

## Suvarnabhumi International Airport Bangkok – Engineering, Konfektion und Montage des Membrandachs

### Engineering, Manufacturing and Installing the Membrane roof

Manfred Heeg

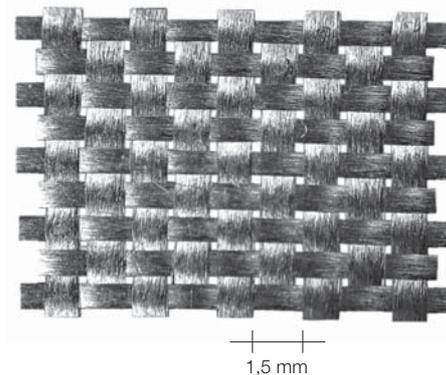
siehe auch Seite 810ff., 818f., 820f.

#### Dreilagiges Membrandach

Mit 110 000 m<sup>2</sup> Membranfläche besitzt der Suvarnabhumi International Airport bereits in seiner ersten Ausbaustufe für 45 Millionen Passagiere pro Jahr das größte Textildach der Welt. Die Umsetzung des Konzeptdesigns in die realisierte Lösung sowie die Auswahl und Entwicklung einschließlich Qualifizierung der Materialien wurde von Hightex Engineering GmbH durchgeführt. Die äußere der drei Membranlagen mit einem Flächengewicht von 1200 g/m<sup>2</sup> besteht aus einem strapazierfähigen Glasfasergewebe, das mit Polytetrafluorethylen (PTFE) beschichtet ist und sich durch einen hohen Reflexionsgrad, extrem hohe Reißfestigkeit, eine schmutzabweisende Oberfläche und hohe Langlebigkeit auszeichnet. Die mittlere Schicht dient primär dem Schallschutz: 6 mm dicke transparente Polycarbonatplatten der Brandklasse B1 sind auf einem Stahlseilnetz im Raster 1 × 1 m befestigt, die Fugen sind akustisch abgedichtet. Bei einem Gewicht der PC-Platten von 7,2 kg/m<sup>2</sup> erreicht der gesamte Dachaufbau ein Schalldämmmaß von 35 dB (Abb.2).

#### Herstellung der inneren Low-E-Membran

Die eigentliche Materialinnovation besteht aus der inneren Membran, deren metallisch schimmernde Unterseite vom Raum aus sichtbar ist (Abb. 1). Als Trägermaterial wurde ein Glasfasergewebe verwendet, das raumseitig mit einer Low-E-Schicht (Low Emissivity) versehen ist. Die Low-E-Beschichtung verhindert, dass das durch Sonneneinstrahlung aufgeheizte Gewebe wie eine Deckenheizung Wärmestrahlung an den Raum abgibt. Nur durch den Einsatz dieses Materials war die Realisierung des raumklimatischen Konzepts von Transsolar (s. S. 820f.) in aller Konsequenz möglich. Das Neue an dieser Membran ist die Kombination der hervorragenden optischen Low-E- und akustischen Absorptionseigenschaften bei gleichzeitig genügender Transluzenz. Ausgehend von einem offen gewebten Glasgewebe mit ca. 280 g/m<sup>2</sup> Rohgewicht wird in einem ersten Arbeitsgang, dem so genannten Primieren oder Grundieren, auf beiden Sei-

