

Regenerierbedingungen, der Drehzahl und der Aufteilung in Prozeßluftsektor und Regenerierluftsektor [1].

LiCl hat gute sorptive Eigenschaften, es verflüchtigt sich aber im Laufe der Zeit, so daß das Rad wiederkehrend mit LiCl neu getränkt werden muß. Insbesondere bei hohen Luftfeuchtigkeiten besteht die Gefahr, daß die Kristalle sich verflüssigen und mit dem Luftstrom fortgetragen werden.

Bei der Adsorption dagegen wird der Wasserdampf an festen Oberflächen gebunden. Um nennenswerte Trenneffekte zu erzielen, sind feinporöse Stoffe mit inneren Oberflächen von einigen 100 m<sup>2</sup>/g erforderlich. Als technische Adsorbentien zur Gastrocknung werden vorwiegend Silicagel, Alugel oder zeolithische Molekularsiebe eingesetzt [2].

Die Adsorbentien sind als Granulat mit Korngrößen von wenigen Millimeter erhältlich und werden in Kolonnen, d.h. in Festbetten eingesetzt. Eine Kolonne dient zur Entfeuchtung der Prozeßluft, während eine zweite Kolonne gleichzeitig regeneriert. Wenn der Durchbruch der Feuchte am Austritt der ersten Kolonne festgestellt wird, wird auf die regenerierte Kolonne umgeschaltet. Die Adsorption im Festbett wird daher diskontinuierlich betrieben werden.

Bei den technischen Adsorbentien besteht wie bei anderen hygroskopischen Stoffen ein definiertes Gleichgewicht zwischen der adsorbierten Wassermenge, der Feuchte der die Adsorbentien umgebenden Luft und der Temperatur.

Die Regeneration des beladenen Adsorbens erfolgt üblicherweise durch Luft mit niedriger relativer Feuchte und hoher Temperatur. In vielen Fällen reicht es dabei aus, Umgebungsluft auf Temperaturen bis ca.

140 °C zu erwärmen. Die Desorption erfolgt nach denselben Wärme- und Stofftransportmechanismen wie die Adsorption [3].

Die Luftentfeuchtung durch Adsorption hat gegenüber den anderen Verfahren den Vorteil, daß sehr niedrige Taupunkte erreicht werden können (bis zu -90 °C, [2]), keine flüchtigen Chemikalien verwendet werden und keine Gefahr bei hohen Luftfeuchtigkeiten besteht.

Inzwischen ist es gelungen, Silicagel mit einem Trägermaterial so zu verbinden, daß sich daraus dünne formbare Folien herstellen lassen. Diese wiederum werden zu einem wabenförmigen Gebilde zusammengefügt, womit man ein Rad herstellen kann, das ähnlich aussieht wie die bekannten Räder zur Wärmerückgewinnung bzw. die Sorptionsregeneratoren auf LiCl-Basis (Bild 1).

Damit steht ein Verfahren zur Verfügung, das die Vorteile der Adsorption mit den Vorteilen eines kontinuierlichen Betriebes verbindet. Durch geeignete Schaltung von Prozeßluft und Regenerierluft sind Endfeuchten kleiner 0,5 g/kg möglich.

Bei der Adsorption wird Wärme freigesetzt und an die Prozeßluft abgegeben. Außerdem überträgt die Regenerierluft über das Rad Wärme an die Prozeßluft. Die Prozeßluft tritt daher trockener aber auch wärmer aus dem Sorptionsregenerator aus. Die heiße Regenerierluft tritt abgekühlt aus dem Rad aus, da sie das Rad aufheizen und die Desorptionswärme aufbringen muß.

Eine ausgeführte Anlage in der Lebensmittelindustrie ist als Schema mit den zugehörigen Betriebsdaten (Sommerauslegungsfall) in Bild 2 dargestellt.

Es wird für die Produktionsräume ganzjährig eine Zuluftfeuchte 1,5 g/kg gefordert. Die Rückluft von 3,0 g/kg wird mit Außen-

luft von 14,8 g/kg gemischt. Entsprechend dem Mischungsverhältnis tritt die Zuluft mit 31 °C und 4,3 g/kg in den Entfeuchter ein. Dort wird sie auf die geforderten 1,5 g/kg entfeuchtet und erwärmt sich dabei auf 52 °C. Die Nachkühlung erfolgt hier mit Brunnenwasser, in anderen Fällen kann mit Kühlwasser aus Rückkühlwerken energiesparend vorgekühlt werden. Nur in den Sommermonaten ist dann noch eine Nachkühlung mit Klimakaltwasser erforderlich.

