



**Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin**

University of Applied Sciences

Fachbereich Ingenieurwissenschaften II

Labor Messtechnik

Anleitung zur Laborübung

Dynamische Temperaturmessung Teil 1

Dynamisches Verhalten eines Pt 100 - Mantelthermometers

Inhalt:

- 1 Ziel der Laborübung
- 2 Aufgaben zur Vorbereitung der Laborübung
- 3 Grundlagen
 - 3.1 Dynamische Abweichungen
 - 3.2 Einschwingzeit
 - 3.3 Zeitkonstante
 - 3.4 Dämpfung
- 4 Erörterung und Aufbau des Messplatzes
- 5 Messablauf
- 6 Auswertung der Messwertaufnahme

1 Ziel der Laborübung

- Kennenlernen dynamischer Abweichungen
- Dynamisches Verhalten eines Pt 100-Mantelthermometers
- Bedeutung der Sprungfunktion und Übergangsfunktion

2 Aufgaben zur Vorbereitung der Laborübung

- Einarbeiten in die Laborübung nach dieser Anleitung
- Literaturstudium zum Thema „Dynamische Abweichungen“



3 Grundlagen

3.1 Dynamische Abweichungen

Die Differenz zwischen wahrer und gemessener Messgröße zu einem bestimmten Zeitpunkt ist die dynamische Abweichung ε .

Soll mit einer Messeinrichtung eine zeitlich veränderliche Größe erfasst werden, so entsteht immer dann eine dynamische Abweichung, wenn die Ausgangsgröße $y(t)$ der Messgröße $x(t)$ verzögert folgt.

Liegt als Eingangssignal die Sprungfunktion $x(t)$ an, so erhält man als zugehöriges Ausgangssignal die Übertragungsfunktion $y(t)$.

