

ELV-Rauchmelder RM 400



Viele Wohnungsbrände wären vermeidbar, wenn die auslösenden Klein- und Schwelbrände rechtzeitig erkannt und angezeigt würden. Der RM 400 ist ein optischer Trübungs-Rauchmelder und arbeitet mit einer 9V-Blockbatterie über 1 Jahr im Dauerbetrieb.

Allgemeines

Wohnungsbrände, auch ohne Personenschaden, haben für die Betroffenen häufig außerordentlich gravierende Folgen, da sehr viele persönliche Sachen, zum Teil mit ideellem Wert, später nicht ersetzbar sind.

Bekanntlich beginnt jeder noch so große Brand im allgemeinen durch einen Klein- oder Schwelbrand, der in der Regel (besonders bei geringer Sauerstoffzufuhr) mit einer starken Rauchentwicklung verbunden ist. Ausgesprochen gefährlich wird es, wenn dann zusätzlich noch das tödliche Kohlenmonoxyd entsteht.

In den meisten Fällen könnten große Brände mit den entsprechenden Folgen vermieden werden, wenn eine Rauchentwicklung frühzeitig und zuverlässig erkannt und angezeigt würde.

Zur Brandfrüherkennung sind im Indu-

striebereich, in Kaufhäusern und großen öffentlichen Gebäuden meistens Rauchmelder in Verbindung mit Sprinkleranlagen gesetzlich oder vom Feuerversicherer vorgeschrieben.

In privaten und kleingewerblichen Bereichen hingegen sind diese Wächter aus verschiedenen Gründen noch relativ selten anzutreffen. Hohe Anschaffungspreise, umfangreiche Installationsarbeiten und der Einsatz von nuklearen Materialien waren bisher die Argumente gegen Rauchmelder im Privatbereich.

Ionisations-Rauchmelder

Früher wurden fast ausschließlich Ionisations-Rauchmelder, die auf einer Leitwertmessung in ionisierter Luft basieren, eingesetzt. Hierzu wird eine definierte Meßstrecke einer schwachen radioaktiven Strahlung ausgesetzt. Der radioaktive Strahler

befindet sich in einer Meßkammer, die von der umgebenden Luft und somit auch von eventuell auftretenden Rauchgasen durchströmt werden kann. Rauchteilchen lagern sich an die ionisierten Gasmoleküle in der Meßkammer an und beeinflussen den Ladungstransport und somit den Durchgangswiderstand der Meßstrecke. Sobald sich der Stromfluß der Ionisationsmeßstrecke ändert, wird Alarm ausgelöst.

Auch wenn von der radioaktiven Strahlungsquelle Alphastrahlung mit einer Reichweite von nur einigen Zentimetern emittiert wird, sind diese Rauchmeldertypen keinesfalls unproblematisch.

Defekte oder alte Rauchmelder müssen als atomarer Sondermüll entsorgt und endgelagert werden. Hinzu kommt noch die extreme Giftigkeit des als Strahler meistens verwendeten Americium 241. Nach einem Brand ist die Entsorgung der Überreste dieses Rauchmeldertyps mit extrem hohem Aufwand und Risiko verbunden. Im Privatbereich haben, schon allein um Mißbrauch zu verhindern, Ionisationsmelder nichts zu suchen.

Neben dem gesundheitlichen Risiko sind I-Melder auch von der Funktion her nicht optimal. Gerade die bei einem Kabelschwelbrand auftretende Emission von PVC-Abbauprodukten wird überhaupt nicht oder nur verzögert detektiert. Des weiteren reagieren Ionisationsmelder recht störfähig und lösen deshalb leicht Fehlalarm aus.

Optoelektronische Trübungs-Rauchmelder

Moderne und zeitgemäße Rauchmelder arbeiten auf optoelektronischer Basis. Dieser Rauchmeldertyp ist ökologisch völlig unproblematisch, arbeitet sehr zuverlässig und kann nahezu in jedem Innenraum problemlos installiert werden. Gemessen wird bei diesem Meldertyp die durch Rauch hervorgerufene optische Lufttrübung, unabhängig vom emittierten Stoff.

