



Herzlich Willkommen

Schnell ansprechende Wärmehähler

Dynamische Messabweichungen bei der Temperaturmessung

Dipl.-Phys. Matthias Nau

12. EMATEM – Sommerschule, Seeon 09/2016



Dynamisches Verhalten: Temperaturänderung

- ✓ **Abhängigkeit des zeitlichen Verlaufs der Ausgangsgröße**
 - Anzeige vom zeitlichen Verlauf der Temperatur des Messmediums
- ✓ **Einstellvorgang – Sprungantwort: Erste typische Anwendung**
 - Thermometer wird zum Zeitpunkt $t = 0$ sprunghaft dem Messmedium mit quasikonstanter Temperatur T_M thermisch gekoppelt
 - Wichtiger Parameter → Einstellzeit t_E bei der die Temperaturdifferenz

$$\Delta T(t) = T_S(t) - T_M \text{ (der dynamische Messfehler)}$$

kleiner als ein bestimmter Wert ist.

- ✓ **Modellbeschreibung für das dynamische Verhalten**
 - Durch RC – Modelle basierend auf elektrothermischen Analogien

RC – Modell erster Ordnung

- ✓ **Anwendung setzt folgende Annahmen voraus**
 - Wärmetransport nur in eine Richtung
 - Thermische Kopplung über Konvektion der Thermometer – Oberfläche
 - Thermometer homogener Dichte und einheitlicher Temperatur T_S wird durch eine Wärmekapazität C_1 beschrieben
 - Thermische Widerstände im Thermometer werden durch einen Widerstand R_1 beschrieben

- ✓ **Übergangsfunktion**
 - $h(t) = 1 - e^{-t/\tau}$

- ✓ **Einfluss einer zusätzlichen Wärmeableitung**
 - Die Zeitkonstante wird um einen Faktor reduziert

