

## Hochhausbauten - effizient und sicher

**Hochhäuser<sup>1</sup> gehören in internationalen Metropolen zur Skyline. In der Schweiz erfährt das Hochhaus seit einiger Zeit wieder vermehrte Beachtung, was sich an aktuellen Beispielen insbesondere in den Städten Zürich und Basel zeigt. Mit anderen Hochbauten sind Hochhäuser in erschliessungs- und sicherheitstechnischer Hinsicht kaum vergleichbar und haben ein entsprechendes Optimierungspotenzial, das oft noch nicht genutzt wird.**



Bild 1: Skyline Chicago (Sears Tower im Hintergrund mit 442 m) und Hochhausbauten in der Schweiz (Roche Bau 1 mit 160 m)

### Energetische und ökonomische Relevanz

Das Hochhaus zeichnet sich im Gegensatz zu Flachbauten durch seine Vertikalität und somit der grossen Anzahl Geschosse aus. Damit verbunden ist eine Abnahme der spezifischen Energiebezugsfläche in Relation zur Aussenhüllfläche mit jedem zusätzlichen Geschoss.

Bei einem Baukörper wäre eine Würfelform (noch optimaler wäre die Kugelform) bezüglich Energiehaushalt -

unabhängig ob Hochhaus oder Einfamilienhaus - ideal. In der Realität ergeben sich auch bei Hochhäusern nutzbare Gebäudetiefen, die sich nicht wesentlich von denjenigen der Nichthochhäuser unterscheiden.

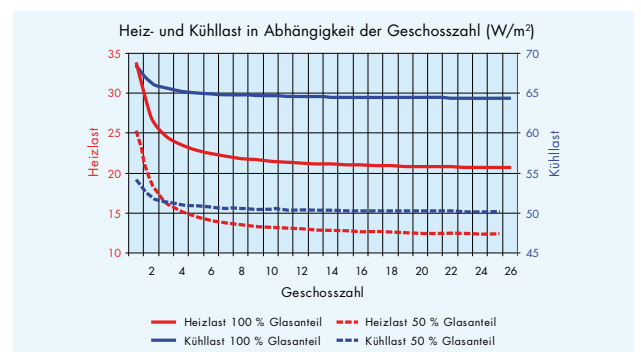


Bild 2: Heiz- und Kühllasten in Abhängigkeit der Geschoszahl bei 100 % und 50 % Glasanteil in der Fassade (A+W)

Die Geometrie der Grundrisse wird im Hochhaus stärker vom Kern mit seinen Vertikalerschliessungen für den Personenverkehr und die Mediierschliessung geprägt als dies in Flachbauten der Fall ist.

Grundsätzlich ist ein Hochhaus in Bezug auf die energetische Flächeneffizienz (A/EBF) mit zunehmender Höhe zwar effizienter als ein Flachbau, aber gleichzeitig wird die ökonomische Flächeneffizienz der Erschliessungsflächen auf ca. 50 % reduziert.

Somit sollten die Optimierungsbemühungen in Hochhausbauten nebst der geeigneten Fassadenkonstruktion primär in der Flächeneffizienz stattfinden.

<sup>1</sup> Definition gemäss Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF): Bauten, die nach der Baugesetzgebung als Hochhaus gelten oder deren oberstes Geschoss mehr als 22 m über dem der Feuerwehr dienenden angrenzenden Terrain liegt bzw. mehr als 25 m Traufhöhe aufweist.

## Fassade – intelligente Fenster anstelle aufwändiger Konstruktionen

Hochhäuser sind exponiert und jedes ist an seinem Ort anders beansprucht. Windanfällige Systeme wie der Sonnenschutz müssen dementsprechend untersucht und darauf ausgelegt werden. Die heute üblichen Hilfsmittel zur Untersuchung sind: Windkanalmessungen und Simulationsberechnungen.

