

Tragwerksplanung – ein integrativer Prozess

„Nichts wird auf der Welt ohne den beharrlichen und fruchtbaren Dialog zwischen Ingenieur und Architekt erbaut“
schrieb Le Corbusier schon 1960.

Ein Bauvorhaben zeichnet sich als System aus, das eine Reihe von Subsystemen (Architektur, Tragkonstruktion, Haustechnik...) zu einer Einheit zusammenfasst. Die Subsysteme stehen im Dialog untereinander und sind der integralen Gesamtheit untergeordnet. Die Subsysteme sind aufeinander abgestimmt und können je für sich allein nicht optimiert werden. Die Optimierung der Subsysteme hat vielmehr mit dem Blick auf die Gesamtheit zu erfolgen. Dass bei dieser komplexen Vernetzung der Teilsysteme die beteiligten Fachpersonen in einen integrativen Planungsprozess treten müssen, um der Gesamtlösung überhaupt gerecht zu werden, liegt auf der Hand. Die gängige Praxis des eindimensionalen Weges der Tragwerksplanung entfaltet sich zu einem interaktiven Prozess, an dem die Beteiligten aktiv integriert sind. Architekt und Ingenieur arbeiten im Sinne eines finalen Ansatzes als „pars pro toto“ auf ein gemeinsames Ziel hin. Nur eine Gesamtschau in einem kooperativen Umfeld führen letztendlich zur erfolgreichen Lösung.

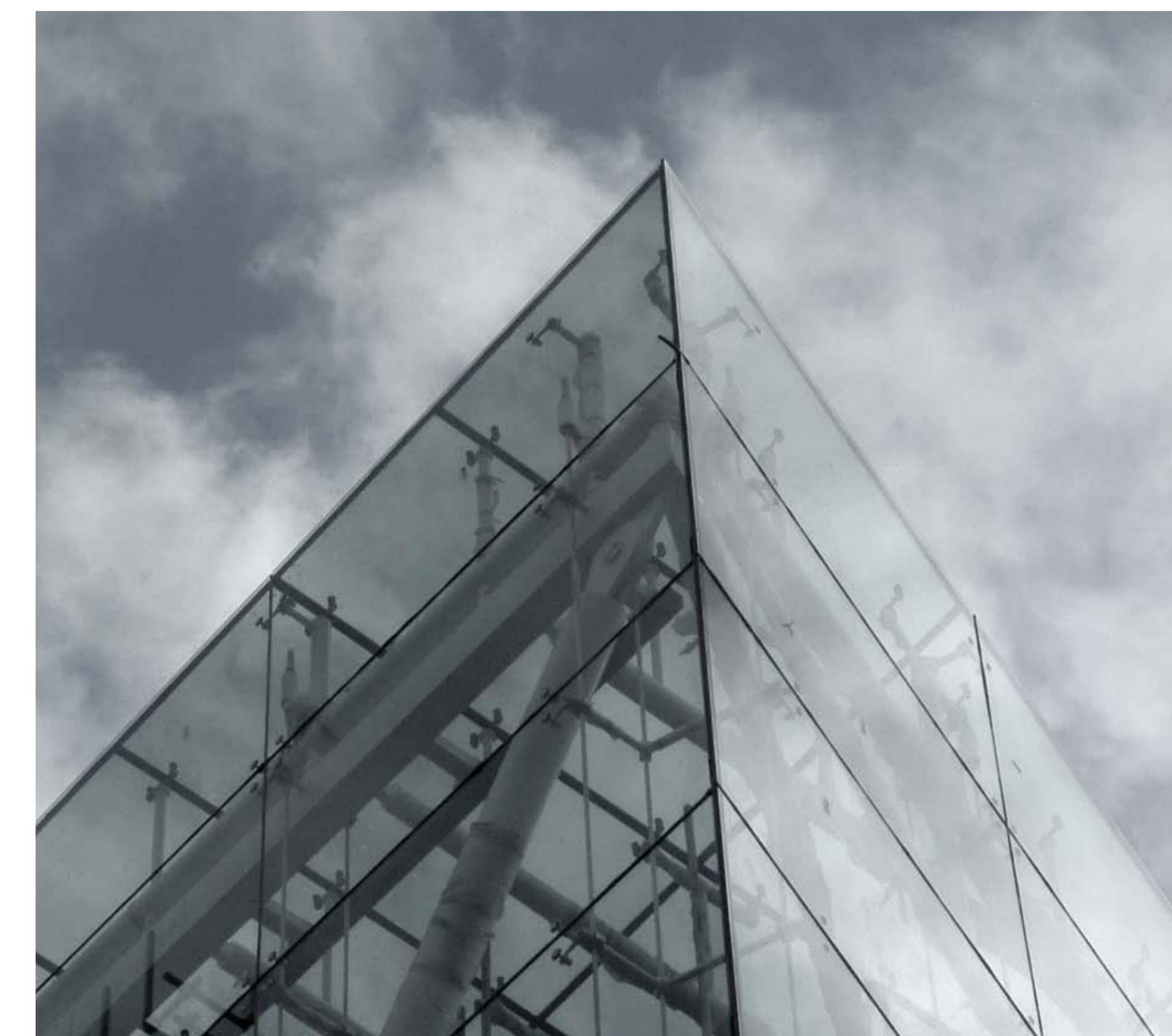
Die spannende und anspruchsvolle Entwurfsarbeit wird durch verschiedene Aspekte geprägt.

