

Autor

Dr. Franc Sodec

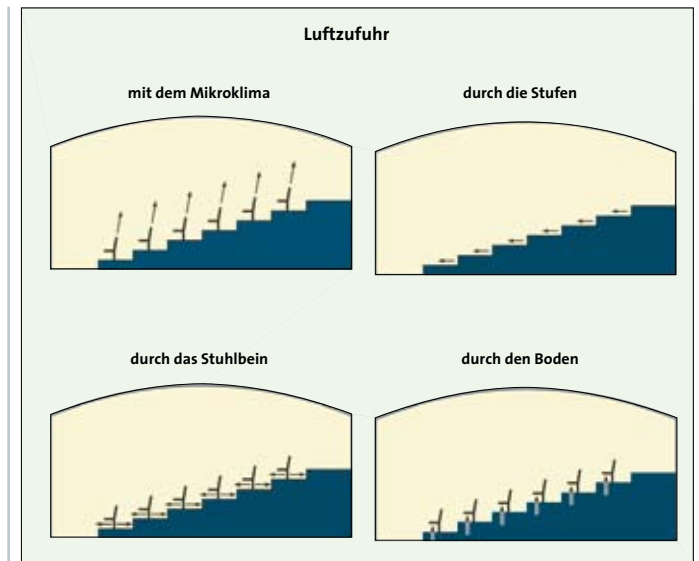
Für Krantz Komponenten,
Aachen

Bild 1: Arten der Luftführung aus der Bestuhlung oder dem Boden

Luftführungssysteme für Sanierungen von Versammlungsräumen

Viele Versammlungsräume, wie Theater, Konzertsäle, Kongresszentren sind vor mehreren Jahrzehnten gebaut worden. Sie werden heute aus verschiedenen Gründen saniert, wobei auch die Raumluftechnische Anlagen zu erneuern sind. Es werden nicht nur die Luftbehandlungsgeräte und die Kanäle auf den neuesten Stand gebracht, sondern vor allem auch das Luftführungssystem, d.h. die Art der Lufteinbringung in den Raum. Es gibt dabei kein alleiniges Luftführungssystem, das für alle Versammlungsräume einzusetzen ist, sondern die Auswahl ist relativ breit. Es kommt auf die Räume, deren Nutzung und oft auf die auftretenden baulichen Einschränkungen an, die die engere Wahl des Luftführungssystems beeinflussen.

Im Folgenden werden einige Möglichkeiten der Sanierung von Versammlungsräumen beschrieben und interessante Renovierungsbeispiele vorgestellt.

Auswahl des Luftführungssystems für Versammlungsräume

Bei der Auswahl des Luftführungssystems ist zu berücksichtigen, dass

- ein niedriger Schalldruckpegel im Raum verlangt wird (20 bis 35 dB(A)),
- es sich um hohe Räume handelt (5 bis 25 m),
- die Personendichte sehr hoch ist (bis zu eine Person auf 0,6 m² Bodenfläche),
- die Personen wegen der ruhigen, sitzenden Tätigkeit sehr empfindlich auf höhere Luftgeschwindigkeiten reagieren.

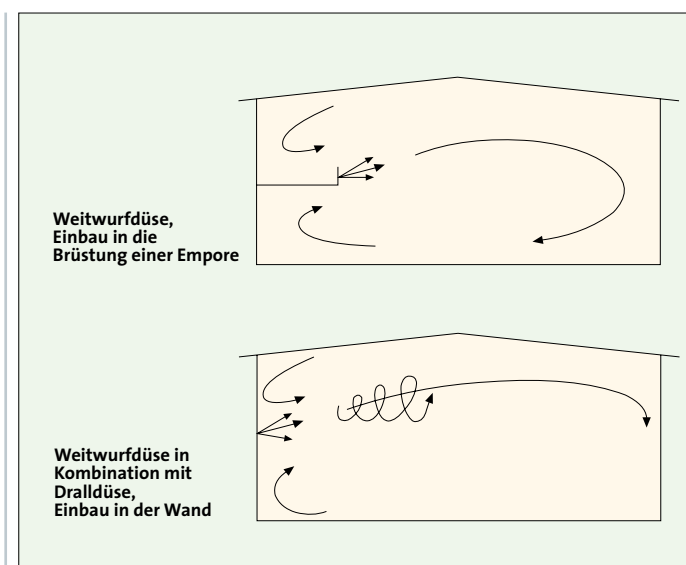
Prinzipiell kann die Zuluft aus der Bestuhlung, dem Boden, von der Wand oder aus der Decke ausgeblasen werden. Wenn es baulich und architektonisch möglich ist, ist die Luftzufuhr durch die Bestuhlung oder dem Boden stets vorzuziehen. Damit erreicht man am sichersten

eine sehr hohe thermische Behaglichkeit. Es bestehen verschiedene Möglichkeiten dieser Art der Luftführung (Bild 1).

