

## Bürogebäude dezentral lüften und klimatisieren

Abb. 1



- ▶ Energieverbrauch geringer als in vergleichbaren zentral klimatisierten Gebäuden
- ▶ Gutes Büroklima erreicht
- ▶ Geräuschpegel der Geräte zu hoch
- ▶ Erhöhter Zeitaufwand für Wartung

*Fassade des Capricornhauses in Düsseldorf: Kastenfenster mit integriertem Sonnenschutz, rote Glaspaneele mit integrierter Lüftungseinheit und Oberlicht*

**B**ei der Klimatisierung von Bürogebäuden gilt es, durch Einsatz einer möglichst energie- und kosteneffizienten Technik bestmögliche Raumluftqualität und Komfort am Arbeitsplatz zu verwirklichen.

Dezentral statt zentral: Zunehmend wurden in den letzten Jahren Nichtwohngebäude mit dezentralen, außenwandintegrierten Lüftungssystemen ausgestattet, statt mit zentraler Heizungs- und Klimaanlage. Die Luft wird nicht mehr zentral zugeführt und konditioniert, sondern dezentral, am Gerät im jeweiligen Raum. Diese neuen Lüftungssysteme, integriert in Außenwand oder Fußboden, können individuell geregelt und somit genau auf betriebliche Erfordernisse sowie Wärme- und Komfortansprüche der Beschäftigten angepasst werden.

Wie sich die dezentralen Systeme in der Praxis bewähren und welche Effizienz- und Einspareffekte sie in unterschiedlichen Gebäuden bewirken – das herauszufinden, war Ziel eines Forschungsprojektes, in dem das Steinbeis Forschungszentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik 16 Gebäude mit dezentralen Lüftungsgeräten mit Blick auf thermischen Komfort und Energieverbrauch durchleuchtete. Dieses

Projekt wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, der Heinz-Trox-Stiftung und der Forschungsvereinigung für Luft- und Trocknungstechnik (FLT) gefördert. Es fügt sich ein in den Forschungsbereich Energetische Betriebsoptimierung (EnBop), in dem innovative Nichtwohngebäude untersucht werden; Ziel ist es, den Gebäudebetrieb zu optimieren und beispielhaft Verbesserungsmöglichkeiten aufzuzeigen, die auch in anderen Gebäuden umsetzbar sind.

Im Projekt untersuchten die Forscher zehn der sechzehn Gebäude anhand von Energiekosten-Abrechnungen und Flächenbilanzen genauer: sie erhoben allgemeine Informationen zu den Gebäuden und darüber, wie die dezentralen Lüftungsgeräte im Gebäude- und Energiekonzept integriert waren; außerdem erfragten sie in einer flankierenden Nutzer- und Betreiberbefragung die Einschätzungen der Betreiber über Zuverlässigkeit, Wartung und Betrieb der Geräte sowie die Rückmeldungen der Nutzer. Ziel war es, Verbesserungsmöglichkeiten aufzuzeigen, die für andere Projekte von Bedeutung sind, insbesondere bezogen auf Energiebedarf, Kosten sowie komfort-relevante Kriterien wie Luftqualität, Zugluft, Akustik und Bedienung.

## ► Technik

### Individuelle Klimatisierung durch dezentrale Fassadengeräte

Die dezentrale Lüftungstechnik in Nichtwohngebäuden ermöglicht es jedem Nutzer, in seinem Büro Lüftung und Temperatur individuell zu steuern. Jeder Arbeitsraum wird durch ein Einzelgerät mit konditionierter Außenluft versorgt, nur solange er genutzt wird. Damit wird gegenüber zentralen Anlagen viel Energie eingespart, da außerhalb der Nutzungszeiten eine Totalabschaltung erfolgen kann, die bei einem Zentralsystem nicht möglich ist.

