



Joachim Boecker

Temperaturverhalten in Fertigungshallen mit unterschiedlichen Lüftungssystemen*

Das Raumtemperaturverhalten von zwei lufttechnisch unterschiedlich behandelten und bautechnisch verschiedenen Fertigungshallen, in denen bei gleichartiger Nutzung Mitarbeiter erhöhte Anforderungen an die Arbeitsumgebung stellen, wird verglichen. Es zeigen sich dabei deutliche Vorteile im Behaglichkeitsfeld für die Luftführung „Fußboden-Decke“. An hochsommerlichen Tagen treten in der Halle B Temperaturunterschiede von nur 3 K auf, während Halle A stark der Außentemperatur mit Temperaturdifferenzen von 7 K folgt. Daneben wird auch der wirtschaftliche Nutzen aufgezeigt.

Temperature levels in workshop halls with different ventilation systems

Room temperature levels were investigated in two workshop halls of different construction and with different ventilation systems. Both halls were used for the same purpose, with high standards of air quality. The room comfort was clearly higher with the „floor and ceiling“ ventilation system. In the summer season, temperature variations in hall B were only 3 K, while hall A had temperature variations of 7 K matching the ambient temperature. Economic aspects were investigated as well.

Comportement de la température dans des halls de production en fonction du système

L'article compare le comportement en température de l'air intérieur de deux halls de production construits différemment et aérés par deux systèmes différents. Les deux halls ont une utilisation analogue et sont soumis à des exigences élevées sur l'environnement du poste de travail. Il apparaît que l'aération „sol-plafond“ présente de nets avantages pour le confort. En plein été, les différences de température dans le hall B n'excèdent pas 3 K, alors que le hall A suit la température extérieure avec des différences de température de 7 K. De plus, l'article montre la rentabilité.

Mit dem Wandel der Arbeitsstrukturen in unseren Fertigungen stellt der Mensch erhöhte Anforderungen an seinen Arbeitsplatz und an seine Arbeitsumgebung. Von entscheidender Bedeutung für das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter sind in dem Umfeld die Lüftung und das Raumklima.

So kommt es in großflächigen und relativ hohen Fertigungshallen mit herkömmlichen lufttechnischen Anlagen nicht selten zu Beschwerden über die Lüftung von seiten der Rauminsassen. Die Schwierigkeiten liegen darin, daß der Zustand der Raumluft hinsichtlich Temperatur und Bewegung in Kopfhöhe nicht innerhalb bestimmter Behaglichkeitsgrenzen gehalten werden kann, wenn bedingt durch unterschiedliche innere Wärmelasten oder durch äußere Temperaturveränderungen die Lufttemperaturen an den Luftauslässen variieren.

Außergewöhnlich gute Erfahrungen mit dem Temperaturverhalten und der Luftbewegung in einer Fertigungshalle wurden mit einer neu gebauten 10 000 m² großen Halle für die Elektronikfertigung im Gerätewerk Erlangen der Siemens AG gemacht. Im Vergleich mit einer 1971 gebauten und gleichartig genutzten Halle werden von den Mitarbeitern die Luftverhältnisse in dem Neubau sehr angenehm empfunden. Das war der Anlaß eine Gegenüberstellung des Raumtemperaturverhaltens der beiden Hallen zu machen, die lufttechnisch unterschiedlich behandelt werden und sich auch in der Bautechnik unterscheiden.

Lufttechnik

Halle A (Baujahr 1971)

Luftführung: Decke-Decke
Luftwechsel: 2,6fach vom Raumvolumen
Luftaustritte: In regelmäßigen Abständen Kästen mit je 4-Hesco-Gitter

Halle B (Baujahr 1985)

Luftführung: Fußboden-Decke
Luftwechsel: 1,6fach vom Raumvolumen
Luftaustritte: Drallauslässe, Abstände nach Wärmelasten variabel

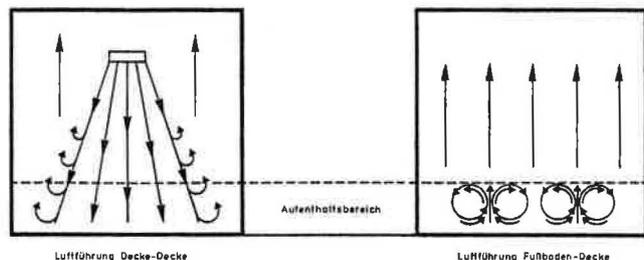


Bild 1 Strömungsverhalten zweier Lüftungssysteme

Die unterschiedliche Wirkungsweise beider Systeme zeigt sich in ihrem Luftströmungsverhalten (Bild 1).

