

S. Liedert

Besonderheiten der Überdachung  
des Kleinen Schlosshofes in Dresden  
mit einer Stabwerkskuppel

Sonderdruck des Vortrages anlässlich des

Symposiums zu Gefährdungen  
der Standsicherheit  
und des Brandschutzes

am 16. November 2007

in Dresden



# Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes in Dresden mit einer Stabwerkskuppel

S. Liedert

Ingenieurbüro für Bautechnik Prof. Dressel & Partner Symposium zu Gefährdungen der Standsicherheit und des Brandschutzes
<b>Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes in Dresden mit einer Stabwerkskuppel</b>
Dr.-Ing. S. Liedert

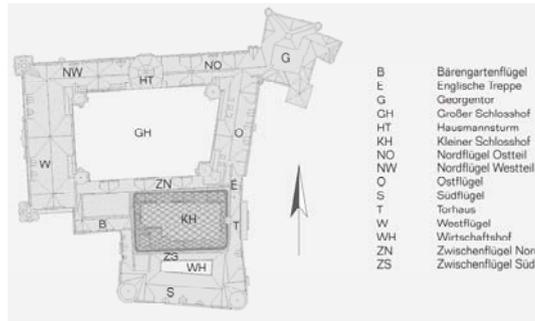
Sehr geehrte Damen und Herren,

Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes in Dresden mit einer Stabwerkskuppel
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Funktionelle und gestalterische Anforderungen</li><li>2. Formfindung unter Berücksichtigung der Bestandskonstruktion und des Stabilitätsverhaltens der Kuppel</li><li>3. Lastabtragung in den vorhandenen Gebäuden</li></ol>
Symposium zu Gefährdungen der Standsicherheit und des Brandschutzes

in diesem Vortrag, der die Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes des Dresdner Residenzschlosses mit einer Stabwerkskuppel aufzeigt, soll insbesondere die Entwicklung der Strukturform der Kuppel und deren Auflagerung unter Berücksichtigung der Lastabtragung in den vorhandenen Gebäuden dargestellt werden.

Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes  
in Dresden mit einer Stabwerkskuppel

1. Funktionelle und gestalterische Anforderungen



Übersicht der Gebäudeteile mit der Überdachung

Symposium zu Gefährdungen der Standsicherheit und des Brandschutzes

Um für die zu erwartende große Zahl von Besuchern im Dresdner Residenzschloss einen zentralen Foyerraum zu schaffen, von dem aus sich der Besucherstrom auf die einzelnen Museen und Einrichtungen verteilen kann, wurde im Jahre 2002 beschlossen, den Kleinen Schlosshof zu überdachen.

Aus den verschiedenen Entwürfen zur Überdachung hat sich die von Prof. Kulka entworfene filigrane Stabwerkskuppel als die aus funktioneller, gestalterischer und statisch-konstruktiver Sicht günstigste Lösung durchgesetzt.

Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes  
in Dresden mit einer Stabwerkskuppel



Modell des  
Schlosses mit  
Überdachung  
des Kleinen  
Schlosshofes

Symposium zu Gefährdungen der Standsicherheit und des Brandschutzes

Wie an dem Modell des Schlosses zu erkennen ist, überwölbt die Stabwerkskuppel netzartig den gesamten Innenhof.

Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes  
in Dresden mit einer Stabwerkskuppel

Fotomontage der geplanten Überdachung

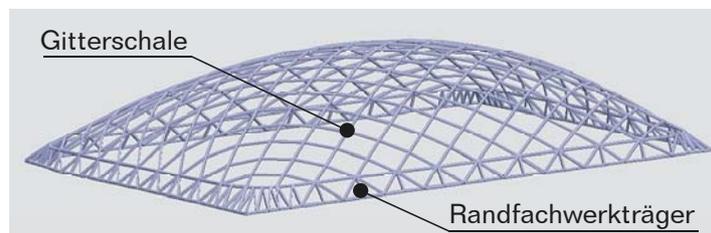


Symposium zu Gefährdungen der Standsicherheit und des Brandschutzes

Sie setzt dicht unter der Firstlinie der den Kleinen Schlosshof umfassenden Gebäude an, um die Vielzahl der Ziergiebel und Dachgauben in ihrer optischen Wirkung nicht zu beeinträchtigen. Die filigrane, rautenartige Struktur der Stabwerkskuppel mit gekreuzten Diagonalen geht an den Rändern in einen umlaufenden Randfachwerkträger über, der die Kuppel am Rande versteift und in der Lage ist, die Auflagerkräfte an geeigneten Stellen in die Dachkonstruktion einzuleiten.

Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes  
in Dresden mit einer Stabwerkskuppel

Strukturmodell der Stabwerkskuppel



Symposium zu Gefährdungen der Standsicherheit und des Brandschutzes

Demnach setzt sich die Stabwerkskuppel aus der Gitterschale und dem Randfachwerkträger im Bereich der Kuppelbasis zusammen. Die Abmessungen der im Grundriss nahezu rechteckigen Stabwerkskuppel betragen ca. 45 m x 29 m. Der Stich beträgt 8,35 m, davon nimmt die Gitterschale eine Höhe von 7,0 m ein. Die Gitterschale der Stabwerkskuppel stützt sich umlaufend auf den in einer Horizontalebene liegenden Obergurt des Randfachwerkträgers. Die Eckbereiche in der Obergurtebene sind mittels Übergangsbögen ausgerundet.

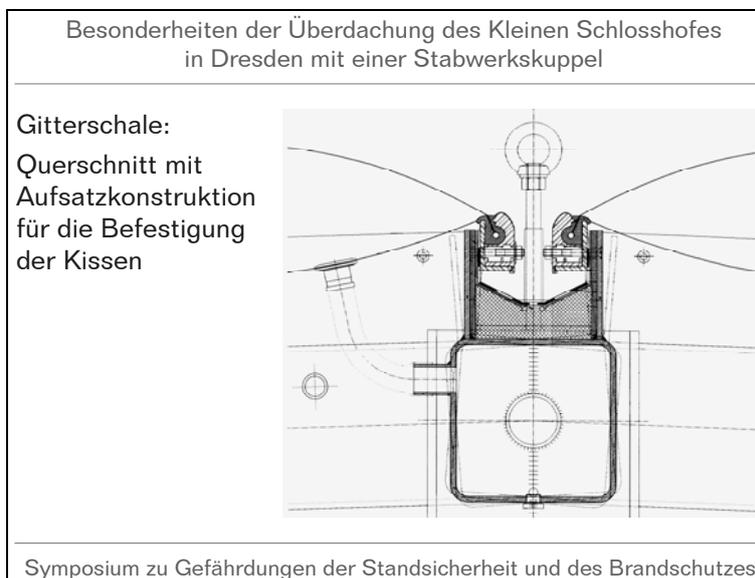
Um trotz der Unregelmäßigkeiten in den Dachflächen eine weitgehend regelmäßige Struktur der Stabwerkskuppel zu erreichen, wird die Neigung und der Achsabstand zwischen Ober- und Untergurt des umlaufenden Randfachwerkträgers variiert.

Je nach den örtlichen Gegebenheiten der vorhandenen Dachkonstruktion wird der Randfachwerkträger auf unterschiedlich ausgebildeten Stützstellen abgesetzt.



Damit diese konstruktiven Details ebenso wie zum Beispiel die Regenwasserableitung optisch nicht in Erscheinung treten und den Gesamteindruck stören, wird der Randfachwerkträger zur Innenhofseite hin verblendet.

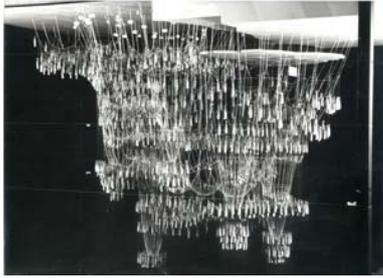
Die gewünschte Transparenz der Überdachung wird durch den Einsatz von luftgefüllten Folienkissen erreicht, die die Felder zwischen den polygonalen Gitterträgern überspannen. Die ETFE-Folienkissen haben den Vorteil, dass sie extrem leicht sind und sich gut an die windschiefe Geometrie der rautenartigen Felder anpassen, die zudem noch unterschiedliche Abmessungen haben.



Der Luftdruck in den Kissen wird durch Kompressoren sichergestellt. Die Luftführung erfolgt unmittelbar in den Hohlprofilen der Tragkonstruktion.

