

Rauchmelder zur frühen Brandentdeckung

H. Herbst, Sulzburg

In neun von zehn Fällen ist Rauch das erste erkennbare Anzeichen eines beginnenden Brandes. Daneben treten Temperaturen und Flammenstrahlung als Brandkenngröße im Anfangsstadium vergleichsweise selten in Erscheinung. Das ist auch der Grund, weshalb sich Brandfrüherkennung vordringlich mit der Brandkenngröße Rauch auseinandersetzt.

1 Einleitung

Jede Materie ist in ihrer atomaren Struktur relativ stabil. Wärme aber bringt diesen Aufbau in Bewegung. Sie ist der sicht- und fühlbare Ausdruck einer verstärkten Schwingung der Atome eines Stoffes um ihren Ruhepunkt. Diese Bewegungsenergie der Atome erzeugt gleichzeitig Wärme, die die Schwingungen der Atome weiter verstärkt, bis irgendwann ein Punkt erreicht ist, an dem sich die atomaren Bindungen lösen. In diesem Augenblick – ob durch Wärmezufuhr von außen (Zündung) oder durch Wärme erzeugende Vorgänge in der Materie selbst (Selbstzündung) ausgelöst – beginnt ein Brandgeschehen. Freie Teilchen verbinden sich mit dem Sauerstoff der Luft. Sie oxidieren (verbrennen) und entfernen sich als Kohlenmonoxyd CO oder Kohlendioxyd CO₂ durch die Wärmebedingte Thermik vom Brandherd. Dieser Prozess wird begleitet von der Freisetzung weiterer Brandgase wie HCN, NO_x sowie unverbrannter viel größerer Teilchen z. B. Kohlenstoff. Dieses Gemisch von Teilchen, Brandgasen und Umgebungsluft wird durch die zunehmende Thermik aus dem Verbrennungsbereich hinausgetragen. Die Teilchen verbinden sich dabei mit Wasser und Kondensationsprodukten zu größeren Verbänden – man spricht von Aerosole oder Monopartikeln, schlechthin von Rauch. Diese Verbände bewegen sich überwiegend in einer Größenordnung zwischen 0,1 µm und 5 µm und sind für Rauchmelder erkennbar.

In der niedrigerenergetischen Anfangsphase eines Brandes (Schwelpphase) ist aufgrund der noch unvollständigen Verbrennung der Anteil der relativ großen Rauchpartikel im Rauchgemisch sehr groß, was sich in einem gut sichtbaren „dicken“ Rauch bemerkbar macht. Mit steigender Temperatur verändert sich jedoch

das Verhältnis von kleinen zu großen Rauchpartikeln im Rauchgemisch. Je heißer der Brand wird, je mehr die thermische Energie anwächst, desto größer wird ihr Einfluss auf die Beschaffenheit der Rauchpartikel. Große Partikelverbände werden schließlich unter dem Energieeinfluss mehr und mehr getrennt und der Anteil der kleinen Rauchpartikel im Rauchgemisch steigt mit zunehmender Geschwindigkeit der Brandentwicklung überproportional an.

2 Rauchmelder und Rauchwarnmelder

Die nachstehenden näher beschriebenen Rauchmelder sind Rauchmelder, die in Normen der Normenreihe EN 54 näher spezifiziert sind. Diese Rauchmelder werden überwiegend auf eine Brandmelderzentrale aufgeschaltet, die die Energieversorgung, Aufnahme des Alarmsignals sowie die Steuerung von Alarmierungseinrichtungen und anlagentechnischen Brandschutzsystemen übernimmt. Teilweise werden aber auch direkte Ansteuerungen von den Rauchmeldern vorgenommen. Daneben gibt es noch die Rauchwarnmelder, die nicht in der Normenreihe EN 54 spezifiziert sind und über eine integrierte Energieversorgungseinrichtung sowie eine akustische Alarmierungseinrichtung verfügen. Über diese Rauchwarnmelder für Wohnhäuser, Wohnungen und Räume mit wohnungsähnlicher Nutzung wird in einer weiteren Ausgabe des **ep** berichtet werden.

