

Rauchwarnmelder

Teil 4

Tests und die dafür erforderliche Prüf- und Messtechnik

Nach der Beschreibung der Funktionsweise und der technischen Besonderheiten bei Rauchwarnmeldern, die nach dem Streulichtprinzip arbeiten, kommen wir nun zu den Tests und Prüfungen, die entwicklungsbegleitend, während der Zulassung und in der Serienproduktion erforderlich sind. Die Messungen dafür setzen eine umfangreiche Prüf- und Messtechnik voraus.



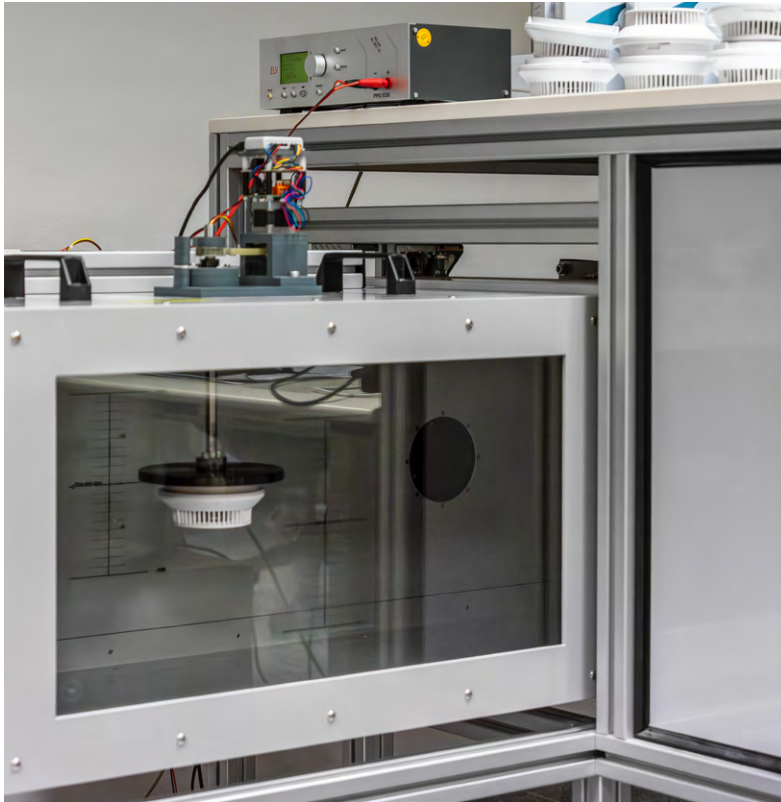


Bild 1: Rauchkanal entsprechend EN 54 mit montiertem Prüfling

Wenn man sich die Normanforderungen und die zu erfüllenden Richtlinien von Rauchwarnmeldern anschaut, ist leicht verständlich, dass die Entwicklung und der Zulassungsprozess nur mit einem umfangreichen Messequipment und entsprechenden Prüfungen zu bewältigen sind. Darüber hinaus muss auch in der Serienproduktion viel Aufwand getrieben werden, um eine gleichbleibende Qualität sicherzustellen.

Die wichtigste Eigenschaft von Rauchwarnmeldern ist die Ansprechempfindlichkeit (Alarmschwelle) bei unterschiedlichen Brandarten. Reale Brandtests in einem normkonformen Brandraum sind äußerst aufwendig und können meistens nur im Entwicklungsprozess und während der Zulassung bei einem notifizierten Prüfinstitut durchgeführt werden. Hinzu kommt, dass es sich dabei um zerstörende Prüfungen handelt, d. h., der Prüfling ist nach dem Prüfdurchlauf



Bild 2: Der Prüfling wird im Rauchkanal an einem Drehteller zur Messung der Ansprechempfindlichkeit aus unterschiedlichen Anströmrichtungen montiert.

nicht mehr brauchbar. Um trotzdem Aussagen über die Ansprechempfindlichkeit, insbesondere während des Produktionsprozesses, zu erhalten, werden Prüfungen in einem EN-54-Rauchkanal durchgeführt. Hinsichtlich der Rauchkanaltests sind die EN-54-Anforderungen und die Anforderungen entsprechend der Norm für Rauchwarnmelder im Wohnbereich (EN 14604) im Wesentlichen identisch. Da die vollständige Beschreibung von allen Tests und Prüfungen, die während des Entwicklungs- und Zulassungsprozesses erforderlich sind, den Rahmen dieses Beitrags sprengen würden, konzentrieren wir uns im vorliegenden Artikel im Wesentlichen auf die wichtigsten Messungen im Rauchkanal.

