

## Ansprechverhalten von Temperaturfühlern

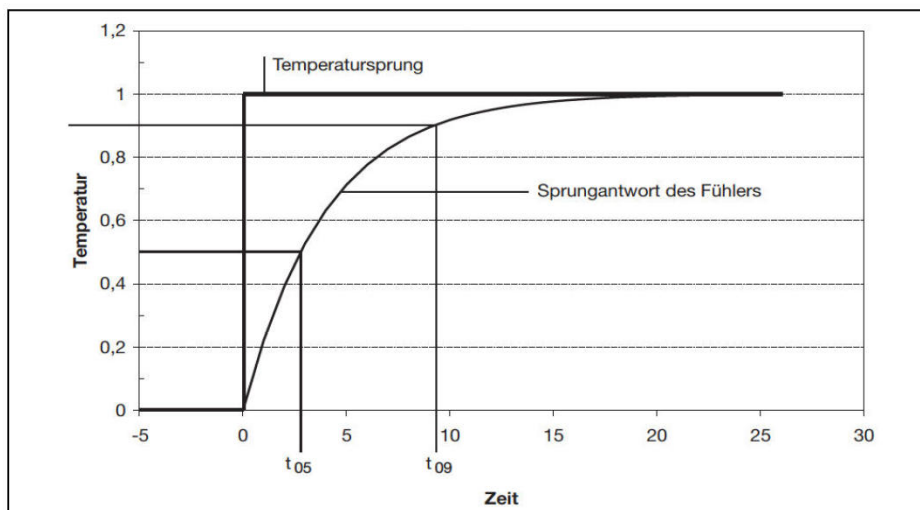
### Richtgrößen für Ansprechzeiten

#### Technische Information

Wird ein Temperaturfühler mit der Temperatur  $T_0$  in ein Messmedium mit der Temperatur  $T_1$  gebracht, so tritt infolge des Temperaturgradienten ein Wärmestrom vom Bereich höherer Temperatur zum Bereich niedrigere Temperatur ein. Die treibende Kraft für den Wärmestrom ist die Temperaturdifferenz selbst. Mit fortschreitender Temperaturangleichung  $Q$  wird die Differenz kleiner und somit auch der Wärmestrom. Hierdurch verlangsamt sich auch die Temperaturangleichung. Bedingt durch die thermischen Widerstände im Fühler und seiner Massen wird die Temperaturanzeige nie sofort, sondern immer verzögert auf einen Temperatursprung oder kontinuierlichen Temperaturänderungen reagieren. Die hierdurch verursachte Messabweichung infolge des zeitlichen Nacheilens des Messwertes gegenüber der Messtemperatur wird als Nachlaufabweichung bezeichnet.

Wie schnell der Fühler anspricht, hängt in erster Linie vom Verhältnis des thermischen Widerstandes zum Wärmespeichervermögen des Fühlers ab. Je größer dieser Wärmewiderstand ist, desto langsamer erwärmt sich der Fühler. Hat der Fühler nur eine geringe Wärmekapazität, kann er nur eine geringe Wärmemenge aufnehmen und erreicht somit schnell die Endtemperatur. Der Wärmewiderstand ist abhängig von der Materialart und von Stärke. Die Wärmekapazität setzt sich aus der spezifischen Wärmekapazität und der Fühlermasse zusammen.

#### Übergangsfunktion nach einem Temperatursprung



Um kurze Ansprechzeiten zu erreichen, sollten daher immer möglichst kleine Sensoren und gut wärmeleitende, dünne Materialien verwendet werden. Besonders ungünstig wirken sich Luftspalten zwischen dem Messeinsatz und dem Schutzrohr aus, da alle Gase sehr schlechte Wärmeleiter sind. Hier schaffen Wärmeleitpasten bzw. Metallpulver Abhilfe, in die der Messeinsatz eingebettet wird.

Bei Schutzrohren nimmt die Ansprechzeit allgemein mit wachsendem Schutzrohrdurchmesser zu. Es sollten daher möglichst dünnwandige Armaturen verwendet werden, sofern die mechanischen Gegebenheiten dies zulassen. Auch das Wärmeleitvermögen des Schutzrohrmaterials ist von großer Bedeutung. Kupfer und Eisen sind vergleichsweise gut wärmeleitend, Edelstahl und Keramik hingegen nicht.

**Richtgröße für Übergangsfunktion/Ansprechzeiten (dynamische Kennwerte) bei Widerstandsthermometer und Thermoelemente:**

Thermometer	Durchmesser	Luft 1,0 m/s		Wasser 0,4 m/s	
		$t_{0,5}/s$	$t_{0,9}/s$	$t_{0,5}/s$	$t_{0,9}/s$
Messeinsatz Thermoelement nach DIN 43735	1mm	3,0-5,0	10,0-15,0	0,15-0,20	0,5-1,0
	3mm	23-40	80-150	1,2-2,0	2,5-3,5
	6mm	40-60	150-180	3,0-4,0	6,0-9,5
	8mm	45-70	160-200	5,0-7,0	8,0-15,0
Messeinsatz Widerstandsthermometer nach DIN 43735	1,6mm	6-8	10-25	0,6-1,5	2,0-4,0
	3mm	10-25	35-55	1,5-3,0	6,0-9,0
	6mm	55-120	170-300	6,0-12,0	15,0-25,0
Schutzrohr Form 2 DIN 43772	9mm	80-100	280-350	6-8	25-40
Schutzrohr Form 3 DIN 43772	11mm	100-120	320-400	7-9	30-50
Schutzrohr Form 4 DIN 43772	24mm	320-400	900-1200	10-20	60-90
Keramisches Schutzrohr nach DIN 43724	11mm	100-150	320-500	-	-
	15mm	180-300	500-800	-	-

Die Ansprechzeiten können konstruktionsbedingt bis +/-30% schwanken!