Zentrales Bauelement eines optoelektronischen Melders ist eine vom Tageslicht gut abgeschirmte Meßkammer, die trotzdem von auftretenden Rauchgasen stets durchströmt werden kann. Für die einwandfreie Funktion ist eine recht komplizierte mechanische Konstruktion erforderlich.

Das Licht einer periodisch aufblitzenden Infrarot-Sendediode wird mit Hilfe einer Sammellinse parallel gebündelt in eine Meßkammer gestrahlt. Eine mit einer Sammellinse versehene Infrarot-Empfangsdiode ist im 120°-Winkel zur Sendediode angeordnet. Die Meßkammer ist nun so konstruiert, daß die von der Sendediode emittierten Lichtimpulse nicht zur Empfangsdiode gelangen. Das gesamte IR-Licht

des Senders wird quasi von der Meßkammer „geschluckt“.

Tritt durch eine Reihe von Öffnungen Rauch in die Meßkammer ein, so werden Teile des Lichtes aus ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt (gestreut). Dieses Streulicht gelangt dann auf die IR-Empfangsdiode. Die Ansprechschwelle, d. h. wieviel Streulicht zur Alarmauslösung erforderlich ist, kann bei den meisten optoelektronischen Rauchmeldern eingestellt werden.

Der Rauchmelder RM 400

Der ELV-Rauchmelder RM 400 ist mit allen nur wünschenswerten Features ausgestattet, arbeitet nach dem optoelektronischen Trübungsprinzip (gesundheitlich völlig unbedenklich), ist besonders preiswert und erfordert einen ausgesprochen geringen Installationsaufwand, da über 1 Jahr Wächterfunktion mit einer handelsüblichen 9V-Blockbatterie (Alkali-Mangan) sichergestellt ist.

Der konstruktive Aufbau der Meßkammer sowie die Anordnung der Sende- und Empfangsdiode des RM 400 sind in Abbildung 1 zu sehen. Besonders deutlich ist auch zu erkennen, daß das abgestrahlte IR-Licht von den Wänden der Kammer nicht zur Empfangsdiode reflektiert wird. Erst eintretende Rauchpartikel können eine Lichtreflexion zur Empfangsdiode verursachen.

Weitere interessante Features des RM 400 sind ein integrierter 85dB-Piezo-Alarmgeber (in 3 m Abstand), ein potentialfreier, mit 5 A belastbarer Relaisausgang (1xum, 28 V DC, 120 V AC), eine Signal-LED sowie eine Batterie-Ausfallwarnung, die bis zu einer Woche lang eine schwächer werdende Batterie bei voll weiterbestehender Alarmbereitschaft akustisch signalisiert.

Sämtliche Funktionen des RM 400 werden über einen integrierten Single-Chip

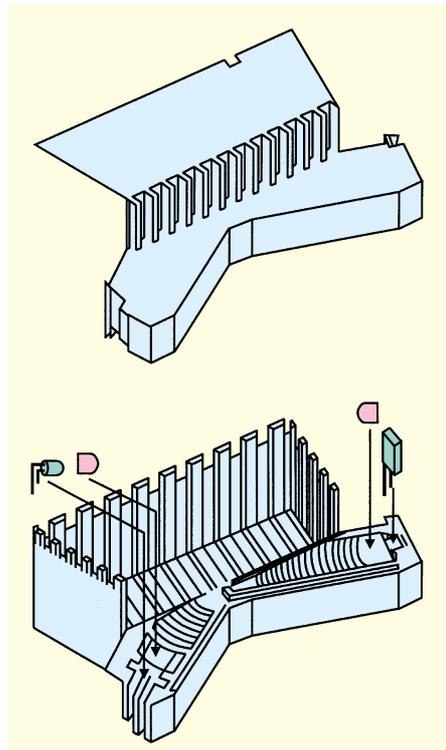


Bild 1 zeigt den konstruktiven Aufbau der Meßkammer sowie die Anordnung der Sende- und Empfangsdiode des RM 400

gesteuert. Die Ansprechträgheit ist in einem weiten Bereich einstellbar. Die Fertigergeräte des RM 400 sind werksseitig so eingestellt, daß bei sachgerechter Montage eine zuverlässige Auslösung bei einem Schmelbrand im Erfassungsbereich sichergestellt ist, andererseits aber Zigarettenrauch nicht zu einem Fehlalarm führt (von Extremfällen einmal abgesehen).