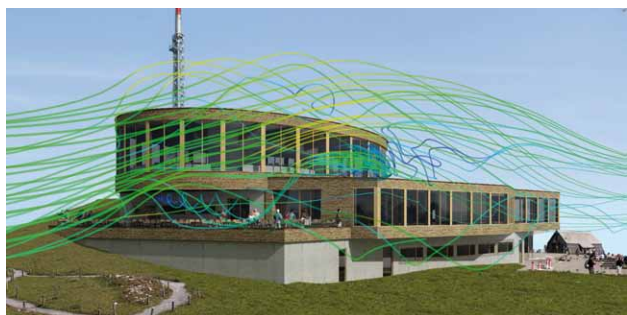


Bild 3: CFD-Simulation einer exponierten Fassade (Bergrestaurant Hoher Kasten; HTA Luzern) zeigt Verwirbelungen und Strömungsgeschwindigkeiten des Windes

Sonnenschutz und Raumkomfort (Temperatur, Tageslicht) sind auch bei Hochhäusern stark voneinander abhängig. Insbesondere für den Sonnenschutz stellen sich im Zusammenhang mit den erhöhten Windkräften immer wieder konstruktivfunktionale Lösungen, die weder im Entwurf noch im Betrieb befriedigen. Lediglich kostenintensive Doppelfassaden können dies bisher gut lösen.

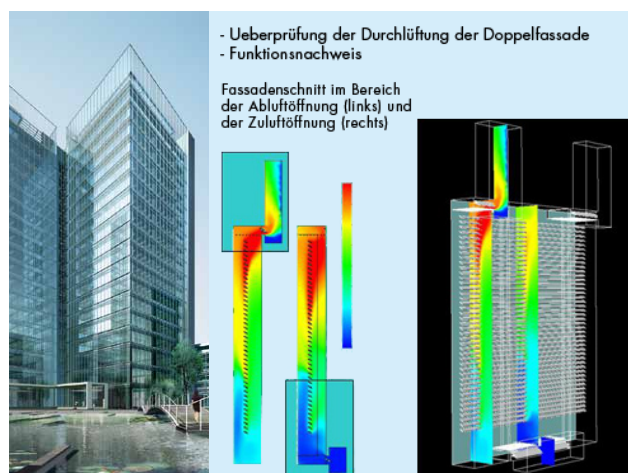


Bild 4: CFD-Simulation Doppelfassade mit zwischenliegendem Sonnenschutz (Zanghjian Park, Shanghai, China; A+W)

Die Entwicklung der Verglasungen hat in den letzten Jahrzehnten, vor allem im Bereich der Wärmedämmung

(u-Werte), grosse Fortschritte gemacht. In Bezug auf den Sonnenschutz sind aber bis heute immer noch adaptive Systeme (Lamellenstoren) die gängige Praxis.

Eine Kombination der Funktionen Wärmedämmung und Sonnenschutz mit elektrochromen Verglasungen verspricht eine echte Alternative zu werden.

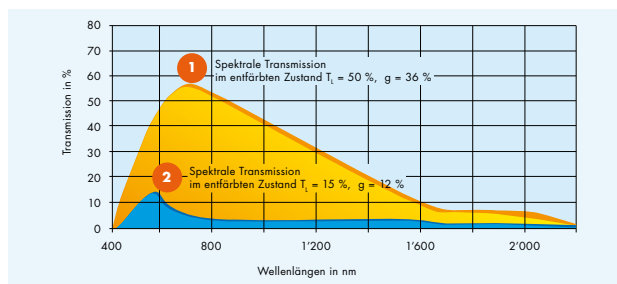


Bild 5: Spektrale Transmission elektrochromer Verglasungen in Abhängigkeit des Zustandes (Quelle: Flabeg, EPFL Lausanne, 2004) zeigen die hohe Variabilität bezüglich Lichttransmission (TL-Wert) und Gesamtenergiedurchlass (g-Wert)

Elektrochrome Fenster können bei konstanten Wärmedämmwerten variable Tageslichttransmissionen zwischen 15 % und 50 % sowie g-Werte (Gesamtenergiedurchlass) zwischen 12 % und 36 % erreichen.

