

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIK

Funkgestützte Kommunikation in der
Automatisierungstechnik

Messtechnische Performancebewertung
von Funklösungen für industrielle
Automatisierungsanwendungen

Radio-based communication in
industrial automation

Metrological performance rating of wireless solutions
for industrial automation applications

VDI/VDE 2185

Blatt 4 / Part 4

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	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Begriffe	5
3 Formelzeichen und Abkürzungen	10
4 Anforderungen, Bedingungen und Fähigkeiten der Funkkommunikation	13
4.1 Allgemeines	13
4.2 Beispielanwendungen zur Erläuterung von Einflussgrößen	13
4.3 Einflussgrößen zur Charakterisierung der Anwendung	15
4.4 Einflussgrößen zur Charakterisierung der Umgebung	23
4.5 Einflussgrößen zur Charakterisierung von Funkgerät und Funkkommunikationssystem	28
5 Anforderungen an Standardtests	32
6 Modellbeschreibung	33
6.1 Allgemeines	33
6.2 Betrachtungsraum	33
6.3 Modell der Anwendung	34
6.4 Modell des Übertragungsmediums	39
6.5 Modell eines zu testenden Funkkommunikationssystems	45
6.6 Modell des Testaufbaus	54
7 Definition von Kenngrößen	54
7.1 Allgemeines	54
7.2 Übertragungszeit	54
7.3 Aktualisierungszeit	55
7.4 Anlaufzeit	59
7.5 Anzahl korrekt empfangener Pakete	60
7.6 Anzahl verlorener Pakete	60
7.7 Verfügbarkeit	61
7.8 Paketverlustrate	62

Contents	Page
Preliminary note	3
Introduction	3
1 Scope	4
2 Terms and definitions	5
3 Symbols and abbreviations	10
4 Requirements, conditions, and capabilities of wireless communication	13
4.1 General	13
4.2 Examples of applications for explaining influencing parameters	13
4.3 Influencing parameters for characterization of the application	15
4.4 Influencing parameters for characterization of the environment	23
4.5 Influencing parameters for characterization of the wireless device and wireless communication system	28
5 Requirements made of standard tests	32
6 Model description	33
6.1 General	33
6.2 Area under consideration	33
6.3 Model of the application	34
6.4 Model of the transmission medium	39
6.5 Model of a wireless communication system under test	45
6.6 Model of the test set-up	54
7 Definition of characteristic parameters	54
7.1 General	54
7.2 Transmission time	54
7.3 Update time	55
7.4 Start-up time	59
7.5 Number of correctly received packets	60
7.6 Number of lost packets	60
7.7 Availability	61
7.8 Packet loss rate	62

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

Fachbereich Industrielle Informationstechnik

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

Inhalt	Seite
8 Standardanwendungsprofile	62
8.1 Allgemeines	62
8.2 Maschine oder Fertigungszelle inklusive Schweißanlage.....	62
8.3 Fertigungshalle inklusive Hallenkran, Lagerhalle	63
8.4 Prozessanlage.....	63
8.5 Elektrohängebahn	63
8.6 Seilbahnen.....	65
8.7 Roboterarme.....	66
8.8 Bedienterminal.....	67
8.9 Hafenlogistik.....	68
8.10 Hochregallager/Regalbediengeräte	69
8.11 Folienwickelmaschine.....	70
8.12 Kläranlage.....	70
8.13 Aufzüge.....	72
8.14 Fahrerlose Transportsysteme	72
9 Standardumgebungsprofile	74
9.1 Profile für passive Umgebungseinflüsse	74
9.2 Profile für aktive Umgebungseinflüsse	75
10 Spezifikation von Testfällen zur Performancebewertung	77
10.1 Allgemeines	77
10.2 Standardtestfälle.....	77
10.3 Bausteine für weitere Testfälle.....	77
10.4 Testfälle zur Ermittlung der Grenzen der Anwendung	78
11 Testdurchführung	80
11.1 Organisatorische Angaben, Formalien, Identifikation.....	80
11.2 Testsystemstrukturen	80
11.3 Testprozess.....	89
12 Dokumentation der Testergebnisse	90
13 Maßnahmen zur Verbesserung der Performanceklasse	92
Anhang Beispiele für Funkgeräte bestehend aus den in Abschnitt 6.4.1 definierten Modellelementen	96
A1 Beispiele für Verbindungswechsel.....	97
A2 Beispiele für zu testende Funkkommunikationssysteme.....	99
Schrifttum	100
Benennungsindex englisch – deutsch.....	101

