

Rauchmelder

Normenanforderungen, Richtlinien und Prüf- und Messtechniken

In Europa dürfen nur Rauchmelder verkauft werden, die nach der Rauchmeldernorm EN 14604 geprüft und zertifiziert sind. Zusätzlich ist ein EU-Konformitätszertifikat entsprechend der geltenden Bauprodukte-Richtlinie erforderlich. Um den Nachweis erbringen zu können, dass alle Norm-Anforderungen erfüllt werden, ist eine aufwändige Prüf- und Messtechnik erforderlich. Dieser Artikel gibt einen grundsätzlichen Einblick in die Funktionsweise von Rauchmeldern, die Norm-Anforderungen, die zu erfüllen sind, und die erforderliche Prüf- und Messtechnik.





Allgemeines

In den meisten Bundesländern gibt es bereits eine Verpflichtung zur Ausstattung von Wohnhäusern mit Rauchmeldern, während in einigen Bundesländern noch Übergangsfristen bestehen. Die Installation von Rauchmeldern ist eine gute Investition in die Sicherheit, wobei Rauchmelder in Kinderzimmern, in Schlafbereichen und Fluren zur Mindestausstattung gehören. Die optimale Sicherheit ist gegeben, wenn jeder Raum im Haus mit einem Rauchmelder ausgestattet ist und diese miteinander vernetzt sind.

Wie bereits erwähnt, dürfen nur Rauchmelder eingesetzt werden, deren Normkonformität durch eine Typprüfung bei einer unabhängigen Produktzertifizierungsstelle nachgewiesen wurde. Die bekannteste Produktzertifizierungsstelle für Rauchmelder in Deutschland ist das VdS in Köln. Für eine VdS-Anerkennung sind neben dem Nachweis, dass alle Anforderungen der Rauchmeldernorm erfüllt werden, noch zusätzliche wichtige Richtlinien und Anforderungen einzuhalten. Des Weiteren wird von der Produktzertifizierungsstelle in regelmäßigen Abständen eine werkseigene Produktionskontrolle durchgeführt.

Im Nachfolgenden betrachten wir die grundsätzlichen Funktionsprinzipien von Rauchmeldern, die Norm-Anforderungen und wie sicherzustellen ist, dass die Anforderungen bei der Produktion des Produktes eingehalten werden. Dafür ist das richtige Prüf- und Messequipment von ausschlaggebender Bedeutung. Mit einem normkonformen Rauchkanal ist man für die Mess- und Prüftechnik dann schnell bei Investitionen im sechsstelligen Bereich.

ELV/eQ-3 verfügt sowohl in der Entwicklung als auch in der Produktion jeweils über einen normkonformen EN54-Rauchkanal der Firma Lorenz. Rauchkanäle von Lorenz sind weltweit bei namhaften Herstellern und Produktzertifizierungsstellen für Rauchmelder im Einsatz.

Grundsätzliches technisches Funktionsprinzip von Rauchmeldern (Melderart)

Die Funktion von Rauchmeldern kann auf unterschiedlichen Funktionsprinzipien basieren, wobei natürlich davon auszugehen ist, dass alle Brände Kohlenmonoxid, Rauch und Hitze erzeugen. Die Konzentration und das Mengenverhältnis ist jedoch abhängig vom brennenden Stoff und auch vom Zeitpunkt, wann die einzelnen Elemente freigesetzt werden. Daher ist nicht jeder Meldertyp gleichermaßen für den Einsatz im privaten Haushalt geeignet.

Nachfolgend betrachten wir kurz die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Melderarten und deren Einsatzmöglichkeiten.

Optische Streulichtmelder (Tyndall-Effekt)

Der optische Streulichtmelder ist das am weitesten verbreitete Verfahren und die klassische Methode zur Rauchererkennung. Aufgrund der kostengünstigen Realisierbarkeit ist der Streulichtmelder die typische Technik zur Rauchererkennung im privaten Haushalt.

Optische Streulichtmelder sind für alle Brandarten geeignet, wobei aber offene Brände und Flüssigkeitsbrände mit diesem Meldertyp etwas schwieriger zu erkennen sind. Täuschungsgrößen wie Staub, Wasserdampf und Kleinstinsekten sind nicht immer zu vermeiden und können zu Fehlalarmen führen.

