

# Ein Projekt voll Licht und Dunkel: ein der Irisblende nachempfundenenes Verdunkelungssystem

Autor(en): **Guscetti, Gabriele**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **117 (1999)**

Heft 3

PDF erstellt am: **06.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79685>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Gabriele Guscetti, Genf

# Ein Projekt voll Licht und Dunkel

## Ein der Irisblende nachempfundenen Verdunkelungssystem

**Für die Regulierung des durch ein Glasdach einfallenden Sonnenlichts wurde die aussergewöhnliche Konstruktion einer Irisblende verwendet. Das Projekt zeigt zudem exemplarisch, wie fruchtbar die Zusammenarbeit verschiedener Fachbereiche sein kann.**

Der Bauherr, die Montres Rolex SA, wollte an seinem Geschäftssitz in Genf einen neuen Konferenzsaal einrichten, um Sitzungen und Seminare für rund hundert Personen unter optimalen Bedingungen und mit grösstem Komfort abhalten zu können. Da dieser unterirdische Saal zwischen den bestehenden Produktions- und Verwaltungsgebäuden liegt, war es nicht möglich, seitliche Öffnungen vorzusehen. Das natürliche Licht, das zur Schaffung einer angenehmen Atmosphäre unabdingbar ist, kann in erheblicher Menge durch ein rundes Glasdach mit einem Durchmesser von 8,60 m einfallen. Das Glasdach erlaubt zudem aus dem neuen Saal einen spektakulären Blick auf die umliegenden höheren Gebäude (Bild 1 und 2).

Um den Benutzern möglichst viel Komfort zu bieten und eine optimale Nutzung der im Saal befindlichen hochtechnischen Einrichtungen zur Projektion von Bildern zu ermöglichen, die eine fast totale Verdunklung des Saals erfordern, war eine Regulierung des Sonnenlichts nötig.

Aufgrund diesen an sich widersprüchlichen Anforderungen - Helligkeit und Dunkelheit sowie Transparenz und

Undurchsichtigkeit - entstand das Projekt mit dem gleichzeitigen Wunsch, neue technische Lösungen von höchster Qualität zu finden.

### Das Glasdach

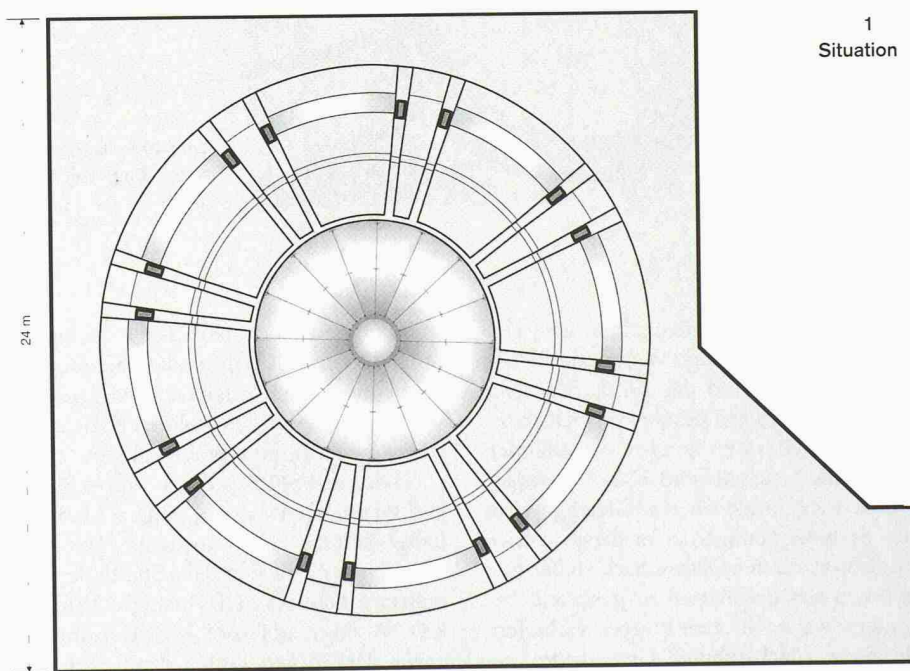
Um das Glasdach möglichst leicht und durchsichtig zu machen, wurde von vornherein jedes klassische System ausgeschlossen, das aus radial angeordneten Trägern mit dazwischen liegenden Fenstern besteht. Das gewählte System kombiniert

eine Tragstruktur aus Drahtseilen mit neuen Glastechnologien: das Glas ist punktgelagert und nur mit dünnen Silikonfugen gestossen. Nur zwei Materialien, die sich gegenseitig zur Geltung bringen, wurden gewählt: rostfreier Stahl und Glas.

