

Überdruckhaltung in Reinräumen oder Mini-Environments

Ein praxisorientierter Überblick über ein scheinbar altbekanntes Themengebiet

Dipl.-Wirtsch.-Ing. (TU) Jens Amberg, Geschäftsführer halstrup-walcher GmbH

Die Anforderungen an den Betrieb von Reinräumen steigen immer weiter. Symptomatisch hierfür ist die Überdruckhaltung. Bekanntermaßen geht es darum, durch die Einhaltung stabiler Druckkaskaden zu vermeiden, dass kontaminierte Luft einströmt. In Liegenschaften mit mehreren Reinräumen (oder in Anlagen mit mehreren Mini-Environments) werden dabei Zonen mit mehreren Druckstufen gebildet, um die sensibelsten Zonen am stärksten zu schützen.

Hat es vor Jahren oftmals noch ausgereicht, einem Auditor die Druckmessung in Form einer großen, runden Druckanzeige nachzuweisen, werden heute deutlich präzisere Methoden verlangt. Dies ist durchaus gerechtfertigt, denn unkontrollierte Kontamination kann die Endproduktqualität gefährden, im Extremfall mit gesundheitsschädlichen Auswirkungen.

Die in der Norm DIN EN ISO 14644 beschriebene Pflicht zur kontinuierlichen Überdrucküberwachung kann man nicht nachkommen, indem lediglich Anzeigegeräte installiert werden. Wenn der Überdruck unterhalb kritischer Schwellwerte sinkt, so fehlt hier die regelnde Gegenmaßnahme. Zugleich ist unrealistisch, dass sich zu solchen Zeitpunkten gerade Bedienpersonal in der Nähe befindet und für Abhilfe sorgen kann. Insofern ist es inzwischen Standard, die Differenzdruck-Messung kontinuierlich (also mit einem Messumformer) durchzuführen, dessen Signal ständig einer Steuerung zugeführt wird.

Auf dem Markt werden für diese Anwendung sowohl „statische“ Differenzdruck-Messumformer als auch „dynamische“ Lösungen angeboten. Letztere beruhen auf dem Überströmprinzip, es strömt also eine kleine Luftmenge von einem Raum in den nächsten; die Strömungs-

geschwindigkeit wird erfasst und der Differenzdrucks daraus ermittelt. Diese „dynamische“ Methodik ist mit zwei wichtigen Nachteilen verbunden:

1. Beim dynamischen Messprinzip ist ein Überströmen der Luft notwendig. Es erfolgt somit ein Luftaustausch der Räume. Häufig sollen jedoch alle Reinräume ausschließlich über die hochwertig gefilterte Zuluft mit Luft versorgt werden, um Querkontaminationen zu vermeiden. Messumformer mit statischen Sensoren kennen dieses Problem nicht.
2. Sofern mehr als zwei Reinräume zu regeln sind, muss gewährleistet sein, dass die Druckabstände in stabilen Abstufungen gehalten werden. Beim Einsatz des dynamischen Messprinzips kann immer nur der Differenzdruck eines Raumes zum Nachbarraum ermittelt werden, es fehlt eine gemeinsame Druckbezugsgröße („pneumatisches Nullpotenzial“). Bei statischen Differenzdruck-Messumformern ist dies optimal gewährleistet, indem beispielsweise die negativen Druckanschlüsse aller benachbarten Messumformer pneumatisch verbunden werden.

Aber auch bei den „statischen“ Differenzdruck-Messumformern trennt sich die Spreu vom Weizen, wenn man die Details betrachtet. Es ist nämlich gar kein „messtechnisches Kinderspiel“, winzige Drücke im Bereich unterhalb von 30 oder gar 10 Pascal über Jahre hinweg stabil zu messen. Zum Vergleich: Der normale Luftdruck beträgt mit ca. 1 bar umgerechnet 100.000 Pascal. Zehn Pascal sind also nur ein verschwindender Bruchteil unseres Umgebungsdrucks! In diesem Messbereich weisen die meisten „statischen“ Differenzdruck-Messumformer zwei Schwachpunkte auf:

1. Bei den meisten Messumformern mit statischer Messzelle ist die Langzeitstabilität der Messspanne nicht gegeben. So „wandert“ ein Messwert von z.B. 10 Pascal über die Zeit weg und weist Fehler von mehreren Pascal auf.
2. Zugleich ist eine Nullpunktstabilität nicht gewährleistet. Das bedeutet, dass über die Zeit das Nullsignal (also ein Differenzdruck von null Pascal) einer Drift unterworfen ist, die nicht selten 1 bis 2 Pascal pro Jahr beträgt.

