

# Der Schlüssel zu nachhaltigen Gebäuden

Natürliche Lüftung verwandelt funktionale Gebäude in Hochleistungsgebäude





**Foto auf der Titelseite**  
WindowMaster-Projekt: ZEB Laboratory  
Foto: LINK Architektur

## Inhaltsverzeichnis

<b>4</b>	<b>Vorwort</b>	<b>26</b>	<b>Die Auswahl der richtigen Fensterantriebe</b>
<b>5</b>	<b>Einleitung</b>	27	Wie unterscheiden sich Antriebe?
5	Was spricht für eine natürliche Lüftung?	27	Was ist ein Fensterantrieb und wozu dient er?
<b>6</b>	<b>Natürliche Lüftung</b>	28	Verkabelungen und Verdeckungen
6	Was ist natürliche Lüftung eigentlich?	29	Multi-Geschwindigkeitsbetrieb
7	Indikatoren für die Innenraumluftqualität	29	Drucksicherungsfunktion
<b>8</b>	<b>Vorteile natürlicher Lüftung</b>	29	Antriebspositionsrückmeldung
8	Die Vorteile auf den Punkt gebracht	29	Synchronisierte Antriebe
10	Produktivitäts- und Gesundheitsvorteile	30	Öffnungsbereiche
13	Produktivität und Nutzen für die Gesundheit – die praktischen Auswirkungen	31	Ausrichtung der Fenster
14	Wirtschaftliche Auswirkungen der natürlichen und Hybridlüftung	31	Die genaue Ausarbeitung der Ausschreibung
16	Verbesserte Nutzung des Raums	<b>32</b>	<b>Umweltzertifikate</b>
17	Welche Gebäudearten können von natürlicher Lüftung profitieren?	<b>33</b>	<b>Projektbeispiele</b>
<b>18</b>	<b>Grundsätze der natürlichen Lüftung</b>	<b>51</b>	<b>Kontaktieren Sie uns</b>
19	Einseitige Lüftung	<b>51</b>	<b>Referenzen</b>
19	Querlüftung		
19	Auftriebslüftung		
<b>20</b>	<b>Konzeption der natürlichen Lüftung</b>		
22	Intelligente Kontrollsysteme für natürliche Lüftung		
<b>24</b>	<b>Nachtauskühlung</b>		
24	Nachtauskühlung mit natürlicher Lüftung – wie funktioniert es?		
24	Warum sollte Nachtauskühlung in Ihr Gebäude integriert werden?		
25	Unter welchen klimatischen Bedingungen ist die Nachtauskühlung am effektivsten?		
25	Häufige Bedenken der Nachtauskühlung		

# Vorwort

Die natürliche Lüftung war schon immer das Herzstück von WindowMaster. Durch die optimale Zufuhr an Frischluft in Schulen, Büros und anderen Gebäudetypen, haben wir dazu beigetragen, die Aufmerksamkeit auf das Wesentliche zu lenken: ein nachhaltiges und gesundes Klima – sowohl drinnen als auch draußen.

Durch die stetige Entwicklung natürlicher Lüftung für die verschiedensten Gebäudetypen haben wir Räume von hoher Qualität geschaffen und das Wohlbefinden der Raumnutzer verbessert. Gleichzeitig haben wir mehr Raum für Design und Nutzung geschaffen, denn die benötigte Fläche für mechanische Installationen fällt weg. Heute zeigt sich, dass die Produkte und Lösungen von WindowMaster so marktgerecht sind wie nie zuvor. Neben ästhetisch gestalteten Räumen gehören Gesundheit und Wohlbefinden zusammen mit einem verstärkten Fokus auf Energieeinsparungen zu den wichtigsten Zukunftsthemen.

In den vergangenen Jahren drehte sich der öffentliche Diskurs um nachhaltige Architektur und Nachhaltigkeit im Allgemeinen um Energie, CO<sub>2</sub>-Emissionen und die

effiziente Nutzung von Ressourcen. Diese Aspekte haben zwar alle entscheidenden Einfluss auf das Leben auf diesem Planeten; sie sind jedoch nur drei Faktoren des gesamten Spektrums an Problemen, mit denen wir uns in unserem Streben nach einem guten, lebensfähigen Leben konfrontiert sehen.

Ein angenehmes Innenraumklima mit optimalen Mengen an Frischluft ist für unsere Gesundheit und unser Wohlbefinden gleichermaßen wichtig. Und da unsere Gesundheit und unser Wohlbefinden wesentliche Parameter für die Qualität unseres Lebens sind, ist es von größter Wichtigkeit, dass wir das Innenraumklima in die öffentliche Diskussion einbeziehen und es auf die gleiche Ebene bringen wie die Fragen, die den menschlichen Einfluss auf Umwelt und Nachhaltigkeit betreffen.

Bei der natürlichen Lüftung können Umweltprobleme im Innen- und Außenbereich berücksichtigt werden, wobei der architektonische Entwurf eines Gebäudes im Mittelpunkt steht.



WindowMaster-Projekt: Gentofte Hospital  
Foto: Jesper Ludvigsen



WindowMaster-Projekt: Frederiksberg Shoppingcenter

# Einleitung

## Was spricht für eine natürliche Lüftung?

Stellen Sie sich vor, Sie könnten den Platz, der für eine Lüftungsanlage benötigt wird um 90%<sup>[1]</sup>, reduzieren: Wie würde sich dies auf Ihr Design und die endgültige Leistung dieses Gebäudes auswirken?

Dieses E-Book wurde erstellt, um einige der Probleme und Möglichkeiten anzusprechen, mit denen Architekten weltweit konfrontiert sind, wenn sie Gebäude entwerfen, die belüftet werden und Anforderungen an die Nachhaltigkeit erfüllen müssen. Klobige Lüftungsanlagen, die Platz in Anspruch nehmen, der für ein optisch ansprechenderes Raumdesign hätte genutzt werden können, unnötiger Energieverbrauch durch Lüftungsanlagen, hohe Wartungskosten und lärmende mechanische Ventilatoren. Wenn Ihnen diese Probleme bekannt vorkommen, ist dieses E-Book das Richtige für Sie.

Mit diesem E-Book möchten wir unser Wissen über nachhaltige Lüftungsarchitektur durch gezielte Beratung und Dokumentation zu den Auswirkungen und Vorteilen von WindowMaster-Produkten teilen. Sie erfahren, wie die natürliche Lüftung genutzt werden kann, um schöne, gesunde Gebäude zu schaffen, die sowohl für das Innen- als auch das Außenklima gut sind. Sie werden Wege entdecken, wie natürliche Lüftung sowohl in neuen als auch alten Gebäuden angewendet werden kann, um zu einer verbesserten Nachhaltigkeit beizutragen. Und Sie werden erfahren, wie Sie die Grundsätze der natürlichen Lüftungsarchitektur nutzen können, um Ihren Raum vollständig zu nutzen, die Baukosten zu senken und Ihr Green Energy-Rating zu erhöhen.

# Natürliche Lüftung

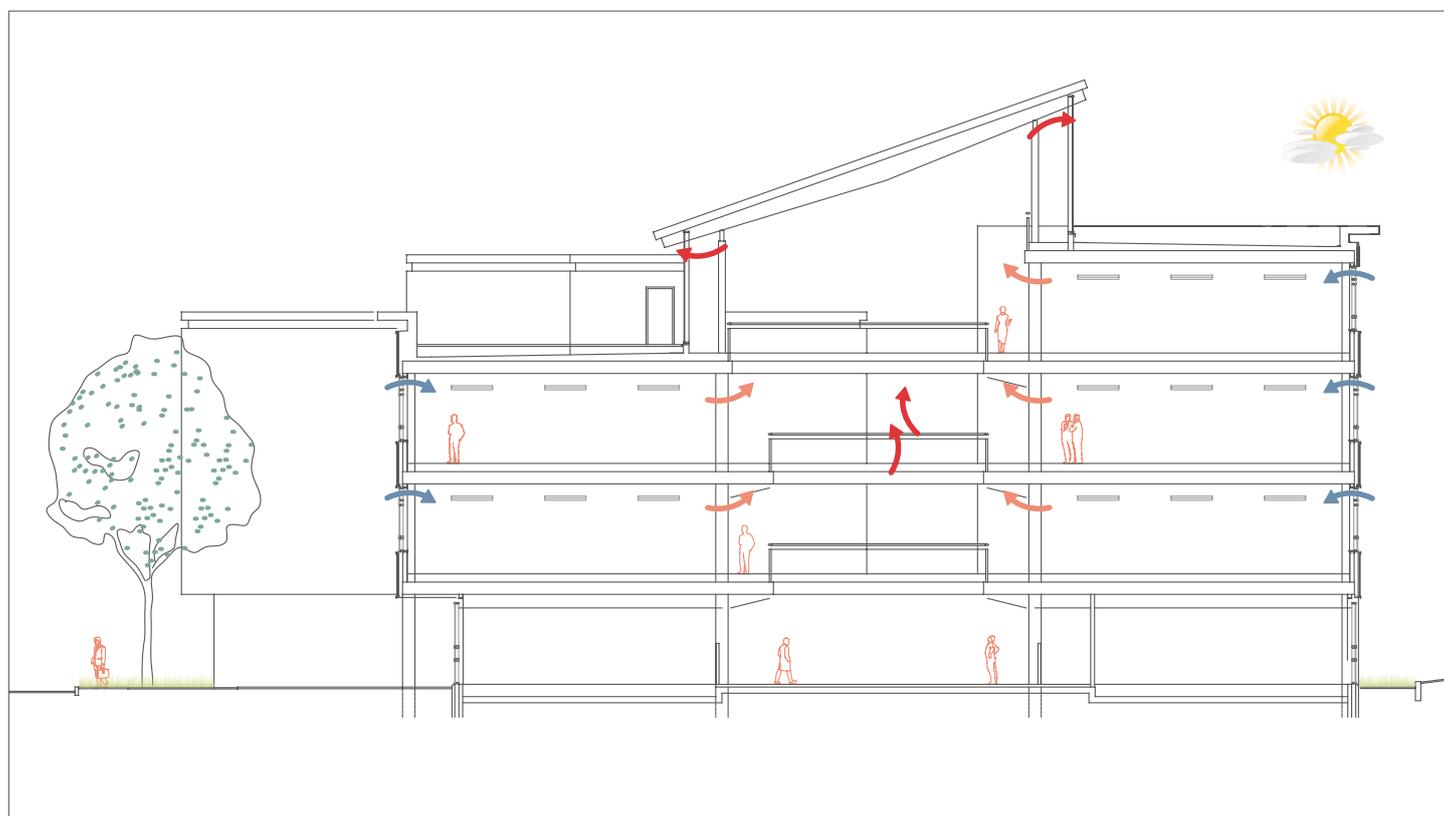
## Was ist natürliche Lüftung eigentlich?

Natürliche Lüftung nutzt die natürlichen Kräfte, wie Wind und Thermik, um das Innenraumklima eines Gebäudes zu regulieren. Diese Kräfte entstehen durch Temperaturunterschiede zwischen der Innen- und Außenumgebung, thermische Verschiebungen innerhalb des Gebäudes und Wind um das Gebäude herum. Gebäude mit intelligenter natürlicher Lüftung machen sich die Tatsache zunutze, dass warme Luft aufsteigt. Wenn Luft aufsteigt, kann sie durch Lüftungsöffnungen entweichen, was wiederum die Innentemperatur senkt.

Die Luft in einem natürlich belüfteten Gebäude wird durch den kontrollierten Luftwechsel optimiert,

typischerweise durch motorisch betriebene Fenster in der Fassade und/oder im Dach des Gebäudes. Das ideale Raumklima wird durch ein intelligentes System gesteuert, dass die Fenster automatisch öffnet und schließt, abhängig von zahlreichen Faktoren innerhalb und außerhalb des Gebäudes, wie zum Beispiel der Windgeschwindigkeit und -richtung, Luftfeuchtigkeit und CO<sub>2</sub>-Gehalt im Raum.

**Mehr über die Gestaltung der natürlichen Lüftung zu lesen**



WindowMaster-Projekt: West Suffolk House, Zeichnung des Lüftungsprinzips

## Indikatoren für die Innenraumluftqualität

Natürliche Lüftung ist eine effiziente Möglichkeit, die Luftqualität in Innenräumen zu kontrollieren. Um die Auswirkungen der Luftqualität in Innenräumen besser zu verstehen, und nachzuvollziehen, warum es wichtig ist, sie zu kontrollieren, denken Sie an die Menge an Luft, die wir pro Tag einatmen. Eine durchschnittliche Person konsumiert 2kg Lebensmittel und Flüssigkeiten pro Tag, atmet aber etwa 15kg Luft pro Tag (entsprechend 12.000 Liter). 90% unserer Zeit verbringen wir in geschlossenen Räumen. Das bedeutet, dass der Großteil der Luft, die wir atmen, aus einer Innenraumumgebung stammt.<sup>[2]</sup>

Laut Professor Jan Sundell vom International Centre of Indoor Environment and Energy der DTU (Technische Universität Dänemark) ,gibt es viele Belege dafür, dass das Raumklima, insbesondere Feuchtigkeit und unzureichende Lüftung aus Sicht der öffentlichen Gesundheit eine wichtige Rolle spielt, und dass die wirtschaftlichen Vorteile einer Verbesserung der Innenräume die Kosten bei weitem übertreffen“<sup>[3]</sup>. Dementsprechend kommt es darauf an, Metriken zu betrachten, die Hinweise auf die Qualität der Raumluft geben, um so die Luft, die wir atmen, messen und kontrollieren zu können.

Innenraumluft enthält viele Schadstoffe und kann durch Gase (Kohlenmonoxid, Radon und flüchtige organische Verbindungen), Partikel, mikrobielle Verunreinigungen oder jede beliebige Masse oder Stoff, der gesundheitsschädliche Auswirkungen haben kann, beeinflusst werden. Quellenkontrolle, Filtration und die Verdünnung von Verunreinigungen durch Lüften sind die Hauptmethoden zur Verbesserung der Luftqualität in Innenräumen in den meisten Gebäuden.

Eine durchschnittliche Person atmet jeden Tag ungefähr 15kg Luft, und nimmt im Vergleich 2kg Nahrung und Flüssigkeiten zu sich

Heute gibt es mehrere Indikatoren zur Messung der Luftqualität und des Schadstoffgehalts in Innenräumen. Treibhausgasemissionen oder Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ist der am häufigsten verwendete Indikator, das CO<sub>2</sub> wird gemessen, das durch die menschliche Atmung erzeugt und von Geräten emittiert wird. Andere Indikatoren sind Feuchtigkeit und flüchtige organische Verbindungen (VOCs).

### **TOP TIPP**

Um ein Gebäude mit einem angenehmen Raumklima zu schaffen, sollten Sie die VOC- und CO<sub>2</sub>-Werte sowie die Feuchtigkeit niedrig halten



# Vorteile natürlicher Lüftung



Wie bereits zu Beginn dieses E-Books erwähnt, bietet die natürliche Lüftung viele Vorteile, die vom Umweltnutzen über verbessertes Design bis hin zu einer verbesserten Raumluftqualität reichen, die hohe CO<sub>2</sub>-, VOC- und Feuchtigkeitsgehalte bekämpft. In den folgenden Abschnitten werden wir einige der wichtigsten Gründe zusammenfassen, warum jeder Architekt kein neues Gebäude entwerfen oder ein altes Gebäude nachrüsten sollte, ohne vorher die natürliche Lüftung in Betracht zu ziehen.

