

# Gebäudeintelligenz

In Fortsetzung einer Studie zum Thema 'Intelligente Gebäude in Europa' aus den Jahren 1991-92 haben DEGW, Arup und Northcroft die Trends in Südostasien untersucht. Ziel dieses Forschungsprojektes war es, eine Definition des Begriffs 'Gebäudeintelligenz' für diesen Standort abzuleiten und aktuelle Entwicklungstendenzen zu analysieren.

Im Konzept ist die Studie eine Fortsetzung des früheren Projekts 'Intelligente Gebäude in Europa'. Diese IBE-Studie entwarf ein Modell der Gebäudeintelligenz, das sich grundsätzlich von früheren Modellen unterscheidet. Ein intelligentes Gebäude wurde definiert als Gebäude, das "für eine schnell reagierende, effektive und unterstützende Umgebung sorgt, in der Organisationen (Nutzer) ihre Geschäftsziele und -pläne verwirklichen können."

Das IBE-Modell formuliert drei Hauptziele der Gebäudenutzer:

- Gebäude-Management
- Raum-Management
- Business-Management.

Es definiert drei unterschiedliche Ebenen, um dementsprechend ein 'intelligentes Gebäude' zu realisieren:

1. Die Gebäudestruktur muß effektiv gestaltet sein, um Informationstechnologien (IT) zu integrieren und der Organisation Wachstum und Wechsel zu erlauben.
2. Anwendung von IT zur Senkung von Kosten und Verbesserung der Leistung. Dies beinhaltet:
  - Systeme zur Automatisierung des Gebäudes (Klima-, Heizungs-,

Lüftungstechnik) mit der Möglichkeit zur individuellen Regelung durch den Benutzer;

- Raum-Management, um Veränderungen, Raumnutzungen und Zutrittskontrolle zu verwalten; und

- externe Kommunikation zu unterstützen, Datenverarbeitung und -speicherung sowie die Präsentation und Bearbeitung dieser Informationen zu verbessern.

3. Bereitstellung von integrierten Technologien und Dienstleistungen: Effiziente Organisationen benötigen integrierbare und leicht zu assimilierende Managementinformationen.

Jeder Aspekt der Gebäudeintelligenz ist verbunden mit Kosten- und Nutzelementen.

Vorteile der Systemeffizienz, die sich am leichtesten berechnen lassen, sind sinkende laufende Kosten (Energie-, Unterhalts- und Veränderungskosten). Vorteile durch Effektivität erhöhen die Arbeitsleistung und -qualität sowie die Zufriedenheit der Beschäftigten und Kunden. Diese Erfolge können an Gewinnspannen, Umsatz pro Kopf und der schnellen Reaktion auf Kundenwünsche gemessen werden.

Bei der Kostenbetrachtung dürfen aber nicht nur Kapital- und Installationskosten einfließen, sondern auch die laufenden Kosten für Inbetriebnahme, Betrieb und Unterhalt der Systeme.

In den letzten Jahren haben sich bei der Gebäudeplanung drei verschiedene Modelle herausgebildet:

- das bauherrenspezifische Gebäude, das von Grund auf für die Kostenminimierung indivi-

dueller Nutzer entworfen wurde;

- das spekulativ errichtete Gebäude, das für höchsten Austauschwert entworfen ist;
- das ästhetik- oder technologiebezogene Gebäude, dessen Ziel höchster Imagegewinn ist.

Für alle, die am Design und der Entwicklung von Gebäuden beteiligt sind, heißt die Herausforderung der Zukunft, von allen drei Lösungsansätzen zu profitieren und auf diese Weise 'intelligente Gebäude' zu errichten, die sowohl die Möglichkeiten der Raumnutzung erweitern als auch den Wert für den Betrieb maximieren.

## Trends in der Informationstechnologie

Die Studie konzentrierte sich auf zwei fundamentale Bereiche: die Systeme, die sich auf Gebäudekontrolle und -management beziehen, und die der Informationstechnologie (IT) und -dienstleistungen, die von den Unternehmen im Gebäude genutzt werden.

Wenn man das Zusammenspiel von Gebäude und IT betrachtet, fällt einem zunächst der Nutzer des Gebäudes ein, der sich der dort vorhandenen Sprach-, Daten- und zunehmend auch Bildkommunikationssysteme bedient.

Zweitens hat IT aber auch einen starken Einfluß auf die Art, wie Gebäude gesteuert werden. Gebäude- und Energiemanagement-Systeme sind seit langer Zeit computerisiert.

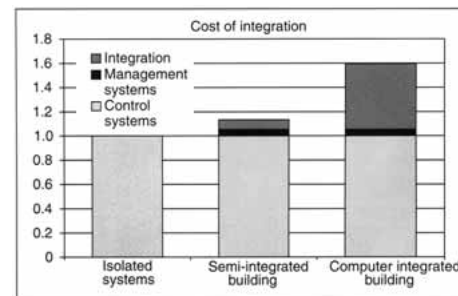
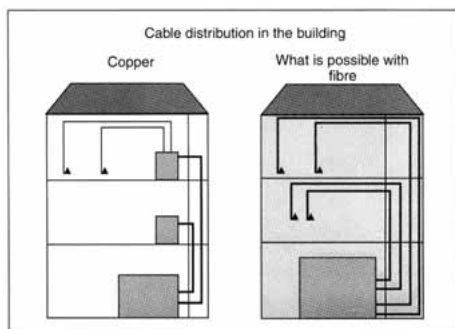
Drittens hat IT in den letzten zehn Jahren die Art und Weise, wie Gebäude entworfen werden, revolutioniert.

## IT-Nutzung im Gebäude

Der Schlüssel für erfolgreiche Wechselwirkungen zwischen Gebäude- und Nutzer-IT heißt Anpassungsfähigkeit. Die meisten Unternehmen mit hohem IT-Gebrauch haben ein sehr hohes Maß an interner Veränderung. Intelligentes Design eines Kommunikationssystems, das diese Flexibilität erleichtert, macht das Leben des 'Facilities-Managers'

INTELLIGENT BUILDING GOALS	Building management	Space management	Business management
INTELLIGENT BUILDING TASKS	Environmental control of building User control of building systems	Management of change (capacity, adaptability, flexibility, manageability) Minimisation of operating costs	Processing, storage and presentation of information Internal and external communications
INTELLIGENT BUILDING ATTRIBUTES	Design strategies and building shell attributes		
	Facilities management strategies		
	Building automation systems (BAS)	Computer aided facility management systems (CAFM)	Communications (including office automation, A/V and business systems)

Das IBE-Modell der Gebäudeintelligenz zeigt die strategische Umsetzung von Zielen und Aufgaben des 'Intelligent Building' für Planung und Betrieb effizienter und flexibler Gebäudestrukturen.



Links: Vergleich der Reichweite von Lichtwellenleiter und Kupferkabel. Bei LWL entfällt die 90-m-Begrenzung, Technikräume können eingespart werden.

# Baufokus

leichter. Außerdem können dadurch die Kosten des IT-Umzugs pro Arbeitsplatz erheblich sinken. In typischen Fällen wurden Kostensenkungen von über 600 US\$ auf 50 US\$ genannt. Der Zeitaufwand für Umzug oder Einrichtung von Sprach- oder Datendiensten sinkt von Wochen auf wenige Minuten.

Diese Kosten- und Zeiteinsparung kann den Kapitalaufwand zur fortschrittlichen Verkabelung für IT-Netzwerk-Technologien rechtfertigen. Der Nutzen einer flexiblen Verkabelungsstruktur relativiert die Investitionen in sehr kurzer Zeit.

Um eine hochwertige und effektive Nutzung zu ermöglichen, muß das Gebäude eine strukturierte Lösung für die IT-Infrastruktur beinhalten, unabhängig davon ob Kupfertechniken, Lichtwellenleiter oder eines der neuen drahtlosen Systeme eingesetzt werden, so daß der Nutzer ein effizientes, anpassungsfähiges und wirtschaftliches Gebäude bekommt.

Heute und in den nächsten zehn Jahren werden sich die Anforderungen an Informations- und Kommunikationstechnik deutlich erhöhen. Sie werden als Möglichkeit betrachtet, um sich Wettbewerbsvorteile zu verschaffen. Gefragt sind z.B.:

- neue Businessprogramme
- grafische Bedienoberflächen
- schnelle, gradlinige Möglichkeiten der Speicherung und des Zugriffs auf Informationen
- einfache Verfahren für globale Kommunikation
- Flexibilität in Ort und Raum
- Kontrolle der Umgebung
- anpassungsfähiger Arbeitsraum.

Von den IT-Herstellern wurde in folgender Weise auf diese Herausforderungen reagiert:

- neue Oberflächen und Programme: Windows, Grafikpakete, E-mail, Fax-Gateways
- Integration der Kommunikationsnetzwerke; Daten, Sprache und Bild (Multimedia)

Kostenvergleich verschiedener Stufen der Integration von Informationstechnologie am Beispiel eines mehrgeschossigen Bürogebäudes von 70.000 qm.

- lokale und globale Kommunikation
- Zugang zu internationalen Netzwerken (z.B. Internet)
- drahtlose Systeme (Telefon, Pager, Datennetzwerke)
- Hausverwaltungsprogramme
- Integration von GLT- und Gebäude-Management.

Fortschritte in der Technologie haben dabei das Evolutions-temper bestimmt, wobei neue Systeme in immer schnellerer Folge auf den Markt gebracht werden.

### Zukunft der Informationsübertragung im Gebäude

Zwei Trends sind dabei erkennbar: Erstens die Forderung nach immer größerer Bandbreite und zweitens die Konkurrenz zwischen Kupferverkabelung, Lichtwellenleiter und drahtloser Übertragung.

Die Diskussion über Kupfer oder Lichtwellenleiter konzentrierte sich bis jetzt hauptsächlich auf die Kosten. Während die Glasfaser selbst günstig ist, waren Verbindungen und Transceiver bis jetzt zu teuer.

Die Kosten der Hardware sinken stetig, es wird mit großem Aufwand daran geforscht, Kosten und Komplexität der Verbindungen zu verringern. So zeichnet sich die Möglichkeit ab, daß Lichtwellenleiter etwa Ende 1998 ebenso preiswert wie Kupferkabel sein werden. Betrachtet man die Vorteile des Lichtwellenleiters (erheblich größere Bandbreite und Immunität gegen elektromagnetische Interferenz) so wird deutlich, daß eine LWL-basierte Infrastruktur für den Gebäudenutzer viele Vorteile hat.

Als Auswirkung auf das Gebäude ermöglicht die Anwendung von LWL den Verzicht auf 'Sub-Equipment'-Räume. LWL können direkt zu den 'Main-Equipment'-Räumen verlegt

werden, da eine 90-m-Begrenzung wie für Kupferkabel entfällt.

Drahtlose Kommunikationsmöglichkeiten haben die Sprachdienste der Öffentlichkeit revolutioniert. In nur zehn Jahren hat die Mobilfunktechnik eine neue Industrie hervorgebracht. Innerhalb von Unternehmen hat diese Revolution noch nicht stattgefunden, obwohl Personal, das keinen festen Arbeitsplatz hat und somit keinem Festanschluß zugeteilt werden kann, heute schon häufig mit drahtloser Sprachkommunikation versorgt wird.

### Gebäudesystemtechnik

Der technische Fortschritt bei den Gebäudekontrollsystemen hat radikale Auswirkungen auf die Art und Weise, wie Gebäude gesteuert und betrieben werden können. Mechanische Gebäudesteuerung wird durch Elektronik und verteilte Intelligenz ersetzt. Der Client-Server Architektur, die im Benutzer IT-Bereich seit den späten 80er Jahren vorherrschend ist, folgt eine dezentrale Lösungsarchitektur für Gebäude-IT, wo alle Unterstationen gleichwertig sind und der Gebäudebetreiber Zugriff auf jede dieser Stationen hat. Dies schafft ein potentiell widerstandsfähigeres und robusteres Gebäudeleitsystem.

Seit etwa zehn Jahren tendiert man dahin, Intelligenz und Prozessorleistung so zu verteilen, daß sie so nahe wie möglich bei dem zu überwachenden Gerät sind. Direkte, digitale Kontrolle intelligenter Sensoren und Datenerfassung durch intelligente Unterstationen haben folgendes Ergebnis:

- höhere Robustheit der Systeme; lokale Unterstationen können ohne zentrale Ebene funktionieren,

- weniger notwendige Verkabelung,
- bessere Kommunikation: Unterstationen können direkt miteinander Daten austauschen.

Als Resultat werden Kontrollfunktionen mehr und mehr lokal ausgeführt, während die zentrale Kontrollebene für die Durchführung höherer Managementfunktionen zur Verfügung steht.

Der sich beschleunigende Trend hin zur voll integrierten Gebäudesystemtechnik wird zur Zeit durch den Mangel an Standards behindert. Leider hat die Anwendung von offenen Systemen bisher auf diesem Gebiet keinen großen Einfluß gehabt. Obwohl mehrere verschiedene Standards wie Echelon vorgestellt wurden, ist bisher keiner formell anerkannt worden. Gebäudekontrolle ist genau da, wo die Benutzer-IT in den 70er Jahren war, als große Unternehmen ihre eigenen Standards als Weg zum Kunden benutzt haben.

### Computerintegrierte Gebäude (CIB)

Seit vielen Jahren wird über das voll integrierte Gebäude gesprochen – ein Bauwerk, in dem alle elektronischen Systeme, die dem Benutzer dienen, bzw. mit dem Gebäude selbst verbunden sind, eine Einheit bilden. Es gibt unterschiedliche Argumente, warum dieser Grad an Integration noch nicht realisiert worden ist.

Einer der guten Gründe ist die Sorge, daß die Zuverlässigkeit z.B. einer Brandmeldeanlage durch Integration in ein gemeinsames Netzwerk zusammen mit Benutzer-IT-Anwendungen und Gebäudekontrollfunktionen beeinträchtigt werden könnte. Weniger gerechtfertigt ist die Scheu der Hersteller von Gebäudeautomationssystemen, offene Systeme anzubieten. Eher wird eine Kundenbindung durch den Einsatz proprietärer Standards bevorzugt.

Der Weg zu einem vollständig computerintegrierten Gebäude kann als eine Anzahl von Stufen

gesehen werden. Die Bezugs-ebene Level 0 mit festverdrahteten Verbindungen ist die traditionellste Art, um Gebäudesysteme zu steuern. Viele der Systeme sind hydraulisch; das schiere Volumen der Röhren und Kabel begrenzte die Anzahl der Geräte, die kontrolliert werden können. Häufig sind diese Systeme heute noch in Gebrauch.

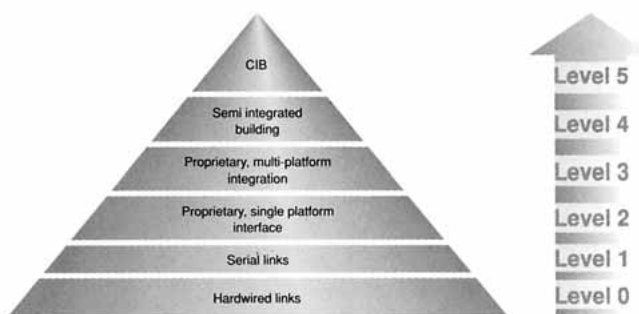
Die Ebenen 1-4 zeigen einen steigenden Grad an Integration:

- Level 1 zeigt beschränkten Informationsaustausch zwischen eng verbundenen Komponenten des Systems;
- Level 2 zeigt erste Schnittstellen zwischen Systemen, die aber vom gleichen Hersteller stammen müssen;
- Level 3 erklärt die Integration von Systemen verschiedener Hersteller durch den Gebrauch maßgeschneiderter Gateways;
- Level 4 zeigt Beispiele begrenzter Integration mit Benutzer-IT, z.B. telefonische Kontrolle der Beleuchtung.

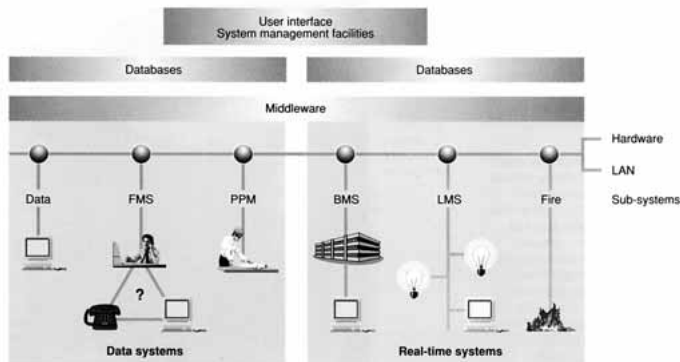
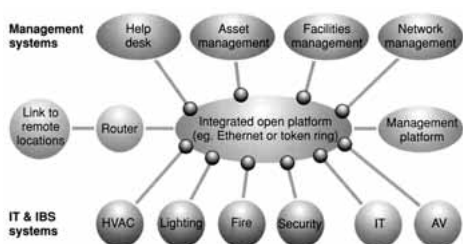
Die Weiterentwicklung der Technik zum voll integrierten Gebäude (Level 5) kommt aus verschiedenen Gründen nur sehr langsam voran: Durch die Spezialisierung in der Industrie kommen die verschiedenen Komponenten von unterschiedlichen Herstellern und sind infolge der fehlenden Standards herstellerbezogen. Die Integration braucht deswegen 'Gateways', die mit der wachsenden Anzahl der zu integrierenden Systeme ebenfalls zunehmen.

Dazu kommen die Erfahrungen von Gebäudebetreibern und Nutzern mit früheren Integrationsversuchen, die zu unnötig komplexen Systemen führten, bei denen das Kosten-Nutzen-Verhältnis nicht zufriedenstellend war.

Es gibt Beispiele von Gebäuden, die den Kriterien der Ebene 5 entsprechen, aber wie unsere Studie ergab, sind dies erst sehr wenige. Doch sie demonstrieren, wie durch Integration von Gebäudetechnik, Zutritts- und Si-



Modell der zunehmenden Integration von Informationstechnologie: Die Spitze der Pyramide bildet das voll computerintegrierte Gebäude.



Links und oben: Systemdarstellungen der Computerintegration auf Ebene 5.

## Commerzbank Frankfurt

### Gebäudeautomation

Mit der Commerzbank-Zentrale von Foster & Partner entstand kein abweisender Glaspalast, sondern ein Gebäude, das Offenheit und Transparenz vermittelt, eine angenehme Arbeitsatmosphäre für die 2400 Beschäftigten bietet und für das eine möglichst umweltgerechte und energiesparende Gebäudetechnik eingesetzt wird. Die gesamte elektrische Versorgung und Steuerung sowie die intelligente Gebäudetechnik stammt von Siemens.

Der Grundriß eines gleichseitigen Dreiecks gibt die Form vor. Anders als in den bisher üblichen Hochhäusern ist der Kern des Gebäudes nach außen verlegt. In den Eckpunkten des Dreiecks sind alle Versorgungseinrichtungen versammelt: Aufzüge, elektrische Schaltanlagen, Toiletten, Küchen. Dazwischen, in zwei der 60 Meter langen Seiten, liegen die Büros – gehalten von langen Stahlträgern in Vierendeel-Konstruktion, die ohne Zwischenstützen auskommen. Die Räume sind deshalb extrem flexibel gestaltbar. 45 Büroetagen mit 1200 Einzel- und Kombibüros sowie Konferenzräumen und Tagungsstätten sind im Hochhaus untergebracht. Das Tageslicht fällt von oben in den dreieckigen Kern – das Atrium – und versorgt die inneren Fassaden bis hinunter in die Eingangshalle mit natürlichem Licht. Einzigartig für ein Gebäude dieser Größe sind die großen Gärten, die alle vier Etagen die Seite wechseln und sich spiralförmig nach oben drehen. Je nach Himmelsrichtung orientiert sich ihre Bepflanzung an der Fauna Südeuropas, Asiens und Nordamerikas.