Im Zulassungsprozess werden die vier unempfindlichsten Exemplare der Prüferie bei den Rauchkanalmessungen für die Brandtests im Brandraum verwendet. Darüber hinaus muss die Aerosol-Anströmung bei der ungünstigsten Ausrichtung des Prüflings im Rauchkanal erfolgen (Anströmwinkel mit der geringsten Ansprechempfindlichkeit). Das unempfindlichste Gerät bei den Rauchkanalmessungen im Zulassungsprozess bestimmt somit den oberen Grenzwert der Fertigungsbandbreite, die bei der späteren Ansprechempfindlichkeit in der Produktion nicht überschritten werden darf. Natürlich darf auch in Richtung „empfindlich“ im Fertigungsprozess keine zu große Streuung auftreten. Daher wird bei der Zulassung aus 20 Geräten der Prüferie der Mittelwert ermittelt, und die Abweichung zum oberen und unteren Ansprechschwellenwert darf dann normativ vorgegebene Verhältnisse nicht überschreiten. Die daraus ermittelten Grenzwerte legen die Fertigungsbandbreite für die gesamte Serienproduktion fest. Da es keine absoluten Vorgaben für die Ansprechempfindlichkeiten im Rauchkanal gibt, muss zunächst eine Abschätzung auf Basis von Erfahrungswerten hinsichtlich der Brandtests im Brandraum bei den unterschiedlichen Testfeuern erfolgen. Wenn die Erwartungswerte bei den Brandtests nicht erreicht werden, muss gegebenenfalls eine Neufestlegung der Fertigungsbandbreite anhand von weiteren 20 Prüfmustern erfolgen.

Im späteren Produktionsprozess wird letztendlich laufend die Prozessfähigkeit anhand von C_{pk} -Bewertungen auf Basis der festgelegten Fertigungsbandbreite überprüft, was dazu führt, dass deutlich geringere Abweichungen vom Mittelwert eingehalten werden müssen als durch die Fertigungsbandbreite normativ gefordert. Nur bei nachgewiesener Prozessfähigkeit sind Stichprobenprüfungen möglich.

Rauchkanal

Beim Rauchkanal (Bild 1) handelt es sich um eine sehr komplexe Messeinrichtung zur Prüfung und Überwachung von Rauchwarnmeldern. Besonders wichtig ist ein nach normativen Spezifikationen arbeitender Rauchkanal im Entwicklungsprozess und während der Zulassung, aber auch für die Fertigungsüberwachung in der Produktion ist ein optimal gewarteter und kalibrierter Rauchkanal eine wichtige Voraussetzung.

Weltweit führend in der Herstellung von Rauchkanälen ist die deutsche Firma Lorenz aus Katlenburg-Lindau. Bei ELV/eQ-3 ist sowohl in der Entwicklung als auch in der Produktion ein Lorenz-Rauchkanal vorhanden. Diese Rauchkanäle bei ELV/eQ-3 werden regelmäßig direkt von der Firma Lorenz gewartet und kalibriert. Des Weiteren werden regelmäßig Vergleichsmessungen zwischen dem Rauchkanal in der Entwicklung und dem Rauchkanal in der Produktion durchgeführt.

Im Wesentlichen besteht der Rauchkanal aus einem Strömungskanal für sehr geringe Aerosolströmungen mit homogener Verteilung der Partikelkonzentration innerhalb des Kanals, einem Aerosolgenerator zur Erzeugung der Schwebepartikel mit genau definierter Partikelgröße und verschiedenen Messeinrichtungen zur Messung der Partikelkonzentration, der Luftbewegung und der Kanaltemperatur.

Im Rauchkanal wird der Prüfling mit einem homogen verteilten Aerosol mit definierter Partikelgröße angeströmt. Sowohl die Anströmgeschwindigkeit als auch die Anströmrichtung sind dabei genau definiert. Bild 2 zeigt den HmIP-SWSD-2 Rauchwarnmelder montiert an einem Drehteller im Rauchkanal. Mithilfe einer Motoreinheit (Bild 3) wird der Drehteller und somit der Rauchwarnmelder im Rauchkanal exakt reproduzierbar in der Winkelposition eingestellt, um die Richtungsabhängigkeit der Ansprechempfindlichkeit zu überprüfen bzw. reproduzierbare Messungen durchzuführen.

Im eigentlichen Kanal sorgen eine spezielle Wabenstruktur aus der Anströmrichtung zum Prüfling (Bild 4) und ein engmaschiges Lochblech nach Passieren des Prüflings (Bild 5) für eine sehr homogene Aerosolverteilung innerhalb des Bereichs für den Prüfling. Insbesondere wenn mehrere Prüflinge im Rauchkanal gleichzeitig vermessen werden sollen, kommt es auf eine sehr homogene Verteilung an. Zur Erfassung der Luftbewegung ist im Prüfbereich ein Hitzdraht-Anemometer vorhanden und ein Temperatursensor zur Erfassung der Kanaltemperatur (senkrechte Sensoren in Bild 4).



