

AIC 813

CO₂-Gehalt als Führungsgröße

Von Dr. Oscar Oehler, Zürich

Wie bereits in CCI Nr. 5/1983 kurz erwähnt wurde, ist am Institut für Angewandte Physik der Eidgenössisch Technischen Hochschule Zürich ein einfaches Gerät entwickelt worden, das sich für die Frischluftkontrolle klimatisierter Räume eignen dürfte.

Das Problem

Stark gestiegene Kosten für fossile Brennstoffe während der letzten Jahre einerseits und ein zunehmendes Umweltbewusstsein andererseits sind dafür verantwortlich, daß man heute vermehrt bestrebt ist, Klimaanlage möglichst sparsam zu betreiben. Große Kosteneinsparungen können dadurch erreicht werden, daß die Frischluftzufuhr möglichst niedrig gehalten wird. Eine kurzfristige Bedarfsanpassung derselben, mit dem Zweck, eine von der Raumbelegung unabhängige Luftqualität zu gewährleisten, ist folglich sehr sinnvoll. Daraus resultiert aber die Forderung nach einem geeigneten Krite-

rium zur Beurteilung der Raumluftqualität.

Als sehr brauchbar für die Bewertung der durch den Menschen belasteten Raumluft hat sich der CO₂-Gehalt erwiesen. Dies geht beispielsweise aus der Arbeit von G. Huber über „Die Belastung der Raumluft durch den Menschen“ (Reinraumtechnik/Raumluft 1981) hervor. Als Richtwert für die noch zumutbare Luftqualität ist nach H. U. Wanner (Heizung und Lüftung 2/82, 27 (1982)) in der Regel eine CO₂-Konzentration von 0,1–0,15 Prozent (1000–1500 ppm) anzusehen. Etwas höher, nämlich bei 2500 ppm, liegt der ASHRAE-Grenzwert, wie das im Fachaufsatz von G. S. Preusser über „Die neue ASHRAE-Lüftungsnorm 62–1981“ (Ki Klima-Kälte-Heizung 4/83, Teil 6, p 1244) festgehalten ist.

Die Frischluftregelung in klimatisierten Innenräumen auf Grund der CO₂-Konzentration beinhaltet damit eine CO₂-Bestimmung im Meßbereich 0 bis 2000 ppm resp. 0 bis 3000 ppm. Der Meßfehler soll die Schranken ± 250 ppm möglichst nicht überschreiten. Will man eine Fehlmeß-Wahrscheinlichkeit von 0,1% einhalten, so ergibt sich eine verlangte Meßgenauigkeit, ausgedrückt durch die quadratische Abweichung von ± 63 ppm.

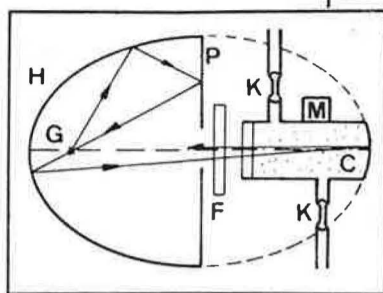


Abb. 1: Photoakustische Gasdetektions-Vorrichtung.

Meßmethoden für CO₂

Für die zuverlässige und selektive Bestimmung des CO₂-Gehaltes der Luft sind die infrarot-spektroskopischen Methoden sehr geeignet. Es existieren daneben zwar eine Anzahl weiterer Möglichkeiten, die aber entweder für den vorgesehenen Zweck zu aufwendig und umständlich sind (zum Beispiel Massenspektroskopie), oder sich für automatische Überwachungen wegen der Ausnutzung irreversibler chemischer Prozesse weniger eignen.

Der Bau eines auf Infrarot-Spektroskopie beruhenden, preisgünstigen Instrumentes ist wegen der Erzeugung und der Führung von monochrom-

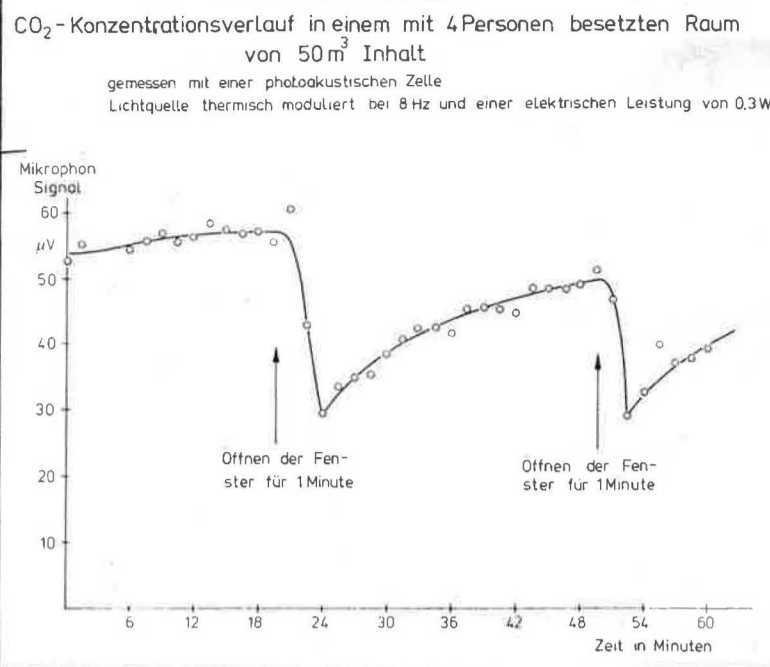


Abb. 2: CO₂-Konzentrationsverlauf

Abb. Oehler

Der Autor dieses Artikels, Dr. Oscar Oehler, ist Mitarbeiter am Institut für Angewandte Physik der ETH in Zürich.

