

Glasdach Mensa und Rektorat der Technischen Universität Dresden

An der Technischen Universität Dresden entstand im Zuge der Modernisierung der Mensa und des Rektorats ein Glasdach eigener Prägung. Entwurf und Planung des Dachtragwerks als ungerichtete Konstruktion mit Haupt- und Nebenträgern aus Verbund-Sicherheitsglas werden ausführlich dargestellt. Beschrieben werden auch die durchgeführten Bauteilprüfungen zur Erlangung der Zustimmung im Einzelfall für die Konstruktion. Weitere Schwerpunkte des Beitrags sind die Herstellung, die Produktionsüberwachung und die Montage der Glasdachkonstruktion.

Glass Roof of the refectory and the rectorate at the Technische Universität Dresden. *A Glass Roof has been erected during the modernisation of the refectory and the rectorate of the Technische Universität Dresden. The design and the planning process of the undirected glass roof with the structural use of glass beams are explained. This paper describes the tests for an individual approval for the use of glass in the roof construction that is not regulated in building codes. There are further emphasises the manufacture, the production and the assembly of the glass roof.*

1 Einführung

Der Komplex „Alte Mensa und Rektorat“ der Technischen Universität Dresden ist von verschiedenen Gebäuden gekennzeichnet, welche über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten des vergangenen Jahrhunderts errichtet, erweitert und umgestaltet wurden. Entsprechend vielgestaltig sind Architektur wie auch verwendete Materialien und Konstruktionen. Die notwendig gewordene Baumaßnahme stellte nicht nur die Aufgabe, die Bausubstanz zu sanieren und zu modernisieren. Vielmehr ging es in der Gesamtheit auch darum, heutige gastronomische und betriebliche Anforderungen in ein gästefreundliches und wirtschaftliches Konzept umzusetzen. So entsteht aus dem ehemaligen Innenhof eine neue Essenausgabe als zentraler Marktplatz. Aus diesen Überlegungen entstand die Idee, einen weitgehend entmaterialisierten „Glashimmel“ als verbindendes Element zwischen dem umliegenden denkmalgeschützten Bestand und dem zentralen, funktional entwickelten Neubaukern zu schaffen.

2 Entwurf und Konstruktion

Die Alte Mensa der Technischen Universität Dresden stellt zusammen mit dem Rektorat einen größeren Gebäude-

komplex verschiedener Baujahre dar. Bei allen Gebäuden handelt sich um Massivbauten mit verschiedenen Deckensystemen und unterschiedlichen Dachtragwerken.

Im Zuge der Modernisierungs- und Umgestaltungsmaßnahmen der Mensa wurde im ehemaligen Innenhof die zentrale Essenausgabe angeordnet, welche über zwei Aufzüge aus dem Kellergeschoß bedient wird (Bild 1). Aus funktionalen Gesichtspunkten wurde der Kern einschließlich der Dachdecke als Stahlbetonkonstruktion hergestellt, wobei das Dach mit Außenabmessungen von etwa 17 m × 12 m über den Kern allseitig etwa 3,5 m auskragt.

Das etwa 6 m breite Glasdach umfaßt das Stahlbetondach und hat Außenabmessungen von etwa 29 m × 24 m. Die Tragkonstruktion wurde als Trägerrost aus Haupt- und Nebenträgern in einem Systemraster von 1,45 m × 1,45 m ausgebildet. Der Gesamtträgerrost wurde dabei in einzelne Trägersegmente aus jeweils zwei Hauptträgern (Länge etwa 5,80 m) mit drei biegesteif angeschlossenen Nebenträgern (Länge etwa 1,45 m) gegliedert. Zwischen diesen Segmenten wurden Nebenträger gelenkig angeschlossen und mit Fugen zur Aufnahme von Temperaturdehnungen und Montagetoleranzen versehen. Das optische Erscheinungsbild sollte für das gesamte Dach gleich sein. Daraus ergab sich für die vier Eckbereiche (etwa 5,80 m × 5,80 m) eine Sondersituation. Verschieden lange Hauptträger wurden kreuzweise entsprechend dem Achsraster angeordnet. Durch die wechselnden Tragrichtungen werden die Lasten relativ gleichmäßig auf die Randbereiche verteilt. Die Anschlüsse der Träger untereinander erfolgten biegesteif.