## Die Vorteile auf den Punkt gebracht

1

### Ästhetische Architektur

Keine unansehnlichen Rohrführungen oder Kabelkanäle und keine sperrigen Lüftungsanlagen. Eine höhere Decke ist möglich, da die natürliche Lüftung keine abgehängten Decken erfordert. Die Räume profitieren von mehr Tageslicht und Transparenz, und Innenhöfe können bei der natürlichen Lüftung einbezogen werden.

2

### Geringerer Energieverbrauch

Bei der natürlichen Lüftung wird weniger Energie verbraucht als bei einem vergleichbaren mechanischen Lüftungssystem. Durch die Nutzung von Hybridlüftung besteht die Möglichkeit, den Energieverbrauch noch mehr zu reduzieren.

3

### Hundertprozentige Ausnutzung des Platzes

Die natürliche Lüftung ermöglicht eine komplette Ausnutzung der Bodenfläche eines Gebäudes und die Ausnutzung der vollen Raumhöhe, da kein Platz für größere Luftbehandlungsanlagen und Geräteräume reserviert werden muss. Ein mechanisches Lüftungssystem nimmt bis zu 6,5% des Bodenbereichs eines Gebäudes ein im Vergleich zu nur 0,2%, die ein natürliches Lüftungssystem beansprucht.<sup>[4]</sup>

4

**Grünes Profil**

Weltweit machen Büro- und Industriegebäude bis zu 40% des gesamten Energieverbrauchs aus. Die natürliche Lüftung verursacht einen nur sehr geringen Energieverbrauch und somit im sehr begrenztem Umfang CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß kann um 24-71% reduziert werden, wenn eine natürliche Lüftung anstelle einer mechanischen Lüftung eingesetzt wird.<sup>[5]</sup>

5

**Hoher Grad an Zufriedenheit unter den Nutzern**

Mit einer natürlichen Lüftungslösung von WindowMaster kann Ihr Gebäude leicht in verschiedene Bereiche unterteilt werden, beispielsweise separate Bürobereiche, um die unterschiedlichen Bedürfnisse zu erfüllen. Die Nutzer haben immer die Möglichkeit, die automatische Steuerung außer Kraft zu setzen, so dass das Raumklima zu ihrer Zufriedenheit gestaltet wird. In klimatisierten Gebäuden sind nur 50% der Nutzer gleichzeitig mit den Innentemperaturen zufrieden, während dies in natürlich belüfteten Gebäuden für 77% der Fall ist.<sup>[6]</sup>

6

**Sanfte Modernisierung**

Durch die natürliche Lüftung ist es möglich, auch in historischen Gebäuden ein gutes Raumklima zu erschaffen – ohne Wände und Decken einreißen zu müssen, um Platz zu schaffen für Kabelkanäle und große Lüftungsanlagen. Die natürliche Lüftung ist optimal, wenn alte Fenster durch neue ersetzt werden, indem einfache Antriebe installiert werden, die den Lüftungsvorgang steuern.

7

**Schnelle Renovierung**

Mit der natürlichen Lüftung kann die Renovierung schnell durchgeführt werden, was zu minimalen Störungen und Unterbrechungen für die Gebäudenutzer führt. In vielen Fällen ist es auch möglich, einen Umzug der Gebäudenutzer während der Renovierung zu vermeiden.

8

**Geringere Ausgaben**

Da weniger und günstigere Komponenten benötigt werden und weniger Handwerkerstunden erforderlich sind, ist die natürliche Lüftung eine kosteneffiziente Möglichkeit, um ein besseres Raumklima zu erschaffen. Im Laufe des Lebenszyklusses eines Gebäudes mit natürlicher Lüftung sind die Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten fünfmal niedriger als mit mechanischer Lüftung und zweieinhalbmal niedriger mit einer kombinierten Lösung.<sup>[7]</sup> Unsere Systeme rentieren sich schon nach unter einem Jahr und führen zu einem durchschnittlichen ROI von mindestens 120%, was natürliche Lüftung und Hybridsysteme betrifft. Dies liegt an Vorteilen die Energie, Gesundheit und erhöhte Produktivität betreffend.<sup>[8]</sup>

9

**Minimale Wartung**

Kein Filteraustausch. Es müssen keine verschmutzten Kanäle gereinigt werden.

10

**Besseres Raumklima**

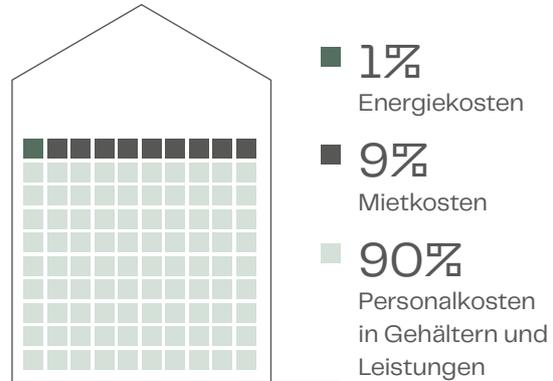
Studien belegen, dass Menschen, die sich in Gebäuden mit natürlicher Lüftung aufhalten, in geringerem Maße unter Symptomen wie z. B. Kopfschmerzen oder gereizten Augen leiden, die auf das Gebäude zurückzuführen sind.<sup>[9]</sup> Die Produktivität wird im Vergleich zu Räumen mit mechanischer Lüftung ebenfalls um 3-18% gesteigert, was die Ausgaben für gesundheitliche Maßnahmen um 0,8-1,3% reduziert.<sup>[10]</sup> Zu guter Letzt können mit einer natürlichen Lüftungslösung SBS-Symptome um mehr als 65% reduziert werden.<sup>[11]</sup>

[Weitere Informationen zum Entwurf von Gebäuden mit natürlicher Lüftung](#)

[Beispiele für Projekte, die von natürlicher Lüftung profitiert haben](#)

## Produktivitäts- und Gesundheitsvorteile

Die World Green Building Council (GBC) hat einen umfassenden Bericht über die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Produktivität in Büros veröffentlicht. Hier wurde darauf hingewiesen, dass Personalkosten, einschließlich Gehältern und Sozialleistungen, in der Regel etwa 90% der Betriebskosten ausmachen<sup>[12]</sup>. Produktivität der Mitarbeiter oder alles, was ihre Produktivität beeinträchtigt, für jede Organisation ein wichtiges Anliegen darstellen sollte. Eine Verbesserung der Gesundheit oder der Produktivität der Mitarbeiter kann für Unternehmen von entscheidender finanzieller Bedeutung sein – eine, die in der Regel größer ist als andere finanzielle Einsparungen in Zusammenhang mit einem effizient gestaltetem und betriebenen Gebäude.



Typische Geschäftsbetriebskosten<sup>[13]</sup>

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht gibt es deshalb starke Anreize für die Verbesserung der Gesundheit und Produktivität der Mitarbeiter. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, die Gesundheit der Mitarbeiter zu verbessern, einschließlich der Exposition gegenüber Tageslicht und dem Zugang zum Ausblick ins Freie. Es existieren mehrere Zertifizierungsprogramme wie LEED, BREEAM und DGBN (**lesen Sie mehr über Umweltzertifikate auf Seite 32**) um das Design, die Konstruktion und den Betrieb von Hochleistungsgebäuden zu fördern. Die Punkte für Exzellenz sind auf verschiedene Kategorien verteilt, von denen eine die Umweltqualität in Innenräumen betrifft.

### Verbessertes Raumklima mit natürlicher Lüftung kann:



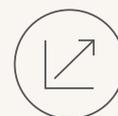
Eine Leistungssteigerung von 2,8 bis 15% bewirken



Fehltage vermeiden



Die Aufmerksamkeitsspanne maximieren



Dazu führen, dass Schüler zu 7-8% schneller Fortschritte machen (unabhängig davon, ob das Klassenzimmer auch über eine Klimaanlage verfügt)<sup>[17]</sup>

## Aussenansichten



Mentale Funktion & Gedächtnis 10-25% besser



Anrufverarbeitung 6-12% schneller



Krankenhaus-aufenthalte 8,5% kürzer

## Tageslicht



Schüler erreichen 5-14% höhere testergebnisse und lernen 20-26% schneller



Arbeitnehmer sind 18% produktiver



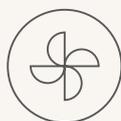
15-40% anstieg der Einzelhandelsumsätze

## Systeme

**Produktivitätssteigerung von:**



23% durch bessere Beleuchtung



11% bessere Lüftung



3% individuelle Temperaturregelung

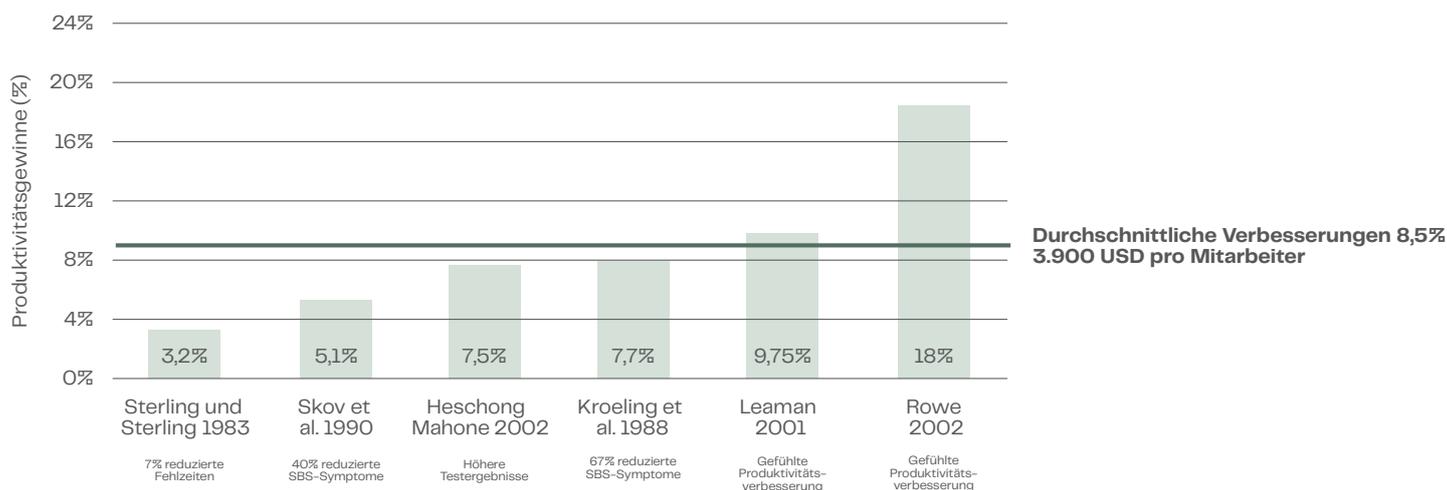
Kapitalwertanalyse der Betriebskosten, der Produktivität und der gesundheitlichen Vorteile von LEED-zertifizierten Gebäuden

Natürliche und Hybridlüftung kann zu Produktivitätssteigerungen von bis zu 18% führen<sup>[15]</sup>

In mehreren Studien wurden Produktivitätszuwächse, das Sick-Building-Syndrom (SBS) und die gesundheitlichen Auswirkungen von natürlicher und Mixed-Mode- oder hybrider Lüftung untersucht. Die untere Abbildung zeigt die Ergebnisse verschiedener Studien aus den letzten 30 Jahren, in denen Produktivitätssteigerungen von 3,2% bis 18% durch die Einführung natürlicher und hybrider (Mixed-Mode-) Lüftung erzielt wurden.

Auch aus pädagogischer Sicht hat die Verbesserung der Luftqualität in Innenräumen tiefgreifende Auswirkungen auf die Produktivität. Studien haben gezeigt, dass ein verbessertes Raumklima die Leistungsfähigkeit der Schüler beeinflusst. Laut einer

Studie des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik steigert die Verbesserung der Lüftung, die Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes und die Erhöhung des Tageslichts das Raumklima und damit die Lernfähigkeit der Schüler. <sup>[14]</sup> All diese Dinge sind direkt mit der natürlichen Lüftung verbunden; eine verbesserte Lüftung wird durch automatisch gesteuerte Fenster erreicht, die die optimale Menge an Frischluft einlassen; eine ideale Luftwechselrate wird den CO<sub>2</sub>-Gehalt in Innenräumen senken; und Licht kann durch Fenster in das Gebäude eintreten, im Gegensatz zu mechanischen Systemen, die das Licht blockieren.



Jährliche durch Mixed-Mode-Klimatisierung und natürliche Lüftung<sup>[16]</sup>

## Produktivität und Nutzen für die Gesundheit – die praktischen Auswirkungen

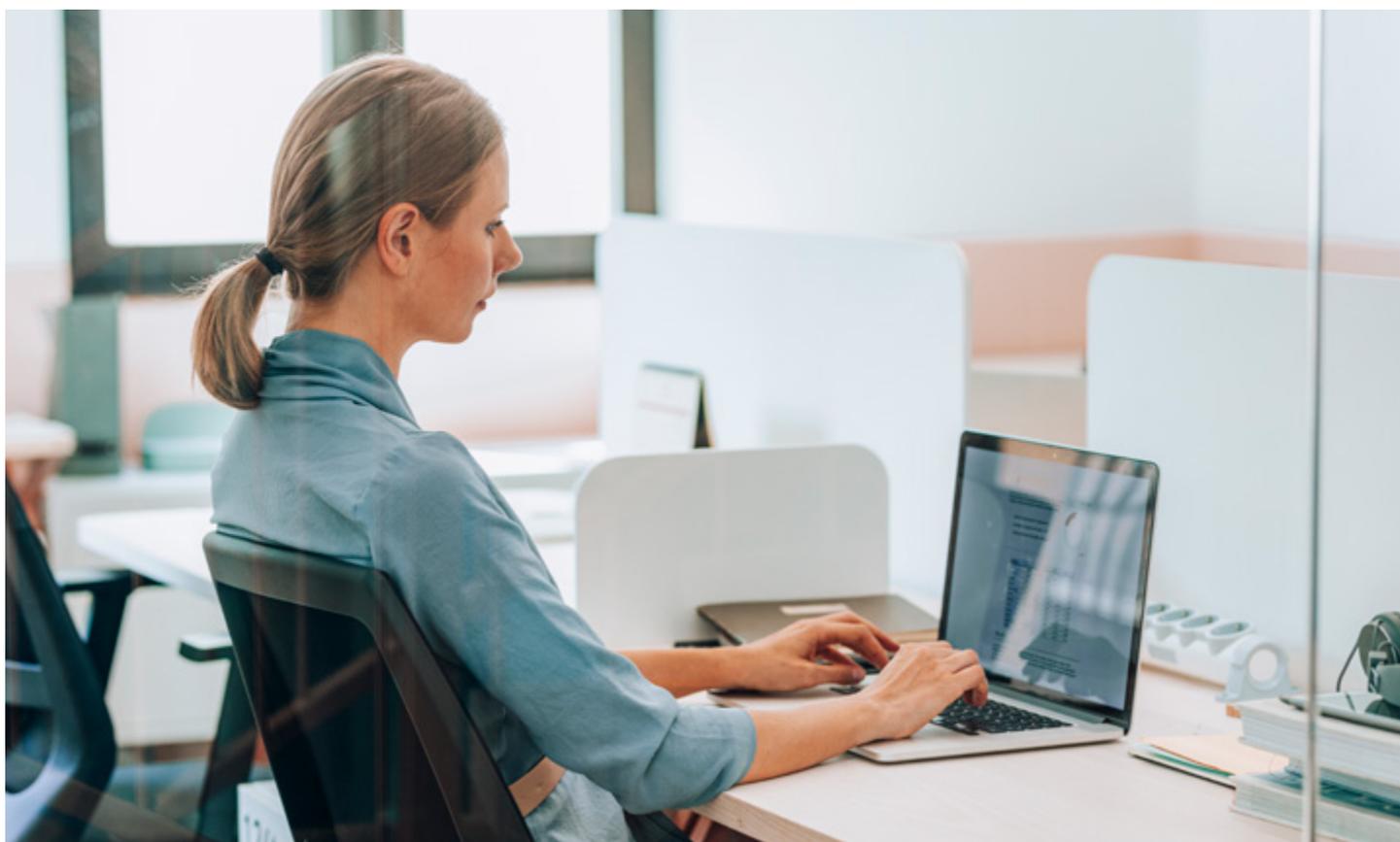
Mit dem Wissen, dass die intelligente natürliche Lüftung das unmittelbare Potenzial hat, die Gesundheit und Produktivität von Mitarbeitern und Schülern zu steigern, ist es an der Zeit, die praktischen Auswirkungen zu analysieren.