Die dezentrale Lüftungstechnik kann in alle heute üblichen Fassadenbauweisen im Unterflur- oder Brüstungsbereich integriert werden. Je nach Gerät ist es möglich, auch im Umluftbetrieb zu fahren sowie zusätzliche Heiz- und Kühlfunktionen zu implementieren, bei reinen Zuluft-Geräten wird die Abluft zentral abgesaugt.

Es ist möglich, Wärme über eine Wärmepumpe zurückzugewinnen und der Betonkerntemperierung oder der Brauchwarmwassererwärmung zur Verfügung zu stellen. Zwar erscheint eine dezentrale Anlage durch die vielen Einzelgeräte zuerst teuer. Doch

**Abb. 2: Fassadenlüftungsgeräte: Links: Brüstungsgerät; rechts: eingebaute Brüstungsgeräte im Bürogebäude des Siedlungswerks in Stuttgart**



**Abb. 3: Unterflur-Lüftungsgerät (links) und Funktionsschema (Durchströmungsprinzip Direktinduktion) (rechts)**



können Komponenten wie die RLT-Technik zentraler Anlagen entfallen. Auch bedeuten geringere Laufzeiten im alltäglichen Betrieb erhebliche Energieeinsparungen. Wartung und Filterwechsel sind etwa doppelt so aufwendig wie bei zentralen Anlagen – mit sinkender Tendenz bei neueren Geräten.

Jährlicher Filterwechsel lohnt sich: Messungen in einem Gebäude zeigten, dass sich die elektrische Aufnahmeleistung nach dem Filterwechsel um ein Viertel verringerte.

## ► Gebäude

Alle untersuchten Gebäude sind nach dem Jahr 2000 in Betrieb gegangen und werden bis auf eines als Büros genutzt. In diesem Bau aus dem Jahr 1706 wurden dezentrale Lüftungsgeräte im Rahmen einer Sanierung in die historische Fassade integriert.

In Gebäuden mit schlanker Klima- und Energieversorgungstechnik wird die thermisch flinke dezentrale Lüftungstechnik

gerne mit der trägen Betonkerntemperierung kombiniert.

Drei der im Forschungsvorhaben evaluierten Gebäude, ihre Energiekonzepte und Lüftungsgeräte sind in **Abb. 4** gegenübergestellt.

Das Verhältnis von Funktionsfläche zu Hauptnutzfläche ist bei dezentraler Lüftung tendenziell besser, denn es reichen kleinere

Technikzentralen und Steigschächte. Das kann bei Neuplanungen bei gleicher Gebäudehöhe mehr Stockwerke und damit mehr Nutzfläche ermöglichen. Doch der mögliche Vorzug entfällt z. B. bei Häusern mit zentraler Lüftungstechnik und schlankem Technikkonzept, die auf eine Deckenabhängung verzichten.