Wichtig ist, dass in der Entwurfsphase gemeinsam Analogien und adäquate Bilder entwickelt werden, an denen man sich orientieren und festhalten kann. Auf Grund dieser Bilder wird die eigentliche Entwurfsarbeit unter Berücksichtigung der Nutzungsvorgaben, der städtebaulichen – architektonischen und technischen Aspekte prozessiv vorangetrieben.

Dabei sollen die strukturellen Grenzen des Machbaren ausgelotet werden, um Innovationspotentiale aber auch Gefahren und Risiken aufzudecken. Letztlich sollen diese Entwurfsexperimente zu einer sinnvollen Lösung führen.

Aus der Sicht des Tragwerksplaners verfolgt die Entwurfsphase primär das Ziel nachvollziehbare und klare Tragwerkskonzepte auszuarbeiten, die im Einklang zur architektonischen Interpretation und räumlichen Logik stehen. Bauteilabmessungen bleiben in der Konzeptphase vorerst von untergeordneter Bedeutung. Nebst dem Verständnis für die Tragwirkung, die konstruktive Durchbildung und die statische Analyse mit einfachen Gleichgewichtsmodellen sind Erfahrung und Wissen um aktuelle Entwicklungen (Innovationen) ebenso gefordert. Zudem ist es von grossem Nutzen, wenn der Ingenieur auf ein reichhaltiges Repertoire über Tragwerkstypologien, Bau- und Ingenieurgeschichte und Materialien verfügt, auf das er zurückgreifen kann.

„Wirksame Zusammenarbeit erleuchtet die Kunst des Bauens.“
Le Corbusier aus „science et vie“, August 1960



Busterminal Twerenbold, Rütihof Baden

Die Erweiterung des Busterminals umfasst neue, mit einem halbtransparenten Dach überdeckte Busabfertigung, einen verglasten Wartebereich für die Passagiere mit einer Galerie, welche für Büros genutzt wird und eine unterirdische Einstellhalle für die PV wird in Stahlbetonbauweise erstellt. Bei der grosszügigen Busabfertigung bildet eine Fachwerkstruktur im Stahl das Tragwerk. Die bis zu 3 Meter hohen Blechträger spannen zum Teil über mehr als 60 Meter. Dabei wird der Diagonaltträger zusätzlich mit Seilen unterspannt. Das Dach lagert im Wesentlichen auf vier Stützen. Die Stabilisierung des Gebäudes erfolgt über die schrägen Betonstützen, die zusammen mit dem darüber liegenden Abfangträger ein Sprengwerk bilden und über das räumliche Fachwerk. An diesem Fachwerk sind grosse Bereiche der Einstellhallendecke aufgehängt. Dadurch entsteht eine grosszügige stützenfreie Einfahrtssituation, die sich formal als Kerbe in der Topographie abzeichnet. Das Dach und die Südwestfassade werden beidseitig mit lichtdurchlässigen Materialien (Socobit und Membrane) eingedeckt. Das gefaltete raumhohe Dach entspricht in seiner Typologie einem Flugzeugflügel. Die Form des Dachs und der Verlauf der Kerben entstand einerseits aus räumlich-städtebaulichen Prinzipien und andererseits aus statisch-konstruktiven Überlegungen.



