

Auswahl des richtigen Messgeräts zur Messung von Feuchte in Ihrer Anwendung



Gesamtdruck eines Gases gleich der Summe der Partialdrücke der einzelnen Gaskomponenten:

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

Bezogen auf Luft bedeutet die Gleichung, dass der gesamte atmosphärische Druck von 1,013 bar die Summe der Partialdrücke von Stickstoff, Sauerstoff, Wasserdampf, Argon, Kohlendioxid und verschiedenen anderen Gasen in Spuren ist.

Definition des Wasserdampfdrucks

Wasserdampfdruck (P_w) ist der Druck, den der in Luft oder einem Gas vorhandene Wasserdampf ausübt. Die Temperatur bestimmt den maximalen Partialdruck von Wasserdampf. Dieser maximale Druck ist als Sättigungsdampfdruck (P_{ws}) bekannt. Je höher die Temperatur ist, desto höher ist der Sättigungsdampfdruck und desto mehr Wasserdampf kann die Luft aufnehmen. Somit kann warme Luft mehr Wasserdampf aufnehmen als kalte Luft.

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 das Verhältnis zwischen Sättigungsdampfdruck und Temperatur grafisch dargestellt. Darüber hinaus können Dampfdrucktabellen verwendet werden, um den Sättigungsdampfdruck bei jeder Temperatur zu ermitteln, und es steht auch eine Reihe von computerbasierten Berechnungsprogrammen zur Verfügung, [darunter der Vaisala Feuchterechner](#).

Messung und Steuerung der Feuchte sind in einer Vielzahl industrieller Anwendungen notwendig. Für jede Anwendung gelten unterschiedliche Anforderungen an Feuchtemessgeräte, wie der erforderliche Messbereich, die Beständigkeit gegenüber extremen Temperatur- und Druckbedingungen, die Wiederherstellung nach Kondensation, die Funktionsfähigkeit in Gefahrenbereichen sowie Optionen für die Montage und Kalibrierung. Es gibt kein einziges Gerät, das allen Anforderungen entspricht. Tatsächlich ist das Angebot an verfügbaren Geräten ziemlich groß und variiert hinsichtlich Kosten und Qualität.

In diesem Artikel werden folgende Themen erläutert, um Sie bei der Auswahl des richtigen Feuchtemessgeräts zu unterstützen:

- Unterschiedliche Feuchteparameter
- Umgebungsbedingungen, die die Auswahl des Feuchtemessgeräts beeinflussen
- Sensoreigenschaften, die die Auswahl des Feuchtemessgeräts beeinflussen
- Praktische Leitlinien für die Auswahl eines Feuchtemessgeräts

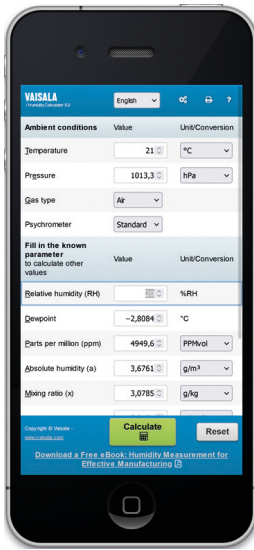
Was ist Feuchte? Eine Einführung zu Feuchteparametern

Partialdruck von Wasserdampf

Feuchte ist einfach Wasser in gasförmigem Zustand, fachgerecht als Wasserdampf bezeichnet. Da Wasserdampf ein Gas ist, gelten die meisten gängigen Gasgleichungen, einschließlich des Daltonschen Partialdruckgesetzes. Nach dem Daltonschen Gesetz ist der

Einfluss des Drucks auf Feuchte

Nach dem Daltonschen Gesetz muss sich eine Änderung des Gesamtdrucks eines Gases auf die Partialdrücke aller Komponentengase einschließlich Wasserdampf auswirken. Wird z. B. der Gesamtdruck verdoppelt, so werden auch die Partialdrücke aller Komponentengase verdoppelt. Bei Luftkompressoren „presst“ ein Druckanstieg Wasser aus der Luft, wenn sie komprimiert wird.



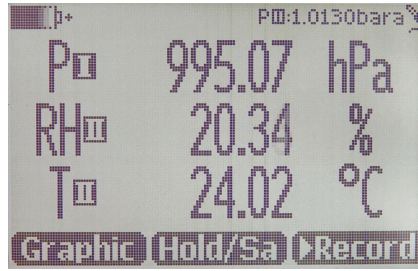
Feuchterechner sind auch für Mobiltelefone verfügbar.

Dies geschieht, weil der Partialdruck von Wasserdampf (P_w) erhöht wird, aber der Sättigungsdampfdruck steht weiterhin ausschließlich im Verhältnis zur Temperatur. Wenn sich in einem Sammelbehälter Druck aufbaut und P_w P_{ws} erreicht, kondensiert Wasser zu Flüssigkeit und muss schließlich aus dem Tank abgelassen werden.