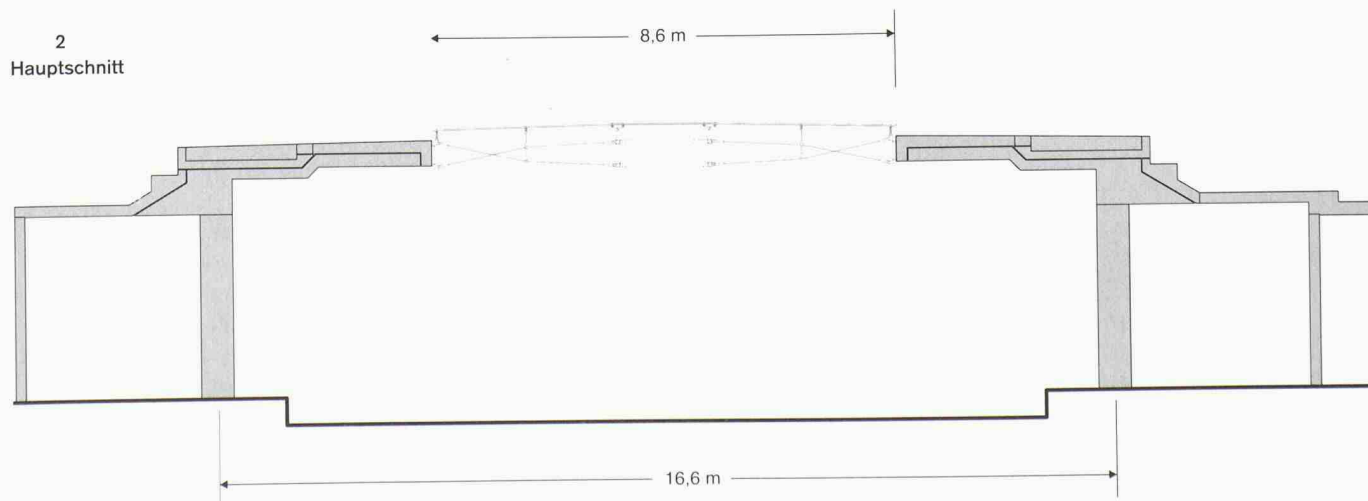
Das Seilwerk bildet somit eine gespannte Membrane, auf der die Glaselemente angebracht sind, wodurch eine glatte Aussenschicht entsteht. Das System der punktgelagerten Befestigungen hebt das Glas hervor und zeigt klar den Aufbau des Tragkonzepts (Bild 3).

### Das Seilwerk

Dieses System hat an sich keine bestimmte Form. Nur durch das Spannen der Kabel erhält es die Konfiguration und Steifigkeit, die notwendig sind, um den



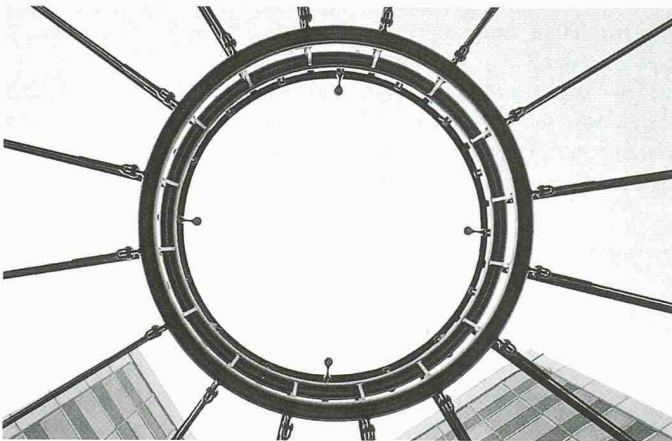
2  
Hauptschnitt







3  
Aussenansicht des  
völlig ebenen Glas-  
dachs



4  
Aufnahme des zentri-  
schen Rings von  
unten

äusseren Lasten standzuhalten. Die sich anfänglich im Gleichgewicht befindlichen Seile sind aufgrund des runden Systems einer Kurve dritten Grades vergleichbar.

