

## Die Idee

In verglasten Stahlglaswerken, wie zum Beispiel Glasdächern und Treppen mit Ganzglasbrüstungen, haben die Glasscheiben keine global lastabtragende Funktion. Die erstaunlich hohe Druckbeanspruchbarkeit bleibt ungenutzt. Bei der Stahlglasbauweise hingegen wird sie konsequent genutzt, wie der Vergleich des verglasten Stahlträgers mit dem funktionsgleichen Stahlglasträger zeigt.



Bild 1a Verglaster Stahlträger (Stahlträger mit Ganzglasbrüstung)



Bild 1b Stahlglasträger

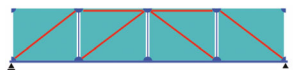


Bild 1c Statisches System des Stahlglasträgers (Fachwerk)

— Druckstäbe (Glas)  
— Zugstäbe (Stahl)

## Das Tragverhalten

Der Stahlglasträger verhält sich wie ein Fachwerkträger, bei dem die Brüstungsscheiben die Funktion der Obergurtstäbe und der Diagonalstäbe übernehmen. Gegenüber dem verglasten Stahlträger kommen die zwischen den Scheiben liegenden Pfostenstäbe hinzu, der Stahlträger selbst wird zum Untergurt. In die Glasscheiben werden die Kräfte ausschließlich über Kontakt eingetragen, so dass die Scheiben in ihrer Ebene nur durch Druckkräfte beansprucht werden.

## Ebene Tragwerksformen

In Fortführung der Idee vom Fachwerk lässt sich aus einzelnen Scheiben aus Glas eine beliebig große Scheibe aus Stahlglas erzeugen. Es entsteht eine Scheibe mit hoher Schubsteifigkeit und geringer Biegesteifigkeit - wie ein Blatt Papier.

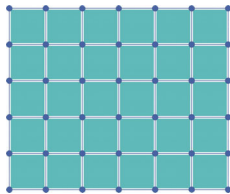


Bild 2 Stahlglasscheibe

Durch Knicken erhält man Faltwerke.

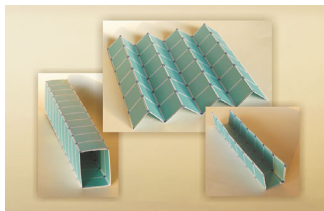


Bild 3 Papiermodelle, durch Falten aus Stahlglasscheiben entstanden

Man kann die Stahlglasscheibe aber auch unterspannen, aufhängen oder als Druckgurt eines Raumbachwerks verwenden.

## Gekrümmte Tragwerksformen

Aus einzelnen Glasscheiben lassen sich auch räumlich gekrümmte Flächen fügen. Es entstehen Stahlglasschalen, mit denen man ähnlich verfahren kann



Bild 4 Raumbachwerkdach, Visualisierung

## Die Tragwerkselemente

Ein Stahlglasträgerwerk besteht im wesentlichen aus

### Verbundglasscheiben

Die Verbundglasscheiben von Stahlglasträgerwerken werden einem besonderen, auf den Tragwerkstyp abgestimmten Qualitätssicherungsverfahren unterworfen.

### Bewehrungsstäbe

Es kommen vorzugsweise normalfeste und hoch-feste Rundstäbe. Aber auch Seile, Bänder oder Drähte können in bestimmten Fällen vorteilhaft sein.

### Scheibenverbinder

dienen zur Koppelung der Scheiben mit den Bewehrungsstäben und untereinander.

Unter den Einwirkungen verformen sich die Glasscheiben und verändern ihre Lage zueinander. In den Scheibenverbindern sorgen lastzentrierende und lastdosierende Elemente dafür, dass dadurch nur geringe zusätzliche Beanspruchungen der Glasscheiben entstehen.

So verhalten sich Stahlglasträgerwerke duktil, obwohl die Glasscheiben ausgeprägt sprödes Verhalten zeigen. Die damit verbundene Fähigkeit zur Beanspruchungsumlagerung ist insbesondere im Falle von Scheibenbeschädigung und Scheibenausfall unverzichtbar.

Hinzu kommen können weitere Verbinder, z. B.

### Kantenverbinder

Bei manchen Tragwerkstypen ist es zweckmäßig, benachbarte Scheiben an den Kanten biegesteif miteinander zu verbinden.

## Vorteile von Stahlglasträgerwerken

### Transparenz

Ins Auge fallend ist die fast vollständige Transparenz - keine störenden Stahlprofile wie bei verglasten Stahlträgerwerken. Beim schrägen Blick auf Stahlglasdächer wird das besonders deutlich. Die Stahlbewehrung liegt zwischen den Scheiben und wird kaum wahrgenommen. Beim schrägen Blick auf Stahlglasdächer wird dies besonders deutlich.

### Unbeschränkte Tragwerksabmessungen

Bei Ganzglasträgerwerken werden die Abmessungen durch die verfügbaren Scheibengrößen, bzw. die Lochschwächungen der Verbindungen und die fehlende Duktilität beschränkt. Tragwerke aus Stahlglas können grundsätzlich aus nahezu beliebig vielen Scheiben zusammengesetzt werden.

### Hohe Robustheit

Bei Glaskonstruktionen muss im allgemeinen mit Beschädigung einzelner Scheiben durch unplanmäßige Nutzung, zum Beispiel mit harten Gegenständen gerechnet werden. Auch milder Vandalismus kann im allgemeinen nicht unberücksichtigt bleiben. Im Gegensatz zur Zugfestigkeit wird die Druckfestigkeit der Scheiben durch Risse nur wenig reduziert.

Aufgrund der durch die Scheibenverbinder bewirkten Duktilität des Tragwerks können die Steifigkeitsänderungen im Falle von Beschädigungen durch Beanspruchungsumlagerungen aufgefangen werden.

## Forschung und Entwicklung an der TUHH

In der Vergangenheit wurden einige Tragwerksformen bekannt, bei denen Glasscheiben und Stahlzugglieder kombiniert werden, verschiedentlich in Form unterspannter Träger. Darauf aufbauend wird am Institut für Baustatik und Stahlbau die Stahlglasbauweise konsequent entwickelt. Anhand von Projekten und Studien wurde die Anwendbarkeit der Stahlglasbauweise auf verschiedenen Tragwerkstypen untersucht. Schwerpunktthemen der Forschung sind:

- Sicherheitskonzept und Berechnungsnormen
- Qualitätssicherung
- Scheibenverbinder und Beanspruchungsumlagerung

### Sicherheitskonzept und Berechnungsnormen

Der Nachweis der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit wird auf der Grundlage der GrSiBau bzw. des EC 0 und kompatibel zur Bemessungsgrundnorm des Stahlbaus geregelt. Entsprechend konsequent werden die Grenzkriterien für den Nachweis der Tragsicherheit festgelegt.

Der von Überkopfverglasungen bekannte Nachweis der Resttragfähigkeit wird verallgemeinert zum Tragsicherheitsnachweis mit beschädigten Scheiben. Dazu werden die Einwirkungen um die Gruppe der glasschädigenden Ereignisse erweitert. Mit diesen werden Einwirkungskombinationen gebildet, denen Kombinationsbeiwerte zugeordnet werden. Die Einbeziehung der Qualitätssicherungsmaßnahmen gewährleistet sichere und wirtschaftliche Tragwerke.

### Qualitätssicherung

Im Vordergrund stehen Prüfbelastungen an Glasscheiben, Baugruppen und ganzen Tragwerken. Sie werden ergänzt durch glastechnologische Prüfverfahren und die Erfassung geometrischer Imperfektionen.

### Scheibenverbinder und Beanspruchungsumlagerung

Schwerpunkte sind einerseits die lastdosierenden und lastzentrierenden Elemente mit der zugehörigen Werkstoffwahl und andererseits die Interaktion Verbinder und Tragwerk.