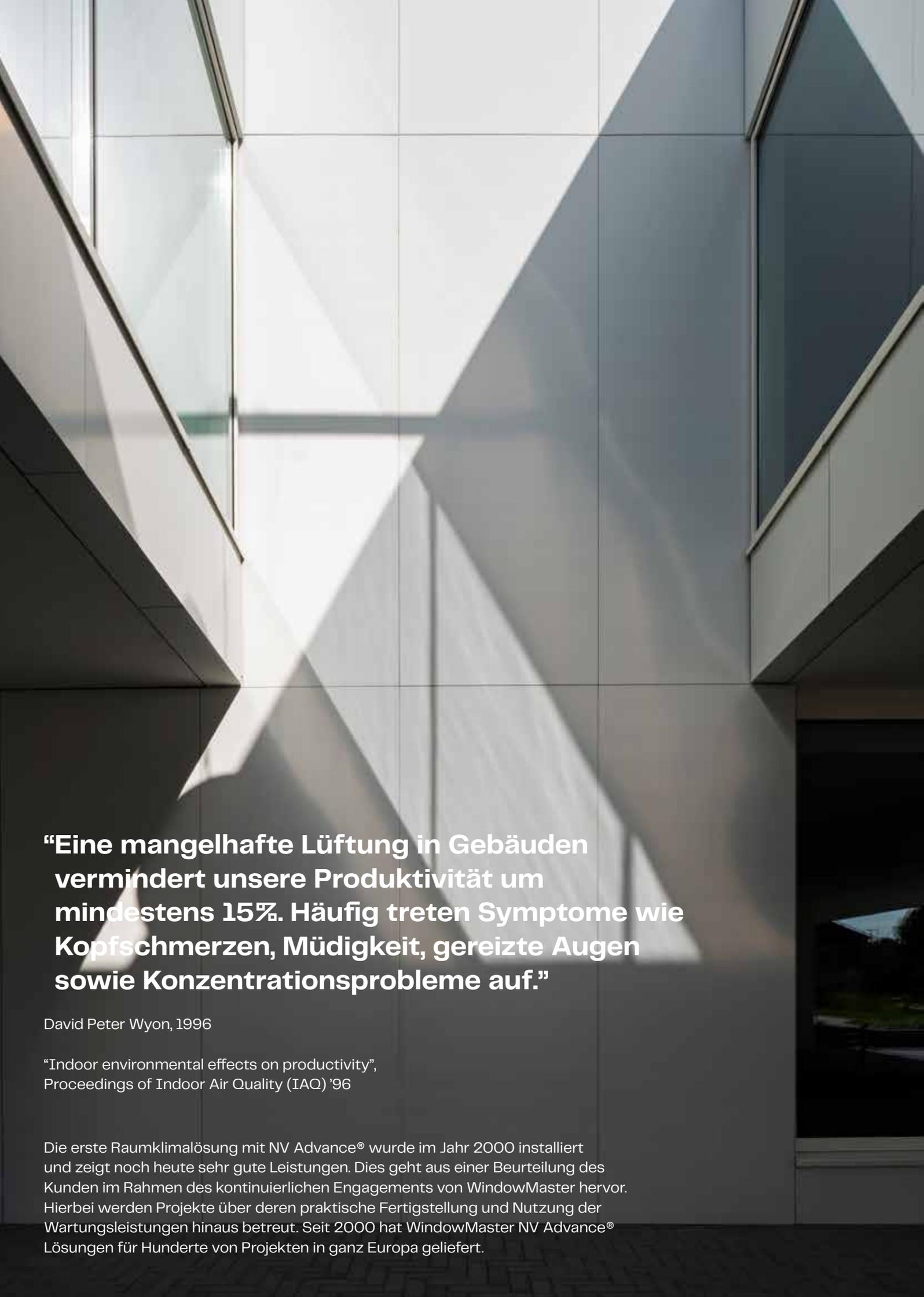


## **NV Advance®**

# Die leistungsstärkste Raumklimalösung für natürliche Lüftung

NV Advance® ist die leistungsstärkste Lösung für die natürliche Lüftung und intelligente Steuerung. Das System eignet sich ideal für große Gebäude mit mehr als acht Lüftungszonen





**“Eine mangelhafte Lüftung in Gebäuden vermindert unsere Produktivität um mindestens 15%. Häufig treten Symptome wie Kopfschmerzen, Müdigkeit, gereizte Augen sowie Konzentrationsprobleme auf.”**

David Peter Wyon, 1996

“Indoor environmental effects on productivity”,  
Proceedings of Indoor Air Quality (IAQ) '96

Die erste Raumklimalösung mit NV Advance® wurde im Jahr 2000 installiert und zeigt noch heute sehr gute Leistungen. Dies geht aus einer Beurteilung des Kunden im Rahmen des kontinuierlichen Engagements von WindowMaster hervor. Hierbei werden Projekte über deren praktische Fertigstellung und Nutzung der Wartungsleistungen hinaus betreut. Seit 2000 hat WindowMaster NV Advance® Lösungen für Hunderte von Projekten in ganz Europa geliefert.

# Inhaltsverzeichnis

- 4 Verbesserte Umwelt – drinnen und draußen
- 6 Häufige Probleme bei natürlicher Lüftung
- 8 ... und wie wir sie lösen
- 10 Was ist NV Advance®?
- 11 NV Advance® und MotorLink®-Technologie
- 12 Die Bedeutung von CFD für die Regelung eines guten Raumklimas
- 14 NV Advance®-Funktionen
- 16 Grundprinzipien der Lüftung
- 18 Wie NV Advance® funktioniert
- 19 Rechenbeispiele
- 20 Ratschläge – für die Gestaltung mit natürlicher Lüftung
- 22 Einsparungen mit natürlicher und Hybridlüftung
- 24 Systembeispiel
- 26 Vom Konzept und Ausführungsplanung bis zur Fertigstellung und darüber hinaus
- 30 Fallstudien

# Verbesserte Umwelt – drinnen und draußen

Lüftung spielt eine wichtige Rolle in der modernen Gebäudetechnik. Es geht dabei um den Unterschied zwischen einem Raum, der angenehm und energieeffizient ist und einem, der im Sommer überhitzt und im Winter den Heizenergieverbrauch und die Kosten in die Höhe treibt.

Weltweit entfallen derzeit 50% der gewerblichen Energienutzung und 45% der energiebedingten Emissionen auf Gebäude. Durch den zunehmenden Fokus auf Energieverbrauch, Kohlendioxidreduktion und Minimierung von Betriebs- und Wartungskosten kann daher effektive natürliche Lüftung eine stabile und zuverlässige Lösung bieten – Verbesserung des Raumklimas und Komforts, Produktivität und Reduzierung der Lebenszykluskosten des Gebäudes.

## **WindowMaster und natürliche Lüftung**

Seit 1990 bietet WindowMaster europaweit effektive Lüftungs- und Rauchabzugslösungen für ein breites Spektrum von Gebäude an.

Diese Erfahrungen und Kenntnisse ermöglichen es uns, Produkte und Lösungen für das bestmögliche nachhaltige Raumklima zu entwickeln. Mit unserem nachgewiesenen Kompetenzen bei allen Stufen des Projekts – von Lüftungsstrategie und Fassadengestaltung bis hin zur Inbetriebnahme und Wartung der Steuerung – sind die WindowMaster Lösungen so konzipiert, dass sie sowohl der Konstruktionsabsicht des Architekten als auch den technischen Anforderungen des Kunden gerecht werden.



### **NV Advance®**

NV Advance® ist die am weitesten verbreitete autarke Steuerung für natürliche Lüftung, bewährt durch über 20-jährige Entwicklung und praktische Anwendung durch Tausende von Benutzern und Kunden in den unterschiedlichsten Bereichen wie Bildung, Büros, Gesundheitswesen, Sportstätten und Einkaufszentren – jede Gebäudeart, bei der natürliche Lüftung verwendet werden soll.

Das System ist eine Komplettlösung für die Regelung des Raumklimas durch intelligente Steuerung der Fenster, Jalousien, Windfänger und mechanisch unterstützte Hybridlösungen. Die Regelungsstrategien bei NV Advance® wurden entwickelt, um das

bestmögliche Raumklima bei kleinstmöglicher Umwelt- und CO<sub>2</sub>-Belastung zu gewährleisten.

### **Erfahren Sie mehr**

Für weitere Informationen über intelligente Fassadenautomation, WindowMaster Optionen für Regelungslösungen und unsere Beratungsleistungen, besuchen Sie bitte unsere Website unter [windowmaster.com](http://windowmaster.com)



# Häufige Probleme bei natürlicher Lüftung

Die positiven Aspekte der natürlichen Lüftung liegen auf der Hand: ein gutes Raumklima, Reduktionen bei CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch im Energieverbrauch – und damit geringere Energiekosten.

In der Vergangenheit hat es jedoch auch umfangreiche Berichterstattungen über moderne Gebäude gegeben, bei denen natürliche Lüftungsstrategien oder -regelungen infolge von Faktoren wie Lärm, Überhitzung, starker Zugluft, schlechter Energieeffizienz und falscher Bedienung durch die Gebäudeleittechnik (GLT) während anspruchsvolleren Situationen versagt haben.

