

PRÜFBERICHT

Antragsteller: GO Engineering GmbH
44892 Bochum

Prüfungsumfang: Wärmeschutztechnische Erfassung regelmäßig vorkommender dämmtechnisch bedingter Wärmebrücken – Abstandshalter am Rohr

Herkunft der Proben: Durch Antragsteller übersandt

Bericht Nr.: L2-07/04
Ausstellungsdatum: 01.09.2004
Seiten: 12

Prüfergebnisse beziehen sich nur auf Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder eine Bezugnahme auf den Prüfbericht ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.

Probekörper

Dem Institut standen Stützkonstruktionen für Ummantelungsbleche für gedämmten Rohrleitungen zur Verfügung. Vom Antragsteller wurden die verzinkten Ummantelungsbleche, die Stützringe und die ferritischen Abstandshalter für eine Dämmdicke von 200 mm an einem Prüfrohr mit dem Außendurchmesser von 324 mm geliefert. Die als ferritische Rundstäbe mit einem Durchmesser von 8 mm gefertigten Abstandshalter haben eine Länge von ca. 200 mm und eine auf ca. 5 mm abgeschliffene Spitze (Bild 1). Die Stützringe sind aus verzinktem Stahlblech in einer Breite von ca. 60 mm und einer Dicke von ca. 1,5 mm hergestellt. Bild 2 zeigt einen fertig montierten Stützring mit fünf Abstandshaltern in einem Abstand am äußeren Umfang von ca. 38 cm.

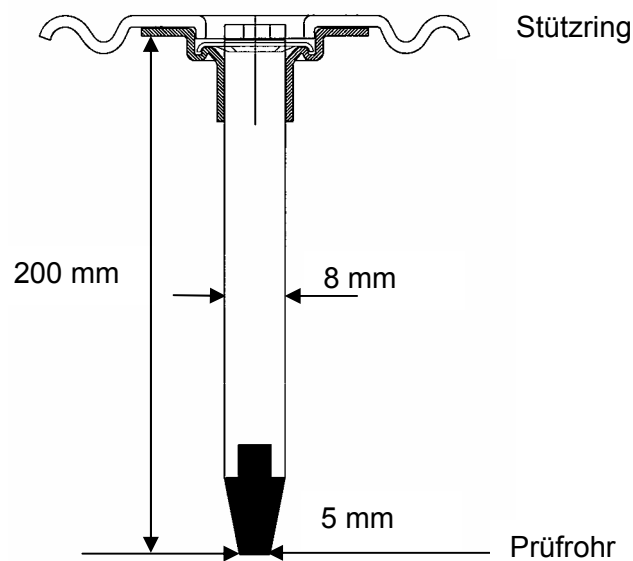


Bild 1: Prinzipskizze eines ferritischen Abstandshalter



Bild 2: Verzinkter Stützring aus Stahlblech mit fünf montierten ferritischen Abstandshaltern

Versuchsaufbau

Zur Bestimmung des zusätzlichen Wärmeverlustes über die Stützkonstruktion einer Rohrdämmung wurden an einem Prüfrohr mit einem Außendurchmesser von 324 mm und einer Länge von 4 m (Bild 3) zwei Bestimmungen der Wärmeleitfähigkeit gemäß DIN EN ISO 8497 im Mitteltemperaturbereich von 50 °C bis 300 °C durchgeführt. Als Bezugswerte für den zu berechnenden Zuschlagsterm für die Wärmeleitfähigkeit dient die Messung ohne Stützkonstruktion, nur mit einer Dämmung aus Mineralwolle (Rohdichte ca. 100 kg/m³) und den gelieferten Ummantlungsblechen.

Prüfresultate beziehen sich nur auf Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder eine Bezugnahme auf den Prüfbericht ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.



Bild 3: Prüfrohr \varnothing 324 mm mit Schutzzylinder und Stirnheizungen

Nachdem die erste Messung der Wärmeleitfähigkeit abgeschlossen war, wurden zwei Stützringe im axialen Abstand von ca. 0,98 m unter den radialen Fugen der Ummantlungsbleche in der vorhandenen Messstrecke von ca. 2 m montiert (Bild 4).

