

# Was können Fassaden leisten?

## Integration von TGA-Komponenten in der Fassade

Prof. Dr.-Ing. Martin Becker, Studiengang Gebäudetechnik

Dipl.-Ing. Werner Jager, Geschäftsführer

Mit Beginn des Jahres 2006 wird für alle EU Mitgliedsländer eine neue Energieeinsparungsverordnung verbindlich. Lediglich das Anforderungsniveau kann von den einzelnen Mitgliedsländern individuell festgelegt werden; in Deutschland übernimmt dies die Energie-Einsparverordnung (EnEV). Im Mittelpunkt steht dabei die Gesamtenergiebilanz eines Gebäudes, das heißt die kombinierte Bewertung von Heizen, Kühlen, Belüften und Beleuchten. Durch die notwendige Reduktion des Energieverbrauchs zum Betrieb des Gebäudes sind Weiterentwicklungen im Bereich der Fassadentechnik notwendig. Es ist ein gesamtheitlicher Entwicklungs-Ansatz erforderlich, der eine energetische sowie ökonomische Verbesserung zum Ziel hat.

### Gesetzesvorgaben

Ende 2002 wurde durch das Europäische Parlament die *Directive 2002/91 'on the energy performance of buildings'* erlassen. Diese Directive fordert die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union auf, bis zum 4. Januar 2006 alle notwendigen Schritte zur Umsetzung dieser Direktive zu unternehmen.

Die *Directive 2002/91* enthält im Anhang eine Zusammenfassung jener Themen, die bei der Nationalen Umsetzung Berücksichtigung finden müssen. Hierin sind u.a. Wärmeschutz, Beheizung, Kühlung, mechanische und natürliche Belüftung, natürliche und künstliche Beleuchtung des Gebäudes sowie der Ansatz regenerativer Energiegewinnung enthalten.

### Die Directive 2002/91 fordert:

- die Einführung eines Energiepasses, welcher den Energieverbrauch des bestehenden Gebäudes widerspiegelt, Abb.12.
- dass der Energiepass sowohl die Primärenergie, sprich die verwendeten Energieträger, als auch die CO<sub>2</sub>-Emission enthält.
- ein Energiezertifikat, welches den realen Energieverbrauch in Klassen einteilt. Vergleichbar dem, das heute bereits für Energie verbrauchende Güter wie Kühlschränke verwendet wird.
- Bei öffentlich zugänglichen Bereichen mit einer Nutzfläche von mehr als 1000 m<sup>2</sup> ist das Energiezertifikat für die Öffentlichkeit sichtbar aufzustellen. Hier sollen auch die empfohlene und momentane Innentemperatur oder andere relevante Klimafaktoren angezeigt werden.



Referenzverwaltungsbau: 4 Geschosse, Hülle/Volumen= 0,27 m-1

vante Klimafaktoren angezeigt werden.

- Das Energiezertifikat soll neben dem berechneten auch den realen Energieverbrauch enthalten.

Die letzten zwei Punkte zielen darauf ab, das Nutzerverhalten aufzuzeigen und zu beeinflussen und die ggf. auftretenden Unterschiede zwischen ursprünglicher energetischer Gebäudeauslegung und momentanem -betrieb darzustellen. Insbesondere für Planer stellt dies eine Qualitätserhöhung der Planungsparameter dar, um mögliche Abweichungen zu minimieren.

In Europa gab es bis dato jedoch noch keine zusammenfassenden Normen, die diese energetisch gesamtheitliche Betrachtungsweise ermöglichen. In Deutschland wurde aus diesem Grunde eine Fachgruppe

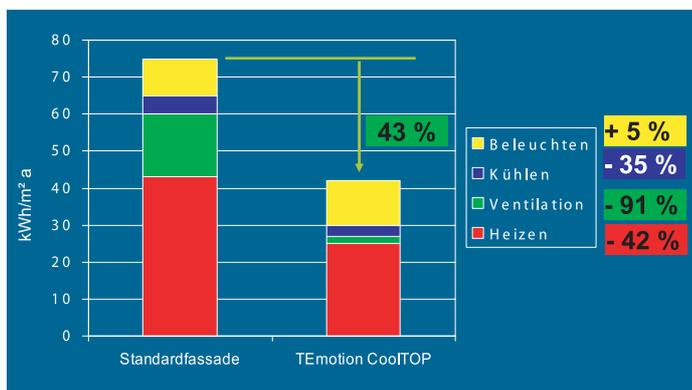
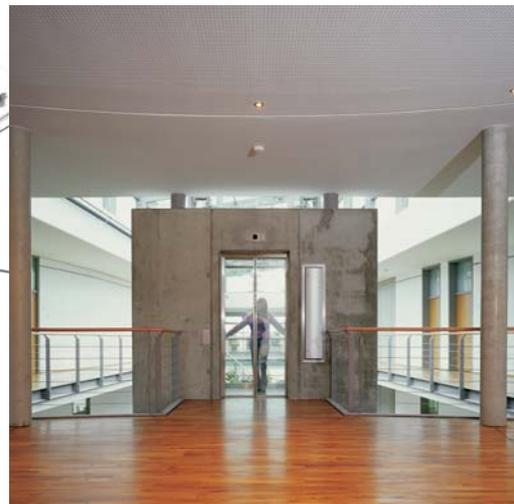
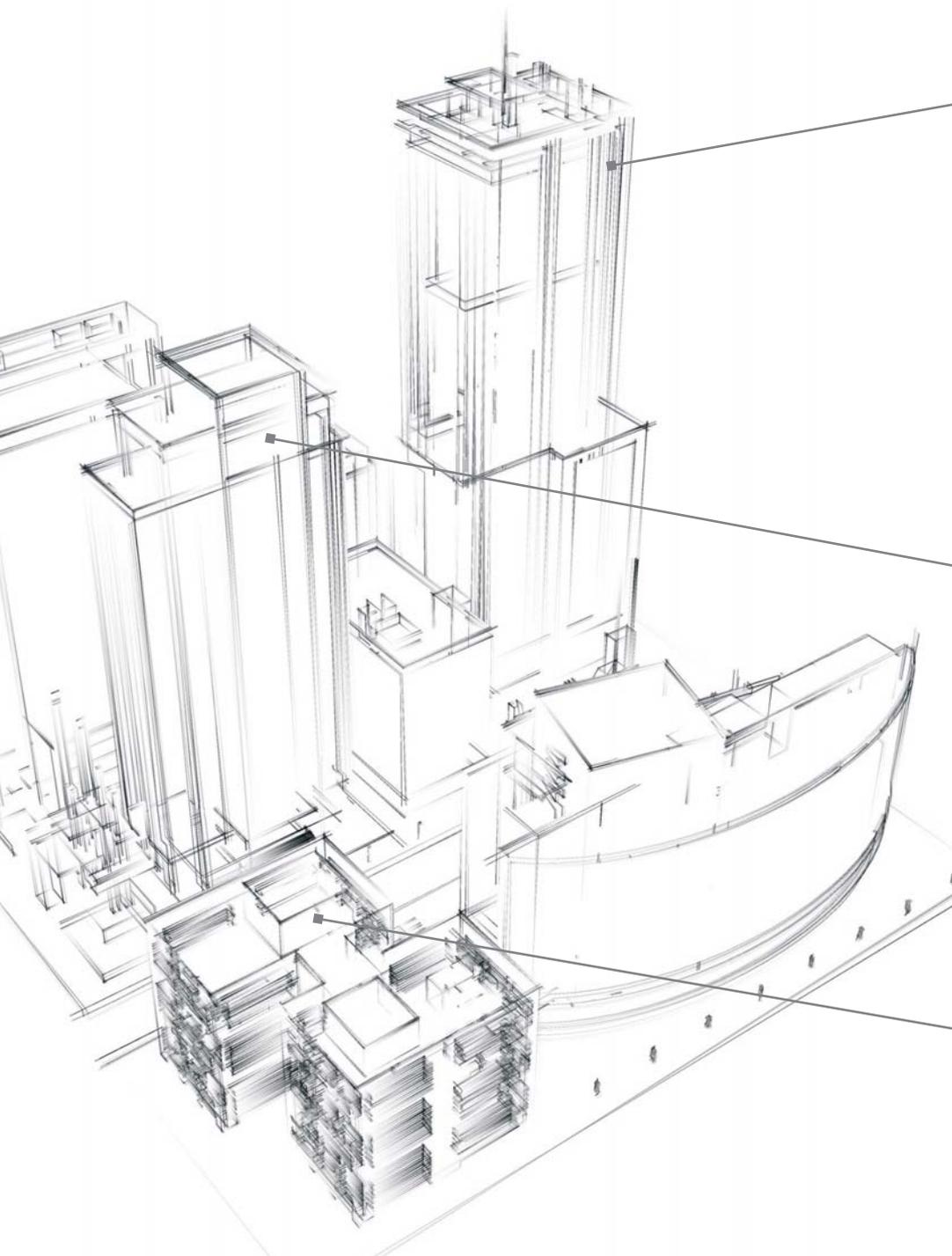


