

Wechselwirkung zwischen Fassade und RLT-Anlage

Einflussfaktoren auf die Kosten

Dr. Franc Sodec, Leiter Forschung u. Entwicklung a. D.

Die Fassade eines Gebäudes muss vor allem bautechnische Anforderungen erfüllen. Dazu gehören Schutz gegen Wind, Regen, Schallübertragung von außen oder Brandschutz. Weiterhin müssen städtebauliche und formale Kriterien berücksichtigt werden. Als ein wichtiges gestalterisches Element verleiht die Fassade selbst dem Gebäude die Identität. Aus die-

sem Grund entscheiden sich der Architekt und der Bauherr gerne intuitiv für eine bestimmte Fassadenkonfiguration, wodurch spätere technische Argumente pro oder contra nicht leicht zu übermitteln sind. Zudem hat die Fassade als Gebäudehülle einen unmittelbaren Einfluss auf den Energieaustausch zwischen dem Gebäudeinneren und der Atmosphäre.

Durch die Fassade entstehen die wesentlichen Wärmeverluste im Winter und wesentliche Energieeinträge (Sonneneinstrahlung + Transmission) im Sommer. Diese Wärmeverluste und Energieeinträge muss die RLT-Anlage (incl. Heizung) kompensieren. Je größer der Energieaustausch durch die Fassade, desto größer muss die RLT-Anlage dimensioniert werden. Dies hat Auswirkungen auf die Investitionskosten eines Gebäudes, auf die Energie- und Wartungskosten sowie auf den Raumbedarf für die Installation der RLT-Anlage. Darüber hinaus hat die Ausbildung der Fassade einen Einfluss auf die thermische Behaglichkeit (Strahlungsasymmetrie der Umschließungsflächen, Intensität der Raumluftrömung). Das Ausmaß der Auswirkungen wird für verschiedene Fassadenausführungen in Kombination mit unterschiedlichen Anlagensystemen quantitativ bewertet. Damit soll dem Ingenieur die Argumentationshilfe gegeben werden, damit die technischen Vor- und Nachteile der verschiedenen Fassadenausbildungen und die Kombinationsfähigkeit mit den einzelnen Anlagensystemen stichhaltiger belegt werden können. Ziel ist es, Vergleichsfaktoren zu erstellen, die eine schnelle Beurteilung eines vorgelegten Konzeptes ermöglichen und eine ebenfalls schnelle Darlegung eventueller besserer Alternativen zulassen.



1. Einflussfaktoren der Fassade

Der Energieaustausch durch die Fassade wird von folgenden Parametern im Wesentlichen beeinflusst:

- Flächenanteil der Verglasung
- Jahresverlauf der Außenluft- und Raumlufzustände
- Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung (g-Wert)
- Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung und zusätzlicher Beschattungsvorrichtung (gt -Wert)
- Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung (k-Wert)
- Wärmedurchgangskoeffizient der nicht verglasten Fassadenfläche
- Spezifische Wärmekapazität und Dichte der nicht verglasten Fassadenfläche

Die durch die Verglasung transmittierte Wärme wird sofort wirksam. Dagegen wird bei den dickeren, nicht verglasten Fassadenflächen die übertragene Wärme zunächst gespeichert und erst später weitertransportiert. Die Speicherfähigkeit hängt von der spezifischen Wärmekapazität, der Dichte und den Abmessungen des Fassadenteiles ab. Die physikalischen Größen: g-Wert, gt-Wert, k-Wert, spezifische Wärmekapazität und Dichte sind Stoffeigenschaften der Fassaden-Bauteile und müssen von den Herstellern zur Verfügung gestellt werden. Die Raumlufzustände sind für ein Gebäude vorgegeben bzw. können den entsprechenden Normen und Richtlinien entnommen werden. Der Jahresverlauf der Außenluftzustände hängt vom Standort ab. Für einige geografische Gebiete gibt es sogenannte Referenzjahre, die den Verlauf der Außenluftzustände statistisch wiedergeben. Es existieren Referenzjahre für viele Ortschaften weltweit. Die Flächenanteile der verglasten und nicht verglasten Fassade werden vom Architekten vorgegeben bzw. als Konzept vorgelegt.

2. Kostenberechnung der RLT-Anlagen für verschiedene Fassadenausführungen

Es werden für verschiedene Ausführungen der Fassade die Energiekosten, Wartungskosten und Investitions-



Technik, die dem Menschen dient.

Mit Systemlösungen zum Erfolg

Die innovativen Systeme von Wolf sind besonders leistungsfähig, energiesparend und kinderleicht in jedes Haus integrierbar für maximale Effizienz beim Heizen, Lüften und Klimatisieren. Dabei sind alle Systemkomponenten umweltschonend und komfortabel zu montieren und zu warten. Infos unter www.wolf-heiztechnik.de oder 0 87 51/74 11 47

Heizkessel · Gasthermen
Wasserspeicher · Solartechnik · Fotovoltaik
Klimageräte · Lüftungsgeräte

STIFTUNG
WARENTEST

GUT

Ölheizkessel
CHU-22

Heft 6/02 test

STIFTUNG
WARENTEST

GUT (1,9)