**Abb. 4: Gebäude-, Energie- und Gerätedaten von drei Bürogebäuden**

Gebäudedaten	Fertigstellung: 2004 überwiegend Großraumbüros NGF: 7.409 m <sup>2</sup>	Fertigstellung: 2006 flexible Raumnutzung NGF: 23.264 m <sup>2</sup>	Fertigstellung: 2006 NGF: 2.060 m <sup>2</sup>
<b>Fassade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vollverglaste Doppelfassade mit Blendschutz innen</li> <li>• Innen: 3-fach Wärmeschutzverglasung</li> <li>• Außen: 1-fach Verbundsicherheitsglas mit Sonnenschutzbeschichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementfassade mit Kastenfenstern</li> <li>• 2-fach Wärmeschutzverglasung</li> <li>• Jalousie im Kastenfenster</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vollverglaste Doppelfassade</li> <li>• Innen: 2-fach Wärmeschutzverglasung</li> <li>• Außenfassade: 1-fach Verbundsicherheitsglas</li> <li>• Sonnenschutzjalousie in der Doppelfassade, Blendschutz</li> </ul>
<b>Energiekonzept</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bivalente umschaltbare Wärmepumpe</li> <li>• Spitzenlast-Gaskessel</li> <li>• Betonkerntemperierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwei umschaltbare Wärmepumpen (Wärmequelle: Brunnen), Fernwärme</li> <li>• Betonkerntemperierung, dez. Lüftungsgeräte (Umluftbetrieb)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmepumpe (Wärmequelle: Brunnen)</li> <li>• Betonkerntemperierung und dez. Lüftungsgeräte (Umluftbetrieb)</li> </ul>
<b>Dezentrale Lüftungsgeräte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 313 Geräte</li> <li>• aktive Unterflur-Zuluftgeräte</li> <li>• Zentrale aktive Abluft</li> <li>• 2-Leiter-Wärmetauscher für Heizung und Kühlung</li> <li>• konstanter Volumenstrom</li> <li>• Steuerung über ein zentrales Bedienfeld pro Geschoss</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 815 Geräte</li> <li>• aktive Brüstungs- Zu- und Abluftgeräte</li> <li>• Wärmerückgewinnung, 3 Außenluftstufen, 3 Umluftstufen</li> <li>• zentrale Zu-/Abluftanlage für die Kernbereiche der Büros</li> <li>• 4-Leiter-Wärmetauscher für Heizung und Kühlung</li> <li>• Bediengerät im Büro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 41 Zuluftgeräte / 24 Umluftgeräte</li> <li>• aktive Unterflur-Zuluftgeräte</li> <li>• zentrale aktive Abluft</li> <li>• 3 Außenluftstufen</li> <li>• 4-Leiter-Wärmetauscher für Heizung und Kühlung</li> <li>• Raumlufttemperatur wird zentral gesteuert und kann im Raum individuell verändert werden</li> </ul>

## Vor- und Nachteile dezentraler gegenüber zentraler Klimatisierung

### Vorteile

- Energieeinsparung durch bedarfsgerechte Regelung und Fensterlüftung, Geräte laufen nur bei besetztem Büro
- Bei Neubauten geringerer Flächen- und Raumbedarf, Versorgungsschächte und Brandschutzklappen für Lüftungsleitungen entfallen
- Raum- bzw. zonengenaue verbrauchsgerechte Kostenabrechnung möglich
- Individuelle Lüftung und Temperierung der Räume
- Höhere Nutzerzufriedenheit

### Nachteile

- Bei zu hohem Luftdurchsatz Probleme durch Lärm, Zugluft
- Be- und Entfeuchtung der Luft aufwendig
- Höherer Aufwand für Wartung und Filterwechsel
- Wärmerückgewinnung bei Einzelgeräten relativ aufwendig – Alternative: zentrale Abluftbehandlung
- Bei Großraumbüros oder zentraler Regelung höherer Verbrauch
- Einfluss von Winddruck und Außentemperaturen an der Gebäudehülle auf die Funktion der Geräte

## Investitionskosten

Die Technik- und Investitionskosten (KG 300, KG 400) von drei Gebäuden, für die Zahlen zugänglich waren, liegen entsprechend dem Baukostenindex 2006 auf dem Niveau für Bürogebäude mit mittlerem und hohem Standard. Pro Gerät waren 2006 zwischen 1140 € und 2400 € anzusetzen, je nach Funktionsumfang.

## Untersuchungsergebnisse

In den Jahren 2005 und 2006 wurden Betreiber zu den Gebäuden und den jeweiligen Energiekonzepten sowie über ihre Gesamtzufriedenheit mit den dezentralen Systemen befragt. Sie sind mehrheitlich mit den Geräten zufrieden, zwei finden den Betrieb problematisch, einer hält den Einbau für eine Fehlentscheidung. Meist erfolgen keine oder nur wenige Rückmeldungen von den Nutzern. Die befragten Nutzer von 5 Gebäuden sind mit den Raumtemperaturen recht zufrieden, empfinden die Luftqualität insgesamt als neutral; sie kritisieren zu niedrige Luftfeuchtigkeit sowie Zugluft und Geräuschbelastigungen.