Knotendetails Haupttragstruktur



Räumliches statisches Modell (Kippen der Längsträger)

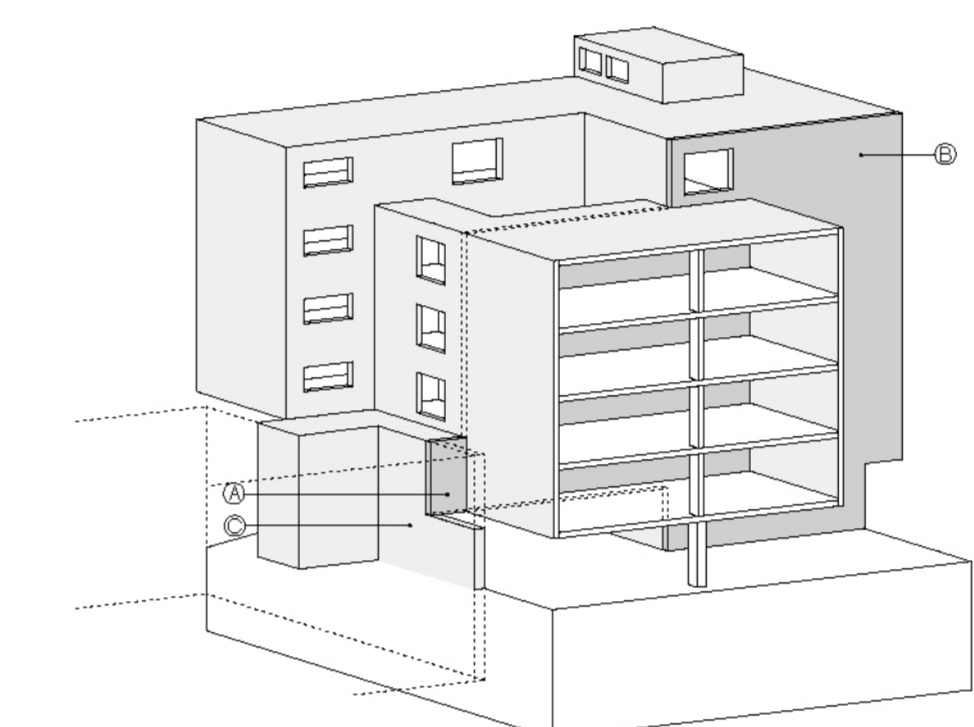
Architekt: Peter Mosbacher, Zürich
Fertigstellung: 2002

Neubau Trakt 9, Kantonsschule Zug, Zug

Der Neubau des Trakts 9 der Kantonsschule Zug befindet sich in der hängseitigen Ecke des Gebäudes zwischen bestehenden Gebäuden. Der neue Schultrakt sollte einerseits einen markanten Gegenpol zum auf der anderen Seite liegenden, ebenfalls erhöhten Gebäude bilden. Andererseits musste das Erdgeschoss so gestaltet werden, dass ein grosszügiger, offener Durchgang zum Innenbereich der Schulanlage erhalten bleibt. In Analogie zu einer plastischen Skulptur von Chillida entstand eine anspruchsvolle schwebende Betonstruktur, die sich im Erdgeschoss bis auf einige wenige Wandschleiben und Stützen auflöst.



Arbeitsmodell



Isometrie

Die daraus entstehenden Auskragungen und Überbrückungen wurden mit vorgespannten, aus hochfestem Beton hergestellten Wandschleiben ermöglicht. Das ganze Gebäude ist in zwei-schichtigen Schichtenbeton erstellt, wobei die äusseren Schale keine tragende Funktion hat und lediglich ausgebildet wurde.

Die verschiedenen Wandschleiben sind ein in sich geschlossenes statisches System, welches nur als Gussarmes funktioniert. Um die extrem grossen lokalen Kräfte und deren Verläufe zu beherrschen wurden neben den FE-Modellen Fachwerkmodelle erstellt, mit welchen die Kräfteverläufe detailliert studiert und visualisiert werden konnten. Anhand der resultierenden Stabkräfte wurden Spannungsfelder aufgezeichnet, welche die Bemessung und die Dimensionierung der Krattumlenkungs-punkte ermöglichten.