Gas-Brennwerttherme
Comfort-Line CGB-20

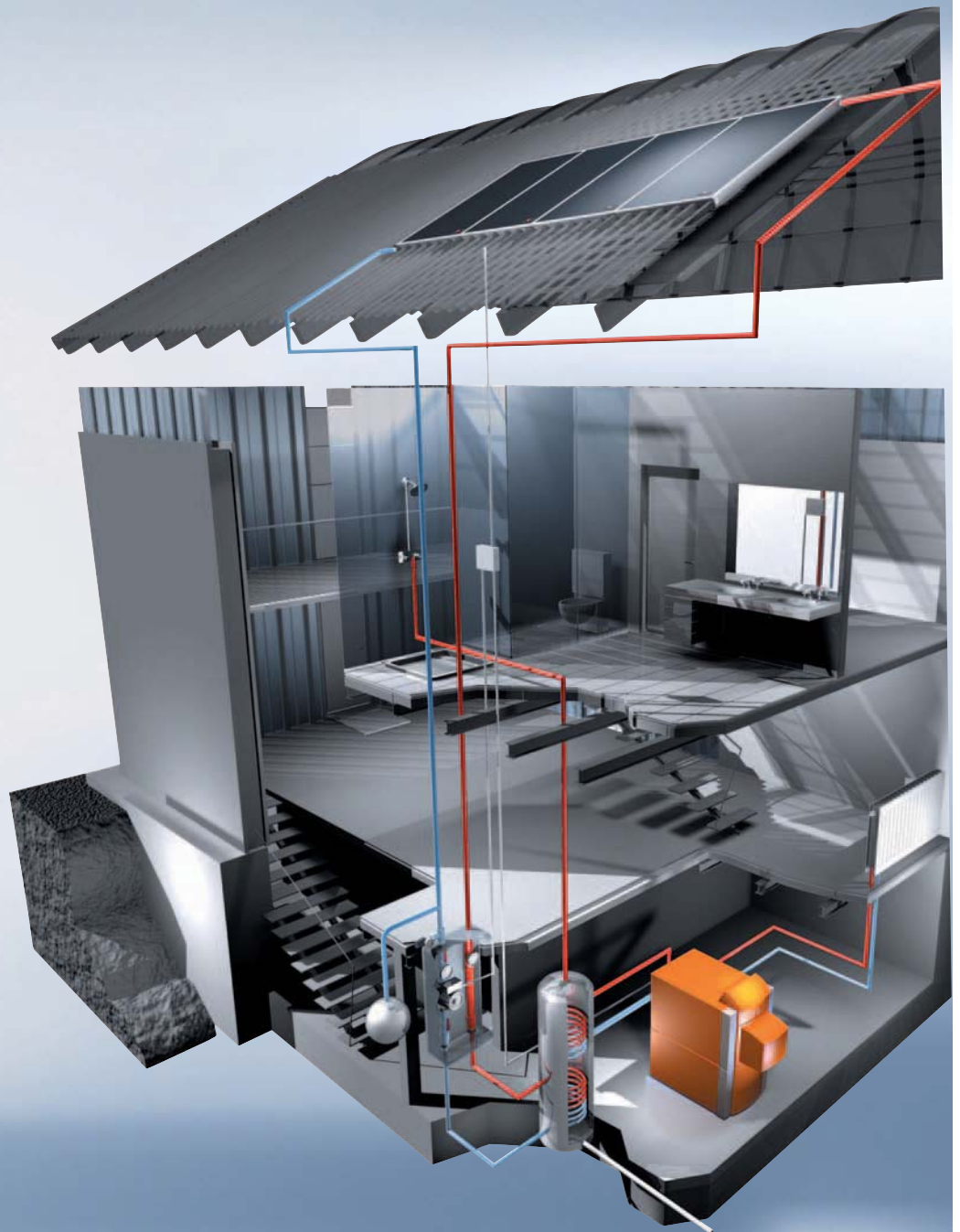
Heft 8/2003 test

STIFTUNG
WARENTEST

GUT (1,8)

Öl-Brennwertkessel
TOK-22 Premio

Heft 7/2004 test



Der Systemprofi für Heizung, Klima, Lüftung, Solar

kosten für 3 unterschiedliche RLT-Anlagensysteme berechnet und miteinander verglichen. Zunächst wird die maximale Raumkühllast in W/m^2 ermittelt. Die Berechnung bezieht sich auf einen 3-Achsen-Modellraum mit vollverglaster Fassade. Die maximale Raumkühllast ist ein Maß für die Auslegung der RLT-Anlage. Je höher die maximale Raumkühllast, desto größer ist die RLT-Anlage. Dies bestimmt wiederum die Investitionskosten und den Raumbedarf für die RLT-Anlage. Um die jährlichen Energiekosten der RLT-Anlagen zu ermitteln, wird für verschiedene Kombinationen RLT-Anlage + Fassade der Energieverbrauch für ein Referenzjahr berechnet. Anschließend werden für ein 14-geschossiges Modellgebäude, bestehend aus den untersuchten 3-Achsen-Modellräumen die Investitionskosten und die Wartungskosten der RLT-Anlage für die einzelnen Kombinationen Fassade + RLT-Anlage ermittelt und miteinander verglichen. Der Modellraum ist in Abb. 1 dargestellt. Das Achsenmaß beträgt 1,35m. Somit ergibt sich die Raumbreite zu 4,05m. Die Raumtiefe wurde mit 5,5m festgelegt. Die Geschosshöhe beträgt 3,5m. Die Grundfläche des Raumes ist damit $21,725m^2$. Es handelt sich um einen Büroraum für 2 Personen. Für die Fassade werden folgende Konfigurationen zusammen mit den Beschattungsvorrichtungen betrachtet:

- Doppelverglasung mit Wärmeschutzglas, innenliegender Sonnenschutz: **DG-WSV/I**
- Doppelverglasung mit Wärmeschutzglas, außenliegender Sonnenschutz: **DG-WSV/A**
- Doppelverglasung mit Sonnenschutzglas, innenliegender Sonnenschutz: **DG-SSV/I**
- Doppelverglasung mit Sonnenschutzglas, außenliegender Sonnenschutz: **DG-SSV/A**
- Abluftfenster mit Wärmeschutzglas: **AF-WSV**
- Abluftfenster mit Sonnenschutzglas: **AF-SSV**
- Doppelfassade: **DF**