Abb.1 TEemotion-Endenergiebedarf, Referenzfassade (links) und Lösung 3 (rechts) mit optimiertem Beleuchtungsverfahren



Abb.2 DIN 18599 - Energetische Bewertung von Gebäuden



## Wie ist Ihr Betriebsklima?

Wohlbefinden ist eine der wichtigsten Grundvoraussetzungen für Leistungsfähigkeit, Sicherheit und Gesundheit.

emco Klima befasst sich seit 30 Jahren mit der Lösung individueller, objektbezogener Problemstellungen in den Bereichen Heizen, Kühlen, Lüften.

Eine breite Palette an RAL-zertifizierten emco Klimadeckensystemen ermöglicht die Nachrüstung von Gebäudekomplexen oder einzelnen Objektbereichen nach Wunsch.

Fördern Sie Ihr Betriebsklima – fordern Sie einfach direkt unser Informationsmaterial an!

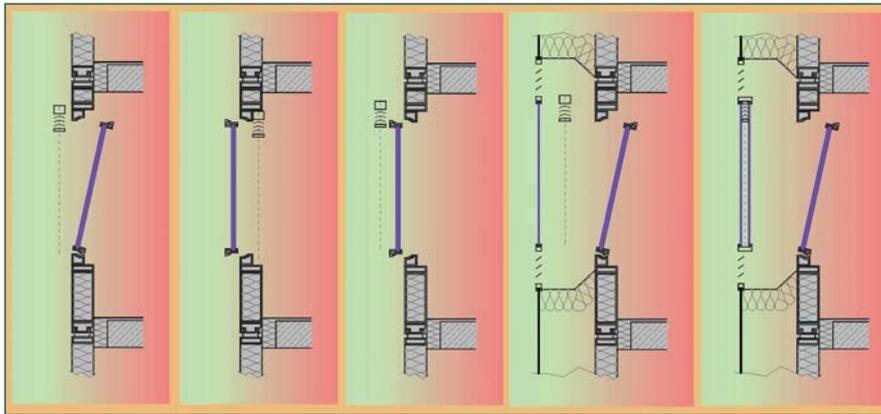


Abb.3 Messtechnische Untersuchung unterschiedlicher Fassadenausführungen

mit der Erstellung einer Nationalen Norm beauftragt. Unter Leitung von Hans Erhorn, Fraunhofer Gesellschaft IBP, hat sie Anfang 2005 diese Norm vorgestellt.

Diese Norm 'DIN 18599 - Energetische Bewertung von Gebäuden' enthält in ihren 12 Teilen die Berechnungsansätze für den Nutz-, End- und Primärenergiebedarf für Beheizung, Kühlung, Belüftung, Beleuchtung und Warmwasserbereitung von Gebäuden.

### Doppelschalige Fassaden

Vor diesem Hintergrund ist es für Baumärkte erforderlich zu wissen, wie diese Anforderungen in kommerzielle Produkte umsetzbar sind. Seit mehr als 10 Jahren werden doppelschalige Fassaden eingesetzt, um neben dem Imagegewinn des Bauherren auch unterschiedliche Vorteile dieses Konstruktionsprinzips zu nutzen. Diese sind:

- Verbesserter Vorschallschutz durch zweite Außenhaut.

Je nach Ausführung kann dies bis zu 18 dB(A) bei geschlossener Innenfassade bedeuten.

- Verbesserte passive Energiegewinne. Die zweite Haut wirkt wie ein Wintergarten. Im Winter kann somit ein Wärmepuffer entstehen, der geringere Heizkosten zur Folge hat.
- Geschützter im Fassadenzwischenraum liegender Sonnenschutz. Hier ist dieser nahezu unabhängig vom Umgebungsklima des Gebäudes. D.h. auch bei erhöhten Windlasten auf der Fassade bleibt der Sonnenschutz aktiv und führt somit zu einem geringeren Energieeintrag in das Gebäude. Vor allem im Sommerhalbjahr bedeutet dies eine Verringerung der Kühllasten und somit der notwendigen Energie. Diese Wirkung ist bei hohen Gebäuden oder Bauten in windexponierter Lage besonders hoch.
- Erhöhung des Nutzerkomforts. Durch die Zweischaligkeit kann der Nutzer die Innenfassade individuell öffnen, um dadurch einen intensi-

verten Kontakt mit der Umwelt zu erreichen. Dies ist vor allem bei Hochhäusern ein weiterer positiver Effekt. Messungen auf dem Freilandversuchsgelände von WICONA belegen dies nachdrücklich.

Es werden hier 4 Fassadenkonstruktionen parallel vermessen, Abb.3:

- eine Einfachfassade mit Dreh-Kipp-Fenster nach innen öffnend mit außen liegendem Sonnenschutz (= TYP 1)
  - eine Einfachfassade mit Parallel-abstell-Fenster nach außen öffnend mit innen liegendem Sonnenschutz (= TYP 2)
  - eine doppelschalige Fassade mit WSV - Verglasung innen und Einfachverglasung außen. Sonnenschutz im Fassadenzwischenraum (= TYP 4)
  - eine doppelschalige Fassade mit WSV - Verglasung innen und WSV-Verglasung außen. Sonnenschutz in der WSV-Verglasung außen (= TYP 5)
- Neben klimatischen Parametern wie Lufttemperatur, Feuchte, Wind,