Optische Durchlichtmelder

Optische Durchlichtmelder haben eine sehr gute Erkennung von allen Brandarten. Dieses Funktionsprinzip ist jedoch für punktförmige Melder schwierig zu realisieren und daher mit einem hohen Aufwand und entsprechenden Kosten verbunden. Ein wesentlicher Vorteil dieses Meldertyps ist zwar die geringere Gefahr von Fehlalarmen, aber für den Einsatz im privaten Haushalt sind Melder kaum mit vertretbarem Aufwand und Kosten zu realisieren.

Thermischer Melder/Wärmemelder

Bei thermischen Meldern handelt es sich nicht um Rauchmelder, sondern um Brandmelder. Da bei diesem Meldertyp zur Detektierung ein entsprechender Temperaturanstieg erforderlich ist, muss man den Einsatz im Privatbereich eher kritisch bewerten. Brände im Privatbereich entstehen fast immer als Schwelbrand, und die werden mit diesem Meldertyp definitiv zu spät erkannt.

In Privatwohnungen sind Wärmemelder bestenfalls für Küchen oder z. B. für Räume mit starker Staubbelastung geeignet, also dort, wo reine Rauchmelder eine zu große Fehlalarmgefahr darstellen und nicht einsetzbar sind.

Infrarotmelder

Infrarotmelder eignen sich gut zur Detektierung von Bränden mit offener Flamme, aber weniger für die Erkennung von typischen Bränden im privaten Wohnungsbereich. Dieser Meldertyp ist besser im Industriebereich einsetzbar, z. B. in Bereichen mit hoher Staubkonzentration. Hinzu kommt, dass dieser Meldertyp nicht kostengünstig realisierbar ist.

Ionisationsmelder

Dieser Meldertyp arbeitet auf Basis radioaktiver Inhaltsstoffe und soll daher nur noch der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Wegen der Umweltproblematik sind Ionisationsmelder im Wohnungsbereich in Europa nicht mehr zugelassen. Hinzu kommt, dass mit dieser Technik Schwelbrände nur schwer zu erkennen sind und leicht eine Reaktion auf Aerosole wie Klebstoffausdünstungen, Spiritus usw. erfolgt (Fehlalarmgefahr).

CO-Detektoren

Das eindeutige Erkennungszeichen für einen Brand ist die Entstehung von Kohlenmonoxid. Daher lassen sich mit CO-Detektoren Entstehungsbrände gut und sicher detektieren. Ein weiterer Vorteil dieses Meldertyps ist, dass keine Fehlalarme durch Wasserdampf, Staub oder Zigarettenrauch entstehen.

Aber auch dieser Meldertyp hat in der Praxis Nachteile, die keineswegs vernachlässigbar sind. CO-Sensoren reagieren nicht nur auf Kohlenmonoxid, sondern es besteht immer eine Querempfindlichkeit auf andere Gase und Aerosole in der Raumluft. Dadurch kann es dann doch wieder leicht zu Fehlalarmen kommen.

Hinzu kommt, dass die technische Realisierung nicht unproblematisch ist. Zur Detektierung des Kohlenmonoxid-Gehalts in der Raumluft können entweder Halbleitersensoren oder elektrochemische Sensoren eingesetzt werden. Während Halbleiter-Sensoren geheizt werden müssen und dadurch keine akzeptable Batteriebensdauer ermöglichen, haben elektrochemische Sensoren nur eine begrenzte Lebensdauer.

Hinzu kommt, dass auf CO-Sensoren basierende Melder im Vergleich zu anderen Techniken recht teuer sind.

Mehrkriterienmelder

Mehrkriterienmelder bestehen zur Erhöhung der Sicherheit meistens aus der Kombination unterschiedlicher Meldertechniken wie z. B. dem Einsatz optischer und thermischer Elemente.

Mehrkriterienmelder müssen aber nicht zwangsläufig unterschiedliche Sensoren zur Erfassung haben, sondern können auch auf Basis intelligenter Software-Algorithmen zur Erkennung eines typischen Brandverlaufs realisiert sein. Durch einen Brandkenngrößen-Mustervergleich und Auswertung des Anstiegs der Rauchkonzentration lassen sich einige Täuschungsgrößen gut ausklammern. Eine plötzliche Rauchkonzentration von kurzer Dauer ist z. B. keine Brandkenngröße, sondern deutet eher auf einen Fehlalarm hin. Durch mehrfaches Nachmessen im verkürzten Abstand kann dann eine Verifizierung erfolgen.