Bild 5: Engmaschiges Lochblech im Rauchkanal zur weiteren homogenen Aerosolverteilung

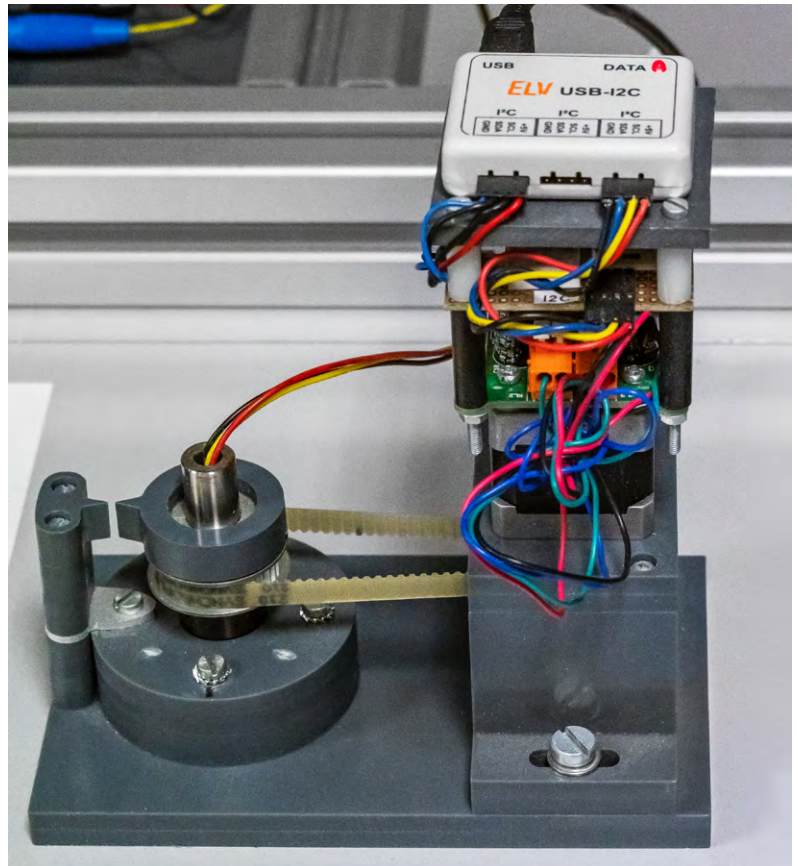


Bild 3: Schrittmotoreinheit zur Einstellung exakt reproduzierbarer Winkelpositionen

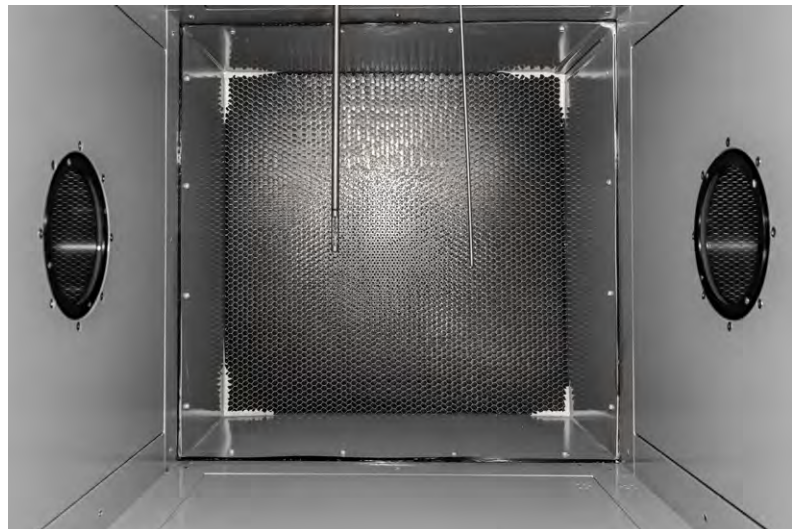


Bild 4: Wabenstruktur zur homogenen Aerosolverteilung und Messeinrichtungen zur Bestimmung der Luftbewegung, der Temperatur und der Lichtdämpfung im Kanal

Hinter den beiden seitlichen runden Glasflächen in Bild 4 befinden sich die Komponenten einer sehr empfindlichen Durchlicht-Messstrecke. Mit dieser Messstrecke wird die durch das Aerosol hervorgerufene Lichtdämpfung innerhalb des Rauchkanals als Maß für die Partikelkonzentration in dB/m gemessen.

Die Relationen zwischen den Rauchkanalmessungen und den Brandtests werden während des Entwicklungsprozesses und bei den Zulassungsprüfungen ermittelt. Letztendlich erhält man dadurch eine zuverlässige Aussage zum Verhalten der Prüflinge bei realen Bränden. Da bei den Rauchkanalmessungen das Aerosol wieder rückstandslos aus der Messkammer (Rauchkammer) des Prüflings verschwindet, haben diese Prüfungen keine Auswirkung auf die spätere Funktionsfähigkeit der vermessenen Geräte (Prüflinge).



Bild 6: Aerosolgenerator des EN-54-Prüfkanals

Das „Herzstück“ des Rauchkanals ist der Aerosolgenerator in Bild 6, der für die Erzeugung der Schwebepartikel mit definierter Partikelgröße zuständig ist. Zur Erzeugung der Aerosolpartikel wird Paraffinöl (weißes Mineralöl) vernebelt und die Konzentration im Rauchkanal dann linear hochgefahren. Sobald die Alarmschwelle erreicht wird (Melder spricht an), wird die Messung beendet. Danach wird der Kanal mit Frischluft gespült und der Vorgang kann für die nächste Messung von Neuem beginnen.