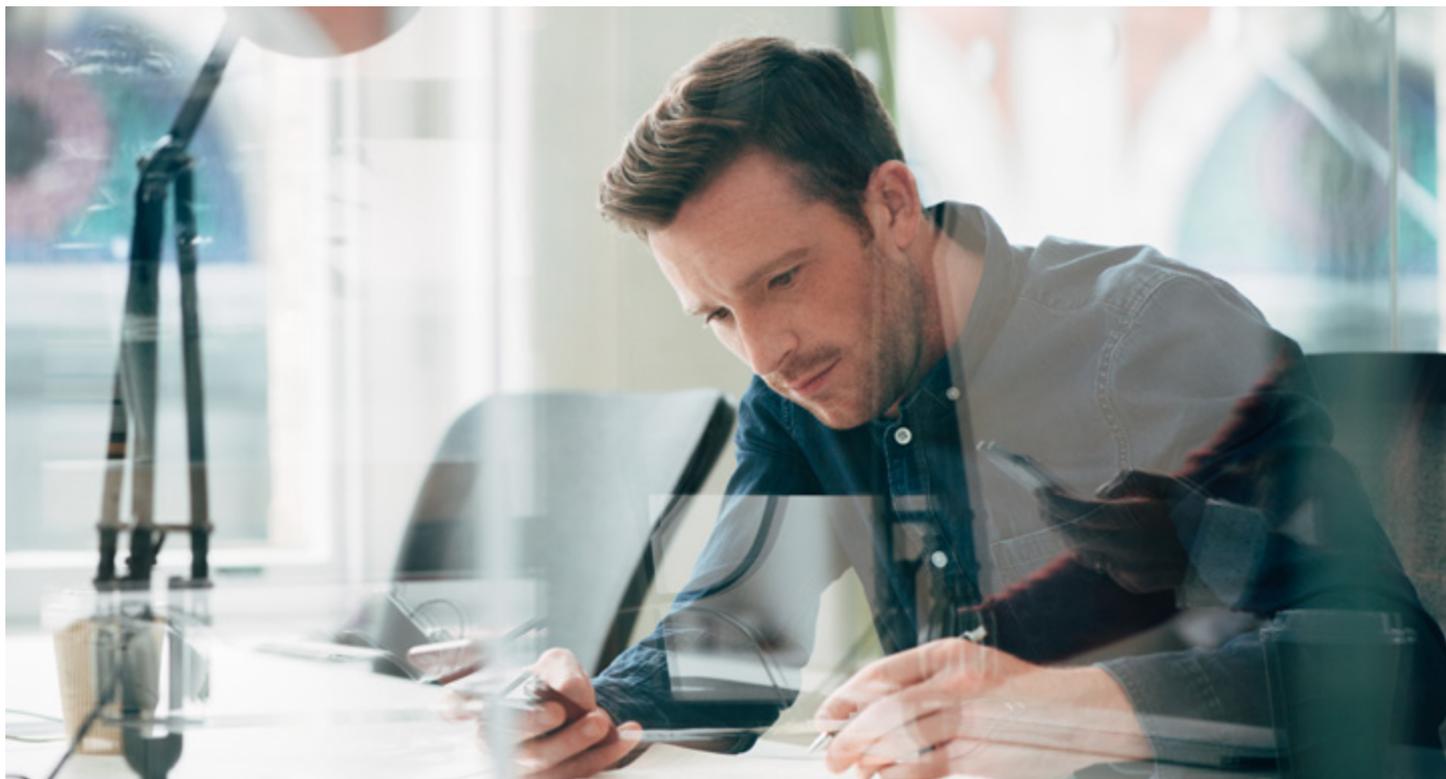
Im Anschluss an die vorstehenden Kapitel über die Luftqualität in Innenräumen und deren Messung können die indirekten Vorteile eines automatisierten, intelligenten natürlichen Lüftungssystems in Bezug auf Gesundheit und Wohlbefinden wie folgt zusammengefasst werden:

- Die verringerte Luftfeuchtigkeit bedeutet, dass sich die Nutzer des Gebäudes erfrischt fühlen und seltener an Asthma oder Allergien leiden.
- Die niedrigen VOC-Werte verringern unangenehme Gerüche und das Risiko langfristiger Gesundheitsprobleme.

- Geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen bedeuten weniger Verunreinigungen in den Räumen, was wiederum saubere, frische Luft für die Nutzer bedeutet.
- Frische, geruchlose Räume verringern das Risiko von Kopfschmerzen und anderen Krankheiten.
- Weniger Kopfschmerzen und andere gesundheitliche Probleme führen zu weniger Fehlzeiten in Schulen, was wiederum zu weniger Fehltagen der Eltern führt.

Gebäude mit bedienbaren Fenstern und natürlicher Lüftung haben 3,2% weniger Ausfallzeiten im Vergleich zu geschlossenen Gebäuden mit Klimaanlage<sup>[18]</sup>





## Wirtschaftliche Auswirkungen der natürlichen und Hybridlüftung

Nachdem bereits festgestellt wurde, dass ein besseres Innenraumklima sowohl die Produktivität als auch die Gesundheit von Mitarbeitern und Schülern verbessern kann, ist es an der Zeit, dies in einen Zusammenhang zu bringen, indem auch die wirtschaftlichen Vorteile in die Gleichung einbezogen werden.

Eine umfassende Analyse von Carnegie Mellon<sup>[19]</sup> aus acht Studien aus dem Jahr 2004 ergab, dass eine natürliche oder hybride Lüftung Einsparungen der Gesundheitskosten von 0,8–1,3% und Klimatechnik-Energieeinsparungen von 47–49% erreichen konnte, und dies bei einer durchschnittlichen Investitionsrentabilität (Return on Investment) von mindestens 407% für Neubauten und 120% für Nachrüstungen. Abgesehen von den verringerten Gesundheitskosten zeigte die Analyse auch, dass sich natürliche Lüftung und Mixed-Mode-Systeme aufgrund von Energie- und Produktivitätszuwächsen in weniger als einem Jahr amortisieren können.

8 Studien haben gezeigt, dass sich natürliche Lüftungs- und Mixed-Mode-Systeme in weniger als 1 Jahr amortisieren können

## Wirtschaftlichen Vorteile

### Wirtschaftliche Auswirkungen der natürlichen und Hybridlüftung:

▪ Jährliche Energiekosteneinsparungen pro Mitarbeiter	: \$110
▪ Gesundheitskosteneinsparungen pro Mitarbeiter	: \$60
▪ Jährliche Produktivitätsgewinne pro Mitarbeiter	: \$3.900
<hr/> Gesamte jährliche Einsparung pro Mitarbeiter	<hr/> : <u>\$4.070</u>

Im US-Bürosektor würde dies jedes Jahr mehr als 6,4 Milliarden US-Dollar an Energieeinsparungen bedeuten.

Würde nur die Hälfte dieser Gebäude natürliche oder hybride Lüftung nutzen, würden pro Jahr mehr als 40 Milliarden kWh eingespart

Der durchschnittliche ROI für eine Investition in natürliche oder hybride Lüftung beträgt

- 407% für Neubauten
- 120% für Nachrüstungen

Angesichts der durchschnittlichen Produktivitäts- und Gesundheitsvorteile von 3.900 bzw. 60 US-Dollar pro Mitarbeiter, würden die gesamten Einsparungen, die durch die Hälfte der Mitarbeiter in den USA mit natürlicher oder hybrider Lüftung erzielt werden, mehr als 118,9 Mrd. US-Dollar pro Jahr betragen (entspricht 1% des BIP der USA im Jahr 2003).

## Verbesserte Nutzung des Raums

Natürliche Lüftung bedeutet, dass keine unansehnlichen Rohrleitungen oder Rohrdurchdringungen und keine platzintensiven Lüftungsgeräte mehr gibt. Wenn Sie

sich für eine natürliche Lüftung entscheiden, haben Sie auch die Möglichkeit, die Raumhöhe zu erhöhen, da eine natürliche Lüftung keine abgehängten Decken erfordert.

### Fallbeispiel

## Das Pakhuset gewinnt eine zusätzliche Etage durch natürliche Lüftung

In Kopenhagen wurde kürzlich ein neues 16.400 Quadratmeter großes Bürogebäude (Pakhuset) renoviert. Der Entwickler, ATP Ejendomme, wollte eine nachhaltige Konstruktion schaffen und entschied sich daher für eine natürliche/hybride Lüftung für sein Innenraumklima sowie für thermoaktive Gebäudesysteme und Grundwasserkühlung. Den Erwartungen zufolge wird die Hybridlösung den Energieverbrauch im Vergleich zu einem herkömmlichen Kühl-/Heizsystem um 80% senken.

Die Luftansaugung für die natürliche Lüftung erfolgt durch Kanalschleusen in der Fassade, in die automatisch gesteuerte Klappen eingebaut sind, sodass bei geöffneten Klappen Luft auf die thermoaktive Struktur trifft. Von hier aus verteilt sich die Luft im Büro und entweicht anschließend durch Öffnungen im Dach- und Abluftventilator.

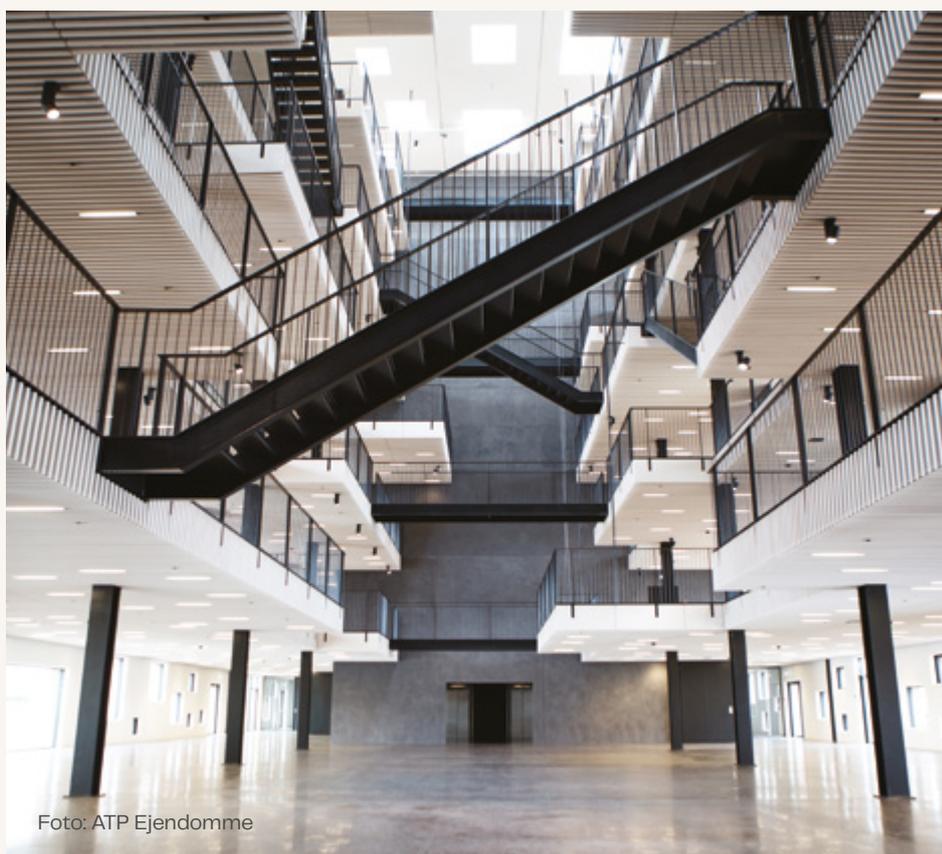


Foto: ATP Ejendomme

„Da keine Rohrleitungen für die mechanische Lüftung erforderlich waren, konnten die Architekten einen halben Meter pro Etage gewinnen, was es ihnen ermöglichte, dem Gebäude eine zusätzliche Etage hinzuzufügen.“

Svend Kristensen, Senior Operations Manager,  
ATP Ejendomme

## Welche Gebäudearten können von natürlicher Lüftung profitieren?

Fast alle Gebäude können von natürlicher Lüftung profitieren, wie zum Beispiel Bürogebäude, Schulen, Einkaufszentren, Krankenhäuser und Sporthallen.

Alle diese Arten von Gebäuden, einschließlich Atrien und Aufenthaltsräumen, sind ideal für die Schaffung attraktiver Lösungen mit natürlicher Lüftung geeignet, da das natürliche Lüftungssystem keinen Platz für mechanische Geräte benötigt. Es bedarf lediglich einer ausreichenden Anzahl von Öffnungen im Dach oder in der Fassade. Das lässt nicht nur viel Licht in den Raum eindringen, es bietet Architekten auch viel mehr Raum zum Arbeiten. In großen Bereichen ist die natürliche Lüftung sehr effektiv und hat sich als fähig erwiesen, die mechanische Klimatisierung ganz oder teilweise durch Nachtkühlung (Nachtspülung) zu ersetzen.



WindowMaster-Projekt: Elefantenhaus, Kopenhagener Zoo



WindowMaster-Projekt: Mesterfjellet Schule  
Foto: Mikkel Frost

## Grundsätze der natürlichen Lüftung

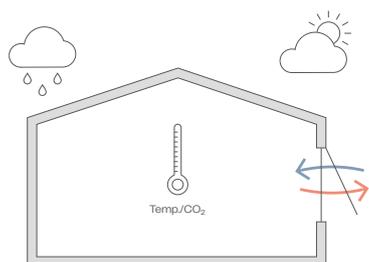
Abgesehen davon, dass natürliche Lüftung für fast alle Gebäudearten angewendet werden kann, ist es auch wichtig zu verstehen, wie das Design eines Gebäudes die Leistung eines natürlichen Lüftungssystems beeinflusst.

Die natürliche Lüftung eines Gebäudes kann auf einer Vielzahl unterschiedlicher Lüftungsprinzipien basieren. Ein Lüftungsprinzip zeigt, wie die natürliche Lüftung basierend auf dem Design des Gebäudes, der thermischen Wärmelasten und der Positionierung von Öffnungen (typischerweise Fenstern) funktioniert.

Alle natürlichen Lüftungsprinzipien von WindowMaster beruhen auf dem Grundsatz, ein gesundes und komfortables Innenraumklima durch minimalen Energieverbrauch bei minimalen Kosten zu gewährleisten.