Hinsichtlich des Brandschutzes ist davon auszugehen, dass sich im Foyer, zumindest bei größeren Veranstaltungen, mehr als 200 Personen aufhalten, so dass die Tragkonstruktion gemäß Versammlungsstätten-Verordnung feuerhemmend auszubilden wäre. Um den damit verbundenen Kostenaufwand zu reduzieren, wurde im Rahmen des Brandschutzgutachtens eine genauere Betrachtung der Schutzziele, des Brandverhaltens und der möglichen Kompensationsmaßnahmen durchgeführt. Im Ergebnis dieser Untersuchungen wurde festgestellt,

dass auf eine feuerhemmende Beschichtung verzichtet werden kann, ohne das notwendige Sicherheitsniveau zu unterschreiten. Dabei spielten zwei Gesichtspunkte eine entscheidende Rolle: zum einen schmelzen die ETFE-Folien bei rund 200 °C, so dass die Wärme bei höheren Temperaturen ungehindert entweichen kann, zum anderen verfügt die Stabwerkskuppel aufgrund des hochgradig statisch unbestimmten Systems über ausreichende Redundanz hinsichtlich der Tragwirkung, so dass der lokale Ausfall von Stäben nicht zum Versagen des Gesamtsystems führt.

Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes in Dresden mit einer Stabwerkskuppel	
<b>2. Formfindung unter Berücksichtigung der Bestandskonstruktion und des Stabilitätsverhaltens der Kuppel</b>	
	Rekonstruktion des Hängemodells Antonio Gaudís
Symposium zu Gefährdungen der Standsicherheit und des Brandschutzes	

Für den Entwurf von Flächenformen bzw. Flächenstrukturen sind verschiedene Methoden – sogenannte Formfindungsmethoden – bekannt.

Die Flächenformen bzw. Flächenstrukturen können u.a. auf der Grundlage von Experimenten, mittels Anwendung mathematischer Funktionen oder durch Nachbilden von in der Natur vorkommenden Formen und Strukturen entwickelt werden. Insbesondere die experimentellen Formfindungsmethoden fanden Anwendung beim Entwurf von Gewölbe-, Schalen- und Membrantragwerken. Bereits im 19. Jahrhundert entwickelten u.a. Heinrich Hübsch und Karl Mohrmann Hängemodelle für die Errichtung von Gewölben. Anfang des 20. Jahrhunderts konstruierte Antonio Gaudí für das komplexe Tragwerk der Sagrada Familia in Barcelona ein Hängemodell – hier die Rekonstruktion des Modells von Frei Otto. Und hinsichtlich der Anwendung von Hängemodellen im modernen Schalenbau sind vor allem Frei Otto und Heinz Isler zu nennen.

Auch die Mittelfläche der Stabwerkskuppel über dem Kleinen Schlosshof wurde im Zuge der Entwurfsplanung experimentell auf der Grundlage von Umkehrformen bzw. Hängeformen entwickelt. Dazu wurde über den nahezu rechteckigen Grundriss der Umrandung ein Seilnetz gespannt und mit Vertikalkräften belastet. Anstelle der Formfindung mit Hilfe von Hängemodellen, wurden die Verformungen des Seilnetzes – den heutigen Möglichkeiten entsprechend – mittels Computersimulationen iterativ mit einem geeigneten Rechenprogramm nach Theorie III. Ordnung erzeugt.

Die Methode der Formfindung anhand von belasteten Netzen als Hängemodelle liefert räumliche Strukturen, in denen nach der Umkehrung der gefundenen Form ausschließlich axiale Druckkräfte wirken. Voraussetzung dafür ist aber, dass die auf das Tragwerk einwirkenden Lasten mit den im Formfindungsprozess berücksichtigten Lasten übereinstimmen und dass die Auflagerbedingungen des Tragwerks den Randbedingungen des Rechenmodells der Computersimulation entsprechen. Demnach ist die Vorgabe eines formbestimmenden Lastfalls

erforderlich. Alle weiteren Lasten müssen Beanspruchungen von untergeordneter Größe hervorrufen, wenn die Struktur die zuvor genannte Eigenschaft besitzen soll.

Bei massiven Konstruktionen, wie z.B. gemauerten Gewölben, wurde zu Recht der Lastfall Eigenlast als dominanter Lastfall zugrunde gelegt.

Für die Stabwerkskuppel über dem Kleinen Schlosshof mit ihrer äußerst leichten Eindeckung aus luftgefüllten Folienkissen und der geringen Eigenlast der Konstruktion entfällt jedoch die Dominanz eines einzelnen formbestimmenden Lastfalls, vielmehr wirken neben der nahezu symmetrischen Eigenlast weitere, bzgl. der Eigenlast nichtkonforme und insbesondere nichtsymmetrische Lasten von mindestens gleicher Größenordnung.