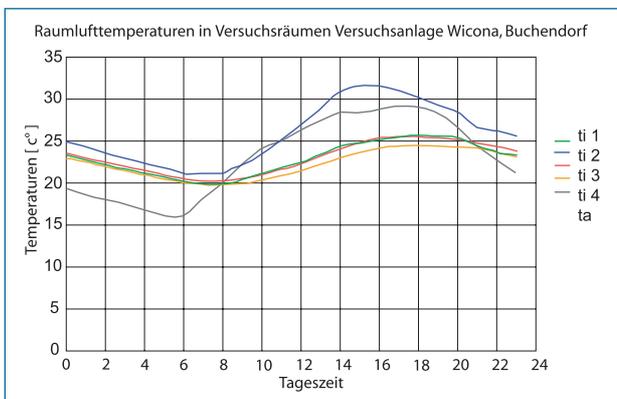
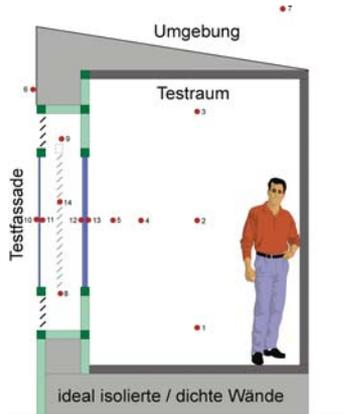


Abb.4 Messtechnische Untersuchung unterschiedlicher Fassadenausführungen -Lufttemperaturen

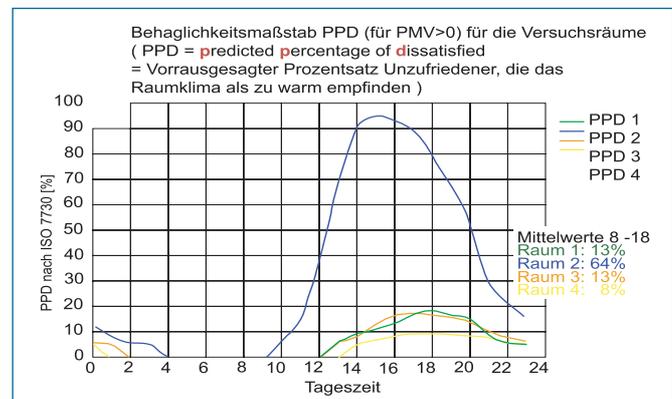


Abb.5 Messtechnische Untersuchung unterschiedlicher Fassadenausführungen - Behaglichkeit nach ISO 7730 (PPD = predicted percentage of dissatisfied)

## Gemeinsam mit den Herstellern

- **D+H Mechatronic** (Öffnungsmotorik, Entrauchung und Gebäudeautomation)
- **Trox FSL** (Dezentrale Heiz- und Kühltechnik)
- **Warema Renkhoff** (Tageslichtlenk- und Verschattungssysteme)
- **Wieland Electric** (Verkabelung)

sowie den beratend mitwirkenden Partnern Prof. Dr. Ing. Martin Becker, FH Biberach, Lehrstuhl für Gebäudetechnik. Prof. Dr. Ing. Helmut Müller, Universität Dortmund, Lehrstuhl für Klimagerechte Architektur, Ingenieurbüro Dr. Schwab, Schmidt Reuter GbR und schließlich der Gesellschaft für Licht- und Bautechnik hat **Hydro Building Systems** eine elementierte Fassade entwickelt, bei der die zahlreichen Funktionen einer aufeinander abgestimmten Haustechnik integriert sind.

Windrichtung und solarer Einstrahlung werden sowohl Temperaturstrahlung, Luftwechsel und -geschwindigkeit in der Fassade und im Raum als auch Oberflächentemperaturen der Raumumschließungsflächen erfasst. In Langzeitmessungen zeigt sich, dass doppelschalige Fassaden die Innenraumtemperaturen nachhaltig reduzieren können. In der Folge sinkt der Kühlbedarf im Gebäude. Im direkten Vergleich zwischen den 4 Fassadenvarianten sind die Varianten TYP 1 (Standardfassade mit DK-Fenster und Sonnenschutz außen) und TYP 4 (Doppelschalige Fassade mit Sonnenschutz im Fassadenzwischenraum) auf dem gleichen Niveau bei der Betrachtung der Innenraumtemperaturen. TYP 2 (Standardfassade mit Parallelabstell-Fenster nach außen und Sonnenschutz innen) führt zu einer deutlichen Erhöhung der Innenraumtemperaturen, was zum einen durch den innen liegenden Sonnenschutz zu erklären ist, zum anderen auch durch die Lüftungseffizienz von Parallelabstell-Fenstern. Nach außen öffnend arbeiten diese Fenster wie Luftfänger, d.h. warme Luft, die an der Außenfassade ansteigt, wird direkt in den Raum umgeleitet, sobald das Fenster geöffnet wird. Am besten schneidet TYP 5 (Doppelschalige Fassade mit Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum der äußeren WSV -Verglasung) ab. Durch Trennung des Sonnenschutzes vom Luftstrom durch den Fassadenzwischenraum verringert sich die Erwärmung der Zuluft in den Raum und in der Folge auch die Temperatur im Raum, Abb.4.

Noch deutlicher wird der Unterschied der Fassadenausführungen, wenn das Nutzerempfinden nach ISO 7730 nachgebildet wird. In dieser Norm wird, unter Berücksichtigung verschiedener Parameter, jener Prozentsatz von Personen errechnet, welche mit dem jeweiligen Raumklima unzufrieden sein werden, Abb.5.

Das Parallelabstellfenster mit innen liegendem Sonnenschutz schneidet am ungünstigsten ab. Im Tagesgang eines gemessenen Sommertages ist mit bis zu 95% unzufriedener Personen zu rechnen, d.h. fast jeder Nutzer eines derartigen Gebäudes wird sich ohne Klimatechnik unbehaglich fühlen. Am besten verhält sich die doppelschalige Fassade mit Sonnenschutz in der äußeren WSV-Verglasung. Hier ist von maximal 10% unzufriedenen Nutzern auszugehen, was als Minimalwert angesehen werden kann. Doppelschalige Fassaden in der heutigen Ausführung mit Festverglasung außen und starren Zu- wie Abluftöffnungen in der Außenhaut haben noch Entwicklungspotential in den Bereichen Bauphysik und Ökonomie.

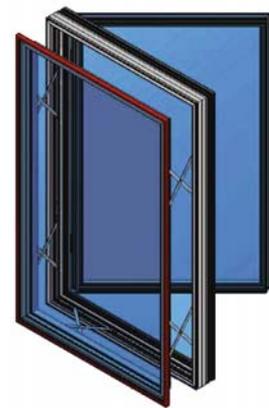
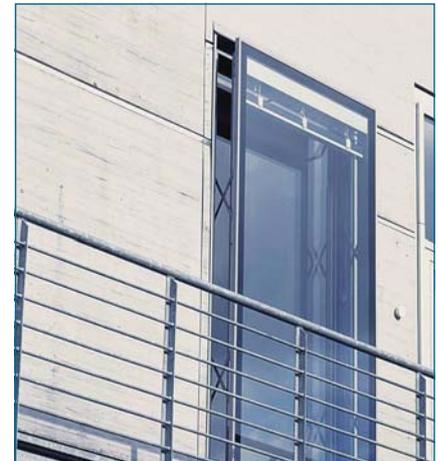
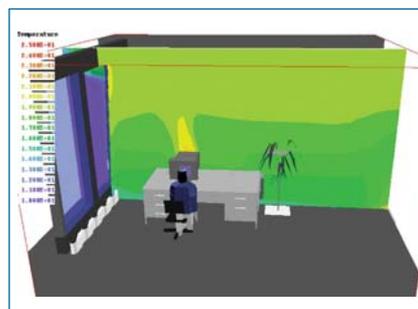