Durch maschinelle Fertigungseinrichtungen und variable Beleuchtungsstärken gibt es in den Hallen Bereiche mit unterschiedlichen Wärmelasten. Damit treten Temperaturunterschiede auf, die zu Behaglichkeitseinbußen führen. Die Wirkungen dieser Raumbelastungen auf den Menschen werden durch eine Lüftung von unten nach oben stärker reduziert als bei jeder anderen Luftführung, weil hier gleich nach den Bodenauslässen der eigentlich interessierende Aufenthaltsbereich unabhängig von den übrigen Hallentemperaturen örtlich durchmischt wird.

Bautechnik

Halle A (Bild 2)

Konstruktion: Stahlbetonfertigteile
Fußboden: Betonplatte auf Erdreich ohne Wärmedämmung aufliegend; mit magnesitgebundener Estrichauflage
Außenwände: Ab Oberkante Fundament bis 1,20 m dreischalige Waschbetonplatten 20 cm dick, umlaufende Alu-Fensterbänder 1,30 m hoch, oberhalb der Fensterbänder innen und außen Trapezblechverkleidung mit dazwischenliegender 5 cm Wärmedämmung
Dachaufbau: Flachdach, Profilblech, 10 cm Wärmedämmung, besplittete Elastomerdachbahnen