Die nach unten konvex verlaufenden Drahtseile (nachstehend Kabel genannt) würden eigentlich für das Gleichgewicht des Systems genügen. Um dieses jedoch vor Einsetzen des Glases noch steifer und geometrisch definierter zu gestalten, benutzen wir nach oben konvex verlaufende Seile (nachstehend Gegenkabel genannt). Wenn die Kabel gespannt werden, führt dies zu einem Spannungszustand in den Gegenkabeln und umgekehrt; das System befindet sich somit vor dem Einsetzen des Glases in einem geregelteten Eigen-

spannungszustand, wobei die Vorspannung so gewählt wurde, dass die Gegenkabel nie Druck erleiden. Die Struktur weist also aufgrund der beiden Kabelarten stets eine bestimmte Steifigkeit auf.

Die zum Stützen der 16 trapezförmigen Glaselemente notwendigen Abstandhalter sind eigentlich instabile Stäbe ausserhalb der vertikalen Anordnung der Kabelpaare. Dank der Glaselemente (Steifigkeit in ihrer horizontalen Anordnung) sowie der Rückstellkräfte der Kabel bleiben die Abstandhalter aber in ihrer Position. Während der Montage wurden diese Elemente provisorisch mit Seilen stabilisiert. Der mittlere Stahlring verteilt die Kräfte der Kabel per Zugkraft und löst somit harmonisch das oft schwierige Problem der gegen die Mitte des Systems hin zusammenlaufenden Kabel (Bild 4). Die Glaskonstruktion ruht schliesslich auf einer Stahlbetonplatte oder sehr steifen Scheibe, die sie umgibt und mittels Bogenwirkung, d.h. durch Druck, die Zugkräfte der Kabel aufnimmt (Bild 5).

Für die statische Berechnung des Kabelsystems bedurfte es eines Modells zur komplexen strukturellen Analyse, das die Probleme der geometrischen Nichtlinearität löst. Unser Bestreben, ein Modell zu schaffen, das dem realen Verhalten der

Konstruktion so weit wie möglich entspricht, ist um so mehr gerechtfertigt, als die mechanischen Eigenschaften des Glases genutzt werden, um der gesamten Tragstruktur genügend Stabilität und Widerstand zu verleihen. Die Verwendung des numerischen Analyseprogramms von Prof. Frey (Laboratoire des Structures et Milieux Contigus der EPFL) erlaubte die Lösung der kritischen Punkte des Projekts:

- Definition der anfänglichen Geometrie des Systems
- Vorspannkraft der Kabel
- Verformungen und Winkelverdrrehungen unter Last
- Verhalten bei Bruch eines Glaselements.

Die Resultate der Berechnungen zeigten, dass das Kabelsystem eine genügend grosse Steifigkeit sowie einen beruhigend hohen Bruchwiderstand aufweist. Lediglich die Zwischenstützen der Glaselemente ergaben Kompatibilitätsprobleme für die Verformungen der beiden Strukturen - Kabel und Glas. Diese Verbindungspunkte neigen dazu, sich stärker als die theoretische Linie zwischen den beiden Auflagern zu verformen.

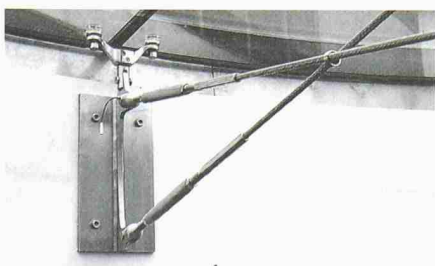
Dies entspricht bei der Glasplatte einer Senkung der mittleren Stütze und einer geänderten Verteilung der Biegemomente, was wiederum zu einer Druckverminderung bei der Zwischenbefestigung führt. Solche Belastungen sind normalerweise ausschlaggebend für die Dimensionierung des Glases; eine Umverteilung der Biegemomente auf die Felder erwies sich in diesem Fall als günstig (Bild 6).

### Das tragende Glas

Das Glas erfordert insbesondere wegen seiner Zerbrechlichkeit ein Konzept, welches das Verhalten der Tragstruktur bis ins kleinste Detail klar erkennen lässt. Jedes Element und jedes Teil muss daher im Hinblick auf sein genau vorhersehbares Verhalten bei Belastungen überprüft werden. Denn jeglicher Unterschied zwischen dem vom Ingenieur erstellten Modell und dem wirklichen Verhalten der Struktur kann dazu führen, dass die Grenze des Bruchwiderstands überschritten wird und ein Sprung entsteht, der zum plötzlichen Bruch des Glaselements führt.