## **Ein komplexes Thema**

All diese Herausforderungen verlangen nach einer ausgereiften Lösung, die auf umfangreichen Kenntnissen und einem breiten Kompetenzspektrum basiert, um die Komplexität zu bewältigen.

Die optimale Lüftungsmenge hängt von den Anforderungen des Raumes ab, entweder aufgrund möglicher Überhitzung oder der Luftqualität.

Durch zu viel Lüftung besteht die Gefahr von Zugluft, körperlichen Beschwerden, übermäßigem verdrängten Wärmeverlust und schlechter Energieeffizienz /



Foto: LWA Architects

Heizkosten. Aber die Fähigkeit, die richtige Lüftungsmenge zu erzielen, ändert sich auch mit wesentlichen Faktoren wie Windgeschwindigkeit, Windrichtung relativ zu den Öffnungen und der Außentemperatur. Darüber hinaus ist es wichtig, Wärmeverlust, Lärmpegel, Sicherheit, Gesundheit und Schutz sowie andere Faktoren wie Regen mit zu berücksichtigen.

Forschungen zufolge müssen sich, um bei einfacheren Regelungsstrategien ein ausgewogenes Energieprofil zu erzielen, der Ventilator oder die Fensterpositionen möglicherweise 30 bis 40 Mal pro Tag pro Ventilator ändern. Bei einem typischen Klassenzimmer kann das

bedeuten, dass ein Fenster 160 Mal pro Tag geöffnet oder geschlossen werden muss, um ein ausgewogenes Klima und Energieprofil zu erzeugen. Dies zeigt, dass automatisierte, intelligente Belüftung viel mehr ist, als nur ein einfacher Ein / Aus-Betrieb, der auf einem Sollwert basiert. Einfache Regelungsstrategien, die all diese Variablen nicht berücksichtigen, können daher oft mehr Probleme schaffen als lösen.

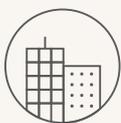
# ... und wie wir sie lösen



Foto: ©Stride Treglown – Tom Bright

Bei der Planung einer optimalen Lösung für eine natürliche Lüftung muss eine lange Liste von Variablen berücksichtigt werden. Die Lösungen von WindowMaster haben gezeigt, dass all diese Probleme durch die richtige Steuerung in den Griff zu bekommen sind, wodurch ein angenehmes Raumklima entsteht, bei gleichzeitiger Verbesserung der Umwelt – drinnen und draußen

### Einige der Faktoren, die NV Advance® zu einer einzigartigen Lösung machen, sind:



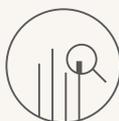
#### **Gebäudestandort und Umgebung**

Die Verwendung der richtigen Komponenten und der richtigen Technologie ist bei Weitem nicht genug, um eine optimale Lösung für eine natürliche Lüftung zu schaffen. Der Gebäudestandort und die Umgebung spielen bei der Festlegung aller notwendigen Parameter eine wichtige Rolle. Deshalb analysieren wir Windrichtungen und -geschwindigkeiten durch CFD-Berechnungen, um die perfekten Öffnungswinkel zu erhalten (siehe mehr dazu auf Seite 12).



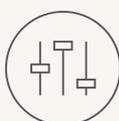
#### **Einzigartige MotorLink®-Technologie**

Durch den Einsatz der MotorLink®-Technologie arbeitet NV Advance® mit millimetergenauer Präzision und gibt eine Rückmeldung an jeden einzelnen Antrieb. Die Lösung bietet eine Echtzeit-Synchronisation zwischen mehreren Antrieben an einem Fenster sowie drei verschiedene Betriebsgeschwindigkeiten, die je nach Bedarf eingesetzt werden können (siehe mehr dazu auf Seite 11).



#### **Genauere Überwachung des Raumklimas**

NV Advance® überwacht ständig sowohl das Raumklima als auch die äußeren Witterungsbedingungen. Dadurch wird die Lüftungsmenge angepasst und das Raumklima auf einem komfortablen Niveau gehalten. Innenraumsensoren in allen Zonen erfassen Temperatur, CO<sub>2</sub>-Konzentration und Feuchtigkeit und eine Wetterstation sammelt Außendaten (mehr über die Produkte finden Sie auf Seite 24).



#### **Präzise Programmierung für effektive Automatisierung**

Ein gutes Raumklima ist von einer ständigen Kontrolle der genauen Position der Fenster abhängig, um die Zielwerte von Temperatur und CO<sub>2</sub> erreichen zu können. Zu diesem Zweck überwacht NV Advance® eine lange Liste von Parametern wie Raumtemperatur, CO<sub>2</sub>-Gehalt im Raum, Außentemperatur, Windgeschwindigkeit und -richtung und Niederschlag, bezogen auf die Ausrichtung der Fassade / Öffnung.

# Was ist NV Advance®?

Photo: Andrew HATFIELD

NV Advance® sorgt für ein hervorragendes Raumklima durch Einsatz einer modernen Regelungsstrategie für die präzise Positionierung der Fenster.

## **Die Strategie zieht folgendes in Betracht:**

- Gebäudestandort und Umgebung
- Nutzung des Gebäudes
- Windgeschwindigkeit und -richtung, Außentemperatur und Regen
- Fensterfassade und Dachkonstruktion und die abgeleiteten Luftströme durch die Fenster
- die Jahreszeiten
- aktuelle Temperatur und CO<sub>2</sub>-Gehalt in jedem Raum im Gebäude

NV Advance® nutzt den ISO-zertifizierten offenen Feldbus KNX für die Kommunikation zwischen MotorControllern, Sensoren, Tastern und Systemzentrale. Die Expertensoftware von WindowMaster ist für die natürliche Lüftung optimiert und in über 1000 Gebäuden in Europa getestet worden. Sie ist leicht mit anderen GLT -Stellen zu verbinden, um eine nahtlose zentrale Lösung oder eine schlüsselfertige, alleinstehende Lösung zu schaffen.

Die Software ist modulkonfiguriert für eine Einzelraumregelung und in der Lage, angefangen von einigen wenigen Räumen bis hin zu über 250 Räumen alles in einem einzigen System zu steuern.

## **Sicherheitsfunktionen**

Das System ist in der Lage, die Fensteröffnungen bei Regen oder starkem Wind zu schließen oder zu begrenzen. NV Advance® kann mit einem Rauch- und Wärmeabzug kombiniert werden, so dass das gleiche Fenster für eine natürliche Lüftung und im Brandfall für den Rauchabzug eingesetzt werden kann.

## **NV Advance® verwendet folgende Lüftungsmodi:**

- Komfortlüftung
- Optimierte Nachtauskühlung
- Spaltlüftung
- Stoßlüftung
- Frischluftfunktion
- Handbetätigung

## NV Advance® und MotorLink®-Technologie

NV Advance® verwendet die bekannte MotorLink®-Technologie, die von WindowMaster entwickelt wurde, um die Fenster zu steuern und optimales Raumklima in Gebäuden zu schaffen.

Diese Technologie ermöglicht eine Vielfalt an Funktionen, um die Anforderungen der modernen Fassaden-gestaltung zu erfüllen. Bei Steuerungen mit MotorLink®-Technologie gibt es eine digitale Datenkommunikation zu jedem einzelnen Fensterantrieb.

Die große Bandbreite der verfügbaren Funktionen innerhalb der MotorLink®-Technologie ermöglicht es den GLT-Anbietern, eine robuste, flexible und intelligente Regelungslösung zu liefern, die den individuellen Projektanforderungen gerecht wird.

### Top 5 Vorteile



#### **Flüsterleiser Betrieb**

Mit MotorLink® und TrueSpeed™ erhalten Sie einen fast geräuschlosen Fensterantrieb.



#### **Präzise Ansteuerung und Rückmeldung**

Sie bestimmen präzise die Stellgeschwindigkeit und den Öffnungswinkel. Die GLT erhält eine Rückmeldung zu Stellung und Störungen in Echtzeit.



#### **Synchronisierte, dynamische Fassaden**

Das synchrone Fahren mehrerer Antriebe sorgt mit einer großflächig koordinierten Öffnungs- und Schließbewegung für höchste Ästhetik.



#### **Einfachere Installation**

Weil MotorLink® MotorController die Kommunikation vom Fensterantrieb zur GLT steuern, müssen weniger Leitungen zur GLT geführt werden.



#### **Sicherer Betrieb**

Während des Schließvorgangs können die Fensterantriebe erkennen, wenn der Betrieb durch ein Objekt blockiert wird. Dann kehren sie die Stellrichtung um, um das Objekt wieder freizugeben.

# Die Bedeutung von CFD für die Regelung eines guten Raumklimas



Vom Flugzeugbau und Formel 1-Aerodynamik bis zu Automatisierungslösungen für Fenster bringen uns moderne Rechenleistung und Software zugängliche und effektive Werkzeuge um zu verstehen, wie sich Dinge unter verschiedenen Bedingungen verhalten. Damit können Ergebnisse besser vorhergesagt und gesteuert werden. CFD (Computational Fluid Dynamics / numerische Strömungsmechanik) bietet bei fachgerechtem Einsatz eine zeit- und kosteneffektive Möglichkeit die Wechselwirkung zwischen Wettervariablen und Gebäudeeigenschaften zu simulieren, um die Steuerung für ein gutes Raumklima effektiv zu programmieren.