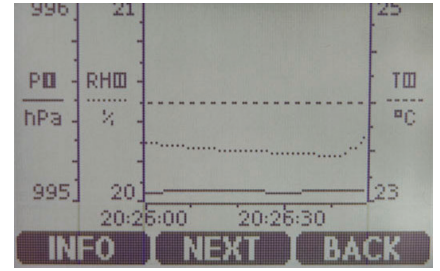
Relative Feuchte

Wenn Wasserdampf konzeptionell als Gas betrachtet wird, ist es einfach, relative Feuchte zu definieren. Die relative Feuchte (rF) kann als das Verhältnis von Wasserdampfpartialdruck (P_w) zum Wasserdampf-Sättigungsdruck (P_{ws}) bei einer bestimmten Temperatur definiert werden:

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



Einige Feuchtemessgeräte ermöglichen die Auswahl eines einzelnen Feuchteparameters, der dann in einem grafischen Display verfolgt werden kann. Die Abbildung zeigt verschiedene Ansichten des Displays des Vaisala HUMICAP portablen Feuchte- und Temperaturmessgeräts HM70.



Relative Feuchte ist stark temperaturabhängig, da der Nenner in der Definition (P_{ws}) im Verhältnis zur Temperatur steht. So sinkt z. B. in einem Raum mit einer relativen Feuchte von 50 % und einer Temperatur von 20 °C die relative Feuchte auf einen Wert von ca. 37 %, wenn die Temperatur auf 25 °C erhöht wird, auch wenn der Partialdruck des Wasserdampfs gleich bleibt.

Relative Feuchte wird ebenso von Druck beeinflusst. Wird z. B. ein Prozess unter einer konstanten Temperatur gehalten, so steigt der Wert der relativen Feuchte um das Zweifache, wenn der Prozessdruck verdoppelt wird.

Taupunkttemperatur

Wenn ein Gas abgekühlt wird und gasförmiger Wasserdampf in der flüssigen Phase zu kondensieren beginnt, wird die Temperatur, bei der Kondensation auftritt, als Taupunkttemperatur (T_d) ausgedrückt. Bei 100 %rF ist die Umgebungstemperatur gleich der Taupunkttemperatur. Je weiter der Taupunkt unter die Umgebungstemperatur fällt, umso geringer ist das Risiko von Kondensation und desto trockener ist die Luft.

Der Taupunkt korreliert direkt mit dem Sättigungsdampfdruck (P_{ws}). Der Partialdruck von Wasserdampf bei einem beliebigen Taupunkt lässt sich leicht berechnen. Im Gegensatz zur relativen Feuchte ist der Taupunkt nicht temperaturabhängig, unterliegt jedoch Druckveränderungen. Typische

Anwendungen der Taupunkttemperatur umfassen verschiedene Trocknungsprozesse, Anwendungen mit trockener Luft und Drucklufttrocknung.

Frostpunkttemperatur

Liegt die Taupunkttemperatur unter dem Gefrierpunkt – was bei Trockengasanwendungen der Fall ist –, wird der Begriff Frostpunkt (T_f) manchmal zur expliziten Angabe verwendet, dass die kondensierende Phase Eis ist. Der Frostpunkt liegt immer etwas über dem Taupunkt unter 0 °C, da der Wasserdampf-Sättigungsdruck von Eis unterschiedlich ist als der von Wasser. Häufig taucht der Begriff Taupunkt für Werte unter dem Gefrierpunkt auf, selbst wenn dabei der Frostpunkt gemeint ist. Stellen Sie sicher, was schließlich gemeint ist.

Teile pro Million

Für geringe Feuchtwerte wird manchmal die Maßeinheit Teile pro Million (ppm) verwendet. Es ist das Verhältnis von Wasserdampf zu Trockengas oder Gesamtgas (feucht) und wird entweder als Volumen/Volumen (ppm_{vol}) oder Masse/Gewicht (ppm_w) definiert. Teile pro Million (ppm_{vol}) lässt sich quantitativ wie folgt ausdrücken:

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

Der ppm-Parameter wird typischerweise bei der Definition des Wasserdampfgehalts in unter Druck stehenden und trockenen reinen Gasen eingesetzt.

Mischungsverhältnis

Mit Mischungsverhältnis (x) wird das Verhältnis von Wasserdampfmasse zur Trockengasmasse bezeichnet. Es handelt sich um einen dimensionslosen Wert, der jedoch häufig in Gramm pro Kilogramm von Trockengas angegeben wird. Das Mischungsverhältnis wird hauptsächlich in Trocknungsprozessen und HLK-Anwendungen zur Berechnung des Wassergehalts verwendet, wenn der Luftmassenstrom bekannt ist.