Mit dem RM 400 können, eine zentrale Montage vorausgesetzt (möglichst in Raummitte an der Decke), normal hohe Wohnräume (2,5 bis 3 m) bis zu einer Grundfläche von 30 m² zuverlässig überwacht werden. Bei größeren bzw. langge-

streckten Räumen empfiehlt sich der Einsatz mehrerer Rauchmelder.

Besonders hervorzuheben ist die einfache Montagemöglichkeit des Sensors, da keine externe Spannungsversorgung benötigt wird, und der akustische Alarmgeber bereits eingebaut ist.

Die Wartung des Melders beschränkt sich lediglich auf das Auswechseln der 9V-Blockbatterie (ca. einmal im Jahr), die ohne Werkzeug zu entnehmen ist.

Über den potentialfreien Relaiskontakt kann der RM 400 auch leicht an eine bestehende Alarmzentrale oder an ein automatisches Telefonwählgerät angeschlossen werden. Eine weitere Besonderheit ist die Störfestigkeit des RM 400, wobei Burst-Impulse bis 4 kV auf die Ausgangs-Steuerleitungen weder einen Fehlalarm verursachen noch die Funktion des Gerätes beeinflussen.

Schaltung

In Abbildung 2 ist die mit relativ geringem Aufwand realisierte Schaltung des optoelektronischen Rauchmelders RM 400 zu sehen. Das „Herzstück“ der Schaltung ist der integrierte Steuerchip SD 2 (IC 1), der sämtliche Steueraufgaben der Schaltung übernimmt. Die mit D 3 und D 4 aufgebaute Meßstrecke befindet sich in einer Meßkammer, die so konstruiert ist, daß kein direktes IR-Licht von der Infrarot-Diode D 3 auf die Empfängerdiode D 4 fallen kann.

Gesteuert von IC 1 (Pin 15) wird die Infrarot-Sendediode über den Transistor T 1 im 10-Sekunden-Rhythmus für ca. 100 µs durchgeschaltet, wobei der Strom dann aus C 1 über D 3, T 1 und den Strombegrenzungswiderstand R 4 nach Masse abfließt. Über R 3 lädt sich der Elko C 1 in der relativ langen „Sendepause“ wieder auf.