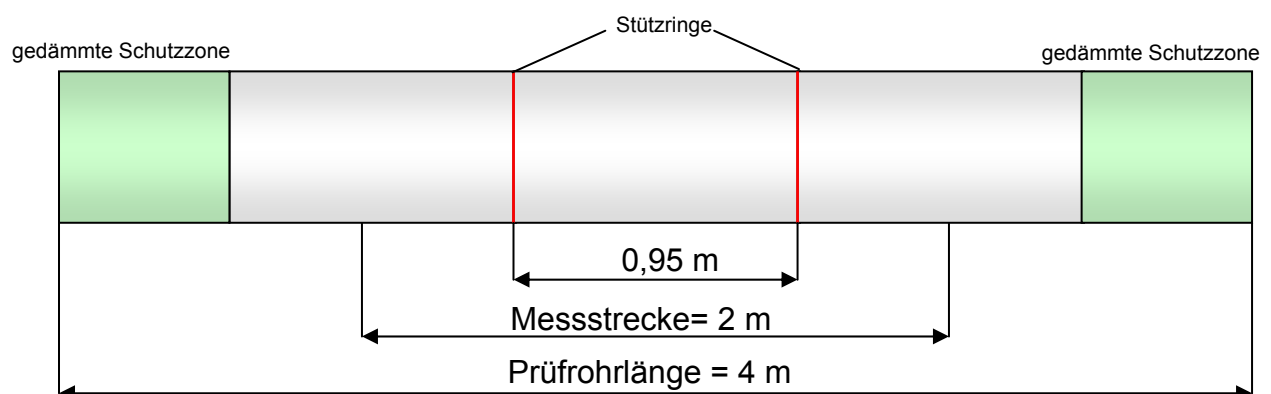


Bild 4: Anordnung der drei Ummantlungsbleche mit den zwei Stützringen in der Messzone

Durch Einstoßen der Abstandhalter-Stäbe von außen durch die vorgefertigten Öffnungen in die Tragringe wurden die Stützringe am Prüfrohr montiert (Bild 5).

Prüfergebnisse beziehen sich nur auf Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder eine Bezugnahme auf den Prüfbericht ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.



Bild 5: Montage der Stürzring am Prüfrohr



Bild 6: Versuchsaufbau des Prüfrohrs mit Dämmung aus Mineralwolle und Ummantelungsblechen (oben: geöffnete Haube aus Plexiglas)

Prüfergebnisse beziehen sich nur auf Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder eine Bezugnahme auf den Prüfbericht ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.

Bild 6 zeigt den Versuchsaufbau des Prüfrohrs mit den montierten Ummantelungsblechen. Die Messungen wurden unter einer Haube mit leichtem Luftwechsel durchgeführt.

Ergebnisse der Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit

Die Messergebnisse sind in Tabelle 1 für den Dämmbau ohne Abstandshalterringe in der Messzone zusammengefasst. In Tabelle 2 finden sich die Messergebnisse für die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit für den Dämmbau mit zwei Stützringen in der Messzone des Prüfrohrs. Neben der Wärmeleitfähigkeit sind noch zwei durch den Einfluss der Stützringe begründete Temperaturerhöhungen angegeben. Dies sind die Temperaturerhöhung der mittleren Temperatur der Ummantlung und die Übertemperatur im Bereich der Stützringe. Die Werte ergeben sich aus Berechnungen und den unten genannten Thermografieaufnahmen. Bild 7 zeigt die grafische Darstellung der temperaturabhängigen Wärmeleitfähigkeit.

| Messpunkt | mittlere Temperatur der Ummantlung | mittlere Temperatur des Prüfrohrs | Mitteltemperatur | Wärmeleitfähigkeit |
|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|--------------------|
| | in °C | in °C | in °C | in W/(m·K) |
| 1 | 30,2 | 85,3 | 57,8 | 0,0451 |
| 2 | 32,4 | 183,4 | 107,9 | 0,0515 |
| 3 | 38,8 | 282,3 | 160,5 | 0,0619 |
| 4 | 46,4 | 377,6 | 212,0 | 0,0761 |
| 5 | 56,8 | 474,2 | 265,5 | 0,0929 |
| 6 | 66,7 | 515,9 | 309,3 | 0,111 |

