

Wenn Bürogebäude «low tech» belüftet werden

Mechanische Lüftungssysteme sind heute die Standardlösung für Bürogebäude. Unter bestimmten Umständen kann eine hinreichende Frischluftzufuhr aber auch mit Lüftungen gewährleistet werden, die mit weniger technischen Komponenten – also «low tech» – auskommen. So das Fazit einer Studie der Fachhochschule Nordwestschweiz und der Hochschule Luzern.

Text Benedikt Vogel, im Auftrag des BFE
Bilder Shutterstock, Schlussbericht LowTechLue,
C. Hoffmann

Wohngebäude werden oft noch manuell mit Frischluft versorgt, nämlich durch simples Öffnen der Fenster. Bürogebäude, gerade auch Neubauten, sind hingegen heute in aller Regel mit einer mechanischen Lüftungsanlage ausgestattet: Diese befördert mittels Ventilatoren frische Aussenluft über ein Kanalnetz ins Gebäude. Dabei wird die Luft oft auch vorgewärmt (Winter), mitunter auch vorgekühlt (Sommer). Über Abluftkanäle wird die verbrauchte Luft aus dem Gebäude transportiert. Mittels Wärmerückgewinnung lassen sich bis zu 80 % der in der Abluft enthaltenen Wärme zurückführen und damit Heizenergie in erheblichem Umfang einsparen. Die Übertragung von Kälte und die Feuchterückgewinnung sind heute ebenfalls Standard.

Nicht alle Bürogebäude verfügen über eine mechanische Lüftungsanlage. Das hat unterschiedliche Gründe. So kann es sein, dass ein Bestandsbau nicht genug Platz für den Einbau einer Lüftungsanlage hat. Oder es wird zum Beispiel bei einem Neubau bewusst eine reduzierte oder gar keine mechanische Lüftung eingebaut, um den Energieverbrauch und die Investitionskosten tief zu halten. Solche Low-tech-Lösungen waren Gegenstand eines Forschungsprojekts der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) und der Hochschule Luzern (HSLU). Die dreijährige Studie wurde vom BFE finanziell unterstützt.

Weniger oder gar keine Technik

Low-tech ist kein einheitlich definierter Begriff. Im vorliegenden Projekt steht er für Gebäude mit einem Lüftungskonzept, das mit einer reduzierten Anzahl mechanischer Komponenten auskommt oder bei dem die mechanische Lüftungsanlage eine verminderte Luftmenge bewegt. In beiden Fällen wird die reduzierte bzw. fehlende

mechanische Lüftungsanlage durch Massnahmen ergänzt, welche eine hinreichende Luftqualität sicherstellen sollen. Der Begriff «low-tech» bezieht sich in den untersuchten Gebäuden ausschliesslich auf das Lüftungssystem, denn die Gebäude verfügen in der Regel über eine separate Heizung und teilweise auch über eine Kühlung.

Das Forschungsteam von FHNW und HSLU untersuchte zehn Gebäude mit Low-tech-Lüftung, wobei die Ausstattung mit mechanischen Lüftungskomponenten von Gebäuden zu Gebäuden erheblich schwankte. Die Liegenschaften wurden in den letzten beiden Jahrzehnten erbaut oder saniert und verfügen über je 20 bis 1000 Arbeitsplätze. Sie haben eines oder mehrere der folgenden Merkmale:

- Ein Teil oder das ganze Gebäude wird über die Fenster belüftet, wobei die Fensterlüftung manuell erfolgt oder automatisch gesteuert wird.
- Das Gebäude hat eine Abluft-, aber keine Zuluftanlage.
- Das Gebäude hat eine mechanische Lüftung, die aber mit reduzierter Leistung betrieben wird. Ein zusätzlicher Luftaustausch wird durch Fensteröffnen sichergestellt.
- Das Gebäude verfügt über eine Abluftanlage mit Fensterlüftern. Letzteres sind Öffnungen im Bereich der Fenster, durch die Frischluft ins Gebäude einströmt.
- Das Gebäude hat eine zentrale Abluftanlage. Für die dezentrale Frischluftversorgung verfügt jeder Raum über eine oder mehrere Luftboxen, die in die Fassade integriert sind und die die Zuluft auch vorwärmen oder kühlen.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben untersucht, was diese Low-tech-Lüftungssysteme leisten und wie