Die Dachfläche wurde durch eine Überkopfverglasung mit ungefähr 3° Neigung gebildet. Die Mehrscheiben-Isoliergläser mit Abmessungen von etwa 1,45 m × 1,45 m wurden vierseitig auf die Haupt- und Nebenträger aufgelagert und befestigt (Bild 2).

Die Glasbalken als Haupt- und Nebenträger haben eine Höhe von 350 mm und wurden als Verbund-Sicherheitsglas aus vier 12 mm dicken Einscheiben-Sicherheitsgläsern hergestellt. An der Oberseite der Glasbalken wurde ein Flachstahl als Zwischenelement zur Glasscheibenaufgabe und -befestigung mit Silikon DC 993 aufgeklebt (Bild 3). Die Auflager der Haupt- und Nebenträger aus Glas bestehen aus geschweißten Stahlblechen (Bild 4). Sämtliche Kontaktflächen zwischen Glas und Stahl wurden durch elastische Schichten getrennt.

Diese tragende Glaskonstruktion stellt eine nicht geregelte Bauart dar, für die grundsätzlich eine Zustimmung

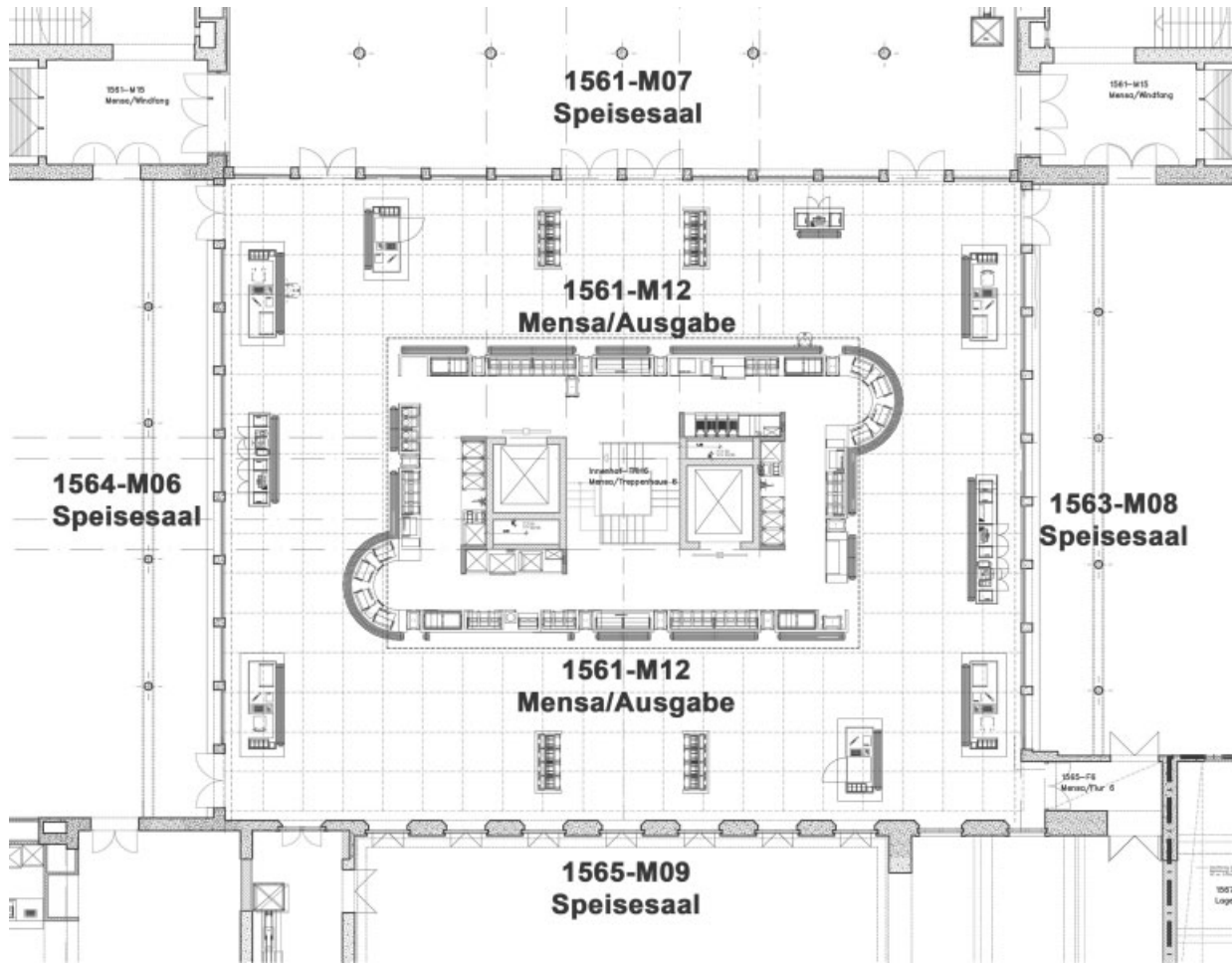


Bild 1. Übersicht der Mensa mit zentraler Essensausgabe
 Fig. 1. Overview of the refectory with the central serving counter

