

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 105 (1987)  
**Heft:** 19

**Artikel:** Lufttechnische Anlagen: die Komforterstellung in grossen Räumen  
**Autor:** Todt, Wilhelm  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-76583>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

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

# Lufttechnische Anlagen

## Die Komforterstellung in grossen Räumen

Von Wilhelm Todt, Winterthur

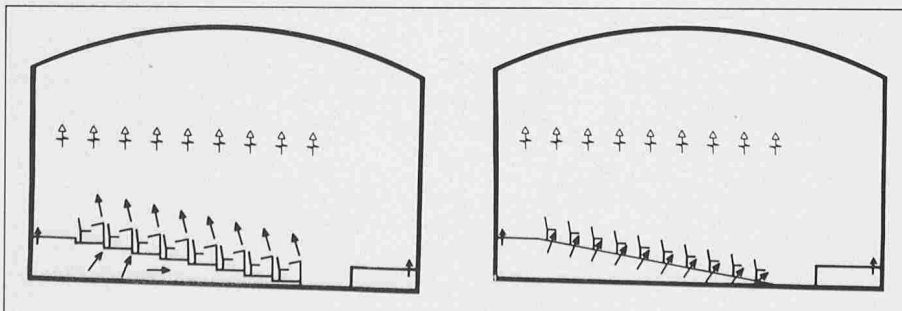
Die speziellen Bedingungen in grossen Räumen, wie Theater- und Ausstellungsräumen, stellen an die raumlufttechnischen Anlagen besondere Ansprüche. Je nach baulichen Voraussetzungen und Nutzungsanforderungen kommen mehrere, vom Prinzip her verschiedene, Luftführungslösungen in Frage. Da die Anzahl solcher Grossräume verhältnismässig klein ist und die Bau- bzw. Nutzungsarten sehr verschieden sind, ist nur geringer Know-how-Transfer möglich. Um so wichtiger sind die Planung durch kompetente Fachleute, die strömungstechnischen Modellversuche und die enge Zusammenarbeit aller Beteiligten.

Grosse Räume, wie Kongresssäle, Hörsäle, Zuschauer- und Bühnenräume in Theatern, aber auch Ausstellungshallen, erfordern ganz spezifische raumlufttechnische Anlagen, damit sie zweckmässig genutzt und betrieben werden können. Das Besondere – vor allem bei der Planung solcher Anlagen – ist die Vielfalt der zu berücksichtigenden Parameter bezüglich Benutzungsart und baulicher Voraussetzungen. So beeinflussen beispielsweise Raumgeometrie und Raumhöhe wesentlich die Raumluftströmung. Auch die Art der Bestuhlung (fest oder variabel), die meist hohen akustischen Anforderungen und die zu erwartenden Nutzungsarten wirken sich auf die Wahl des geeigneten Systems aus. Weitere wichtige Merkmale mit besonderen Anforderungen an die Raumlufttechnik sind:

- Einbauten und Raumunterteilungen wie Vorhänge, mobile Trennwände
- Benutzerebenen mit grossen Niveauunterschieden (z.B. Bühne – Orchestergraben – Zuschauerraum – Balkon)
- unterschiedliche Betriebszeiten und/oder Belegungsdichten
- rasch und stark wechselnde interne Wärmelasten durch Personen und Beleuchtung
- Bekleidung der Benutzer

Damit unter solchen Voraussetzungen benutzungsgerechte Lösungen gefunden werden können, ist die integrale Zusammenarbeit aller am Planen und Bauen Beteiligten (Bauherren, Architekten und Spezialisten) erforderlich. Dies ist auch deshalb sehr wichtig, weil

Bild 1. Raumluftströmung bei der Luftführung am Boden. Links Stufenauslass, rechts Schrägbodenauslass (Werkfoto Sulzer)



die Anzahl solcher Objekte klein und meist kein wesentlicher Know-how-Transfer möglich ist.

Für Grossräume kommen zwei grundsätzlich verschiedene lufttechnische Systeme in Frage. Jedes verlangt für den Einsatz ganz bestimmte bauliche und benutzerspezifische Voraussetzungen.

