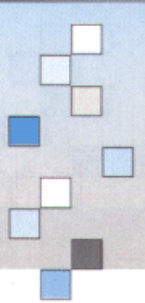
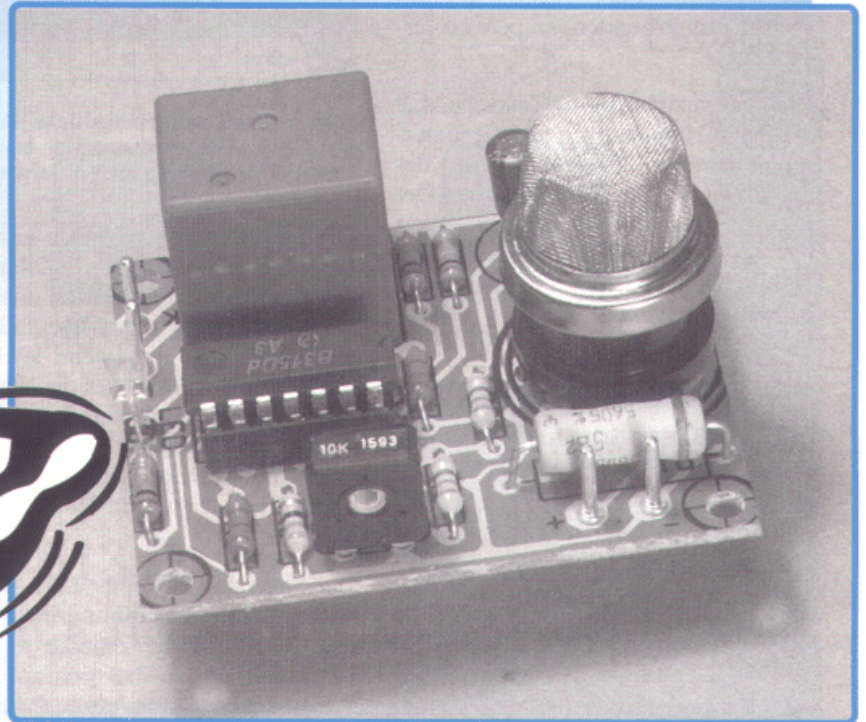


■ Im **E•A•M** 3/95 haben wir einen Alkoholtester vorgestellt, der ebenfalls mit einem Halbleitersensor arbeitet.



**Sensoren können unter bestimmten Bedingungen auch riechen:**

# Spürnase



- Erhöhte Gaskonzentrationen entdecken
- Rechtzeitig vor möglichen Gefahren warnen
- Die Schaltung taugt auch zum Rauchmelder
- Der Sensor reagiert sogar auf Trinkalkohol
- Hochinteressant: Wie können Halbleiter riechen?

**Steckbrief: Für Anfänger geeignet**

<b>Funktion:</b>	Schaltstufe, die auf die erhöhte Konzentration verschiedener Gase in der Atemluft anspricht
<b>Reaktion:</b>	Wasserstoff; Äthan(ol) [Äthylalkohol]; Kohlenmonoxid; Butan(ol) [Butylalkohol]; Methan(ol) [Methylalkohol]
<b>Empfindlichkeit:</b>	Konzentrationen >30 ppm; Schaltschwelle einstellbar
<b>Ausgang:</b>	potentialfreier Relaiskontakt (250 V~/3 A)
<b>Anzeige:</b>	Leuchtdiode als Ansprechkontrolle
<b>Abmessungen:</b>	45 x 55 mm
<b>Stromversorgung:</b>	12 V / 150 mA
<b>Bausatzpreis:</b>	ca. 29,95 DM (bei Conrad Electronic)

Halbleiter können so ziemlich alles, und in speziellen Zusammensetzungen eignen sie sich sogar als Sensoren, die auf die unterschiedlichsten Reize reagieren. Wir brauchen nur an die Fotozelle zu denken, die auf Licht reagiert oder das Hall-Element, das für Magnetlinien empfindlich ist. Das Ansprechen auf bestimmte Gase erweitert dieses Spektrum um den „Geruchssinn“; wir wollen uns ansehen, wie das im einzelnen funktioniert.

