

Autor

Ralf Wagner, Hans Werner Roth

LTG Aktiengesellschaft, 70435 Stuttgart

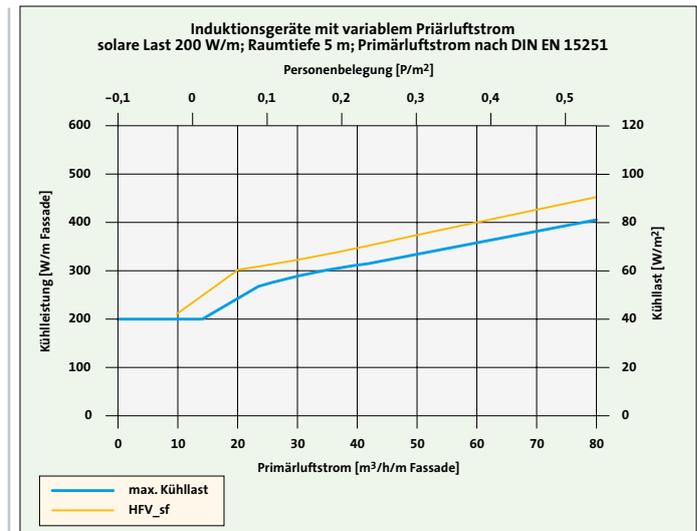


Bild 1: Nutzungsabhängige Kühllasten, Außenluftströme und optimale Gerätekenlinie

Die Evolution der Induktionsklimaanlage Für jede Nutzung die optimale Strömungsformen

Warum werden Induktionsklimaanlagen kaum noch im gleichen System saniert und in neuen Bürogebäuden seltener eingebaut? Vielleicht liegt es auch an fehlenden Informationen, wie Induktionsgeräte nach heutigem Wissensstand zu bauen und zu betreiben sind, um den gestiegenen Anforderungen an hohen Komfort und niedrigen Energieverbrauch gerecht zu werden. Die Autoren stellen ein neues Konzept vor, wie sich das Grundprinzip „Induktion“ im Gebäude durch Gerätemodule und Strömungsformen an sehr unterschiedliche Nutzungen und Lasten energiegerecht und nachhaltig umsetzen lässt.

Seit der ersten Patentanmeldung einer Induktionsanlage im Jahr 1915 durch Dr. Albert Klein, dem Gründer der LTG Aktiengesellschaft, hat sich das Funktionsprinzip nicht verändert: Ein Düsenstrahl induziert in einem Injektor Raumluft und belüftet einen Raum. Damit gelingt es, mit einem kleinen, z.B. auf den hygienisch notwendigen Luftaustausch begrenzten Primärluftvolumenstrom (100 % Außenluft) einen 3- bis 6fach größeren Sekundärluftstrom (Raumluft) nur durch Induktion, d.h. ohne Ventilator zu fördern und beide Luftarten im Zuluftstrom zu vermischen. Die Sekundärluft einer Induktionsanlage wird in einem Wärmeübertrager abhängig von den thermischen Lasten des Raums erwärmt oder gekühlt. Der große Erfolg der Induktionsanlagen in den Jahren 1960 bis 1980 beruhte auf ihren hohen Primärluftströmen und sekundären Heiz- und Kühlleistungen, die eine Architektur von Bürogebäuden mit Glasfassaden erst zuließen. Unterhalb des Fensters eingebaute Klimageräte dieser Gerätegeneration erzeugen tangentielle Raumlufthalben. Ihre Ausbreitung im Raum ist schwer beherrschbar. Häufige Klagen über hohen Energiebedarf, Geräusche und Zugluft waren die Folge und haben Induktionsgeräten einen schlechten Ruf eingebracht.

Eine Umstellung auf Quellluft-Induktionsgeräte in den Jahren um 1980 wurde aufgegeben, da die zu dieser Zeit noch hohen Kühlleistungen bis zu 80 W/m² nicht ohne Klagen über „kalte Füße“ realisierbar waren.

