

## Frühalarm im Brandfall

**Bevor ein Brand richtig ausbricht, kann bereits der sich ausbreitende Rauch seine tödliche Wirkung entfalten. Davor schützen Rauchmelder, die entweder Ionen oder Streulicht nutzen.**

Mehr als 600 Menschen sterben jährlich in Deutschland bei Haus- und Wohnungsbränden. Zwei Drittel dieser Brände brechen nachts



Bevor sich ein Brand voll entfaltet, bildet sich Rauch. Rauchvergiftungen sind die häufigste Todesursache bei Haus- und Wohnungsbränden, besonders nachts. (Fotos: eon Marketing Design)

aus, wenn die Bewohner schlafen. In der Regel haben die Opfer keine Chance zu entkommen, denn die eigentliche Bedrohung sind nicht die Flammen, sondern der Rauch, der sich sekundenschnell und zunächst unbemerkt ausbreitet – schon wenige Atemzüge im Schlaf (auch der Geruchssinn schläft!) reichen für eine tödliche Rauchvergiftung aus. Brände können zwar die verschiedensten Ursachen haben, aber stets folgen sie einem festen Ablauf: Alles beginnt mit kleinem Brandherd und meist unsichtbarer Rauchentwicklung, gefolgt von der Schwelphase mit sichtbarem Rauch, die – wird sie nicht bekämpft – in offene Flammen übergeht und damit die letzte Phase einleitet: große Hitzeentwicklung. Manchmal werden die Phasen sehr schnell durchlaufen, etwa bei einer Explosion, manchmal schwelt ein Feuer aber auch tagelang vor sich hin, bevor es „richtig“ ausbricht. Doch um Leben zu retten, muss der Alarm schon in den ersten „rauchenden“ Phasen ausgelöst werden.

Die ersten Feuermelder waren trotzdem Hitzemelder, einfach deshalb, weil die zugrunde liegende Technik relativ einfach ist und sich Temperaturen auch damals schon vernünftig messen ließen. 1896 wurde aber auch ein Patent für einen Rauchmelder angemeldet. Er be-

stand aus zwei Vögeln in einem Käfig, die im Falle eines Brandes mit Rauchvergiftung von ihrer Stange in einen Trichter fallen sollten, um durch ihr Körpergewicht einen elektrischen Kontakt und damit einen Alarm auszulösen. Die Verwendung von zwei Tieren sollte Fehlalarme verhindern, falls ein Vogel aufgrund eines natürlichen Todes herunterfallen sollte. Insgesamt weist dieser Vogel-Detektor erhebliche Mängel auf – abgesehen davon, dass er ethisch bedenklich ist.

### Rettende Radioaktivität

Vierzig Jahre später entwickelte der junge Schweizer Ingenieur Walter Jäger, geschockt und motiviert durch die verheerenden Giftgaseinsätze des Ersten Weltkriegs, einen Gasdetektor, der eine radioaktive Quelle benutzte, um Ionen zu erzeugen. Diese Ionen, eingesperrt in eine Kammer zwischen zwei leitende Platten, erzeugen einen elektrischen Stromfluss zwischen den Platten, falls eine Spannung anliegt. Jägers Idee war, dass zusätzlich einströmendes Gas die Ionen bindet und damit die Leitfähigkeit des Sensors verändert. Leider funktionierte die Sache nicht richtig; kleine Gaskonzentrationen erzeugten keinen Effekt. Enttäuscht zündete sich Jäger eine Zigarette an und blies den Rauch in die Kammer – und siehe da, nun zeigte das Amperemeter einen deutlichen Stromabfall. Gaspartikel konnte das Gerät also nicht nachweisen, Rauchpartikel hingegen schon. Jäger hatte den Ionisationsrauchmelder erfunden.

Die ersten brauchbaren Ionisationsrauchmelder kamen dann in den 1950er-Jahren auf den Markt, und seitdem hat sich ihr Prinzip nicht wesentlich verändert: In zwei getrennten Kammern befindet sich jeweils ein radioaktives Präparat, das die Luft ionisiert und die Vo-

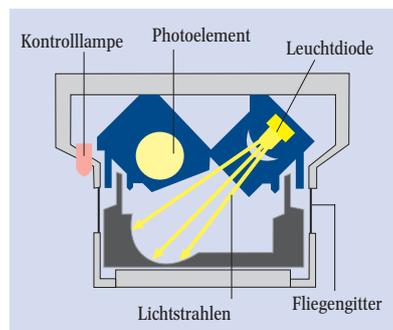
oraussetzung schafft, dass in jeder Kammer ein kleiner Ionisationsstrom fließt. Dringt nun Rauch in die Messkammer ein, nimmt der dortige Ionenstrom ab; es tritt also eine Differenz zwischen Mess- und Referenzkammer auf, die einen Alarm auslöst. Ionisationsmelder zeichnen sich durch ein breites Detektionsspektrum aus und sprechen auf die meisten Raucharten an. Als Alphastrahler wird das nicht in der Natur vorkommende radioaktive Isotop Americium-241 benutzt, das 1945 während des Manhattan-Projekts entdeckt wurde und ein Zerfallsprodukt von Plutonium 241 ist. Ein Gramm Americium reicht aus für 5000 Rauchmelder. Die Wahl fiel auf Americium-241 (Halbwertszeit 432,2 Jahre), weil es einerseits stark genug strahlt, um ein Signal zu ermöglichen, andererseits aber nicht stark genug, um allzu gefährlich zu sein. Zudem liegt es im Rauchmelder in oxidiert Form vor, die unlöslich ist.

