

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE  
  
VERBAND DER  
ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK  
INFORMATIONSTECHNIK

Adaptive Regler  
Inbetriebnahmesysteme für Regelungen  
  
Adaptive controllers  
Tuning systems for feedback controllers

VDI/VDE 3685

Blatt 3 / Part 3

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> .....	2
<b>2 Normative Verweise</b> .....	3
<b>3 Einordnung der Inbetriebnahme in den allgemeinen Planungs- und Inbetriebnahmeablauf</b> .....	3
<b>4 Funktionale Beschreibung der Inbetriebnahme von Regelungen</b> .....	4
<b>5 Charakteristische Eigenschaften</b> .....	4
5.1 Datengewinnung .....	4
5.2 Modellgewinnung .....	5
5.3 Modellverifikation .....	6
5.4 Reglergewinnung .....	6
5.5 Modellregelkreisverifikation .....	7
5.6 Reglereinstellung .....	7
5.7 Verifikation an der realen Regelstrecke .....	7
<b>6 Schnittstellen zum Prozess</b> .....	7
6.1 Schnittstellen zu prozessnahen Komponenten .....	7
6.2 Schnittstellen zur Veränderung von Strukturen und Parametern .....	8
6.3 Inbetriebnahmesystem als Testsystem .....	8
6.4 Schnittstellen zum Verändern von Automatisierungsstrukturen und Bausteininhalten .....	8
<b>7 Schnittstelle zum Benutzer</b> .....	9
7.1 Adäquate Bedienoberfläche .....	9
7.2 Zugriffsrechte .....	9
<b>8 Ergänzende Funktionalitäten</b> .....	9
8.1 Überwachungsmechanismen der prozessnahen Komponenten .....	9
8.2 Archivierung und grafische Darstellung .....	9
8.3 Simulation mit Algorithmen des Zielsystems und mit anwenderspezifischen Algorithmen .....	10
8.4 Dokumentation der Ergebnisse und der Ergebnisfindung .....	10
8.5 Speicherung von Standardwerten und Standardwegen .....	10
8.6 Allgemeine Forderungen .....	10
8.7 Zukünftige Aspekte .....	10
<b>9 Ausgewählte Methoden der Reglerselbsteinstellung</b> .....	11
9.1 Arten der Reglerselbsteinstellung .....	11
9.2 Reglerselbsteinstellung auf Anforderung .....	11
9.3 Identifikationsmethoden .....	13
9.4 Regelalgorithmen .....	16
9.5 Berechnung der PID-Reglerparameter .....	21
Schrifttum .....	25

Contents	Page
Preliminary note .....	2
Introduction .....	2
<b>1 Scope</b> .....	2
<b>2 Normative references</b> .....	3
<b>3 Integration of the tuning within the general planning and commissioning phase</b> .....	3
<b>4 Functional description of the tuning of feedback controllers</b> .....	4
<b>5 Characteristic properties</b> .....	4
5.1 Data acquisition .....	4
5.2 Modelling .....	5
5.3 Model validation .....	6
5.4 Controller design .....	6
5.5 Closed-loop verification .....	7
5.6 Controller settings .....	7
5.7 Verification at the real plant .....	7
<b>6 Process interfaces</b> .....	7
6.1 Interface to DCS-components .....	7
6.2 Interfaces for the changing of structures and parameters .....	8
6.3 Tuning system as test system .....	8
6.4 Interfaces for changing of automation structures and module contents .....	8
<b>7 Interface to user</b> .....	9
7.1 Adequate user interface .....	9
7.2 Access rights .....	9
<b>8 Supplementary functionalities</b> .....	9
8.1 Supervisory mechanisms of the process-oriented components .....	9
8.2 Archiving and graphical representation .....	9
8.3 Simulation using algorithms of the target system and user-specific algorithms .....	10
8.4 Documentation of results and method of obtaining results .....	10
8.5 Storage of standard values and standard paths .....	10
8.6 General requirements .....	10
8.7 Future aspects .....	10
<b>9 Selected methods of controller self-tuning</b> .....	11
9.1 Types of controller self-tuning .....	11
9.2 Controller self-tuning on request .....	11
9.3 Identification methods .....	13
9.4 Control algorithms .....	16
9.5 Calculation of PID controller parameters .....	21
Bibliography .....	25

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

Fachbereich Engineering und Betrieb automatisierter Anlagen

VDI/VDE-Handbuch Automatisierungstechnik  
VDI-Handbuch Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Band 5: Spezielle Verfahrenstechniken

## 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/3685](http://www.vdi.de/3685).

## Einleitung

Die Richtlinienreihe VDI/VDE 3685 wurde überarbeitet und ergänzt. Blatt 1 wurde bereits im Dezember 2009 überprüft und ist unverändert gültig. Blatt 2 wurde überarbeitet, erweitert und erneut veröffentlicht. Die hier vorgelegte Fassung von Blatt 3 ist redaktionell überarbeitet und um den Abschnitt „Ausgewählte Methoden der Regler-selbsteinstellung“ erweitert worden.

### 1 Anwendungsbereich

Die Inbetriebnahme von Regelungen stellt einen Teil der Gesamtinbetriebnahme von Anlagen und Maschinen dar. Aufgrund der speziellen Eigenschaften von Regelungen (Rückkopplungsstruktur, die bei ungeeigneter Parametrierung instabil werden kann) benötigt der Inbetriebnehmer besondere Kenntnisse für die Einstellung. Verschiedene Kompaktregler und Prozessleitsysteme stellen integrierte oder PC-basierte Systeme zur Verfügung, die die Inbetriebnahme von Regelungen unterstützen sollen.

Es werden Begriffe und Leistungsmerkmale von Inbetriebnahmesystemen definiert und eingeordnet. Inbetriebnahmesysteme sind als selbstständige oder integrierte Produkte denkbar. Dem Hersteller solcher Systeme wird die Möglichkeit gegeben, anhand dieser Richtlinie sein Inbetriebnahmesystem einzuordnen.

Mit der Beschreibung der Inbetriebnahme als Ablaufdiagramm soll zudem Anwendern wie Herstellern die Möglichkeit gegeben werden, Inbetriebnahmesysteme einordnen und bewerten zu können.

## 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/3685](http://www.vdi.de/3685).

## Introduction

The series of standards VDI/VDE 3685 has been revised and supplemented. Part 1 has been reviewed in December 2009 and is still valid. Part 2 is revised, updated and published again. The version of Part 3 presented here has been editorially revised and extended to the section entitled “Selected methods of controller self-tuning”.

### 1 Scope

The tuning of feedback controllers is part of the overall commissioning of plants and machines. On account of the special properties of control loops (feedback structure which can become unstable with unsuitable setting of controller parameters), the commissioning person needs special knowledge for making such settings. Various compact controllers and process control systems provide integrated or PC-based systems to support the tuning of feedback controllers.

Terms and performance parameters of tuning systems are defined and classified. Tuning systems could be designed as independent or integrated products. With this part of the standard, manufacturers of such systems are given the possibility to evaluate their tuning tools.

With the description of tuning in the form of a flow chart, users and manufacturers can classify and evaluate tuning systems.

## **2 Normative Verweise**

Das folgende zitierte Dokument ist für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI/VDE 3685 Blatt 1:1990-05 Adaptive Regler;  
Begriffe und Eigenschaften

## **2 Normative references**

The following referenced document is indispensable for the application of this standard:

VDI/VDE 3685 Part 1:1990-05 Adaptive controllers;  
Terms and properties