Im Allgemeinen beruhen die Designs unserer Lüftungssysteme auf den folgenden drei grundlegenden Prinzipien:

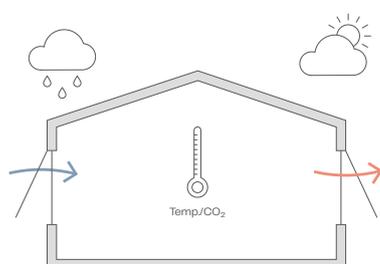
- Einseitige Lüftung
- Querlüftung
- Auftrieblüftung



## Einseitige Lüftung

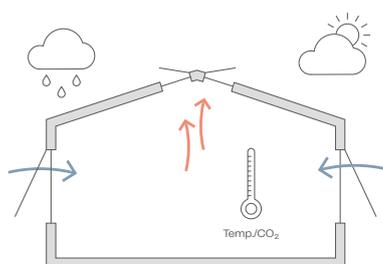
Die Abbildung zeigt eine typische Situation in einem Büro mit einseitiger Lüftung, d. h. einem Raum mit Fenstern auf nur einer Seite. Das Beispiel zeigt den Raum während der Wintermonate. Im Winter ist die Umgebungsluft oft kalt, sodass Fenster nicht für längere Zeit geöffnet werden können. Um dieses Problem zu lösen, wird eine Stoßlüftung angewendet. Die Fenster werden kurzzeitig geöffnet, was innerhalb kürzester Zeit einen Luftaustausch im Raum schafft.

Da kalte Luft selbst bei geringen Windgeschwindigkeiten spürbar ist, werden die Fenster nach einem festgelegten Zeitintervall wieder geschlossen. Hohe Windgeschwindigkeiten und niedrige Außentemperaturen verkürzen zusätzlich die Zeit, in der die Fenster geöffnet sind.



## Querlüftung

Die Abbildung zeigt das Querlüftungsprinzip. Querlüftung wird mithilfe von Fenstern auf zwei Seiten des Raums erreicht, wodurch ein quer verlaufender Luftstrom erzeugt wird. Wenn die Fenster auf beiden Seiten des Raumes offen stehen, erzeugt ein Überdruck auf der Windseite oder ein Unterdruck auf der Windschattenseite des Gebäudes einen Luftstrom durch den Raum/ die Räume von der Windseite zur Windschattenseite. Um einen optimalen Luftstrom mit so wenig Zugluft wie möglich zu erreichen, werden die Fenster auf der windzugewandten Seite des Gebäudes nicht so weit geöffnet, wie die Fenster auf der Windschattenseite.



## Auftriebslüftung

Die Abbildung zeigt den Kamineffekt, der durch Temperaturunterschiede entsteht. Die warme Luft steigt nach oben, weil sie eine geringere Dichte hat als kalte Luft. Wenn die warme Luft zum Dach eines Gebäudes aufsteigt, wird in den unteren Ebenen ein leichtes Vakuum erzeugt, sodass durch die Fenster im Erdgeschoss frische Luft angesaugt wird. Auf diese Weise entsteht ein natürlicher Luftstrom. Dieser physikalische Prozess setzt einen gewissen Höhenunterschied zwischen den Fenstern voraus, die für den Luftenzug bzw. die Luftabgabe benutzt werden.

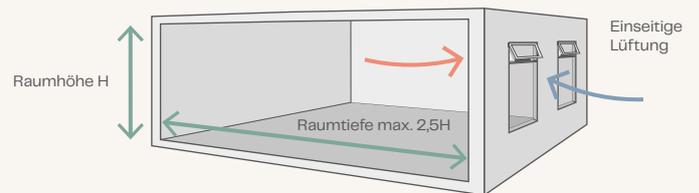
Fenster im Dach lassen die verbrauchte Luft hinaus, während die Fenster in den unteren Geschossen dem Gebäude frische Luft zuführen. In der Abbildung wird der Kamineffekt mit der Windrichtung kombiniert. Die Windrichtung entscheidet darüber, durch welche Fenster Luft angesaugt und aus dem Gebäude abgeführt wird. Im Erdgeschoss werden die Fenster auf der Windschattenseite weiter geöffnet als auf der windzugewandten Seite, während im Dach nur die Fenster auf der Windschattenseite geöffnet werden.

# Konzeption der natürlichen Lüftung

Im folgenden Abschnitt erfahren Sie, wie eine perfekte natürliche Lüftungslösung konzipiert werden kann. Neben den Prinzipien der natürlichen Lüftung müssen bei der Vorbereitung eines Gebäudes für die natürliche Lüftung noch einige andere Faktoren berücksichtigt werden – die nachstehend aufgeführten Leitlinien stellen die wichtigsten Aspekte einer idealen Konzeption heraus.

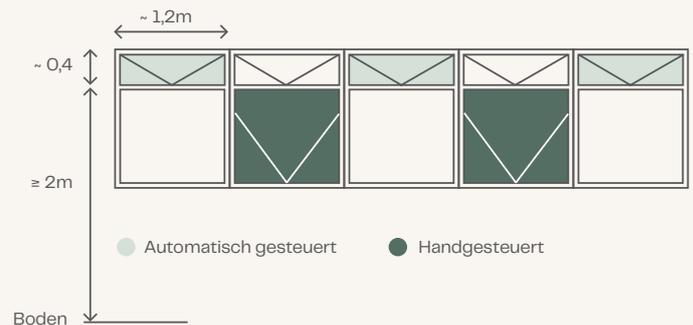
## Geometrie des Raums

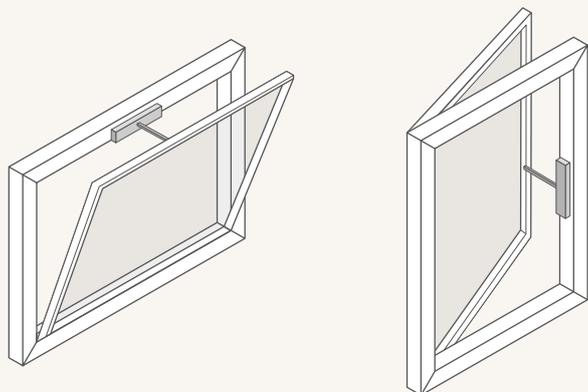
- Gute Raumhöhe – der Raum muss mindestens **2,5m**, und vorzugsweise **2,7m** oder höher sein.
- Einseitige Lüftung – die Raumtiefe sollte das **2,5-fache** der Raumhöhe nicht überschreiten und nie mehr als **10m** betragen.
- Querlüftung – die Raumtiefe sollte nicht mehr als das **5-fache** der Raumhöhe betragen.
- Auftriebslüftung – der Abstand von der Fassade zum Dach sollte das **5-fache** der Raumhöhe nicht überschreiten.



## Fensteröffnung

- Hoch platzierte Öffnungen/Fenster in der Fassade – vorzugsweise **2m** oder mehr über Fußboden-Niveau und mit ausreichendem Abstand zwischen der Oberseite der Öffnung und der Decke für einwärts öffnende Lüftungsöffnungen, sodass die erreichbare Öffnungsfläche nicht begrenzt ist.
- Einwärts öffnende Kippfenster oder auswärts öffnende Klappfenster in der Fassade.
- Fensterhöhe, Fassade: Ca. **400–600 mm**.
- Eine Fensterbreite von etwa **1,2 bis 1,4m** ist in vielen Fällen optimal, da oft zwei Fensterantriebe benötigt werden, wenn die Breite **1,2–1,4m** überschreitet (aufgrund der Rahmenbiegung mit einem einzigen Zugpunkt abhängig vom Material und Typ des Profilsystems).
- Öffnungen gleichmäßig verteilt.





## Weitere Richtlinien natürlicher Lüftung

- Optimierte natürliche Nachtkühlung.
- Für eine optimale Nutzung der Nachtkühlung sollte das Gebäude vorzugsweise von einer schweren Konstruktion sein.
- Die Möglichkeit für einen manuellen Nutzereingriff sollte vorgesehen werden, wie z. B. eine temporäre Übersteuerungsfunktion durch lokale Tastaturen.
- In stark personenbelasteten Räumen wie z. B. Klassenräumen sollte eine natürliche Querlüftung oder eine natürliche Lüftung mit Kamineffektnutzung möglich sein.
- Es sollten vorzugsweise mindestens  $7\text{m}^3$  Raum pro Person zur Verfügung stehen, z. B. in Klassenräumen.
- Maximaler Luftwechsel:  
**Winter:** Etwa  $2,5$  bis  $3\text{h}^{-1}$  (durchschnittlich während Raumnutzungszeiten).  
**Sommer:** Arbeitsplätze:  $4$ – $6\text{h}^{-1}$  ist akzeptabel.  
**Atrien und ähnliche Übergangsräume, in denen Personen sich nur vorübergehend aufhalten:**  
 $10$ – $15\text{h}^{-1}$  ist akzeptabel.

## Speziell für ergänzende mechanische Absaugung

- In den meisten Fällen sollte die Mindestabluftleistung dem minimal erforderlichen Luftwechsel entsprechen.
- Die Absaugung sollte durch variable Geschwindigkeiten steuerbar sein.



## Unsere CleanTech-Experten helfen Ihnen gerne

Wenn Sie Beratung oder Unterstützung bei der Bewertung des Potenzials Ihrer Gebäude für intelligente natürliche Lüftung benötigen, haben wir ein engagiertes Team von Fachleuten, die gerne ihr Wissen und Know-how zu diesem Thema teilen.

### Unser Service

- 1 Lüftungsvorschläge
- 2 Kalkulation von Luftwechselraten
- 3 Kalkulation von  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen
- 4 Dynamische Innenklimaanalysen
- 5 CFD-Simulationen

## Intelligente Kontrollsysteme für natürliche Lüftung

Die Erkenntnis, wie wichtig ein Gebäude ist, ist der erste Schritt, um ein optimales Innenraumklima zu erreichen. Die Leistung eines natürlichen Lüftungssystems ist jedoch nicht auf das Design eines Gebäudes beschränkt; wie das System gesteuert wird, ist ebenso wichtig. Und wenn in einem Gebäude nicht genügend Öffnungen vorhanden sind, um ideale Bedingungen für den Luftwechsel zu schaffen, kann es sogar notwendig sein, die natürliche Lüftung mit einer mechanischen Lüftung zu kombinieren (Hybrid- oder Mixed-Mode-Lüftung genannt). Alle natürlichen Lüftungslösungen

von WindowMaster beruhen auf BACnet-, KNX-, LON- und MotorLink®-Technologien. Sie lassen sich einfach mit anderen mechanischen Lüftungssystemen kombinieren und in jedes GLT-System integrieren.

Basierend auf Analysen und empirischen Daten haben wir Kontrollsysteme entwickelt, die den Marktbedürfnissen und den unterschiedlichen Anforderungen entsprechen, die verschiedene Gebäude auf der Grundlage ihrer Größe, ihres Standorts und ihres Verwendungszwecks stellen.

1

### **NV Advance®**

NV Advance® ist unsere Premium-Lösung, die auf einer Computer-Schnittstelle basiert. Sie ist optimal für große Gebäude mit mehr als 8 Lüftungsbereichen.

#### **Die Regelung des Innenraumklimas berücksichtigt:**

Innen- und Außentemperatur

CO<sub>2</sub>-Niveau

Relativer Luftfeuchtigkeit

Regensensor

Windgeschwindigkeit und Richtung

Mit NV Advance® sind auch Sonnenschutzelemente, Beleuchtung, Heizungen und mechanische Lüftung steuerbar.

2

### **NV Embedded®**

NV Embedded® ist unsere variable und skalierbare Lösung zur Regelung des Innenraumklimas basierend auf intelligentem Überwachung und Datenspeicherung in der Cloud steuert. Für jeden Gebäudetyp geeignet.

#### **Die Regelung des Innenraumklimas berücksichtigt:**

Standort und Funktion des Gebäudes

Insassenkomfort per App

Einfache Visualisierung von Klimadaten

Innen- und Außentemperatur

CO<sub>2</sub>-Niveau

Regensensor

Mit NV Embedded® sind auch Sonnenschutzelemente, Beleuchtung, Heizungen und mechanische Lüftung steuerbar. Zukünftige Updates werden zusätzliche Funktionen enthalten.



# Nachtauskühlung

WindowMaster-Projekt: Red Kite House

In einem typischen neuen Bürogebäude mit normalen Wärmelasten, die von Menschen, Beleuchtung und Computern usw. erzeugt werden, kann eine Kühlung sogar bei Außentemperaturen unter 0 Grad Celsius erforderlich sein. Dies ist ein Beispiel dafür, wie die neuen Bauvorschriften, die niedrigeren U-Werte und der fortgesetzte Schwerpunkt auf dem Heizungsverbrauch in Gebäuden zu einem geringeren Wärmebedarf geführt, aber den Bedarf an Kühlung erhöht haben.

Passive Kühlmaßnahmen können eine wichtige Rolle bei der Verbesserung der Energieeffizienz eines Gebäudes spielen, indem die Notwendigkeit einer Hilfskühlung reduziert oder sogar eliminiert wird. Eine passive Kühltechnik, die üblicherweise in privaten, öffentlichen und gewerblichen Gebäuden verwendet wird, ist die Nachtauskühlung. Hier handelt es sich um die Entfernung von Wärme aus einem Gebäude, indem kalte Nachtluft ohne den Einsatz aktiver HLK-Kühlung und Lüftung zugeführt wird. Die Nachtkühlung ist eine entscheidende Komponente, um die Leistung von natürlich belüfteten Gebäuden zu verbessern, die während der Sommerzeit genutzt werden und selbst im Winter gekühlt werden müssen.

## Nachtauskühlung mit natürlicher Lüftung – wie funktioniert es?

Natürliche Nachtauskühlung ist eine passive Kühlmethode, die von den natürlichen Kräften des Windes und/oder des thermisch erzeugten Drucks angetrieben wird (Kamineffekt). Die von der exponierten thermischen Masse eines Gebäudes tagsüber absorbierte Wärme wird in der Nacht an die Raumluft abgegeben und danach durch Nachtkühlung gereinigt. Währenddessen kühlt die äußere Frischluft die thermische Masse ab, die dann am nächsten Tag als Wärmesenker wirkt. Bei der Nachtkühlung werden automatisch zu öffnende Fenster und Lamellen über einen voreingestellten Zeitraum über Nacht geöffnet, um einen natürlichen Luftstrom durch das Gebäude zu ermöglichen.

## Warum sollte Nachtauskühlung in Ihr Gebäude integriert werden?

Nachtauskühlung kann helfen, die Betriebskosten des Gebäudes zu reduzieren, indem warme und verbrauchte Luft durch frische Nachtluft ersetzt wird. Dies reduziert die Notwendigkeit, dass das HLK-System aktiviert wird, sobald das Gebäude am Morgen genutzt wird. Die thermische Masse des Gebäudes wird gekühlt, um die Nutzer mit einer frischen und kühleren Umgebung zu versorgen.

Wenn heiße und verbrauchte Luft nicht entfernt wird, fühlt sich der Raum nicht nur stickig an; Luftschadstoffe wie Kohlendioxid können alarmierende Konzentrationen erreichen. Dies kann für die Personen im Raum mit Symptomen wie Kopfschmerzen, trockenen und juckenden Augen oder Halsschmerzen potenziell gesundheitsschädlich sein. Dies kann sich demzufolge negativ auf die Produktivität und das Wohlbefinden der Raumnutzer auswirken.

## Unter welchen klimatischen Bedingungen ist die Nachtauskühlung am effektivsten?

Die Effizienz der Nachtauskühlung hängt von den thermischen Eigenschaften des Gebäudes und von den lokalen Klimabedingungen ab, d. h. der nächtlichen Windgeschwindigkeit und dem Temperaturumschwung der Umgebungsluft.

Sie ist besonders effektiv in Klimazonen, die eine kühle Nachttemperatur haben, da es einen größeren Unterschied zwischen Innen- und Außentemperatur gibt. Dies bedeutet nicht, dass die Nachtauskühlung in wärmeren Klimazonen nicht wirksam sein kann. Selbst bei sehr ähnlichen Innen- und Außentemperaturen kann die Nachtauskühlung dennoch dazu dienen, dass Luftschadstoffe ausgeleitet werden und frische Luft eintreten kann.