Bei dem Mikroklima-System wird die Zuluft aus der Stuhlrücklehne oder der Pult- bzw. Tischoberkante ausgeblasen. Vor dem Ausblasen wird der Primärluft ein Teil der Raumluft durch Vorinduktion beige-mischt. Das System eignet sich für feste Bestuhlung und vorhandenen Druckraum. Der Luftdurchlass ist im Stuhl oder Tisch integriert. Kennzeichnend ist eine sehr gleichmäßige Temperatur im Aufenthaltsbereich.

Bei der Luftzufuhr durch das Stuhlbein ist dieses perforiert, und die Zuluft wird mit extrem niedriger Luftgeschwindigkeit in Art der Quell-Lüftung im Beinbereich ausgeblasen. Das System ist geeignet für feste Bestuhlung und vorhandenen Druckraum. Kennzeichnend sind die äußerst geringen Luftgeschwindigkeiten und ein gewisser, aber akzeptierbarer Temperaturgradient im Aufenthaltsbereich.

In Räumen mit Stufen kann die Zuluft auch wirkungsvoll aus den Stufen ausgeblasen werden. Die Bestuhlung kann fest oder lose sein. Es



Bilder 2a und b: Einsatz von Weitwurfdüsen bei einer Zuluftführung aus der Wand

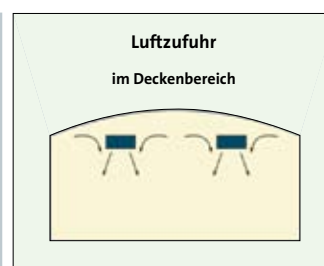


Bild 3: Luftzufuhr aus der Decke mit verstellbaren Drall-Luftdurchlässen



Bild 4 und 5: Das Theater am Goetheplatz in Bremen mit Bodendrallauslässen unter den Stühlen



gibt verschiedene Luftdurchlass-Arten, die eingesetzt werden können (Quell-Luftdurchlässe – linear oder rund, Drall-Luftdurchlässe). Kennzeichnend sind niedrige Luftgeschwindigkeiten und ein gewisser, aber tolerierbarer Temperaturgradient im Aufenthaltsbereich. Die lichte Stufenhöhe soll mindestens 100 mm betragen. Nicht zu empfehlen ist der Einsatz von Lamellen-Gittern, da höhere Luftgeschwindigkeiten im Beinbereich nur schwer zu verhindern sind.

Für Versammlungsräume mit definierter Stuhlanordnung mit oder ohne Stufen kann die Zuluft auch erfolgreich aus Bodendrallauslässen ausgeblasen werden. Dabei sind die Luftdurchlässe, die die Zuluft nach oben blasen, unter dem Stuhl anzuordnen. Kennzeichnend ist eine geringe Temperaturschichtung im Aufenthaltsbereich.

Bei allen beschriebenen Luftführungssystemen genügt ein Luftvolumenstrom von 30 bis 35 m³/h pro Person, d.h. pro Luftdurchlass. In der Regel ist jedem Sitzplatz ein Luftdurchlass zugeordnet.

Ist die Zuluft aus den Wänden auszublasen, so eignen sich aus akustischen Gründen am besten Weitwurfdüsen. Sie können in der Wand oder in der Empore bzw. dem Balkon eingesetzt werden (Bild 2). Sie sollen mindestens manuell, noch besser mit Stellmotoren verstellbar sein, damit die Ausblasrichtung verändert werden kann. Die Ausblasgeschwindigkeit soll mindestens 5 m/s betragen, um stabile Luftstrahlen zu erzeugen. Im Kühlfall ist die Zuluft stets leicht nach oben zu richten, im Heizfall nach unten. Günstig erweist sich die Kombination von Standard-Düsen mit Dralldüsen. Der Einsatzkörper der Dralldüse halbiert annähernd die Wurfweite des Luftstrahles. Auf diese Weise lässt sich die Zuluft besser auffächern, was zu geringeren Luftgeschwindigkeiten im Aufenthaltsbereich führt. Hierbei ist die akustische Auslegung sorgfältig durchzuführen, da der Schallleistungspegel der Dralldüsen höher ist als der Standard-Düsen.

