



**PAUL GOTHE BOCHUM**  
PAUL GOTHE – GMBH

# Anleitung für Pyrometer

Paul Gothe Bochum  
Wittener Straße 82  
44789 Bochum

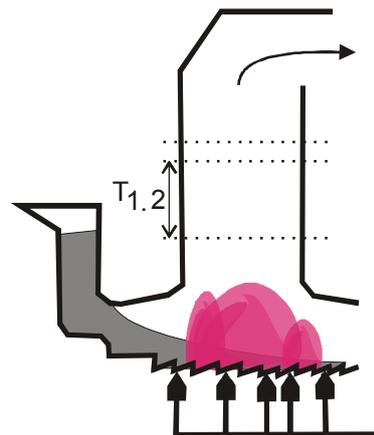
Tel.: +49-234-33 51 80

FAX.: +49-234-30 82 17

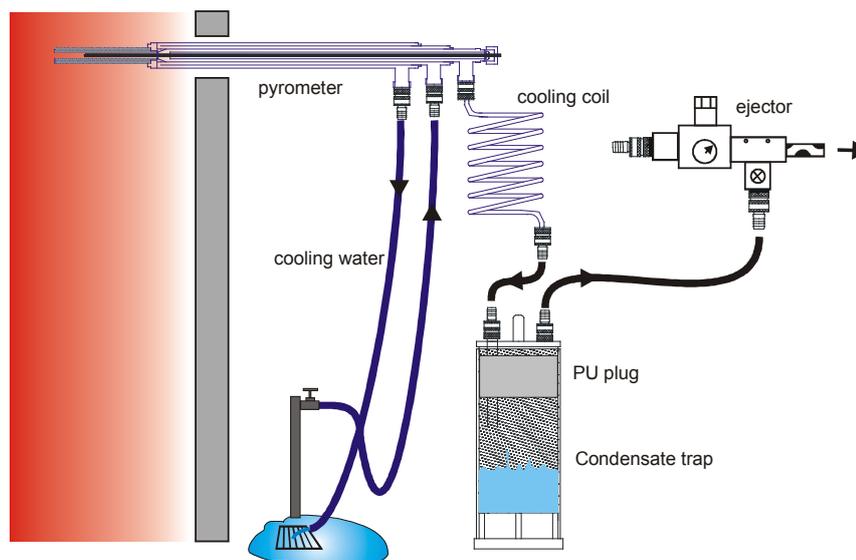
<http://www.paulgothe.de>

## Absaugpyrometer

Bei der stichprobenartigen Bestimmung der Temperatur in der Nachbrennzone (wie z.B. einmalig bei Anlagen der 17. BImSchV gefordert) ist nur der konvektive Anteil der Wärme von Interesse, während der Anteil der Strahlungswärme nicht berücksichtigt werden darf. Für solche Messaufgaben werden Absaugpyrometer eingesetzt. Das Thermoelement befindet sich im vorderen Bereich der Absaugsonde und wird durch einen Keramikkörper vor der IR-Strahlung aus dem Feuerraum abgeschirmt. Über den Keramikkörper und das Thermoelement wird heißes Abgas gesaugt, dessen Temperatur mit dem Thermoelement gemessen wird. Die Absaugsonden sind doppelwandig und kühlbar ausgeführt. Das abgesaugte, gekühlte Abgas kann zur Messung des Sauerstoffvolumenanteils in der Nachbrennzone genutzt werden.



Aufbau eines Messsystems:



### Wichtiger Hinweis bei der Benutzung der Pyrometer im Hochtemperaturbereich !

Damit das Kühlwasser mit dem gesamten Außenrohr in Kontakt kommt und keine Luftblasen verbleiben, an denen das Absaugrohr ungekühlt ist, ist eine vollständige Befüllung des Absaugrohres mit dem Kühlwasser notwendig. Die genaue Anleitung zur Befüllung finden sie am Ende dieser Anleitung. Bitte sorgfältig lesen und beachten. Der Wasserzulauf wird am hinteren Stutzen befestigt (das Kühlwasser wird zuerst an das Innenrohr geführt und dann zum Außenrohr) und mit Wasser befüllt. Die Entlüftung erfolgt über den Ausgangsstutzen. Zum Ende unbedingt das Absaugrohr an den Enden auf- und abwärts bewegen, damit sämtliche Luft entweichen kann.