## Häufige Bedenken der Nachtauskühlung

Die Sicherheit ist ein relativ häufiges Problem, wenn die Nachtauskühlung in Betracht gezogen wird. Dieses Problem wird durch die Wahl kleiner Öffnungen auf hoher Ebene abgemildert, die schwer zu erreichen sind. Darüber hinaus bevorzugen Versicherungsunternehmen im Allgemeinen kleine hohe Öffnungen, wenn Nachtauskühlung angewendet wird. Die Gefahr des Einklemmens kann durch den Einsatz intelligenter Antriebe mit eingebauter Drucksicherungsfunktion verringert werden. Durch den Einsatz eines intelligenten Stellantriebs in Verbindung mit einer intelligenten Steuerung können die Öffnungen zudem sehr genau gesteuert werden, da sich die Fenster bei der Nachtauskühlung in der Regel nicht vollständig öffnen müssen, um eine effektive Kühlung zu gewährleisten. Das intelligente Steuerungssystem sollte Wind- und Regensensoren enthalten, die erkennen können, wenn die Grenzwerte für Regen und Wind überschritten werden, und dann ein Signal zum Schließen an die Fenster senden, um potenzielle Wasserschäden zu vermeiden.

Alles in allem ist die passive Nachtauskühlung eine sichere Möglichkeit, ein Gebäude zu lüften und zu kühlen, um das Wohlbefinden der Personen im Raum zu verbessern und gleichzeitig den Energieverbrauch und die damit einhergehenden Energiekosten zu senken.

## Wesentliche Vorteile der Nachtauskühlung

- 1 Reduzierter Einsatz mechanischer Kühlsysteme im Tagesverlauf
- 2 Niedrigere Energiekosten
- 3 Verbesserte Leistung der Gebäudehülle
- 4 Gesundheitsschutz und gesteigertes Wohlbefinden der Gebäudenutzer
- 5 Geringe CO<sub>2</sub>-Emission bei der Gebäudekühlung

# Die Auswahl der richtigen Fensterantriebe



WindowMaster-Projekt: Dartmouth College – Anonymous Hall  
Foto: LWA Architects

Als Architekt sind Sie der Experte in Sachen Planung, Entwurf und Überprüfung der Konzeption und Konstruktion von Gebäuden, aber auch im Hinblick auf die Ermittlung jener Variablen, die für große ästhetische Behaglichkeit sorgen.

Aus Sicht der Lüftung bedeutet dies die Wahl von geräuschlos betätigten Fensterantrieben, die zu den korrekt abgedichteten Fenstern passen. Wenn diese Anforderung erfüllt ist, können Sie sich an einem Gebäude erfreuen, das eine geringe Heizlast, keine übermäßig kalte Zugluft und eine nahezu geräuschlose, synchronisierte Bedienung der Fenster aufweist.

Im folgenden Abschnitt werden der Zweck von Fensterantrieben erläutert, die Unterschiede der verschiedenen Arten von Antrieben und die Auswahl des richtigen Typs in Bezug auf die Bedürfnisse eines bestimmten Projekts. Darüber hinaus wird erörtert, warum Verkabelungen und Verdeckungen bereits in der Entwurfsphase berücksichtigt werden müssen, ebenso wie Leistungsoptionen, Öffnungsbereiche und Fensterausrichtung.



## Was ist ein Fensterantrieb und wozu dient er?

Der Antrieb ist im Wesentlichen das, was das Fenster aufschiebt. Die meisten Fassadenfensterantriebe sind Kettentypen und werden in der Regel aus drei wesentlichen Gründen verwendet. Erstens bieten sie eine automatische Lüftung, die sich als intelligente Lüftung zunehmender Beliebtheit

erfreut, sodass das Gebäude selbstständig effizienter „atmet“. Zweitens werden Antriebe auch eingesetzt, um über unerreichbare Öffnungen wie z. B. Dachfenster zu lüften. Drittens können sie als Rauchabzug eingesetzt werden, um im Brandfall die Gebäudesicherheit zu verbessern.

## Wie unterscheiden sich Antriebe?

Es ist eine große Anzahl von automatischen Fensteröffnern von sehr unterschiedlicher Qualität und Leistungsfähigkeit erhältlich. Dies hat direkte Auswirkungen auf die Gebäudeleistung, die Gesamtkosten sowie auf Komfort und Zufriedenheit der Gebäudenutzer.

Die meisten Standard-Fensteröffner verfügen über wenig oder keine Intelligenz. Sie bestehen aus einem fahrradkettenartigen Aufzug, der nur an den erforderlichen Flächen biegsam ist, einem Motor und einem einfachen Getriebe. Ohne jegliche Intelligenz werden sie oft in großen und schlecht zu steuernden, umständlichen Öffnungsabständen bedient, was zu starken Schwankungen in Bezug auf ein behagliches Raumklima, unangenehme Zugluft, einen sehr hohen Energieverbrauch und einer potenziell kürzeren Lebensdauer des automatischen Fensteröffners führt. Zudem verfügen viele der Fensterantriebe nicht über eine Drucksicherungsfunktion. Typischerweise haben Antriebe eine Schließkraft von etwa 200 N, was bei der Anwendung auf die Vorderkanten der Metallprofile nicht

unbeträchtlich ist, insbesondere wenn eine Hand oder ein Finger zwischen diesen Kanten gelangt.

Die meisten Standardantriebe haben auch eine ab Werk eingestellte Betriebsgeschwindigkeit, die in vielen Fällen laut und störend sein kann, Beschwerden verursachen und zu anderen weit verbreiteten Problemen der Gebäudeleistung führen kann. Diese können nach der Installation nicht einfach für einen leiseren Betrieb eingestellt werden.

Die Wahl intelligenter Antriebe wie der mit MotorLink®-Technologie ermöglicht wesentliche Funktionen wie die Geschwindigkeitsregelung, um Geräusche zu minimieren. Die Positionsrückmeldung bietet eine genaue Positionierung selbst bei minimalen Öffnungsbereichen, die üblicherweise für eine komfortable Lüftung erforderlich sind. Ebenso stellt die Technologie sicher, dass die Öffnungen für die Nachtkühlung innerhalb der zulässigen Sicherheitsgrenzen bleiben und dass die Drucksicherungsfunktion der bestimmende Faktor ist, der eine potenzielle schwere Verletzung zu einem kleinen Kniff reduziert.

## Verkabelungen und Verdeckungen

Die Sichtbarkeit von Verkabelungen für Fenster wird während des Spezifikations- und Ausschreibungsvorgangs selten berücksichtigt. Dennoch kann das Beachten dieser Details in der Spezifikation und bei der Vorbereitung für die Verdeckung zu Kostensenkungen beitragen und die Ästhetik in den nachfolgenden Phasen des Bauprozesses verbessern.

In vielen Fällen kann das Fensterprofil als Kabelkanal für eine 24V-Antriebsleitung verwendet werden. Während der Installation kann ein gewisses Maß an Koordination erforderlich sein, aber der Einbau kann die Gelegenheit sein, um unansehnliche, an der Oberfläche montierte Kanäle zu demontieren, die den optischen Gesamteindruck des Fenstersystems beeinträchtigen können. Wenn die Öffnungen hoch gelegen sind, ist es möglich, einfach nur die Fensterpfosten zu präparieren, um die Kabel dorthin zu verlegen und oben auf dem Querbalken zu verbergen, sodass sie nur in begrenztem Umfang an der Fassaden- oder Fensterfront sichtbar sind. Als Alternative bietet sich ein passendes Abdeckprofil an.

In bestimmten Fenstern (d. h. VELFAC Fenstern) kann der Antrieb im Profil versteckt werden. Andere Aluminiumsysteme ermöglichen diese Lösung ebenfalls, aber Systeme mit niedrigem Profil bieten normalerweise wenig Raum, um die Antriebe zu verstecken, die daher auf der Oberfläche montiert werden. Dementsprechend muss die Farb- und Oberflächenbeschaffenheit des Antriebs bereits in der Spezifikation berücksichtigt werden.

Bei Fenstern mit hoher Traglast wie beispielsweise großflächigen Dachflächenfenstern werden zum Öffnen gewöhnlich Spindeltriebe eingesetzt. Das solide Spindelgehäuse hängt bei geschlossenem Fenster frei herunter, was vielen Designern und Kunden nicht gefällt. Mit den Hochleistungs-WMU 888-Kettenantrieben von WindowMaster gehört dieses Problem der Vergangenheit an und es wird eine leistungsstarke und gleichzeitig optisch ansprechendere Lösung angeboten.

Die meisten für die natürliche Lüftung verwendeten Stellmotoren verfügen über 24 V Gleichstrom, was zu einer höheren Drehmomentkapazität führt und die elektronischen Komponenten sicherer macht, wenn das Fensterprofil als Verschalung verwendet wird. Es gibt zwar 240 V-Fensterantriebe auf dem Markt; diese sind jedoch im Allgemeinen nur für den gelegentlichen Gebrauch konzipiert und neigen bei einer regelmäßigen Nutzung zur Überhitzung, weshalb sie in der Regel nicht eingesetzt werden.

Wenn es um die Verkabelung geht, sollte der Hersteller der Fenster oder Brüstung die Profile mit Kabelkanälen und Zugdrähten vorbereiten und dabei den Rahmen als Einschluss verwenden. Wenn die Öffnungen hoch gelegen sind, sollten die Kabel durch die Fensterpfosten verlegt werden, ohne die Innenseite des Profils überbrücken zu müssen. Wenn dies nicht zu vermeiden ist, sollte ein passendes Abdeckprofil in Betracht gezogen werden.



WindowMaster-Projekt: Gericht in Frederiksberg

## Multi-Geschwindigkeitsbetrieb

Der Antrieb muss eine Zwei-Wege-Kommunikation mit dem Steuerungssystem bereitstellen, damit er im Automatikmodus mit sehr langsamer Geschwindigkeit arbeiten kann. Durch den Betrieb in langsamer Geschwindigkeit wird der Lärm beim Öffnen/Schließen eines Fensters erheblich reduziert, sodass das Lüftungssystem keine Störungen für die Nutzer des Gebäudes verursacht. Die Zwei-Wege-Kommunikation ermöglicht es auch, dass die Motoren mit einer höheren Geschwindigkeit arbeiten, wenn sie zum Beispiel durch die manuellen Tastenfelder aktiviert werden, um dem Benutzer eine sofortige visuelle Rückmeldung zu geben. Im Brandfall arbeiten die Motoren während der Rauchableitung mit voller Geschwindigkeit. WindowMaster Antriebe sind die einzigen Antriebe auf dem Markt, die in drei verschiedenen Geschwindigkeitsstufen arbeiten können.

## Drucksicherungsfunktion

Der Antrieb muss in der Lage sein, das Einklemmen an spezifischen Fenstern zu überwachen. Dies erfolgt über die Mikroprozessoren, die im Stellantrieb installiert sind, und durch die Echtzeit-Überwachung der Menge des elektrischen Stroms sowie der präzisen Position des Fensters mit einer Genauigkeit von unter einem Millimeter. Der MotorLink®-Antrieb registriert, wenn ein Objekt an der Vorderkante des Fensters eingeklemmt wird und verhindert durch das Überwachen des fließenden Stroms ein Schließen und fährt den Antrieb anschließend zurück, um das Hindernis zu befreien.

Die Sensibilität der Drucksicherung muss justierbar sein, da die Drucksicherungsfunktion zusammen mit der Größe und dem Gewicht des Fensters ein Faktor der Schließkraft der Antriebstechnik ist. Andere Faktoren sind die Konfiguration des Fensters, die Scharniere und die Stabilität des Profils an sich. Deshalb hängen die Gesamtleistung und die Sensibilität des Systems von einer Kombination dieser Faktoren ab. Überwachung und Justierung sind notwendig, da sich die erforderlichen Kräfte während der Lebensdauer des Gebäudes ändern können.

## Antriebspositionsrückmeldung

Der Antrieb muss eine Zwei-Wege-Kommunikation mit der Systemsteuerung gewährleisten, um Rückmeldungen an die Steuerungssoftware zur genauen Position, für das präzise Öffnen und die Steuerung (millimeterweise) zu ermöglichen sowie als Sicherheitsindikator für offene Fenster.

## Synchronisierte Antriebe

Bei Lüftungsöffnungen von mehr als 1.200 mm muss der Lieferant von Fenstern oder Fassadenverkleidungen überprüfen, ob zwei Antriebe erforderlich sind. Hierbei sollte das Profilsystem kontrolliert werden, da hierfür die Rahmenverwindung und die Fähigkeit, an den Ecken mit einem einzigen Zugpunkt dicht zu verschließen, entscheidende Faktoren sind. Bei Bedarf muss für die Antriebe MotorLink® verwendet werden, um die Geschwindigkeit und die Betriebsdauer zu synchronisieren.

Der Antrieb muss eine Zwei-Wege-Kommunikation mit der Systemsteuerung gewährleisten, damit Rückmeldungen an die Steuerungssoftware zum Status des Fensters und eine Frühanzeige von Fehlern bei der Bedienung des Stellantriebs oder der Verkabelung erfolgen kann.

## Öffnungsbereiche

Antriebe weisen unterschiedliche Standard-Kettenlängen auf: 250, 400, 500, 600 und 1.000 mm. Durch den Einbau des kleinstmöglichen automatischen Fensteröffners werden Größe und Kosten niedrig gehalten. Je länger die Kette, desto größer müssen die Glieder sein, um ein Funktionieren zu gewährleisten. Deshalb muss das Gehäuse auch dementsprechend größer sein. Um die Größe und die Kosten zu reduzieren und den optischen Eindruck zu verbessern, ist, soweit möglich, eine 250-mm-Kette zu empfehlen.

Der freie Bereich oder Öffnungsbereich lässt sich auf viele unterschiedliche Arten berechnen. In der Regel beansprucht ein Durchschnitprofil etwa 40 mm Kette, um das Profil von der Befestigung der Antriebe zum Fensterrahmen zu überbrücken. Deshalb ermöglicht eine 250-mm-Kette je nach Profil und Montageweise eine etwa 210 mm lichte Öffnung.



WindowMaster-Projekt: Helsingør Kulturverft

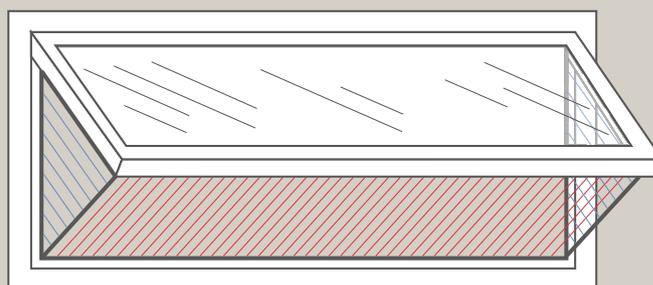
### TOP TIPP

#### Allgemeine Richtlinien für Öffnungsbereiche

- Berechnen Sie die geometrische Freifläche, indem Sie das Rechteck oder die Kehle an der Vorderkante des Seitenteils zuerst einbeziehen. Wenn etwas größere Bereiche erforderlich sind, sollten Sie, falls möglich, die Dreiecke an den Seiten berücksichtigen. Beispielsweise ermöglicht eine Standard-250-mm-Kette eine lichte Öffnung von etwa 0,210m x 1m Fensterbreite, was zu 0,210m<sup>2</sup> lichter Öffnung pro geöffnetem Fenster führt.
- Bedenken Sie Vorsprünge oder Fensterbänke, die die reell zu erreichende lichte Öffnung einschränken können (Bauvorschriften, genehmigtes Dokument B, 2007). Bei hoch gelegenen, auswärts öffnenden Fenstern kann auf

Vorsprünge oder Fensterbänke verzichtet werden, womit die zu erreichende lichte Öffnung nicht eingeschränkt wird.