Tabelle 1: Messergebnisse der Wärmeleitfähigkeit für den Dämmbau ohne Stützringe

Prüfergebnisse beziehen sich nur auf Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder eine Bezugnahme auf den Prüfbericht ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.

| Messpunkt | mittlere Temperatur der Ummantelung in °C | mittlere Temperatur des Prüfrohres in °C | Mitteltemperatur in °C | Wärmeleitfähigkeit in W/(m·K) | Erhöhung der mittleren Temperatur der Ummantelung*) in K | Übertemperatur am Stützring in K |
|-----------|--|---|---------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------------|
| 1 | 29,8 | 85,5 | 57,7 | 0,0463 | 0,0 | ca. 6 bis 11 |
| 2 | 33,5 | 183,3 | 108,4 | 0,0549 | 0,2 | ca. 7 bis 16 |
| 3 | 40,7 | 281,9 | 161,3 | 0,0666 | 0,4 | ca. 9 bis 21 |
| 4 | 46,3 | 377,5 | 211,9 | 0,0806 | 0,4 | ca. 11 bis 27 |
| 5 | 54,5 | 473,9 | 264,2 | 0,0983 | 0,7 | ca. 13 bis 31 |
| 6 | 61,1 | 542,0 | 301,6 | 0,113 | 0,7 | ca. 17 bis 36 |

*) berechnet

Tabelle 2: Messergebnisse der Wärmeleitfähigkeit für den Dämmbau mit zwei Stützringen in der Messzone mit angegebenen Übertemperaturen aufgrund des Einflusses der Stützringe