3 Gerätenorm für punktförmige Rauchmelder

Rauchmelder sind heute europäische Bauprodukte und müssen nach der harmonisierten europäischen Norm EN 54 Teil 7 von einer hierfür notifizierte Stelle geprüft und zertifiziert werden. Danach kann auf diesen Rauchmelder das CE-Zeichen mit der Nummer der notifizierte Stelle aufgebracht werden. Dieser Rauchmelder kann dann im gesamten europäischen Wirtschaftsraum ohne weitere Prüfungen in Verkehr gebracht und eingesetzt werden.

Die europäische Norm EN 54 Brandmeldeanlagen Teil 7: „Rauchmelder – Punktförmige Melder nach dem Streulicht-, Durchlicht- oder Ionisationsprinzip“ wurde erstmals im September 1989 als DIN EN veröffentlicht.

Diese europäische Norm legt Anforderungen, Prüfverfahren und Leistungsmerkmale für punktförmige Rauchmelder fest, die in Brandmeldeanlagen für Gebäude eingesetzt werden.

Die Norm beinhaltet umfangreiche Prüfungen, um die Brandansprechempfindlichkeit auf unterschiedliche Brandarten und Brandstoffe sowie die Resistenz gegen Umwelteinwirkungen zu testen.

Diese Norm wurde 2002 mit den Anforderungen der europäischen Bauproduktenrichtlinie (BPR) harmonisiert.

Am 01.04.2003 begann die Koexistenzperiode für Rauchmelder die am 30.06.2005 endete. In diesem Zeitraum durften sowohl Rauchmelder nach anderen Normen und Richtlinien in Verkehr gebracht werden als auch Rauchmelder mit CE-Kennzeichnung nach Bauproduktengesetz (BauPG).

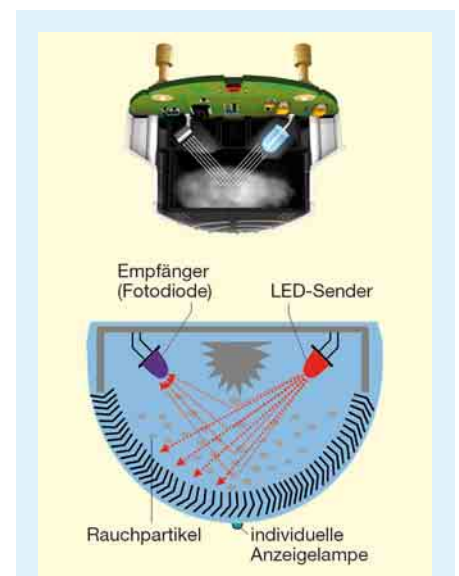
Seit Ablauf der Koexistenzperiode dürfen nur noch Rauchmelder mit CE-Kennzeichnung in Verkehr gebracht werden.

4 Funktionsprinzipien von punktförmigen Rauchmeldern

Wie schon aus dem Titel der Norm ersichtlich, gibt es unterschiedliche, insgesamt drei Funktionsprinzipien für punktförmige Rauchmelder.

4.1 Das Streulichtprinzip

Rauchmelder nach dem Streulichtprinzip (Tyndall-Effekt) nutzen die Tatsache aus, dass Licht, welches auf kleinere Teilchen fällt, von



1 Rauchmelder nach dem Streulichtprinzip

Autor

Dipl.-Ing. **Heinrich Herbst** ist Leiter des Geschäftsbereichs Marktentwicklung bei Hekatron und Vorsitzender und Mitarbeiter diverser nationaler und europäischer Arbeitskreise, die Bestandteile von Brandmeldesystemen normieren; Sulzburg.