Feuchttemperatur

Traditionell ist die Feuchttemperatur (T_w) die Temperatur, die von einem Thermometer angezeigt wird, das in

eine feuchte Baumwollhülle gewickelt ist. Die Feuchttemperatur und die Umgebungstemperatur können beide zur Berechnung der relativen Feuchte oder des Taupunkts genutzt werden. Die Feuchttemperatur kommt z. B. in Klimatisierungsanwendungen zum Einsatz, wo durch den Vergleich mit der Trockentemperatur die Kühlkapazität von Verdunstungskühlern bestimmt wird.

Absolute Feuchte

Mit der absoluten Feuchte (a) wird die Masse von Wasser in einer Volumeneinheit von feuchter Luft bei angegebener Temperatur und Druck bezeichnet. Sie wird üblicherweise in Gramm

pro Kubikmeter Luft ausgedrückt. Absolute Feuchte ist ein typischer Parameter in der Prozesssteuerung und in Trocknungsprozessen.

Wasseraktivität

Die Wasseraktivität (aw) ähnelt der relativen Gleichgewichtsfeuchte und nutzt eine Skala von 0 bis 1 anstelle von 0 bis 100 %.

Enthalpie

Die Enthalpie ist die Energiemenge, die erforderlich ist, um ein Gas aus einem Trockengas bei 0 °C in seinen aktuellen Zustand zu bringen. Sie wird in Klimatisierungsberechnungen verwendet.

Einfluss von Umgebungsbedingungen auf die Feuchtemessung

Umgebungsbedingungen können einen erheblichen Einfluss auf Feuchte- und Taupunktmessungen haben. Berücksichtigen Sie folgende Umgebungsfaktoren, um das bestmögliche Messergebnis zu erzielen.

Auswahl einer repräsentativen Messstelle

Wählen Sie immer eine Messstelle, die für die zu messende Umgebung repräsentativ ist, und vermeiden Sie heiße oder kalte Stellen. Ein Messwertgeber, der in der Nähe einer Tür, eines Befeuchters, einer Wärmequelle oder eines Klimaanlageeinlasses montiert ist, unterliegt schnellen Feuchteänderungen und kann instabil erscheinen.

Relative Feuchte ist stark temperaturabhängig. Deshalb ist es sehr wichtig, dass der Feuchtesensor die gleiche Temperatur wie die gemessene Luft oder das gemessene Gas aufweist. Beim Vergleich der Feuchtemesswerte zweier verschiedener Messgeräte ist das thermische Gleichgewicht zwischen den Geräten/Sonden und dem gemessenen Gas besonders entscheidend.

Im Gegensatz zur relativen Feuchte ist die Taupunktmessung temperatur-

unabhängig. Bei der Taupunktmessung müssen jedoch die Druckverhältnisse berücksichtigt werden.

Vorsicht bei Temperaturunterschieden

Vermeiden Sie beim Einbau einer Feuchtesonde in einen Prozess Temperaturabfälle entlang des Sondenkörpers. Bei großen Temperaturunterschieden zwischen der Sonde und der Außenumgebung sollte die komplette Sonde in den Prozess montiert und die Kabeleinführung isoliert werden.

Bei Kondensationsgefahr sollte die Sonde waagrecht montiert werden, um zu vermeiden, dass Wasser auf die Sonde/das Kabel tropft und den Filter sättigt (siehe Abbildung 1).

Stellen Sie sicher, dass Luft um den Sensor zirkulieren kann. Ein freier Luftstrom gewährleistet, dass sich der Sensor im Gleichgewicht mit der Prozesstemperatur befindet. Bei 20 °C und 50 %rF führt ein Unterschied von 1 °C zwischen Sensor und Messzone zu einem Fehler von 3 %rF. Bei 100 %rF beträgt der Fehler 6 %rF (siehe Abbildung 2).

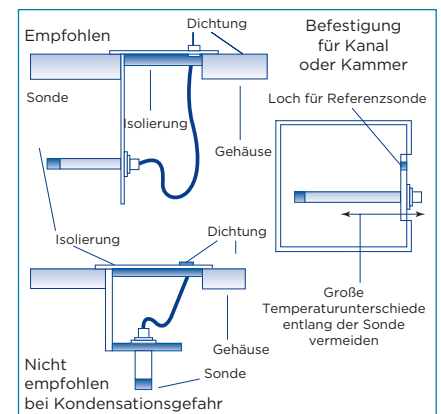


Abbildung 1: Montage einer Feuchtesonde in einer kondensierenden Umgebung.

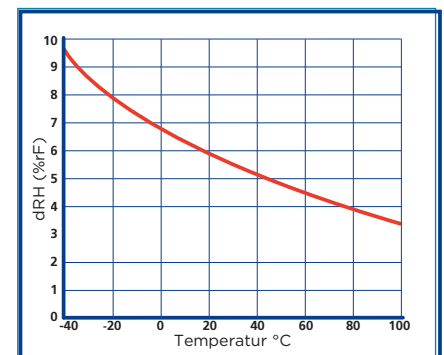


Abbildung 2: Messfehler bei 100 %rF bei verschiedenen Temperaturen, wenn die Temperaturdifferenz zwischen der Umgebungsluft und dem Sensor 1 °C beträgt.