- Dreiecke an den Seiten der Öffnung sollten nicht einbezogen werden, falls mehrere Fenster nebeneinander liegen (angrenzende Lüftungsöffnungen heben die Dreiecke auf).
- Viele Fensterlieferanten oder WindowMaster sind Ihnen bei diesen Berechnungen gerne behilflich.





WindowMaster-Projekt: St Wilfrid katholische Schule

## Ausrichtung der Fenster

Es ist erwiesen, dass hoch gelegene, auswärts öffnende Fenster (normalerweise ab 2m über Fußboden-Niveau) die effizienteste Gesamtlösung für natürliche Lüftung sind. Ihre Öffnungsbereiche können bei Bedarf an warmen Tagen um manuelle, niedrig gelegene Fenster erweitert werden. Wegen des Fallrisikos und der Hindernisgefahr beim Öffnen zu einer Verkehrsstraße hin wird die Öffnung oft auf 100mm beschränkt.

Wenn die Wahl auf hoch gelegene Öffnungen fällt, werden zahlreiche Risiken eliminiert. Bei der Kontrolle von CO<sub>2</sub> im Winter wird Zugluft reduziert, da die geringe Menge an kalter Luft, die auf hoher Ebene eingeführt wird, sich mit warmer Luft vermischt und weiter in den Raum hineinfließt, bevor sie auf Körperhöhe absinkt. Durch das Verzicht auf Fenster mit Seitenscharnieren, die ein Sicherheitsrisiko darstellen, wird die Gefahr einer Druckquetschung in Körperhöhe vermieden. Darüber hinaus kann das niedrig platzierte Element der Öffnung in Körperhöhe kalte Luft einströmen lassen.

Es ist wichtig zu erwähnen, dass die unterschiedlichen Fensterprofile unterschiedliche Anforderungen an die Anzahl der Bediengriffe haben. Dies trifft auch auf Antriebe zu. Dies ist in der Regel mit der Stabilität oder Flexibilität des Fensterprofils um den oder die Zugpunkt(e) herum und die Fähigkeit des Rahmens, eine Versiegelung um die Lüftungsöffnung herum aufrechtzuerhalten, verbunden. Es hat weniger mit der Leistung der Antriebe oder der Fähigkeit zum Öffnen und Schließen zu tun und wird deshalb vom Hersteller der Lüftungsöffnung oder des Profils vorgegeben. Die maximale Breite der Lüftungsöffnung für einen einzelnen Antrieb kann von 700mm bis zu 1.500mm betragen, bei Aluminiumprofilen werden jedoch als Faustregel 1.200mm veranschlagt. Bei mehreren Antrieben sollten Sie sich dies bestätigen lassen, weil es nicht nur die Kosten für die Antriebstechnik beeinflusst, sondern auch die damit verbundene Stromzufuhr und Verkabelung. Nehmen Sie im Zweifelsfall frühzeitig Kontakt zu WindowMaster oder dem Hersteller auf.

---

## Die genaue Ausarbeitung der Ausschreibung

Eine präzise Ausschreibung kann Ihnen einige Probleme ersparen, denn die meisten hochwertigen Antriebe sehen sich ähnlich, aber nicht alle können Ihren Erwartungen gerecht werden. Während das Aussehen des Antriebs für die Ästhetik wichtig ist, hat es jedoch keinen Einfluss darauf, wie gut der Antrieb seiner Funktion gerecht wird. Beim Ausarbeiten der Ausschreibung sollten Sie Ihre Erwartungen an den Nutzen des Projekts und den Vorteil für den Kunden deutlich machen. Überlegen Sie sich, welche der folgenden Punkte für das Projekt und Ihren Kunden wichtig sind:

- ein niedriger Geräuschpegel während des Bedienens, um Störungen zu begrenzen
- ein hohes Maß an Sicherheit, um im Falle eines Einklemmens die Gebäudenutzer zu schützen
- die Möglichkeit einer genauen Kontrolle, um Zugluft und Probleme mit der Energieversorgung zu vermeiden
- eine minimale optische Beeinträchtigung durch Verkabelungen an den Fenstern
- synchronisierte Antrieben an größeren Fenstern, um ein Verziehen der Fensterrahmen zu vermeiden
- besondere Farbenforderungen
- Echtzeitanzeige von Unregelmäßigkeiten für den Gebäudebesitzer.

# Umweltzertifikate

Intelligente natürliche Lüftung ist ein wesentlicher Faktor, um ein grünes Profil und eine Umweltzertifizierung des Gebäudes zu erreichen.

Es gibt mehrere Bewertungssysteme, um das Design von Hochleistungsgebäuden zu fördern, und diese empfehlen eine natürliche Lüftung als die beste Lösung für die Luftqualität und minimale Auswirkungen auf die Umwelt.

## WindowMasters natürliche Lüftungslösungen helfen Ihnen bei folgenden Themen:

- 1 Reduzierung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen.
- 2 Ein gutes thermisches Raumklima in jeder Jahreszeit.
- 3 Einsatz von kostenloser Kühlung durch Nachtkühlung.
- 4 Reduzierter Materialverbrauch im Vergleich zur mechanischen Lüftung, was sich positiv auf das Life Cycle Assessment des Gebäudes auswirkt.
- 5 Senkung der Baukosten im Vergleich zur mechanischen Lüftung, was sich positiv auf die Life Cycle Costs auswirkt.
- 6 Eine präzise und exakte Steuerung von Antrieben mit der MotorLink®-Technologie.



### BREEAM

Mit den Innenraumklima-Lösungen von WindowMaster können Sie bis zu 42 BREEAM Punkte erreichen.



### DGNB

Mit den Innenraumklima-Lösungen von WindowMaster können Sie bis zu 80 DGNB Punkte erreichen.



### LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

Mit den Innenraumklima-Lösungen von WindowMaster können Sie bis zu 22 DGNB Punkte erreichen.



## Projekt- beispiele

## HouseZero, Universität Harvard – Center for Green Buildings and Cities



### Innovativer und holistischer Design-Ansatz

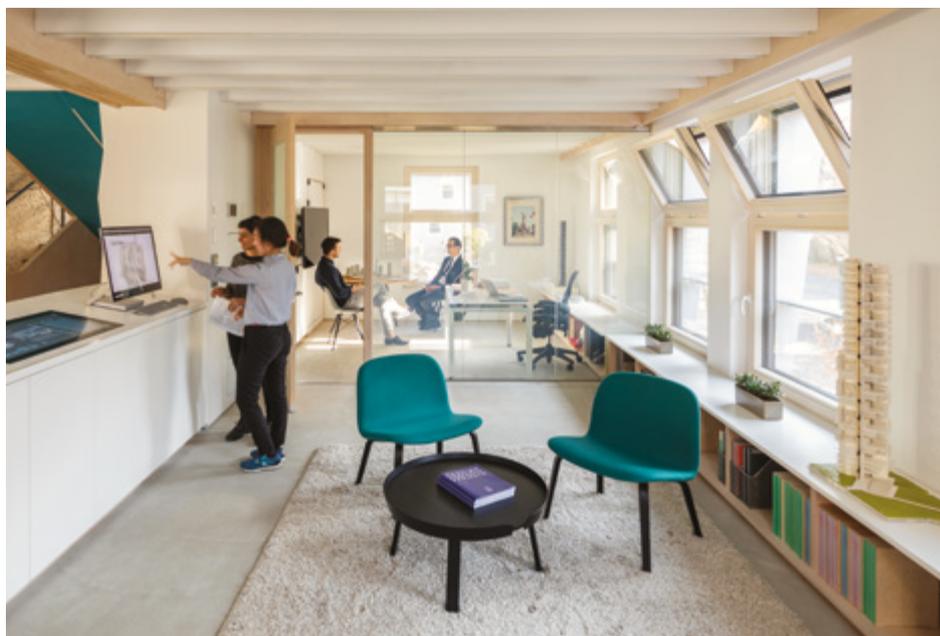
In Zusammenarbeit mit dem norwegischen Architekturbüro Snøhetta und Skanska Technology hat WindowMaster Control Systems das natürliche Lüftungssystem für das neue Hauptgebäude des Center for Green Buildings und Cities der Universität Harvard entwickelt. Ziel war es, einen Gestaltungsraum zu schaffen, der die Kreativität und Produktivität der Nutzer unterstützt. Das Wohnhaus aus den vierziger Jahren auf dem Campus der Universität Harvard wurde ausgewählt, um zu zeigen und andere zu inspirieren, wie altes und konservatives Design zu einer hocheffizienten Einrichtung mit ehrgeizigen Leistungszielen umgebaut werden kann. Das Gebäude wird voraussichtlich Ende 2017 fertig gestellt sein und Forschungsarbeiten zum globalen Klimawandel und zur nachhaltigen Gebäudesanierung beherbergen.

### Highlights

- Die Lüftung des Gebäudes wird zu 100% von WindowMaster geliefert, um einen minimalen Energieverbrauch zu erreichen.
- Das WindowMaster-System, NV Advance®, wird auch die Sonneneinstrahlung und die Fußbodenheizung und -kühlung im gesamten Gebäude steuern.
- Zusätzlich zur natürlichen Lüftung wird es zu 100% tageslichtautonom sein, keine CO<sub>2</sub>-Emissionen haben und wird Netto-Nullenergie für seinen Heiz- und Kühlbedarf erreichen.
- Antriebe mit dem intelligenten MotorLink®-System werden für die exakte Zwei-Wege-Kommunikation, den dreistufigen Geschwindigkeitsbetrieb, die Drucksicherungsfunktion und die Wendefunktion zum Schutz von Wetterdichtungen eingesetzt.

## Ein gesundes Innenraumklima

Durch die Überwachung der CO<sub>2</sub>-Konzentration, der Feuchtigkeit und der Temperatur im Innenraum kann das automatisierte Lüftungssystem den Luftstrom durch die Fensteröffnungen und den Schornstein des Gebäudes steuern und schafft dadurch eine optimale Innenraumumgebung. Um den Luftstrom durch jede einzelne Öffnung bei gegebener Windrichtung und Geschwindigkeit genau zu messen, wurde eine Simulation mithilfe der numerischen Strömungsmechanik durchgeführt. Das Gebäude und seine Umgebung wurden durch ein fortschrittliches Softwareprogramm modelliert, sodass der Luftstrom durch die einzelnen Öffnungen basierend auf dem Winddruckkoeffizienten für verschiedene Windrichtungen präzise berechnet werden konnte.



Fotografie von Michael Grimm©

„Bisher konnte diese Effizienz nur in Neubauten erreicht werden. Wir wollen demonstrieren, was möglich ist, zeigen, wie dies nahezu überall möglich ist, und eines der größten Energieprobleme der Welt lösen – bestehende ineffiziente Gebäude.“<sup>[20]</sup>

Ali Malkawi  
Professor für Architekturtechnologie  
der GSD, Gründungsdirektor des  
Harvard Center for Green Buildings  
and Cities und der Schöpfer des  
HouseZero-Projekts

## Der Tower bei PNC Plaza, Pittsburgh



Der Tower beim PNC Plaza ist der 800.000 Quadratmeter große Hauptsitz der PNC Bank in Pittsburgh, Pennsylvania.

Das 33-stöckige Gebäude, das sowohl in Bezug auf Design als auch auf umweltfreundliche Lösungen als markantes Gebäude geplant ist, hat ein Baubudget von rund \$240 Millionen. Das Gebäude wurde mit modernster grüner Technologie ausgestattet, einschließlich einer doppelten Fassade und eines Sonnenkamins. Es wurde so konzipiert, dass es die LEED Platinum-Zertifizierung übertrifft und der grünste Büroturm der Welt ist.

### Die WindowMaster Lösung

WindowMaster hat mehr als **6300 Fensterantriebe** zur Steuerung von 700 parallelen Fenstern in der

äußeren Doppelfassade und 1450 automatisierten Lüftungsöffnungen in der Innenfassade geliefert.

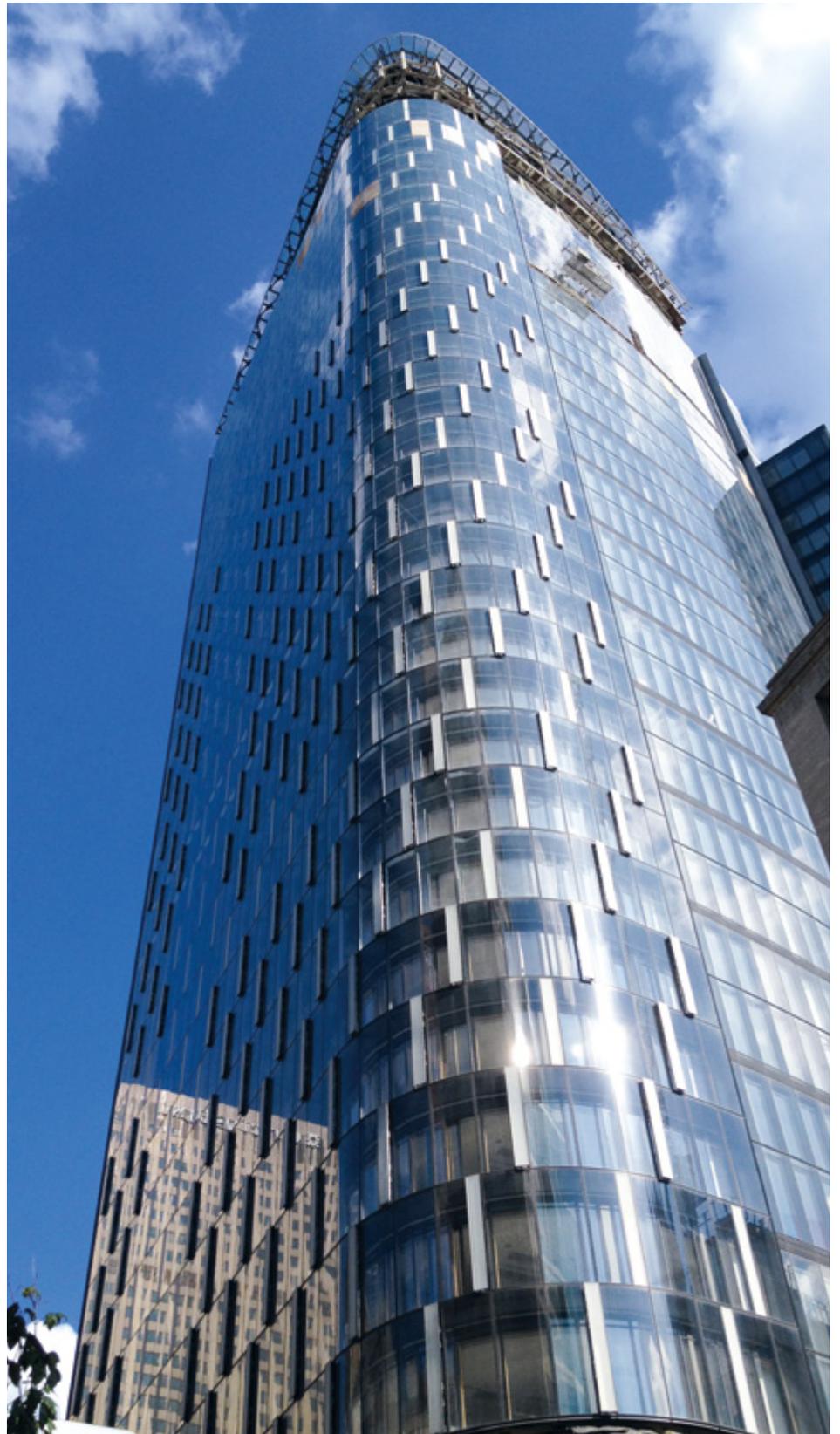
Von seiner einzigartigen, atmungsaktiven Doppelhülle bis hin zu seiner innovativen Arbeitsplatzstrategie – der Tower steigert die Leistung auf ein neues Niveau. Das Gebäude "atmet" mit einer Doppelfassade: ein natürliches Lüftungssystem mit einer äußeren Wetter- und Luftbarriere aus Glas und einer inneren Schicht mit automatischen Lüftungsöffnungen, einer Holzvorhangwand und manuell betätigten Schiebetüren. Eine Reihe von automatischen Sensoren auf beiden Ebenen öffnet das Gebäude bei gutem Wetter für Luft.