Contents	Page
8 Standard application profiles	62
8.1 General	62
8.2 Machine or production cell, including a welding unit	62
8.3 Production hall, including shop crane, warehouse	63
8.4 Process plant.....	63
8.5 Electric monorail overhead conveyors.....	63
8.6 Cable car systems	65
8.7 Robot arms.....	66
8.8 Operator terminals	67
8.9 Port logistics	68
8.10 High-bay warehouses and storage/retrieval machines	69
8.11 Film winders	70
8.12 Sewage treatment plants	70
8.13 Elevators	72
8.14 Automated transportation systems.....	72
9 Standard environmental profiles	74
9.1 Profiles for passive environmental influences.....	74
9.2 Profiles for active environmental influences.....	75
10 Specification of test cases for performance assessment	77
10.1 General	77
10.2 Standard test cases	77
10.3 Modules for further test cases.....	77
10.4 Test cases for determining the limits of the application	78
11 Test execution	80
11.1 Organizational information, formalities, identification.....	80
11.2 Test system structures.....	80
11.3 Test process	89
12 Documentation of test results	90
13 Measures for improving the performance class	92
Annex Examples of wireless devices comprising the model elements defined in Section 6.4.1	96
A1 Examples of link change.....	97
A2 Examples of wireless communication systems under test.....	99
Bibliography	100
Term index English – German.....	101

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), 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/2185.

Einleitung

Diese Richtlinie wurde vom VDI/VDE-GMA-Fachausschuss 5.21 „Funkgestützte Kommunikation“ erstellt.

Funkgestützte Kommunikation kommt in der Mess- und Automatisierungstechnik bereits in vielfältigen Anwendungen zum Einsatz. Die zunehmende flächendeckende Nutzung von Funkkommunikation erfordert eine einheitliche Betrachtungsweise bezüglich der Bewertung des Zeit- und Fehlerverhaltens.

In der NAMUR-Empfehlung NE 124 werden einheitliche und eindeutige Kenngrößen zur Charakterisierung von Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Echtzeitfähigkeit von drahtlosen Kommunikationslösungen gefordert. Es wird darauf verwiesen, dass diese Eigenschaften einen Bezug zu den Kommunikationsanforderungen und -bedingungen der jeweiligen Anwendung haben sollen. Mit der Standardisierung der messtechnischen Performancebewertung von Funklösungen für industrielle Automatisierungsanwendungen soll dieser Forderung entsprochen werden.

Diese Richtlinie ermöglicht die Verbesserung der Bewertung von Produkten für Funklösungen in industriellen Automatisierungsanwendungen durch validierte Methoden und Modelle. Einheitliche Verfahren verbessern die Transparenz von Entscheidungsprozessen und unterstützen das Qualitäts- und Koexistenzmanagement durch systematisches Vorgehen. Auf der Basis eines definierten Vokabulars wird die Kommunikation zwischen Automatisierungs- und Nachrichtentechnikern gefördert und Missverständnisse werden vermieden. Die Akzeptanz von Funklösungen wird durch eine vergleichbare Qualifizierung erhöht.

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) 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/2185.

Introduction

This standard has been prepared by VDI/VDE GMA Technical Committee 5.21 “Radio-based communication”.

Radio-based communication is already used in a variety of applications in measurement and automation technology. The increasing widespread use of wireless communication requires a uniform approach regarding the assessment of time and error behaviour.

In NAMUR recommendation NE 124 uniform and clear parameters for the characterization of the availability, reliability, and real-time capability of wireless communication solutions are required. Attention is drawn to the fact that these properties should have a connection with the communication requirements and conditions of the application in question. With the standardization of the metrological performance rating of wireless solutions for industrial automation applications this requirement should be satisfied.

By means of validated methods and models the present standard makes improvement possible in the assessment of products for wireless solutions in industrial automation applications. Uniform procedures improve the transparency of decision-making processes and support quality and co-existence management through a systematic approach. On the basis of a defined terminology, communication between automation and telecommunications technicians is furthered and misunderstandings avoided. Acceptance of wireless solutions is increased by a comparable qualification.

Die Richtlinie bietet Anwendern, Planern und Herstellern die Möglichkeit, für ein bestimmtes Anwendungs- und Umgebungsprofil eine optimale Funklösung auszuwählen oder zu entwickeln.

Es werden Standardtestfälle zur einheitlichen Zeit- und Fehlerbewertung industrieller Funkkommunikationssysteme spezifiziert und alle notwendigen Informationen zur Verfügung gestellt. Diese Standardtestfälle basieren auf Anwendungsprofilen typischer industrieller Automatisierungslösungen, von denen charakteristische Werte für relevante Einflussgrößen abgeleitet sind. Die Standardtestfälle beziehen sich nicht auf einen bestimmten Frequenzbereich, jedoch werden praxisrelevante Frequenzbereiche explizit angegeben. Zur realitätsnahen Bewertung beinhalten die Standardtestfälle für diese Frequenzbereiche passende Kanalmodelle, die durch HF-Parameter beschrieben sind. Diese Kanalmodelle sind frei zugänglich. Geplant ist die Initiierung einer darauf aufbauenden internationalen Normung.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie befasst sich mit der Bewertung des Zeit- und Fehlerverhaltens von Funkkommunikationssystemen in Anwendungen der industriellen Automatisierungstechnik.