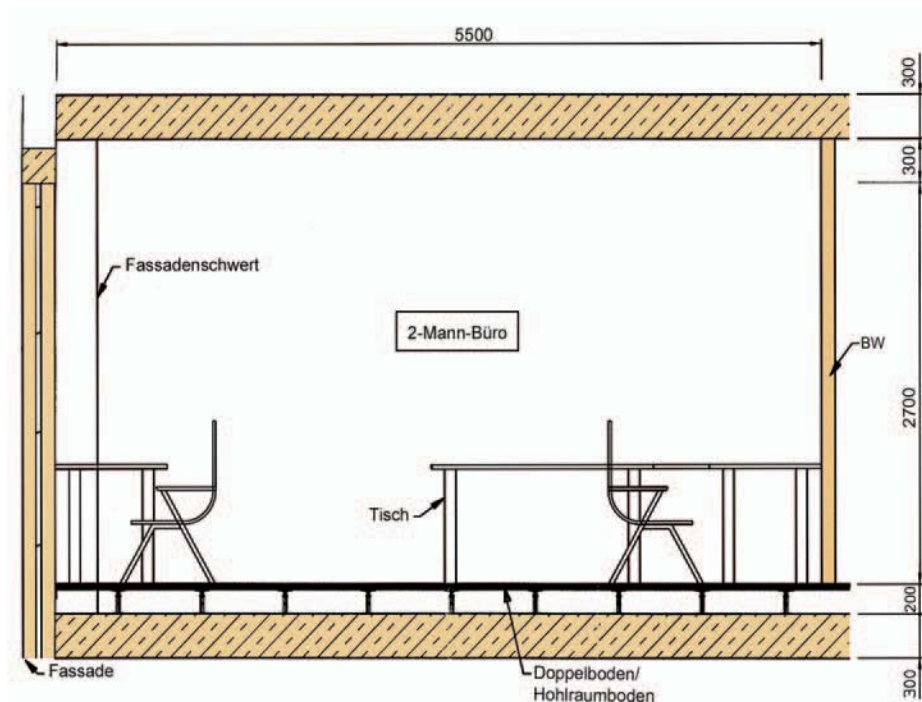


Abb. 1 Modellraum

Beim Abluftfenster ist die innere Scheibe aus Einfachverglasung, die außenliegende entweder aus Sonnenschutzglas oder aus Wärmeschutzglas. Der Scheibenzwischenraum beträgt 135mm. Hier befindet sich die Beschattungsvorrichtung. Durch den Zwischenraum wird von unten nach oben ein Abluftvolumenstrom von $40m^3/h$ pro Meter Breite abgesaugt. Bei der Doppelfassade ist die äußere Glashülle aus Einfachverglasung. Die innere Glashülle besteht aus Wärmeschutzglas. Der Zwischenraum ist 1m breit. Die für die Berechnung zugrunde gelegten Zahlenwerte für den Energiedurchlassgrad, g-Wert, den z-Wert der Beschattung und den Wärmedurchgangskoeffizienten, k-Wert, sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Zur Simulation der Außenluftzustände wird das Referenzjahr für Essen gewählt. Die Orientierung des Modellraumes wird zwischen O, S, W und N variiert. Die innere Wärmelast wird mit $35W/m^2$ angesetzt (2 Personen + 2 PCs pro Raum + $10 W/m^2$ Beleuchtung). Die Raumtemperatur wird gleitend mit $22-26^\circ C$ angenommen. Nach der Kühllastberechnung wird der Energieverbrauch zur Einhaltung der geforderten Raumlufttemperatur ermittelt. Dazu wurden alternativ fol-

gende RLT-Anlagensysteme zugrundegelegt:

- VVS-Einkanalanlage,**
Bezeichnung: **VVS**
- Kühldecke + mechanische Lüftung,**
Bezeichnung: **KD**
- Fan-Coil, Bezeichnung: FC**

Bei allen drei Anlagensystemen wird die turbulente Mischlüftung berücksichtigt, mit einer minimalen Zulufttemperatur von $16^\circ C$. Der minimale Luftvolumenstrom beträgt $8m^3/(h \cdot m^2)$. Dieser Luftvolumenstrom entspricht auch der minimalen Außenluftfrate. Beim Kühldecken- und Fan-Coil-System wird der Luftvolumenstrom mit konstant $8m^3/(h \cdot m^2)$ berechnet (als reine Außenluft). Die Wassertemperatur ist bei der Kühldecke $16/18^\circ C$, beim Fan-Coil $10/16^\circ C$. Bei allen drei Systemen wird die Wärmerückgewinnung mit einer Rückwärmzahl von 70% angenommen. Die Betriebszeit der RLT-Anlage beträgt 3120 h/a. Zur Ermittlung der Investitionskosten und der Wartungskosten wird ein 14-geschossiges Gebäude zugrunde gelegt. Jedes Geschoss besteht aus 18 Modellräumen + Kernbereich mit Aufzügen, Treppenhaus und Sanitärräumen. Das Gebäude hat eine Nord-Süd-Orientierung.

Ob solare Warmwasserbereitung, Heizwasserunterstützung, industrielle Prozesswärme oder solare Kühlung: Conergy ist Ihr richtiger Partner - mit maßgeschneiderten Lösungen für jeden Bedarf. Einzelne Produkte, komplette Systeme, Schulungen und Support - Conergy ist für Sie immer die richtige Adresse. Egal, ob es dabei um kostenlos erwärmtes Wasser oder das Heizen mit der Sonne geht. Und das alles selbstverständlich in der Qualität, die Sie von einem der führenden Hersteller Europas im Bereich regenerativer Energien erwarten dürfen.

UNSERE WELT STECKT VOLLER ENERGIE.



Die Conergy Wettervorhersage: Günstige Aussichten für Solarwärmeanlagen

3. Ergebnisse der Berechnung

3.1. Maximale Raumkühllast

Die Abhängigkeit der maximalen Raumkühllast von der Fassadenausführung zeigt Abb. 2. Angegeben sind die Mittelwerte der vier Himmelsrichtungen. Die niedrigste Raumkühllast verursacht die Doppelverglasung mit Sonnenschutzglas und außenliegender Beschattungseinrichtung, gefolgt von der Doppelfassade.

Die höchste Raumkühllast erreicht die Doppelverglasung mit Wärmeschutzglas und innenliegender Beschattungsvorrichtung. Man erkennt den enormen Einfluss der Fassadenausführung auf die maximale Raumkühllast, die wiederum maßgebend für die Dimensionierung der RLT-Anlage ist. Das Verhältnis der niedrigsten zur höchsten Raumkühllast beträgt 1:2,35.

Einen sehr hohen Einfluss hat die Lage der Beschattungsvorrichtung. Bei gleicher Glasart verändert sich die Raumkühllast in Abhängigkeit der Lage der Beschattungseinrichtung im Verhältnis 1:1,67 bzw. 1:1,97.

Wird die außenliegende Beschattungsvorrichtung aus optischen oder anderen Gründen abgelehnt, so erreicht man die niedrigste Raumkühllast mit der Doppelfassade, gefolgt von Abluftfenster mit Sonnenschutzglas. Das Sonnenschutzglas lässt deutlich geringere Energien ins

	g-Wert	k-Wert W/(m ² · K)	z-Wert
	-		-
Wärmeschutzverglasung	0,58	1,3	
Sonnenschutzverglasung	0,33	1,0	
Einfachverglasung	0,80	5,7	
Außenliegender Sonnenschutz			0,3
Innenliegender Sonnenschutz			0,58

Tabelle 1 Eigenschaften der untersuchten Verglasung und Beschattung

Gebäude hinein als das Wärmeschutzglas. Die maximale Raumkühllast ändert sich im Verhältnis 1:1,32 beim Abluftfenster und 1:1,40 bei der Doppelverglasung mit innenliegender Beschattungseinrichtung.