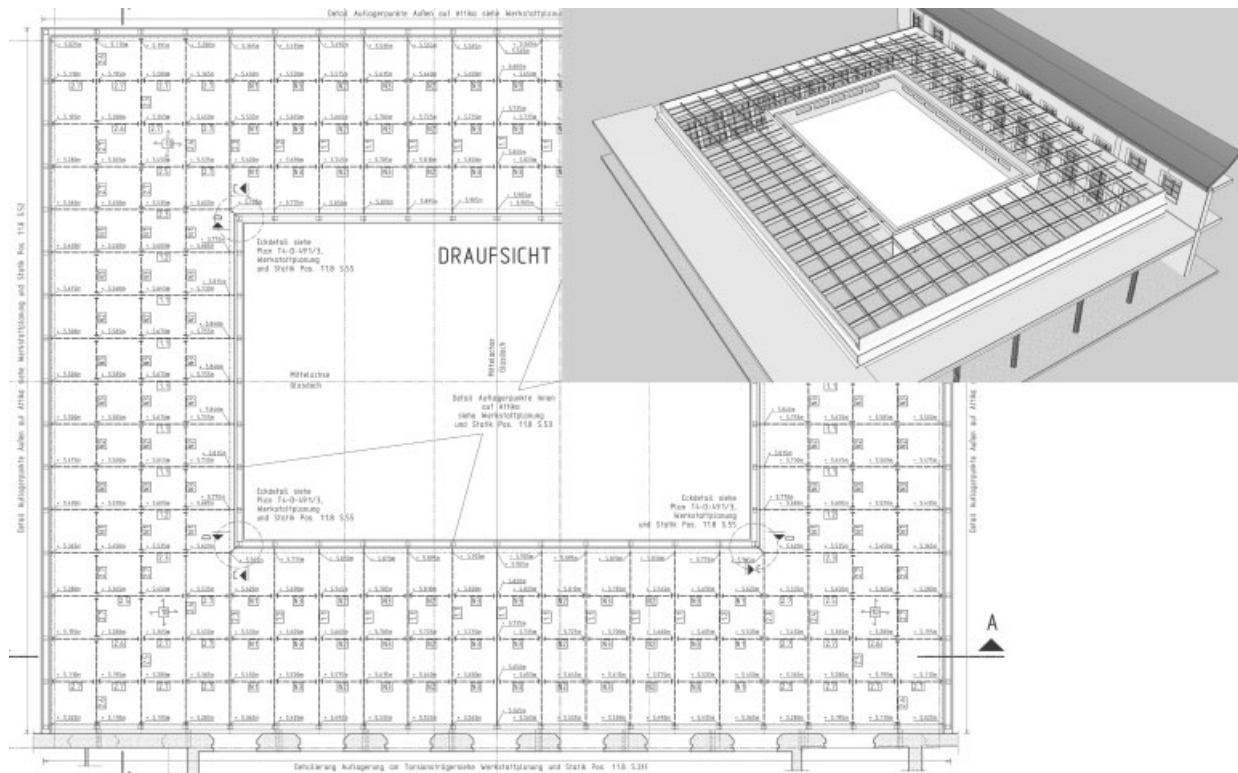


Bild 2. Tragsystem mit Visualisierung
 Fig. 2. Load bearing system with visualisation