■ ...nennt man die *Zufuhr* von Elektronen; der Gegensatz, die **Oxidation**, ist der *Entzug* von Elektronen.

## Ganz spezieller Geruchssinn

Bekanntlich eignen sich Halbleiter zum Verstärken, Schalten und Gleichrichten; für jeden Anwendungsfall gibt es die unterschiedlichsten Bauformen, die speziell für den jeweiligen Bedarf „gezüchtet“ werden. So ist es beispielsweise möglich, mit einem Feldeffekttransistor Ströme im Nanoamper-Bereich zu steuern, während es der größere Bruder ohne weiteres schafft, einige hundert Ampere zu verarbeiten.

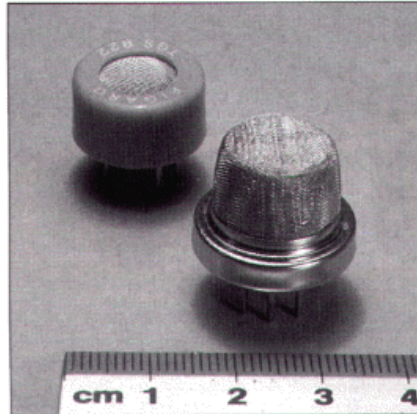
Weniger bekannt ist die Tatsache, daß man mit Halbleitern auch die unterschiedlichsten Umwelteinflüsse detektieren oder sogar messen kann. Der Fotowiderstand ändert seinen Wert beispielsweise mit der Intensität des einfallenden Lichts, und Heiß- bzw. Kaltleiter reagieren auf die Umgebungstemperatur.

### Eigenschaften der Figaro-Gassensoren:

- Lange Lebensdauer
- Große Zuverlässigkeit
- Hohe Empfindlichkeit
- Schnelles Ansprechverhalten
- Exzellente Widerstandsfähigkeit gegen Stoßbeanspruchung
- Großes Ausgangssignal
- Sehr preisgünstig

Die Palette läßt sich noch beträchtlich erweitern, wenn man nur an die speziellen Sensoren für Druck, Magnetfelder oder Feuchte denkt. Daß sich in diese Aufzählung auch Halbleiter einreihen, die „riechen“ können, ist den Entwicklungen der japanischen Firma *Figaro* zu verdanken. Sie ist der weltweit führende Hersteller solcher Detektoren, die auf verschiedene gasförmige Stoffe ansprechen.

In diesem Zusammenhang muß man den Ausdruck 'riechen' ein wenig näher erläutern. Wenn unser körpereigener Geruchssinn, die Nase, auf bestimmte Reize anspricht, dann ist dies das Ergebnis mechanischer Reize, die von winzigsten Partikeln ausgelöst werden. Diese bewegen sich durch die Luft und gelangen an die Zellen in der Nasenschleimhaut, wo sie je nach Konsistenz verschiedene Impulse ans Gehirn weiterleiten.

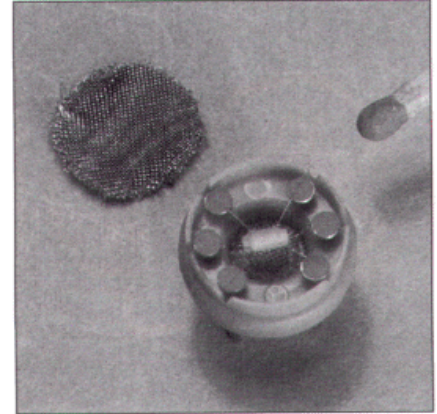


**Bild 1:** Zwei unterschiedliche Bauformen von Gassensoren; wir benutzen hier die Ausführung im Vordergrund.

Die Leute bei Figaro haben nun herausgefunden, daß das halbleitende Material Zinndioxid ( $\text{SnO}_2$ ) unter bestimmten Bedingungen ebenfalls auf Gaspartikel reagiert, wenn auch auf ganz andere Weise als es die Nase tut. Wenn man dieses Material unter Ausschluß von Sauerstoff erhitzt, können sich freie Elektronen ungehindert durch die Korngrenzen des Halbleiters bewegen.

