

Prüfung von gasförmigen Brennstoffen und sonstigen technischen Gasen
Bestimmung des Wasserdampf-Taupunktes
Verfahren mit gekühltem Spiegel

DIN
51871

Testing of gaseous fuels and other technical gases; determination of dew point of water vapour, method by means of cooled mirror

Ersatz für Ausgabe 02.71

Essais des combustibles gazeux et autres gaz industriels; détermination du point de rosée, méthode au miroir refroidi

Zusammenhang mit der von der American Society for Testing and Materials (ASTM) herausgegebenen ASTM D 1142-63 (Reapproved 1980), siehe Erläuterungen.

1 Anwendungsbereich

Das Verfahren nach dieser Norm ist anwendbar für alle Brenngase nach DIN 1340 mit Ausnahme von Flüssiggas und für alle sonstigen technischen Gase mit einem Wasserdampf-Taupunkt zwischen -35°C und einer Temperatur, die mindestens 5°C unter der Gastemperatur liegt.

Die Gase müssen frei von Staub und störenden Dämpfen sein, deren Kondensation in das Gebiet des Wasserdampf-Taupunktes oder darüber fällt.

Anmerkung: Bei Natur- und Raffineriegasen zum Beispiel können höhere Kohlenwasserstoffe und bei mit Glycol getrockneten Gasen Glycoldämpfe störende Niederschläge im oder sogar oberhalb des Temperaturbereiches des Wasserdampf-Taupunktes ergeben. Das Verfahren ist daher auf solche Gase beschränkt, deren Wasserdampf-Taupunkt nicht oder nur wenige Grade unter der Temperatur liegt, bei der Dämpfe anderer Komponenten kondensieren.

Im Gegensatz zu Wasserdampf ist das Auftreten und Verschwinden des Kondensats von Kohlenwasserstoff-Dämpfen nicht immer bei einer bestimmten Temperatur, sondern in einem Temperaturbereich von 1 bis 2°C festzustellen.

Das Auftreten von Glycoldampf, der entstehen kann, wenn Gase Glycoltrocknungsanlagen passieren, stellt wegen der möglichen Bildung von Glycolnebel eine Störungsursache dar.

In diesem Falle ist eine Patrone vorzuschalten, die mit einem Molekularsieb (Porenöffnung: $4 \cdot 10^{-4} \mu\text{m}$) gefüllt ist. Um richtige Ergebnisse zu erhalten, sind so lange Blindwertmessungen vorzunehmen, bis Konstanz erreicht ist.

In den Fällen, in denen die Bestimmung des Wasserdampf-Taupunktes nach dieser Norm, z. B. durch Kondensation anderer Gasbestandteile oberhalb des Wasserdampf-Taupunktes nicht möglich ist, kann zur Abschätzung des Wasserdampf-Taupunktes das coulometrische Verfahren zur Bestimmung des Wassergehaltes nach Karl Fischer nach DIN 51869 angewendet werden.

2 Zweck

Die Kenntnis des Taupunktes von Gasen ist aus folgenden Gründen wesentlich:

- Bei Unterschreitung des Wasserdampf-Taupunktes kann ausgeschiedenes Wasser in Verbindung mit anderen Komponenten des Gases zur Korrosion führen.

- Wasser kann durch Ansammlung an tiefen Lagen eines Gasnetzes Betriebsstörungen hervorrufen. Wenn es sich beim Gastransport plötzlich in Bewegung setzt, können mechanische Schäden durch Wasserschläge verursacht werden.
- Durch Bildung von Kohlenwasserstoffhydraten in Hochdruck-Gasleitungen können Minderungen des Durchsatzes oder auch Verstopfungen auftreten.

Die Wärmebehandlung von Metallen erfordert Schutzgase mit niedrigem Taupunkt. Der Taupunkt in diesem Schutzgas, das durch Teilverbrennung hergestellt wird, ist mit ein Maß für die Oxidations- oder Reduktionswirkung des betreffenden Schutzgases. Der Taupunkt wird zur Steuerung oder Regelung der Schutzgaserzeugung angewendet.

3 Begriffe

Der Wasserdampf-Taupunkt eines Gases ist nach dieser Norm die Temperatur, bei der das Gas bei gegebenem Druck mit Wasserdampf gesättigt ist. Der Wasserdampf-Taupunkt wird kurz „Taupunkt“ genannt.