Nachtlüftung hilft

Nachtlüftung kann dabei helfen, Gebäude zu kühlen. Dies kann bei Gebäuden mit einem sehr guten sommerlichen Wärmeschutz und hohen Speichermassen schon alleine ausreichend sein. Bei Gebäuden mit einer aktiven Kühlung kann sie unterstützend wirken. Im Projekt gab es Gebäude mit einer **hohen** aktiven Kühlleistung (Kälteerzeugung z. B. über Kältemaschine, Geothermie und Wärmepumpe; Kälteverteilung z. B. über die Zuluft, Kühlsegel und ggf. Betonkerntemperierung BKT), mit einer **mittleren** aktiven Kühlleistung (Kälteerzeugung z. B. über Geothermie und eine Wärmepumpe; Kälteverteilung z. B. über BKT) und Gebäude mit **keiner** aktiven Kühlung.



die Beschäftigten der Bürogebäude damit zufrieden sind. Sie nahmen in vier von zehn Gebäuden Messungen vor. Zudem befragten sie Nutzerinnen und Nutzer aller zehn Gebäude. Aus den Antworten von rund 500 Personen geht hervor, wie diese die Luftqualität im Sommer und im Winter empfinden.

Gute Luft in «Low tech»-Gebäuden

Ein wichtiges Ergebnis: Obwohl in den Bürogebäuden mit Low-tech-Lüftung unterschiedliche Lüftungskonzepte zum Einsatz kommen, gibt es bei der Bewertung der Luftqualität durch die Nutzerinnen und Nutzern nur geringe Unterschiede. «Die Raumqualität wird von den Benutzenden in Gebäuden mit natürlicher und mit mechanischer Lüftung ähnlich bewertet», hält der Projektschlussbericht fest.

Einen speziellen Fokus richtete das Forschungsteam auf vier Gebäude, die überwiegend durch manuelles oder automatisches Fensteröffnen belüftet werden. Hier ermittelten die Forschenden die Luftqualität (CO₂-Gehalt) im Sommer und im Winter mit mehrwöchigen Messungen. Dabei zeigte sich: Die Luftqualität liegt im Winter in einem guten Bereich (Abb. 3), und im Sommer ist sie noch besser. Dieser objektive Befund schlägt sich interessan-

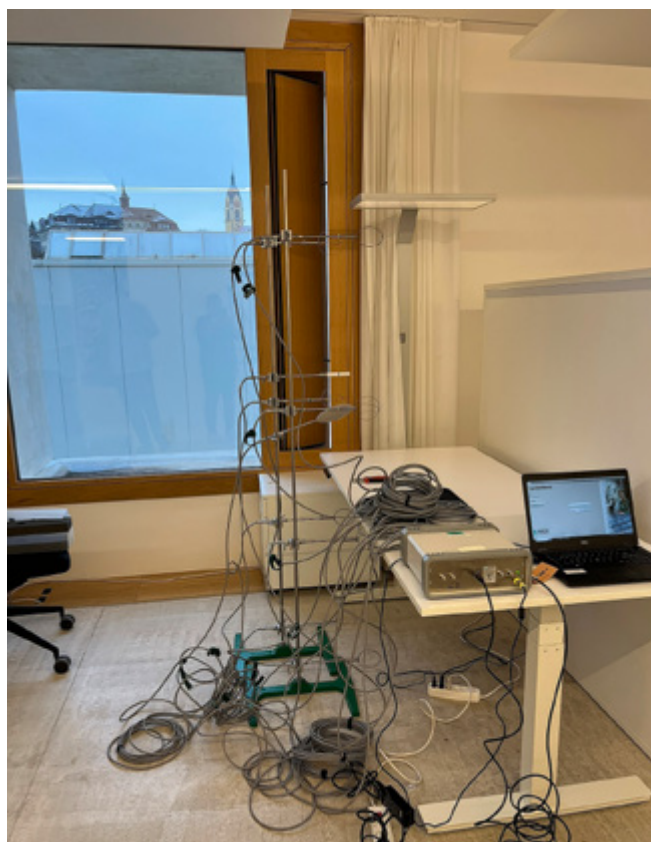


Abb. 1: Aufbau zur Messung der thermischen Behaglichkeit (Luftgeschwindigkeit, Turbulenzgrad, Temperatur, relative Feuchte), wie er im Forschungsprojekt in vier Gebäuden eingesetzt wurde.



