

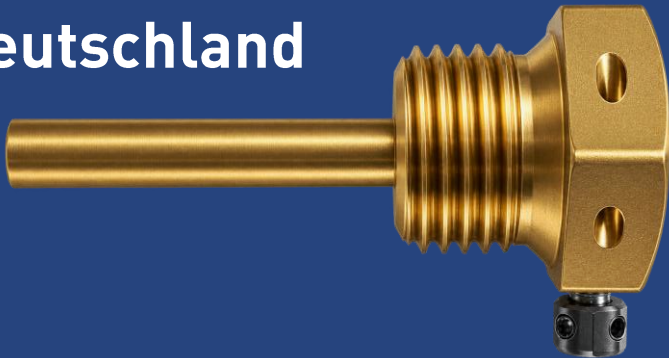
Einfluss realer Einbaubedingungen auf Wärmeableitfehler bei Temperaturmessstellen

EMATEM

AGENDA

TEIL 1

Real-Case-Validierung von
Bestandstauchhülsen
in Deutschland



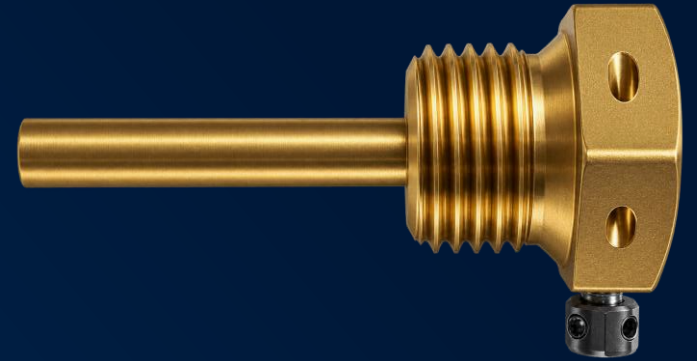
TEIL 2

Einbaubedingte Messabweichungen
bei T-Stücken



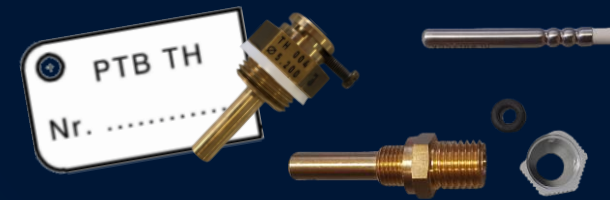
TEIL 1

Real-Case-Validierung von Bestandstauhülsen in Deutschland



Dipl.-Ing. Daniel Bott
Industry Manager Metering

DIE KÜRZESTE ZUSAMMENFASSUNG



Untersuchungen haben gezeigt, dass Tauchhülsen mit einer Einbaulänge von ≤ 60 mm Auswirkungen auf die Abrechnung haben.

Es wurde zu diesem Zeitpunkt davon ausgegangen, dass es ca. 2,5 Millionen dieser Tauchhülsen im Feld gab.

Startpunkt

Durch die Modernisierung bestehender Anlagen hätte die Anzahl der alten Tauchhülsen bis zum 30. Oktober 2016 auf ein Minimum reduziert werden sollen.

Dies war jedoch nicht der Fall. Es waren immer noch ca. 2 Millionen Tauchhülsen in Gebrauch, von denen die meisten asymmetrisch installiert waren.

2015

Es gab immer noch ca. 2 Millionen Tauchhülsen, die asymmetrisch genutzt wurden.

Daher wurden erneut Diskussionen geführt, um zu klären, ob die Tauchhülsen weiterhin genutzt werden konnten, und um neue Regelungen zu finden.

2023

< 2006

Duldungszeitraum 1 (10 Jahre)

2016

Duldungszeitraum 2 (wieder 10 Jahre)

2026

2009

Arbeitsgruppe beschloss, 56 verschiedene Tauchhülsen im symmetrischen Einbau bis 2016 weiterhin zu tolerieren.

Neue Anlagen mit diesen Tauchhülsen waren nicht mehr zulässig.

2015

Nach Diskussionen über eine weitere Verlängerung der Duldung wurde dies beschlossen.

2024

Start des von der PTB Berlin moderierten Arbeitskreises „Tauchhülse“

Was macht die Arbeitsgruppe?



Auswahl einer repräsentativen Gruppe von Teilnehmern

Die Arbeitsgruppe besteht aus Vertretern der PTB, der FIGAWA, der deutschen Eichbehörden sowie Hersteller von Wärmezählern und deren Komponenten.

Sitzungen finden etwa alle drei Monate online statt.

Festlegung der erforderlichen Definitionen

Begriffe wie „Symmetrie / Asymmetrie“ werden verwendet, sind aber nicht definiert (z. B. in EN1434).

Darüber hinaus ist dies nicht nur für vorhandene Tauchhülsen relevant, sondern für alle Installationssituationen, die sich zwischen Vorlauf- und Rücklaufsensoren unterscheiden.

Die neue Definition wurde erstmals in meinem EMATEM-Vortrag im Jahr 2024 vorgestellt.

Festlegung der Anforderungen für eine messtechnische Prüfung

Welche Anforderungen muss ein Prüfstand für die Untersuchung erfüllen?

Welche Parameter und Messbereiche sollten für die Durchführung einer Untersuchung verwendet werden?

Zu diesem Zweck werden verschiedene Messreihen und Vergleichsmessungen durchgeführt.

Die derzeitigen Verfahren bleiben jedoch weiterhin gültig.

Eine Lösung für die vorhandenen Tauchhülsen finden

Es wird eine Lösung gesucht, ohne dass es zu einer weiteren 10-jährigen Duldung kommt.

Da die bestehenden kurzen Tauchhülsen fast ausschließlich asymmetrisch genutzt werden, gilt die alte Regelung ohnehin nicht mehr.

Die neue Regelung für Deutschland sollte also weiterhin Verbraucher vor falscher Abrechnung schützen.

Die Überarbeitung von TRK 8 ist bereits erfolgt.

Das ist NEU in der TR-K 8

2.7 Symmetrischer und asymmetrischer Einbau

2.7.1 Symmetrischer Einbau

Die im Abschnitt 3.1 beschriebenen Einbauarten sind vorzugsweise symmetrisch vorzusehen. Das heißt, sowohl die Einbaustelle des Vorlauffühlers als auch die Einbaustelle des Rücklauffühlers gleichen sich (direkt/direkt oder Tauchhülse/Tauchhülse). Damit werden Wärmeableitfehler zwischen den Einbausituationen minimiert.

Hinweis: Für den Fall, dass die symmetrischen Einbaustellen im Vor- und Rücklauf konstruktiv voneinander abweichen, kann ein unterschiedlicher Fehlerbeitrag auf die Temperaturdifferenzmessung vorliegen. Daher ist dieser Beitrag wie für asymmetrische Einbausituationen nach 2.7.2 im Rahmen der Baumuster-/Entwurfsprüfung zu untersuchen und zu bewerten.

Voneinander abweichende symmetrische Einbaustellen der Temperaturfühler sind zum Beispiel:

- Direkteinbau im Durchflusssensor / Direkteinbau im Kugelventil
- Direkteinbau im Durchflusssensor / Direkteinbau im T-Stück
- Direkte Einbaustelle im Vorlauf gedämmt / direkte Einbaustelle im Rücklauf nicht gedämmt.

2.7.2 Asymmetrischer Einbau

Der asymmetrische Einbaufall beschreibt die Kombination aus beiden Einbausituationen (direkt/Tauchhülse oder Tauchhülse/direkt). Die Eignung asymmetrischer Einbaubedingungen ist im Rahmen der Baumuster-/Entwurfsprüfung mittels messtechnischer Nachweise zur Einhaltung der Fehlergrenzen der Temperaturdifferenz zu erbringen.



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Nationales Metrologieinstitut

TR-K 8

Oktober 2025
Ersatz für März 2018

Technische Richtlinien

Messgeräte für thermische Energie

**Auswahl und Einbau von Temperaturfühlern für
Messgeräte thermischer Energie (Wärme- und
Kältezähler)**

TR-K 8

Oktober 2025

Ersatz für März 2018

Herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt
Arbeitsgruppe 7.51 – „Messung thermischer Energie“

