

## **Elegant überspannt: Hangar Euroairport Basel / Mulhouse**

Elegantly spanned:  
hangar at Euroairport Basle / Mulhouse

Elégamment sur-tendu :  
le hangar de l' Euroairport Bâle / Mulhouse

Costruzione elegante:  
Hangar Euroairport Basel / Mulhouse

Meier Christoph  
SJB.Kempter.Fitze AG  
Frauenfeld, Schweiz





# Elegant überspannt: Hangar Euroairport Basel / Mulhouse

## 1. Einleitung

Das sich stark entwickelnde Mobilitätsstreben unserer Bevölkerung führt dazu, dass das Verlangen nach größeren und technisch fortschrittlichen Flugzeugen heutzutage Fortbestand hat. Diese nicht ganz kostengünstigen Objekte bedürfen sowohl der Wartung als auch geeigneter Stellplätze. Um das Wohlbefinden dieser Flugzeuge garantieren zu können, wird am besten eine filigrane Konstruktion mit einem ästhetisch hochwertigen, behaglichem Baumaterial verwendet. Hier einige technische Vorteile, die uns in der Entscheidung geholfen haben, Holz als primären Baustoff zu verwenden:

- Druckbogenkonstruktion ermöglicht große Spannweite (bis ca. 100m)
- Das leichte Raumgewicht des Holzes reduziert das Schwingkörpergewicht bei dynamischer Belastung, namentlich Erdbeben.
- Moderne Montageverbindingssysteme ermöglichen einfachen Transport und Montage

Im Sommer 2010 wurde in der Nähe des Deutsch-Französisch-Schweizerischen Dreiländereckes, namentlich Basel / Mulhouse, ein knapp 90m frei gespannter Flugzeughangar errichtet, dessen Planungs- und Bauprozess im Rahmen dieses Artikels etwas näher erläutert wird.

## 2. Planung

### 2.1. Geometrie

Da die Fläche in einem Hangar optimal genutzt werden sollte, bietet diese Konstruktion gleichzeitig Platz für mehrere Flugzeugtypen, deren Umriss die Geometrie des Gebäudes bestimmen. Vor allem auf das größte Flugzeug, eine Boeing 747-B, wurde bei der Platzeinteilung das Hauptaugenmerk gelegt. Diverse unten aufgelistete geometrische Hüllenanpassungen ermöglichten eine optimale Platznutzung, gleichzeitige Bedienung verschiedener Flugzeuge und ideale Wartungsbedingungen in dem hier beschriebenen Bauwerk:

- Cockpit: Erweiterung des Grundrisses durch die „Nosebox“
- Flügelenden: Anpassung der Bogengeometrie im Auflagerbereich
- Heckflosse: Zusätzliche Öffnungen in der Torkonstruktion

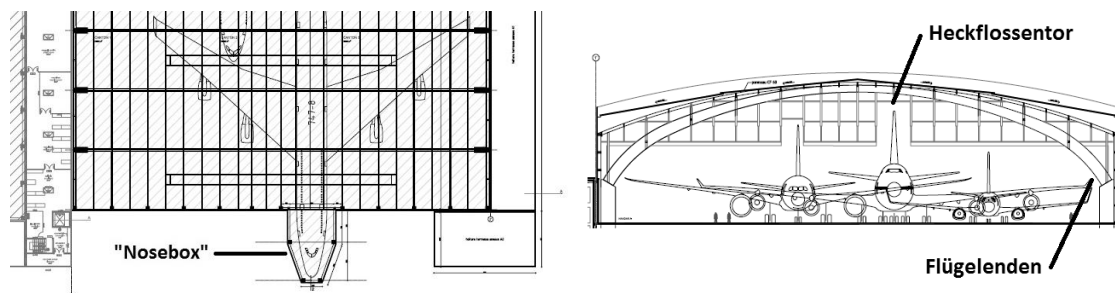


Abbildung 1: Grundvoraussetzung: Die optimale Nutzung der Grundfläche.

## 2.2. Statisches Konzept

### 2.2.1. Schnee- und Windlasten

Für Tonnendächer werden die Lastbeiwerte durch den Eurocode 1991 abgedeckt. Die vorgeschlagenen Lastfiguren wurden auf die Geometrie des Hangars appliziert.