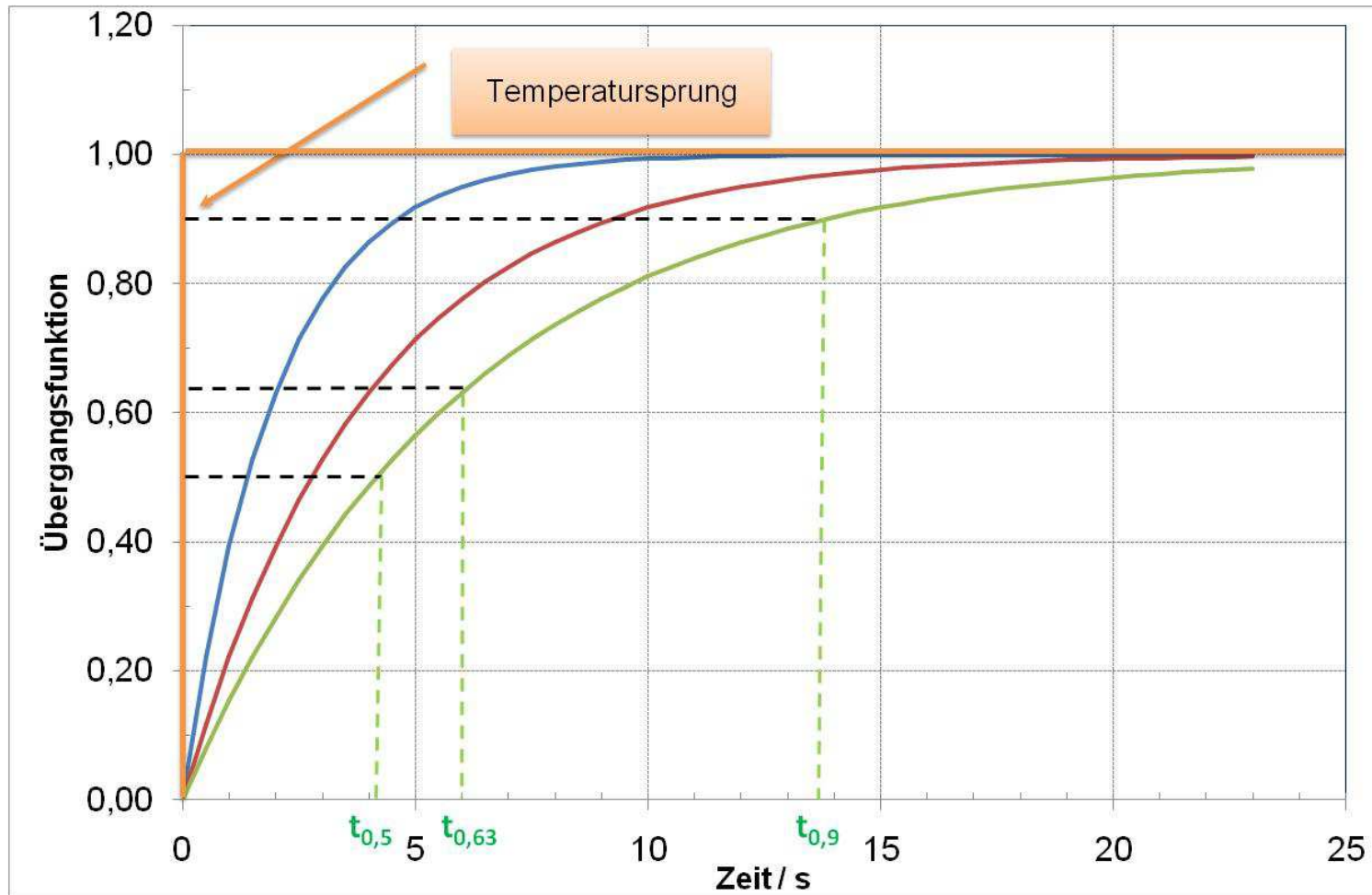
Dynamisches Verhalten von Thermometern

✓ Bestimmung des Ansprechverhaltens an einem Temperatursprung

- Temperaturfühler wird schnell in strömendes Wasser eingetaucht
 - Bis zur maximalen Eintauchtiefe
- Zeitliche Aufnahme der Übergangsfunktion → Sprungantwort
- Kennwerte der Sprungantwort
 - $t_{0,5}$ – Zeit → 50% des Temperatursprungs
 - $t_{0,63}$ – Zeit → 63% des Temperatursprungs
 - $t_{0,9}$ - Zeit → 90% des Temperatursprungs
- Zeiten sind charakteristische Größen des Temperaturfühler
 - Abhängig von der Konstruktion
- Wärmeableitung wird mit berücksichtigt



Die Übergangsfunktion



Dynamisches Verhalten eines Thermometers

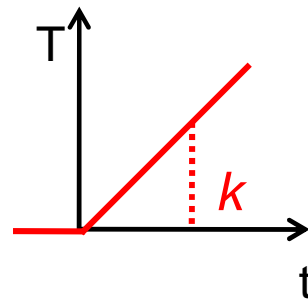
- ✓ **Ständige thermische Kopplung**
 - Fest eingebautes Thermometer in einer Rohrleitung
 - Zeitabhängige Differenz zwischen Temperatur des Thermometers $T_S(t)$ und des Messmediums $T_M(t)$
 - $\Delta T(t) = T_S(t) - T_M(t)$ (der dynamische Messfehler)

- ✓ **In der Rohrleitung gibt es real keinen Temperatursprung**
 - Die Ansprechzeit des Temperaturfühlers bei einem Temperatursprung wird zusätzlich verlangsamt.

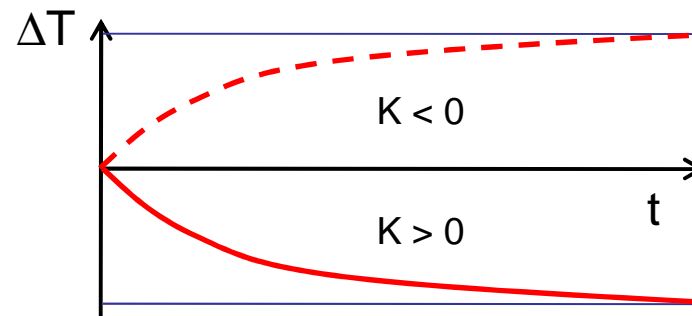
Realität

✓ In Heizkreisläufen kein idealer Temperatursprung

- Annahme: zu einem Zeitpunkt $t = 0$ steigt Temperatur proportional an.