Neben der Partikelkonzentration haben weitere Parameter einen erheblichen Einfluss auf das Messergebnis, sodass nur Messungen unter gleichen Bedingungen vergleichbar sind. Da die normativen Vorgaben bei einigen Parametern einen größeren Spielraum zulassen, werden üblicherweise für alle Messungen die Einstellungen aus dem Zulassungsprozess verwendet. Gegebenenfalls müssen bei abweichenden Parametereinstellungen entsprechende Korrekturfaktoren berücksichtigt werden.

Die wichtigsten Einstellungen am Rauchkanal sind die Rampenanstiegsgeschwindigkeit (Extinkt. Steig.) in dB/m/min und die Windgeschwindigkeit in m/s. Eigentlich ist Windgeschwindigkeit eine irreführende Bezeichnung, da das Aerosol tatsächlich nur mit einem leichten Hauch bewegt wird. Bei der Rampenanstiegsgeschwindigkeit ist 0,07 dB/m/min ein üblicher Wert, wobei normativ für alle Messungen ein Bereich von 0,015 bis 0,1 dB/m/min zulässig ist. Für die meisten Messungen ist normativ eine Windgeschwindigkeit von 0,2 ($\pm 0,04$) m/s fest vorgegeben. Wenn man bedenkt, dass sich die Luft innerhalb von 10 s nur 2 m bewegt, ist das kaum mehr als ein leichter Luftzug.

Das Hauptdisplay des Aerosolgenerators in Bild 7 zeigt die wichtigsten Einstellungen am Rauchkanal im Überblick, wie z. B. die eingestellte Rampen-

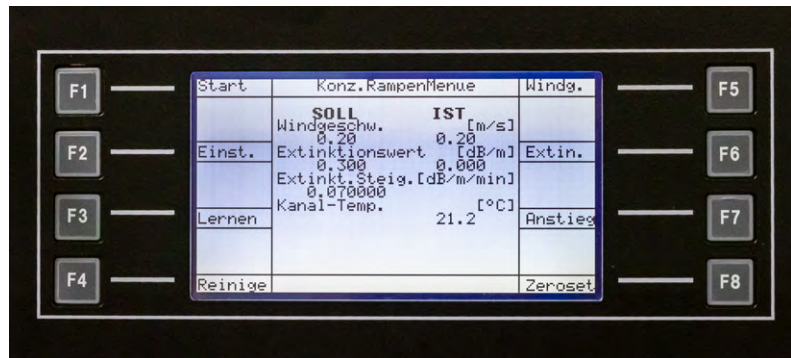


Bild 7: Display des Aerosolgenerators mit den wichtigsten Messparametern

anstiegsgeschwindigkeit, die eingestellte Luftbewegung und die jeweils aktuell gemessene Aerosolkonzentration. Bei Erreichen der Alarmschwelle wird der Endwert bis zum Start der nächsten Messung angezeigt.

Wichtig ist auch die Kanaltemperatur, die bei allen Messungen an einem Rauchwarnmeldertyp nicht mehr als 5 °C schwanken darf. Die Toleranz der Absoluttemperatur von 23 °C beträgt ± 5 °C.

Wie bereits erwähnt sind reproduzierbare Messergebnisse im Rauchkanal nur mit einer homogen verteilten Partikelkonzentration möglich, und für die Messungen wird dann die Partikelkonzentration im Rauchkanal mit definierter Anstiegsgeschwindigkeit hochgefahren, bis der Prüfling schließlich ein Alarmsignal erzeugt. Die an der Alarmschwelle gemessene Partikelkonzentration ist die gemessene Ansprechempfindlichkeit des Prüflings auf Basis der eingestellten Parameter.