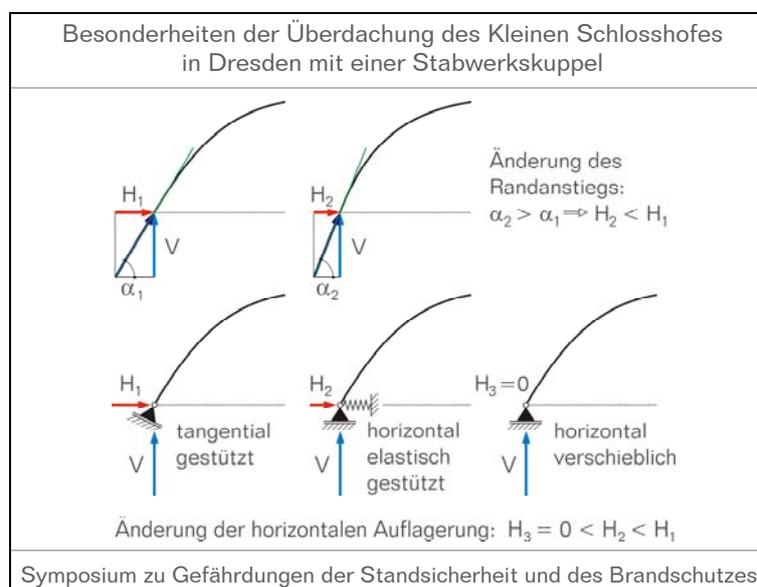
Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes in Dresden mit einer Stabwerkskuppel
<p><b>Bestandskonstruktion charakterisiert durch</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• unzureichende Tragfähigkeit der Dachkonstruktion</li><li>• geringe Steifigkeit der angrenzenden Flügelbauten senkrecht zum Kuppelrand</li><li>• fehlende durchgängige Deckenscheiben</li></ul>
Symposium zu Gefährdungen der Standsicherheit und des Brandschutzes

Zudem war die Ableitung der Lasten aus der Überdachung in den vorhandenen, den Kleinen Schlosshof umschließenden Gebäuden sicherzustellen. Da weder die ausreichende Tragfähigkeit noch die erforderliche Steifigkeit der Bestandskonstruktion hinsichtlich der zusätzlichen Lasten aus der Überdachung gegeben waren, wurde zunächst ein Konzept für die Lastableitung unter Einbeziehung von möglichen zusätzlichen Konstruktionen sowie von Verstärkungsmaßnahmen an dem vorhandenen Tragwerk erarbeitet.

Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes in Dresden mit einer Stabwerkskuppel
<p><b>Optimierung</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Reduzierung der horizontalen Auflagerkräfte der Stabwerkskuppel<ul style="list-style-type: none"><li>• günstige Formgebung im Bereich der Kuppelbasis: Ellipsen als Erzeugende der Kuppelmittelfläche</li><li>• elastische bzw. gleitende horizontale Auflagerung</li></ul></li><li>2. Erzielung eines günstigen Stabilitätsverhaltens der Stabwerkskuppel durch Vermeidung negativer Krümmung</li></ol>
Symposium zu Gefährdungen der Standsicherheit und des Brandschutzes

Daraus ergab sich die neue und wesentliche Zielsetzung hinsichtlich der Optimierung der Stabwerkskuppel, die Lasten aus der Überdachung möglichst gering zu halten und vor allem **die horizontalen Auflagerkräfte der Kuppel zu reduzieren**. Da folglich die äußeren Reaktionskräfte und nicht die inneren Schnittkräfte der Strukturform als Kriterium für die Optimierung festgelegt wurden, war zu erwarten, dass die im Formfindungsprozess entwickelte Geometrie nicht unbedingt zu einem günstigen Beanspruchungszustand in der Kuppel selbst führen muss.

Hängeformen, die über einer rechteckförmigen, ebenen Berandung erzeugt werden, sind dadurch gekennzeichnet, dass die positive Krümmung der Mittelfläche im Scheitel in eine negative Krümmung in den Eckbereichen der Berandung übergeht. Flächenbereiche mit wechselnder Gaußscher Krümmung wirken sich i.a. ungünstig auf das Stabilitätsverhalten von Schalenstrukturen aus. Deshalb wurde als weiteres Ziel der Optimierung ein **günstiges Stabilitätsverhalten** der Gitterschale durch eine hierfür geeignete und zugleich ansprechende Geometrie formuliert.