Zähler- schutz inklusive



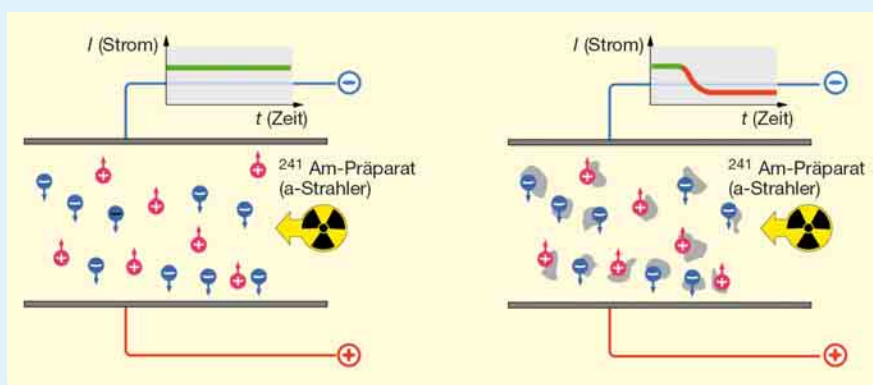
Blitzschutz - direkt auf der Sammelschiene aufrastbar

- Kombi-Ableiter Typ 1 mit modernster RADAX-Flow-Funkenstrecken-Technologie zur Folgestrombegrenzung und Folgestromlöschung
- Erfüllt lückenlos die VDN-Richtlinie für den Vorzähler-einsatz
- Einfache und schnelle Montage durch Aufrasten auf das Sammelschienensystem
- Funktionskontrolle durch Leuchtmelder mit Taster

DEHN + SÖHNE

**Blitzschutz
Überspannungsschutz
Arbeitsschutz**

Infoservice 1661 · Postfach 1640
92306 Neumarkt · Tel.: 09181 906-123
Fax: 09181 906-478
www.dehn.de · info@dehn.de



2 Prinzip eines Ionisationsrauchmelders

Mit Hilfe eines radioaktiven Präparates in der Messkammer des Rauchmelders, in diesem Beispiel ^{241}Am (Am), wird eine Luftstrecke ionisiert.

diesen reflektiert, gebeugt und gestreut wird (Bild 1).

Dies ist sehr stark abhängig von der Art des Rauches (helle oder dunkle Rauchpartikel) und vor allem von der Größe der Rauchpartikel sowie der Wellenlänge des Lichtes, welches auf die Partikel trifft. Ob dabei die Partikel neutral oder elektrisch geladen sind, spielt dabei keine Rolle. Das in der Messkammer gestreute Licht wird durch einen lichtempfindlichen Empfänger überwacht. Das erfasste Streulicht wird ausgewertet und beim Erfüllen festgelegter Kriterien wird ein Alarm generiert. Die Technik der heute verwendeten Rauchmelder nach dem Streulichtprinzip verfügt über hervorragende Detektionseigenschaften bei Schmel- und offenen Bränden. Die Performance einiger dieser Rauchmelder geht sehr weit über die Anforderungen der Norm hinaus. So bieten viele dieser Rauchmelder eine sehr hohe Resistenz gegen den negativen Einfluss elektrischer Feldstärken. Die Norm fordert eine Resistenz gegenüber einer elektrischen Feldstärke von 10 V/m. Die meisten Deutschen Hersteller erfüllen 30 V/m und mehr. Einige dieser Rauchmelder verfügen über eine höchst komplexe Algorithmenauswertung, um einen Alarm zu generieren. Dies ist die Grundlage für eine schnelle Branderkennung, die mit einer sehr hohen Resistenz gegenüber Fehl- und Täuschungsalarmen verbunden ist.

4.2 Das Ionisationsprinzip

Rauchmelder nach dem Ionisationsprinzip nutzen die so genannte Kleinionenanlage. Dabei wird mit Hilfe eines radioaktiven Präparates in der Messkammer des Rauchmelders eine Luftstrecke ionisiert (Bild 2). So bilden sich nach dem Durchlaufen verschiedener Zwischenstationen so genannte Kleinionen. Diese Kleinionen bilden in der Messkammer des Rauchmelders eine elektrisch leitende Strecke zwischen einer Anode und Kathode, wodurch es zu einem geringfügigen Stromfluss in der Messkammer kommt. Dringen nun Rauchpartikel in die Messkammer ein, so lagern sich die Kleinionen an die

se an. Der Stromfluss in der Messkammer nimmt daraufhin ab, was bei einer Unterschreitung einer gewissen Schwelle als Alarm ausgewertet wird. Die Kleinionenanlage ist jedoch sehr stark abhängig von der Beschaffenheit der zu erkennenden Rauchpartikel. Diese müssen elektrisch neutral sein und dürfen eine gewisse Größe (Teilchendurchmesser) nicht überschreiten.