Diese intermittierende Betriebsart der Sendediode trägt wesentlich zur Ver-

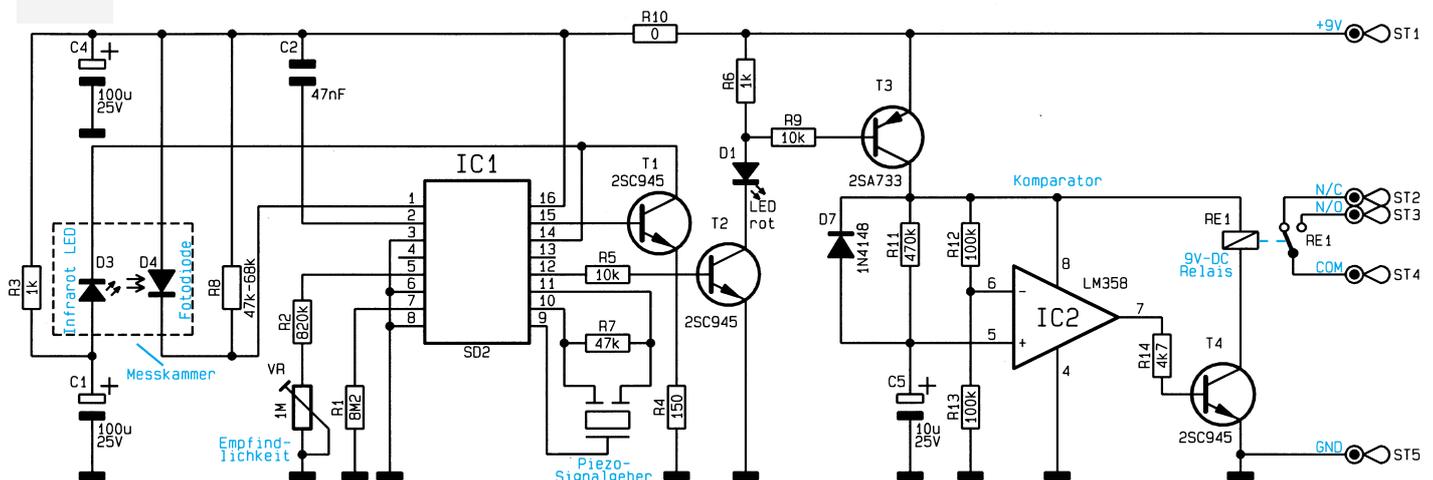


Bild 2: Schaltbild des ELV-Rauchmelders RM 400

brauchsreduzierung bei, und das Zwischenspeichern der Energie in C 1 bietet den Vorteil, daß selbst bei schwacher Batterie keine impulsartigen Einbrüche in der Versorgungsspannung entstehen, d. h. der hohe Dioden-Impulsstrom belastet die Versorgungsspannung der Schaltung kaum.

Die Fotodiode D 4 wird synchron zum Infrarot-Lichtblitz abgefragt. Befinden sich Rauchgase in der Meßkammer, so werden Teile des Infrarot-Lichtblitzes in Richtung D 4 gestreut. Die daraufhin von der Fotodiode mit Belastungswiderstand R 8 proportionale zum empfangenen Streulicht abgegebene Spannung wird Pin 1 des IC 1 zugeführt.

Sobald die abgegebene Fotospannung über der mit VR eingestellten Empfindlichkeitsschwelle liegt, wird Alarm ausgelöst.

Die über den Treibertransistor T 2 angesteuerte Leuchtdiode D 1 leuchtet bei jedem Infrarot-Blitz kurz auf und leuchtet ständig bei ausgelöstem Alarm. Der Alarm bleibt bestehen, solange D 4 Streulicht detektiert.

Gleichzeitig wird bei Alarmauslösung die Ansteuerfrequenz der Infrarot-Sendediode D 3 auf 3 Impulse in der Sekunde erhöht. Sofort nach Alarmauslösung wird der lautstarke Piezo-Signalgeber über Pin 9 bis Pin 11 des IC 1 mit einer intern generierten 2,8kHz-Rechteckspannung von ca. 20 V_{SS} beaufschlagt, worauf dieser einen extrem lauten Signalton abgibt.

Die mit IC 2 aufgebaute Komparator-schaltung sowie das Relais RE 1 erhalten die Betriebsspannung über den Transistor T 3, der bei Alarm durchgesteuert wird.

Über den Spannungsteiler R 12, R 13 liegt der invertierende Eingang des Operationsverstärkers IC 2 auf der halben Betriebsspannung. Der am nicht-invertierenden Eingang des OPs angeschlossene Kondensator C 5 lädt sich über R 11 langsam auf, bis nach ca. 3,5 Sek. die an Pin 6 anliegende halbe Betriebsspannung überschritten wird. Daraufhin wechselt der Ausgang des Komparators von „low“ nach „high“ und steuert über R 14 den Relais-treiber T 4 durch.

Das verzögerte Ansprechen des Relais hat ganz einfach den Sinn, Fehlalarme, die kürzer als 3,5 Sek. sind, nach außen z. B. zu einer Alarmanlage auszuschließen. Kurzzeitige Fehlalarme können z. B. durch einen Raucher ausgelöst werden, der dann durch das unverzögerte Ansprechen des Piezo-Signalgebers auf die Gefahr der Alarmauslösung hingewiesen wird.

Eine in IC 1 integrierte Batteriezustandsüberwachung gibt bei einer Betriebsspan-

nung <7,7 V im 10-Sekunden-Rhythmus (zeitgleich mit jedem Infrarot-Lichtblitz) einen kurzen Signalton ab. Auch bei schwächer werdender Batterie bleibt die volle Alarmbereitschaft noch über eine Woche lang erhalten.

Nachbau

Der Aufbau dieses hochwertigen Industrieproduktes ist unkompliziert und in kurzer Zeit zu bewerkstelligen.

Beim Nachbau halten wir uns genau an die Stückliste und den Bestückungsplan. Als weitere Orientierungshilfe dient der Bestückungsaufdruck auf der Leiterplatte. Bei der Bestückung der Bauelemente ist zu beachten, daß die mit D 5, D 6, D 8, C 3, C 6 und R 15 bezeichneten Bauteilpositionen frei bleiben.