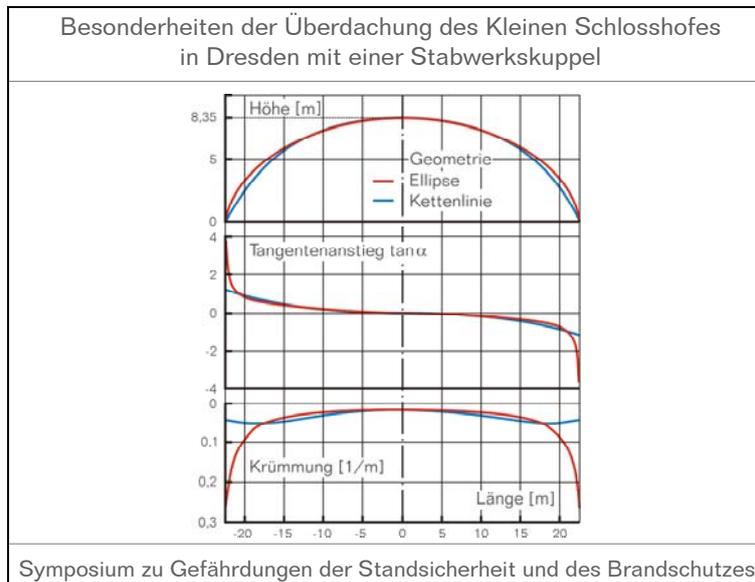


Im Wesentlichen bestehen zwei Möglichkeiten, **die horizontalen Auflagerkräfte der Kuppel wirksam zu reduzieren**.

Aus den Gleichgewichtsbeziehungen der Kräfte nach der Membrantheorie ergeben sich für diejenige Kuppelschale geringe horizontale Auflagerkräfte in Bezug zu den resultierenden, deren Mittelfläche an der Kuppelbasis steil geneigt ist. Demnach können die horizontalen Auflagerkräfte der Stabwerkskuppel durch die **Formgebung im Bereich der Kuppelbasis** beeinflusst werden.

Die aus Gitterschale und Randfachwerkträger zusammengesetzte Stabwerkskuppel wird durch polygonale Trägerscharen charakterisiert, deren Knickpunkte auf der idealisierten Mittelfläche liegen. Da der umlaufende Randfachwerkträger stets die beiden Randglieder eines polygonalen Trägers der Stabwerkskuppel bildet, besteht die erste Möglichkeit zur Reduzierung der horizontalen Auflagerkräfte darin, den Anstieg des Randfachwerkträgers möglichst groß zu wählen. Die senkrecht zum Auflagerstand wirkenden Horizontalkomponenten der Stützkkräfte entstehen durch die Behinderung der mit der Krafrichtung übereinstimmenden Verschiebung des Kuppelrandes. Daher werden die horizontalen Auflagerkräfte verringert, wenn sich der Kuppelrand zunehmend frei verschieben kann. Im Grenzfall des in horizontaler Richtung frei verschieblichen Kuppelrandes stützen allein die inneren Ringzugkräfte die Kuppel. Demzufolge besteht die zweite Möglichkeit zur Reduzierung der horizontalen Auflagerkräfte in der Ausbildung von **elastischen Horizontalauflagern** bzw. von horizontal verschieblichen Auflagern.

Infolgedessen werden jedoch zu Gunsten der geringeren Horizontalkräfte Randstörungen verursacht, die in der Stabwerkskuppel vor allem zu Biegebeanspruchungen führen. Beide Möglichkeiten zur Reduzierung der horizontalen Auflagerkräfte der Stabwerkskuppel wurden angewandt.

