

Ingenieurbauten klein, leistungsfähig, inspirierend



Architekturbiennale Venedig +++ Porsche Pavillon Autostadt in Wolfsburg, schlaich
bergemann und partner/Henn Architekten +++ Ovaldach, Tor Nord Messe Frankfurt a.M.,
Bollinger + Grohmann/Ingo Schrader +++ Forschungspavillon ICD/ITKE, Stuttgart,
Knippers Helbig Advanced Engineering /Achim Menges +++ Energie Spezial

Ein energieeffizienter Tautropfen

Tropenhaus Botanischer Garten, Aarhus/DK

Nachhaltiges Wirtschaften wird heute auch von den vielen Botanischen Gärten verlangt, die oft im Industriezeitalter entstanden, als Energie schier unbegrenzt vorhanden schien. Während jedoch viele Gewächshäuser Botanischer Gärten mehr oder weniger sanft energetisch modernisiert wurden, entschied man sich im dänischen Aarhus für einen Neubau, der ganz ohne Glas auskommt und demonstrativ neue Zeichen setzt.



**Frank Jensen /
Søren Jensen Consulting Engineers, Aarhus/DK**

Miteigentümer von Søren Jensen Consulting Engineers, Aarhus/DK
Bachelor Abschluss am Engineering College, Aarhus
Studium der Architektur und Bauingenieurwesens an der Bath University School of Architecture
Forschungsarbeit an der University of Cambridge/UK mit dem Abschluss Ph.d im Jahre 2005



Tom Danielsen/C.F. Møller Architects, Aarhus/DK

1951 geboren
1971-1977 AAA-School of architecture in Kopenhagen/Aarhus/DK
von 1981-83 Architekt in Nairobi, Kenia/EAK (Kommunalverwaltung)
seit 1987 Partner bei C.F. Møller Architects
Mitglied in unterschiedlichen Institutionen, Jurymitglied

Foto: MEW







Die Gesamtanlage aus der Vogelperspektive. Links der alte Teil (1969), rechts das neue Tropenhaus (2013), beides von C.F. Møller Architects



Das Besondere an der Raumstruktur: größtmögliches Volumen bei kleinstmöglicher Oberfläche mit sehr hoher Energieeffizienz

Foto: Quentin Lake

Das Tragwerk besteht aus 10 Stahlbögen, die sich um eine Längs- und eine Querachse auffächern und so ein Netz aus unterschiedlich großen Viereck-Feldern spannen

Als 2009 die Universität Aarhus einen Wettbewerb für den Neubau eines neuen Tropenhauses auslobte, war kaum zu erwarten, dass diesen Wettbewerb gerade das Architekturbüro gewinnen sollte, welches schon 40 Jahre zuvor das alte Tropenhaus gebaut hatte. Doch C.F. Møller Architekturbüro ist eines von vielen erfolgreichen dänischen Architekturbüros, die über mehrere Generationen hinweg immer wieder Architekturen am Puls der Zeit entwickeln konnte. So gelang es ihnen in Aarhus nicht nur, das alte Gewächshaus von C.F. Møller aus dem Jahre 1969 zu einem Botanischen Wissenszentrum umzubauen, sondern gleich daneben auch noch das 1242 m² große neue Tropenhaus mit einer sehr anspruchsvollen Geometrie zu bauen.

Im Gegensatz zu der Schneckenform des alten Hauses entwickelten nun C.F. Møller Architekten gemeinsam mit den Ingenieurbüros Søren Jensen/Silkeborg mit variablen Parametern einen beeindruckend ellipsoiden Körper futuristischer Gestalt. Ein Maximum an Raumvolumen wurde mit der kleinstmöglichen Oberfläche geschaffen, das ganz auf Energieeffizienz und vor allem auch auf passive Energiestrategien setzt. Wozu sie ein Tragwerk aus jeweils zehn Stahlbögen mit bis zu 41 m Spannweite und 17,5 m Bogenhöhe entwickelten, die sich entlang ihrer Längs- und Querachsen auffächern, was ein recht komplexes Netz sehr unterschiedlich großer Viereck-Felder hervorbrachte.

Bewusst sollten die Felder nicht mit Glas ausgefüllt werden, da man im Gegensatz zu dem früheren Energie intensiven Betrieb eines Gewächshauses eine integralere Lösung bevorzugte, mit einem Material, das den Vorzug bietet nicht nur transparent zu sein, sondern auch bei Bedarf als Lichtschutz zu dienen. Wozu man sich im Verlauf des Prozesses an die erfahrenen ETFE-Ingenieure von formTL/Radolfzell wandte, die eine variable Hülle in steter Anpassung an die Klimabedingungen und Sonnenintensität entwickelten.