### Unbedingt beachten:

Vor dem Einführen des Absaugrohres in das heiße Abgas, muss die Wasserkühlung, mit ausreichender Wassermenge (ca. 20 l/min), in Betrieb genommen werden. Die Wassermenge darf nur über den Muffenschieber am Wassereinlass reguliert werden! Niemals die Wassermenge am Wasserauslass vom Pyrometer regulieren!

**Auf der Wassereinlaufseite sollte mindestens ein 3/4" druckfester Schlauch eingesetzt werden, um die nötige Wassermenge zu gewährleisten.**

**Um ein Abknicken des Abwasserschlauches und damit durch Querschnittsverengung ein Rückstau des erwärmten Wassers im Absaugrohr zu vermeiden, muss auf der Wasserauslaufseite ebenfalls ein 3/4" druckfester Schlauch mit freiem Auslauf verwendet werden (kein Hahn am Wasseraustritt!).**

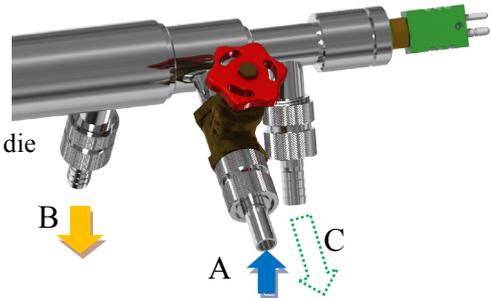
Wenn eine Luftblase vorhanden ist und das Rohr in heiße Gase eingeführt wird, kann an der Stelle eine Überhitzung eintreten und das Rohr platzen.

Achtung Titan darf nicht über 400°C erhitzt werden.

### Ausgang Pyrometer:

Montage Absperrventil (Muffenschieber) nur am Wasser-Eintritt für die Wasserkühlung. (A: Eintritt / B: Austritt)

Letzte Schnellkupplung für die Gasabsaugung (C).



### Montage der VDI mit Schutzrohr

Bei der Version mit Schutzrohr aus 1.4841 wird der Sicherungsstift nach dem Einsetzen der zwei Keramiken durch die Löcher geschoben und durch Umbiegen gegen rausrutschen gesichert. Der Stift ist ebenfalls aus Sonderstahl (1.4841) und kann bis 1200°C eingesetzt werden.



### Montage VDI / IFRF - Version:



Die Keramiken werden wie weiter hinten beschrieben in das Bajonett mit dem Spezial-Zement eingeklebt. Das Bajonett wird anschließend in das Pyrometer eingesteckt. Danach kann das Thermoelement von hinten in das Pyrometer eingeführt werden.

### Reinigung und Entfernen des Führungsrohres für das Thermoelement

Das Führungsrohr kann am Ausgang vom Pyrometer leicht herausgeschraubt werden (Bild 1). Jetzt kann das Rohr für die Absaugung von Innen mit Bürsten gereinigt werden (Bild 2).



Das Führungsrohr für das Thermoelement hat vorne Zentrierungen, damit es bei sehr langen Rohren besser eingeführt werden kann (Bild 3).



**Achtung: Bei Rohren > 1,5 m kann das Gewinde nur festgeschraubt und gelöst werden, wenn das Pyrometer senkrecht gehalten wird!**



Bitte die Biegung bei langen Pyrometern beachten:

**Biegung**

Nennlänge L [mm]	freihängende Länge [mm]		Gesamtgewicht [kg] leer / mit Wasser		Durchbiegung [mm]	
	Titan	Edelstahl	Titan	Edelstahl	Titan	Edelstahl
2000	1000	1000	4 / 9	6 / 11	8	100
3000	2000	2000	7 / 12	10 / 15	50	180
4000	3000	3000	8 / 15	13 / 20	75	260
5000	4000	-	10 / 17	-	100	-
6000	5000	-	12 / 20	-	200	-

**Notwendige Absaugrate bei der VDI-Version:**

Damit die Absaugmenge keinen Einfluss auf die Temperaturmessung hat, soll eine Absaugrate von mindestens 80 m/s am Thermoelement sein. Hier ein paar Rechenbeispiele:

[v: Geschwindigkeit am Thermoelement, V: Volumenstrom der abgesaugt werden muss, bezogen auf Raumtemperatur am Ejektor]

v [m/s]	am Eingang Pyrometer 1000°C am Ejektor 30°C [m³/h]	am Eingang Pyrometer 1200°C am Ejektor 30°C [m³/h]	am Eingang Pyrometer 1600°C am Ejektor 30°C [m³/h]
80	4,5	3,9	3,1