«Auf der Piste brauche ich Verlässlichkeit – mein Material muss funktionieren.»

Marco Odermatt



Abb. 2: Im Forschungsprojekt wurde auch die Belastung durch Umgebungslärm gemessen, weil dieser die Wahl des Lüftungskonzepts beeinflusst.

terweise nicht in der Wahrnehmung der Gebäudenutzenden nieder. Sie beurteilten in der Befragung die Luftqualität im Winter besser als im Sommer: Im Winter waren 60 % der Befragten «etwas zufrieden» oder «zufrieden» (vgl. Abb. 4), im Sommer nur 40 %. «Das deckt sich mit den Forschungsergebnissen aus der Literatur, wonach die Bewertung der Luftqualität auch an den thermischen Komfort gekoppelt ist. Der wurde im Sommer als etwas schlechter wahrgenommen», sagt FHNW-Wissenschaftlerin und Projektleiterin Caroline Hoffmann.

Nachtlüftung hilft

Ein zweites Ergebnis der Studie betrifft die Wirksamkeit von Nachtlüftung und deren Einfluss auf die Raumtemperatur. Für die Nachtlüftung werden meist automatisiert betriebene Lüftungsflügel eingesetzt, die nachts geöffnet werden, um das Gebäude nach Hitzetagen abzukühlen. In den Gebäuden, wo die Nachtlüftung eine mechanische Kühlung mit mittlerer oder hoher Leistung (vgl. Kasten) ergänzte, wurde die Wirksamkeit der Nachtlüftung von den Nutzenden positiv bewertet. Weniger gut wurde die Wirksamkeit der Nachtlüftung bewertet, wo sie tagsüber nicht von einer mechanischen Kühlung begleitet war:

Making energy smarter

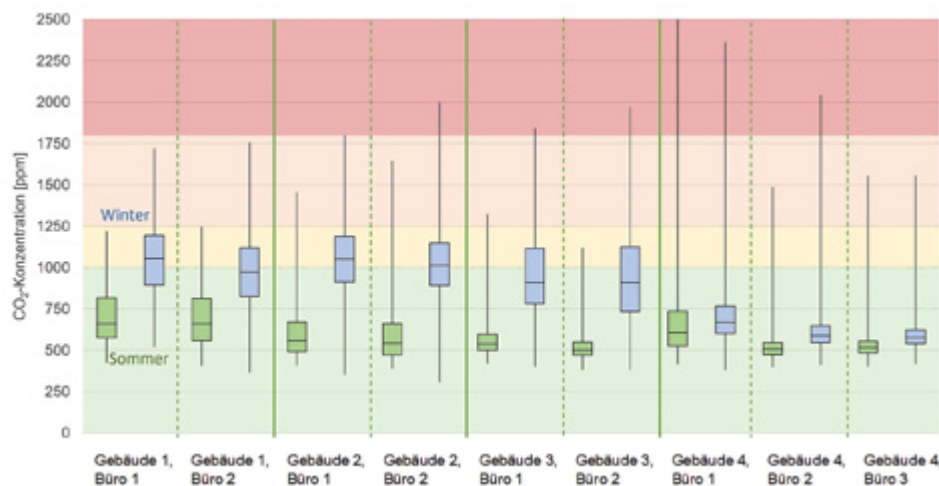


Abb. 3: Die Luftqualität (CO₂-Gehalt) liegt in den vier messtechnisch untersuchten Bürogebäuden mit Low-tech-Lüftung im Winter (blau) in einem guten Bereich, im Sommer (grün) ist die Luftqualität noch besser. Tagsüber verfügen die Gebäude 1 und 2 über eine natürliche Lüftung mit automatischer Fensteröffnung, das Gebäude 3 über manuelle Fensterlüftung, und das Gebäude 4 hat Bereiche mit manueller Fensterlüftung (Büro 1 und 2) und Bereiche mit mechanischer Lüftung (Büro 3).