Der Sauerstoff in reiner Luft, der die freien Elektronen aufnimmt, wird von der Oberfläche der Zinndioxid-Partikel absorbiert, so daß sich auf diese Weise an den Korngrenzen Potentialunterschiede ausbilden.

Diese Potentialdifferenz wirkt dem ungehinderten Fluß der freien Elektronen entgegen, so daß sich der elektrische Widerstand des Materials erhöht. Wenn man diesen Sensor nun einer Atmosphäre aussetzt, die reduzierende (d.h. brennbare) Gase enthält, so ab-



**Bild 2:** Das eigentliche Sensor-Element ist kleiner als ein Streichholzkopf; der Heizdraht läuft quer von links nach rechts.

sorbiert das Zinndioxid die Gasmoleküle, was zur Oxidation führt. Dadurch verringert sich die ursprüngliche Potentialdifferenz, so daß sich die Elektronen wieder frei bewegen können; als Folge davon nimmt der elektrische Widerstand ab.

Die Art der Reaktion zwischen dem Gas und dem Oberflächen-Sauerstoff hängt von der Sensor-Temperatur und der Beschaffenheit des Materials ab.

In den vergangenen 20 Jahren hat die Firma Figaro weltweit über 100 Millionen Gassensoren ausgeliefert und dabei immer wieder neue Einsatzgebiete erschlossen. So finden diese Bauteile inzwischen nicht nur im medizinischen Bereich oder in der Steuerungstechnik Anwendung, sondern auch in der Klimatechnik, in Kochautomaten und – zum Leidwesen mancher Autofahrer – auch in den Testgeräten zur Bestimmung des Atem- (bzw. Blut-)Alkoholgehaltes.

### ANZEIGE

## Kemo -Electronic

Wir sind Hersteller von

- über 250 verschiedenen Bausätzen und Modulen
- Computer-Zubehör (Schrittmotor-Steuerungen u.v.a.m.)
- Spritzgußteilen (Gehäuse, Knöpfe usw.)

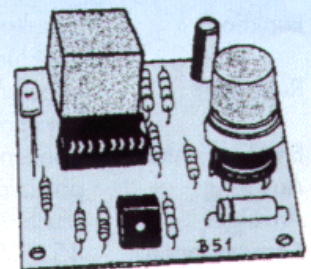
Wir beliefern nur den Fachhandel und die Industrie. Privatkunden wenden sich bitte an den Fachhandel.

Alle Bausätze und Module sind für den Export mit Anleitungen in 6 verschiedenen Sprachen ausgestattet.