Fazit

Wenn man alle Vor- und Nachteile der verschiedenen Meldertypen, inkl. der Kostenaspekte, miteinander abwägt, kommt man im Endeffekt zu der Erkenntnis, dass der optische Streulichtmelder bzw. der Mehrkriterienmelder auf Basis des optischen Streulichtprinzips die am besten geeignete Meldertechnik für den Einsatz im Wohnbereich ist.

ELV-Rauchmelder arbeiten nach diesem Funktionsprinzip.

Hinweise zur Installation von Rauchmeldern

Da nur Rauchwarnmelder mit einer sehr hohen Empfindlichkeit rechtzeitig vor den gefährlichen Rauchgasen warnen können, sind wichtige Funktions- und Installationshinweise zu beachten. Rauchwarnmelder reagieren bereits auf Partikelkonzentrationen in der Raumluft, die mit dem Auge kaum wahrzunehmen sind.

Da je nach Brandart und brennendem Material die Beschaffenheit der Rauchgaspartikel sehr unterschiedlich sein kann, ist bei optischen Streulichtmeldern grundsätzlich keine Unterscheidung zwischen Rauchpartikeln und anderen Schwebepartikeln in der Raumluft möglich. Brandrauch ist ein Gemisch aus Partikeln und Dämpfen aus vollständigen und unvollständigen Verbrennungen.

Störende Umwelteinflüsse können grundsätzlich Fehlalarme verursachen, wobei die Ursache nicht sofort offensichtlich sein muss. Eine erhöhte Gefahr von Fehlalarmen besteht immer, wenn optische Rauchmelder in folgenden Räumen und Orten installiert werden:

Küche/Bad:

Dämpfe jeglicher Art

Räume mit offenen Kaminen:

Staub und Rauchpartikel

Räume mit erhöhter Staubentwicklung:

Aufgewirbelte Staubpartikel, z. B. in Werkstätten

Räume mit starken Temperaturschwankungen:

Temperaturschwankungen können zur Kondensation der Luftfeuchtigkeit in der Rauchkammer führen

In Fensternähe:

Aufgewirbelte Staubpartikel und Temperaturschwankungen

In der Nähe von Ventilatoren oder wo Luft stark in Bewegung ist:

Aufgewirbelte Staubpartikel

In unmittelbarer Nähe von Halogenlampen, Trafos, Leuchtstoff- und Energiesparlampen:

Elektromagnetische Beeinflussungen sind möglich

In den allermeisten Fällen sind Fehlalarme nicht auf Rauchmelder selbst, sondern auf Beeinflussungen von außen zurückzuführen. Eine sorgfältige Auswahl der Montageposition im Raum hat einen erheblichen Einfluss auf die Fehlalarmesicherheit. Rauchmelder sollten grundsätzlich nach 10 Jahren Betriebszeit komplett ausgetauscht werden.

Norm-Anforderungen an Rauchmelder

Rauchmelder unterliegen in Europa strengen Norm-Anforderungen.

Die grundsätzlichen Anforderungen, Prüfverfahren und Leistungskriterien für Rauchmelder sind in der europäischen Produktnorm DIN EN 14604 geregelt. Nur Melder, die diese Anforderungen erfüllen, dürfen in Europa in den Verkehr gebracht werden.

Die nachfolgende Zusammenfassung zeigt die wichtigsten Anforderungen, die in dieser Produktnorm enthalten sind:

- **Wiederholbarkeit** (innerhalb der von der Norm vorgegebenen Schwankungsbreite)
Die Reproduzierbarkeit der Ansprechschwelle muss nachgewiesen werden.
- **Richtungsabhängigkeit** (innerhalb der von der Norm vorgegebenen Schwankungsbreite)
Rauchmelder müssen aus allen Anströmrichtungen nahezu die gleiche Ansprechempfindlichkeit aufweisen.
- **Ausgangsansprechempfindlichkeit** (innerhalb der von der Norm vorgegebenen Schwankungsbreite)
Um rechtzeitig vor den gefährlichen Rauchgasen warnen zu können, muss eine hohe Ansprechempfindlichkeit nachgewiesen werden.
- **Brandansprechempfindlichkeit** (4 Testfeuer: Pyrolyseschmelbrand, Glimmschmelbrand, offener Kunststoffbrand, offener Flüssigkeitsbrand)