Glas ist an sich kein zuverlässiges Material wie andere Materialien, die gewöhnlich verwendet werden (Stahl, Stahlbeton und sogar Holz). Folglich muss der Ingenieur die Bedingungen dafür schaffen, damit das Verhalten voraussehbar und die für die Struktur erforderliche Sicherheit gewährleistet ist. Dies bedingte die Berücksichtigung der folgenden Besonderheiten:

5  
Verankerung der Drahtseile in der Betonplatte





- Dach vom Typ «Flachdach» (leichte Schräge)
- Haupttragssystem aus Kabeln, d.h. eher biegsam, wobei eine Interaktion zwischen Stahl und Glas besteht (vertikale Biegsamkeit und Instabilität ausserhalb der Ebene der Abstandhalter)
- Punktgelagerte doppelte Isolationsgläser mit Silikonfugen.

Um von Anfang an die Möglichkeiten und Grenzen der für unser Projekt bestimmten Verfahren zu umreissen, wandten wir uns an Hersteller, die Systeme mit punktgelagerten Glaselementen vorschlagen konnten. Auf diese Weise konnten wir sämtliche geometrischen Elemente und die wichtigsten Punkte für die Konstruktion festlegen:

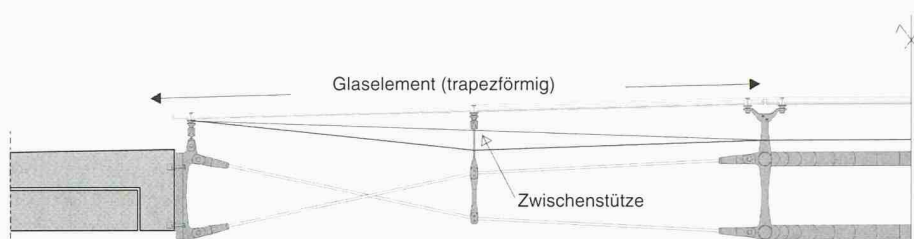
- Schneiden des Glases in 16 trapezförmige Teile und eine mittlere Rundplatte
- Dimensionierung des Glases und Einzelheiten der Schneidarbeit
- Position der Fugen und Neigung der Glaselemente
- System zur Glasbefestigung und Details der Verbindung mit der Kabelstruktur.

Vor allem die punktgelagerte Befestigungstechnik, die eine Bohrung des Glases erfordert, wurde eingehend untersucht. Das Loch wird zum empfindlichsten Punkt dieser Art von Struktur; die Bohrungs- und die Belastungsart werden dabei zu entscheidenden Faktoren der Tragfähigkeit.

Am Ende dieser ersten Untersuchungsphase konnten wir aufgrund von technischen und ästhetischen sowie Kostenfaktoren ein System mit punktgelagerten tragenden Glaselementen in Betracht ziehen. Vom Konzept her ist es wegen der Biegespannungen, die um die Befestigungen herum entstehen können, nicht optimal. Diese Spannungen werden durch Winkelverformungen der Haupttragstruktur hervorgerufen.

Andere kompliziertere Systeme mit mechanischen Kugelgelenken, deren Konzept das Glasverhalten strenger berücksichtigt, wurden analysiert und schliesslich ausgeschlossen, nachdem wir uns vergewissert hatten, dass das gewählte System mit dem kinematischen Verhalten der Kabelstruktur vereinbar ist. Diese Befestigung hat den Vorteil, sehr klein und elegant zu sein und sich somit der Grösse des Glasdachs gut anzupassen.

Bei der Technik der punktgelagerten Befestigung muss man natürlich Hartglas verwenden (Bohrung des Glases, lokale Konzentration von Spannungen bei den Befestigungen). Jedes Glasmodul wurde dem «Heat soaked Test» unterzogen, um das Risiko eines Spontanbruchs infolge all-



6

Verformung des Seilwerks unter Last

fälliger Schwefel- und Nickeleinschlüsse soweit wie möglich einzuschränken. Das Glas wird dabei acht Stunden lang bei einer Temperatur von 280 bis 300 °C behandelt. Die statische Berechnung der Glasplatten wurde mit finiten Elementen durchgeführt, wobei die maximale Spannung unter Last ( $S_d$ ) auf 75 N/mm<sup>2</sup> begrenzt wurde.