3.2 Energiebedarf

Der Energiebedarf der RLT-Anlage zur Einhaltung einer Raumlufttemperatur von 22-26°C wurde nach dem Anlagensimulationsprogramm TRNSYS berechnet.

Der Energiebedarf erfasst:

- Kältebedarf zur Abkühlung der Zuluft und des Wasserkreislaufes (beim Kühldeckensystem und Fan-Coil)
- Wärmebedarf zur Deckung des Wärmebedarfes und zur Erwärmung der Zuluft
- Stromverbrauch für die Ventilatoren und Pumpen

- Wasserverbrauch zur Befeuchtung (inkl. Abschlämmfaktor)

Die Berechnung ist für folgende Fassadenausführungen durchgeführt worden:

- Doppelverglasung mit Wärmeschutzglas, innenliegende Beschattungsvorrichtung: DG-WSV/I
- Doppelverglasung mit Sonnenschutzglas, innenliegende Beschattungsvorrichtung: DG-SSV/I
- Abluftfenster mit Sonnenschutzglas: AF-SSV
- Doppelfassade: DF

Für jede der vier Fassadenausführungen wurde der jährliche Energiebedarf pro 1m² des Modellraumes für die erwähnten drei Anlagensysteme ermittelt. Der Energiebedarf wurde für alle vier Himmelsrichtungen der möglichen Raumorientierung berechnet und danach der Mittelwert gebildet.

Anschließend wurden aus dem Energiebedarf die Energiekosten in €/m² · a berechnet, wobei folgende spezifische Preise zugrunde gelegt wurden:

Kälte	0,051 €/kWh
Wärme	0,036 €/kWh
Strom	0,128 €/kWh
Wasser	5,62 €/m ³

Die jährlichen Energiekosten gehen aus Abb. 3 hervor. Die niedrigsten Energiekosten verursacht die Kombination Kühldecke mit Doppelfassade oder Abluftfenster. Die Kosten betragen 6,47 bzw. 6,56 €/m² · a. Im mittleren Bereich bewegt sich die Kühldecke mit Doppelverglasung und die VVS-Anlage mit Doppelfassade. Die höchsten Energiekosten verursacht die VVS-Anlage mit Doppelverglasung (+ innenliegendem Sonnenschutz), gefolgt vom Fan-Coil mit Wärmeschutzglas + innerem Sonnenschutz.

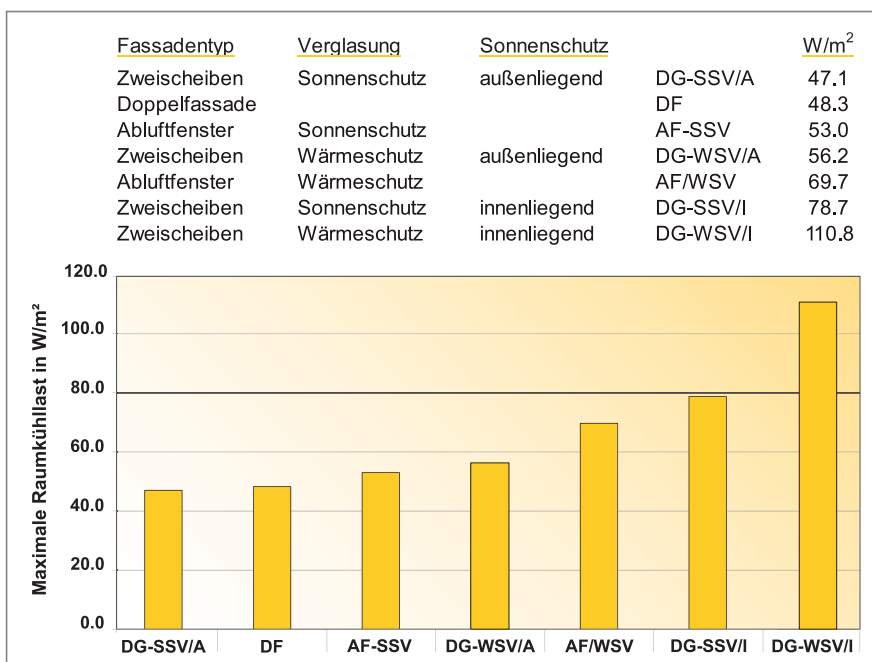
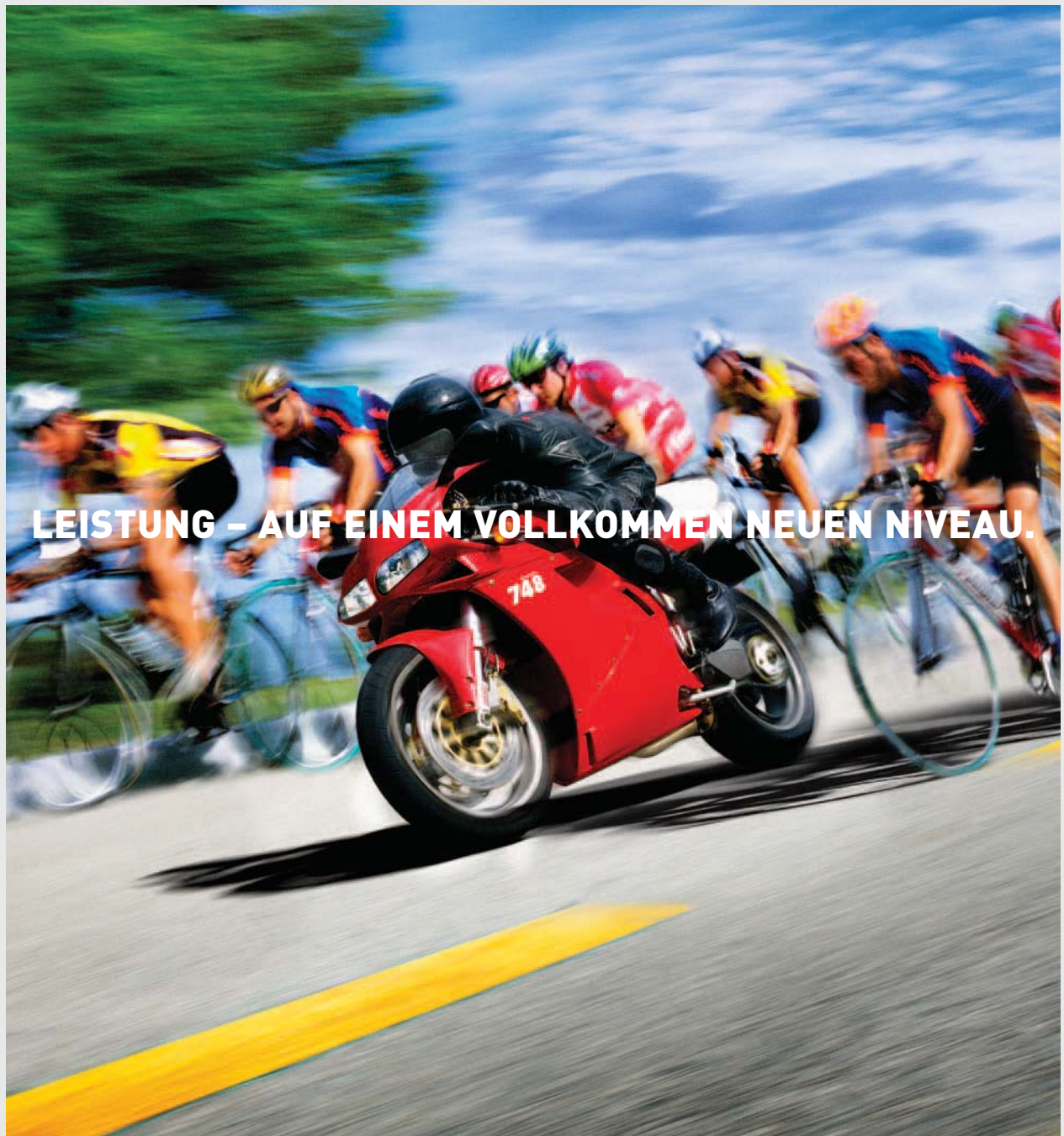


