

# Das „Prof.-Brandes-Haus“ im Dresdner Zoo – Umsetzung moderner Architektur als Mauerwerksbau

LIEDERT, SVEN; KRAUS, STEFAN; KRÜGER, THOMAS

*Dr.-Ing. Sven Liedert, Dipl.-Ing. Stefan Kraus, Ingenieurbüro für Bautechnik Kraus + Liedert, Dresden  
Dipl.-Ing. Thomas Krüger, HJW + Partner Bausachverständige + Ingenieure, Leipzig*

## 1 Vorbemerkungen

Der Dresdner Zoo, eingebettet in den südwestlichen Teil des „Großen Gartens“, wurde in den letzten Jahren schrittweise modernisiert. Dabei ist der zoologische Garten, basierend auf einem Konzept für seinen Um- und Ausbau aus dem Jahr 1993, durch einige herausragende Neubauten ergänzt worden. Neben der solitären Wirkung dieser Bauten innerhalb der Gesamtanlage des Zoos, die auf ihrer Gestaltung und einer modernen architektonischen Formensprache beruht, wurden dabei auch zeitgemäße funktionelle Ansprüche an eine artgerechte Tierhaltung sowie an eine möglichst günstige Besucherführung verwirklicht.

Im Vordergrund stand dabei, den Zoobesuchern ein naturnahes Erlebnis der Tiere in thematisch gestalteten und dem natürlichen Lebensraum nachempfundenen Anlagen zu ermöglichen und ihnen so nachhaltige Eindrücke zu verschaffen sowie vertiefte Informationen zu vermitteln.

Die modernen Bauten im Dresdner Zoo spiegeln somit das weitgespannte Aufgabenfeld dieser Einrichtung zwischen der Förderung des Artenschutzes, der für die Besucher attraktiven Präsentation der Zootiere und der Vermittlung von Wissen über die Vielfalt und Einzigartigkeit der Natur wieder.

Daneben sollen die Bauten den unterschiedlichen Ansprüchen der jungen und erwachsenen Zoobesucher genügen und diesen eine anspruchsvolle und erholsame Freizeitgestaltung ermöglichen.

Nicht zuletzt soll auch die unmittelbare Anziehungskraft des Dresdner Zoos auf seine Besucher und darüber hinaus die touristische Attraktivität der sächsischen Landeshauptstadt erhöht werden.

Im Zuge der Modernisierung des Zoos wurden, geleitet von diesen Ansprüchen, bislang mehrere ansprechende Neubauten für Tierbehausungen mit dem Ziel errichtet, die geplante Gesamtkonzeption zu verwirklichen.

Zu nennen ist hierbei das großflächige „Afrikahaus“, eine 1999 eröffnete, mit tropischen Pflanzen und einer unter Verwendung von Vollhölzern errichteten Besucherbrücke ausgestattete Halle, welche die Gehegeanlagen für die Elefanten und die Mandrills beherbergt. Es befindet sich direkt neben dem Haupteingangsgebäude und stellte durch den 2006 im Dresdner Zoo geborenen Elefantenbull Thabo-Umasei einen besonderen Anziehungspunkt für viele Besucher dar.

Die im Jahr 2006 neu eröffnete Pinguinanlage ermöglicht die Beobachtung von Humboldt-Pinguinen in eindrucksvoller Weise ganz aus der Nähe und aus unterschiedlichen Perspektiven. Mit den in die Wasserbeckenwand eingelassenen Sichtfenstern werden dem Zoobesucher ungewöhnliche Einblicke in die Welt tauchender Pinguine gewährt.

Weitere attraktive Außengehege beherbergt die 2007 eröffnete Löwen- und Karakalanlage. Die Gehege wurden dem natürlichen Lebensraum seiner Bewohner – dazu zählen neben den Raubkatzenarten auch die Zebramangusten – entsprechend savannenartig angelegt. Neben den Einblicken in die Anlage von einem 5 m hohen Besucherfelsen aus wird auch die Beobachtung der Löwen aus unmittelbarer Nähe durch Fenster mit Sicherheitsverglasungen ermöglicht.