Bei unserer Struktur handelt es sich um Wärmeisolierglas ( $K=1,65$  W/m<sup>2</sup> °K), das einen sehr leistungsfähigen Gesamtenergiedurchlass ( $g=0,20$ ) und einen niedrigen Lichtdurchlässigkeitskoeffizienten ( $TL=0,16$ ) aufweist. Das obere Glas ist 12 mm dick, die Vakuumschicht 16 mm, und beim unteren Glas handelt es sich um 6+6 mm dickes Verbundglas mit einer zweimal 0,38 mm grossen Zwischenschicht aus PVB. Die Dichtigkeit des Glasdachs wird durch die Silikonfugen zwischen den Glaselementen garantiert. Wir entschieden uns für eine einfache Fuge, bei der ein eventueller Defekt rasch auszumachen und leicht zu beheben ist.

Ausser den wichtigsten technischen Aspekten wurden bei diesem Projekt auch

ästhetische Kriterien berücksichtigt, die zur Imagepflege der Produkte des Bauherrn beitragen können. Diese Aspekte sind um so wichtiger, als Transparenz und Helligkeit die Tragstruktur des Glases stark hervorheben.

Daher wurden sämtliche Teile der Struktur aus rostfreiem Stahl entworfen. Von handgezeichneten Entwürfen gingen wir direkt zu Entwicklungsmethoden über, die hauptsächlich in der Automobilindustrie und dem Produktdesign angewendet werden. Diese Methoden ermöglichen im Laufe der Entwicklung eine rasche Visualisierung des Objekts anhand von Synthesebildern, nach denen die wirklichen Elemente gefertigt wurden (Bild 7 und 8).

Der Vorteil eines solchen Verfahrens besteht darin, dass bei Annahme des Designs die notwendigen Unterlagen und Dateien für die Herstellung direkt zur Verfügung stehen. Je nach Produktionsmethode für die verschiedenen Strukturteile handelt es sich dabei um übliche Pläne oder um Dateien für Maschinen mit numerischer Steuerung. Die Auflager für die



7

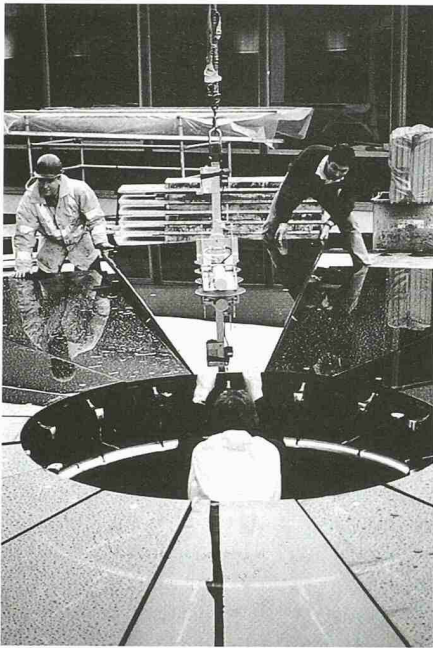
Abstandhalter



8

Glaslagerung





9

Montage des letzten Glaselements

Glasplatten wurden z.B. direkt von Rolex auf denselben Maschinen hergestellt, mit denen die Uhrengehäuse gefertigt werden. Diese Studie wurde mittels 3D-Software in Zusammenarbeit mit einer im Industriedesign spezialisierten Firma durchgeführt und ermöglichte es, das geplante Projekt gemäss dem anfänglichen Konzept zu verwirklichen, das die Synthese von technischer Forschung und Form in Einklang mit dem Licht zum Ziel hatte (Bild 8 und 9).

### Das Verdunklungssystem

Die künftige Benutzung des Saals erfordert ein System, das eine fast totale Verdunklung ermöglicht, insbesondere für die Projektion von 35-mm-Filmen. Die Hauptschwierigkeit bestand darin, ein System zu finden, das wenig Platz braucht, leicht in der untergehängten Decke installiert werden kann und mit der Gestaltung des Saals und der Technik des Glasdachs harmoniert.

Erste klassische Lösungsansätze wie z.B. Jalousien, d.h. hauptsächlich aus Stoff bestehende mobile Systeme, passten nicht so recht zum gesamten Projekt. Wir fanden schliesslich eine Lösung, die unserem Gefühl nach am besten zur runden Form passt: die Irisblende. Diese von der Iris des Auges inspirierte Technik wird gewöhnlich in Fotoapparaten verwendet. Die aus feinen und biegsamen Metallteilen bestehende Irisblende besitzt eine Oberfläche, die die Reibung der einzelnen Elemente unter sich zulässt. Der Schliessmechanismus besteht aus einer Drehscheibe, die ein Achsensystem in Bewegung setzt, so dass es sich um ein zweites unbewegliches Achsensystem dreht. In diesem relativ kleinen Mechanismus spielen Probleme wie Reibung, Trägheit und Präzision keine grosse Rolle (Bild 10).

