

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEUREEnergieeinsparung durch Einsatz  
drehzahlsteuerbarer Antriebe in der  
technischen Gebäudeausrüstung  
  
Energy conservation by application of variable  
speed drives (VSD) in building services

VDI 6014

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 .....	2	Preliminary note.....	2
Einleitung .....	2	Introduction.....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>3</b>	<b>1 Scope</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Normative Verweise</b> .....	<b>3</b>	<b>2 Normative references</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>3</b>	<b>3 Terms and definitions</b> .....	<b>3</b>
<b>4 Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	<b>4</b>	<b>4 Symbols and abbreviations</b> .....	<b>4</b>
<b>5 Grundlagen</b> .....	<b>5</b>	<b>5 Fundamentals</b> .....	<b>5</b>
5.1 Motorkonzepte .....	5	5.1 Motor concepts .....	5
5.2 Grundsätzliche Unterschiede stufig oder stufenlos gesteuerter Antriebe.....	8	5.2 Basic differences between stepped drives and stepless drives.....	8
5.3 Lastanforderungen .....	11	5.3 Load requirements .....	11
5.4 Systemanforderungen.....	14	5.4 System requirements.....	14
<b>6 Entscheidungshilfen</b> .....	<b>14</b>	<b>6 Decision aids</b> .....	<b>14</b>
6.1 Drehzahlsteuerbare Antriebe in der TGA .....	14	6.1 Variable-speed drives in the building services .....	14
6.2 Systemauslegung und Dimensionierung ..	19	6.2 System design and dimensioning.....	19
6.3 Übersicht der Leistungsbereiche und Wirkungsgrade .....	26	6.3 Overview of power ranges and efficiencies of various drive types .....	26
6.4 Ermittlung des Einsparpotenzials durch Drehzahlsteuerung .....	30	6.4 Determination of saving potential afforded by speed control .....	30
<b>7 Projektierungshinweise für drehzahlgesteuerte Antriebe</b> .....	<b>35</b>	<b>7 Project planning notes for variable-speed drives</b> .....	<b>35</b>
7.1 Auswahlkriterien.....	35	7.1 Selection criteria .....	35
7.2 Spezielle Hinweise für Motoren für stufenlose Drehzahlsteuerung .....	41	7.2 Special instructions for motors for stepless speed control .....	41
<b>8 Energieeffizienzanforderungen für Motoren, Pumpen und Ventilatoren</b> .....	<b>43</b>	<b>8 Energy efficiency requirements for motors, pumps and fans</b> .....	<b>43</b>
8.1 Pumpen .....	43	8.1 Pumps .....	43
8.2 Ventilatoren .....	44	8.2 Fans.....	44
8.3 Lüftungsanlagen.....	45	8.3 Ventilating systems.....	45
8.4 Motoren.....	45	8.4 Motors.....	45
<b>Anhang</b> Musterformular zur Abschätzung des jährlichen Energiebedarfs .....	<b>46</b>	<b>Annex</b> Example form for estimation of the annual energy demand .....	<b>47</b>
Schrifttum .....	48	Bibliography .....	48

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)

Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Elektrotechnik und Gebäudeautomation  
VDI-Handbuch Raumlufttechnik  
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

## 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.

## Einleitung

Der Einsatz von drehzahlsteuerbaren Antrieben innerhalb der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) hat in den letzten Jahren noch weiter an Bedeutung gewonnen. Seit einigen Jahren liegt der Fokus neben der Drehzahlsteuerbarkeit auch auf dem Einsatz von wirkungsgradoptimierten Komponenten und Motoren. Diese werden vor allem durch die aktuellen EU-Verordnungen für Ventilatoren, Pumpen und Motoren gefordert. Ineffiziente Antriebssysteme werden weit weniger eingesetzt und teilweise vom Markt genommen. Die zum Teil neuen Motorentechnologien und Antriebskonzepte werden in dieser Ausgabe insofern berücksichtigt, wie diese für das Gremium wichtig erschienen.

Diese Richtlinie bezieht sich auf Motoren für Pumpen und Ventilatoren, die in Gebäuden angewendet werden, mit Motorleistungen von 0,12 kW bis 1000 kW. Hier werden detailliert bis zu einer Leistungsgrenze von 75 kW die in der TGA eingesetzten und bewertbaren Antriebssysteme gegenübergestellt. Motor und Steuerelektronik sind bei Pumpen oder Ventilatoren mit Leistungen bis zu ca. 22 kW häufig Bestandteil des Gesamtgeräts und erfordern deshalb eine gemeinsame Betrachtung.