Mit der Einweihung der Giraffen- und Zebraanlage im Jahr 2008 nahm der Dresdner Zoo nach 24 Jahren Unterbrechung wieder die Giraffenhaltung auf. Das zur Anlage gehörende Gebäude besticht durch seine elementare, fließende Form und die zurückhaltend feingliedrige Fassadengestaltung. Diese wird auch bei den Trennwänden der Außenanlage aufgenommen und steht in einem reizvollen Kontrast zur auffälligen Fellzeichnung der Giraffen und Zebras.

In einem engen Kontext zueinander stehen die Umgestaltung des Eingangsbereiches des Dresdner Zoos mit der Rekonstruktion und der Erweiterung des Haupteingangs und die Gestaltung seines Vorplatzes als Übergangsbereich zum umgebenden Stadtraum und mit der Anbindung an den öffentlichen Personennahverkehr.

Die von den Dresdner Verkehrsbetrieben im Jahr 2009 errichteten Überdachungen der Straßenbahnhaltestelle am Zoo nehmen gestalterisch dessen Thematik auf. Die trichterförmig ausgebildeten, mit transluzenten Membranen bespannten Stahlkonstruktionen weisen durch ihre organisch anmutende und für Haltestellenüberdachungen außergewöhnliche Form gestalterisch Parallelen zu Formen in der Natur auf (Bild 1). Darüber hinaus inszeniert die Gesamtanlage der Überdachungen durch ihre Beleuchtung und eine akustische Untermalung mit Tierstimmen den öffentlichen Verkehrsraum der Straßenbahnhaltestelle vor dem Dresdner Zoo als Entree und Einstimmung für dessen Besucher.



**Bild 1** Überdachungen der Haltestellen vor dem Haupteingang des Dresdner Zoos

Als derzeit jüngstes Zoogebäude, das einen weiteren thematischen Höhepunkt für die Besucher darstellt, ist das 2010 eröffnete „Prof.-Brandes-Haus“ zu nennen (Bilder 2 und 3). Es ist als Tropenhaus für Affen, Koalas und das Krokodil Max konzipiert. Über dieses, im zentralen Bereich des Zoos gelegene neue Gebäude, soll nachfolgend ausführlich berichtet werden.



**Bild 2** „Prof.-Brandes-Haus“ mit Blick auf den seitlichen Eingang in den mit Stahl-Glas-Konstruktionen geschlossenen mittleren Gebäudeteil



**Bild 3** „Prof.-Brandes-Hauses“ mit Teilansicht der Außenanlagen

Das „Prof.-Brandes-Haus“ nimmt, wie alle hier genannten modernen Bauten innerhalb des Dresdner Zoos, in seiner Umsetzung sowohl hinsichtlich der Gestaltung und Funktionalität als auch in der konstruktiven Durchbildung das Spannungsfeld des Zoos zwischen Naturnähe sowie artgerechter Tierhaltung einerseits und eindrucksvoller Präsentation von Tieren mit attraktiven Höhepunkten für die Besucher andererseits auf.

Das spiegelt sich auch in den gewählten Konstruktionen für das Gebäude und der dazugehörigen Außenanlage wieder. Zum einen wurde bei den Mauerwerkswänden und den Holzkonstruktionen der Besucherstege und -plattformen auf traditionelle Bauarten unter Verwendung naturnah erzeugter Baustoffe zurückgegriffen. Zum anderen wurden mit den großflächigen Flachdachbereichen aus Stahlbeton sowie den Stahl-Glas-Konstruktionen der Fassade und der Überdachung des Mittelteils bei maßgebenden Konstruktionsteilen des Gebäudes Bauarten verwendet, die auf modernen Baustoffen basieren sowie eine hochentwickelte Bautechnologie und Fertigung voraussetzen.

Aus dem Zusammenspiel dieser Bauarten, die dem Ent-

wurfskonzept des Gebäudes folgen, ergaben sich verschiedene statisch-konstruktive und bautechnische Besonderheiten, auf die im Abschnitt 3 des Beitrages im Einzelnen eingegangen wird.