* Manuskript eingereicht im April 1988

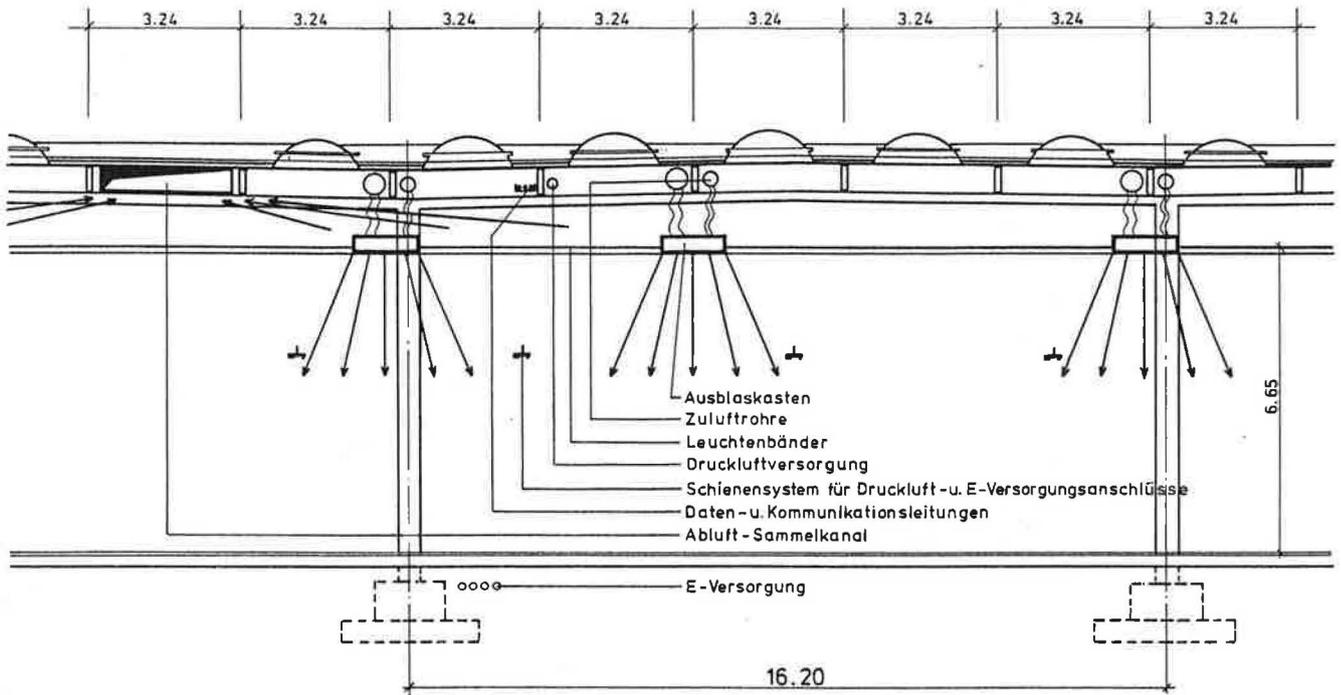


Bild 2 Längsschnitt Halle A

Halle B (Bild 3)

- Konstruktion: Stahlbetonfertigteile
- Fußboden: Doppelboden, Betonplatten, untere ohne Wärmedämmung auf Erdreich aufliegend
- Außenwände: Dreischalige Waschbetonplatten 14 cm dick, senkrechte Fensterbänder 1,20 m breit im Abstand von 5 bis 10 m.
- Dachaufbau: Sheddach, Profilblech, 8,5 cm Wärmedämmung, Alu-Stehfalzbleche

Raumtemperaturverhalten

Ein unterschiedliches Raumtemperaturverhalten der beiden Hallen war am deutlichsten in der warmen Jahreszeit erkennbar. Die in Bild 4 dargestellten Kurven zeigen, daß bei Außentemperaturschwankungen zwischen 8,5° C und 32° C die Hallentemperaturen in der Halle B nicht über 25° C ansteigen, während in der Halle A 30° C überschritten werden.