Wurden die Nutzenden gefragt, wie sie die Raumtemperatur an einem Sommertag bewerteten, war diese für 64 % aller Befragten «etwas zu warm» oder «zu warm».

«Die Erkenntnisse zur Nachtlüftung sind wichtig», sagt Caroline Hoffmann, «denn wir werden uns wegen der Klimaerwärmung zumindest für einen Teil der Gebäude Gedanken machen müssen, wie wir sie – mit möglichst geringem Energieverbrauch – kühlen. Wir finden es ermutigend, dass die Nachtlüftung hierzu einen Beitrag leisten kann.»

Vorteil bei der Grauen Energie

Low-tech-Lösungen werden nicht zuletzt deswegen eingesetzt, weil sie einen tieferen Energieverbrauch bzw. tiefere Treibhausgasemissionen erwarten lassen. Diesen Vorteil konnte die Studie – bezogen auf die Betriebsenergie – in entsprechenden Vergleichsberechnungen nicht bestätigen. «Bei tiefer Belegung des Gebäudes macht es energetisch gesehen für die Betriebsenergie – also Stromverbrauch und Lüftungsverluste – keinen massgeblichen Unterschied, ob ein Gebäude mechanisch belüftet wird oder mit einer Low-tech-Lösung», sagt Projektpartnerin Claudia Hauri von der HSLU. Diese Ein-

«Und in Gebäuden brauchen Fachleute Technik, die zuverlässig zusammenspielt.»

Noè Ponti

NeoVac macht Messtechnik effizienter – mit Komplettlösungen für vernetzte Gebäude. So wird Gebäudetechnik präzise, effizient und nachhaltig.

neovac.ch

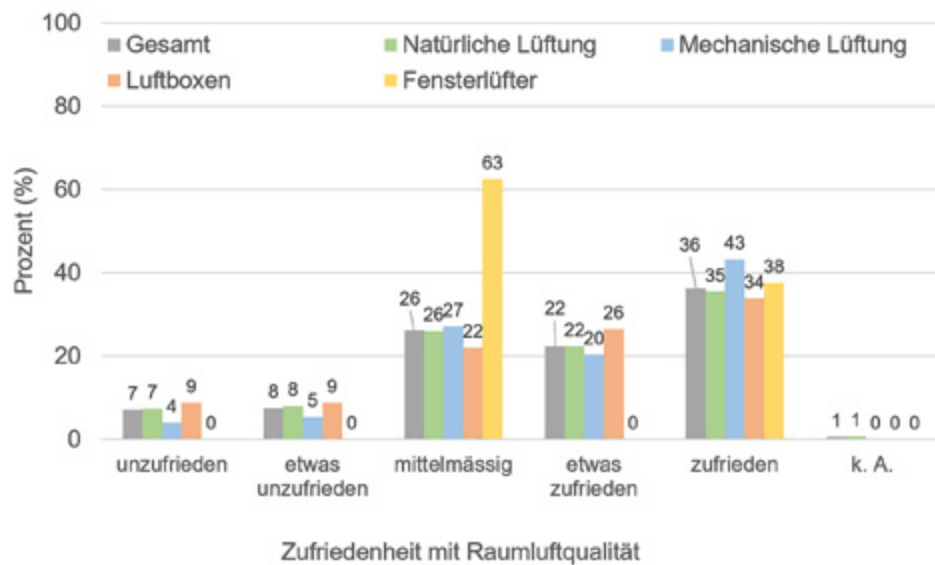


Abb. 4: Nutzerbefragung zur Raumluftqualität in den untersuchten Bürogebäuden mit Low-tech-Lüftung. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die untersuchten Gebäude während der Untersuchungsperiode teilweise deutlich tiefer belegt waren als bei der Planung angenommen.



Abb. 5: Lüftungsflügel einer Nachtlüftungsanlage.

schätzung gelte für die tiefe Belegung, wie man sie in den zehn untersuchten Bürogebäuden angetroffen habe. Als die Forschenden ein Szenario mit Vollbelegung durchrechneten, war die bidirektionale Lüftung mit Wärmerückgewinnung gegenüber den Low-tech-Lösungen energetisch im Vorteil.