In die Praxis umgesetzt bedeutet dies, dass Rauch von Kunststoffbränden in vielen Fällen nicht detektiert werden kann, wie es beispielsweise bei PVC-Bränden in der Schmelphase der Fall ist, da in dieser Phase die Rauchpartikel überwiegend elektrisch geladen sind. Da bei Schmelbränden insgesamt überwiegend „große“ Rauchpartikel freigesetzt werden, also Partikel im sichtbaren Bereich, auf die der Rauchmelder nach dem Ionisationsprinzip nicht reagiert, reicht oftmals der Anteil der kleinen Partikel zunächst nicht aus, um die Alarmschwelle des Rauchmelders zu erreichen.

Der Rauchmelder nach dem Ionisationsprinzip hat hervorragende Detektionseigenschaften bei Rauch von hochenergetischen offenen Bränden. Sie werden heute in neuen Brandmeldeanlagen nur noch ganz selten, insbesondere für spezielle Anwendungen, eingesetzt.

4.3 Das Durchlichtprinzip

Rauchmelder nach dem Durchlicht- oder Extinktionsprinzip nutzen den Effekt, dass durch das Eindringen von Rauchpartikeln in eine Lichtstrecke ein Teil des Lichtes durch Partikel und Moleküle absorbiert und gestreut wird. Dabei spielt die Größe der Rauchpartikel und die elektrische Ladung nur eine geringe Rolle. Das heißt, ein Rauchmelder nach diesem Prinzip reagiert gleich gut auf den Rauch von offenen Bränden und von Schmelbränden. Die Konstruktion solch eines Rauchmelders ist sehr aufwendig und erfordert in der Herstellung eine exzellente Präzision. Bis heute ist es jedoch nicht gelungen, einen punktförmigen Rauchmelder nach dem Durchlichtprinzip

zip zu einem marktfähigen Stückpreis in Serie herzustellen. Somit sind solche Rauchmelder ohne Bedeutung auf dem deutschen Markt.

5 Rauchmelder für spezielle Anwendungen

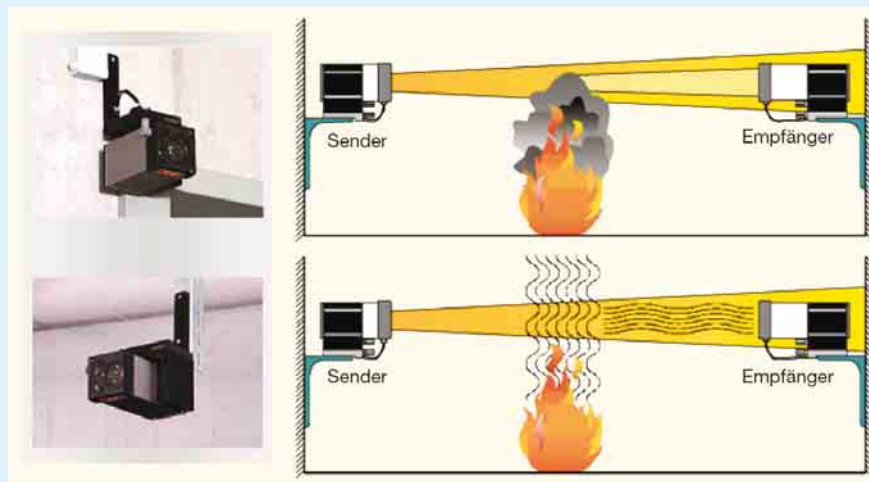
Neben den punktförmigen Rauchmeldern gibt es noch weitere Rauchmelder für spezielle Anwendungen wie besonders hohe Räume, niedrige Zwischenböden und Zwischendecken, Hochregallager, Maschinen, Lüftungsanlagen usw.

