

Überdachung mit Membrandach

Holztragwerk, Brandschutzkonzept und Erfahrungsbericht einer Lückenüberdachung mit Membrandach aus dem Jahr 2006.

Membrandach	26
Steckbrief	29
Holztragwerk	30
Erfahrungsbericht	31
Fazit	31





Elegante Dachlösung inmitten von Industrie: Eine Membran aus Polyester-
gewebe überspannt eine BS-Holz-
Konstruktion. Wichtigstes Kriterium war
die Vermeidung von Brandüberschlag

Membrandach

Lückenschließer mit Lichtdurchlass

► Eine Dachkonstruktion aus Holz sollte die Lücke zwischen zwei Lagerhallen schließen. Taghell wollte man den neuen Zufahrtsbereich, also überspannt eine lichtdurchlässige Membran die Konstruktion. Besonders spannend war der Brandschutz.

Das 1968 gegründete Industriebetrieb Pinus Holzimport GmbH aus Karlsruhe benötigte eine etwa 70 m lange Lückenüberdachung zwischen zwei bestehenden Lagerhallen. Die Anlieferung und der Abtransport von Holzprodukten aller Art sollten zukünftig im Trockenen stattfinden.

Aus Gründen der Arbeitssicherheit sollte der Zufahrtsbereich außerdem ausschließlich mit Tageslicht auskommen. Zusätzliche künstliche Beleuchtung führt erfahrungsgemäß häufig zur Blendung und dadurch zu Unfällen mit schnell fahrenden Gabelstaplern. Eine Situation, die in diesem Bereich vorliegt.

Die Wahl fiel auf ein Brett-schicht(BS-)Holz-Tragwerk in Kombination mit einer transluzenten Membran. Da der betreffende Bereich eine Brandschneise darstellt, schien eine Überdachung hier zunächst unerfüllbar. Mit den entsprechenden bauphysikalischen und materialtechnischen

Kenntnissen konnten die Architekten jedoch alle Nachweise liefern und plausibel darlegen.

Membrandach im Brandschutzkonzept günstig bewertet

Weil die Lückenüberdachung die bestehenden Lagerhallen verbindet, gilt sie als integrierter Gebäudebestandteil. Das hatte zur Folge, dass das Brandschutzkonzept einerseits einen Rauchabzug forderte und andererseits eine Dachdeckung, die einen Brandüberschlag verhindern kann.

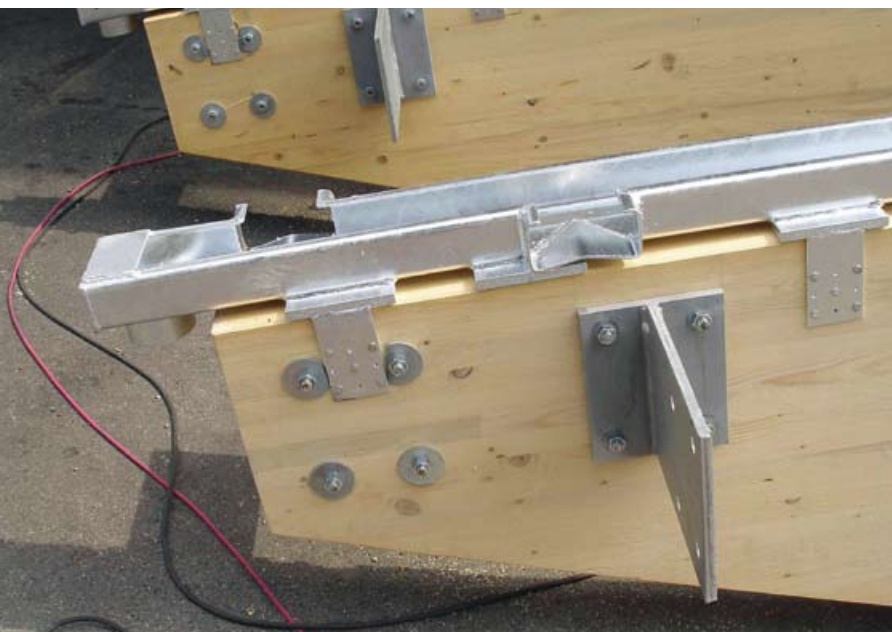
Die Branddirektion ließ zunächst nur zwei Möglichkeiten zu: eine Überdachung mit angrenzender Brandwand, was hohe Kosten und eine starke Einschränkung der Transportwege bedeutet hätte, oder eine „Brandschneise“ von mindestens 10 m Breite zu lassen, das heißt oben offen, also ohne Dach.

