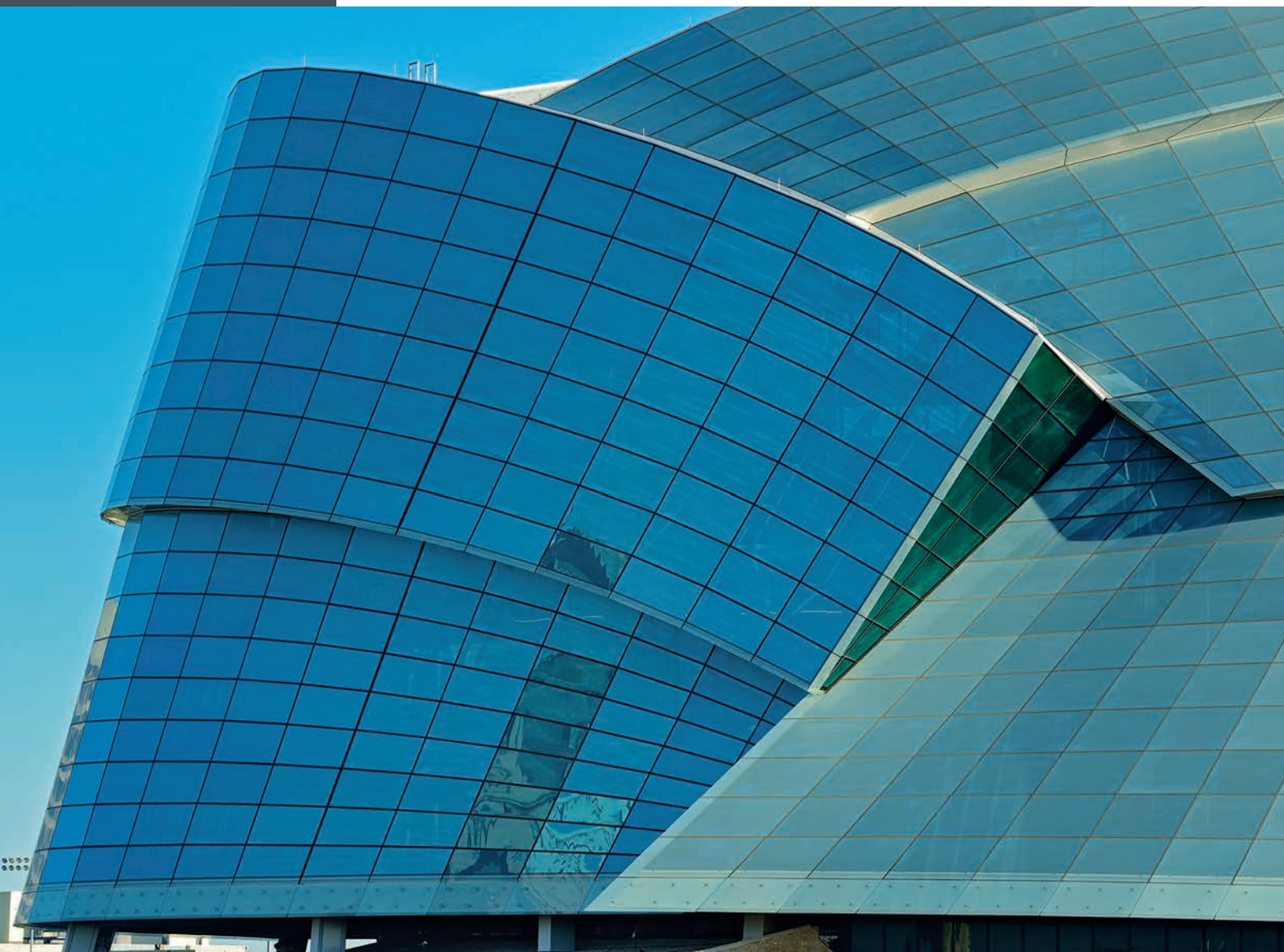


# 2014

Ernst & Sohn Special

Ausgabe 1  
April 2014  
A 61029

# Innovative Fassadentechnik



- Fassadenplanung
- Projektbeispiele
- Fassade und Energie
- Fassadenwerkstoffe Glas, Metall, Kunststoffolie, Holz, Keramik, Mauerwerk, Stahlbeton, Textilbeton
- Befestigungstechnik
- Fassadenbegrünung