Ist die Zuluft im Deckenbereich auszublasen, so ist der Einsatz von verstellbaren Drall-Luftdurchlässen zu empfehlen, bei denen die

Zuluft hochturbulent mit stabilen Strahlen ausgeblasen wird (Bild 3). Die Luftdurchlässe sind mit Stellmotoren oder Thermostaten zu versehen, damit sich die Ausblasrichtung der Temperaturdifferenz Zuluft-Raumluft anpassen kann. Im Kühlfall ist mehr oder weniger horizontal auszublasen, im Heizfall steiler nach unten. Diese Art der Luftführung verlangt eine sehr sorgfältige akustische Auslegung, da die Luftdurchlässe grundsätzlich einen höheren Schallleistungspegel haben als Düsen oder Luftdurchlässe im Bodenbereich.

Sanierungsbeispiele

Das Theater am Goetheplatz in Bremen

Im Theatersaal (Bild 4) wurde ursprünglich die Zuluft unkontrolliert aus Stufengittern ausgeblasen. Die Luftverteilung war sehr ungleichmäßig. In einigen Bereichen gab es überhaupt keine Luftbewegung, wodurch stellenweise hohe Raumlufttemperaturen auftraten. Im Jahr 2004 wurde das komplette Theater umgebaut. Als Luftführungssystem sind dabei Bodendrallauslässe eingesetzt worden, die unter den Stühlen eingebaut sind (Bild 5). Der Luftvolumenstrom pro Luftauslass beträgt ca. 35 m³/h. Die Abluft wird unter der Empore und im Deckenbereich abgesaugt. Der geforderte Schalldruckpegel von 25 dB(A) wird in allen Bereichen eingehalten. Im Orchestergraben vor der Bühne wird die Zuluft aus einer Reihe 450 mm hoher Quell-Luftdurchlässe ausgeblasen. Die Luftdurchlässe sind direkt über dem Boden installiert. Die Luftaustrittsgeschwindigkeit beträgt 0,125 m/s.

Das Konzerthaus Sheffield

Im Jahr 2005 wurde die Sheffield City Hall, in der Konzerte und Theatervorstellungen stattfinden, saniert. Während vorher die Zuluft unbefriedigend aus Wandgittern ausgeblasen wurde, werden jetzt im Parkett Bodendrallauslässe und auf den Rängen runde Stufenquellauslässe angewandt. Den Saal in der Bauphase zeigt Bild 6. Im Bild



Bild 6: Die Sheffield City Hall während und



Bild 7: ... nach der Sanierung

sind die Bodendrallauslässe und die Öffnungen für die Stufenauslässe erkennbar. Der Saal nach dem Umbau geht aus dem Bild 7 hervor. Er ist für maximal 2255 Personen ausgelegt. Genau so viele Luftdurchlässe sind eingesetzt worden, d.h. ein Luftdurchlass pro Person. Der Luftvolumenstrom pro Person beträgt $36 \text{ m}^3/\text{h}$. Die Abluft wird im Deckenbereich und unter der Empore entnommen.

Das Tuschinsky Theater in Amsterdam

Das Gebäude, welches im Jahre 1921 errichtet wurde, ist in den Jahren 2001/02 renoviert worden. Es dient nicht mehr Theatervorstellungen, sondern es wurden drei Kinosäle errichtet mit insgesamt 1400 Sitzplätzen. Den großen Kinosaal zeigt nach dem Umbau Bild 8. Die Zuluft konnte für das Parterre aus baulichen Gründen nur seitlich und oberhalb der Bühne ausgeblasen werden. Es sind manuell verstellbare Weitwurfdüsen verschiedener Baugrößen eingesetzt worden. In den beiden Bereichen seitlich der Bühne sind die Düsen in drei übereinander liegenden Gruppen hinter der Wandverkleidung verdeckt eingebaut worden. Die unterschiedlichen Ausblaswinkel sorgen dafür, dass sich die Zuluft gut über den gesamten Parterrebereich verteilt. An den beiden Rängen sind Stufenquellauslässe eingesetzt worden, da der erforderliche Druckraum realisiert werden konnte. Die vorher vorhandenen Zuluftöffnungen in der Rückwand werden zur Abluftabsaugung benutzt. Teil der Abluft wird im Deckenbereich abgesaugt. Pro Person wird insgesamt ein Luftvolumenstrom von $30 \text{ m}^3/\text{h}$ zugeführt.