matischer Infrarotstrahlung nicht einfach. Zudem ist die zu bestimmende CO₂-Konzentration relativ klein. Bei Anwendungen der üblichen Extinktionsmethode, die darin besteht, daß der durch das Probegas abgeschwächte Meßstrahl mit einem von der Probe unbeeinflussten Referenzstrahl verglichen wird, müssen erhebliche Anforderungen an die Stabilität von Lichtquelle und Detektor gestellt werden. Auf eine alternative spektroskopische Methode wird im folgenden eingegangen.

Photoakustische Detektion von CO₂

Das photoakustische Gasdetektionsprinzip beruht darauf, daß das Schallfeld mittels eines Mikrophons gemessen wird, das in einer verschlossenen Gasküvette durch die Absorption von intensitätsmodulierter Lichtstrahlung entsteht. Der gemessene Schalldruck ist proportional zur absorbierten Lichtleistung und damit in direkter Beziehung zur Gaskonzentration. Im Gegensatz dazu folgt bei der Extinktionsmethode die Gaskonzentrationsbestimmung aus der Intensitätsdifferenz zwischen Meß- und Referenzstrahl.

Für die vorgesehene Anwendung ist es wesentlich, daß das Gerät zuverlässig und wartungsfrei arbeitet und zudem zu einem niedrigen Preis hergestellt werden kann, so daß einerseits keine zusätzlichen Kontrollen und Wartungen notwendig sind, und andererseits die Anschaffungskosten durch Energieeinsparungen rasch amortisiert werden können. Damit kommt als monochromatische Infrarot-Strahlenquelle vorzugsweise ein thermisch- d. h. durch Ein- und Ausschalten des Betriebsstromes - modulierter Glühkörper zusammen mit einem Interferenzfilter - Monochromator in Frage. Da solche Strahlungsquellen, im Gegensatz etwa zu Lasern sehr intensitätsschwach sind, ist eine hocheffiziente Lichtsammelvorrichtung erforderlich. Diesen Bedingungen wurde mittels einer Glühwendel G, die sich im Brennpunkt eines mit einem Planspiegel P abgedeckten elliptischen Halbspiegels H befindet, Rechnung getragen (Abb. 1).

Durch einen transparenten Bereich im Zentrum dieses Planspiegels P läßt

sich ein sehr intensives, leicht konvergentes Strahlenbündel entnehmen, das nach Passieren des Interferenzfilters F in die photoakustische Zelle C eingekoppelt wird. Das Gasdrucksignal wird mit Hilfe eines Elektret-Mikrophons M erfaßt.

Der akustischen Entkopplung der Gaszelle während der Messung muß große Beachtung geschenkt werden. Einerseits ist zu verhindern, daß ein Ausgleich des photoakustischen Drucksignales mit der Umgebung stattfinden kann, andererseits muß die Einkopplung von externem Raum-schall möglichst klein gehalten werden. Auf einfachste Weise wurde diese Aufgabe durch flüssigkeitsgefüllte Kapillaren K gelöst.

Während einer ersten Phase wird mittels einer kleinen Membranpumpe die Flüssigkeit aus den Kapillaren ausgetrieben und somit ein effizienter Gasaustausch gewährleistet. In der anschließenden Meßphase ist die Pumpe ausgeschaltet. Wegen des durch Kapillarkräfte bewirkten Rückfließens der Flüssigkeit in die Kapillaren ist die Meßzelle von der Umgebung akustisch abgetrennt. (Es sei auch auf den Artikel von D. Sourlier, O. Oehler in J. de Physique-Colloque September 1983 hingewiesen.)