Weitere Anforderungen und Prüfpunkte:

- **Luftbewegung**
- **Blendung**
- **Trockene Wärme**
- **Kälte** (in Betrieb)
- **Feuchte Wärme** (in Betrieb)
- **Schwefeldioxid (SO₂)-Korrosion**
- **Schlag**
- **Schwingen** (in Betrieb)
- **Schwingen** (Dauerprüfung)
- **Elektromagnetische Verträglichkeit, Störfestigkeit** (in Betrieb)
- **Batteriestörungsmeldung**
- **Schallemission**
- **Dauerhaftigkeit des Signalgebers**
- **Schutz gegen Eindringen von Fremdkörpern**
- **Vernetzungsfähige Rauchmelder** (Alarmweiterleitung)
- **Alarmstummschalteinrichtung**
- **Schwankungen der Versorgungsspannung**
- **Polaritätsumkehr**
- **Elektrische Sicherheit entsprechend der Bau-Produkttrichtlinie**

Zusatzanforderungen für Funk-Rauchmelder

Für eine VdS-Anerkennung müssen Funk-Rauchmelder zusätzlich die VdS-Richtlinie VdS 3515 erfüllen. Diese Richtlinie regelt die Anforderungen bezüglich der Funkübertragungstechnik und die Prüfmethode für Funk-Rauchmelder. Bezüglich der nachfolgenden Prüfpunkte sind Nachweise zu erbringen und entsprechende Anforderungen zu erfüllen:

- **Frequenzbänder**
- **Übertragungskanäle**
- **Spezifikation der Frequenzbänder und Übertragungskanäle**
- **Störung der Funkvernetzung**
- **Übertragungszeit**
- **Codierung**
- **Weiterleitung von Störungs- und Statusmeldungen** (Alarm-Weiterleitung muss innerhalb von 30 s erfolgen)

Zusatzanforderungen für das Q-Label

Für besonders hochwertige Rauchmelder gibt es ab September 2011 das Q-Label als neues unabhängiges Qualitätskennzeichen. Neben den bestehenden Anforderungen müssen diese Geräte strenge Zusatzanforderungen erfüllen:

- **Fest eingebaute Lithium-Batterie mit 10 Jahren Lebensdauer** (sinnvoll, da Rauchmelder nach 10 Jahren Betriebszeit ausgetauscht werden sollten)
- **Erhöhte Fertigungsstandards**
- **Erhöhter Korrosionsschutz**
- **Erhöhte Festigkeit gegen mechanische Einwirkungen**
- **Erweiterter Schutz gegen Eindringen von Fremdkörpern**
- **Erhöhte elektromagnetische Verträglichkeit**
- **Höhere Temperaturwechseltests bei extremen Temperaturschwankungen**

Prüf- und Messtechnik für Rauchmelder

Die wichtigste Eigenschaft von Rauchwarnmeldern ist das reproduzierbare und nachvollziehbare Ansprechverhalten auf Rauchpartikel in der Raumluft und somit die Einhaltung des normativ vorgegebenen Ansprechschwellenwertes unter definierten Umgebungsbedingungen. Nur mit einer entsprechenden Messtechnik lässt sich das Ansprechverhalten während der Entwicklung prüfen und in der Produktion eine gleichbleibende Qualität sicherstellen.

Zur Ermittlung des Ansprechverhaltens auf Rauchpartikel werden Rauchmelder-Prüfkanäle eingesetzt, wobei ein Aerosolgenerator Partikel definierter Größe in den Prüfkanal einleitet. Eine aufwändige Messeinrichtung und Regelung sorgt dann für einen homogenen Partikelanstieg im Rauchkanal über eine vorgegebene Zeit.

Bild 1 zeigt den ca. 5 Meter breiten ELV-/eQ-3-Rauchmelder-Prüfkanal in der Entwicklung. Ein baugleiches Gerät wird im Produktionswerk in China eingesetzt, um eine gleichbleibende Fertigungsqualität sicherzustellen.



Bild 1: Rauchmelder-Prüfkanal nach EN 54

Während der Typprüfung und Zulassung durch das VdS (unabhängige Produktzertifizierungsstelle) erfolgen Messungen im Rauchmelder-Prüfkanal des gleichen Herstellers.

