

## U- und S-Bahnhof Hamburg-Barmbek als Kristallisationspunkt



Gesamtansicht  
© Meike Hansen (archimages)

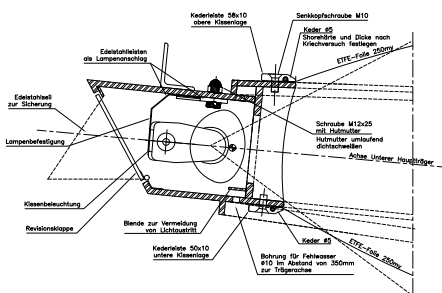
Der Bahnhof in Hamburg-Barmbek ist mit täglich 60.000 Fahrgästen einer der wichtigsten Verkehrsknotenpunkte der Hansestadt. 2004 lobten die Stadt Hamburg und die Hamburger Hochbahn AG einen Wettbewerb aus, den das Architekturbüro ap plan mory osterwalder vielmo stuttgart/berlin gewann. Das Konzept sah vor, das bestehende Bahnhofsgebäude baulich zu arrondieren und mit einer prägnanten Überdachung der Busanlage, die als filigrane Stahlkonstruktion mit einer pneumatischen Kissenfüllung ausgeführt wird, zu kontrastieren. Der Bahnhof sollte zum Kristallisationspunkt und neuen städtebaulichen Bindeglied im Bezirk Hamburg-Barmbek werden.

### Konzept

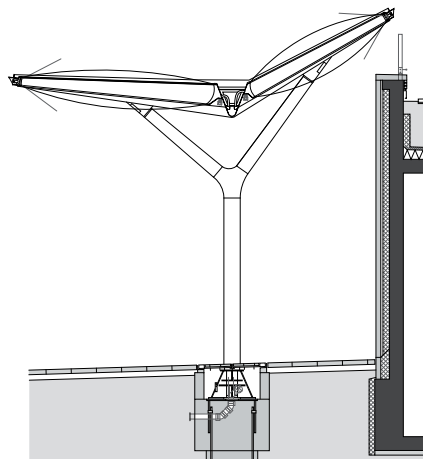
Das Konzept beinhaltet den Neubau der Überdachung der Busanlage sowie der Bahnhofszugänge, den Umbau der Bahnhofs-schalterhallen sowie die Sanierung des historischen Eingangsportals und der bestehenden Stützwände. Die dynamische Geometrie der Zugangsbauwerke der Schalterhallen der U- und S-Bahn und die markante Überdachung der Busanlage verknüpfen die nördlichen und südlichen Stadtquartiere miteinander. Der Entwurf schaffte eine neue städtebauliche Qualität bezüglich der Orientierung und Vernetzung der Verkehrsträger Bahn und Bus sowie Taxi und Fahrrad. Die bis zu 265 m langen Dächer der Busanlage sorgen dafür, dass die Fahrgäste witterungsgeschützt und auf hell ausgeleuchteten Wegen zu den Bussen und Bahnen des Hamburger ÖPNV gelangen.

### Dachkonstruktion

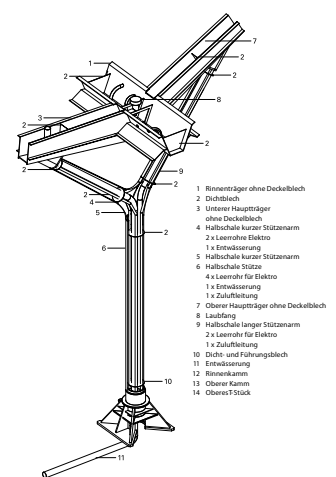
Die über 8 m breiten Überdachungen der zentralen Busanlage sind auf beiden Seiten des Bahnhofs linear angeordnet. Diese hat die Form von Flügeln, die entlang den Mauerwerkswänden zu schweben scheinen. Die Dachflügel werden auf Y-Stützen aufgelegt, sodass eine autarke, frei stehende Konstruktion gewährleistet ist. Die Kombination aus der flügelartigen Stahlkonstruktion und den organisch pneumatisch geformten Kissenfüllungen macht die besondere Ästhetik des Daches aus. Der Mittelträger führt alle Medien in Längsrichtung, ist Hauptsammler der Entwässerung und ist das Rückgrat des Daches. Die komplette technische Infrastruktur einschließlich der Entwässerung wird verdeckt in der Stahlkonstruktion und



Detail: Randträger  
© ap plan architekten



Schnittzeichnung  
© ap plan architekten



Isometrie  
© ap plan architekten



Stahl-Kissen-Konstruktion  
© Sabine Vielmo

den Y-Stützen geführt, sodass eine puristische Anmutung des technisch-architektonischen Konzeptes erreicht wird.

