



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 651 126 A5

⑤① Int. Cl. 4: F 24 F 3/044

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

⑫① Gesuchsnummer: 1291/81

⑫② Anmeldungsdatum: 26.02.1981

⑫④ Patent erteilt: 30.08.1985

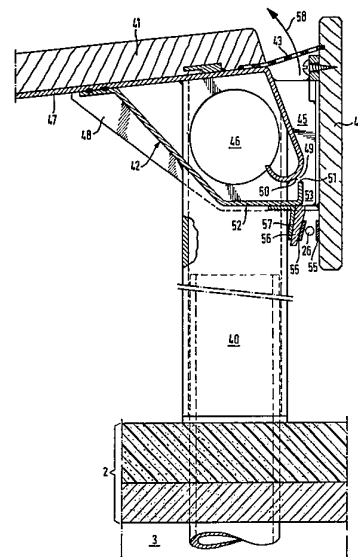
⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.08.1985

⑫③ Inhaber:
Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, Winterthur

⑫⑦ Erfinder:
Senn, Ewald, Zürich
Lorenz, Horst, Feldmeilen

⑫④ **Anlage zur Belüftung und Klimatisierung von Hörsälen.**

⑫⑦ Um den Energieaufwand für die Klimatisierung eines Hörsaales, der im allgemeinen mehr oder weniger gekühlt werden muss, zu reduzieren, wird - in Abhängigkeit von einer Messung der Raumluft-Temperatur im Aufenthaltsbereich der Personen - bei Verminderung des Kühlbedarfs zunächst die Primärluftmenge auf einen Mindestwert reduziert, ehe die Primärlufttemperatur erhöht wird. Die Temperaturfühler (26) für die genaue Erfassung der Raumlufttemperatur im Aufenthaltsbereich der Personen sind in den Sekundärluftschlitzen (53) angeordnet, durch die hindurch die ausströmende aufbereitete Primärluft Raumluft ansaugt, ehe beide als daraus gemischte Zuluft in den Aufenthaltsbereich der sitzenden Personen ausgeblasen werden. Eine Erfassung der Raumlufttemperatur mit ausreichender Genauigkeit wird durch eine thermische Isolierung (55) der Temperaturfühler (26) gegenüber den sie umgebenden Begrenzungen (44, 56) des Sekundärluftschlitzes (53) erreicht.



PATENTANSPRÜCHE

1. Anlage zur Belüftung und Klimatisierung von Hörsälen und ähnlichen Versammlungsräumen, in denen Sitze und pultartige Tische in hintereinander liegenden, horizontalen Reihen aufgestellt sind, wobei den Sitzplätzen durch unter den pultartigen Tischen angeordnete Druckluftkästen (42) aus mindestens einem Verteilsystem aufbereitete Primärluft zugeführt und durch mindestens eine Blasöffnung (43) je Sitzplatz in den Aufenthaltsbereich sitzender Personen ausgeblasen wird, wobei ferner der austretende Primärluftstrom vor seinem Austritt aus der Blasöffnung (43) durch einen an der Vorderseite des Pulttisches angeordneten Sekundärluftschlitz (53) Raumluft mitreisst und einzelne Sekundärluftschlitze (53) mit Temperaturfühlern (26) versehen sind, dadurch gekennzeichnet, dass über mindestens einen Teil der bestuhlten Fläche verteilt, die Begrenzungen (44, 56) mindestens der mit den Temperaturfühlern (26) bestückten Sekundärluftschlitze (53) mindestens teilweise thermisch isolierend ausgebildet sind, und dass ferner die Temperaturfühler (26) an ein Gerät (27) zur Mittelwertbildung oder für eine Extremwertauswahl angeschlossen sind, dessen Ausgangssignal als Sollwert einem Regler (28) für den Primärluft-Volumenstrom und in Sequenz dazu einem Regler (29) für die Primärlufttemperatur aufgeschaltet ist.

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperaturfühler (26) aus Kapillarrohren bestehen, die den Temperaturmittelwert über mindestens einen Teil einer horizontalen Sitzreihe erfassen.