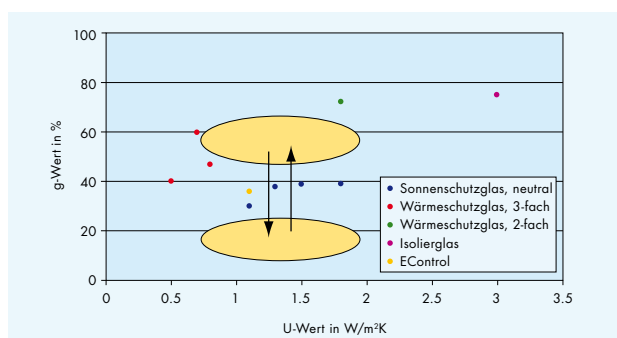


Bild 6: Konstanter U-Wert und Variable g-Werte - das elektrochrome Glas als dynamische Funktionseinheit (Quelle: ISE Freiburg i. B.)

## Flächeneffizienz – dezentrale Lüfterneuerung und Elektrotechnik als Kernfaktoren

Grundsätzlich sind Schachtquerschnitte über alle Geschosse identisch, so dass sich jede eingesparte Funktionsfläche mit der Anzahl der Geschosse multipliziert. Im Bereich der Technikerschliessung steht dabei die Optimierung des Lüfterneuerungskonzepts mit den grossen Querschnitten und der Elektrotechnik mit den zahlreichen Kabelsträngen und Komponenten im Vordergrund.

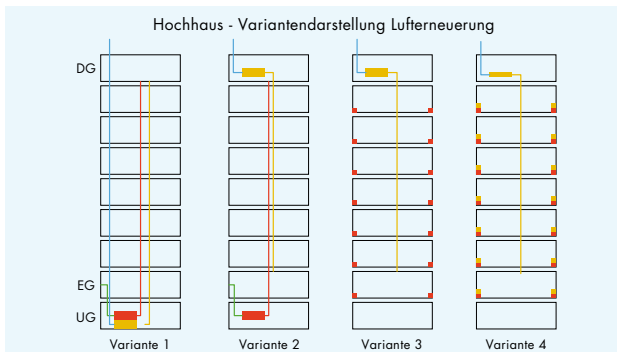


Bild 7: Prinzipschema verschiedener Lüfterneuerungskonzepte (Variante 1: Konventionell mit Zentrale im UG, Variante 2: Konventionell mit Zentralen im UG und DG, Variante 3: Dezentrale Zuluft und zentrale Abluft, Variante 4: Dezentrale Zu- und Abluft & zentrale WC-Abluft)

Die Dezentralisierung der Lüfterneuerung erlaubt es, flächenintensive Vertikalschächte stark zu reduzieren und trotz höherer Wartungskosten gesamtwirtschaftlich deutlich besser abzuschneiden, als konventionelle Zentralen Lösungen.

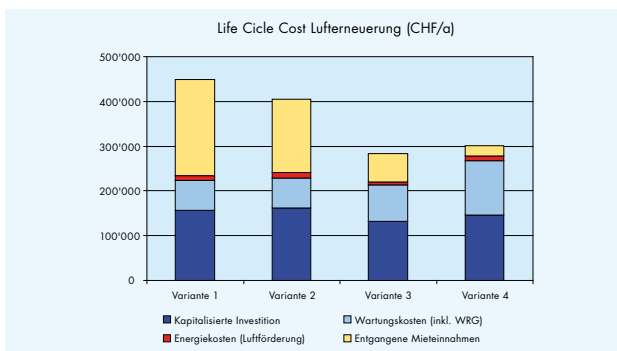


Bild 8: Lebenszykluskostenbetrachtung der verschiedenen Lüfterneuerungskonzepte an einem Hochhaus mit 25 Geschossen ( $600 \text{ m}^2$  pro Geschoss und Erschliessungskern) unter Einbezug der entgangenen Mieteinnahmen mit  $250 \text{ CHF/m}^2$

Die Möglichkeiten der Dezentralisierung in der Elektrotechnik werden zur Zeit nur ansatzweise realisiert. Die Weiterentwicklung von dezentralen Feldbussystemen und Installationskomponenten in der Starkstromtechnik ermöglichen es vermehrt, dezentrale, modulare und flexible Konzepte zu realisieren. Mit einem vertikalen Stromschienenkonzept werden die Technikflächen der Zentralen, Steigzonen und Technikräume auf den Geschossen optimiert, die Anlagegrenzwerte verbessert und die Verlustleistungen verringert. In Kombination mit einem Doppelboden kann dieses Konzept bis zum Verbraucher bzw. Arbeitsplatz durchgängig realisiert werden.