Die Lichttechnik der Busanlage ist ebenfalls in die Stahl-Kissen-Konstruktion integriert. Der kombinierte Einsatz von technischem und atmosphärischem Licht markiert den Bahnhof im städtebaulichen Kontext und schafft Orientierung für die Fahrgäste. Die Materialwahl der Dachkonstruktion ist immanenter Bestandteil des Lichtkonzeptes für Tageslicht- und Kunstlichttechnik.

Die weiße transluzente ETFE-Folie lässt 40% des sichtbaren Lichtspektrums passieren und wirft tagsüber einen angenehmen Schatten. Die in die Randträger der Stahlkonstruktion revisionierbar integrierten Leuchtstoffröhren sind nicht sichtbar und sorgen nachts für eine gleichmäßige Ausleuchtung der Kissenkörper entlang den Bushaltestellen.

Die Farbe der Klinkerfassaden der neuen Bahn-

hofszugänge harmoniert mit den bestehenden historischen Klinkerfassaden. Der Dialog zwischen den tradierten Klinkerstützwänden des Bahnhofes und der modernen die Mauerkrone begleitenden, frei stehenden Stahl-Kissen-Konstruktion der Überdachung der Busanlage erzeugt eine besondere ästhetische Spannung und macht die Gesamtanlage zu einem Stück erlebbarer Stadtgeschichte.

### Konstruktion

Die innovative hoch installierte leichte Dachkonstruktion ist komplett aus Stahl in Verbindung mit pneumatischen ETFE-Folienkissen gefertigt. Durch den Einsatz von ETFE-Kissen konnte eine filigrane Stahlkonstruktion mit sehr großen Stützweiten ausgeführt werden. Die Beleuchtung und die Leerrohre für Strom, Luftversorgung und Entwässerung sind unsichtbar in das Stahltragwerk integriert. Alle Medienleitungen sind in Edelstahl ausge-

führt und verdeckt im Mittelträger des Tragwerks geführt – das Rückgrat der Konstruktion. Der Y-förmige Gussknoten zwischen Stützenstiel und Stützenarmen ist innen hohl und ist werkseitig biegesteif mit den beiden Stützenarmen und dem Stützenstiel verschweißt. In jede Stütze sind ein Entwässerungsrohr, eine Stützluftleitung für die ETFE-Folienkissen und vier Elektroerohre für die Beleuchtung integriert.

Damit die Leitungen aus dem eingespannten Stützenfuß unsichtbar herausgeführt werden können, wird dieser in einen etwa 0,60 m tiefen Revisionschacht mit darunterliegendem Pfahlkopf eingelassen.

Die Flügeltragwerke bestehen aus Y-förmigen Stützen im Abstand von 15 m und darauf aufliegenden 8 m breiten Flügeln und je 12 integrierten Luftkissen.

Für den Transport und für die kurze Montagezeit wurde die Stahlkonstruktion vollständig modular konzipiert. Es gibt die eingespannt aufgeschraubte Y-Stütze mit beiderseitigem Kragarm, den Rinnenträger und die beidseitigen Flügelmäße. Diese Bauteile wurden auf der Baustelle eingehoben, ausgerichtet und dann biegesteif miteinander verschraubt oder verschweißt. Für ein homogenes Erscheinungsbild der Konstruktion ohne überstehende Kopfplatten sorgen Montagestöße mit innen liegenden Kopfplattenanschlüssen, deren Montageöffnungen nach der Montage zugeschweißt und nachbehandelt wurden.