**Notwendige Absaugrate bei der IFRF-Version:**

[v: Geschwindigkeit am Thermoelement, V: Volumenstrom der abgesaugt werden muss, bezogen auf Raumtemperatur am Ejektor]

v [m/s]	am Eingang Pyrometer 1000°C am Ejektor 30°C [m³/h]	am Eingang Pyrometer 1200°C am Ejektor 30°C [m³/h]	am Eingang Pyrometer 1600°C am Ejektor 30°C [m³/h]
80	3,8	3,3	2,6

**Trockenturm als Kondensat-Abscheider**

Einleitungsrohr A

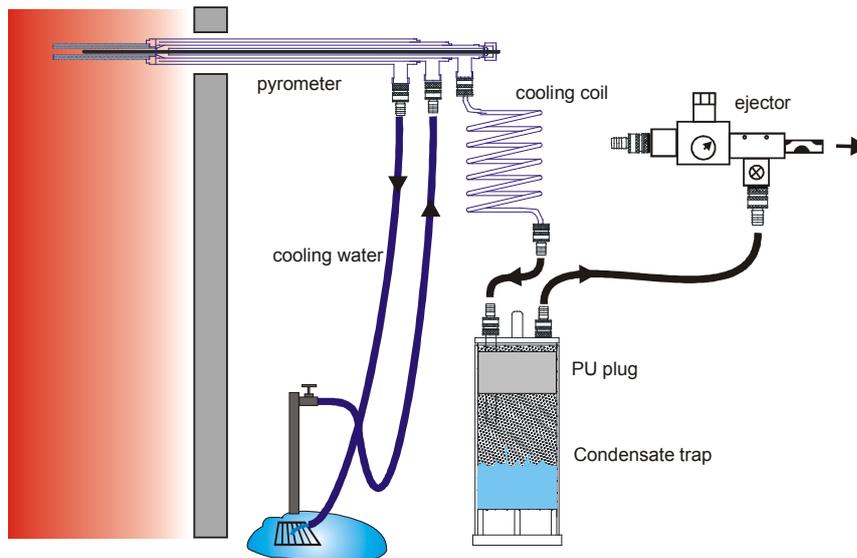
Schaumstoff B

Ausgang C

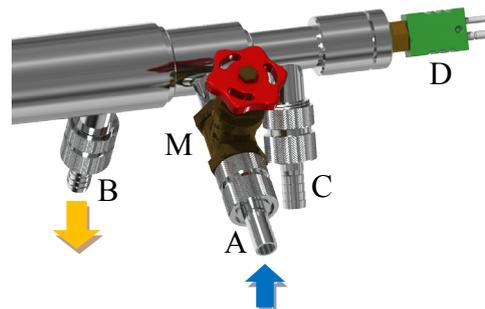
Verschlussstopfen D



**Aufbau der Probenahmereinheit:**



Der Schlauch mit dem Kühlwasser wird mit dem hinteren Kühlwasseranschluss vom Pyrometer (A) verbunden. Der Schlauch für den Kühlwasserausgang wird mit dem vorderen Anschluss (B) verbunden. Das Pyrometer nach Anleitung mit Wasser befüllt und den Muffen-Schieber (M) nur am Wassereintritt montieren!



Den Absaugschlauch mit der hinteren Schnellkupplung verbinden (C). Bei hohen Gastemperaturen und kurzen Pyrometern muss eine Kühlschlange zum Schutz für den Absaugschlauch direkt am Pyrometer angeschlossen werden. Der Absaugschlauch wird mit dem Kondensat-Abscheider (Trockenturm) verbunden, damit entstehendes Kondensat abgetrennt werden kann. Der Ausgang vom Kondensat-Abscheider wird mit dem Ejektor verbunden. Der Ejektor wird gemäß seiner Anleitung angeschlossen.

Das Thermoelement wird von hinten in das Pyrometer eingeführt und mit der Überwurfmutter fixiert (D).

Vor dem Einbringen des Pyrometers in das heiße Abgas das Kühlwasser laufen lassen (Hahn öffnen). Nochmal die Kühlwassermenge überprüfen! **Grundsätzlich darf die Wassermenge nur durch einen Hahn am Wassereintritt reguliert werden!** Niemals hohen Wasserdruck im Inneren des Pyrometers erzeugen! Jetzt kann das Pyrometer eingeführt und auf Position gebracht werden. Absaugung starten und auf konstante Temperatur warten. Die Temperatur darf sich nicht erhöhen, wenn die Absaugrate erhöht wird. Auf ausreichende Absaugrate achten, ggf. Durchflussmesser verwenden.