Da die Blende des Glasdachs sehr gross ist, konnten die für kleine Objekte üblichen Lösungen nicht angewandt werden. Die oben beschriebenen Phänomene werden mit zunehmender Irisgrösse bedeutend und nur schwer handhabbar. Deshalb mussten andere Lösungen für die folgenden Probleme gefunden werden:

- Die Blendenteile mussten leicht und steif zugleich sein
- Es durfte keine Reibung zwischen den Teilen entstehen
- Geometrische Studie der Bewegung und der Form der Teile
- Das Antriebssystem musste einfach, genau, synchronisiert und zuverlässig sein.

Wir waren uns darüber im Klaren, dass für einen solchen Prototyp verschiedene sich ergänzende Fachkompetenzen nötig waren, die von Anfang an eine enge Zu-

sammenarbeit zwischen Projektplanern und spezialisierten Unternehmen erforderten. Wir bildeten daher ein pluridisziplinäres Arbeitsteam, das sehr viele Kenntnisse aus den verschiedensten Bereichen mit sich brachte (Kasten).

Im Einklang mit der Geometrie des Glasdachs wurde die Blende in 16 dreiseitige Kreisabschnitte (abgerundete Abschnitte in Dreiecksform) unterteilt. Erste Studien zeigten, dass es von Vorteil war, die Kreisabschnitte nur an einem Ende zu stützen, das gleichzeitig seine Drehachse bildet. Das Befestigungs- und das Antriebssystem der Teile befinden sich somit an ein und derselben Stelle. Die Neigung der Teile kann dabei unabhängig in beiden Hauptrichtungen – radial in Richtung Mitte der Blende und tangential – reguliert werden. Jedes Element ist ein an seinem äusseren Ende eingespannter Kragarm mit einem Radius von rund 4,50 m. Die Teile müssen hauptsächlich ihr Eigengewicht tragen.

Daher haben wir eine leichte und steife Struktur in Verbundbauweise (Sandwich) gewählt (optimales Steifigkeits-/Dichteverhältnis), deren widerstandsfähige Aussenschicht aus mit Epoxidharz vorimprägnierter Kohlenstoff-Faser und einem dünnen Kern aus PVC-Schaumstoff besteht (Dichte =  $40 \text{ kg/m}^3$ ). Der vorimprägnierte Kohlenstoff bot sich an, weil in der Fabrik das Imprägnierungsniveau der Fasern kontrolliert wird, was eine genaue Reproduzierbarkeit der einzelnen Teile und somit eine ähnliche Biegelinie für sämtliche Teile des Systems ermöglicht.

Mit der Berechnung der Verbundstruktur, mit der das spezialisierte Ingenieurbüro SP Systems Technologies in Southampton beauftragt wurde, ermöglichte die Definition und Optimierung der Pläne zur Beschichtung der Fasern im Hinblick auf die Materialbeanspruchung und die Steifigkeit der Elemente. Sie lieferte zudem die für die geometrische Studie notwendigen theoretischen Werte der Biegelinie. Wie bei den Metallteilen des Glasdachs war die sehr effiziente, auf die 3D-Modellierung gestützte geometrische Studie eine wichtige Hilfe bei der Erstellung des Konzepts und letztlich der Blendenteile.

Zwischen ihrer offenen und geschlossenen Position drehen sich die Teile um  $60^\circ$ . In geschlossener Stellung müssen sie sich für die Verdunklung um etwa 100 mm überlappen. Daher ist es wichtig, dass sie sich während der Bewegungsphase nicht berühren; sie sind daher propellerartig verwunden und bezüglich der Drehachse leicht geneigt.

Die 3D-Modellierung ermöglichte es, die geometrische Raumform der Teile im einzelnen zu definieren und das Spiel während der gesamten Bewegungsphase

10

Bilder des 3D-Modells





genau zu verfolgen. Die Modellierung berücksichtigte auch die Durchbiegung der Verbundstrukturen, die am äusseren Ende der Teile maximal 60 mm beträgt (Bild 11).

Ein kleiner, in der Mitte befestigter runder Kern sorgt für die totale Verdunkelung, die durch die Blendenteile allein nicht erreicht werden kann. Da das Spiel zwischen den Teilen zusätzliches Licht durchlässt, musste ein weiteres Schliesssystem vorgesehen werden, das Kevlar-Flügelchen in Bewegung setzt, die den Raum zwischen zwei Teilen entlang ihrer Überdeckungslinie ausfüllen.