Verbesserungen der Fassaden, Fenstergläser, wie auch die Anforderungen der Energieeinsparverordnung verstärkten ab 2002 die Entwicklung zu kleineren Kühllasten und Außenluftströmen. Die von der LTG Aktiengesellschaft erstmals vorgestellte Misch-Quelllüftung kombiniert die Vorteile der Mischlüftung nahe am Induktionsgerät mit der Quelllüftung im Aufenthaltsbereich der Personen. Gekühlte Einzelstrahlen vermischen sich an der Fassade mit warmer Raumluft. Im Anschluss an die Mischzone verteilt sich der gegenüber Raumtemperatur leicht kühlere Zuluftstrom mit niedrigen Luftgeschwindigkeiten im Raum. Auch diese Strömungsform ist im Primärluftstrom nach oben begrenzt, um nicht in die bekannte Tangentiallüftung überzugehen.

Anforderungen an Induktionsanlagen

Die wichtigsten Parameter für Geräteauswahl und Auslegung sind Kühllast und Außenluftbedarf. Der zu 100 % aus Außenluft bestehen-

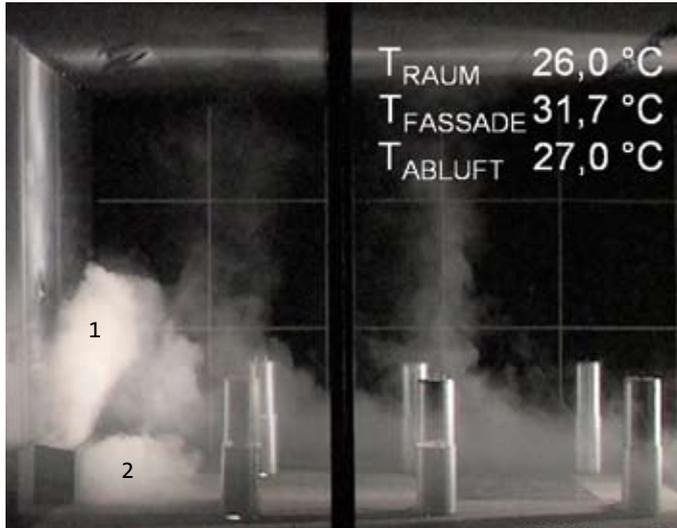


Bild 2: Raumströmungsaufnahme mit zwei Strömungsformen:
1 Misch-Quelllüftung nach oben, 2 Quelllüftung horizontal nach rechts

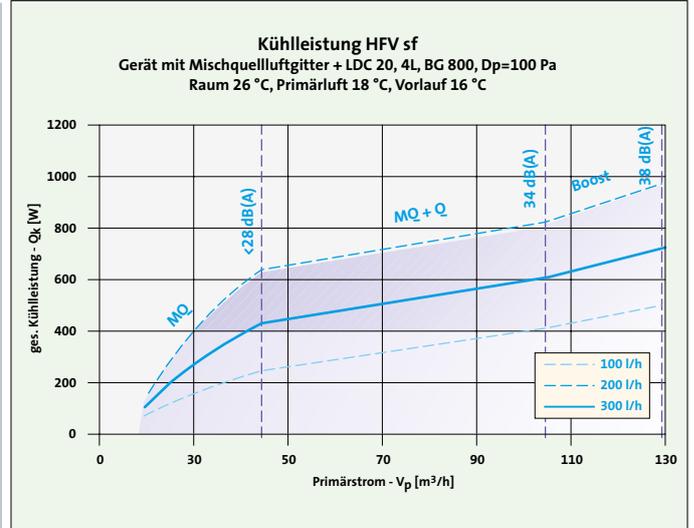


Bild 3: Geräteleistungen für unterschiedliche Sequenzen

lindab | comfort

Kühlen, heizen, belüften.

Bleiben Sie 360° flexibel mit Plexus.

Die leistungsstarke Kombination eines Kühlbalkens mit einem **360°-Luftverteilungsbild** sorgt für eine zugfreie Umgebung. Mit dem JetCone-System können Sie schnell und ohne Werkzeug Luftmenge und das gewünschte Luftverteilungsbild einstellen.

