

Thermometer, die durch direkten Kontakt mit einem Messstoff dessen Temperatur ermitteln, sind Berührungsthermometer. Sie müssen die Temperatur eines Messstoffs zunächst annehmen, um sie wiedergeben zu können. Tatsächlich gemessen wird immer nur die Temperatur des Temperaturnaehmers (auch Temperaturfühler oder kurz: Fühler).

Dieses Messprinzip funktioniert auf Basis des 0. Hauptsatzes der Thermodynamik. Dieser besagt, dass zwischen Systemen unterschiedlicher Temperatur solange ein Wärmeaustausch stattfindet, bis sie sich im thermischen Gleichgewicht befinden.

Da Thermometer nicht vollständig in den Messstoff eintauchen, beeinflussen weitere Systeme in Form von Umgebungs- und Einbaubedingungen das Messergebnis. Entscheidend für ein gutes Messergebnis ist es, störende Einflüsse zu minimieren.

Nachfolgend wird speziell auf die richtige Auslegung von Temperaturnaehmern für Gasdruck- und Bimetall-Thermometer eingegangen.

### 1. Eintauchtiefe des Temperaturnaehmers

Der temperaturempfindliche Bereich des Temperaturnaehmers bestimmt dessen **aktive Länge La**. La variiert in Abhängigkeit vom Messprinzip, dem Messbereich des Thermometers und dem **Durchmesser des Temperaturnaehmers dF**. Konkrete Werte sind in den Datenblättern enthalten.

Die **Eintauchtiefe Et** mechanischer Temperaturnaehmer in den Messstoff sollte im Sinne einer messtechnisch exakten Temperaturnaehmung  $2,5 \times dF$ , mindestens jedoch 20 mm, größer als La sein.

Natürlich gibt es schwierige Einbauverhältnisse. Nicht überall sind messtechnisch optimale Eintauchtiefen realisierbar. Häufig werden sehr kurze Temperaturnaehmer nachgefragt, deren Eintauchtiefe auf die aktive Länge La reduziert ist. Deshalb orientieren sich die in den Datenblättern angegebenen Mindestlängen Lmin/L1min branchenüblich an der Länge La.

Die messtechnisch optimalen Einbautiefen lassen sich mit Temperaturnaehmern folgender Bestelllängen umsetzen:

$$L \geq L_{\min} + 2,5 \times dF \quad \text{bzw.} \quad L_1 \geq L_{1\min} + 2,5 \times dF$$

für  $dF \geq 8 \text{ mm}$

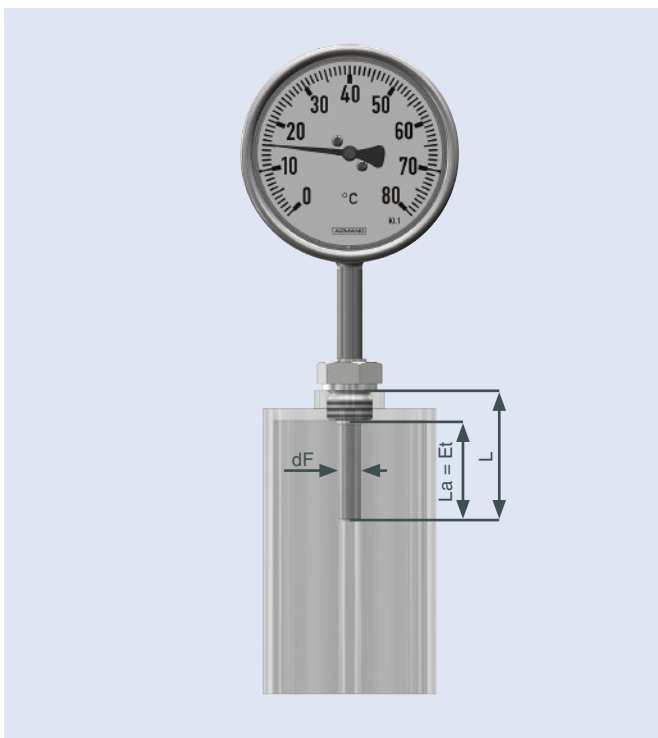
$$L \geq L_{\min} + 20 \text{ mm} \quad \text{bzw.} \quad L_1 \geq L_{1\min} + 20 \text{ mm}$$