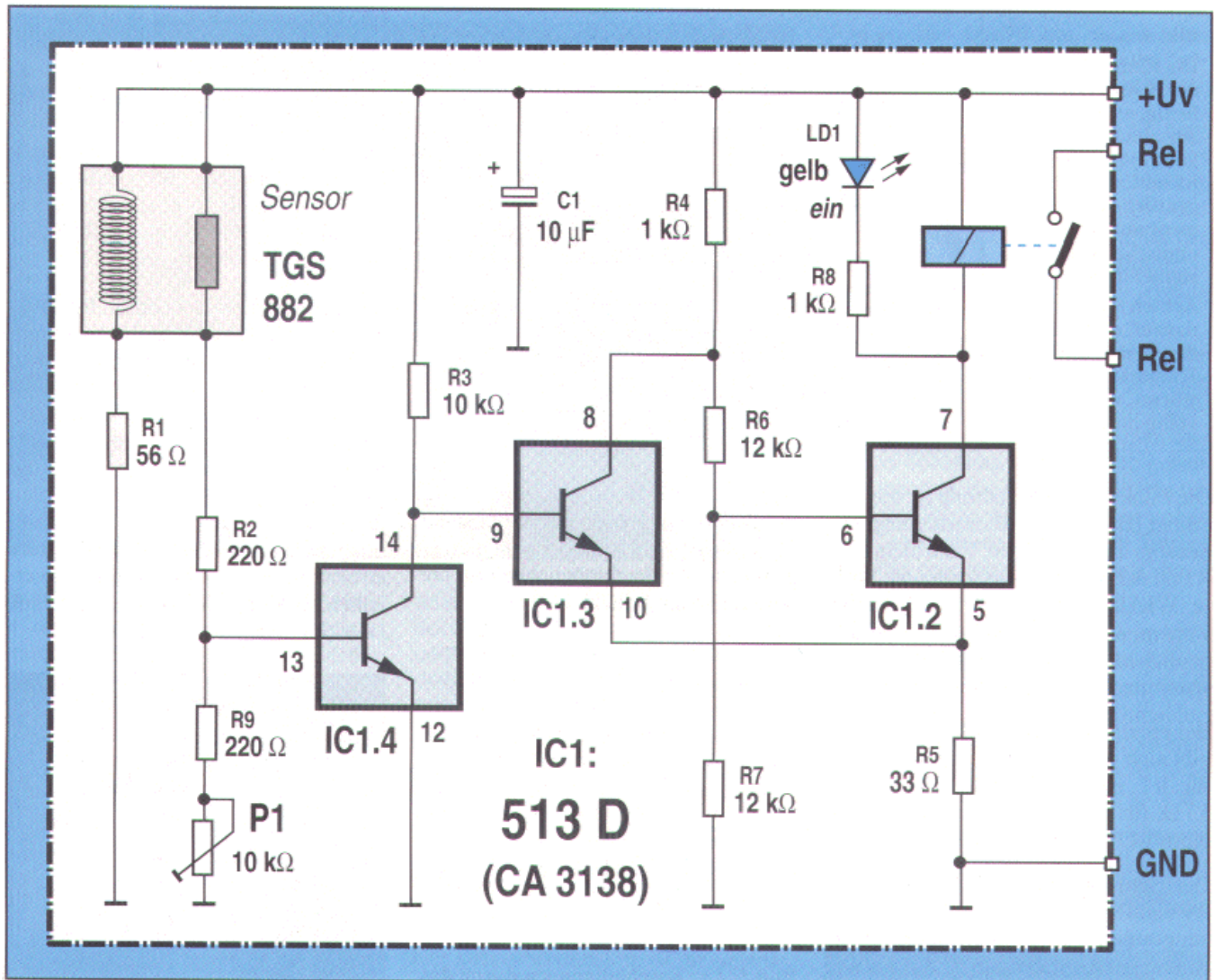
Ausführliche Produktinformationen finden Sie im Internet:

[www.kemo-electronic.com](http://www.kemo-electronic.com)

Kemo-Electronic, Leher Landstraße 20, D-27607 Langen; Fax: (0 47 43) 93 38 22



■ Luft hat unter Normbedingungen (0°C, 1013,2 hPa) ein spezifisches Gewicht von  $1,3 \cdot 10^{-3}$ ; demnach hat 1 g Luft ein Volumen von 774 cm<sup>3</sup>.



**Bild 3:** ein Schmitt-Trigger mit vorge-schaltetem Treiber wertet die Wider-standsänderung des Sensors aus.

Für die Funktion dieser Sensoren ist es wichtig, daß die Luft mit den darin enthaltenen Gasen ungehinderten Zu-gang zum Element bekommt; gleich-zeitig dürfen aber keine Schmutzparti-kel eindringen, weil sie die Funktion beeinträchtigen würden.

Um diese Forderungen zu erfüllen, ist das Sensor-Element mit einer sehr feinen Gaze abgedeckt (Bild 1). Der Sensor selbst besteht aus einem winzigen Keramikröhrchen, auf das das Zinn-oxid aufgedampft wird. Durch das In-nere dieses Röhrchens verläuft der Heizdraht, der die gesamte Anord-nung auf Temperaturen von ca. 400°C erwärmt (Bild 2). Für diese Heizung sind immerhin 660 mW Gleichstrom-leistung erforderlich!

Der verwendete Typ TGS 882 spricht auf Gaskonzentrationen von 50... 5000 ppm an. 'ppm' ist die Abkürzung von *parts per million* und bedeutet 1 von 1 Million (Gewichts-)Anteile. Das uns geläufigere Äquivalent 'Pro-zent' bedeutet 1 von 100, und bei Pro-mille geht es um 1 von 1000.