Im Rahmen des Hochhausbaus sind die Architekten so ökologisch wie möglich vorgegangen und verwirklichten bei der Energietechnik, Beleuchtung und Klimatisierung umweltgerechte Lösungen.

Demzufolge scheint die vollständige Integration ungefähr 60 % mehr zu kosten als traditionelle Gebäudekontrollsysteme. Diese repräsentieren etwa 5 % der Kosten des fertiggestellten Bauwerks. Das heißt, die Integration könnte bei etwa 3 % der Gesamtkosten liegen.

### Fazit

Der Schlüssel zu einem intelligenten Gebäude heißt Anpassungsfähigkeit – Anpassungsfähigkeit an ökonomischen, wirtschaftlichen und technologischen Wandel. In einem wirklich intelligenten Gebäude haben die Technologien dienende und nicht beherrschende Funktion. Dies ist ein neuer, innovativer Ansatz. In der Vergangenheit wurde Gebäudeintelligenz vor allem durch den möglichst umfangreichen Einsatz von Technologien definiert. Nach diesem Modell wurden Gebäude errichtet, die schwierig zu verwalten und deren technische Systeme nur mit großem Aufwand beherrschbar waren.

Diese Herausforderungen können nur gemeistert werden durch verstärkte Integration bei der Gestaltung und Errichtung von Gebäuden. Verstärkte Integration der Technologien, z.B. der Fassadentechnik, mechanischer Systeme und Lichtsteuerung, erfordern von allen beteiligten Berufsgruppen ebenfalls mehr Integration ihrer Arbeit. Die dafür erforderlichen Anstrengungen werden sich vielfach bezahlt machen durch Gebäude, in denen optimale Arbeitsvoraussetzungen bestehen und die jederzeit preisgünstig an Veränderungen anpaßbar sind.

Volker Buscher, Jim Read  
ARUP Communications

*Gekürzter Nachdruck von 'Intelligente Gebäude' aus: Beratende Ingenieure, Zeitschrift des Deutschen Consulting, 11/96*

Das geplante Hochhaus der Telekom Malaysia in Kuala Lumpur (Foto oben: Hijas Kasturi Architects) und der Wave Tower in Bangkok (Foto darunter: Wave Developments Ltd.) sind als computerintegrierte Gebäude der Ebene 5 geplant.

cherheitstechnik sowie IT-Funktionen neue Arbeitsprozesse möglich werden. Die Effektivität eines Unternehmens kann also von den gebäudetechnischen Rahmenbedingungen profitieren.

### Vorteile und Kosten der Integration

Im Bereich der Benutzer-IT ist Integration weitgehend erreicht. Unterschiedliche Systeme der Datenkommunikation haben aus der Standardisierung während der 80er Jahre gleichermaßen Nutzen gezogen. Daraus resultierte eine explosionsartige Verbreitung der Netzwerk-Anwendungen in den 90er Jahren.

Dies ist im Bereich der Gebäudesystemtechnik noch Zukunftsmusik. Deshalb geht Integration mit hohen Kosten einher. Die folgende Aufzählung nennt Vorteile und kostensparende Faktoren, die durch Integration der Gebäudekontroll- und Benutzer-IT-Systeme erreichbar sind – sozusagen die Gegenleistung des zunächst höheren Investitionsbedarfs:



- Strukturierte Verkabelung senkt die Kosten für spätere technische und organisatorische Veränderungen, etwa die Umsetzung von Sprach- und Datenterminals.
- Integration der Gebäudekontrollfunktionen und die Anwendung einer standardisierten Verkabelungsinfrastruktur für diese unterschiedlichen Systeme reduziert die Kosten bei Veränderungen an Beleuchtung und Umgebungskontrollsystemen.
- Während die Integration größere Komplexität der Systeme selbst bedeutet, kann die Bedienoberfläche einfacher und übersichtlicher gestaltet werden. Dies befreit hochqualifiziertes Perso-



nal von relativ einfachen Aufgaben wie dem Management von Personalzuwachs, Umzügen und anderen Veränderungen. Bedienoberflächen könnten standardisiert werden, spezielle Software würde es dem Benutzer erlauben, sowohl Beleuchtung als auch Klima zu regulieren. Standardisierung würde auch hier die Kosten des Maßschneiderns von Software senken.

- Betriebskosten lassen sich jederzeit ausweisen, besser kontrollieren und auch reduzieren.
- Die Integration der Datenbank ermöglicht die einheitliche Eingabe von Information in das System. Die Aktualisierung der Daten eines Benutzers kann in einem Vorgang abgewickelt werden. Sollten die Datenbanken nicht integriert sein, müssen für IT, Personal, E-mail und Sicherheitsdatenbanken separate Eingaben gemacht werden.
- Die Integration der Zutrittskontrollsysteme mit Gebäudemanagement und Umgebungs-kontrolle am Arbeitsplatz erlaubt sowohl die Überwachung von Personalbewegungen als auch die lokale Regelung von Beleuchtung und Temperatur.

Wenn man die Verschiedenartigkeit der Gebäude und Funktionen in Betracht zieht, erscheint es unmöglich, die Kosten der Integration zu berechnen. Mit einem speziell für diese Studie erarbeiteten Modell haben wir derartige Berechnungen vorgenommen.



### Gebäudeleittechnik

Dank der intelligenten Gebäudeleittechnik und der wärmedämmenden Fassade kann die Commerzbank mit 30 % niedrigeren Energiekosten für den Betrieb des Hochhauses rechnen. Das Gebäudeleitsystem Siclimat X von Siemens, das die Voraussetzungen für ein funktionales Zusammenspiel der unterschiedlichsten Gewerke wie Heizung, Lüftung, Sicherheitstechnik und Kommunikation schafft, garantiert eine sichere Betriebsführung. 30 000 verschiedene elektrische Stationen – vom Lichtsensor bis zum Heizungsventil – sind dazu über Busleitungen miteinander und mit der Steuerzentrale vernetzt. Dadurch wird ein direkter Zugriff auf die jeweiligen Geräte ermöglicht, sowie eine sehr komplexe Raumfunktionalität, die weit über die bisherigen Möglichkeiten einer Einzelraumregelung hinausgeht.

Mit der Kompaktautomatisierungsstation Siclimat Compas ist eine leistungsstarke DDC-Station installiert, die je zwei Büroräume entsprechend den Anforderungen optimal regelt. Um die Räume möglichst flexibel nutzen zu können, wird unter anderem für die eigens entwickelten Bedientableaus als Kommunikationsbus der European Installation Bus EIB eingesetzt. Die Verbindung der DDC-Stationen mit dem Gebäudeleitsystem Siclimat X erfolgt über Profibus. Allein der Gewinn an Flexibilität lohnt schon den Aufwand: Wird beispielsweise die Raumaufteilung verändert, so müssen die elektrischen Einrichtungen nur umge-

steckt werden. In der Vorstands-etage kann auf diese Weise innerhalb einer halben Stunde ein Vortragsraum auf die fünffache Größe erweitert werden.

### Versorgung

Um dieses Höchstmaß an Automatisierung und Flexibilität zu erreichen, mußten rund 2000 Kilometer an elektrischen Leitungen verlegt werden – das sind 800 Meter pro Arbeitsplatz. Der Strombedarf wird über drei Einspeiseleitungen aus dem 10 KV-Netz der Stadt Frankfurt gedeckt. Drei Trafostationen, SF6-Schaltanlagen und Niederspannungsverteilungen sind notwendig, um im Hochhaus die insgesamt 12 MVA installierter Leistung bis zu den Endverbrauchern zu leiten. Schon fünf MVA sollten nach den Berechnungen für die 2400 Commerzbank-Angestellten ausreichen. In den Gebäudedecken jeder Etage stehen die Schalt- und Verteilanlagen für den Stark- und Schwachstrom. Von den Elektrozentralen im Untergeschoß und im fünften Stock wird die untere Hälfte des Hochhauses mit Energie versorgt, von der dritten Zentrale im 52. Stock die obere Hälfte. Bei einer Unterbrechung der Energieversorgung können über zwei Notstromaggregate auf dem Dach alle wichtigen technischen Anlagen weiter betrieben werden.

### Lüftung

Die Commerzbank-Zentrale kann dank der zweischaligen Klimafassade bis in die obersten Stockwerke natürlich belüftet werden. Bei starkem Wind, wenn es regnet oder zu kalt ist, schließen die Fenster automatisch und die Be- und Entlüftung der Räume wird durch eigens von Siemens entwickelte Leuchten sichergestellt. Über Abluftstutzen in den Leuchten wird verbrauchte Luft abgesaugt und gefilterte Frisch-

luft über Schlitzschienen wieder in den Raum eingebracht. Außerdem kann die Gebäudeleittechnik über Nachtkühlprogramme alle Fenster eines definierten Bereichs öffnen oder schließen, um für den nächsten Arbeitstag optimale Raumtemperaturen zu gewährleisten. Auf diese Weise kann nicht mehr passieren, was im klassischen Wolkenkratzer oft genug vorkommt: daß sich die Räume im Hochsommer bereits bei Bürobeginn unerträglich aufgeheizt haben, weil am vorhergehenden Abend die Klimaanlage abgeschaltet wurde. Die intelligente Steuerung in der Commerzbank würde dagegen abends die Jalousien herunterschließen und ein angenehmes Raumklima bewahren – mit dem Nebeneffekt, daß Energie gespart wird.

### Raumkomfort

Über ein Bedientableau an der Tür eines jeden Raumes lassen sich alle Geräte – Licht, Heizung, Lüftung und Fenstermotoren – elektrisch steuern. Die Beleuchtung der Räume setzt sich aus mehreren Lichtbändern zusammen, die je nach Zuordnung entweder über das Bedientableau oder über Bewegungsmelder geregelt werden. Eingeschaltet werden kann das Raumlicht nur dann, wenn es vom zentralen Zeitschaltprogramm der Gebäudeleittechnik sowie von den Außenhelligkeits- und Innenhelligkeitssensoren freigegeben ist. Wenn der Bewegungsmelder eine Person registriert, schaltet er bei Bedarf das Licht ein und nach einer gewissen Zeit wieder aus, wenn sich im Raum niemand mehr bewegt. Für das an der Fensterseite liegende Lichtband regelt ein Lichtsensor die Beleuchtungsstärke auf 500 Lux.

Der Sonnenschutz kann über das Bedientableau oder über die zentrale Gebäudeleittechnik her-

untergelassen werden. Dabei ist die Bedienfreigabe von der Außenlichtstärke sowie der Außentemperatur abhängig. Bei entsprechender Außenhelligkeit werden die Jalousien automatisch geschlossen – allerdings können die Angestellten sie individuell wieder öffnen. Falls ein Rauchmelder ansprechen sollte, fährt die Gebäudeleittechnik automatisch alle Jalousien des entsprechenden Stockwerkes hoch und schließt die Fenster auf der Atriumseite.

Die Temperaturregelung der Büroräume verfügt über fünf Sollwerte: Nachtbetrieb, Bereitschaftsbetrieb Heizung und Kühlung sowie Belegungsbetrieb Heizung und Kühlung. Der Belegungsbetriebssollwert kann am Bedientableau von -1 K bis +3 K verändert werden. Die Umschaltung von 'Bereitschaft' auf 'Belegung' erfolgt durch den Bewegungsmelder. Nach einer gewissen Zeitspanne, wenn keine Bewegungen mehr registriert werden, wird der Sollwert auf Bereitschaft zurückgeschaltet. Bei geöffnetem Fenster schließen die Kühlventile der Kühldecke automatisch.

### Gebäudemanagement

Bei einem so komplexen Gebäude wie dem Commerzbank-Hochhaus ist es zwingend notwendig, einen Überblick über alle installierten Komponenten zu haben. In einer umfassenden Datenbank sind mehr als 80 000 Elemente hinterlegt, wobei jeder Komponente über ein durchgängiges Kennzeichnungssystem eine Identifikationsnummer zugeordnet ist. Diese einheitliche Darstellung der Daten schafft die Grundlage für ein Facility Management System, mit dem die Fachleute jedes im Wolkenkratzer eingebaute Teil wiederfinden können. Dabei werden die unterschiedlichen Teilsysteme – falls erforderlich – so miteinander kombiniert, daß sie untereinander Daten austauschen können. Dieses Management System arbeitet übergreifend in den Bereichen Technik, Sicherheit, zentrale Dienste und Verwaltung und bietet so optimale Informationen für Betriebsführung, Instandhaltung und andere Managementfunktionen.

Ulrich Eberl  
Siemens AG



Oben: Montage der Einzelraumregelungseinrichtung der Büroräume der Commerzbank; rechts: Für die Be- und Entlüftung der Büros bei geschlossenen Fenstern wurde von Siemens eine spezielle Leuchte mit integrierter Lüftungstechnik entwickelt (Fotos: Siemens AG).



Raumsteuerungstableau

# Commerzbank Frankfurt

## Zweite-Haut-Fassade

In vielen Büro- und Verwaltungsgebäuden wird über Störungen des Befindens, der Behaglichkeit oder sogar der Gesundheit geklagt ('Sick-Building-Syndrom'). Als raumklimatische Faktoren, die zu einer Beeinträchtigung der Behaglichkeit führen, sind insbesondere Zugerscheinungen, thermischer Diskomfort, mangelnde Luftqualität und fehlende Fensterlüftung relevant.

Um solche Fehler zu vermeiden, war das Ziel bei der Erweiterung der Commerzbank-Zentrale ein weitgehender Verzicht auf eine Klimatisierung der Arbeitsräume sowie ein optimaler Kontakt der Menschen mit der Außenluft und mit der visuellen Umgebung. Dieses Ziel konnte durch eine bei Hochhäusern völlig neue Konzeption der Gebäudehülle erreicht werden: eine Zweite-Haut-Fassade mit offenen Fenstern, beweglichem Sonnenschutz und geschoßhoher Verglasung! Das besondere Merkmal dieses Fassadentyps ist die durchgehende Ganzglas-Haut, die einer konventionellen, wärmeisolierten Gebäudehülle vorgelagert ist. Sie dient als Wind- und Wetterschutz für die dahinterliegenden Fenster und Sonnenschutzvorrichtungen. Die Wirksamkeit des Sonnenschutzes

im Fassadenzwischenraum ist gleichwertig mit einer außenliegenden Jalousie.

Bei der Commerzbank ist die Innenfassade mit Dreh-Kipp-Flügeln ausgestattet, die motorisch angetrieben und über die zentrale Leittechnik steuerbar sind. Bei ungünstiger Witterung werden die Fensterflügel automatisch durch die übergeordnete Gebäudesteuerung geschlossen und die Lüftungsanlage geht für diese Zonen in Betrieb.

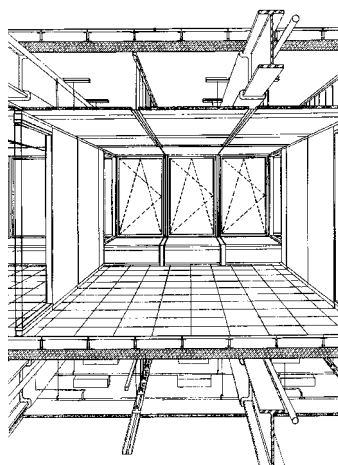
Der zwischen der inneren und äußeren Fassade liegende 20 cm breite Luftspalt steht mit der Außenluft in Verbindung. Die treibenden Kräfte der Durchlüftung sind der durch natürliche Temperaturdifferenzen erzeugte Auftrieb und/oder durch den Wind verursachte Druckdifferenzen zwischen Raum, Fassadenzwischenraum und Umgebung. Mit zunehmender Solarstrahlung nimmt auch der Luftwechsel zu. Dies ist auf die Erwärmung der Fassadenbauteile zurückzuführen. Aus brandschutz- und schalltechnischen Gründen sowie zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung wird dieser Fassadenzwischenraum geschoß- und achsweise abgeschottet.

Wenn man bei Bürogebäuden die Problematik Sonnenschutz, d.h. die Reduzierung der Kühllasten gelöst hat, macht es wieder Sinn, die Wärmeschutzeigenschaften der Fassade zu verbessern, da der Anteil der Heizenergie am Gesamtenergieverbrauch

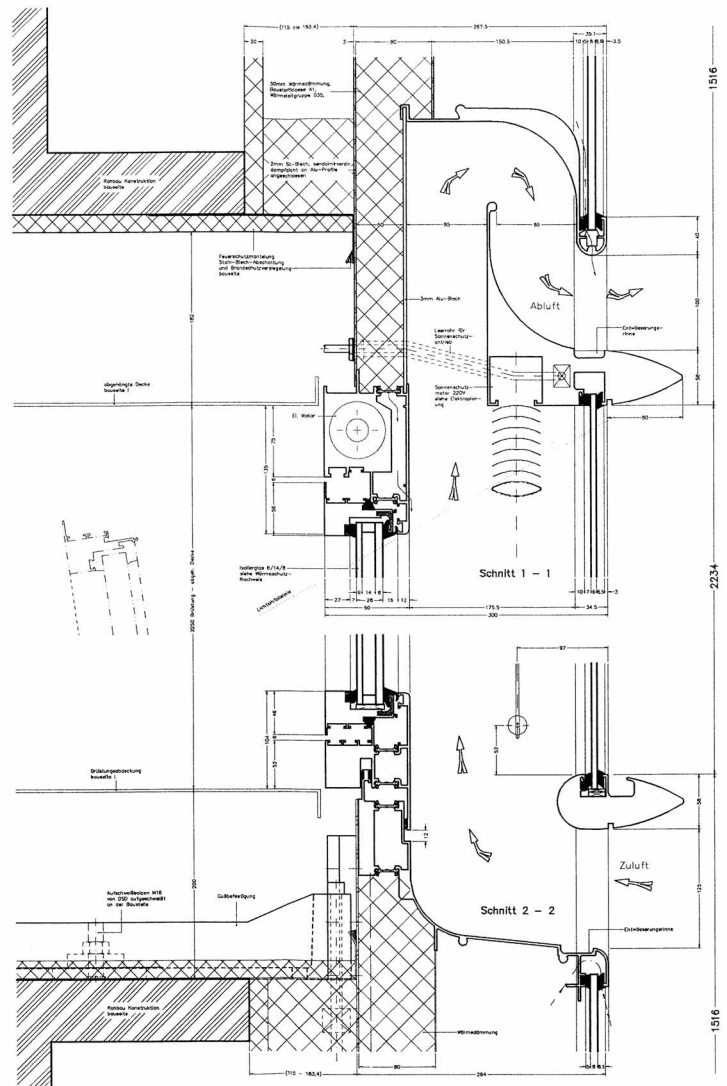
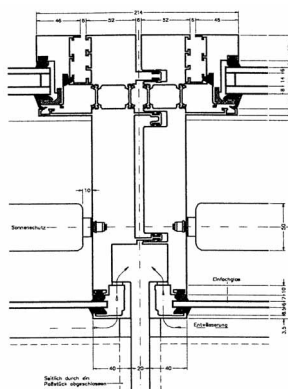
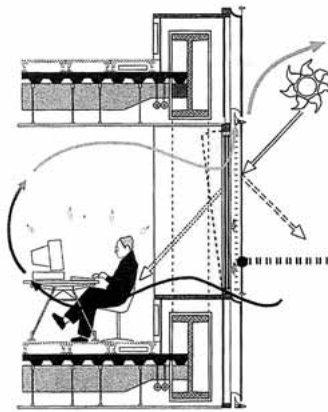
des Gebäudes steigt. Die Zweite-Haut-Fassade der Commerzbank zeichnet sich wie eine Art Wintergarten durch erhöhte passive Solarenergienutzung aus. Durch die Überlagerung reduzierter Transmissions- und Lüftungswärmeverluste kann der Heizenergiebedarf gegenüber einer konventionellen Fassade in etwa halbiert werden.

