

Das Architekturbüro Königs Architekten, Cologne wurde beauftragt, in einer Design - Studie die Möglichkeiten eines Neubaus der Schaugewächshäuser für die Kölner FLORA zu ermitteln.

Ein wesentlicher Aspekt dabei war, eine Optimierung der Geometrie und der Materialität zu erreichen, die sowohl der architektonischen Erscheinung gerecht wird, als auch zur Funktions- und Kostenoptimierung beiträgt.

# **Schaugewächshaus Projekt – FLORA – Köln**

## Greenhouse project – FLORA – Cologne, Germany

The architect's office Königs Architekten, Cologne was given the job of carrying out a design study to determine the possibilities of building a new greenhouse for the Cologne FLORA.

An important aspect thereby was to achieve an optimisation of the geometry and the materiality, which not only does justice to the architectural appearance, but also contributes to the optimisation of both functions and costs.



Schaugewächshaus Parameter. Folgende drei Parameter waren bei der Planung des Schaugewächshauses zu beachten:

1. Minimale Konstruktionselemente bei größtmöglicher Stützenfreiheit.
2. Maximale UV-Ausnutzung bei größtmöglicher Wärmedämmung.
3. Maximaler Korrosionsschutz der Tragstruktur bei permanent tropischer Luftfeuchte



**1. Tragwerksanalyse.** Die gewählte Geometrie folgt der Stützlinie in parabelförmigen Bögen. Dadurch kann der Stahleinsatz in der Primärkonstruktion minimiert werden – bei absoluter Stützenfreiheit im Innenraum. Die geringen Stahlquerschnitte (HEB 280 / IPE 220) bei einer Scheitelhöhe von bis zu 18 Metern minimieren gleichzeitig den Schattenwurf auf die Tropenpflanzen.

Die Bogenlinie gewährleistet permanent einen senkrechten Lichteinfall im Tagesverlauf, so dass die Reflexionsanteile des Lichtes minimiert werden können und die UV-Ausbeute optimiert werden kann. Dieses Prinzip haben sich auch bereits die klassischen Gewächshauskonstruktionen (zum Beispiel Kew Gardens, London) zu Nutze gemacht.

**2. Fassaden Analyse.** Klassische Isolierverglasungen sind für Gewächshäuser ungeeignet, da sie eine zu geringe UV-Durchlässigkeit aufweisen. Einfachverglasungen hingegen haben sich nicht bewährt, weil die Transmissionsverluste der Wärmeenergie zu hoch sind.

Greenhouse parameters. The following three parameters needed to be taken into consideration when planning the greenhouse:

1. Minimum of construction elements with greatest possible freedom from supports
2. Maximum UV utilization with greatest possible thermal insulation
3. Maximum corrosion protection of the load-bearing structure by permanent tropical humidity

**1. Structural Analysis.** The selected geometry follows the support line in the form of a parabolic curve. Thus the use of steel in the primary construction can be minimised – with the interior being completely free of supports. At the same time, the small steel cross sections (HEB 280 / IPE 220) with a crown height of up to 18 metres minimise the casting of shadows on the tropical plants.

The line of the curve permanently guarantees a vertical angle of light during the day, so that the reflection part of the light can be minimised and the UV exploitation can be optimised. This principle has already been used in classical greenhouse constructions (for example Kew Gardens, London).

**2. Façade Analysis.** Classical insulating glazing is unsuitable for greenhouses, since the degree of UV-transmission is too low. Single glazing on the other hand has proved to be unsatisfactory because the transmission losses of heat energy are too high.

A membrane construction out of ETFE film has shown



Eine Membrankonstruktion aus transparenten ETFE - Folien erweist sich als eine denkbare Alternative, da die UV-Durchlässigkeit mit 91,7% - 95% wesentlich höher ist als bei Glas. Gleichzeitig kann mit einer mehrlagigen Konstruktion der U-Wert optimiert werden. Zweilagige Varianten haben einen U-Wert von 2,5 bis 3,0 W/qmK, während die dreilagigen Aufbauten sogar U-Werte von 1,8 – 2,0 W/qmK erreichen können.

Membrankonstruktionen sind jedoch bei pneumatischer Vorspannung in ihrer Kissen-Optik dominierend und müssten architektonisch entsprechend eingebunden werden. Gleichzeitig ist die Anfälligkeit gegen Hagel-schlag zu beachten.

**Membrane Lösungen.** Unter Berücksichtigung der oben erwähnten Aspekte haben wir gemeinsam mit Rudi Scheuermann, Fassadenplaner bei ARUP, Berlin eine neuartige Alternative für die Hülle des FLORA – Schaugewächshauses entwickelt: Eine Kombination aus äußerer ESG - Glaseindeckung mit innen liegender mechanisch vorgespannter ETFE - Folie.