Schnitt Kreuzungspunkt Glasschwert

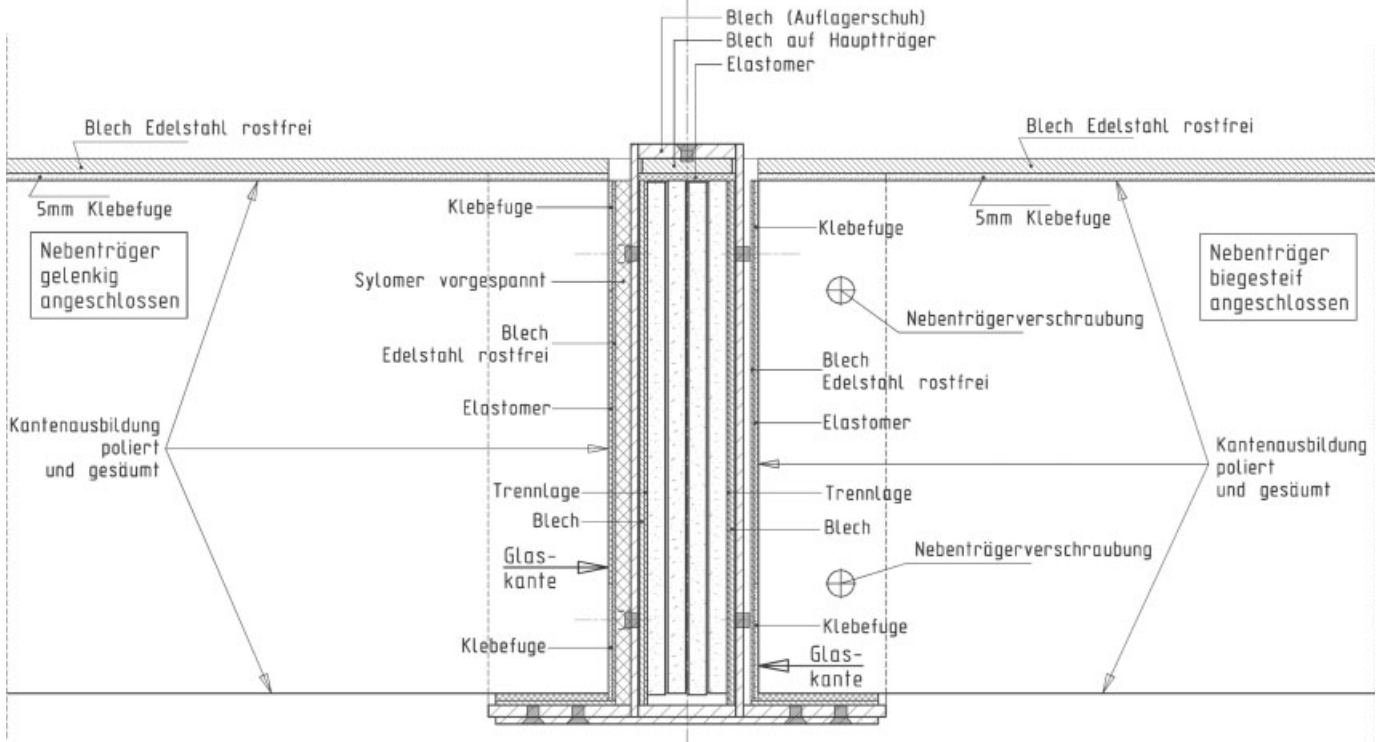


Bild 3. Detailausbildung Glasbalken
Fig. 3. Detail of glassbeam

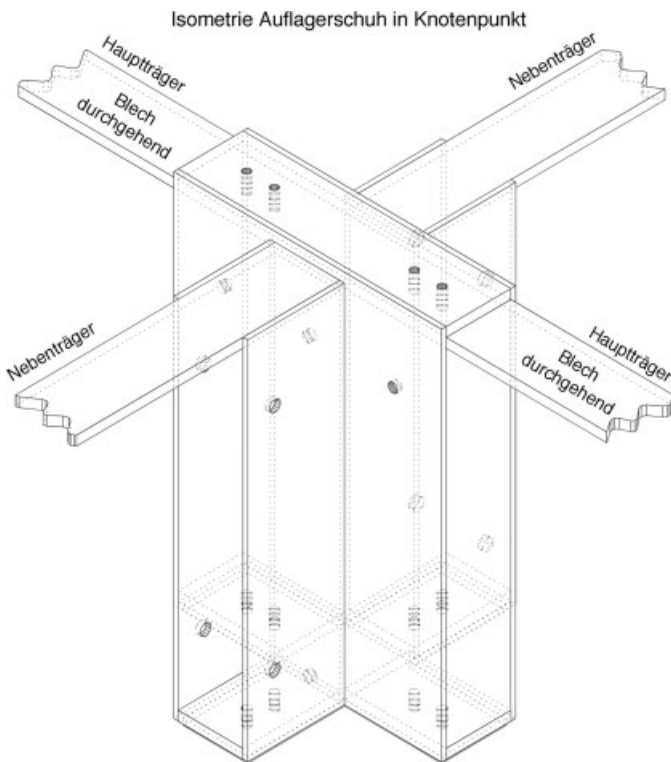


Bild 4. Detailausbildung Auflagerschuh
Fig. 4. Detail of supporting shoe

im Einzelfall zu erwirken ist. Dies betrifft insbesondere die Glasbalken. Für Überkopfverglasungen sind die Anforderungen der Technischen Regeln für die Verwendung linienförmig gelagerter Verglasungen (TRLV) zu beachten.

Der überwiegende Teil der Glasbalken stellte hinsichtlich Berechnung und Bemessung keine Besonderheit dar. Die Belastungen werden in der Regel gleichmäßig eingetragen.

Insgesamt ergaben sich folgende wesentliche Bearbeitungsschwerpunkte:

- Bemessungsspannungen: Die in vorliegenden Normen und Richtlinien festgelegten zulässigen Spannungen für verschiedene Glasarten waren für Beanspruchungen in Scheibenrichtung nicht voll übertragbar. Hierzu galt es, zum Beispiel Versuchsberichte bereits durchgeführter Bauteilversuche hinsichtlich der Übertragbarkeit der Ergebnisse zu prüfen.
- Längsverdrehungen der Träger: Aufgrund der Trägeranordnung in den Eckbereichen des Daches ergaben sich zwangsläufig Anschlußpunkte, in denen Torsionsmomente eingetragen werden. Eine volle Aufnahme durch die Träger selbst war nicht möglich, so daß konstruktive Lösungen gefunden werden mußten.
- Knotenausbildung: Die Knotenverbindung mußte aufgrund der transparenten Gesamtkonstruktion möglichst geringe Abmessungen unter Berücksichtigung von Ausgleichmöglichkeiten für Temperaturdehnungen und Montagetoleranzen aufweisen.
- Montage- und Demontagefähigkeit: Wichtig war es, ein Tragwerk mit vertretbarem Aufwand für Montage wie auch eine mögliche partielle Demontage im Schadensfall zu entwerfen und umzusetzen.