Die Wasserkühlung erst nach der Entnahme des Pyrometers aus dem heißen Gas abstellen!



**Achtung!**

Trotz Wasserkühlung sind heiße Teile am Pyrometer! Es besteht Verbrennungsgefahr! Nur mit geeigneter Schutzausrüstung arbeiten und nur durch geschultes Personal!

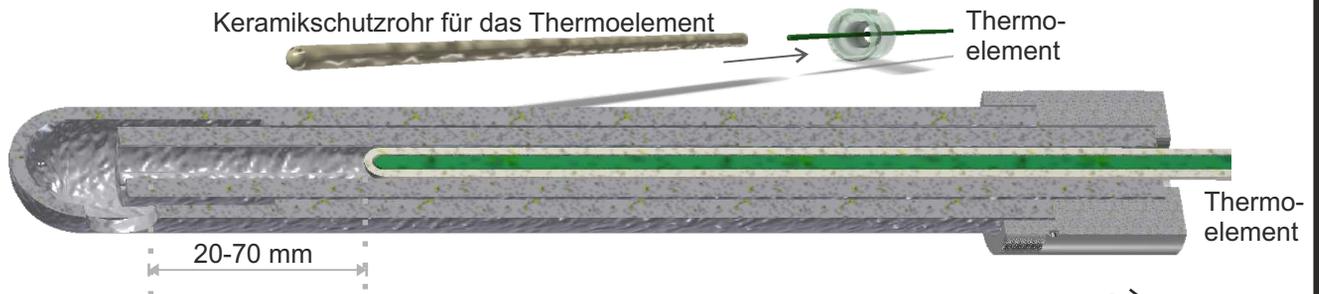


## Montage IFRF Version

Die IFRF-Version besteht aus drei Keramiken, eine Schutzkeramik für das Thermoelement, eine mittlere und eine äußere Keramik und dem Bajonett.



Zuerst wird die Innere Keramik mit dem Zement in die Fassung vom Bajonett gedrückt, danach die Äußere. Die äußere Keramik so positionieren, dass die kleine Bohrung (Markierung) und die Öffnung übereinstimmen.



Endmontage: Schutzkeramik über das montierte Thermoelement schieben und dann das Bajonett mit den zementierten Keramiken. Dabei das Bajonett so eindrehen, dass der Stift am Ende von der letzten Nut ist.



In 10 Minuten Keramik einsatzbereit

Zement umrühren und Keramik 1-2 mm dick einschmieren.



Erst innere, dann äußere Keramik einsetzen. Heizluftfön auf Edelstahlteil halten: ~3 min bei 100°C, 5 min bei 500°C.



	Datum	Name	Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Genehmigung der Paul Gothe GmbH gestattet. Zeichnung und Prinzip ist Eigentum der Paul Gothe GmbH	
Erstellt		Grodten		
Kontr.				
© copyrights by <b>Paul Gothe GmbH</b> Wittener Str. 82 44789 Bochum Tel.: 0234-335180 Fax: 0234-308217 www.paulgothe.com			Duplication and reproduction only with permission of Paul Gothe GmbH. Drawing and schematic diagram is the property of Paul Gothe GmbH	
			Zeichnungs-Nr.: Montage / Installation VDI Version	1
				A 4

## Montage VDI Version

Die VDI-Version besteht aus zwei Keramiken, eine Innere und eine Äußere und dem Bajonett.



Zuerst wird die Innere Keramik mit dem Zement in die Fassung vom Bajonett gedrückt, danach die Äußere.



Am Schluss wird das Bajonett mit den Keramiken in das Pyrometer verankert. Dabei das Bajonett so eindrehen, dass der Stift am Ende von der letzten Nut ist.

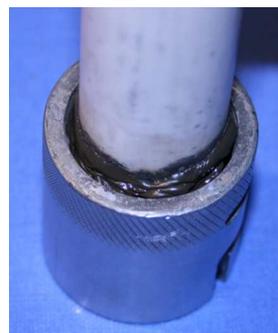


### In 10 Minuten Keramik einsatzbereit

Zement umrühren und Keramik 1-2 mm dick einschmieren.