3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperaturfühler (26) im Bereich der bestuhlten Fläche in einzelne, voneinander unabhängigen Gruppen zusammengefasst sind, von denen jede eine individuelle Aufbereitung einer Teilmenge der Primärluft beeinflusst.

4. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens $1/10$ der Sitzplätze – über die bestuhlte Fläche verteilt – mit Temperaturfühlern (26) versehen sind.

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Belüftung und Klimatisierung von Hörsälen und ähnlichen Versammlungsräumen, in denen Sitze und pultartige Tische in hintereinander liegenden, horizontalen Reihen aufgestellt sind, wobei den Sitzplätzen durch unter den pultartigen Tischen angeordnete Druckluftkästen aus mindestens einem Verteilsystem aufbereitete Primärluft zugeführt und durch mindestens eine Blasöffnung je Sitzplatz in den Aufenthaltsbereich sitzender Personen ausgeblasen wird, wobei ferner der austretende Primärluftstrom vor seinem Austritt aus der Blasöffnung durch einen an der Vorderseite des Pulttisches angeordneten Sekundärluftschlitz Raumluft mitreisst, und einzelne Sekundärluftschlitze mit Temperaturfühlern versehen sind.

Anlagen der vorstehend genannten Art, bei denen an jedem Sitzplatz im Körperbereich einer sitzenden Person eine Mikroklimatisierung erfolgt, sind beispielsweise bekannt aus den CH-PSen 446 661, 573 725 und 565 353. Hörsäle und ähnliche Versammlungsräume weisen bekanntlich im Tagesverlauf sehr häufig eine stark wechselnde Belegung auf, die sehr unterschiedliche Belastungen der Klimaanlage verursacht. Derartige Klimaanlage sind daher bisher so beeinflusst worden, dass die Temperatur der zugeführten aufbereiteten Primärluft bei der jeweiligen Belegung aufgrund des tatsächlich vorhandenen Wärmeeinfalls in dem Hörsaal verändert worden ist. Auch bei hohem Wärmeeinfall darf dabei die Primärlufttemperatur nur bis zu einem relativ hohen, unteren Grenzwert von beispielsweise 20–21 °C abgesenkt werden, wenn unzulässige Zugserscheinungen im Körperbereich der Insassen vermieden werden sollen; für die Gewährleistung

von auch nur nahezu komfortablen Raumtemperaturen bei maximaler Wärmebelastung, sind daher sehr grosse Mengen aufbereiteter Primärluft erforderlich. Aufbereitung und Forderung dieser grossen Primärluftmengen, die bei im allgemeinen gegebenen durchschnittlichen Wärmebelastungen erheblich zu gross sind, erfordern einen hohen Energieaufwand.

Aufgabe der Erfindung ist es, für die Klimatisierung von Hörsälen und ähnlichen Räumen mit im allgemeinen stark wechselnder Wärmebelastung eine Anlage zu schaffen, bei der der Energieaufwand erheblich reduziert ist, ohne dass unzumutbare Einbussen an Komfort hingenommen werden müssen. Für die Lösung dieser Aufgabe ist eine möglichst genaue Erfassung der im Aufenthaltsbereich der Personen bei unterschiedlichen Belegungen herrschenden Raumtemperaturen erforderlich; diese Forderung bedingt an sich eine Verteilung mehrerer Raumtemperaturfühler im Kopfbereich der Hörer. Eine solche Temperaturfühleranordnung verbietet sich jedoch wegen der grossen Gefahr der Beschädigung und Zerstörung solcher frei zugänglicher Raumtemperaturfühler. Zur Erfassung des Wärmeeinfalls hat man daher bereits bisher, über die bestuhlte Fläche verteilt, Temperaturfühler in den Sekundärluftschlitzen mehrerer Sitzplätze angeordnet. Die dadurch bewirkte Erfassung der Raumlufttemperatur hat sich jedoch als unzureichend erwiesen, da die von diesen Fühlern, die thermisch nicht gegen die sie umgebenden Begrenzungen des Sekundärluftschlitzes isoliert worden sind, erfasste Temperatur stark von der Primärlufttemperatur beeinflusst worden ist.