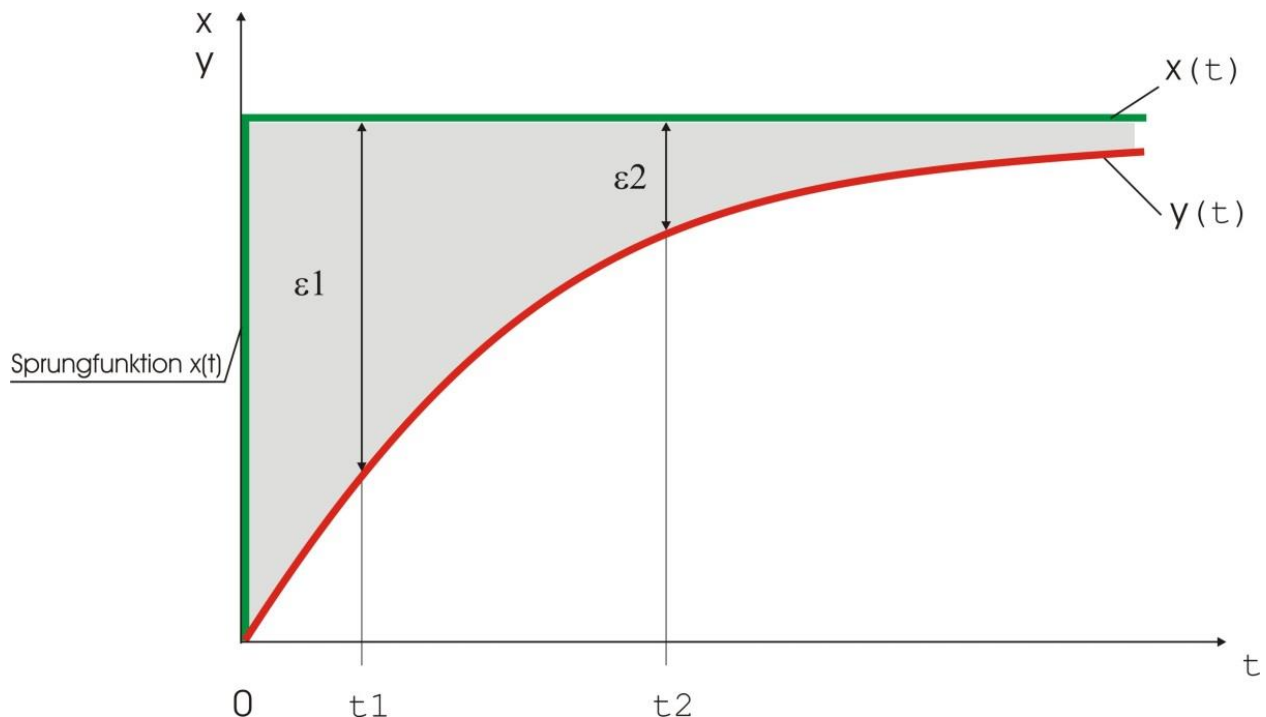


Bild 1: Erklärung der dynamischen Abweichung im Zeitbereich
(hier: Beispiel eines Systems 1. Ordnung)

Verläuft die Messgröße x gegenüber den dynamischen Eigenschaften der Messeinrichtung hinreichend langsam, so bleibt die dynamische Abweichung vernachlässigbar klein. Bei schnell veränderlichen Größen wird die dynamische Abweichung u.U. so groß, dass das Messergebnis unbrauchbar ist.

Bei der Messung dynamischer Größen erhält man am Ausgang des Systems, anstelle des unverfälschten Signals y_{ideal} , ein reales mit Abweichungen behaftetes Signal y_{real} .

Der Augenblickswert der Abweichung, der bei der dynamischen Messung zeitabhängig ist, ergibt sich zu $\varepsilon = y_{ideal} - y_{real}$.

3.2 Einschwingzeit

Die Einschwingzeit T_ε ist die Zeit zwischen Anlegen der Sprungfunktion am Eingang und Einlaufen der Ausgangsgröße in ein Toleranzband der Breite $\varepsilon = \pm 5\%$ vom stationären Endwert. Dabei gilt das **letztmalige** Eintauchen in dieses Toleranzband.

Vom Anlegen der Sprungfunktion bis zum Ansprechen der Messeinrichtung kann eine gewisse Totzeit T_t vergehen, an die sich die Verzugszeit T_v anschließt.

Der wesentliche Übergang vollzieht sich während der Ausgleichszeit T_a . Sie wird im Koordinatensystem durch die Subtangente des Kurvenpunktes mit der größten Steigung (Wendepunkt-Tangente) bestimmt. Anschließend geht der Vorgang periodisch oder aperiodisch in den stationären Zustand über.