Da die ELV-/eQ-3-Rauchmelder-Prüfkanäle in der Entwicklung und in der Produktion dem Messequipment der Produktzertifizierungsstelle entsprechen, sind auch die gleichen Parameter bezüglich der Partikelgröße und der Rampe für den Konzentrationsanstieg eingestellt. Damit existieren bei ELV/eQ-3 die gleichen Prüfbedingungen wie bei der Produkt-Zertifizierungsstelle.

Betrachten wir nun das grundsätzliche Funktionsprinzip des Prüfkanals mit dem zugehörigen Messequipment.

Der Prozessrechner im Aerosolgenerator (Bild 2) prüft mit Hilfe eines Extinktionsmessgerätes (optisches Durchlicht-Messgerät) vor jeder Messung die Aerosolkonzentration im Rauchmelder-Prüfkanal und führt den Konzentrationsanstieg automatisch nach.

Die jeweils aktuell gemessenen Partikel-Konzentrationswerte werden kontinuierlich im Display des Prozessrechners angezeigt (Bild 3). Dadurch ist es möglich, die Ansprechschwelle des Melders genau zu ermitteln.

Des Weiteren werden die Luftbewegung im Prüfkanal (bei den meisten Prüfungen laut Norm 0,2 m/s), die eingestellte Steigung (in unserem Fall 0,07 dB pro Minute) und die Kanaltemperatur im Display des Prozessrechners angezeigt.

Zur Messung der Luftbewegung im Prüfkanal ist ein Hitzdraht-Anemometer vorhanden, dessen Sensor mittig im Prüfkanal positioniert ist. Bild 4 zeigt den Hitzdraht-Anemometer und den Sensor zur Erfassung der Temperatur im Prüfkanal.

In Bild 5 ist eine mit dem Extinktionsmessgerät in Bild 6 erfasste Konzentrationsrampe dargestellt. Erreicht die Konzentrationsrampe ihren Endwert, schaltet der Prozessrechner (je nach Konfiguration) auf Reinigung des Kanals mit Frischluft oder die Partikelkonzentration wird bis zum Abbruch konstant gehalten.



Bild 2: Aerosolgenerator mit Prozessrechner



Bild 3: Bedienelemente und Display des Prozessrechners



Bild 4: Sensoren zur Erfassung der Temperatur und der Luftbewegung

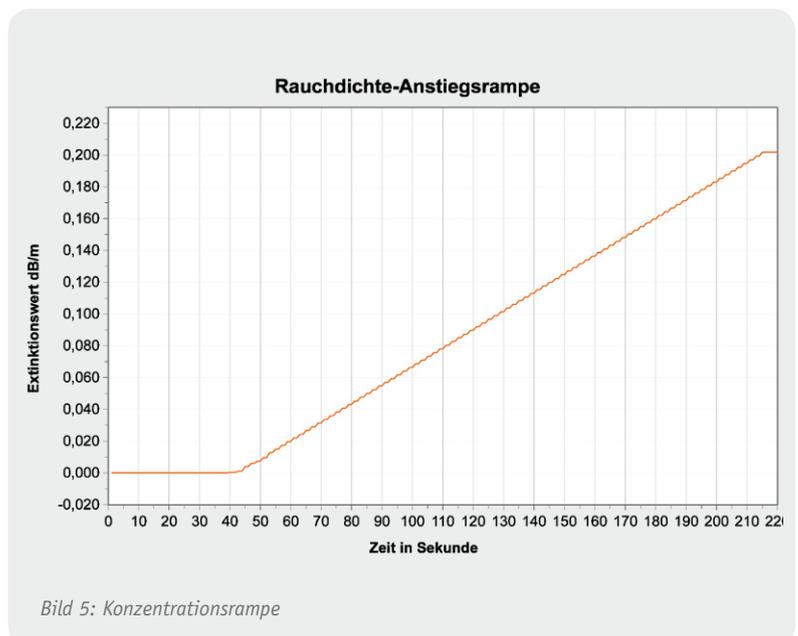


Bild 5: Konzentrationsrampe

Wie in Bild 7 und 8 zu sehen, wird der Prüfling an einem drehbaren Montageteller befestigt und dann im Prüfkanal positioniert.