CFD kann den Zeitaufwand, den man zum Schreiben einzelner Algorithmen für jede Fenstergruppe rund um das Gebäude brauchen würde, effektiv reduzieren. Es gibt genaue Anweisungsprofile heraus,

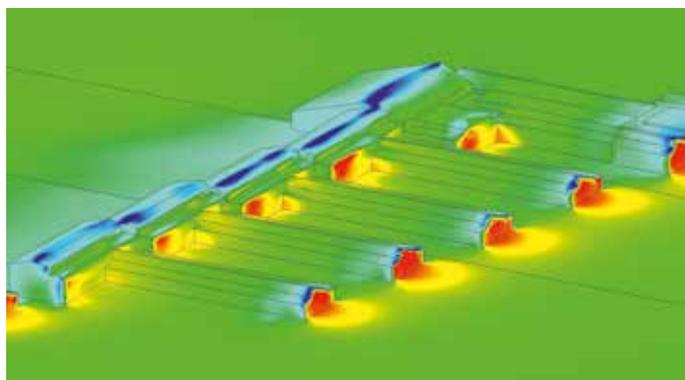
mit vorhersehbaren und daher steuerbaren und erwünschten Ergebnissen auch wenn sich Variablen ändern, anstatt so lange ausprobieren zu müssen, bis das gewünschte Ergebnis erreicht werden konnte.

NV Advance® nutzt dies in bewährter Vorgehensweise, da die Ergebnisse der CFD-Analyse die Grundlage für die Bestimmung der Winddruckkoeffizienten ( $C_p$ -Werte) für jedes Fenster für insgesamt 16 verschiedene Windrichtungen bilden. Diese Parameter, je nach Lüftungsbedarf in jedem Raum, bilden eine aktive Rolle bei den Regelalgorithmen in der NV Advance®-Software. Die erforderlichen Öffnungswinkel jedes Fensters werden basierend auf Windrichtung und -geschwindigkeit berechnet. Dies erfolgt auf der Grundlage des erforderlichen Luftwechsels in jedem Raum im Gebäude.

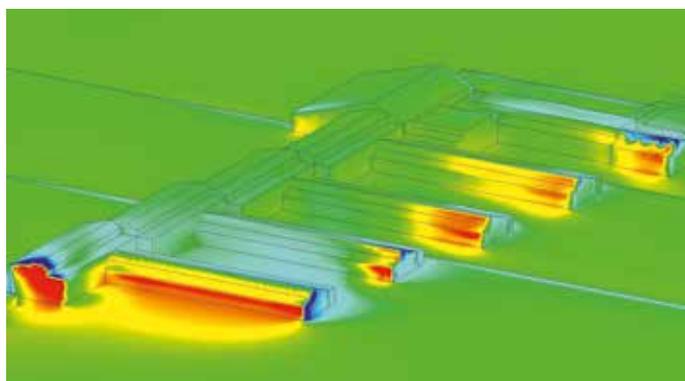
## Beispiel

Die Abbildungen auf der rechten Seite zeigen die Druckverteilung für zwei verschiedene Windrichtungen (O und S) bei einem NV Advance®-Projekt. Die verschiedenen Farben zeigen die Größe des Druckes auf die Fassade des Gebäudes an. Rot zeigt an, an welcher Stelle des Gebäudes der höchste Druck (Überdruck) auftritt, während blau niedrigen Druck (Unterdruck) anzeigt.

Es ist offensichtlich, dass es je nach Windrichtung große Unterschiede beim Winddruck auf der Fassade gibt. Deshalb müssen die Fenster auf verschiedenen Höhen in einem Bereich unabhängig voneinander geregelt werden, je nach Bedarf, Windrichtung und -geschwindigkeit, um die korrekte Lüftungsleistung zu erzielen.



CFD-Analyse, Windrichtung: O



CFD-Analyse, Windrichtung: S

# NV Advance®-Funktionen



## Optimierte Nachtauskühlung

Nachtauskühlung ist eine kritische Komponente, um die Leistung eines natürlich gelüfteten Gebäudes, das im Sommer benutzt wird, zu verbessern.

Durch das Öffnen der Fenster in der Nacht, lässt das Gebäude kühle Luft hinein, wo sie von Baustoffen mit hoher Energiespeicherkapazität (wie Betonwände und -decken) aufgenommen wird – allerdings nicht so viel, dass die Verwendung der Heizung nötig wird. Tagsüber gibt die Bausubstanz Kühlung ab und absorbiert Solargewinne und die latente Wärmeabgabe durch Bewohner und Ausstattung. So bleiben die Lufttemperaturen niedrig und somit komfortabler. Selbst bei einem leichten Gebäude kann man eine 30%ige Reduktion der Anzahl der Stunden bei höheren Temperaturen feststellen.

Einfache Steuerungen für Nachtkühlung werden oft zu festgelegten Zeiten betrieben, oder basieren ausschließlich auf Luftfühlerdaten. Mit dem NV Advance® überwacht jede Zone jeden Tag, beobachtet Wetterbedingungen und berechnet dadurch optimierten Nachtauskühlungsbedarf –

das alles bei gleichzeitiger Sicherstellung, dass die Antriebe nie weiter öffnen, als die Versicherung oder Sicherheitsbedenken es erlauben. WindowMaster kann eine Reihe von Lösungen bieten, um Sicherheitsbedenken zu beruhigen, wie z.B. die selektive Verwendung von Lamellen, Innenhöfe, die Integration in CCTV-Anlagen und PIR-Meldern, um eine völlig intelligente und sichere Nachtauskühlungsstrategie zu erhalten.



## Heizungsregelung

Die Heizungsregelung ist ein integrierter Bestandteil des NV Advance®-Systems und ist eng mit der natürlichen Lüftungsregelung verbunden. Diese Verbindung gewährleistet, dass das NV Advance®-System in der Lage ist, den Wärmeenergieverlust im Winter zu minimieren, wobei es natürliche Lüftung nutzt, um ein qualitativ hochwertiges Raumklima zu schaffen. Die Heizungsregelung umfasst Ventile, um den Wasserfluss im Heizkörper oder in Fußbodenheizungen zu regeln und Temperatursensoren und Temperaturregelungssoftware zu steuern.



## Protokollieren von Daten

NV Advance® sorgt für das kontinuierliche Protokollieren und Speichern von Daten zu Raumklima, Wetterverhältnissen, Fensterpositionen und eventuellen Systemfehlern. Die erfassten Daten können anschließend jederzeit analysiert und später verglichen werden und damit eine aktive Rolle beispielsweise in Verbindung mit der Justierung des Systems und der Fehlersuche spielen. Der Zugang zu den Daten erfolgt ganz einfach. Die Benutzer des Gebäudes können zum Beispiel mit Hilfe von NV Visual™ einen leicht zugänglichen Überblick erhalten, und mit der Möglichkeit zum Fernzugriff per Internet ist es ebenso einfach, Daten einzusehen und zur weiteren Bearbeitung weiterzuleiten – ganz ohne vor Ort sein zu müssen.



## Klimabildschirm

Der Klimabildschirm ist ein Touchbildschirm, der Klima und Energieverbrauch im Gebäude in einem leicht zugänglichen Grafikformat anzeigt. Der Touchbildschirm ist auch in der Lage den Status des NV Advance®-Systems anzuzeigen und kann wenn erforderlich zum zentralen Öffnen/Schließen der Fenster verwendet werden.



## NV Visual™

Eine webbasierte Lösung ermöglicht dem Benutzer einen einfachen und intuitiven Zugriff auf Überwachung, Einstellung und Betrieb des NV Advance®-Systems. NV Visual™ beinhaltet die Visualisierung von Gebäuden, Stockwerken und Räumen, von Echtzeit-Daten, dem Trend optionaler historischer Daten und die Möglichkeit Fenster zu öffnen / schließen oder Parameter vom Bildschirm aus zu ändern. Für den PC des Benutzers sind keine zusätzliche Software oder Lizenzen

erforderlich. Mit der Erweiterung NV Visual Desktop™ können Mitarbeiter ihre eigenen Fenster von ihren Bildschirmen aus steuern.



## Sonnenschutz

Eine effektive Steuerung des Sonnenschutzes ist ein wichtiger Faktor bei der Aufrechterhaltung eines angenehmen Raumklimas, da der Sonnenschutz sowohl als Schutzschild gegen extreme Überhitzung und auch als zusätzliche Isolation im Winter genutzt werden kann. NV Advance® verfügt über eine integrierte Sonnenschutzsteuerung für Jalousien und Markisen. Die Steuerung umfasst Funktionen wie eine zeitgesteuerte Auf/Ab-Funktion in Verbindung mit einem Kalender, eine Auf/Ab-Funktion in Abhängigkeit von Lux-Werten (alternativ Watt/m<sup>2</sup>) und die Möglichkeit der manuellen Eingabe.