## 2 Konstruktion

Das „Prof.-Brandes-Haus“ mit einer Grundfläche von etwa 1800 m<sup>2</sup> gliedert sich in zwei separate, auf der Nord- und Südseite gelegene Gebäudeteile in Massivbauweise und einen von diesen beiden Gebäudeteilen, von Stahl-Glas-Fassaden auf der Ost- und Westseite sowie von einem Stahl-Glas-Dach eingeschlossenen Raum. Die größten Außenabmessungen des Gesamtgebäudes mit seinem unregelmäßigen Grundriss betragen etwa 53,4 m in Nord-Süd-Richtung und 46,3 m in Ost-West-Richtung. Von Osten bzw. Westen aus gesehen gleicht die Silhouette einem flachen Gebäude mit leicht geneigtem Satteldach. In der Firstlinie des Daches beträgt die Gebäudehöhe bis zu 7,8 m.

Die beiden massiven Gebäudeteile sind jeweils auf einer 30 cm dicken Stahlbetonfundamentplatte mit monolithisch angeschlossener, umlaufendem Streifenfundament gegründet. Unter den beiden Gründungsplatten wurde eine lastabtragende Wärmedämmung mit ausreichender Druckfestigkeit und Steifigkeit angeordnet.

Außen- und Innenwände der massiven Gebäudeteile bestehen aus Hochlochziegelmauerwerk und sind zum Teil in der Grundrissebene unregelmäßig gekrümmt (Bild 4).



**Bild 4** Gesamtübersicht der Baustelle während der Herstellung der Wände

Da die Wandöffnungen für Türen und Fenster hinsichtlich der Geometrie als unregelmäßige Vierecke ausgebildet wurden und diese innerhalb des Gebäudes z.T. zahlreich vorhanden sind, wurden zur Sicherstellung der Lastabtragung formentsprechende Stahlbetonrahmen in die Mauerwerksinnenwände integriert (Bild 5). Diese stellen auch gleichzeitig einen ausreichend tragfähigen Verankerungsgrund für die teilweise sehr großen und absturzsichernden Verglasungen sicher.



**Bild 5** Mauerwerksinnenwände mit integrierten Stahlbetonrahmen für die unregelmäßigen Fenster- und Türöffnungen

Der überwiegende Teil des Gebäudes ist eingeschossig, örtlich wurden Stahlbeton-Zwischendecken angeordnet. Die Stabilisierung der Mauerwerkswände erfolgt entweder durch die Zwischendecken oder durch Ringanker, welche in Höhe der Zwischendecken eingebunden sind.

Den Dachabschluss der beiden massiven Gebäudeteile bildet jeweils eine 25 cm dicke Stahlbetonplatte mit umlaufender, monolithisch angeschlossener Attika. In den Besuchereingangs- und Übergangsbereichen des Gebäudes übernimmt die Attika die Funktion von Oberzügen. Die beiden Deckenplatten sind entsprechend der Satteldachform gegenläufig um 5° zur Horizontalebene geneigt angeordnet. Innerhalb der Deckenplatten wurden kreisrunde Aussparungen mit Durchmessern von 1,5 m und 2,0 m vorgesehen, über denen sich nun kuppelartig geformte Dachfenster wölben. Die Restflächen der Stahlbetondecken sind extensiv begrünt.

Die Auflagerung der Dachdeckenplatten erfolgt auf oberhalb der Mauerwerksaußenwände angeordneten Ringbalken, auf den Mauerwerksinnenwänden, auf Stahlbetonrahmen binnen hochbelasteter Innenwandbereiche sowie auf Stahlbetonstützen mit Kreisquerschnitt (Bilder 6 und 11). Damit bei den vorhandenen Neigungen der Dachdeckenplatten keine Abtriebskräfte infolge von vertikalen Dachlasten entstehen, sind die Auflagerflächen auf den Mauerwerkswänden bzw. Ringbalken stets horizontal ausgerichtet. Dem entsprechend erfolgt die Änderung der Wandhöhen durch Abtreppung des Mauerwerks. Zur Verringerung der Zwangsbeanspruchungen in den Mauerwerkswänden sowie in den Stahlbetondeckenplatten wurden unterhalb der Deckenaufleger Trennschichten angeordnet sowie die vertikalen Fugen der Abtreppungen im Mauerwerk elastisch ausgebildet.