Neben der eigentlichen Aufgabe, die Drehzahl eines Motors zu steuern, können elektronische Drehzahlsteller heute eine Vielzahl von Informationen und Betriebsdaten sammeln und entsprechende Überwachungsfunktionen wahrnehmen. Die Einbindung in übergeordnete Gebäudeautomationsanlagen ist in aller Regel einfach über Busanbindung möglich. Bei der Planung eines Antriebssystems sollten diese Zusatzfunktionalitäten beachtet werden.

## 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.

## Introduction

The application of variable-speed drives in the building services has gained even more importance in recent years. For a number of years now, the use of efficiency-optimised components and motors has come into the spotlight, in addition to speed control. These are primarily stipulated by the current EU ordinances for fans, pumps and motors. Inefficient drive systems are used much more infrequently and are sometimes removed from the market. In this respect, the partially new motor technologies and drive concepts are considered in this edition, as they appear important for the committee.

This standard refers to motors for pumps and fans, which are used in buildings with motor powers from 0,12 kW to 1000 kW. It compares in detail the drive systems commonly used and evaluated in the building services up to a rating limit of 75 kW. In the case of pumps or fans with powers of up to approximately 22 kW, the motor and the control electronics are often integrated parts of the entire unit and therefore need to be considered integrally.

In addition to the actual task of controlling the motor speed, in today's industry electronic speed controllers are able to collect a wide variety of information and operating data and realise corresponding monitoring functions. As a general rule, it is easy to integrate them into higher-level building automation systems via bus connection. When planning a drive system, these additional functionalities should be taken into consideration.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gibt eine Grundlage für die Auswahl drehzahlsteuerbarer Antriebe, inklusive einer gesamtheitlichen Betrachtung der vorgestellten Komponenten bei der neben der energetischen Sicht auch Betriebsweise, Einsatzgebiete und weitere relevante Punkte für die Verwendung dieser angesprochen werden. Im Hinblick auf die TGA erfolgt eine Beschränkung auf die Arbeitsmaschinen Pumpe und Ventilator.

Die nachfolgenden Darstellungen beinhalten:

- Hinweise zur Auswahl des Konzepts drehzahlsteuerbarer Antriebe
- Hinweise zu energetischen Aspekten bei der Auswahl drehzahlsteuerbarer Arbeitsmaschinen
- Hinweise zu Energieeinsparpotenzialen bestimmter Anwendungsfälle und zu Wirkungsgradverbesserungen
- Hinweise zu Mindestanforderungen, insbesondere bei elektronisch gesteuerten Antrieben, um einen störungsfreien Betrieb zu erreichen
- Energieeffizienzanforderungen für Pumpen, Motoren und Ventilatoren (sofern vorhanden)

Die in der Richtlinie enthaltenen Gleichungen, Tabellen und Diagramme dienen als Empfehlung für Betreiber und Planer von Anlagen der TGA.

## 2 Normative Verweise

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

DIN EN 60034-30-1\*VDE 0530-30-1:2014-12 Drehende elektrische Maschinen; Teil 30-1: Wirkungsgrad-Klassifizierung von netzgespeisten Drehstrommotoren (IE-Code) (IEC 60034-30-1:2014); Deutsche Fassung EN 60034-30-1:2014

VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik

## 1 Scope

This standard provides a basis for the selection of variable-speed drives, including an overall consideration of the components presented, for which in addition to the energy-related view, the operating mode, fields of application and further relevant points for its use are discussed. With regard to building services, the consideration of driven machines is limited to fans and pumps.

The following sections include:

- notes on the selection of the variable-speed drive concept
- notes on the energetic aspects to be considered in selecting variable-speed machines
- notes on potential for saving energy in specific applications and on improvements to efficiencies
- notes on minimum requirements to be met, particularly with electronically controlled drives, in order to achieve fault-free operation
- energy efficiency requirements for pumps, motors and fans (if available)

The equations, tables and diagrams in this standard are intended as recommendations for the users and planners of building services installations.

## 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

DIN EN 60034-30-1\*VDE 0530-30-1:2014-12 Rotating electrical machines; Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code) (IEC 60034-30-1:2014); German version EN 60034-30-1:2014

VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Terminology of civil engineering and building services