Mit der Erfindung wird die gestellte Aufgabe unter Beachtung einer möglichst fehlerfreien Ermittlung der Raumtemperatur im Aufenthaltsbereich der Hörsaal-Insassen dadurch gelöst, dass, über mindestens einen Teil der bestuhlten Fläche verteilt, die Begrenzungen mindestens der mit Temperaturfühlern bestückten Sekundärluftschlitze mindestens teilweise thermisch isolierend ausgebildet sind, und dass ferner die Temperaturfühler an ein Gerät zur Mittelwertbildung oder für eine Extremwertauswahl angeschlossen sind, dessen Ausgangssignal als Sollwert einem Regler für den Primärluft-Volumenstrom und in Sequenz dazu einem Regler für die Primärluft-Temperatur aufgeschaltet ist.

Durch Versuche ist festgestellt worden, dass die von der Primärluft durch den Sekundärluftschlitz angesaugte Raumluft in guter Näherung die Temperatur der Raumluft im Aufenthaltsbereich der Hörer besitzt, und dass diese Temperatur richtig erfasst wird, wenn die Temperaturfühler in den Sekundärluftschlitzen gegen die sie umgebenden Schlitzwände isoliert werden; bei einer thermischen Isolation der Temperaturfühler kann daher die versteckte Anordnung im Ansaugschlitz für die Sekundärluft beibehalten werden. Eine geeignete, am besten aufgrund von Versuchen ermittelte Verteilung der Temperaturfühler, die vorteilhafterweise mindestens an 10% der von der Klimaanlage erfassten Sitze über die bestuhlte Fläche verteilt vorzusehen sind, gewährleistet eine möglichst genaue Erfassung der Raumtemperatur auch bei Teilbelegungen über den ganzen Flächenbereich. Bei hohen Komfort-Ansprüchen gelangen die Messwerte der Temperaturfühler auf ein Gerät zur Bildung eines – arithmetischen oder gewichteten – Mittelwertes, der dann als Sollwert für die Steuerung des Volumenstromes und der Temperatur der zugeführten Primärluft dient. Ausgehend von hohen, jedoch sinkenden Raumtemperaturen wird dabei zunächst von einer vorgewählten Raumtemperatur ab der Primärluft-Volumenstrom mit abnehmendem Wert des Mittelwerts der gemessenen Raumtemperatur stetig auf einen Mindestwert verringert. Die Primärluft dieses zu verringernden Volumenstromes hat dabei die – zur Vermeidung von als unangenehm empfundenen Zugserscheinungen – notwendige Mindesttemperatur. Aufgrund des verringerten Volumenstromes ist es dabei häufig

fig möglich – bei minimalen Primärluftvolumen –, die Primärlufttemperatur auf 18° abzusenken, was ein zusätzlicher Vorteil der neuen Anlage ist.

Ist der minimale Volumenstrom der Primärluft, der beispielsweise etwa mindestens 30% der Maximalluftmenge beträgt, und bestimmt ist durch die Anzahl der pro Zeiteinheit – für eine ausreichende Frischluftversorgung der Insassen bzw. eine ausreichende Durchspülung des Raumes – notwendigen Luftwechsel, erreicht, so wird bei weiter sinkender Raumtemperatur die Primärlufttemperatur stetig bis zu einem Höchstwert erhöht.

Verzichtet man auf einen maximalen Komfort, so ist es auch möglich, statt der Mittelwertbildung eine Extremwertauswahl aus den Messwerten der einzelnen oder einer Gruppe von Temperaturfühler vorzunehmen, wobei diese Extremwertauswahl – unter Wahrung zulässiger Raumklimabedingungen im Aufenthaltsbereich der Rauminsassen – nach dem Gesichtspunkt möglichst grosser Energieeinsparung erfolgt.

Diese wird vor allem durch die Reduzierung der bei Teilbelegung im allgemeinen zu grossen Primärluftmenge erreicht; dabei hat es sich als zweckmässig herausgestellt, wenn die Einwirkung auf den Volumenstrom über drehzahlgesteuerte Motoren für den Antrieb des Raumluft- und des Abluftventilators erfolgt. Andere Möglichkeiten für die geregelte Einwirkung auf den Primärluft-Volumenstrom – und als Folge auf den Abluftstrom – bestehen in einer Drosselregelung mit Hilfe einer Drosselklappe oder in einer Schaufelverstellung der Lauf- oder Leitschaukeln der Ventilatoren.