Das richtige Messgerät für hohe Feuchte

Bereiche mit > 90 %rF werden hier als Umgebungen mit hoher Feuchte definiert. Bei 90 %rF kann ein Unterschied von $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dazu führen, dass Wasser auf dem Sensor kondensiert. In einem unbelüfteten Raum kann das Trocknen Stunden dauern. Vaisala Feuchtesensoren können nach Kondensation wiederhergestellt werden. Wenn das Kondenswasser jedoch verunreinigt ist, kann die Messgenauigkeit durch Ablagerungen auf dem Sensor, insbesondere Salzablagerungen, beeinträchtigt werden. Sogar die Lebensdauer des Sensors kann verkürzt werden. Bei Anwendungen mit hoher Feuchte, bei denen Kondensation auftreten kann, sollte ein beheizter Sondenkopf wie die Vaisala HUMICAP[®] Feuchte- und Temperatursonde HMP7 eingesetzt werden.

Das richtige Messgerät für geringe Feuchte

Bereiche mit < 10 %rF werden hier als Umgebungen mit geringer Feuchte definiert. Bei niedriger Feuchte ist die Kalibrierengenauigkeit von Messgeräten, die die relative Feuchte messen, möglicherweise nicht ausreichend. Stattdessen liefert die Messung des Taupunkts einen nützlichen Hinweis auf die Feuchte. Vaisala DRYCAP[®] Produkte sind z. B. für die Taupunktmessung ausgelegt.

Wenn ein Trockner in einem Druckluftsystem ausfällt, kann Wasserkondensation auftreten, und das Messgerät muss wiederhergestellt werden. Viele Taupunktsensoren werden in solchen Situationen beschädigt oder zerstört, aber Vaisala DRYCAP[®] Taupunktsensoren halten hoher Feuchte und sogar Spritzwasser stand.

Das richtige Messgerät für extreme Temperatur- und Druckbedingungen

Kontinuierliche Einwirkung von extremen Temperaturen kann sich im Laufe der Zeit auf Sensor- und Sondenmaterialien auswirken. Es ist daher enorm wichtig, ein

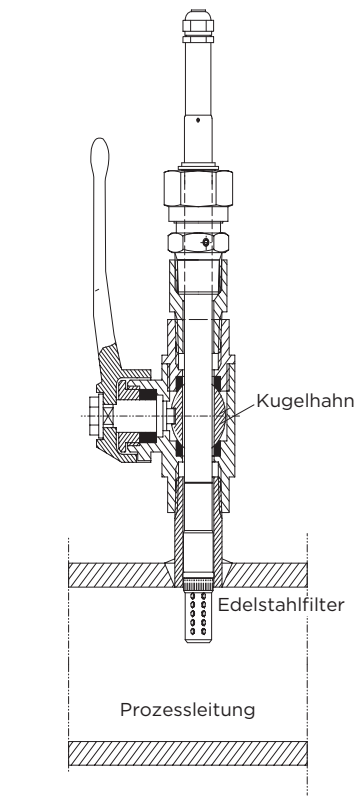


Abbildung 3: Eine Kugelhahninstallation in einer Prozessleitung.

geeignetes Produkt für anspruchsvolle Umgebungen auszuwählen. Bei Temperaturen über $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ sollte die Messwertgeberelektronik außerhalb des Prozesses montiert und nur eine geeignete Hochtemperatursonde in die Hochtemperaturumgebung eingeführt werden. Darüber hinaus ist eine eingebaute Temperaturkompensation erforderlich, um die Fehler zu minimieren, die durch große Temperaturschwankungen oder den Betrieb bei extremen Temperaturen verursacht werden.

Bei der Messung von Feuchte in Prozessen, die bei Umgebungsdruck stattfinden, kann eine kleine Leckage tolerierbar sein und durch Abdichten um die Sonde oder das Kabel verringert werden. Wenn der Prozess jedoch isoliert werden muss oder wenn zwischen dem Prozess und der Außenumgebung ein großer Druckunterschied besteht, muss ein abgedichteter Sondenkopf mit entsprechender Befestigung verwendet werden. Druckleckagen am Eintrittspunkt verändern die

lokale Feuchte und führen zu falschen Messwerten.

In vielen Anwendungen ist es ratsam, die Sonde mit einem Kugelhahn vom Prozess zu trennen, damit die Sonde zur Wartung entfernt werden kann, ohne den Prozess abschalten zu müssen (siehe Abbildung 3).

Wann wird ein Probenahmesystem für die Taupunktmessung benötigt?