Gesättigt ist ein Gas mit Wasserdampf, wenn der im Gas enthaltene Wasserdampf mit reinem Wasser in flüssiger Phase im Gleichgewicht ist.

Anmerkung: Bei Kohlenwasserstoffdämpfen von Gasen wird im deutschen Sprachgebrauch nicht vom Taupunkt, sondern vom Kondensationspunkt gesprochen.

4 Einheit

$^{\circ}\text{C}$

5 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Das zu untersuchende Gas wird in gesteuertem, gleichmäßigem Strom durch das druckbeständige Taupunkt-Meßgerät geleitet, dessen Temperatur mindestens 5°C über dem Wasserdampf-Taupunkt des Gases liegen muß. Der Taupunktspiegel, dessen Beobachtungsfläche mit dem strömenden Gas in Berührung kommt, wird regelbar gekühlt und die Kühlung so eingestellt, daß sich abwechselnd Tau absetzt und wieder verschwindet. Bei diesem Betriebszustand wird die Temperatur der gekühlten Fläche und der Gasdruck in dem Taupunkt-Meßgerät gemessen.

6 Bezeichnung

Bezeichnung des Verfahrens zur Bestimmung des Wasserdampf-Taupunktes nach dem Verfahren mit gekühltem Spiegel (A):

Prüfung DIN 51871 – A

Fortsetzung Seite 2 bis 4

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Fachausschuß Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP
Normenausschuß Bergbau (FABERG) im DIN
Normenausschuß Gastechnik (NAGas) im DIN

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

7 Gerät

7.1 Das Taupunkt-Meßgerät muß folgenden Bedingungen genügen:

- Der durch das Taupunkt-Meßgerät fließende Gasstrom muß steuerbar sein, z. B. durch Nadelventile vor und hinter dem Gerät.
- Ein optisch spiegelnder, möglichst kleiner Teil des Taupunkt-Meßgerätes – der Taupunktspiegel –, der mit dem strömenden Gas in Berührung kommt, muß sich regelbar auf eine so niedrige Temperatur abkühlen lassen, daß sich Wasser oder Kohlenwasserstoffe aus dem durchströmenden Gas abscheiden. Der Taupunktspiegel kann z. B. durch Flüssigkeitsverdampfung, elektrisch (Peltiereffekt) oder auf andere Weise gekühlt werden.
- Die Kühlgeschwindigkeit muß regelbar sein, z. B. durch Steuern der verdampfenden Flüssigkeitsmenge, des Peltierstromes.
- Das Absetzen von Tau auf dem Taupunktspiegel muß durch ein druckbeständiges Schauglas beobachtbar sein. Zum Verbessern der Beobachtungsmöglichkeiten dürfen künstliche Beleuchtung und/oder optische Vergrößerungen angewendet werden.
- Die Temperatur des Taupunktspiegels muß auf 0,1°C meßbar sein. Hierzu können z. B. elektrische Widerstandsthermometer oder Halbleiterthermometer benutzt werden.
- Der Gasdruck im Taupunkt-Meßgerät muß meßbar sein.

7.2 Das Bild zeigt ein Beispiel eines Taupunkt-Meßgerätes¹⁾, das die in Abschnitt 7.1 gestellten Bedingungen erfüllt. Dieses Taupunkt-Meßgerät (siehe Bild) besteht aus einer Druckkammer (9) mit Gas-Eingangsventil (8) und Gas-Ausgangsventil (3), mit Druckgeber (2) sowie einem einschraubbaren Kühlblock (6) mit Spiegelträger aus Aluminium, an dem der Taupunktspiegel (7) aus nichtrostendem Chromnickelstahl angebracht ist. Ebenfalls einschraubbar in die Druckkammer (9) sind das Schauglas (11), durch welches über einen Umlenkspiegel der Taupunktspiegel (7) beobachtet werden kann, und die Beleuchtung (10). Als Kühlmittel dient Flüssiggas oder eine andere geeignete Flüssigkeit, die über das Kühlmittel-Eingangsventil (4) gesteuert in den Kühlblock (6) einströmt.

Für die Präzision der Taupunkt-Messung sind folgende Konstruktionsmerkmale des Taupunkt-Meßgerätes wesentlich:

- Nichtrostender Chromnickelstahl ist ein verhältnismäßig schlechter Wärmeleiter. Da der Taupunktspiegel (7) in der Mitte des Spiegelträgers (6) aus Aluminium angebracht ist, nimmt die Temperatur des Taupunktspiegels (7) vom Rand zur Mitte ab, d. h. der Tau beginnt in der Mitte sich niederzuschlagen, seine Beobachtung wird durch den Kontrast wesentlich erleichtert.
- Der Temperaturfühler (5) ist so in den Spiegelträger (6) eingepaßt, daß nur die Temperatur des Taupunktspiegels (7) gemessen wird.