Het Concertgebouw in Amsterdam

Der kleine Saal des Konzerthauses, weltweit berühmt durch seine außerordentliche Akustik, hat insgesamt 440 Sitzplätze. Ende der 70-Jahre sind in einer Längswand nahe unter der Decke manuell verstellbare Weitwurfdüsen installiert worden. Wegen der zu großen Strahlendringtiefe und dem hohen spezifischen Luftvolumenstrom pro Meter Länge waren Zegerscheinungen sowohl im Parterre als auch auf der Empore die Folge. In den Jahren 2004/05 wurde das Klimatisierungskonzept geändert. Die Luftzufuhr wurde aufgeteilt: Nur noch 36 % der Zuluft wird über Düsen ausgeblasen. Die Position der Düsen blieb aus architektonischen Gründen unverändert. Es wurde jedoch

die Baugröße der Düsen verkleinert, und die Hälfte sind als Dralldüsen ausgebildet. Damit konnte die Wurfweite deutlich reduziert und das Strahlbündel besser aufgefächert werden. Annähernd die Hälfte des Luftvolumenstromes wird über Bodendrallauslässe im Parterre ausgeblasen und ca. 10 % über Stufen- und Bodenauslässe auf der Empore. Der erreichte thermische Komfort ist äußerst zufriedenstellend, wobei der Luftvolumenstrom pro Person nur $25 \text{ m}^3/\text{h}$ beträgt.

Der Schubert-Saal im Wiener Konzerthaus

Das fast 100 Jahre alte Wiener Konzerthaus mit mehreren Sälen wurde in den Jahren 1998/99 renoviert. Besondere Anforderungen an das RLT-System stellte der Schubert-Saal. Der Saal mit 366 Sitzplätzen hat weder einen Druckboden, noch war es möglich, die Zuluft aus der Decke oder dem oberen Wandbereich auszublasen. Zur Verfügung standen Brüstungsbereiche an den Längswänden, wo vorher die Zuluft aus Wandgittern ausgeblasen wurde. Eine der Längswände ist Außenwand mit Fenstern. Die maßgerechte Lösung, die erfolgreich eingesetzt wurde, ist eine Kombination Quell-Lüftung im bodennahen Bereich, schräg nach oben gerichteten Düsenstrahlen in ca. 1 m Höhe und einem Fensterschleier entlang der Außenfenster. An der Bühnenhinterwand wird zusätzlich ein Teil der Zuluft annähernd horizontal aus zwei Reihen Weitwurfdüsen ausgeblasen. Auch seitlich der Bühne sind Düsen in ca. 1 m Höhe positioniert. Die Austrittsgeschwindigkeit beträgt an den Quell-Luftdurchlässen $0,20 \text{ m/s}$, an den Düsen ca. 8 m/s und im Fenster-Luftschleier ca. 4 m/s . Pro Person wird insgesamt ein Zuluftvolumenstrom von $34 \text{ m}^3/\text{h}$ ausgeblasen.

Der Chorprobensaal der Semperoper in Dresden

In dem 150 m^2 großen und 5 m hohen Chorprobensaal wurde die Zuluft ursprünglich aus Deckenschlitzauslässen schräg nach unten geblasen. Die Abluft wurde im Bodenbereich und über den Stufen abgesaugt. Der spezifische Luftvolumenstrom ist relativ hoch und beträgt ca. $50 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$. Es traten erhebliche Zegerscheinungen auf, mit Luftgeschwindigkeiten bis $0,50 \text{ m/s}$. Bei der Saalsanierung im Jahr 2000 wurde die Luftführung umgedreht. Die Zuluft wird jetzt aus Stufenquellauslässen und teilweise aus Wandquellauslässen im Boden-