Winfried Heusler  
Josef Gartner & Co.

## Baufokus



Schnitt-Perspektive durch einen Büroraum; schematische Darstellung der Arbeitsplatzsituation. Rechts: Horizontalschnitte durch den transparenten und den opaken Teil der Fassade (Zeichnungen: Josef Gartner & Co.).



Oben: Der Vertikalschnitt durch die Commerzbank-Fassade zeigt die Zu- und Abluftöffnungen in der äußeren Haut, die Luftführung im Fassadenzwischenraum und die Lage des beweglichen Sonnenschutzes. Die Zweite-Haut-Fassade ist in der gewählten Lösung nur vor den inneren Fenstern als Klimafassade ausgebildet, während es sich vor den umlaufenden Stahlträgern um eine Verkleidung mit opakem Glas handelt.

# RWE-Hochhaus Essen

## Zweite-Haut-Fassade

Der Büroturm der RWE AG der Architekten Ingenhoven, Overdiek und Partner besteht aus 30 Obergeschossen und hat einen Durchmesser von 32 m, der sich aus den Anforderungen ausreichender natürlicher Belüftung und Raumausleuchtung durch Tageslicht ergab. Alle Büroräume sind von einem Ringflur aus erschlossen und haben grundsätzlich Außenkontakt.

Nach umfangreichen Vergleichsuntersuchungen wurde die polygonale Fassade des Hochhauses als Zweite-Haut-Fassade konzipiert und von der Firma Josef Gartner & Co. ausgeführt. Die rund 7.000 m<sup>2</sup> bestehen aus 962 geschoßhohen Elementen mit den Abmessungen 1970 x 3591 bzw. 3780 mm. Bevor diese Fassade montiert werden konnte, mußte eine ganze Reihe experimenteller und theoretischer Untersuchungen durchgeführt werden, da bei der Neuentwicklung baurechtliche Forderungen zu erfüllen waren und statische, bauphysikalische sowie haustechnische Aspekte miteinander in Einklang gebracht werden mußten. Da insbesondere die vorgehängte Außenfassade im Sinne der baurechtlichen Bestimmungen eine neue Baukonstruktion darstellt, mußte für die

Zweite-Haut-Fassade beim Ministerium für Bauen und Wohnen des Landes Nordrhein-Westfalen eine Zustimmung im Einzelfall erwirkt werden.

Die Innenfassade besteht aus manuell bedienbaren, raumhohen, horizontalen Schiebeflügeln mit eigens entwickelten Beschlägen, wobei jede Achse einen geschlossenen und einen offenen Teil hat. Dadurch ist bei geeigneten Umgebungszuständen eine natürliche Lüftung der außenliegenden Büros auch in den oberen Geschossen des Hochhauses möglich. Bei ungünstiger Witterung (zu hohe Windgeschwindigkeiten oder zu hohe bzw. niedrige Zulufttemperaturen) werden die Fenster jedoch geschlossen und die Räume mechanisch belüftet. Die maximale Öffnung der Türen ist auf 135 mm begrenzt. Für Reinigungs- und Wartungsarbeiten sind die Flügel aber auch vollständig zu öffnen. Die raumhohen Elemente besitzen Wärmeschutzverglasung aus Weißglas. Die Außenfassade besteht aus 10 mm dickem Einscheibensicherheitsglas, ebenfalls aus Weißglas, mit jeweils acht punktförmigen Glasbefestigungen.

Auf Höhe der Geschoßdecken befindet sich zwischen Innen- und Außenfassade ein multifunktionales Element, das sogenannte Fischmaul. Es enthält u. a. Kragarme, über die die statischen Lasten von der äußeren auf die innere Fassade übertragen wer-

den. Das obere Abdeckblech des Fischmauls ist aufklappbar ausgebildet. Darunter liegt ein Laufsteg, auf dem das Reinigungspersonal den 500 mm breiten Fassadenzwischenraum betreten kann. Die Be- und Entlüftung des Zwischenraumes erfolgt über eine 150 mm hohe Fuge in der äußeren Fassadenhaut. Die Luft wird über eigens entwickelte Luftleit- und Regenabweisbleche durch das 'Fischmaul' geleitet. Die Fischmaulverkleidung ist wechselweise an der unteren bzw. oberen Seite geschlossen und an der oberen bzw. unteren

Seite perforiert. Das Fischmaul ist somit wechselweise mit dem darunter- bzw. darüberliegenden Geschoß verbunden. Durch diese seitlich gegeneinander versetzten Zu- und Abluftöffnungen ergibt sich eine Diagonaldurchlüftung des Fassadenzwischenraumes, die sicherstellt, daß sich keine Kurzschlußströmungen der verbrauchten bzw. durch Sonnenstrahlung erhitzten Luft zwischen übereinanderliegenden Geschossen bilden können. In einem aufwendigen theoretischen und experimentellen Prozeß wurden die Strömungswider-

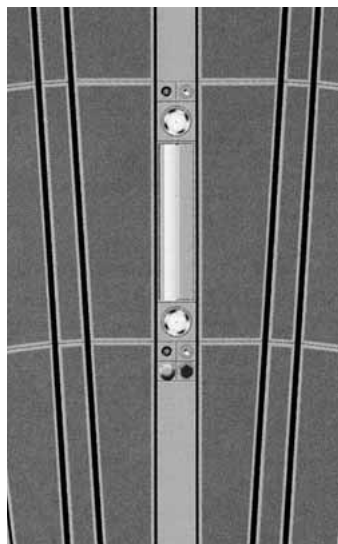
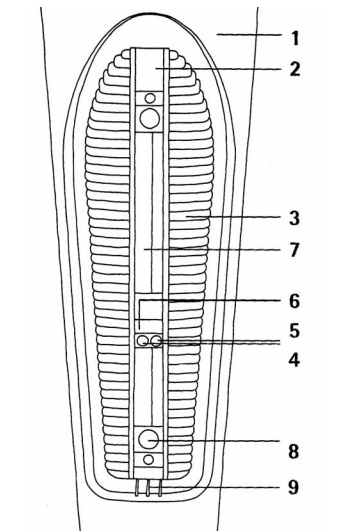
Fassadenmontage: Sämtliche Bestandteile der Zweite-Haut-Fassade werden von der Firma Gartner bereits im Werk zu fertigen Elementen vormontiert. Sie müssen

auf der Baustelle nur noch an den Ankern in den Betondecken befestigt werden. Die Fassadenelemente werden 'just-in-time' geliefert, so daß sich eine Zwi-

schenlagerung erübrigt. Beim RWE-Hochhaus konnten auf diese Weise in drei Wochen jeweils zwei Geschosse montiert werden.



Mehrachsiger Büroraum (Vorstandsetage)



Das Deckenelement des RWE-Hochhauses integriert sämtliche technische Funktionen:  
1 Betonrohdecke  
2 Technikkanal  
3 Kühlrippen  
4 Lautsprecher  
5 Rauchmelder  
6 Sprinkler  
7 Evolventenleuchte  
8 Downlight  
9 Versorgungsanschlüsse

Durch die perforierte Deckenverkleidung wird sowohl die Speichereigenschaft der Betonrohdecke genutzt wie auch die Wirksamkeit der Kühlrippen verstärkt.

Rechte Seite oben: Vertikalschnitt durch die RWE-Fassade und Ansicht mit diagonalen Luftführung. Darunter: Horizontalschnitt, Vertikalschnitt durch das 'Fischmaul' auf Höhe der Geschoßdecke: Die Be- und Entlüftung des Fassadenzwischenraumes erfolgt über das 'Fischmaul'; es ist zugleich Zu- und Abluftöffnung und an der oberen bzw. unteren Seite alternierend geschlossen bzw. perforiert. (Zeichnungen: Josef Gartner & Co.).



stände im Fischmaul so optimiert, daß der Druckabbau in der Fassade bei Fensterlüftung, weitgehend unabhängig von den äußeren Windverhältnissen, zu optimalen Luftwechselraten und Druckverhältnissen im Innenraum führt. Im Fischmaul befindet sich in Parkposition auch ein Raffstore mit perforierten Aluminiumlamellen. Er dient im ausgefahrenem Zustand zugleich als effizienter Sonnen- und Blendschutz, da er windgeschützt, aber doch mit Außenluft umspült, zwischen innerer und äußerer Haut liegt. Die Lamellen werden, dem jeweiligen Sonnenstand entsprechend, zentral gesteuert. Zusätzlich ist raumweise eine individuelle Bedienung möglich.

Winfried Heusler  
Josef Gartner & Co.

## Technische Gebäudeausrüstung

Die technische Gebäudeausrüstung wurde durch den regelbaren Sonnenschutz, die Aktivierung der Speichermassen des Gebäudes und die Option der natürlichen Belüftung weitgehend minimiert. Dennoch ist durch den Einbau einer Lüftungsanlage mit minimalem Luftwechsel ein behagliches Raumklima der Büros auch bei ungün-

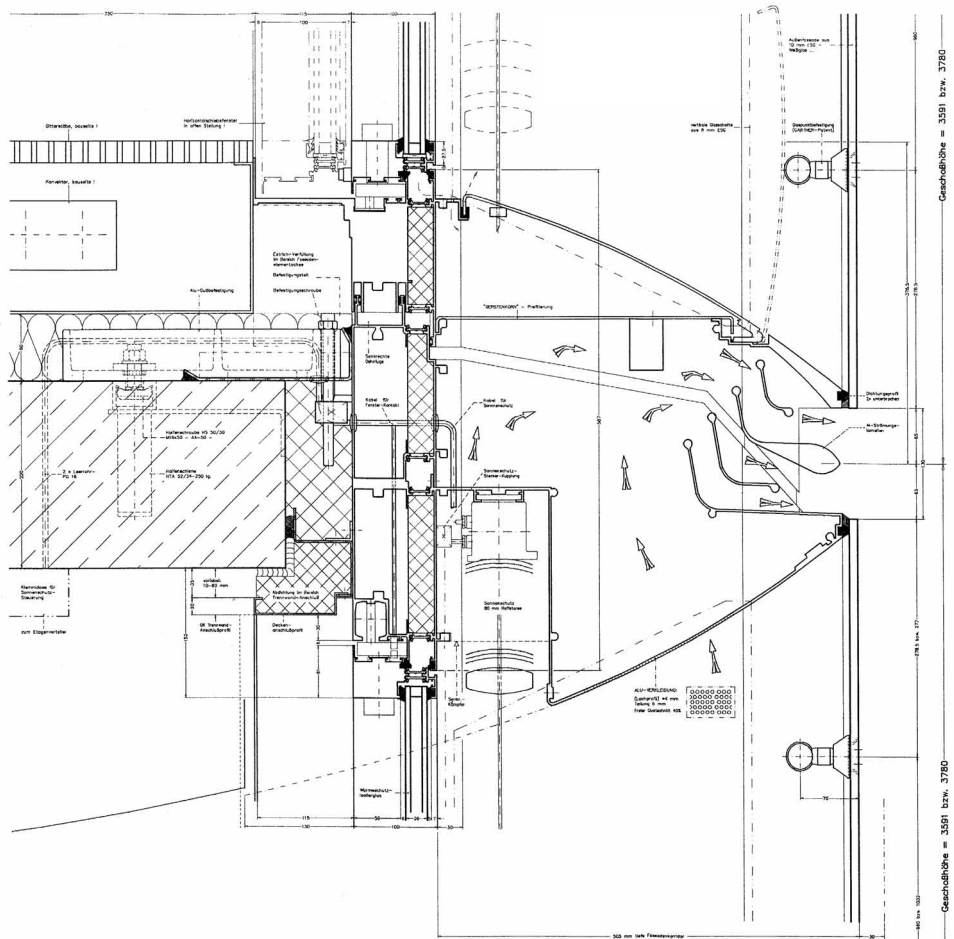
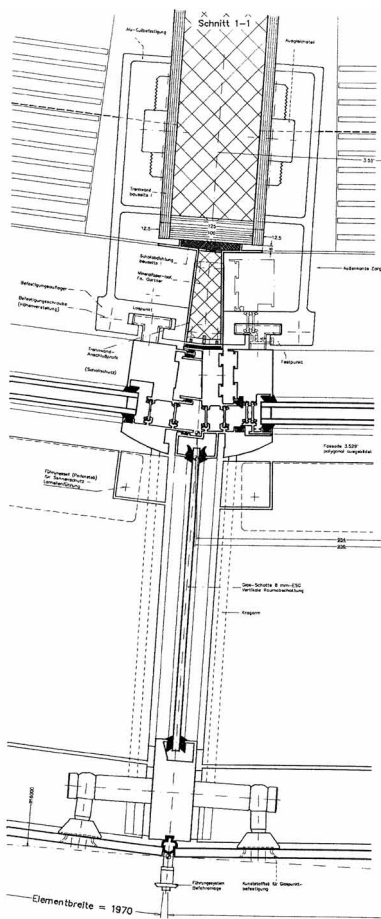
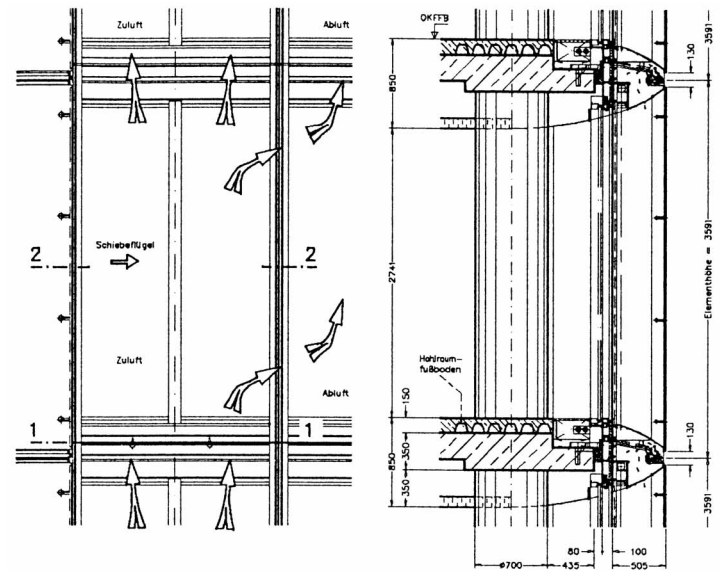
stiger Witterung gewährleistet. Die komplette technische Gebäudeausrüstung wurde von ROM Düsseldorf erstellt.

Fast alle Büroflächen sind neben der stationären Heizung über Unterflurkonvektoren auch mit konvektiven Kühldeckenelementen mit einer aktiven Fläche von insgesamt ca. 4000 qm und 580 kW Gesamtleistung ausgestattet. Die Zuluft wird über Schlitzschienen eingebracht, die Abluft über Schattenfugen im Deckenhohlraum entsorgt. Das Kühldeckenelement ist ein eigens für das RWE-Hochhaus entwickeltes multifunktionales Bauteil, das alle Technikfunktionen zur Raumkonditionierung integriert. So sind neben der Wasserzufuhr für die Kühlramellen auch Beleuchtung, Sprinkler, Rauchmelder, Lautsprecher und Lichtsensor mit den entsprechenden Meß- und Datenleitungen in einem modular auswechselbaren Technikkanal untergebracht. Konstruktion und Dimensionierung des integrierten Deckenelements wurde von ROM im Labor getestet, wobei besonders darauf zu achten war, daß die Brandmelder nicht durch die Nähe der Schlitzschienen beeinflusst werden.

Über ein Steuerungstableau neben der Tür kann Beleuchtung, Sonnenschutz und Temperatur

jedes Büroraums individuell gesteuert werden. Hier wird auch der Fassadenalarm ausgelöst, wenn bei zu hoher Windgeschwindigkeit die Fenster geöffnet sind. Die Einzelraumregelung ist über das BUS-System einer DDC-Anlage mit der Gebäudeleittechnik für die anlagenübergreifenden Funktionen und das Facility Management verbunden.

Hermann Hörold  
ROM Düsseldorf



# Düsseldorfer Stadttor

Direkt über der Einfahrt des neuen Rheinfurttunnels ragt das Düsseldorfer Stadttor von Petzinka, Pink und Partner 70 m hoch in den Himmel. Das rhomboide Gebäude besteht aus zwei Türmen, die mit einem 3-geschossigen Attikariegel zum Tor verbunden werden, und ist von einer transparenten Hülle umgeben; das Atrium in seiner Mitte erstreckt sich über 16 Geschosse.

Es ist ein alter Traum der Architekten und Ingenieure, gestalterisch anspruchsvolle Gebäude zu schaffen, die sich tages- und jahreszeitabhängig der Witterung anpassen können. Wärme, Kälte, Licht und Wind sollen mit baulichen Mitteln so reguliert werden, daß in den Innenräumen ohne aufwendigen Energieeinsatz eine optimale Behaglichkeit entsteht. Die doppelschalige Fassade ist ein Schritt in Richtung baupraktischer Lösung dieser Aufgabenstellung.

Beim Düsseldorfer Stadttor sind die 9700 qm Außenfassade der Büroräume eine Zweite-Haut-Fassade der Firma Gartner. Das Grundprinzip besteht in einer vertikalen, geschoßweisen Trennung und einem horizontalen, offenen Fassadenzwischenraum, der zunächst nur zu den Treppenhäusern (Brandschutz) und dem Atrium unterbrochen

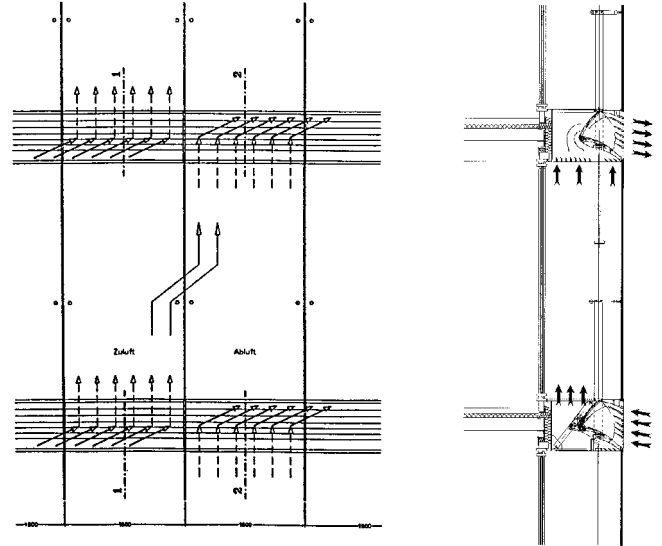
wird. Dieser Zwischenraum ist anders als bei dem Commerzbank- oder RWE-Hochhaus als begehbare Korridor von 1,40 m Breite ausgebildet und benötigt deshalb ein Geländer als Absturz-sicherung. Die Außenfassade besteht aus einer punktwise gehaltenen 12 mm starken ESG-Ver-glasung, die Innenfassade ist eine verleimte Holzrahmenkonstruktion mit Wärmeschutz-Isolierverglasung. In jeder 2. Achse befinden sich Wendflügel zur Belüftung der Büros. Da diese Elemente bis zum Boden reichen, können sie auch als Türen zum Korridor benutzt werden.