5.1 Rauchmelder zum Überwachen von Lüftungsleitungen

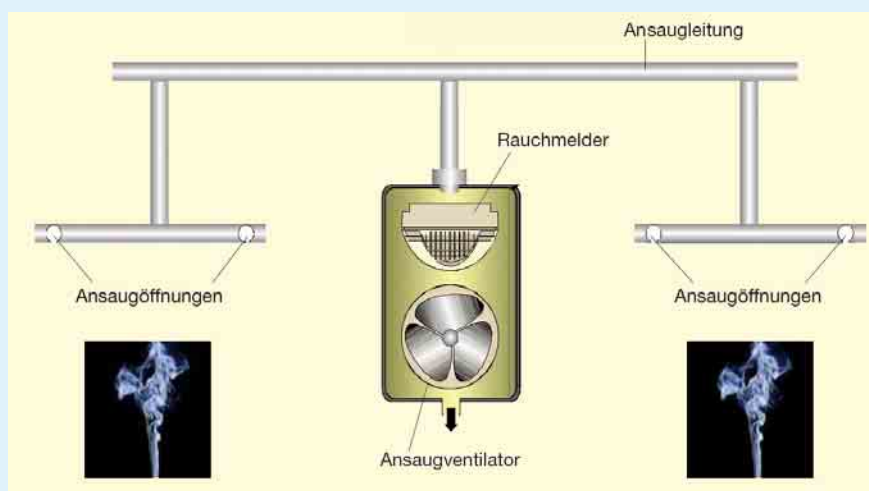
Die moderne Klima- und Lüftungstechnik bringt es mit sich, dass oftmals alle Räume eines Gebäudes über Lüftungsleitungen miteinander verbunden sind, die auch durch Brandabschnitte hindurch führen. Im Brandfall müssen diese Verbindungen unterbrochen werden, um die Ausbreitung von Feuer und Rauch zu verhindern. Denn: Rauch ist lebensgefährlich. Er enthält giftige Verbrennungsprodukte, behindert die Sicht, macht Fluchtwege unpassierbar und erschwert die Arbeit von Feuerwehr und Rettungskräften. Um im Brandfall die in den Lüftungsleitungen für die Abschottung eingebauten Brandschutz- und Rauchschutzklappen zu schließen, ist in vielen Anwendungen neben der obligatorischen thermischen Auslösung auch eine Auslösung beim Auftreten von Rauch in den Lüftungsleitungen erforderlich. Die Detektion von Rauch in Lüftungsleitungen unterliegt besonderen Bedingungen, wie beispielsweise eine sehr hohe Luftgeschwindigkeit und eine damit verbundene sehr hohe Rauchverdünnung oder die Gefahr, dass sich Raucheintrittsöffnungen des Rauchmelders zusetzen usw. Aus diesem Grund wurde die europäische Norm EN 54-27 „Rauchmelder zur Überwachung von Lüftungsleitungen“ erstellt, um darin die speziellen Anforderungen und Prüfmethode für solch einen Rauchmelder festzulegen.

5.2 Linienförmige Rauchmelder nach dem Durchlichtprinzip

Dieser Rauchmelder arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie der punktförmige Rauchmelder nach dem Durchlichtprinzip. Der wesentliche Unterschied ist jedoch, dass bei diesem Rauchmelder der Lichtsender und Lichtempfänger in der Regel 10 m bis 100 m voneinander entfernt sind (Bild 3). Bei einigen Typen wird statt der getrennten Sende- und Empfangseinrichtung ein kombinierter Sender und Empfänger in einem Gerät verwendet. In diesem Fall wird der ausgesandte Lichtstrahl auf einen bis zu 100 m entfernten Reflektor gerichtet, der den Lichtstrahl dann zum Empfänger zurückwirft. Eingesetzt werden diese Rauchmelder insbesondere zur Überwachung von hohen Räumen und Hallen wie Flughafen-terminale, Atrien, Messen oder Kirchen.



3 Linienförmiger Rauchmelder nach dem Durchlichtprinzip



4 Ansaugrauchmelder sind aktive Rauchmelder

Geprüft werden diese Rauchmelder nach der harmonisierten Europäischen Norm EN 54-12 „Linienförmige Rauchmelder nach dem Durchlichtprinzip“, die somit auch europäische Bauprodukte mit entsprechender CE-Kennzeichnung sind.

