

Die Wahl des richtigen Produkts für Feuchte- und Taupunktmessungen



Lernen Sie die Grundlagen kennen und machen Sie das Beste aus Ihren Feuchtemessungen.

Feuchtemessung und -regelung sind bei einer großen Anzahl von industriellen Anwendungen unabdingbar. Jede dieser Anwendungen stellt unterschiedliche Anforderungen an die Feuchtemesstechnik wie z. B. an den Messbereich, die Widerstandsfähigkeit gegen extreme Temperatur- und Druckbedingungen, die Fähigkeit zur Regeneration nach Kondensatbildung, die Möglichkeit des Betriebs in gefährlichen Umgebungen und an die Montage- und Kalibrieroptionen. Es gibt kein Gerät, das für alle diese Anforderungen gleich gut geeignet ist. In der Praxis steht eine Vielzahl von Geräten zur Verfügung, die sich sowohl im Preis als auch in der Qualität unterscheiden.

Der vorliegende Artikel beschäftigt sich mit den nachstehenden Themen und will damit bei der Auswahl des richtigen Feuchtemessgeräts behilflich sein:

- unterschiedliche Feuchtegrößen
- Umgebungsbedingungen, die die Wahl des Feuchtemessgeräts beeinflussen
- Sensoreigenschaften, die die Wahl des Feuchtemessgeräts beeinflussen
- praktische Hinweise zur Auswahl eines Feuchtemessgeräts

Was ist Feuchte? Eine Einführung in die Feuchtegrößen

Der Partialdruck von Wasserdampf

Feuchte ist gasförmiges Wasser, korrekt ausgedrückt: Wasserdampf. Da es sich bei Wasserdampf um ein Gas handelt, sind die meisten physikalischen Gesetze für Gase anwendbar, einschließlich des Daltonschen Gesetzes der Partialdrücke. Nach dem Daltonschen Gesetz ist der Gesamtdruck eines Gases die Summe der Partialdrücke der einzelnen Gaskomponenten.

$$P_{\text{total}} = P_1 + P_2 + P_{3...}$$

Bezogen auf Luft bedeutet diese Gleichung, dass der atmosphärische Druck von 1,013 bar die Summe der Partialdrücke von Stickstoff, Sauerstoff, Wasserdampf, Argon, Kohlendioxid und einer Reihe anderer Gase ist.

Die Definition des Wasserdampfdrucks

Der Wasserdampfdruck (P_w) entspricht dem Druck, der durch den in einem Gas oder in der Luft enthaltenen Wasserdampf ausgeübt wird. Dabei wird der maximale Partialdruck des Wasserdampfs von der jeweiligen Temperatur festgelegt. Dieser Maximaldruck wird als Sättigungsdampfdruck (P_{ws}) bezeichnet. Je höher die Temperatur, desto höher ist auch der Sättigungsdampfdruck und umso mehr Wasserdampf kann von der Luft aufgenommen werden. Demnach kann warme Luft mehr Wasserdampf aufnehmen als kalte.

Wurde der Sättigungsdampfdruck in der Luft oder in einem Gasgemisch erreicht, ist eine weitere Zufuhr von Wasserdampf nur dann möglich, wenn die gleiche Menge als Flüssigkeit oder in festem Zustand aus dem Gas kondensiert. Im psychrometrischen Diagramm wird der Zusammenhang zwischen Sättigungsdampfdruck und Temperatur grafisch dargestellt. Darüber hinaus gibt es Tabellen des Dampfdrucks bei allen Temperaturen und außerdem eine Reihe von Computerprogrammen.

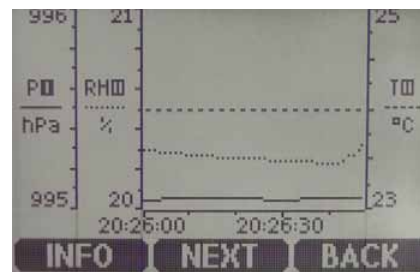
Der Einfluss des Drucks auf die Feuchte

Nach dem Daltonschen Gesetz muss eine Veränderung des Gesamtdrucks eines Gases Einfluss auf die Partialdrücke aller Gaskomponenten einschließlich dem Druck des Wasserdampfs haben. Wenn bspw. der Gesamtdruck auf das Doppelte ansteigt, trifft dies ebenso auf die Partialdrücke der Gaskomponenten zu. Durch den Druckanstieg in einem Kompressor



Feuchterechner gibt es auch für Smartphones.

wird Wasser aus der Luft „gepresst“. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich der Partialdruck des Wasserdampfs (P_w) erhöht, der Sättigungsdampfdruck jedoch nur eine Funktion der Temperatur ist. Beim Druckaufbau in einem Druckbehälter und wenn P_w den Wert von P_{ws} erreicht, kondensiert Wasser als Flüssigkeit und muss schließlich aus dem Behälter entfernt werden.