Zur Ergänzung und Absicherung der Befragungen wurden an einzelnen Arbeitsplätzen Raumklima, Luftqualität und Geräuschentwicklung gemessen.

### Komfort und Luftqualität

Die Luft in den untersuchten Büroräumen erreicht annähernd Außenluftqualität, der thermische Komfort ist sehr gut. In den Gebäuden ohne Zuluftbefeuchtung war die relative Luftfeuchtigkeit während der Heizperiode entsprechend niedriger.

In Kurz- und Langzeitmessungen an verschiedenen Arbeitsplätzen wurden Temperatur und Luftfeuchtigkeit, Strahlungsasymmetrie, horizontale Temperaturschichtung und

Zugluft sowie CO<sub>2</sub>-Gehalt als Indikatoren der Luftqualität erfasst.

Der Grenzwert für Schallemissionen am Arbeitsplatz wurde in den meisten Gebäuden teilweise beträchtlich überschritten, Grund waren falsch eingestellte Ventilatoren oder zu kleine bzw. fehlende Schalldämpfer. Zu hohe Luftvolumenströme bewirken Lärm, Zugluft und einen erhöhten Energieverbrauch, und die angestrebte Quelllüftung wird nicht erreicht.

### Energieeffizienz im Vergleich

Werden dezentrale Lüftungsgeräte raumweise und bedarfsgerecht gesteuert, tragen sie maßgeblich dazu bei, den Energieverbrauch zu senken. Eine Beispielsrechnung mit einem Simulationsprogramm ergibt für die dezentrale Lösung, verglichen mit durchschnittlichen Bürogebäuden bei zentraler bzw. dezentraler Lüftung, jährliche Einsparungen von 18% bei Heizenergie und 76% bei Strom. (Abb. 7)

Beim Primärenergieverbrauch liegen die 10 untersuchten Gebäude, verglichen mit anderen EnBop-Projekten, im guten Mittelfeld. Bis auf eines verbrauchen sie signifikant weniger Heizwärme und tendenziell weniger Strom als moderne Bürogebäude mit vergleichbarem Komfort (Abb. 8).

Abb. 5: Filterwechsel bei einem Fassadenlüftungsgerät



Abb. 6: Gebäudeschnitt: Brüstungsgerät im Bürogebäude

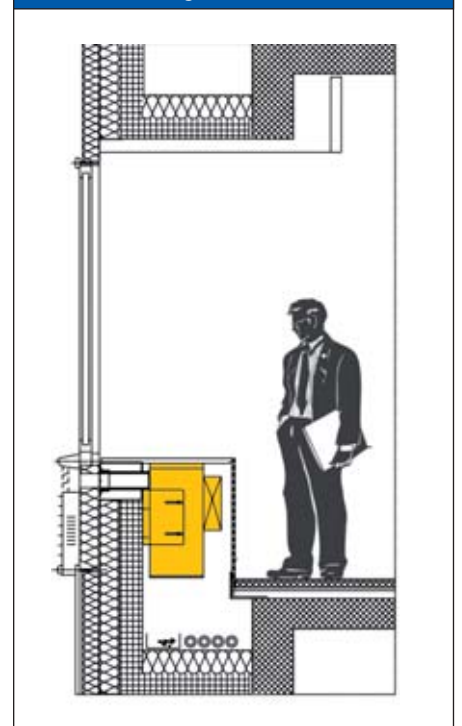


Abb. 7: Vergleich des spezifischen Energiebedarfs bei zentraler bzw. dezentraler Lüftung, thermische Gebäude-Simulation eines Büros an der Südfassade (NGF beheizt)