für  $dF < 8 \text{ mm}$

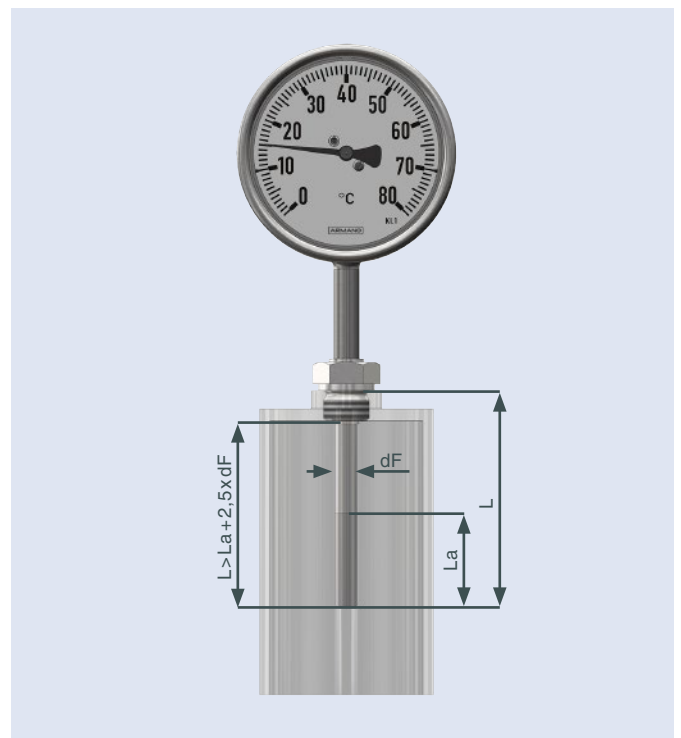
Bei kürzeren Temperaturnaehmern muss einiges beachtet werden:

- Die Höhe des Messfehlers hängt entscheidend vom Prozess und der Messstellengestaltung vor Ort ab und liegt damit außerhalb des Einflusses des Herstellers.
- Physikalisch bedingte Differenzen zwischen angezeigter Temperatur und Messstofftemperatur lassen sich nur bei langsamen Temperaturverläufen und gleichbleibenden Umgebungstemperaturen um die  $23 \text{ }^\circ\text{C}$  zufriedenstellend minimieren.

messtechnisch ungünstige Einbautiefe



messtechnisch günstige Einbautiefe



[1] F. Bernhard, Technische Temperaturmessung, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

[2] VDI/VDE 3511 Technische Temperaturmessungen 1994/96

[3] VDI/VDE 3522 Dynamisches Verhalten von Berührungsthermometern Grundlagen und Kennwerte 2014

# Mechanische Temperaturmesstechnik

## Optimale Auslegung von Gasdruck- und Bimetall-Thermometern

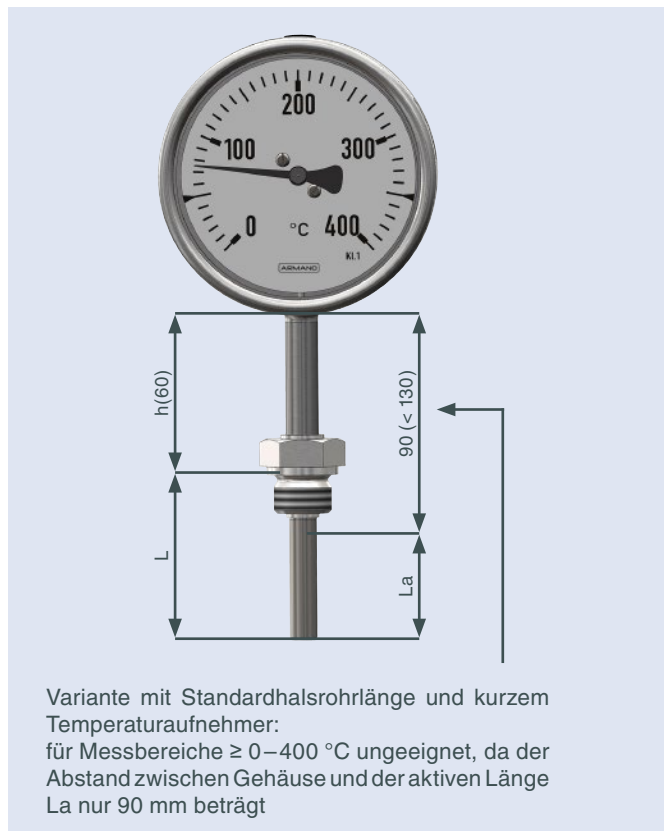
### 2. Thermometerauslegung für hohe Messstofftemperaturen

#### Geltungsbereich:

- ARMANO Bimetall- und Gasdruck-Thermometer mit starrer Verbindung zum Temperaturlaufnehmer
- Anzeigebereiche ab 400 °C Endtemperatur

Der Abstand zwischen Gehäuse und aktiver Länge  $L_a$  muss für die oben genannten Thermometervarianten mindestens 130 mm betragen. Das ist sowohl technologisch durch den Herstellungsprozess bedingt, als auch mess- und anwendungstechnisch geboten.

#### ungeeignete Gerätekonfiguration



Mit Hilfe einer einfachen Rechnung kann überprüft werden, ob die Standardhalsrohrlänge  $h$  nach Datenblatt und die „Wunsch“-Einbaulänge  $L/L_1$  die Anforderungen an den Mindestabstand zwischen Gehäuse und  $L_a$  erfüllen.

Ist dies nicht der Fall, hat man die Wahl zwischen verschiedenen Thermometerkonfigurationen, um die gewünschte Einbaulänge und den notwendigen Abstand zum Gehäuse zu realisieren.

# Mechanische Temperaturmesstechnik

## Optimale Auslegung von Gasdruck- und Bimetall-Thermometern

### Berechnung der Mindesthalsrohrlänge (hb) für hohe Messstofftemperaturen

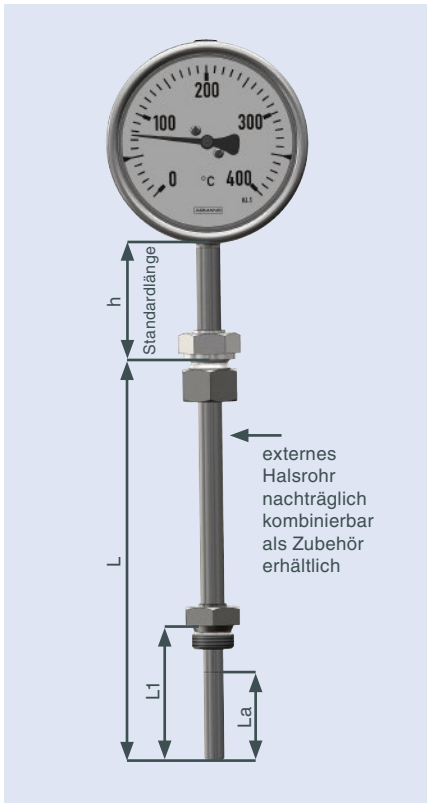
$$hb = 130 + La - L$$

Vergleich mit Standardhalsrohrlänge:

**hb ≤ h** Es kann die im Datenblatt angegebene Standardhalsrohrlänge verwendet werden.

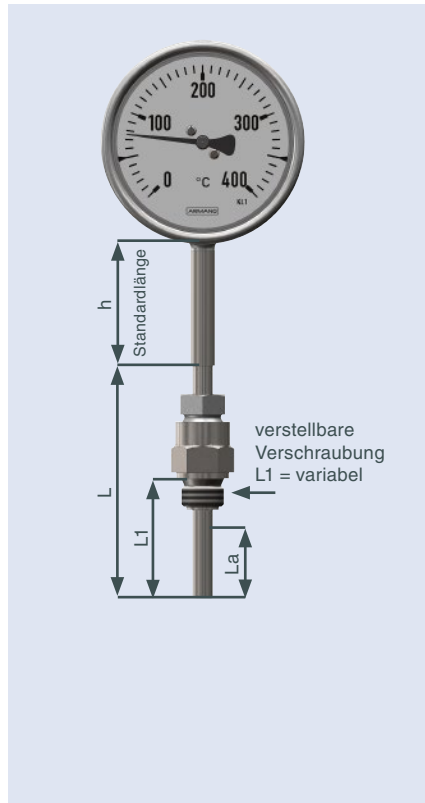
**hb > h** Es ist eine der folgenden Konfigurationen zu wählen:

#### a) A3 + externes Halsrohr



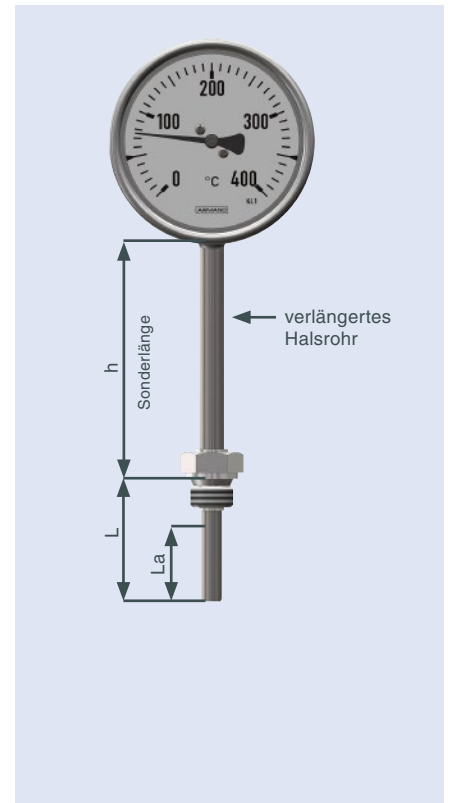
Temperaturaufnehmer Typ A3/B3 ab  $L = 220$  mm.  
Dieser Temperaturaufnehmer kann mit einem unserer standardisierten externen Halsrohre kombiniert werden, um eine kleine Einbaulänge mit einem günstigen Abstand zum Gehäuse zu erhalten.

#### b) A5



Temperaturaufnehmer Typ A5/B5 ab  $L = 200$  mm  
(verstellbare Anschlussverschraubung)

#### c) A4.1 mit verlängertem Halsrohr



Temperaturaufnehmer (z. B. A/B 4.1) mit verlängertem Halsrohr

Formelzeichen, Abkürzungen:

|         |  |
|---------|--|
| Et [mm] | <b>Eintauchtiefe</b> des Temperaturaufnehmers in den Messstoff   |
| h [mm]  | <b>Halsrohrlänge</b> nach Datenblatt: Verbindung vom Thermometergehäuse zum Fühler typabhängig auch bezeichnet mit: h1, h2, h3, h6, h8, h9 |
| hb [mm] | <b>berechnete Mindesthalsrohrlänge</b> für hohe Messstofftemperaturen  |
| La [mm] | <b>aktive Länge</b> des Temperaturaufnehmers (typabhängig ⇒ Datenblatt)  |
| L [mm]  | Längenmaß des Temperaturaufnehmers:<br><b>Einbaulänge</b> bei einteiligen Gewindeanschlüssen und Varianten ohne Gewinde                    |
| L1 [mm] | Längenmaß des Temperaturaufnehmers:<br><b>Einbaulänge</b> bei kombinierten oder variablen Anschlüssen                                      |
| dF [mm] | Durchmesser des Temperaturaufnehmers   |