Abb. 2 Maximale Raumkühllast



LEISTUNG - AUF EINEM VOLLKOMMEN NEUEN NIVEAU.

Für Menschen, die in Gebäuden leben und arbeiten.
Für Menschen, die Verantwortung für Gebäude übernehmen. Ressourcen effizient einsetzen. Prozesse im Gebäude sicher, wirtschaftlich und störungsfrei gestalten. Den Wert der Immobilie nachhaltig sichern. Partnerschaftlich zusammenarbeiten – für langfristig wirtschaftlichen Erfolg auf allen Ebenen.

Die neueste Generation der Metasys®-Gebäudeautomation setzt all diese hohen Ziele um: Web-basierter Zugriff auf alle wichtigen Daten der Gebäudeautomation. Voll integrationsfähig. Kompatibel zu wichtigen IT-Standards. Das sind die Faktoren, die Vorsprung schaffen. Johnson Controls. Systeme, Services und Management-Dienstleistungen für sichere Gebäude.

Johnson Controls
Controls Group Germany
Bonsiepen 13
45136 Essen
Telefon 02 01 / 24 00-0

JOHNSON
CONTROLS

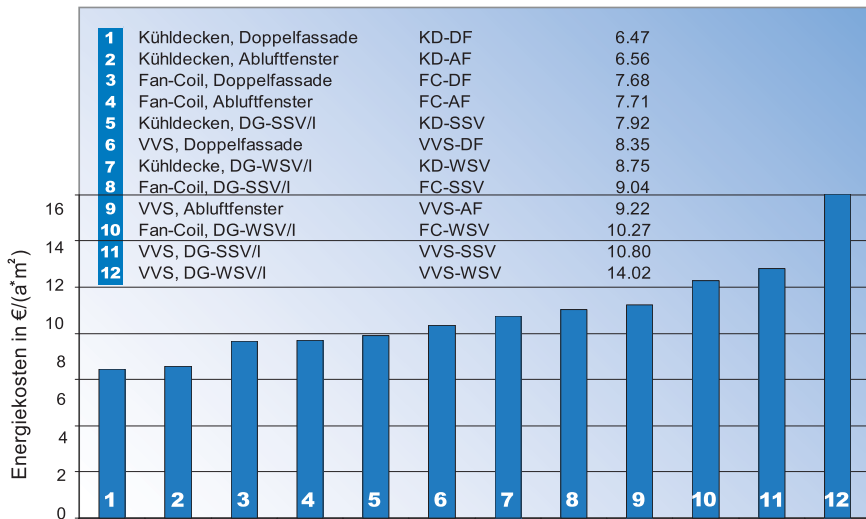


Abb. 3 Jährliche Energiekosten - Kombination: Fassade-Anlagensystem

3.3. Investitionskosten der RLT-Anlage

Die Investitionskosten der RLT-Anlage für das 14-geschossige Modellgebäude wurden für die gleichen Kombinationen Fassade + RLT-Anlage wie zur Berechnung der Energiekosten ermittelt. Die Kosten beinhalten die RLT-Anlage selber, incl. Kälterzeugung, Heizungszentrale und MSR- Technik. Die Zusammenstellung der Investitionskosten geht aus Abb. 4 hervor. Die höchsten Investitionskosten für die RLT-Anlage verursacht die Doppelverglasung aus Wärmeschutzglas mit innenliegender Beschattungsvorrichtung. Wird statt Wärmeschutzglas das Sonnenschutzglas verwendet, so reduzieren sich die Investitionskosten um 18-25%. Die niedrigsten Investitionskosten für die RLT-Anlage verursacht die Doppelfassade, dicht gefolgt vom Ablufffenster. Die Investitionskosten der RLT-Anlage mit Ablufffenster sind 4-8% höher als mit Doppelfassade. Bei gleicher Fassadenausführung verursacht das VVS-System die höchsten Investitionskosten, die Fan-Coils die niedrigsten. Die Unterschiede sind umso größer, je höher die maximale Raumkühllast ist, d.h. am höchsten bei der Wärmeschutzverglasung mit innenliegender Beschattungsvorrichtung und am niedrigsten bei der Doppelfassade.