Zulassungsprozess

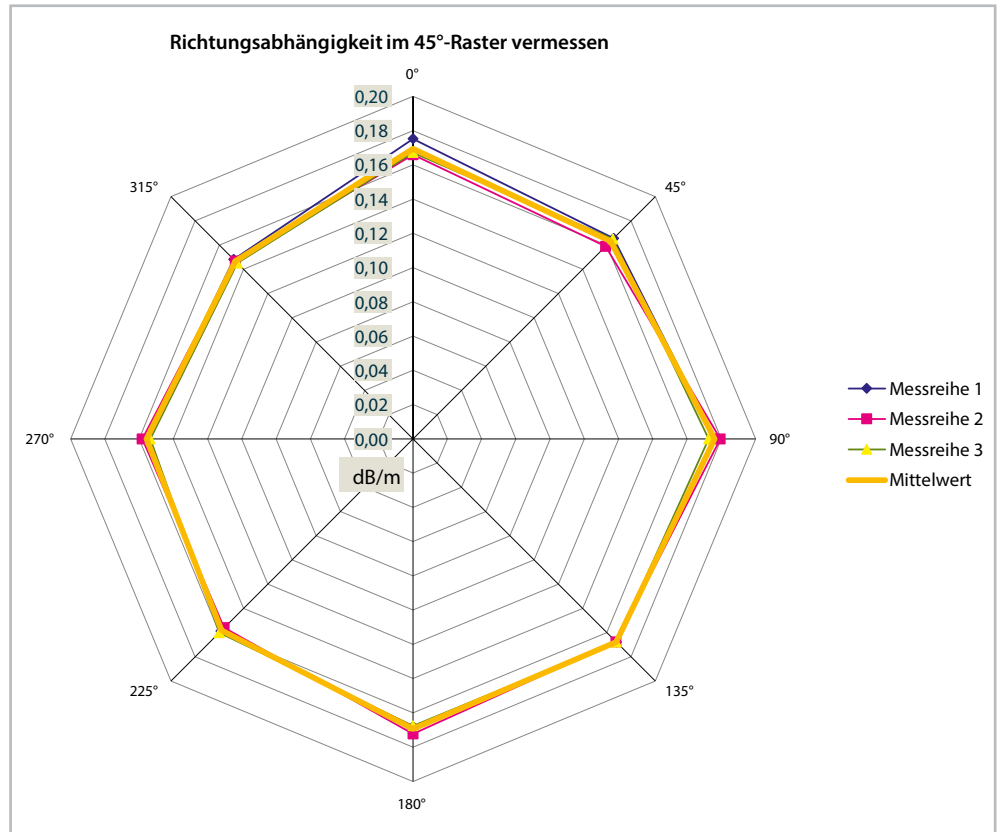
Bevor die Ansprechempfindlichkeit bei allen 20 Prüfmustern einer Prüferserie im Zulassungsprozess ermittelt wird, ist zuerst die Wiederholbarkeit an einem zufällig ausgewählten Prüfling mit beliebiger Ausrichtung im Rauchkanal zu messen.

Wenn die Wiederholbarkeit sichergestellt ist, wird die Richtungsabhängigkeit entsprechend der Norm im 45°-Raster ermittelt. Die Richtungsabhängigkeit wird ausschließlich durch die mechanische Konstruktion des Rauchwarnmelders bestimmt und ist somit bei allen Geräten eines Rauchwarnmeldertyps identisch. Insgesamt acht Anströmwinkel sind ein recht grobes Raster. Daher ist es ratsam, im Entwicklungsprozess die minimale und maximale Ansprechempfindlichkeit in einem deutlich kleineren Raster zu ermitteln. Unter Umständen werden die unempfindlichsten und empfindlichsten Ausrichtungen im normativ vorgegebenen Raster nicht erkannt. Der Startpunkt für die Messung (0-Grad-Position) ist frei wählbar, wobei man sich üblicherweise an einer markanten Stelle des Prüflings (Fluchtlicht, Status-LED oder Buzzer) orientiert. Die einmal festgelegte 0-Grad-Position muss dann bei allen weiteren Messungen gelten.

Idealerweise sollte eine möglichst geringe Richtungsabhängigkeit bestehen, wobei normativ ein Verhältnis von 1:1,6 zwischen der unempfindlichsten Anströmrichtung und der empfindlichsten Anströmrichtung zulässig ist.

Wie die Grafik in Bild 8 zeigt, haben die ELV/eQ-3 Rauchwarnmelder eine sehr geringe Richtungsabhängigkeit, d. h., die Alarmschwelle ändert sich nur geringfügig bei Anströmung des Melders aus unterschiedlichen Richtungen. Jede Winkelposition wurde drei Mal vermessen und die dicke Linie zeigt den Mittelwert aus den jeweils drei Messungen pro Winkelposition. In Bild 8 wurde der identische Rauchwarnmelder in einem kleinen Winkelraster von 10° vermessen. Durch die höhere