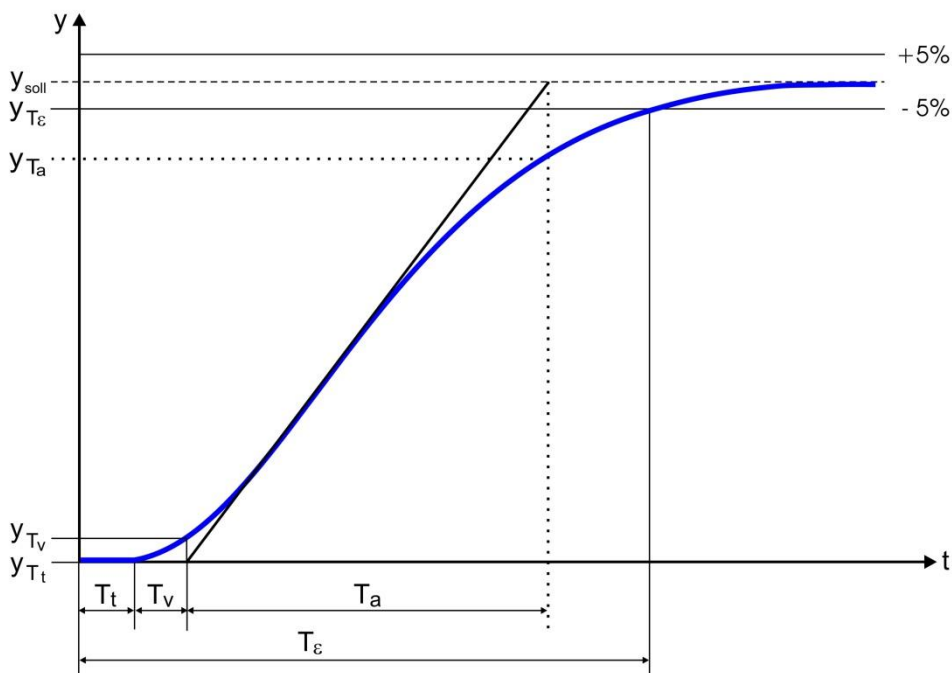


Bild 2: Ermittlung der Einschwingzeit bei aperiodischem Einschwingen

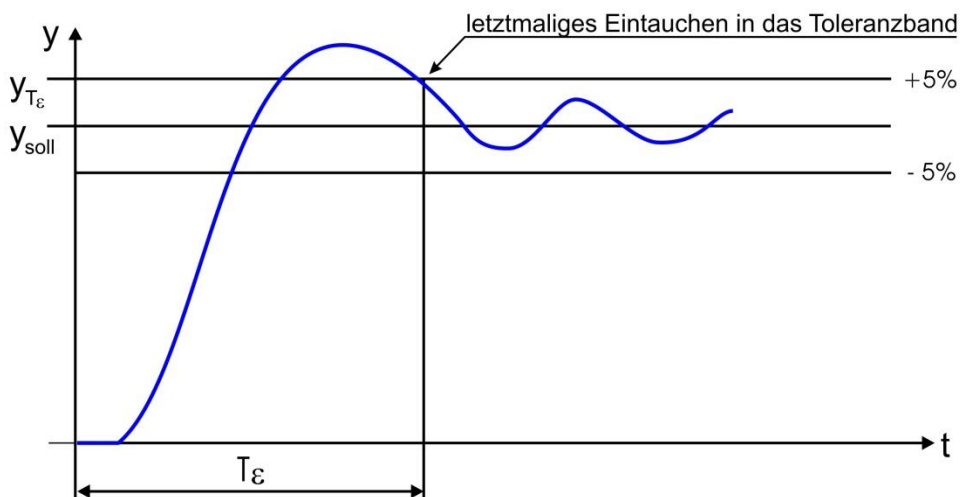


Bild 3: Ermittlung der Einschwingzeit bei periodischem Einschwingen

3.3 Zeitkonstante

Die Zeitkonstante τ markiert die Zeit vom Anfangspunkt der Tangente bis zum Erreichen des 0,632-fachen des Endwertes.

Für ein Verzögerungsglied 1. Ordnung hat sich der Übergangsvorgang nach 3τ bis auf 5% dem stationären Endwert genähert.