### Verdrängungsmischströmung

Die aufbereitete Zuluft wird direkt beim Sitz- bzw. Arbeitsplatz zugeführt. Hier wird zwischen zwei verschiedenen Verfahren unterschieden:

#### Luftführung am Boden

Die aufbereitete Luft wird im Bodenbereich durch spezielle Boden- oder Stuhleinauslässe eingeführt. Der Luftauslass muss so gestaltet sein, dass die aufbereitete Zuluft unter stabilen Strömungsverhältnissen aus dem unmittelbaren Bodenbereich weggeführt wird. Das ist wichtig, weil sonst die meist kühlere Zuluft zur tiefsten Raumebene strömt (Wasserfalleffekt) und dadurch Zugserscheinungen im Fussknöchelbereich und Komforteinbussen verursacht. Die Zuluft soll bereits nach 20 bis 30 cm mit der Umgebungsluft vermischt sein. Die Mischluft durchströmt den Aufenthaltsbereich von unten nach oben (Bild 1). Für hohe Komfortansprüche darf die Temperaturdifferenz zwischen Zu- und Raumlufte im Aufenthaltsbereich 3 bis 4 K nicht übersteigen. In der Praxis, bei 23 bis 24° C Raum-

temperatur, wird die Zuluft mit mindestens 20 bis 21° C zugeführt. Je Sitzplatz können 30 bis 40 m<sup>3</sup>/h Zuluft eingeführt werden.

Die Luftführung vom Boden ist vor allem in Räumen mit fester Bestuhlung möglich. Deshalb wird dieses Verfahren hauptsächlich in Zuschauerräumen von Theatern und Hörsälen erfolgreich eingesetzt. Die konstruktiven Eigenschaften des Bodens und auch der Stühle haben wesentlichen Einfluss auf Gestaltung und Wirksamkeit des Luftaustlasses (Bild 2).

#### Luftführung im Tischbereich

Im Gegensatz zur bodennahen Luftführung wird die aufbereitete Luft bei der Pultkantenlüftung im vorderen Schreibeckenbereich der Pulte eingeführt. Die Luftauslässe sind so gestaltet, dass sich die Primärluft bereits vor dem Austritt an der Tischvorderkante – durch Ausnutzen des Coanda-Effekts – mit Umgebungsluft vermischt. Auch bei der Pultkantenlüftung durchströmt die Mischluft den Aufenthaltsbereich von unten nach oben (Bild 3). Spezielle Einbauten am Luftauslass lenken den Luftstrom um und lösen ihn so weit auf, dass der Kopf sitzender Personen nicht dem direkten Strahlbereich, sondern dem Induktionsbereich ausgesetzt ist. Mit der Pultkantenlüftung können auf Kopfhöhe mikroklimateähnliche Bedingungen erreicht werden.

Die Primärluft hat bei der Pultkantenlüftung mindestens 19 bis 21° C. Sie ist also etwa 2 bis 3 K kühler als die Raumlufte. Je Sitzplatz können höchstens etwa 50 m<sup>3</sup>/h Zuluft direkt in den Aufenthaltsbereich eingeführt werden. Diese Menge setzt sich zusammen aus 20 bis 35 m<sup>3</sup>/h Primär- und 0 bis 15 m<sup>3</sup>/h induzierter Sekundärlufte. Zugeführt wird die Primärluft von einem Druckraum oder einem Kanalnetz durch speziell dafür konstruierte Pultstützen. Üblicherweise versorgt eine Pultstütze zwei Sitzplätze mit Primärlufte. Diese Art Luftführung bedingt eine feste Möblierung und ist speziell für Hörsäle geeignet (Bild 4).

Beide Varianten der Verdrängungsmischströmung führen die konditionierte Zuluft direkt in die Benutzersonne. Die Raumlufteströmung im Benutzerbereich ist auf diese Weise einfacher zu stabilisieren. Sie wird kaum durch Veränderungen oberhalb dieses Bereichs (z.B. Wärmelasten der Beleuchtung) beeinflusst. Deshalb bildet sich über dem Benutzerbereich eine ausgeprägtere Temperaturschichtung.

Temperaturdifferenzen zwischen Zu- und Ablufte bis gegen 10 K sind möglich. Damit können beispielsweise bei

0,5 m<sup>2</sup> Bodenfläche je Sitzplatz und 35 m<sup>3</sup>/h Luftzufuhr, Wärmelasten bis über 200 W/m<sup>2</sup> abgeführt werden. Da die Luftauslässe nahe beim Benutzer sind, müssen sie hohen strömungstechnischen und akustischen Anforderungen genügen. Bei der Lufteinführung vom Boden ist für jede Auslass-Boden-Stuhl-Kombination ein massstabgetreuer Laborversuch zur optimalen Abstimmung erforderlich.