### Bauen mit Luft

Die 151 kleinen Luftkissen auf der steilen Flügelseite sind 2,30 m x 3,90 m groß, die 151 großen Luftkissen auf der flachen Flügelseite 2,3 m x 4,7 m groß. Damit die Kissen von innen her leuchten, strahlen die in die Randträger integrierten T8-Neon-Langfeldleuchten direkt in die Kissen. Die obere und untere Kissenfolie wurde dazu nicht direkt, wie sonst üblich, umlaufend verschweißt, sondern wurde mithilfe einer glasklaren Folie mit Abstand zueinander verschweißt. Obere und untere Folie werden mit eigenen Klemmleisten auf die konischen Flügelträger aufgeschraubt, sodass die Bauhöhe der Flügel in den Kissen verborgen bleibt und die Flügel ruhig und homogen wirken. Im Boden



Y-Stützen aus Stahl  
© Michael Glowasz

Auflagerungsdetail  
© Sabine Vielmo

verlegte Luftleitungen aus einer der beiden Stützluftzentralen speisen über die Stützen, den Y-Arm in die Rinnenträger je 12 Kissen mit Stützluft, wobei jedes Kissen einzeln befüllt wird.

Die Anlage ist selbstregelnd. Den Wechsel von Sommer auf Winter regeln Feuchte- und Temperatursensoren.

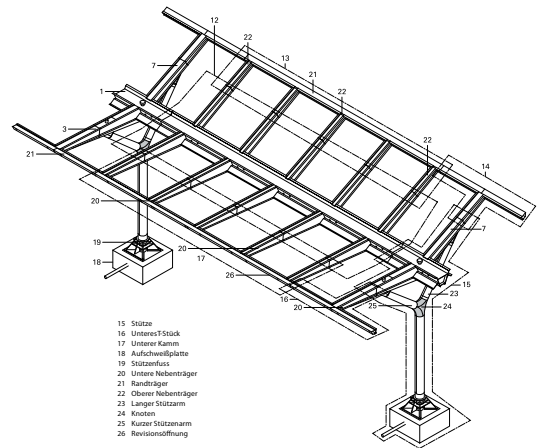
Das Stahl-Folienkissendach wurde mit einer charakteristischen Schneelast von  $0,85 \text{ kN/m}^2$  und einer außergewöhnlichen Schneelast von  $1,96 \text{ kN/m}^2$  sowie einem Bemessungsstaudruck von  $0,59 \text{ kN/m}^2$  bemessen.

### Wirtschaftlichkeit

Äußere Lasten tragen die Folien über ihre Krümmung und einen gegenüber dem Außenluftdruck geringfügig erhöhten Stützluftdruck in den Kissen. Der Umgebungsdruck liegt bei ca.  $1.000 \text{ hPa}$ , das sind  $100.000 \text{ Pascal}$ . Der Druck im Kissen liegt im Sommer  $50 \text{ kg/m}^2 = 500 \text{ Pascal}$  höher, im Winter  $75 \text{ kg} = 750 \text{ Pascal}$ . Für diese geringen Druckunterschiede sind zwei Ventilatoren mit wenigen kW Spitzenleistung ausreichend. Die Kissendächer bleiben bei geringem Luftdruck formstabil und verursachen somit nur minimale Betriebskosten. Bei geringen Beschädigungen der Folie wird der Luftdruck regelungstechnisch entsprechend angepasst. Ein störungsfreier Betrieb der Busanlage wird gewährleistet.

Im Vergleich zu Stahl-Glas-Konstruktionen ist aufgrund der Überdeckung mit der leichten ETFE-Kisstechnologie eine geringere Steifigkeit der Konstruktion erforderlich und damit ein hohes Einsparpotenzial an Stahl erreicht worden. Der Einsatz hochwertiger Materialien in Kombination mit einem C4-lang-Korrosionsschutzsystem (eingehauste Aufbringung) sichert eine lange Nutzungsdauer. Die gesamte Konstruktion ist mit Leerrohren ausgestattet, sodass Installationen später nachgeführt werden können. Darüber hinaus gibt es unter dem Rinnenträger, an den Stützenarmen und entlang den Randträgern Revisions- und Wartungsöffnungen. Weiterhin ist an jedem Einspannpunkt der Stützen ein Revisionschacht vorgesehen, der die Zugänglichkeit zum Fußpunkt ermöglicht. Alle Montageeinheiten wurden bereits werkseitig mit TGA-Leerrohren samt Ziehdrähten bestückt und als luftdichte Konstruktion hergestellt. Die der ETFE-Folie zeitlebens eigene sehr niedrige Oberflächenspannung von nur  $25 \text{ N/m}$  sorgt dafür, dass Schmutz nicht fest anhaftet und vom Regen weggespült wird. Die Dächer werden deshalb praktisch reinigungsfrei sein und dauerhaft sauber, hell und wertig wirken.