## Integrierter Rauch- und Wärmeabzug (RWA)

Viele Gebäude unterliegen gesetzlichen Vorgaben bzgl. der Öffnung der Fenster im Brandfall. NV Advance® kann die RWA-Steuerung in die natürliche Lüftungsregelung mit aufnehmen, d.h. die gleiche Ausstattung (Fensterantriebe und MotorController) wird für beide Funktionen verwendet. WindowMaster bietet eine Reihe von EN 12101-zertifizierten Kombinationen von Profilen und Antrieben, die ein Bestandteil der kombinierten natürlichen Lüftung / RWA-Lösung sein können.



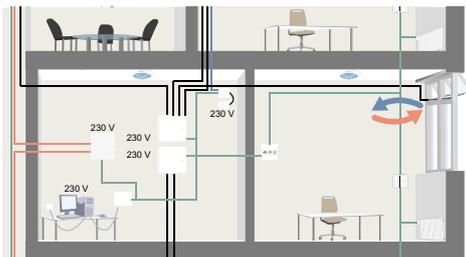
## Zusätzliche Regelungen

Das NV Advance®-System kann auch so konfiguriert werden, das es andere Anlagen wie Windfänger, Klimaanlage (Hybridlüftung), Jalousien, etc. steuern kann.

# Grundprinzipien der Lüftung

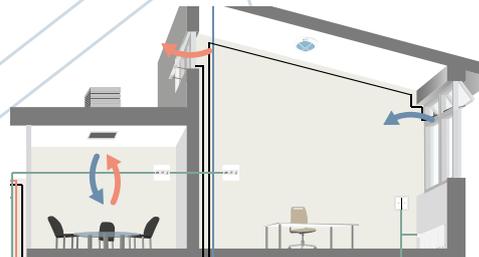
Foto: Andrew HATFIELD

Die treibenden Kräfte für die natürliche Lüftung sind der thermische Auftrieb und der Wind. Aber auch die äußere und innere Gestaltung des Gebäudes, die Form der Fensteröffnungen sowie die Lage und Ausrichtung haben Einfluss auf die Qualität des Raumklimas



## Einseitige Lüftung

Die Fenster können nur auf einer Seite des Raumes geöffnet werden, wodurch die Höhe des Luftwechsels begrenzt ist. Es wird empfohlen, dass die Raumtiefe bei einseitiger natürlicher Lüftung nicht mehr als das 2,5-fache der Höhe des Raumes entspricht und dass entsprechenden Räumen keine hohe Personenbelastung zukommt.



## Querlüftung

Fenster in zwei oder mehr Fassaden können zur natürlichen Querlüftung des Raumes genutzt werden. Der Luftaustausch wird in erster Linie beeinflusst durch die Winddruckunterschiede an den verschiedenen Fassaden. Die Tiefe des Raumes sollte bei einer Querlüftung nicht mehr als der 5-fachen lichten Höhe des Raumes entsprechen, um gute Luftwechselraten erzielen zu können.



## Wählen Sie die richtige Lösung

Unsere Ingenieure stehen bereit, um gemeinsam mit Ihnen die richtige Lösung für eine natürliche Belüftung zu finden. Unter anderem durch Luftwechselfberechnungen und dynamische Analysen stellen wir sicher, dass die ausgewählten Lüftungsprinzipien angemessen sind, und liefern Ihnen einen konkreten Vorschlag für natürliche Belüftung.



### Atriumlüftung

Der so genannte Kamineffekt tritt auf, wenn ein gewisser Höhenniveauunterschied zwischen den Fensteröffnungen besteht – z.B. bei Fenstern in der Fassade und im Dach. Die erwärmte Frischluft steigt nach oben und entweicht dort als verbrauchte Abluft. Die Tiefe des Raumes sollte bei einer Atriumlüftung nicht mehr als der 5-fachen lichten Höhe des Raumes entsprechen, um gute Luftwechselraten erzielen zu können. Die beste Wirkung wird dann erzielt, wenn die Fassadenöffnungen so angeordnet und ausgestaltet werden, dass der Wind zu einer Erhöhung der Luftdruckkraft beitragen kann.



### Hybridlüftung

Bei einer Reihe von Projekten können Sie eine Hybridlüftung wählen, die die Vorteile der natürlichen und mechanischen Lüftung in einer Lösung kombiniert. Einen Großteil des Jahres erfolgt die Zufuhr von Frischluft und die Abkühlung des Gebäudes über die natürliche Lüftung, während die mechanische Lüftung – häufig in Kombination mit Wärmerückgewinnung – in den kalten Wintermonaten eingesetzt wird, um den Wärmeverlust des Gebäudes zu reduzieren und die zugeführte Frischluft vorzuwärmen. Hybridlüftung ist in verschiedenen Ausführungen erhältlich.

# Wie NV Advance® funktioniert

Das dargestellte Gebäude dient als Beispiel dafür, wie NV Advance® alle Lüftungsprinzipien ausnutzt und mit der CTS-Anlage des Gebäudes zu einer Komplettlösung kombiniert wird.

Lüftungsprinzipien: Die Abbildung veranschaulicht Beispiele für Auftriebslüftung, Querlüftung, einseitige Lüftung und Hybridlüftung. Mehr über Lüftungsprinzipien lesen Sie auf Seite 16.

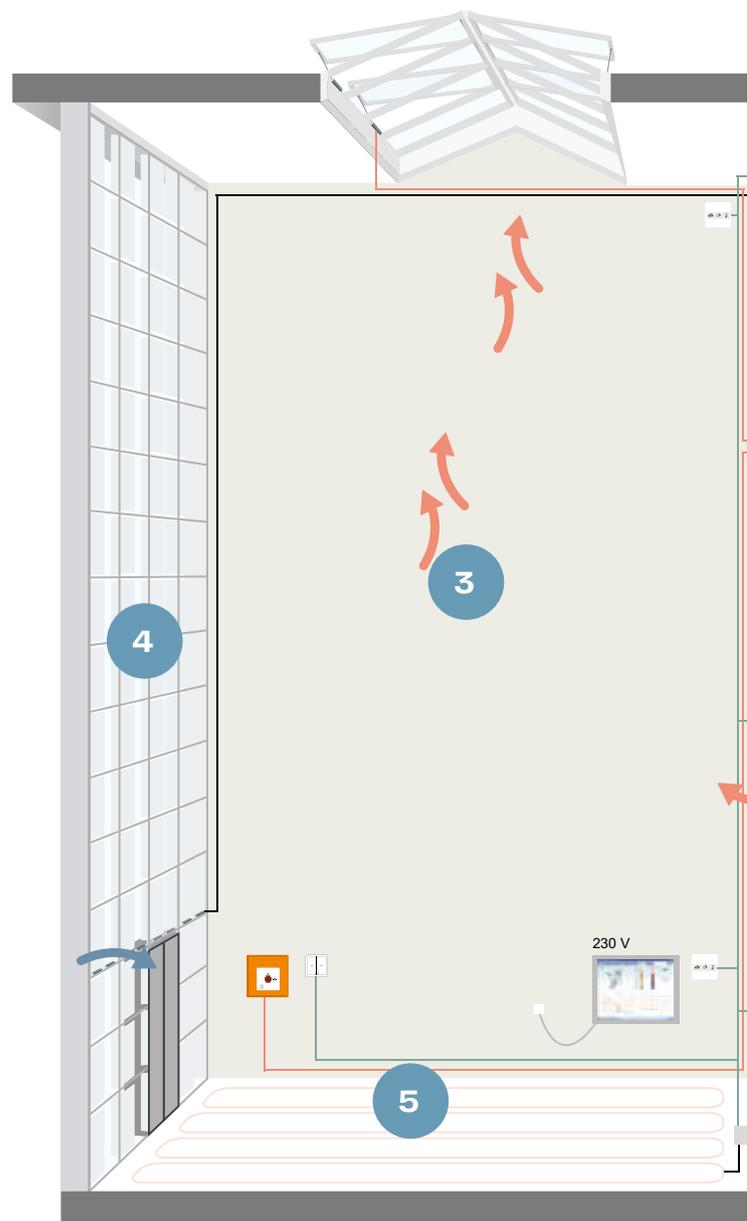
1. Eine Wetterstation auf dem Dach übermittelt Daten über äußere Bedingungen (z.B. Temperatur, Niederschlag, Windgeschwindigkeit und -richtung), so dass das NV Advance®-System die Position der Fenster genau kontrollieren kann.

2. Die natürliche Belüftung von Räumen ohne Fenster zur Außenwelt ist ebenfalls eine Möglichkeit. Beispielsweise wie hier dargestellt, wo ein Windcatcher auf dem Dach Frischluft hinein schickt und die erwärmte Luft ausschleift.

3. Im hochdeckigen Atrium erfolgt die Auftriebslüftung durch automatisch gesteuerte Klappen in der Fassade, die frische Luft einschließen, sowie durch Oberlichter, die aufgestiegene warme Luft ausschließen. Die Komfortlüftung von NV Advance® wird hier mit einer Rauch- und Wärmeabzugslösung kombiniert und dafür eine RWA-Hauptbedienstelle an der Wand angebracht. Außerdem wird an der Wand ein Klimabildschirm montiert, über den die Benutzer Daten zum Raumklima im gesamten Gebäude oder in einzelne Zonen verfolgen können.