### Gestreutes Warnlicht

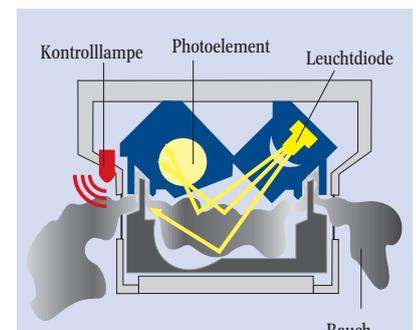
Neben den Ionisationsdetektoren wurde in den 60er-Jahren ein zweiter Typ von Rauchmeldern entwickelt, der auf einem optischen Prinzip beruht. Diese photoelektrischen Detektoren entdecken den Rauch dadurch, dass dieser einen Lichtstrahl zwischen Sender (Infrarot-LED) und Empfänger (Photodiode) streut. Sie basieren damit auf der 1859 von dem irischen Physiker John Tyndall entdeckten Lichtstreuung in trüben Medien, wie z. B. Flüssigkeiten, die Schwebeteilchen enthalten. Die Erscheinung hängt im Einzelnen von der Art und Form der Teilchen ab, welche die Streuung bewirken, sowie von deren Größe im Vergleich zur Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung.

Im Gegensatz zu Ionisationsmeldern „sehen“ die optischen aller-

Dr. Ulrich Kilian, science & more redaktionsbüro, uk@science-and-more.de



Das Funktionsprinzip eines photoelektrischen Rauchmelders ist recht einfach: Geraten Rauchpartikel ins Innere des Gehäuses, streuen diese das Licht einer



Leuchtdiode teilweise in Richtung eines Photoelements, das dann ein Warnsignal auslöst.

dings nicht das ganze Rauchspektrum. Während große dunkle Rauchteilchen, die etwa beim Verbrennen von Holz in die Umwelt gelangen, gut erkannt werden, entgehen kleine weiße Partikel, oft Folge von kleinen Brandherden bei überhitzten Kabeln, aufgrund ihrer schlechten Reflexionseigenschaften der Detektion. Wo man die Sensitivität des Melders problemlos sehr groß machen kann – etwa in der eigenen Wohnung, in der ein Fehlalarm nicht sonderlich schlimm ist, können photoelektrische Detektoren

die Empfindlichkeit für Fehlalarme. Zahlreiche Situationen sind vorstellbar, die einen Brand vortäuschen – beispielsweise, wenn ein Windstoß Ionen aus der Kammer bläst oder ein optischer Detektor eine hohe Signalverstärkung verlangt, weil er in der Nähe einer starken Radioquelle installiert ist. Zuhause ist ein Fehlalarm nicht sonderlich tragisch, dafür aber etwa in einem Computerraum, wo er vielleicht eine Sprinkler-Anlage auslöst. In solchen sensiblen Umgebungen ist man in den letzten Jahren dazu übergegangen



Eine Auswahl handelsüblicher Rauchmelder, wie man sie z. B. in jedem Baumarkt erwerben kann. Das Maßband ist auf 20 Zentimeter ausgezogen und demonstriert wie handlich die Rauchmelder mittlerweile geworden sind.

die Ionentechnik gefahrlos ersetzen. Überhaupt ist das Erkennen von Rauch nicht das, was beide Methoden unterscheidet – wenn es wirklich brennt, schlagen sowohl der Ionisations- als auch der Photodetektor Alarm. Insofern ist der „Glaubenskrieg“ um den besseren Melder aus der Zeit, als die optischen Melder begannen, ihren Ionisations-„Kollegen“ Konkurrenz zu machen, inzwischen zu den Akten gelegt. Nicht zuletzt aufgrund der heutzutage schärferen Strahlenschutz- und Entsorgungsbestimmungen hat sich das optische Verfahren zumindest im Haushaltsbereich durchgesetzt; in jedem Baumarkt werden solche Melder für einige Euro angeboten. Zudem werden in Zukunft vermehrt optische Durchlichtrauchmelder auf den Markt kommen, die darauf beruhen, dass der Lichtstrahl beim Durchgang durch den Rauch gedämpft wird. Früher erforderte das Durchlichtprinzip Messlängen von mehreren Metern, durch die zunehmende Miniaturisierung (punktförmige Lichtquellen) ist diese Beschränkung heute jedoch überwunden.

### Intelligent gegen Fehlalarm

Was die beiden Detektionsverfahren aber wirklich unterscheidet, ist

gen, Ionen- und Photodetektoren zu mischen und ihre Messwerte über einen Algorithmus zu verknüpfen, um sozusagen „das Beste aus beiden Welten“ herauszuholen. Dabei steht weniger die Idee im Vordergrund, der eine Detektor möge den Rauch melden, den der andere übersieht; vielmehr ist eine gegenseitige Überprüfung beabsichtigt, da die beiden Detektortypen auf unterschiedliche Fehlalarmauslöser ansprechen, d. h. nur wenn beide Detektoren ein Signal abgeben, brennt es tatsächlich.

Um Rauchmelder auch an solchen Orten betreiben zu können, die für Fehlalarme besonders anfällig sind – etwa Tiefgaragen oder verrauchte Kneipen –, installiert man heutzutage intelligente Warnsysteme, die ihr Umfeld berücksichtigen und z. B. ein detektiertes Signal mit charakteristischen Daten für die Umgebung vergleichen. Zusätzlich lassen sich dann noch Gas- und Hitzemelders einsetzen.

Zuhause tut's aber ein einfacher optischer Rauchmelder, den man sich ruhig zulegen sollte. Die USA können hier als Vorbild dienen. Über 90 % aller Haushalte haben dort einen preiswerten Wächter.

ULRICH KILLIAN