Bild 8: Richtungsabhängigkeit des HmIP-SWSD-2 vermessen im 45°-Raster

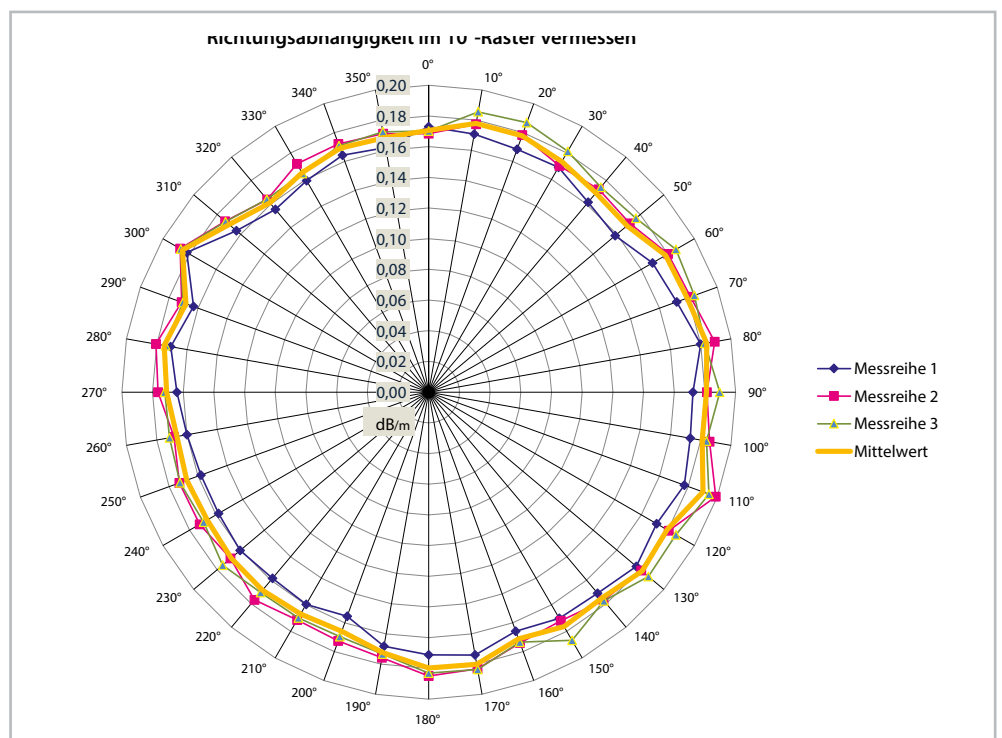


Detailgenauigkeit sind auch kleine Abweichungen bei der Richtungsabhängigkeit gut erkennbar. Auch hier wurde jede Winkelposition drei Mal vermessen und die dicke Linie zeigt wieder den Mittelwert aus den drei Messungen.

Erst wenn die unempfindlichste Anströmrichtung ermittelt wurde, kann die Ansprechempfindlichkeit bei allen Prüfmustern einer Prüfserie unter genau definierten Prüfbedingungen ermittelt werden. Auch bei späteren Prüfungen während des Produktionsprozesses ist die im Zulassungsprozess ermittelte unempfindlichste Ausrichtung für Rauchkanalmessungen zu verwenden.

Da sich das Aerosol innerhalb von 10 s nur 2 m bewegt, führt dies zwangsläufig auch zu einem sehr langsamen Luftaustausch innerhalb der Messkammer (Rauchkammer). Bei mehr Luftbewegung (z. B. 1 m/s) erfolgt der Luftaustausch schneller, was wiederum zur Reduzierung der gemessenen Ansprechempfindlichkeit führt, obwohl am Melder sich nichts geändert hat. Normativ darf sich die Ansprechempfindlichkeit bei 0,2 m/s und 1 m/s Luftbewegung max. um den Faktor 1,6 verändern.