Wo immer möglich, sollte die Sonde im eigentlichen Prozess montiert werden, um genaueste Messungen und eine schnelle Ansprechzeit zu erzielen. Direkte Montagen sind jedoch nicht immer möglich. In solchen Situationen bieten linear montierte Probenahmezellen einen Einstiegspunkt für eine geeignete Messsonde.

Beachten Sie, dass zur Messung der relativen Feuchte keine externen Probenahmesysteme eingesetzt werden sollten, da sich die Temperaturänderung auf die Messung auswirkt. Stattdessen können Probenahmesysteme mit Taupunktsonden verwendet werden. Bei der Messung des Taupunkts kommen normalerweise Probenahmesysteme zum Einsatz. Ziel ist es, die Temperatur des Prozessgases zu senken, die Sonde vor Partikelverunreinigungen zu schützen oder ein einfaches Verbinden und Trennen des Messgeräts zu ermöglichen, ohne den Prozess herunterfahren zu müssen.

Das einfachste Taupunktprobenahme-Setup besteht aus einem Taupunktmesswertgeber, der mit einer Probenahmezelle verbunden ist. Vaisala verfügt über mehrere Modelle, die für die gängigsten Anwendungen und Probenahmeanforderungen geeignet sind. So ist z. B. die einfach zu montierende Probenahmezelle DSC74 für die Durchfluss- und Druckverhältnisse in Druckluftanwendungen ausgelegt.

Unter anspruchsvollen Prozessbedingungen müssen Probenahmesysteme sorgfältig entwickelt werden. Da der Taupunkt

druckabhängig ist, sind möglicherweise ein Durchflussmesser, ein Manometer, spezielle nicht poröse Leitungen, Filter und eine Pumpe notwendig. Als Beispiel finden Sie in Abbildung 4 ein Flussdiagramm, das das Vaisala DRYCAP® portable Probenahmesystem DSS70A für DM70 zeigt.

In einem Drucksystem wird keine Probenahmepumpe benötigt, da der Prozessdruck einen ausreichend großen Durchfluss zur Probenahmezelle induziert.

Bei der Messung des Taupunkts mit einem Probenahmesystem sollte eine Begleitheizung genutzt werden, wenn die Umgebungstemperatur um die Kühlspirale oder das Verbindungsrohr innerhalb von 10 °C der Taupunkttemperatur liegt. Dies verhindert Kondensation in der Leitung, die das Taupunktmessgerät mit dem Prozess verbindet.

Gefahrenbereiche

In explosionsgefährdeten Bereichen dürfen nur Produkte mit entsprechender Zertifizierung verwendet werden. In Europa müssen Produkte z. B. der ATEX100a-Richtlinie entsprechen, die seit 2003 verbindlich ist. Eigensichere Produkte sind so konzipiert, dass sie selbst im Fehlerfall nicht genügend Energie erzeugen, um bestimmte



Vaisala HUMICAP® Feuchte- und Temperaturmesswertgeberserie HMT370EX wurde für Gefahren- und explosionsgefährdete Bereiche entwickelt.

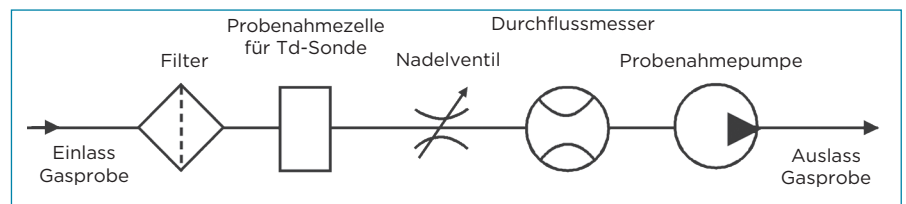


Abbildung 4: Das Probenahmesystem DSS70A umfasst einen Filter zum Reinigen des Gases und ein Nadelventil zum Steuern des Probendurchsatzes. Um einen Durchfluss aus einem drucklosen Prozessgas zu erzeugen, wird eine Probenahmepumpe benötigt.

Gasklassen zu entzünden. Die Verkabelung vom eigensicheren Produkt in den sicheren Bereich muss über eine Sicherheitsbarriere isoliert werden. Der eigensichere Feuchte- und Temperaturmesswertgeber der Serie HMT370EX ist z. B. speziell für den Einsatz in Gefahrenbereichen konzipiert.

Stöße und Vibrationen

Wenn die Sonde starken Stößen oder Vibrationen ausgesetzt ist, muss die Auswahl der Sonde und ihrer Montagemethode und -platzierung sorgfältig abgewogen werden.

Was macht einen guten Feuchtesensor aus?

Die Leistung des Feuchtesensors trägt entscheidend zur Gesamtqualität der Feuchtemessung bei. Beachten Sie die Bedeutung der folgenden Sensoreigenschaften.