Im Ergebnis der Planung wurden verlässliche Grenzwerte für die Bemessung und die konstruktive Durchbildung bestimmt. Mit der beschriebenen Segmentausbildung und Knotendetaillierung wurden konstruktive Lösungen als Ergebnis der Optimierung hinsichtlich Gestaltung, Lastabtragung, Zwangsbeanspruchungen, Gebrauchstauglichkeit, Montage- und Demontagefähigkeit sowie auch im Hinblick auf die Eingrenzung der erforderlichen experimentellen Versuche gefunden.

3 Prüfungen für die Zustimmung im Einzelfall

Die Standsicherheit der Dachkonstruktion aus lastabtragenden Glasträgern wurde für die Zustimmung im Einzelfall durch Prüfungen an Originalbauteilen nachgewiesen. In der Prüfhalle des Instituts für Baukonstruktion an der Technischen Universität Dresden wurden je drei Prüfungen der Tragfähigkeit und der Resttragfähigkeit des am höchsten belasteten Glasträgers durchgeführt. Die Anzahl der Prüfungen sowie der Prüfungsablauf wurden von der Landesstelle für Bautechnik vorgegeben. Die erforderlichen Belastungen wurden der geprüften statischen Berechnung entnommen und ergeben sich aus den Eigenlasten der Aufsatzkonstruktion, der Verglasung sowie der zu berücksichtigenden Schneelasten.

Der am höchsten belastete Glasträger befindet sich jeweils im Eckbereich der Dachkonstruktion. Aufgrund des erforderlichen stützenfreien Lastabtrags kommt es zu einer großen punktuellen Lasteinleitung in einen Glasträger. Die punktuelle Last ergibt sich aus der Eigen- und Auflast von etwa der halben Dachfläche im Eckbereich. Der hoch belastete Glasträger wird durch drei Nebenträger jeweils durch Lochleibungsverbindungen mit dem benachbarten Glasträger annähernd biegesteif verbunden. Die Trag- und Resttragfähigkeit des am höchsten belasteten Glasträgers wurde an dem in Bild 5 dargestellten Versuchsaufbau mit zusätzlich drei Glasnebenträgern und einem weiteren Glashaupträger durchgeführt. Die Belastung wurde nur an den Verbindungsknoten in die Konstruktion eingeleitet und betrug bei der Prüfung der Tragfähigkeit je Knoten etwa $P = 10 \text{ kN}$ und an dem hoch belasteten Knoten bei einer Lastausmitte von $e \approx 120 \text{ mm}$ etwa $A = 60 \text{ kN}$ (Bild 5). Während der Prüfung der Resttragfähigkeit war die Belastung etwa ein Viertel so groß. Die Belastung wurde durch einen hydraulischen Prüfzylinder einerseits direkt und durch einen weiteren hydraulischen Prüfzylinder andererseits über ein dreidimensionales Lastgeschirr aus Stahlprofilen in die Versuchskonstruktion eingeleitet.

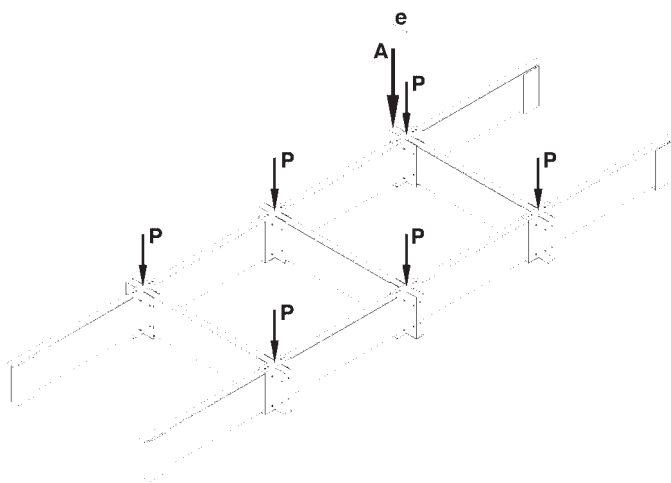


Bild 5. Belastungsschema für die Prüfungen der Tragfähigkeit und der Resttragfähigkeit der Dachkonstruktion aus Glasträgern