# GEWÄCHSHAUS IM BOTANISCHEN GARTEN, AARHUS/DÄNEMARK

## ETFE-FOLIENKISSEN MIT PNEUMATISCHER VERSCHATTUNG



**Bild 1.** Das Gewächshaus des Botanischen Gartens in Aarhus/Dänemark ist markanter Blickfang in den Abendstunden

Manuel Neidhart

**Das Gewächshaus im botanischen Garten in Aarhus dient zur Unterbringung von tropischen Gewächsen. Bei dem Dach handelt es sich um eine transparente Kuppel auf ovalem Grundriss, mit einer Eindeckung aus ETFE-Folienkissen, die teilweise mit einer pneumatischen Verschattung ausgestattet sind.**

Aarhus liegt an der Århusbucht im Osten Dänemarks. Mit ca. 320.000 Einwohnern ist Aarhus die zweitgrößte Stadt des Landes. Eine der Sehenswürdigkeiten ist der Botanische Garten am Rande des Stadtzentrums. 2013 wurde das bestehende Glashaus von 1969 für die Unterbringung von tropischen Pflanzen um eine transparente Membrankuppel auf ovalem Grundriss erweitert.

### Planungsaufgabe

Ziel der Planung war es, eine lichtdurchflutete Umgebung herzustellen, die den Pflanzen durch natürliches UV-Licht realistische Lebensbedingungen ermöglicht und den Besuchern zugleich eine angenehme Atmosphäre bietet. Um die klimatischen Bedingungen regulieren zu können, und gleichzeitig Energiekosten zu senken, wurden auf der Südseite 3-lagige Folienkissen angeordnet, die in den Sommermonaten durch eine pneumatisch gesteuerte Mittellage verschattet werden können.

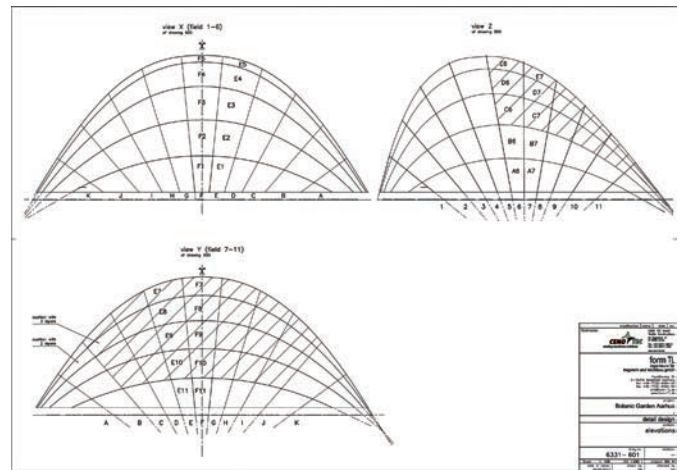
Für eine natürliche Belüftung sorgt ein offenes Dachfenster.

## Gebäudetypologie

Wie ein Tautropfen mutet das neue tropische Gewächshaus im Grün des Botanischen Gartens von Aarhus an. Die transparente Membrankuppel auf ovalem Grundriss erweitert das bestehende Glashaus aus dem Jahr 1969. Eine Besonderheit dieser Raumstruktur: Sie ermöglicht größtmögliches Volumen bei kleinstmöglicher Oberfläche und damit eine hohe Energieeffizienz. Das Tragwerk besteht aus jeweils 10 Stahlbögen aus Rundrohren, die sich um eine Längs- und eine Querachse auffächern und so ein Netz aus unterschiedlich großen Vierecks-Feldern spannen. Für diese Konstruktion plante und berechnete formTL eine Überdachung aus vorwiegend zweilagigen ETFE-Kissen, die aufgrund ihrer komplexen Struktur mit zweiachsig gebogenen und tordierten Profilen befestigt sind.

### Konstruktion mit ETFE-Kissen

Auf der Südseite wurden die dreilagigen Kissen mit zwei bedruckten Lagen ausgeführt. Durch eine pneumatische Steuerung lässt sich die Lage der bedruckten Folien zueinander variieren. Das reduziert oder erhöht, je nach Bedarf, die Transluzenz der Kissen und damit den Licht- und Wärmeeintrag ins Gebäude. Insgesamt gibt es 34 dreilagige und 90 zweilagige Kissen. Um eine Überhitzung des Gewächshauses zu vermeiden, können die Kissen verschattet