Kurze Ansprechzeit

Die Ansprechzeit des Sensors ist die Reaktionsgeschwindigkeit, wenn der Sensor einer sprunghaften Änderung der Feuchte ausgesetzt ist. Neben dem Sensor wirken sich auch Faktoren wie Temperatur, Luftstrom und Filtertyp auf die Ansprechzeit aus. Ein blockierter Filter führt zu einer langsameren Reaktion.

Optimaler Messbereich

Die Auswahl des Feuchtesensors hängt von der Anwendung und dem Betriebstemperaturbereich ab, insbesondere bei extremer Feuchte.

Die meisten Vaisala Feuchtesensoren funktionieren über den gesamten Bereich von 0 bis 100 %rF. Vaisala HUMICAP® Sensoren eignen sich optimal für Anwendungen mit einer relativen Feuchte von 10 bis 100 %rF, während DRYCAP® Sensoren für Messungen bei geringer Feuchte von 0 bis 10 %rF ausgelegt sind.

Beständigkeit gegen Chemikalien

Aggressive Chemikalien können Sensoren beschädigen oder verunreinigen. Der Messgerätehersteller sollte die Auswirkungen verschiedener Chemikalien auf seine Sensoren kennen und Ratschläge zu akzeptablen Chemikalienkonzentrationen geben können.

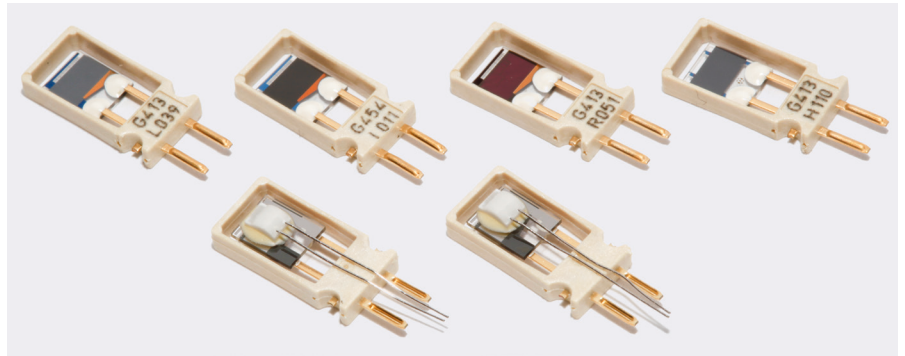
Hohe Genauigkeit

Genauigkeit als Begriff ist fest etabliert, aber schwer zu definieren. Jeder Schritt in der Kalibrierkette führt

zu Messfehlern, vom Primärnormal in einem international anerkannten Kalibrierlabor über die eigentliche Produktherstellung bis hin zur Messung vor Ort. Die Summe dieser potenziellen Fehler ist die Messunsicherheit.

Berücksichtigen Sie bei der Auswahl eines Feuchtesensors die folgenden Faktoren bezüglich Genauigkeit:

- Linearität über den Funktionsbereich
- Hysterese und Wiederholbarkeit
- Stabilität über einen bestimmten Zeitraum
- Temperaturabhängigkeit des Sensors



Feuchtesensoren von Vaisala.

Während der Herstellung werden Vaisala Produkte mit Werksstandards verglichen und daran angepasst. Diese sind direkt auf international anerkannte

Normen rückführbar. Die Kalibrierkette ist in den Zertifikaten aufgeführt, die mit den meisten Vaisala Produkten geliefert werden.

Für jede Aufgabe das passende Feuchtemessgerät



Schutzfilter für Vaisala Feuchtemessgeräte.

Unabhängig von der Anwendung müssen Sie den gesamten Bereich der Gastemperaturen und der zu erwartenden Wasserdampfkonzentrationen kennen, um die idealen Feuchteparameter und das optimale Messgerät für die Umgebung bestimmen zu können. Auch bei der Messung der Feuchte im Prozess muss der Prozessdruck bekannt sein. Außerdem muss entschieden werden, ob die Messung beim Prozessdruck oder bei einem anderen Druck erfolgen soll. Bei anderen Gasen als Luft muss die Gaszusammensetzung bekannt sein.

Die Begriffe Sonde, Messwertgeber und Sensor beschreiben Produkte, die Feuchte messen. Die Sonde ist der Teil

des Produkts oder ein eigenständiges Produkt, das den Feuchtesensor enthält. Die Sonde kann fest mit dem Messwertgeber verbunden oder als austauschbare Sonde angeschlossen werden. Der Messwertgeber stellt das Ausgangssignal, das Display und andere Erweiterungen bereit, um die Benutzungsfriendlichkeit zu verbessern.

Vaisala entwickelt und fertigt eine Reihe von Produkten zur Messung von relativer Feuchte, Temperatur und Taupunkt basierend auf HUMICAP[®] und DRYCAP[®] Sensoren. Alle Vaisala Feuchtemessgeräte verfügen über eine eingebaute Temperaturkompensation, um die Fehler zu minimieren, die durch Temperaturschwankungen und den Betrieb bei extremen Temperaturen verursacht werden. Viele der Produkte bieten integrierte Berechnungen für andere Feuchteparameter.