Um neben der Mittelwertbildung durch in verschiedenen hintereinander liegenden Sitzreihen angeordnete Temperaturfühler auch eine Mittelung über eine gewisse Breite einer horizontalen Reihe zu erreichen, ist es vorteilhaft, wenn die Temperaturfühler aus Kapillarrohren bestehen, die den Temperatur-Mittelwert über mindestens einen Teil einer horizontalen Sitzreihe erfassen.

Bei grossen Hörsälen lässt sich eine noch weitergehende Annäherung an Teilbelegungen erreichen, wenn die Temperaturfühler im Bereich der bestuhlten Fläche in einzelne, voneinander unabhängige Gruppen zusammengefasst sind, von denen jede eine individuelle Aufbereitung einer Teilmenge der Primärluft beeinflusst.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt in einer Art Schaltbild eine Steuereinrichtung für eine Anlage gemäss der Erfindung;

Fig. 2 ist ein – etwa in der vertikalen Mittelebene eines Sitzes verlaufender – Querschnitt durch einen Pulttisch einer horizontalen Sitzreihe.

Die bestuhlte Fläche eines Hörsaals 1 ist in Fig. 1 durch einen nach links ansteigenden Boden 2 dargestellt; der so entstehende Hohlraum 3 bildet eine Primärluftkammer, die als Verteilsystem für die Verteilung der aufbereiteten Primärluft dient. Der Weg der Primärluft aus dem Hohlraum 3 in den Aufenthaltsbereich der Personen wird später im Zusammenhang mit Fig. 2 beschrieben.

Die aufzubereitende, als Primärluft dienende Frischluft wird über nicht gezeigte Filter und einen Vorwärmer 4 von einem Ventilator 5 angesaugt, der von einem drehzahlveränderlichen Motor 6 angetrieben wird; mit Hilfe der Drehzahländerung im Motor 6 wird die beschriebene Veränderung des Volumenstromes vorgenommen. Auf der Druckseite des Ventilators 5 schliessen in Strömungsrichtung ein schalldämpfender Gleichrichter 7 und ein weiterer Strömungswiderstand, z.B. eine feste Drosselblende 8, oder ein anderes Element zur Erfassung der Strömungsgeschwindigkeit bzw. des Volumenstroms an, ehe die Luft über einen Kühler 9 und einen Nachwärmer 10 als aufbereitete und temperierte Primärluft in den

Hohlraum 3 gelangt. Eine der zu befördernden Primärluftmenge entsprechende Abluftmenge wird aus dem Deckenbereich 11 des Hörsaals 1 mit Hilfe eines Abluftventilators 12 weggeführt, der ebenfalls von einem drehzahlveränderlichen Motor 13 angetrieben wird. Saugseitig vor dem Ventilator 12 ist im Strömungsweg der Abluft ein Gleichrichter 14 bzw. ein anderes Element der Erfassung der Strömungsgeschwindigkeit vorgesehen.

Die Regelung des Vorwärmers 4 für die Frischluft erfolgt durch einen Regelkreis, in dem ein die Lufttemperatur unmittelbar druckseitig des Ventilators 5 messender Temperaturfühlers 16 auf einen Regler 17 wirkt. Im Regler 17 wird der Messwert des Fühlers 16 mit einem fest eingestellten Sollwert verglichen und bei Abweichungen zwischen Ist- und Sollwert ein Stellsignal auf das Stellglied 18 gegeben, durch das der Durchfluss eines Heizmediums durch den Vorwärmer 4 verändert wird.

Der durch den Frischluftstrom hervorgerufene Druckabfall im Gleichrichter 7 dient in einem Differenzdruckfühler 19 zur Bildung eines Signals, das als Sollwertsignal für den Abluftmengenstrom einem Regler 20 zugeführt wird; in diesem erfolgt ein Sollwert/Istwert-Vergleich mit einem von einem Differenzdruckfühler 21 kommenden Signal, das den Istwert für den Abluftmengenstrom als Druckabfall über den Gleichrichter 14 ermittelt. Eventuelle Abweichungen bei diesem Vergleich ergeben ein Ausgangssignal des Reglers 20, durch das über ein Stellglied 22 die Drehzahl im Motor 13 für den Antrieb des Abluftventilators 12 und damit dessen Förderleistung oder -menge, bzw. die Stellung der Ventilatorschaukeln oder einer Drosselklappe, verändert werden.