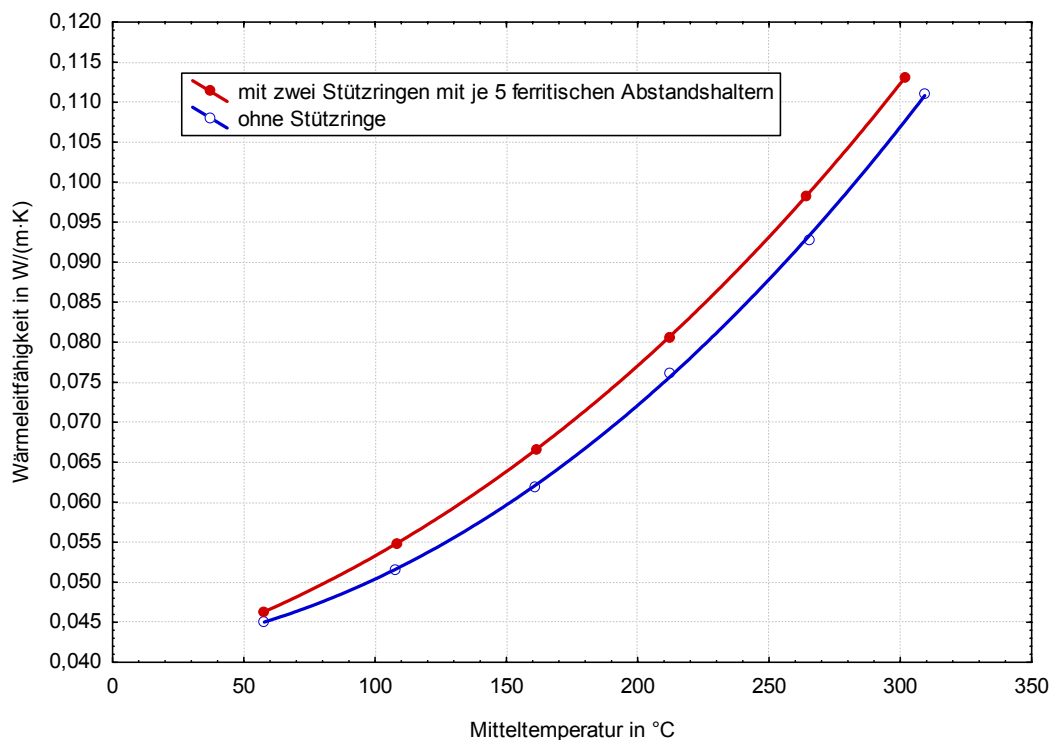


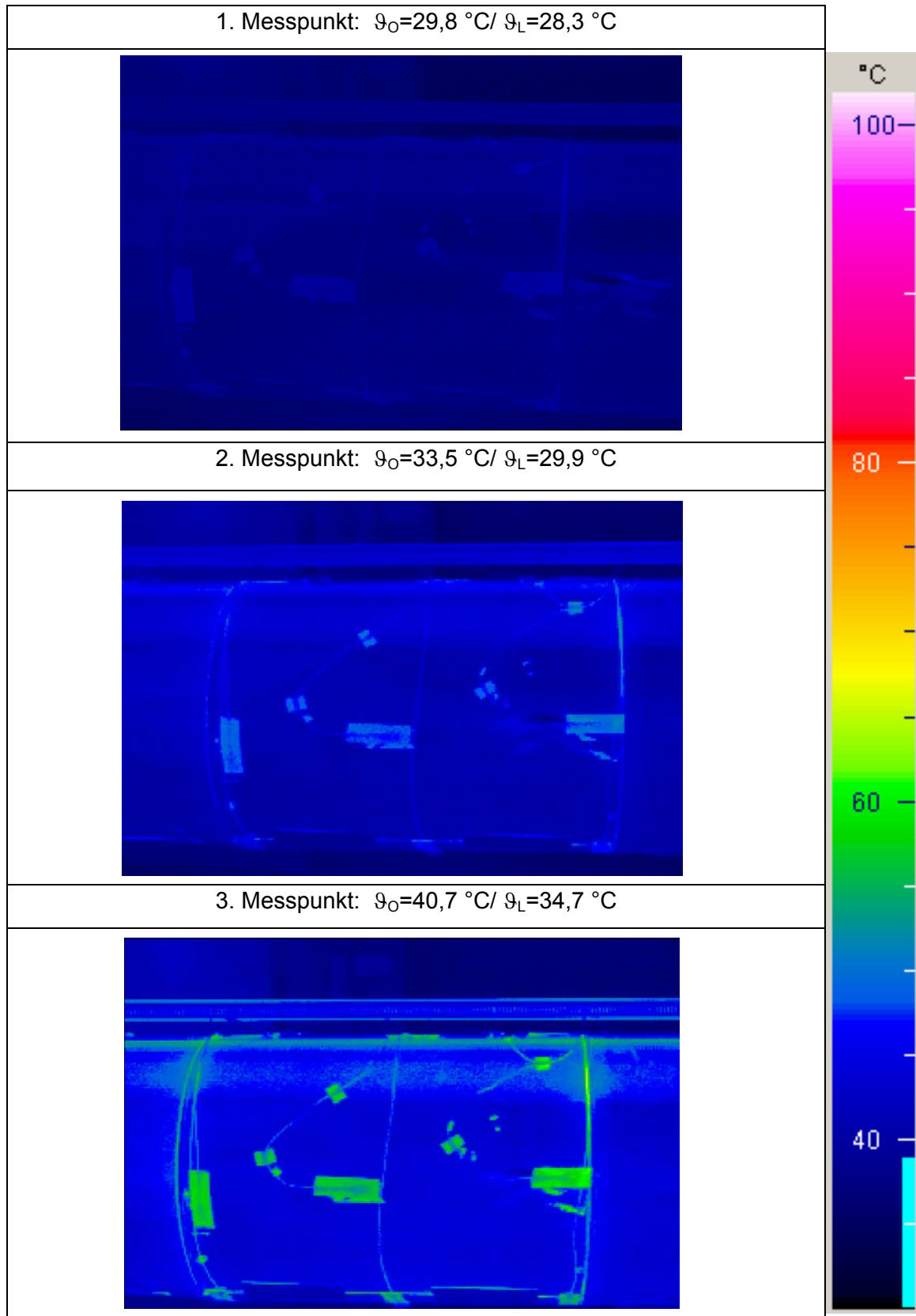
Bild 7: Grafische Darstellung der Messergebnisse am Prüfrohr (324 mm), Dämmschichtdicke 200 mm Mineralwolle (Rohdichte ca. 100 kg/m³)