- Hieraus resultieren folgende Verläufe des Messfehlers:

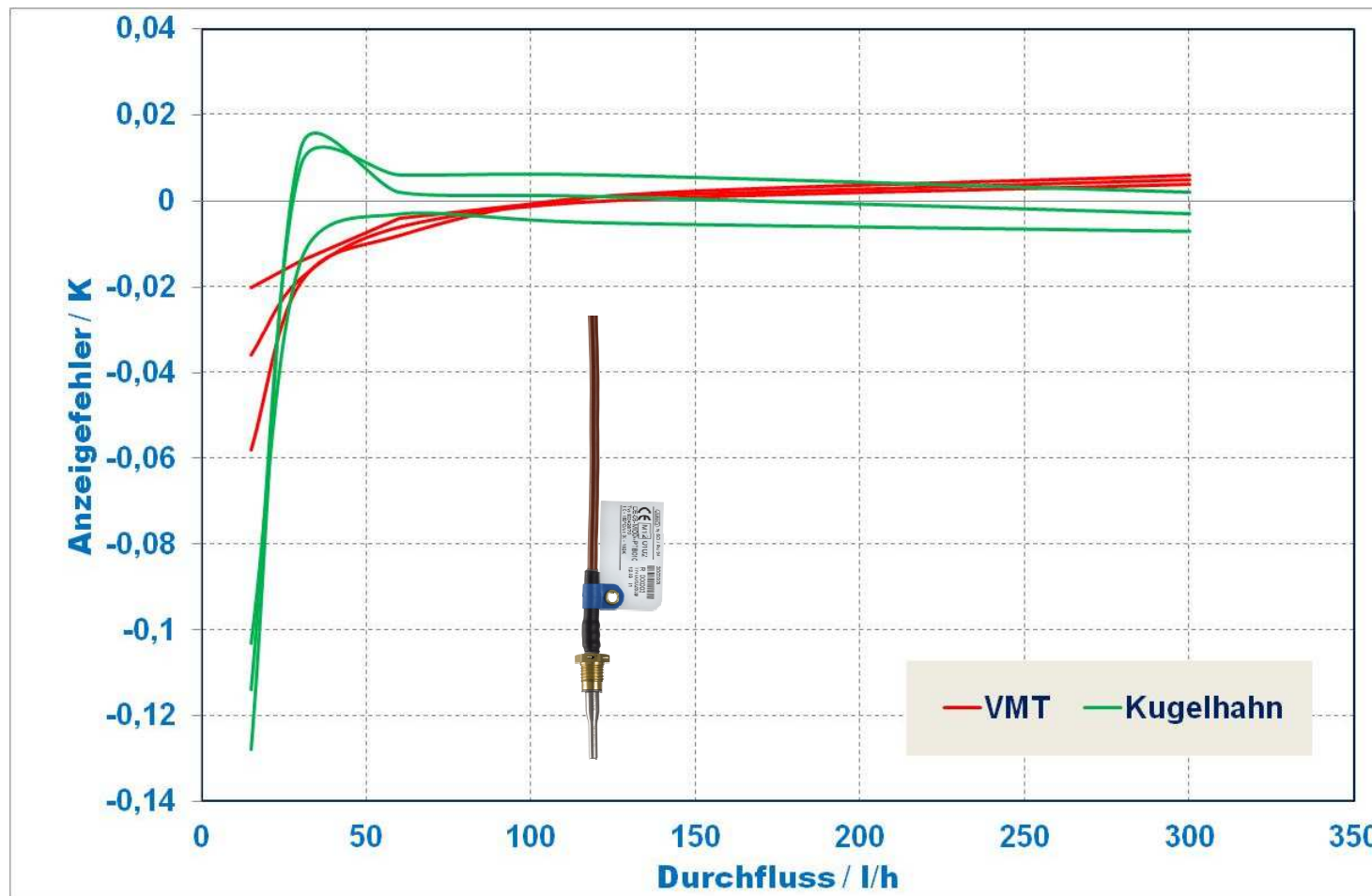


Typische Ansprechzeiten



	DS 3,7 mm	DS 5,0 mm	DS 6,0 mm	DL 6,0 mm	PS 5,0 mm	PS 6,0 mm	PL 6,0 mm
$t_{0,5}$	2,0 s	3,5 s	5,0 s	6,0 s	7,5 s	11,0 s	12 s
$t_{0,63}$	2,8 s	5,6 s	6,7 s	7,8 s	12,6 s	15,9 s	17,8 s
$t_{0,9}$	5,0 s	10,5	11,5 s	13,0 s	27,0 s	30,0 s	34,0 s

Dynamisches Verhalten: Durchfluss



JUMO

More than **sensors + automation**



Kontakt Daten

Moritz – Juchheim – Strasse 1

36039 FULDA

Tel.: +49 (0)661 6003 – 457

Mail: matthias.nau@jumo.net



Danke für Ihre Aufmerksamkeit.