Der möglichst genauen Erfassung der Raumtemperatur im Hörsaal 1 dienen Temperaturfühler 26, von denen in Fig. 1, in verschiedenen horizontalen Sitzreihen angeordnet, drei dargestellt sind.

Die Signale dieser Fühler 26 gelangen alle auf ein Gerät 27, in dem, wie geschildert, entweder eine Mittelwertbildung oder ein Extremwertauswahl erfolgt. Das Ausgangssignal des Gerätes 27 gelangt als Sollwertsignal auf zwei, als PPI-Kaskadenregler ausgebildete Regler 28 und 29, von denen der eine 28 einem Regelkreis für den Volumenstrom der Frisch- bzw. Primärluft zugeführt und über den anderen 29 die Primärlufttemperatur geregelt wird, ehe diese in den Hohlraum 3 eintritt.

Der Regler 28 empfängt dabei sein Istwertsignal für den Volumenstrom von einem Differenzdruckfühler 32, der z.B. den Druckabfall an der Messblende 8 erfasst. Bei Sollwert/Istwertabweichungen gelangt ein Ausgangssignal des Reglers 28 auf ein Stellglied 33, durch das die Drehzahl des Antriebsmotors 6 für den Ventilator 5 bzw. die Stellung der Ventilatorschaukeln oder einer Drosselklappe verändert werden.

Ist der Volumenstrom der Primärluft, wie eingangs geschildert, auf einen Minimalwert reduziert und wird trotzdem von den Raumlufttemperaturfühlern 26 eine zu tiefe Raumlufttemperatur gemessen, so erfolgt in Sequenz zur Volumenstromregelung eine Temperaturregelung für die Primärlufttemperatur.

Der Istwert dieser Temperatur wird ermittelt durch den Fühler 34, der im Primärluftstrom nach dem Nachwärmer 10 angeordnet ist. Ein Ausgangssignal des Reglers 29 gelangt bei der Temperaturregelung auf ein Stellglied 35, durch das – bei Wärmebedarf trotz der Reduzierung der relativ kühlen, auf etwa 20° temperierten Primärluft auf ihren minimalen Volumenstrom – die Primärlufttemperatur erhöht wird. Dabei erfolgt zunächst – bei gesperrtem Heizmitteldurchfluss durch den Nachwärmer 10 – eine Drosselung des Kühlmittelstromes durch den Kühler 9 und nach dessen Sperrung anschliessend eine Freigabe und eine langsame Vergrösserung eines Heizmittelstromes durch den Nachwärmer 10.

Alle Einzelteile der geschilderten Regelungen bestehen aus auf dem Markt erhältlichen, bekannten Bauelementen, beispielsweise für pneumatische oder elektronische Regelungen; ebenso werden die geforderten Wirkungen «in Sequenz» auf bekannte Weise – z.B. durch Arbeiten der Regler in unterschiedlichen, aber benachbarten Druckbereichen bei einem pneumatischen System – verwirklicht.

Falls erforderlich, kann bei grossen Auditorien die Anlage in mehrere Teilanlagen unterteilt sein, so dass die Anordnung nach Fig. 1 parallel zu weiteren gleichartigen Anlagen nur zur Klimatisierung eines Teils der bestuhlten Fläche dient. Alle diese Teilanlagen können dabei unabhängig voneinander arbeiten; es ist jedoch auch möglich, beispielsweise Vorwärmer, Ventilator und Schalldämpfer für alle Teilanlagen gemeinsam auszubilden und eine Aufteilung erst vor dem Kühler und Nachwärmer vorzunehmen, wobei die Volumenstromregelung in jeder Teilanlage beispielsweise mit Vorteil über Klappen erfolgen kann.

