

Referenzmessung der Gasfeuchte

Schlagwörter

Gasfeuchte, Taupunkt/Frostpunkt-Temperatur, Spurenfeuchte, Hygrometrie, Feuchtemessgeräte

Prüfgrößen und -objekte

Wasserdampfgehalt in Gasen bei Temperaturen von -40 °C bis $+80\text{ °C}$ (Unsicherheit $0,3\text{ °C}$) und Drücken bis 10 MPa

Gasfeuchtesensoren und -messgeräte

Prüfbereich	Ergebnisunsicherheit			
Klimafeuchte				
$1\% \leq \text{relative Feuchte} \leq 99\%$	von	$0,5\%$	bis	2%
$-40\text{ °C} \leq \text{Taupunkttemperatur} \leq +40\text{ °C}$		$0,1\text{ °C}$		$0,2\text{ °C}$
Spurenfeuchte				
$0,1\text{ ppm}_v \leq \text{Volumenanteil} \leq 2000\text{ ppm}_v$	von	$0,02\text{ ppm}_v$	bis	35 ppm_v
$-90\text{ °C} \leq \text{Frostpunkttemperatur} \leq -14\text{ °C}$		$0,2\text{ °C}$		2 °C
Hochfeuchte				
$50\text{ g}\cdot\text{m}^{-3} \leq \text{absolute Feuchte} \leq 300\text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$	von	$0,4\text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$	bis	$10\text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$
$40\text{ °C} \leq \text{Taupunkttemperatur} \leq 80\text{ °C}$		$0,2\text{ °C}$		1 °C
Druckfeuchte				
$-40\text{ °C} \leq \text{Taupunkttemperatur} \leq +40\text{ °C}$	von	$0,2\text{ °C}$	bis	$1,5\text{ °C}$

Einsatzgebiete

Validierung, Prüfung und Kalibrierung von Feuchtesensoren und -messgeräten

Prüfmethodik und Gerätetechnik

Vergleichsmessung mit Präzisionstaupunktspiegel-Hygrometer

Qualifikation und Qualitätssicherung

Rückführbare, genaue Messung mit kalibrierten Geräten vom Spurenfeuchtebereich bis zum Hochfeuchtebereich. Das hauptsächlich verwendete Präzisionstaupunktspiegel-Hygrometer wird regelmäßig kalibriert und stellt dadurch ein Bezugsnormale dar, das auf das entsprechende Primärnormal des NIST rückgeführt ist.

Ansprechpartner:

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Dr.rer.nat.habil. Thomas Hübert, Telefon +49 30 8104 1824, Fax +49 30 8104 71824, thomas.huebert@bam.de

[Fachbereich 8.1: Sensorik, Mess- und Prüftechnische Verfahren](#)

[Referenzverfahren auf www.rrr.bam.de](http://www.rrr.bam.de)

Ergänzende Angaben

Beschreibung

Die Taupunktspiegelmessmethode gestattet die Messung über den gesamten Gasfeuchtebereich von Spuren mit wenigen ppb_v bis zur Sättigung bei erhöhten Temperaturen. Dies repräsentiert eine Änderung der Feuchtekonzentration um mehr als acht Größenordnungen. Präzisionstaupunktspiegel messen mit extremer Genauigkeit und Stabilität bei einer Anzeigeauflösung von 0,01 °C (Taupunkt) und können daher als Transfer-Normal für die Prüfung und Kalibrierung anderer Messmittel eingesetzt werden. Dazu kann ein mit Wasserdampf beladener Gasstrom generiert und sowohl dem Prüfling als auch dem Taupunktspiegel zugeleitet werden. Zusätzlich werden Temperatur und Druck des feuchten Prüfgases erfasst.



Abb. 1: Präzisionstaupunktspiegel-Hygrometer

Messprinzip

Der Taupunktspiegel verwendet ein fundamentales, hochgenaues und zuverlässiges Prinzip zur Messung der Gasfeuchte eines Messgases. Es wird die Temperatur für das thermodynamische Gleichgewicht (Sättigungspunkt) zwischen Wasserdampf und Wasser bzw. Eis bestimmt. Dazu wird die Temperatur auf einer polierten Metalloberfläche gemessen, bei der gerade Wasserdampf zu kondensieren beginnt (Tau- bzw. Reifbildung). Der Sensor besteht aus einem Rhodium-platierten Kupferspiegel, der thermisch optimal auf einer Peltier-Wärmepumpe angebracht ist. Das 3-stufige Peltier-Element in Verbindung mit einem leistungsstarken 2-stufigen Direkt-Kühlsystem kühlt und leitet die entstehende Wärme so effektiv ab, dass eine Temperaturabsenkung des Spiegels um bis zu 130 °C gegenüber Raumtemperatur möglich ist. Die Stromzufuhr zum Peltier-Element regelt direkt die Kühlung des Spiegels, bis Kondensation auftritt und die auf der Spiegeloberfläche gebildeten Wassertropfen bzw. Eiskristalle das einfallende Licht streuen. Der daraus resultierende Signalwechsel zwischen Reflex- und Streulichtdetektor moduliert die Stromzufuhr zum Peltier-Element, was wiederum die schnelle Einstellung des Gleichgewichtes der Spiegeloberflächentemperatur mit der exakten Kondensationstemperatur bewirkt. Diese Temperatur, an der gerade Kondensation auftritt, wird vom Gerät direkt über ein hochgenaues Pt-100-Widerstandsthermometer in der Spiegeloberfläche gemessen und angezeigt.

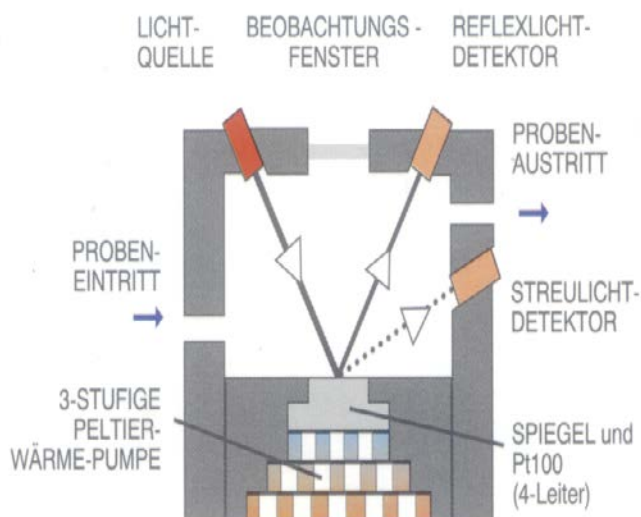


Abb. 2: Messprinzip