**Bild 6** Im Innenbereich lagern die Stahlbetondecken auf den Innenwänden und den darin integrierten Stahlbetonrahmen sowie auf Stahlbetonstützen auf.

Zwischen den beiden massiven Gebäudeteilen erstreckt sich der mit Stahl-Glas-Konstruktionen seitlich und oben geschlossene Gebäudemittelteil. In diesem Teil hat das Gebäude seine größte Ausdehnung in Ost-West-Richtung. In Querrichtung dazu beträgt der entlang der krummlinigen Berandungen variierende lichte Abstand zwischen den benachbarten massiven Gebäudeteilen ca. 8,5 m bis 13,7 m.

Die Stahl-Glas-Fassaden des Gebäudemittelteils sind auf Streifenfundamenten gegründet, die – zur Vermeidung von Setzungsunterschieden – an den angrenzenden Bodenplatten der beiden Massivbauten mit Schubdornen angeschlossen sind. Die Stahlkonstruktionen der Fassaden bestehen aus Hohlprofilstäben mit rechteckigem Querschnitt, die mit unterschiedlichen Neigungen in den Fassadenebenen angeordnet sind und sich teilweise – ähnlich wie bei einem grobmaschigen Gitter – untereinander überschneiden (Bild 2, 7 und 8). Dadurch ergeben sich zwischen den Profilstäben unregelmäßige Flächen. In diesen wurde die Isolierverglasung mit z.T. absturzsichernder Funktion passend eingesetzt.



**Bild 7** Innenansicht mit der zentralen Besucherplattform und Blick auf die westliche Stahl-Glas-Fassade im mittleren Gebäudeteil



**Bild 8** Innenansicht des mittleren Gebäudeteils mit Blick auf die Stahl-Glas-Konstruktionen der östlichen Fassade und des Daches

Die Abtragung vertikaler Lasten innerhalb der Fassadenebenen erfolgt über die als Stützen wirkenden Hohlprofilstäbe mit annähernd senkrechter Ausrichtung der Stabachsen. Hinsichtlich der Abtragung der insbesondere durch Wind hervorgerufenen horizontalen Lasten sind die Fassadenprofile am Kopf durch die Randträger der Stahl-Glas-Dachkonstruktion horizontal gestützt.

Die Stahlkonstruktion des Daches im Gebäudemittelteil besteht aus einem Primär- und einem Sekundärtragwerk. Bei dem primären Stahltragwerk wurden die gestalterischen Elemente der Fassadenkonstruktionen aufgenommen (Bild 8). Demnach bestehen die Träger des Tragwerks ebenfalls aus Hohlprofilstäben mit rechteckigem Querschnitt. Diese sind bezüglich ihrer Längsachsen in der Dachebene unterschiedlich ausgerichtet, so dass sich zwischen den Dachträgern unregelmäßige offene Flächen ergeben. Die Verankerung der Primärstruktur erfolgt über Stahleinbauteile in die Attiken der Stahlbetondecken. Zur Auflagerung der Überkopfverglasung dient die Sekundärkonstruktion des Dachtragwerkes. Dafür wurden auf dem Primärtragwerk zueinander parallel verlaufende Pfetten aus IPE-Profilen befestigt, zwischen denen senkrecht dazu Nebenträger aus 1/2 IPE-Profilen spannen, so dass ein orthogonales Raster aus Walzprofilträgern die Linienlagerung der regelmäßigen, rechteckig berandeten Isolierglaseinheiten sicherstellt (Bild 9).

Wegen der möglichen hohen Temperaturen unterhalb der Dachfläche sind die Hauptträger auf einer Auflagerseite mit entlang der Stabachsen ausgerichteten Langlöchern versehen. Die Pfetten sind in Längsrichtung ebenfalls verschieblich gelagert.

Das Stahl-Glas-Dach ist zu Wartungs- und Reinigungszwecken betretbar.



**Bild 9** Montage der Dachkonstruktion mit unregelmäßiger Struktur des Primärtragwerkes und der darüber befindlichen orthogonalen Sekundärstruktur zur Aufnahme der Verglasungselemente

Im mittleren verglasten Gebäudeteil befinden sich im Wesentlichen die Krokodilanlage samt Wasserbecken sowie Technikräume, über die eine als Besucherbrücke bzw. -podest dienende Stahlbetondecke spannt. Die Stahlbetonwände des Wasserbeckens und der Technikräume sind auf einer gesonderten Bodenplatte gegründet. Das Wasserbecken sowie die innerhalb des Gebäudes angeordneten Pflanzenbecken wurden als wasserundurchlässige Stahlbetonkonstruktionen der Nutzungsklasse B gemäß der WU-Richtlinie des DAfStb ausgebildet.

Bedingt durch die Besucherführung hat der Fußboden unterschiedliche Niveaus. Die Eingangsebenen sind bereits um 1,45 m in Bezug zur Geländeoberkante angehoben. Innerhalb des Gebäudes beträgt der maximale Höhenunterschied etwa 1,0 m. Zur Erreichung der erforderlichen Höhendifferenzen wurden in den massiven Gebäudeteilen die betreffenden Bereiche aufgeschüttet und im verglasten Mittelteil Stahlbetondecken über den Technikräumen angeordnet. Die Aufschüttungen wurden z.T. durch Zugabe von hydraulischen Bindemitteln verfestigt, um den Erddruck auf die inneren Trennwände zu verringern.

Aus bautechnologischer Sicht war zu beachten, dass einige der im Gebäude nun vorhandenen Pflanzen und Einbauten, wie z.B. der Kletterbäume für die Zootiere, aufgrund ihrer Größe vor der Errichtung der Dachdecken bzw. des Stahl-Glas-Daches aufgestellt werden mussten (Bild 10).



**Bild 10** Innenansicht eines Geheges im Rohbauzustand des massiven Gebäudes mit bereits eingebrachten Kletterbäumen für die Zootiere

Zur Erschließung des „Prof.-Brandes-Hauses“ dienen Besucherstege sowie eine aufgeständerte Besucherterrasse mit einer Grundfläche von ca. 28 m<sup>2</sup>. Diese wurden als Holzkonstruktionen errichtet. Zur Befestigung der Holzstützen der Stege sowie der Terrasse auf den Fundamenten wurden geschweißte Stützenschuhe aus Stahlrohrprofilen, Stahlblechen und Anschlussbewehrung verwendet.

### 3 Besonderheiten

Die konstruktive Durchbildung des „Prof.-Brandes-Hauses“ erfolgte durch Zusammenfügen von Bauteilen, welche sowohl in traditioneller als auch in moderner Bauweise hergestellt wurden. Hinsichtlich der Tragfähigkeit und insbesondere der Gebrauchstauglichkeit war es erforderlich, vor allem die Übergangsbereiche bzw. Schnittstellen zwischen den betreffenden Bauteilen in geeigneter Weise dauerhaft wirksam auszubilden.

#### 3.1 Mauerwerkswände und Stahlbetondachdecken

Wie im Abschnitt 2 dargelegt, bilden bei den beiden massiven Gebäudeteilen flach geneigte Stahlbetondachplatten den oberen Abschluss. Diese lagern größtenteils auf Mauerwerkswänden mit hinsichtlich der Höhe veränderlicher Oberkante auf. Bereichsweise wurden die Wände – bezogen auf den Grundriss – mit gekrümmter Mittelfläche ausgebildet. Zudem weisen vor allem die Innenwände große Tür- und Fensteröffnungen auf.

Zur Reduzierung der Beanspruchungen in der Tragkonstruktion infolge von horizontalen Lasten, zur Verringerung der Zwangsbeanspruchungen in den Mauerwerkswänden sowie in den Stahlbetondeckenplatten und zur Gewährleistung der ausreichenden Stabilität des Gebäudes wurden folgende konstruktive Durchbildungen vorgenommen:

Die Flächen zur Auflagerung der Dachdecken sind stets horizontal ausgerichtet, so dass keine Abtriebskräfte infolge der Dachlasten entstehen. Dem entsprechend wurde die Änderung der Wandhöhen durch Abtreppung des Mauerwerks realisiert.

Auf den Außenwänden wurden bewehrte, im Regelfall 25 cm hohe Ringbalken betoniert. Die Oberkanten der Ringbalken verlaufen – wie bei dem abgetreppten Mauerwerk – horizontal. Auf den Ringbalken wurde eine Lage PE-Folie als Trennschicht angeordnet. Diese soll Zwängungskräfte

infolge des Schwindens sowie von Temperaturdehnungen der Dachkonstruktion teilweise abbauen, aber auch die ausreichende Lagesicherheit der Dachkonstruktion bzgl. horizontaler Kräfte bzw. das obere horizontale Auflager der Mauerwerkswände gewährleisten. Der jeweilige Höhenausgleich zwischen der Oberkante des Ringbalkens und der Oberkante der Deckenplatte erfolgt mittels eines entsprechend dem Verlauf des Ringbalkens abgestuften, monolithisch mit der Deckenplatte verbundenen, bewehrten Randbalkens (Lisene). In den vertikalen Fugen der Abtreppungen zwischen Mauerwerkswänden und Ringbalken sowie zwischen Ringbalken und Randbalken wurde ein geeignetes elastisches Material unter Berücksichtigung der Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes angeordnet.

Auf den Mauerwerksinnenwänden wurde eine Lage Bitumendachpappe als Trennschicht angeordnet, die – wie bei den Außenwänden – einerseits Zwängungskräfte reduzieren, andererseits die ausreichende horizontale Auflagerung der Mauerwerkswände gewährleisten soll. Auch hier wurden bzgl. des Höhenausgleichs Balkenverstärkungen (Lisenen) in den Dachdeckenplatten vorgesehen.

Im Hinblick auf die Ableitung der Vertikalkräfte aus dem Dach in den Baugrund sowie die Stabilisierung des Gebäudes wurde in den Bereichen der ohnehin von der Rechteckform abweichenden großen Wandöffnungen Stahlbetonrahmen ausgebildet (Bild 11).



**Bild 11** Innenansicht im südlich gelegenen massiven Gebäudeteil mit großem Pflanzenbecken während der Bauausführung: Die Dachdecke hat zahlreiche kreisrunde Öffnungen. Der Wandbereich im Bildhintergrund ist als Stahlbetonrahmen ausgebildet worden.

Der ursprüngliche Entwurf des Architekten sah die Verwendung eines sogenannten Wärmedämmbetons für die gekrümmten Außenwände vor. Aufgrund des dafür erforderlichen hohen Schalungsaufwandes, der für eine ausreichende Wärmedämmung notwendigen großen Wanddicken und der hohen Materialkosten entschied sich das Planungsteam für den Einsatz von Hochlochziegeln. Auf eine Außendämmung sollte bewusst verzichtet werden, da die Außenwand teilweise als Begrenzung der Außengehege und -volieren dient und bei der Verwendung eines Wärmedämmverbundsystems mit dessen Zerstörung durch die Tiere gerechnet werden musste.

Das Betonieren der Dachdecken erfolgte im September 2009. Zur Aufnahme der Abtriebskräfte aus der Dachneigung während des Betonierens wurde die Schalung mit Schrägstützen gegen den bereits fertiggestellten monolithischen Mittelteil abgestrebt.

Die zu erwartenden Eigenspannungen aus der Hydratationswärmeentwicklung wurden durch eine sorgfältige Nachbehandlung mittels Nässens des Betons und Abdichtens der Betonoberflächen mit temporärem Schutzfilm reduziert. Unmittelbar nach dem Aufbringen der Dampfsperre wurde die Dämmung aufgebracht und damit ein Aufheizen der Stahlbetonplatten infolge von Sonneneinstrahlung verhindert.

### 3.2 Stahl-Glas-Überdachung und Stahl-Glas-Fassaden des Gebäudemittelteils

Gemäß der Baubeschreibung im Abschnitt 2 besteht die Stahlkonstruktion des Daches aus einer Primär- und einer Sekundärstruktur. Dabei dient die auf der Primärstruktur aufgelagerte Sekundärstruktur der Aufnahme der Überkopfverglasung.

Die Hohlprofilstäbe der Primärstruktur sind an Stahleinbauteilen in den Attiken der beiden massiven Gebäudeteile mit Schraubenanschlüssen befestigt. Dabei erfolgte die Verschraubung zwischen den Stegen der Hohlprofilstäbe und Fahnenblechen, die an den Stahleinbauteilen angeschweißt wurden. Da insbesondere die langen Hauptträger deutliche Längenänderungen infolge möglicher Temperaturänderungen erfahren, wurden die Auflager der Primärkonstruktion im Einzelnen so ausgebildet, dass nur unwesentliche Zwangsbeanspruchungen in der Stahlkonstruktion sowie Zwängungskräfte an den Trägerauflagern hervorrufen werden.

Infolge der Neigung des Stahl-Glas-Daches von 5° ergeben sich Abtriebskräfte in der Dachebene, die etwa 9% der Vertikalkräfte betragen. Diese Abtriebskräfte waren bei der konstruktiven Durchbildung des Dachtragwerkes zu berücksichtigen. Zur Sicherung der Pfetten gegen Kippen dienen Knaggen, welche auch die erforderliche Längsverschieblichkeit der Pfetten gewährleisten. Die Befestigung der Knaggen auf der Primärstruktur erfolgte mittels Schraubenverbindungen. Dazu wurden Gewindebolzen auf den Hohlprofilen aufgeschweißt. Bzgl. des Ausgleichs von Toleranzen bei der Montage sowie der Berücksichtigung eines Bewegungsspiels im Hinblick auf mögliche Temperaturdehnungen in Dachquerrichtung wurden in den Knaggen entlang der Abtriebskräfte ausgerichtete Langlöcher angeordnet (Bild 12). Die Weiterleitung der Abtriebskräfte musste daher über die Längspfetten der Sekundärstruktur mittels Aktivierung von Reibungskräften unter den auf der Primärstruktur aufgeschraubten Knaggen erfolgen. Diesbezüglich wurden die auf den Hohlprofilstäben aufgeschweißten Gewindebolzen planmäßig vorgespannt.



**Bild 12** Detail der Befestigung der Sekundärstruktur auf dem Primärtragwerk mit Knaggen

Die Ableitung der Horizontalkräfte aus den Stahl-Glas-Fassaden, die vor allem aus den Windlasten resultieren, erfolgt in Höhe des Daches über die Randträger der Primärstruktur in die Massivbauteile. Diesbezüglich wurden entsprechende Stahlkonsolen zur Auflagerung angeordnet. Gleichfalls dienen die Randträger zur Aufnahme von Vertikallasten des Daches, die dann über die senkrechten Stützen der Stahl-Glas-Fassaden und schließlich über die Streifenfundamente in den Baugrund abgeleitet werden. Bei den erforderlichen Kopplungen zwischen den Fassadenkonstruktionen und den Dachrandträgern war die Interaktion von Dach und Fassade unter Berücksichtigung von Herstellungs- und Montagetoleranzen, Temperaturbeanspruchungen sowie Fundamentsetzungen zu beachten. Die Übertragung der Horizontalkräfte erfolgt über Schubknaggen, die auf den senkrecht angeordneten Stützen der Fassaden, auf den oberen Fassadenriegeln sowie auf den Dachrandträgern aufgeschweißt wurden.

Wie im Abschnitt 2 erläutert, besteht die liniengelagerte Verglasung der Stahl-Glas-Fassaden entsprechend der unregelmäßigen Struktur der Stahlkonstruktion aus polygonal berandeten Isolierglaseinheiten. Die Isoliergläser in den unteren Fassadenbereichen übernehmen die absturzsichernde Funktion. Aufgrund der von der Rechteckform stark abweichenden Geometrie der Isoliergläser erfolgte die Bemessung der Glasscheiben unter Berücksichtigung der vom Tragwerksplaner ermittelten rechnerischen Verformungen der Stahlkonstruktion durch das Büro GSK mit einem speziellen Programm auf der Grundlage nichtlinearer Berechnungsmodelle. Darüber hinaus wurde hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit der Verglasung ein Klotzungskonzept zur Lagesicherung sowie zur Sicherstellung der zwängungsfreien Lagerung der Isolierglaseinheiten aufgestellt, dass dann in der Ausführung umgesetzt wurde.

