

Feuchte- und Taupunktmessungen in chemisch belasteten Umgebungen



Vaisala HUMICAP®-Feuchtesensoren und DRYCAP®-Taupunktsensoren weisen eine gute chemische Beständigkeit auf. Allerdings können die im gemessenen Gas vorkommenden Chemikalien ihre Leistungsfähigkeit allmählich verändern. Vaisala hat deshalb für diese anspruchsvollen Anwendungen die chemische Sensorreinigungsfunktion entwickelt, die die Performance auch bei chemischer Kontamination gewährleistet.

Dieser Artikel

- erklärt, wie Chemikalien die Leistung von Sensoren beeinflussen
- beschreibt das Funktionsprinzip der chemischen Sensorreinigung
- gibt Ratschläge, wann eine chemische Sensorreinigung erforderlich ist
- nennt praktische Beispiele für anspruchsvolle Anwendungen

Einwirkung von Chemikalien auf HUMICAP®- und DRYCAP®-Sensoren

HUMICAP- und DRYCAP-Sensoren sind Dünnschicht-Polymersensoren, die aus einem Substrat bestehen, auf dem ein dünner Polymerfilm zwischen zwei Elektroden aufgetragen ist. Abhängig von Feuchteänderungen der Umgebung, absorbiert der Polymerfilm Wasserdampf oder gibt diesen ab. Mit der Feuchte ändern sich auch die dielektrischen Eigenschaften des Polymers und somit auch die Kapazität des Sensors. Die Kapazität wird dann in einen ablesbaren Wert für die Feuchte umgewandelt. Einige kleine Moleküle, meist Kohlenwasserstoffe, dringen langsam

in das Sensorpolymer ein. Dieses Phänomen läuft langfristig ab, und Änderungen der Sensorkennlinie werden meist erst nach längerer Zeit festgestellt.

Die eingedrungenen Substanzen verringern die Fähigkeit des Polymers, Wassermoleküle zu absorbieren und vermindern somit die Empfindlichkeit des Sensors. Diese Veränderung der Performance durch abnehmende Sensorempfindlichkeit wird oft als Drift interpretiert. Die Veränderungen können festgestellt werden, indem die Reaktion des Sensors in konstanten und bekannten Feuchten gemessen wird. In **Abb. 1** wird die Sensordrift aufgrund chemischer Beeinflussung bei 0 % und 75 % rF dargestellt.

Chemische Sensorreinigung - Funktionsprinzip

Der Feuchtesensor wird während des Reinigungsvorgangs schnell auf 160-180 °C erhitzt, indem durch den Temperatursensor ein elektrischer Strom geleitet wird.

Durch das Erhitzen verdampfen die chemischen Verunreinigungen in kurzer Zeit, die zuvor vom Polymer absorbiert worden waren. Diese Funktion reinigt den Sensor also "von innen" und verbessert seine Stabilität sowie seine Genauigkeit, siehe Abb. 2.

Der chemische Reinigungszyklus dauert ca. 6 Minuten und besteht aus einer Aufheiz- sowie einer Stabilisierungsphase. Sobald die Sensortemperatur sich wieder auf den Zustand vor der Reinigung stabilisiert hat, kann der Sensor wieder in den normalen Messbetrieb übergehen. Die Messwerte des Feuchtemessgeräts sind während der Sensorreinigung "eingefroren".

Abb. 3 zeigt das Beispiel eines chemischen Reinigungszyklus, wobei der Sensor Ethylacetat (Konzentration 700 ppm) ausgesetzt ist. Es werden zwei Reinigungsintervalle (720 und 120 min) angewendet. Die nachlassende Sensorempfindlichkeit wird durch die Sensorreinigung wiederhergestellt. In diesem Fall ist das kürzere Reinigungsintervall (120 min) für die Performance förderlicher.

Wann sollte man die Sensorreinigung einsetzen?