4. Automatische Jalousien an allen Fenstern des Gebäudes wirken als Schutz gegen Überhitzung im Sommer und als zusätzliche Isolierung im Winter.

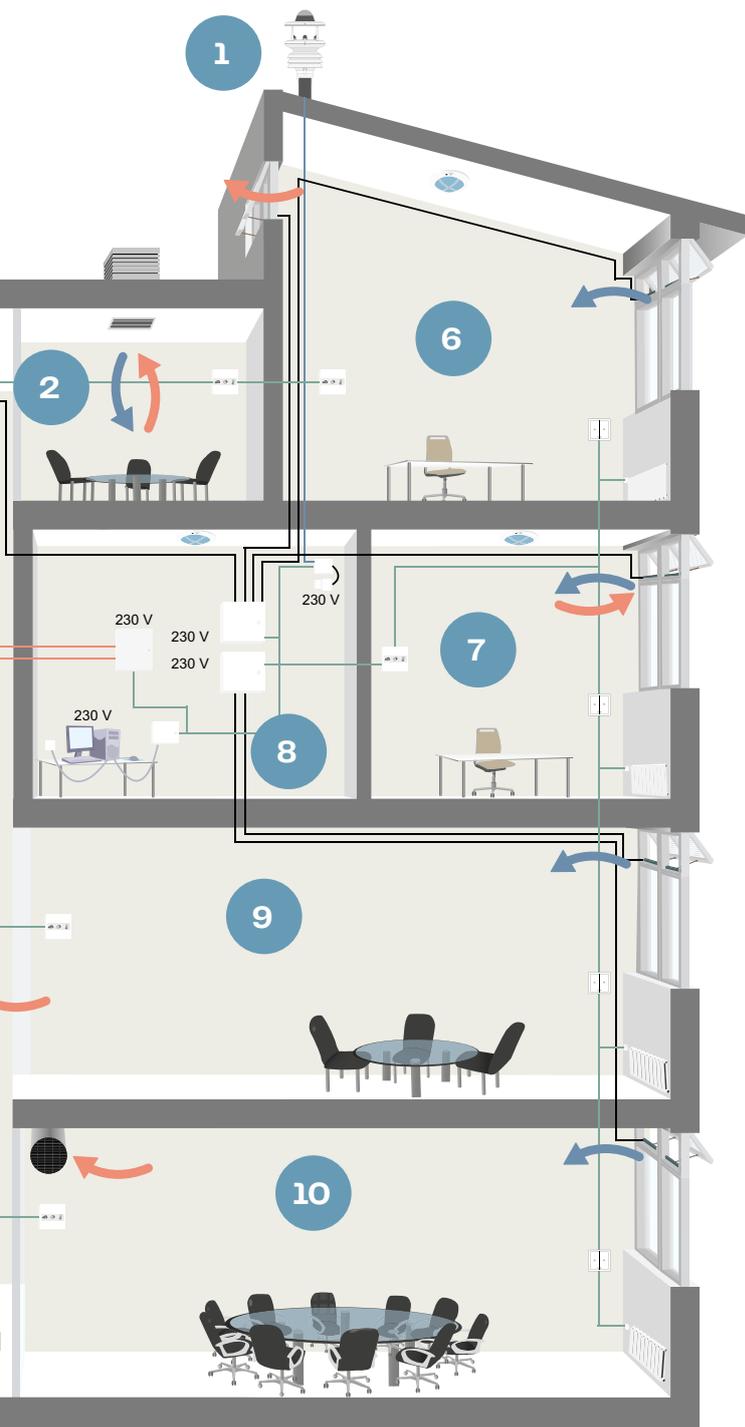
5. Mit NV Advance® kann die Heizungssteuerung mit Hilfe eines Motorventils zur Regelung des Wasserstroms in den Heizkörpern (Büroräume) oder der Fußbodenheizung (Atrium), Temperatursensoren und Software zur Temperaturregelung integriert werden, was zusammen den Wärmeverlust im Winter senkt.





**Verkabelung:**

- RWA-Kabel
- KNX-Kabel
- 230V (Stromversorgung)
- 3-Leiter-Kabel ohne Schutzleiter
- Kabel zur Wetterstation
- Patch-Kabel



6. Bei Fenstern auf beiden Seiten des Raums wird die Querlüftung verwendet. Fühler an der Wand messen Temperatur, CO<sub>2</sub>-Niveau und Luftfeuchtigkeit, während den Benutzern die Möglichkeit geboten wird, per Druckschalter Fenster und Sonnenabschirmung manuell zu steuern. In der Decke befindet sich ein PIR-Melder, der Bewegungen erfasst und das Licht je nach Nutzung des Raumes ein- bzw. ausschaltet.

7. In Räumen, in denen nur auf einer Seite Fenster sind, wird die einseitige Lüftung verwendet. An der Wand sind Raumklimasensoren und Druckschalter montiert, während sich in der Decke ein PIR-Sensor befindet.

8. Im Kontrollraum des Gebäudes befindet sich die Hardware für die Raumklimasteuerung, z.B. Server-PC, Systemübersicht, MotorController und Stromversorgung (mehr Informationen über die Produktmerkmale finden Sie auf Seite 24). An der Wand wird zusätzlich ein feuerfester Schrank angebracht, der die Steuereinheit für den Rauch- und Wärmeabzug enthält.

9. In diesem Raum wird die Querlüftung verwendet, bei der die erwärmte Luft in das Atrium hinausgeleitet wird, wo sie aufsteigt und das Gebäude über Oberlichterfenster verlässt.

10. Durch eine Hybridlüftung kann NV Advance® reibungslos mit mechanischen Lüftungslösungen kombiniert werden. Hier wird eine Lösung mit mechanischer Abluft gezeigt.

# Rechenbeispiele

Zunächst kann die Dimensionierung der natürlichen Lüftung nach den vom dänischen Bauforschungsinstituts (SBI) aufgestellten Faustregeln erfolgen. Nach SBI Anweisung 213 und in Abhängigkeit des Lüftungskonzeptes, können grundsätzlich 3 Luftwechsel pro Stunde mit den folgenden Öffnungsflächen erzielt werden:

- Einseitige Lüftung:** 4% der Nutzfläche
- Querlüftung:** 1,5% der Nutzfläche
- Atriumlüftung:** 1,5% der Nutzfläche

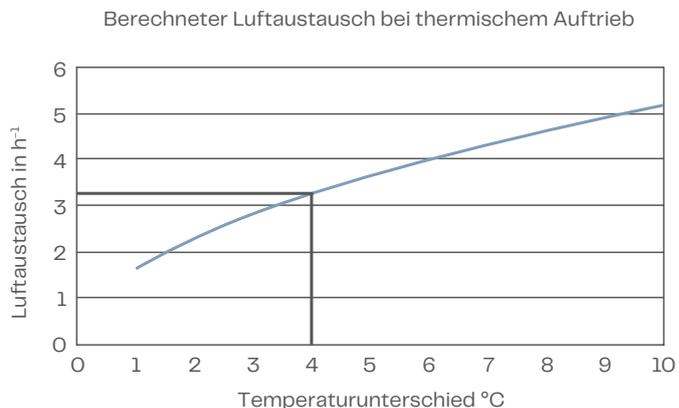
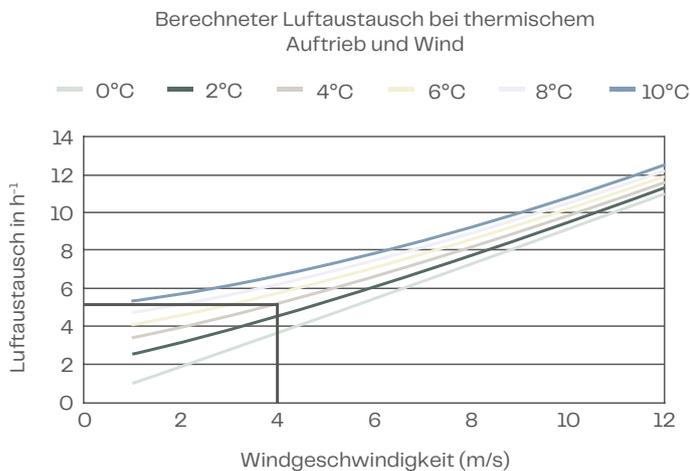
WindowMaster hat die Erfahrung gemacht, dass die genannten Öffnungsbereiche in vielen Fällen u. a. durch die richtige Steuerung der Fenster verkleinert werden können. Unsere Erfahrung zeigt, dass die Größe der notwendigen Öffnungsbereiche von Projekt zu Projekt variiert und normalerweise innerhalb der nachfolgenden Intervalle liegt:

- Einseitige Lüftung:** 1,5 – 4% der Nutzfläche
- Querlüftung:** 1 – 1,5% der Nutzfläche
- Atriumlüftung:** 1 – 1,5% der Nutzfläche

Das Beispiel geht von einem Raum mit einer Fläche von 65m<sup>2</sup> und einer Raumhöhe von 3m aus. Der Raum wird über Öffnungen in den beiden Fassaden und im Dach gelüftet. Die Öffnungsfläche wird als 1,5% der Nutzfläche angesetzt.