Einige Feuchtemessgeräte ermöglichen die Wahl eines einzelnen Feuchtwertes, der dann in einem grafischen Display dargestellt werden kann. Die Abb. zeigt verschiedene Ansichten des Displays des portablen Vaisala HUMICAP® Feuchte- und Temperaturmessgeräts HM70.

Relative Feuchte

Sieht man Wasserdampf begrifflich als ein Gas, ist es einfach relative Feuchte zu definieren. Die rel. Feuchte (rF) kann als das Verhältnis des Wasserdampf-Partialdrucks (P_w) zum Wasserdampf-Sättigungsdampfdruck (P_{ws}) bei einer bestimmten Temperatur definiert werden.

$$\%rF = 100\% \times P_w / P_{ws}$$

Die rel. Feuchte ist stark von der Temperatur abhängig, da der Nenner der Gleichung (P_{ws}) eine Funktion der Temperatur ist. So sinkt beispielsweise in einem Raum mit einer rel. Feuchte von 50 % und einer Temperatur von 20 °C die rel. Feuchte auf einen Wert von ca. 37 %, wenn die Temperatur auf 25 °C erhöht wird, auch wenn der Partialdruck des Wasserdampfs gleich bleibt.

Die rel. Feuchte wird ebenso vom Druck beeinflusst. Wird z. B. ein Prozess unter einer konstanten Temperatur gehalten, so steigt der Wert der rel. Feuchte um das Zweifache, wenn der Druck im Prozess verdoppelt wird.

Taupunkttemperatur

Wird ein Gas abgekühlt und gasförmiges Wasser beginnt als Flüssigkeit auszukondensieren, wird die Temperatur, bei der es zur Kondensatbildung kommt, als Taupunkttemperatur (T_d) bezeichnet. Bei 100 % rF ist die Umgebungstemperatur gleich der Taupunkttemperatur. Je weiter der Taupunkt unter die Umgebungstemperatur sinkt, umso geringer ist das Risiko der Kondensation und desto trockener ist die Luft.

Der Taupunkt steht in direktem Zusammenhang mit dem

Sättigungsdampfdruck (P_{ws}). Der Partialdruck von Wasserdampf bei einem beliebigen Taupunkt lässt sich leicht berechnen. Im Gegensatz zur rel. Feuchte ist der Taupunkt nicht temperaturabhängig sondern druckabhängig. Typische Einsatzbereiche der Taupunktmessung sind verschiedene Trocknungsprozesse, Anwendungen mit trockener Luft und die Trocknung von Druckluft.

Frostpunkttemperatur

Liegt die Taupunkttemperatur unter dem Gefrierpunkt, was bei Anwendungen mit trockenem Gas der Fall ist, wird gelegentlich der Begriff Frostpunkt (T_f) verwendet, um dadurch zu verdeutlichen, dass sich bei der Kondensation Eis bildet. Unter 0 °C liegt der Frostpunkt stets etwas über dem Taupunkt, da der Wasserdampf-Sättigungsdampfdruck von Eis sich von dem des Wassers unterscheidet. Häufig taucht der Begriff Taupunkt für Werte unter dem Gefrierpunkt auf, auch wenn dabei der Frostpunkt gemeint ist. Vergewissern Sie sich, was wirklich gemeint ist.

Volumenkonzentration

Für geringe Feuchtwerte wird manchmal die Maßeinheit Teile von einer Million (ppm) verwendet. Damit wird das Verhältnis von Wasserdampf zur Menge des trockenen Gases oder zur Gesamtmenge (feucht) des Gases ausgedrückt und entweder in Volumen/Volumen (ppm_{vol}) oder Masse/Gewicht (ppm_{vol}) angegeben. Die Einheit Teile von Millionen (ppm_{vol}) lässt sich wie folgt quantifizieren:

$$\text{ppm}_{\text{vol}} = [P_w / (P - P_{ws})] \times 10^6$$

Mischungsverhältnis

Mit Mischungsverhältnis (x) wird das Verhältnis der Masse des Wasserdampfs zur Masse des trockenen Gases bezeichnet. Es handelt sich um einen dimensionslosen Wert, der jedoch häufig auch in Gramm pro Kilogramm von trockener Luft angegeben wird. Das Mischungsverhältnis wird hauptsächlich in Trocknungsprozessen und HLK-Anwendungen bei der Berechnung des Wassergehalts angewendet, wenn der Luftmassenstrom bekannt ist.

Feuchttemperatur

Üblicherweise wird die Feuchttemperatur (T_w) von einem mit einem Nassstrumpf

überzogenen Thermometer angezeigt. Die Feuchttemperatur und die Umgebungstemperatur können beide zur Berechnung der rel. Feuchte oder des Taupunkts genutzt werden. Die Feuchttemperatur kommt beispielsweise bei Klimageräten zur Anwendung, wo durch den Vergleich mit der Trockentemperatur die Kühlkapazität des Verdampfungskühlers bestimmt wird.