Als Verbindung zur Außenluft besitzt der Korridor auf Höhe der Geschoßdecken verschließbare Lüftungsöffnungen in Form von Lüftungskästen. Jeweils zwei nebeneinander liegende Fassadenfelder werden lüftungstechnisch zu einem Abschnitt zusammen-geschlossen. Die Luftführung erfolgt über geschoßweise versetzte Zu- und Abluftöffnungen, um Kurzschlüsse mit verbrauchter Luft von Geschoß zu Geschoß zu vermeiden. Die Zu- und Abluftöffnungen übereinanderliegender Geschosse liegen nebeneinander, so daß an der Außenfassade ein durchlaufendes Band der Lüftungskästen erkennbar wird. Die Kästen sind aus Edelstahl gefertigt und beinhalten speziell für dieses Projekt ent-

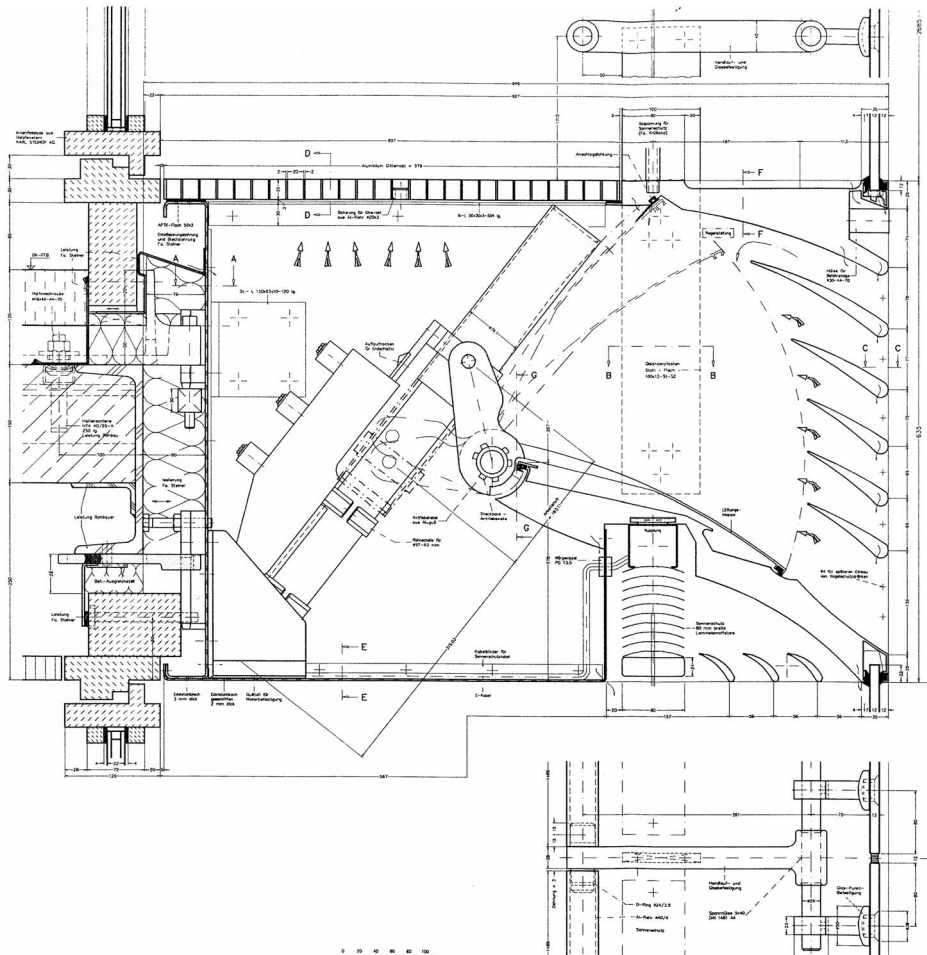
wickelte, stranggepreßte Aluminium-Luftleitprofile und motorisch verschließbare Klappen.

Im Rahmen der Konzeptentwicklung wurden von der DS-Plan GmbH anhand von Computersimulationen umfangreiche Strömungsberechnungen durchgeführt, um den aerodynamischen Widerstand der inneren Geometrie der Lüftungskästen zu minimieren und eine gleichmäßige Durchströmung der Luft ohne Verwirbelungen und Geräuscentwicklung zu gewährleisten.

DS-Plan GmbH



Zeichnungen oben: Schemaschnitt durch die Stadttor-Fassade und Ansicht mit diagonal versetzter Luftführung. Darunter: Vertikalschnitt auf Höhe der Geschoßdecke durch einen der Abluftkästen mit eigens entwickelten Luftleitprofilen und verschließbaren Klappen (Zeichnungen: Josef Gartner & Co.). Das Foto des 1,40 m breiten, begehbaren Fassadenkorridors zeigt die alternierende Anordnung von Zu- und Abluftkästen. (Foto Fassadenkorridor: DS-Plan GmbH, Foto Stadttor: Tomas Riehle).





## Victoria-Versicherung Düsseldorf

Neben dem Düsseldorfer Stadttor markiert nun auch die Erweiterung der Hauptverwaltung der Victoria-Versicherungs-Gesellschaft – Architekten: Hentrich-Petschnigg & Partner – Düsseldorf's 'Skyline'. Kernstück des Entwurfs ist das 29geschossige zylindrische Hochhaus. Es bietet Raum für über 1000 Arbeitsplätze. Auch bei diesem Projekt war der Bauherr bereit, in die Entwicklung eines neuartigen Hochhauskonzeptes zu investieren. Die zentralen Bestandteile der Gebäudeausrüstung sind eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage zur Eigenstrom- und Kälteversorgung und eine doppelschalige Klimafassade.

Ca. 8000 qm Zweite-Haut-Konstruktion bilden die Außenfassade der Büroräume. Das Regeldetail ist ein achsbreites und geschoßhohes Fassadenelement, das sowohl die innere als auch die äußere Schale beinhaltet. Da der Grundkörper des Hochhauses zylindrisch ist, verjüngt sich das Achsmaß von innen nach außen. Die Randprofile der Elemente sind daher als Dehnfuge ausgebildet und erlauben einen Winkelversatz, um sich der Kreisform mit polygonalen Elementen annähern zu können.

Die Innenfassade besteht aus je zwei Dreh-Kippflügeln und im Brüstungsbereich aus einem Sandwich aus zwei Glaspaneelen. Der mittlere Pfosten ist mit 120 mm sehr schlank. Die Außenfassade besteht aus 10 mm starkem Einscheibensicherheitsglas. Im Sturzbereich beinhaltet die Außenfassade den Entlüftungskasten, der Storekasten für den Aluminium-Rafflamellenstore ist im Bereich der Stoßfuge der Elemente integriert.

Jedes Fassadenelement bildet lüftungstechnisch gesehen eine in sich geschlossene Einheit. Die Belüftung des 340 mm breiten Fassadenzwischenraums erfolgt durch Bohrungen von 60 mm Durchmesser in den den senkrechten Pfosten. Je Pfostenhalbschale (Teil der Dehnfuge) werden jeweils links und rechts 22 Bohrungen angebracht. Spezielle Kunststoffeinsätze verhindern das Eindringen von Vögeln. Die Entlüftung der Elemente erfolgt geschoßweise auf Höhe der Betondecken durch den elementbreiten, 450 mm hohen Entlüftungskasten. Er ist nach außen mit einer feinmaschigen Edelstahlmatte geschützt.

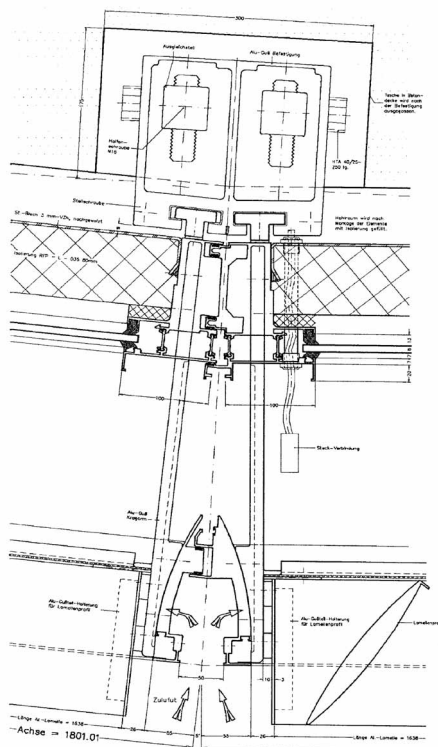
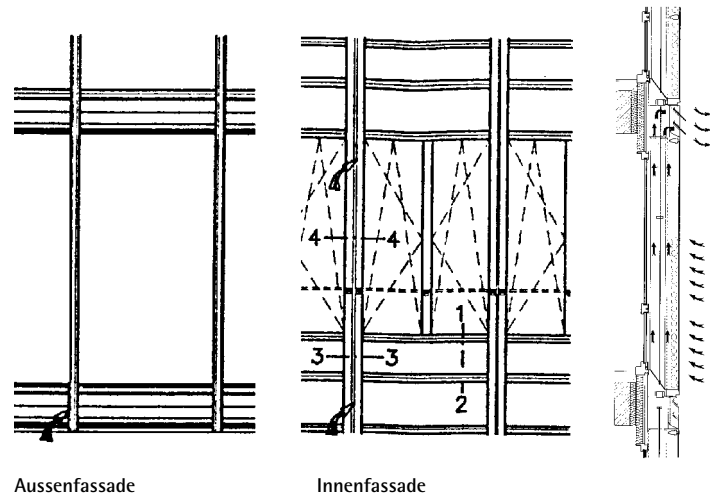
Bei der Belüftung des Fassadenzwischenraums muß sichergestellt werden, daß die austretende Luft nicht in den unmittelbar darüberliegenden Zwischenraum eintreten wird. Da bei dieser be-

sonderen Ausführung der Zweite-Haut-Konstruktion die Luftauslaß- und Lufteinlaßöffnungen vertikal benachbarter Fassadenelemente nicht unmittelbar beieinanderliegen, werden sich keine Kurzschlußströme mit verbrauchter Luft einstellen.

Für den Turm der Victoria-Versicherung wurden spezielle, stranggepreßte Aluminiumprofile entwickelt und im eigenen Werk eloxiert und pulverbeschichtet.

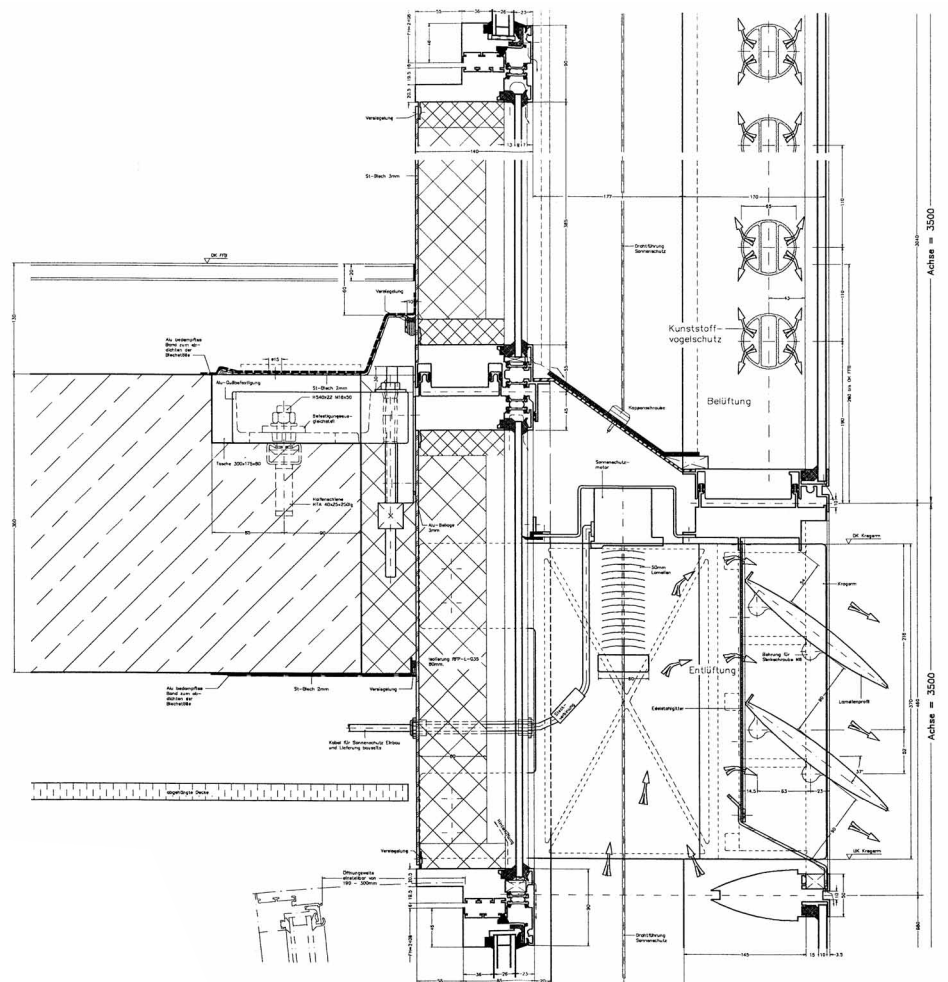
Winfried Heusler  
Josef Gartner & Co.

## Baufokus



Oben: Schemaschnitt durch die Fassade der Victoria-Versicherung und Ansicht der Innen- und Außenfassade. Darunter: Horizontalschnitt, der Vertikalschnitt daneben zeigt die Be- und

Entlüftung des Fassadenzwischenraums über die Bohrungen in den Pfosten und den Abluftkasten auf Höhe der Geschoßdecke (Foto: Manfred Hanisch, Zeichnungen: J. Gartner & Co.).



## Debis-Gebäude C1 Berlin

Nach der Auffassung von Renzo Piano "schöpft die moderne Stadt aus ihrer Vergangenheit und knüpft an die Gegenwart an: durch den Einsatz aller uns zur Verfügung stehenden Techniken, durch die Homogenität und die Disziplin in der Verwendung der Materialien." Dieser Anspruch des Architekten wird besonders an der 30.000 qm umfassenden, aus dem Hause Götz stammenden Fassadenkonstruktion des

Daimler-Benz/debis-Gebäudes C1 für den Potsdamer Platz in Berlin deutlich.

Der 163 Meter lange, dreifach abgestufte und bis zu 85 m hohe Baukörper wirkt dabei als Vermittler und Botschafter zwischen der städtebaulichen Historie Berlins und moderner, energetisch sensibler Architektur. Die Längsausdehnung des Objekts wird hauptsächlich durch die Aluminium-Warmfassade mit vorgehängten Terrakotta-Zierelementen geprägt. Die baguettefarbenen Keramikelemente sind gemäß der Philosophie von Renzo Piano als

Hommage an die prägenden steinernen Fassaden des Berliner Stadtbildes gedacht. Die transparente, energetisch optimierte Glas-Doppelfassade im Bereich des Büroturms soll hingegen als Richtungsweiser für ökologisch sensible Architektur dienen.

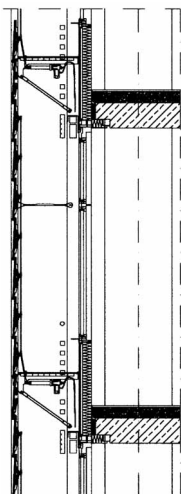
### Aufbau der Doppelfassade

Die 3400 qm Doppelfassade an der Süd- und Westseite des Hochhauses setzt sich aus Fassadenelementen in der Größe von 1350 x 3750 mm zusammen, mit jeweils sechs Elementen pro Achse.

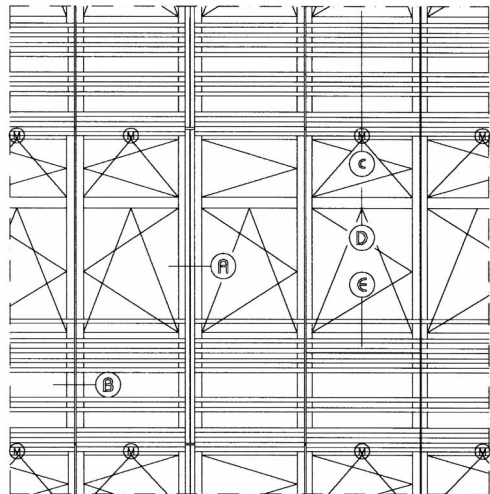
Fortsetzung auf Seite 104



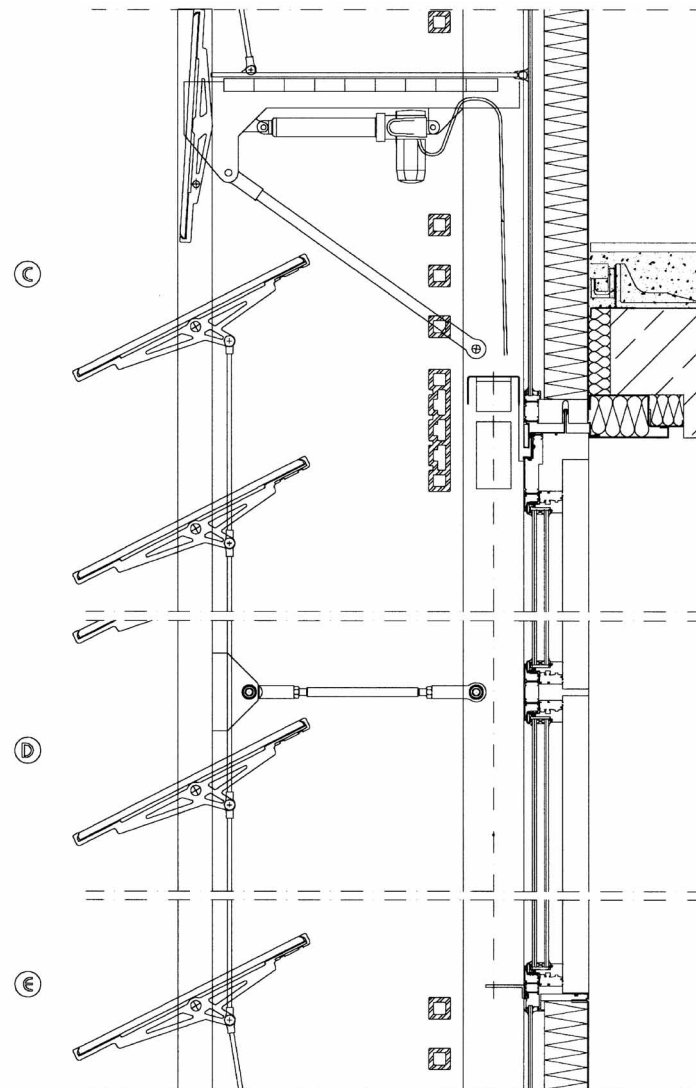
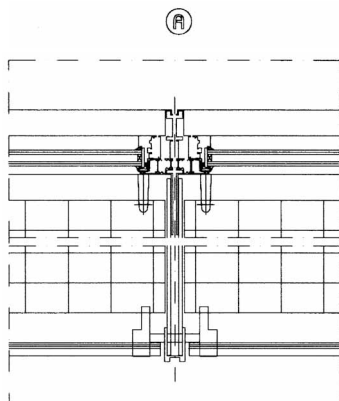
Glaslamellenkonstruktion aus Aluminium-Schwenkhebelgussteilen und 12 mm starkem VSG (Foto: Karl Kaiser; Foto rechts oben: Andreas Muhs).



