

**Gutachterliche Stellungnahme
zur Erlangung einer Zustimmung im Einzelfall
für eine Überkopfverglasung**

Bauvorhaben: Glasvordach
Hyatt Regency Hotel
Mainz

Auftraggeber: Ministerium der Finanzen
Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Straße 1
55116 Mainz

Kopie

Inhaltsverzeichnis

1 AUFTRAG UND VERANLASSUNG	3
2 UNTERLAGEN	3
3 BESCHREIBUNG DER BAULICHEN SITUATION	4
4 BERECHNUNG UND BEURTEILUNG	6
4.1 BERECHNUNGSERGEBNISSE VON [5].....	6
4.2 UNABHÄNGIGE VERGLEICHSRECHNUNG	7
4.3 GLASHALTER	8
4.4 RESTTRAGFAHIGKEIT	9
5 ZUSAMMENFASSUNG	10
ANLAGEN	

1 AUFTRAG UND VERANLASSUNG

Im Rahmen des Bauvorhabens „Hyatt Regency Hotel, Mainz“ wird ein Vordach mit punktförmig gehaltenen Glasscheiben gebaut. Für die Erlangung der Zustimmung im Einzelfall für dieses Vordach wurde ich vom Ministerium der Finanzen, Rheinland-Pfalz, beauftragt, die geplante Überkopfverglasung zu untersuchen und zu begutachten.

Die Prüfung der statischen Berechnung der Stahlkonstruktion ist nicht Gegenstand dieses Gutachtens.

2 UNTERLAGEN

- [1] DIN 1055, Lastannahmen, August 1986
- [2] DIN 1249, Flachglas im Bauwesen, September 1988
- [3] Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Überkopfverglasungen, September 1996
- [4] DIN 1863 (*Entwurf*) - Teilvorgespanntes Glas, Ausgabe 06-95
- [5] Statische Berechnung der Verglasung, aufgestellt am 7. Mai 1997 vom Ing.-Büro Peter Strohm in Nördlingen
- [6] Brief vom Ministerium der Finanzen, Rheinland-Pfalz, vom 16. Juli 1997
- [7] Pläne von der Firma Radeberger Stahl und Metallbau GmbH, Radeberg
Zeichnung Nr. 4140-100/B
Zeichnung Nr. 4140-101/B
- [8] Übersichtslageplan von J S K vom 24. Juni 1997
- [9] Fax von der Firma Radeberger Stahl und Metallbau GmbH vom 5. August 1997
- [10] Wörner, Shen, Schneider, Entwicklung im konstruktiven Glasbau, 11. Fortbildungsseminar „Tragwerksplanung“, Vereinigung der Prüfengeure für Baustatik in Hessen, Sept. 1997

3 BESCHREIBUNG DER BAULICHEN SITUATION

Nach der Unterlagen [7-8] handelt es sich um ein punktförmig gehaltenes Glasvordach. Eine Ansicht des Glasvordaches ist in Bild 1 dargestellt. Beim Glasvordach werden VSG-Scheiben aus 2 x 10 mm TVG (Teilvorgespanntes Glas) mit einer 1,52 mm dicken PVB-Zwischenfolie verwendet. Die VSG-Scheiben werden an der Stahlkonstruktion mittels der kugelgelagerten Glashalter (Firma SADEV, Bild 2) gehängt. Die Scheibenabmessungen sind in Anlage 1 dargestellt.

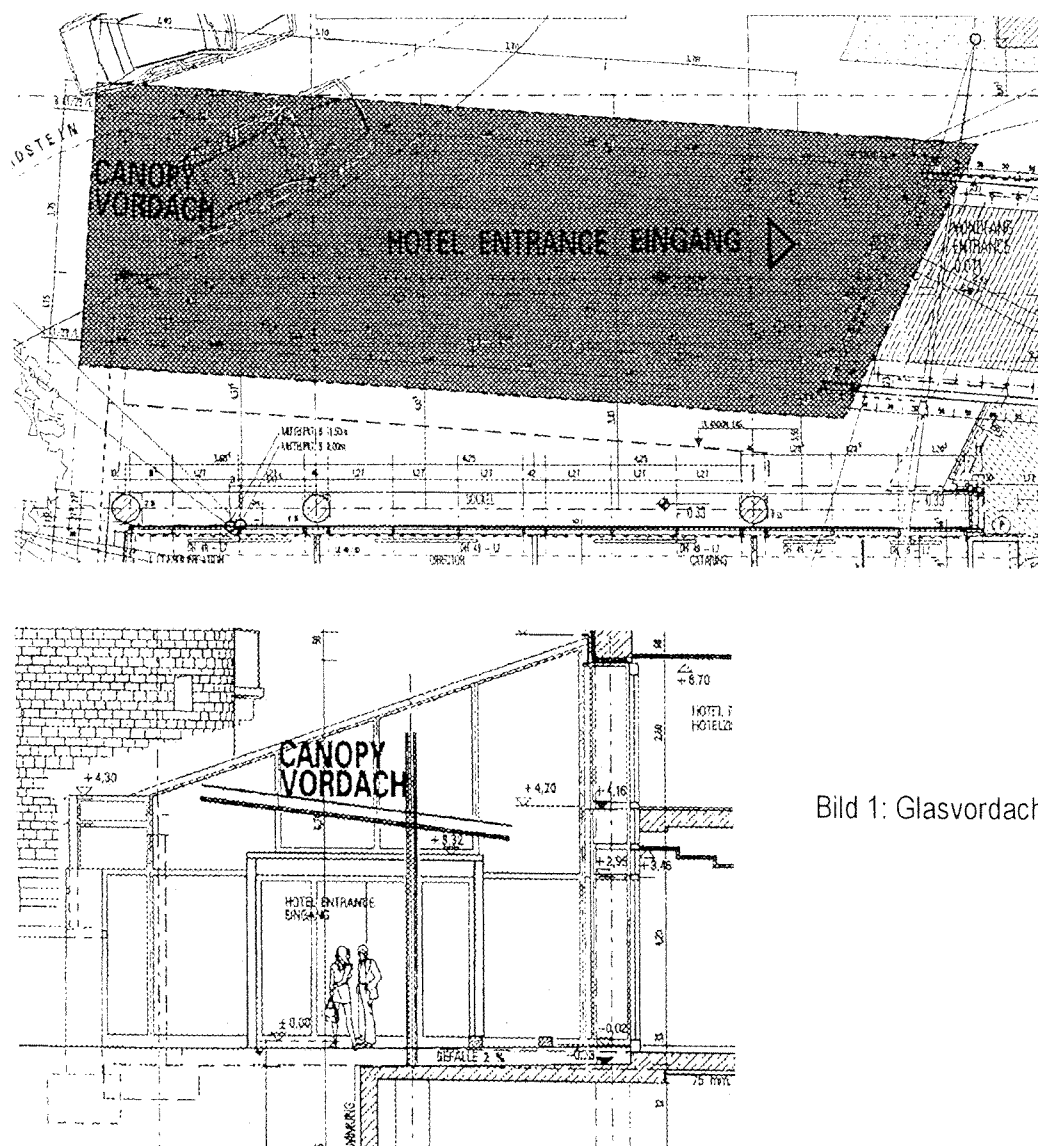


Bild 1: Glasvordach

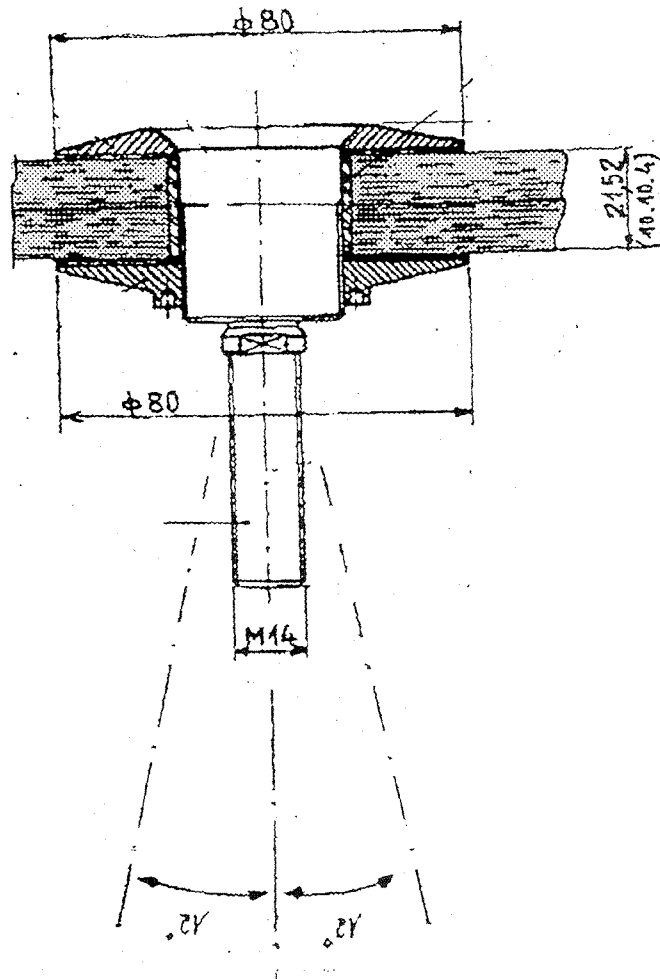


Bild 2: Glashalter

4 BERECHNUNG UND BEURTEILUNG

4.1 Berechnungsergebnisse von [5]

Die statischen Berechnungen der Glasscheiben wurden vom Ing.-Büro Peter Strohm in Nördlingen durchgeführt [5]. Die folgenden Belastungen wurden in der statischen Berechnung untersucht:

Eigenlast:	$g = 0,5 \text{ kN/m}^2$
Schneelast:	$s = 0,75 \text{ kN/m}^2$
Winddruck:	$w = (0,7+0,3) \times 0,5 = 0,5 \text{ kN/m}^2$
Lastkombination :	$g + s + w/2$

Die Absenkung der Unterkonstruktion wurde bei der Glasstatik **nicht** berücksichtigt. Für die Berechnung wurde von einer zwängungsfreien Montage ausgegangen. Die Zwischenfolie wurde rechnerisch nicht angesetzt. In der Berechnung wurde ein vereinfachtes FE-Modell **ohne Auflagermodellierung im Lochbereich** verwendet. Insgesamt wurden 5 Scheiben berechnet (s. Anlage 1).

Die Ergebnisse der Berechnung sind in Tabelle 1 dargestellt. Nach der Berechnung von [5] treten die maximalen Hauptspannungen in der Scheibenmitte bzw. am Scheibenrand auf.

Tabelle 1: Ergebnisse der Berechnung [5]

Glasscheibe	max. Hauptspannungen (N/mm ²)	Verformung (mm)
G01	11,6	8,2
G02	12,0	8,6
G03	8,3	3,7
G04	9,9	6,2
G05	11,1	5,7

4.2 Unabhängige Vergleichsrechnung

Um eine Aussage über die Tragfähigkeit der Glasscheiben treffen zu können, wurde eine Vergleichsberechnung im Rahmen des Gutachtens durchgeführt.

Für die Berechnung mit einem FE-Programm (SAP 90) wurden die Glasscheiben mit Plattenelementen modelliert. Im Bereich der Halterungen wurde das Elementnetz zur realistischen Erfassung der dort auftretenden Spannungen verfeinert. Der Punkthalter wurde mit Volumenelementen für die Kunststoffzwischen­schicht und mit Scheibenelementen für den Auflagerteller modelliert (Anlage 2, nur für Scheibe G01).

Bei der Berechnung wurde die Verbundwirkung über der PVB-Folie vernachlässigt. Für die Verbund-Sicherheitsglasscheibe wird die Beanspruchung entsprechend der Steifigkeit der Einzelscheiben aufgeteilt. Bei zwei gleich dicken Scheiben nimmt jede Scheibe 50 % der Belastung auf. Der Berechnung wurden folgende Materialkennwerte zugrunde gelegt:

Glas: $E = 70000 \text{ N/mm}^2$ $\mu = 0,2$

zulässige Spannung für TVG [4]:

$$\text{zul. } \sigma = 30 \text{ N/mm}^2$$

zulässige Verformung:

$$\text{zul. } f = l/100 = \text{ca. } 1472/100 = 14,7 \text{ mm}$$

l = Abstand zwischen den Auflagerpunkten.

Nach Durchsicht der erhaltenen Unterlagen [5-8] wurden die zwei ungünstigsten Scheiben G01 und G04 in der Vergleichsberechnung untersucht. Da mir die statische Berechnung für die Stahlkonstruktion nicht vorlag, wurde neben der in [5] angesetzten Belastungen eine relative Verformung der Punkthalter senkrecht zur Scheibenebene von $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ in der Vergleichsrechnung berücksichtigt. Dieser Wert muß von der Stahlkonstruktion eingehalten werden.

Wegen der umgebenden Bebauung kann auf eine Winddruckbelastung auf die Scheibe G04 verzichtet werden. Nach DIN 1055 Teil 4 [1] ist der Wert für Winddruck auf Scheibe G01 um 25% zu erhöhen:

Winddruck: $w_D = (0,7 + 0,3 \times 1,25) \times 0,5 = 0,54 \text{ kN/m}^2$.

Die Windsoglast ist hier nicht maßgebend.

Die Ergebnisse der Vergleichsrechnung sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Vergleichsrechnung

Glasscheibe/Lastfall	Hauptzugspannungen (N/mm ²)		Durchbiegung (mm)
	oben	unten	
G01 Eigengewicht + Schnee + (Winddruck \pm 5 mm)/2	16,4	12,6	8,9
G04 Eigengewicht + Schnee \pm (5 mm)/2	29,2	7,68	5,5

Die zulässigen Werte der Spannung und der Durchbiegung sind eingehalten. Damit ist der rechnerische Nachweis erfüllt.

Aufgrund der durchgeführten Vergleichsrechnung und [10] ist bei punktförmig gelagerten Glasscheiben die Hauptzugspannung, die in der Regel an der Stützstelle auftreten wird, die für die Bemessung maßgebende Spannung. Ein vereinfachtes FE-Modell [5] ohne Auflagermodellierung im Lochbereich ist in der Regel für die Bemessung der punktförmig gelagerten Glasscheiben nicht ausreichend.

4.3 Glashalter

Für dieses Bauvorhaben werden zur punktförmigen Lagerung der Glasscheiben die Glashalter von der Firma SADEV verwendet. Der Glashalter besteht aus zwei Klemmtellern und einem Kugelgelenk in Scheibenebene. Bei diesen Haltern ist zur Trennung von Glas und Stahl sowohl an den Auflagertellern als auch zwischen Rand der Glasbohrung und dem Stahlbolzen eine Kunststoffzwischen-schicht vorgesehen. Damit wird ein Kontakt von Glas mit Metall verhindert. Die kugelgelenkigen Glashalter von Firma SADEV sind bereits an verschiedenen Projekten (z. B. Neue Messe Leipzig) eingesetzt.

Zwängungen können bei Glasbauteilen leicht zum Bruch führen. Daher müssen Scheiben so gelagert werden, daß die Beanspruchung aus Zwängungslasten möglichst gering ist. Dies betrifft insbesondere die Zwängungen infolge Temperaturbeanspruchung wegen der unterschiedlichen Tempe-

Im Vergleich zu starren Glashaltern sind kugelgelenkige Glashalter in jede Richtung frei verdrehbar und minimieren damit die Zwängungen auf die Glasscheiben infolge Biegeverformung der Stahlkonstruktion und infolge Temperatur. Die geometrische Imperfektion und die Verformung der Glasscheiben in ihrer Ebene wird durch die elastische Hülse und dem Spiel zwischen der Bohrung und der Hülse aufgenommen.

Nach der Angabe der Baufirma [9] werden folgende Änderungen gegenüber der Zeichnungen [7] vorgenommen:

- Außendurchmesser des Halters wird von 74 mm auf 80 mm vergrößert (Bild 2),
- Lochdurchmesser in den Glasscheiben wird von 38 mm auf 44 mm vergrößert,
- Außendurchmesser der Hülse am Halter beträgt 36 mm,
- Dicke der elastischen Zwischenlage zwischen Halterflächen und Glasscheibe wird von 1 mm auf 2 mm vergrößert.

Unter der Voraussetzung der Einhaltung der Montageanweisungen bestehen bei Verwendung der kugelgelenkigen Halter von Firma SADEV für das Glasvordach im Bauvorhaben „Hyatt Regency Hotel, Mainz“ keine Bedenken.

4.4 Resttragfähigkeit

Zur Zeit ist es der Stand der Technik, daß für Überkopfverglasungen neben den Tragfähigkeitsnachweisen auch ein Resttragfähigkeitsnachweis erforderlich ist. Dieser Nachweis ist bisher in keiner DIN oder technischen Richtlinie geregelt. Die Neufassung der „Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Überkopfverglasungen“ (Sept. 1996) ist in den Mitteilungen des DIBT 5/1996 veröffentlicht [3]. In diesen Richtlinien werden VSG-Scheiben aus Float für die linienförmig gelagerten Überkopfverglasungen vorgesehen.

Zahlreiche Untersuchungen zur Resttragfähigkeit von punktförmig gehaltenen VSG-Scheiben aus TVG, die in der Vergangenheit an der Technischen Hochschule Darmstadt durchgeführt wurden, zeigten positive Ergebnisse. Die hier verwendeten Klemmteller mit einem Durchmesser von 80 mm haben auch einen positiven Einfluß auf die Resttragfähigkeit. Daher kann davon ausgegangen werden, daß eine ausreichende Resttragfähigkeit nach Zerstörung beider TVG-Scheiben vorhanden ist. Basierend auf den mir bekannten Versuchsergebnissen kann meines Erachtens auf zusätzliche Versuche in dem vorliegenden Fall verzichtet werden.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen dieses Gutachtens wurde ein punktförmig gehaltenes Glasvordach für das Bauvorhaben „Hyatt Regency Hotel, Mainz“ untersucht. Aufgrund der durchgeführten Vergleichsrechnung kann von einer ausreichenden Tragfähigkeit und Resttragfähigkeit der begutachteten Verglasung (VSG aus 2x 10 mm TVG) ausgegangen werden. Zusammenfassend kann unter Berücksichtigung folgender Punkte für die Verglasung die Zustimmung im Einzelfall empfohlen werden:

- Die Glasqualität ist nach [4] durch entsprechende Zeugnisse nachzuweisen.
- Die zur Herstellung von VSG verwendeten Zwischenfolien müssen aus 1,52 mm dickem PVB bestehen und die folgenden mechanischen Eigenschaften aufweisen:

Reißfestigkeit	$\geq 20 \text{ N/mm}^2$	bei 23°C
Bruchdehnung	$\geq 250 \%$	bei 23°C

- Zwangsbeanspruchungen in Scheibenebene, die durch eine Veränderung der Halterabstände zueinander, z.B. infolge von Temperaturbeanspruchungen auftreten können, müssen durch die entsprechenden konstruktiven Maßnahmen verhindert werden.
- Der Kontakt Glas-Stahl ist überall wirksam und dauerhaft zu verhindern.
- Die Montageanweisungen für die Halter sind unbedingt einzuhalten.
- Die relative Verformung der Punkthalter senkrecht zur Scheibenebene von $\pm 5 \text{ mm}$ darf nicht überschritten werden.
- Bei Anlieferung sind alle Scheiben auf Kantenverletzungen zu überprüfen.
- Die Glasscheiben dürfen nicht betreten werden. Falls zu Reinigungszwecken ein Betreten erforderlich wird, sind die geeigneten Maßnahmen vorzunehmen.

- Beschädigte Scheiben sind umgehend auszutauschen und entsprechende Sicherheitsvorkehrungen vorzunehmen.

Darmstadt, 12. Aug. 1997



Dr.-Ing. X. Shen

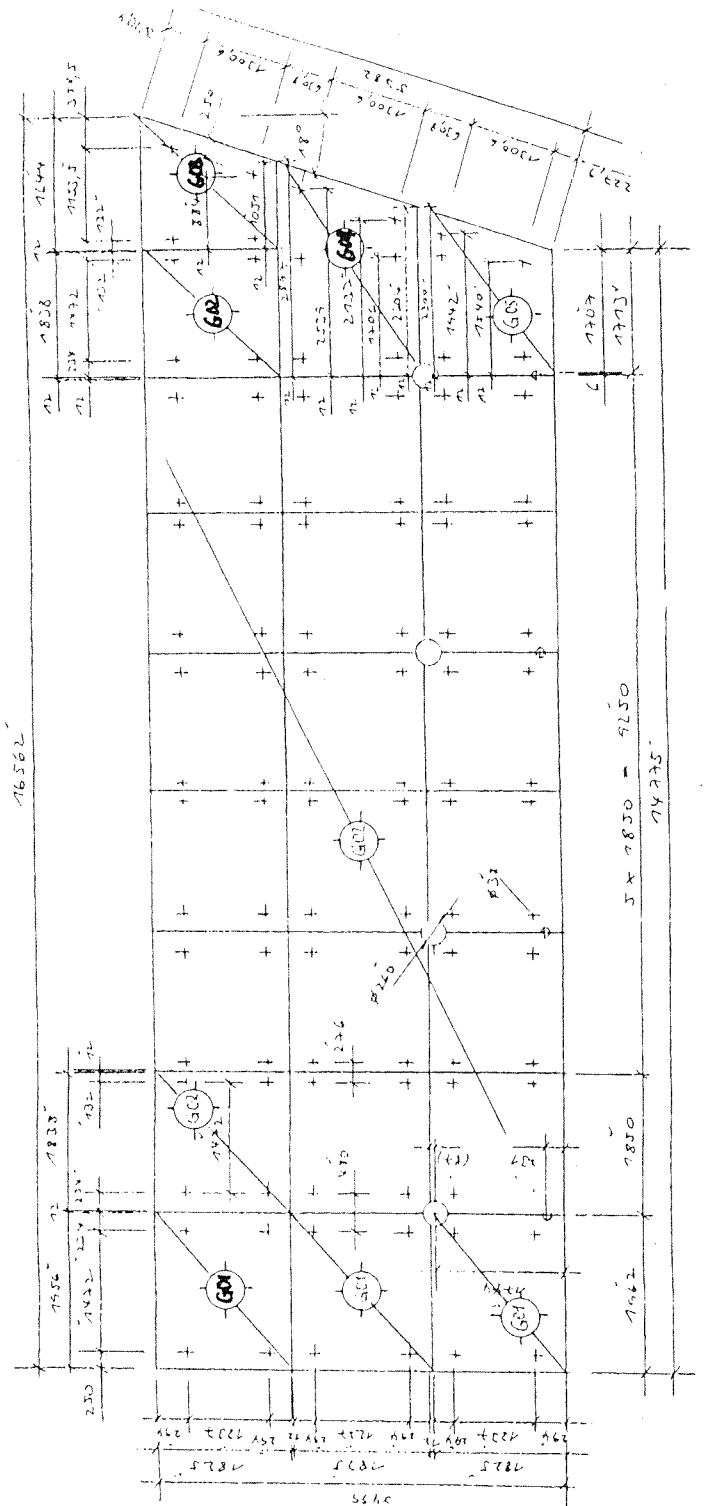
Wörner und **Partner**, Darmstadt



Prof. Dr.-Ing. J.-D. Wörner

Wörner und **Partner**, Darmstadt

Scheibenauffälligkeit (USS 20mm; 2x 10mm TVG mit Zwischenfolie)
M4:50



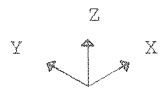
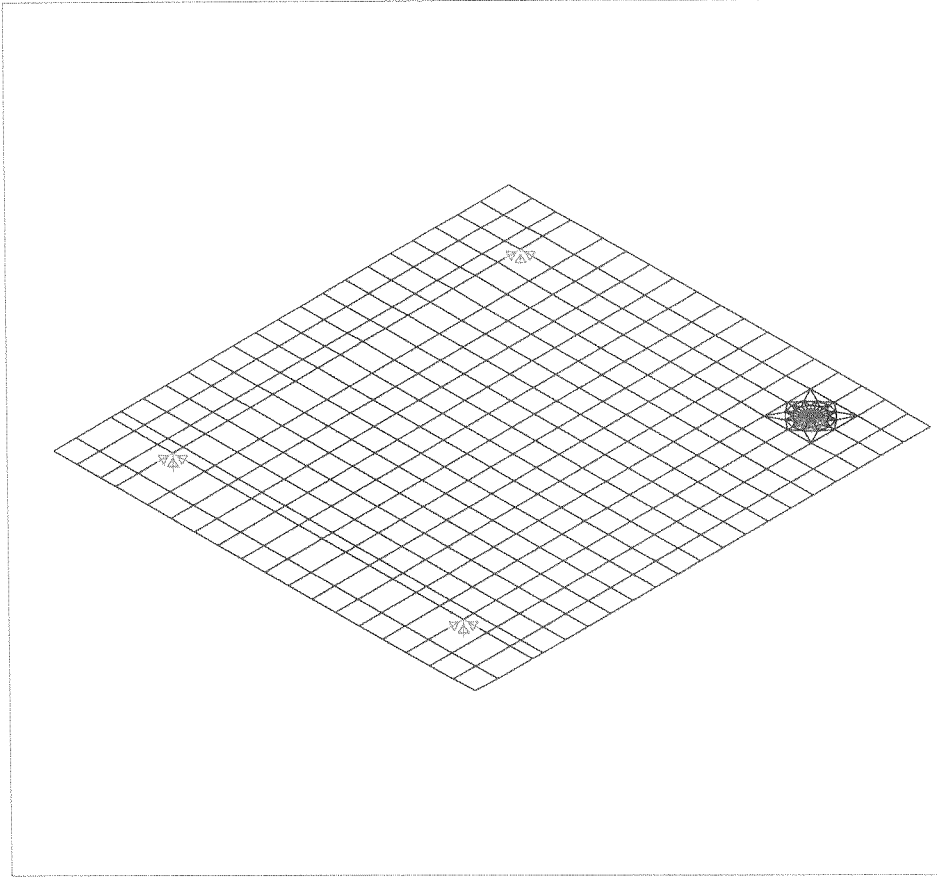
Anlage 1: Scheibenabmessung

Anlage 2: Scheiben G01 (1kN/m²)

FE-Modell

Spannung

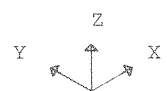
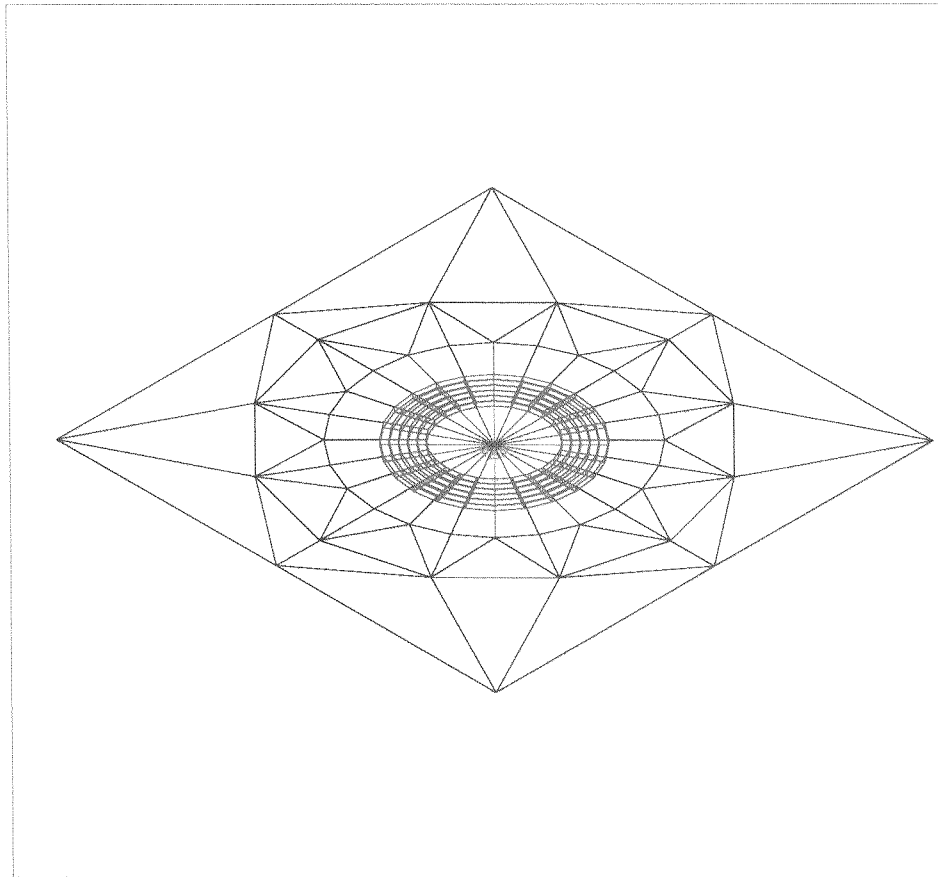
Verformung



GLAS11
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
RESTRAINTS
WIRE FRAME

SAP90



GLAS11
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
RESTRAINTS
WIRE FRAME

SAP90