Absolute Feuchte

Mit absoluter Feuchte (a) wird das Verhältnis der Masse des Wasserdampfs zum Volumen des trockenen Gases bezeichnet. Üblicherweise wird sie in Gramm pro Kubikmeter Luft angegeben. Die absolute Feuchte ist eine typische

Größe bei Prozesssteuerung und Trocknungsprozessen.

Wasseraktivität

Der dimensionslose Wert für die Wasseraktivität (A_w) ist dem der rel. Gleichgewichtsfeuchte ähnlich, wird jedoch auf einer Skala von 0 bis 1 angegeben anstatt von 0 bis 100 %.

Enthalpie

Mit Enthalpie wird die Energiemenge bezeichnet, die notwendig ist, eine Gasmenge von einem trockenem Gas bei 0 °C in den aktuellen Zustand zu versetzen. Die Größe wird bei Berechnungen für Klimaanlage verwendet. conditioning calculations.

Der Einfluss der Umgebungsbedingungen auf die rel. Feuchte

Umgebungsbedingungen können einen erheblichen Einfluss auf Feuchte- und Taupunktmessungen haben. Um das bestmögliche Messergebnis zu erzielen, sollten nachstehend aufgeführte Umgebungsfaktoren berücksichtigt werden:

Wahl einer repräsentativen Messstelle

Wählen Sie stets eine Messstelle, die für die zu messende Umgebung repräsentativ ist und an der keine sog. Hot- oder Cold-Spots auftreten. Ein Messwertgeber in der Nähe einer Tür, eines Luftbefeuchters, einer Heizquelle oder dem Einlass einer Klimaanlage ist sprunghaften Feuchteänderungen ausgesetzt und kann sich als instabil erweisen.

Da die rel. Feuchte stark von der Temperatur abhängt, ist es von großer Bedeutung, dass sich der Feuchtesensor auf gleichem Temperaturniveau befindet, wie die zu messende Luft oder das Gas. Beim Vergleich der Feuchtwerte zweier verschiedener Messgeräte ist das thermische Gleichgewicht zwischen den Einheiten/Sonden und dem gemessenen Gas von besonderer Bedeutung.

Im Gegensatz zur rel. Feuchte ist die Taupunktmessung nicht

temperaturabhängig. Hingegen müssen bei der Taupunktmessung die Druckverhältnisse berücksichtigt werden.

Vermeiden von Temperaturunterschieden

Beim Einbau einer Feuchtesonde in einem Prozess ist zu vermeiden, dass es am Sondenkörper zu einem Temperaturabfall kommen kann. Treten zwischen der Sonde und der äußeren Umgebung erhebliche Temperaturunterschiede auf, sollte die gesamte Sonde in der Prozessumgebung angeordnet und die Kabeldurchführung isoliert werden.

Besteht das Risiko der Kondensatbildung, sollte die Sonde waagrecht montiert werden, damit keine Wassertropfen entlang der Sonde/des Kabels fließen und den Filter durchfeuchten können (s. Abb. 1).

Stellen Sie sicher, dass die Sonde ungehindert von Luft umströmt werden kann. Dieser Luftstrom gewährleistet, dass sich die Sonde im Gleichgewicht mit der Prozesstemperatur befindet. Bei +20 °C und 50 % rF, verursacht ein Temperaturunterschied von 1 °C zwischen Sensor und Messumgebung einen Fehler von 3 % rF; bei 100 % rF beträgt der Fehler sogar 6 % rF (s. Abb. 2).

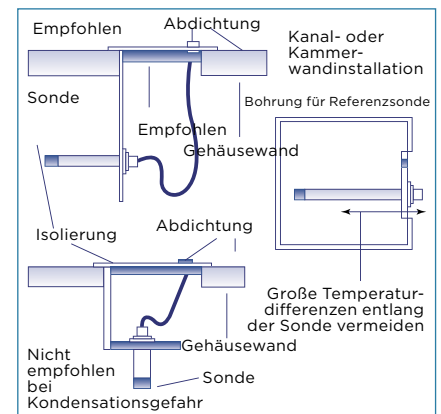


Abb. 1: Einbau der Feuchtesonde in kondensierender Umgebung.

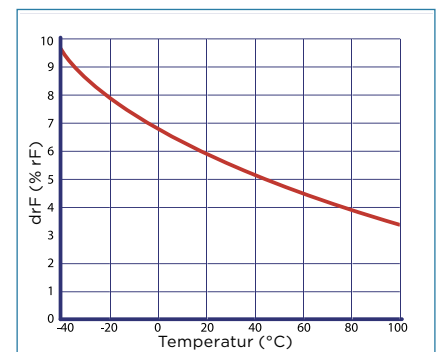


Abb. 2: Der Messfehler bei 100 % rF und verschiedenen Temperaturen, wenn der Temperaturunterschied zwischen Umgebungsluft und Sensor 1 °C beträgt.