Die Sensorreinigung kann dazu beitragen, langfristige Drift zu korrigieren, und verlängert das erforderliche Kalibrierintervall in Umgebungen, in denen gasförmige chemische Verunreinigungen vorkommen. Kohlenwasserstoffbasierte Lösungsmittel, Reinigungschemikalien und Sterilisationsmittel neigen alle

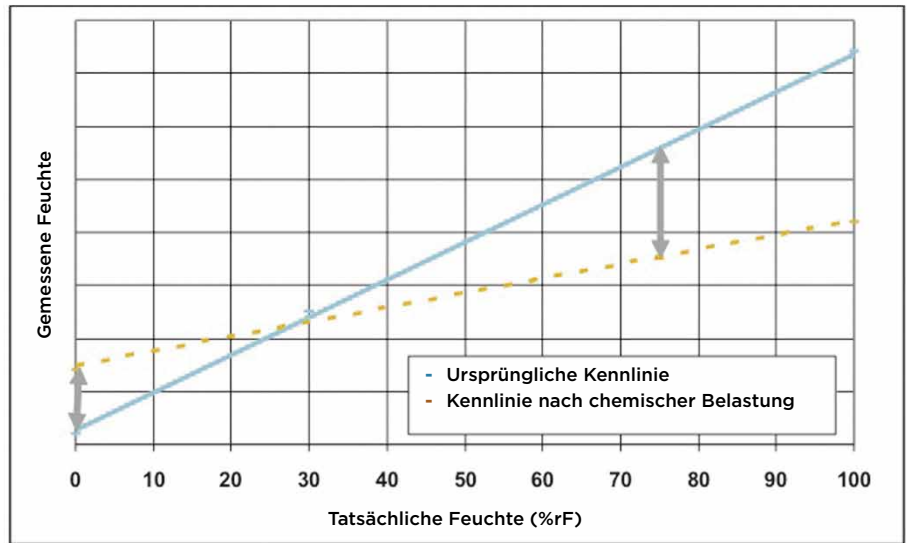


Abb. 1. Beeinflussung der Sensorperformance durch absorbierte Chemikalien.