Die gewünschte Zuluftfeuchte wird über die Temperatur der Regenerierluft geregelt, die auslegungsgemäß bis zu 140 °C vorgegeben ist. Die Austrittstemperatur der Regenerierluft beträgt in diesem Fall 77 °C. Auf der Regenerierluftseite wird die Wärme der Abluft durch eine WRG teilweise zur Vorwärmung der Zuluft genutzt.

Bei der Luftentfeuchtung durch Kondensation ist Energie für das Kühlen auf tiefe Temperaturen und für das Nachwärmen erforderlich. Bei der Adsorption dagegen besteht Energiebedarf für das Heizen der Regenerierluft und für das Nachkühlen der Prozeßluft.

Entfeuchten durch Kondensation hat bei hohen Anfangs- und Endfeuchten den niedrigsten Energiebedarf. Bei sehr niedrigen Endfeuchten jedoch hat das Adsorptionsverfahren neben den betrieblichen Vorteilen zugleich die günstigsten Verbrauchskosten. [H 197]

#### Literaturangaben

[1] *Gutermuth, W.*: Untersuchung der gekoppelten Wärme- und Stoffübertragung in Sorptionsregeneratoren. Diss. TH Darmstadt 1980.

[2] *Kast, W.*: Adsorption aus der Gasphase VCH, Weinheim 1988.

[3] *Busweiler, U.*: Nichtisotherme Ad- und Desorptionskinetik an Einzelkörnern technischer Adsorbentien am Beispiel der Wasserdampfadsorption an Silicagel und Molekularsieb. Diss. TH Darmstadt 1984.

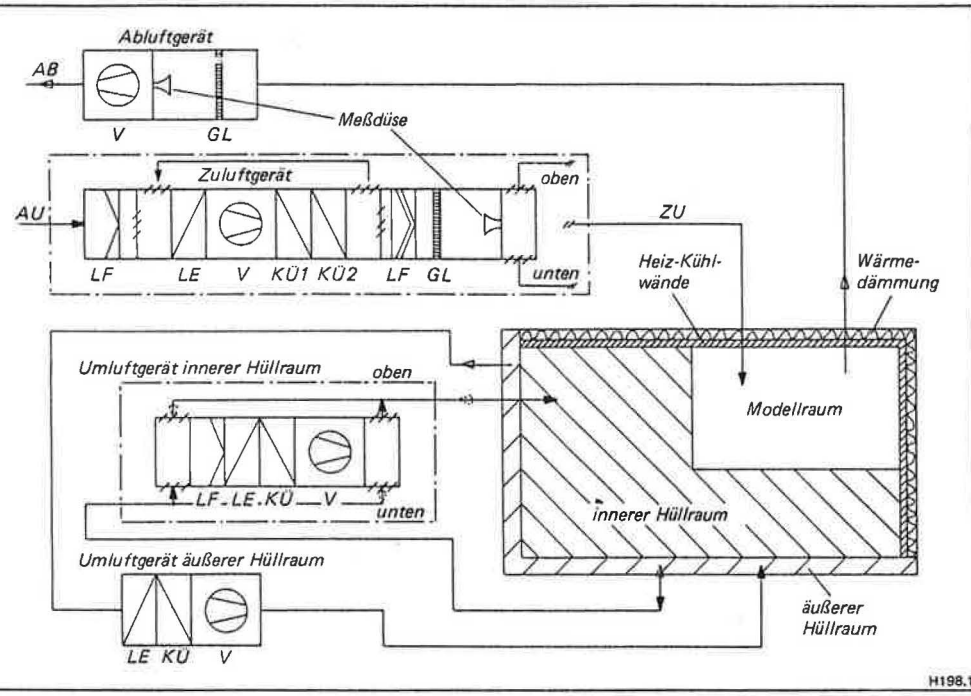
## Planungskonzepte im Raumluftströmungslabor überprüft