www.ptb.de



DOWNLOAD

TR-K 8

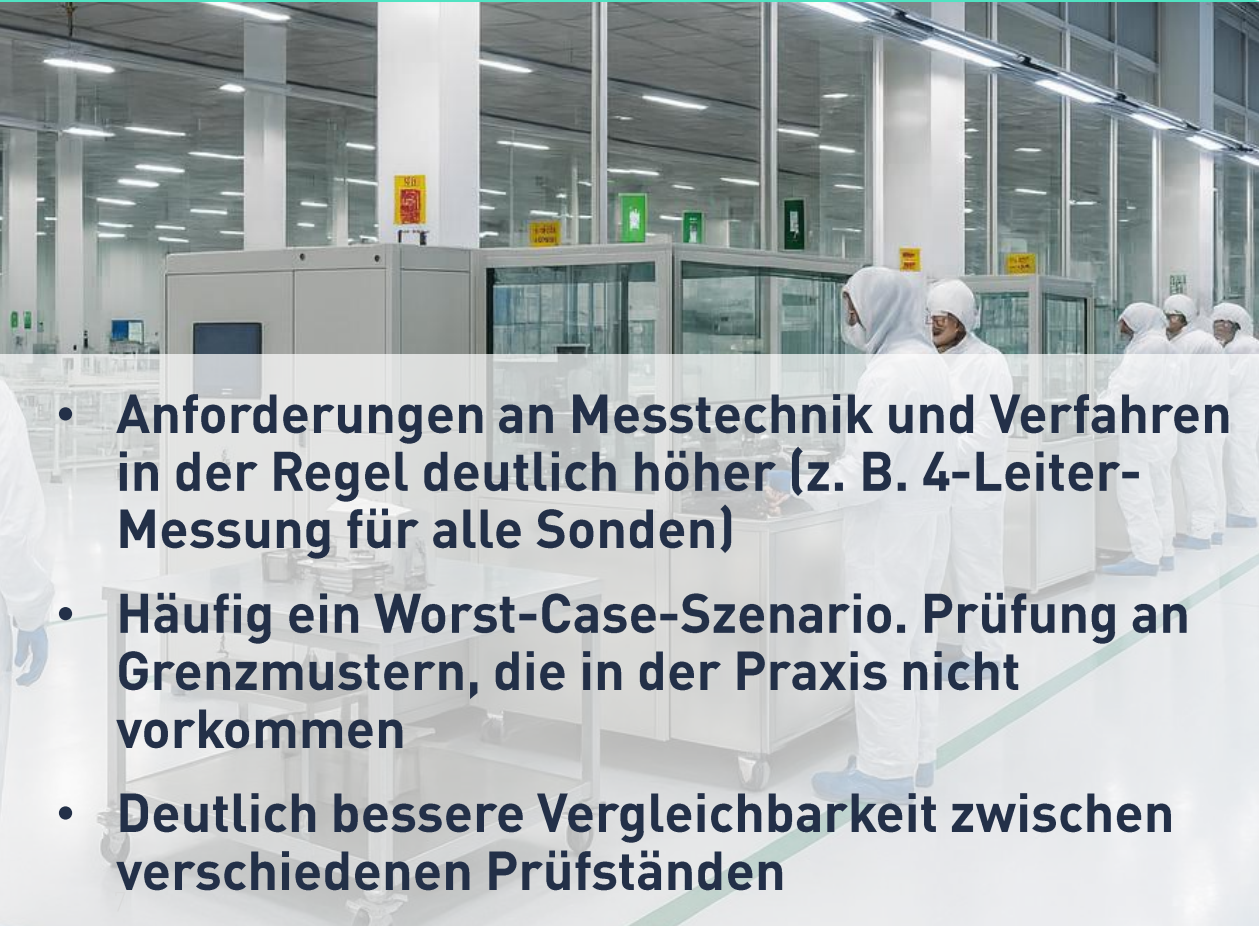
Labor

Messung

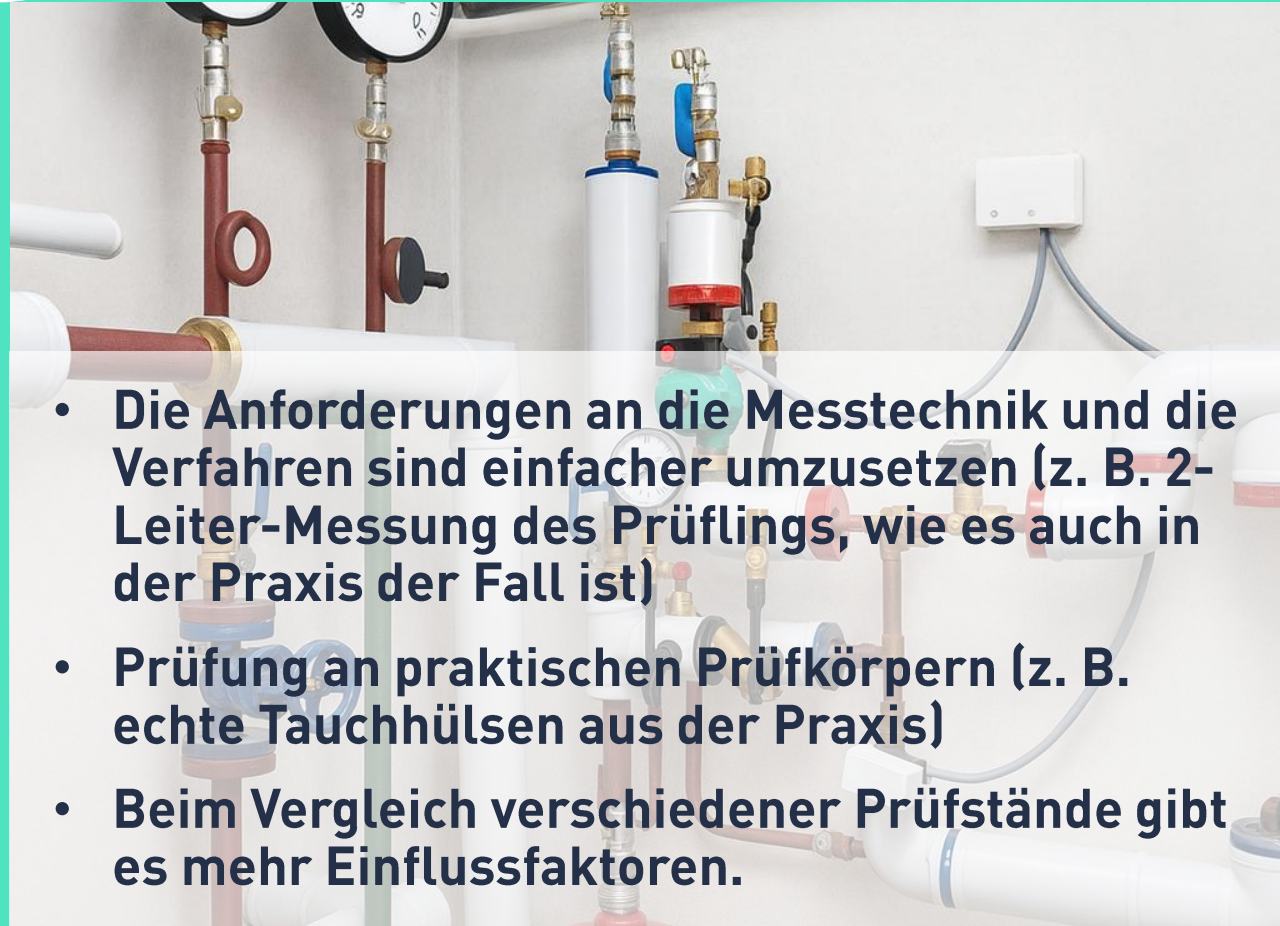
vs

Praxis

Messung



- Anforderungen an Messtechnik und Verfahren in der Regel deutlich höher (z. B. 4-Leiter-Messung für alle Sonden)
- Häufig ein Worst-Case-Szenario. Prüfung an Grenzmustern, die in der Praxis nicht vorkommen
- Deutlich bessere Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Prüfständen