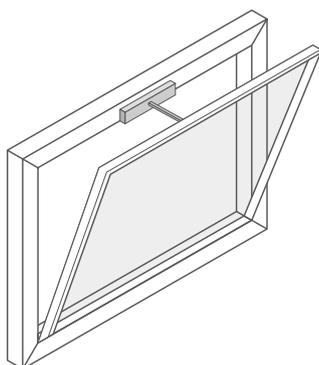
Die Abbildung rechts zeigt die Berechnung des Luftwechsels, wenn sowohl Wind als auch thermischer Auftrieb berücksichtigt werden. Die X-Achse repräsentiert die aktuelle Windgeschwindigkeit (m/s) und die Y-Achse die mögliche Luftwechselrate. Die Farbe der Kurven zeigt die Temperaturunterschiede zwischen Innen- und Außenluft. Eine Temperaturdifferenz von 4°C, zum Beispiel, entspricht einer Innenraumtemperatur von 24°C und einer Außentemperatur von 20°C.

Bei einer Windgeschwindigkeit von 4,0 m/s (durchschnittliche monatliche Windgeschwindigkeit im Landesinneren) und einer Differenz zwischen Außen- und Innenraumtemperatur von 4°C, kann im Raum eine Luftwechselrate von 5,1 h<sup>-1</sup> erreicht werden. Auch an windstillen Tagen, wenn nur auf den thermischen Auftrieb gebaut werden kann, ist eine relativ hohe Luftwechselrate immer noch möglich. Die Abbildung rechts zeigt, dass mit einer Differenz von 4°C zwischen Innenraum- und Außentemperatur, eine Luftwechselrate von 3,3 h<sup>-1</sup> erreicht werden kann.

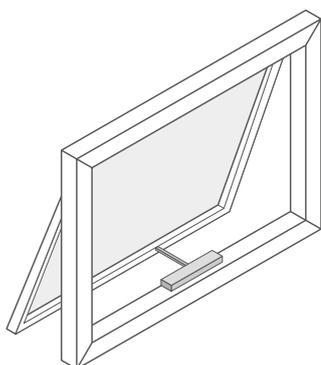


# Ratschläge – für die Gestaltung mit natürlicher Lüftung

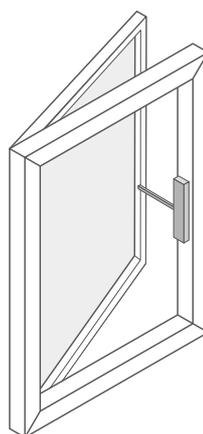
- In Büroräumen ist es wichtig, dass die automatisch geregelten Fenster so hoch wie möglich in den Fassaden angeordnet werden.
- Erfahrungsgemäß ist es außerdem wichtig, dass jeder Nutzer selbst die Möglichkeit hat, die Fenster manuell öffnen und schließen zu können (Übersteuerung der automatischen Regelung per Handtaster).
- In natürlich belüfteten Gebäuden sollte die lichte Raumhöhe 2,5m oder mehr betragen, um mit optimalen Luftströmungsverhältnissen das bestmögliche Raumklima zu erreichen.
- Die automatisch geregelten Fenster sollten als Kipp oder Klappfenster ausgeführt werden und mindestens ca. 400–500mm hoch sein.



**Kippfenster einwärts  
öffnend**



**Klappfenster  
auswärts öffnend**



**Drehfenster  
auswärts öffnend**

Wenn Sie andere Fensterarten planen, wenden Sie sich bitte an unsere Vertriebsmitarbeiter, die Sie gerne unterstützen

## Passender Fensterantrieb und Profil

Unsere Techniker sind gerne bereit, Ihnen Vorschläge für ganz oder teilweise Unterputz- oder Aufputz-Lösungen zu unterbreiten. Wir können Vorschläge, z. B. für das Anpassen des Fensterprofils machen, um die optimale integrierte Lösung zwischen Antrieb und Profil zu erreichen.

Wir empfehlen, dass die Fenster vom Hersteller bereits mit vorinstallierten WindowMaster MotorLink® Antrieben auf die Baustelle geliefert werden.

WindowMaster arbeitet eng mit einer Reihe von Fensterherstellern und Systemhäusern zusammen, um für möglichst jeden Anwendungsfall eine optimale Lösung anbieten zu können.

# Einsparungen mit natürlicher und Hybridlüftung



Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart hat eine detaillierte Energieberechnung eines Bürogebäudes mit einer Fläche von fast 3000m<sup>2</sup> durchgeführt, die mit natürlicher, mechanischer oder Hybridlüftung ausgestattet war. Die Gebäudeleistung wurde an drei verschiedenen Standorten in Europa untersucht (Kopenhagen, London und München).

Die Luftqualität in den Innenräumen (CO<sub>2</sub>) und thermische Behaglichkeit (operative Temperatur) wurde in dem Bericht<sup>1</sup>, gemäß der europäischen Norm „EN 15251“ Kategorie II ausgewertet. Das Raumklima wurde bei allen drei Lüftungskonzepten identisch gehalten, um die Vergleichbarkeit des Energieverbrauchs zu erhöhen.

| Kategorie | Operative Temperatur (Winter) [°C] | Operative Temperatur (Sommer) [°C] | Operative Temperatur (Übergang) [°C] | Kohlendioxidgehalt im Laufe des Jahres [ppm] |
|-----------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|
| II        | 20 ≤ t <sub>o</sub> ≤ 24           | 23 ≤ t <sub>o</sub> ≤ 26           | 20 ≤ t <sub>o</sub> ≤ 26             | ≤ 900  |

Anforderungen an die operative Temperatur und Kohlendioxidgehalt nach [EN 15251] Kategorie II.

## Energieverbrauch

Die Abbildung auf der rechten Seite zeigt den Primärenergieverbrauch (Summe des Strombedarfs von Heizung und Ventilatoren multipliziert mit Primärenergiefaktoren) für die drei Lüftungskonzepte.

Das Ergebnis zeigt, dass die natürliche Lüftung 9-11 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr verbraucht, die mechanische Belüftung 20-25 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr und die Hybridlüftung 7-8,5 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr. Hybridlüftung ermöglicht eine Energieeinsparung von 20-25% im Vergleich zu natürlicher Lüftung und 60-70% im Vergleich zu mechanischer Lüftung.<sup>2</sup>

## Basierend auf den Fraunhofer IBP

**Energieberechnungen wurden die CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Kosten über einen Zeitraum von 20 Jahren berechnet:**

## CO<sub>2</sub>

Ein Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Strom und Heizen zeigt, dass die natürlichen und Hybridlüftungen, verglichen mit einem mechanischen System während eines Jahres wesentlich weniger CO<sub>2</sub> emittieren. Die Hybridlüftung emittiert rund 20% weniger als die natürliche Lüftung.

## Wirtschaftlichkeit

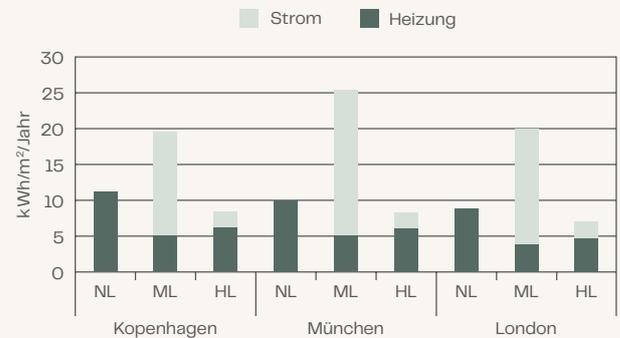
Die Lebenszykluskosten (LCC) sind für einen Zeitraum von 20 Jahren berechnet worden. Dies umfasst die Kapitalkosten, Wartung der Systeme und die Betriebskosten (Strom und Heizung). Über einen Zeitraum von 20 Jahren ist eine natürliche Lüftung 5mal preisgünstiger als ein mechanisches System. Ein Hybridsystem ist 2,5mal preisgünstiger.

## Basierend auf den Fraunhofer IBP

Energieberechnungen reduzieren natürliche und hybride Lüftung die Energie, CO<sub>2</sub>-Emissionen und Lebenszykluskosten im Vergleich zu einem mechanischen System. Jedes der beiden Systeme hat Vor- und Nachteile und WindowMaster kann Ihnen bei der Auswahl des optimalen Systems für Ihren Zweck/ Ihr Gebäude helfen.