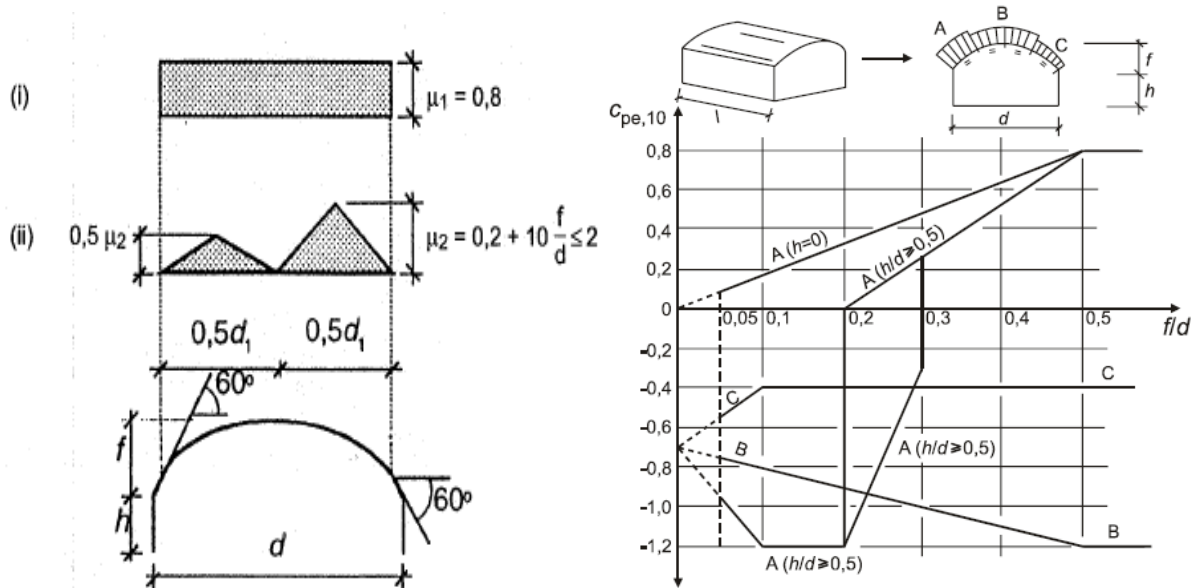


Abbildung 2: Bild links: Schneelastbeiwerte gemäß [EN 1991-3]  
Bild rechts: Windlastfaktoren gemäß [EN 1991-4]

### 2.2.2. Erdbeben

Wie in [LIGNUM] oder [PS92] beschrieben, weisen Zwei- oder Dreigelenkbogen, verglichen mit Tragwerken mit vermehrten oder vielen duktilen Verbindungsbereichen, eine relativ geringe Duktilität aus, was unter anderem zu hohen Erdbebenlasten führt. Das war mitunter einer der Hauptgründe, duktile Verbindungsmittel zu verwenden, sowie die Anschlussplatten so zu bemessen, dass sie sich bei Überlastung als erstes plastifizieren.

### 2.2.3. Zwei- oder Dreigelenkbogen

In der Wahl des Statischen Systems wurde ein Zweigelenkbogen dem Dreigelenkbogen vorgezogen. Die Transportlänge der Elemente konnte durch zwei Montagestöße, an Punkten mit wenigen Momentkräften, reduziert werden.

### 2.2.4. Stabilisierung

Die Hangarkonstruktion besteht aus sechs identischen Hauptbögen sowie einem Torbogen. Die destabilisierenden Kräfte in Querrichtung wurden über eingespannte Betonfundamente in den Baugrund geleitet. Zur Minimierung der Knicklängen der Bögen in Querrichtung wurde ein, auf das gesamte Hallendach verteiltes Verbandsystem mit Stabilisierungskreuzen, gewählt. Die steifen Stabilisierungsfachwerke waren notwendig, um die Knicklängen der Bögen in der schwachen Richtung der Querschnitte klein zu halten.

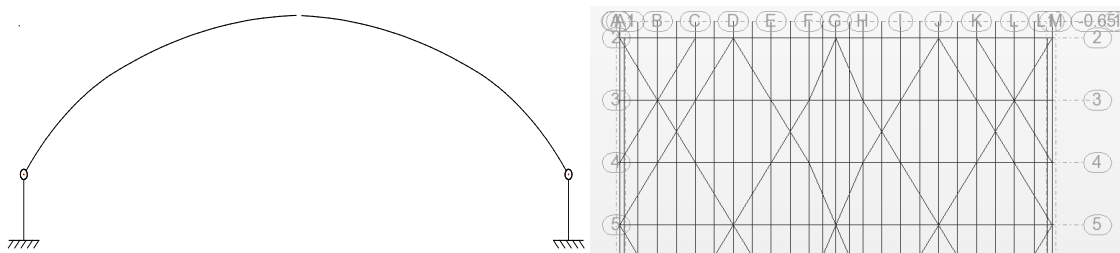


Abbildung 3: Bild Link Schematisch: Stabilisierung in Querrichtung  
Bild Rechts: Ausschnitt der Stabilisierung in der Dachebene

### 2.2.5. Gesamtheitliche Betrachtung

Selbst wenn die vereinfachte Holzkonstruktion aus einem Zweigelenkbogen besteht, war es wichtig, alle Einflüsse und Randbedingungen in die Planung mit einbeziehen zu können. Durch die Gesamtkonzipierung d.h. gesamtheitliche Betrachtung des Bauwerkes konnten äußere Einflüsse wie zum Beispiel die Nachgiebigkeit der Foundation, Kriechen des Betons, Verschiebung der Auflager oder Einfluss der Langzeitverformung veranschaulicht werden. Vor allem im Torbereich war es wichtig, die Verformungen schon im Voraus präzise bestimmen zu können um spätere Torverklemmung zu verhindern. Die berechneten Verformungen und getroffenen Hypothesen wurden während des im Bauprozess durchgeführten Kontrollmessungen überprüft.