In Fig. 2, die ein Beispiel für die Anordnung der Temperatur-Messfühler 26 in einer Sitzreihe zeigt, führt aus dem Hohlraum 3 durch den Boden 2 eine vertikale Verbindungsleitung 40 in einen unter der Platte 41 des Pulttisches angeordneten Druckkasten 42 für die Verteilung der aufbereiteten Primärluft in horizontaler Richtung über einen oder mehrere Sitze.

Der Druckkasten 42 steht mit einem Gitter 43 mit mehreren Ausströmöffnungen an der dem zugehörigen Sitz gegenüberliegenden Tischkante in Verbindung. Als Abschluss eines die – aus Primärluft und von ihr angesaugter Sekundärluft gemischte – Zugluft (Pfeil 58 in Fig. 2) zu den Ausströmöffnungen des Gitters 43 führenden Kanals 45 dient eine Platte 44, die gegebenenfalls gleichzeitig die Lehne für einen Sitz, der vor der gezeigten Pultreihe liegenden Sitzreihe bildet. Der Druckkasten 42 ist mit den als Tischbeine dienenden Verbindungsleitungen 40 fest verbunden, von denen Durchtrittsöffnungen 46 für die Primärluft in den Innenraum des Druckkastens 42 führen.

Zur Abstützung der Platte 41 besitzt der Druckkasten 42 oben eine verlängerte Stützplatte 47. Zur mechanischen Verstärkung sind zwischen der Platte 47 und dem Kasten 42 noch Winkelbleche 48 eingeschweisst.

An der dem jeweiligen Sitz abgewandten Seite des Druckkastens 42 ist ein über den ganzen Kasten führender waagrechtlicher Schlitz 49 vorgesehen, welcher die aus dem Kasten 42 in den Luftführungs kanal 45 strömende Primärluft dosiert.

Zur Erzeugung eines Coanda-Effektes bildet die obere Schlitzbegrenzung 50 einen aufwärts gerichteten Bogen. Die untere Begrenzung 51 des Schlitzes 49 ist durch eine Kante des Kastenmantels 52 gegeben. Sie liegt unter dem bogenförmigen Teil 50, so dass durch die Ausströmöffnungen des Gitters 43 in den Kanal 45 fallende Fremdkörper nicht in den Druckkasten 42 gelangen.

Die Primärluft fliesst aus dem Kasten 42 unter Ausnutzung des Coanda-Effektes der Krümmung des Schlitzes 49 entlang in den Luftkanal 45 und aus diesem durch die Ausströmöffnungen des Gitters 43 unmittelbar in den Atmungsbereich der auf den Sitzen niedergelassenen Personen. Durch den Düsen effekt im Bereich des Schlitzes 49 wird den Sekundärluftschlitz 53 des Luftkanals 45 zusätzlich wärmere Raum- oder Sekundärluft angesaugt, so dass zur Erzeugung eines behaglichen Mikroklimas im Aufenthaltsbereich der sitzenden Personen die aus Primär- und Sekundärluftanteilen gemischte Zuluft gelangt.

Erfindungsgemäss liegt in dem von der Primärluft angesaugten Raumluftstrom der Temperaturfühler 26, angeordnet zwischen zwei Wärmeisolierenden Streifen 55; diese sind an der Rückseite der Sitzlehne 44 und an einer den Sekundärluftschlitz 53 verlängernden Leitplatte 56 angebracht, die ihrerseits über Winkelstücke 57 am Boden des Druckkastens 42 gehalten ist.

Auf diese Weise sind die Temperaturfühler in einem Raumluftstrom angeordnet, dessen Temperatur von derjenigen im Aufenthaltsbereich der sitzenden Personen praktisch nicht abweicht; weiterhin sind die Fühler «unsichtbar» und nur schwer zugänglich plaziert, so dass die Gefahr von Zerstörungen und Beschädigungen stark vermindert ist.

Werden als Temperaturfühler 26 waagrecht angeordnete Kapillarrohre verwendet, die in horizontaler Richtung eine gewisse Breite der Sitzreihe erfassen, so bewirkt jeder einzelne dieser Temperaturfühler eine Mittelwertbildung der Raumlufttemperatur-Messung über eine gewisse Breite einer horizontalen Sitzreihe.