Das ist allerdings nur ein Teil der Wahrheit. Für eine vollständige Betrachtung muss neben der Betriebsenergie auch die Energie einbezogen werden, die zur Herstellung und Entsorgung der Lüftungsanlagen benötigt wird. Betrachtet man diese Graue Energie, können Low-tech-Lösungen durchaus vorteilhaft sein (vgl. Abb. 6). Die Forschenden haben dafür die Graue Energie bzw. die Grauen Treibhausgasemissionen der zehn Beispielgebäude abgeschätzt: Bei einem Lüftungssystem mit der grössten technischen Ausstattung (bidirektionale Lüftungsanlage) betrugen die Grauen Treibhausgasemissionen 1.71 kg/m²*a. Bei dem Gebäude mit der geringsten technischen Ausstattung (mechanische Fensteröffnung und Abluftventilatoren in den WC) waren es unter 0.12 kg/m²*a (wobei dieser Wert nur die WC-Abluftanlage umfasst, nicht aber die mechanische Fensteröffnung). Die Grauen Treibhausgasemissionen von bidirektionalen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, wie sie heute standardmässig eingesetzt werden, dürften über diesen Werten liegen, allerdings gibt es dazu keine allgemeingültigen Kennzahlen.

Die Belegung hat viel Einfluss

Unter dem Strich bescheinigt das Forschungsteam Low-tech-Lösungen insgesamt gute Ergebnisse – macht dabei aber eine wichtige Einschränkung. Die Gebäude mit Grossraumbüros waren im Winter und Sommer 2024, als die Messungen und Befragungen durchgeführt wurden, nur zu 70 bis 40 % belegt, typisch für den Homeoffice-Boom in der Nach-Corona-Zeit. «Ob die reduzierten Lüftungskonzepte auch bei Vollbelegung so gut abschneiden würden, können wir auf Basis der gemachten Untersuchungen nicht abschliessend beurteilen», sagt Hoffmann.

Welche Lüftung bei Neubau oder Sanierung eines Bürogebäudes herangezogen wird, muss im Einzelfall abgewogen werden. Das Forschungsprojekt von FHNW und HSLU zeigt, dass das Lüftungskonzept zur tatsächlichen Nutzung, Belegung, Lage und Betriebsweise des Gebäudes passen muss. So ist es an einem Standort mit viel Umgebungslärm oder einer hohen Schadstoffbelastung nicht sinnvoll, die Frischluftzufuhr über Fensteröffnen sicherzustellen – eine mechanische Lüftung ist sinnvoller. Ein Fragezeichen setzt das Forschungsteam für Low-tech-Lösungen auch bei stark genutzten Räumen und kleinen Fensterflächen im Verhältnis zur Grösse des Raumes, wie es beispielsweise in einem Call Center auftreten kann. ■

Hinweise

Der Schlussbericht zum Projekt «Low-tech-Lüftung in Bürogebäuden» (LowTechLue) ist abrufbar unter: <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=51494>

Auskünfte erteilt Martin Ménard (menard@lowtechlab.ch), externer Leiter des BFE-Forschungsprogramms Gebäude und Städte.

Weitere Fachbeiträge über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Gebäude und Städte findet man unter www.bfe.admin.ch/ec-gebäude