Wir beginnen die Bestückungsarbeiten

Das rechtzeitige Erkennen von Klein- und Schwelbränden kann wirksam zur Schadensreduzierung beitragen

mit dem Einlöten der beiden Drahtbrücken J 1 und J 2 sowie einer Drahtbrücke in der Position des Widerstandes R 10. Danach ist die Diode D 7 mit richtiger Polarität in liegender Position einzulöten. Als dann werden die bereits vorkonfektionierten Widerstände in stehender Position bestückt. Die einzige Ausnahme bei den Widerständen bildet R 8. Hier ist zunächst ein 56kΩ-Widerstand mit 1 bis 2 mm Abstand zur Platinenoberfläche in liegender Position einzulöten.

Nach dem Verlöten der Widerstände erfolgt die Bestückung der Transistoren, deren Anschlußbeinchen vor dem Anlöten so tief wie möglich durch die zugehörigen Bohrungen der Platine zu führen sind.

Nach den Transistoren sind die 3 Elektrolytkondensatoren C 1, C 4 und C 5 die nächsten einzusetzenden Bauteile. Bei den Elkos handelt es sich um gepolte Bauelemente, deren Einbaulage unbedingt zu beachten ist.

Als nächstes werden die integrierten Schaltkreise eingelötet, wobei unbedingt die korrekte Einbaulage zu berücksichtigen ist. Entweder sind die ICs durch eine Gehäusekerbe gekennzeichnet, die genau mit dem Symbol im Bestückungsdruck in Übereinstimmung zu bringen ist, oder Pin 1 weist eine Punktmarkierung auf.

Danach sind der mit VR bezeichnete Einstelltrimmer und das Relais unter Zugabe von ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Die Anschlußbeinchen des Kondensators C 2 sind ca. 3 mm hinter dem Gehäuseaustritt abzuwinkeln. Danach wird der

Kondensator so eingelötet, daß der Körper des Bauteils auf dem Gehäuse des IC 1 aufliegt.

Nach sorgfältiger Kontrolle hinsichtlich eventueller Bestückungsfehler erfolgt nun das Bestücken des lautstarken Piezo-Signalgebers entsprechend den im Bestückungsdruck mit F, G und M markierten Anschlußpunkten. Vor dem Festlöten sind die Anschlußpins so weit durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen, daß das Gehäuse die stehenden Widerstände gerade noch nicht berührt.

Die rote Ader des 9V-Batterieclips wird durch die Bohrung unter der Bezeichnung 9 V und die schwarze Ader durch die Bohrung oberhalb GND geführt. Nach dem Verlöten der Batterieanschlußleitungen werden sämtliche überstehenden Drahtenden so kurz wie möglich abgeschnitten.

Wenden wir uns nun der Meßkammer mit der Infrarotsende- und Empfangsdiode zu. Die untere Hälfte der Meßkammer wird an der

Lötseite so auf die Platine gesetzt, daß die Rastnasen in die dafür vorgesehenen Aussparungen der Platine einrasten.

Danach sind die Anschlußbeinchen der Sendediode D 3, deren Anode durch ein längeres Anschlußbeinchen gekennzeichnet ist, durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen. Vor dem Anlöten ist die Sendediode in die vorgesehene Position der Meßkammer zu drücken.

Der Anodenanschluß der schwarzen Infrarot-Empfangsdiode weist ebenfalls ein längeres Anschlußbeinchen auf. Die Anschlußbeinchen sind durch die zugehörigen Bohrungen der Platine zu führen, an der Bestückungsseite abzuwinkeln und an die Anschlußbeinchen des Widerstandes R 8 anzulöten.