Bild 8: Das Tuschinsky Theater in Amsterdam

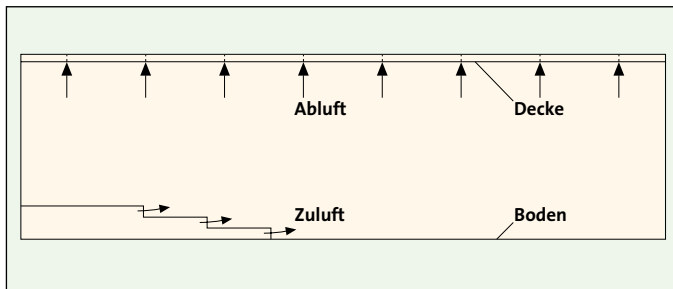


Bild 9: Die neue Luftführung im Chorprobensaal der Semperoper in Dresden

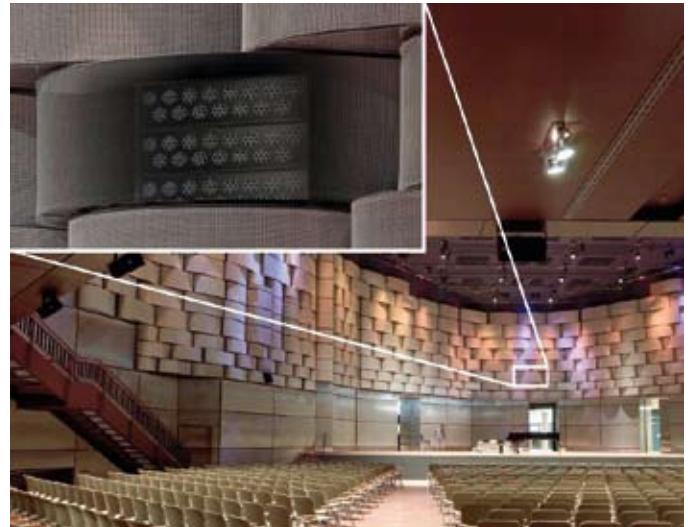


Bild 10: Der Europa-Saal im Kongresszentrum Eurogress in Aachen

bereich ausgeblasen, die Abluft im Deckenbereich abgesaugt (Bild 9). Der thermische Komfort wurde erheblich verbessert, die Raumluftgeschwindigkeiten liegen in einem sehr behaglichen Bereich.

Der Europa-Saal im Eurogress Aachen

Das internationale Kongresszentrum Eurogress in Aachen wurde in den 70-Jahren errichtet. Im Jahr 2005 wurde der große Saal (Europa-Saal) umgebaut. Die Wände wurden mit einer Struktur aus gewölbten, mit Metallgewebe bespannten Paneelen versehen, die ineinander greifen und an die Schuppenstruktur eines Fisches erinnern. Für den Saal werden verschiedene Luftführungssysteme miteinander kombiniert. Die an der Vorderkante der Empore eingebauten Weitwürfdüsen, die die Zuluft für das Parterre zugeführt haben, wurden durch motorisch verstellbare Düsen ausgetauscht. Der ca. 6 m tiefe Bereich unter der Empore wird nach wie vor mit der Zuluft aus linearen Deckenluftauslässen versorgt. Auf der Empore dienen der Zuluftversorgung lineare Quellauslässe, die in die Gelände-Brüstung jeder Stufe

integriert sind, und die Zuluft mit geringer Geschwindigkeit nach oben blasen. Im Bühnenbereich sind hinter der Metallverspannung Fächer auslässe eingesetzt (Bild 10). Damit kann die Zuluft in Form von feinen, geeigneten Düsenstrahl-Bündeln beliebig aufgefächert werden. Der Luftvolumenstrom pro Person beträgt $35 \text{ m}^3/\text{h}$. Die Abluft wird teils aus der hinteren Wand unter der Empore und teils im Deckenbereich entnommen.

Fazit

Theatersanierungen verlangen individuelle und oft maßgeschneiderte Lösungen. Von der Vielzahl der Möglichkeiten ist projektbezogen das am besten geeignete Luftführungssystem auszuwählen, wobei die baulichen und architektonischen Randbedingungen entscheidend mitbestimmend sind. Bei sorgfältiger Auslegung lässt sich mit Hilfe moderner Luftführungssysteme stets eine hohe thermische Behaglichkeit unter Einhaltung der hohen akustischen Anforderungen erreichen.

Anzeige

profil

Die Versandbuchhandlung
im Bauverlag

Unverzichtbare Fachliteratur rund um das Thema „Bauen“
finden Sie in unserem Buch-Shop

www.profil-medien.de