Fig. 5. Schematic load distribution for the tests of the load bearing capacity and the load bearing capacity after breakage of the glass beams in the roof structure



Bild 6. Tragfähigkeitsprüfung der Glaskonstruktion in der Prüfhalle des Instituts für Baukonstruktion an der Technischen Universität Dresden

Fig. 6. Test of the load bearing capacity of the glass construction at the testing laboratory of the institute of building construction at the Technischen Universität Dresden

Für die erfolgreiche Prüfung der Tragfähigkeit (Bild 6) mußte die Dachkonstruktion aus Glasträgern in der Lage sein, mindestens die dreifache Bemessungslast schadensfrei abzutragen. Die Prüfung der Resttragfähigkeit galt in diesem Fall als bestanden, wenn die teilweise zerstörten Glasträger der Dachkonstruktion die Eigen- und die halben Schneelasten über eine Zeitspanne von mindestens zwölf Stunden und ohne weitere Verformungszunahmen abtragen kann. Während der experimentellen Untersuchungen wurden Verformungen und Kräfte der Versuchskonstruktion digital erfaßt.

Nach der erfolgreichen Durchführung von drei Tragfähigkeitsprüfungen und drei Prüfungen der Resttragfähigkeit wurde an der Versuchskonstruktion etwa die vier- bis fünfmalige Bemessungslast als maximale Bruchlast ermittelt.

4 Werkplanung

Bei dem Glasdach der Technischen Universität Dresden konnte auf die sehr genaue Detailplanung, die statische Berechnung und die Ergebnisse der Bauteilprüfung aufgebaut werden. Zusätzlich muß im Gebrauch der Dachkon-



Bild 7. Einspitzen des Silikons zwischen Glasträger und Edelstahlprofil
Fig. 7. Injection of the silicon between the glass beam and the profile of high-grade steel

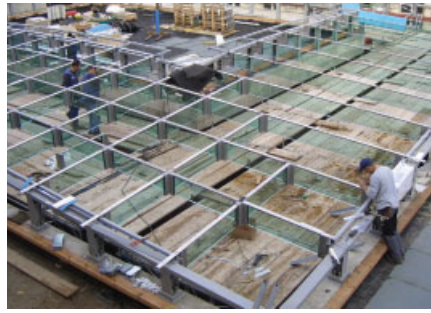


Bild 8. Montage des Glasdachs
Fig. 8. Installation of the glass roof



Bild 9. Fertige Dachkonstruktion
Fig. 9. Complete roof construction

struktions eine funktionierende Belüftung und Entwässerung des Glasfalzes sowie die Ableitung von Leckwasser über die zweite Entwässerungsebene gewährleistet werden. Als Adapter zwischen Glasträger und Dachverglasung wurden Edelstahlprofile mit Silikon DC 993 auf die Glasträger geklebt. Auf diesen Edelstahlprofilen der Längsträger liegen die Stahlschuhe der Querträger auf. Um die Höhe der Auflageflansche der Stahlschuhe auszugleichen, sind auf den Edelstahlprofilen Flachprofile aus Aluminium aufgedoppelt. Mit diesen Aluminiumprofilen sind die Trägerprofile für das Verglasungssystem mit den überlappenden Entwässerungsebenen verschraubt.