Prüfergebnisse beziehen sich nur auf Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder eine Bezugnahme auf den Prüfbericht ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.

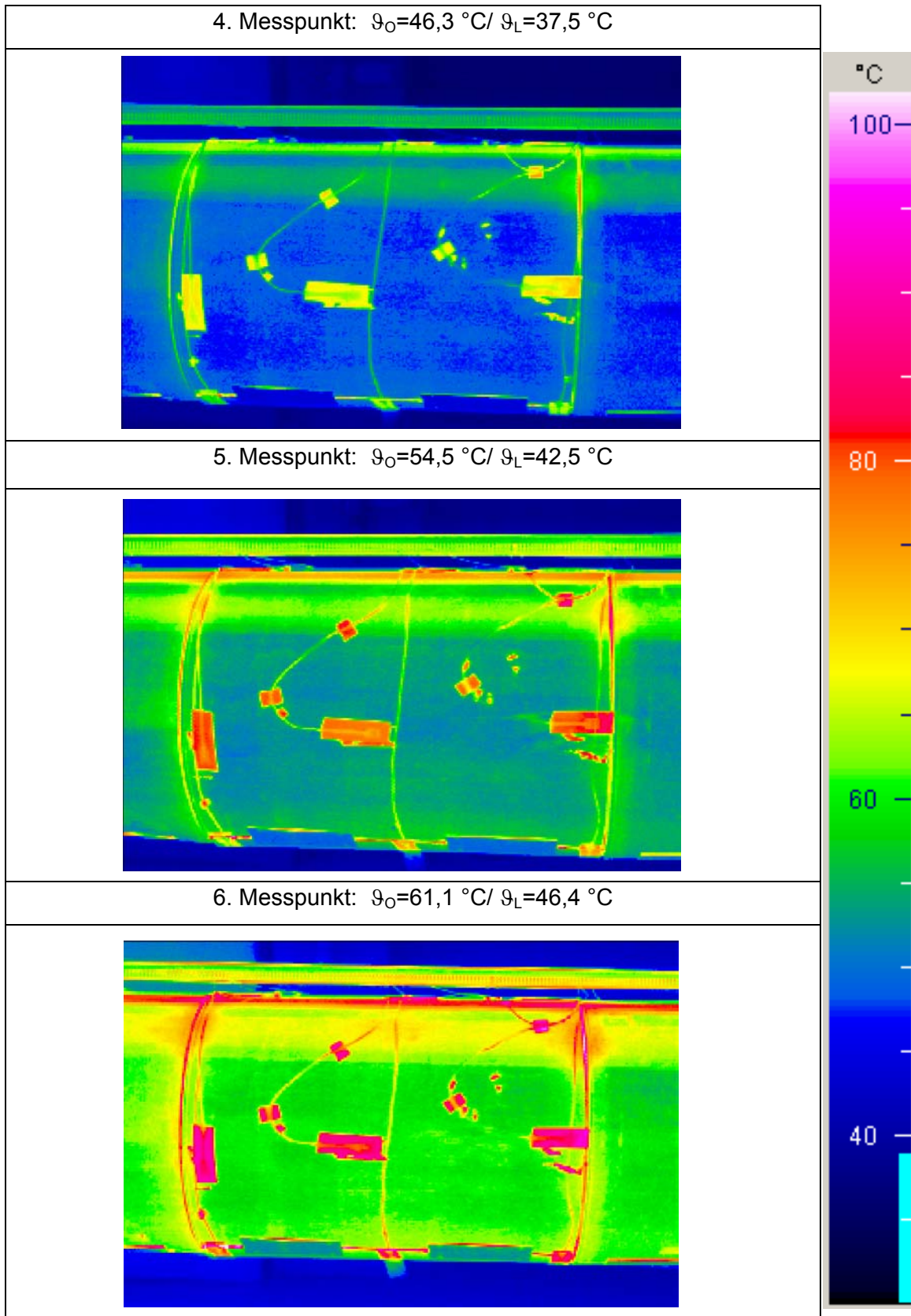
Ergebnisse der Thermografie

Parallel zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit wurden bei jedem Messpunkt der Messungen mit zwei Stützringen in der Messzone Thermographieaufnahmen der Oberflächentemperatur des Ummantelungsbleches gemacht. Die Aufnahmen zeigen jeweils die Messzone des Prüfrohrs mit den zwei radialen Fugen der Ummantelungsbleche und wurden bei geöffneter Haube erstellt. Der Emissionsgrad des verzinkten Ummantelungsbleches konnte mit ca. 0,4 ermittelt werden. Die dargestellten Temperaturen beziehen sich damit auf einen Emissionsgrad von 0,4 und entsprechen nur an den Stellen den realen Temperaturen, wo ein Emissionsgrad von 0,4 vorhanden ist. Stellen mit einem höheren Emissionsgrad (Klebebänder) zeigen unrealistisch hohe örtliche Temperaturen. Bei technischen Oberflächen wie Ummantelungsblechen, die einen Emissionsgrad sehr viel kleiner als 0,96 besitzen, können die Auswertungen von Thermografieaufnahmen aufgrund von Infrarot-Spiegelungen und eventuell stark schwankenden örtlichen Emissionsgraden nur grobe Anhaltswerte liefern. Dies gilt auch für Ummantelungsblechen aus verzinktem Stahlblech.

Die mittleren Oberflächentemperaturen der Ummantelungsbleche ϑ_O sowie die Lufttemperaturen ϑ_L unter der Haube der Messapparatur sind bei den einzelnen Messpunkten angegeben.



Prüfergebnisse beziehen sich nur auf Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder eine Bezugnahme auf den Prüfbericht ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.