Der Hauptgrund für die Wahl von WindowMaster als Lieferant für dieses Projekt ist die MotorLink®-Technologie, die eine echte Synchronisierung von

vier Fensterantrieben auf einem parallelen Fenster und eine exakte Positionssteuerung und Rückmeldung über das BACnet GLT ermöglicht.

„Die Forschung hat uns gezeigt, dass wir in 45% der Fälle unsere Fenster für Frischluft öffnen und die mechanische Lüftung im Gebäude im Wesentlichen ausschalten könnten. Wir mussten eine doppelte Haut schaffen, die über ein Gebäudeleitsystem funktionierte, das während der optimalen Wassertage geöffnet wird...“

Doug Gensler  
Geschäftsführer | Gensler Boston



## Die University of Baltimore School of Law, Baltimore



Das neue Haus des John and Frances Angelos Law Center auf 192.000 Quadratfuß vereint zum ersten Mal in der Geschichte der Schule Klassenzimmer, Fakultätsbüros, Verwaltungsräume und die Rechtsbibliothek unter einem Dach. Das Gebäude befindet sich an der markanten Kreuzung der Mount Royal Avenue und der Charles Street und definiert die Law School funktional und symbolisch als akademische und soziale Verbindung, die hochmoderne Lehr- und Lernmöglichkeiten bietet.<sup>[21]</sup>

### Die WindowMaster Lösung

WindowMaster hat mehr als 1000 MotorLink® Fensterantriebe zur Verfügung gestellt, die die intelligenten Fassaden in das Gebäudemanagementsystem von LONworks integrieren. Dies ermöglicht die volle Kontrolle über jedes motorisierte Fenster. Die Fenster werden

dann automatisch geschlossen, wenn die Klimaanlage eingeschaltet ist, und steht den Benutzern durch die Übersteuerungsschalter zum Öffnen und Schließen zur Verfügung, wenn die Klimaanlage ausgeschaltet ist.

In den regelmäßig besetzten Räumen sind funktionsfähige Fenster vorhanden, so dass die Benutzer ihre Umgebung direkt steuern können. In allen Büro-, Lehr- und Bibliotheksräumen haben die Nutzer eine lokale Kontrolle über die bedienbaren Fenster und werden über eine grüne Anzeigeleuchte, die geeignete Zeiten zum Öffnen eines Fensters mitteilt, über günstige Außenbedingungen informiert. Die bedienbaren Fenster im Atrium werden vollständig vom Gebäudeautomationssystem gesteuert, die sich nach der Qualität der Außenbedingungen richtet.. Atrium-Rauchabzugsventilatoren werden im natürlichen Lüftungsmodus mit niedriger Geschwindigkeit aktiviert,

um eine gute Querlüftung durch alle Räume zu gewährleisten, und akustisch geschützte und feuergeschützte Transferöffnungen werden von den Außenbereichen des Atriums bereitgestellt.

Außentemperaturen in Baltimore sind etwa 40% des Jahres (red. 5 Monate für eine natürliche Lüftung geeignet. Daher wird ein Mixed-Mode-Ansatz für das Innenraumklima gewählt, mit mechanischer Lüftung, Heizung und Kühlung während der extremen Jahreszeiten und natürlicher Lüftung im Frühjahr und Herbst. **Das Law-Center verfügt zwar über ein konventionelles HVAC-System, dieses ist aber weniger als halb so groß wie ein normales für ein Gebäude seiner Größe.**



## Das Bullitt Center, Seattle



Das Bullitt Center ist ein leistungsstarkes städtisches Bürogebäude, das eine gewerbliche Struktur mit praktisch keinem ökologischen Fußabdruck demonstriert. Das sechsstöckige, 52.000 Quadratfuß große Gebäude wurde auf das Ziel der Netto-Nullenergie, Wasser und Abfall untersucht – was zu einem beispiellosen EUI von 10 kbtu/sf/Jahr führte.

Im Bullitt Center geht es darum, die Normen für Design und Konstruktion eines typischen Bürogebäudes zu ändern. Die Herausforderung, die PAE, der Mechaniker und Elektroingenieur des Projekts akzeptierten, war die Gestaltung des Lüftungssystems, um die Nutzer bei einem im Vergleich zu einem normalen Bürogebäude radikal geringeren Energieverbrauch zu halten. Die drei wichtigsten Strategien, um eine komfortable Büroumgebung zu schaffen, sind eine leistungsstarke Hülle, eine passive Kühlung durch motorisierte Fenster

und eine Fußbodenheizung zum Heizen und Kühlen des Raums.

### Die WindowMaster Lösung

Justin Stenkamp von PAE ist der Ansicht, dass die neue Norm darin bestehen sollte, dass die Nutzer und der Gebäudebetreiber die Strategien teilen, die den effizienten Betrieb des Gebäudes unterstützen. Die Nutzer müssen sich den Zielen anschließen und verstehen, wie sie die Energieeffizienz des Gebäudes optimieren können. Im Bullitt Center gibt es eine Übersteuerung für die Kontrolle der Fenster auf dem Computer jedes Nutzers und einen Kippschalter in jedem Mietraum.

In einem Standard-Bürogebäude gibt es eine Trennung zwischen dem Wetter im Freien und der Innentemperatur. Wir alle kennen die Kälte, wenn

wir vom warmen Sommer in ein typisches Bürogebäude gehen. Der alte Stil besteht darin, dass das Gebäude das ganze Jahr über eine Standardtemperatur behält, unabhängig davon, was draußen passiert. Am Bullitt Center ist es anders. Im Sommer wird das Interieur etwas wärmer und passt zu Ihrer Sommerkleidung. Der letzte Sommer war ein heißer Tag für Seattle und das Gebäude war in der Lage, eine maximale Innentemperatur von 78° F zu halten, selbst wenn es draußen in den 90ern war.

Die Innenräume werden von einem Computer gesteuert, der als Gehirn des Gebäudes funktioniert und die äußeren Umweltbedingungen in Reaktionen an der Gebäudeumhüllung umsetzt – zum Beispiel die Verwendung der Außenlamellen oder das Öffnen der Fenster, um die Fußbodenheizung auf jedem Stockwerk zu erwärmen oder teilweise zu kühlen.<sup>[22]</sup>

”Um den Energieverbrauch auf 23 Prozent der Größe eines traditionellen Gebäudes zu reduzieren, wird natürliches Licht 82 Prozent der gesamten Beleuchtung ausmachen, dank der übergroßen Fenster und der höheren Decken, die das Licht weiter nach innen tragen. Und das gilt auch für die Luft, denn das elektronische ‚Gehirn‘ des Gebäudes öffnet und schließt automatisch die Fenster, je nach Temperaturbedarf, wodurch keine Klimaanlage mehr benötigt wird.“

Quelle: Time Inc, Juni 2012



Fotografie von Tom Kessler

## University of San Francisco John Lo Schiavo, San Francisco



Die Universität von San Francisco (USF) musste ihre unschöne Harney Hall von 1966 ersetzen, die gebaut wurde, als die wissenschaftlichen Einschreibungen nur die Hälfte des heutigen Niveaus ausmachten. Bau eines neuen State-of-the-Art-Wissenschaftsgebäudes (S. J. Center for Science and Innovation) im Zentrum des USF-Hauptcampus, unmittelbar neben zwei bestehenden Gebäuden. Die Klassenräume umfassen Chemie-Labore mit Abzugshauben, Physiklabore, Hörsäle, Computerräume und Gemeinschaftsräume. Das 61.610 Quadratfuß große Gebäude hatte ein Budget von \$43 Mio. und wurde mit LEED Gold ausgezeichnet.

und zur Nutzung von Umgebungswärme zur Temperaturkontrolle bieten. Im Einklang mit den Windmustern des Campus ist das Gebäude für natürliche Lüftung ausgelegt. In Beton eingebettete Rohrleitungssysteme lassen Wasser heiß und kalt laufen, was die Temperatur des Gebäudes kontrolliert. [23]

### Die WindowMaster Lösung

Ein grünes Merkmal des größtenteils gläsernen Gebäudes sind die Klima-kontrollierten Fenster, die sich je nach Temperatur öffnen oder schließen und Funktionen zur Verhinderung von Reflektion

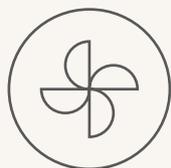
**42%**

Einsparung von title 24  
baseline



**Passive Lüftung**

Natürliche Lüftung /  
Fußbodenheizsystem



**Aktive Lüftung**

Typ 1:  
Intensiver Laborraum  
100% Außenluft

Typ 2:  
Overhead /  
Verschiebung

Typ 3:  
Fußbodenheizungsluft



## Green Lighthouse, Kopenhagen



Green Lighthouse war Dänemarks erstes zertifiziertes nachhaltiges Gebäude und wurde als erstes Gebäude des Landes mit einem LEED Gold-Rating ausgezeichnet.

Green Lighthouse, ein Fakultätsgebäude für die Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität von Kopenhagen in Dänemark, ist darauf ausgelegt, das Wohlbefinden der im Gebäude arbeitenden Menschen zu optimieren sowie CO<sub>2</sub>-neutral zu sein.

Die 10.000 Quadratfuß (950 m<sup>2</sup>) wurden im Zusammenhang mit der UN-Klimakonferenz COP15 in Kopenhagen im Jahr 2009 als Demonstrationsgebäude gebaut, mit einem starken Fokus auf Energieverbrauch und erneuerbaren Energien.

### Die WindowMaster Lösung

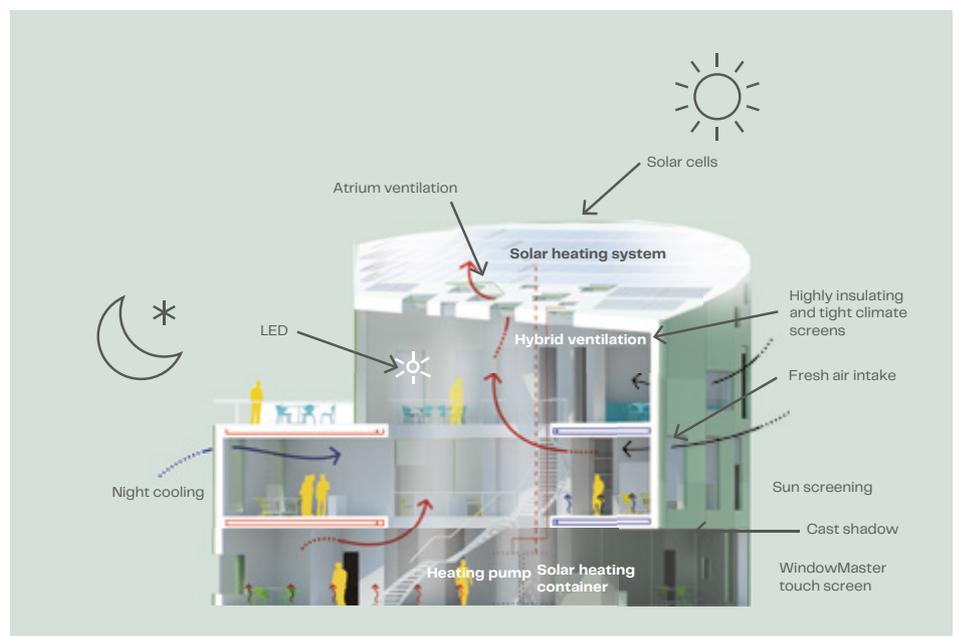
Ein wichtiges Element zur Erreichung der CO<sub>2</sub>-Neutralität ist der Einsatz von Technologien, die

den Stromverbrauch reduzieren. Herkömmliche Lüftungssysteme sind in der Regel einer der großen Stromverbraucher. Daher wurde eine automatische Fenstersteuerung (natürliche Lüftung) installiert, um die Frischluft im Gebäude zu gewährleisten. Die mechanische Lüftung ist nur für einen sehr begrenzten Teil des Jahres in Betrieb.

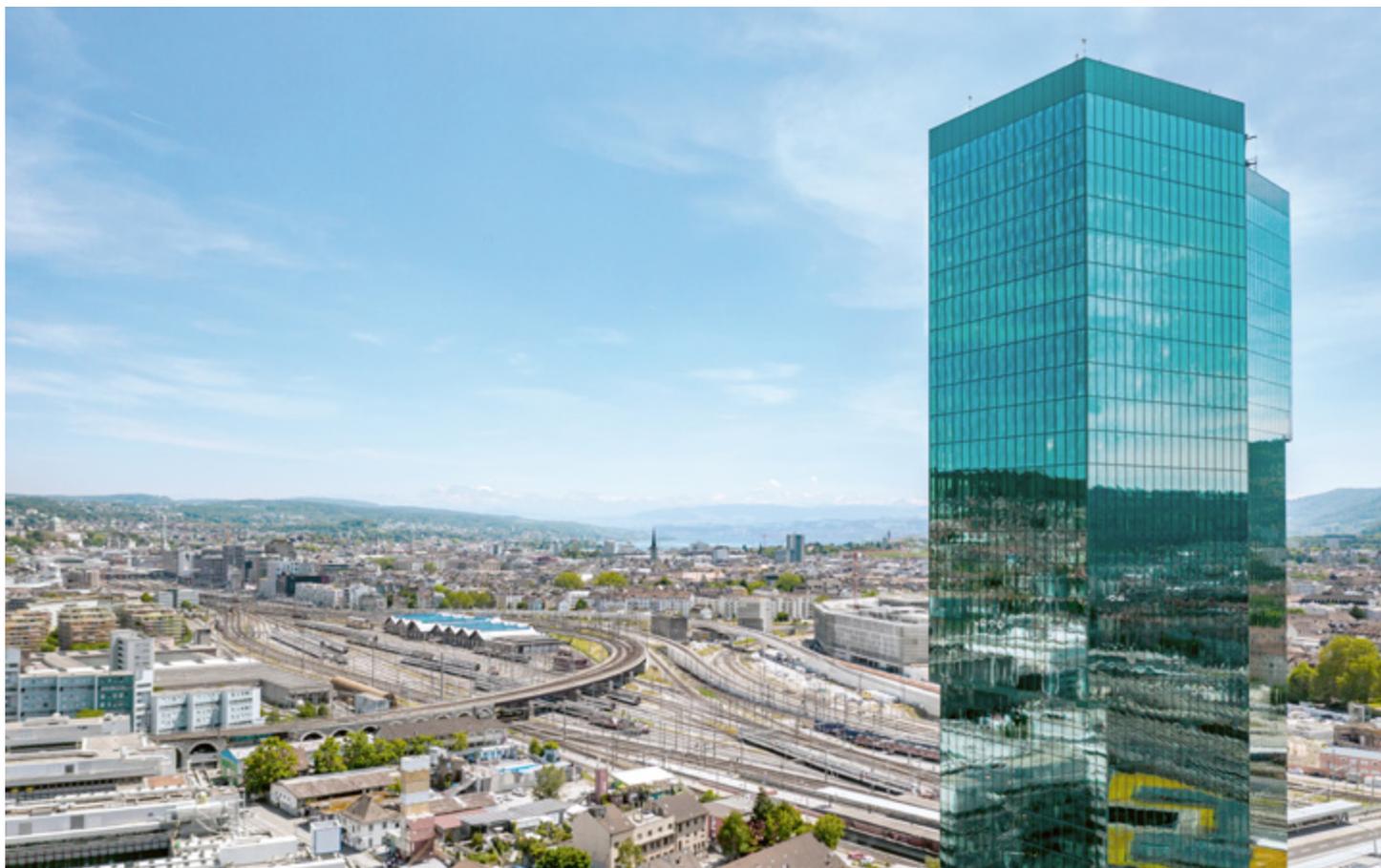
NV Advance® von WindowMaster sorgt dafür, dass das Gebäude jederzeit die effizienteste Energieform nutzt. Dies geschieht durch kontinuierliche Messung von Raumtemperatur, CO<sub>2</sub> und Licht und unter Verwendung der Aufzeichnungen der Wetterstation von Außentemperatur, Windgeschwindigkeit und -richtung, Sonnenschein und Regen. Basierend auf all diesen Daten ermittelt NV Advance®, welche Art von Lüftung optimal ist und ob eine Heizung oder zusätzliche elektrische Beleuchtung benötigt wird.