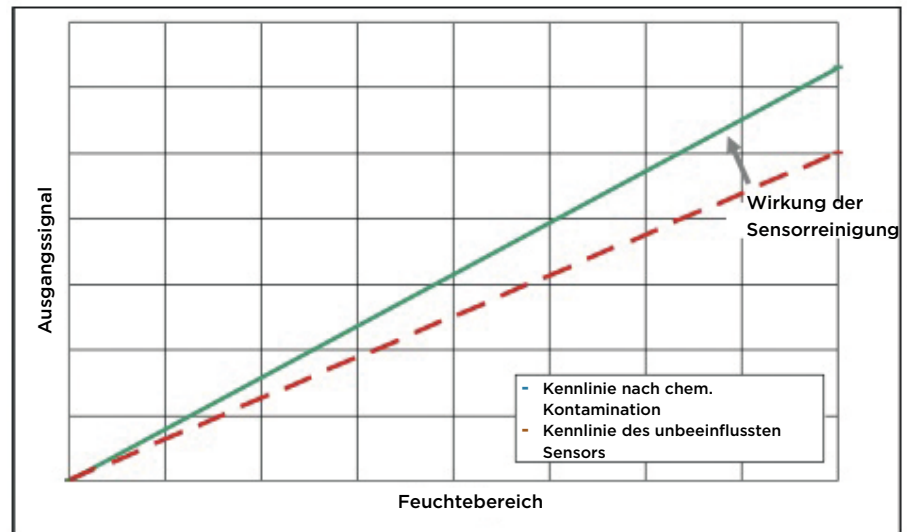


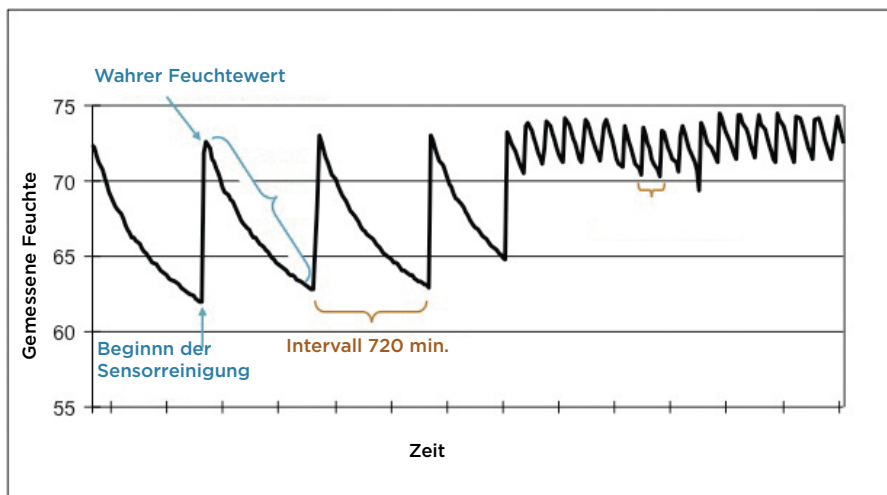
Abb. 2. Die Sensorkennlinie wird durch die chemische Reinigungsfunktion wiederhergestellt.

dazu, in den Sensor einzudringen. Mit Hilfe der Sensorreinigung lassen sie sich allesamt wieder aus dem Sensor entfernen.

Damit der Reinigungsvorgang planmäßig verläuft, muss die Sensortemperatur unter +100 °C

liegen. Anderenfalls verdampfen chemische Verunreinigungen spontan, wodurch sich eine chemische Reinigung erübrigt.

Die Reinigungsfunktion sollte immer vor einer Kalibrierung gestartet werden, aber auch dann, wenn der



besonders bei der Entnahme von Stichproben mit dem portablen Vaisala DRYCAP®-Taupunktmessgerät DM70 als vorteilhaft.

Bei korrosiven oder aggressiven Chemikalien (Säuren, Ozon, Ethylenoxid usw.) kann die chemische Sensorreinigung nicht eingesetzt werden. Wenn die Schadstoffmoleküle zudem sehr klein sind (bspw. bei Methanol oder Essigsäure), verläuft die Eindringung in den Sensor so schnell, dass die Reinigungsfunktion wirkungslos wird.

Beispiele für anspruchsvolle Anwendungen, die von chemischer Sensorreinigung profitieren

Holztrocknung

Holztrocknung stellt eine anspruchsvolle Anwendung dar. Der Sensor ist hierbei einer Vielzahl chemischer Verbindungen ausgesetzt, die während des Trocknungsprozesses aus dem Holz verdunsten.

Zu den flüchtigen Verbindungen gehören Alkohole, Ketone, Aldehyde, Ester, Terpentine, organische Säuren, Phenole, aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe usw., wobei die Menge und die genaue Zusammensetzung von der Holzart abhängen. Bei der Holztrocknung liegt die Temperatur gewöhnlich bei ca. 85 °C und die Feuchte ist in der Anfangsphase bei nahezu 100 % rF.

Abb. 4 zeigt die Sensorperformance beim Test in einem Holztrockner. Die Messdaten wurden während eines dreijährigen Testzeitraums ermittelt. Gut zu erkennen ist, dass die Sensoren mit aktivierter Reinigungsfunktion über den gesamten Zeitraum sehr gut arbeiten, während die Sensoren ohne diese Funktion Abweichungen aufweisen.

Abb. 3. Durch die chemische Sensorreinigung wird der Sensor regeneriert und der ursprüngliche Feuchtemesswert wiederhergestellt. Bedingungen: Ethylacetat-Beeinflussung (700 ppm), Reinigungsintervalle 720 und 120 min.