Abb.6 WICONA TOP Window

Sind Ausgestaltung oder Witterungsverhältnisse ungünstig, kann dieses Konstruktionsprinzip zu folgenden Erscheinungen führen:

- Überhitzungen im Fassadenzwischenraum. Vor allem wenn der Fassadenzwischenraum weniger als 200 mm oder die Außenfassade weniger als 10 % Öffnungsflächen enthält oder die solare Absorption des Sonnenschutzes mehr als 40 % beträgt.
- Schall-, Rauch und Feuerübertragung zwischen den Räumen

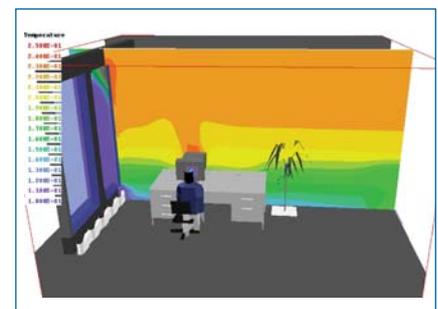


Abb.7 Temperaturschichtung im Raum a) Kipp-Fenster (links) und b) Parallelabstellfenster (rechts)

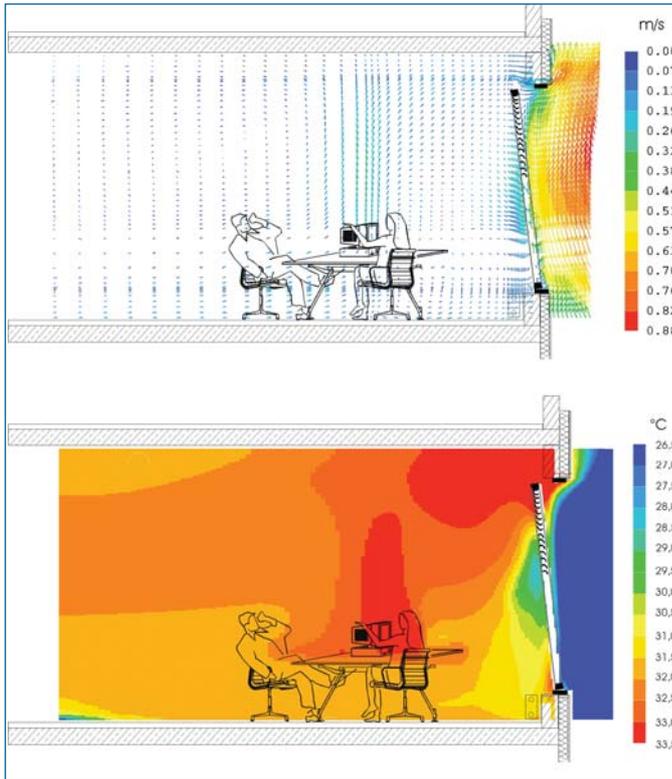


Abb.8 Standardfassade  
Luftgeschwindigkeit (oben),  
Temperaturschichtung im Raum (unten).  
Außenlufttemperatur +26° C (= blaue Farbe), maximale  
Innenlufttemperatur +33° C (= rote Farbe).

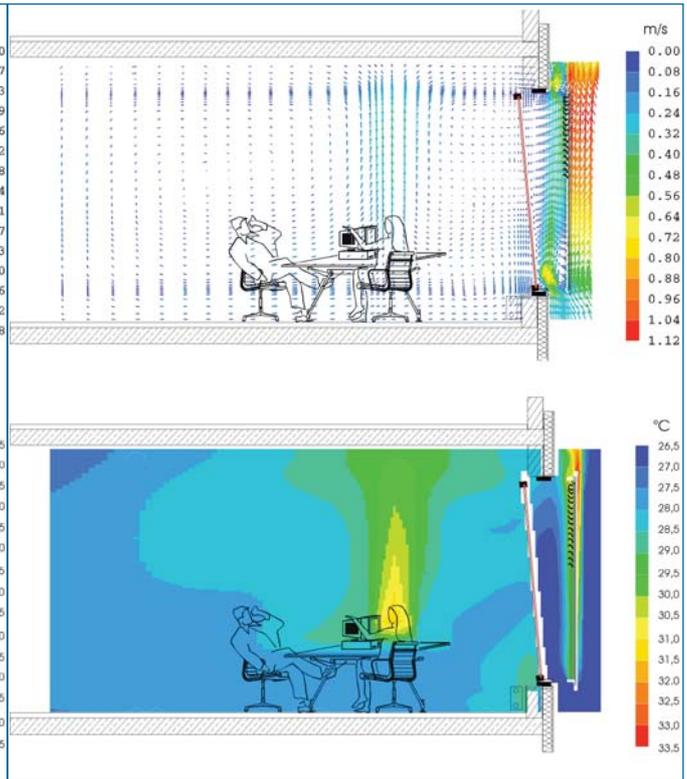


Abb.9 WICONA CoolTOP  
Luftgeschwindigkeit (oben),  
Temperaturschichtung im Raum (unten)  
Außenlufttemperatur +26° C (= blaue Farbe)

und Stockwerken, wenn weder vertikale noch horizontale Schotts zwischen Außen- und Innenfassade eingebaut sind.

- Kondensat- und Eisbildung an der Innenoberfläche der Außenfassade, wenn die Lüftungsquerschnitte zu gering und nicht individuell öffnbar ausgeführt sind.

Diese Themen können zusätzlich minimiert werden, wenn die Außenhaut individuell öffnbar ist und somit der jeweilige Lüftungsquerschnitt an die klimatischen und nutzungsbedingten Anforderungen angepasst werden kann.

### Weiterentwicklung des Prinzips

Die Berücksichtigung aller Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen und Bauausführungen hat zu der Weiterentwicklung WICONA TOP Window geführt, Abb.6.

Das Fensterprinzip vereint:

- geschützten, außen liegenden Sonnenschutz
- passive solare Energiegewinnung durch doppelschaligen Aufbau

- erhöhten Schallschutz
- erhöhten Nutzerkomfort durch individuelle Betätigung der Fenster einer doppelschaligen Fassade mit:
  - Überhitzungsverringerung durch individuell öffnbare Außenhaut, d.h. das Parallelabstell-Fenster wird bei Bedarf bis zu 200 mm vor die Fassade abgestellt und gibt so einen maximalen Querschnitt zur Hinterlüftung des Fassadenzwischenraumes frei.

- Vermeidung von Schall-, Rauch- und Feuerübertragung zwischen Räumen und Stockwerken, da durch die Fensterkonstruktion vertikale und horizontale Schotts bereits enthalten sind.

- Verringerung der Kondensat- und Eisbildung an der Innenoberfläche der Außenfassade, da diese bei Bedarf

geöffnet werden kann. Durch die einstellbare Öffnungsweite kann anfallendes Kondensat in kürzester Zeit abgelüftet werden.