Bild 9: Richtungsabhängigkeit des HmIP-SWSD-2 vermessen im 10°-Raster



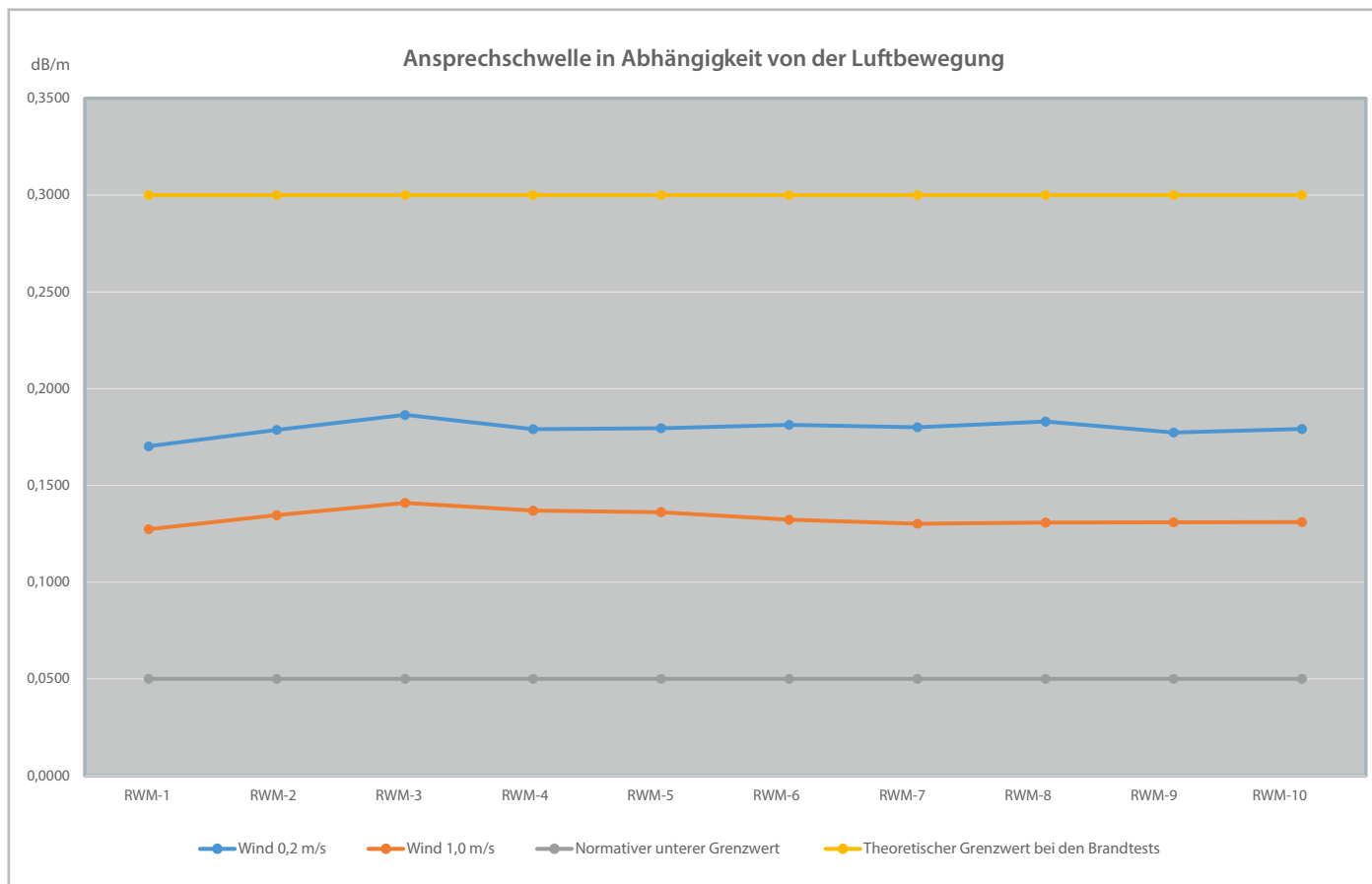


Bild 10: Ansprechempfindlichkeit von zehn Rauchwarnmeldern, jeweils vermessen mit 0,2 m/s und 1,0 m/s Anströmgeschwindigkeit

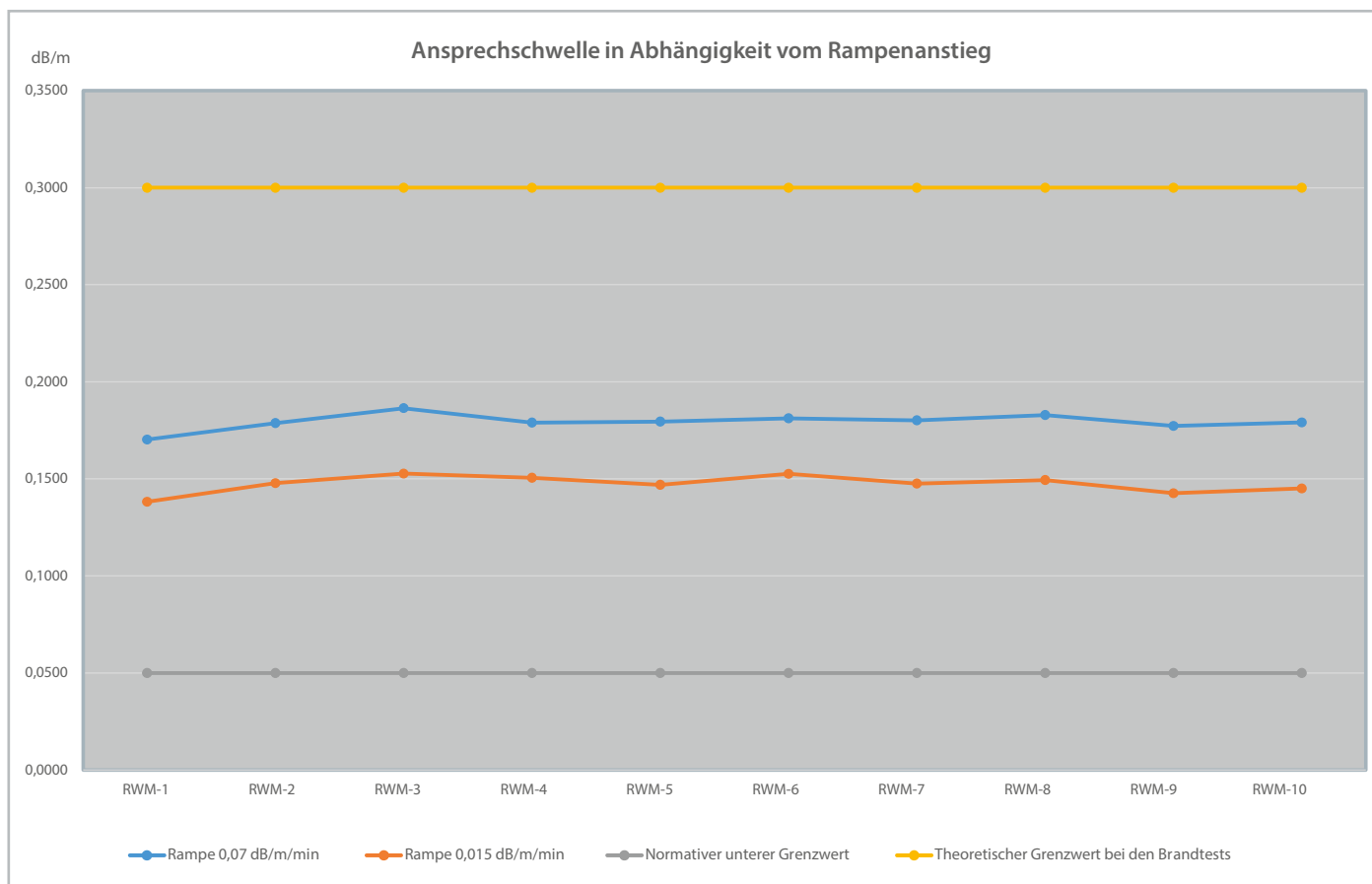


Bild 11: Ansprechempfindlichkeit von zehn Rauchwarnmeldern, jeweils vermessen mit 0,07 dB/m/min und 0,015 dB/m/min Rampenanstiegsgeschwindigkeit

Bild 10 zeigt den Unterschied der Ansprechempfindlichkeit bei zehn Prüfmustern jeweils mit 0,2 m/s und 1,0 m/s Anströmgeschwindigkeit vermessen.