Die Empfindlichkeit von 50 ppm be-deutet demnach, daß der Sensor be-reits anspricht, wenn in 1 Gramm Luft 50 Mikrogramm des betreffenden Gas-es enthalten sind; ab 5000 Mikro-gramm (= 5 mg) kommt dieser Sensor in die Sättigung, d.h. noch höhere Konzentrationen kann er nicht mehr unterscheiden.

Der hier eingesetzte Typ spricht (in der Reihenfolge der Empfindlichkeit) auf Äthan, Wasserstoff, Kohlenmo-noxid, Butan und Methan an. Die Kohlenwasserstoffe Methan, Äthan

und Butan können in der Luft schon bei geringer Konzentration hochex-plosive Mischungen bilden, so daß ein entsprechender Detektor gute Dienste im Sicherheitsbereich leisten kann.

Methan und Äthan entweichen außer-dem aus den OH-Verbindungen dieser Kohlenwasserstoffe, besser bekannt als Methanol und Äthanol bzw. Methyl- und Äthylalkohol. Während man vom Methylalkohol besser die Finger läßt, weil er zur Erblindung oder sogar zum Tode führen kann, wird der Äthylalko-hol in den verschiedensten Formen gern und reichlich genossen. Genau da schließt sich der Kreis zum Alkohol-ster, der auf das Äthan anspricht, das in der Atemluft enthalten ist.

Für exakte Messungen taugt unser De-tekter allerdings nicht, er läßt allenfalls eine qualitative Aussage über das Vor-handensein eins der genannten Gase zu.

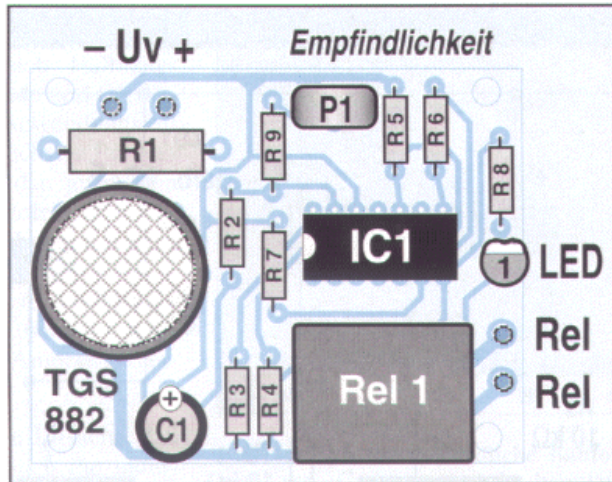
■ Im Blickpunkt Ü113 gehen wir ausführlich auf dieses Verhalten ein (vgl. **E•A•M** 6/97).

## Gassensor

**Bild 4:**

Die Einbaulage des Sensors ist beliebig, weil die Anschlußbelegung symmetrisch ist und vom eigentlichen Element nur der ohmsche Widerstand interessiert.

Achten Sie bitte darauf, daß sich der Widerstand R1 stark erwärmt, was aber völlig normal ist.



Die Funktion der Schaltung ist schnell erklärt (**Bild 3**). Die Heizwicklung des Sensors liegt über den Vorwiderstand R1 an der Versorgungsspannung. Diese Wicklung muß mit 5 V gespeist werden, so daß am Vorwiderstand die restlichen 7 V bis zur 12-V-Speisepannung „hängenbleiben“ müssen.

Bei einem Heizstrom von 132 mA ergibt sich nach dem Ohmschen Gesetz für R1 ein rechnerischer Wert von 53 Ω, für den wir den nächstliegenden Normwert von 56 Ω einsetzen.