Erst innere, dann äußere Keramik einsetzen.  
Heizluftfön auf Edelstahlteil halten:  
~3 min bei 100°C,  
5 min bei 500°C.

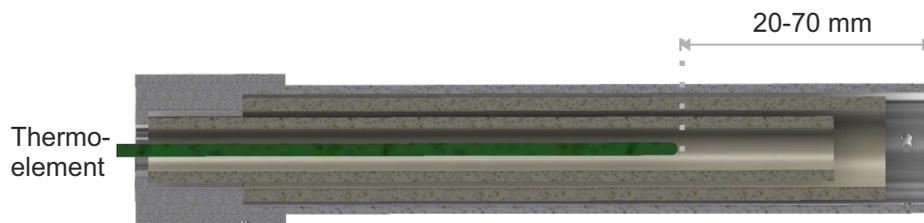


	Datum	Name	Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Genehmigung der Paul Gothe GmbH gestattet. Zeichnung und Prinzip ist Eigentum der Paul Gothe GmbH	
Erstellt		Grodten		
Kontr.				
© copyrights by <b>Paul Gothe GmbH</b> Wittener Str. 82 44789 Bochum Tel.: 0234-335180 Fax: 0234-308217 www.paulgothe.com			Duplication and reproduction only with permission of Paul Gothe GmbH. Drawing and schematic diagram is the property of Paul Gothe GmbH	
			Zeichnungs-Nr.: Montage / Installation VDI Version	1
				A 4

## Montage VDI Version mit Schutzrohr



Die VDI-Version besteht aus zwei Keramiken, eine Innere und eine Äußere und dem Bajonett mit Schutzrohr



Am Schluss wird das Bajonett mit den Keramiken in das Pyrometer verankert. Dabei das Bajonett so eindrehen, dass der Stift am Ende von der letzten Nut ist.



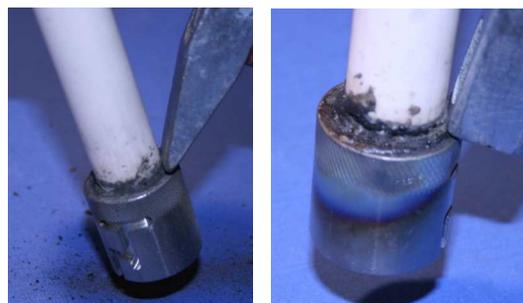
	Datum	Name	Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Genehmigung der Paul Gothe GmbH gestattet. Zeichnung und Prinzip ist Eigentum der Paul Gothe GmbH	
Erstellt		Grodten		
Kontr.				
© copyrights by <b>Paul Gothe GmbH</b> Wittener Str. 82 44789 Bochum Tel.: 0234-335180 Fax: 0234-308217 www.paulgothe.com			Duplication and reproduction only with permission of Paul Gothe GmbH. Drawing and schematic diagram is the property of Paul Gothe GmbH	
			Zeichnungs-Nr.: Montage / Installation VDI Version	1
				A 4

## Entfernen des Keramik-Zements



Zum Entfernen mit einem Hammer auf das Bajonett schlagen und dadurch den Zement lockern (mehrere leichte Schläge reichen).

Zement lässt sich mit Schaben von der Keramik entfernen.



**Paul Gothe GmbH**  
Wittener Straße 82  
44789 Bochum  
Tel.: 0234-33 51 80  
Fax: 0234- 30 82 17  
info@paulgothe.de  
www.paulgothe.de

Zeichnungs-Nr.:

Entfernen des Keramik-Zements

Be/Rd

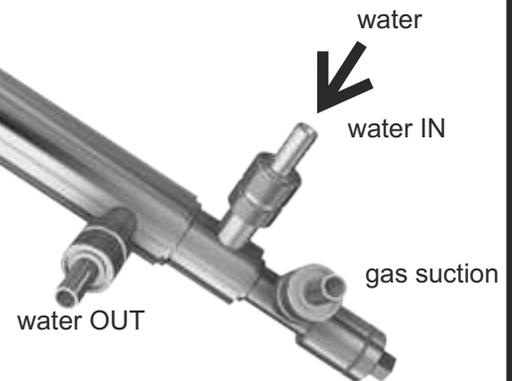


Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Genehmigung der Paul Gothe GmbH gestattet.  
Zeichnung und Prinzip ist Eigentum der Paul Gothe GmbH