3.4. Wartungs- und Instandhaltungskosten

Nach VDI 2067 sind die Wartungs- und Instandhaltungskosten pro Jahr

mit 2,5% der Investitionskosten anzusetzen. Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen jedoch, dass diese Kosten durch die erhöhten hygienischen Anforderungen (VDI 6022) gestiegen sind. Es werden deshalb hier die Wartungs- und Instandhaltungskosten für Fan-Coils mit 3,5%, für VVS mit 3,0% und für Kühldecke mit 2,5% angesetzt. Spezifisch gesehen verlangen die Fan-Coils die höchste Wartung, die Kühldecken die niedrigste. Die Ergebnisse sind in Abb. 5 zusammengestellt. Der Ein-

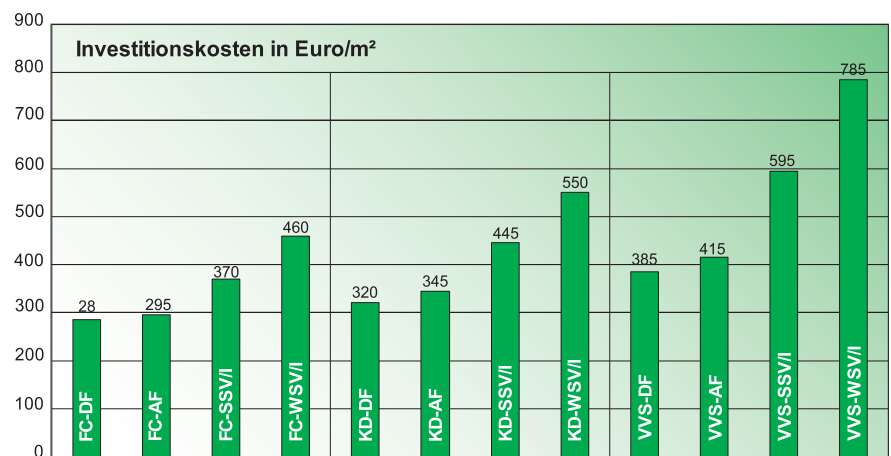


Abb. 4 Investitionskosten

fluss der Fassadenausführung auf Wartungs- und Instandhaltungskosten ist der gleiche wie auf die Investitionskosten. Die niedrigsten Wartungs- und Instandhaltungskosten verursacht die Kühldecke. Im Vergleich zum VVS-System sind die Kosten 30-

40% geringer, im Vergleich zum Fan-Coil 5-20% niedriger. Vergleicht man die Wartungs- und Instandhaltungskosten mit den Energiekosten, so erkennt man, dass sie in der Regel 30-40% höher sind. Daraus ist die Bedeutung von wartungsfreundlichen Anlagen klar ersichtlich.

3.5. Gesamtkosten

Die jährlichen Gesamtkosten der RLT-Anlagen bestehen aus dem jährlichen durchschnittlichen Wert der Investitionskosten, Energiekosten sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten. Unter Annahme einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 20 Jahren und einem Zinssatz von 7% für die Investitionskosten ergeben sich die in Abb. 6 zusammengestellten jährlichen Gesamtkosten der RLT-Anlage.

In den Gesamtkosten der RLT-Anlagen betragen die Unterschiede zwischen den einzelnen Fassadenausführungen bis zu 100%. Die höchsten Gesamtkosten verursacht die Doppelverglasung mit Wärmeschutzglas und innenliegender Beschattungsvorrichtung. Um 16-24% geringer sind die jährlichen Gesamtkosten beim Sonnenschutzglas. Die niedrigsten Gesamtkosten verursachen die Doppel-

fassade und das Ablufffenster. Dabei sind die Gesamtkosten beim Ablufffenster 3-8% höher als bei der Doppelfassade. Die höchsten jährlichen Gesamtkosten entstehen beim VVS-System. Je höher die maximale Raumkühllast, desto größer ist der

Befeuchtung - Entfeuchtung - Kaltwasser - Klima

Hygiene ist Verantwortung.

Tel: 0800 - 800 7999
gebührenfrei



AxAir Luftbefeuchter – der Maßstab für Hygiene.

Für Hygiene in der Luftbefeuchtung kommt es auf die richtige Befeuchtungstechnik an. Ob adiabate Luftbefeuchtung mit Fresenius-Hygienezertifikat, innovative Dampf-Luftbefeuchtung mit Kalkmanagement oder gleichmäßige und kondensatfreie Dampfverteilung nach VDI 6022 – Axair-Geräte sind der Maßstab für hygienische Luftbefeuchtung.

AxAir

a WMH Company

Axair GmbH Systeme für die Luftkonditionierung & Co. KG. 85748 Garching-Hochbrück, Carl-von-Linde-Str. 25, Tel. 089/32670-0, Fax 089/32670-140, e-mail: info@axair.de, www.axair.de

Tel.: RC Süd 09127/57091-0

RC Südwest 0711/788794-3

RC Mitte 069/984040-0

RC West 0211/690757-0

RC Nord 0511/5635977-0

RC Ost 030/556709-0

Unterschied zu den beiden anderen Anlagensystemen. Die Gesamtkosten des Kühldeckensystems sind 20-35% niedriger als beim VVS-System. Die geringsten Gesamtkosten verursacht das Fan-Coil-System, wobei sich allerdings die Kosten von Abluftfenster und Doppelfassade kaum von den Kosten des Kühldeckensystems unterscheiden. Bei der Doppelverglasung mit Wärmeschutzglas und inneren Beschattungsvorrichtungen sind die Gesamtkosten des Fan-Coils 6% niedriger als für die Kühldecke. Allerdings kann bei dieser hohen spezifischen Raumkühlleistung die thermische Behaglichkeit mit den Fan-Coils nicht eingehalten werden (siehe Kapitel 4).

3.6. Fassadenkosten

Für die einzelnen Fassadenausführungen können folgende Richtpreise pro m² Fassadenfläche angenommen werden:

- Doppelfassade 750 - 1000 €/m²
- Abluftfenster > 500 €/m²
- Doppelverglasung > 425 €/m²
- Sonnenschutz innen 35 €/m²
- Sonnenschutz außen 100 - 125 €/m²

Der Mehrpreis der Doppelfassade gegenüber dem Abluftfenster beträgt 250-500 €/m², gegenüber Doppelverglasung 300-550 €/m². Bezogen auf 1m² Bodenfläche bedeutet das bei raumhoher Verglasung und 5,5m Raumtiefe einen Mehrpreis

- gegenüber dem Abluftfenster von 135 - 270 €/m² Bodenfläche und
- gegenüber der Doppelverglasung von 165 - 300 €/m² Bodenfläche.