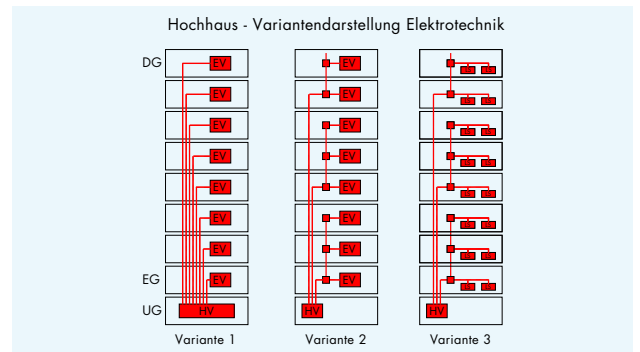


Bild 9: Prinzipschema Starkstromversorgung (Variante 1: Konventionell mit Kabel, Variante 2: Zonierte Stromschienen und EV-Raum pro Geschoss, Variante 3: Zonierte Stromschienen mit dezentralen Kleinverteilern im Doppelboden)

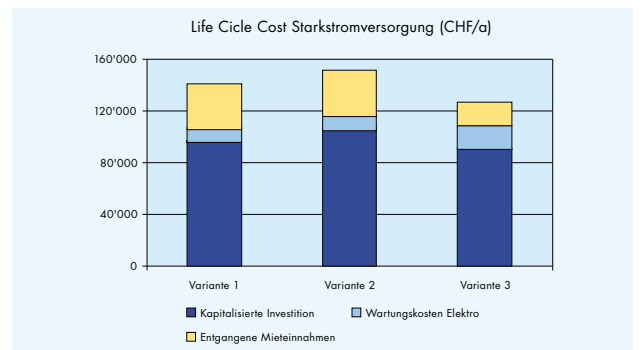


Bild 10: Lebenszykluskostenbetrachtung der verschiedenen Starkstromversorgungskonzepte an einem Hochhaus mit 25 Geschossen ( $600 \text{ m}^2$  pro Geschoss und Erschliessungskern) unter Einbezug der Flächeneffizienz

## Nutzung der Überdrucklüftungsschächte für den Normalbetrieb

Durch die Anforderung des Brandschutzes, dass Sicherheitstreppehäuser mit einer Überdruckbelüftungsanlage (RDA) nach EN 12101-6 auszustatten sind, wird der Flächenbedarf in der Kernzone noch erhöht.

Die Norm verlangt neben dem Überdruck (50 Pa) und der abströmenden Luft durch die Türen von mind.  $0,75 \text{ m/s}$  auch eine gleichmässige Lufteinbringung ins Treppenhaus (mind. alle 3 Geschosse). Die typisch notwendigen Luftmengen bewegen sich zwischen  $30 - 40'000 \text{ m}^3/\text{h}$  je nach Gebäudekategorie (Bürohaus/Hotel) und bedingen einen vertikalen Kanalquerschnitt von ca.  $1 \text{ m}^2$ . Die Anordnung dieses zusätzlichen Kanals kann durch eine Doppelnutzung als Fort- oder Abluftkanal optimiert werden.

Eine weitere Integrationsmöglichkeit besteht darin, das Treppenauge zur Kanalführung zu verwenden. Die nachfolgenden Skizzen zeigen diese beiden Möglichkeiten auf.