Während des größten Teils des Jahres erfolgt die Lüftung ausschließlich über die automatische Steuerung von Fenstern, die je nach Bedarf an Lüftung und Frischluft in jedem Raum/Bereich geöffnet und geschlossen werden. An kalten Tagen wird eine mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung eingesetzt. An warmen Tagen wird in den großen Tagungsräumen gekühlt.

Zwei Jahre nachdem Green Lighthouse an der Universität von Kopenhagen die Türen geöffnet hatte, wurde es das erste Gebäude des Landes, das als milieugerechtes Gebäude zertifiziert wurde. Green Lighthouse wurde eine LEED Gold-Rating gegeben. Darüber hinaus wurde das Gebäude als Pilotprojekt ausgewählt, um das dänische Zertifizierungssystem DGNB-DK zu testen, und wurde mit DGNB Silber ausgezeichnet.



## Prime Tower, Zürich



Der 126 Meter hoher 430.000 Quadratfuß großer (40.000 m<sup>2</sup>) Prime Tower in Zürich, das höchste Gebäude der Schweiz, wurde von den Architekten Annette Gigon und Mike Guyer entworfen, um an der Spitze der milieugerechten Gebäudetechnik zu stehen.

Die Entwicklung beherbergt Büros, Restaurants und Bars, Einzelhandelsgeschäfte und Betreuungseinrichtungen. Im Rahmen der milieugerechten Bauweise des Gebäudes verfügt es über eine natürliche Lüftung, die durch das automatische Fensterleitsystem MotorLink<sup>®</sup> gesteuert wird.

### Die WindowMaster Lösung

Schüco lieferte in Zusammenarbeit mit den Fassadenplanern Emmer Pfenninger Partner und

Fassadenhersteller Dobler Metallbau eine Installation von **6.910** WindowMaster-Fensterantrieben für die Automatisierung von 1.382 parallel öffnenden Fenstern inklusive je einem Drehstangenverriegelungsmotor für jedes Fenster. Diese MotorLink<sup>®</sup>-Antriebe sind mit MotorLink<sup>®</sup> MotorControllern verbunden, um vor allem die natürliche Lüftung zu steuern.

Die Fenster im Prime Tower sind große rechteckige, parallel öffnende Fenster, die etwa 360 kg wiegen. Um sicher unter Last zu arbeiten, ist jedes Fenster mit vier WindowMaster-Antrieben und einem speziellen Drehstangen-/Verriegelungsantrieb ausgestattet.

Die Fensterantriebe kommunizieren mit dem MotorController über die digitale MotorLink<sup>®</sup>-Technologie. Eine genaue Rückmeldung bezüglich der Position sowie eine genaue Synchronisation der

Antriebe sind somit gewährleistet.  
Die Kettenantriebe und andere  
Komponenten wurden nach  
strengen Leistungsstandards  
geprüft und zugelassen.



Fotografie von Swiss Prime Site

## San Diego Weiterbildung Mesa College Campus, San Diego



Die Einrichtung wurde von der U.S. Green Building Council mit der LEED Silber-Zertifizierung ausgezeichnet und ist damit die 14. LEED-zertifizierte Einrichtung des Bezirks. Natürliche Lüftung und Tageslicht spielten eine große Rolle, während nachhaltige Baumaterialien und hocheffiziente Sanitär- und mechanische Systeme ebenfalls zu den grünen Qualifikationen beitrugen.

Dieses 22,5-Millionen-Dollar-Schulprojekt konsolidiert Programme wie Englisch als Zweitsprache und Behindertenhilfe in einem hellen und luftigen zweistöckigen Lernzentrum von 37.700 Quadratfuß (3500 m<sup>2</sup>). Die Projektgenieure haben nachhaltige Elemente wie natürliche Lüftung und natürliche Beleuchtung integriert, um den Energieverbrauch des Gebäudes im Vergleich zu den staatlichen Anforderungen um **43% zu reduzieren**.

### Die WindowMaster Lösung

Die natürliche Lüftung erfolgt über automatische Fensterantriebe im Klassenraum. Im hinteren Teil jedes Klassenzimmers befinden sich automatische, hochgelegene Lüftungsöffnungen, die die Luft in die Gemeinschaftsbereiche (Gänge) leiten können, in denen die Luft durch die hoch automatisierten Fenster im Obergadenbereich ausgeleitet wird.

Jeder Lehrer steuert die Temperatur des Klassenzimmers durch einen einzigen Schalter an der Wand, der die Wahl zwischen natürlicher und mechanischer Kühlung bietet. Wenn die Temperatur in die Komfortzone fällt (was sie die meiste Zeit des Jahres tut), entkoppelt das natürliche Lüftungssystem die mechanische Klimaanlage und öffnet automatisch die Fenster.

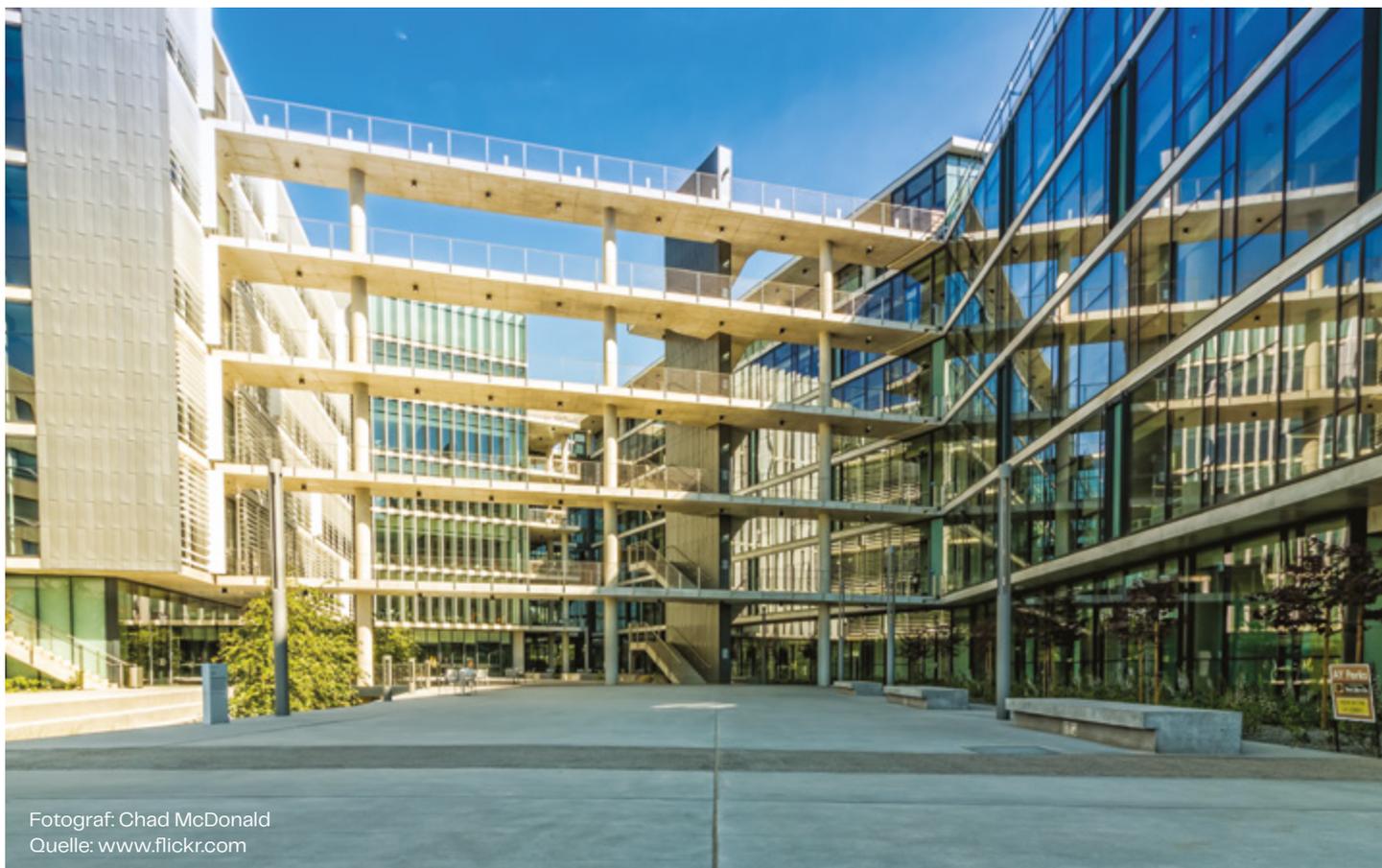
Im Design-Entdeckungsprozess berichteten die Lehrer, dass sie sehr gerne die Fenster und Türen öffnen. Dieses Gebäude fördert dieses Verhalten, sodass erwartet wird, dass die Lehrer die meiste Zeit natürliche Lüftung wählen.

WindowMaster wurde ausgewählt, um die mehr als 100 Motoren für die natürliche Lüftungslösung für seine MotorLink®-Technologie zu liefern. MotorLink® ist eine digitale Datenkommunikationstechnologie, die eine verbesserte Steuerung und Funktionalität bietet, bei der automatische Fenster und natürliche Lüftung Teil eines Gebäudemanagementsystems sind.

43% Reduzierung des Energieverbrauchs des Gebäudes, verglichen mit den staatlichen Anforderungen



## Qualcomm Campus Gebäude AY & Gebäude AZ, San Diego



Der Pacific Center Campus von Qualcomm besteht aus dem Gebäude AY, einem ungefähr 357.000 Quadratfuß großen, sechsstöckigen Büro/Laborgebäude und dem Gebäude AZ, einem ungefähr 67.000 Quadratfuß großen, zweistöckigen Mehrzweckgebäude mit einem Lern-/Konferenzzentrum, Küche/Café, einem Gesundheits-/Fitness-Center und einem Theater. Die Gebäude werden so gestaltet, dass sie die LEED Gold-Zertifizierung erhalten.

Nachhaltige Merkmale sind ein architektonischer Bioswale zur Entfernung von Schlamm und Verschmutzung durch Oberflächenabflusswasser im Innenhof, natürliches Tageslicht und eine hochmoderne Fassade, die Hitze und Blendung kontrolliert. Es ist auch eines der größten natürlich belüfteten Gebäude des Landes. Diese Hochleistungsfunktionen schaffen eine hochwertige Arbeitsumgebung.

### Die WindowMaster Lösung

WindowMaster hat fast 1000 Antriebe für zwei Gebäude an der Qualcomm Pacific Center in San Diego, USA, geliefert.

Die Gebäude sind so konzipiert, dass sie passive Designstrategien optimieren, um hohe Leistungsergebnisse zu erzielen, und um ein qualitativ hochwertiges Arbeitsumfeld im Innenraum zu bieten, um die Produktivität der Mitarbeiter zu steigern. Die Ost/West-Ausrichtung der Gebäude und die schmalen Bodenplatten sorgen für natürliche Lüftung und Tageslichtnutzung. Eine leistungsstarke Fassadenkonstruktion steuert die Wärmeentwicklung und Blendung.

# Kontaktieren Sie uns

Möchten Sie über ähnliche Themen und zukünftige Trends der natürlichen Lüftung auf dem Laufenden bleiben? Abonnieren Sie unseren Newsletter oder kontaktieren Sie uns direkt, wenn Sie Feedback oder Fragen zum Unternehmen oder zur intelligenten natürlichen Lüftung haben.

Sie können uns auch auf Facebook, Twitter und LinkedIn folgen oder unser Buch mit Ihren Kollegen teilen.



## Referenzen

- [1], [4] Hayward, "Rule of thumb", BSRIA 1995
- [2] <https://www.buildinggreen.com/blog/we-spend-90-our-time-indoors-says-who>
- [3] Sundell, J. (2004). Health and Comfort in Buildings. Sustainable Built Environment – Vol. 1.
- [5] Carbontrust.com
- [6] R.T. Hellwig et. Al. Thermal comfort in offices
- [7] Fraunhofer IBP report RK 013&2012&295
- [8], [10], [15] Carnegie Mellon (2004), Guidelines for high performance in building
- [9], [11] H.W. Meyer et al, 2005. Mould in floor dust and building-related symptoms amongs adolescent school children: A problem for boys only?. Indoor Air, 15 (suppl 10), 17-24
- [12], [19] Carnegie, M., Guidelines for High Performance Buildings – Ventilation and Productivity
- [13], [16] <http://cbpd.arc.cmu.edu/ebids>
- [14] Grün, G, & Urlaub, S. (2015), Impact of the indoor environment on learning in schools in Europe, Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
- [17] Heschong Mahone Group (Aug. 1999). Daylighting in Schools, An Investigation Daylighting and Human Performance, Detailed Report. Fair Oaks, CA.
- [18] The Impact of Different Ventilation Levels and Fluorescent Lighting Types on Building Illness: An Experimental Study (Sterling, E & Sterling T., Canadian J. Public Health, Vol. 74, Nov/ Dec. 1983).
- [20] [www.harvardcgbc.org](http://www.harvardcgbc.org), May 24<sup>th</sup>, 2017
- [21] J. Michael Barber is a senior associate with Ayers/Saint/Gross
- [22] <http://www.bullittcenter.org/2014/01/22/natural-ventilation/>
- [23] <http://issuu.com/nbbj/docs/usf-case-study>

WindowMaster strebt danach, Menschen und ihre Umwelt zu schützen. Dies geschieht durch das Erschaffen eines gesunden und sicheren Raumklimas. Hierbei werden Räume durch Fassaden- und Dachfenster automatisch mit frischer Luft versorgt – in Einzelbüros, Bürogebäuden, Schulen, Krankenhäusern, Einkaufszentren, Hochhäusern und vielen mehr.

Wir bieten dem Baugewerbe vorausschauende, flexible und intelligente Fensterantriebe sowie Steuersysteme für natürliche Lüftung, Hybridlüftung und RWA-Anlagen in hochwertiger Qualität.

WindowMaster beschäftigt erfahrene Spezialisten in Dänemark, Norwegen, Irland, Deutschland, dem Vereinigten Königreich, der Schweiz und in den USA. Darüber hinaus arbeiten wir mit einem umfangreichen Netzwerk von zertifizierten Partnern zusammen. Mit unserer seit 1990 erworbenen Expertise sind wir von WindowMaster Ihr Partner, um den grünen Verpflichtungen des Baugewerbes nachzukommen und um die architektonischen sowie technischen Ambitionen zu erfüllen.

[windowmaster.com](http://windowmaster.com)