Das richtige Messgerät für den Hochfeuchtebereich

Umgebungen mit einer rel. Feuchte von >90 % rF werden als Hochfeuchtebereich bezeichnet. Bei 90 % rF kann ein Temperaturunterschied von 2 °C bereits zu Kondensation führen, was in einem nicht belüfteten Raum mehrere Stunden Trocknungszeit bedeuten würde. Vaisala Feuchtesensoren regenerieren sich nach einer Betauung. Ist jedoch das Kondensat kontaminiert, kann die Genauigkeit des Messgeräts durch Ablagerungen am Sensor, besonders durch Salze, beeinträchtigt werden. Dies kann sogar zu einer Verkürzung der Lebensdauer des Sensors führen. Bei Anwendungen mit hoher Feuchte und möglicher Kondensatbildung sollte ein beheizbarer Sondenkopf wie z.B. bei dem Vaisala HUMICAP®-Feuchte- und Temperaturmesswertgeber HMT337 verwendet werden.

Das richtige Messgerät für geringe Feuchten

Umgebungen mit einer Feuchte von <10 % rF werden als Niedrigfeuchtebereich bezeichnet. Bei geringer Feuchte ist die Kalibrierungsgenauigkeit von Geräten zur Messung der rel. Feuchte möglicherweise nicht ausreichend. Hingegen ist die Messung des Taupunkts ein guter Feuchteindikator. Vaisala DRYCAP®-Produkte sind bspw. zur Messung des Taupunkts ausgelegt.

Fällt der Trockner in einer Druckluftanlage aus, kann Kondensation entstehen, und das Messgerät muss sich regenerieren. Viele Taupunktsensoren sind danach beschädigt oder sogar zerstört, Vaisala DRYCAP® Taupunktsensoren hingegen sind gegen hohe Feuchte unempfindlich und widerstehen sogar Kondenswasser.

Das richtige Messgerät für extreme Temperaturen und Druckbedingungen

Eine fortlaufende Belastung durch extreme Temperaturen kann Sensor- und Sondenmaterial im Laufe der Zeit über Gebühr beanspruchen. Aus diesem Grund kommt der Wahl

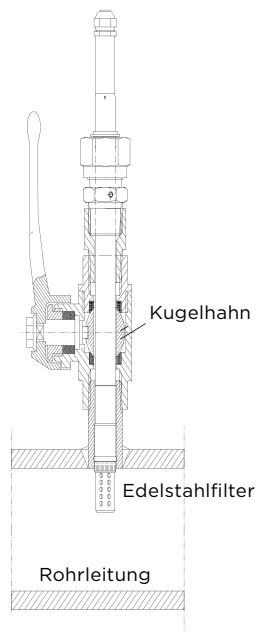


Abb. 3: Anordnung eines Kugelhahns in einer Prozessrohrleitung.

eines geeigneten Produkts für anspruchsvolle Bedingungen eine große Bedeutung zu. Bei Temperaturen von mehr als +60 °C sollte die Elektronik des Messwertgebers außerhalb des Prozesses angeordnet und nur für hohe Temperaturen geeignete Sonden verwendet werden. Darüber hinaus ist eine integrierte Temperaturkompensation zur Minimierung der durch große Temperaturschwankungen oder bei Betrieb unter extremen Temperaturen verursachten Fehler erforderlich.

Wird die Feuchte in Prozessen bei annähernd gleichen Umgebungsbedingungen gemessen, kann eine kleine Wärmebrücke toleriert und durch Isolierung von Sonde oder Kabel reduziert werden. Ist es jedoch erforderlich, dass der Prozess von der Umgebung isoliert ist oder zwischen Prozess und Umgebung eine große Druckdifferenz besteht, muss ein isolierter Sondenkopf mit einer geeigneten Befestigung eingesetzt werden. Kann der Druck an der Stelle der Durchführung entweichen, verändert sich die Feuchte in diesem Bereich, was zu falschen Messergebnissen führt.

Bei vielen Anwendungen ist es empfehlenswert, die Sonde mittels eines Kugelhahns vom Prozess zu isolieren, damit sie zu Wartungszwecken ohne Prozessunterbrechung entfernt werden kann (s. Abb. 3).

Wann ist ein Probenahmesystem bei der Taupunktmessung erforderlich?

Wenn möglich, sollte die Sonde direkt im Prozess angeordnet werden, damit die Messergebnisse so genau wie möglich sind und eine schnelle Ansprechzeit gewährleistet ist. Eine derartige Einbindung ist jedoch nicht immer durchführbar. In solchen Fällen bilden Probenahmezellen einen Zugangspunkt für geeignete Messsonden.