- Geringerer Bautiefe (< 200 mm) trotz integriertem Sonnenschutz inkl. Motorik und Steuerung

Dieser Fenstertyp vereint somit die Vorzüge einer doppelschaligen Fassade ohne deren Nachteile. Durch folgende Designprinzipien ergeben

Abb.10 Endenergiebedarf.  
Referenzfassade (links) und  
Lösung 1 (rechts) mit optimiertem  
Beleuchtungsverfahren

Planungsfassade	TEmotionfassade 1
43,45 kWh/(m²a) Endenergie Heizung [kWh/(m²a)]	38,05 kWh/(m²a) Endenergie Heizung [kWh/(m²a)]
14,64 kWh/(m²a) Endenergie Lüftung [kWh/(m²a)]	1,36 kWh/(m²a) Endenergie Lüftung [kWh/(m²a)]
5,70 kWh/(m²a) Endenergie Kühlung [kWh/(m²a)]	5,81 kWh/(m²a) Endenergie Kühlung [kWh/(m²a)]
26,92 kWh/(m²a) Endenergie Beleuchtung [kWh/(m²a)]	25,37 kWh/(m²a) Endenergie Beleuchtung [kWh/(m²a)]
41,11 kg CO <sub>2</sub> /(m²a) CO <sub>2</sub> -Emissionen [kg CO <sub>2</sub> /(m²a)]	30,34 kg CO <sub>2</sub> /(m²a) CO <sub>2</sub> -Emissionen [kg CO <sub>2</sub> /(m²a)]
Werte bezogen auf die Gebäudenutzfläche nach EnEV	

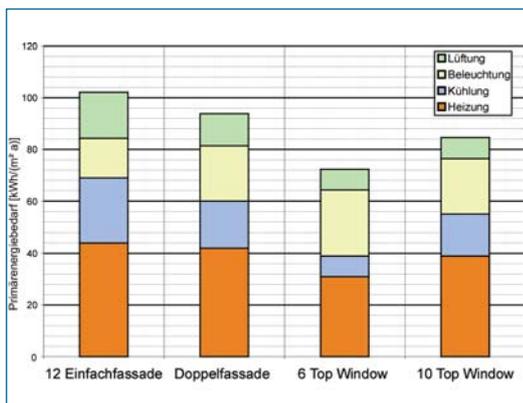


Abb.11 Primärenergiebedarf unterschiedl. Fassadenausführungen

schutz ist fest im zu öffnen den Außenflügel integriert. In der Folge ist der Sonnenschutz nicht im direkten Luftstrom platziert, wodurch sich die Zulufttemperatur nur gering erhöht. Hierdurch können geringste g-Werte erzielt werden. Dies bedeutet

sich die Vorteile der Konstruktion:

- Parallelabstellflügel außen. Diese Öffnungsart ermöglicht die maximale Hinterlüftung der Außenfassade und maximale Raumbelüftung aufgrund der Lüftungseffizienz des Parallelabstellfensters.

- Dreh-Kipp-Flügel innen. Diese Öffnungsart verhindert gleichzeitig, dass es zur Auskühlung des Gebäudes und zu Zugerscheinungen kommt. Im Kippbetrieb kann Kaltluft erst ab einer gewissen Fensterhöhe in den Raum gelangen. Hierdurch kann sich die kalte Außenluft an der Innenoberfläche erwärmen, bevor diese in den Bodenbereich kommt. Im Gegensatz dazu würde ein Parallelabstellfenster kalte Außenluft direkt in Bodenhöhe in den Raum transportieren. Um diesen Kaltluftbereich zu vermeiden, muss das Parallelabstellfenster eine deutlich geringere Öffnung aufweisen. Jedoch steigt dann die Temperatur in Kopfhöhe des Nutzers an, was auch zu Unbehaglichkeit führen kann.

Abb.7 zeigt diesen Effekt bei folgenden Annahmen

- +10°C Außenlufttemperatur
- Windstille
- keine Solarstrahlung
- effektiver Lüftungsquerschnitt so gewählt, dass sich in beiden Fällen die gleiche Lufttemperatur in Bodennähe einstellt.

Diese Berechnungen zeigen, dass der Lufttemperaturunterschied in Bodenhöhe zwischen beiden Fenstertypen mehr als 6° C betragen kann, bei Annahme der gleichen effektiven Lüftungsquerschnitte. Für die Behaglichkeit des Nutzers hat das Dreh-Kipp-Fenster somit nachweisbare Vorteile. Der Sonnen-

dann geringere Solareinträge in den Raum sowie geringere Lufttemperaturen und Kühllasten im Raum, Abb.8 und 9.

In der Jahresberechnung kann sich dies aufsummieren zu:

- 60 kWh/m² Fassadenfläche und Jahr bei Standardfassade
- 40 kWh/m² Fassadenfläche und Jahr bei Doppelfassade
- 20 kWh/m² Fassadenfläche und Jahr bei CoolTOP Fassade und TOP Fenster mit Sonnenschutzglas.

Primärenergetisch bewertet und bei Betrachtung der notwendigen Energien für Heizen, Kühlen, Belüften und Beleuchten kann dieser Konstruktionstyp bis zu 30% Energieeinsparung erzielen. Als Referenz dient hier die Standardfassade. Der Berechnung liegen der Deutsche Baustandard gemäß EnEV 2002 sowie Würzburg als Standort zu Grunde, Abb.11. Das TOP Fenster stellt somit die Weiterentwicklung der Doppelschalenfassade dar. Jedoch ist auch dieser Konstruktionstyp nicht zwingend integrativ, d.h. die unterschiedlichen Gewerke Heizen, Kühlen, Belüften und Beleuchten sind nach wie vor nur im Ansatz mit der Fassade verbunden. Planung, Herstellung, Installation, Inbetriebnahme und Wartung führen über eine Vielzahl von Schnittstellen, was das Erreichen von Qualität in Ausführung und Betrieb erschwert.

### Innovation im Fassadenbau

Durch den Ansatz TEmotion wird dies jedoch erzielt. Die Integration aller technischen Bauteile zum

- Heizen
- Kühlen
- Belüften, mechanisch und natürlich
- Beleuchten, künstlich und natürlich

# Air - Quality

**bioclimatic** - das bedeutet seit über 25 Jahren Kompetenz und Erfahrung auf dem Gebiet hochqualitativer Luftaufbereitungs- und Entkeimungssysteme. Innovative Systemlösungen in den unterschiedlichsten Lebens- und Produktionsbereichen sind der Mittelpunkt unserer Forschungs- und Entwicklungsarbeit.

## Raumluftthygiene



Die innovative und patentierte VIROXX-Quadro-Technologie ist weltweit einmalig.

- Inaktivierung von Viren (SARS, Vogelgrippe etc.), Keimen und Krankheitserregern
- gesunde und geruchsneutrale Raumluft
- nachhaltiger Abbau von Schadstoffen und Gerüchen
- sensorgesteuerte Feinabstimmung

## Luftionisationssysteme

Gesunde, keimarme, geruchsneutrale Luft für optimale Arbeits-, Hygiene- und Lagerbedingungen.

- Inaktivierung von Keimen und Geruchsmolekülen durch aktivierten Sauerstoff
- elektronisch gesteuerte, bedarfsgerechte Dosierung
- verschiedene Geräteserien für vielseitige Anwendungsgebiete

## Abluft-Reinigungssysteme

Das innovative Abluft-Reinigungssystem PHOENIX ist die optimale Kombination von Photo-Oxidation und Katalysator und ermöglicht eine nahezu 100 %ige Reinigung von belasteter Abluft.