Die eingebaute Heizfunktion sorgt für gezielte Wärme und eine effektivere Raumdurchmischung – so wird Plexus vielfältig einsetzbar, flexibel und zukunftssicher.

Plexus mit neuem JetCone-System

Plexus – einfach natürlich

Lindab GmbH · Carl-Benz-Weg 18 · 22941 Bargteheide
 Telefon 0 45 32 / 28 59 - 0 · Fax 0 45 32 / 28 59 - 68
 www.Lindab.de · E-Mail: lindab@lindab.de

Bargteheide · Berlin · Frankfurt · Köln · Mannheim · Nürnberg · Stuttgart · Weimar

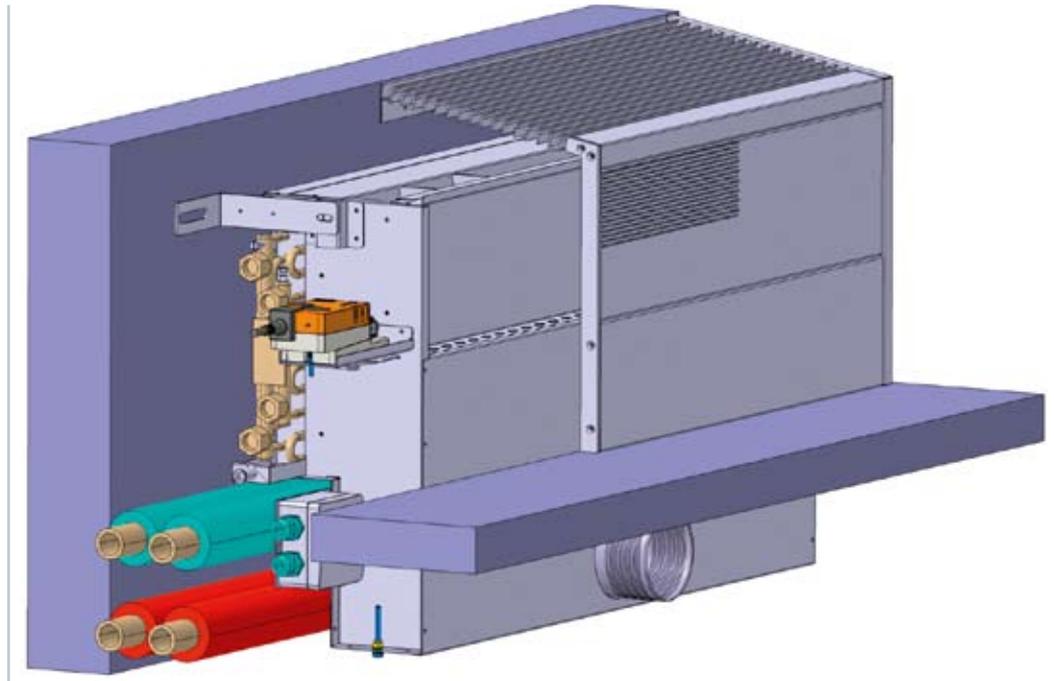


Bild 4: Darstellung des Brüstungsinduktionsgerätes

de Primärluftstrom variiert mit der Personenbelegung. Die nutzungsunabhängige, äußere Kühllast kann durch einen wirksamen Sonnenschutz auf etwa 20, in Eckräumen auf 40 W/m² begrenzt werden. Die nutzungsabhängige Kühllast berechnet sich aus der Personenwärme und den Maschinenlasten der Bürotätigkeit. In Bild 1 ist die auf die Nutzfläche bezogene Kühllast über dem Außenluftstrom pro m Fassade aufgetragen. Der Außenluftstrom ist als hygienisch notwendiger Mindestvolumenstrom nach DIN 15 251, für ein schadstoffarmes Gebäude und gemäß Kategorie II einer Personenbelegung P/m² zugeordnet. Für einen unbelegten Eckraum ist im gezeigten Beispiel eine maximale solare Last von 40 W/m² angenommen. Durch die Nutzung steigt die Kühllast bis zum dicht besetzten Besprechungsraum auf 80 W/m² an. In Bild 1 sind damit alle Nutzungskühlfälle im Gebäude abgebildet. Ein energetisch optimal betriebenes Klimagerät passt seinen Frischluftstrom der Personenbelegung (Stofflast) an, was erstmals mit dem neuen Brüstungs-Induktionsgerät „HFV_{sf}“ konsequent umgesetzt wurde und in Bild 1 als Gerätekennlinie „HFV_{sf}“ dargestellt ist. Wichtig ist eine hohe Sekundärkühlleistung bei kleinem Luftwechsel, besonders für die Zeit, in der sich noch keine Personen im Raum aufhalten und solare Lasten bereits wirksam sind. Die nutzungsgeführte Primärluft folgt damit den Personen im Gebäude. RLT-Anlagengröße, Energiekosten der Luftaufbereitung und Lufttransport sind damit minimiert. Der Nutzer erwartet eine in allen Lastfällen hohe Lüftungseffektivität und guten thermischen Komfort. Er möchte vor allem sein Raumklima selbst beeinflussen.