Schutz von Sensor und Elektronik mit dem richtigen Filter

Der Filter schützt den Sensor nicht nur vor elektromagnetischen Streufeldern, sondern auch vor Staub, Schmutz und mechanischer Belastung. Ein Membran- oder Netzfilter ist für die meisten Anwendungen eine gute Alternative. Bei Temperaturen über 80 °C, hohem Druck oder starker Luftströmung bis

zu 75 m/s sollte ein Sinterfilter verwendet werden.

Ein geeignetes Schutzgehäuse schützt die Messgeräteelektronik vor Staub, Schmutz und übermäßiger Feuchte. Ein Gehäuse mit Schutzart IP66 oder NEMA4 bietet besten Schutz gegen Staub und Spritzwasser. Die Kabeleinführungen müssen während der Montage abgedichtet werden.

Wenn das Messgerät im Freien eingesetzt wird, sollte es in eine Schutzabdeckung oder Stevenson-Wetterhütte eingebaut werden. So können Sie verhindern, dass Sonneneinstrahlung oder extreme Wetterbedingungen die Messung beeinträchtigen.

Muss das Messgerät kondensationsbeständig sein?

Die Durchführung hochwertiger Feuchtemessungen unter nahezu kondensierenden Bedingungen ist eine große Herausforderung. Die Technologie mit beheizbaren Sonden sorgt für zuverlässige Messwerte bei der Messung von relativer Feuchte nahe dem Sättigungspunkt. Der Feuchtegehalt der beheizbaren Sonde bleibt immer unter dem Umgebungsniveau, in dem Kondensation auftritt.

Muss das Messgerät chemikalienbeständig sein?

Eine chemische Reinigungsfunktion hilft, die Messgenauigkeit in Umgebungen mit einer hohen Konzentration an Chemikalien oder Reinigungsmitteln aufrechtzuerhalten. Bei der chemischen Reinigungsfunktion wird der Sensor in regelmäßigen Abständen erhitzt, um Chemikalien zu entfernen, die sich im Laufe der Zeit möglicherweise angesammelt haben.

Bedeutung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)

Es gibt viele Normen, die die Fähigkeit von Produkten definieren, externen elektrischen Interferenzen standzuhalten. Außerdem darf das Produkt keine Emissionen erzeugen, die empfindliche Einrichtungen stören können. Industrielle Anwendungen stellen höhere EMV-Anforderungen als HLK-Installationen – die in Europa verwendete CE-Kennzeichnung gewährleistet die Einhaltung.

Verkabelung und Erdung

Außer bei kurzen Kabelwegen wird ein abgeschirmtes Kabel empfohlen. Die Nähe zu Hochspannungskabeln oder HF-Quellen sollte vermieden werden. Es empfiehlt sich, den Schirm des Anschlusskabels an einem gemeinsamen Punkt zu erden und

Kalibrierung vor dem Kauf

Messgeräte müssen üblicherweise jedes Jahr oder alle zwei Jahre kalibriert werden. Die Kalibrieranforderungen hängen von der Anwendung und der Stabilität des Messgeräts ab – mit großen Unterschieden dabei, wie einfach es ist, Prüfungen und Kalibrierungen vor Ort durchzuführen. Manche Messgeräte müssen z. B. zur Kalibrierung an ein Labor geschickt werden. Das Verständnis der Kalibrieranforderungen ist daher ein wichtiger Teil der Messgeräteauswahl.



Messwertgeber der Serie Vaisala Indigo500 und austauschbare Indigo-kompatible Sonden wurden für anspruchsvolle Industrieanwendungen konzipiert.

mehrere Erdungspunkte zu vermeiden. Bei einigen Vaisala Produkten ist auch eine galvanische Trennung verfügbar.

Welche Stromversorgung und Ausgangssignale werden benötigt?

Die meisten Messgeräte werden mit Niederspannung betrieben. Bei Verwendung einer Niederspannungs-Wechselstromversorgung wird für jeden Messwertgeber eine isolierte Versorgung empfohlen, um Erdschleifen oder Interferenzen durch eine induktive Last zu verhindern.

Messgeräte mit Analogausgang haben normalerweise eine Option

für Spannungs- und Stromausgänge. Die Wahl hängt von der Länge des Signalweges und von der Schnittstellenausrüstung ab. Einige Produkte verfügen über eine 4- bis 20-mA-Stromschleifenschnittstelle. Dies ist ein 2-adriges System, bei dem der Ausgangssignalstrom in der Versorgungsleitung gemessen wird.

Zusätzlich zu den Analogausgängen bieten einige Vaisala Produkte eine digitale Kommunikation über RS-232-, RS-485- oder LAN-Schnittstellen. Ausgewählte handelsübliche Protokolle (Modbus, BACnet) sind ebenfalls erhältlich.

Kalibrierhäufigkeit

Ein individuelles Kalibrierzertifikat für ein bestimmtes Messgerät gibt die Genauigkeit und Linearität zum Zeitpunkt der Kalibrierung an. Es spiegelt jedoch nicht die langfristige Stabilität des Messgeräts wider. Die Kalibrierung in Routineintervallen ist wichtig, um die Langzeitstabilität des Messgeräts zu erkennen.



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

Die Häufigkeit der Kalibrierung hängt von der Betriebsumgebung ab. Als Faustregel für Vaisala Messgeräte gilt, dass für HUMICAP® Produkte eine jährliche Kalibrierung ausreicht, während für DRYCAP® Produkte in den meisten Anwendungen ein zweijähriges Kalibrierintervall geeignet ist. Bei Messungen in konstant hoher Feuchte (> 85 %rF), hoher Temperatur (> 120 °C) oder chemisch aggressiver Atmosphäre können häufigere Prüfungen erforderlich sein.

Kalibrierung von Feuchtemessgeräten

Bei der Kalibrierung wird der Feuchtemesswert eines Messgeräts mit einer tragbaren Referenz verglichen. Die Referenz sollte regelmäßig kalibriert und mit einem gültigen Zertifikat versehen werden. Bei der Auswahl eines der vielen Kalibrierverfahren müssen Zeit, Kosten, technische Anforderungen, Fachwissen und die individuellen Bedürfnisse der Organisation abgewogen werden.

Portable Messgeräte und Produkte, die sich aus der Installation ausbauen lassen, können in einem zugelassenen Labor kalibriert oder zur Kalibrierung an den Messgeräteanbieter gesendet werden. Vaisala verfügt über vier Servicezentren weltweit, die für die Kalibrierung zur Verfügung stehen.

In Prozessen eingebaute Messgeräte, die innerhalb enger Grenzen funktionieren, können mit einer Einpunktkalibrierung vor Ort kalibriert werden. Dabei muss das Messgerät nicht vom Prozess getrennt werden. Die Einpunktkalibrierung dient auch dazu, die Notwendigkeit einer weiteren Kalibrierung und Justierung zu ermitteln.



Vaisala Feuchtekalibrator HMK15 für Mehrpunktkalibrierungen vor Ort.

Einige tragbare Geräte wie das Vaisala HUMICAP® portable Feuchte- und Temperaturmessgerät HM70 oder das Vaisala DRYCAP® portable Taupunktmessgerät DM70 können direkt an das montierte Produkt angeschlossen und die Messwerte mit denen auf dem Display des tragbaren Messgeräts verglichen werden.

In Umgebungen mit großen Feuchteschwankungen wird eine Mehrpunktkalibrierung empfohlen. Zweipunkt- oder Dreipunktkalibrierungen können vor Ort mithilfe von feuchteerzeugenden Geräten durchgeführt werden, solange die lokale Umgebung eine stabile Temperatur aufweist. Der Vorteil der Mehrpunktkalibrierung gegenüber der Einpunktkalibrierung ist die höhere Genauigkeit über den gesamten Messbereich. Mit dem Vaisala Feuchtekalibrator HMK15 können z. B. mehrere Feuchtwerte erzeugt werden.

Kalibrierung von Taupunktmessgeräten

Es ist eine anspruchsvolle Aufgabe, hochwertige Kalibrierungen an Messgeräten mit niedrigem Taupunkt durchzuführen. Aus diesem Grund empfiehlt Vaisala seinen Kunden nicht, Kalibrierungen an Vaisala DRYCAP® Produkten durchzuführen. Stattdessen sollten diese in professionellen Kalibrierlabors, wie z. B. Vaisala Servicezentren, kalibriert werden. Es ist jedoch möglich, mit dem Vaisala DRYCAP® portablen Taupunktmessgerät DM70 eine Vor-Ort-Prüfung an einem Taupunktmessgerät durchzuführen, um festzustellen, ob eine Justierung erforderlich ist.

Weitere Informationen zu Vaisala Feuchtemessgeräten finden Sie unter: www.vaisala.de/humidity

VAISALA

Kontaktieren Sie uns unter www.vaisala.de/contactus

www.vaisala.com



Scannen Sie den Code, um weitere Informationen zu erhalten.

Ref. B211203DE-B ©Vaisala 2021

Das vorliegende Material ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte hierfür liegen bei Vaisala und ihren jeweiligen Partnern. Alle Rechte vorbehalten. Alle Logos und/oder Produktnamen sind Markenzeichen von Vaisala oder ihrer jeweiligen Partner. Die Reproduktion, Übertragung, Weitergabe oder Speicherung von Informationen aus dieser Broschüre in jeglicher Form ist ohne schriftliche Zustimmung von Vaisala nicht gestattet. Alle Angaben, einschließlich der technischen Daten, können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.