21
5.5 Resultierende Anforderungen .....	22	5.5 Resulting requirements.....	22
5.6 Gegenüberstellung der Anforderungen ....	31	5.6 Comparison of requirements.....	31
<b>6 Übertragungssystem</b> .....	<b>34</b>	<b>6 Transmission system</b> .....	<b>34</b>
6.1 Einführung .....	34	6.1 Introduction .....	34
6.2 Sender .....	35	6.2 Transmitter.....	35
6.3 Empfänger.....	35	6.3 Receiver .....	35
6.4 Antennen.....	36	6.4 Antennas .....	36
6.5 Physikalische und logische Verbindungen.....	42	6.5 Physical and logical connections .....	42
6.6 Funkkanal.....	42	6.6 Radio channel .....	42
6.7 Leckwellenleiter.....	47	6.7 Leakage waveguide .....	47
6.8 Schlitzhohlleiter .....	48	6.8 Slot waveguide .....	48
<b>7 Mediumzugriffsverfahren</b> .....	<b>48</b>	<b>7 Medium access methods</b> .....	<b>48</b>
7.1 Einführung .....	48	7.1 Introduction .....	48
7.2 Direkte Verfahren .....	50	7.2 Direct methods.....	50
7.3 Adaptive Verfahren.....	51	7.3 Adaptive methods.....	51
7.4 Kognitive Verfahren .....	52	7.4 Cognitive methods.....	52
7.5 Koexistenz .....	53	7.5 Coexistence.....	53
<b>8 Funktechnologien</b> .....	<b>54</b>	<b>8 Wireless technologies</b> .....	<b>54</b>
8.1 Einleitung.....	54	8.1 Introduction .....	54
8.2 Technische Merkmale – Übersicht.....	57	8.2 Technical features – overview .....	57

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)

Fachbereich Industrielle Informationstechnik

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

Inhalt	Seite
<b>9 Methodik der Anforderungsspezifikation</b> .....	92
9.1 Einführung .....	92
9.2 Grundlagen.....	92
9.3 Methodik und Parameter zur Erstellung eines Anforderungsprofils .....	93
<b>10 Auswahl anwendungsgerechter Funktechnologien</b> .....	106
10.1 Auswahlprozess .....	106
10.2 Übersicht der Bewertungskriterien .....	108
10.3 Bewertungsmatrix .....	108
10.4 Beispiel .....	110
<b>Anhang A</b> Vorlagen zur Erfassung von Kenn- und Einflussgrößen.....	120
A1 Vorlage für Anwendungsprofil .....	120
A2 Vorlage für Umgebungseinflüsse.....	120
A3 Vorlage für Produkteigenschaften.....	120
A4 Vorlage für zusätzlich geforderte Funktionen .....	125
<b>Anhang B</b> Anforderungsprofile (Beispiele).....	126
B1 Anwendungsprofil (Tabelle B1) .....	126
B2 Umgebungseinflüsse (Tabelle B2).....	129
B3 Produkteigenschaften (Tabelle B3).....	130
B4 Vorlage für zusätzlich geforderte Funktionen .....	131
<b>Anhang C</b> Normungsorganisationen und Fachgremien.....	131
C1 Regulierung.....	131
C2 Standardisierung .....	136
C3 Fachgremien.....	143
C4 Nutzerorganisationen .....	147
<b>Anhang D</b> Erläuterung zu Begriffen .....	150
Schrifttum .....	151
Benennungsindex.....	156

Contents	Page
<b>9 Methodology of requirements specification</b> .....	92
9.1 Introduction .....	92
9.2 Fundamental principles.....	92
9.3 Methodology and parameters for creating a requirements profile .....	93
<b>10 Selection of wireless technologies appropriate for specific applications</b> .....	106
10.1 Selection process .....	106
10.2 Overview of the assessment criteria .....	108
10.3 Assessment matrix .....	108
10.4 Example.....	110
<b>Annex A</b> Templates for recording characteristic and influencing parameters.....	120
A1 Template for the application profile .....	120
A2 Template for environmental influences .	120
A3 Template for product characteristics.....	120
A4 Template for additionally required functions .....	125
<b>Annex B</b> Requirements profiles (examples)....	126
B1 Application profile (Table B1) .....	126
B2 Environmental influences (Table B2)....	129
B3 Product characteristics (Table B3).....	130
B4 Template for additionally required functions .....	131
<b>Annex C</b> Standardization organizations and committees .....	131
C1 Regulatory .....	131
C2 Standardization .....	136
C3 Specialist bodies .....	143
C4 User organizations .....	147
<b>Annex D</b> Explanation of terms .....	150
Bibliography .....	151
Term index.....	156

## 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 und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2185](http://www.vdi.de/2185).

## Einleitung

Die drahtlose, funkgestützte Datenübertragung ermöglicht in vielen Bereichen der Automatisierung die Konzeption neuer technischer Lösungen. Die Anforderungen dieses Anwendungsbereichs, z.B. ein deterministisches Zeitverhalten der Übertragung, definieren jedoch eine Reihe von Randbedingungen, die durch die potenziell einsetzbaren Funktechnologien abzudecken sind.