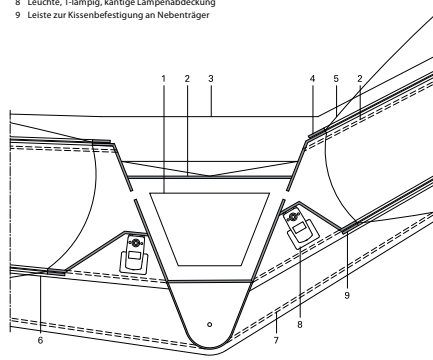
Im Gegensatz zu den meisten Kunststoffen erfährt das weichmacherfreie Copolymer ETFE keine erkennbare Alterung – weder in Bezug auf die Festigkeit, die Oberflächenrauigkeit noch in



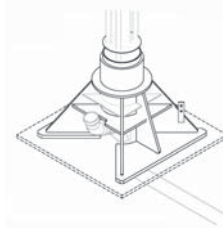
- 15 Stütze
- 16 UnteresT-Stück
- 17 OberesT-Stück
- 18 Aufschweißplatte
- 19 Stützenfuß
- 20 Untere Nebenträger
- 21 Randträger
- 22 Oberer Nebenträger
- 23 Langer Stützenarm
- 24 Knoten
- 25 Kurzer Stützenarm
- 26 Revisionsöffnung

Dachstruktur  
© ap plan architekten

- 1 Umlaufender Rahmen zur Aussteifung
- 2 Wasserführende Ebene
- 3 Aufkantung Rand-Nebenträger
- 4 Leiste zur Kissenbefestigung an Hauptträger
- 5 Stützluftkissen aus ETFE Membran
- 6 Leiste am Nebenträger
- 7 Untersicht Hauptträger
- 8 Leuchte, 1-lampig, kantige Lampenabdeckung
- 9 Leiste zur Kissenbefestigung an Nebenträger

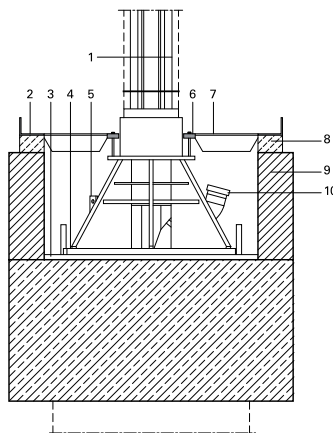


Rinnenträger  
© ap plan architekten



Stützenfuß  
© ap plan architekten

- 1 Versorgungsleitungen
- 2 Rost, umlaufend
- 3 Einbauplatte
- 4 Fußplatte, verschweißt
- 5 Anschluss für Blitzschutz
- 6 Blechring
- 7 Aussteifungsrippe
- 8 Ausgleichsmörtel
- 9 Schachtwand
- 10 Revision Entwässerungsrohr



Fundamentausbildung  
© ap plan architekten

Bezug auf die Transluzenz und empfiehlt sich somit für die Anwendung bei Dauerbauten. Stahl gewichtsmäßig und ETFE flächenmäßig sind die beiden die Busdächer bestimmenden Werkstoffe. Beide sind am Ende der langen Nutzungszeit vollständig und hochwertig recycelbar.

Julian Vielmo  
Gerd Schmid

Bauherr  
Hamburger Hochbahn AG

Architekten  
Julian Vielmo – ap plan architekten- und ingenieurgesellschaft mbh, Berlin

Tragwerksplaner  
form TL ingenieure für tragwerk und leichtbau gmbh, Radolfzell

Stahlbau  
Heinrich Rohlfing GmbH, Stemedede-Niedermehren