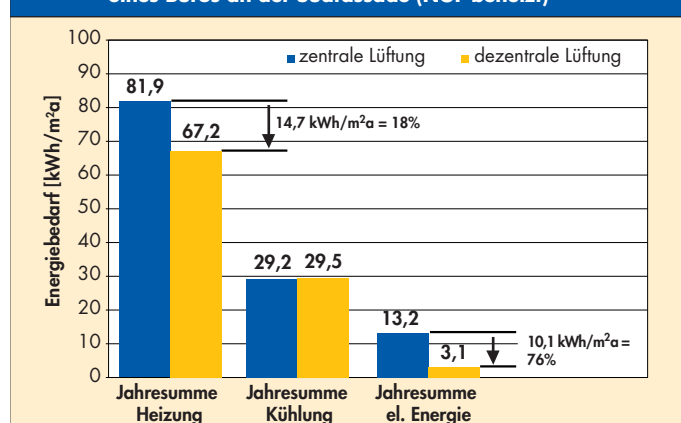
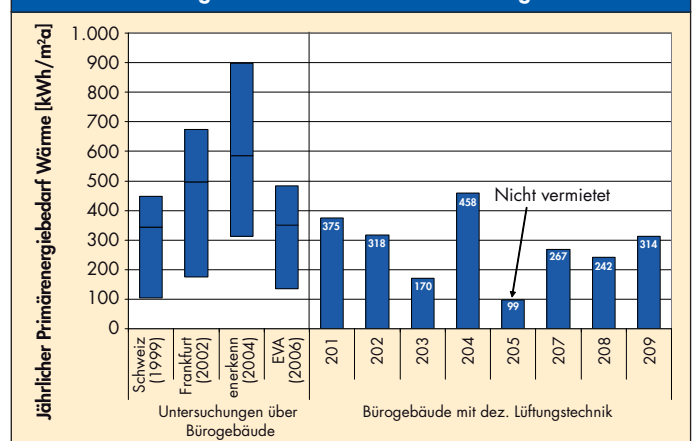


Abb. 8: Primärenergieverbrauch (NGF beheizt) von Bürogebäuden mit dezentraler Lüftungstechnik





## ► Fazit, Ausblick

Steht ein Paradigmenwechsel bei der Klimatisierung großer Gebäude an, wird die zentrale Großanlage für die Klimatisierung von Bürohäusern durch viele kleine Anlagen direkt am Arbeitsplatz ersetzt? Dafür sprechen niedrigerer Energieverbrauch, flexiblere Raumaufteilung und einfachere, verbrauchsgerechte Abrechnung der dezentralen Raumlufttechnik.

Die dezentrale Lüftungstechnik punktet in den Bereichen thermischer Komfort, Energie- und Flächeneffizienz. Die Geräte sind in den letzten Jahren sparsamer und wartungsfreundlicher geworden; dennoch ist der erforderliche Wartungsaufwand etwa doppelt so hoch wie bei zentralen Anlagen.

Die Untersuchungen zeigten noch Verbesserungsmöglichkeiten: manchmal war die Luft zu trocken, Geräte zu laut, oder die mögliche bessere Ausnutzung des umbauten Raumes wurde nicht verwirklicht. Dies liegt oft daran, dass die dezentrale Lüftungstechnik erst in einer späten Planungsphase als Ersatz für zentrale Anlagen in das Energiekonzept eingeführt wurde.

Die Potenziale des neuen Systems werden dann bestmöglich genutzt, wenn die Lüftung nur dann aktiviert wird, wenn die Büros besetzt sind. Doch nur zwei von sechs untersuchten Gebäuden erfassen die Anwesenheit über Präsenzschnalter. Hier werden weder Bewegungsmelder noch individuelle Steuerung in Großraumbüros eingesetzt.

In den untersuchten Gebäuden lag der Heizwärmebedarf sehr niedrig, der Stromverbrauch war mit dem ähnlicher Gebäude mit zentraler Lüftungstechnik vergleichbar. Der Primärenergieverbrauch lag im Mittelfeld der in einem EnOB-Projekt ermittelten Werte. Werden die Laufzeiten der Lüftungsgeräte an die Anwesenheitszeiten der Nutzer angepasst, können bis zu 30% des Gesamtenergieverbrauchs eingespart werden.