Dabei ist allerdings zu beachten, dass externe Probenahmesysteme nicht bei der Messung der rel. Feuchte eingesetzt werden sollten, da die auftretende Temperaturänderung das Messergebnis beeinflusst. Probenahmesysteme können jedoch zusammen mit Taupunktsonden verwendet werden. Bei der Messung des Taupunkts werden Probenahmesysteme im Allgemeinen zur Senkung der Temperatur des Prozessgases verwendet, um die Sonde vor einer teilweisen Kontamination zu schützen oder um einen einfachen Ein- und Ausbau des Messgeräts zu ermöglichen, ohne den Prozess herunterfahren zu müssen.

Der einfachste Aufbau eines Taupunkt-Probenahmesystems besteht aus einem Taupunktmesswertgeber und einer damit verbundenen Probenahmezelle. Vaisala bietet eine Reihe von Modellen, die für die üblichen Anwendungen und Probenahmeerfordernisse geeignet sind. So ist z. B. die einfach zu montierende Probenahmezelle DSC74 für die Strömungs- und Druckbedingungen in Druckluftsystemen ausgelegt.

Bei Prozessbedingungen, die besonderen Ansprüchen unterliegen, muss die Planung der Probenahmesysteme mit größter Sorgfalt durchgeführt werden. Aufgrund der Druckabhängigkeit kann die Installation eines Strömungsmessers,

eines Manometers sowie besonderer, nichtporöser Rohrleitungsmaterialien wie auch einer Pumpe erforderlich werden. Ein Beispielschema des portablen Vaisala DRYCAP® Probenahmesystems DSS70A für das Taupunktmessgerät DM70 ist in **Abb. 4** dargestellt.

Steht der Prozess unter Überdruck ist keine Probenahmepumpe erforderlich, da durch den Prozessdruck meist ein ausreichender Gasfluss durch die Probenahmezelle gewährleistet ist.

Bei einer Taupunktmessung mit Probenahmesystem sollte eine Begleitheizung vorgesehen werden, wenn die Differenz zwischen der Temperatur der Umgebung bzw. der Probenahmezelle und der Taupunkttemperatur geringer als 10 °C ist. Dadurch wird Kondensatbildung in der Rohrleitung, die das Taupunktmessgerät mit dem Prozess verbindet, vermieden.

Explosionsgefährdete Umgebungen

Es dürfen nur Ausrüstungsteile mit der entsprechenden Bauartzulassung in explosionsgefährdeten Umgebungen eingesetzt werden. So müssen diese beispielsweise in Europa die Anforderungen der Richtlinie ATEX100a erfüllen, die seit 2003 verbindlich ist. Eigensichere Messgeräte sind so ausgelegt, dass sie selbst im Störfall nicht genügend Energie erzeugen können, um Gas einer bestimmten Gasgruppe entzünden zu können. Die Kabelführung vom eigensicheren Messgeräte in den sicheren Bereich muss über eine Sicherheitsbarriere erfolgen. Die Serie der eigensicheren Vaisala Feuchtemesswertgeber HMT360 ist bspw. besonders zum Einsatz in explosionsgefährdeten Umgebungen ausgelegt.

Erschütterungen und Schwingungen

Wird eine Sonde erheblichen Erschütterungen oder Schwingungen ausgesetzt, sollte der Sondenwahl, der Montageart und dem Montageort besonderes Augenmerk geschenkt werden.



Die Vaisala HUMICAP® Feuchte- und Temperaturmesswertgeber der Serie HMT360 sind für explosionsgefährdete Umgebungen ausgelegt.

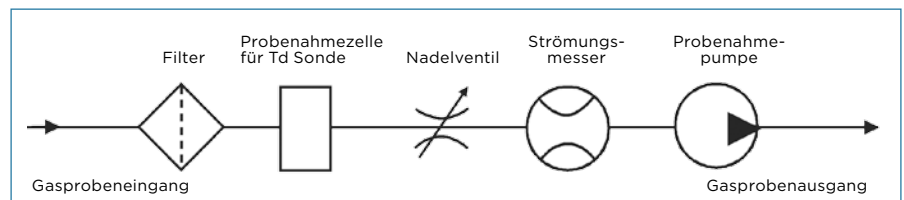


Abb. 4: Das Probenahmesystem DSS70A besteht aus einem Inlinefilter und einem Nadelventil zur Regelung der Durchflussmenge der Probe. Eine Probenahmepumpe ist erforderlich, um den Durchfluss des drucklosen Prozessgases zu erreichen.

Woran erkennt man einen guten Feuchtesensor?

Die Leistung des Feuchtesensors bestimmt in erheblichem Umfang die Gesamtqualität der Feuchtemessung. Die nachstehenden Sensoreigenschaften sollten dabei Beachtung finden:

Schnelle Ansprechzeit

Unter der Ansprechzeit ist die Geschwindigkeit zu verstehen, mit der der Sensor auf eine Veränderung der Feuchte reagiert. Zusätzlich zum Sensor haben Faktoren wie Temperatur, Luftströmung und Filtertyp Einfluss auf die Ansprechzeit. Eine Verschmutzung des Filters verlangsamt die Ansprechzeit.