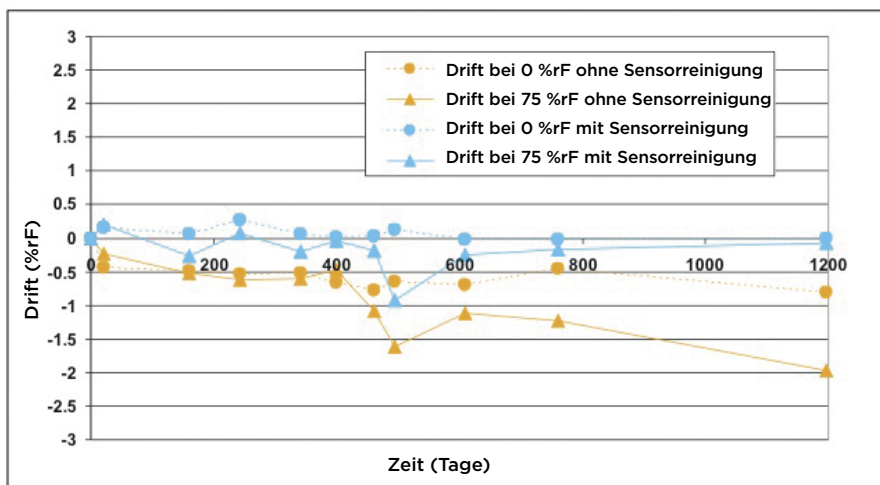


Abb. 4: Messung der Sensordrift mit und ohne Sensorreinigungsfunktion bei der Holztrocknung. Testzeitraum von 3 Jahren.

begründete Verdacht besteht, dass der Sensor einer störenden Chemikalie ausgesetzt war.

Bei der Installation eines DRYCAP-Taupunktsensors in einem Trocknungsprozess und während der Anlaufphase kann die

Reinigungsfunktion überschüssige Wassermoleküle aus dem Sensor entfernen. Hierdurch erreicht der Sensor seinen Gleichgewichtszustand erheblich schneller und die Reaktionszeit des Sensors wird deutlich verkürzt. Dies erweist sich

Herstellung von Lithiumbatterien

Lithiumbatterien werden unter Trockenbedingungen hergestellt, da die Ausgangsmaterialien eine niedrige Toleranz gegenüber Feuchtigkeit aufweisen. Der typische Prozesstaupunkt liegt bei -50...-40 °C. Lösungsmittel (bspw. Ethylencarbonat, Dimethylcarbonat oder Ethylmethylcarbonat), die aus den Elektrolytlösungen verdunsten, können den Taupunktsensor kontaminieren. Das Intervall der chemischen Sensorreinigung sollte soweit optimiert werden, dass ein störungsfreier Betrieb des Sensors gewährleistet ist. Das typische Reinigungsintervall in der Anwendung liegt bei 1 Stunde.

Option für die chemische Sensorreinigung in Vaisala Feuchte- und Taupunktmessgeräten

Die optionale Sensorreinigung ist in allen Vaisala DRYCAP® Taupunktmessgeräten und wahlweise in folgenden Vaisala HUMICAP® Feuchtemessgeräten verfügbar: Messwertgeber der Serien HMT330 und HMT310; portables Messgerät HM70, Sonde HMP155 und HMM210 Messmodule.

Wenn ein neuer Vaisala-Feuchtemesswertgeber mit der optionalen chemischen Sensorreinigung bestellt wird, ist die Funktion bereits ab Start in regelmäßigen Intervallen

aktiviert. Dieses Intervall kann mit einem Befehl über die serielle Schnittstelle oder mittels Display / Tastatur geändert werden.

Die Reinigungsfunktion kann so eingestellt werden, dass sie beim Start des Geräts ausgeführt wird. Daneben kann sie auch manuell gestartet oder deaktiviert werden, falls sie nicht benötigt wird.

Die vollständige Palette der Vaisala-Produkte für Feuchte- und Taupunktmessung finden Sie unter www.vaisala.de/feuchte und www.vaisala.de/taupunkt.