Umsetzung mit dem Induktionsgerät „HFV_{sf}“

Die Evolution, also die Erfahrungen aus der Anwendung und der Geräteentwicklung der letzten 50 Jahre, liefert Hinweise, wie die genannten Anforderungen zu erreichen sind. Neu ist das mit dem LTG-System „smart flow“ bezeichnete Verfahren, ein Raumklimagerät in der Art zu steuern und zu regeln, dass sich – abhängig vom Lastfall und von den Temperaturen – optimale Strömungsformen einstellen, die hohen thermischen, olfaktorischen und akustischen Komfort gewährleisten. Die wesentlichen Eigenschaften sind:

- niedrige Primärdrücke zwischen 70 und 100 Pa; der elektrische Leistungsanteil des zentralen Zuluftventilators beansprucht nur 3 bis 10 W zum Betreiben eines Induktionsgeräts. Damit wird mindestens das 40fache dieser elektrischen Leistung an sekundärer Kühlleistung im Raum „übergeben“,
- der große Verstellbereich des Primärluftstroms im Verhältnis 1:10 ohne störenden Lüftungsgeräusche,
- das große Einsparpotential durch nutzungsabhängiges Lüften und lokales Abschalten der Primärluft, z.B. beim Fensterlüften oder bei Abwesenheit am Arbeitsplatz,
- die Anpassung der Strömungsformen in Sequenzen:
 - Sequenz 0: Induktionsgerät ist abgeschaltet, der Raum ungenutzt
 - Sequenz 1: Normalbetrieb mit z.B. 30 bis 40 m³/h ausschließlich über den Injektor und Luftauslass des Induktionsgeräts. Misch-Quelllüftung
 - Sequenz 2: für Besprechung/Teamarbeit wird der Primärluftstrom abhängig von der Personenbelegung stufenlos angehoben. Die zusätzlich erforderliche Primärluft wird über einen Quellluftdurchlass impulsarm unter die Misch-Quelllüftung der Sequenz 1 geschoben.
 - Sequenz 3: Schnelle Kühlung mit Stoßlüftung wird durch Taster durch den Nutzer für einen fest vorgegebenes Zeitintervall aktiviert. Die Geräteleistungen der beschriebenen Sequenzen sind in Bild 3 beispielhaft dargestellt.

In Bild 4 ist eine Ausführungsvariante eines 4-Leiter-Brüstungsgeräts abgebildet. Die Primärluft wird über eine Luftleitung im Hohlraumboden angeschlossen. Der Düsenkasten versorgt ein Induktionsgerät und einen Quellluftauslass aus einem gemeinsamen Druckplenum. Ein verschiebbares Düsenblech verstellt den Austrittsquerschnitt der Induktionsdüsen. Der Primärluftvolumenstrom kann mit dem gezeigten Gerät stufenlos zwischen 10 und 130 m³/h verschoben werden. Mit dem Verschiebeweg, der von nur einem motorischen Stellantrieb betätigt werden kann, werden mindestens zwei Strömungsformen in aufeinander abgestimmten Sequenzen gewählt oder kombiniert.