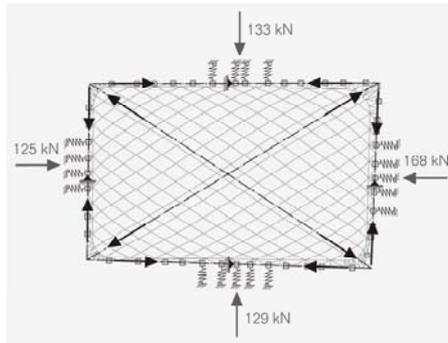


Im Hinblick auf die eben genannten Optimierungsziele wurden im Rahmen der bautechnischen Prüfung bereits in der Phase Entwurfsplanung Variantenuntersuchungen durchgeführt und Empfehlungen hinsichtlich einer günstigen Formgebung der Stabwerkskuppel sowie der konstruktiven Durchbildung des Gesamttragwerks auch unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte gegeben. Die Untersuchungen ergaben, dass mathematische Formulierungen auf der Grundlage von Ellipsenscharen für die idealisierte Mittelfläche der Kuppel am zweckmäßigsten sind. Bei dem vom Architekten fest vorgegebenen Verhältnis der Spannweite zur Stichhöhe von ca. 3,5 ermöglichen vor allem Ellipsen eine geeignete **Formgebung im Bereich der Kuppelbasis**. Im Gegensatz zu Flächen, die an Hand von Umkehrformen beschrieben werden, weisen die durch Ellipsen dargestellten Kuppeln im Randbereich stets größere Tangentenneigungen auf. Die im oberen Diagramm abgebildeten Kurven sind Mittellinien und repräsentieren die Längsschnitte zweier unterschiedlich erzeugter Mittelflächen in Kuppelmitte bzgl. der Ost-West- Achse. Die rote Kurve stellt eine Ellipse dar, die blaue Kurve entspricht einer Kettenlinie. Grundrisslänge und Höhe der durch die beiden Mittellinien beschriebenen Kuppeln sind gleich und entsprechen den Vorgaben. Im mittleren Diagramm sind die Anstiege der Tangenten entlang der Mittellinien dargestellt.

Anhand der Funktionsverläufe ist zu erkennen, dass die Anstiege im Randbereich bei der Ellipse größer sind als bei der Kettenlinie. Daher ist es möglich, den Randfachwerkträger, der als Sehne benachbarter Punkte auf der Ellipse beschrieben werden kann, stärker zu neigen. Darüber hinaus sind – wie das untere Diagramm zeigt – die durch Ellipsen dargestellten Formen im Bereich der Kuppelbasis stärker gekrümmt, so dass im Vergleich zu anderen Formen die durch Randstörungen hervorgerufenen Biegebeanspruchungen schneller abklingen und sich auch ein günstigeres Stabilitätsverhalten einstellt.

Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes  
in Dresden mit einer Stabwerkskuppel

Haupttragwirkung, Lagerschema und resultierende  
Auflagerkräfte senkrecht zu den Umfassungswänden



Symposium zu Gefährdungen der Standsicherheit und des Brandschutzes

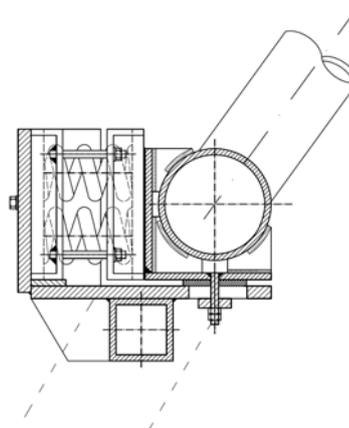
Der umlaufende Randfachwerkträger der Stabwerkskuppel wird jeweils in Seitenmitte der im Grundriss nahezu rechteckigen Kuppelberandung eine max. Neigung von ca.  $60^\circ$  in Bezug zur Horizontalebene haben. Die horizontale Auflagerung der Stabwerkskuppel senkrecht zu den Umfassungswänden wird auf die mittleren Bereiche der Kuppelseiten beschränkt und erfolgt elastisch. Die hinsichtlich ihrer Steifigkeit definierten **elastischen Horizontalauflager** sollen Federauflager sicherstellen. Zur Gewährleistung der horizontalen Verschieblichkeit der anderen Auflager werden Elastomerlager mit Gleitschicht bzw. Pendelstützen verwendet.

Die aus sich kreuzenden, diagonal verlaufenden Trägerscharen gebildete Gitterschale stützt sich auf den als Zugring wirkenden, umlaufenden Randfachwerkträger. Damit wird in der Kombination mit elastischen Horizontalauflagern ein wesentlicher Teil der Kuppellasten über die zu den Eckbereichen des Rechteckgrundrisses führenden Träger der Gitterschale abgetragen. Der Horizontalschub dieser Träger wird zum großen Teil durch Ringzugkräfte kompensiert, die in den Randfachwerkträgern aktiviert werden.

Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes  
in Dresden mit einer Stabwerkskuppel

horizontal elastische  
Stützung:

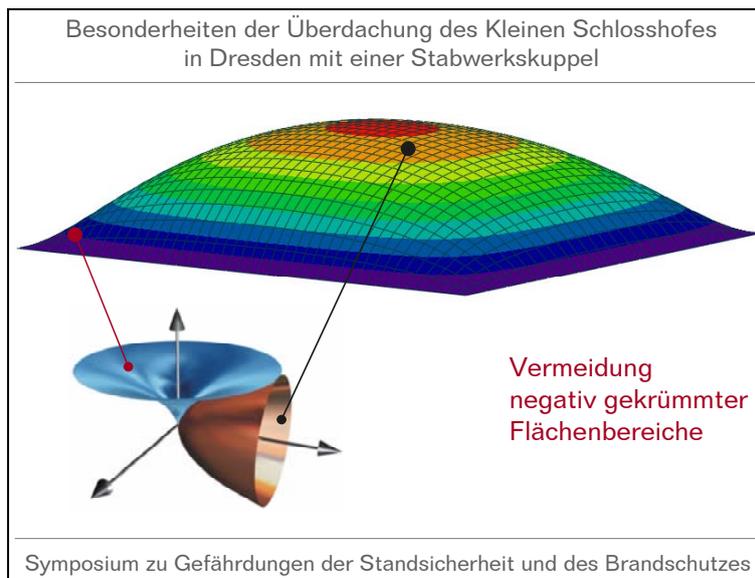
Detail Auflager mit  
horizontal angeordneten  
Schraubenfedern



Symposium zu Gefährdungen der Standsicherheit und des Brandschutzes

Die horizontale Stützung der Stabwerkskuppel senkrecht zu den Umfassungswänden des Schlosses wird durch ein Paket mit vier horizontal angeordneten Schraubenfedern je Federauflager sichergestellt.

Damit ergibt sich gegenüber dem in der Phase Entwurfsplanung vorgesehenen Tragwerk mit umseitig festen Auflagern eine deutliche Reduzierung der horizontalen Auflagerkräfte.



Auch im Hinblick auf ein **günstiges Stabilitätsverhalten** musste die Stabwerkskuppel in ihrer Form angepasst werden. Die Geometrie der Stabwerkskuppel wurde derart modifiziert, dass die idealisierte Mittelfläche der Gitterschale ausschließlich positiv gekrümmt ist. Dazu war auch in diesem Fall die Darstellung der Geometrie mit stets positiv gekrümmten Ellipsen bzw. Ellipsenabschnitten vorteilhaft.

Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes in Dresden mit einer Stabwerkskuppel

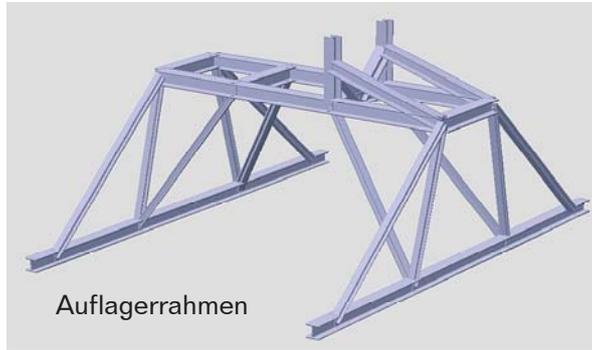
<p>Entwurfsplanung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schwach gekrümmte Mittelfläche im Randbereich</li> <li>• Krümmungswechsel in den Eckbereichen</li> </ul> <p>Genehmigungs- und Ausführungsplanung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stets positiv gekrümmte Mittelfläche</li> <li>• Grate in den Eckbereichen des Randfachwerkträgers</li> </ul> <p>Stabilitätsnachweise auf der Grundlage von Eigenformen</p>
--

Symposium zu Gefährdungen der Standsicherheit und des Brandschutzes

Vergleichsberechnungen zeigten, dass die Stabwerkskuppel mit der modifizierten Geometrie ein deutlich besseres Stabilitätsverhalten als die Ausgangsform besitzt. In den Eckbereichen des annähernd rechteckigen Hofgrundrisses müssen zudem aufgrund von geometrischen Randbedingungen Grate in dem Randfachwerkträger ausgebildet werden, die zusätzlich aussteifend wirken und die Stabilität der Stabwerkskuppel erhöhen.