Beides kam für die Architekten nicht in Frage. Sie suchten weiter

nach einer Alternative, die beide Forderungen erfüllt. Sie fanden die Lösung in der Membran: Die Schweißnähte des Membrandaches lösen sich ab 200 °C, sodass sich die Dachfläche unter einem Brandherd sofort öffnen würde und Brandgase und Rauch entweichen könnten. Ein direkter Rauchabzug war damit im Brandfall an jeder Stelle der Überdachung gewährleistet. Die Konstruktion samt „Dachüberstand“ setzt außerdem so auf den Unterzügen auf, dass sie rundum offen ist. Auch hier kann Rauch entweichen.

Ein weiteres Plus: Membrandächer aus PVC-beschichtetem Polyestergerüst verhalten sich im Brandfall günstig. Sie sind nach DIN 4102 als B1 (schwer entflammbar) klassifiziert und brennen nur unter direkter Feuereinwirkung. Sobald die Feuerquelle verlischt, hört auch das Material auf zu brennen. Ein Brandüberschlag kann damit ausgeschlossen werden.

◀ Über die gesamte Länge der BS-Holz-Bogenoberseiten aufgebraute Klemmschienen ermöglichen das Einspannen der Membran





ZELTBAU INGENIEURBÜRO FUCHSLOCHER

Gegen diese Argumente hatte die Brandbehörde nach längerem Abwägen nichts einzuwenden und stimmte der Konstruktion am Ende zu.

Holztragwerk mit aufgeständertem Membrandach

Das Haupttragwerk der rund 68 m langen Dachkonstruktion bilden BS-Holz-Bogenbinder (b/h = 20 cm x 40 – 100 cm) im Abstand von 7,55 m. Sie stützen sich auf Randunterzügen aus BS-Holz auf, die den Konturen der bestehenden Hallen folgen. Die auskragenden Binderenden sind über Stahlteile gabelgelagert an sie angeschlossen.

Da sich die Auflagerabstände ständig ändern, ist jeder Bogen ein Unikat. Zwar sind die Radien immer gleich, doch Länge und Höhe der Bögen variieren aufgrund der immer schmäler werdenden Lücke – der Einfahrtsbereich ist etwa 20 m breit und verengt sich nach hinten auf rund 10 m.

Diagonalverstrebrungen und Pfetten sind so zwischen den Bogenbindern angeordnet, dass sie liegende fachwerkartige Träger bilden. Sie steifen die Dachkonstruktion aus und sichern die BS-Holz-Bögen – indem sie in der oberen Querschnittshälfte angeschlossen sind – gleichzeitig auch gegen Kippen. Einige Verbände in Dachebene müssen außerdem die als Pendelstützen ausgeführten Stahlbetonstützen halten und sind daher zum Teil direkt an den Unterzügen angeschlossen.

Als Dachhaut fungiert eine Membran aus Polyestergewebe, die über gebogene Stahlrohrprofile gespannt

und auf den Binderoberseiten und Dachrändern mit Klemmschienen fixiert ist. So ergibt sich eine reizvoll gewellte Dachlandschaft.

Das Membrandach ist konzipiert als eigenständige, in sich stabile Konstruktion aus Stahlrohrbögen mit Zugstäben und der Membran. Es setzt direkt auf den BS-Holz-Bogenbindern auf – quasi als zweite Konstruktionsebene. Bis zu vier Stahlrohrbögen spannen pro Feld von Binder zu Binder.

Diese „Dacheindeckung“ ist im Vergleich zu jeder anderen auch die leichteste. Damit beeinflusste sie die Dimensionierung der Tragwerksquerschnitte positiv.

E-Modul des Gewebes hängt von der Charge ab

Für die Berechnung und Planung des Membrandaches wurde ein Spezialbüro für Zeltbau beauftragt. Als Werkstoff wählte es ein PVC-beschichtetes Polyestergewebe, ein sehr häufig verwendetes Material im textilen Bauen. Da der E-Modul des Materials für die Tragwerksplanung bekannt sein muss, dieser jedoch bei jeder hergestellten Gewebe-Charge anders ausfällt, war es unerlässlich, zuerst die Charge auszuwählen und dann den chargenspezifischen E-Modul entweder durch Biaxialtests oder aus Erfahrungswerten zu ermitteln. Die gewählte Gewebe-Charge musste außerdem für das gesamte Dach ausreichen, da verschiedene Chargen nicht gemischt werden dürfen.