Der Sensorwiderstand bildet mit R2, R9 und P1 einen veränderlichen Spannungsteiler, der die Vorspannung für den Verstärkertransistor IC 1.4 liefert. Bei zunehmender Gaskonzentration nimmt der Sensorwiderstand ab, so daß der Transistor immer mehr in den lei-

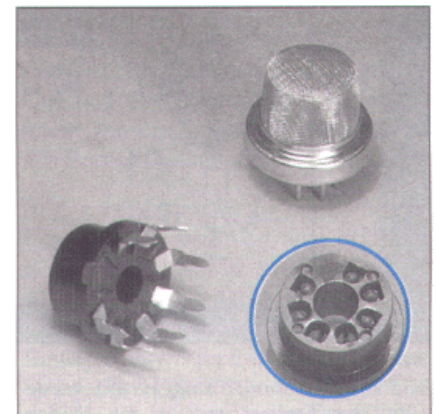
tenden Bereich kommt. Dies geschieht umso eher, je größer der Widerstand des Potis P1 ist. Damit hat man gleichzeitig eine Abgleichmöglichkeit für die Ansprechempfindlichkeit.

Die beiden nachgeschalteten Transistoren bilden einen sogenannten Schmitt-Trigger. Darunter ist ein Schaltverstärker mit *Hysterese* zu verstehen; wenn er bei einer bestimmten Eingangsspannung umkippt, verharrt er in diesem Zustand, bis die Eingangsspannung wieder deutlich kleiner geworden ist als der zum Umkippen benötigte Wert. Diesen Totbereich bezeichnet man als Hysterese.

**Bild 5:** Um Beschädigungen durch das Löten zu vermeiden, bekommt der Sensor eine Fassung; diese Bauform ist eigentlich für Röhren vorgesehen.

Im vorliegenden Fall erreicht man diese Schalteigenschaft durch eine doppelte Verkettung: Wenn der erste Transistor IC 1.3 sperrt, bekommt der zweite über R4/R6 die Vorspannung zum Leiten; der am gemeinsamen Emitterwiderstand R5 auftretende Spannungsabfall sorgt dafür, daß die Basis/Emitter-Vorspannung für IC 1.3 zusätzlich verringert wird.

Irgendwann aber reicht die an R3 anliegende Spannung aus, um IC 1.3 durchzusteuern; in diesem Augenblick wird IC 1.2 die Vorspannung entzogen, weil R6 (fast) auf Masse geschaltet wird. Auch in diesem Zustand sorgt der R5-Spannungsabfall wieder dafür, daß der gesperrte Transistor IC 1.2 einen negativen Anteil an Basis/Emitter-Spannung bekommt. Durch die Hysterese erreicht man ein stabiles Umschaltverhalten, bei dem im Schaltaugenblick kein „Flattern“ auftreten kann.



### Stückliste Gassensor

**Platine:**

--- 1 Gassensor B 51

**Halbleiter:**

IC1 1 Vierfach-Treiber (CA 3138) 315 D  
LD1 1 Mini-Leuchtdiode, gelb 3 x 3 mm

**Kohleschichtwiderstände: (250 mW / 5 %)**

R2 1 220 R (rot - rot - braun - gold)  
R3 1 10 k 0 (braun - schwarz - orange - gold)  
R4 1 1 k 0 (braun - schwarz - rot - gold)  
R5 1 33 R 0 (orange - orange - schwarz - gold)  
R8 1 1 k 0 (braun - schwarz - rot - gold)  
R9 1 220 R (rot - rot - braun - gold)

**Metallfilmwiderstände: (250 mW / 1 %)\* - braun**

R6,7 2 12 k 1 (braun - rot - braun - rot)\*

**Lastwiderstand: (3 W / 5 %)**

R1 1 56 R (Keramikkörper mit Aufdruck)

**Potentiometer:**

P1 1 Trimm-Poti, stehend 10 kΩ

**Sensor:**

Ss1 1 Figaro-Gassensor TGS 882

**Kondensatoren:**

C1 1 Elektrolytkondensator 10 µF / 25 V

**Mechanisches Zubehör:**

Rel 1 Relais (6 V) 1 x ein  
(IC1) 1 DIL-Fassung 14polig  
(Ss1) 1 Rundfassung 7polig

Die hier aufgeführten Bauteile sind als kompletter Bausatz für ca. 29,95 DM bei Conrad Electronic erhältlich (Platine einzeln nicht lieferbar).