- Abbau von Schadstoffen, Gerüchen und lösungsmittelhaltiger Luft
- Einhaltung der gesetzlichen Auflagen
- variable, bedarfsgerechte Systemgrößen für unbegrenzte Einsatzmöglichkeiten
- niedrige Betriebskosten



bioclimatic GmbH  
 Im Niedernfeld 4  
 D-31542 Bad Nenndorf  
 Telefon +49 57 23 - 94 40 - 0  
[www.bioclimatic.de](http://www.bioclimatic.de)

ENERGIEPASS																													
																													
<b>Gebäudebeschreibung</b> Adresse: TEmotionfassade 3 mit integrierter Technik Typ: Bürogebäude Baujahr: 2005 Gebäudenutzfläche A <sub>n</sub> : 15,544 m <sup>2</sup> Gebäudevolumen V <sub>v</sub> : 19,430 m <sup>3</sup> Hüllfläche A <sub>h</sub> : 5,332 m <sup>2</sup> A/V: 0,27 Nettogrundfläche: 5,128 m <sup>2</sup>																													
<b>Ergebnisse (bezogen auf Gebäudenutzfläche)</b> Heizwärmebedarf: 22,5 kWh/(m <sup>2</sup> a) Kältebedarf: 8,0 kWh/(m <sup>2</sup> a) Beleuchtung: 12,8 kWh/(m <sup>2</sup> a) Primärenergiebedarf: 81,0 kWh/(m <sup>2</sup> a) CO <sub>2</sub> -Emissionen: 17,73 kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)																													
<b>Energiebedarf (bezogen auf die Nettostrichfläche)</b>																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Energieträger</th> <th>Heizung</th> <th>Kälte</th> <th>Beleuchtung</th> <th>Hilfsenergie</th> <th>Bedarf absolut</th> <th>Bedarf(m<sup>2</sup>a)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Erdgas</td> <td>x</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>157,125 kWh/Jahr</td> <td>31 kWh/(m<sup>2</sup>a)</td> </tr> <tr> <td>Strom</td> <td></td> <td>x</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>110,915 kWh/Jahr</td> <td>22 kWh/(m<sup>2</sup>a)</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>268,040 kWh/Jahr</td> <td>52 kWh/(m<sup>2</sup>a)</td> </tr> </tbody> </table>	Energieträger	Heizung	Kälte	Beleuchtung	Hilfsenergie	Bedarf absolut	Bedarf(m <sup>2</sup> a)	Erdgas	x				157,125 kWh/Jahr	31 kWh/(m <sup>2</sup> a)	Strom		x	x	x	110,915 kWh/Jahr	22 kWh/(m <sup>2</sup> a)	Summe					268,040 kWh/Jahr	52 kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Energieträger	Heizung	Kälte	Beleuchtung	Hilfsenergie	Bedarf absolut	Bedarf(m <sup>2</sup> a)																							
Erdgas	x				157,125 kWh/Jahr	31 kWh/(m <sup>2</sup> a)																							
Strom		x	x	x	110,915 kWh/Jahr	22 kWh/(m <sup>2</sup> a)																							
Summe					268,040 kWh/Jahr	52 kWh/(m <sup>2</sup> a)																							
<b>Aussteller</b> Firma: Schmitt Reuter Integrale Planung und Beratung GmbH Straße: Graeffstraße 5 Ort: 50823 Köln																													

Abb.12 Energiepass nach DIN 18599: TEmotion, Lösung 3 mit optimiertem Beleuchtungsverfahren

che Lösungen vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit zu analysieren. Nachhaltigkeit bedeutet die gleichzeitige Beachtung ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte bei Konstruktion, Betrieb und Widernutzbarmachung am Lebenszyklusende.

■ Autarkie

Weitere Zielsetzung ist es, die technische sowie die energetische Unabhängigkeit des Systems Fassade zu erreichen. Mit Integration sämtlicher Komponenten in die Fassade konnte technische Autarkie bereits erreicht werden. Zur Erzielung der energetischen Autarkie ist es wichtig, den Betrachtungsrahmen zu definieren. Muss nur soviel Energie regenerativ erzeugt werden, wie zum Betrieb der fassadenintegrierten Komponenten notwendig, oder muss zusätzlich auch der Raum mit seiner Nutzung in die Systemgrenze einbezogen werden? Bei der TEmotion-Fassade fiel die Entscheidung auf die letzte Definition, d.h. auch die durch die Nutzung bedingten Heiz- und Kühllasten müssen in die Definition mit einfließen.

Ergebnisse - Energiebedarf

Die Berechnungen zum Energiebedarf wurden anhand der zukünftigen DIN 18599 und den Vorgaben der Directive 2002/91 durchgeführt. Es wird hier ein 5geschossiges Gebäude mit den Abmessungen 70 m Länge, 14 m Breite und 12 m Höhe untersucht.

Als Referenzfassade dient eine ein-

schalige Pfostenriegelfassade mit außen liegendem Sonnenschutz. Der Fc-Wert der zu 92,5 % transparenten Fassade liegt bei 0,25. Der Wärmeschutz der Fassade ist 1,45 W/(m<sup>2</sup>K). Hierzu kommen unterschiedliche TEmotion Lösungen zum Vergleich, Abb.13:

■ Lösung 1

Doppelschalige Fassadenkonstruktion mit WSV-Verglasung innen und Einfachfestverglasung außen. U-Wert der Fassade: 1,50 W/m<sup>2</sup>K.

■ Lösung 2

Doppelschalige Fassadenkonstruktion mit WSV-Verglasung innen und Parallelabstellfenster mit Einfachverglasung außen = TOP Window. U-Wert der Fassade: 1,32 W/m<sup>2</sup>K.

■ Lösung 3

Doppelschalige Fassadenkonstruktion mit WSV-Verglasung innen und Parallelabstellfenster mit Sonnenschutzverglasung außen = CoolTOP Window. U-Wert der Fassade: 0,62 W/m<sup>2</sup>K.

Für alle Lösungen gilt: Sonnenschutz im Fassadenzwischenraum Fc-Wert des Sonnenschutzes liegt bei 0,25 bei 73 % Verglasungsanteil. Die vergleichende Untersuchung ergibt für die Standardfassade einen Endenergiebedarf für Heizen, Kühlen, Luftförderung und Beleuchtung von 91 kWh/m<sup>2</sup>a. TEmotion Lösung 1 hat einen Endenergiebedarf von 71kWh/m<sup>2</sup>a, Lösung 2 von 66 kWh/m<sup>2</sup>a und TEmotion Lösung 3 von 58 kWh/m<sup>2</sup>a. Eine detailliertere Analyse zeigt, dass durch die Verwendung dezentraler Heiz- und Klimatechnik eine entscheidende Möglichkeit zur Energieeinsparung liegt. Die Referenzfassade mit herkömmlicher,

- regenerativer Energiegewinnungssysteme in die Fassade, ermöglicht erstmals das Gesamtsystem energetisch und ökonomisch zu optimieren.