**Experimentelle Untersuchungen sollen die gestellten Anforderungen bestätigen oder Lösungsalternativen aufzeigen**

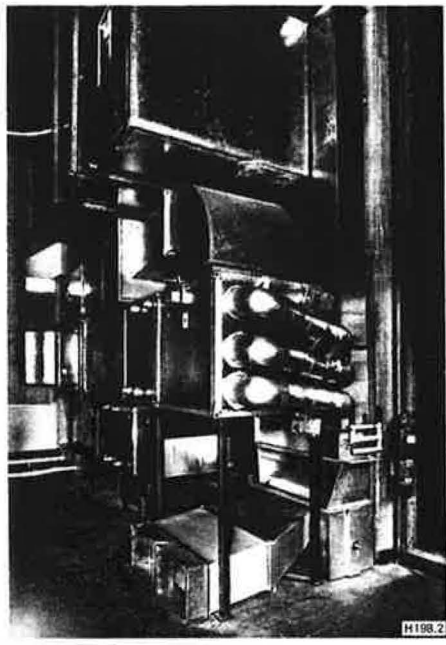
**In der Versuchshalle der Forschungsgesellschaft Heizung-Lüftung-Klimatechnik Stuttgart mbH (FGHLK), die weitgehend von der IKE-Abteilung Heizung-Lüftung-Klimatechnik der Universität Stuttgart genutzt wird, wurde ein neues Raumluftströmungslabor gebaut, in dem die Luftbewegungen in Räumen für weite Anwendungsbereiche untersucht werden können. Im folgenden werden die für den Aufbau des RLS-Labors gestellten Anforderungen und die konstruktiven Lösungen beschrieben.**

Dipl.-Ing. **Wolfgang Scholer**,  
Abt. Heizung-Lüftung-Klimatechnik, Universität Stuttgart

Bei der Planung von Lüftungs- und Klimaanlage wird aus Energie- und Kostengründen versucht, mit möglichst geringen Luftströmen die Raumluftbedingungen zu schaffen, die vom Auftraggeber vorgegeben werden, um Vorschriften und technische Anforderungen zu erfüllen oder einfach um behagliche Luftzustände zu erzielen. Die Auswahl des dafür geeigneten Luftführungskonzeptes und der dazu passenden Luftdurchlässe erfordert detaillierte Kenntnisse über Zuluftstrahlen und deren



**Bild 1: Klimatisiereinrichtungen des Raumluftrömlabors**



**Bild 2: Die Lüftungszentrale im Rohbau**

Auswirkungen auf die Luftströmung im Raum. Die Kennwerte von Luftdurchlässen werden in den Labors der Komponentenhersteller ermittelt und dem Planer in den technischen Unterlagen zur Verfügung gestellt. Bei der Planung werden die jeweiligen Systeme und Komponenten meist aufgrund von Erfahrungswerten ausgewählt.

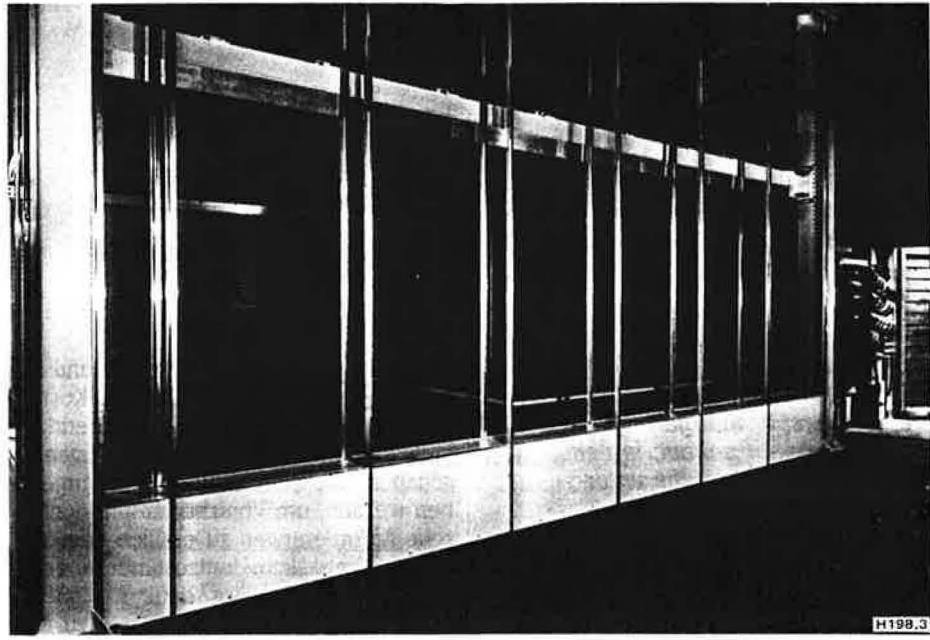
In vielen Fällen sind jedoch keine Standardlösungen möglich. Dann ist es oft vorteilhaft, mit experimentellen Untersuchungen zu überprüfen, ob die gestellten Anforderungen mit dem ausgewählten Lüf-

tungskonzept erfüllt werden können oder ob es bessere Lösungsalternativen gibt.

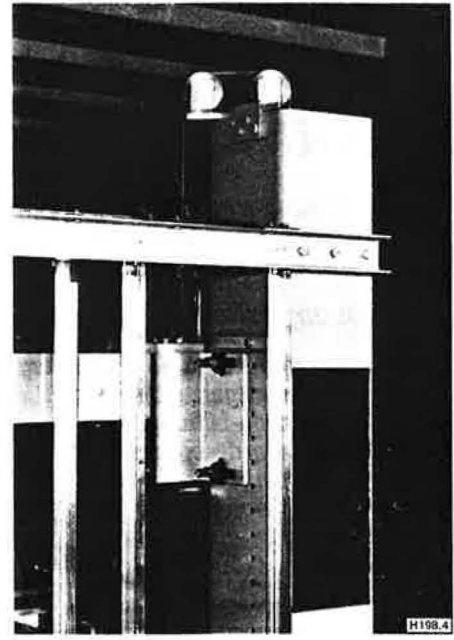
**Das Raumluftrömlabor: Anforderungen und Aufbau**

Der üblicherweise mit „Modellraum“ bezeichnete Versuchsraum ist dafür ausgelegt, unabhängig von der Außenlufttemperatur auf eine Raumlufthtemperatur zwischen 5 °C und 35 °C konditioniert zu werden. Um thermische Einflüsse von den Raumwänden auf die Raumluftrömung auszuschließen oder definiert einstellen zu

können, müssen die Raumumschließungsflächen isotherm gehalten oder temperiert werden können. An der Rückwand und an einer Seitenwand wird dies durch wasserkühlbare bzw. beheizbare Wände realisiert. Die Wandtemperaturen lassen sich zonenweise im Raster von 1 m x 1 m zwischen 5 °C und 70 °C konstant einstellen oder nach einer Zeitfunktion (z.B. abhängig von Witterungseinflüssen) variieren. Die beiden anderen Wände des Versuchsraums sind verglast, um die durch ein Tracer-Medium (z.B. Rauch) sichtbar gemachte Luftströmung beobachten zu kön-

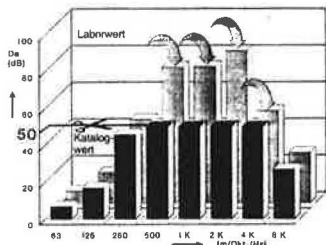


**Bild 3: Der Modellraum des Raumluftrömlabors**



**Bild 4: Befestigung und Führung der beweglichen Decke**

**Neue Norm, gute Norm?  
DIN 45646; Messungen an  
Schalldämpfern in Kanälen**



Vergleich Labormesswert mit praxisorientierter Veröffentlichung der Einfügungsdämpfung von Kulissenschalldämpfern.

Fachleute wissen, daß ein Kulissenschalldämpfer für RLT-Anlagen in der Praxis etwa 40 bis 60 dB an Dämpfung bringen kann. Im Labor unter idealen Bedingungen können nach DIN/ISO aber durchaus mehr gemessen werden – je nachdem, welche Grenzdämmung der Prüfstand aufweist.

Die Mitglieder der RAL-Gütegemeinschaft Schalldämpfer haben deshalb vereinbart, unabhängig von einem höheren Labormesswert (Prüfbericht des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik Stuttgart) in ihren Katalogen oder sonstigen Angaben für die Einfügungsdämpfung maximal 50 Dezibel anzuführen.

Dies zur Sicherheit für alle Anwender, die mit beiden Beinen in der Praxis stehen.



**Diese Firmen\* sind  
berechtigt, das RAL-  
Gütezeichen zu führen:**

G+H Montage GmbH ·  
H&H Gerätebau GmbH ·  
Holz & Zimmernink  
GmbH · Meyer + Gerber  
GmbH · Rheinische Isolier-  
gesellschaft GmbH & Co. ·  
Schako Ferdinand Schad  
KG · Solidux GmbH & Co.  
KG · Trox Technik Gebrü-  
der Trox GmbH · Westaflex-  
werk GmbH & Co. KG,  
Abt. IT · Wildeboer Bauteile  
+ Handelsges. mbH.

\* Die Mitglieder der Gütegemeinschaft  
Schalldämpfer e.V. Stuttgart

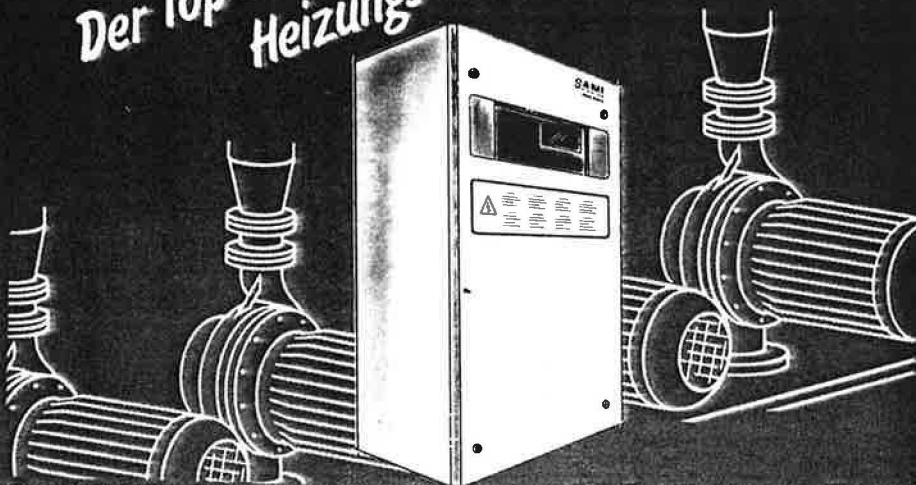
**RIETSCHEL &  
HENNEBERG** 

Zwei Namen,  
die für sich sprechen.

Energietechnik	<b>Rietschel &amp; Henneberg</b>
Luft- und Klimatechnik	<b>GmbH &amp; Co.</b>
MSR-Elektrotechnik	Berlin 030/34 60 03-0
Rohrleitungssysteme	Karlsruhe 0721/6185-0
Brandschutz, Umwelttechnik	München 089/8 39 47-0
Sanitärtechnik, Service	Wiesbaden 06121/76 02-0

# SAMI MICROSTAR PULSUMRICHTER

Der Top Star für  
Heizungs- und Klimaanlage



SAMI MICROSTAR-Pulsumrichter steuern stufenlos mit einem Mikroprozessor die Drehzahl der Drehstrommotoren. ■ Sie sorgen bei Heizungs- und Klimaanlage prozeßabhängig für die genau richtige Drehzahl und damit für den optimalen Betriebspunkt. ■ Ihr Nutzen: Energieeinsparung gegenüber

mechanischen Regelanrichtungen ■ keine Druckstöße - dadurch Schonung der Anlagenkomponenten ■ deutliche Geräuschminderung ■ rasch montiert und in Betrieb genommen, alle Werte auf einen Blick! ■ SAMI MICROSTAR-Pulsumrichter erhalten Sie von 0,75 - 3 kW für 220 und 380 V.

Fordern Sie weitere Informationen über ABB Drehstromantriebe an:

ABB Antriebstechnik GmbH  
Postfach 1180  
D-6840 Lampertheim  
Telefon 0 62 06 / 50 31  
Telefax 0 62 06 / 50 36 32

ABB Antriebstechnik GmbH  
Rudolf-Diesel-Straße 4  
D-6074 Rödermark  
Telefon 0 60 74 / 69 20  
Telefax 0 60 74 / 69 25 9

D EA 7192 89e/II D

**ABB**  
ASEA BROWN BOVERI

Liebigstr. 9  
8011 Kirchheim  
**Liebert**

FRANKFURT · DÜSSELDORF  
MÜNCHEN  
HAMBURG · PFORZHEIM  
BERLIN · HANNOVER  
ZÜRICH · BERN

**EDV-Klima  
USV-Anlagen**

0 89/9 03 10 11

Bitte beziehen  
Sie sich  
bei Anfragen  
an unsere  
Inserenten auf

**HLH**  
Danke!

**Zeit ist Geld.  
... und schneller erreichen  
Sie uns per Fernschreiber.  
8587743.**

**VDI VERLAG** · Postfach 82 28  
4000 Düsseldorf 1 · Telefon 02 11/61 88-0

nen. Diese Wände werden mit Luft im sog. „inneren Hüllraum“ temperiert.

Um den Betrieb der anderen Prüfstände in der Halle (z.B. ein Heizkörperprüfstand) nicht zu stören, wird der sog. „äußere Hüllraum“ benötigt. Er wird mit Luft auf Hallenbedingungen konditioniert. Bild 1 zeigt das Schaltschema der Lüftungseinrichtungen und der grundsätzlichen Möglichkeiten für die Luftzu- und -abfuhr in die verschiedenen Raumzonen. Im Zuluftgerät kann die vorgefilterte Außenluft je nach Anwendungsfall im Lufterhitzer auf ca. 60 °C erwärmt oder in zwei Kühlerstufen auf nahezu 0 °C abgekühlt werden. Der Ventilator wird mit einem zweistufigen Motor angetrieben. Durch den Einsatz von Bypasskanälen und einer Jalousieklappensteuerung kann ein Zuluftstrom stufenlos zwischen 0 und 4 000 m<sup>3</sup>/h eingestellt werden. Der Zuluftstrom wird mit einer Einströmdüse, die in einer Beruhigungskammer (mit Strömungsgleichrichtern) eingebaut ist, gemessen. Die Zuluft kann je nach Anwendungsfall am Boden oder an der Decke zugeführt werden.

Der Abluftstrom wird durch Drosselung eingestellt und ebenfalls mit einer Einströmdüse gemessen. Die Lüftungsanlage für den Modellraum ist wegen der Zugabe von Tracergas als reine Außenluftanlage ausgeführt. Die beiden Hüllräume werden mit Umluft betrieben. Der innere Hüllraum kann auf 5 °C bis 35 °C konditioniert werden, wobei die Luftführung durch die entsprechende Klappeneinstellung von unten nach oben oder umgekehrt erfolgt. Im äußeren Hüllraum wird die Luft in der verglasten Fassade von unten nach oben geführt. Um den Wärmeaustausch zwischen Modellraum und Halle zu vermeiden wird die Temperatur im Mittel auf 20 °C eingestellt.

Bild 2 zeigt, wie die benötigten Lüftungsgeräte auf engstem Raum untergebracht wurden.

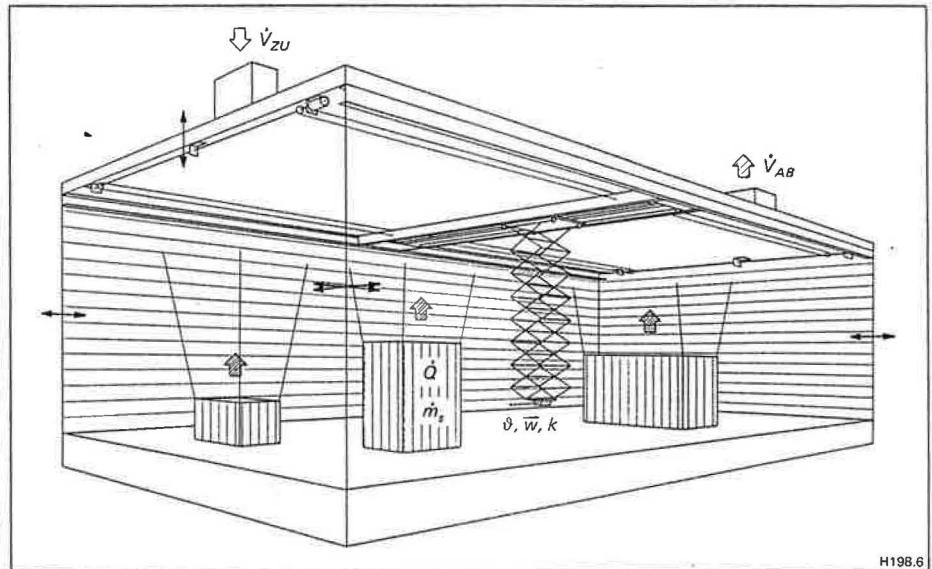
Eine wichtige Anforderung an das Versuchslabor ist die Variierbarkeit der Raumgröße. Mit Plexiglaswänden kann die Modellraumgröße bis zu den Maximalabmessungen von 7,7 m × 4,4 m beliebig geändert werden (Bild 3). Die Raumhöhe läßt sich durch Absenken der beweglichen Decke zwischen 1 und 4 m einstellen. Die Decke ist an den Ecken an Stahlseilen aufgehängt und wird an den Eckstützen geführt (Bild 4). Die Gegengewichte sind in den Stützen untergebracht. Die Balken zur Deckenaussteifung und zur Befestigung der Deckenplatten sind nur festgeklemmt (Bild 5); sie können beim Einbau von Luftdurchlässen oder Abluftleuchten schnell und einfach versetzt werden.