5.3 Ansaugrauchmelder

Ansaugrauchmelder sind aktive Rauchmelder, die in den zu überwachenden Räumen und Einrichtungen kontinuierlich Luftproben entnehmen und diese auf Rauch überprüfen (Bild 4). Ein Ansaugrauchmelder besteht aus einer Detektions- oder Auswerteeinheit und einem daran angeschlossenen Rohrnetz. Die Detektionseinheit besteht im Wesentlichen aus einer Ventilationseinrichtung, der Streulichtmesseinrichtung und einer Auswerte- und Anzeige-einrichtung. Je nach Anwendung werden Streulicht- und Auswerteeinrichtung als normalempfindlich oder hochempfindlich ausgerichtet. Das an die Detektionseinheit angeschlossene Rohrnetz besteht in der Regel aus Kunststoff und wird in festgelegten Abständen mit Bohrungen versehen, über die die Luftproben entnommen werden. Durch einen Ventilator in der Detektionseinrichtung wird ein Unterdruck erzeugt, wodurch dann Luft über

die Bohrungen im angeschlossenen Rohrsystem angesaugt und der Detektionseinrichtung zugeführt wird. In der Detektionseinrichtung wird über die Streulichtmessstrecke die Luftprobe auf die Anwesenheit von Rauch überprüft und ausgewertet.

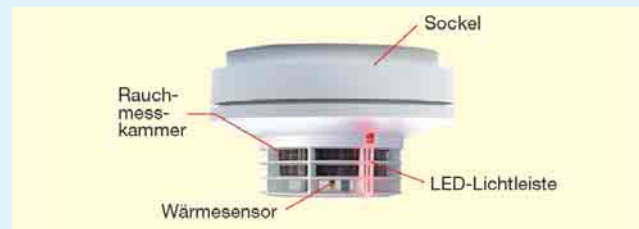
Das Rohrsystem ist auf das Verstopfen von Bohrungen und auf Unterbrechung der Rohre überwacht. Eine Abweichung vom Sollzustand wird als Störung ausgewertet.

Der Einsatz der Ansaugrauchmelder erfolgt z. B. in Hochspannungs-, Reinst-, EDV- und Serverräumen sowie Tiefkühlräumen, Zwischenböden und Zwischendecken oder historischen Gebäuden (Bild 5) usw.

Ansaugrauchmelder werden nach der harmonisierten Europäischen Norm EN 54-20 „Ansaugrauchmelder“ geprüft und sind somit auch europäische Bauprodukte mit entsprechender CE-Kennzeichnung.

6 Mehrfachsensor- oder Mehrkriterien-Brandmelder

Schon seit einigen Jahren werden zunehmend Brandmelder entwickelt, produziert und eingesetzt, die zur Detektion eines Brandes mehre-



⑥ Mehrfachsensor- oder Mehrkriterien-Brandmelder

Diese Brandmelder verwenden zur Detektion eines Brandes mehrere Sensoren und zum Auswerten mehrere Kriterien.

⑤ Beinahe unsichtbare Rauchdetektion beispielsweise in historischen Gebäuden

Die Luftprobenentnahmen erfolgt über ein Ansaugrohrsystem in der Decke. Die Ansaugöffnungen haben einen Durchmesser von nur 3 bis 5 mm.
Quellen: Herbst, Hekatron

re Sensoren und zur Auswertung mehrere Kriterien verwenden (Bild ⑥). Ursprünglich begonnen in einer Kombination von Streulicht- und Wärmesensor werden heute in Mehrfachsensor-Brandmeldern immer mehr Sensoren für die Detektion der typischen Brandgase wie CO, HCN, NO_x eingesetzt. Zielsetzung ist dabei eine schnelle, breitbandigere Detektion von Bränden verbunden mit einer sehr hohen Resistenz gegen Fehl- und Täuschungsalarme.

Eine europäische Norm für solche Brandmelder (prEN 54-15) ist bis heute nicht über das Entwurfsstadium hinausgekommen. Eine Fertigstellung ist im Moment nicht absehbar. Eine Prüfung dieser Brandmelder erfolgt teilweise nach EN 54-7 Rauchmelder oder nach der CEA Technical Specification CEA 4021 als Mehrfachsensormelder.