Gegenüber der Doppelverglasung mit innenliegender Beschattungsvorrichtung

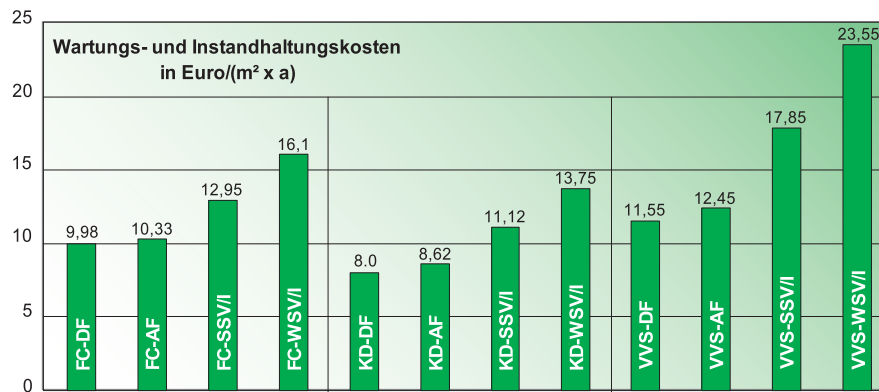


Abb. 5 Wartungs- und Instandhaltungskosten

tion sind bei der Doppelfassade noch Mehrkosten für die Reinigung zu berücksichtigen, die mit 2 €/m² · a bezogen auf die Bodenfläche angerechnet werden können. Hinsichtlich der jährlichen Gesamtkosten der RLT-Anlage bringt die Doppelfassade die besten Ergebnisse. Unter Berücksichtigung der Mehrkosten der Doppelfassade stellt sich die Frage, wie die Gesamtwirtschaftlichkeit aussieht. Die Berechnung wird nach der Barwertmethode für folgende Annahmen durchgeführt:

- Mehrpreis der Doppelfassade gegenüber Abluftfenster 200 €/m² Bodenfläche
- Mehrpreis der Doppelfassade gegenüber Doppelverglasung 220 €/m² Bodenfläche
- Mehrkosten für Reinigung der Doppelfassade gegenüber der Doppelverglasung um 2 €/m² · a
- Zinssatz: 7% p. a.
- Preissteigerung: 2% p. a.

Die Ergebnisse sind in Abb. 7 für die Gegenüberstellung Doppelfassade/

Abluftfenster und in Abb. 8 für Doppelfassade/Sonnenschutzverglasung dargestellt. Gegenüber dem Abluftfenster mit annähernd gleichen jährlichen Gesamtkosten der RLT-Anlagen ist die Doppelfassade sehr unwirtschaftlich. Nach Abb. 7 amortisiert sich die Doppelfassade noch nicht einmal nach 50 Jahren. Der Ertrag bzw. Kapitalwert im Vergleich zum Abluftfenster ist stets negativ. Verglichen mit der Sonnenschutzverglasung und innenliegender Beschattungsvorrichtung amortisiert sich die Doppelfassade nach Abb. 8 beim VVS-System nach 11 Jahren, beim Kühldeckensystem nach 31 Jahren und beim Fan-Coil-System nach >> 50 Jahren. Erläuterung: Die Amortisationszeit ist nach dem Bild diejenige Nutzungsdauer, bei der der Kapitalwert Null ist. Obwohl die quantitativen Aussagen dieser Wirtschaftlichkeitsbetrachtung keine allgemeine Gültigkeit haben können, zeichnet sich folgende Tendenz ab: Die Doppelfassade ist in Kombination mit Wasser/Luft-Systemen (z.B. Kühldecken, Fan-Coil, Brüstungsgeräten, Bauteilkühlung) unwirtschaftlich gegenüber den anderen Fassadenausführungen. Die Wirtschaftlichkeit der Doppelfassade verbessert sich, wenn man sie mit energetisch ungünstiger Doppelverglasung mit hohem Energiedurchlassgrad vergleicht, und dabei Nur-Luft-Systeme vorgesehen sind. Solche Kombinationen sind jedoch ohnehin nicht zu empfehlen. In der Kostenbetrachtung der Doppelfassade ist der Raumbedarf für den Fassadenzwischenraum nicht berücksichtigt worden. Dabei geht es um beträchtliches Volumen, welches für

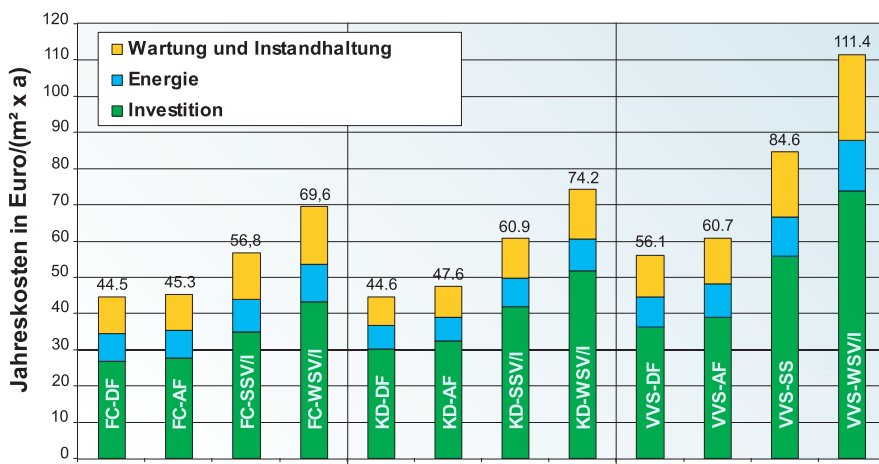


Abb. 6 Jährliche Gesamtkosten der RLT-Anlagen

die Gebäudenutzung verloren geht. Von der Gesamtwirtschaftlichkeit ist das Abluftfenster die günstigste Fassadenausführung. Die geringsten Gesamtkosten der RLT-Anlage erreicht man, wenn das Abluftfenster mit Wasser/Luft-Systemen kombiniert wird.