Foto: Kristine Mengel



Längsschnitt durch das neue Palmenhaus, o.M.

Durch Druckveränderung lässt sich die Lage der bedruckten Folien zueinander variieren. Das reduziert oder erhöht, je nach Bedarf, die Transparenz der Kissen und damit den Licht- und Wärmeeintrag ins Gebäude



Foto: Kristine Mengel

Grundriss Ebene 1



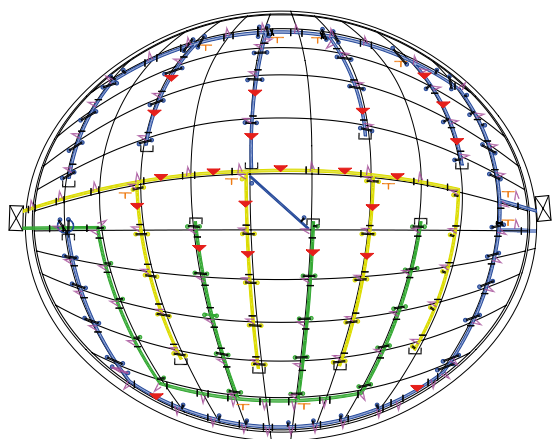


Südschnitt, o.M.

Auf der Grundlage der komplexen Geometrie entwickelte der Projektgenieur Manuel Neidhart von formTL nicht zuletzt mit Hilfe eines Mock-Ups eine Hülle aus 90 zweilagigen und gen Süden 34 dreilagigen ETFE-Kissen, deren Aluminium-Kederprofile zweiachsig gebogen und tordiert sind, um in den Kreuzungspunkten der Aluprofile eine Dichtebene zu erzeugen. Wozu man die Aluminium-Kederprofile auf den Stahlrohren der Primärkonstruktion aufständerte, um mittels Halbleche die Maßtoleranzen elegant ausgleichen zu können. Für das in einem Tropenhaus stets anfallende Kondenswasser wurde eine thermisch vom Alu-Kederprofil getrennte Kondenslatrinne angebracht.

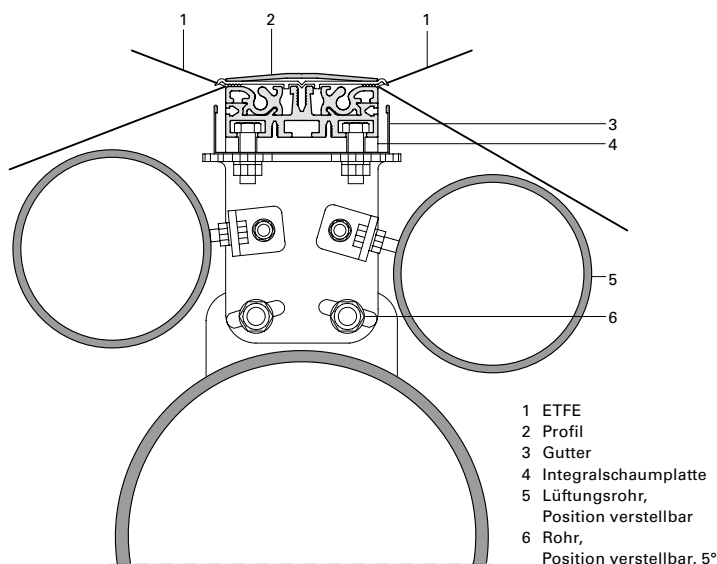
Zu einem besonderen technischen Clou griff man an der Südseite, wo die dreilagigen ETFE-Kissen nicht nur mit einer, sondern sogar zwei bedruckten Lagen ausgeführt wurden. Die mit silberfarbenen Punktrastern zu etwa 50% bedruckten ETFE-Folien – Außen: 250µ, Mitte: 150µ und Innen: 250µ - bewegen sich während eines Tages mittels pneumatischer Steuerung zu- oder voneinander weg, um so je nach Bedarf die Transluzenz der Kissen und damit den Licht- und Wärmeeintrag ins Gebäude effizient zu steuern. An heißen Sommertagen kann so der Wärmeeintrag bis zu 80% reduziert werden, was u.a. nur zwei dreieckige Entlüftungs- bzw. Entrauchungs- ETFE-Kissenfenster im Zenith des Gebäudes erforderlich machte.