Der Hintergrund: Viele Anbieter setzen Sensoren ein, die den hohen Anforderungen kleinster Druckbereiche nicht gerecht werden. Basierend auf vierzig Jahren Erfahrung in diesem Messbereich, präsentiert der Messtechnik-Spezialist halstrup-walcher ausgereifte Lösungen für beide Problemstellungen. So wird durch ein über Jahrzehnte optimiertes Membrandesign eine Weltklasse-Stabilität der Messspanne erzielt. Zugleich wird mit Hilfe von Magnetventilen dafür gesorgt, dass der Nullpunkt immer exakt gehalten wird. Dies geschieht durch eine automa-



Abb. 1: Ohne Überdruck ist der Reinraum in Gefahr kontaminiert zu werden



Abb. 2: Einbau des Differenzdruck-Messumformers P34 in den Schaltschrank des Reinraum-Monitoringsystems

tische, regelmäßige „Nullierung“ mit Hilfe von Magnetventilen. Im Ergebnis ist auch nach Jahren jeder Messwert absolut zuverlässig.

Bis vor einigen Jahren gab es in der Reinraum-Messtechnik einen Trend: Sogenannte „Panels“ mit integrierter Sensorik. Diese Panels werden in die Reinraumwand eingelassen und zeigen neben dem Überdruck auch Klimadaten wie Temperatur und Feuchte an, wobei der Druck und meist auch die anderen Größen direkt am Montageort des Panels gemessen werden. Diese Instrumentierung wird heute seltener eingesetzt. Hintergrund ist, dass es vorteilhafter ist, die Sensorik an anderer Stelle zu positionieren als die Panels. So wird beispielsweise die Feuchte und Temperatur bevorzugt in der Abluft gemessen, da hier die Durchschnittswerte des Raumklimas erfasst werden. Zugleich soll der Differenzdruck lieber in einem benachbarten Schaltschrank installiert werden und nicht direkt hinter einem Wandpanel.

Durch die Schaltschrankmontage der Differenzdruck-Messumformer ergeben sich zwei Vorteile:

1. Das oben beschriebene „pneumatische Nullpotenzial“ (für die Aufrechterhaltung klarer Druckstufen in mehreren Zonen) ist äußerst einfach zu gestalten, indem alle Messumformer zueinander benachbarter Räume direkt nebeneinander im Schaltschrank montiert werden. Eine kurze Schlauchverbindung zwischen benachbarten Schaltschrank-Messumformern erbringt bereits den gleichen Druck-Bezugswert.
2. Die Kalibration (in vielen Reinräumen eine jährliche Pflichtroutine) findet außerhalb des Reinraums statt, zudem sind alle Messumformer für den Kalibrierablauf optimal nebeneinander angeordnet. Dadurch wird erhebliche Zeit gespart.

Bei der Auswahl des passenden Differenzdruck-Messumformers für die Schaltschrank-Montage achten professionelle Reinraum-Ausstatter darauf, dass eine kompakte Bauform vorliegt, idealerweise als schmales „Scheibenmodul“, so dass viele Geräte nebeneinander Platz haben. Neben der Baugröße des Druckmessumformers muss auch die Genauigkeit den Anforderungen entsprechen (mindestens 0,5% vom Endwert, bei sehr kritischen Anwendungen sogar 0,2% vom Endwert). Und auch die Verkabelung und Austauschbarkeit der Module im Servicefall sind wichtige Auswahlkriterien für den passenden Druckmessumformer.

Allen drei genannten Anforderungen wird der neue Differenzdruck-Messumformer für Schaltschrankmontage P34 von halstrup-walcher optimal gerecht:

- Es werden erstklassige Genauigkeitsdaten garantiert (hochstabile Membran, automatische Nullierung), auch bei kleinsten Messbereichen im Pascalbereich.
- Durch äußerst kompakte Abmessungen wird nur ein minimaler Platz im Schaltschrank benötigt.
- Die Kabel werden in kodierten, nicht verwechselbaren Klemmleisten aufgelegt, so dass Erstinstallation und Modulwechsel in kürzester Zeit und fehlerfrei vorstattegehen können.

Ein weiteres Feature zeigt, dass der P34 von Praktikern für die Praxis konzipiert wurde: Der Messwert kann über zwei galvanisch getrennte Analogausgänge ausgelesen werden. Somit können Gebäudeleittechnik und Monitoringsystem unabhängig voneinander das Messsignal empfangen.

Wie schon eingangs dargestellt: Die Anforderungen an den Reinraum-Betrieb nehmen immer weiter zu. Ein guter Grund, sich bei der Auswahl der Komponenten auf Hersteller zu verlassen, die diesen Anforderungen mit passenden Reinraum-Konzepten gerecht werden.



Abb. 3: Der Differenzdruck-Messumformer P34 im Schaltschrank-Design – kompakt bei höchsten Genauigkeitsdaten