Je schneller der Luftaustausch in der Messkammer erfolgen kann, desto geringer ist die Abhängigkeit von der Luftbewegung. Besonders wichtig dabei sind die Öffnungen der Messkammer. Je feinmaschiger z. B. ein Insektenschutzgitter ist, desto länger dauert der Luftaustausch innerhalb der Rauchkammer. Da gegensätzliche Anforderungen bestehen, muss immer ein guter Kompromiss gefunden werden. Einerseits dürfen keine Fremdkörper und kein Fremdlicht in die Messkammer eindringen, andererseits muss aber ein möglichst schneller Luftaustausch erfolgen.

Einen ähnlichen Einfluss auf das Messergebnis der Ansprechempfindlichkeit hat die Rampenanstiegsgeschwindigkeit. Wenn die Rampe der Partikelkonzentration langsamer hochgefahren wird, bleibt mehr Zeit für den Luftaustausch in der Messkammer und der Melder reagiert bereits bei einer geringeren Partikelkonzentration (Lichtdämpfung) an der Durchlichtmessstrecke des Rauchkanals. Wie in **Bild 11** zu sehen ist, sind die Einflüsse ähnlich wie bei der unterschiedlichen Luftbewegung. Grundsätzlich sind Rauchkanalmessungen nur vergleichbar, wenn die Messbedingungen und Einstellungen am Rauchkanal identisch sind (besonders wichtig, wenn Normen und Richtlinien einen gewissen Spielraum zulassen).

Messungen im Produktionsprozess

Viele Prüfungen während der Entwicklung und im Zulassungsprozess basieren auf der mechanischen und elektrischen Konstruktion des Melders. Nach der Zulassung dürfen keine Änderungen mehr vorgenommen werden und daher können sich diese Eigenschaften im Produktionsprozess nur begrenzt verändern. Im Produktionsprozess ist es wichtig, die Parameter und Eigenschaften zu überwachen, die einen Einfluss auf die Funktion und die Qualität des Produkts haben können. Bei jeder Änderung muss eine Neubewertung und gegebenenfalls Anpassung der Tests erfolgen.

Ein wichtiger Punkt im Produktionsprozess ist die ständige Überwachung der Rauchansprechempfindlichkeit. Für diese Messungen steht bei ELV/eQ-3, wie bereits erwähnt, ein Lorenz-Rauchkanal zur Verfügung. Die Prüfmenge ist abhängig von der Prozessfähigkeit, die ständig überwacht wird. Zuvor wird im Produktionsprozess automatisch ein 100%-Test der bestückten Leiterplatte vorgenommen und es erfolgt eine automatische Programmierung der Alarmschwelle, um Bauteilstreuungen auszugleichen. Letztlich bestimmt die Programmierung der Alarmschwelle die Ansprechempfindlichkeit der Melder.

Im Produktionsprozess ist nicht nur die ständige Überwachung der Ansprechempfindlichkeit durch Rauchkanalmessungen wichtig, sondern auch der akustische Alarmgeber muss immer zuverlässig funktionieren und den normativ vorgeschriebenen Schalldruckpegel erzeugen. Bei den ELV/eQ-3 Rauchwarnmeldern erfolgt daher in der Produktion automatisch eine 100%-Prüfung des Schalldruckpegels in einer dafür speziell entwickelten Sound-Box. Diese dient zum einen zur Nachbildung von Freifeldbedingungen und zum anderen wird die Produktionsumgebung vor dem lauten akustischen Alarmsignal geschützt.

Ein besonders wichtiger Punkt ist in der Produktion die Überwachung der Qualität (Maßgenauigkeit und Oberflächenstruktur) der Messkammer (Rauchkammer) als zentralem Bauelement.

Natürlich gibt es auch noch weitere produktionsbegleitende Prüfungen und Tests, auf die wir an dieser Stelle nicht detailliert eingehen können, und wir schließen die Artikelserie hiermit ab. **ELV**

**Rauchmelder und Zubehör
finden Sie im ELVshop**



Zu den Produkten

Immer auf dem neuesten Stand

ELV Newsletter abonnieren und Vorteile sichern!

Abonnieren Sie jetzt unseren regelmäßig erscheinenden Newsletter und Sie werden stets als einer der Ersten über neue Artikel und Angebote informiert.

- ▶ Neueste Technikrends
- ▶ Sonderangebote
- ▶ Tolle Aktionen und Vorteile

Zum Newsletter anmelden

