

DIN EN 60534-9



ICS 23.060.40

**Stellventile für die Prozessregelung –
Teil 9: Prüfverfahren zur Bestimmung des Verhaltens von Stellventilen
bei Sprungfunktionen (IEC 60534-9:2007);
Deutsche Fassung EN 60534-9:2007**

Industrial-process control valves –

Part 9: Test procedure for response measurements from step inputs (IEC 60534-9:2007);
German version EN 60534-9:2007

Vannes de régulation des processus industriels –

Partie 9: Procédure d'essai pour la mesure de la réponse des vannes de régulation à des signaux d'entrée échelonnés (CEI 60534-9:2007);

Version allemande EN 60534-9:2007

Gesamtumfang 30 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2007-10-01 angenommene EN 60534-9 gilt als DIN-Norm ab 2008-06-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60534-9:2006-07.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 963 „Stellgeräte für strömende Stoffe“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 65B „Devices & process analysis“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als Europäische Norm EN 60068 durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Stellventile für die Prozessregelung –
Teil 9: Prüfverfahren zur Bestimmung des Verhaltens
von Stellventilen bei Sprungfunktionen
(IEC 60534-9:2007)

Industrial-process control valves –
Part 9: Test procedure for response
measurements from step inputs
(IEC 60534-9:2007)

Vannes de régulation
des processus industriels –
Partie 9: Procédure d'essai
pour la mesure de la réponse
des vannes de régulation
à des signaux d'entrée échelonnés
(CEI 60534-9:2007)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2007-10-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2007 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60534-9:2007 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 65B/632/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 60534-9, ausgearbeitet von dem SC 65B „Devices & process analysis“ des IEC/TC 65 „Industrial-process measurement, control and automation“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2007-10-01 als EN 60534-9 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2008-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2010-10-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60534-9:2007 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Formelzeichen	9
5 Allgemeine Prüfverfahren	10
5.1 Zustand des Prüflings	10
5.2 Prüfsystem	10
5.3 Messinstrumente	11
5.4 Prozessvariable	12
5.5 Normale Prüfposition	13
6 Beispiele für Sprungantworten	13
7 Spezifische Prüfungen für die drei vorgegebenen Prüfumgebungen	15
7.1 Prüfung im Prüfstand	15
7.2 Prüfung im Labor	16
7.3 Prüfung im Prozess	16
8 Ausführliche Beschreibung der Prüfverfahren	17
8.1 Grundlinientest	17
8.2 Prüfung bei kleinen Signaländerungen	18
8.3 Prüfung der Sprung-Antwortzeiten	19
9 Darstellung der Prüfergebnisse	22
9.1 Allgemeine Informationen	22
9.2 Prüfergebnisse	22
9.2.1 Grundlinienprüfung	22
9.2.2 Prüfung bei kleinen Signaländerungen	22
9.2.3 Prüfung der Sprung-Antwortzeiten	22
Anhang A (informativ) Messung der Gleitreibung	25
Literaturhinweise	27
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	28
Bild 1 – Totzone und Auflösung	5
Bild 2 – Typisches Sprungsignal und Antwortfunktion ohne Überschwängen	14
Bild 3 – Antwortfunktion mit Überschwängen	14
Bild 4 – Beispiel für Signal- und Antwortfunktion beim Grundlinientest	18
Bild 5 – Beispiel für die Signalfunktion bei der Prüfung bei kleinen Signaländerungen	19
Bild 6 – Beispiel für die Signalfunktion bei der Prüfung der Sprung-Antwortzeiten	20
Bild 7 – Beispieldaten für eine Prüfung bei kleinen Signaländerungen ($\Delta s = 0,13 \%$), die in einem Prozessregelkreis durchgeführt wurde	23
Bild 8 – Beispielgrafik für die Sprungantwortzeit t_{86} als Funktion der Schrittweite für vier verschiedene Ventile	24

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60534 definiert die Prüfung und Beschreibung des Verhaltens von Stellventilen, welche in geschlossenen Regelkreisen eingesetzt werden, bei Beaufschlagung mit Sprungfunktionen, sowie die entsprechenden Prüfberichte. Ein Stellventil besteht aus der kompletten, einsatzbereiten Einheit aus Ventil, Antrieb und allem erforderlichen Zubehör. Das am meisten eingesetzte Zubehör ist ein Stellungsregler.

ANMERKUNG Weitergehende Informationen sind dem technischen Bericht ANSI/ISA-TR75.25.02 [6]¹⁾ zu entnehmen.

Der Zweck dieser Norm ist, zu definieren, wie man die Sprungantworten von Stellventilen in einem offenen Regelkreis prüft, misst und die Prüfergebnisse dokumentiert. Diese Information kann für Prozessregelungen für eine Betrachtung, wie gut und wie schnell das Stellventil auf Änderungen des Eingangssignals reagiert, genutzt werden.

Diese Norm definiert weder Akzeptanzkriterien für das Verhalten von Stellventilen bei der Prozessregelung, noch werden durch diese Norm irgendwelche Einschränkungen hinsichtlich der Auswahl von Stellventilen für bestimmte Einsatzfälle gegeben. Falls diese Norm für die Ermittlung von Kennwerten oder für eine Abnahmeprüfung verwendet wird, können die Vertragspartner Abweichungen von diesen Anforderungen vereinbaren und dokumentieren.

Die Ergebnisse der hier definierten Prüfungen sind insbesondere auf geschlossene Regelkreise anzuwenden, können aber auch bei offenen Regelkreisen von gewisser Bedeutung sein. Sie sind nicht anwendbar für Ventile, die als reine Absperrventile verwendet werden.

Die in dieser Norm spezifizierten Prüfungen werden im Allgemeinen nicht ausreichend sein, ein Regelverhalten zu definieren, welches allen Prozessanforderungen genügt. Andererseits werden nicht alle Anwendungen von Regelventilen diese Prüfungen erfordern.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60534-1, *Industrial-process control valves – Part 1: Control valve terminology and general consideration*

IEC 60534-4, *Industrial-process control valves – Part 4: Inspection and routine testing*

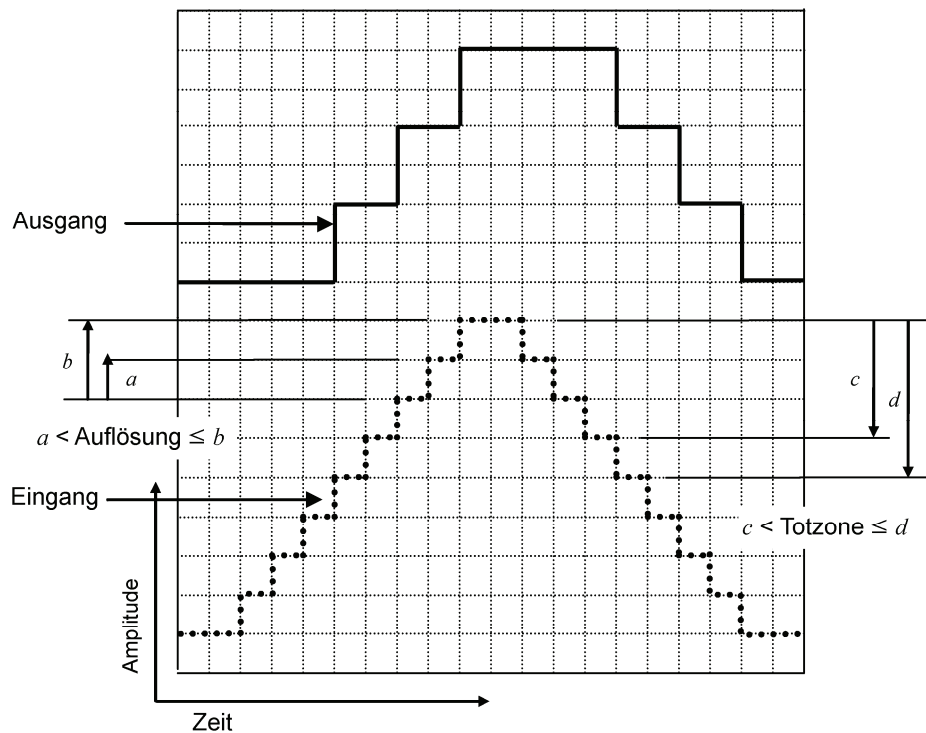
3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten zusätzlich zu den in IEC 60534-1 und in den anderen Teilen von IEC 60534 festgelegten Begriffen die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG 1 Speziell im Bereich der nichtlinearen Dynamik wurde festgestellt, dass einige Begriffe, die in IEC 60050-351 oder in [5] definiert sind, für dieses Dokument nicht hinreichend genau beschrieben sind. Andere Begriffe waren unvereinbar mit der Terminologie, die in der nichtlinearen Regelung verwendet wird.

ANMERKUNG 2 Der technische Bericht [6] erklärt anwendbare Begriffe und erklärt die statischen und dynamischen Eigenschaften von Regelventilen, die für die Prozessregelung wichtig sind. Die dort gegebenen Informationen sind hilfreich für die korrekte Interpretation und Anwendung der Prüfergebnisse, die mittels der in dieser Norm definierten Prüfungen ermittelt werden.

¹⁾ Die Ziffern in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.



Die Regeldynamik ist nicht dargestellt

Bild 1 – Totzone und Auflösung

3.1

Zeitkonstante des geschlossenen Regelkreises

Zeitkonstante der Antwortfunktion eines geschlossenen Regelkreises, die bei der Optimierung verwendet wird, wie z. B. bei der internen Modellierung der Regelung (IMC) oder der Lambda-Abstimmung. Die Zeitkonstante des geschlossenen Regelkreises ist eine Kenngröße für die Eigenschaften eines Regelkreises

3.2

Totzone

Bereich, in dem ein Eingangssignal unter Umkehrung der Wirkrichtung variiert werden kann, ohne dass eine wahrnehmbare Veränderung der Ausgangsgröße auftritt

[IEC 60534-4, 3.2]

3.3

Totzeit

Zeit zwischen dem Ändern des Eingangssignals und dem Beginn der daraus resultierenden wahrnehmbaren Änderung des Ausgangssignals

3.4

dynamische Antwort

zeitabhängige Änderung des Ausgangssignals als Resultat einer definierten, zeitabhängigen Änderung des Eingangssignals

ANMERKUNG Üblicherweise verwendete Eingangssignal-Änderungen sind Impuls, Puls, Sprung, Rampe und Sinusfunktion [4]. Dynamisch bedeutet, dass das Regelventil in Bewegung ist. Die dynamische Antwort kann ohne Prozessbeaufschlagung in einer Prüfvorrichtung, alternativ mit simulierter oder aktiver Prozessbeanspruchung in einem Prüflabor, sowie auch unter realen Prozess-Betriebsbedingungen gemessen werden.

3.5

Verhältnis der Regelverstärkung

G_R

Regelverstärkung G_Z dividiert durch die aus der Sprung-Prüfung bei einer Signaländerung von 2 % erhaltene Regelverstärkung G_{Z02} . Für Prüfungen in jeder Nennstellung ist das ideale Verhältnis der Regelverstärkung gleich 1,0

$$G_R = G_Z / G_{Z02}$$

ANMERKUNG Wenn digitale Stellregler mit pulsmoduliertem Ausgang vorhanden sind, kann das Messen des Verhältnisses der Regelverstärkung nicht möglich sein, da die Messung der Regelverstärkung bei derartigen Stellreglern unendliche Werte ergeben kann.

3.6

Höhe des Eingangssprungs

Δs

Differenz zwischen Anfangs- und Endsignal bei einer Sprungänderung, ausgedrückt als Prozentsatz der Signaldauer

3.7

Stabilitätsgrenze

eine Schwingung, die durch das nichtlineare Verhalten eines Regelkreises verursacht wird

ANMERKUNG 1 Diese Schwingungen sind von fester Amplitude und Frequenz und können in einem Regelkreis auch dann auftreten, wenn keine Änderung des Eingangssignals vorliegt. In linearen Systemen verstärkt sich eine Instabilität theoretisch ins Unendliche; dieser Effekt wird jedoch in der Realität durch nichtlineare Effekte begrenzt [3].

ANMERKUNG 2 Das Auftreten der Stabilitätsgrenze kann von der Ventilstellung abhängig sein.

3.8

nichtlineares System

System, dessen Antwortfunktion sowohl von der Amplitude und Form des Eingangssignals als auch vom anfänglichen Zustand des Systems abhängt. Zum Beispiel kann ein nichtlineares System sich abhängig von dem Wert des Eingangssignals vom stabilen in den instabilen Zustand ändern

ANMERKUNG Gelangt ein nichtlineares System mittels eines Regelvorganges in die Nähe eines Sollwertes, wird normalerweise die Stabilitätsgrenze ermittelt. Die Amplitude und die Frequenz der auftretenden Schwingungen sind abhängig von der Natur der vorhandenen Nichtlinearitäten und von der effektiven Verstärkung des Regelkreises. Wird die Verstärkung erhöht, wird sich wahrscheinlich auch die Frequenz der Schwingungen erhöhen. Bei sehr großer Erhöhung der Verstärkung können Effekte wie Bifurkation, Frequenzverdopplung, aber auch unkontrolliertes Verhalten auftreten.

3.9

Überschwingen

für eine Sprungantwort die maximale Regelabweichung des stationären Endwertes der Ausgangsgröße, ausgedrückt als Prozentsatz der Differenz zwischen den End- und den Anfangswerten des stationären Betriebszustandes

3.10

relativer Hub

h

Verhältnis des Hubs an einer vorgegebenen Öffnung zum Nennhub

[IEC 60534-1, 4.5.4]

3.11

Auflösung

kleinste Änderung des Eingangssignals in einer Richtung, bei der eine Änderung des Ausgangssignals beobachtet wird, ausgedrückt als Prozentsatz des Eingangssignalsbereiches

ANMERKUNG Der Ausdruck „Auflösung des Stellventils“ bedeutet in dieser Norm: die Tendenz eines Stellventils, die Ventilstellung in endlichen Schritten entsprechend einer schrittweisen Änderung des Eingangssignals in gleicher Richtung zu ändern. Dieses geschieht, wenn das Stellventil sich im Ruhezustand befindet, d. h. die aus der vorhergehenden Änderung des Eingangssignals resultierende Bewegung aufgehört hat.

3.12

Sprungantwort

zeitabhängige Funktion, mit der sich eine Variable nach einer schrittweisen Änderung des Eingangssignals verändert. In dieser Norm kann die Sprungantwort entweder die Ventilstellung, der Durchfluss oder eine andere Prozessgröße sein

3.13

Antwort-Durchflusskoeffizient

C_R

bei der Prüfung unter Betriebsbedingungen auftretender Durchflusskoeffizient. Die unter Betriebsbedingungen ermittelten Werte können sich von den unter Laborbedingungen, wie in den Ventilberechnungsnormen gefordert, ermittelten Werten unterscheiden

ANMERKUNG 1 Die gebräuchlichen Durchflusskoeffizienten sind K_v und C_v , die vom Einheitensystem abhängen. Weitere Informationen sind in IEC 60534-1 enthalten.

ANMERKUNG 2 Es ist zu beachten, dass die Maße und Einheiten aller nachfolgend definierten Durchflusskoeffizienten unterschiedlich sind. Es ist jedoch möglich, diese Durchflusskoeffizienten numerisch in Beziehung zu bringen. Diese Beziehung ist wie folgt:

$$\frac{K_v}{C_v} = 0,865$$

3.14

Regelverstärkung

G_Z

Verhältnis der statischen Änderung der Prozessgröße ΔZ , dividiert durch die zugehörige Änderung des Eingangssignals Δs . Eine spezielle Variante der Regelverstärkung ist die Regelverstärkung bei einer 2-%-Signaländerung, die mit G_{Z02} bezeichnet wird

$$G_Z = \Delta Z / \Delta s$$

$$G_{Z02} = \Delta Z_{02} / \Delta s_{02}$$

3.15

Abtastzeit

Δt_s

Zeitintervall zwischen den aufgenommenen Messdaten; dies ist der Kehrwert zur Abtastrate f_0

$$\Delta t_s = 1/f_0$$

ANMERKUNG In dieser Norm, in der immer mehr als eine Prozessvariable aufgenommen wird, ist dies das Zeitintervall zwischen jeweils 2 Sätzen von Messdaten. Idealerweise werden alle Prozessvariablen eines Datensatzes zum gleichen Zeitpunkt aufgenommen. Falls analoge Instrumente zur Messwerterfassung eingesetzt werden, sollte deren Zeitkonstante kleiner oder gleich der maximal erlaubten Abtastzeit Δt_s sein.

3.16

Abtastrate

f_0

Häufigkeit, mit der Messdaten aufgenommen werden, oder die Anzahl aufgenommener Messdaten je Zeiteinheit (siehe 3.15)