Optimaler Messbereich

Die Wahl des Feuchtesensors ist abhängig von der jeweiligen Anwendung und der Betriebstemperatur, besonders bei extremen Feuchten.

Die Mehrzahl der Vaisala Feuchtesensoren sind im gesamten Arbeitsbereich von 0 bis 100% rF einsetzbar. Vaisala HUMICAP®-Sensoren sind die optimale Wahl für Anwendungen mit einer rel. Feuchte im Bereich von 10 – 100 % rF. DRYCAP®-Sensoren eignen sich hingegen besonders für Messungen bei niedrigen Feuchten im Bereich 0 – 10 % rF.

Gute Widerstandsfähigkeit gegen Chemikalien

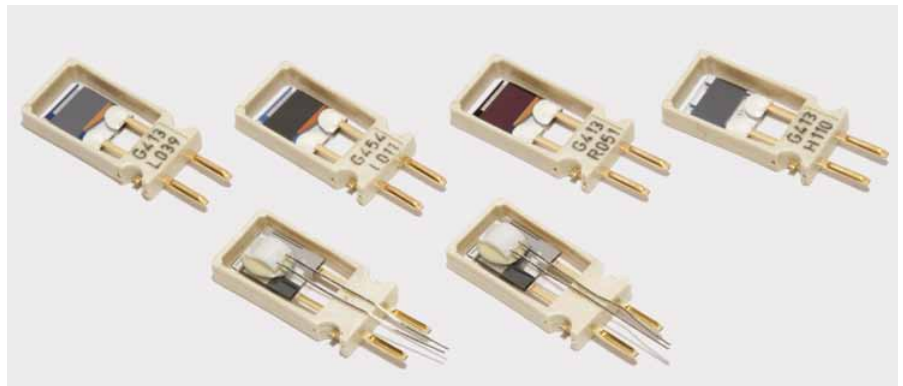
Sensoren können durch aggressive Chemikalien kontaminiert oder sogar beschädigt werden. Der Messgerätehersteller sollte die Auswirkung unterschiedlicher Substanzen auf seine Sensoren kennen und in der Lage sein, Hinweise zu den zulässigen Konzentrationen solcher Schadstoffe zu geben.

Hohe Genauigkeit

Genauigkeit als Begriff ist weit verbreitet und in aller Munde, der Inhalt ist jedoch schwer zu definieren. In jedem Schritt der Kalibrierkette – angefangen beim grundlegenden Standard in einem international anerkannten Kalibrierlabor bis hin zur Herstellung des Produkts und der Messung am Einsatzort können Messfehler auftreten. Die Summe dieser potentiellen Fehler ergibt die Unsicherheit der Messung.

Bei der Wahl eines Feuchtesensors sollten folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Linearität über den Arbeitsbereich
- Hysterese und Wiederholbarkeit
- Stabilität über einen bestimmten Zeitraum



Vaisala Feuchtesensoren.

- Temperaturabhängigkeit

Bei ihrer Herstellung werden Vaisala Produkte mit Werkstandards, die auf international anerkannte Normen

rückführbar sind, verglichen und justiert. Die Kalibrierkette wird detailliert in den Zertifikaten, die den meisten Vaisala Produkten beigelegt sind, dargestellt.

Das richtige Feuchtemessgerät für jeden Zweck



Schutzfilter für Vaisala Feuchtemessgeräte.

Unabhängig von der Anwendung muss das gesamte Spektrum der Prozesstemperaturen und der erwarteten Wasserdampfmengen bekannt sein, um die optimalen Feuchteparameter und Geräte für die jeweilige Umgebung festlegen zu können. Werden Feuchtemessungen im Prozess durchgeführt, sollte auch der Prozessdruck bekannt sein. Darüber hinaus muss festgelegt werden, ob die Messungen unter Prozess- oder einem anderen Druck durchzuführen sind. Für alle anderen Gase außer Luft muss die Zusammensetzung bekannt sein.

Mit den Begriffen Sonde, Messwertgeber und Sensor werden Produkte bezeichnet, mit denen Feuchte gemessen wird. Die Sonde ist der Teil des Produkts, das den Feuchtesensor enthält. Die Sonde kann fest oder durch ein flexibles Kabel mit dem Messwertgeber verbunden sein. Der Messwertgeber generiert das Ausgangssignal.