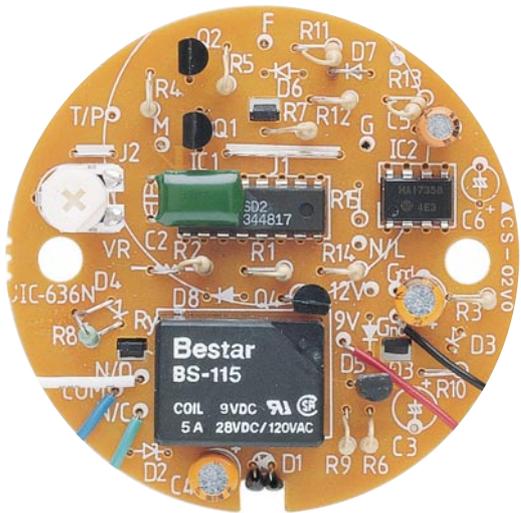
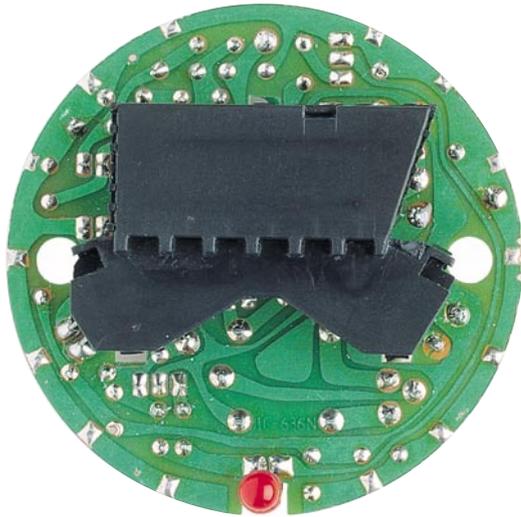
Danach werden die beiden Linsen eingesetzt und das Oberteil der Meßkammer bis zum sicheren Einrasten der Schnappverschlüsse montiert.

An die Platinenanschlußpunkte der Relaiskontakte sind einadrig isolierte Leitungen mit 14 cm Länge anzulöten.

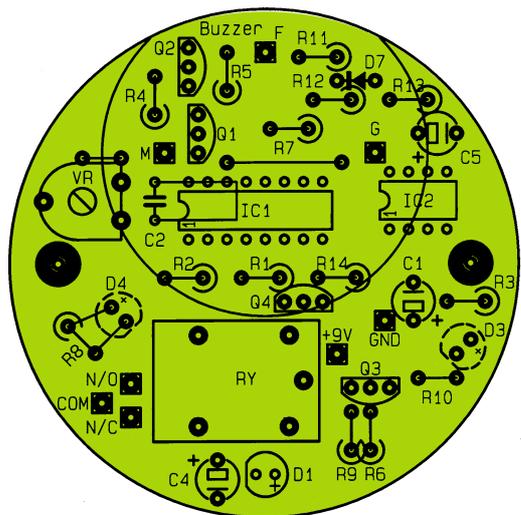
Die Kontroll-LED D 1 ist das letzte zu bestückende Bauelement. Hier sind zunächst die beiden Anschlußbeinchen mit 22mm-Isolierschlauch zu überziehen. Danach werden die Anschlußbeinchen um 180° durch die Aussparung der Platine gebogen und die LED in die endgültige Position gebracht.

Funktionstest

Der Funktionstest des Rauchmelders RM 400 ist ausgesprochen einfach mög-



Fertig aufgebaute Leiterplatte des RM 400 von der Löt- und Bestückungsseite ohne Piezo-Signalleger



Bestückungsplan des ELV-Rauchmelders RM 400

lich. Zunächst sind der Trimmer VR in Mittelstellung zu bringen und die 9V-Blockbatterie provisorisch anzuschließen. Nun wird mit Hilfe einer Zigarette oder

Stückliste: Rauchmelder

Widerstände:

150Ω	.....	R4
1kΩ	.....	R3, R6
4,7kΩ	.....	R14
10kΩ	.....	R5, R9
47kΩ	.....	R7, R8*
51kΩ	.....	R8*
56kΩ	.....	R8*
62kΩ	.....	R8*
68kΩ	.....	R8*
100kΩ	.....	R12, R13
470kΩ	.....	R11
820kΩ	.....	R2
8,2MΩ	.....	R1
VR10MΩ	.....	VR

* siehe Text

Kondensatoren:

100µF/25V	.....	C1, C4
47nF	.....	C2
10µF/25V	.....	C5

Halbleiter:

SD2	.....	IC1
LM358	.....	IC2
2SC945	.....	T1, T2, T4
2SA733	.....	T3
LED, 5 mm, rot	.....	D1
Infrarot-LED	.....	D3
Photo-LED	.....	D4
1N4148	.....	D7