Entwicklungsziele

Der Kern des Konzeptes sind folgende Punkte:

- Modularität  
Sämtliche Bauteile und Komponenten sind modular aufgebaut. Hierdurch können diese leicht montiert und auch nachträglich verbaut werden. Dies hat den Vorteil, dass z.B. ein dezentrales Klimagerät erst dann eingebaut werden muss, wenn dies notwendig ist. Die Gebäudeausstattung lässt sich so sich ändernden Nutzeranforderungen anpassen, eine Revisionierung deutlich vereinfachen.
- Plug-In Wire Technologie  
Durch diese Technik kann der Verkabelungsaufwand in Fassaden um bis zu 60% gegenüber üblichen Verkabelungen der Einzelbauteile verringert werden.
- Gebäudeautomation  
Integration der unterschiedlichen elektronischen Bauteile ermöglicht eine geringere Anzahl der sonst üblichen elektronischen Steuer- und Regeleinheiten. Zusätzlich kann hierdurch der Stand-By Verlust der Steuer- und Regeleinheiten um bis zu 80% verringert werden.
- Nachhaltigkeit  
Erreichtes Ziel ist es zudem, sämtli-

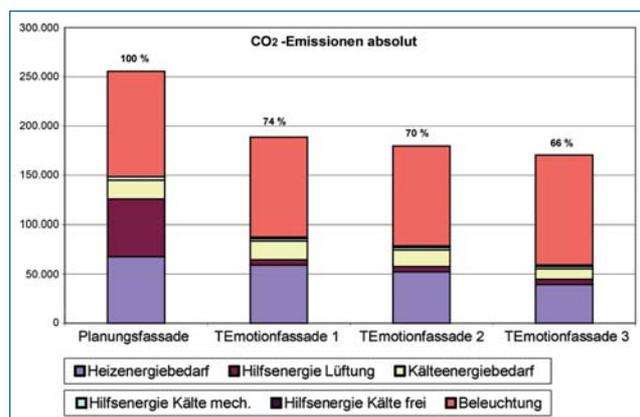


Abb.13 CO<sub>2</sub>-Emissionen absolut für Referenzfassade (links) und TEmotion Lösung 1, 2 und 3 (rechts) mit optimiertem Beleuchtungsverfahren

zentraler Heiz-, Belüftungs- und Kühltechnik im Bereich der 'Luftförderung' besitzt einen Endenergiebedarf von 14,6 kWh/m<sup>2</sup>a; dieser Bedarf kann durch die dezentrale Technik auf 1,4 kWh/m<sup>2</sup>a gesenkt werden, Abb.10. Dies entspricht einer 90 %-Verringerung. Als zweites fällt der immer noch hohe Endenergieverbrauch für Beleuchtung auf. Grund hierfür ist der allgemeine Ansatz, dass im Raum generell eine Arbeitsplatz-Beleuchtung nach Arbeitsstättenverordnung notwendig ist. Bei 500 Lux Beleuchtungsstärke bedeutet dies eine heizwirksame Installationsleistung von 15 W/m<sup>2</sup>. Durch ein angepasstes Beleuchtungskonzept, das 500 Lux nur am Arbeitsplatz vorsieht, in all den anderen Bereichen jedoch Abweichungen zulässt, kann der Endenergiebedarf für Beleuchtung von 27 W/m<sup>2</sup>K auf 11 kWh/m<sup>2</sup>a gesenkt werden; eine Verringerung von 60 %, Abb.1 (siehe Titelseite) und Abb.10 zeigen den Vergleich der Endenergieverbräuche von Referenzfassade und Lösung 3.

Beleuchtungsberechnungen ergaben, dass bei Integration der Kunstlichtbeleuchtung in die Fassade dieses optimierte Beleuchtungsverfahren direkt umgesetzt ist.

Wie mit Tageslicht wird der Raum nicht homogen mit gleich großer



Ausführungsbeispiel Wicona

Beleuchtungsstärke betrieben, sondern selektiv. Unter Ansatz aller Verbesserungen der TEmotion zu einer heute bauüblichen Referenzfassade und der Verwendung von Photovoltaik zur Stromerzeugung kann heute ein energetischer Autarkiegrad von derzeit 30 % bis 50 % erzielt werden. Entscheidend sind hier u.a. Orientierung und Wirkungsgrad der Photovoltaik-Module, die Größe der Photovoltaikfläche und der reale Gebäudeenergiebedarf. Bei Berechnung nach der DIN 18599 ergibt sich ein

Primärenergiebedarf beim Gebäude mit Referenzfassade von 190 kWh/m<sup>2</sup>a. Dem gegenüber erreicht ein Gebäude mit der TEmotion-Fassade, Lösung 3 und den zuvor genannten Verbesserungen einen Bedarf von 81 kWh/m<sup>2</sup>a. Dies zeigt das Potential, welches durch die Integration der Komponenten in die Fassade, deren Optimierung, der abgestimmten Betriebsweise und auch der Verwendung ganzheitlicher Regelungsansätze erzielbar ist.

### Ergebnisse - Kostenanalyse

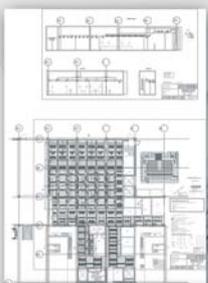
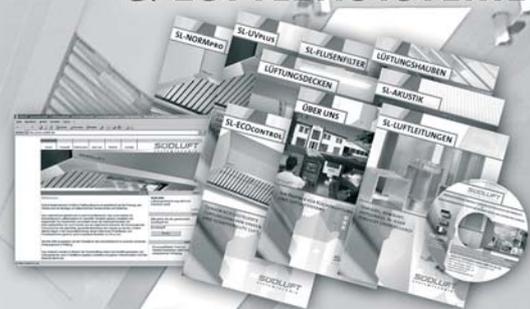
Um eine Vergleichbarkeit zwischen dezentralen, fassadenintegrierten und zentralen Heiz-, Kühl- und Belüftungssystemen zu ermöglichen, ist eine Umrechnung der Kosten pro m<sup>2</sup> Nutzfläche auf den m<sup>2</sup> Fassade notwendig. Bei den Vergleichsfassaden Standard, TOP Fenster und doppelschalige Fassade wird von einer zentralen Versorgung ausgegangen. Bei der TEmotion-Variante erfolgt die Bereitstellung von Warm- und Kaltwasser zentral über eine Heizanlage bzw. einen Kaltwassersatz. Die Belüftung sowie der Heiz- und Kühlvorgang erfolgen dezentral in den Systemen.

Das Gebäude mit Standardfassade wird über eine Bauteilkühlung mit mechanischer Lüftung betrieben.