Architekt: Erwin Fritsch, Zürich
Fertigstellung: 2002

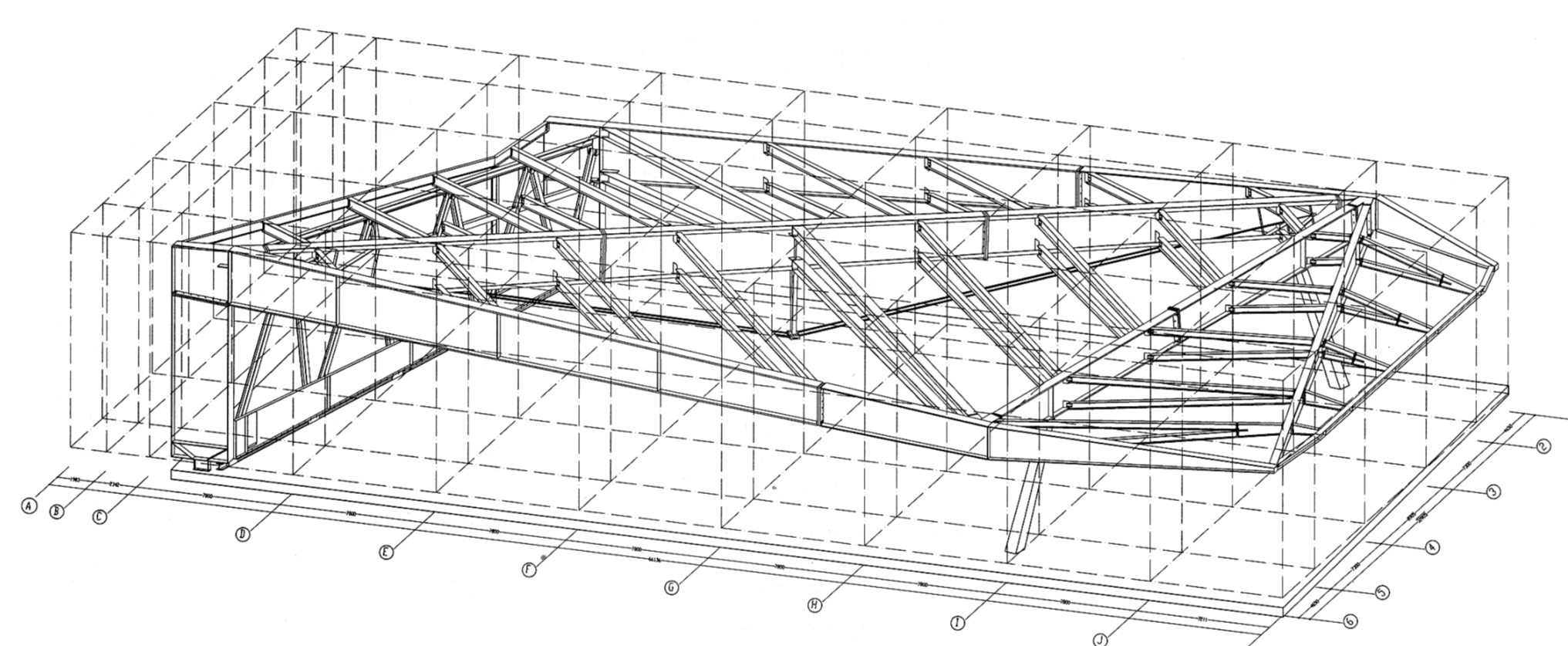
Glasfassade St. Katherine's Dock K2, London