Diese effiziente Steuerung wurde nicht zuletzt möglich, da hier alle Kissen mit zwei pneumatischen Zuleitungen ausgestattet wurden, von denen eine abtrennbar ist, eine stets mit ihren Kissen verbunden bleibt. Für ihre Stützluftversorgung wurden zwei getrennte Rohrleitungssysteme geschaffen, die von einer Stützluftzentrale im Keller des botanischen Gartens versorgt werden. Keiner Glaskathedrale mehr, sondern einem lichten wie glänzenden Tautropfen ähnelt das neue Gewächshaus von Aarhus, das nur manchmal seine Nachbarn mit ein paar unerwarteten Sonnenreflexionen beglückt. Ein Haus des postindustriellen 21. Jahrhunderts, dessen Hülle modular vorgefertigt vor Ort in sehr kurzer Zeit entstehen konnte. *C. Käpplinger, Berlin*



- Öffnung für Luftunterstützung in Kissen mit 2 bzw. 3 Lagen / ▼ Verbindungsbogen 8° /
- ⚡ Einzelabzweigung mit Flexschlauch / ⚡ Doppelabzweigung mit Flexschlauch /
- | Verbindungs-Nippel / X Verbindungs-Muffe / Flexrohr / T-Stück / □ Endkappe

Detail Abluftsystem, o.M.



Befestigung Rohr, M 1:5

- 1 ETFE
- 2 Profil
- 3 Gutter
- 4 Integralschaumplatte
- 5 Lüftungsrohr, Position verstellbar
- 6 Rohr, Position verstellbar, 5°

Baudaten

Objekt:
Gewächshaus im Botanischen Garten,
Universität von Aarhus/DK
Standort: Møllevgej, 8000 Aarhus/DK

Bauherr/Nutzer:
Universität, Kopenhagen/DK

Architekt:
C.F. Møller Architects, Aarhus/DK,
www.cfmoller.com

Projektteam:
Tom Danielsen, Partner, Riba, Knut
Bach Mikkelsen, Uffe Dalsgaard Han-
sen, Jan Pedersen, Tom Kramer

Innenarchitekt:
C.F. Møller, Aarhus /DK,
www.cfmoller.com

Landschaftsplaner:
C.F. Møller, Landschaftsarchitektur,
www.cfmoller.com

Projektteam:
Frans Borgman Hansen, Landscaps-
architekt

Planungs - und Bauzeit: 2009-2013

Fachplaner

Tragwerksplaner:
Søren Jensen Rådgivende Ingeniørfir-
ma, Aarhus/DK, www.sj.dk

Technische Gebäudeausrüstung:
Søren Jensen Rådgivende Ingeniørfir-
ma, Aarhus/DK, www.sj.dk

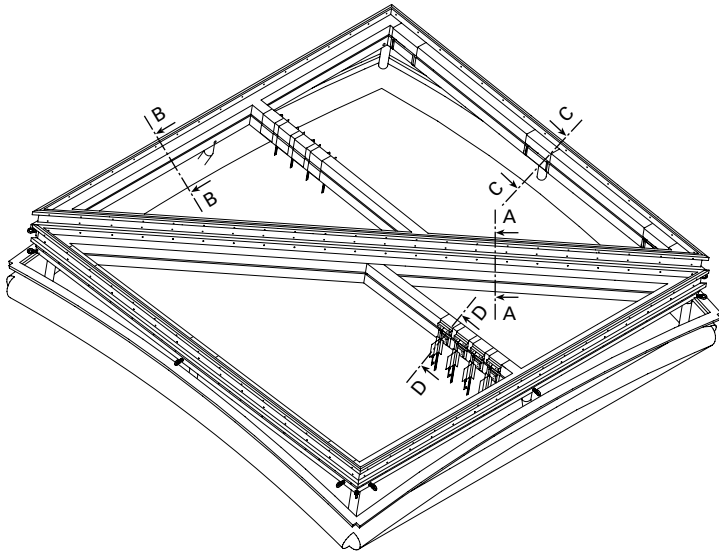
Lichtplanung:
Søren Jensen Rådgivende Ingeniørfir-
ma, Aarhus/DK, www.sj.dk

Planung Folienkissen:
formTL, Radolfzell, www.form-tl.de

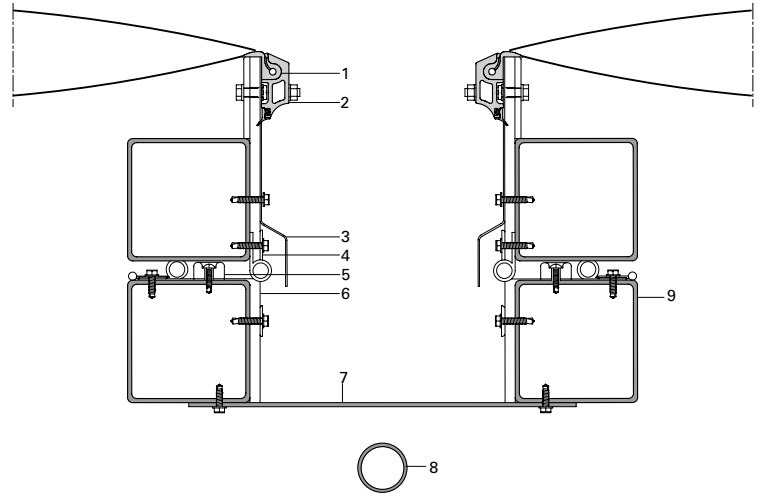
Projektdaten

Hauptnutzfläche HNF: 3 300 m²
(1 242 m² Tropenhaus,
2 071 m² saniertes Gewächshaus)

Brutto-Rauminhalt BRI: 22 740 m³,
(12 385 m³, neues Tropenhaus 10 355 m³,
saniertes Gewächshaus)

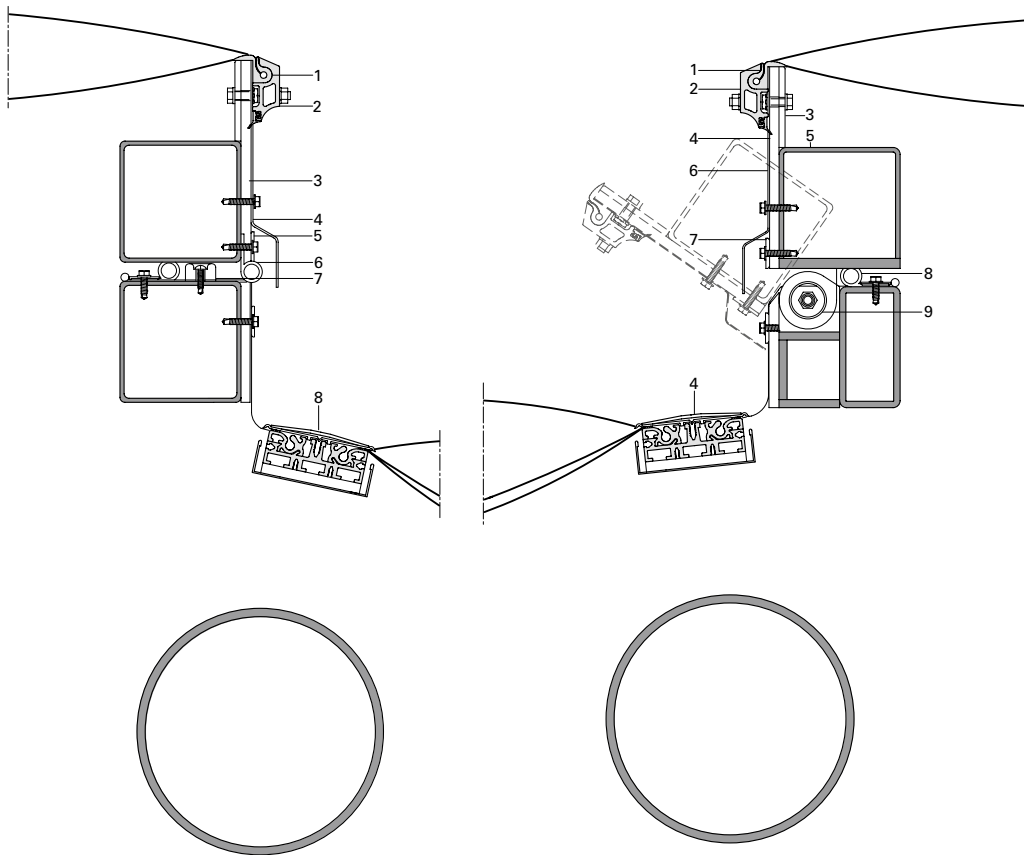


Isometrie Lüftungsklappe, o. M.



Detailschnitt AA, M 1:7,5

- 1 EPDM
- 2 Kederprofile
- 3 Abdeckplatte
- 4 Spannplatte
- 5 runder Puffer
- 6 Isolation Kömacell-Platte
- 7 Platte
- 8 Rohr, Luftunterstützung
- 9 SHS



Detailschnitt BB, M 1:7,5

- 1 EPDM
- 2 Kederprofile
- 3 Isolation Kömacell-Platte
- 4 Abdeckplatte
- 5 Spannplatte
- 6 EPDM- Profile
- 7 runder Puffer
- 8 ETFE- Profil

Detailschnitt CC, M 1:7,5

- 1 EPDM
- 2 Kederprofile
- 3 PL 80x6
- 4 Isolation Kömacell-Platte
- 5 SHS
- 6 Abdeckplatte
- 7 Spannplatte
- 8 EPDM- Profil
- 9 Schraube
- 10 ETFE- Profil

Detailschnitt DD, M 1:7,5

- 1 SHS
- 2 Folienschutz
- 3 DXD Antrieb