Die Stabilitätsuntersuchungen erfolgten sowohl an Einzelstäben als auch am Gesamtsystem der Stabwerkskuppel. Für die Untersuchungen zur Gesamtstabilität wurden die angesetzten Imperfektionsfiguren aus den maßgebenden Beuleigenformen abgeleitet.

### 3. Lastabtragung in den vorhandenen Gebäuden



Die Lasten aus der Überdachung werden in den Gebäuden des Bestandes abgeleitet, die den Kleinen Schlosshof einfassen.

Im Torhaus und im Zwischenflügel Süd erfolgt die Lastabtragung hauptsächlich über die vorhandenen Dachkonstruktionen. Im Zwischenflügel Nord, im Bärengartenflügel und in der Englischen Treppe werden die Lasten über neue Stahlböcke bzw. stählerne Raumfachwerke oder Stahlpendelstützen in die Stahlbetondecke über dem 3. Obergeschoss eingeleitet.

Da die Decke selbst keine zusätzlichen Vertikallasten aufnehmen kann, werden diese mittels der Stahlkonstruktionen zu den Deckenauflagerbereichen oberhalb von tragenden Wänden geführt. Nur im Bärengartenflügel und in der Englischen Treppe können vereinzelt vorhandene Deckenunterzüge an der Abtragung der Vertikallasten beteiligt werden.

Auch die aus den elastischen Stützungen der Stabwerkskuppel resultierenden, senkrecht zu den jeweiligen Kuppelrändern wirkenden Horizontallasten werden durch die Stahlkonstruktionen aufgenommen und in die Decke über dem 3. Obergeschoss eingeleitet.

Sowohl für die Aufnahme der Horizontallasten aus den vorhandenen Dachbauteilen und zusätzlichen Auflagerkonstruktionen als auch für die Weiterleitung der resultierenden Horizontallasten in die tragenden Wände des Schlosses wird die Decke über dem 3. Obergeschoss als geschlossene, umlaufend zugfeste Ringscheibe ausgebildet. Mit der Ausbildung einer Ringscheibe ist zudem die teilweise Kompensation der Horizontalkräfte durch die Aktivierung von Scheibenzugkräften in der Decke möglich.

Die Weiterleitung der Lasten unterhalb der Decke über dem 3. Obergeschoss erfolgt über die tragenden Wände des Schlosses in die Fundamente. Die zusätzlichen Lasten führen zu keiner wesentlichen Erhöhung der Beanspruchungen des Baugrundes.

Besonderheiten der Überdachung des Kleinen Schlosshofes  
in Dresden mit einer Stabwerkskuppel

Am Projekt beteiligte:

Bauherr:	Freistaat Sachsen
Projektleitung:	Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement, NL Dresden I
Architekt:	Prof. Dr.-Ing. E.h. Peter Kulka, Architekt BDA, Peter Kulka Architektur Dresden GmbH
Tragwerksplaner:	<i>Leistungsphase Entwurfsplanung:</i> ahw Ingenieure GmbH, Münster <i>Leistungsphase Genehmigungs- und Ausführungsplanung:</i> <i>Stabwerkskuppel und Dachkonstruktion:</i> Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure GmbH, Dresden <i>Bestandskonstruktion:</i> Kröning Ulbrich Schröter Baustatik und Tragwerksplanung, Dresden
Prüfingenieur für Standicherheit:	Prof. Dr.-Ing. habil. Bernd Dressel, Dresden

Symposium zu Gefährdungen der Standsicherheit und des Brandschutzes

Sehr geehrte Damen und Herren,

zum Abschluss möchte ich die am Projekt Beteiligten benennen und für die stets gute Zusammenarbeit danken.

Und Ihnen danke ich für Ihre Aufmerksamkeit.



Ingenieurbüro für Bautechnik  
Prof. Dressel & Partner  
Hübnerstraße 27  
01187 Dresden

Partner:  
Prof. Dr.-Ing. habil. B. Dressel  
Dipl.-Ing. St. Kraus  
Dr.-Ing. S. Liedert

Telefon: 0351 / 477 55-0  
Telefax: 0351 / 472 47 81  
e-mail: [info@ib-dressel.de](mailto:info@ib-dressel.de)  
Internet: [www.ib-dressel.de](http://www.ib-dressel.de)