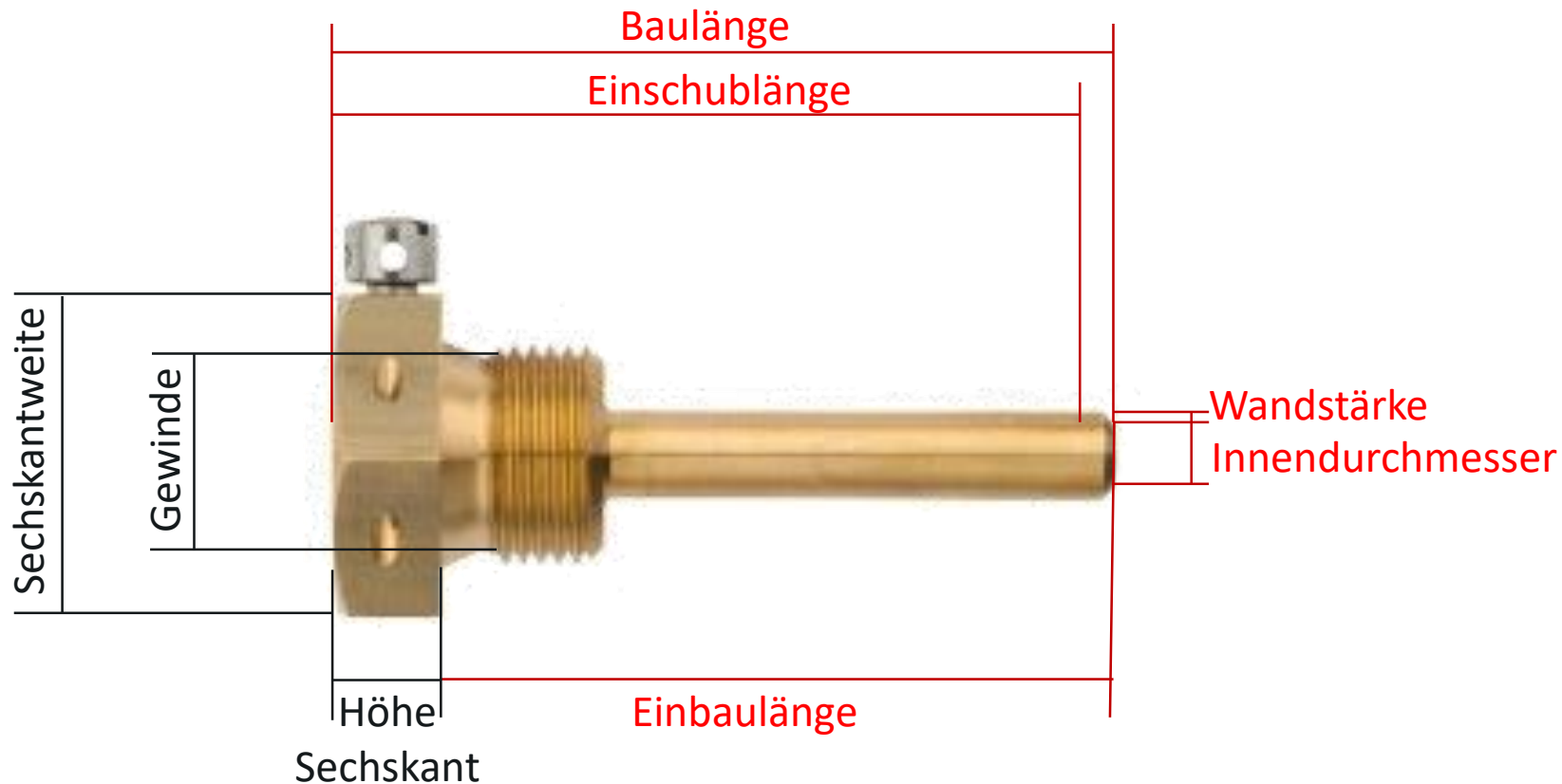


- Die Anforderungen an die Messtechnik und die Verfahren sind einfacher umzusetzen (z. B. 2-Leiter-Messung des Prüflings, wie es auch in der Praxis der Fall ist)
- Prüfung an praktischen Prüfkörpern (z. B. echte Tauchhülsen aus der Praxis)
- Beim Vergleich verschiedener Prüfstände gibt es mehr Einflussfaktoren.

Die Arbeitsgruppe muss hier eine gute Balance finden.

Einflussfaktoren bei einer Tauchhülse

- Es gibt verschiedene Einflussfaktoren für den Wärmeableitfehler bei Tauchhülsen
- Manche Einflussgrößen haben einen großen Anteil, manche einen geringeren



Großen Einfluss:

- **Länge**
- **Innendurchmesser u. Wandstärke**

Kleineren Einfluss:

- **Gewinde**
- **Sechskant**

Das bisherige Prinzip: künstlicher Worst Case



Es ist wirtschaftlich nicht möglich einzelne Grenzmuster für jede der 56 geduldeten Tauchhülsen aufzubauen und zu vermessen



Deshalb wurden damals zusammen mit der PTB Grenzmuster für Untersuchungen des symmetrischen Einbaus definiert. Diese gibt es mit 2 unterschiedlichen Sechskanthöhen



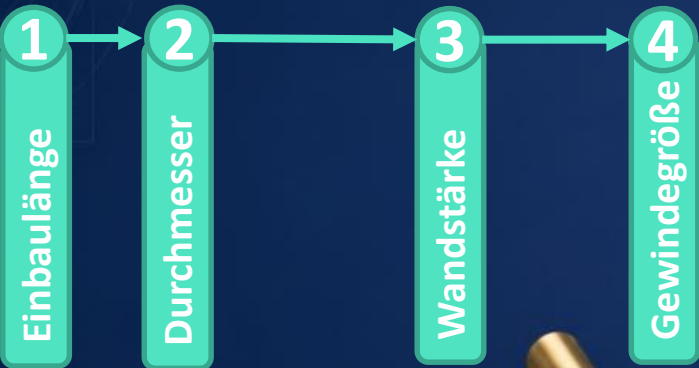
56 Tauchhülsen der Duldungsliste

Zwischenzeitlich wurden auch Untergruppen gebildet

Hoher Einfluss
Hohe Priorität

▶

Geringer Einfluss
Geringe Priorität



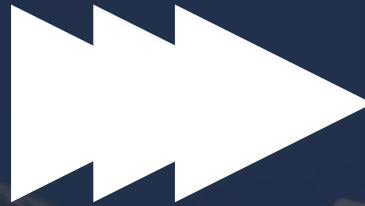
Abgedeckte Tauchhülsen
mit Grenzmuster

Registration Number TH XXX	Diameter [mm]	Installation length [mm]	Wall thickness [mm]	Thread size
Group 1	6,0	26	1,5	1/2"
TH 078	6,0	27,5	0,74	M10x1
TH 009	6,0	28	0,75	M10
TH 011	6,0	28	1	1/4
TH 027	6,0	28,5	0,75	M10x1
TH 010	6,0	33	1	3/8
TH 012	6,0	34	1	1/2
TH 028	6,0	38,3	0,75	M10x1
TH 014	6,0	43	1,0	3/8
TH 016	6,0	43	1,0	3/8
TH 019	6,0	43	1	1/2
TH 093	6,15	92,5	1,85	G1/2
TH 092	6,15	147,5	1,85	G1/2
Group 2	5,2	26	1,5	1/2"
TH 084	5,0	26,5	1	1/4"
TH 085	5,0	26,5	1	1/2"
TH 086	5,0	26,5	1	3/8"
TH 087	5,0	26,5	1	M10x1
TH 088	5,0	26,5	1	1/4"
TH 077	5,2	27,5	0,69	M10x1
TH 083	5,0	27,5	0,69	M10x1
TH 090	5,0	28,4	0,7	M10x1
TH 091	5,2	28,4	0,7	M10x1
TH 035	5,0	31	0,7	M10x1
TH 094	5,0	31	1,45	1/2"
TH 081	5,2	31,5	0,69	3/8
TH 001	5,2	32,8	0,5	1/2
TH 002	5,2	32,8	0,5	3/8
TH 029	5,0	33	1,25	M10x1
TH 004	5,2	33,3	1,1	1/2
TH 089	5,2	33,3	1,1	3/8"
Group 3	5,2	35	1,5	1/2"
TH 079	5,2	35	0,69	1/2
...	5,2	35	0,7	1/2

Die neue Idee: „Real Case“ statt „Artificial“ Worst Case



Keine Tauchhülse
mehr erstellen, die
in der Praxis nicht
existiert



Es wird eine existierende
Bestandstauchhülse aus der
Duldungsliste als Worst Case
Tauchhülse ausgewählt

Wie finden wir die „schlechteste reale“ Tauchhülse?

Worst Pocket (from the selection):
TH 001

Select Pocket using the Filter Function

Pocket Number	Inner Diameter [mm]	Installation Length [mm]	Wall thickness [mm]	Head Volume [mm ³]	Calculated WorstCaseScore
TH 001	5,2	32,8	0,5	2245	538

Kriterien für die Berechnung

Parameter	Einfluss auf Messabweichung	Bewertungsidee	Ranking Einfluss (1 hoch 4 niedrig)
Innendurchmesser (di)	Größer → mehr Material → schlechterer Wärmetransfer zum Fühler → schlechter	Je größer , desto schlechter	2
Einbaulänge (l)	Kürzer → schneller Wärmeableitung	Je kürzer , desto schlechter	1
Wandstärke	Dickere Wand → mehr Material → leitet besser ab	Je größer , desto schlechter	3
Volumen des Kopfes	Großer Kopf → mehr Kühlfläche → schlechter	Je größer , desto schlechter	4

Formel für Berechnung

=WENN(UND(ISTZAHL(C4);ISTZAHL(D4);ISTZAHL(E4);ISTZAHL(F4));(55-D4)*10 + C4*8 + F4*0,1 + E4*100;NV())

Gewichtungen, die man nach Erfahrung anpassen kann:

Einflussgröße	Gewichtet mit ...	Wert für Formel	Warum?
di (Spalte C)	×8 positiv	8	Starker Einfluss
Länge (Spalte D)	×10 negativ	10	Stärkster Einfluss
Kopfvolumen (Spalte F)	×0,1 positiv	0,1	Sekundärer Einfluss
Wandstärke (Spalte E)	×100 positiv	100	Mittlerer Einfluss



Auswahl Bestandsstauchhülsen für einen ersten Vergleich

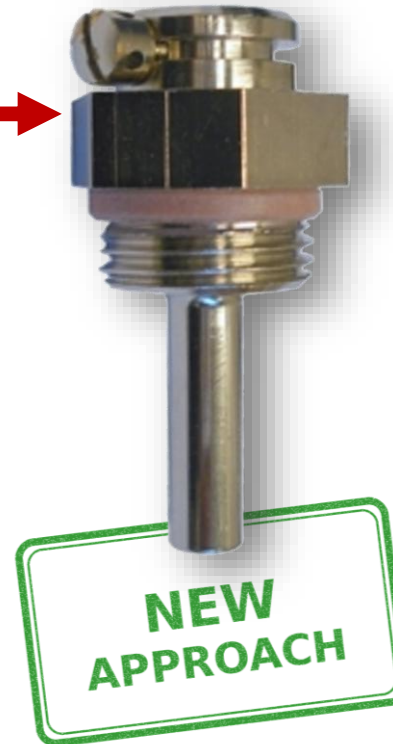
Worst Pocket (from the selection):