## Wichtiger Hinweis bei der Benutzung der Pyrometer im Hochtemperaturbereich !

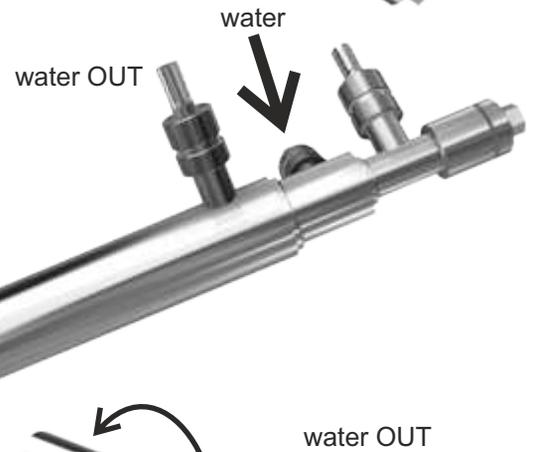
Damit das Kühlwasser mit dem gesamten Außenrohr in Kontakt kommt und keine Luftblasen verbleiben, an denen das Absaugrohr ungekühlt ist, ist eine vollständige Befüllung des Absaugrohres mit dem Kühlwasser notwendig. Dies wird erreicht, indem das Rohr entsprechend Bild 1 gehalten wird (vorderer Teil für die Keramik nach oben). Der Wasserzulauf wird am hinteren Stutzen (IN) befestigt (das Kühlwasser wird zuerst in das Innenrohr geführt) und mit Wasser befüllt. Die Entlüftung erfolgt über den Ausgangsstutzen (OUT).

Bild 1



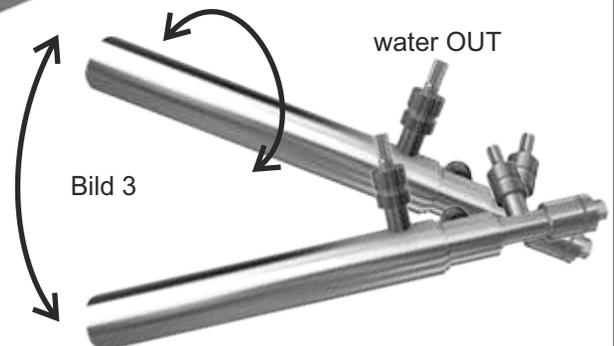
Wenn das Wasser aus dem vorderen Anschluss (OUT) austritt, das Pyrometer entsprechend Bild 2 halten (hintere Teil für das Thermoelement hoch halten) und sicherstellen, dass die gesamte Luft entweicht.

Bild 2



Zum Ende unbedingt das Absaugrohr an den Enden auf- und abwärts bewegen, damit sämtliche Luft entweichen kann (Bild 3). Wasserzulauf am hinteren Anschluss (IN) anschließen.

Bild 3



### Unbedingt beachten:

Vor dem Einführen des Absaugrohres in das heiße Abgas, muss die Wasserkühlung, mit ausreichender Wassermenge ( ca. 20 l/min ), in Betrieb genommen werden.

**Auf der Wassereinlaufseite sollte mindestens ein 3/4" druckfester Schlauch eingesetzt werden, um die nötige Wassermenge zu gewährleisten.**

**Um ein Abknicken des Abwasserschlauches und damit durch Querschnittsverengung ein Rückstau des erwärmten Wassers im Absaugrohr zu vermeiden, muss auf der Wasserauslaufseite ebenfalls ein 3/4" druckfester Schlauch mit freiem Auslauf verwendet werden.**

Wenn eine Luftblase vorhanden ist und das Rohr in heiße Gase eingeführt wird, kann an der Stelle eine Überhitzung eintreten und das Rohr platzen.

Achtung Titan darf nicht über 400°C erhitzt werden.