Die komplette Konstruktion bleibt im Zwischenraum korrosionsgeschützt,

was bei permanent tropischen Luftfeuchtigkeitswerten ein Vorteil ist. Gleichzeitig könnte in diesem Raum zwischen ETFE - Folie und ESG-Verglasung ein ausfahrbarer Sonnenschutz installiert werden, der die Pflanzen vor Überhitzung schützt.

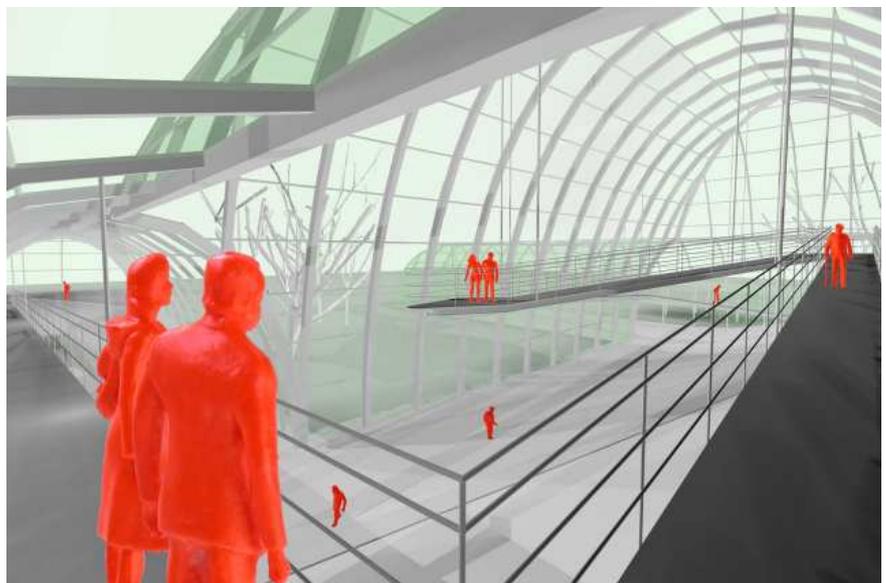
Die innere ETFE - Membrane kann gleichzeitig die Schutzfunktion gegen herab fallendes Glas aus der äußeren Schicht erfüllen – eine kostenintensive VSG - Verglasung kann so vermieden werden.

Um Kondensatausfall im Konstruktionszwischenraum zu vermeiden, sollte der Zwischenraum permanent mit trockener Luft gespült werden. Der erreichbare U-Wert läge bei 2,5- 3,0 W/qmK.

Die Krümmung der parabelförmigen Bögen der Primärkonstruktion erlaubt eine einfache mechanische Vor-

itself to be a feasible alternative, since the UV-transmission of 91.7% - 95% is considerably higher than that of glass. At the same time the U-coefficient can be optimised with a multi-layer construction. Two-layer variations have a U-coefficient of 2.5 to 3.0 W/sq K, whereas three-layer constructions can achieve a U-coefficient of 1.8 to 2.0 W/sq K.

However, by pneumatic pre-stressing membrane constructions dominate in their pillow optics and would need to be integrated architecturally accordingly. At the same time, the susceptibility to the effects of hailstones must be taken into account.

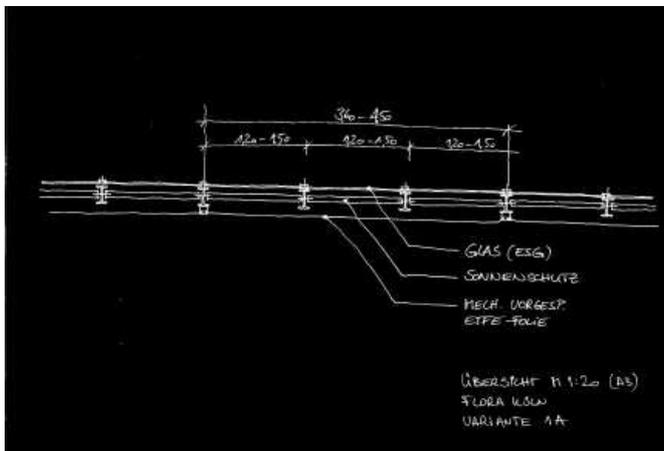


**Membrane Solutions.** Taking into account the aspects mentioned above, we have developed a new alternative for the covering of the FLORA greenhouse together with Rudi Scheuermann, façade planner with ARUP, Berlin: a combination of a tempered glass cover on the outside with mechanically pre-stretched ETFE film on the inside.