**Passendes Zubehör:**

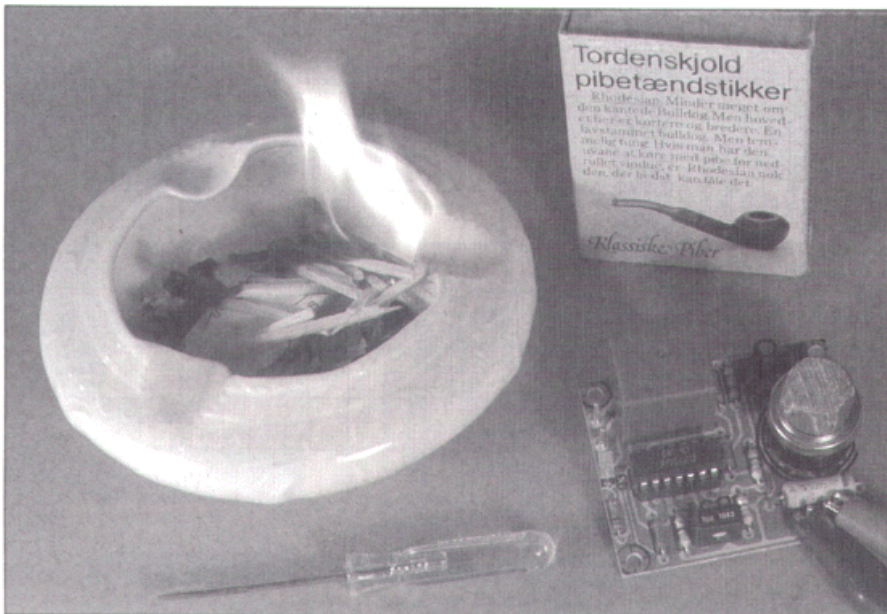
(gehört nicht zum Lieferumfang des Bausatzes)

Kunststoffgehäuse ca. 3,95 DM

Stichwort:

## Lichtorgel

■ Die Bauanleitung für eine Dreikanal-Mikrofon-Lichtorgel finden Sie im **E•A•M** 2/91 ab Seite 29.



Angesichts der wenigen Bauteile dürfte der Nachbau auch den weniger geübten Hobbyisten keine Probleme bereiten (**Bild 4**). Sie beginnen wie gewohnt mit den Kohleschichtwiderständen, bei denen im Bausatz für R6 und R7 Metallfilmtypen geliefert werden. Das hat keine schaltungstechni-

schen Gründe, sondern liegt nur an der besseren Verfügbarkeit. Für das IC und den Sensor werden jeweils Fassungen eingelötet (**Bild 5**). Da an R1 fast 0,9 W „verheizt“ werden, muß man hierfür einen Lastwiderstand einsetzen. Beim Elko müssen Sie die richtige Polung beachten, und das gilt

**Bild 6:** Der Qualm des ausgehenden Feuerchens dient zum Abgleich des Sensors, der hier als Rauchmelder arbeitet.

ebenso für die Leuchtdiode; sie liegt mit der Katode (dem kürzeren Bein) am Widerstand R8. Poti und Relais komplettieren die Schaltung, und zweckmäßigerweise sollten Sie für die externen Anschlüsse (Versorgungsspannung und Relaiskontakte) jeweils zwei Lötstifte einsetzen.

Nach der obligaten Sichtkontrolle, die etwaige Löt- oder Bestückungsfehler aufdecken soll, können Sie die Schaltung inbetriebnehmen; Sie sollten dazu eine Spannung von ziemlich genau 12 V anlegen, die nicht stabilisiert sein muß; bei Steckernetzteilen aber unbedingt nachmessen, weil die in Unterlast stets eine höhere Spannung abgeben als aufgedruckt!

Den Abgleich führen Sie unter denjenigen Bedingungen durch, bei denen die Baugruppe auch eingesetzt werden soll. Wenn sie als Rauchmelder arbeitet, können Sie beispielsweise den Rauch einer Zigarette als Kriterium verwenden. ■