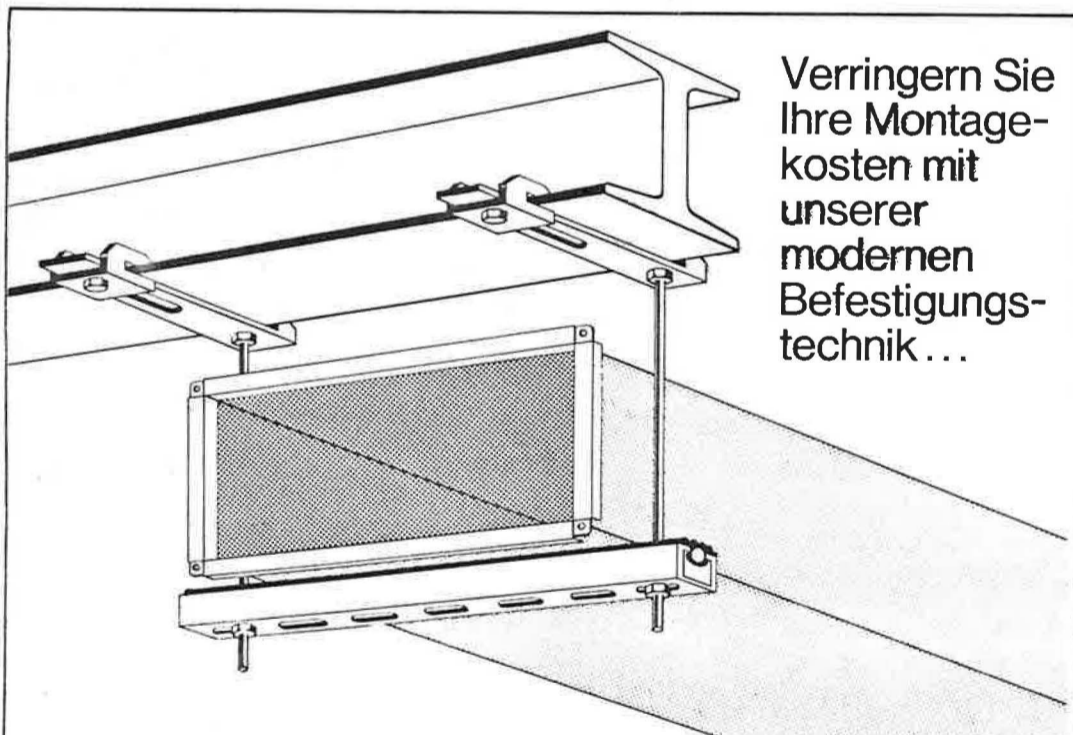
Die Interpretation des Mikrophonsignals wird mit Hilfe eines digital arbeitenden Lock-in-Verstärkers vorgenommen, der in einem Mikrocomputer implementiert ist. Diese Vorrichtung extrahiert aus dem verrauschten Mikrophonsignal denjenigen Anteil, welcher mit der Lampenmodulation frequenzgleich ist und in fester Phasenbeziehung steht. Das Computersystem ist durch diese Signalverarbeitung keineswegs ausgelastet. Es ist daher angezeigt, gleichzeitig die Steuer- und Regel-Aufgaben, die beim Betrieb einer Klimaanlage anfallen, zu lösen.

Das CO₂-Überwachungsgerät liegt in Form eines Funktionsprototypes vor. Langzeit-Messungen sind gegenwärtig im Gange. Mit kleinstem Aufwand läßt sich eine Meßgenauigkeit (quadratischer Mittelwert) von 35 ppm erreichen (Abb. 2). Der voraussichtliche Herstellungspreis für ein solches Gerät dürfte im Bereich von 600 Sfr. liegen. □

Großgasse 2 · 6367 Karben 3
Telefon (06039) 7034
Telex 415501 peka
Inhaber Kelling KG.

Peter Krause

Lüftungs- u. klimatechnische Produkte



Verringern Sie Ihre Montagekosten mit unserer modernen Befestigungstechnik...

ohne Schweißen und Bohren.

Geeignet zur Aufhängung von:

- Rohrleitungen
- Leuchten
- Kabelkanälen
- Arbeitsbühnen
- Heizgeräten
- Luftkanälen
- Sprinkleranlagen
- Fördereinrichtungen
- u. v. a.

Mit unseren PK-Montagezangen bieten wir Ihnen eine Problemlösung, auf die Ihre Monteure schon lange gewartet haben. Die Verarbeitung der PK-Montagezangen ist denkbar einfach, geht enorm schnell und der Preis ist supergünstig.

Fordern Sie unseren INFO-Katalog unverbindlich an.

Unser Lieferprogramm: ● Luftkanäle ● Kanalzubehör ● Lüftungsgitter ● Schalldämmung ● Isoliermaterial ● Lüftungs- und Klimageräte ● Befestigungs- und Abdichttechnik ●

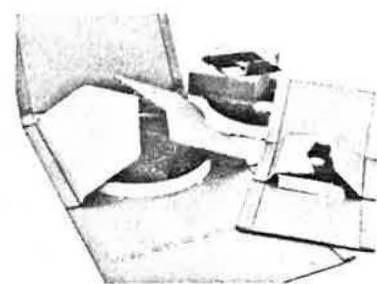


Abb. Ratioform

Feldkirchen/SK. Um Disketten und Magnetbänder vor den Folgen liebloser Behandlung auf dem Postweg zu schützen, hat der Ratioform Industrieversand, Feldkirchen, zusammen mit einem Schweizer Hersteller ein spezielles Verpackungssystem erfunden. Varivel, so heißt die Verpackung, besteht aus Mikro-Wellpappe und ist in allen erdenklichen Größen und Formaten erhältlich. Auch in kleinen Mengen ab 50 Stück.