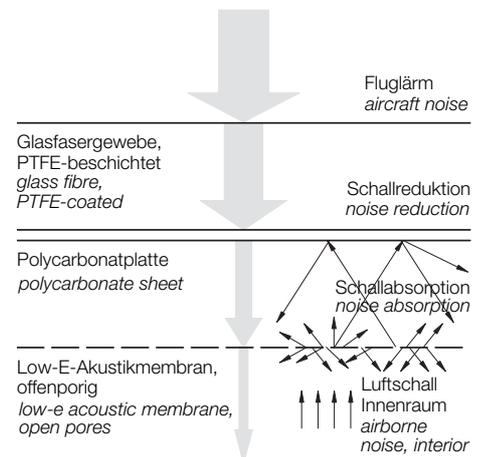


1

ten eine sehr dünne Schicht eines transparenten PTFE-Ter-Polymers, das dem Teflon sehr ähnlich ist, aufgebracht. Im nächsten Arbeitsgang wird auf der Funktionsseite (unten) eine etwa 100 nm dicke Aluminiumschicht im so genannten PVD-Verfahren (physical vapour deposition) aufgedampft. Diese metallische Schicht ist für den Low-E-Wert von 0,4 verantwortlich. Zum Schutz des Aluminiums vor Korrosion erfolgt nun eine weitere Beschichtung mit dem PTFE-Ter-Polymer. Dieses ist hochtransparent und muss auf der unteren Funktionsseite möglichst dünn sein (ca. 10 g/m<sup>2</sup>), um den Low-E-Effekt nicht zu beeinträchtigen. Auf der Oberseite ist sie deutlich höher (ca. 40 g/m<sup>2</sup>), um das Gewebe in der weiteren Verarbeitung handhabbar und mit dem Heizbalken verschweißbar zu machen. Da nun die Poren des Glasgewebes durch die Beschichtung versiegelt sind und akustisch nicht wirksam sein können, wird die Membran erneut erwärmt, bis die Fluorpolymerbeschichtung schmilzt und sich durch Anwendung von Unterdruck die Poren in definierter Größe statistisch verteilt wieder öffnen. Das Flächengewicht der fertigen Membran beträgt 330 g/m<sup>2</sup>, die Reißfestigkeit 3250 N/5 cm und es wird die Brandklasse A2 nach DIN 4102 erreicht. Die optische und akustische Wirksamkeit bzw. das Erreichen der geforderten Werte wurde zunächst im Labor und, nach Fertigstellung der Dachkonstruktion, im Sommer 2005 auch am Gebäude nachgewiesen.

#### Konfektionierung der Membranen

Die Ausführung der Konfektions- und Installationsarbeiten für dieses Bauwerk stellen eine besondere Herausforderung dar. Für die Organisation der Arbeiten wurde in unmittelbarer Nähe des Generalunternehmers ITO Joint Venture ein Baustellenbüro eingerichtet, von dem aus der deutsche Projektmanager das Projekt koordinierte. Für die Ausführung sämtlicher Arbeiten vor Ort sowie die Rekrutierung der erforderlichen ca. 500 Arbeitskräfte wurde zusammen mit einem thailändischen Partner die BO-Hightex Asia Ltd. gegründet. Zur Konfektionierung der Membranen wurden insgesamt 9000 m<sup>2</sup>



2

Hallenfläche in der Nähe des Flughafens angemietet. Die größte Halle mit einer stützenfreien Fläche von 32 × 180 m<sup>2</sup> wurde mit den erforderlichen Schweiß- und Prüfmaschinen ausgestattet (Abb. 3), zwei weitere dienten als Lager- und Vorbereitungsfläche (Abb. 4). Fünf Fertigungsspezialisten leiteten und überwachten die Arbeit eines 120 Mann starken thailändischen Teams, welches im Zwei-Schicht-Betrieb die Herstellung von 108 Außenmembranen (ca. 110 000 m<sup>2</sup>) sowie 102 Innenmembranen (ca. 103 000 m<sup>2</sup>) in zeitlich exakter Abstimmung mit den Montagetams auf der Baustelle durchführte.