Prüfergebnisse beziehen sich nur auf Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder eine Bezugnahme auf den Prüfbericht ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.

Auswertung

Der Norm-Entwurf prEN ISO 23993:2004 „Bestimmung der Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit“ sieht für die Berechnung des Bemessungswertes der Wärmeleitfähigkeit λ_D unter anderem mehrere Zuschlagsfaktoren F_i für unterschiedliche Einflüsse auf den Nennwert der Wärmeleitfähigkeit λ_d vor. Für die Berücksichtigung von regelmäßig vorkommenden dämmtechnisch bedingten Wärmebrücken (z.B. Stützringe von Rohrdämmungen) ist ein additiver Zuschlagsterm $\Delta\lambda$ vorgesehen.

$$\lambda_D = \sum F_i \cdot \lambda_d + \Delta\lambda$$

Der Zuschlagsterm $\Delta\lambda$ ergibt sich als Differenz der Wärmeleitfähigkeitsmessung mit zwei Stützringen in der Messzone zu der Messung der Wärmeleitfähigkeitsmessung ohne Abstandshalterringe gemäß Tabelle 3 und Bild 8. In Tabelle 3 sind zusätzlich noch Übertemperaturen aufgrund des Einflusses der Stützringe angegeben.

| Mittel- temperatur in °C | Wärmeleitfähigkeit in W/(m·K) | | $\Delta\lambda$ in W/(m·K) | Erhöhung der mittleren Temperatur der Ummantelung in K | Über- temperatur am Stützring in K |
|------------------------------------|----------------------------------|--|-----------------------------------|--|---|
| | ohne Stützringe | mit zwei Stützringen in der Messzone | | | |
| 50 | 0,044 | 0,045 | 0,001 | 0,0 | ca. 6 bis 10 |
| 100 | 0,050 | 0,053 | 0,003 | 0,2 | ca. 7 bis 15 |
| 150 | 0,060 | 0,064 | 0,004 | 0,3 | ca. 8 bis 20 |
| 200 | 0,072 | 0,077 | 0,005 | 0,4 | ca. 10 bis 25 |
| 250 | 0,088 | 0,093 | 0,005 | 0,6 | ca. 13 bis 30 |
| 300 | 0,107 | 0,112 | 0,005 | 0,7 | ca. 16 bis 36 |