Beide Systeme benötigen bauseitig einen Druckhohlraum oder ein umfangreiches Kanalnetz im Hohlboden. Damit alle Auslässe die gleiche Zuluftmenge erhalten, müssen sie einen entsprechenden Druckverlust aufweisen (30 bis 50 Pa). Zu beachten ist zudem,



Bild 2. Zwei Varianten von Bodenauslässen: links Stadttheater Bern, rechts Stadttheater Winterthur (Werkfoto Sulzer)

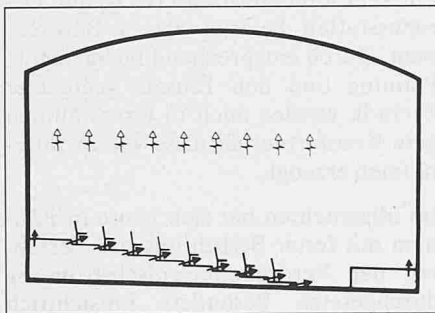


Bild 3. Raumluftströmung bei Pultkantenlüftung (Werkfoto Sulzer)

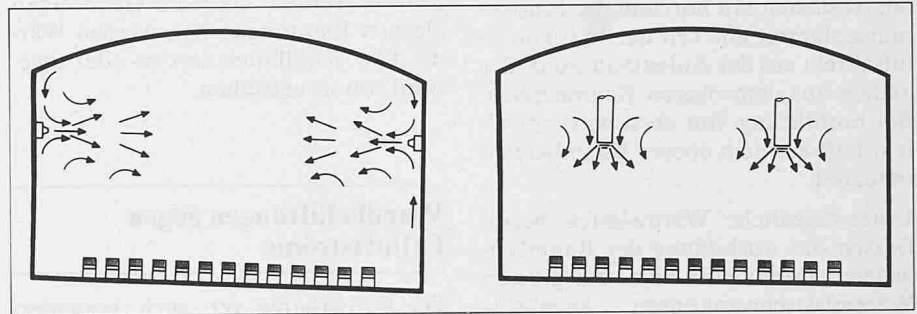


Bild 5. Raumluftströmungen bei Lufteinführung von der Seite (links) und von oben (Werkfoto Sulzer)

Bild 4. Pultkantenauslässe im grossen Hörsaal der Universität Zürich-Irchel (Werkfoto Sulzer)



Bild 6. Ausstellungshalle der Schweizer Mustermesse Basel mit Temcoilgeräten (Werkfoto Sulzer)



dass an Balkonvorderkanten nach oben gerichtete Luftströmungen mit mehr als 1 m/s Geschwindigkeit auftreten können.

## Mischluftströmung

Im Gegensatz zu den beiden Varianten der Verdrängungsmischströmung wird die Luft bei der Mischluftströmung von oben oder von der Seite durch spezielle Induktionsdrallauslässe oder Weitwurfdüsen eingeführt (Bild 5). Diese Auslässe haben ein hohes Induktionsvermögen. Die konditionierte Zuluft vermischt sich dadurch intensiv mit Raumluft und bildet grossvolumige Raumluftwalzen. Bei seitlich installierten Auslässen mit horizontaler Einströmung stammt ein Teil der Induktionsluft direkt aus der Aufenthaltszone, der andere aus dem oberen Raumbereich. Bei Einführung von oben wird vor allem Luft aus dem oberen Raumbereich induziert.

Unterschiedliche Wärmelasten beeinflussen die Ausbildung der Raumluftwalzen. Damit sich auch bei grossen Wärmelastschwankungen möglichst stabile Raumluft-Strömungsverhältnisse ausbilden, ist eine optimale Anordnung der Luftauslässe wichtig. Die Auslässe müssen so gestaltet sein, dass die Lufteindringtiefe der Betriebsart entsprechend (heizen, kühlen) verändert werden kann. Die Zuluft wird mit Temperaturen bis 10 K unter (min. 15 °C) bzw. 15 K über (max 35 °C) der Raumlufttemperatur eingeführt.

Für Messe- und Ausstellungshallen (Bild 6) wurde ein spezielles Mischluftsystem mit Lufteinführung von oben entwickelt. Die wesentlichen Komponenten dieses Systems sind Geräte

(Temcoils), die – je nach Raumhöhe – direkt an der Decke montiert oder von ihr herabgehängt werden. Jedes Gerät konditioniert die Luft des ihm zugeordneten Raumbereichs.