Das Fokusprojekt „Funkgestützte Kommunikation in der Automatisierungstechnik“ der VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik hatte sich 1999 das Ziel gesetzt, einen Leitfaden zu erstellen, der die Auswahl von geeigneten Funktechnologien anhand der Anforderungsprofile aus verschiedenen Einsatzbereichen der Automatisierungstechnik systematisiert und erleichtert. Insbesondere sollte der Leitfaden den Anwendern in der Automatisierungstechnik einen Überblick über die aktuell verfügbaren Lösungen für seine individuelle Problemstellung ermöglichen. Der Fortführung dieser Aufgabe stellte sich der im November 2001 gegründete VDI/VDE-GMA-Fachausschuss „Funkgestützte Kommunikation in der Automatisierungstechnik“. Ein wesentliches Ergebnis der Arbeiten war die Veröffentlichung der Richtlinie VDI/VDE 2185 Blatt 1 im Jahr 2003, die 2007 in einer überarbeiteten Version erschienen ist.

In den darauffolgenden Jahren wurden folgende weitere Blätter der Richtlinienreihe VDI/VDE 2185 veröffentlicht:

Blatt 2 Koexistenzmanagement von Funklösungen

## 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 and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/2185](http://www.vdi.de/2185).

## Introduction

The design of new technical solutions in many fields of automation is made possible by wireless, radio-based data transmission. The requirements of this area of application, such as a deterministic time response of the transmission link, do however define a number of boundary conditions that have to be satisfied by potentially usable wireless technologies.

Starting in 1999, the focus project “Radio-based communication in industrial automation” of the VDI/VDE Society Measurement and Automatic Control has pursued the aim of providing systematic guidance in the selection of suitable wireless technologies based on the requirements profiles of various fields of application of industrial automation. In particular, the present guideline should provide the users of automation technology with an overview of the solutions currently available for their particular problems. This task has been continued by the VDI/VDE GMA committee “Radio-based communication in industrial automation” set up in November 2001. One major product of the work was the publication in 2003 of the standard VDI/VDE 2185 Part 1, which appeared in a revised version in 2007.

In subsequent years the following additional parts of the VDI/VDE 2185 Series of Standards have been published:

Part 2 Management of the coexistence of radio solutions

Blatt 3 Anforderungen und Spezifikationen an die Energieversorgung basierend auf Batterien und Energy Harvesting

Blatt 4 Messtechnische Performancebewertung von Funklösungen für industrielle Automatisierungsanwendungen

Die in den letzten Jahren seitdem gesammelten Erfahrungen beim Einsatz von Funklösungen für automatisierungstechnische Anwendungen, die rasante Entwicklung neuer Funktechnologien und Funkstandards sowie Anforderungen neuer Anwendungen und Trends, wie Digitalisierung, Industrie 4.0, Internet der Dinge (IoT), machte eine Aktualisierung dieser Richtlinie erforderlich. Mit der Aktualisierung des Inhalts soll die Richtlinie einen Überblick über Anforderungen an die Funkkommunikation in der Automatisierungstechnik geben, wesentliche Grundlagen der Funkkommunikation vermitteln und zukünftig bei Entscheidungen über den Einsatz der Funkübertragung in Automatisierungsanwendungen besser unterstützend herangezogen werden können. Hierzu enthält die Richtlinie einen Überblick über einsetzbare Funktechnologien und -standards.

## 1 Anwendungsbereich

Da der Einsatz der Funktechnik in vielen Anwendungsbereichen möglich ist, wurde der Anwendungsbereich der Richtlinie durch den GMA-Fachausschuss 5.21 „Funkgestützte Kommunikation“ auf folgende ausgewählte Bereiche der Automatisierungstechnik beschränkt:

- Prozessautomatisierung
- Infrastrukturanlagen (z.B. Kläranlagen)
- Fertigungsautomatisierung
- Intralogistik/Transport

Die Motivation für die Auswahl dieser Bereiche liegt darin begründet, dass gerade hier viele Funkanwendungen realisiert wurden und zukünftig ein wachsender Bedarf für den Einsatz der Funktechnik gesehen wird. Viele Firmen der aufgezählten Branchen setzen sich mit den existierenden Funktechniken auseinander und erarbeiten Konzepte für deren möglichen Einsatz. Die Inhalte dieser Richtlinie fokussieren größtenteils auf Nutzer der Funktechnik in den genannten Einsatzbereichen, liefern aber auch für Hersteller und Dienstleister wertvolle Informationen.

Part 3 Requirements and specifications for power-supply solutions based on batteries and energy harvesting

Part 4 Metrological performance rating of wireless solutions for industrial automation applications

The experience gained in recent years from deploying wireless solutions for automation applications, the rapid development of new wireless technologies and standards, the demands of new applications, and trends such as digitization, Industry 4.0, the Internet of Things (IoT), has made it necessary to update this standard. With the update of the content, the standard should give an overview of requirements for wireless communication in industrial automation, impart the essential principles of wireless communication and, in future, provide better support regarding decisions on the use of radio transmission in automation applications. To this end the standard contains an overview of the wireless technologies and standards that can be used.

## 1 Scope

Since wireless technology can be used in many areas of application, the scope of this standard has been limited to the following fields of industrial automation selected by GMA Technical Committee 5.21 “Radio-based communication”:

- process automation
- infrastructure plants (e.g. wastewater treatment plants)
- factory automation
- intralogistics/transportation

The motivation behind the selection of these fields lies in the fact that it is precisely here that many wireless applications have been implemented and that a growing demand for the use of wireless technology is anticipated in the future. Many companies in the industries listed here are analyzing existing wireless technologies and developing concepts for their potential use. The content of this standard is principally directed at users of wireless technology in the fields of application mentioned, but also provides valuable information for manufacturers and service providers.