Tabelle 3: Additiver Zuschlagsterms $\Delta\lambda$ für Stützringe bei der Messung am Prüfrohr (324 mm), Dämmschichtdicke 200 mm Mineralwolle (Rohdichte ca. 100 kg/m³) sowie Übertemperaturen aufgrund des Einflusses der Stützringe.

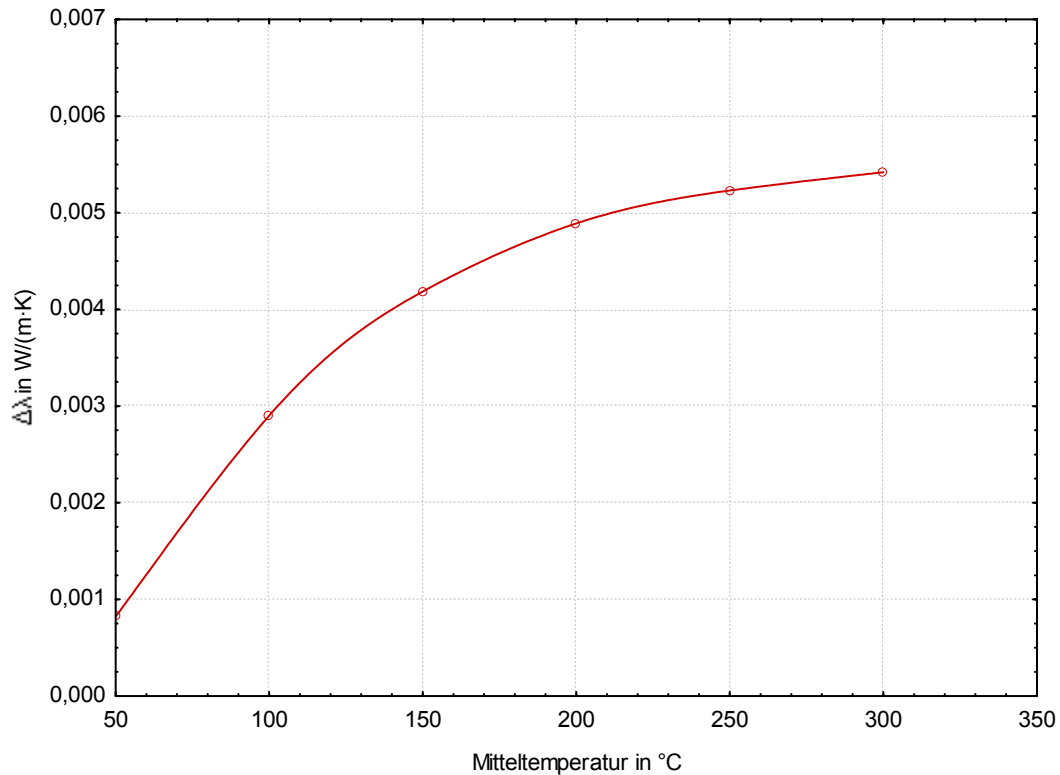


Bild 8: Grafische Darstellung des additiven Zuschlagsterms $\Delta\lambda$ für Stützringe bei der Messung am Prüfrohr (324 mm), Dämmschichtdicke 200 mm Mineralwolle (Rohdichte ca. 100 kg/m³)

Die Ergebnisse gelten nur unter den angegebenen Randbedingungen.

Gräfelfing, den 01.09.2004

Sachgebietsleiter

Dipl.-Ing. R. Schreiner

Prüfergebnisse beziehen sich nur auf Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder eine Bezugnahme auf den Prüfbericht ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.