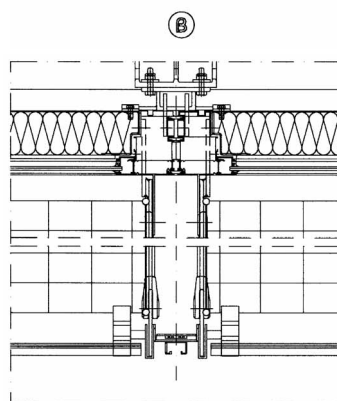
Fassadenschnitt und Ansicht mit öffnbaren Fenstern



Horizontalschnitte;  
A: durch das Fenster,  
B: auf Brüstungshöhe.



Vertikalschnitt: Die Lamellen werden mit Hilfe von Elektromotoren betrieben und können je nach Wetterlage jede gewünschte Position einnehmen (Zeichnungen: Götz GmbH).



## GSW-Gebäude Berlin

### Die Realität zum Funktionieren bringen

Nicht allzu weit entfernt vom Potsdamer Platz, in Berlin Kreuzberg, entsteht zur Zeit ein weiteres, aufgrund seines ökologischen Energiekonzeptes bemerkenswertes Gebäude: der Neu- und Erweiterungsbau der Gemeinnützigen Siedlungs- und Wohnungsbau-gesellschaft Berlin mbH, kurz GSW genannt, von sauerbruch hutton architekten. Für das Gewerk Fassade zeichnet auch hier wiederum die Götz GmbH aus Würzburg verantwortlich.

Die Architekten bekennen sich bei ihren Objekten zu dem Versuch, die Realität zum Funktio-

nieren zu bringen. Diese Übersetzung des englischen "to try make reality work" ist für Matthias Sauerbruch und Louisa Hutton "die Antithese zu dem Versuch, der Realität ein abstraktes Konzept überzustülpen." Damit wird zum Ausdruck gebracht werden, daß der Architekt mit vorhandenen Rahmenbedingungen, sowohl positiv als auch negativ gesehenen Realitäten, kreativ umgehen sollte.

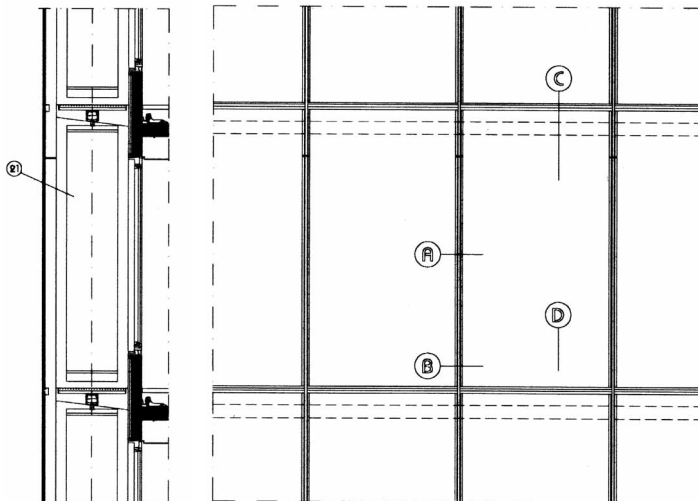
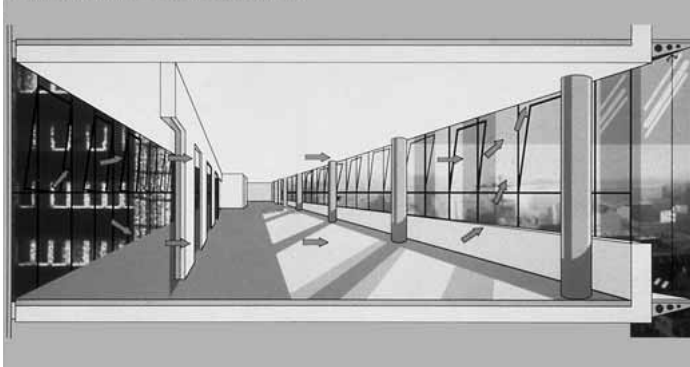
Der ökologische Gedanke bildet eine weitere tragende Säule der Philosophie der Architekten. Für sie ist Ökologie im wörtlichen Sinne "die Wissenschaft vom Haushalten", d.h. ein Versuch, auf sämtlichen Ebenen mit der zur Verfügung stehenden Energie sparsam umzugehen.

Beide Leitgedanken finden auch im Neu- und Erweiterungsbau der GSW-Verwaltung ihren Niederschlag. So akzeptierten die Architekten den bereits bestehenden Altbau als Realität und integrierten ihn in das bauliche Konzept, um ihn in einer veränderten städtebaulichen Vision wieder zum Funktionieren zu bringen. Um den Altbau herum werden sich die Neubauten gruppieren: der dreigeschossige, 1600 qm einnehmende Flachbau mit der aufgesetzten ovalen, 72 Meter umfassenden 'Pillbox'

## Baufokus

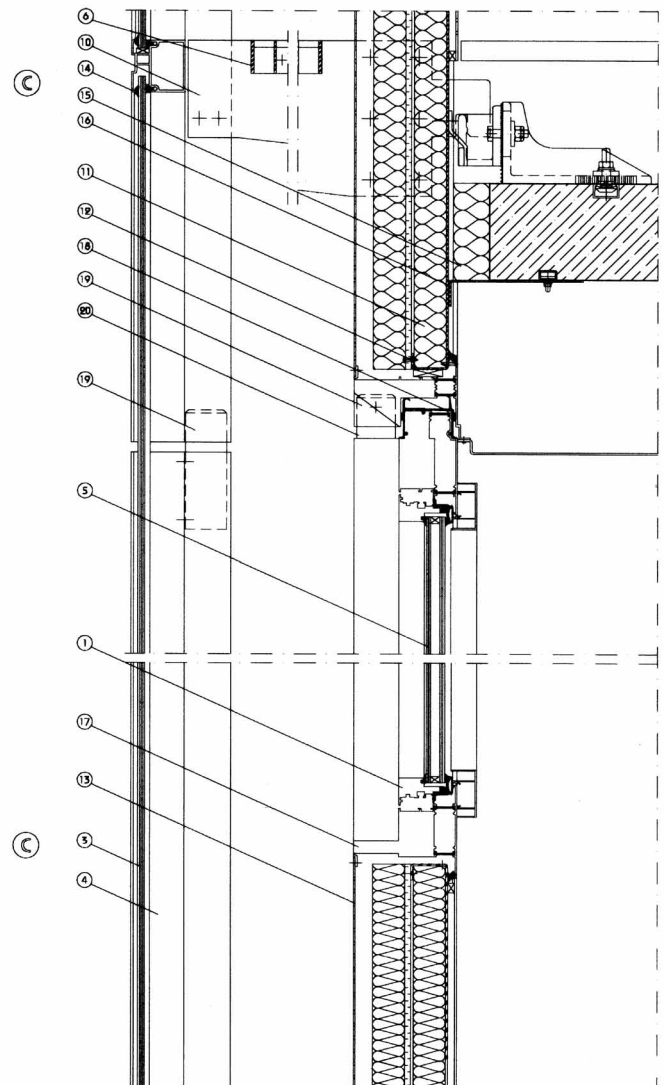
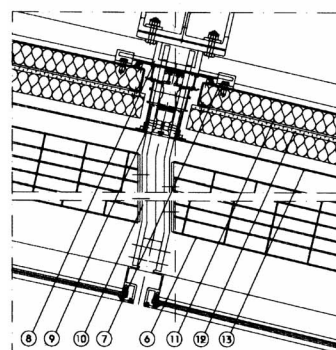
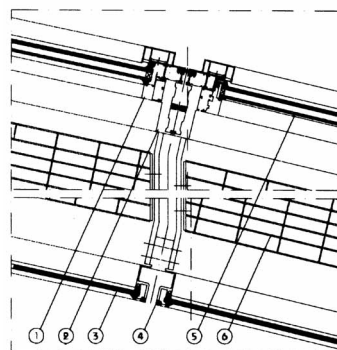


INNENRAUM HOCHHAUSSCHEIBE



Oben: Lüftungskonzept des GSW-Gebäudes; darunter: Schnitt und Ansicht der Westfassade.

Horizontalschnitte der leicht gekrümmten Westfassade; A: durch das Fenster, B: auf Brüstungshöhe. (Zeichnungen: Götz GmbH).



1. Kippflügel
2. Al-Elementrahmen
3. Einfachglas ESG 10 mm
4. Al-Pfostenprofil
5. Isolierverglasung
6. begehbare Gitterrost
7. W90-Paneelbefestigung
- 8./9. verstellbare Konsole
10. Kragarmkonsole
11. Dämmung
12. Brandschutzplatte
13. Lochblech mit Vlies
14. Al-Riegelprofil
15. Dämmung
16. Stahl-Blechabschottung in F90
17. Al-Kämpferprofil
18. Elementstoßdichtung
19. Stoßprofil
20. Elementstoß
21. Sonnenschutzläden

und, als 'primus inter pares', die knapp 100 m hohe, 65 m lange und nur 10 m breite transparente Hochhausscheibe.

Auf der Westseite dieser Scheibe findet eine gekrümmte, durchgehend über 19 Geschosse offene zweischalige Konvektionsfassade Verwendung, die zur Abluftführung dient. Im Sockel und Attikabereich befinden sich Klappen zur Regulierung des Luftstroms im 900 mm breiten Fassadenzwischenraum.

Die Innenfassade aus 28 mm starkem Wärmeschutzisolierverglas wird als Elementfassade mit integrierten, elektromotorisch angetriebenen Kippflügeln ausgeführt, die sich nach außen öffnen. Die Steuerung erfolgt über die Gebäudeleittechnik und individuell durch die Nutzer. Die Außenfassade, welche mittels Kragarmen befestigt wird, ist hingegen eine festverglaste Pfosten-Riegel-Konstruktion mit 10 mm starkem, thermisch vorgespanntem, eisenoxidfreiem Einfachglas. Im Fassadenzwischenraum befindet sich der individuell ansteuerbare Sonnenschutz aus perforierten, vertikalen Aluminiumelementen. Insgesamt neun verschiedene Rottöne werden hier Verwendung finden. Die Ostseite des Hochhauses ist als teilweise dreischalige, ebenfalls gekrümmte Vorhangfassade ausgeführt. Hier wurden sowohl elektromotorisch angetriebene Kipp- und Klappflügel als auch ein konventioneller Sonnenschutz integriert.

#### Eine sanfte Maschine

Das Hochhaus wurde so konzipiert, daß die natürlichen klimatischen Bedingungen wie Sonne und Wind der Gebäudeversorgung dienen. Die vollkommen transparente, in Nord-Süd-Richtung verlaufende Hochhausscheibe empfängt sehr viel nutzbare Sonnenenergie. Dadurch kann das natürliche Tageslicht optimal genutzt werden.

Im Winter – bei offenem Sonnenschutz und geschlossenen Zuluftklappen in der Westfassade – heizt sich die Luft im Fassadenzwischenraum solar auf und dient auch hier als thermischer Puffer. Im Dachgeschoß wird der Abluft die Wärme entzogen und zur Temperierung der Zuluft genutzt, die über eine Hohlbalcken-decke in die Büros geleitet wird.

Im Sommer hingegen sorgt – bei geschlossenem Sonnenschutz und offenen Zuluftklappen – die permanente Luftströmung in der Konvektionsfassade für das Abführen der auftreffenden Solar-energie. Unterstützt wird die Gebäudetemperierung im Sommer durch die nächtliche Abkühlung der thermischen Speichermassen der unverkleideten Geschoßdecken.

Besondere Beachtung verdient das natürliche Lüftungskonzept. Durch den Auftrieb in der Konvektionsfassade entsteht bei geöffneten Fenstern in der Innen- und Vorhangfassade eine geringfügige Druckdifferenz zwischen der Ost- und Westseite der Scheibe. Dadurch entsteht im Hochhaus eine kontrollierte Querluftströmung durch das Gebäude, die eine natürliche, zugluftfreie Frischluftversorgung gewährleistet.

Für Louisa Hutton und Matthias Sauerbruch wirkt das Hochhaus "wie eine sanfte Maschine". Und dies nicht im Sinne von übermächtiger Mechanik, sondern viel eher wie ein lebendiger Organismus, der mit Sonnenschutz, Belüftung und Klimatisierung adäquat auf wechselnde Außenbedingungen reagiert, um damit zum Spiegelbild urbanen Lebens zu werden.

#### Fortsetzung von Seite 102

Die innere Primärfassade besteht aus gasgefülltem Isolierglas mit einem k-Wert von 1,1 W/m<sup>2</sup> K.

In jedem Fassadenelement ist ein von Hand zu öffnender Drehkippflügel integriert, die Oberlichter darüber können elektromotorisch gekippt werden. Bei den Elementen vor den Stützpfeilern und den leicht schräggestellten Trennwänden an der Westseite des Gebäudes sind die Oberlichter nur Drehflügel, die zum Putzen geöffnet werden können. Wird eine der variablen Trennwände versetzt, kann der entsprechende Elektromotor kurzerhand umgebaut werden.

Die äußere Sekundärfassade besteht pro Element aus acht übereinanderliegenden Glaslamellen aus 12 mm starkem Verbundsicherheitsglas. Die Lamellen sind bis zu einem Winkel von 70° aufklappbar und dienen zur Be- und Entlüftung des 700 mm breiten Fassadenzwischenraums. Gehalten werden sie beidseitig von einer Aluminium-Gußkon-

sole. Die Schwenkhebelgußteile sind mit einer durchlaufenden Lagerwelle verbunden. Jeweils drei Lamellengruppen werden mit einem Elektromotor betrieben und über ein intelligentes Gebäudeleitsystem angesteuert. Sensoren wie Temperaturfühler oder Windsensoren überwachen alle relevanten Zustände und geben ihre Informationen an die Gebäudeleittechnik weiter.

Die Brandschutzpaneele der Primärfassade bestehen aus Stahlblech und thermopackbeschichtetem Glas. Die Gitterroste im Fassadenzwischenraum sind mit Einscheibensicherheitsglas von 10 mm Stärke abgedeckt, um im Brandfall eine plötzliche Rauchausbreitung über alle 21 Geschosse zu verhindern.

Ab einer Gebäudehöhe von 50 m wurde zur Radardämpfung eine schrägverlaufende Draht-einlage aus Wolfram in das Glas eingearbeitet. Der Sonnenschutz im Fassadenzwischenraum ist als Aluminium-Raffstore ausgeführt und im Radarbereich wechselseitig um ca. 10 cm aus der Achse schräggestellt. Diese Maßnahmen garantieren eine gegenphasige Überlagerung von auftretender und reflektierter Radarstrahlung. Im Mittel betrachtet führen diese Interferenzen zu einer weitgehenden 'Auslöschung' der Radarwellen, so daß keine flugsicherheitsgefährdenden Geisterziele auf den Radarschirmen auftauchen können.

#### Energetische Funktion der Doppelfassade

Sowohl im Sommer als auch in den Winter- und Übergangsmonaten unterstützt die Doppelfassade die Gebäudeversorgung passiv und ist damit ein wichtiger Bestandteil des 'intelligenten' Gesamtenergiekonzepts:

In den kalten Wintermonaten bleiben die Glaslamellen der Sekundärfassade geschlossen. Durch die Sonneneinstrahlung wird das Luftvolumen im Fassadenzwischenraum erwärmt und

bildet eine thermische Pufferzone. Dadurch kann der Heizenergiebedarf reduziert werden. In den Sommer- und Übergangsmonaten hingegen werden die Glaslamellen außentemperaturabhängig geöffnet. Da die offenen Lamellen einen großen Teil der auftretenden Druckdifferenz zwischen dem Winddruck und dem Gebäudeinnendruck kompensieren, können die Benutzer des Hochhauses, trotz häufig hoher Windgeschwindigkeiten, natürlich durch die Fenster lüften. Auch während der Nachtstunden in den Sommermonaten sind die Lamellen im Normalfall in geöffneter Stellung. Im Zusammenspiel mit den automatisch zu öffnenden Oberlichtern wird so eine optimale Nachtabkühlung des Gebäudes erreicht und die thermische Speicherkapazität der Gebäudemassen voll genutzt. Die Sekundärfassade dient in diesem Fall nicht nur als Wind-, sondern auch als Regenschutz. Erst ab einer Windgeschwindigkeit von über 7 m/s bleiben die Lamellen geschlossen. Durch die hohen Windkräfte ist eine ausreichende Fugenlüftung des Fassadenzwischenraums gewährleistet.

Neben dem Gewinn an thermischer Behaglichkeit erlaubt die transparente Doppelfassade, das natürliche Tageslicht maximal zu nutzen und die Schallbelastung zu reduzieren. Dadurch verbessert sie den Komfort der Nutzer auch optisch und akustisch und spart darüber hinaus Energie für die künstliche Beleuchtung.

Thomas Lödel  
GÖTZ GmbH

## Eingangshalle IHK Stuttgart

Die neue Eingangshalle für die IHK soll nach Vorstellung der Architekten Kauffmann & Theilig "eine Hülle sein, aber kein Haus". Aufgabe war, die beiden bestehenden 7-geschossigen Zeilen von Gutbrod und Volkart aus den 50er Jahren auf mehreren Ebenen zu verbinden und für die IHK ein Entrée zu schaffen. Ein fast horizontales Glasdach verbindet in Höhe des 3. Geschosses die Gebäude miteinander, ohne ihre Dominanz zu stören.

Die Anforderung an das Klimaengineering bestand darin, für diesen 100 % 'Glaskörper' unter den Aspekten Energie und Komfort ein funktionsfähiges Konzept zu entwickeln. Das 'adaptive Glasdach' erlaubt es, die Glashalle mit akzeptablem Aufwand auf 20°C zu beheizen und im Sommer vor einer Überhitzung zu schützen. Es besteht aus einer doppelschaligen Glas konstruktion, die von einem Holzrost aus Paralam in einer Rasterweite von 2 x 2 m getragen wird. Die zweite, innenliegende Schicht unter der Isolierverglasung wird von dem Rost abgehängt. Sie übernimmt die Funktion, den Wärmedämmstan-

dard des Bauteils durch eine stehende Luftschicht zu verbessern und die solaren Gewinne durch flexible Verschattungselemente zu kontrollieren. Als Lösung wurden drehbare Glaslamellen der Firma php glastec Systeme gewählt, die mit ihrer leichten Unterkonstruktion maximale Transparenz ermöglichen. Die Lamellen sind mit einem Muster bedruckt; oben weiß reflektierend, unten schwarz absorbierend. Der Bedruckungsgrad von 75 % wirkt nicht geschlossen, das Auge ergänzt das Bild mühelos, die Transparenz bleibt erhalten.

Die Lüftung der Halle erfolgt über einen Erdkanal (ein ehemaliger Luftschutzstollen): Die Außenluft wird dort angesaugt und gekühlt oder vorgewärmt in die Halle geblasen; die Abluft sammelt sich zwischen den Glasschichten und wird mittels Ventilatoren seitlich abgeblasen. Solarzellen in der Dachverglasung liefern den Strom für die Ventilatoren.

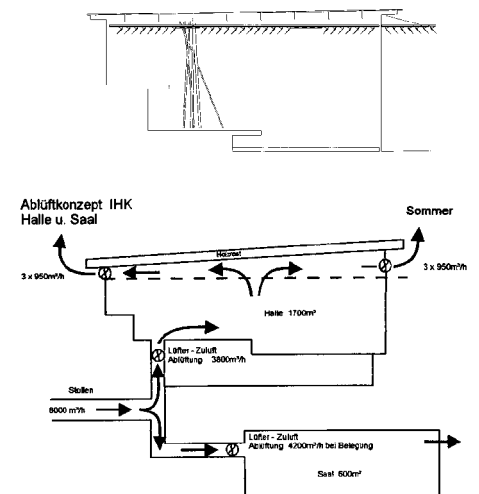
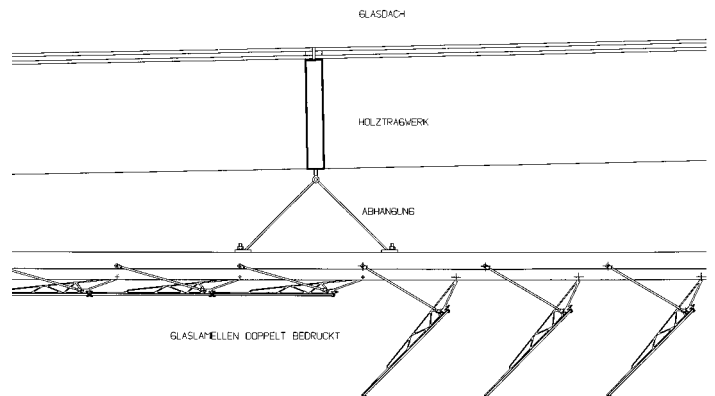
Das Klimaengineering geht von vier Grundsituationen aus: An sonnigen Wintertagen werden die solaren Gewinne durch Öffnen der Lamellen direkt genutzt. Bei ausreichender Temperatur wird ein Teil der Lamellen geschlossen, der Zwischenraum mit Frischluft durchströmt und

die erwärmte Luft in die Konferenzräume geleitet. An trübten Wintertagen und nachts bleiben die Lamellen geschlossen, der Dämmwert der Wärmeschutzverglasung verbessert sich um 30 %. An sonnigen Sommertagen sind die Lamellen leicht geöffnet. Dies ermöglicht bei maximaler Reflexion eine Durchströmung und den Abtransport der Restwärme. Ergänzend kann durch die Ventilatoren die warme Luft abgezogen und kühle Frischluft aus dem Erdkanal nachgeführt werden. Die Halle bleibt unter der Außentemperatur. In den Sommernächten stehen die Lamellen offen und erlauben Frischluftspülung über seitliche Klappen.

## Baufokus



Matthias Schuler  
Transsolar Energietechnik GmbH



Oben: Horizontalschnitt durch das Doppeldach;  
Mitte: Schemaschnitt der Halle;  
unten: Darstellung des Lüftungskonzepts der Halle.

Nach Vorstellung der Architekten soll das Lamellendach an das Licht- und Schattenspiel in einem Birkenwäldchen erinnern (Fotos: Ralph Richter).







## Bayerische Vereinsbank Stuttgart

Das Gebäude für die Bayerische Vereinsbank in Stuttgart kann als Paradebeispiel für den radikalen Konzeptwechsel im Bürobau gelten: 1969 von Behnisch & Partner nach den damaligen Anforderungen als festverglas-tes, vollklimatisiertes Gebäude geplant, wurde es 1994 nach den Bedürfnissen des neuen Be-

sitzers, der Bayerischen Vereinsbank, grundlegend umkonzipiert. Wieder wurde das Büro Behnisch beauftragt. Die Vorgaben waren Flexibilität und Nutzerfreundlichkeit durch angenehme Materialien, zu öffnende Fenster, Tageslicht, natürliche Be- und Entlüftung und gutes Raumklima ohne großen technischen Aufwand, möglichst ohne Klimaanlage.

Das Entwurfskonzept sah vor, das Gebäude auf seine Rohbaustruktur rückzubauen, aber am Erscheinungsbild der alten Südostfassade anzuknüpfen, die aus Gründen des Schallschutzes eine zweite vorgesetzte Verglasung erhalten hatte. Die neue "gläserne Haut mit dahinterliegender, diffus erscheinender Innenfassade" wurde als Klimafassade ausgeführt.

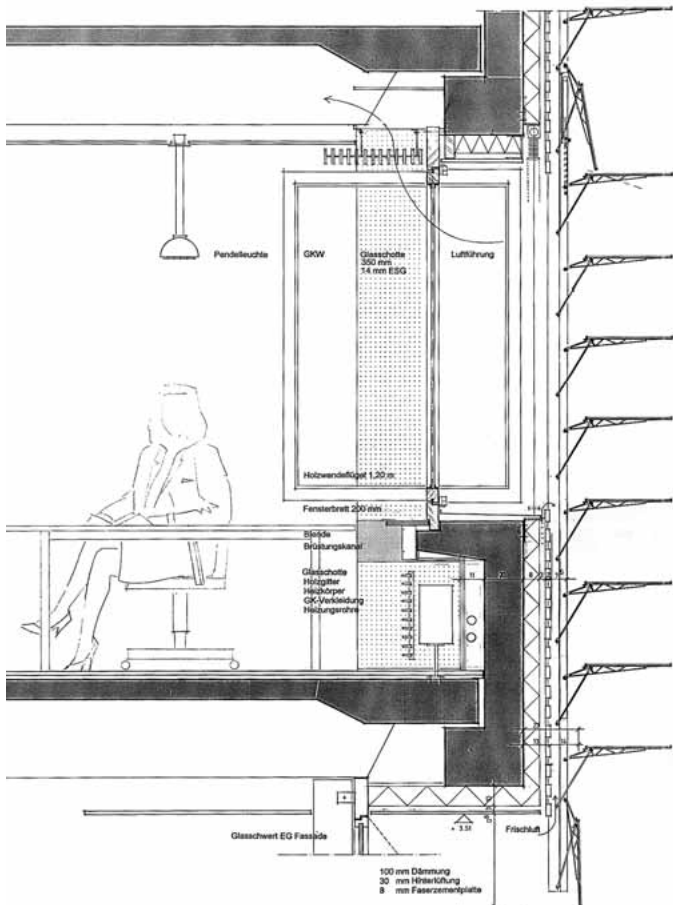
Die innere Schale der Doppelfassade besteht aus öffenbaren Holzwendeflügeln über einer Betonbrüstung mit vorgesetzter Holzschalung. Die äußere Gebäudehülle setzt sich vollflächig aus öffenbaren gläsernen Lamellen (php glastec Systeme) zusammen, die geschoßweise gesteuert werden. Durch diese Zweischichtigkeit entstehen je nach Tageszeit und Lichteinfall wechselnde Fassadeneffekte.

Die klimatische Regulierung des Gebäudes erfolgt über die natürliche Be- und Entlüftung durch beide Fassadenschalen, den im Fassadenzwischenraum liegenden Sonnenschutz und die Nachtauskühlung. Da aus Sicherheitsgründen die Lamellen nachts geschlossen bleiben müssen, sind in Ergänzung zur vorhandenen Fugenlüftung Überströmungsschlitze vorgesehen.

## Haus am MIR Gelsenkirchen

Das neue Haus am MIR (Musktheater im Revier) von Hansen und Petersen ist als multifunktionales Gebäude mit einem "Neinander von Wohnen und Arbeiten" entworfen. Im Erdgeschoß und 1. OG befinden sich Büroräume der AOK, im 2., 3. und 4. OG sind Wohnungen untergebracht.

Das Gebäude erhält als Außenhaut eine Doppelfassade, die als thermischer Puffer nach dem Prinzip des Kastenfensters funktioniert. Die Innenfassade bilden dichtschiessende Schiebeelemente aus Wärmeschutzglas in Holzrahmen. Die äußere Hülle ist eine reine Glasmembran ohne geschlossene Rahmenanteile. Sie besteht aus Glaslamellen, die über die gesamte Geschoßhöhe vollständig geöffnet werden können. Sie erlauben eine nutzungsbezogene Steuerung der thermischen und visuellen Umwelteinflüsse auf die Innenräume.



Oben: Schnitt durch die Fassade der Bayerischen Vereinsbank; darunter: Fassadenzwischenraum mit geöffneten und geschlossenen Lamellen (Fotos: Ralph Richter).



## Performance von Glaslamellen-Fassaden

Fassadenlösungen werden heute individuell aus dem Zusammenspiel von Architektur, Bauphysik und Klimatechnik und den Wünschen und Bedürfnissen der späteren Nutzer, von Arbeitspsychologen und Soziologen erstellt. All diesen unterschiedlichen Anforderungen muß die Gebäudehülle als integrierendes Bauteil gerecht werden können.

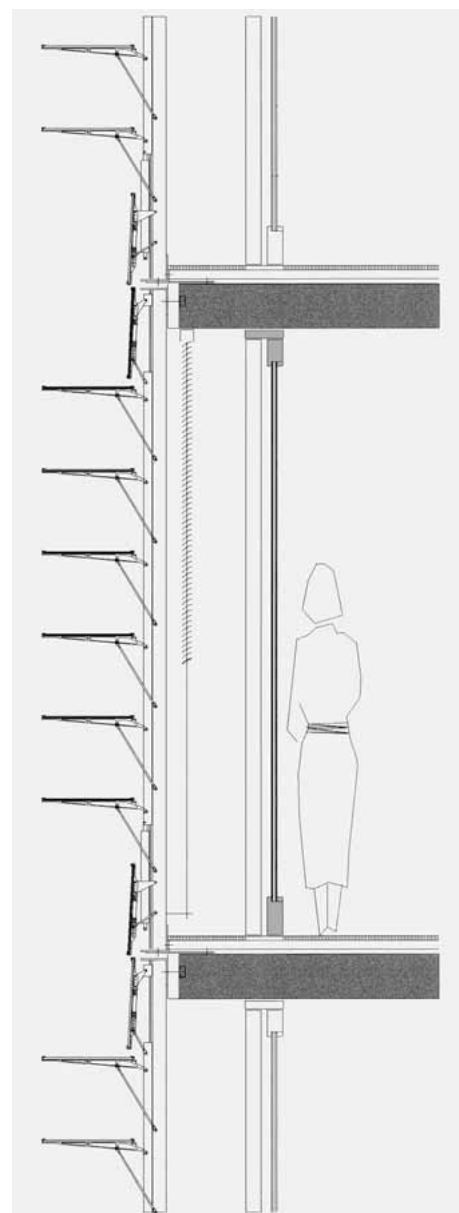
Glaslamellen-Fassaden arbeiten nach dem Prinzip der 'atmen- den Haut'. Sie verändern ihre Funktion und ihren Charakter

gemäß den unterschiedlichen Anforderungen (Lamellen auf – durchatmen, Lamellen zu – es ist kalt und regnet). Gleichmaßen sind alle Zwischenstellungen möglich bis hin zum raumbildenden Einsatz und zur Lichtlenkung. All dies sind wahrnehmbare Zustände, die umgehend Wirkung zeigen und daher ganz selbstverständlich und begreifbar sind. Die Einfachheit des Systems ermutigt die 'Menschen hinter der Haut', ihr Klima selbst in die Hand zu nehmen.

Von innen sind Lamellen ein Instrument zur Veränderung des

Raums und zur Regelung der Behaglichkeit mit der Möglichkeit, die Durchlässigkeit nach außen zu gestalten. Von außen wird eben diese Durchlässigkeit wahrgenommen, Leben und Individualität durch den Fassadenzwischenraum nach außen transportiert. Die vollflächige Öffenbarkeit ganzer Gebäudeseiten bietet neue Aspekte zur Gestaltung. Die Fassade wird zum aktiven, veränderlichen Bauteil. Die Bewegungen der Gebäudehülle werden zum Erlebnis.

php glastec Systeme GmbH



Innenfassade der Büros/Wohnungen mit geöffnetem und geschlossenem Sonnenschutz.



Blick in den Laubengang an der Ostseite des Gebäudes (Fotos: Ralph Richter).

# IG-Metall-Hochhaus Frankfurt

Für den Wettbewerb zur Hauptverwaltung der IG-Metall wurde von Norman Foster und Schmidt Reuter Partner ein Gebäudekonzept entwickelt, bei dem durch konsequente Ausnutzung der Umweltressourcen der Primärenergiehaushalt des Gebäudes deutlich unter dem vergleichbarer Objekte reduziert werden sollte. Ein hoher Stellenwert kam hier der Fassade zu, die sich einerseits den Witterungsbedingungen hinsichtlich des sommerlichen und winterlichen Wärmeschutzes sowie den aerophysikalischen Randbedingungen anpassen, andererseits dem Nutzer die Chance einer individuellen Regelung geben sollte. Fassade und angrenzender Büroraum wurden im Maßstab 1:1 nachgebaut und auf der Constructec 1996 präsentiert.

Kennzeichen der Fassade ist die vollständig öffnbare, horizontal in vier Elemente unterteilte Primärfassade. Die innere Sekundärfassade besteht aus einer Schiebetür und ist ebenfalls vollständig öffnbar. Im Sommer erfolgt durch die geöffneten Fensterklappen eine gute Entwärmung, so daß sich im Vergleich zu bisherigen Doppelfassadenlösungen wie Kastenfenster, Schaftsystem und Vorhang-

scheibe im Bereich der Fassade Temperaturen einstellen, die die Außenlufttemperaturen nicht überschreiten, und hohe, unbefugliche Zulufttemperaturen im Falle der Fensterlüftung ausgeschlossen werden können. Während der kalten Jahreszeit wird die Fassade geschlossen. Im Winter kann so ein sehr günstiger Wärmedurchgangskoeffizient von kleiner als  $0,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  realisiert werden. Gleichzeitig wirkt die Fassade als großflächiger Kollektor, durch den eine passive Solarenergienutzung möglich wird. Neben der Funktion als Lüftungselement bietet die Fassade auch Platz für einen Beleuchtungskörper zur indirekten Bürobeleuchtung. Die künstliche Belichtung kann dabei durch eine Tageslichtlenkung unterstützt oder ersetzt werden. Die Wärmeabgabe der Beleuchtung, die ansonsten den Raum thermisch belastet, bleibt somit im Fassadenspalt. Daneben befindet sich ein hochwertiger, witterungs geschützter Sonnenschutz.

Der für den Betrieb der beweglichen Fassadenelemente notwendige Strom wird über Photovoltaikmodule erzeugt, die in die Fassade integriert sind und gleichzeitig eine Verschattung der Räume bewirken. Die bauphysikalisch optimierte Fassade erlaubt für die technische Ausstattung ein neuartiges Konzept:

So sind für Heizung und Kühlung wasserführende Leitungen im Deckenaufbau vorgesehen, die eine Bauteilkühlung bzw. Bauteilheizung bewirken. Die Temperatur der Gebäudespeichermasse wird dabei ganzjährig annähernd konstant gehalten und dient auf einem niedrigen Temperaturniveau im Winter zur Beheizung und im Sommer zur Kühlung.

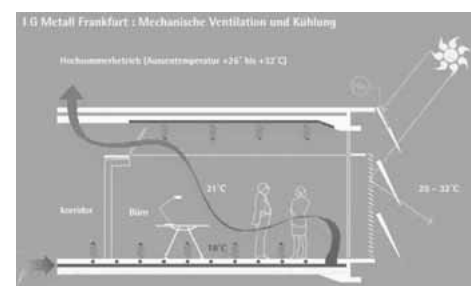
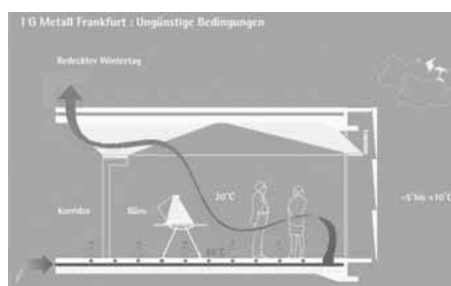
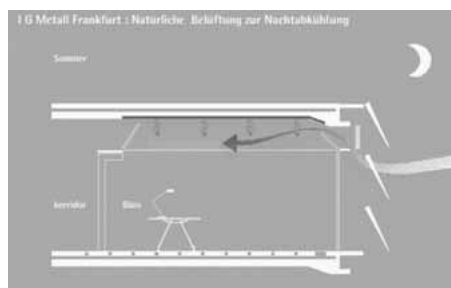
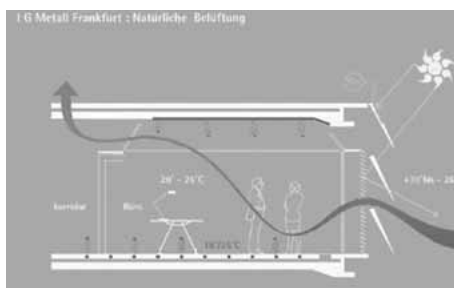
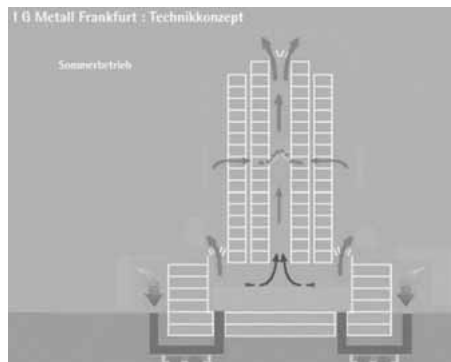
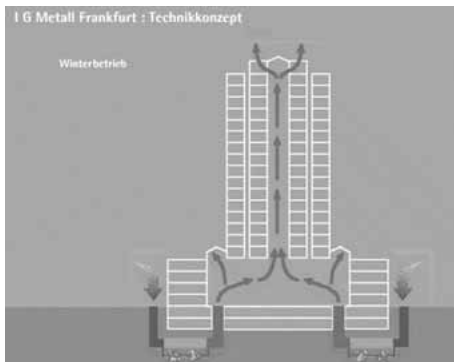
Eine unterstützende Lüftungsanlage garantiert auch bei extremen Windverhältnissen, bei denen die Fassadenelemente geschlossen werden müssen, und an extrem heißen oder kühlen Tagen einen sparsamen Gesamtenergieverbrauch für das Gebäude bei optimalem Komfort.



Dieter Thiel  
Schmidt Reuter Partner

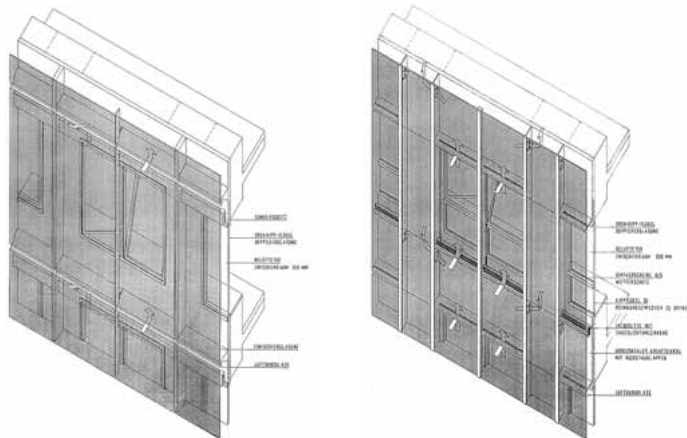


Fotos oben: Das 1:1-Modell eines Büroraums des IG-Metall-Hochhausentwurfs auf der Constructec 1996 zeigt die steuerbaren Glaslamellen mit integrierten Photovoltaikzellen; unten: Innenansicht.



## Doppelfassade – ein Muß für Hochhäuser?

Der Entwurf für den Neubau der Hessischen Landesbank, vorgelegt im Rahmen eines internationalen, eingeladenen Wettbewerbs 1991, sucht als Ausdruck für die Stadt und das Unternehmen nicht inhaltlose Dekoration, sondern soziale Verantwortung gegenüber den Mitarbeitern und den Menschen der Stadt als Inhalt und Symbol. Im Vordergrund steht hier eher die architektonische Darstellung heutiger Erkenntnisse der Forschung und Bautechnik, bezogen auf eine in Zukunft noch lebbarere Umwelt.



Unter der Prämisse, auf Klimatisierung von Arbeitsräumen weitgehend zu verzichten und den Menschen Kontakt mit der Außenluft zu ermöglichen, ergibt sich die Forderung nach einer vor der Fassade liegenden Beschattung und nach offenen Fenstern. In beiden Fällen müssen bei Hochhäusern völlig neue Konzeptionen für die Gebäudehüllen entwickelt werden, für die 1991 noch keine Beispiele vorlagen.

Im nachfolgenden wird versucht, den chronologischen Ablauf von zweieinhalb Jahren Fassadenplanung, vom Wettbewerb bis zur Ausführungspla-

nung, sowie die z.Zt. stattfindende Umlanung darzustellen und zu bewerten. Sinn und Zweck ist es, die angesammelten Informationen, insbesondere hinsichtlich sogenannter 'doppelschaliger Fassaden', festzuhalten und zu vermitteln.

Der Prozeß der Lösungsfindung ist bis heute nicht abgeschlossen. Er führt von der im Wettbewerb 1991 konzipierten Schachtfassade mit haushohen Lüftungsschächten und Venturius zum Kastenfenster, nach einer Optimierungsphase zu einer Kombination von Kastenfenstern mit 4 - 8 geschossigen Schächten und horizontalem Ringkanal hin zu aktuellen Überlegungen,

Fensterlüftung mit einschaligen Fassaden zu realisieren.

Fast alle diese Konstruktionen basieren auf der sogenannten doppelschaligen (twin face) Fassade. Sie besteht immer aus einer wärmedämmenden inneren Fassadenebene mit offenen Fenstern und einer vorgehängten kalten Einscheibenverglasung. Der dazwischen entstehende Hohlraum wird je nach Anforderung, mehr oder weniger intelligent, horizontal und vertikal unterteilt. In jedem Fall dient er zur Unterbringung des Sonnenschutzes.

Grundsätzlich muß an dieser Stelle erwähnt werden, daß die im folgenden beschriebenen Fassaden Lösungen für extreme Gebäudesituationen darstellen, d.h. für Gebäude, die wie in unserem Fall besonders hoch oder z.B. starkem Lärm ausgesetzt sind und trotzdem natürlich belüftet werden sollen. Für nor-

Während der Konzeptphase der Hessischen Landesbank standen unterschiedliche Doppelfassadensysteme zur Diskussion; oben links: Schachtfassade mit haushohen Lüftungsschächten und Venturius zum Kastenfenster;

daneben: Kombination zwischen Kastenfenster mit 4-8 geschossiger Schachtfassade und horizontalem Ringkanal.

male Gebäudesituationen ist die einschalige Fassade mit offenen Fenstern und außenliegendem Sonnenschutz, unter wirtschaftlichen und funktionalen Gesichtspunkten, nach wie vor die bessere Lösung.

Die Anforderungen an Fassade und Haustechnik sowie deren Abhängigkeit voneinander ziehen sich durch die gesamte Planungszeit und sind in der folgenden Aufstellung in Stichworten dargestellt und erläutert: Im Wettbewerb 1991 wurden drei Fassadenvarianten vorge-

### Anforderungen Fassade

#### A. Lüftungskonzept

Der angrenzende Büroraum muß ausreichend (2,5-facher Luftwechsel/h) mit Frischluft versorgt werden. Geschwindigkeit und Temperatur sind hierbei wesentliche Komfortfaktoren. Je nach Konzept können bei Querlüftung hohe Drücke innerhalb des Gebäudes entstehen. Das Konzept sollte das Öffnen der Fenster zur Nachtauskühlung zulassen.

#### B. Tauwasser / Reifbildung

Bei niedrigen Außentemperaturen besteht die Gefahr, daß sich beim Öffnen der Fenster an der kalten Außenscheibe Tauwasser bzw. Eis bildet und herunterfällt. Dies gilt es durch entsprechende Thermik im Luftzwischenraum zu verhindern.

#### C. Sonnenschutz

Der Sonnenschutz regelt zusammen mit der Verglasung den Gesamtdurchlaß durch die Fassade (äußere Lasten). Das System muß in der Lage sein, auch in aktiviertem Zustand den angrenzenden Büroraum mit ausreichend blendfreiem Tageslicht zu versorgen, ohne daß Kunstlicht eingeschaltet werden muß. Strömungswiderstände und Hitzestaus im Bereich des Sonnenschutzes müssen berücksichtigt oder vermieden werden.

#### D. Wärmeschutz, k-Wert

Die doppelschalige Fassade schützt durch ihre Pufferzone erheblich besser vor Kälte als einschalige Konstruktionen. Umstritten bei der Ermittlung des k-Wertes ist die Anrechenbarkeit dieser nicht stehenden Luftschicht. Zur Erfüllung der neuen Wärmeschutzverordnung leistet diese Konstruktion einen wesentlichen Beitrag.

#### E. Regeneintritt / Entwässerung

Lüftungsöffnungen in der Außenschale müssen so konstruiert sein, daß kein Regenwasser eindringen kann. Trotzdem eintretendes Wasser soll ohne Schlierenbildung abgeführt werden.

## Baufokus



### Anforderung Haustechnik

#### Unterstützende Lüftung

Ziel muß es sein, auf eine mechanische Lüftung zu verzichten bzw. sie nur bei extremen Wetterlagen (Sturm; Hitze) zu nutzen. Dies ist ein wesentlicher Kostenfaktor.

Eine Infra-Umfrage weist nach, daß bei ca. 40 % der Nutzer Unzufriedenheit nur bei künstlich belüfteten Büroräumen besteht.

#### Kühlung / Beleuchtung

Aufgrund des geringen Gesamtenergiedurchlasses und des guten k-Wertes der Fassade sind es hier die inneren Lasten (Personen/Beleuchtung/Computer), die den Raum aufheizen. Die Wärme kann über Kühldecken oder Abluft abgeführt werden. Sogenannte Öko-PC's und Zwangsabschaltung der Beleuchtung, sowie das nächtliche Öffnen der Fenster können hier Energie sparen.

#### Heizung

Die Dimensionierung der Heizung hängt wesentlich vom k-Wert und den bei offenen Fenstern zu erwartenden Fugendichtheiten (A-Wert) ab. Auch hier ist umstritten, in welcher Form die Schutzfunktion der äußeren Scheibe berücksichtigt werden muß. Dies ist ein wesentlicher Kostenfaktor zu Lasten zweischaliger Fassadensysteme.

## F. Fassadenreinigung

Die Tiefe des Lüftungszwischenraumes ist, abhängig von der Transparenz der Außenschale, so zu wählen, daß sowohl die Innenseite der Außenschale als auch die Außenseite der Innenfassade durch das geöffnete Fenster hindurch gereinigt werden kann. Die Reinigung der Außenseite der feststehenden Außenschale erfolgt über eine in vertikalen Führungsschienen laufende Fassadenbefahranlage. Die ständig anfallenden Reinigungskosten für die zusätzliche Außenschale belasten die Wirtschaftlichkeit dieses Systems.

## G. Akustik / Geruchsbelästigung

Um die Ausbreitung von Geräuschen und Gerüchen bei geöffneten Fenstern zu verhindern, sollten vertikale und horizontale Abschlüsse im Luftzwischenraum angeordnet werden. Scharfe Kanten sind bei der Detaillierung zu vermeiden, um Windgeräusche nicht zu verstärken. Grundsätzlich bewirkt die doppelschalige Fassade auch bei offenen Fenstern einen guten Schallschutz.

## H. Brandschutz / Entrauchung

Der Brandüberschlag im Hochhaus ist durch den Rohbau sicherzustellen. Rauch, der in einem Büroraum entsteht, darf sich nicht über die Fassade in angrenzende Räume ausbreiten. In der weiteren Bearbeitung konnte diese Forderung aufgehoben werden mittels einer Fassadensprinklerung.

## I. Radartechnische Auswirkungen

Hohe Gebäude im Einzugsbereich von Flughäfen stellen aufgrund ihrer Radarreflexionen eine Gefahr für die Flugsicherung dar. Die betroffenen Fassadenflächen sind in ihrer Außenschale mit einem speziellen Absorptionsglasaufbau zu versehen. Metallische Elemente (Blech, Profile) sind hier zu minimieren. Metallische Sonnenschutzanlagen sind hinter der Absorptionsebene anzuordnen. Die Klärung mit der Flugsicherung sollte früh erfolgen, da aufgrund der Materialbeschränkung erhebliche Zwänge in der Fassadengestaltung auftreten können.

schlagen, die alle von einer natürlichen Be- und Entlüftung des Gebäudes ausgehen. Im einzelnen sind dies

1. **Kastenfenster mit 50 mm Luftzwischenraum:** Die Stützen und Brüstungen werden mit einer hinterlüfteten einschaligen Glasfassade verkleidet. Im Bereich des Fensterlochs wird eine Verbundkonstruktion, bestehend aus einer inneren, zu öffnenden Isolierverglasung und einer im Abstand von 50 mm davor-

gesetzten Einfachverglasung, vorgesehen. In dem entstehenden Luftzwischenraum ist der Sonnenschutz angeordnet. Für die Be- und Entlüftung sorgen Fugen in der äußeren Verglasung.

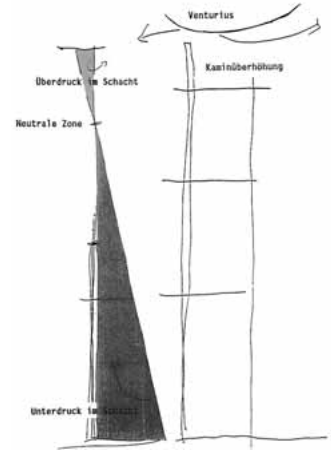
2. **Einschalige Fassade mit Lüftungsklappe:** Die Konstruktion besteht aus einer durchlaufenden Warmfassade aus Sonnenschutzglas bzw. Glaspaneelen. Für die Be- und Entlüftung sorgt ein Oberlicht als Kippfenster. Ein innenliegender Blendschutz

dämpft das einfallende Sonnenlicht.

3. **Doppelschalige Fassade:** Vor eine durchlaufende gedämmte Aluminiumkonstruktion mit öffenbaren Fenstern wird in einem Abstand von 300 mm eine Einfachverglasung montiert. In unserem ersten Ansatz wurde der Luftzwischenraum links und rechts von jeder Stütze vertikal geteilt, so daß 50-geschossige, verglaste Schächte entstanden. Im Fensterbereich gibt es in jedem Geschoß zusätzlich eine Horizontalschotte. In den so entstehenden Kästen ist der Sonnenschutz angeordnet. Durch entstehende Thermik in den Schächten wird die Raumluft bei geöffnetem Fenster durch Überströmöffnungen in den Fensterkästen abgesaugt. Der so entstehende Unterdruck sorgt dafür, daß über Fugen in der Außenschale Frischluft in die Fensterkästen und die angrenzenden Büroräume nachströmt. Ferner bestand die Vorstellung, daß durch die Schächte belastete Luft aus bodennahen Regionen abgeführt und somit für eine Luftverbesserung im unmittelbaren Gebäudeumfeld gesorgt wird. Die sich üblicherweise an Hochhäusern aufgrund von Thermik bildenden schadstoffbelasteten Luftwalzen sollen zerstört und die Büros mit frischer Luft aus höheren Luftschichten versorgt werden.

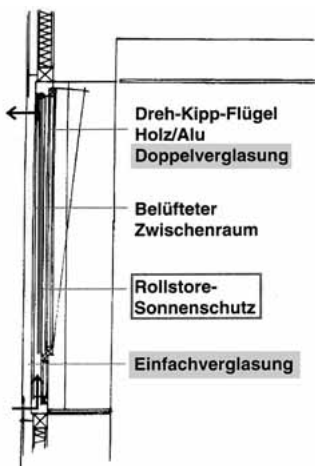
Wie Berechnungen ergaben, kommt die sich im Schacht aufbewegende Luft etwa in Gebäudemitte zum Stillstand, mit der Folge, daß belastete Luft aus unteren Büros oberhalb dieser neutralen Zone wieder ins Gebäude gelangt und zu Geruchsbelästi-

gung führen kann. Da eine notwendige Vergrößerung der Schachtquerschnitte geometrisch nicht möglich war (Stützenbreite gemäß Statik abnehmend), wurde vorgeschlagen, die neutrale Zone durch eine Kaminüberhöhung (10 m) weiter nach oben zu verschieben. Die obere Schachtentlüftung sollte in ein ausgeprägtes Soggebiet erfolgen, welches durch einen speziellen Dachaufsatz ('Venturius') erzeugt wird. Aus dieser Idee entsteht später die tragflächenartige Dachplatte. Nach mehreren Versuchen mit unterschiedlichen Anforderungen und Staffellungen der Schächte

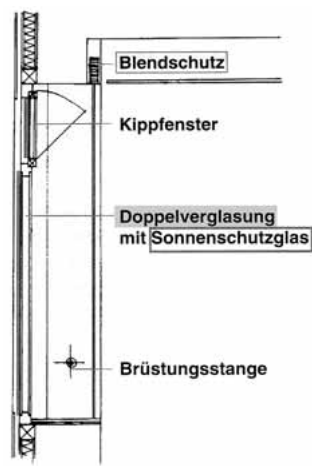


wird angesichts des relativ hohen baulichen Aufwandes im Verhältnis zum erreichbaren Wirkungsgrad das Konzept der Schachtfassade zu diesem Zeitpunkt fallengelassen. Die erhoffte Stadtentlüftung hat sich als zu schwach erwiesen, da durch die relativ kleinen Schachtquerschnitte im Verhältnis zur Gesamtaußenströmung des Hochhauses nur entsprechend geringe Luftmengen abgeführt werden. Ein Einfluß auf die Außenströmung ist nicht zu erwarten, es sei denn, die Schachtquerschnitte werden erheblich größer. Auf Empfehlung der Fachberater wurde anstatt der Schächte eine

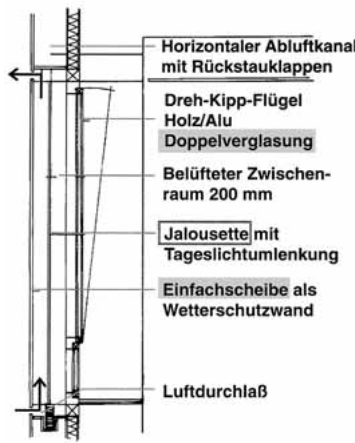
Oben: Zum Abtransport der belasteten Luft in der Gebäudemitte wurde eine Kaminüberhöhung vorgeschlagen.



Dreischiebelsystem mit zwischenliegendem Sonnenschutz Kastenfenster



Einschalige Fassade Sonnenschutzglas, Wärmeschutzglas



Doppelschalige Fassade mit Schachtentlüftung Klimafassade



doppelschalige Fassade mit reiner Kastenfenstergeometrie, d.h. horizontale Schotten in jedem Geschoß und vertikale Schotten in jeder Rasterachse, den weiteren Untersuchungen zugrunde gelegt.

Die beschriebenen drei Fassadenvarianten sind im Windkanal durch Kessler + Luch / HL-Technik getestet worden. Ziel war es, grundsätzliche Erkenntnisse über Luftwechsel, Einfluß des Öffnungswinkels, Einfluß der Windrichtung, Einfluß des Lamellen-sonnenschutzes und Entrauchung zu gewinnen.

Die Variante 3 – doppelschalige Fassade als Kastenfenster – zeigt von den drei getesteten Konstruktionen das ausgeglichene Verhalten. Grundsätzlich unbefriedigend ist die noch immer relativ hohe Zahl von Tagen (ca. 130) im Jahr, an denen eine natürliche Lüftung aufgrund zu geringer Windanströmung nicht möglich ist, zumal sich diese Zahl bei geschlossenem Sonnenschutz noch erhöhen dürfte. Ebenso muß darauf hingewiesen werden, daß alle thermischen Einflüsse, wie Hitzestau im Sommer oder die Gefahr des Beschlagens/Eisbildung im Winter, im Windkanal nicht berücksichtigt wurden.

Ziel der weiteren Planung muß sein, die Fassade dahingehend zu optimieren, daß die Zahl der Tage, an denen die Fensterlüftung nicht funktioniert, minimiert wird. Nur dann sind Einsparungen auf seiten der Haustechnik möglich und eine Wirtschaftlichkeit des Gesamtgebäudes zu erreichen, jedoch führt die Minimierung der nicht funktionsfähigen Tage zu einem erhöhten

technologischen Aufwand, der kosten- und nutzerfeindlicher ist.

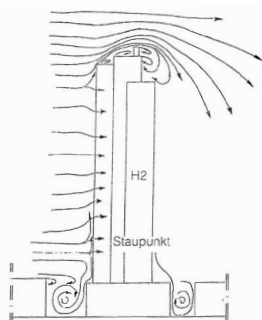
Im Rahmen der vorliegenden Studie durch die Fa. Gartner sollte letztendlich die technische Machbarkeit der doppelschaligen Fassade überprüft werden. Im einzelnen sind dies: Tauwasserbildung, Vereisungsgefahr, schalltechnische Belange, Regeneintritt/Entwässerung, Lüftungskonzeption, Auslegung der Fassade im Detail, Berechnung des realen k-Wertes, Sonnenschutzanlagen: thermische und strömungstechnische Auswirkungen, (Computer-Arbeitsplätze), radartechnische Auswirkungen.

Um die Unwägbarkeiten wie Solarstrahlungsangebot, Außenlufttemperaturen sowie Schlagregen und Windangriff an der Fassade und im Fassadenkorridor in den Griff zu bekommen, bieten sich sowohl passive als auch aktive Fassadensysteme an. Als *passives System* wird hier eine Fassade bezeichnet, die al-

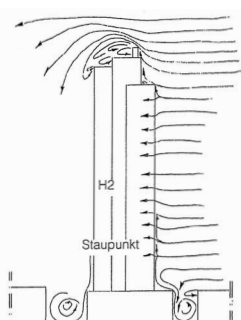
lein durch ihre Dimensionierung und Auslegung in der Lage ist, auf alle Eventualitäten intelligent zu reagieren. Hierbei ist es aber auch selbstverständlich, daß meist nur gute Kompromisse und keine expliziten Lösungen zu erzielen sind. Im Falle von Schlagregen bedeutet dies, daß Regeneintritt durch die Anordnung der Lüftungsgeometrie vermieden wird, so daß selbst ein versehentlich offengelassenes Fenster zu keinen Schäden führt. Im Falle von Windangriff an der Fassade kann zum Beispiel eine arretierbare Kippstellung eine Beschädigung der Fensterflügel durch unkontrolliertes Zuschlagen verhindern, wobei gleiches für die Raumabschlußtüren gilt. Im Falle eines versehentlich offengelassenen Fensters im Heizfall und daraus resultierendem unkontrollierten Austrag von feucht-warmer Raumluft in den Fassadenkorridor könnte z.B. durch einen Fensterkontakt die Lüftungsanlage lokal abgeschaltet werden. Einer zu starken Raumaukühlung ist jedoch in jedem Fall durch eine Heizungsanlage entgegenzuwirken. Die Alternative wäre ein *aktives System*, wie z.B. die Commerz-

bank, bei der die Fassade nicht nur über Sensoren, sondern auch über entsprechende Aktoren (Motoren o.ä.) verfügen muß. Bei einer solchen Fassade können die genannten Unwägbarkeiten durch einen motorischen Antrieb aller öffnbaren Fenster gelöst werden. In Verbindung mit entsprechenden Sensoren zur Erfassung von Schlagregen, Windgeschwindigkeit, Korridorfeuchten können dann von einer zentralen Steuerung aus die Fenster ohne Rücksicht auf die Bedürfnisse des Nutzers betätigt werden.