Darüber hinaus läßt sich der Raum in einen Freistrahprüfstand umwandeln, indem die mit einfachen Klemmverbindungen befestigten transparenten Wände abgenommen werden.

**Bild 5: Klemmbefestigung der Deckenbalken**



**Bild 6: Prinzipskizze der Meßsondenpositioniereinrichtung**



## Meßtechnik

Bei den Versuchen im Raumluftströmungslabor werden vorwiegend Luftgeschwindigkeiten, Temperaturen und Gas- oder Teilchenkonzentrationen gemessen. Zur Analyse von Raumluftströmungen und Schadstoff-Ausbreitungsvorgängen müssen an sehr vielen Raumpunkten Meßdaten aufgenommen werden. Die manuelle Positionierung der Meßsonden bedeutet die ständige Störung der Raumluftströmung und damit einen sehr hohen Meßzeitaufwand. Deshalb wurde für das RLS-Labor eine rechnergesteuerte Sondenpositioniereinrichtung konstruiert, mit der jeder Raumpunkt automatisch angefahren werden kann. Bild 6 zeigt die Prinzipskizze der Meßsondenpositioniereinrichtung. Dabei ist eine typische Versuchssituation dargestellt, bei der sich Wärme- und Schadstoffquellen in dem zu untersuchenden Raum befinden. Die Positioniereinrichtung ist ähnlich einer Kranbahn aufgebaut. Hindernisse wie z.B. Einbauten können so leicht umfahren werden. Zur Längsführung dienen unter dem Deckenrahmen montierte U-Profile aus Aluminium, die zusätzlich die Deckenkonstruktion aussteifen. Darin läuft auf kugelgelagerten Rädern die Brücke, die der Querverführung der auf Präzisionswellen gelagerten Laufkatze dient. In der Raumhöhe wird die Meßsonde über eine Sche-

renkonstruktion bewegt. Der Antrieb erfolgt über Schrittmotoren. Längs- und Querbewegungen werden über Zahnriemen, vertikale Bewegungen über ein selbsthemmendes Schneckenradgetriebe und ein Stahlseil übertragen, wobei die Abwärtsbewegung durch das Eigengewicht der Sonde und der Scherenkonstruktion erfolgt.

## Zusammenfassung

Mit der Fertigstellung des Raumluftströmungslabors steht eine Einrichtung zur Verfügung, mit der Analysen von Raumluftströmungen in sehr vielseitiger Art durchgeführt werden können, wie z.B.:

- Ermittlung der Kenngrößen von Luftdurchlässen,
- Entwicklung und Erprobung von Luftführungssystemen für den Wohn- und Bürobereich (im Maßstab 1:1),
- Erforschung von Wärme- und Schadstoff-Ausbreitungsvorgängen,
- Entwicklung und Erprobung von Lüftungskonzepten für Industriehallen (im Modellmaßstab).

Der Einsatz einer rechnergesteuerten Meßsondenpositioniereinrichtung ermöglicht es, viele Meßpunkte in kurzer Zeit aufzunehmen. Diese umfangreichen Meßdaten bilden die Basis für fundierte wissenschaftliche und praktische Erkenntnisse.