8 Probenahme

Die direkte Probenahme ist nach DIN 51853 durchzuführen. Die Verbindungsleitung von der Probenahmestelle zum Taupunkt-Meßgerät soll möglichst kurz, frei von Toträumen und aus einem Werkstoff sein, der weder Wasserdampf noch Kohlenwasserstoffe aufnimmt.

Die Temperatur der Verbindungsleitung soll nicht niedriger als die des Taupunktmeßgerätes und mindestens 5°C höher als der erwartete Taupunkt sein, damit in der Verbindungsleitung

mit Sicherheit kein Wasser und/oder Kohlenwasserstoffe in flüssiger Phase ausgeschieden werden können. Wenn notwendig, ist die Verbindungsleitung zu isolieren und/oder mit einer Beheizung zu versehen.

9 Durchführung

Die Temperatur des Taupunkt-Meßgerätes muß mindestens 5°C über dem Taupunkt des zu prüfenden Gases liegen, wenn die im Abschnitt 12 angegebene Präzision des Verfahrens eingehalten werden soll; andernfalls ist mit geringerer Präzision des Verfahrens zu rechnen.

Die Gasprobe wird durch das Gas-Eingangsventil (8) dem Taupunkt-Meßgerät zugeleitet. Soll der Taupunkt bei vollem Gasdruck gemessen werden, so ist das Gas-Eingangsventil (8) weit zu öffnen. Der Volumenstrom wird dann durch das Gas-Ausgangsventil (3) geregelt.

Der Gasdurchsatz ist so einzustellen, daß entlang der Verbindungsleitung zwischen Probenahmestelle und Taupunkt-Meßgerät der Druck nicht in unerwünschter Weise meßbar abfällt. Im allgemeinen genügt ein bei Atmosphärendruck gemessener Gasdurchsatz von 40 bis 120 l/h.

Der Volumenstrom des Kühlmittels zum Kühlblock (6) ist so zu dosieren, daß für eine erste Orientierungsmessung bei hoher Kühlgeschwindigkeit der Taupunkt schnell ungefähr erreicht wird. Die zugehörige Temperatur wird an der Temperaturanzeige (1) abgelesen. Der bei der Messung des Taupunktes vorherrschende Druck wird an der Druckanzeige (1) abgelesen. Danach regle man abwechselnd die Kühl- und Erwärmungsgeschwindigkeit so, daß sie bei Annäherung an den Taupunkt 1°C/min nicht überschreitet. Die besten Ergebnisse bringt stufenweises Abkühlen oder Erwärmen um jeweils 0,1°C; dadurch werden die Gleichgewichtsbedingungen gut angenähert.

Das Auftreten und Verschwinden des Taus ist mehrmals, mindestens 5mal, zu beobachten. Die zugehörigen Temperaturen und der Gasdruck sind zu messen.

10 Auswertung

Der Taupunkt wird als arithmetisches Mittel aus mindestens 5 Messungen der Temperatur beim Auftreten und Verschwinden des Taus errechnet.

11 Angabe der Ergebnisse

Der Taupunkt wird unter Hinweis auf diese Norm in °C auf 0,1°C gerundet angegeben. Mit anzugeben ist der Gasdruck.

12 Präzision des Verfahrens

(nach DIN 51848 Teil 1)

12.1 Wiederholbarkeit

Der Unterschied zwischen zwei von dem gleichen Beobachter mit dem gleichen Gerät unter konstanten Bedingungen für das gleiche Prüfmaterial erhaltenen Prüfergebnissen würde bei normaler und korrekter Durchführung des Prüfverfahrens die aus der Tabelle zu entnehmenden Werte (statistisch) nur in einem von 20 Fällen überschreiten.

Taupunkt °C	Wiederholbarkeit °C
– 20 und darunter	größer als 0,5
über – 20 bis 0	0,5
über 0	0,3

¹⁾ Über Bezugsquellen gibt Auskunft: DIN-Bezugsquellen für normgerechte Erzeugnisse im DIN, Burggrafenstraße 4–10, 1000 Berlin 30.