Vaisala entwickelt und stellt eine Reihe von Produkten zur Messung der rel. Feuchte, Temperatur und des Taupunkts her, die mit den HUMICAP®- und DRYCAP®-Sensoren ausgerüstet sind. Alle Vaisala Feuchtemessgeräte verfügen über eine integrierte Temperaturkompensation, um die durch Temperaturschwankungen und den Betrieb unter extremen Temperaturen verursachten Fehler zu minimieren. Viele Geräte sind außerdem in der Lage, auch andere Feuchtegrößen zu berechnen.

Schutz von Sensor und Elektronik durch den richtigen Filter

Der Filter schützt den Sensor vor der Beeinflussung durch elektromagnetische Felder ebenso wie vor Staub, Verschmutzungen und mechanischen Beanspruchungen. Geeignete Typen für die meisten Anwendungen sind Membran- oder Netzfilter. Bei Temperaturen von mehr als 80 °C, bei hohen Drücken oder schnell strömender Luft von bis zu 75 m/s, sollte ein Sinterfilter verwendet werden.

Durch ein geeignetes Schutzgehäuse wird die Geräteelektronik vor Staub, Verschmutzungen und zu hoher Feuchte geschützt. Ein Gehäuse der Schutzklasse IP65 oder NEMA 4 bietet einen guten

Schutz vor Staub und Spritzwasser. Die Kabeldurchführungen müssen bei der Montage abgedichtet werden.

Kommt das Gerät im Freien zum Einsatz, sollte die Sonde mit einem Strahlungsschutz oder einer Stevenson-Wetterhütte vor der Sonneneinstrahlung bzw. anderen Wetterereignissen geschützt werden, um eine Beeinträchtigung der Messergebnisse zu vermeiden.

Muss das Gerät Kondensatbildung aushalten?

Qualitativ hochwertige Feuchtemessgeräte für Einsatzbedingungen nahe der Kondensation herzustellen, ist eine schwierige Aufgabe. Mit einer beheizbaren Sonde werden zuverlässige Messungen möglich, auch wenn die rel. Feuchte in Umgebungen nahe dem Sättigungspunkt gemessen wird. Die Feuchte an der beheizten Sonde bleibt dann stets unter dem Niveau in der kondensierenden Umgebung.

Muss das Gerät der Einwirkung von Chemikalien widerstehen?

Die Sensorreinigungsfunktion sichert die Genauigkeit der Messung in

Umgebungen mit hohen Konzentrationen an chemischen Luftschadstoffen. Durch diese Funktion wird der Sensor in regelmäßigen Abständen aufgeheizt, wodurch die Chemikalieneinlagerungen, die sich während der Zeit gebildet haben, entfernt werden.

Die Bedeutung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)

Es gibt eine Reihe von Standards, in denen die Verträglichkeit eines Produkts gegenüber elektromagnetischen Einflüssen definiert wird. Weiterhin darf das Produkt keine eigenen Emissionen erzeugen, durch die empfindliche Anlagenteile gestört werden könnten. Industrieanwendungen stellen höhere EMV-Anforderungen als die der HLK-Branche – durch die CE-Kennzeichnung ist in Europa die Verträglichkeit garantiert.

Verkabelung und Erdung

Mit Ausnahme kurzer Kabelführungen sollten stets abgeschirmte Kabel verwendet werden. Eine Verlegung in der Nähe von Hochspannungskabeln oder HF-Quellen sollte vermieden werden. Es entspricht guter Praxis, die Abschirmung der Verbindungskabel an einem Punkt zur Erde und eine Häufung von Erdungspunkten zu vermeiden. Einige

Denken Sie vor dem Kauf an die Kalibrierung

Üblicherweise werden Messgeräte jährlich bzw. alle zwei Jahre kalibriert. Die Kalibrierungserfordernisse sind von der jeweiligen Anwendung und von der Stabilität des Geräts abhängig, wobei es große Unterschiede hinsichtlich der Einfachheit der Vor-Ort-Kontrolle und Kalibrierung gibt. Einige Geräte müssen z. B. zur Kalibrierung an Labore verschickt werden. Das Verständnis der durch die Kalibrierung gestellten Anforderungen ist daher ein wichtiges Kriterium bei der Wahl des Messgeräts.

Häufigkeit der Kalibrierung

Ein individuelles Kalibrierungszertifikat für jedes Gerät bestätigt die



Die Vaisala HUMICAP® Feuchte- und Temperaturmesswertgeber der Serie HMT330 sind flexibel und für anspruchsvolle Industrieanwendungen ausgelegt.

Vaisala Produkte sind mit galvanischer Trennung erhältlich.

Welche Stromversorgung und welche Ausgangssignale werden benötigt?

Die meisten Messgeräte sind mit einer Kleinspannungsversorgung ausgestattet. Wird eine Wechselspannungsversorgung eingesetzt, sollte diese für jeden Messwertgeber isoliert sein, um Masseschleifen oder Störungen durch induktive Lasten zu verhindern.