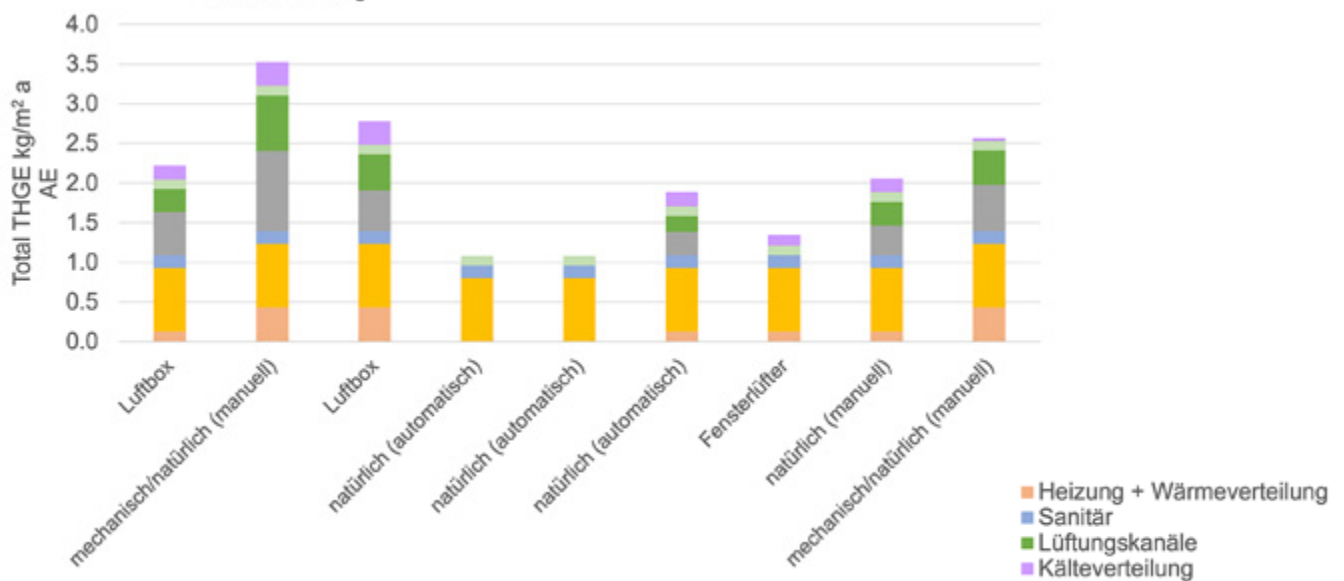


Abb. 6: Abschätzung der Grauen Treibhausgasemissionen für neun Gebäude mit unterschiedlichen Lüftungssystemen. Die Benennung orientiert sich am Lüftungssystem tagsüber. Die Grauen Treibhausgasemissionen einer Lüftungsanlage entstehen bei der Produktion der Lüftungsgeräte (grau) bzw. der Lüftungskanäle (grün). Die Grauen Treibhausgasemissionen aus Sanitär und Elektroanlage werden pauschal für alle Gebäude gleich angenommen. Nicht berücksichtigt ist die Kälteerzeugung. Für einige Lüftungskomponenten, wie z. B. Fensterlüfter (Öffnungen nahe der Fenster) und mechanische Antriebe für die Fensterlüftung, gibt es keine Angaben; sie werden daher nicht berücksichtigt.

FAHRER

Energietechnik
Messtechnik
Regeltechnik

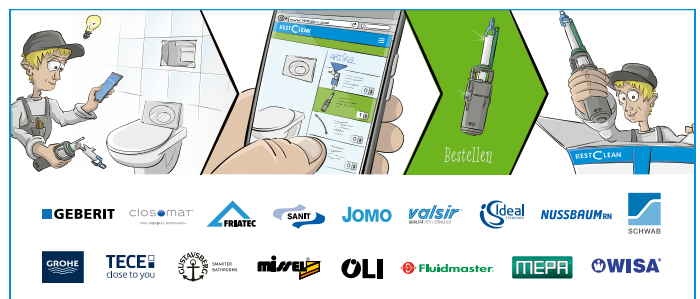
Die schlaue
Art zu Heizen
und zu Kühlen

Fernwärme und Kälte nach Mass

Standard und individuelle Stationen

- Fernwärmestationen von 5 kW – 10 MW
- Verteilerbau
- Trinkwassersysteme
- Leitsysteme
- kompakt und servicefreundlich

Fahrer AG | 8309 Nürensdorf
043 266 20 40 | info@fahrer.ch | fahrer.ch



REST CLEAN®

TOILETTENKULTUR



Bei uns finden Sie auf einfache
Art jedes passende Ersatzteil...

www.restclean.shop

Jetzt Partner-Login erstellen & profitieren

RESTCLEAN AG
Toilettenkultur
info@restclean.com
restclean.com

Wir beraten Sie gerne.
Gratis-Telefon
0800 30 89 30