#### 4 Resümee

Mit dem „Prof.-Brandes-Haus“ wurde im Dresdner Zoo ein modernes Gebäude errichtet, das hohen gestalterischen und funktionellen Ansprüchen gerecht wird. Mit einer attraktiven Architektur unter Verwendung unterschiedlicher Baustoffe und Konstruktionsarten steht das Gebäude für seine Besucher im Einklang mit einem naturnahen und intensiven Erlebnis der dort gehaltenen Zootiere. Durch die Kombination der unterschiedlichen Bauarten werden gleichermaßen Anforderungen erfüllt, die aus grundlegenden Ansprüchen an zeitgemäße Bauwerke einerseits und der speziellen Nutzung als Zoogebäude andererseits resultieren.

Bei der Planung derartiger Gebäude muss hinsichtlich der gestellten Anforderungen durch eine gezielte und durchdachte Kombination von unterschiedlichen Baustoffen und Bauarten ein optimales Gesamtergebnis gefunden werden. Das bedingt eine ganzheitliche Planung mit einer frühzeitigen Zusammenarbeit zwischen Architekt und Tragwerksplaner unter Einbeziehung des Prüfeningenieurs, die zukünftig an Bedeutung gewinnen wird.

Bei der Tragwerksplanung solcher Bauwerke sind in zunehmendem Maße neben den grundlegenden Anforderungen an die Standsicherheit, Tragwirkung und Redundanz der Bauwerksteile (Grenzzustände der Tragfähigkeit) auch die konstruktiven Randbedingungen bezüglich des Zusammenwirkens und der gegenseitigen Beeinflussung von unterschiedlichen Baustoffen und Konstruktionsarten zu beachten. Durch den Tragwerksplaner muss deshalb eine systematische Durchbildung der Konstruktionen – insbesondere in den Übergangsbereichen zwischen den unterschiedlichen Baustoffen und Bauarten – mit dem Ziel erfolgen, unerwünschte Interaktionen an den Berührungstellen der verschiedenartigen Konstruktionselemente zu vermeiden. Diesbezüglich ist auch das Vier-Augen-Prinzip der unabhängigen bautechnischen Prüfung von grundlegender Bedeutung.

Eine durchdachte konstruktive Durchbildung der Übergangsbereiche und ihre durchgängige Umsetzung haben bei der Kombination von unterschiedlichen Baustoffen und Konstruktionsarten einen wesentlichen Einfluss auf die Funktionsfähigkeit und Dauerhaftigkeit des Gebäudes (Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit). Die hierfür notwendige ingenieurmäßige Herangehensweise wurde in diesem Aufsatz anhand der Konstruktion des „Prof.-Brandes-Hauses“ erläutert.

#### **Am Bau Beteiligte:**

##### Bauherr:

Zoo Dresden GmbH, vertreten durch den Geschäftsführer Herrn Karl-Heinz Ukena

##### Architekt:

Dipl.-Ing. Frank Kirsten, MKK Architekten, Schwerin

##### Tragwerksplaner:

Dipl.-Ing. Thomas Krüger, HJW + Partner Bausachverständige + Ingenieure Leipzig

##### Prüfingenieur für Standsicherheit:

Dipl.-Ing. Stefan Kraus unter Mitarbeit von Dr.-Ing. Sven Liedert, Ingenieurbüro für Bautechnik Kraus + Liedert, Dresden

##### Glasstatik:

Dipl.-Ing. (FH) S. Rücker, GSK – Glas Statik Konstruktion GmbH, Dresden

#### **Ausführungsbetriebe:**

##### Massivbau:

Karl Köhler Bauunternehmung GmbH & Co. KG, Heidenau

Glas-Stahl-Konstruktionen (Ausführung und Werkstattplanung):

MBM Metallbau Dresden GmbH, Dresden