Die Transluzenz der Membran liegt bei etwa 15% (7000 bis 8000 Lux). Unter dem Dach ist es demnach

◀ Ein Feld wird überdacht: Alle vier Ränder der noch locker auf den Stahlrohrbögen liegenden Membran werden an den Klemmschienen befestigt

STECKBRIEF

Bauvorhaben:

Lückenüberdachung
Industriehobelwerk
PINUS Holzimport GmbH
in Karlsruhe

Bauweise:

Ingenieur-Holzbau

Bauzeit:

Juni bis September 2006

Baujahr:

2006

Baukosten:

ca. 200 000 Euro (Netto)

Bauherr:

PINUS Holzimport GmbH
Karlsruhe KG
D-76189 Karlsruhe
www.pinus.de

Architektur:

archis Architekten +
Ingenieure GmbH
D-76133 Karlsruhe
www.archis.de

Tragwerksplanung und Holzbau:

Stephan Holzbau GmbH
D-74405 Gaildorf
www.stephan-holz.de

Tragwerksplanung Membran:

Zeltbau
Ingenieurbüro Fuchslocher
D-78464 Konstanz
www.zeltbau-fuchslocher.de

Lieferung Membran:

Avarus Leichtbauten GmbH
D-78464 Konstanz
www.avarus.de

► Detail
Verbands-
anschluss und
Detail
Binderan-
schluss/
Gabellagerung



ZELTBAU INGENIEURBÜRO FUCHSLOCHER



STEPHAN HOLZBAU GMBH



wunschgemäß taghell. Zum Vergleich: In Krankenhäusern sind im Operationsaal 1000 Lux gefordert.

Damit das Polyestergewebe gegen UV-Strahlung – und infolgedessen gegen Materialversprödung – besser geschützt ist, erhielt es eine beidseitige PVC-Beschichtung sowie einen Oberflächenschutz aus Acryllack.

Vierseitiges Einspannen der Membran mit Klemmschienen

Die Membran wurde nach Aufmaß des Bestandes und auf Grundlage der Planunterlagen im Werk vorkonfektioniert und montagefertig auf die

Baustelle geliefert. Das Dach wurde feldweise, von BS-Holz-Binder zu BS-Holz-Binder, gedeckt. Dazu legten die Monteure die Membran über die Stahlrohrbögen und spannten die Ränder wie in einen Rahmen an den Dachkanten und Binderoberseiten in spezielle Klemmschienen ein.

Die teleskopartig ausgeführten Stahlrohrbögen sind während der Montage des Membrandaches noch nicht „ausgefahren“, sodass das Polyestergewebe locker darüber liegt. Erst zum Schluss wurden die Bögen über Hydraulikpressen nach oben gedrückt, sodass der vergrößerte Bogenradius die Membran spannt. So

▲ Das Dach stützt sich zum Teil auf als Pendelstützen ausgeführten Stahlbetonstützen ab

ergibt sich die Wellenform der Dachlandschaft.

Die Vorspannkräfte aus der Membran werden über die Stahlrohrbögen in die Zugstäbe eingeleitet und von diesen aufgenommen. Die Membranspannung hält nun auch die Stahlrohrbögen in Position.

Durch das Herunterspannen der Membran auf die BS-Holz-Bögen entstehen außerdem definierte „Rinnen“ zur Dachentwässerung. Sich sammelndes Wasser wird über Dachrinnen und Rohrstücke an den Versätzen auf die Bestandsdächer abgeleitet. Von hier aus wird es planmäßig nach unten in die Kanalisation geführt.

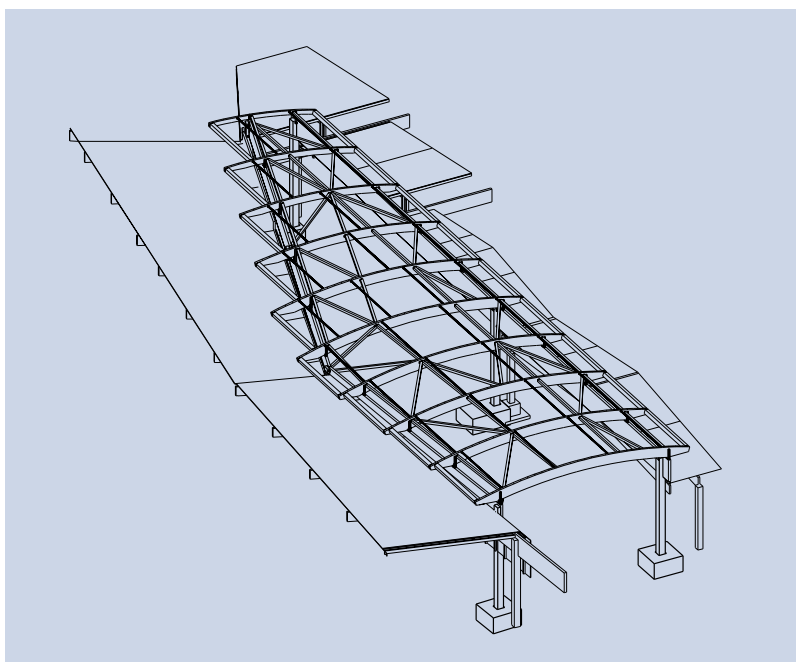
Materialkombination hielt, was sie verspricht

Auch nach sechs Jahren Standzeit ist die Dachkonstruktion heute noch so schön wie am ersten Tag. Sie ist nach wie vor ein Blickfang. Auch ihre Qualitäten in Sachen Helligkeit und Praxistauglichkeit haben sich bei allen Witterungslagen bewährt.

Das liegt zum einen an dem schmutzabweisenden Verhalten und der guten Selbstreinigungskraft des Materials, zum anderen liegt es an der hohen UV-Durchlässigkeit und -Stabilität des Membranwerkstoffes.

Letzteres bringt eine Lebensdauer der Dachkonstruktion von mehreren Jahrzehnten mit sich, ohne nennenswerte Änderungen im mechanischen Verhalten oder optischen Erscheinungsbild.

◀ Isometrie der Lückenüberdachung mit Bogenbindern und Verstreben im Dachrandbereich als liegende Fachwerke



STEPHAN HOLZBAU GMBH



ZELTBAU INGENIEURBÜRO FUCHSLOCHER

► Die Stahlrohrbögen erzeugen die Wellenform des Membrandaches. Durch Herunterspannen der Membran auf die BS-Holz-Bögen entstehen definierte „Rinnen“ zur Entwässerung

So war es bisher nicht erforderlich, die Dachhaut zu reinigen, obwohl durch den nahe gelegenen Rheinhafen durchaus viel verschmutzte Luft über das Dach weht.

Das Tageslicht beleuchtet durch die Membran hindurch den gesamten Zufahrtbereich gleichmäßig hell, selbst bei trübem Wetter.

Die Grundausleuchtung ist also immer sehr gut – ein angenehmer Zusatznutzen bei Membrandächern, der hier die gesuchte Lösung der Bauaufgabe war.

Man könnte sich zuletzt fragen, ob Feuchtigkeit in Form von Kondensat auf der Unterseite der Membran entsteht und was mit der Holzkonstruktion geschieht, wenn es zu den Klemmschienen hin abläuft. Das Problem stellt sich jedoch gar nicht: Bei einem PVC-beschichteten Polyestergerewebe gibt es keine Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Innenseite, wenn das Wetter kurzfristig von warm auf kalt wechselt oder tagsüber sehr viel höhere Temperaturen herrschen als nachts. Dementsprechend

ist das Holztragwerk so unversehrt wie am Anfang. Abgesehen davon ist die Holzkonstruktion samt Membran als Überdachung im Außenraum immer luftumspült. Feuchtigkeit würde also jederzeit wieder abtrocknen.

Im Hinblick auf die Arbeitssicherheit lässt sich ein weiterer Vorteil anführen: Im Vergleich zu jeder anderen Dachdeckung geht das Verletzungsrisiko für Personen im Schadensfall gegen null.

Dipl.-Ing. (FH) Susanne Jacob-Freitag,
Karlsruhe ■



ZELTBAU INGENIEURBÜRO FUCHSLOCHER

PROJEKT 3

Fazit

Aufgabe elegant gelöst

Bei diesem Bauvorhaben ist es den Architekten zu verdanken, dass sie sich von den Brandschutzanforderungen nicht haben abschrecken lassen, eine andere machbare Konstruktion zu suchen. Die Lückenüberdachung ist ein Glücksfall für die Pinus Holzimport GmbH und eine Augenweide für den, der sie betrachtet. Dass sie aber vor allem das bietet, was sie sollte, zeigt, dass es sich lohnt, auch gegen Widerstände weiter zu denken. Sonst hätten wir auf diese Wellen verzichten müssen, die seit Jahren in einem Karlsruher Industriegebiet ein leuchtendes Beispiel guter Architektur abgeben. Eleganter hätte man das Dach nicht lösen können.