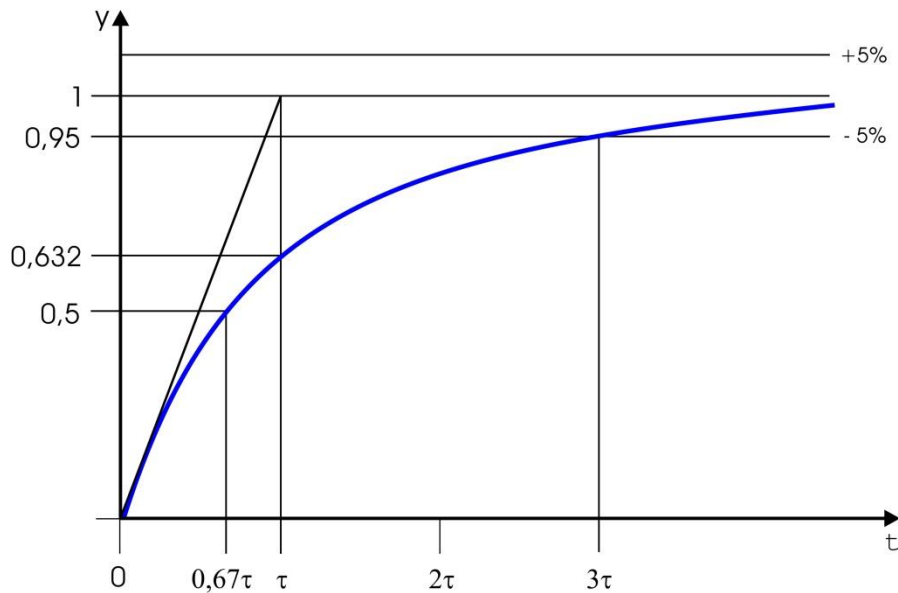


Bild 4: Sprungantwort für ein System 1. Ordnung

3.4 Dämpfung

Das Einpegeln des Endwertes wird durch unterschiedliche Schwingzustände charakterisiert. Für elektrische Messsysteme wird im allgemeinen ein Übergangsvorgang mit nur geringfügigem Überschwingen angestrebt, was mit Dämpfungsfaktoren $D = (0,7 \dots 0,9)$ erreicht werden kann. Die Grafik zeigt verschiedene Dämpfungen.

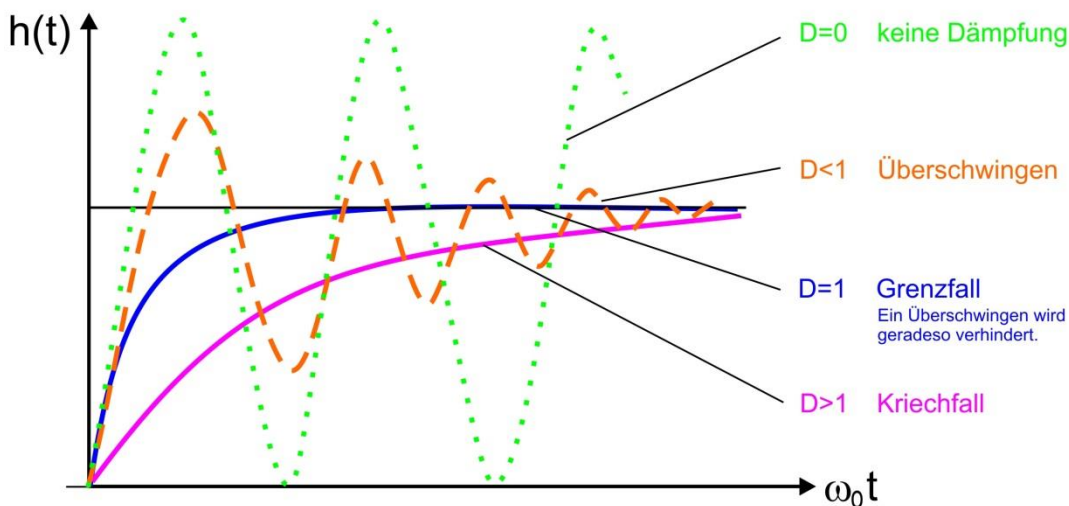


Bild 5: Verschiedenen Dämpfungen

4 Erläuterung und Aufbau des Messplatzes

Die Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstands wird seit langem zur Temperaturmessung ausgenutzt. Im technischen Bereich weit verbreitet sind Widerstandsthermometer. Das in der Messtechnik übliche Widerstandsthermometer besteht aus einer Drahtwendel, die durch ein Schutzrohr vom Messmedium getrennt ist.

Ein Pt 100 ist ein temperaturabhängiges Widerstandsthermometer, das bei einer Temperatur von **0 °C** einen Widerstand von **100 Ω** hat. Bei Temperaturänderung ändert sich der Widerstandswert des Pt 100 und somit die gemessene Spannung U_m . Diese Spannung ist ein Maß für die Temperatur.

Im Messaufbau ist ein Temperatur-Datenlogger mit zwei Anschlüssen für externe Pt100-Fühler integriert. Angeschlossen ist ein ummanteltes Pt100-4-Leiter-Widerstandsthermometer zur Aufnahme der Messwerte und ein Pt100-Tauchfühler zur Aufnahme der Sprungfunktion.

Der Datenlogger ist mit einem PC verbunden, der nach der Messwertaufnahme und des Messdatenimports vom Datenlogger die Messdaten tabellarisch und grafisch über eine entsprechende Software darstellt.

Desweiteren steht ein Wasserbad (100 °C) auf einer Heizplatte zur Verfügung.