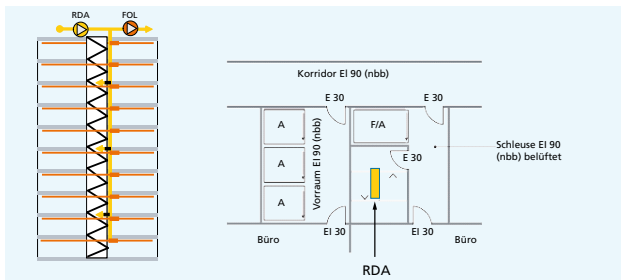


Bild 11: Doppelnutzung Fortluftschacht für RDA mit Bandschutzklappe und Rauchschutzklappen und RDA Kanalführung im Treppenauge

### Rasche Evakuierung – Sicherheit mit Simulation

Die optimale Evakuierung eines Hochhauses durch die Fluchttreppenhäuser basiert auf einem Konzept, welches die baulichen, technischen und organisatorischen Brandschutzmassnahmen definiert. Üblicherweise sind dies heute Sicherheitstreppenhäuser, elektroakustische Evakuationsanlagen, Stockwerksverantwortliche und vor allem realitätsnahe Evakuationsübungen.

Zur Optimierung von Grundrissen (Türbreiten, Fluchtweganordnung) und der EVAK - Strategie helfen Evakuationsimulationen, wie sie zur Voraussage von Evakuationszeiten auf Hochseeschiffen entwickelt wurden. Diese liefern nicht in erster Linie den genauen Zeitablauf, können aber zur Optimierung und beim Variantenvergleich einfach hinzugezogen werden.

Es können verschiedene Szenarien miteinander verglichen werden. Im unten dargestellten Beispiel wurden fünf Szenarien einander gegenübergestellt:

- normales Bürogebäude (Referenz)
- Büronutzung mit Seniorenzentrum
- dichte Büronutzung
- Ausfall eines Sicherheitstreppe
- breitere Fluchttreppen

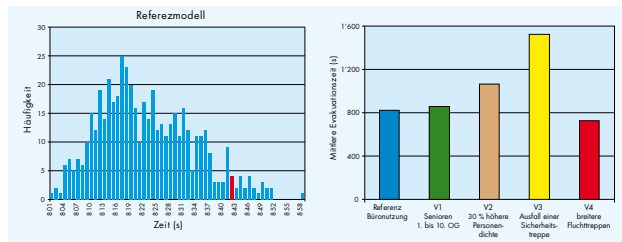
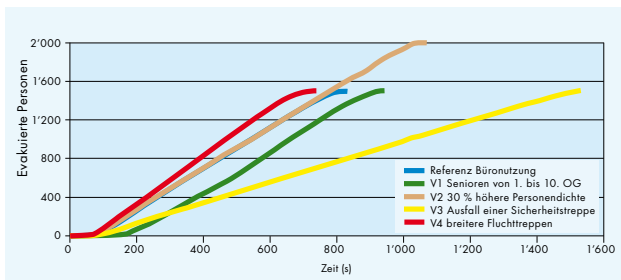


Bild 12: Resultate bei verschiedenen Evakuationsstrategien

### Fazit - Effizienz und Sicherheit durch gewerkeübergreifende Planung

Die aufgezeigten Aspekte zeigen, dass sich eine integrale und innovative Planung bei Hochhausbauten mehr als bei allen anderen Hochbauten, und nicht nur energetisch sondern auch aus Sicherheitsüberlegungen sowie ökonomischen Gründen, aufdrängt. Amstein + Walthert kann und möchte dabei einen wertvollen Beitrag leisten.

### Referenzen

Auswahl Referenzprojekte Amstein + Walthert:

- Hotel SAS Radisson, Zürich-Flughafen
- Stadtspital Triemli, Zürich
- Google Headquarters, Zürich
- Hochhaus Werd, Zürich
- Sunrise Tower, Zürich
- Hotel Marriott, Zürich
- Markthalle, Basel
- Citygate, Basel
- Darron Century Complex, Qingdao, China
- Zanghjian Park, Shanghai, China

adrian.altenburger@amstein-walthert.ch

Dipl. HLK-Ing. HTL / MAS Arch. ETH

erich.fueglistner@amstein-walthert.ch

Dipl. El. Ing. HTL / Brandschutzfachmann CFP

robert.schneider@amstein-walthert.ch

Dipl. El. Ing. ETH / IFMA

david.schwind@amstein-walthert.ch

Dipl. Elektrotechniker TS

April 2007