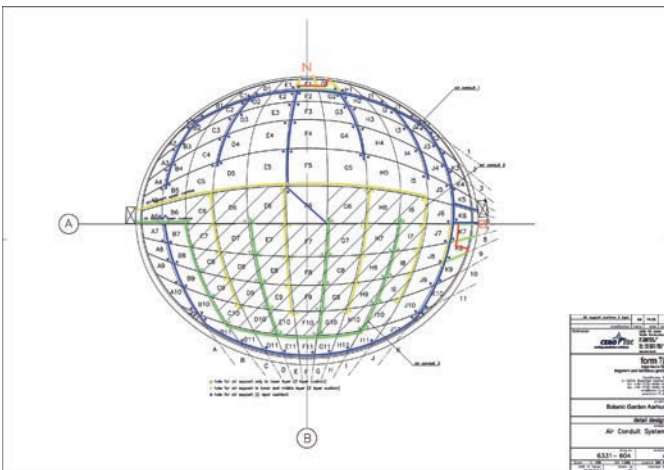
**Bild 2.** Seitenansichten

und der Zenit des Daches mit zwei dreiecksförmigen ETFE-Kissenfenstern elektrisch geöffnet werden. Diese Fenster dienen zugleich zur Entrauchung des Gebäudes sowie zur Aufnahme der Anschlagmittel für die Personen-Absturzsicherung.

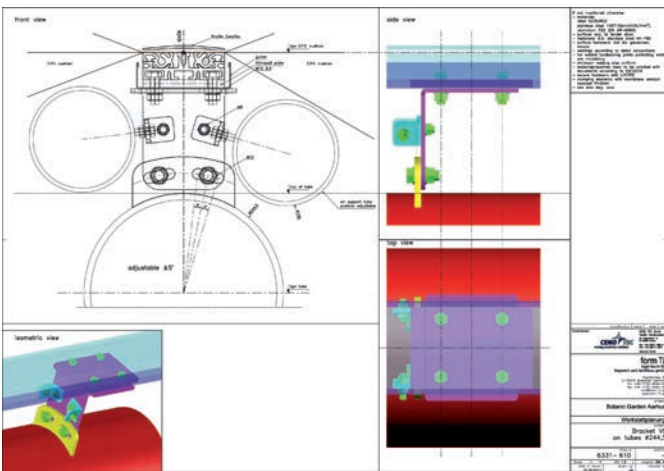
Aufgrund der komplexen Geometrie des Gebäudes mussten die Aluminium-Kederprofile zweiachsig gebogen und tordiert werden, um in den Kreuzungspunkten der Aluprofile eine Dichtebene zu erzeugen. Die stranggepressten Aluminium-Kederprofile wurden auf den Stahl-



**Bild 3.** Die ETFE-Kissen sind teilweise mit integrierter pneumatischer Verschlattung versehen  
(Fotos 1 und 3: Hothouse-Aarhus/Quintin Lake)



**Bild 4.** Luftversorgung



**Bild 5.** Detailschnitt

(Grafiken 2, 4 und 5: form TL GmbH)

rohren der Primärkonstruktion aufgeständert. Die dazu benötigten Haltebleche wurden so ausgebildet, dass Maßtoleranzen ausgeglichen werden konnten. Um eventuell anfallendes Kondenswasser auffangen zu können, wurde eine Kondensrinne angeordnet, die thermisch vom Aluminium-Kederprofil getrennt wurde.

Die Andichtung an die Betonkonstruktion sowie der Anschluss des Dachfensters an die Stahlkonstruktion erfolgten mit einem Dichtlappen aus PVC-Membran. Für die Stützluftversorgung wurden zwei getrennte Rohrleitungssysteme verwendet, die aus der Stützluftzentrale im Keller des botanischen Gartens versorgt werden. Über diese werden die Kissen redundant versorgt und die Verschattung gesteuert. Im Winter kann bei Schneefall der Stützluftdruck der Folienkissen erhöht werden.

**ETFE-Kissen**

Abmessungen:

Kissenoberfläche: 1.800 m<sup>2</sup>

Grundfläche: 1.145 m<sup>2</sup>

Maße:

Bogenhöhen bis zu 17,5 m

Bogenspannweiten bis zu 41 m

Material:

Nowofol ETFE-Folie in 150 µm und 250 µm Dicke  
zweiachsig gebogene und tordierte Aluminium-Kederprofile

**Baufel**

**Gewächshaus im Botanischen Garten, Aarhus/Dänemark**

- Bauherr: Universitets- og Bygningsstyrelsen, Kopenhagen/DK
- Architekt: C.F. Møller, Aarhus/DK
- Fassadenplanung: formTL GmbH, Radolfzell/DE (www.form-TL.de)
- Tragwerk: Søren Jensen, Silkeborg/DK
- Konfektionär: Ceno Membrane Technology GmbH, Greven
- Lieferant: Nowofol Kunststoffprodukte GmbH & Co. KG, Siegsdorf

**Weitere Informationen:**

formTL Ingenieure für Tragwerk und Leichtbau GmbH,  
Dipl. Ing. (FH) Manuel Neidhart, Kesselhaus,  
Güttinger Straße 37, 78315 Radolfzell,  
Tel. (07732) 94 64 46, Fax (07732) 94 64 94,  
manuel.neidhart@form-tl.de, www.form-tl.de