Geräte mit Analogausgang verfügen häufig sowohl über Spannungs- als auch über Stromausgänge. Welcher genutzt wird, ist von der Länge des Signalwegs und von den Schnittstellen abhängig. Einige Produkte sind mit einer 4 – 20 mA Stromversorgung in Zweileitertechnik ausgestattet, bei denen der Strom des Ausgangssignals in der Versorgungsleitung gemessen wird.

Zusätzlich zu den analogen Ausgängen verfügen einige Vaisala Produkte über digitale Kommunikationsanschlüsse mit RS-232, RS-485 oder LAN/WLAN-Schnittstellen. Ausgewählte kommerzielle Protokollformen (Modbus, BACnet) sind ebenso erhältlich.

Genauigkeit und Linearität zum Zeitpunkt der Kalibrierung. Das sagt jedoch nichts über die Stabilität des Geräts auf lange Sicht aus. Die Kalibrierung in festen Abständen ist für das Verständnis der Langzeitstabilität des Geräts von besonderer Bedeutung.

Die Häufigkeit der Kalibrierung ist von der Einsatzumgebung abhängig. Als Faustregel für Vaisala Geräte kann gelten, dass eine jährliche Kalibrierung für HUMICAP®-Produkte ausreichend ist, hingegen genügt bei den meisten Anwendungen mit DRYCAP®-Produkten ein Kalibrierintervall von zwei Jahren. Bei Anwendungen mit fortlaufend hoher Feuchte (> 85 % rF, hoher Temperatur (> +120 °C) oder in chemisch



Vor-Ort-Kalibrierung eines Feuchtemesswertgebers HMW90 mit einem portablen Messgerät HM70.

aggressiven Atmosphären kann eine häufigere Kontrolle notwendig werden.

Kalibrierung von Feuchtemessgeräten

Bei der Kalibrierung wird der vom Messgerät angezeigte Feuchtwert mit dem Messwert eines genaueren Referenzgeräts verglichen. Dieses Referenzgerät sollte regelmäßig kalibriert werden und darüber ein gültiges Zertifikat aufweisen können. Bei der Entscheidung für eines der vielen Kalibrierverfahren kommt es auf die richtige Balance von Zeit, Kosten, technischen Erfordernissen, Fachkenntnissen und den spezifischen Anforderungen der jeweiligen Organisation an.

Portable Messgeräte können vom Einbauort entfernt, in einem anerkannten Labor kalibriert oder an den Hersteller zur Kalibrierung eingesandt werden. Vaisala betreibt dafür weltweit vier Service Center.

Geräte, die in Prozessen mit engen Betriebsgrenzen installiert sind, können vor Ort im Einpunkt-Kalibrierverfahren kalibriert werden. Ein Ausbau ist dafür nicht erforderlich. Die Methode der Einpunktkalibrierung kann darüber hinaus auch eingesetzt werden, um einen weiteren Kalibrier- und Justierbedarf feststellen zu können.

Einige portable Geräte, wie das portable Vaisala HUMICAP® Feuchte- und Temperaturmessgerät HM70 oder das portable Vaisala DRYCAP® Taupunktmessgerät DM70 können direkt mit dem eingebauten Gerät verbunden und mit den Werten in der Anzeige des portablen Geräts verglichen werden.



Der Vaisala Feuchtekalibrator HMK15 zur Mehrpunktkalibrierung vor Ort.

Für Umgebungen mit großen Feuchteschwankungen wird das Mehrpunkt-Kalibrierverfahren empfohlen. Zwei- oder Dreipunktkalibrierungen können vor Ort mithilfe von Feuchtegeneratoren durchgeführt werden, solange in der Umgebung eine stabile Temperatur herrscht. Der Vorteil der Mehrpunktkalibrierung gegenüber der Einpunktkalibrierung liegt in der höheren Genauigkeit über den gesamten Messbereich hinweg. So können bspw. mit dem Vaisala Feuchtekalibrator HMK15 mehrere Feuchteniveaus erzeugt werden.

Kalibrierung von Taupunktmessgeräten

Eine qualitativ hochwertige Kalibrierung von Taupunktmessgeräten für niedrige Taupunkte durchzuführen stellt höchste Ansprüche. Aus diesem Grund empfiehlt Vaisala, dass die Kalibrierung von Vaisala DRYCAP®-Produkten nicht vom Anwender selbst durchgeführt wird. Dies sollte in eigens dafür eingerichteten Labors wie den Vaisala Servicezentren geschehen. Es ist jedoch möglich mit dem portablen Vaisala DRYCAP® Taupunktmessgerät DM70 Vor-Ort-Kontrollen an den Taupunktmessgeräten vorzunehmen, um feststellen zu können, ob eine weitergehende Justierung erforderlich ist.

Wenn Sie mehr über Vaisala Feuchtemessgeräte wissen möchten, besuchen Sie uns hier [visit www.vaisala.com/humidity](http://www.vaisala.com/humidity).