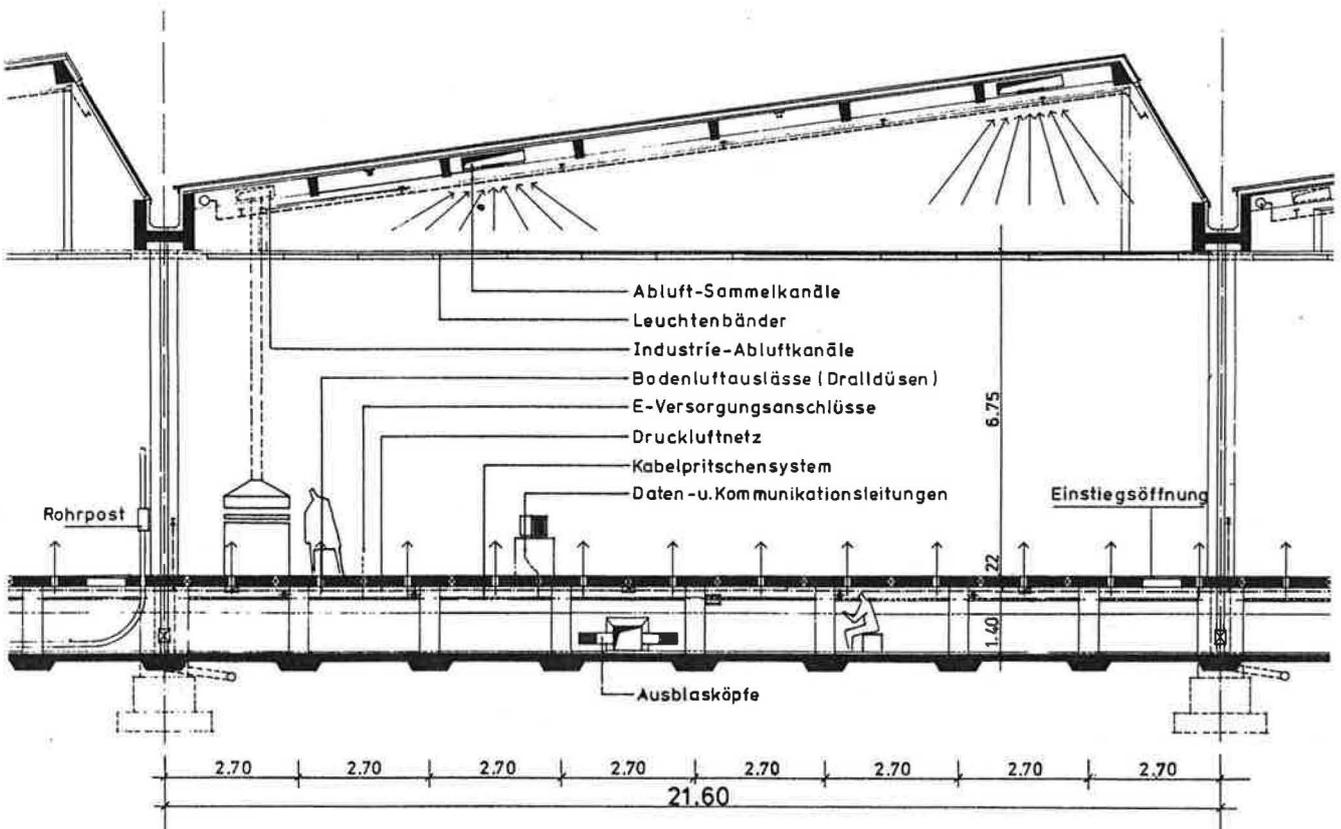


Bild 3 Längsschnitt Halle B

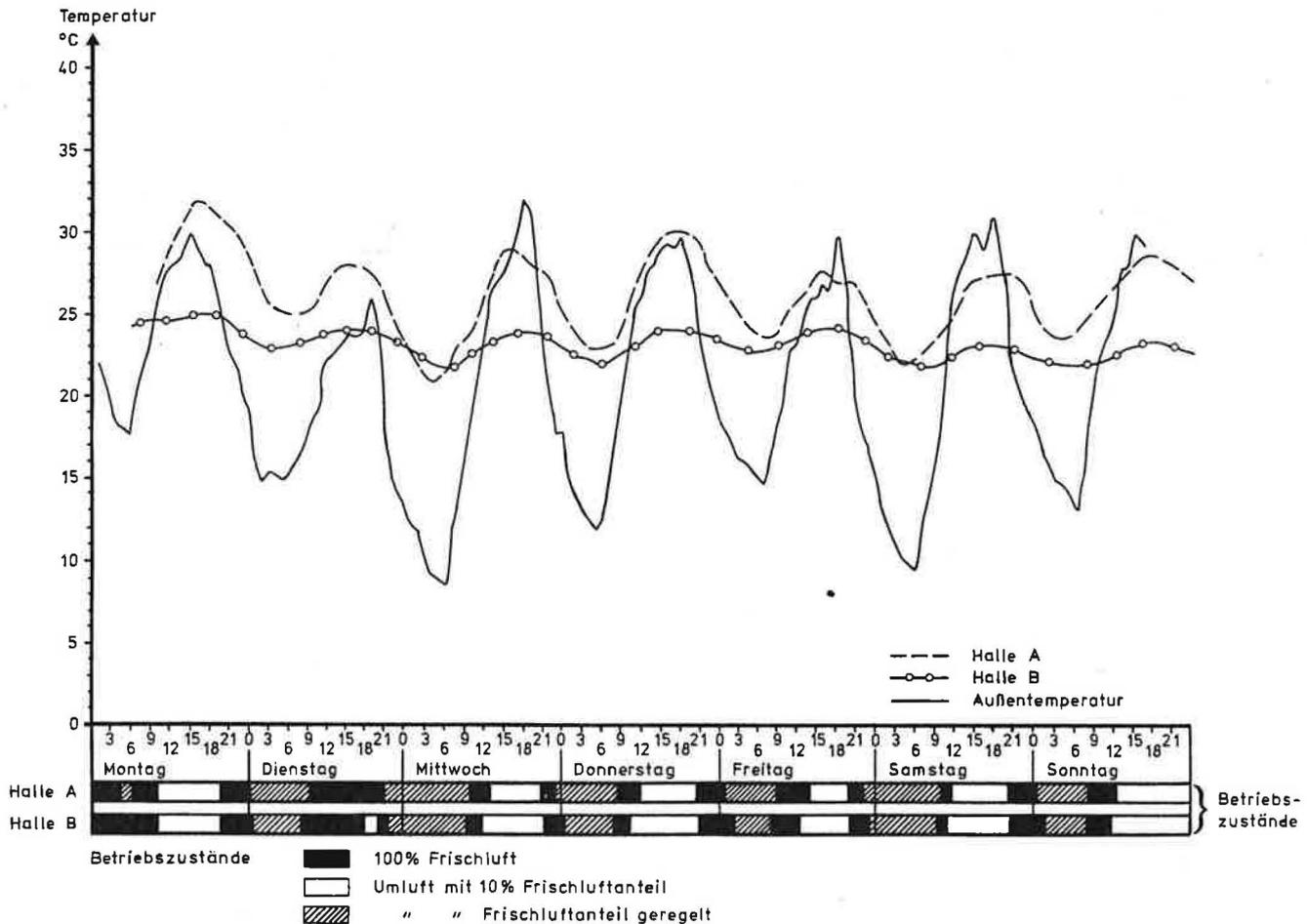


Bild 4 Außentemperatur und Raumtemperaturen

Begünstigt wird dieses Temperaturverhalten in der Halle B durch

- die Speicherkapazität der 100prozentig massiv ausgeführten Außenwände und der Zwischenbodendecke,
- die natürliche Abkühlung der Zuluft im Doppelboden bis zu 3 K (untere Betonplatte nicht wärmedämmt auf Erdreich aufliegend, siehe hierzu auch „Wirtschaftlichkeitsaspekte“),
- die Möglichkeit bei der Luftführung „Fußboden-Decke“ mit niedrigerer Einblastemperatur (16,5 °C) zu fahren als in der Halle A, ohne die Behaglichkeit zu beeinträchtigen; bei Einblastemperaturen unter 18 °C kommt es in Halle A zu berechtigten Beschwerden.

Wirtschaftlichkeitsaspekte

Neben den nicht quantifizierbaren Vorteilen

Behaglichkeit und Flexibilität ergab sich ein meßbarer Nutzen durch die Luftführung „Fußboden-Decke“ bei den

Investitionskosten und Betriebskosten Die Zuluftverteilung durch den Doppelboden wirkt kostensparend beim Kanalsystem und auch die Strom- und Wärmeenergiekosten sind geringer, weil das vorgegebene Behaglichkeitsfeld durch einen geringeren und den Wärmelasten angepaßten Volumenstrom erreicht wird.