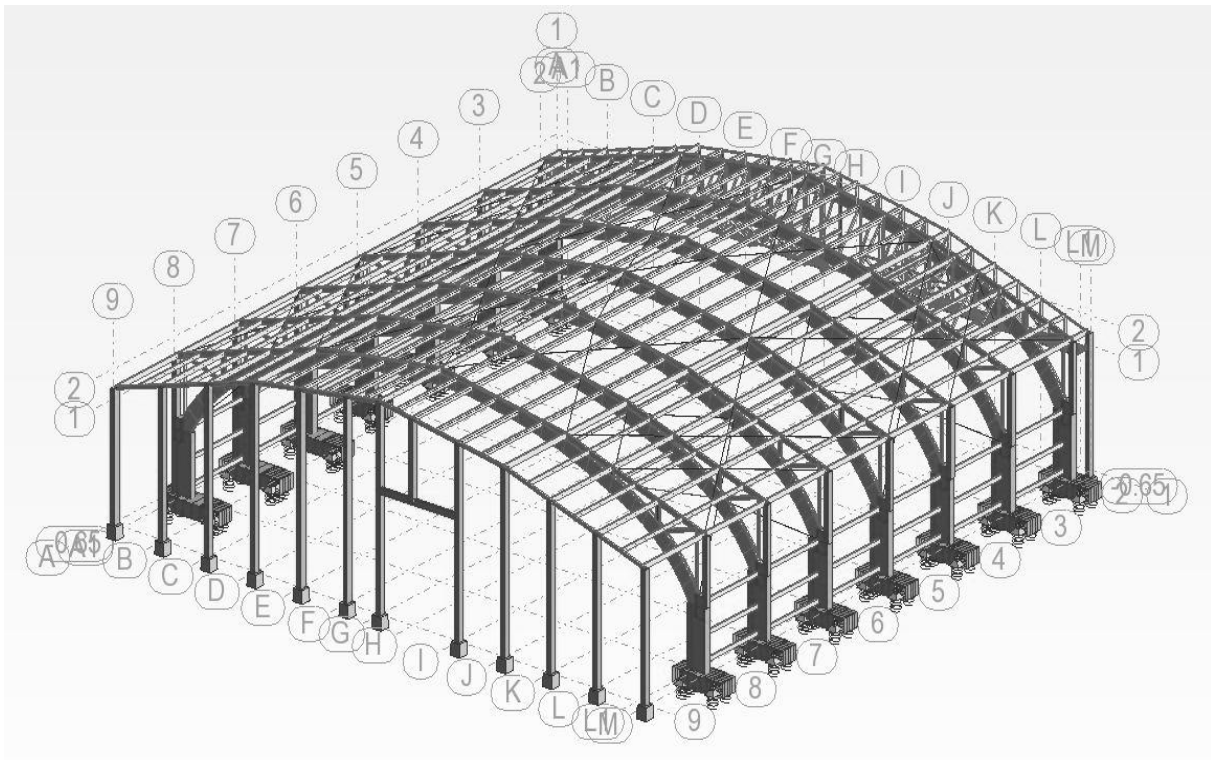


Abbildung 4: Gesamtmodell der Struktur in Berechnungsprogramm. Die Gesamtheitliche Betrachtung des Bauwerkes erleichterte die Schnittstellenkoordination und Kontrolle.

### 3. Transport und Montage

Die Bogenträger wurden in drei Teilen auf die Baustelle geliefert und kurz darauf montiert. Die Stabilität wurde durch provisorische, am Bau angebrachte Verstrebungen gewährleistet, die erst nach der Montage der definitiven Stabilisierungsverbände entfernt wurden.



Abbildung 5: Holzbau Ammann, D-Weilheim: Montage der Bogenelemente.

### 4. Zusammenfassung

Die Planung, Montage und Fertigstellung eines über fast 90m gespannten Hangars stellte für alle Beteiligten eine große Herausforderung dar. Planungsintensive Teile im Prozess waren vor allem die Torkonstruktion mit den verbundenen Verformungsbegrenzungen, die Sicherstellung der Stabilität der Bögen trotz filigraner Konstruktion und die korrekte Anordnung der Montagestöße in Bezug auf minimale Momente, maximale Transportmöglichkeit sowie Einfachheit in der Montage. Durch ein schon früh eingesetztes dreidimensionales Gesamtmodell im Anfangsstadium konnten die Schnittstellen schon früh koordiniert und abgestimmt werden. Trotz moderner Planungshilfen war die simple und logische Gestaltung der Struktur besonders wichtig, was sich vor allem in der Gleichmäßigkeit der Details widerspiegelt.

### 5. Literatur

- [EN 1991-3] EN 1991-1-3:2004 : Schneelasten
- [EN 1991-4] EN 1991-1-4:2005 : Windlasten
- [LIGNUM] Erdbebengerechte mehrgeschossige Holzbauten; Lignum, 2010
- [PS92] NF P 06-013:1995; DTU Règles PS92