Es hat sich bewährt, dezentrale Lüftungsgeräte mit einer Betonkerntemperatur zu kombinieren. Wird dezentrale Lüftung von Beginn der Planung an mit Fassade, Architektur und Gebäudetechnik abgestimmt, sind die Ergebnisse am besten; dann wird neben Energieeinsparung auch eine hohe Flächeneffizienz erreicht.

Die dezentrale Lüftung ist auch für die Gebäudesanierung geeignet. Die Forscher erwarten, dass sie gegenüber klassischen Klimatisierungssystemen weiter an Bedeutung gewinnt.

### ► PROJEKTADRESSEN

#### Projektnehmer

- Steinbeis-Transferzentrum und Steinbeis Forschungszentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik  
Dr. Boris Mahler  
Gropiusplatz 10  
70563 Stuttgart

#### Projektpartner

- TU Braunschweig  
Institut für Gebäude- und Solartechnik  
Mühlenpfordtstr. 23  
38106 Braunschweig
- Transsolar Energietechnik GmbH  
Curiestr. 2  
70563 Stuttgart

### ► ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

#### Literatur

- Mahler, B.; Himmler, R.; Silberberger, C.: DeAL. Evaluierung dezentraler außenwandintegrierter Lüftungssysteme. Abschlussbericht. Steinbeis-Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik, Stuttgart (Hrsg.). Aug. 2008. Förderkennzeichen 0327386B
- Plesser, S.; Bremer, C.: EVA - Evaluierung von Energiekonzepten für Bürogebäude, Bericht zur Grobanalyse. Braunschweig, 2006

#### Internet

- www.stz-egs.de
- www.igs.bau.tu-bs.de
- www.transsolar.com

#### Abbildungsnachweis

- Abb. 1, 3 links, 6, Hintergrundbilder S. 1 und 4: TROX GmbH, Neukirchen-Vluyn
- Abb. 2 links: emco Bau- und Klimatechnik GmbH & Co. KG, Lingen
- Abb. 2 rechts, 4, 7, 8: Steinbeis Forschungszentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik, Stuttgart
- Abb. 3 rechts, 5: LTG Aktiengesellschaft, Stuttgart

#### Service

- Dieses Projektinfo gibt es auch als online-Dokument unter [www.bine.info](http://www.bine.info) im Bereich Publikationen/Projektinfos. In der Rubrik „Service“ finden Sie ergänzende Informationen wie weitere Projektadressen und Links.

### PROJEKTORGANISATION

- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)  
11055 Berlin

Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Rolf Stricker  
52425 Jülich

- Förderkennzeichen  
0327386B

### IMPRESSUM

- ISSN  
0937 – 8367

- Version in Englisch  
Dieses Projekt-Info bieten wir Ihnen als PDF auch in englischer Sprache unter [www.bine.info](http://www.bine.info) an.

- Herausgeber  
FIZ Karlsruhe  
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

- Nachdruck  
Nachdruck des Textes nur zulässig bei vollständiger Quellenangabe und gegen Zusendung eines Belegexemplares; Nachdruck der Abbildungen nur mit Zustimmung der jeweils Berechtigten.

- Autor  
Gerhard Hirn

### BINE Informationsdienst Energieforschung für die Praxis

BINE Informationsdienst berichtet zu Energieeffizienztechnologien und Erneuerbaren Energien.

In kostenfreien Broschüren, unter [www.bine.info](http://www.bine.info) und per Newsletter zeigt die BINE-Redaktion, wie sich gute Forschungsideen in der Praxis bewähren.

BINE Informationsdienst ist ein Service von FIZ Karlsruhe und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert.

#### Kontakt

Haben Sie Fragen zu diesem **projektinfo**?  
Wir helfen Ihnen weiter:

Tel. 0228 92379-44



FIZ Karlsruhe, Büro Bonn  
Kaiserstraße 185 – 197  
53113 Bonn

[kontakt@bine.info](mailto:kontakt@bine.info)  
[www.bine.info](http://www.bine.info)