#### Montage des Membrandaches

Der Transport der fertigen 1000 m<sup>2</sup>-Membranen wurde materialschonend, ohne aufwändige Faltvorgänge, auf langen Lastwagen zur nahen Baustelle durchgeführt. Dort leiteten 15 erfahrene Membranspezialisten sechs unabhängig voneinander arbeitende Montagetams à 70 Mann. Somit konnte gleichzeitig an sechs Stellen der insgesamt 3000 m langen »Concourse« eine kontinuierliche Installation durchgeführt werden. Ein Team arbeitet – aufgeteilt in Arbeitsgruppen – an fünf Feldern gleichzeitig: Zunächst wird ein Montageliner (Gurtnetz mit PVC-Membranabdeckung) einschließlich der Sicherungseinrichtungen installiert. Dann erfolgt die Montage des Stahlseilnetzes, während die erste Gruppe bereits zum nächsten Feld weiterwandert und dieses vorbereitet. Ist das Stahlseilnetz installiert, wandert dieser Trupp weiter zum nächsten Feld und ein dritter Trupp installiert nun die Polycarbonat Platten im ersten Feld (Abb. 5). Diesem folgt die Montage der Außenmembrane. Wenn das Feld »wasserdicht« ist, kann mit der Montage des Innerliners als letztem Arbeitsvorgang begonnen werden. Danach wird der Montageliner abgebaut und im nächsten freien Feld wieder eingebaut. Alle Schritte wiederholen sich so in einem rollierenden Ablauf, wobei die Membranmontageteams den Stahlbauteams unmittelbar auf dem Fuß folgen, was eine präzise zeitliche Koordination erfordert. Die 108 Felder wurden nach nur 19 Monaten Bauzeit komplett eingedeckt.

Manfred Heeg war als Technischer Direktor der Hightex GmbH, Rimsting am Chiemsee, verantwortlich für das Projekt New Bangkok International Airport.

- 1 innere Membran mit Low-E-Beschichtung
- 2 dreilagiger Membranaufbau, Schema Akustik
- 3 Verschweißen der Membrane
- 4 Falten der Membran in einer Fertigungshalle
- 5 Montage der Polycarbonatplatten auf dem Seilnetz

Manfred Heeg was director of technology of Hightex Engineering GmbH, and responsible for the Suvarnabhumi International Airport.

- 1 Inner membrane with low-e coating
- 2 Triple-layer membrane assembly, acoustics diagram
- 3 Welding the membranes
- 4 The membrane being folded in a production hall
- 5 Installing the PC sheets on the cable mesh



3



4

**Triple-layer membrane roof**

Because the requirements could not be fulfilled with a single membrane the project team developed three layers separated by air pockets. The technical optimisation, material development and detailed planning of the membrane roof was undertaken by Hightex. The outer membrane, weighing 1200g/m<sup>2</sup>, is of glass fibre with a PTFE-coating, distinguished by high reflectance, high tensile strength, dirt-repellence and durability. The middle layer serves primarily as sound protection: 6 mm transparent PC sheets are attached to a steel cable mesh. At 7.2 kg/m<sup>2</sup> for the PC sheets, the entire roof construction attains a sound reduction index of 35 dB (ill. 2).

**Producing the inner low-e membrane**

The innovation occurs in the inner membrane; its metallic, shimmering underside is visible from the interior. (ill. 1). Glass fibre – furnished with a low-e coating on the side facing the interior – was selected as carrier. The membrane combines excellent visual low-e and acoustic absorption properties with translucence. First the open-weave glass fibre, with a gross weight of ca. 280 g/m<sup>2</sup>, is primed on both sides with an ultra-thin layer of transparent PTFE terpolymer. Then an aluminium coating (ca. 100 nm) is applied to the inside. The completed membrane weighs 330 g/m<sup>2</sup>, the tensile strength is 3250 N/5 cm.

**Manufacturing the membrane**

Large halls, totalling 9000 m<sup>2</sup>, were rented near the airport grounds; the largest free-span hall (32 x 180 m) was furnished with the necessary welding and testing equipment (ill. 3); two others were used for storage and preparation (ill. 4). Five manufacturing specialists directed and supervised a team of 120; they produced 210 interior and exterior membranes in precise coordination with the construction teams. Membrane specialists led 6 independent assembly teams. They worked simultaneously at different spots along the concourse. The 108 sectors were completely enclosed in the nineteen-month construction period.



5