**Paul Gothe GmbH**  
Wittener Straße 82  
44789 Bochum  
Tel.: 0234-33 51 80  
Fax: 0234- 30 82 17  
info@paulgothe.de  
www.paulgothe.de

Zeichnungs-Nr.:

Info-Pyrometer Wasserfüllung

Be/Rd



Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Genehmigung der Paul Gothe GmbH gestattet.  
Zeichnung und Prinzip ist Eigentum der Paul Gothe GmbH



## Hinweise Absaugpyrometer

### Geräte zur Messung der Gastemperatur

Wird ein einfaches Thermoelement über eine Flamme zur Messung der Gastemperatur eingebracht, wird die Messung der Gastemperatur fehlerhaft sein, da die Strahlungswärme der Umgebung das Thermoelement beeinflusst. In den Standard Absaugpyrometern wird entweder ein Platin-Rhodium- (Typ S bis 1650 °C) oder ein Nickel-Chrom-Nickel (Typ K bis 1200 °C) Thermoelement verwendet, welches zum einen gegen chemischen Angriff und zum anderen gegen die IR-Strahlung durch 2-3 konzentrische Aluminiumoxid-Sintermantel (Keramiken) abgeschirmt wird. Die Gase werden zwischen den Abschirmungen und über die Ummantelung mit hoher Geschwindigkeit abgesaugt ( $> 80$  m/s), so dass die Gleichgewichtstemperatur vom Thermoelement fast die dem Gas entspricht, ohne dass eine Korrektur vorgenommen werden muss. Die Gase werden in der Regel in einer dynamischen Position durch ein Loch an der Seite der äußeren Keramik, dessen Front verschlossen ist, gesaugt.

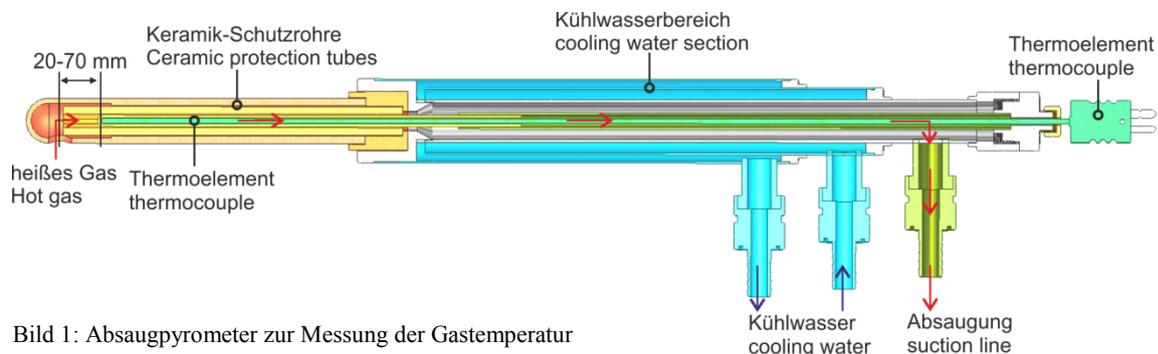


Bild 1: Absaugpyrometer zur Messung der Gastemperatur

Thermoelemente vom Typ Pt-PtRh 10% (ANSI-Typ S) in Kombination mit einem Silimanit-Schutz können bis 1650 °C eingesetzt werden. Pt-Rh 30% (ANSI Typ B) Thermoelemente und Aluminiumoxid Abschirmung sind bei höheren Temperaturen mit einem Bereich bis zu 1800 °C verwendbar. Alle diese Elemente sind leicht austauschbar. Die Reaktionszeit des Instruments ist abhängig von der Größe der Abschirmungen und der Sauggeschwindigkeit. Von Umgebungstemperatur bis 1600 °C und mit einer Sauggeschwindigkeit von 150 m/s beträgt die Zeit bis zum thermischen Gleichgewicht etwa 5-8 min. Für nachfolgende Temperaturänderungen von 100 °C muss mit etwa 3-4 min gerechnet werden.

Zur Absaugung bei Absaugpyrometern werden Ejektoren empfohlen. Diese Geräte verwenden Druckluft um die richtige Saugleistung zu produzieren. Der empfohlene Aufbau ist wie folgt:

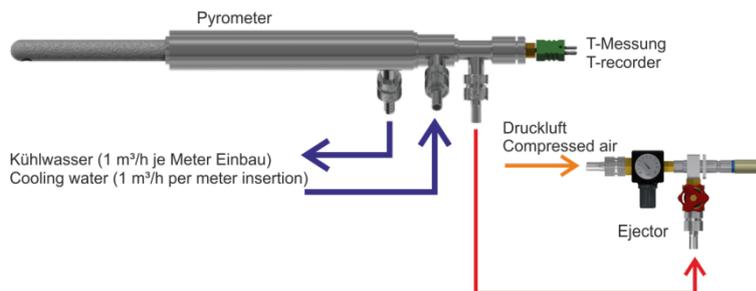


Bild 2: Vorschlag für den Einsatz von Ejektoren bei Absaugpyrometern