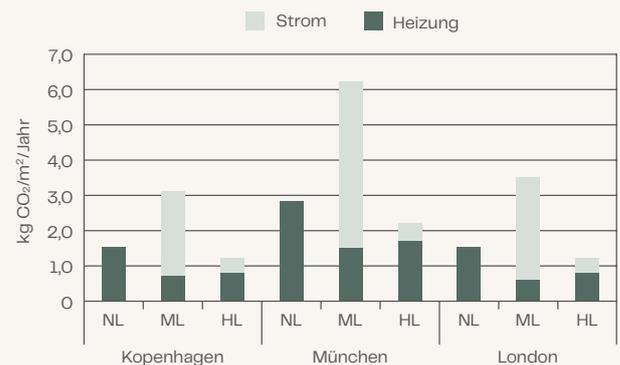
Für weitere Details über die Inhalte und Berechnungen wenden Sie sich bitte an WindowMaster.

## Primärenergieverbrauch



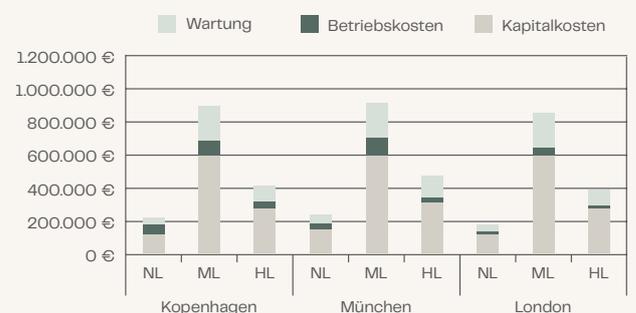
**Diagramm 1:** Die Datengrundlagen basieren auf Berechnungen und Annahmen des Fraunhofer IBP

## CO<sub>2</sub>-Emissionen



**Diagramm 2:** Die Berechnungen des CO<sub>2</sub> Wertes wurden von WindowMaster durchgeführt

## Lebenszykluskosten



**Diagramm 3:** Die Berechnungen der Lebenszykluskosten wurden von WindowMaster durchgeführt

1. Fraunhofer IBP Bericht Nr. RK 013/2012/295
2. Windowmaster hat die Energieeffizienz für die Hybridlüftung auf der Grundlage von vorgeschlagenen Verbesserungen vom Fraunhofer IBP berechnet.

# Systembeispiel

NV Advance® umfasst eine Reihe von Standard-Komponenten, die einzeln in jedem Projekt verwendet werden können. Lösungsbeispiele für zwei Zonen mit natürlicher Lüftung und RWA sind unten dargestellt

## 1. Server-PC

Ein zentral gelegener Server-PC gewährleistet, dass die gesamte NV Advance®-Lösung an einem Ort zusammen gebracht wird und ermöglicht dem Nutzer Zugriff auf die Überwachung und Einstellung des Systems.

## 2. Klimabildschirm

Der Touchscreen wird an der Wand befestigt, um den Nutzern Zugriff auf Daten aus dem gesamten Gebäude oder ausgewählten Zonen zu ermöglichen. Hier werden die Informationen zu Innenraum- und Außenklima sowie Energieverbrauch gesammelt.

## 3. Systemschaltzschranke

Die Systemschaltzschranke für Steuerung der natürlichen Lüftung enthält Buskomponenten und arbeitet als Schnittstelle zum Server-PC. Die Systemschaltzschranke sind in verschiedenen Größen erhältlich, je nach Anzahl der Klimazonen.

## 4. Wetterstation

Eine Wetterstation, die strategisch günstig auf der Außenseite des Gebäudes platziert ist, sammelt Klimainformationen zu Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und -richtung.

## 5. Antriebe

Unsere Antriebe sind in einer Reihe von Modellen und Größen erhältlich und können in einigen Fällen im Fensterprofil verdeckt werden. Der Produktkatalog enthält sowohl Ketten- als auch Spindelantriebe mit einem Hub von 150-1000 mm, die für jedes Fenster programmiert werden können. Die Antriebe sind mit MotorLink® Technologie ausgestattet.

## 6. Steuerung – Komfortlüftung

Die Fensterantriebe öffnen und schließen automatisch und millimetergenau über ein Signal vom MotorController, der die einzigartige MotorLink®-Technologie nutzt. Der Controller ist in verschiedenen Ausführungen mit unterschiedlich vielen Motorlinien erhältlich.

## 7. Steuerung – Rauchabzug

WindowMaster RWA-Zentralen können eine Kombination aus Komfortlüftung und RWA steuern. Die Kompaktzentrale ist für kleine und mittlere Gebäude konzipiert, während die Modulzentrale für größere Gebäude ausgelegt ist. Beide Arten können in ein Master / Slave-System eingebunden werden.

## 8. Sensoren

Jede Klimazone hat einen Sensor zur Messung der Raumtemperatur, des CO<sub>2</sub>-Gehalts und der Feuchte, um ein kontinuierlich geregeltes Raumklima zu gewährleisten. Außerdem kann ein PIR-Melder eingebaut werden, so dass das System jede Aktivität in der Zone registrieren kann.

## 9. Lüftungstaster

Ein Lüftungstaster an der Wand ermöglicht dem Nutzer, das System manuell zu steuern, z. B. zum Öffnen / Schließen der Fenster. Die Lüftungstaster können auch mit anderen Funktionen wie dem Sonnenschutz verknüpft werden.

## 10. Zubehör

WindowMaster liefert auch verschiedene Sonderausstattungen für das System wie Komponenten für die Heizungssteuerung, mechanische Lüftung und Sonnenschutz.

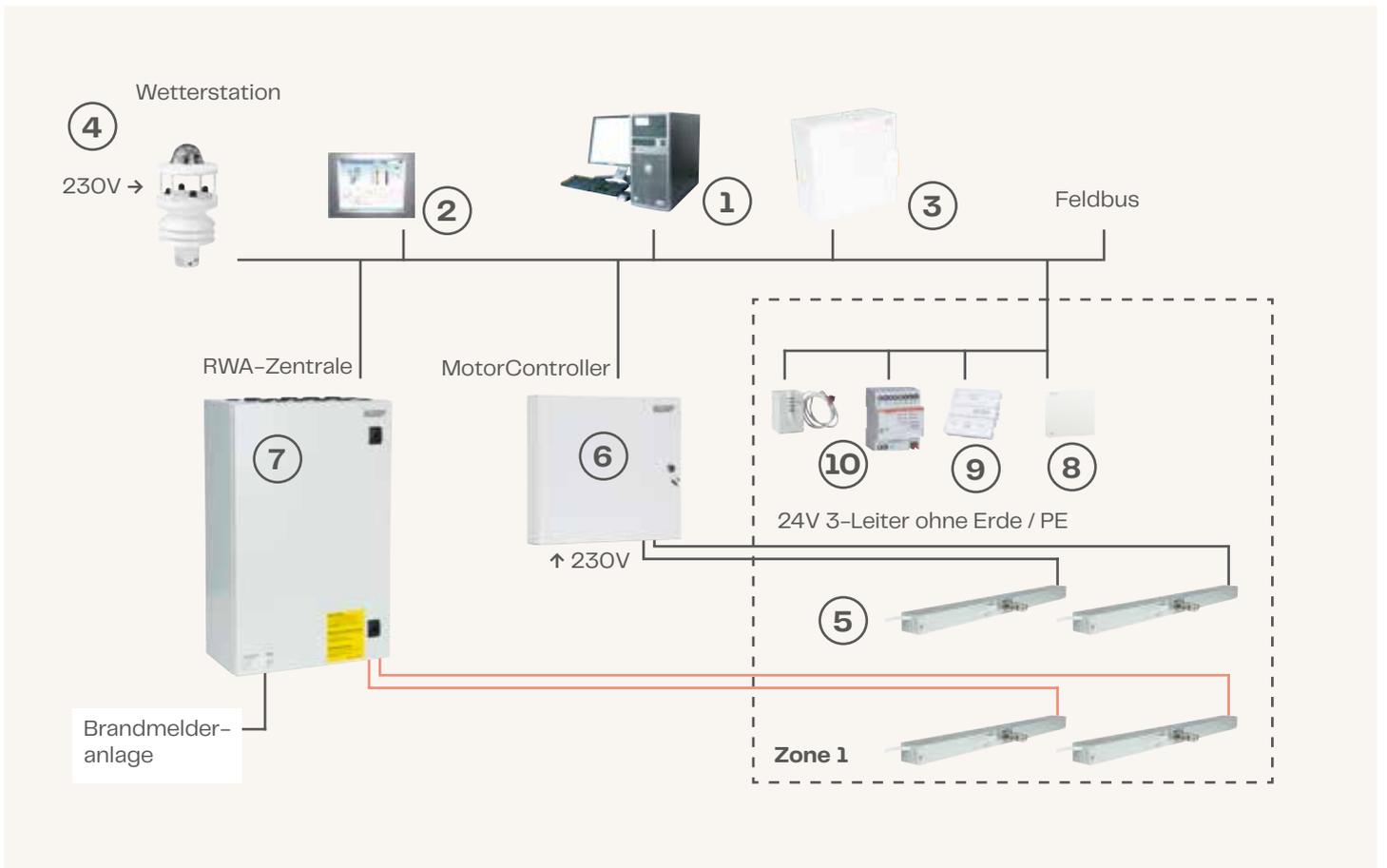




Foto: Fotomedie Moesgaard, Rógvi N. Johansen

# Vom Konzept und Ausführungsplanung bis zur Fertigstellung und darüber hinaus

Umfassende Kenntnisse sind die Grundlage, um ein erstklassiges System für eine natürliche Lüftung anbieten zu können. WindowMaster liefert hochwertige Lösungen für natürliche Lüftung durch die Kombination umfangreicher Kenntnisse über natürliche Lüftung mit langjähriger Erfahrung im Bereich Fensterautomation und Fassadentechnik. WindowMaster arbeitet in enger Partnerschaft mit dem Kunden zusammen, um die beste technische und wirtschaftliche Lösung zu finden



# Ihr Partner während des gesamten Prozesses



## Planung und Projektierung

WindowMaster bietet Beratung und Kundenbetreuung angefangen von der allerersten Zeichnung des Architekten bis zum Einbau und Betrieb. Unsere Berater berechnen die vorgeschlagenen Lösungen, die immer auf jedes Projekt speziell zugeschnitten sind, um den Luftaustausch möglichst mit natürlicher Lüftung zu visualisieren.