5 Produktion und Produktionsüberwachung

Eine nachträgliche Bearbeitung von Glasträgern ist im Gegensatz zu Aluminium oder Stahl nicht möglich, daher sind sorgfältiges Aufmaß und detaillierte Planung zwingende Voraussetzung für die reibungslose Montage. Das Verkleben von Aluminium und Edelstahl auf Glas kann heute als Stand der Technik angesehen werden. In die Edelstahlprofile wurden alle notwendigen Bohrungen eingebracht und die zu verklebenden Seiten vorbereitet. Eine komplette Serie von Glasträgern wurde vorbereitet, auf Böcke aufgelegt und das Zweikomponentensilikon zügig und ohne Unterbrechung in die Hohlräume eingespritzt (Bild 7).

Die Überwachung der Verklebung erfolgte nach den strengen Regeln des Überwachungsvertrages der Hunsrücker Glasveredelung mit dem ift-Rosenheim, in dem die Häufigkeit von Proben zum Mischungsverhältnis, Schälproben und Zugproben vorgegeben sind. Die Eigenüberwachung stellt sicher, daß nur Bauteile ausgeliefert werden, die mit Sicherheit den gestellten Anforderungen entsprechen. Für das produzierende Unternehmen ist es wichtig, den Klebprozeß so zu beherrschen, daß die Überwachung prinzipiell überflüssig ist und lediglich die gleichbleibend hohe Qualität dokumentiert.

6 Montage

Nachdem die einzelnen Achsen und Höhen millimetergenau eingemessen und die Stahlteile montiert waren, konnten die Glasträger nacheinander eingelegt und in der Lage gesichert werden (Bild 8). Dabei war zu beachten, daß an keiner Stelle Zwängungen auftreten dürfen und die Glasträger mit geeigneten Zwischenlagen dauerhaft gegen

direkten Kontakt zu Stahlteilen geschützt werden müssen. Das Einziehen und Abdichten der EPDM-Auflagerprofile gehörte bereits wieder zu den allgemeinen Standardaufgaben im Glasdachbau. Die Verglasung und Abdichtung der Dachfläche muß sehr sorgfältig vorgenommen werden. Bild 9 zeigt das fertig montierte Glasdach.

7 Ausblick

Dieser Beitrag zeigt, daß lastabtragende Glasträger in der Baukonstruktion auch bei repräsentativen Umbauvorhaben immer mehr zum Einsatz kommen. Wissenschaftliche Grundlagen zur Bemessung solcher Glasträger aus Verbund-Sicherheitsglas sind aber zum Teil noch unbekannt oder Gegenstand laufender Forschungsvorhaben. Darüber hinaus wird es zur häufigeren praktischen Anwendung von Glasträgern nur kommen, wenn auch die Verbindungstechniken zum Anschluß der Glasträger an die vorhandene Tragkonstruktion aus anderen Baustoffen wissenschaftlich weiterentwickelt werden.

Am Bau Beteiligte:

Bauherr:	Freistaat Sachsen vertreten durch den Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement, Niederlassung Dresden II, Ostra-Allee 23, 01067 Dresden
Architekt:	Maedebach, Redeleit & Partner Dipl.-Ing. Architekten BDA, Düsseldorf StraÙe 38, 10707 Berlin
Tragwerksplaner:	Leonhardt, Andrä und Partner, Beratende Ingenieure VBI, GmbH, Büro Dresden, Am Schießhaus 1-3, 01067 Dresden
Auftragnehmer:	Hunsrücker Glasveredelung, Wagener GmbH & Co. KG, Dr.-Fritz-Ries-StraÙe 1, 55481 Kirchberg

Autoren dieses Beitrages:

Dipl.-Ing. Sven Zschippang, Projektleiter bei Leonhardt, Andrä und Partner, Beratende Ingenieure VBI, GmbH, Büro Dresden, Am Schießhaus 1-3, 01067 Dresden
 Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Wies, Hunsrücker Glasveredelung, Wagener GmbH & Co. KG, Dr.-Fritz-Ries-StraÙe 1, 55481 Kirchberg
 Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller, Dipl.-Ing. Thomas Schadow, Technische Universität Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Baukonstruktion, 01062 Dresden