Die Mehrfachsensor- bzw. Mehrkriterien-Brandmelder haben inzwischen einen erheblichen Anteil, mit weiter steigender Tendenz, auf dem deutschen Brandmeldermarkt.

7 Anwendungsrichtlinien für Rauchmelder

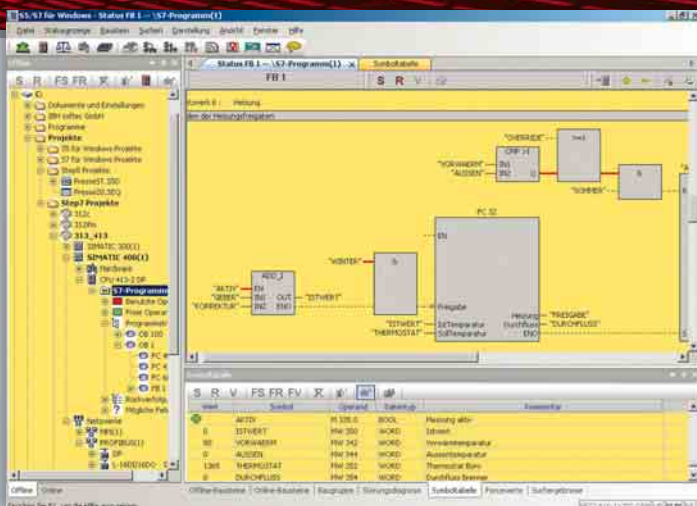
Neben den europäischen Normen für Bestandteile von Brandmeldesystemen gibt es Anwendungsrichtlinien in Form von Normen für die Planung, Projektierung, Montage, Inbetriebsetzung, den Betrieb und die Instandhaltung von Brandmeldeanlagen. Diese Normen sind bis heute überwiegen nationaler Art und differieren von Land zu Land.

In Deutschland haben wir die übergeordnete Norm für Aufbau und Betrieb von Brandmeldeanlagen in Form der DIN 14675 und DIN 14675/A1:2006. Daneben gibt es die mitgeltenden Normen DIN VDE 0833-1 und DIN VDE 0833-2. Insbesondere in der DIN VDE 0833-2 ist die Anwendung und Projektierung von Brandmeldern in Brandmeldeanlagen detailliert geregelt. Die DIN VDE 0833-2 befindet sich momentan in der Überarbeitung und wird Anfang 2009 in überarbeiteter Form als Weisdruck erscheinen.

In den neunziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurde versucht, die Anwendungsrichtlinien für Brandmeldeanlagen in einer europäischen Norm EN 54-14 „Brandmeldeanlagen; Planung, Projektierung, Montage, Inbetriebsetzung, Betrieb und Instandhaltung“ festzulegen. Dieses Projekt ist bei der europäischen Abstimmung gescheitert. Die EN 54-14 wurde dann in eine CEN TS 54-14 „Brandmeldeanlagen, Leitfaden für Planung, Projektierung, Montage, Inbetriebsetzung, Betrieb und Instandhaltung“ heruntergestuft.

Für die CEN TS 54-14 stand 2007 die turnusmäßige Überprüfung an. Dabei ist man übergekommen, die CEN TS 54-14 nicht zu modifizieren, sondern einen Neustart einer EN 54-14 in Form einer europäischen Rahmennorm durchzuführen, die national ergänzt werden kann.

IBHsoftec
Elektronische
Automatisierung
Nürnberg 26.-27. Nov. 2008
Halle 7 • Stand 7-115



S5/S7 für Windows® Version 6

- Frei konfigurierbare Bedienoberfläche
- Step®5- und Step®7-Projekte können direkt (ohne Im/Export) bearbeitet werden
- Integrierte S5- und S7-Simulation
- Baugruppenbezogener Querverweis
- Automatische Störungsdiagnose
- Archivierungs- und Wiederherstellungsfunktionen für SPS-Steuerungen
- Archivierung/Deaktivierung von Step®7-Projekten
- Rückverfolgung von Signalen (Operanden)