TH 004

Select Pocket using the Filter Function

Pocket Number	Inner Diameter [mm]	Installation Length [mm]	Wall thickness [mm]	Head Volume [mm³]
TH 001	5,2	32,8	0,5	2245
TH 002	5,2	32,8	0,5	2245
TH 003	5,2	44,3	0,85	3367
TH 004	5,2	33,3	1,1	3367
TH 005	5,2	36,5	0,3	4092
TH 013	5,0	41,5	1,0	1502
TH 015	5,0	43	1,5	3379
TH 017	5,0	43	1,5	1572
TH 020	5,0	42	1	2515
TH 021	5,0	41,5	1,0	2515
TH 029	5,0	33	1,25	1655
TH 033	5,0	43	0,7	1655
TH 035	5,2	35	0,7	2993
TH 040	5,2	35	0,7	2993
TH 043	5,2	50	0,7	2993
TH 044	5,2	50	0,7	2993
TH 046	5,2	35	0,7	1502
TH 047	5,0	35	0,7	1502
TH 048	5,2	40	0,7	1877
TH 051	5,0	40	0,7	1877
TH 054	5,2	37,5	0,7	2440
TH 055	5,0	37,5	0,7	2440
TH 067	5,2	50	0,7	1877
TH 068	5,2	60	0,7	1877
TH 077	5,2	27,5	0,69	1537
TH 079	5,2	35	0,69	2619
TH 081	5,2	31,5	0,69	1877
TH 083	5,0	27,5	0,69	1537
TH 084	5,0	26,5	1	2628
TH 087	5,0	26,5	1	2628
TH 088	5,0	26,5	1	2628
TH 089	5,2	33,3	1,1	2829
TH 090	5,0	28,4	0,7	2419
TH 091	5,2	28,4	0,7	2419
TH 095	5,0	40	1,45	2993
TH 096	5,0	60	1,45	2993
TH 097	5,0	90	1,45	2993
TH 098	5,0	120	1,45	2993
TH 099	5,0	150	1,45	2993
TH 100	5,0	210	1,45	2993

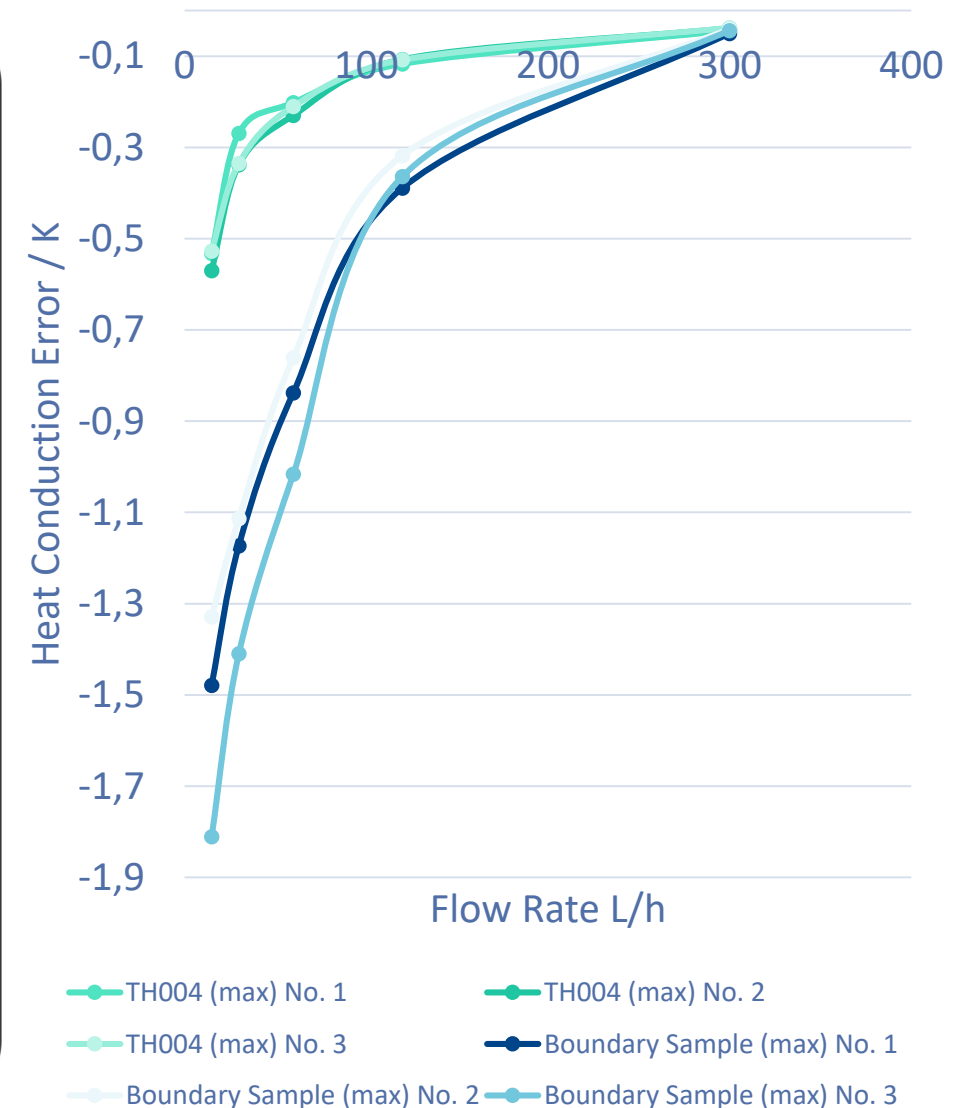
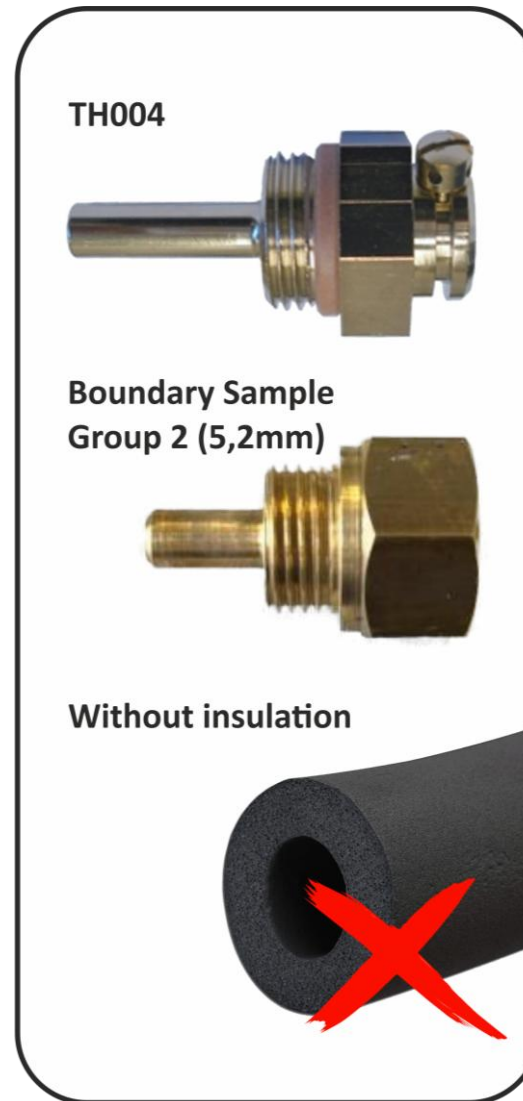
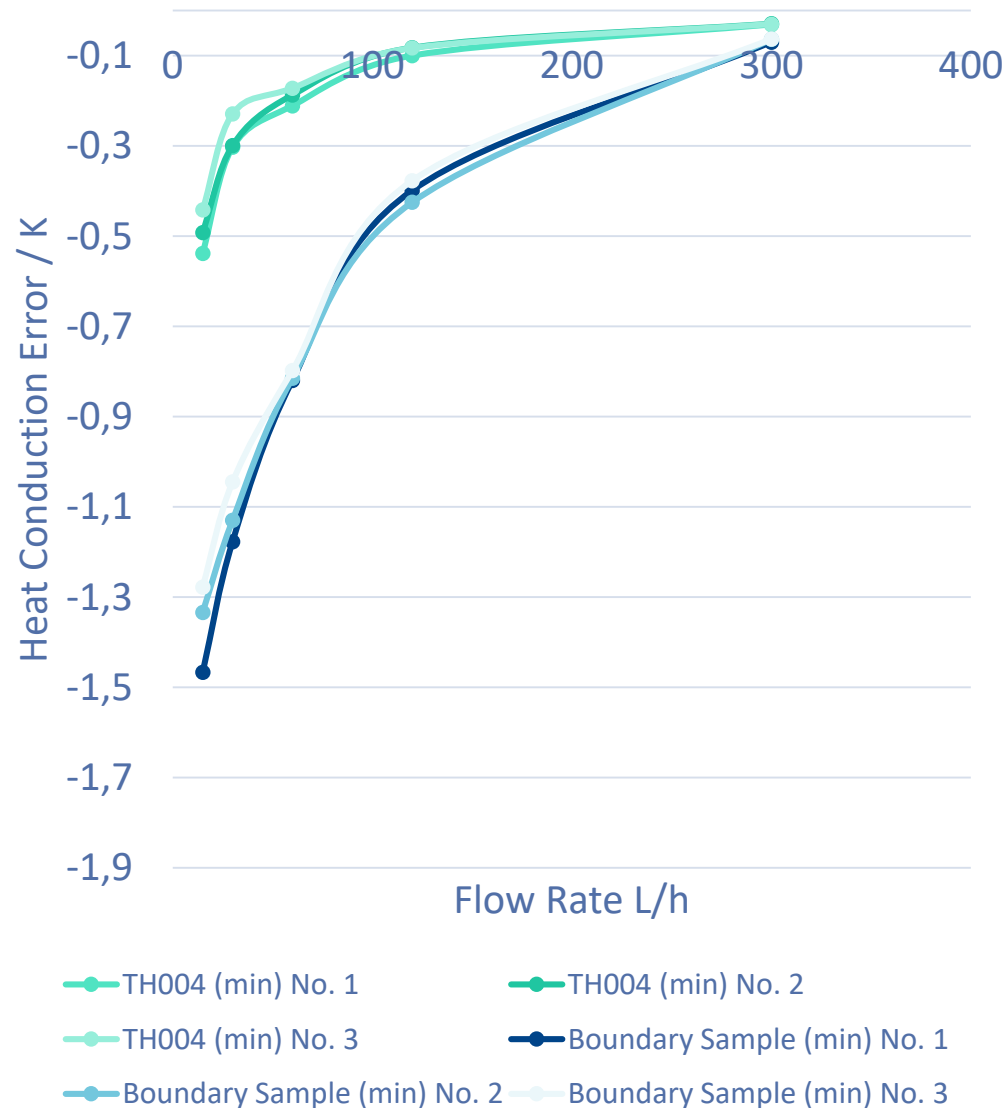
Bestands-
tauchhülse
TH004



Grenzmuster-
Tauchhülse für
Gruppe 2



Vergleich „Real Case“ statt „Artificial“ Worst Case (5,2mm)



Fazit & offene Frage an die Fachwelt



Ergebnis

Real-Case-Bestandstauchhülsen zeigen einen geringeren Wärmeableitfehler als künstliche Grenzmuster, was jedoch auch zu erwarten war.



Bedeutung

Ein Real-Case-Ansatz könnte eine praxisnähere Bewertung ermöglichen.



Nächster Schritt

Bewertungskriterien müssen validiert werden.

Diskussion im AK Tauchhülse, mögliche Akzeptanz durch die PTB und perspektivisch ein Forschungsprojekt mit FEM Simulation zu den Tauchhülsen.



Offene Frage

Kann sich der Real-Case-Ansatz künftig als standardisierbare Bewertungsmethode etablieren?

**Nicht nur die Tauchhülse
zählt - auch die reale
Einbausituation beeinflusst
das Messergebnis.**



TEIL 2

Einbaubedingte Messabweichungen bei T-Stücken



Andreas Klewer
Global Development Mechanics





“

Am Einbauort des Temperaturfühlers ist der Rohrleitungsabschnitt einschließlich der Formstücke wärmedämmend zu isolieren. Die Zugänglichkeit des Temperaturfühlers muss für den Austausch oder für Prüfzwecke (z. B. Benutzersicherung, Hauptstempel bzw. Aufschriften) erhalten bleiben.

”



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Nationales Metrologieinstitut

TR-K 8

Oktober 2025
Ersatz für März 2018

Technische Richtlinien

Messgeräte für thermische Energie

**Auswahl und Einbau von Temperaturfühlern für
Messgeräte thermischer Energie (Wärme- und
Kältezähler)**

Herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt
Arbeitsgruppe 7.51 – „Messung thermischer Energie“

www.ptb.de

Installationsbedingte Messabweichungen bei der Temperaturmessung – allgemeine Informationen

Kalibrierung des Temperaturfühlers

VS

Messung in der Einbaustelle



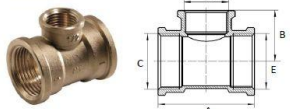
Installationsbedingte Messabweichungen bei der Temperaturmessung – Einfluss der Wärmedämmung

Einfluss der Wärmedämmung am Einbauort



87130R

Te reducida H
F Reducing tee



CÓDIGO	MEDIDA	CODE	SIZE	A	B	C-E	D
87130-01510	1/2" x 3/8"	130	10	42	20	1/2"	3/8"
87130-02015	3/4" x 1/2"	90	10	48	25	3/4"	1/2"
87130-02515	1" x 1/2"	60	5	52	27,5	1"	1/2"
87130-02520	1" x 3/4"	50	5	57	30	1"	3/4"
87130-03215	1 1/4" x 1/2"	40	5	56	32	1 1/4"	1/2"
87130-03220	1 1/4" x 3/4"	30	5	61	34	1 1/4"	3/4"
87130-03225	1 1/4" x 1"	30	5	66	34,5	1 1/4"	1"
87130-04015	1 1/2" x 1/2"	25	5	59	34,5	1 1/2"	1/2"
87130-04020	1 1/2" x 3/4"	25	5	63	37	1 1/2"	3/4"
87130-04025	1 1/2" x 1"	25	5	66	38	1 1/2"	1"
87130-04032	1 1/2" x 1 1/4"	20	5	74	41	1 1/2"	1 1/4"
87130-05015	2" x 1/2"	42	1	66	44	2"	1/2"
87130-05020	2" x 3/4"	42	1	69	44	2"	3/4"
87130-05025	2" x 1"	42	1	78	44	2"	1"
87130-05032	2" x 1 1/4"	36	1	85	46	2"	1 1/4"

TH004 mit
min. & max.
Spaltmaß

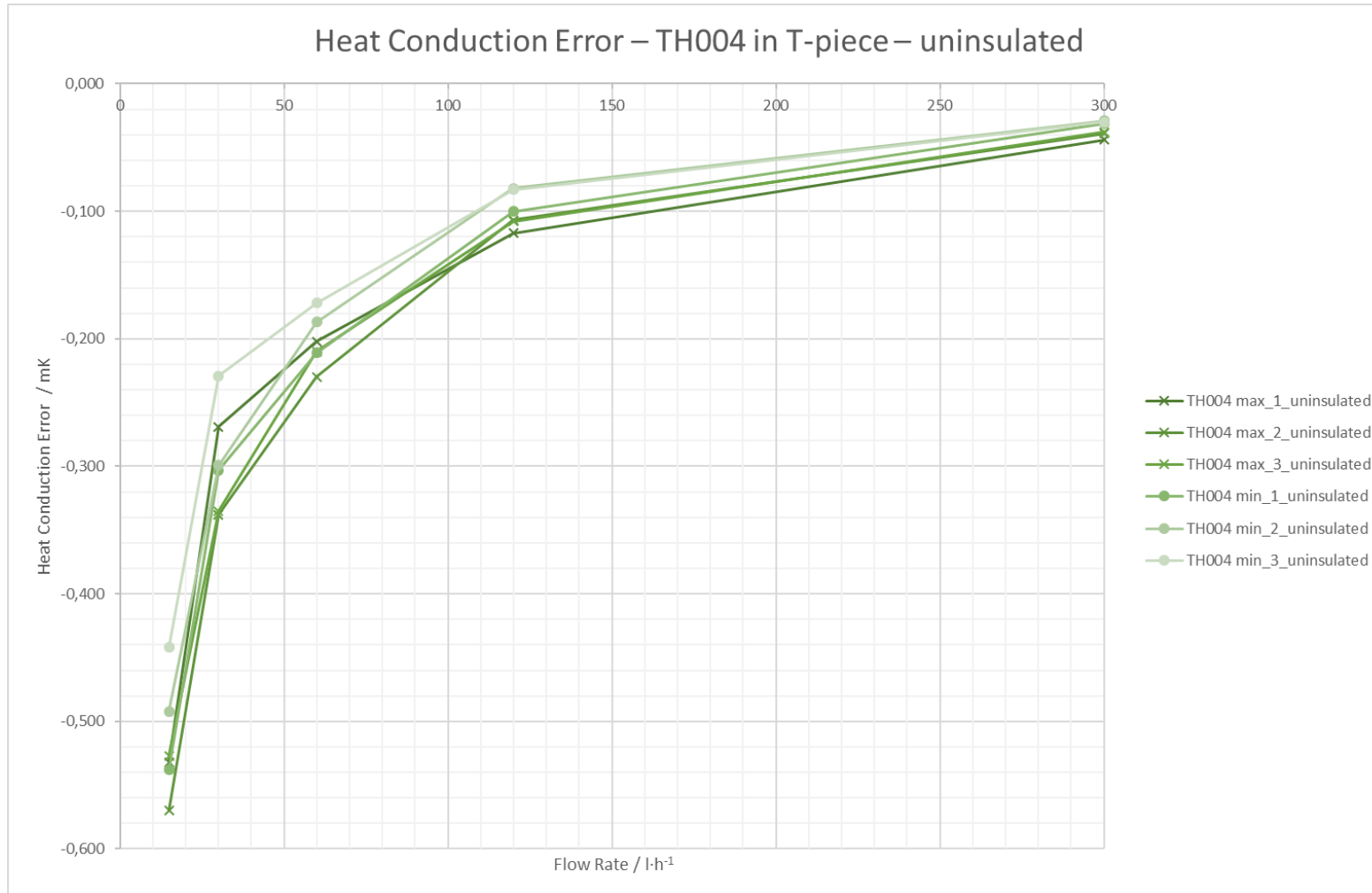


Technische Daten: Armaflex Protect (18 x 20 mm)

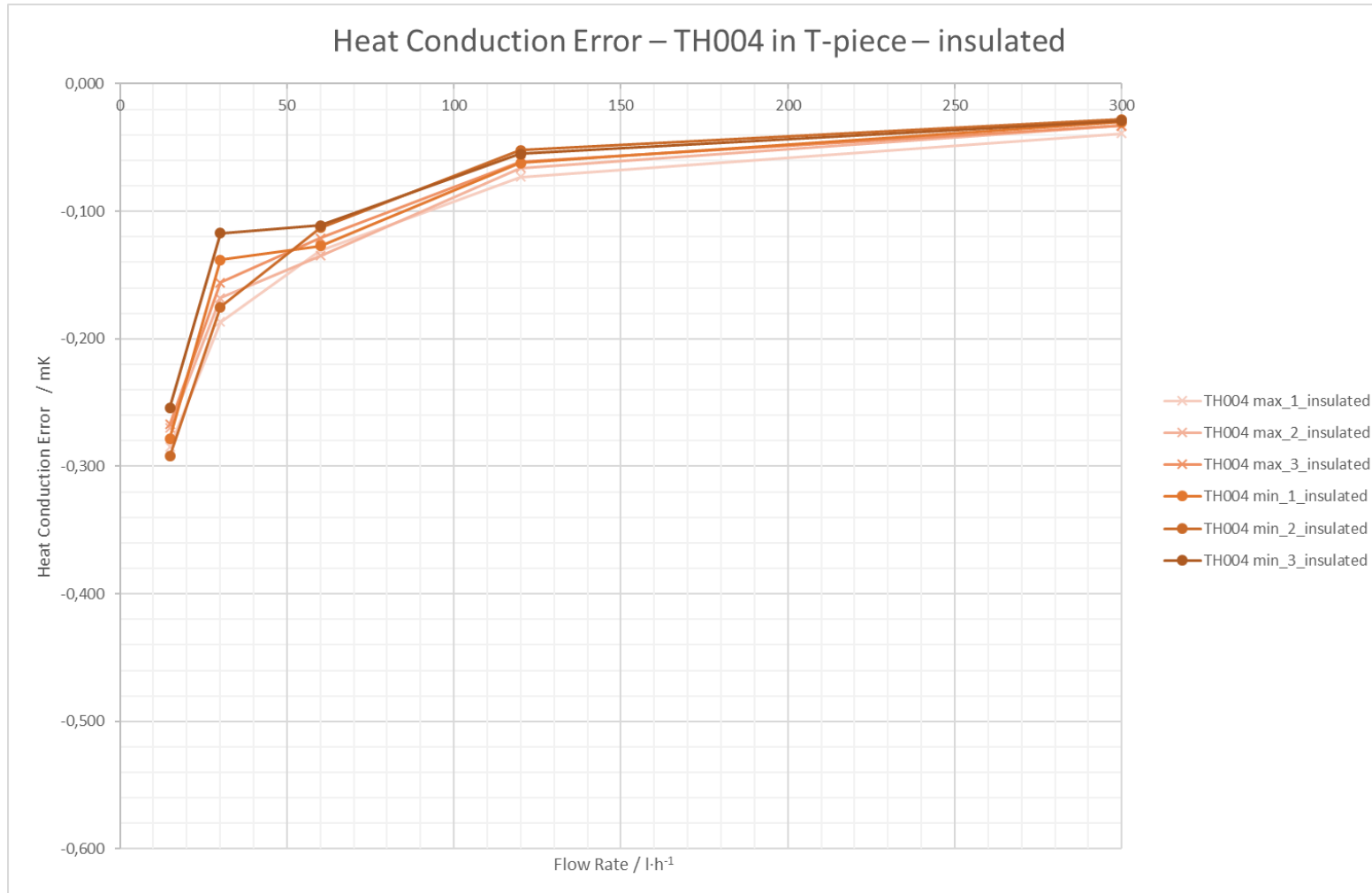
Merkmal	Spezifikation
Passend für Rohraußendurchmesser	18 mm (z. B. Kupfer, Stahl, Verbundrohr)
Dämmschichtdicke	20 mm
Feuerwiderstandsklasse	Bis zu R-90 / R-120 (nach Zulassung)
Farbe	schwarz
Wasserdampf- Diffusionswiderstand	7.000 my
Anwendungsbereich	Massivwände, Leichtbauwände und Decken



Installationsbedingte Messabweichungen bei der Temperaturmessung – Einfluss der Wärmedämmung

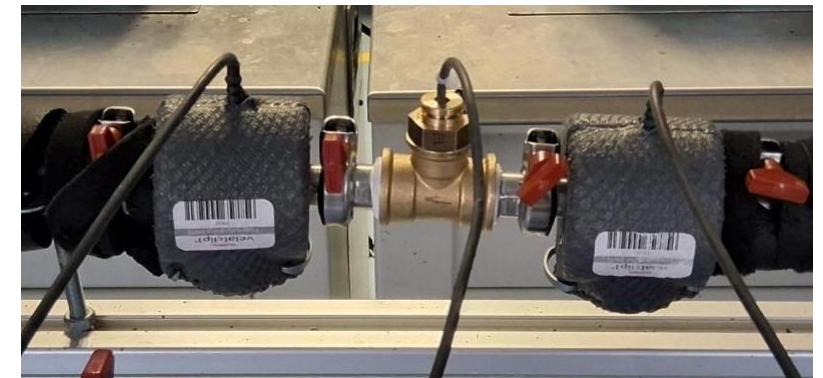
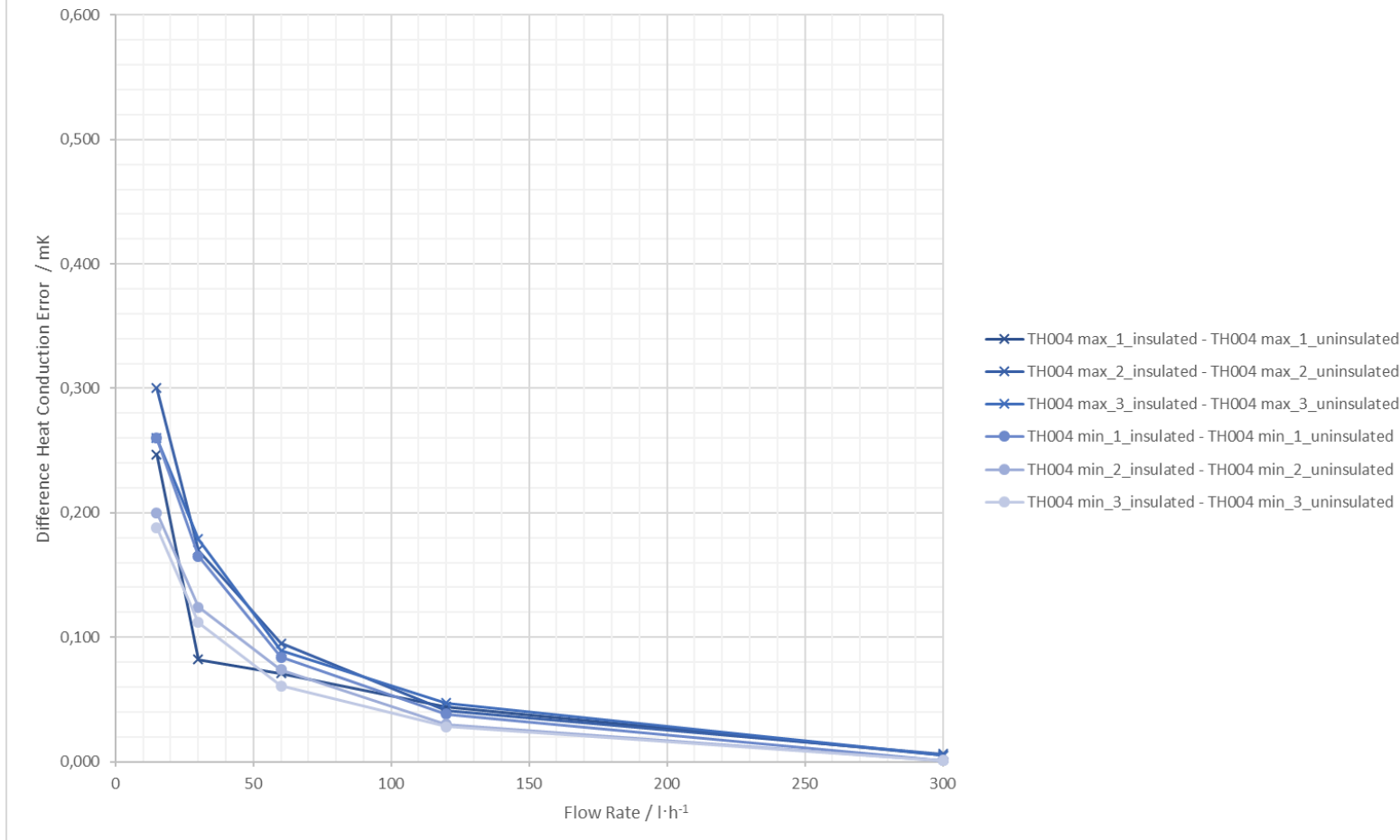


Installationsbedingte Messabweichungen bei der Temperaturmessung – Einfluss der Wärmedämmung



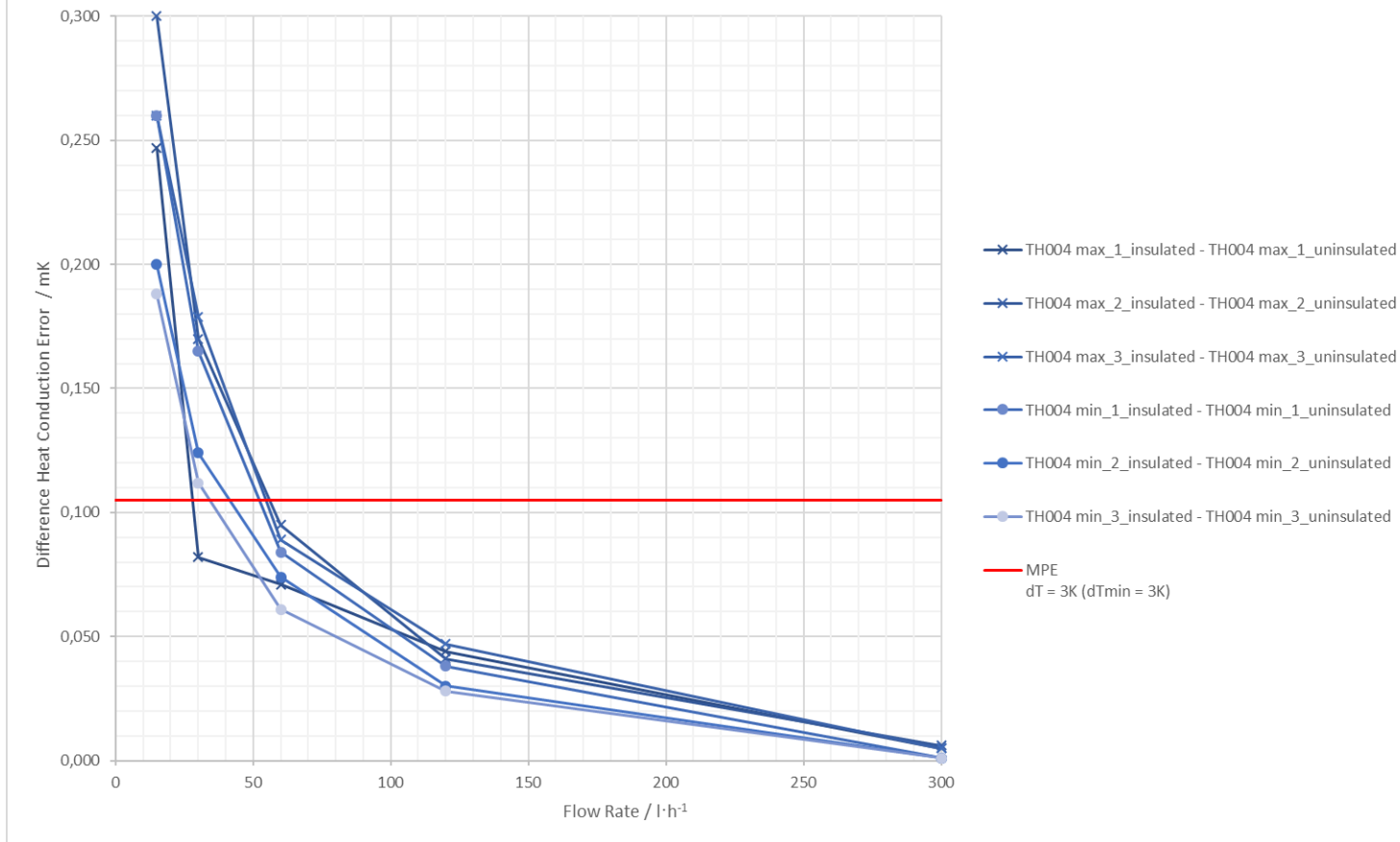
Installationsbedingte Messabweichungen bei der Temperaturmessung – Einfluss der Wärmedämmung

TH004 in T-piece – influence of thermal insulation

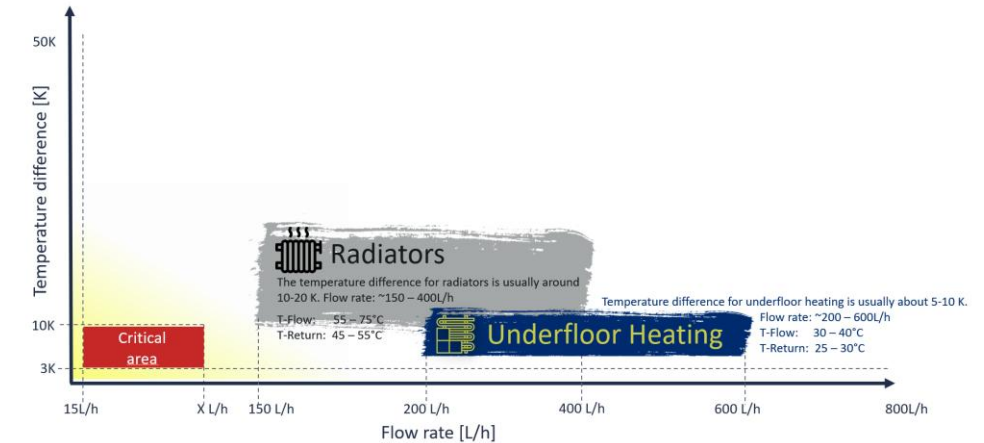


Installationsbedingte Messabweichungen bei der Temperaturmessung – Einfluss der Wärmedämmung – Fazit

TH004 in T-piece – influence of thermal insulation (zoomed in)



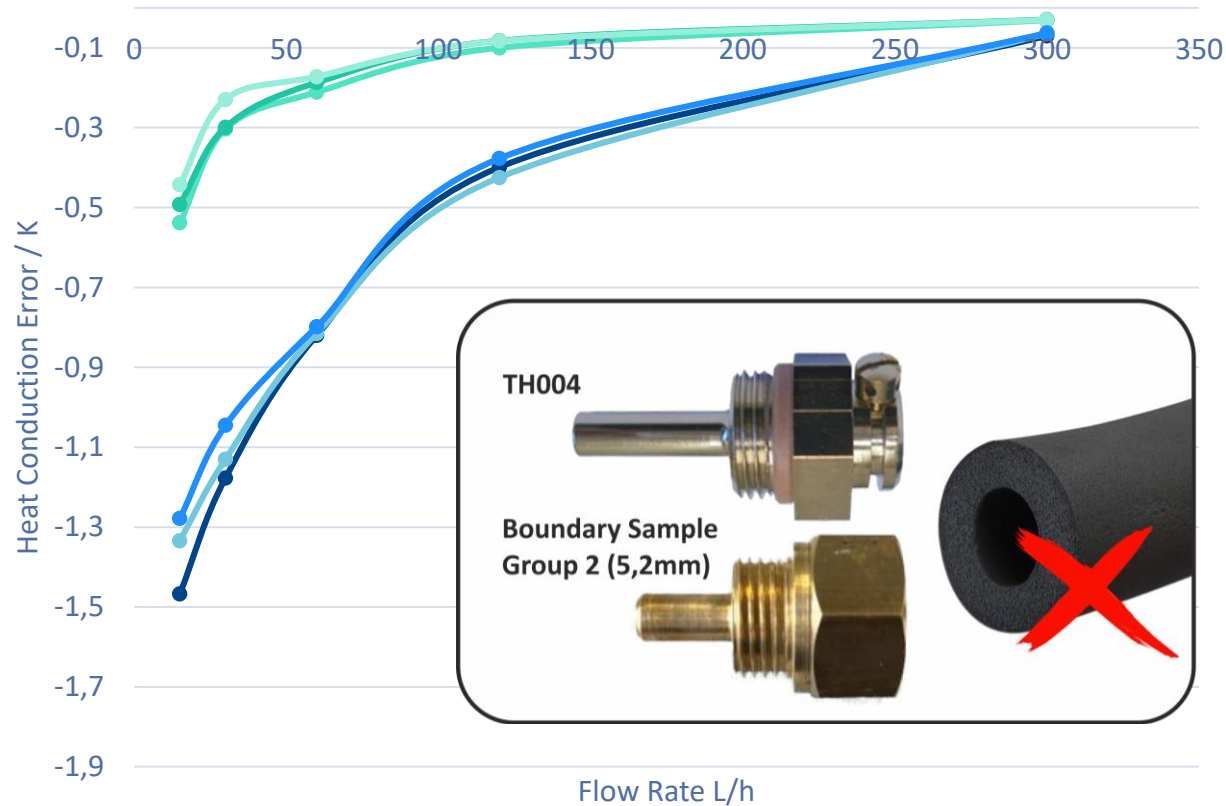
Typical operating areas



Die Isolierung hat erhebliche Auswirkungen. Dies wirkt sich auf den Asymmetriefehler aus, insbesondere im „kritischen Bereich“.

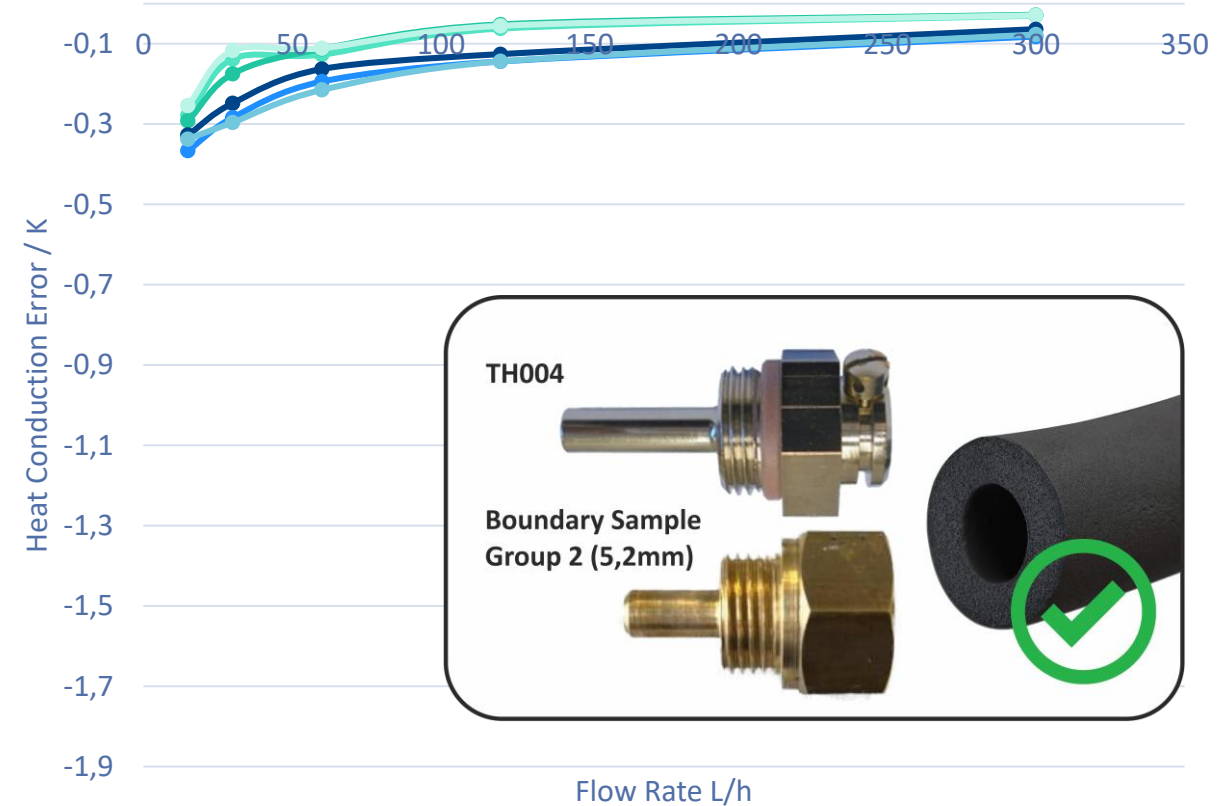
Vergleich „Real Case“ statt „Artificial“ Worst Case

WAF Grenzmuster 2 (min Spaltmaß) / TH004 (min Spaltmaß) | nicht gedämmt



TH004 (min) No. 1
 TH004 (min) No. 2
 TH004 (min) No. 3
 Boundary Sample (min) No. 1
 Boundary Sample (min) No. 2
 Boundary Sample (min) No. 3

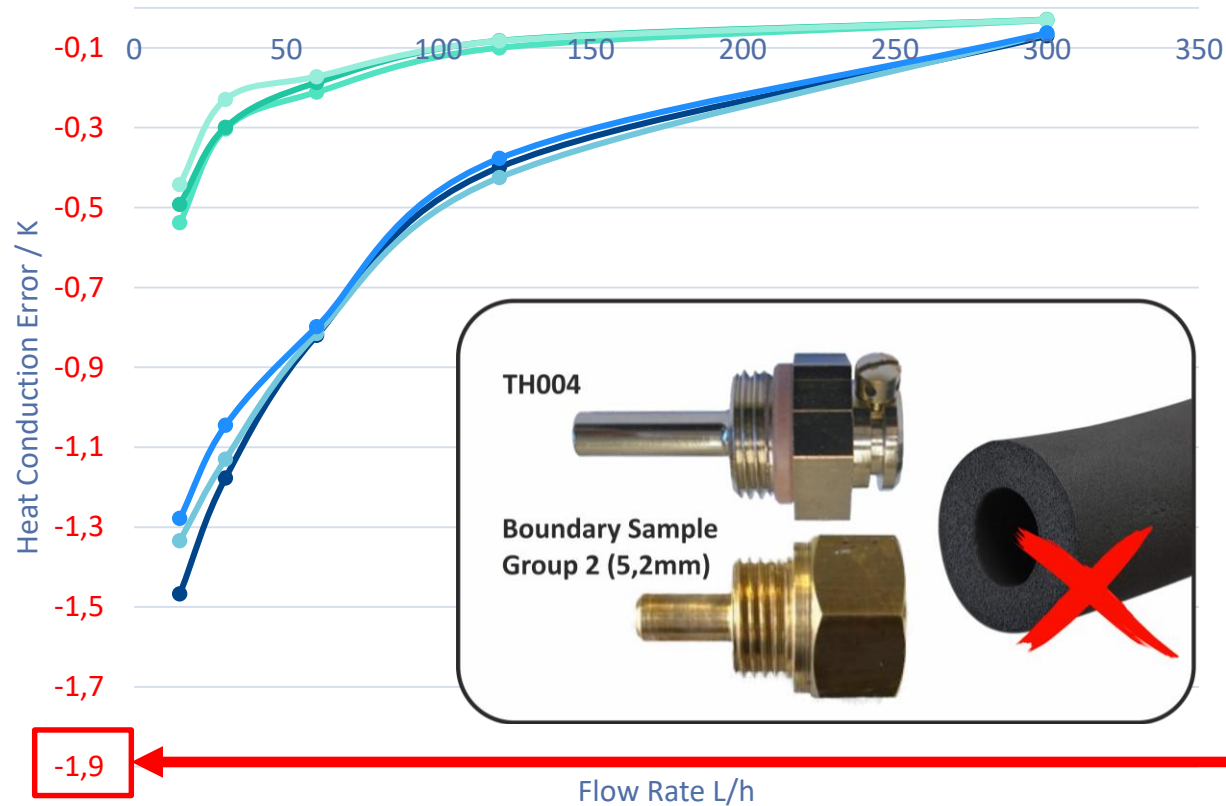
WAF Grenzmuster 2 (min Spaltmaß) / TH004 (min Spaltmaß) | gedämmt



TH004 (min) No. 1
 TH004 (min) No. 2
 TH004 (min) No. 3
 Boundary Sample (min) No. 1
 Boundary Sample (min) No. 2
 Boundary Sample (min) No. 3

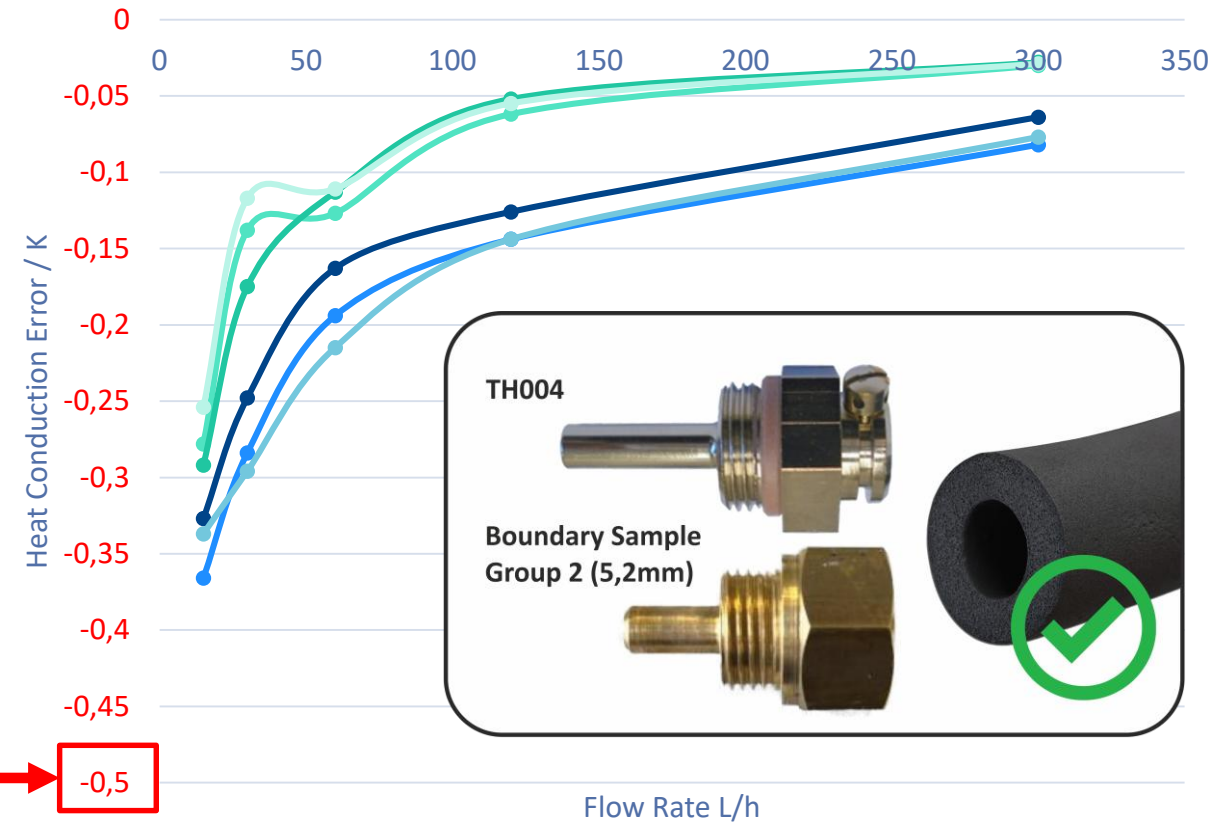
Vergleich „Real Case“ statt „Artificial“ Worst Case

WAF Grenzmuster 2 (min Spaltmaß) / TH004 (min Spaltmaß) | nicht gedämmt



TH004 (min) No. 1
 TH004 (min) No. 2
 TH004 (min) No. 3
 Boundary Sample (min) No. 1
 Boundary Sample (min) No. 2
 Boundary Sample (min) No. 3

WAF Grenzmuster 2 (min Spaltmaß) / TH004 (min Spaltmaß) | gedämmt



TH004 (min) No. 1
 TH004 (min) No. 2
 TH004 (min) No. 3
 Boundary Sample (min) No. 1
 Boundary Sample (min) No. 2
 Boundary Sample (min) No. 3

**Wir freuen
uns auf
Ihre Fragen!**



Daniel Bott

Global Industry Manager Metering

+49 661 6003 9303
Daniel.Bott@jumo.net



Andreas Klewer

Global Development Mechanics

+49 661 6003 9375
Andreas.Klewer@jumo.net

THANKS FOR WATCHING
DONT FORGET TO SUBSCRIBE

LIKE • SHARE • COMMENT