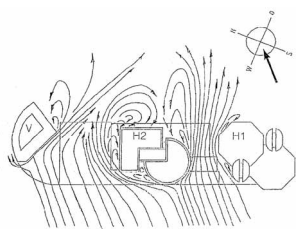
Resümierend sollte einer passiven Fassade der Vorzug gegeben werden. Intelligente Systeme zeichnen sich nicht immer durch einen hohen Mechanisierungsgrad aus. Vielmehr sollte durch reifliche Überlegungen in der Planungsphase eine Risikoabschätzung durchgeführt werden mit dem Ziel, eine unempfindliche, wartungsarme und doch langfristig betriebssichere Fassade zu erhalten. Betrachtet man die Wirtschaftlichkeit des vorgeschlagenen



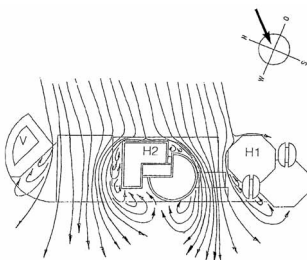
Gebäudeumströmung Wind NO mit Wirbelbildung am Kopf



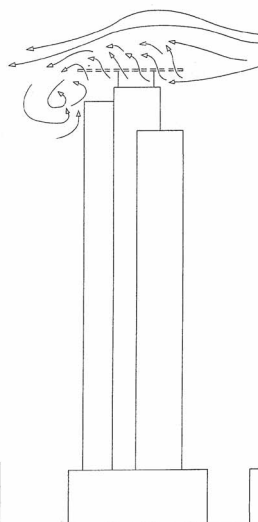
Gebäudeumströmung Wind SW mit Wirbelbildung am Kopf



Gebäudeumströmung Wind NO



Gebäudeumströmung Wind SW



Simulationen und Berechnungen am Modell ergaben, daß die für die Entlüftung vorteilhafte Sogwirkung durch eine tragflächenartige Dachplatte erhöht und verstärkt wird.

Fassadensystems, so stellt man fest, daß durch die doppelschalige Fassade keine wesentlichen Einsparungen bei den Investitions- und Betriebskosten der Haustechnik entstehen, die die Mehrkosten der Fassade auch nur annähernd ausgleichen. Die Investitionskosten der Fassade mit ihrem Kapitaldienst dominieren in der Vergleichsrechnung, die Kompensation der Kosten durch Energieeinsparung ist aufgrund der heutigen Energiepreise nicht realistisch.

Wie vorgehend dargestellt, wurde die technische Machbarkeit der doppelschaligen Fassade als Kastenfenster nachgewiesen. Es stellten sich jedoch nicht die erwarteten Einsparungen bei der technischen Gebäudeausrüstung und beim Energieverbrauch ein. Dies lag zum einen an der sehr vorsichtigen Berücksichtigung der Fassadenleistungen, zum anderen stellt die Geometrie des Kastenfensters sicher noch nicht das Optimum der doppelschaligen Fassade dar.

Dem folgenden liegt ein Optimierungsvorschlag der Fa. Dornier zugrunde, der vorsieht, die Leistungsfähigkeit der Fassade hinsichtlich Lüftung, Kühlung und Wärmeschutz/Heizung entscheidend zu verbessern und damit die technische Gebäudeausrüstung zu minimieren. Dies bedeutet, daß die Zahl der Tage, an denen die Fassade nicht geöffnet

werden kann, sich ebenfalls reduziert.

Das Kastenfenster lüftete fast ausschließlich aufgrund Windanströmung, wobei sich der Luftwechsel leeseitig noch einmal halbierte. Bei Calmen (Windstille) fand kaum ein Luftaustausch statt. Durch die geringe vertikale Luftbewegung prägte sich der anströmende Außendruck oder Sog bei geöffneten Fenstern den Innenräumen auf. Dies führte zu Zugerscheinungen und hohen Drücken an Innentüren.

Der quadratische Turm wird in Teilabschnitte von je 4 Geschossen und der runde Turm in Teilabschnitte von je 8 Geschossen unterteilt. Die Außenluft strömt über die Fugen in die Fensterkästen und unteren Schachtöffnungen in die Doppelfassade ein. In einem oberen Ringkanal, welcher an der Oberkante jedes Teilabschnittes angeordnet ist, wird die hochsteigende Luft aus den Schächten zusammengeführt. Unter Ausnutzung der windbedingten Druckverteilung am Gebäude strömt die Abluft aufgrund des hohen Unterdrucks gezielt über den Ringkanal auf der Leeseite im 4. bzw. 8. Segment ins Freie. Das System ist so ausgelegt, daß es bei Änderungen in der Windrichtung selbstregulierend den Luft Eintritt auf der Luvseite im oberen Schachtbereich verhindert und die Luft immer kontrolliert auf den Leeseiten des Ge-

bäudes abführt. Man nutzt also nicht nur den abströmenden Wind, sondern auch den leeseitigen Sog. Ohne den Ringkanal besteht die Gefahr, daß der anströmende Wind die Abluft in die Schächte zurückdrückt. Mit Hilfe des Ringkanals wird auch der oberste angrenzende Fensterkasten noch gut entlüftet.

Der Ausschnitt der Doppelfassade zeigt im Detail, wie die Luftströmung von außen über die Fensterkästen in die Schächte und dann in den Ringkanal und nach außen gelangt. Die Abluft verläßt das Gebäude im Lee-Bereich des jeweils obersten Segments. Der Windüber- bzw. unterdruck nimmt mit der Gebäudehöhe zu. Damit ist auch sichergestellt, daß über die Saugkraft des Schachtsystems auf der Leeseite trotz Unterdruckes noch immer Luft in die Fensterkästen einströmt. Je nach realisierbarem Schachtquerschnitt wird die Luftgeschwindigkeit im Ringkanal größer sein als in den Schächten.

Bei einem Hochhaus betragen die Winddrücke auf die Fassade ein Vielfaches der durch Temperaturdifferenzen bewirkten Druckunterschiede. Da zum einen die Windgeschwindigkeit stark schwankt und auch ein Fassadenelement durch die Änderung der Windrichtung mit Druck bzw. Unterdruck beaufschlagt ist, sind die Fugen an den Fensterkästen und Schachtöffnungen so ausgelegt, daß sie unabhängig von den Winddrücken einen definierten maximalen Luftstrom in das Doppelfassadensystem ermöglichen. Direkt hinter der Fuge ist die Luftströmung in der Fassade nahezu vollständig vom Wind abgekoppelt; sie wird von thermischen Kräften dominiert. Erst durch diese Maßnahme ist es möglich, die Fenster zu öffnen, ohne hohe Differenzdrücke an den Innentüren und Innenwänden zu erhalten. Durch diese Konzeption wird es möglich, ein Fenster oder auch gegenüberliegende Fenster zu öffnen, einen natürlichen Luftaustausch zu gewährleisten und die Druckdifferenzen an den Innenwänden und Innentüren klein und kontrollierbar zu halten. Die Fenster können ganzjährig unabhängig von der Witterung geöffnet werden. Die Erreichung eines 3-fachen

Luftwechsels ist jederzeit gegeben.

Bei großen thermischen Lasten wird die natürliche Lüftung an sehr warmen Tagen nicht voll ausreichen, um behagliche Innentemperaturen von z.B. 26 Grad C halten zu können. Die Kühlung kann mittels Deckenkühlung und maschineller Belüftung erfolgen. Die Abluftführung kann bei einer Fensterkasten/ Schacht-Lösung über die Fassade erfolgen. Das hat den Vorteil, daß die kompletten Investitionskosten der Abluftanlage eingespart werden können und daß im Hochsommer über die relativ zur Außenluft geringe Raumlufttemperatur der Fensterkasten gekühlt wird. Diese Maßnahme reduziert auch die Betriebskosten erheblich.

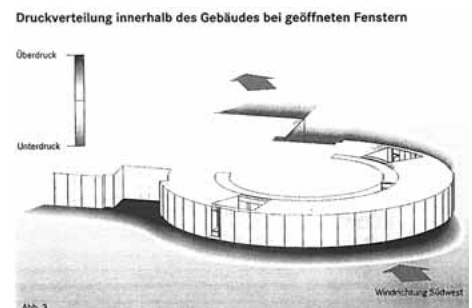
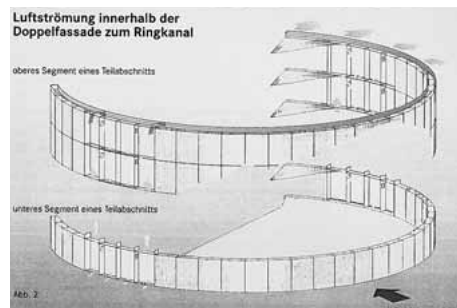
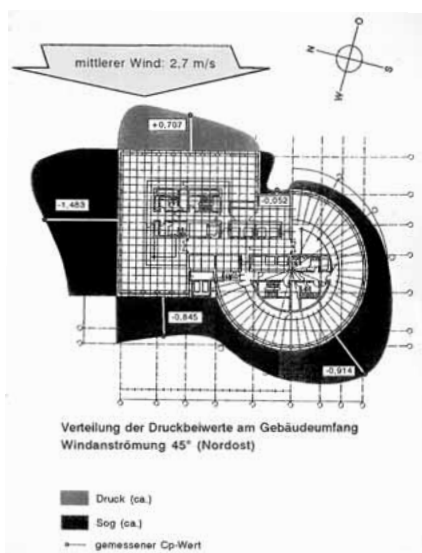
Bedenkenlos können im Sommer die Mitarbeiter am Abend ihre Fenster öffnen, um mit der kühlen Nachtluft ihr Büro auszukühlen. Der maschinell bediente Sonnenschutz schützt auch vor Arbeitsbeginn vor ungewollter Energieeinstrahlung, so daß – wenn überhaupt erforderlich – eine maschinelle Kühlung erst am späten Vormittag zu erfolgen hat. Hierdurch sinken die Betriebszeiten der Anlage und damit die Betriebskosten.

Auf diesen vielversprechenden Ansatz wurde weder fassadentechnisch noch haustechnisch weiter eingegangen, da der Bauherr zu diesem Zeitpunkt aus Kostengründen von der doppelschaligen Fassade Abstand nahm.

Die nicht kostenmäßig bewertbaren Qualitäten, wie Einfluß der natürlichen Belüftbarkeit auf die Motivation des Mitarbeiters und auf seine Akzeptanz gegenüber dem Gebäude, die Darstellung ökonomischen Umgangs mit Energie, sowie nicht zuletzt die herausragenden gestalterischen Möglichkeiten der Fassade spielten bei dieser Entscheidung leider keine Rolle.

Nachdem der Bauherr vom Konzept der doppelschaligen Fassade aus Kostengründen Abstand genommen hatte, wurden wir aufgefordert, ein kostengünstigeres Fassadenkonzept zu entwickeln. In diesem Zuge entstanden vier neue Varianten, von denen drei eine Fensterlüftung ermöglichen sollen. Diese

Die Firma Dornier untersuchte für die HeLaBa mittels Simulationen unterschiedliche Winddrücke und die daraus resultierenden Sogwirkungen, sowie die Luftströmung innerhalb verschiedener Doppelfassadensysteme. Ergebnis war, daß z.B. die Abluftführung bei einer Fensterkasten/Schacht-Lösung über die Fassade erfolgen kann. Etwaige Kosten für eine sonst notwendige Abluftanlage werden eingespart, die Betriebskosten erheblich reduziert.



## Firmenverzeichnis

Arup Communications  
Ove Arup Partnership  
13 Fitzroy Street  
GB - London W1P 6BQ  
fon 0044 171 636 15 31  
fax 0044 171 580 39 24

DS-Plan GmbH  
Obere Waldplätze 13  
D - 70569 Stuttgart  
fon 0711 131 71 10  
fax 0711 131 73 00

Götz GmbH  
Delpstraße 4-6  
D - 97084 Würzburg  
fon 0931 667 82 92  
fax 0931 667 82 00

Josef Gartner & Co.  
Gartnerstraße 20  
D - 89423 Gundelfingen  
fon 09073 840  
fax 09073 84 21 00

php glastec Systeme GmbH  
Landsberger Straße 57  
D - 82266 Inning/Stegen  
fon 08143 93 00 15  
fax 08143 93 00 50

ROM Düsseldorf  
Palmenstraße 15  
D - 40217 Düsseldorf  
fon 0211 338 30  
fax 0211 31 56 69

Schmidt Reuter Partner  
Graeffstraße 5  
D - 50823 Köln  
fon 0221 574 10  
fax 0221 952 04 17

Siemens AG  
Abt. ANL BK Ref  
Schuhstraße 60  
D - 91052 Erlangen  
fon 09131 72 32 20  
fax 09131 72 04 15

Transsolar Energietechnik GmbH  
Nobelstraße 15  
D - 70569 Stuttgart  
fon 0711 67 97 60  
fax 0711 679 76 11

Vorschläge können in dieser Hinsicht sicher nur einen Kompromiß gegenüber doppelschaligen Fassaden darstellen.

Im Endeffekt wird der Kompromiß wohl darin bestehen, daß man dem einzelnen Mitarbeiter den psychologischen Aspekt des öffenbaren Fenster beläßt, an der Mehrzahl der Tage jedoch aus Komfortgründen auf die Fensterlüftung verzichten muß. Einen nennenswerten Einspareffekt beim Energieverbrauch und der technischen Gebäudeausrüstung wird es bei den Fassadenlösungen voraussichtlich nicht geben.

In einer Phase der Umlanung aufgrund der veränderten Bau-träger-Konstellation – das Gebäude wird nicht mehr ausschließlich Bankgebäude – wurden die Ansprüche und Ziele neu diskutiert. Der Weg führt aufgrund der bisher gewonnenen Erkenntnisse und der Auswertung der zwischenzeitlich im Bau befindlichen Hochhäuser mit Doppelfassade eher weg von den Supertechniken für alle möglichen Fälle. Die Ansprüche nach unverwechselbarem Erscheinungsbild, langfristiger Vermietbarkeit, geringen Betriebskosten und abgestimmten Maßnahmen für ein ökologisches, soziales und humanes Bauen wurden erreicht mit dem Arbeitstitel "Niedrigenergiehaus".

In Zusammenarbeit mit dem Büro Ingenieur Consult Frankfurt, Heinrich Lupprian, ist ein neues Energiekonzept erarbeitet worden. Im Tower II wird ca. 30 % des gesamten Strombedarfes über ein Blockheizkraftwerk eigenerzeugt. Hierdurch werden ohne zusätzlichen Brennstoff sämtliche Heizungs-, Kälte- und Klimaanlage des Gebäudes betrieben. Die erdgasbetriebenen MHKW-Module übernehmen

ebenfalls die Netzersatzfunktion. Die Büroflächen werden mit vollkonditionierter Frischluft versorgt (konstant  $7 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ). Die Raumtemperatur wird mit Hilfe offener Kühldecken mit einer maximalen Leistung von  $120 \text{ Watt}/\text{m}^2$  aktive Fläche raumweise individuell geregelt. Die Kühldecke übernimmt auch die Heizfunktion (4 Leitersystem). Hierdurch entfallen die sonst üblichen Heizkörper an der Brüstung.

Der gesamte Kältebedarf wird gedeckt über einen saisonalen Erdpendelspeicher und Absorptionskältemaschinen, die mit der Abwärme des BHKW betrieben werden. Für die Spitzenlast ist ein Kältespeicher in Verbindung mit einer Kompressionsmaschine vorgesehen. Der saisonale Erdpendelspeicher besteht aus Rohrschlangen-Wärmeaustauschern in den 30 m tief gehenden 120 Gründungspfählen, durch die ein Wasserstrom fließt. Während der Wintersaison (Ladesaison) kann so das Erdreich unterhalb des Gebäudes mit einem Gesamtvolumen von ca.  $180.000 \text{ m}^3$  über die bestehende Rückkühlanlage auf ca. 5-6 Grad C abgekühlt werden. In der Sommersaison Juni-August wird der Speicher dann entladen, d.h. das Erdreich wieder auf 10-12 Grad C erwärmt. Hierdurch wird ein Kältebedarf von 500-700 kW als Grundlast gedeckt.

Die Kühlung wird aus ökologischen Gründen fast ausschließlich über geschlossene Hybrideinheiten trocken betrieben (Wasserverbrauchseinsparung 25.000.000 Liter). Das Kühlmedium ist ein Wasserglykolgemisch. Über einen Kühlkreis wird mittelbar der Erdspeicher gekühlt. Durch das intelligente Zusammenwirken der gesamten

TGA der Systeme sowie die optimale Ausnutzung von Umweltressourcen und nicht zuletzt die neuerliche Wärmeschutzverordnung kann das Gebäude als Niedrigenergiehaus betrieben werden, da das Vergleichskriterium Jahresverbrauch  $75 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$  noch unterschritten werden kann.

Diese Kosten sind weitgehend von den Energiepreisen abgekoppelt, so daß trotz der Bestrebungen der Umweltpolitik nach höheren Primärenergiekosten und  $\text{CO}_2$ -Abgaben in der Zukunft die Betriebskosten niedrig bleiben. Die Fassade wird eine einschalige, vollverglaste Fassade (keine Feuer-überschlagmaßnahmen) mit öffenbaren Fenstern, primär aus psychologischen Gründen für die Beschäftigten, aber auch für eine temporäre Fensterlüftung.

Die gewonnene Erkenntnis dieser 2 1/2 jährigen Planungszeit ist, daß keine reelle Akzeptanz für die letztendlich gefundene Lösung für doppelschalige Fassaden vorliegt, obwohl diese sehr viel weiter entwickelt wäre als die bereits realisierten Hochhausfassaden. Der Grund hierfür sind die Investitions-, Kapital-, Energie-, Betriebskosten und Miete.

Aber Gebäude sind mehr als nur gläserne oder steinerne Hüllen. Sie sind Ausdruck unseres Denkanstrahs und unserer Ethik. Bauwerke sind auch mehr als nur technisch-ökonomische Gebilde, die einer abstrakten Optimierung unterliegen. Bauwerke sind Gebrauchswerte zum Wohnen, Arbeiten, Kaufen usw., aber auch zum Wohlbefinden, zum ästhetischen Genuß, zum Ausdruck unseres Kulturanspruchs. Es bleibt zu hoffen, daß die Ausschließlichkeit ökonomischer und utilitaristischer Maximen geistigen Leitbildern mit sozialer Brauchbarkeit weicht, die eine Synthese von Tradition und Fortschritt ermöglichen, und Bauten wieder zu Erinnerungsträgern im Sinne Italo Calvins werden.

Peter Schweger

Vergleich der Investitions- und Betriebskosten der vier für die HeLaBa untersuchten Fassadensysteme.