Messungen im Prüfkanal erfolgen üblicherweise nach der Rauchmeldernorm DIN EN 14604. Auf die wichtigsten Rauchkanal-Messungen während einer Zertifizierung wollen wir nachfolgend kurz eingehen.

Zuerst wird die Wiederholbarkeit des Ansprechschwellenwertes mit einem beliebigen von insgesamt 20 Prüflingen bei definierter (unveränderter) Ausrichtung im Rauchkanal ermittelt. Dadurch kann nachgewiesen werden, dass die Ansprechempfindlichkeit auch nach mehreren Alarmzuständen stabil bleibt.

Im nächsten Prüfschritt erfolgt die Ermittlung der Richtungsabhängigkeit des Prüflings. Dazu muss der Ansprechschwellenwert des Prüflings achtmal gemessen werden, wobei der Prüfling zwischen den Messungen jeweils um 45° um seine senkrechte Achse gedreht wird. Das Verhältnis vom höchsten zum niedrigsten Ansprechschwellenwert darf den Faktor 1,6 nicht überschreiten. Auf den ersten Blick ein recht großes Verhältnis, in der Praxis aufgrund der geringen Luftbewegung aber recht kritisch.

Nach der Richtungsabhängigkeit ist die Ausgangsansprechempfindlichkeit bei allen 20 Prüflingen einer Prüfserie bei der Ausrichtung mit dem höchsten Ansprechschwellenwert (geringste Empfindlichkeit) zu ermitteln. Auch bei diesen Prüfungen dürfen fest vorgegebene Verhältnisse nicht überschritten werden.



Bild 6: Extinktionsmessgerät zur Erfassung der Aerosolkonzentration



Bild 7: Montage des Prüflings am Drehteller

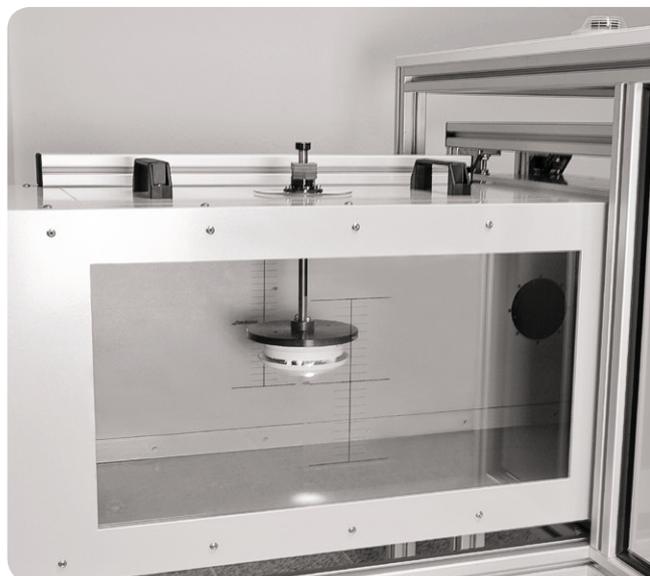


Bild 8: Rauchmelder im Prüfkanal

Um die Normkonformität des Prüflings nachzuweisen, zählen die Messungen im Prüfkanal zu den wichtigsten.

Neben den entwicklungsbegleitenden Messungen und den Messungen zur Zertifizierung sind für eine gleichbleibende Qualität unbedingt auch produktionsbegleitende Messungen im Rauchkanal erforderlich. Um diese Messungen durchzuführen, verfügt ELV/eQ-3 zusätzlich über einen Rauchmelder-Prüfkanal im Produktionswerk in China.

ELV/eQ-3 betreibt viel Aufwand, um zuverlässig eine gleichbleibende Qualität der Rauchmelder sicherzustellen und um alle Norm-Anforderungen und Richtlinien einzuhalten.

Leider nicht selbstverständlich, denn Billigprodukte aus Fernost werden oft unter abenteuerlichen Prüfmethode produziert. Bild 9 zeigt, wie vor wenigen Jahren der Endtest bei einem chinesischen Billig-Hersteller, der Rauchmelder im untersten Preissegment in großen Stückzahlen produziert und weltweit vermarktet, durchgeführt wurden. **ELV**



Bild 9: Test von Rauchmelder-Platinen in einer chinesischen Fabrik für Billigprodukte