Die 3D-Design-Studie lieferte direkt die notwendigen Informationen zur Herstellung der Gussformen für die Blendenteile. Um die Gleichheit aller Teile zu gewährleisten, musste ein System aus halben Gussformen konzipiert werden, mit dem die obere und die untere Seite unterschiedlich hergestellt werden konnte. Diese Seiten wurden beschichtet, wobei gemäss Beschichtungsplan hauptsächlich unidirektionelle, mit Epoxidharz vorimprägnierte Kohlenstofffaser-Streifen auf der Oberfläche der Gussformen benutzt wurden. In der nächsten Phase wurden die Gussformen zuerst in ein Vakuum und dann in einen Ofen gelegt, in dem sie 8 Stunden lang bei 95 °C gebrannt wurden, was zur Polymerisation des Epoxidharzes führte. Danach wurde der Schaumstoffkern im Vakuum geklebt, und die beiden Gussformen wurden zusammengefügt. Das Teil wurde aus den Gussformen entfernt und mit den Metallteilen der Drehachsen versehen. Zum Schluss wurde die Farbe mit der Spritzpistole aufgetragen. Das fertige Teil hat ein Gesamtgewicht von 40 kg, wovon je die Hälfte auf das Verbundsystem und die Teile zur Befestigung am mechanischen Drehsystem entfällt.

Das System muss in Bezug auf die Position und die Bewegung der Blende äusserst präzise sein und daher optimal und zuverlässig funktionieren. Deshalb wurde unterhalb der Dachplatte ein ringförmiges Hohlprofil aus Stahl angebracht, das das gesamte mechanische System der Blende trägt. Es ist an 16 zuvor in die Träger aus vorfabriziertem Beton eingegossene Aufhängungen geschraubt. Höhe und Ebenheit des Hohlprofils werden mit Keilen eingestellt. Es wurde aus vier Teilen mit einer Kreislänge von rund 6800 mm hergestellt, deren Seiten maschinell bearbeitet wurden, damit sie beim Zusammenfügen einen perfekten Kreis bilden. Einerseits wollte man möglichst wenige Teile herstellen und maschinell bearbeiten und andererseits dürfen die Teile, die in einem einzigen Vorgang bearbeitet werden können, eine bestimmte Grösse nicht über-

schreiten. Eine Probemontage in der Werkstatt ergab eine Ovalität des Hohlprofils von lediglich 2 bis 3 mm – was für ein Teil dieser Grösse sehr gering ist.

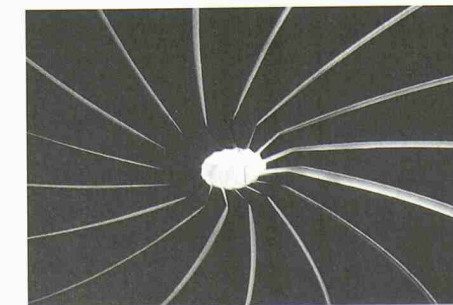
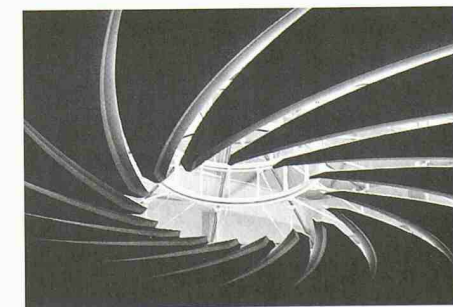
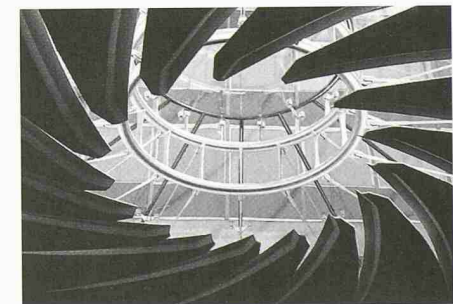
Jede der 16 Achsen der Blendenteile ist durch einen Treibriemen mit den beiden neben ihr liegenden Teilen verbunden, wodurch ein geschlossener Stromkreis gebildet wird, an den zwei Motoren gekoppelt sind. Um eine maximale Steifigkeit des Antriebssystems zu erreichen und dadurch Abweichungen bei der Bewegung der Teile auf ein nicht wahrnehmbares Minimum zu begrenzen, wurden die 40 mm breiten Treibriemen aus mit Stahlkabeln verstärktem Polyurethan hergestellt.

Der Antrieb läuft über zwei Kugelzylinder, auf denen asynchrone Dreiphasenmotoren von je 0,35 kW angebracht sind. Die Zylinder sind mit den Treibriemen durch elektromagnetische Kupplungen verbunden. Diese kuppeln sich aus, sobald sie nicht mehr mit Strom versorgt werden. Fällt also der Motor aus, wird sofort der betreffende Zylinder des Blendensystems ausgekuppelt. Der zweite Zylinder ermöglicht es dann, dass die Blende weiterhin normal funktioniert.

Um die Blende abzubremsen und in ihren Extremstellungen – vollkommen offen oder geschlossen – langsam zum Stillstand zu bringen, wurden auf beiden Zylindern je vier induktive Detektoren angebracht, die die Position des Kolbens verfolgen. Diese Detektoren zeigen dem Frequenzwandler an, wann er damit beginnen muss, die Blende abzubremsen und dann zum Stillstand zu bringen. Das System ermöglicht auch Zwischenpositionen, die es erlauben, das Licht je nach Bedarf anders einzustellen.

### Schlussfolgerungen

Für das Konzept und die Verwirklichung des Glasdachs und seines Verdunklungssystems wollten wir Techniken und Technologien verwenden, die über die im Bausektor üblichen Anwendungen hinausgehen. Wir haben diese Wahl bewusst getroffen. Einerseits wollte der Bauherr durch diese Verwirklichungen ein Qualitätsimage schaffen und die Aufmerksamkeit auf Materialien und Ausführungsdetails lenken, die er für seine eigenen Produkte verwendet; andererseits wollten wir originelle und zugleich geeignete Lösungen für Probleme finden, deren Konzept zwar einfach zu sein scheint, die jedoch aufgrund bestimmter Randbedingungen nicht leicht zu lösen sind. Während des gesamten Projektverlaufs waren wir bestrebt, eine das Ganze umfassende Harmonie zu finden, ohne uns von technischen Schwierigkeiten



11  
Verschiedene Öffnungsgrade

rigkeiten behindern zu lassen, die oft zu Kompromissen bei der ursprünglichen Projektidee führen können.

Um die bekannten Technologien und das vorhandene Know-how der Fachbranchen zu nutzen, mussten wir den üblichen Rahmen für die Organisation eines Projekts sprengen und von Anfang der Projektverwirklichung an Erfahrungen und Informationen mit verschiedenen kompetenten Personen aus Universitäts- und Industriekreisen austauschen. Dieser Austausch war für die Fertigstellung des Projekts unabdingbar und äusserst nützlich. Denn unseres Erachtens kam nur durch die gemeinsame Nutzung von Wissen und Know-how dieses Werk zustande, das Kreativität und technische Qualität miteinander verbindet.

Diese Erfahrung hat ebenfalls gezeigt, wie wichtig es ist, dass für ein Projekt stets die Designer, Architekten oder Ingenieure zuständig sind. Es bietet dies Gewähr dafür, dass man sich nicht nur an die funktionellen, technischen, ästhetischen und wirtschaftlichen Ziele des Projekts hält, sondern auch die synthetische Vision der Probleme berücksichtigt, die allein eine kohärente und harmonische Verwirklichung des Gesamtwerks garantiert.

---

Adresse des Verfassers:

*Gabriele Guscetti*, dipl. Bauing. EPF, Guscetti & Tournier, 5a Plateau de Frontenex, 1208 Genève.  
Mitautoren für das Kapitel «Das Verdunkelungssystem»: *Bertrand Cardis*, dipl. Werkstoffing. EPF, *Thierry Delémont*, dipl. Bauing. EPF, und *Henri Baumgartner*, dipl. Masching. HTL

#### **Am Bau Beteiligte**

- Bauherr:  
Montres Rolex SA, G. Monnier, Projektleiter
- Bauingenieure:  
Guscetti & Tournier, G. Guscetti, Designer und Koordinator des Projekts
- Verbundmaterial:  
Décision SA, B. Cardis, Designer und Hersteller der Teile
- Mechanische Systeme:  
Giovanola SA, Th. Delémont, Designer und Hersteller des Antriebssystems
- Geometrische 3D-Modellierung:  
IDE, H. Baumgartner, Design der Teile

#### **Hinweis**

Der Artikel kann in seiner französischen Version sowie mit weiteren, hier nicht gezeigten Bildern auf der Homepage des Autors aufgerufen werden. Adresse: <http://www.gti.ch>