The entire construction remains corrosion proof between the tempered glass and the ETFE film, which is an advantage by permanent tropical humidity values. At the same time, an extendable sun protector could be installed in the gap between the tempered glass and the ETFE film, which protects the plants against overheating.

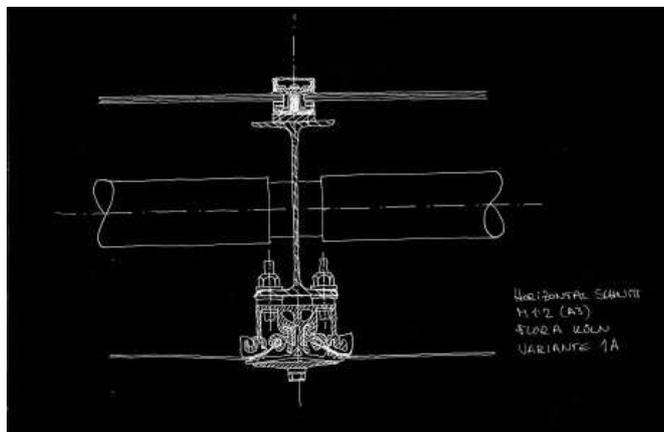
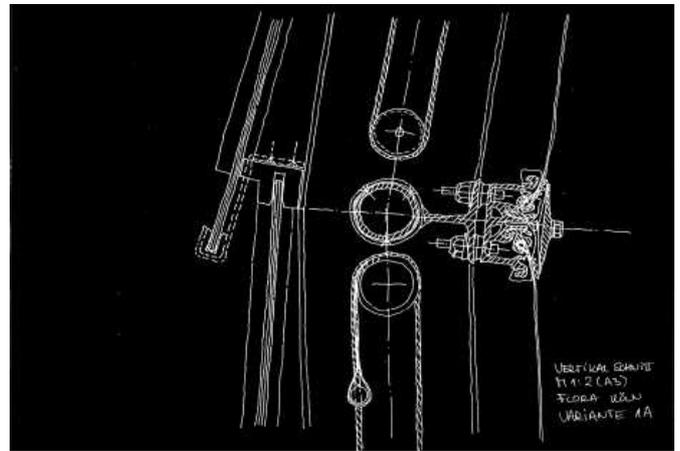
The internal ETFE membrane can also fulfil the protective function against falling glass from the outside **004**

spannung der inneren Membranhülle mit gegensinniger Krümmung. Die äußeren ESG-Scheiben lassen sich problemlos über die relativ großen Radien biegen, so dass sie der Geometrie exakt folgen können.



layer – a costly installation of laminated glass can thus be avoided.

In order to avoid condensation fallout in the construction gap, the gap should be rinsed permanently with dry air.



The achievable U-coefficient would lie between 2.5 – 3.0 sq K.

The bend of the parabolic curves of the primary construction allows a simple mechanical pre-stretching of the internal membrane covering in the opposite direction. The external panes of tempered glass can be bent over a relatively large radius without any difficulty, so that they can follow the geometry precisely.

**Fazit.** Transparente ETFE - Membranen eignen sich hervorragend zum Einsatz bei Schaugewächshäusern. Die Gewichtsreduktion gegenüber konventionellen Verglasungen führen zu einer verringerten Stahltonnage, Schattenwürfe und Kosten können verringert werden. Die derzeitige Technologie erlaubt eine präzise Konfektionierung auch geometrisch komplizierter Verläufe. Die UV-Durchlässigkeit und Kombinierbarkeit in mehreren Lagen macht ETFE - Folien zum einem überlegenen Material für diese Bauaufgabe.

**Result.** Transparent ETFE membranes are particularly suitable for use in greenhouses. The weight reduction in comparison with conventional glazing leads to reduced steel tonnage; the casting of shadows and costs can be reduced.

Current technology allows precise fabrication as well as geometrically complicated contours. The UV-transmission and combinability in several layers makes ETFE film a superior material for this building task.

Die neuartige Kombination von ETFE - Folien mit ESG-Verglasungen, die wir mit dem FLORA - Greenhouse in Köln entwickelt haben, zeigt, dass sich der mögliche Einsatzbereich von Membranen noch längst nicht erschöpft hat und weiter optimiert werden kann.

The new combination of ETFE film with tempered glass, which we have developed for the FLORA greenhouse in Cologne, demonstrates that the possible areas of use for membranes have not been exhausted by a long way and can be further optimised.