Durch den nicht wärmedämmten unteren Betonboden erfolgt eine Abkühlung der Zulufttemperatur im Doppelboden bis zu 3 K und zwar abfallend vom Ausblaskopf zum entferntesten Drallauslaß in Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit. Dieser im Sommer die Hallentemperatur begünstigende Effekt wird im Winter durch Nachheizung kompensiert, wobei die Nachheizung kostengünstiger ist als die Wärmedämmung des Bodens.

Schlußfolgerung

Durch den Wandel der Arbeitsstrukturen in den Fertigungshallen der Elektronikfertigungen werden dort an die Arbeitsumgebung erhöhte Anforderungen gestellt. Sie nähern sich den Forderungen, wie man sie bei Büroarbeitsplätzen stellt, und es werden daher u. a. auch immer häufiger Diskussionen über klimatisierte Fertigungshallen geführt.

Die Gegenüberstellung des Raumtemperaturverhaltens der beiden beschriebenen Bauten zeigt, daß bei größeren Hallen mit entsprechend geeigneten luft- und bautechnischen Konzepten auf eine investitions- und betriebskostenintensive Klimatisierung verzichtet werden kann.

Zur Reinhaltung von Luft und Gasen. Atemschutz. Zur Reinigung, Entfärbung und Rückge-

IDOS KG AKTIVKOHLE DÜSSELLA®
DÜSSELDORF JÄGERSTR. 52-56

winnung von Flüssigkeiten. Trink- und Brauchwasseraufbereitung. Kondensatentölung etc.