Ein gläserner Körper bildet das grosszügige Eingangsfoyer des Gebäudes K2, das sich bei den St. Katherine's Docks in unmittelbarer Nähe der Towerbrücke in London befindet. Der Körper hat eine Höhe von 32m, eine Länge von 29m und eine maximale Breite von 12m. Eine robuste, an das bestehende Gebäude befestigte Konsolkonstruktion, welche an ihren äusseren Enden mit unter- bzw. überspannten Trägern verbunden sind bildet dabei das Primärtragwerk. Die konstruktive Ausbildung der Primärstruktur erfolgt in englischer Manier mit dickwandigen Stahlrohren, welche untereinander mit geklinkerten Bolzen verbunden sind. Zwischen den unter- bzw. überspannten Trägern werden in einem Abstand von 3,1m je zwei parallele Seile gespannt. Diese dienen der Glasbefestigung. Da die oberen und die unteren Konsolen entlang des bestehenden Gebäudes untereinander verbunden sind, können die hohen Kräfte infolge der Vorspannung kurzgeschlossen werden, sodass keine unvorhergesehenen Beanspruchungen für das Gebäude entstehen. Bei den Glasscheiben handelt es sich um VSG-Scheiben aus zweimal 12mm ESG. Die Abmessung der Gläser betragen 3100mm x 2000mm. Die Gläser lagern auf jeweils vier geklinkerten Punkthalter, die ihrerseits über spinnerartige Gussarme an die Seile geklemmt sind. Zur Sicherstellung der Klemmkraft wurden Verschiebe durchgeführt. Die Verformungen der Glas-haut unter Windlast sind beachtlich und optisch sichtbar. Bei der Glasseele sind die Glasscheiben verklebt, sodass Kräfte übertragen werden können. In den übrigen Bereichen sind die Glasscheiben untereinander mit Silikon gedichtet.

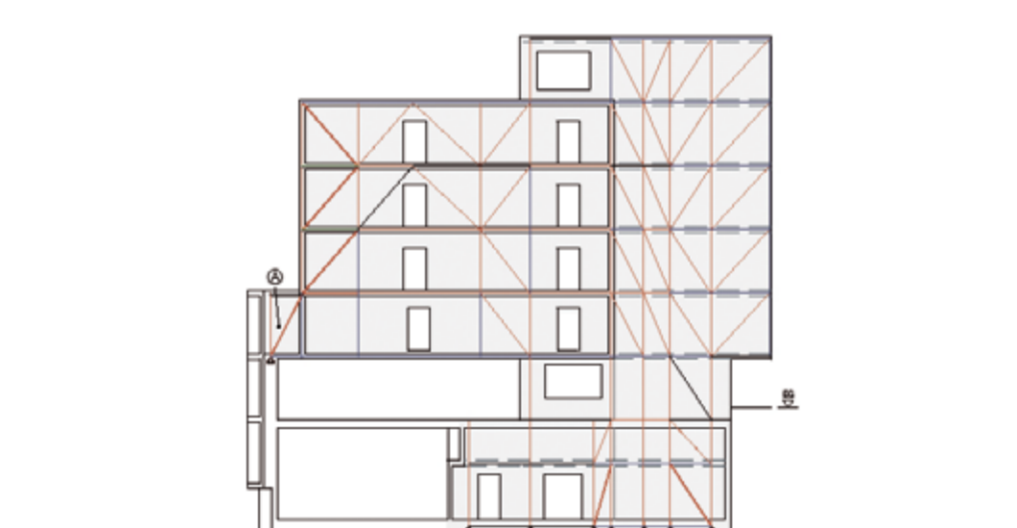


Städtebaulicher Kontext

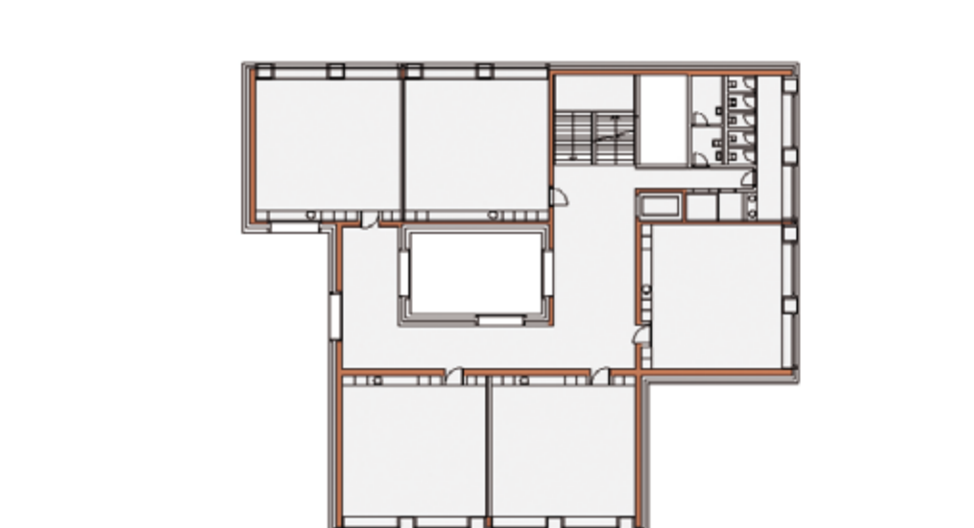
Architekt: Robert Rogers Partnership, London
Fertigstellung: 2002