4. Vergleich der thermischen Behaglichkeit

Vergleicht man verschiedene Fassadenausführungen und RLT-Anlagen untereinander, soll es nicht nur bei den Kosten bleiben, sondern es ist auch die erreichbare thermische Behaglichkeit in Betracht zu ziehen. Hier gibt es einige grundsätzliche Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme, die folgendermaßen aufgelistet werden können:

Anlagensysteme:

VVS:

- Bei Wärmelasten > 100 W/m² Probleme mit Zugfreiheit
- Geräuschprobleme mit V-Reglern
- Luftdurchlässe nicht optimal bei $V < 40\%$

Fan-Coil:

- Geräusche
- häufige Zugerscheinungen

Kühldecken:

- zugfreie Raumluftströmung
- gleichmäßige Temperaturverteilung
- niedrige Geräusche
- Taupunktüberwachung erforderlich

Fassadenausführungen:

Doppelverglasung:

- neutral

Abluftfenster:

- angenehme Scheibentemperatur: im Winter nur 1 K unter der Raumtemperatur, Sitzplätze können nahe an die Fassade verlegt werden.

Doppelfassade:

- Hohe Temperaturen im Fassadenzwischenraum im Sommer
- weniger Geräusche von außen
- höhere Einströmtemperaturen bei geöffnetem Fenster im Winter und Sommer
- höhere Betriebszeit natürlicher Belüftung bei offenbaren Fenstern

Aus Gesichtspunkten der thermischen Behaglichkeit liefert die Kombination Abluftfenster + Kühldecke (incl. mechanische Lüftung) die günstigsten Bedingungen.

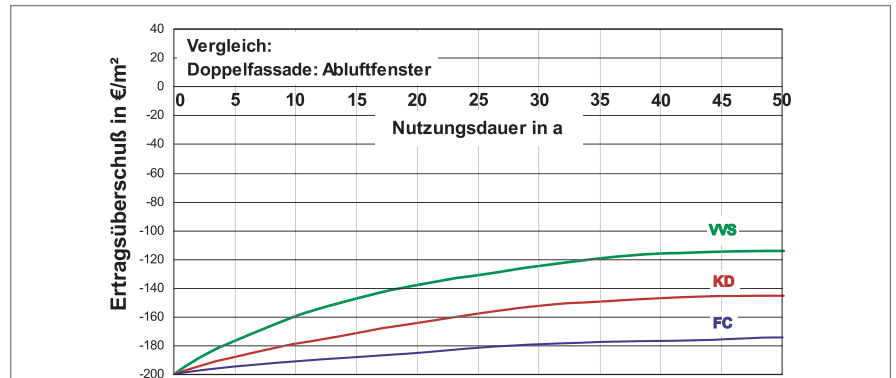


Abb. 7 Wirtschaftlichkeitsvergleich Doppelfassade: Abluftfenster

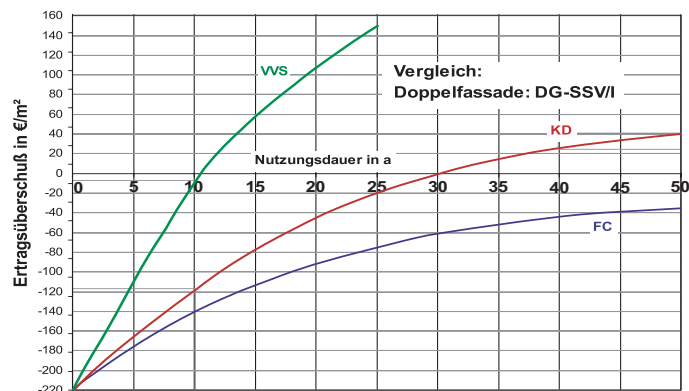


Abb. 8 Wirtschaftlichkeitsvergleich Doppelfassade: DG-SSV/I

5. Zusammenfassung

Die Ausbildung der Fassade hat einen erheblichen Einfluss auf die Investitions- und Energiekosten der RLT-Anlagen, da sie die Raumkühllast maßgebend mitbestimmt. Grundsätzlich gilt: Je höher die max. Raumkühllast, desto höher sind die Gesamtkosten der RLT-Anlagen. Die höchsten Gesamtkosten (Investitions-, Energie- und Wartungs- sowie Instandhaltungskosten) verursacht die Doppelverglasung mit Wärmeschutzglas und innen liegender Beschattungsvorrichtung. Doppelverglasung mit Sonnenschutzglas und innen liegender Beschattung weist 16-24% geringere Gesamtkosten auf. Die niedrigsten Gesamtkosten der RLT-Anlagen erreicht man mit Doppelfassade oder Abluftfenster. Ähnlich günstige Werte sind auch für Doppelverglasung mit Sonnenschutzglas und außenliegender Beschattungsvorrichtung zu erwarten, die aber hier nicht berechnet worden sind. Von den drei Anlagensystemen VVS, Kühldecke und Fan-Coil entstehen die geringsten Energiekosten bei der Kühldecke, die höchsten beim VVS-System. In den Gesamtkosten sind Fan-Coil und Kühldecke annähernd gleich. Die Werte liegen 20-35% unter den Gesamtkosten

des VVS-Systems. Die Doppelfassade an sich ist in den Investitionskosten 250-500 €/m² teurer als Abluftfenster und 300-550 €/m² teurer als Doppelverglasung. Aus diesen Gründen amortisieren sich die geringeren Energie- und Gesamtkosten der RLT-Anlage erst in vielen Jahren. Vergleicht man die Systeme auch aus der Sicht der thermischen Behaglichkeit, so ist die Kombination Abluftfenster + Kühldecke (incl. mechanische Lüftung) die günstigste. Interessanter als die absoluten Werte der Energie- und Gesamtkosten sind die relativen Werte untereinander. Die absoluten Werte gelten für raumhohe Verglasung, ohne Nachtkühlung, ohne Erdwärmennutzung und für bestimmte Anlagenparameter. Die relativen Werte untereinander behalten in der Größenordnung deren Gültigkeit und sind geeigneter, um die unterschiedlichen Fassadenausführungen und Anlagensysteme untereinander zu vergleichen.

*Dr.-Ing. Franc Sodec, Leiter Forschung und Entwicklung a. D.,
M & W Zander Products, Komponenten
Aachen, www.mw-zander.de*

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

Anmeldung
Service-Box



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