Sonstiges:

- Relais 9V-DC, 1 x um RE1
- 1 Piezo-Summer
- 1 Batterieclip
- 1 Meßkammer, 2teilig
- 2 Acryllinsen
- 2 Drahtbrücken
- 1 Gehäuseoberteil
- 1 Gehäuseunterteil
- 1 Gehäuseteil
- 1 Fliegenschutzgitter
- 2 Linsenkopfschraube, 2,9 x 18mm
- 14 cm Schaltdraht, blau
- 14 cm Schaltdraht, grün
- 14 cm Schaltdraht, weiß

dem LötKolben (z. B. beim Kontakt mit Kolophonium) Rauch erzeugt und die gewünschte Empfindlichkeit mit Hilfe des Trimmers VR eingestellt.

Zusätzlich kann die Ansprechempfindlichkeit durch Verändern des Widerstandes R 8 beeinflusst werden. Hier ist je nach Bedarf ein Widerstand zwischen 47 kΩ (geringste Empfindlichkeit) und 68 kΩ (höchste Empfindlichkeit) einzulöten.

Grundsätzlich ist zur Einstellung der Ansprechschwelle anzumerken, daß die Empfindlichkeit so hoch als möglich zu wählen ist und in erster Linie durch die

Notwendigkeit des Ausschließens von Fehlalarmen begrenzt ist. Eine über die Jahre hinweg auftretende leichte Verschmutzung der Innenwände der Meßkammer, die daraufhin geringfügiges Streulicht verursacht, muß dabei ebenso berücksichtigt werden wie eine „kalkulierbare“ Verunreinigung der Luft durch Zigarettenrauch, Abgase, Küchendunst usw.

Bei der Empfindlichkeitseinstellung spielt somit sowohl die Nutzungsart des Raumes, in dem der Rauchmelder installiert ist, eine Rolle (angefangen vom Wohnraum eines Nichtrauchers bis hin zum Raucherzimmer) als auch die konkrete Einbauposition (wie dicht kann ein Zigarettenraucher an den Melder heran). Nicht zuletzt sollte die Sicherheit vor möglichen Fehlalarmen Berücksichtigung finden.

Eine optimale Einstellung wird man daher am besten dann finden, wenn sich der Rauchmelder an der gewünschten Einbauposition befindet, um dann die Ansprechschwelle in der konkreten Betriebssituation bei maximal „zugelassener“ Rauchentwicklung so einzustellen, daß ein hinreichender, aber nicht zu großer Abstand zur Auslöseschwelle gegeben ist. Durch zusätzliches Anblasen mit Zigarettenrauch aus ca. 0,5 m Entfernung muß dann eine Überprüfung des Auslöseverhaltens erfolgen.

Gehäuseeinbau

Der Einbau des Rauchmelders in das Gehäuse gestaltet sich recht einfach. Zunächst wird ein Fliegenschutzgitter in das Gehäuseunterteil eingesetzt. Danach ist die Platine so in das Gehäuseunterteil einzusetzen, daß die Kontroll-LED in die dafür vorgesehene Öffnung „eintaucht“.

Nun sind der Batterieanschlußclip und die Signalleitungen des Relais durch die Gehäuseaussparung des Gehäuseteil zu führen. Das Mittelteil wird anschließend vorsichtig auf das Gehäuseunterteil gedrückt und mit den beiden zugehörigen Knippingschrauben festgesetzt.

Die Signalleitungen des Relais werden mit einer 3poligen Schraubklemmleiste versehen und die 9V-Blockbatterie nach dem Anschluß in die dafür vorgesehene Halterung des Gehäuseteil eingesetzt.

Das Gehäuseoberteil des Rauchmelders dient zur Befestigung an der Decke des Raumes, je nach Deckenausführung mittels Holzschrauben oder Dübeln und Schrauben.

Der fertig montierte Rauchmelder ist durch eine leichte Rechtsdrehung sicher mit dem Gehäuseoberteil zu verbinden.

Damit ist der Aufbau des RM 400 abgeschlossen, und dem bestimmungsgemäßen Einsatz steht nichts mehr im Wege. **ELV**