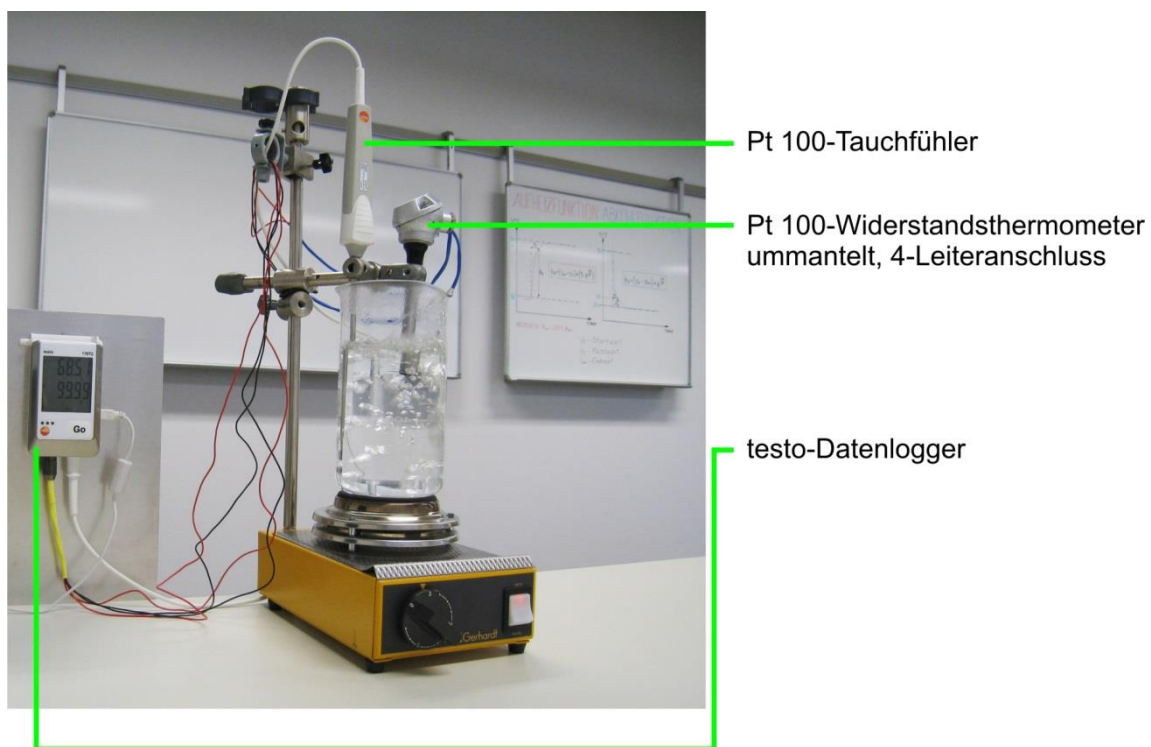


Bild 6: Messaufbau

Die Vierleitermessung (hier: PT100-ummantelt) wird bei der Messung von elektrischen Widerständen eingesetzt, wenn Leitungs- und Anschlusswiderstände die Messung verfälschen können. Bei der Vierleiter-Messanordnung fließt über zwei der Leitungen ein bekannter elektrischer Strom durch den Widerstand. Die am Widerstand abfallende Spannung wird über zwei weitere Leitungen abgegriffen und mit einem Spannungsmessgerät gemessen; der zu messende Widerstand wird daraus nach dem Ohmschen Gesetz berechnet und aus diesem der entsprechende Temperaturwert.

5 Messablauf

- Das Wasserbad muss bis zum Siedepunkt erwärmt sein.
- Die folgenden Arbeitsschritte werden direkt am Messplatz erläutert!

6 Auswertung der Messwertaufnahme

- Folgende Größen (Zeit- und Temperaturwerte!) sind entsprechend des Protokolls zu bestimmen:

Einschwingzeit	T_ε
Totzeit	T_t
Verzugszeit	T_v
Ausgleichszeit	T_a
Zeitkonstante	τ
dynam. Abweichung	ε
Ausgangsgröße	y_{soll}



(analog Bild 1, Bild 2 und Bild 4)

- Welcher Dämpfungsfall liegt vor?
(vgl. Bild 5)

Das Protokoll ist vollständig auszufüllen und alle Parameter sind in die Grafik einzutragen!