Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 97 (1979)
Heft: 46

Artikel: Ursachen und Verhütung von Gasexplosionen
Autor: Peissard, Werner G.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-85579

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Ursachen und Verhütung von Gasexplosionen

Von Werner G. Peissard, Männedorf

Als Alternativenergie zu Erdöl nimmt Erdgas einen immer bedeutenderen Platz ein. Seine zunehmende Verwendung unter Benützung bestehender Verteilernetze hat wohl die grösste Gasgefährdung unserer Zeit hervorgerufen. Zahllos sind die kleinen und grossen Explosionen, die durch undichte Muffen oder gar Rohre in Wohnungen, Geschäftshäusern und anderen Bauten entstanden sind. Allein in den ersten paar Monaten dieses Jahres ereigneten sich nach Pressemeldungen beispielsweise eine Erdgasexplosion mit Todesfall in Zürich und drei Gasexplosionen in Paris, die 20 Verletzte und massive Sachschäden zur Folge hatten. Die Reihe kann durch jeden aufmerksamen Zeitungsleser selbst fortgesetzt werden. Oft werden solche Explosionen von Bränden gefolgt, welche die Schäden noch vergrössern und namentlich die Suche nach verunglückten Personen erschweren. Gelegentlich ist die Reihenfolge umgekehrt: der Brand führt zu einer Explosion.
Betriebliche und bauliche Massnahmen stellen oft die erste Voraussetzung für einen wirksamen Explosionsschutz dar. Allein sind sie jedoch kaum immer ausreichend. Deshalb besteht der primäre Schutz gegen die Explosionsgefahr darin, das Entstehen einer gefährlichen Konzentration explosibler Gase und Dämpfe aus Lösungsmitteln in der Luft frühzeitig und zuverlässig zu erkennen, so dass noch rechtzeitig geeignete Gegenmassnahmen eingeleitet werden können. Die Zielsetzung ist klar. Sie ist realistisch und bietet damit auch eine der ersten Voraussetzungen, die das Erreichen des Zieles überhaupt möglich machen. Der folgende Beitrag zeigt die Ursachen der Gefahr und ihre Bedeutung; er definiert einen wirksamen Explosionsschutz und gibt einige praktische Beispiele für die Lösung des Problems unter Verwendung neuartiger elektronischer Geräte.

Infolge einer Explosion stürzte am 16. Mai 1979 in Haslach, Baden, ein Sechsfamilienhaus zusammen. Acht Personen wurden aus den Trümmern geborgen und ins Spital gebracht, zwei davon waren lebensgefährlich verletzt. Fieberhaft suchte die Feuerwehr nach weiteren Opfer, da niemand genau wusste, wie viele Menschen sich im Gebäude aufgehalten hatten. – Eine Gasexplosion, wie sie sich immer wieder ereignet! Keine Sensation mehr. Und damit könnte man eigentlich zur Tagesordnung übergehen, wenn durch diese Gefahr nicht immer wieder Menschen gefährdet und bedeutende Werte vernichtet würden.

Unerwünschte brennbare Gase und Dämpfe

Vorkommen

Seit Gas als Energieträger verwendet wird, ereigneten sich Gasexplosionen (Bild 1). Der Ersatz des Stadtgases durch Erdgas und die Energieprobleme der letzten Jahre haben allerdings zu einer bedeutenden Ausweitung des Gasverbrauches geführt. Dem Privathaushalt haben sich nun als Grossverbraucher Hotels, Verwaltungen, Spitäler usw. angeschlossen, die auch ihre Heizungen auf Gas umgestellt haben.
Die Verwendung des *alten Verteilnetzes* für das neue Erdgas führte überall zu «Dichtungsproblemen». Dabei war der massive Gasverlust im Verteilnetz wohl das harmloseste. Weniger harmlos war und ist das *Eindringen von Gas in Kellerräume und Schächte*. Während das Gas durch das Erdreich dringt, verliert es nämlich meist noch den grössten Teil seiner *Odorierungsstoffe*, die ihm im Gaswerk zur Kennzeichnung seiner Gefährlichkeit beigemischt wurden. Die Gas- und damit die Explosionsgefahr sind also namentlich in tiefergelegenen Räumen präsent, ohne immer sofort erkannt zu werden.
Das Problem der unerwünschten Konzentration brennbarer *Lösungsmitteldämpfe* in der chemisch-pharmazeutischen Industrie und durch *Brennstoffe* in der *Erdölindustrie* stellt ähnliche Fragen, allerdings in anderen Grössenordnungen. Gase entstehen aber auch in weiteren Bereichen, zum Teil als parasitäre Erscheinung wie in Akkuräumen. Auf Schritt und Tritt begleitet uns die Gefahr.

Häufigkeit

Über die Häufigkeit und die eigentliche Ursache von Gasexplosionen liegt an sich wenig Zahlenmaterial vor. Immerhin ist ausländischen Statistiken zu entnehmen, dass sich beispielsweise in *Grossbritannien* in einem einzigen Jahr (1973) in Gebäuden 852 Brände mit Explosionen ereignet haben. Bei rund einem Viertel konnte ein Zusammenhang mit der normalen Gasversorgung festgestellt werden. Annähernd ein weiteres Viertel ereignet sich bei Verwendung anderer Gase, und rund die Hälfte entstand im Zusammenhang mit nicht gasförmigen Produkten (flüssige Brennstoffe, Lösungsmittel, Stäube, usw.).