Der eingebaute Ventilator saugt an der Geräteunterseite Raumluft an. Die Luft wird an den Wärmetauschern – je nach Bedarf – erwärmt oder gekühlt und anschliessend nach zwei bzw. vier Seiten in den Raum zurückgeführt. Durch Verstellen der beweglichen Leitlamellen wird die Ausblasrichtung vorgegeben. Die erforderliche Frischluft wird von einer separaten Aussenluft-Aufbereitungsanlage zugeführt.

Mit der entsprechenden Anzahl Geräte können grosse Flächen klimatechnisch optimal nach Sektoren aufgeteilt und belüftet werden. Da jedes Gerät einen eigenen Raumregler hat, werden Wärme- bzw. Kühllasten dort zu- oder abgeführt, wo sie entstehen.

## Wandbelüftungen gegen Fallluftströme

Da Grossräume oft auch besonders hoch sind, können zusätzliche Probleme entstehen: Die Raumströmung in den Randzonen wird durch die Differenz zwischen Wandoberflächen- und Raumlufttemperatur wesentlich beeinflusst. An hohen, kühlen Wänden entstehen starke, abfallende Luftströmungen. Sie beeinträchtigen den Komfort – vor allem in Wandnähe – durch zugartige Effekte.

Um störende Fallströmungen zu verhindern, werden in den Wandbereichen zusätzlich Heizeinrichtungen oder Wandbelüftungen eingebaut. Die von diesen Einrichtungen aufsteigende

warme Luft kompensiert die kühlen Fallströme. Solche Wandbelüftungen können mit warmer Abluft aus dem Raum betrieben werden. Sie erhöhen mit minimalem Energiemehraufwand den Komfort beträchtlich.

## Schlussfolgerungen

Verglichen mit Büroräumen ist die Raumlufttechnik für Grossräume bedeutend komplexer. Vor allem die Beurteilung der Raumluft-Strömungsverhältnisse im Zusammenhang mit der hohen Wärmebelastung verlangt fundiertes Wissen. Durch die meist hohen Belegungsdichten wird die Raumluft in Grossräumen wesentlich stärker mit «verbrauchter» Luft (CO<sub>2</sub>) und Geruchsstoffen belastet als in Büroräumen. Durch entsprechend fachgerechte Planung und den Einsatz geeigneter Technik werden auch in Grossräumen gute Komfortverhältnisse wie in Büroräumen erzeugt.

Im allgemeinen hat sich heute in Räumen mit fester Bestuhlung das Verfahren der Verdrängungsmischströmung durchgesetzt. Besonders hinsichtlich des Beherrschens der Strömungsverhältnisse im Aufenthaltsbereich bringt dieses Verfahren Vorteile.

Das Verfahren der Mischluftströmung wird vor allem in Räumen eingesetzt, die die baulichen Voraussetzungen für das Verdrängungsmischströmungsverfahren nicht erfüllen – das heisst z.B. variable Bestuhlung haben.

Adresse des Verfassers: W. Todt, Ing. HTL, Branchenbereichsleiter Lufttechnik, Produktbereich Heizungs- und Klimatechnik, Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, 8401 Winterthur.

## Lokalisierung von Korrosion im Stahlbeton

### Potentialfeldmessungen – Möglichkeiten und Grenzen

Von Bernhard Elsener und Hans Böhni, Zürich

#### Einleitung

Überwachung und Unterhalt von Bauwerken werden in der Schweiz sehr unterschiedlich gehandhabt, obwohl die SIA-Norm 160 vorschreibt: «Die Bau-

werke sind vor der Inbetriebnahme sorgfältig zu untersuchen und nach der Inbetriebnahme durch periodische und eingehende Untersuchungen ständig zu überwachen und zu untersuchen.»

Eine sorgfältige Bauwerksinspektion ist Voraussetzung, um rechtzeitig Schäden

zu erkennen und damit Massnahmen – z.B. Sanierungsarbeiten – vorausplanen und schliesslich durchführen zu können. Rechtzeitiges Erkennen der Schäden hat darüber hinaus eine eminente wirtschaftliche Bedeutung: Das Bundesamt für Strassenbau (ASB) teilte 1986 rund 41 Mio Fr., d.h. 0,9% der Erstellungskosten, für Unterhalt und Sanierung der Nationalstrassenbrücken zu – für die Zukunft rechnet man mit dem doppelten Betrag! Eine in genauer Kenntnis des Schadens erfolgende Intervention zum richtigen Zeitpunkt kann im Vergleich zu einer zu späten Sanierung nach einer Überschlagsrechnung [1] bis zu 30% der Unterhalts- und