### **Unsere Berater sind in der Lage, z. B. bei folgendem zu helfen:**

- Beurteilung von Projekten in der Planungsphase
- Vorschläge für komplette Lösungen
- Raumklima- und CFD-Berechnungen
- Fassaden- und Dachfensterausführung
- Dimensionierung von Öffnungen für RWA und natürliche Lüftung
- Schlüsselfertige Lösungen



## Die Lösung

NV Advance® wurde auf der Basis von Partnerschaften mit anerkannten Forschungseinrichtungen und praktischen Erfahrungen aus einer Vielzahl von Bauprojekten entwickelt. Durch die Überwachung der klimatischen Bedingungen sowohl im Außen- als auch im Innenbereich (u.a. Temperatur, CO<sub>2</sub>-Gehalt, Luftfeuchtigkeit und Wind), passt das System das Raumklima durch das Öffnen und Schließen der Fenster automatisch an. Das Gebäude ist in Klimazonen aufgeteilt, die durch das Steuersystem einzeln überwacht und geregelt werden. So kann das Klima in jeder Zone individuell eingestellt und nach Bedarf angepasst werden. Dieses fortschrittliche System enthält eine Vielzahl von Optionen und kann wie folgt verwendet werden:

- natürliche Lüftung
- Rauch- und Wärmeabzug (RWA)
- Hybridlüftung
- Nachtauskühlung
- Sonnenschutz
- Heizungsanlagen
- Kühlung
- automatische Fensteröffner
- an das Projekt angepasste Steuerung



## Implementierung

WindowMaster übernimmt gerne die Installation und Inbetriebnahme der NV Advance®-Lösung – entweder mit unseren eigenen qualifizierten Technikern oder einem unserer gut ausgebildeten lokalen Installateure. Wir helfen bei der Einstellung der vielen Systemparameter, führen eine vollständige Initialisierung durch und stellen Betriebs- und Wartungsdokumente zur Verfügung.

Wir bieten eine fachübergreifende Projektbegleitung und bei der Auslieferung eines schlüsselfertigen Komplettpakets betreut WindowMaster das Projekt bis zur Übergabe der fertigen Lösung an den Kunden mit klaren Anweisungen für den Betrieb. Bei Komplettlösung aus einer Hand wird die zur Koordination zwischen den Anbietern benötigte Zeit gespart. Außerdem ist sichergestellt, dass die Produkte speziell dazu ausgelegt sind, reibungslos miteinander zu funktionieren.

### **Unsere Techniker sind in der Lage, z. B. bei folgendem zu helfen:**

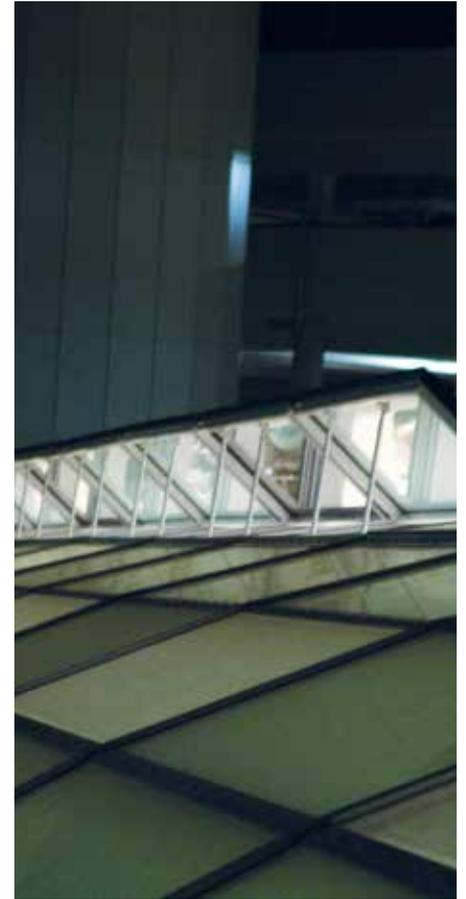
- Simulationen
- Installation
- Inbetriebnahme und Test
- Übergabe, Anwenderschulung und Einweisung



## Nachbetreuung und Wartung

Die natürlichen Lüftungssysteme von WindowMaster wurden entwickelt, um Jahr für Jahr zuverlässig zu funktionieren. Komponenten wie Antriebe, Netzteile, Controller und vor allem die Wechselwirkung zwischen Fensteröffner und Fensterbeschlägen sollten allerdings regelmäßig überprüft werden. Deshalb stehen wir für regelmäßige Wartungsbesuche und Reparaturen zur Verfügung. Wir bieten auch auf die Bedürfnisse des Kunden zugeschnittene Wartungsverträge. Alle Wartungsverträge beinhalten eine Telefon-Hotline, die während der Bürozeiten für zeitnahe Unterstützung sorgt.

- Service, Wartung und Funktionsprüfung von Komponenten
- Softwarewartung und Updates
- Fernwartung, Systemänderungen, Fehlerlokalisierung und Backup
- Regelmäßige Überwachung und Anpassung
- Ereignisprotokollierung
- Unterstützung beim Raumklima und Empfehlungen für Veränderungen



## Ernst August Galerie

Für die kontrollierte natürliche Lüftung in der Ernst-August-Galerie wurden 68 Dachklappen, 64 Drehflügel in den Fassaden sowie 6 Lamellenfenster über den Ein- und Ausgängen in das Regelsystem NV Advance® einbezogen. Die ausreichende Belüftung der Shops erfordert einen mechanisch erzeugten Überdruck, der auch über die millimetergenaue Öffnung der Fensterelemente abgeleitet wird.

Die Ernst-August-Galerie ist das erste Shopping-Center Europas, in dem durch eine kontrollierte natürliche Be- und Entlüftung auf eine elektrische Mall-Kühlung komplett verzichtet werden konnte. Die gesamte jährliche Stromeinsparung allein durch die kontrollierte natürliche Lüftung von WindowMaster beträgt hier ca. 162.000 kWh, was in etwa dem Verbrauch von 45 Einfamilienhäusern entspricht.

Projektentwicklung

**ECE Projektmanagement**

Architekten

**Jost Hering und Gisela Simon**

System

**RWA-Steuerung und natürlichen Lüftung**

Fensterarten

**68 Dachflügel, 64 Fassadenfenster,  
6 Lamellenfenster**



Fotos: Architektur Schmid Ziörjen Architektenkollektiv, Fotograf Lucas Peters



## Schule Grossmatt

Die Schule Grossmatt in der Schweizer Gemeinde Hergiswil wurde 1974 errichtet. Seitdem hat sie verschiedene Renovierungen durchlaufen und Erweiterungen erfahren. Im Jahr 2015 beschloss man, die Schule vollständig zu renovieren und das Gebäude dabei innen wie außen zu modernisieren. Ziele dabei waren Energieeinsparungen und Nachhaltigkeit.

Eine nachhaltige Lösung von WindowMaster in Form natürlicher Lüftung gewährleistet, dass man in der Schule auch zukünftig ein gutes Raumklima erreicht, ohne größere mechanische Lüftungsanlagen errichten zu müssen. Gleichzeitig wird auf diese Weise frische Luft für Schülerinnen und Schüler wie für die Beschäftigten sichergestellt.

Dadurch, dass die Wahl auf eine natürliche Lüftung fiel, konnte die Schule ihre Energie- und Instandhaltungskosten verringern, für ein gesundes Innenklima sorgen und ein ästhetisches wie nachhaltiges Design erhalten.

Sektor

Schulen und Institutionen

Architekten

Schmid Ziörjen Architektenkollektiv

System

Natürlichen Lüftung

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 Expertisen sind wir von WindowMaster Ihr Partner, um den grünen Verpflichtungen des Baugewerbes nachzukommen und um die architektonischen sowie technischen Ambitionen zu erfüllen.

NV Advance® ist eine moderne und flexible Raumklimalösung, die an jedes Gebäude und Nutzer angepasst werden kann. Mit natürlicher Lüftung und einer präzisen Steuerungsstrategie sorgt das System für ein konstantes und angenehmes Raumklima – auch in großen Gebäuden mit mehreren Klimazonen.

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