Endanwendern von Funkkommunikationssystemen in der Automatisierungstechnik soll ermöglicht werden, Funkkommunikationsnetzwerke verstehen, bewerten, vergleichen und eine für die Aufgabenstellung geeignete Lösung auswählen zu können. Außerdem soll durch standardisierte Tests ein einheitliches Vorgehen beim Koexistenzmanagement unterstützt werden können.

Einheitliche, herstellerübergreifende Bezeichnungen, Kenngrößen und Merkmale werden definiert, damit Hersteller von Funkkommunikationsprodukten für Anwender vergleichbare technische Charakteristiken zur Verfügung stellen können. Hersteller werden in die Lage versetzt, eine Klassifizierung ihrer Produkte bezüglich der Anwendungsbereiche vorzunehmen. Die Kenntnis von einheitlichen Kenngrößen können Hersteller verwenden, um ihre Produkte zu optimieren und zu verbessern. Die Kenngrößenermittlung kann dabei mithilfe eines Testsystems bereits in der Entwicklungsphase erfolgen oder zur Einordnung in eine Performanceklasse als Typprüfung durchgeführt werden. Es ist auch denkbar, die Kenngrößenermittlung während des Betriebs vorzunehmen und die dafür erforderlichen Algorithmen in die Funkgeräte zu integrieren. Es werden sowohl Hersteller industrieller Funkkommunikationsprodukte angesprochen als auch Hersteller von universellen Funkmodulen,

This standard provides users, designers, and manufacturers with the possibility of selecting or developing an optimal wireless solution for a specific application and environment profile.

Standard test cases for the uniform time and error assessment of industrial wireless communication systems are specified and all the necessary information is provided. These standard test cases are based on the application profiles of typical industrial automation solutions, from which characteristic values for relevant influencing parameters are derived. The standard test cases do not relate to a particular frequency range but frequency ranges of practical relevance can be specified explicitly. For a realistic assessment, the standard test cases for these frequency ranges include suitable channel models that are described by RF parameters. These channel models are freely accessible. The initiation of an international standardization based on this is planned.

1 Scope

This standard deals with the assessment of the time and error behaviour of wireless communication systems in applications of industrial automation technology.

End-users of wireless communication systems in automation technology should be enabled to understand, assess, and compare wireless communication networks and given the ability to select a solution suitable for the task in question. In addition, a uniform approach to co-existence management should be enabled on the basis of standardized tests.

Uniform, cross-vendor designations, parameters, and features are defined so that manufacturers of wireless communication products for users can provide technical characteristics which can be compared. Manufacturers will be able to classify their products in terms of fields of application. Manufacturers can use knowledge of standardized parameters to optimize their products and improve them. Here parameters can be determined with the aid of a test system even during the development phase or carried out as a type test for assignment to performance class. It is also conceivable to undertake parameter determination during operation and to integrate the necessary algorithms into the wireless devices. Both the manufacturers of industrial wireless communication products are addressed as also the manufacturers of universal wireless modules which are also intended to be used in industrial automation. This particular part of the standard is aimed at users, designers, and manufacturers of

die auch in der industriellen Automation verwendet werden sollen. Das Richtlinienblatt wendet sich an Anwender, Planer und Hersteller von Funklösungen für Anwendungen der Industrieautomation.

Anmerkung: Als Beispiel für eine einheitliche Bewertung seien aus der Automobilindustrie der Normverbrauch und der CO₂-Ausstoß genannt.

→Funkkanals

Anmerkung: Damit wird eine Vielzahl von Einflussgrößen zusammengefasst.

Ausgangsleistung

Leistung, die der →Antenne zugeführt wird

Automatisierungsanwendung

Anwendung der Mess- und Automatisierungstechnik in den Bereichen der industriellen Automation

Bandbreite

Differenz zwischen der oberen und der unteren Frequenz in einem zusammenhängenden Frequenzbereich [VDI/VDE 5590 Blatt 1]

Bezugsschnittstelle

Schnittstellen zwischen der automatisierungstechnischen Anwendung und der →Funklösung

Anmerkung: Für eine eindeutige Definition von →Kenngrößen sind Bezugspunkte festzulegen, mit denen die zu ermittelnden Kenngrößenwerte verknüpft sind. Aus Sicht einer automatisierungstechnischen Anwendung sind dafür die Schnittstellen zwischen der Anwendung und der Funklösung geeignet. Diese Schnittstelle wird als Bezugsschnittstelle der Funklösung be-

→radio channel

Note: A variety of influencing parameters are summarized hereby.

output power

power which is supplied to the →antenna

automation application

application of measurement and automation technology in the fields of industrial automation

bandwidth

difference between the upper and the lower frequency of a contiguous frequency range [VDI/VDE 5590 Part 1]

reference interface

interfaces between the automation application and the →wireless solution

Note: For a clear definition of →characteristic parameters, reference points should be set to which the parameter values to be determined are linked. From the point of view of an automation application, the interfaces between the application and the wireless solution are suitable for this. This interface is referred to as the reference interface of the wireless solution. Neither