# SÜDLUFT

## SYSTEMTECHNIK

IHR PARTNER FÜR  
**KÜCHENLÜFTUNGSTECHNIK  
& LUFTLEITSYSTEME**



PLANEN  
FERTIGEN  
MONTIEREN

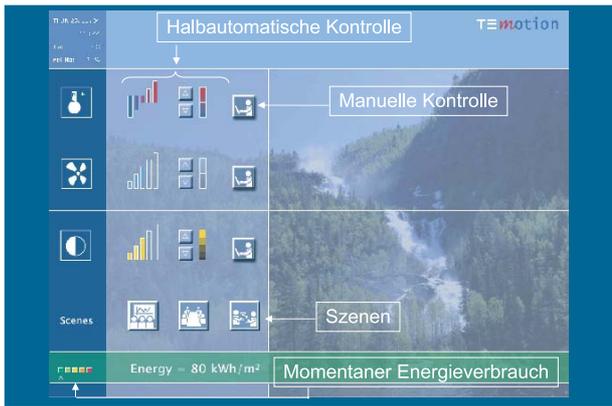


Abb.14 Visualisierung mittels Bildschirm

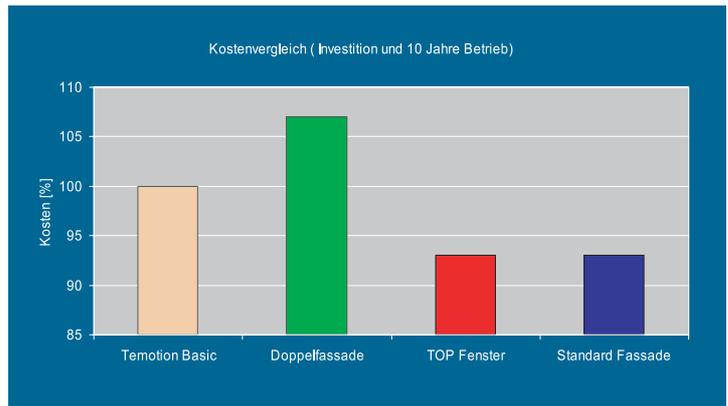


Abb.15 TEMotion im Vergleich - Investitions- und Betriebskosten

Die Gebäude mit TOP Fenster und doppelschaliger Fassade weisen eine Bauteilkühlung mit kombinierter Fensterlüftung aus. Unter Annahme dieser Grunddaten, mit Berücksichtigung der Fertigungs-, Installations- und Montagekosten der Fassade, Abb.15, sowie der Einbeziehung des Energieverbrauches und den daraus resultierenden Kosten des Gebäudes folgt, dass das TEMotion-Konzept im Bereich von Standardfassaden liegen wird. Zusätzlich bietet es die Vorteile einer doppelschaligen Fassade, einer Reduktion der Schnittstellen und einer vollständigen Vorfertigung in der Werkstatt mit einer hohen Qualitätssicherung.

## Ergebnisse - Visualisierung

Zentrales Thema jeder Gebäudesimulation ist das mögliche energetische Verhalten. Hier kann jedoch der größte Einflussparameter - der Nutzer - nur unzureichend abgebildet werden.

Zahlreiche realisierte Gebäude zeigen, dass der Nutzer sich oftmals anders verhält als nach Norm angesetzt. In der Regel führt dies zu Mehrverbrauch an Energie und in der Folge zu Mehrkosten im Betrieb.

Der Standardfall ist Sommer mit Sonne auf der Fassade: Der Nutzer wird geblendet und betätigt den Sonnenschutz. Dieser verdunkelt das Zimmer, worauf der Nutzer das Kunstlicht einschaltet. Da Kunstlicht Zusatzwärme in den Raum bringt, muss die Kühlanlage mehr Kühlleistung bereitstellen, was zu

Mehrverbrauch und -kosten führt.

Eine weitere zentrale Fragestellung war somit, wie es möglich werden kann, dass sich der Nutzer mit in den geplanten Betrieb des Gebäudes einbringt und zugleich das Risiko von Mehrverbrauch verringert.

Eine Lösung ist die Bereitstellung eines Bedienelementes für jeden Nutzer, welches ihm jederzeit eine Rückkoppelung liefert, wie sich sein individuelles Verhalten auf die Raumklimatik und den Energieverbrauch auswirkt.

In der konkreten Umsetzung wurde ein Touch-Screen-Bedienelement entworfen, das dem Nutzer, farblich hinterlegt, jederzeit eine Rückkoppelung über die momentane Energieverbrauchssituation liefert, Abb.14 (Farbskala unten links und Farbe des horizontalen Balkens).

Ein weiterer Punkt zur Verringerung des Energieverbrauchs ist die Bereitstellung einer Halbautomatik für den Nutzer.

Dies bedeutet, dass der Nutzer nur wählen muss, ob es z.B. wärmer im Raum werden soll. Das System entscheidet dann, ob es energetisch besser ist, den Sonnenschutz zu betätigen, um mehr solare Gewinne zu nutzen, oder die Heizanlage in Betrieb zu nehmen. Über eine zusätzliche manuelle Kontrolle kann der Nutzer jedoch auch jeden Parameter selbst steuern.

In beiden Fällen meldet das System den momentanen Energiebedarf und die Abweichung vom idealen Verbrauch zurück.

## Zusammenfassung

TEmotion stellt eine Weiterentwicklung des Fassadenbaus dar. Elektronische Komponenten wie Sonnenschutz, Sicherheitsglas und Photovoltaik werden seit Jahren in Fassaden integriert.

Die WICONA-Fassade komplettiert diese Tätigkeiten und ermöglicht dem Fassadenbauer zudem, weitere Leistungen anzubieten. Durch die Integration aller Komponenten zum Heizen, Kühlen, Belüften und Beleuchten des Raumes ist es gelungen, die Energieverbräuche um bis zu 50 % zu verringern. Wesentlich ist hier die Abstimmung zwischen den Bauteilen und deren Steuerungsstrategie. Dies ermöglicht die Optimierung des Gesamtsystems und eine derartige Abstimmung aufeinander, dass nur ein Minimum an Bauteilen notwendig wird.

Besonders deutlich zeigt sich dies durch die erzielte Reduktion der Stand-By Verluste in den elektronischen Bauteilen um bis zu 80 % und der Verringerung des Verkabelungsaufwandes um bis zu 60 % im Vergleich zu heute üblicher Bauausführung. Einer raschen Marktumsetzung kommt entgegen, dass all diese Verbesserungen mit heute verfügbaren und geprüften Bauteilen erzielt werden.

Autoren Prof. Dr. - Ing. Martin Becker  
 FH Biberach, Studiengang Gebäudetechnik  
 Fachgebiet Gebäudeautomation  
 Dipl.-Ing. Werner Jäger, Geschäftsführer  
 HydroBuilding Systems, Ulm  
[www.hydro.com](http://www.hydro.com)

# WK.com-S

## WOLF Comfort-Schwimmbadgeräte



### Konsequent hygienisch

Konsequent nach VDI 6022, VDI 3803 und EN 1886.

- ▶ Innen hygienisch glatt. Hier können sich keine Pilze und Bakterien halten.
- ▶ Die Konstruktion der korrosionsbeständigen WOLF 3D-Kondensatwannen gewährleistet eine schnelle und vollständige Entleerung.
- ▶ Das Gerät ist zur Wartung und Reinigung überall leicht zugänglich.

### Komplett zerlegbar

WK.com-S kann bei Bedarf vollkommen zerlegt werden, so passen die Einzelteile auch durch kleinste Öffnungen.

# Schwimmen ist gesund!



individuell planen  
hygienisch belüften  
wirtschaftlich klimatisieren  
sicher investieren

WK.com-S

WOLF Anlagen-Technik GmbH & Co. KG  
Geschäftsbereich Heizung - Lüftung - Klimatechnik  
Münchener Str. 54  
D-85290 Geisenfeld  
Telefon +49 (0)8452 99-0  
Telefax +49 (0)8452 99-250  
E-Mail [info.hlk@wolf-geisenfeld.de](mailto:info.hlk@wolf-geisenfeld.de)  
Internet [www.wolf-geisenfeld.de](http://www.wolf-geisenfeld.de)

**WOLF**  
GEISENFELD



# Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]



**innovatools**

*Werkzeuge für den Erfolg*

**Fach.Journal**

*Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung*

[Hier mehr erfahren](#)



**innovapress**

*Innovationen publik machen  
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne