

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Sedlacek

Prüfingenieur für Baustatik gemäß Verordnung
vom 19. Juli 1962 (GV.NW.S 470) für die
Fachrichtung Stahlbau

Lehrstuhl für Stahlbau
Rheinisch-Westfälische
Technische Hochschule Aachen
Mies-van-der-Rohe-Str. 1,
52074 Aachen
Tel.: (0241) 80-5177
Fax: (0241) 8888-140

privat:
An der Rast 7a, 52072 Aachen
Tel.: (0241) 14327

17.07.2002

Bearbeiter: Dipl.- Ing. R. Mohren

Prüfungsbericht No. 10/2002

Objekt: Begehbare Glasböden der Firma Interpane

Bauteile: Verglasung

Inhaltsverzeichnis

1	Unterlagen	3
2	Ergebnis der Prüfung	4
3	Hinweise und Auflagen	5

1 Vorliegende Unterlagen

Von der Firma Interpane wurde eine Prüfung der Statik von begehbaren Glasfußböden beauftragt. Die Statik umfasst eine Matrix, die für verschiedene Glasabmessungen den erforderlichen Glasaufbau angibt.

- 1.1 Auftraggeber: Interpane Sicherheitsglas GmbH & Co.
Maybachstraße 5
31135 Hildesheim
- 1.2 Statik aufgestellt von: Ingenieurbüro Scheidler
Glastechnische Beratung und Statik
Milanweg 43/2
89564 Nattheim
- 1.3 Geprüfte Unterlagen: Begehbare Verglasungen - Interpane Handbuch
Gestalten mit Glas - Statische Berechnung
liniengelagerter Verbundsicherheitsgläser vom 8. Mai
2002
Seite 1 - 8
Anhang A 1 Auslegungsdiagramm Interpane E&B
Anhang A 2 Ergebnisdokumentation
- 1.4 Berechnungsgrundlage: Technische Regeln für die Verwendung von
linienförmig gelagerten Verglasungen (Fassung
September 1998) und DIBt-Richtlinien für begehbare
Verglasungen
- 1.5 Lastannahmen: nach DIBt-Empfehlung für begehbare Gläser
- 1.6 Baustoffe: Teilvorgespanntes Glas nach DIN EN 1863
Spiegelglas nach DIN 1249, Teil 3
Verbundsicherheitsglas nach DIN EN ISO 12543, Teil 2 mit PVB-
Folie mit folgenden Eigenschaften:
- Prüfung nach DIN EN ISO 527-3: 1995-10
- Prüfgeschwindigkeit 50 mm/min
- Reißfestigkeit > 20 N/mm² bei 23 °C
- Bruchdehnung > 250 % bei 23 °C


2 Ergebnis der Prüfung

2.1 Die Standsicherheitsnachweise sind vollständig.

3 Hinweise und Auflagen

3.1 Für begehbare Verglasungen ist eine Zustimmung im Einzelfall mit dem Nachweis der Resttragfähigkeit erforderlich. Hierzu gehören Konstruktionszeichnungen, Auflagerbedingungen und Angaben zum erforderlichen Glaseinstand.

Aachen, den 17.07.2002


Prof. Dr.- Ing. G. Sedlacek

In statischer Hinsicht geprüft
Prüfnummer 10 des Prüfverzeichnisses 2002

Aachen, den 30. 07. 2002

Unterschrift *Gerhard Sedlacek*

Prüfingenieur für Baustatik gemäß Verordnung vom
19. Juli 1962 (GV NW. S. 470) für die Fachrichtung
Stahlbau

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Sedlacek
PSP GmbH • 52070 Aachen
Telefon: (0241) 16 20 95

Begehbare Verglasungen

Interpane

Handbuch

Gestalten mit Glas

**Statische Berechnung liniengelagerter
Verbundsicherheitsgläser**

03. Juli 2002

Ingenieurbüro Scheideler

Milanweg 43/2, 89564 Nattheim; Tel.: 07321 / 97 11 70; Fax: 07321 / 97 11 71

	2
Inhalt	
	Seite
1. Allgemeines, Berechnungskonzept, Rechenmodell	3
1.1 Modell	3
2. Eingangsgrößen	4
2.1 Materialwerte	4
2.2 Glasabmessungen	4
2.3 Belastungen	4
2.3.1 Eigengewicht	4
2.3.2 Flächenlast	5
2.3.3 Punktlast	5
2.4 Zulässige Spannung	5
2.5 Zulässige Durchbiegung	5
3. Dokumentation	5
4. Zusammenfassung	8
Anhang A1	Auslegungsdiagramm Interpane E&B
Anhang A2	Ergebnisdokumentation

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Diese statische Berechnung wird erst nach Prüfung durch die Bauaufsichtsbehörde oder einen staatlich anerkannten Prüfenieur verwendbar.

Nattheim, den 03.07.2002



Dipl.-Ing. J. Scheideler

1. Allgemeines, Berechnungskonzept, Rechenmodell

Gegenstand der vorliegenden Berechnungen sind allseitig linienförmig gelenkig gelagerte, begehbare Verglasungen, wie sie bei Treppen, Podesten, Stegen, Fußböden, Lichtschachtabdeckungen o. ä. unter üblicher Nutzung zum Einsatz kommen.

Der Inhalt des im Anhang A1 dargestellten Auslegungsdiagramms wird für die markierten Scheibenabmessungen (siehe Bild 1) glasstatisch überprüft. Das Auslegungsdiagramm wurde mit dem Glasstatikprogramm SJMepla durch die Interpane Entwicklungs- und Beratungsgesellschaft, Lauenförde / Weser erstellt.

Alle Glastafelränder liegen ringsum nach den DIBt-Empfehlungen auf einer ebenen, biege- und verwindungssteifen Unterkonstruktion auf und werden bezüglich der auftretenden Spannungen und Durchbiegungen aus Eigengewicht, Flächenlast $p_F = 5,0 \text{ kN/m}^2$ und Einzellast $p_E = 2,0 \text{ kN}$ (Wirkfläche $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$) in Scheibenmitte statisch betrachtet. Nicht berücksichtigt werden Scheibenspannungseffekte aus Bauwerksbewegungen und teilweiser Beschattung / Erwärmung der Glastafeln. Aussagen über ein positives Resttragverhalten in evtl. fallweise erforderlichen Bauteilversuchen können aus den Berechnungen nicht abgeleitet werden. Die Dimensionierung der Unterkonstruktion gemäß den anerkannten Regeln der Technik wird vorausgesetzt, es wird von ausreichend verwindungssteifen Profilen ausgegangen, so daß beim statischen Nachweis der Glastafeln von einer ideal starren Unterkonstruktion ausgegangen werden kann.

Die Beanspruchungen und Deformationen wurden nach der Methode der finiten Elemente, unter Zuhilfenahme des Programmsystems ANSYS (Revision 5.4) berechnet. Die verwendeten Eingangsgrößen sind im Abschnitt 2 angegeben.

Auftraggeber: Interpane Sicherheitsglas GmbH & Co.
Maybachstraße 5
31135 Hildesheim

Aufsteller: Ingenieurbüro
Scheideler
Milanweg 43/2
89564 Nattheim

Durch Vergleichsrechnung geprüft

1.1 Modell

Im Anhang A2 ist exemplarisch das verwendete FEM-Modell (Symmetriehälfte) für das Glasformat „ipasafe S30“ $1700 \text{ mm} \times 900 \text{ mm}$ dargestellt. Die Glastafel ist aus Schalenelementen (ANSYS Element Shell 63) modelliert und vierseitig an den Glaskanten gelenkig und unverschieblich gelagert. Bei der Modellierung ist die Steifigkeit der unteren zwei Glastafeln des Dreifach-VSG berücksichtigt. Die obere Glasscheibe (Schutzscheibe) wird nur mit ihrem Gewicht berücksichtigt und nicht zur Lastabtragung herangezogen. Ein sich günstig auf das Tragverhalten auswirkender Schubverbund über die PVB-Folien des Verbundsicherheitsglases wird nicht angenommen.

2. Eingangsgrößen

2.1 Materialwerte

Glas:

E-Modul: $0,70 \text{ E} + 5 \text{ N/mm}^2$

Querdehnzahl: 0,23

Spez. Gewicht: $2,50 \text{ E} - 5 \text{ N/mm}^3$

Alle Glaskanten sind gefast und feingeschliffen

2.2 Glasabmessungen

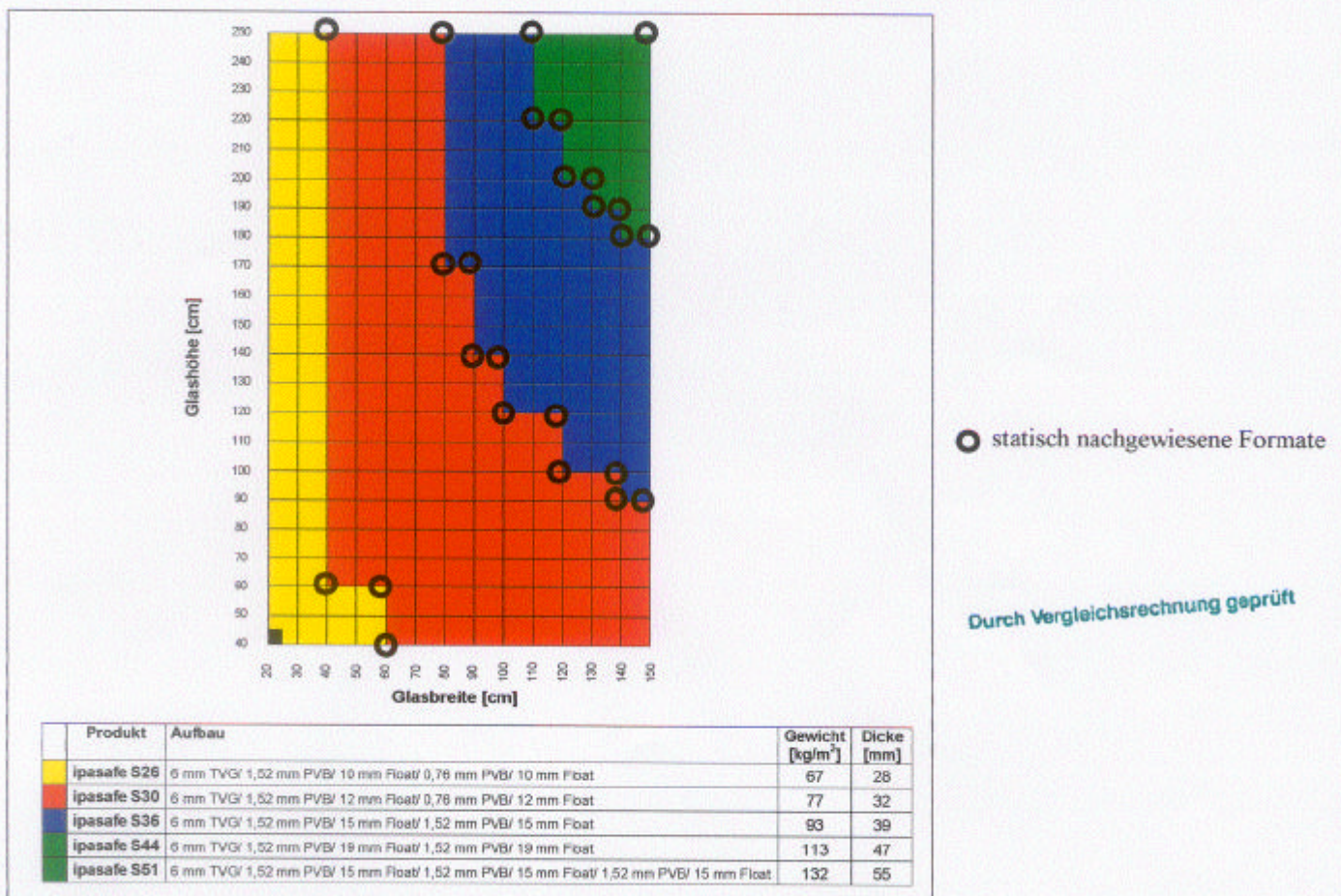


Bild 1: Auslegungsdiagramm, Quelle: Interpane E&B (siehe Anhang A1)

Die statisch nachgewiesenen Glasgrößen / Glasdicken sind aus den Ergebnistabellen bzw. aus Bild 1 zu entnehmen

2.3 Belastungen

2.3.1 Eigengewicht

Die Eigengewichtslast der Glastafeln ist entsprechend dem angegebenen spezifischen Gewicht berücksichtigt.

2.3.2 Flächenlast

Nach DIN 1055 Teil 3 (Juni 1971) wird eine gleichmäßig verteilte lotrechte Verkehrslast von $p_F = 5,0$ kN/m² angenommen.

2.3.3 Punktlast

Nach DIN 1055 Teil 3 (Juni 1971) wird eine lotrechte Einzellast $p_E = 2,0$ kN auf einer Fläche von 100 mm x 100 mm in Scheibenmitte wirkend angenommen.

2.4 Zulässige Spannung

Für Verbundsicherheitsglas (VSG) aus Floatglas wird von einer zulässigen Hauptspannung $S_1 = 15,0$ N/mm² ausgegangen ^[2].

2.5 Zulässige Durchbiegung

Die Durchbiegung der Verglasung darf den Wert $L/200$ mit L als Stützweite der Verglasung in Haupttragrichtung nicht überschreiten ^[2].

Durch Vergleichsrechnung geprüft

3. Dokumentation

Die Tabellen 1 - 4 zeigen die unter Last auftretenden Hauptzugspannungen und Durchbiegungen für die unterschiedlichen Glastafelformate und Glastafelaufbauten.

Glasaufbau	Glasbreite [mm]	Glashöhe [mm]	Belastung	Spannung [N/mm ²]	Spannung zul. [N/mm ²]	Durchbiegung [mm]	Durchbiegung zul. [mm] (Betrag)
ipasafe S26	600	400	Flächenlast 5,0 kN/m ²	2,3	15	-0,1	2,00
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	14,0	15	-0,4	2,00
ipasafe S26	600	600	Flächenlast 5,0 kN/m ²	3,1	15	-0,3	3,00
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	14,6	15	-0,7	3,00
ipasafe S26	400	2500	Flächenlast 5,0 kN/m ²	3,4	15	-0,2	2,00
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	14,7	15	-0,4	2,00

Tabelle 1: Hauptzugspannungen [N/mm²] und Durchbiegungen [mm] im Glas, Glasaufbau ipasafe S26

^[2] Anforderungen an begehbare Verglasungen; Empfehlungen für das Zustimmungsverfahren - Fassung März 2000 – DIBT Mitteilungen 2/2001

Glasaufbau	Glasbreite [mm]	Glashöhe [mm]	Belastung	Spannung [N/mm ²]	Spannung zul. [N/mm ²]	Durchbiegung [mm]	Durchbiegung zul. [mm] (Betrag)
ipasafe S30	1500	900	Flächenlast 5,0 kN/m ²	9,2	15	-1,7	4,50
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	14,8	15	-1,5	4,50
ipasafe S30	1400	900	Flächenlast 5,0 kN/m ²	8,6	15	-1,5	4,50
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	14,7	15	-1,5	4,50
ipasafe S30	1400	1000	Flächenlast 5,0 kN/m ²	9,6	15	-2,1	5,00
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	14,7	15	-1,8	5,00
ipasafe S30	1000	1200	Flächenlast 5,0 kN/m ²	8,0	15	-1,7	5,00
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	13,8	15	-1,6	5,00
ipasafe S30	1200	1200	Flächenlast 5,0 kN/m ²	8,7	15	-2,5	6,00
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	14,2	15	-2,0	6,00
ipasafe S30	900	1700	Flächenlast 5,0 kN/m ²	10,0	15	-1,8	4,50
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	14,8	15	-1,5	4,50
ipasafe S30	800	1700	Flächenlast 5,0 kN/m ²	8,4	15	-1,2	4,00
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	14,0	15	-1,2	4,00
ipasafe S30	800	2500	Flächenlast 5,0 kN/m ²	9,4	15	-1,4	4,00
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	13,9	15	-1,2	4,00

Tabelle 2: Hauptzugspannungen [N/mm²] und Durchbiegungen [mm] im Glas, Glasaufbau ipasafe S30

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Glasaufbau	Glasbreite [mm]	Glashöhe [mm]	Belastung	Spannung [N/mm ²]	Spannung zul. [N/mm ²]	Durchbiegung [mm]	Durchbiegung zul. [mm] (Betrag)
ipasafe S36	1500	1800	Flächenlast 5,0 kN/m ²	11,8	15	-4,5	7,50
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	11,0	15	-2,3	7,50
ipasafe S36	1400	1800	Flächenlast 5,0 kN/m ²	11,2	15	-3,7	7,00
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	11,1	15	-2,0	7,00
ipasafe S36	1400	1900	Flächenlast 5,0 kN/m ²	11,5	15	-4,0	7,00
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	11,2	15	-2,1	7,00
ipasafe S36	1300	1900	Flächenlast 5,0 kN/m ²	11,2	15	-3,3	6,50
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	11,2	15	-1,8	6,50
ipasafe S36	1300	2000	Flächenlast 5,0 kN/m ²	11,7	15	-3,5	6,50
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	11,3	15	-1,9	6,50
ipasafe S36	1200	2000	Flächenlast 5,0 kN/m ²	10,7	15	-2,7	6,00
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	10,8	15	-1,6	6,00
ipasafe S36	1200	2200	Flächenlast 5,0 kN/m ²	11,5	15	-3,0	6,00
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	11,1	15	-1,6	6,00
ipasafe S36	1100	2200	Flächenlast 5,0 kN/m ²	10,1	15	-2,2	5,50
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	10,9	15	-1,3	5,50
ipasafe S36	1100	2500	Flächenlast 5,0 kN/m ²	10,8	15	-2,4	5,50
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	11,2	15	-1,4	5,50

Tabelle 3: Hauptzugspannungen [N/mm²] und Durchbiegungen [mm] im Glas, Glasaufbau ipasafe S36

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Glasaufbau	Glasbreite [mm]	Glashöhe [mm]	Belastung	Spannung [N/mm ²]	Spannung zul. [N/mm ²]	Durchbiegung [mm]	Durchbiegung zul. [mm] (Betrag)
ipasafe S44	1500	2500	Flächenlast 5,0 kN/m ²	10,8	15	-3,4	7,50
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	8,1	15	-1,5	7,50
ipasafe S51	1500	2500	Flächenlast 5,0 kN/m ²	11,8	15	-4,7	7,50
			Punktlast (100 mm x 100 mm) in Stufenmitte	9,0	15	-2,2	7,50

Tabelle 4: Hauptzugspannungen [N/mm²] und Durchbiegungen [mm] im Glas, Glasaufbau ipasafe S44 bzw. S51

4. Zusammenfassung

Wie aus den Berechnungen (Tabellen 1 bis 4) ersichtlich ist, kommt es für die betrachteten begehbaren Glastafeln aus Verbundsicherheitsglas unter Ansatz der Verkehrslasten (Flächenlast $p_F = 5,0 \text{ kN/m}^2$; Einzellast $p_E = 2,0 \text{ kN}$ auf einer Fläche von 100 mm x 100 mm in Glasmitte) nicht zu einer Überschreitung der zulässigen Biegezugspannung und Durchbiegungen im VSG aus Floatglas.

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Anhang A1

Auslegungsdiagramm Interpane E&B

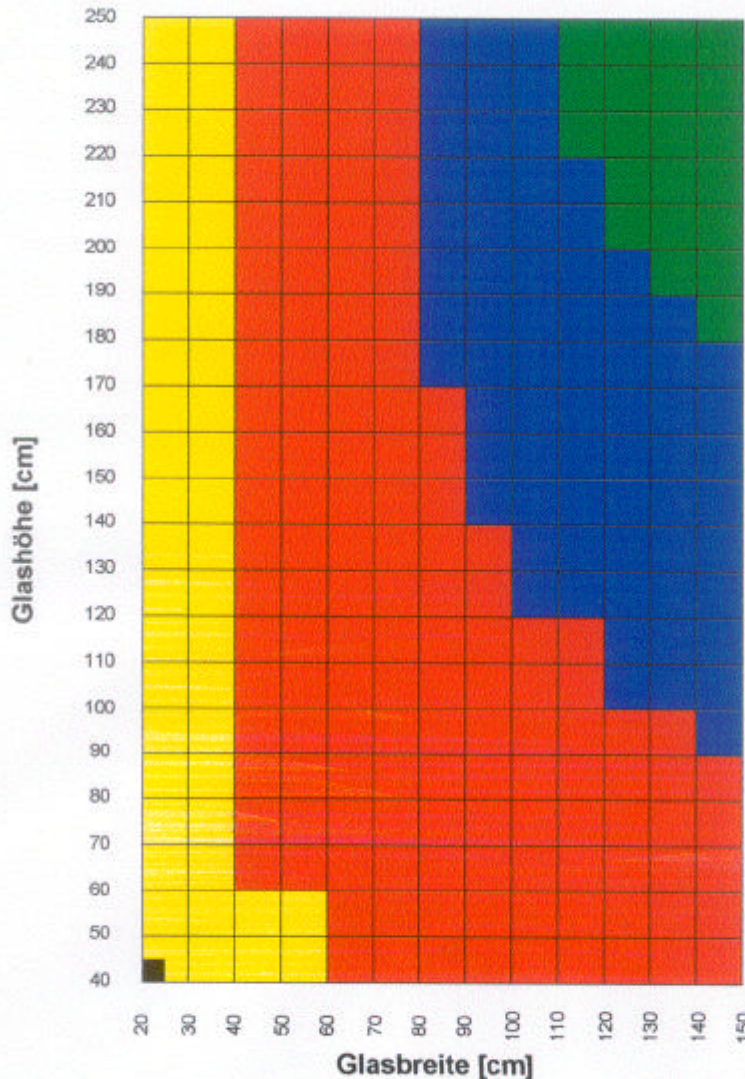
Durch Vergleichsrechnung geprüft

Berechnung begehrbarer Verglasungen bei 4 seitiger Lagerung

Randbedingungen: Zulässige Biegezugspannung : Floatglas 15 N/mm² (lt. TRLV)
 Zulässige Durchbiegung: l/200

Belastung: 5 kN/m² Flächenlast + Eigenlast
 2 kN auf 10 x 10 cm (Plattenmitte) + Eigenlast

- Der ungünstigere Fall wurde für die Bemessung angenommen.
- Eine 6 mm TVG-Scheibe als Verschleißschicht wurde statisch nicht berücksichtigt ist aber beim Eigengewicht mit eingerechnet.
- Die Berechnungen gelten nur bei einer allseitig linienförmigen ,ebenen , biege- und verwindungsteifen Auflage und gelenkiger Lagerung.



Produkt	Aufbau	Gewicht [kg/m ²]	Dicke [mm]
ipasaft S26	6 mm TVG/ 1,52 mm PVB/ 10 mm Float/ 0,76 mm PVB/ 10 mm Float	67	28
ipasaft S30	6 mm TVG/ 1,52 mm PVB/ 12 mm Float/ 0,76 mm PVB/ 12 mm Float	77	32
ipasaft S36	6 mm TVG/ 1,52 mm PVB/ 15 mm Float/ 1,52 mm PVB/ 15 mm Float	93	39
ipasaft S44	6 mm TVG/ 1,52 mm PVB/ 19 mm Float/ 1,52 mm PVB/ 19 mm Float	113	47
ipasaft S51	6 mm TVG/ 1,52 mm PVB/ 15 mm Float/ 1,52 mm PVB/ 15 mm Float/ 1,52 mm PVB/ 15 mm Float	132	55

Minimale Scheibengröße 250 x 450 mm

Anhang A2

Ergebnisdokumentation

Durch Vergleichsrechnung geprüft

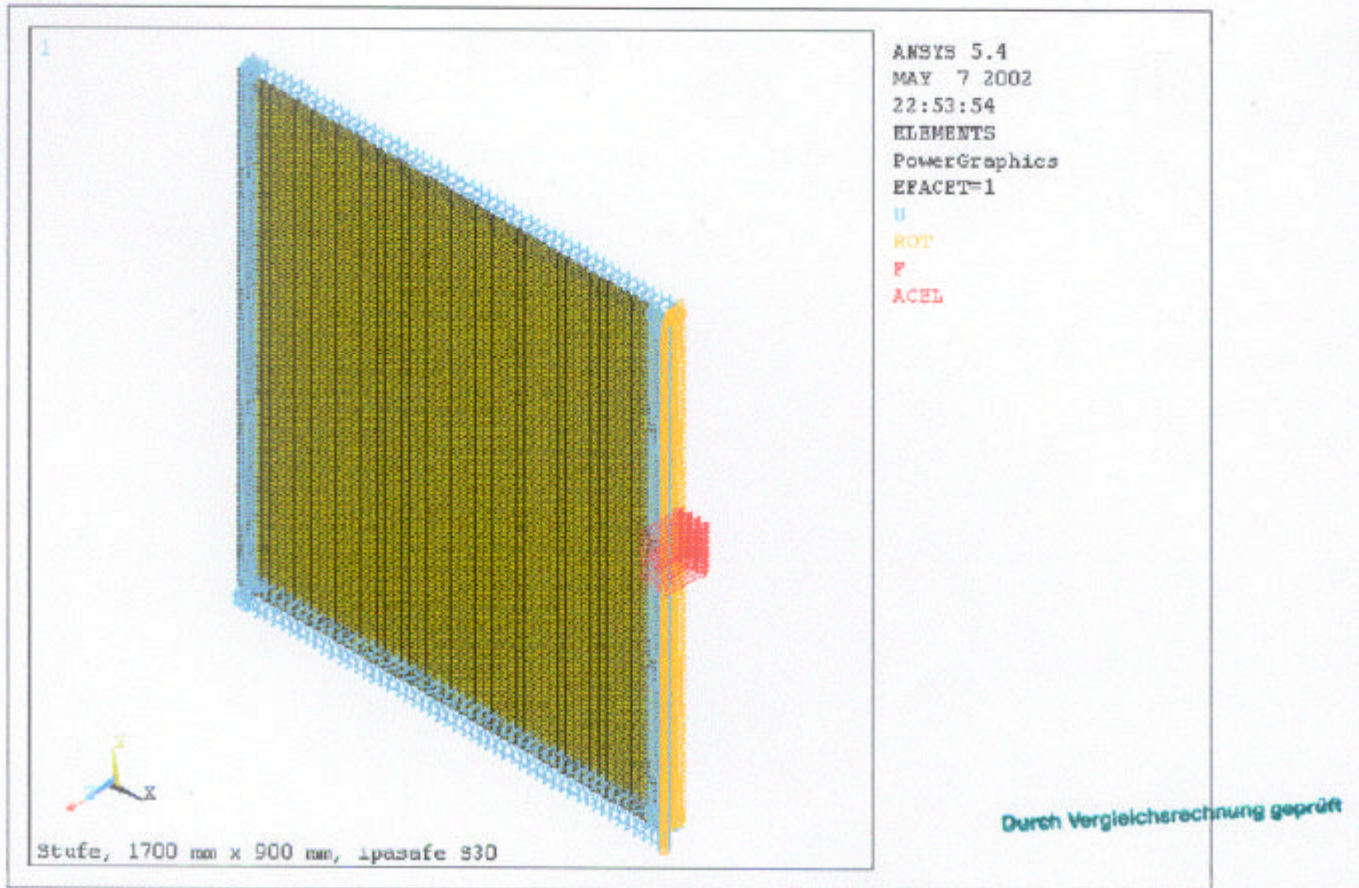
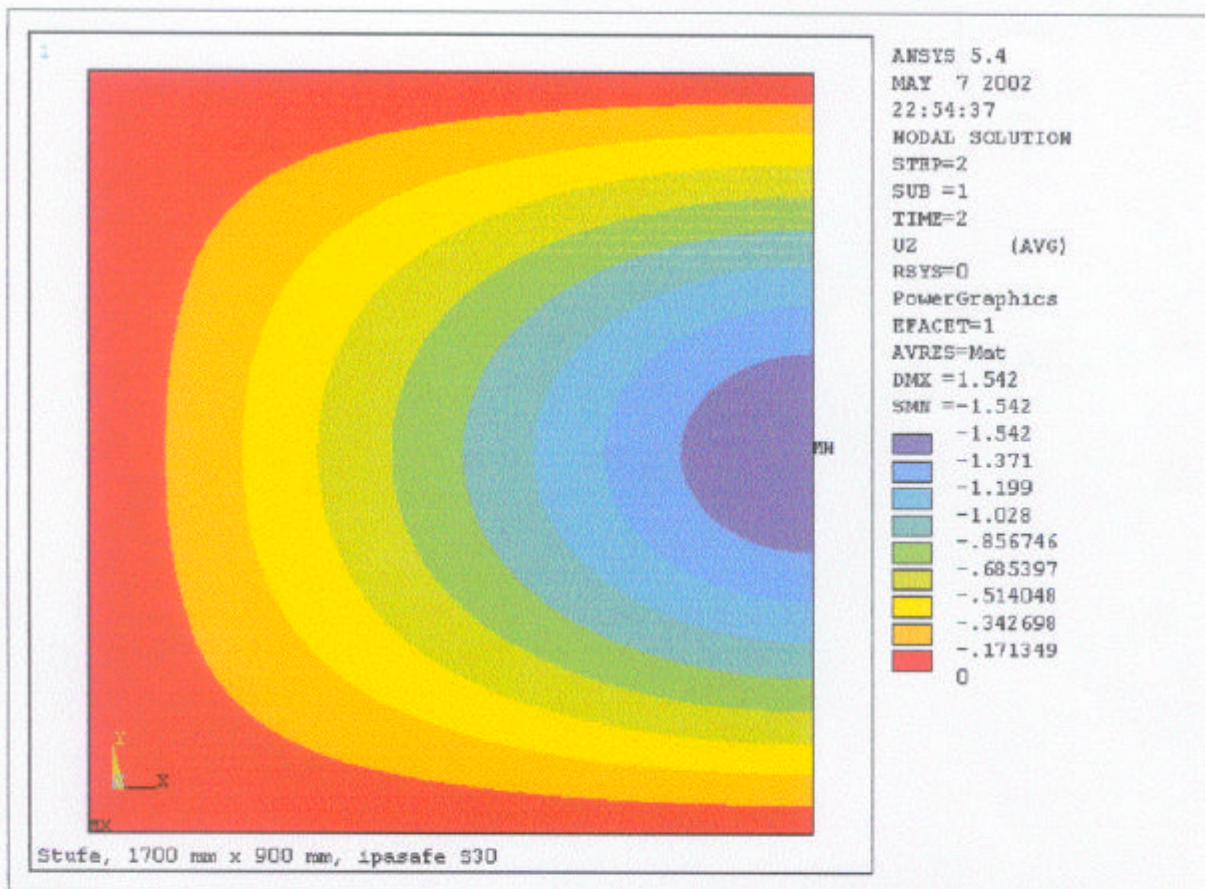


Bild 1: Modell der Glasstufe 1700 mm x 900 mm mit Randbedingungen (Symmetriehälfte)

Bild 2: Durchbiegung [mm]; Lastfall: Eigengewicht und Punktlast $p = 2,0 \text{ kN}$ auf $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ mittig

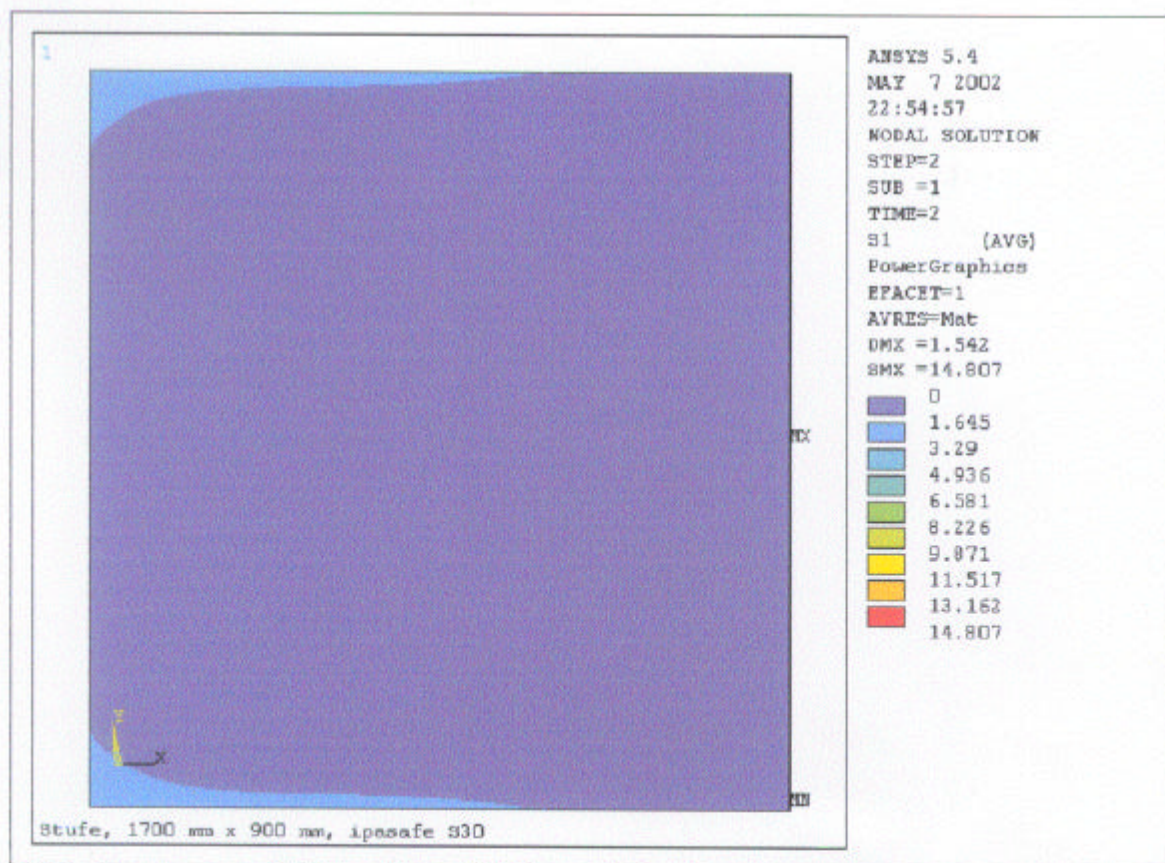


Bild 3: Hauptspannung S1 [N/mm²]; Lastfall: Eigengewicht und Punktlast $p = 2,0$ kN auf 10 cm x 10 cm mittig; Ansicht von oben

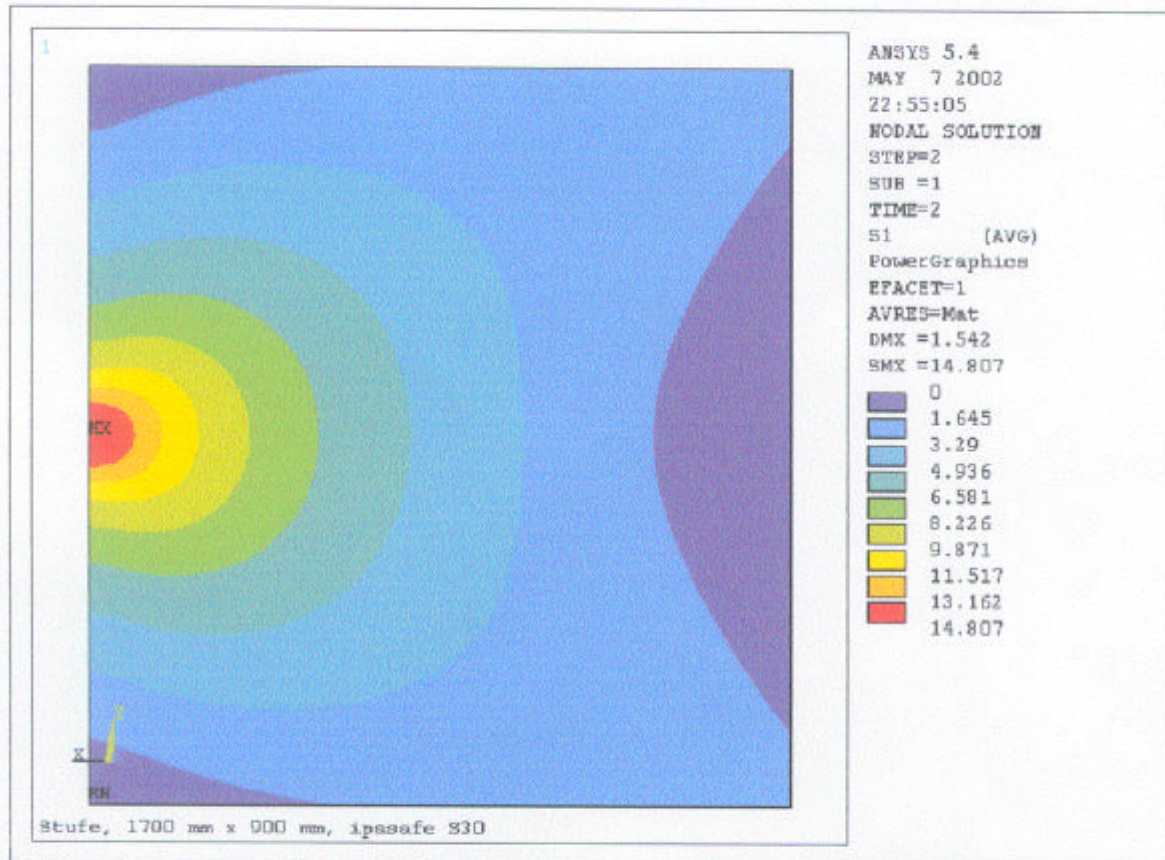


Bild 4: Hauptspannung S1 [N/mm²]; Lastfall: Eigengewicht und Punktlast $p = 2,0$ kN auf 10 cm x 10 cm mittig; Ansicht von unten