Die Regelung

Die bedarfsgeregelte Lüftung und Temperierung basiert auf zwei

gekoppelten Regelkreisen für Raumtemperatur und Luftqualität/Präsenz. Der Primärluftstrom wird aus thermischen Gründen erst dann angehoben, wenn das Ventil zu 100 % geöffnet ist und die Soll-Raumtemperatur nicht erreicht werden kann. Jedes Gerät ist für einen maximalen Volumenstrom parametrisiert. Für die Regelung der Raumluftqualität bieten sich folgende Varianten an:

1. Für das Standard-Zellenbüro eignen sich zwei über Präsenz geschaltete, feste Primärluftströme mit den zugehörigen Strömungsformen,
2. Für Gruppenbüros mit stark unterschiedlicher Belegung, wie auch für Besprechungsräume wird eine nach Luftqualitätssignal (CO₂-Sensor) geregelte, stufenlose Anpassung des Primärluftstroms empfohlen. Bei Sanierungen und einfachen Anwendungen können die Induktionsgeräte auch ohne Quellauslass und für einen konstanten Primärluftstrom ausgeführt werden. Eine Anpassung des Primärluftstroms und eine Nachrüstung der motorischen Verstellung sind nachträglich möglich.

Der Primärdruck wird in der Zuluftleitung geregelt. Der dabei gemessene Zuluftstrom des Strangs bzw. der Zone wird als Sollwert an den zugehörigen Strang-Abluftvolumenstromregler übergeben. Bei Einzelräumen der gleichen Zone kann eine Überströmöffnung in der Flurwand eingebaut werden. Die Vordrücke der Zu- und Abluftventilatoren werden durch Vergleichen der Öffnungsstellung der Strangregler auf ein Minimum geregelt, um das Stromeinsparpotential voll auserschöpfen zu können.

Fragen zur Wirtschaftlichkeit

Die mechanische Verstellung der Induktionsdüsen erhöht die Investitionskosten des Induktionsgeräts um 15 bis 20 %. Steuert ein Präsenzmelder die Luftströme, sind die jährlichen Betriebskosten und kapitalisierten Investitionskosten mit konstantem und variablem Primärluftstrom gleich hoch. Dabei wird angenommen, dass die Einsparungen durch eine kleinere RLT-Anlage (Technikräume, Luftleitungen, Schächte) und die niedrigeren Energiekosten die höheren Investitionen ausgleichen. Die höheren Kosten einer vollwertigen Luftqualitätsregelung fallen bei dem nur geringen Anteil der Besprechungsräume (z.B. 10 % der Bürofläche) in der Kostenbilanz des gesamten Gebäudes nicht ins Gewicht.

Fazit

Die Gestaltung verschiedener Luftwege innerhalb eines Klimagerätes, die z.B. durch sequentielles Schalten von Induktionsdüsen aktiviert werden können, ermöglicht es, unterschiedliche Strömungsformen zu kombinieren, um aktuelle stoffliche und thermische Lasten abzuführen zu können. Im vorgestellten Induktionsgerät wurden Misch-Quelllüftung und Quelllüftung kombiniert (System „smart flow“) und der Bereich des thermischen Komforts auf unterschiedliche Nutzungskonzepte und Lastzustände deutlich erweitert. Die bedarfsgeregelte Induktionsanlage gewährt dem Nutzer neue Möglichkeiten, sein Raumklima zu bestimmen.

High Efficiency²⁰¹⁵

Wie Sie mit dem Pionier der Hocheffizienz heute schon die ErP-Hürden von 2013 und 2015 überspringen.

Ungeregelte Umwälzpumpen in Heizungen entpuppen sich als wahre Stromfresser, die jedes Jahr Milliarden Kilowattstunden Strom zu viel schlucken. Gut, dass diese Pumpen in der EU zu Alteisen werden. Dafür sorgt die ErP-Richtlinie für Energieeffizienz (2009/125/EG), die ab dem 1.1.2013 in Kraft tritt. Noch besser, dass Sie heute schon die Haushaltskassen und die Umwelt entlasten können. Mit Wilo Hocheffizienzpumpen. **Mehr Hocheffizienz auf www.wilo.de/he**