Tabelle 1. Häufigkeit von Explosionen mit Bränden in verschiedenen Bereichen in Grossbritannien (1973)

Bereich	*eine Explosion*
1. Öffentliche Transporte und Nachrichtenwesen	alle 3 Tage
2. Bauwesen	alle 5 Tage
3. Chemische und verwandte Industrien	alle 8 Tage
4. Gas, Wasser, Elektrizität	alle 14 Tage

Explosionsgrenzen

Sobald solche brennbare Gase oder Dämpfe eine gewisse Konzentration in der Luft erreicht haben, reagiert das Gemisch bei Zündung explosiv. Man sagt, die *untere* Explosionsgrenze (UEG) sei erreicht oder gar überschritten. Darunter liegende Konzentrationen sind zu mager und deshalb nicht explosibel. In analoger Weise führt eine *Übersättigung* des Gemisches (wenn es also zu fett ist) zum Überschreiten der

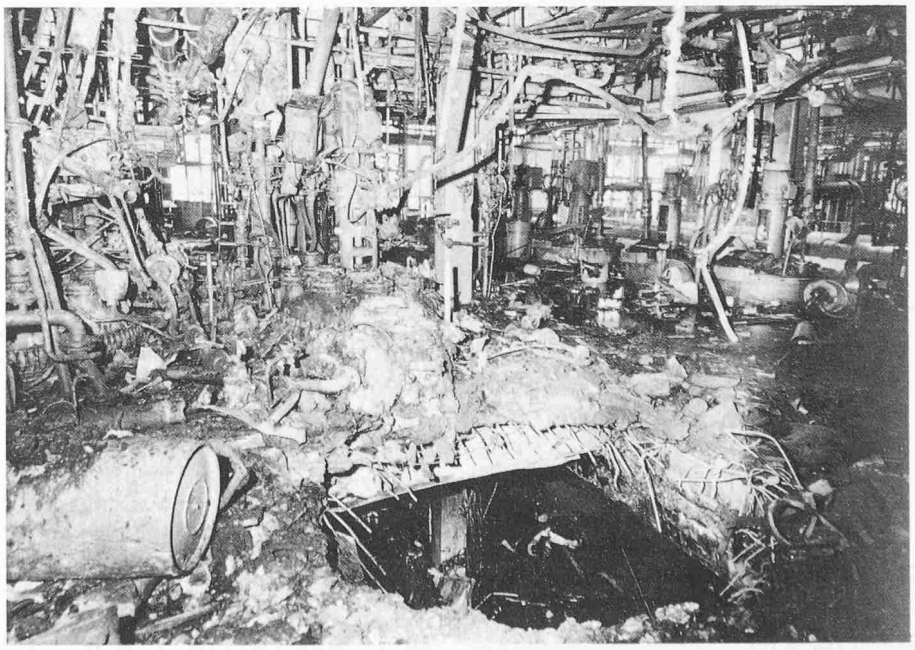

Bild 1. Explosion in einem Chemiewerk. Die Wucht der Explosion zerriss auch die armierte Betondecke

oberen Explosionsgrenze (OEG); jenseits dieser Grenze ist keine Explosion möglich, wohl aber ein *Abbrand*, solange genügend Sauerstoff vorhanden ist. Die normale Verbrennung von Erdgas im Gasherd oder von Butagas erfolgt zum Beispiel in diesem Bereich. Die Zusammenhänge sind in Bild 2 dargestellt. Tabelle 2 gibt eine Übersicht über häufig verwendete Stoffe und Gase, die als explosionsgefährlich zu betrachten sind, nebst ihren UEG und OEG.

Tabelle 2. Kennzahlen häufig verwendeter brennbarer Gase und Dämpfe

Bezeichnung	*ungefähre Zündgrenzen in Luft für reine Stoffe*)*	
	in Vollumenprozent UEG	OEG
Azetylen	1,5	82,5
Benzine	~0,8	~ 7
Benzol	1,2	8,5
Butan	1,5	8,5
Erdgas	4,5	15,5
Leuchtgas	4,5	30,5
Methan	5,5	15,5
Propan	2,1	9,5
Wasserstoff	4,0	75,6

**) Diese Grenzen sind abhängig von der Temperatur, dem Dampfdruck und der Zündenergie*

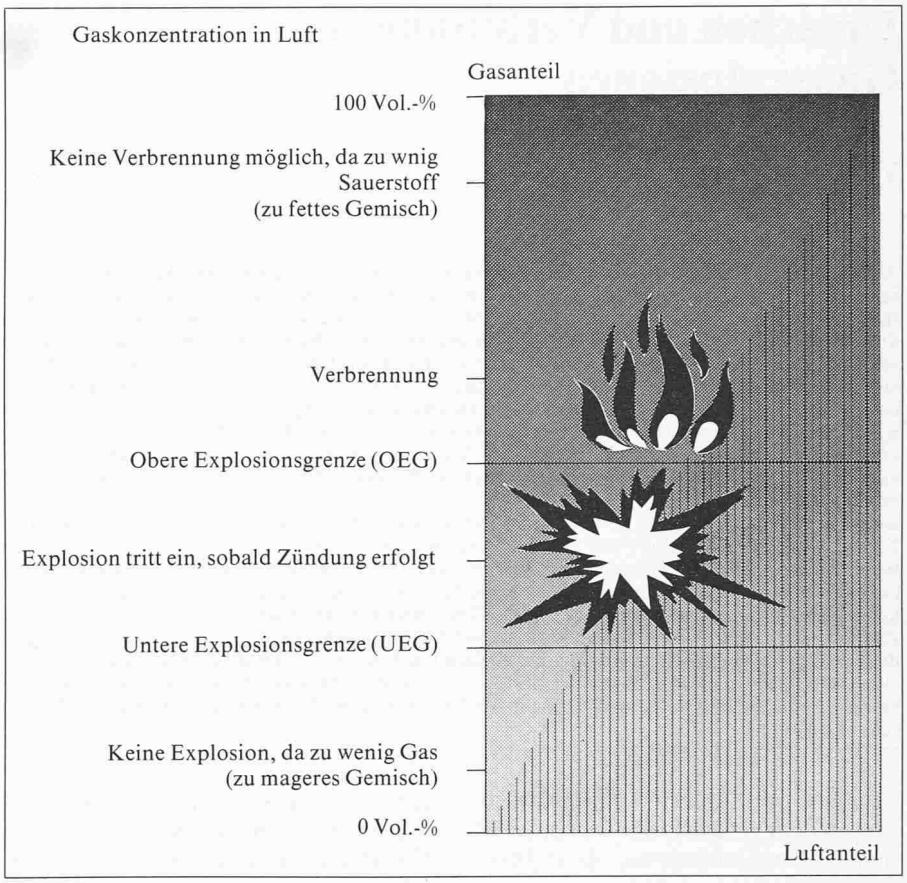

Bild 2. Unterschiedliche Bereiche von Gemischen brennbarer Gase mit Luft (nach Cerberus)

Es genügen also oft schon sehr geringe Konzentrationen eines brennbaren Gases, um das Gemisch explosibel zu machen. Die weite Verbreitung solcher Stoffe in Gewerbe, Industrie, Handel und Dienstleistungsbetrieben legt deshalb die vermehrte Anwendung geeigneter Schutzmassnahmen nahe.

Jede Explosion muss aber zuerst gezündet werden. Die Zündung kann durch *Strahlungswärme, Funken, Flammen* usw. erfolgen. Schlägt z. B. ein metallenes Werkzeug gegen eine andere metallene Fläche, so kann der geringe Funke, der dabei entsteht, bereits zur Zündung der Explosion reichen. Auch ein elektrischer Kontaktfunke kann zur Zündung führen. Das erklärt die immer wieder auftretenden Gasexplosionen in Kellerräumen beim Bedienen eines Lichtschalters.

Dreifacher Explosionsschutz

Der wirksame Schutz gegen Explosionen besteht grundsätzlich aus drei sich ergänzenden Aufgaben:

- Die *Bildung einer explosiblen Atmosphäre* soll verhindert oder wenigstens eingeschränkt werden (primärer Explosionsschutz).
- Die *Möglichkeit einer Zündung* ist auf ein Minimum zu beschränken (sekundärer Explosionsschutz).
- Die *Auswirkungen* einer (trotz aller Vorsicht nicht ausgeschlossenen) Explosion müssen nach Möglichkeit auf ein unbedenkliches Mass beschränkt werden (weitere Schutzmassnahmen).

Der primäre Explosionsschutz besteht beispielsweise in der Begrenzung der Konzentration oder in der Abwicklung der gefährlichen Tätigkeiten in inerter Atmosphäre. Die periodische Überprüfung von Geräten auf Dichtheit und geeignete Lüftungsmassnahmen zählen ebenfalls dazu.

Wichtig erscheint nun, dass die Überwachung der Konzentration permanent erfolgt, nach einem objektiven Massstab und nicht nur nach subjektivem Empfinden, allenfalls mit Vorwarnung und automatischer Auslösung von Schutzmassnahmen.

Die Zündung einer explosiblen Atmosphäre kann durch bauliche und betriebliche Massnahmen weitgehend verhindert werden: die ausschliessliche Verwendung explosionssicherer Elektrogeräte, die Verwendung von Arbeitsgeräten, welche die Bildung von Funken, zum Beispiel durch Kontakt von Metall zu Metall verhindern, aber auch die wirksame Erdung gegen Einflüsse von aussen und gegen elektrostatische Aufladung tragen konkret dazu bei.

Gefahren entstehen aber auch durch die Hilfsgeräte, die für den Warenumschlag verwendet werden, ebenso durch die für die Zu- und Abfuhr verwendeten Transportgeräte: strenge betriebliche Kontrollen sichern, dass selbst bei Anlieferung oder Abholung von Gütern durch betriebsfremde Personen oder Geräte bzw. Fahrzeuge, aber auch bei Service- und Reparaturarbeiten, keine unnötigen Risiken eingegangen werden.

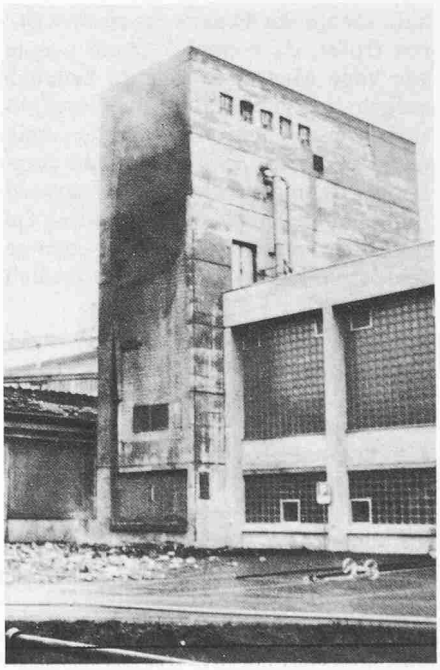

Bild 3. Bewusst eingebaute Schwachstelle in einem Staubsilo. Die nur aus Backsteinen errichtete vierte Wand (des sonst in Eisenbeton gebauten Silos) vermochte dem Druck der Explosion wie geplant nicht zu widerstehen. Man kann sich allerdings fragen, ob die Explosion durch Frühentdeckung des zündenden Funkens und Löschung im pneumatischen System in derartigen Fällen nicht überhaupt unwahrscheinlich wird

Eine besondere Aufmerksamkeit verdient natürlich die nachträgliche Änderung der Nutzung von Räumen, die ur-

sprünglich nicht für die Verarbeitung von explosiblen Stoffen gedacht waren, oder das nachträgliche Auftreten einer solchen Gefahr,wie gegenwärtig namentlich das Eindringen von Erdgas in Kellerräume und dergleichen aus dem bestehenden Stadtgasnetz.
Um die Auswirkungen einer möglichen Explosion zu beschränken, dienen vornehmlich bauliche Vorkehren, die den Aufbau eines Explosionsdruckes soweit als möglich verhindern (Bild 3) oder diesen Druck wenigstens mindern, dann aber auch spezielle Vorrichtungen zur Unterdrückung der Explosion im Bruchteil einer Sekunde nach ihrem Entstehen.
Keiner dieser drei Schritte ist alternativ zu verstehen. Sie *ergänzen* sich und bilden zusammen eine Kette. Muss diese Kette stets alle drei Glieder umfassen? Die Frage stellt sich ganz sachlich. Eine generelle Antwort ist nicht möglich, weil sie von zu vielen Faktoren abhängt. So ist es beispielsweise denkbar, dass zur blossen Verhütung einer gefährlichen Konzentration von Erdgas in Kellerräumen eine rechtzeitige Warnung mit sofortiger Lüftung und natürlich eine entsprechende Meldung an das Gaswerk ausreichend sein kann. Wichtig ist aber auf jeden Fall eine *frühzeitige* Warnung, sobald eine Gefahr entsteht. Gerade diese Warnung trägt ja dazu bei, mögliche tragische oder katastrophale Folgen zu verhüten oder wenigstens zu mindern. Solche Gefahren liegen nun einfach oft in der Beschaffenheit des Stoffes, in seiner Bearbeitung oder Behandlung oder in den Umgebungsbedingungen.

Früherkennung

Explosible Konzentrationen von Gasen können gelegentlich recht langsam, manchmal aber äusserst rasch auftreten. Soll die Gefahr frühzeitig und zuverlässig erkannt werden, benötigen wir dazu sehr empfindliche Geräte, die aber dem Betrieb entsprechend *robust* sind und Signale nach einem sinnvollen Stufenplan zur Auslösung unterschiedlicher Warn- und Steuerfunktionen liefern.

Davy-Sicherheitslampe

Das Verlangen nach einer Früherkennung der Gefahr entstand wohl zuerst in den *Kohleminen*, wo das natürliche Methan sich mit Luft oft zu einem leichtbrennbaren Gemisch vermengt. Durch die Funken der Werkzeuge oder ungeschützte Flammen wird das Gemisch entzündet, setzt oft auch noch den Kohlenstaub in der Luft in Brand und führt so zur gefürchteten *Schlagwetterkatastrophe*. 1815–17 erfand der englische Chemiker *Humphrey Davy* die nach ihm benannte *Sicherheitslampe* (Bild 4), die nicht nur die nötige Beleuchtung zur Arbeit unter Tag lieferte, sondern auch als *Gasdetektor* und zur *Überwachung des Sauerstoffgehaltes der Atemluft* verwendet wurde. Indem Davy die Flamme der üblichen Öl- oder Petrollampen mit einem feinen Drahtnetz umgab, konnte das zündbare Methan-Luft-Gemisch der Minenatmosphäre zur Flamme gelangen und dort verbrennen, ohne dass die Flamme selbst die umgebende, explosible Atmosphäre enzündete. Wenn die Minenarbeiter nun diese Lampe direkt auf den Boden stellten und sorgfältig jede Änderung der Flammenhöhe oder -farbe beobachteten, so waren sie relativ sicher: fehlender Sauerstoff liess die Flamme kleiner werden oder gar ausgehen, eine grössere Flamme entstand, sobald ein brennbares Gasgemisch durch das Drahtnetz in die Lampe drang.
Durch eine sehr kräftige Bewetterung (= Belüftung der Minen) wurde später der Aufbau einer explosiblen Konzentration von Methan und Kohlenstaub in Luft weitgehend verhindert. Die Einführung der elektrischen Beleuchtung stellte einen weiteren, massiven Schritt zur Erzielung sicherer Betriebsbedingungen unter Tag dar.

Katalytische Detektoren

Ein weiterer grosser Fortschritt wurde dann in den späten 50iger Jahren dieses Jahrhunderts in *England* erzielt: zum besseren Schutz der Arbeit in den Minen wurde eine neue Art von Sensor entwickelt, der als *Pellistor* (vom englischen Wort pellet = Kügelchen) bezeichnet wird. Das stecknadelkopfgrosse Element besteht aus einer kurzen *Platinheizspirale*, die in einem Köpfchen von unbrennbarem Oxyd, zum Beispiel Tonerde, eingebettet ist. Platin und Palladium werden in geeigneter chemischer Verbindung der Tonerde beigegeben und bilden so namentlich an der Aussenfläche des porösen Elementes eine katalytische Oberfläche, auf der eine Reaktion stattfinden kann (Bild 5).
Werden elektrische Leiter geheizt, so steigt ihr elektrischer Widerstand. Diese Wirkung wird auch im Pellistor ausgenützt. Die Heizspirale aus Platindraht wird auf ungefähr 800–900 °C aufgeheizt. Sobald ein brennbares Gas-/Luftgemisch mit der aufgeheizten Fläche in Kontakt gelangt, oxydiert das Gas. Die Oxydation ist so rasch, dass sie die Temperatur des Pellistor-Elementes weiter erhöht. In einer *Wheatstone-Brückenschaltung* wird die sich ergebende Änderung des elektrischen Widerstandes gemessen: sie ist ungefähr proportional zur Gaskonzentration.
Das alles klingt nun sehr einfach, und die Pellistor-Methode hat auch bereits eine starke Verbreitung gefunden. Sie weist allerdings einige Nachteile auf, die nicht zu vernachlässigen sind: so

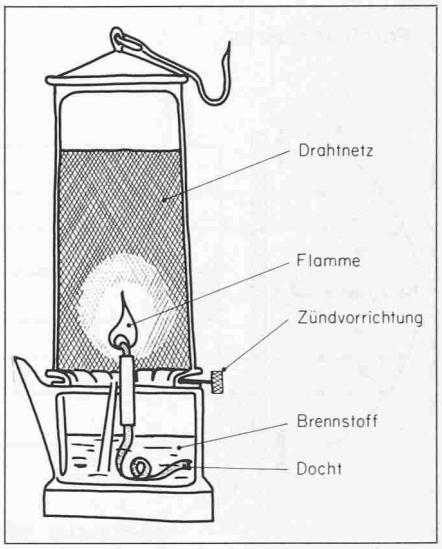

Bild 4. Skizze einer Davy-Sicherheitslampe gegen Schlagende Wetter. Das Drahtnetz verteilt die Hitze der Flamme so schnell, dass ausserhalb des Netzes die Entzündungstemperatur der Methan-Luftgemische nicht erreicht wird. Die Lampe wird mit einem Feuerzeug im Innern angezündet

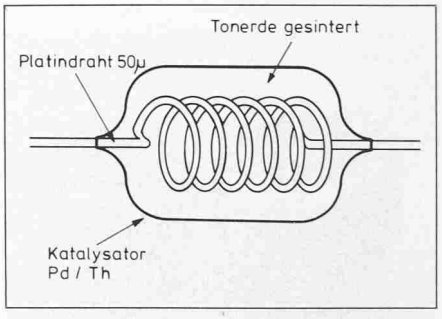

Bild 5a. Schematische Darstellung eines Pellistors. Originallänge ca. 1 mm

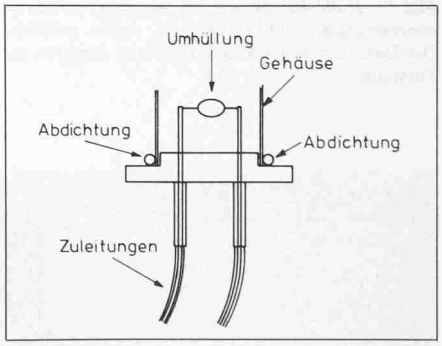

Bild 5b. Aufbau des Pellistors

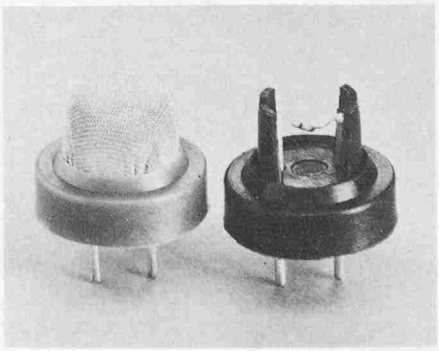

Bild 5c. Handelsüblicher Pellistor, links mit dem schützenden Drahtnetz. Nach Entfernen des Netzes erkennt man im Bild rechts das millimetergrosse Kügelchen

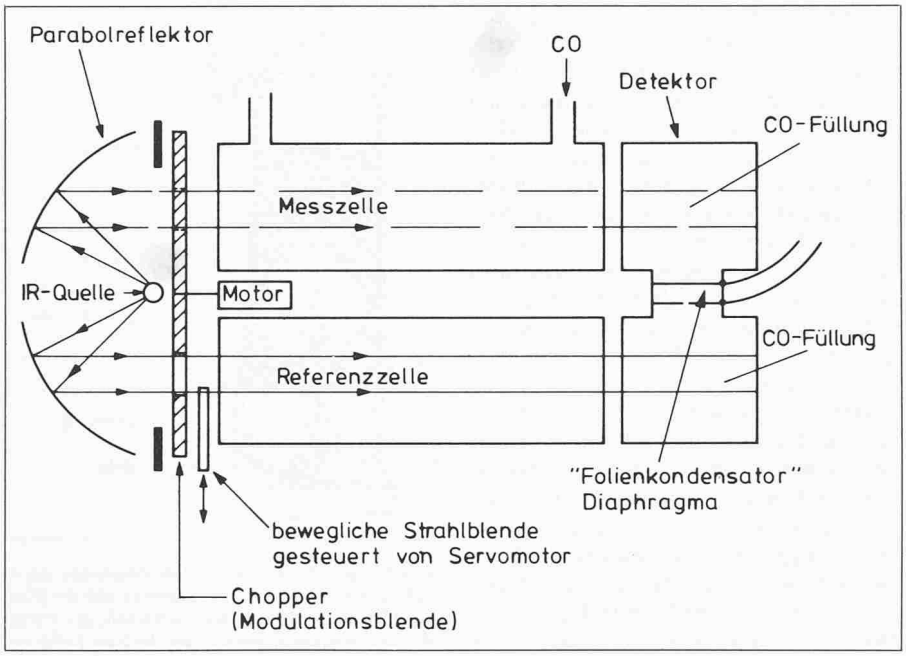

Bild 6. Messprinzip eines nichtdispersiven Infrarot-Fotometers, hier zur Messung von CO verwendet

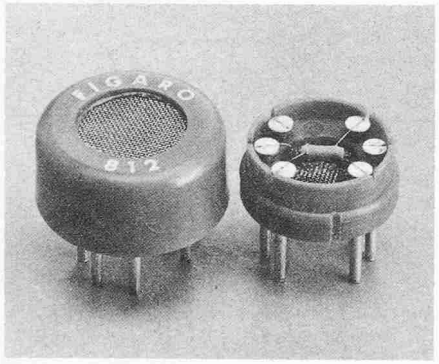

Bild 7. Halbleiter-Sensor zur Messung von Gaskonzentrationen, links gekapselt, rechts geöffnet. Der Halbleiter in der Mitte weist eine Länge von ca. 3 mm auf

Bild 9. Der gleiche Melder, knapp über dem Boden montiert, um schwere Gase wie Propan usw. anzuzeigen

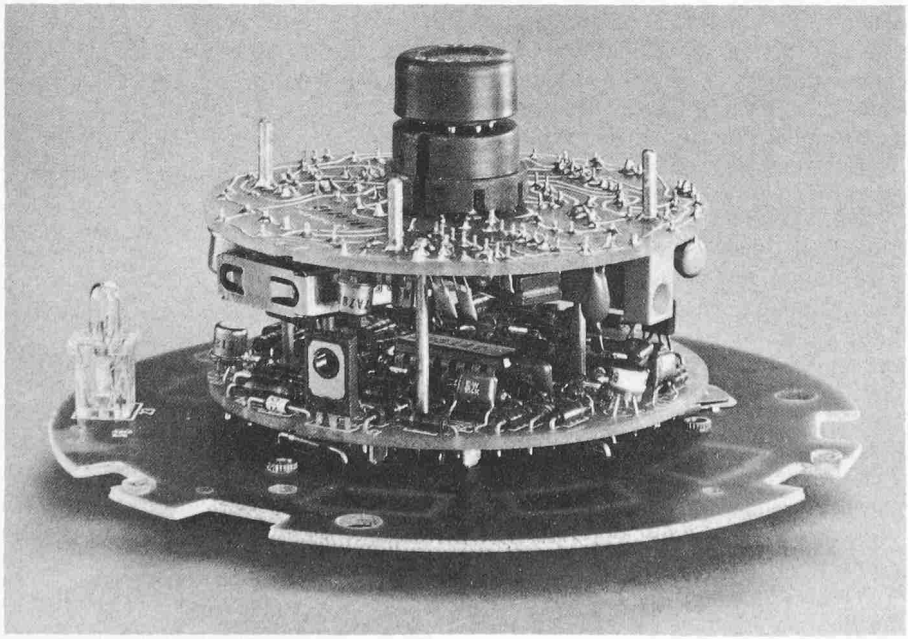

Bild 8. Cerberus-Gasmelder mit Halbleiter-Sensor, geöffnet. Der Halbleiter ist gut erkennbar; links aussen die Anzeigelampe, die bei Ansprechen brennt, bei Gasalarm blinkt. Die Empfindlichkeit des Melders kann je nach Bedürfnissen in vier Bereiche eingestellt werden

muss die Messbrücke beispielsweise *periodisch justiert* werden, um zuverlässige Angaben zu liefern. Nichtflüchtige und flüchtige Bestandteile in der Luft, namentlich Silikone, können den Katalysator leicht vergiften, so dass die Messempfindlichkeit beeinträchtigt wird. *Halogene oder Schwefelverbindungen* wie Methylenchlorid, Vinylchlorid oder Schwefelkohlenstoff können den Katalysator ebenfalls beschädigen. Mit einer entsprechenden Erhöhung der Betriebstemperatur kann teilweise Abhilfe geschaffen werden, doch wird dies mit einem höheren Stromverbrauch und einer kürzeren Lebensdauer erkauft. Der grösste Mangel der katalytischen Detektoren besteht wohl darin, dass man nicht ohne weiteres erkennen kann, wenn sie durch Fremdstoffe vergiftet sind: ihre Empfindlichkeit nimmt also ohne Warnung ab und wird damit allzu leicht übersehen.

Absorption von IR-Strahlung

Eine andere Methode zur Prüfung gefährlicher Konzentrationen verwendet das Prinzip der *Absorption von Infrarotstrahlung durch Gase* (NDIR=Non-dispersive Infra-red Analyser). Diese Absorption ist sehr unterschiedlich, und je höher sie ist, umso grösser wird die Erwärmung des Gases und damit seine Ausdehnung (Bild 6). Der entstehende Gasdruck bringt eine als Kondensatorplatte ausgebildete, äusserst dünne metallische Membran zum Durchbiegen: dadurch wird die Kapazität des Kondensators verändert, und durch entsprechende Verstärkung kann diese Veränderung als Kriterium für die Gaskonzentration verwendet werden.
Dieses Infrarotverfahren benötigt keine Aufheizung eines Katalysators. Es handelt sich jedoch um ein recht kostspieliges Verfahren, das heute nur bei äusserst genauen Messungen oder zur Feststellung eines spezifischen Gases verwendet wird.

Halbleiter-Messung

Zur Messung gefährlicher Konzentrationen werden heute immer häufiger Halbleiter verwendet. Dabei macht man sich die Tatsache zunutze, dass der Halbleiter in Luft einen recht hohen Widerstand aufweist, der jedoch sofort merklich fällt, sobald ein brennbares Gas auf die in der Halbleiteroberfläche absorbierten Sauerstoffmoleküle einwirkt (Bild 7). Die Veränderung löst über eine elektronische Schaltung Alarm aus.
Der Vorteil der Halbleitersensoren liegt darin, dass sich mit Ihrer Hilfe bereits sehr geringe Gasmengen erkennen lassen; gewisse Typen reagieren zum Beispiel bereits bei einer Konzentration von 5–10 Prozent UEG. Damit wird eine Frühwarnung zu einem Zeitpunkt möglich, der noch eine sinnvolle Inter-

vention zur Abwendung der Gefahr erlaubt.

Der neue Cerberus Gasmelder (Bild 8) ist ein praktisches Beispiel eines solchen Warngerätes. Er weist zwei eindeutige Schwellenwerte auf, die zwei verschiedenen Alarmstufen entsprechen (Bild 12). Eine ausgeklügelte Elektronik erlaubt je nach verwendetem Halbleiter und der Wahl der in vier Stufen einstellbaren Empfindlichkeit, eine ganze Reihe brennbarer Gase wie *Methan* (Erdgas), *Propan, Wasserstoff, Spaltgas* oder *Butan* zuverlässig bei sehr tiefen Konzentrationen zu erfassen. Bisherige Erfahrungen deuten sogar darauf hin, dass sich diesem Gasmelder auf dem Gebiet der *Lösungsmitteldämpfe* usw. noch breite, zusätzliche Einsatzmöglichkeiten eröffnen.

Im Melder eingebaut oder zuschaltbar ist ein *Ansprechindikator*. Er dient zur raschen Lokalisierung des Gefahrenbereiches, wenn sich im gleichen Raum mehrere Melder befinden. Bis zu zehn Gasmelder können nämlich in einer Gruppe parallel zusammengeschaltet werden. Der Ansprechindikator erleichtert ebenfalls die rationelle Prüfung der Melder.

Im Melder ist eine eigene «Intelligenz» eingebaut: bei niedriger Gaskonzentration (zum Beispiel 10 Prozent UEG), also der ersten Ansprechstufe, leuchtet der Ansprechindikator dauernd auf und brennt so lange, bis die Gaskonzentration wieder unter die Ansprechschwelle sinkt. Bleibt die Konzentration bestehen, so wird nach einer vorgegebenen Zeit beispielsweise ein Ventilator in Betrieb gesetzt; gleichzeitig oder alternativ kann eine Aufsichtsperson aufgeboten werden, um der Ursache nachzugehen. Erst bei einer wesentlich höheren Gaskonzentration, die aber noch immer im sicheren Bereich unter der UEG liegt, also beispielsweise 30 Prozent UEG, löst der Melder den eigentlichen Alarm aus. Der Ansprechindikator im Meldersockel stellt nun auf blinkendes Licht um, und in der Auswertezentrale löst das Signal die vorprogrammierten Schritte aus: zum Beispiel verstärkte Ventilation, Öffnung der Entlüftungsklappen, Einschalten eines Warntransparents und von Warnleuchten an den Zugängen. Dazu kommt selbstverständlich das automatische Aufbieten zuständiger Personen.

Die Auswertung und Verarbeitung der Signale erfolgt also zuerst im Melder selbst, dann aber noch in einer programmierbaren Alarmzentrale. Bild 12 zeigt das System in grossen Zügen. Es unterscheidet also klar zwischen blosser Vorwarnung bei geringer Gaskonzentration und dem eigentlichen Alarm. Dazu kann nach Art erprobter Brandmeldeanlagen eine Tag-/Nacht-Schaltung sinnvoll eingesetzt werden. Als wesentlicher Vorteil ist die Kombination mit einer Brandmeldeanlage in weiteren Räumen oder Zonen zu werten, wobei die Alarmorganisation differenziert programmiert werden kann. So kann der Brandalarm wie gewohnt automatisch an eine öffentliche Feuermeldestelle geleitet werden, während der Gasalarm über die gleiche Signalzentrale an speziell instruierte Betriebsstellen gemeldet wird.

Einsatzprobleme

Die rasche Entdeckung einer Gaskonzentration hängt natürlich im wesentlichen auch von der *Örtlichkeit* und der *Lage* des Melders ab. Gasgemische, die schwerer sind als Luft (Propan, Butan), werden in Bodennähe rascher entdeckt, leichtere Gase (Erdgas, Spaltgas) in der Höhe, Wasserstoff aber meist direkt unter der Decke, usw. Die Diffusionsgeschwindigkeit des Gases in Luft, die Ventilation oder andere, zum Beispiel thermische Luftbewegungen, spielen dabei ebenfalls eine Rolle. Man sieht, die Lage des Melders wird durch die zu erwartende Gefahr bestimmt. Es wäre deshalb völlig verfehlt, ohne nähere

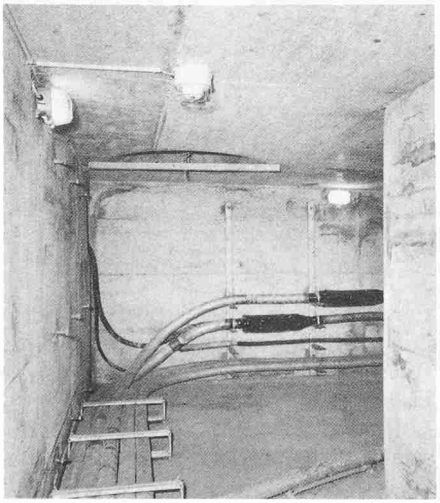

Bild 10. Ein Melder überwacht das Eindringen von Erdgas in einen Kabelkeller

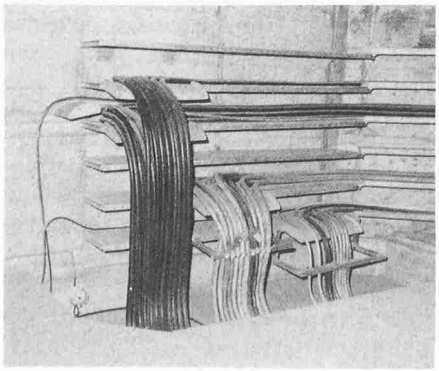

Bild 11. Melder für Propan in einem unterirdischen Leitungskanal

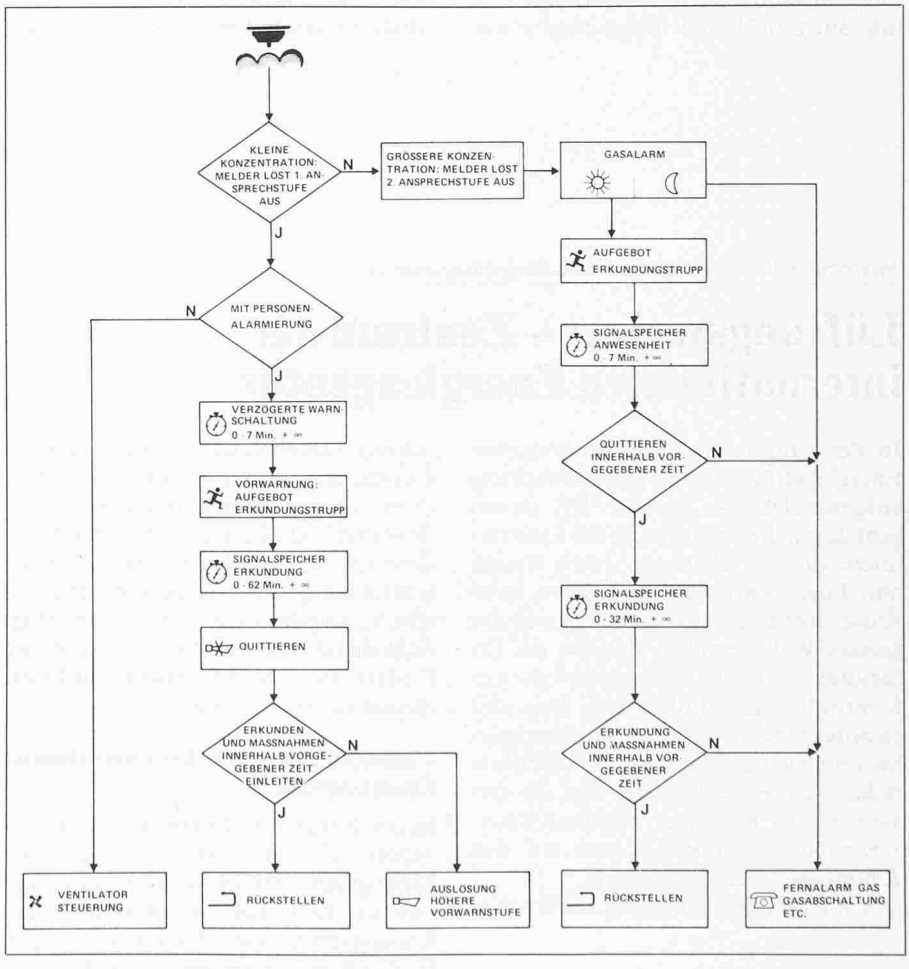

Bild 12. Vereinfachtes Organisationsschema für eine Gasmeldeanlage. Die Rhomben kennzeichnen die Stellen, wo der Mensch entscheidet, was weiter zu tun ist. Bleibt die Entscheidung aus, wählt die Automatik von selbst eine sinnvolle Alternative (nach Cerberus)

Definition der zu erwartenden Gasart, der Örtlichkeiten und der Betriebsbedingungen den geeigneten Melder und seinen Standort zu bestimmen. Dabei kann es sich um eine reine Objektüberwachung (zum Beispiel bei einer Ventilstation) oder um die Überwachung eines ganzen Raumes handeln. Sind sehr grosse und/oder hohe Räume zu überwachen, so ist die Kombination von Objektschutz und Raumschutz zu prüfen. Dies kann zum Beispiel bei Gasheizungen der Fall sein.

Besonders beim *Erdgas* kommt die Gefahr aber meistens von *älteren Gasleitungsnetzen* her. Das Gas dringt aus undichten Stellen durch den Boden in die Gebäude, Schächte, Kabel- und andere Kanäle. Dort sammelt es sich an, vielleicht in geschlossenen Räumen, und bildet bei Ausbleiben einer guten Lüftung relativ rasch eine gefährliche Konzentration. Solche Räume sind natürlich selten mit explosionssicheren Armaturen ausgerüstet, und das blosse Einschalten einer Beleuchtung löst oft – wie bereits erwähnt – die Explosion aus.

Als besonderes Einsatzproblem gilt auch der Schutz wichtiger *öffentlicher Objekte,* zum Beispiel unterirdischer Anlagen in Fernmelde- und Transportsystemen, unterirdischer Versorgungssysteme, aber auch von Rechenzentren, Archiven usw. Das Problem wird von immer weiteren Kreisen erkannt, und die Notwendigkeit, etwas dagegen zu tun, auch auf breiter Basis eingesehen. So hat beispielsweise die Cerberus allein in den letzten Jahren in der Schweiz annähernd 200 Gasmelde-Anlagen errichtet, und die dabei gesammelten Erfahrungen bestätigen die Richtigkeit des Konzeptes.

Vorbeugung

Was soll der Besitzer einer Liegenschaft nun tun, wenn er Verdacht auf Gasinfiltration schöpft? Er soll

- sofort und dauernd gründlich lüften, wenn die Umstände dies zulassen,
- durch einen Fachmann den Ursprung der Gaskonzentration abklären lassen und
- Gegenmassnahmen im Sinne der drei Stufen ergreifen: a) primärer Explosionsschutz = die Bildung einer gefährlichen Konzentration muss verhindert werden; b) sekundärer Explosionsschutz = alle Zündmöglichkeiten, namentlich auch die ungewollte, sind auszumerzen; c) weitere Massnahmen = Verhinderung einer Katastrophe durch eine dem Risiko angepasste Bauweise usw.

Bei all diesen Massnahmen zählen zwei Dinge: die Gefährdung von Menschen beseitigen, mögliche materielle Schäden verringern. Auch hier gilt die schon beinahe sprichwörtlich gewordene Aussage, dass Brand- und Explosionsschutz in erster Linie ein Problem der Verantwortung des Menschen für den Mitmenschen und für die allen anvertrauten Sachwerte ist.

Literaturnachweis

Chandler, S.E. «Fire incidents involving explosions in Great Britain, Fire Research Station, Building Research Establishment», CP 55/77.

Natural Gas Fires and Explosions, a Hazard Study. N.F.P.A., No. HS-9 1974.

Gas Detection, Fire Surveyor, April 1977; *Sadee, C., et al.:* «The characteristics of the explosion of cyclohexane at the Nypro (UK) Flixborough Plant on 1st June, 1974».

Heinsohn G.: «Sinn und Bedeutung der neuen Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosible Atmosphäre». Amts- und Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Materialprüfung, 6 (1976) Nr. 2, S. 15/22.

Bukowski R. W. and *Bright R. G.:* «Taguchi Semiconductor gas sensors as residential fire/smoke detectors». Fire Journal, May 1975, kp. 30 ff.

Berenblut B. J.: «Modern methods of flammable gas detection». Fire Prevention Science and Technology, Nr. 13.

Projektierungsrichtlinien für Cerberus-Gasmeldeanlagen, BVTE 605-79, Cerberus AG, Männedorf.

Combustion Properties of common flammable gases, N.F.P.A. Fire Protection Handbook, 14th ed. Boston, 1976, Table 3-4 C.

Jack W.: «Brandgefahren bei Fussbodenklebearbeiten». BVD-Bulletin Nr. 1/1979.

Brandschutz, Formeln und Tabellen, Staatsverlag DDR 1977, Tab. 37.

Nubert K., Schön G.: «Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe». Braunschweig 1963.

Adresse des Verfassers: *W. G. Peissard,* Fachredaktor, 8708 Männedorf. Der Autor ist den Herren Dr. *G. A. Purt* und Dr. *P. Christen* der Cerberus AG, Brandschutz- und Sicherheitssysteme, Männedorf, für die kritische Durchsicht des Manuskripts zu Dank verpflichtet.

Internationale Energieagentur/Forschungsprogramm IV)*

Lüftungsverlust – Zentrum der internationalen Energieagentur

In der ganzen Welt werden immense Energiebeträge für die *Gebäudeheizung* aufgewendet. Ein grosser Teil davon geht durch die Erwärmung der Luft verloren, die im Übermass durch Ritzen und Fugen entweicht und durch kalte Aussenluft ersetzt wird. Forscher in der ganzen Welt bemühen sich um die Erfassung und um Möglichkeiten zur Kontrolle dieser Luftströme, bzw. der entsprechenden sog. *Lüftungsverluste.* Sie untersuchen aber auch den Einfluss reduzierter Frischluftraten auf die *Gesundheit der Bewohner,* auf die *Luftverschmutzung in Räumen* und auf den *Raumkomfort* ganz allgemein.

Die wachsende Bedeutung dieser Forschungsaufgaben hat die Internationale Energieagentur veranlasst, auf Antrag ihrer *Energy Conservation Group* in Bracknell, U. K., ein Lüftungsverlust-Zentrum zu errichten. Das Zentrum wird diese Forschung unterstützen und das Verständnis der technischen Möglichkeiten für eine kontrollierte Lüftung fördern durch Verbreiterung von Informationen und Messdaten.

Unterstützung durch die internationale Energieagentur

In der Folge der «Energiekrise» in den Jahren 1973/74 einigten sich einige der wichtigsten westlichen Staaten im November 1974 auf ein internationales Energie-Programm. Dieses Programm ist das Produkt gemeinsamer Anstrengungen zu einer gemeinsamen Energiepolitik. Um dieses Übereinkommen aktionsfähig zu machen, wurde als autonomes Organ innerhalb der OECD die Internationale Energie-Agentur (IEA) in Paris errichtet. – Eines der diversen Forschungsprojekte der IEA befasst sich mit rationellerer Energieverwendung in Gebäuden («Energy Conservation in Buildings and Community Systems»). Als Unteraufgabe darin wurde im Mai 1979 das neue Zentrum für Forschung und Information über die Lüftungsverluste von Gebäuden errichtet. Vorläufig wird das Projekt von folgenden Staaten unterstützt: Canada, Dänemark, Italien, den Niederlanden, Schweden, der Schweiz, Grossbritannien und den USA. Im Energiesparmonat nimmt das Zentrum seine Tätigkeit auf, wie sie nachfolgend im Detail beschrieben ist.

Energieersparnis durch Reduktion der Lüftungsverluste

Die Bestrebungen im Energiesparmonat richteten sich vor allem auch auf die

*) Vgl. Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 13, S. 218, Heft 26, S.506–507 und Heft 32/33, S. 594.