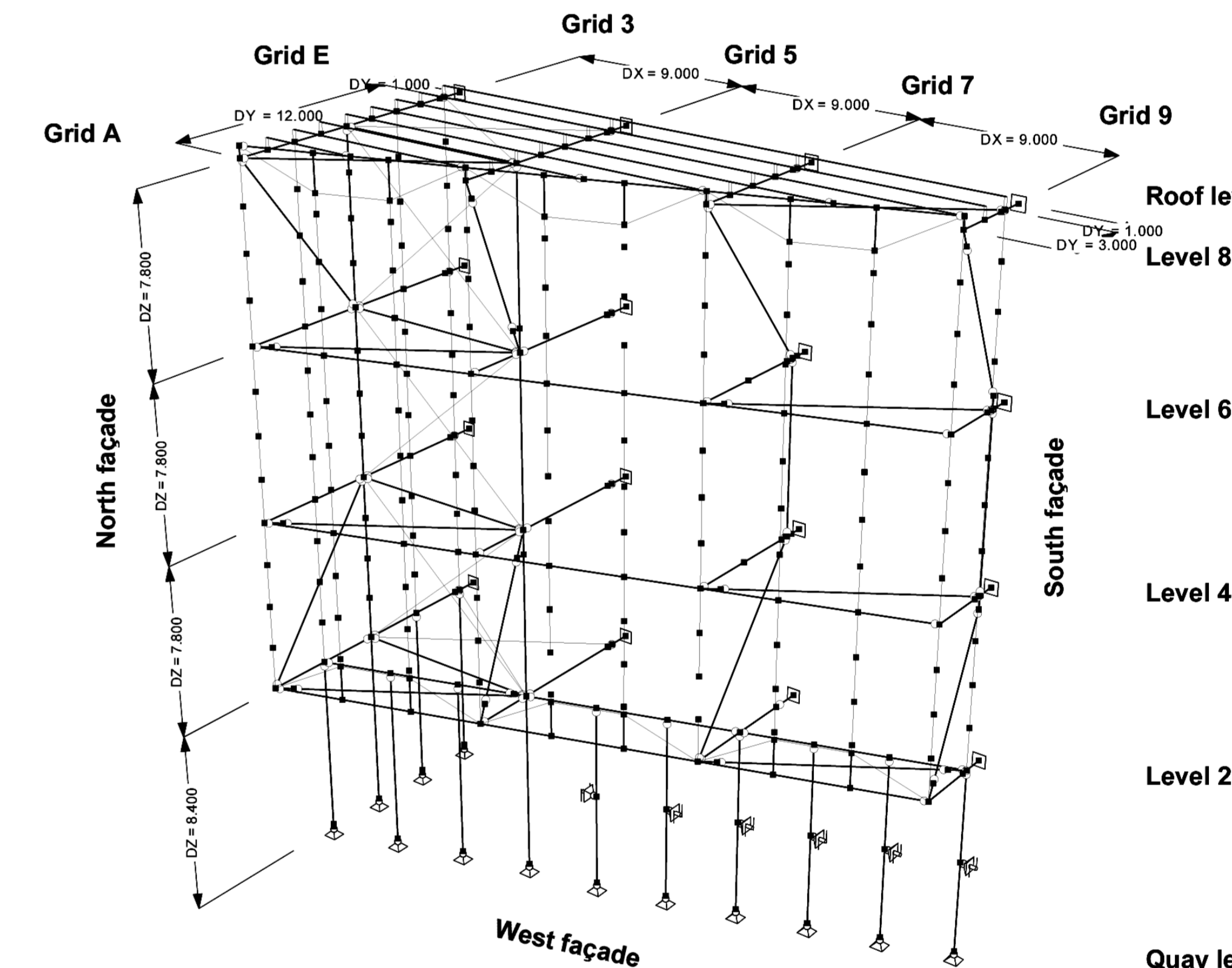
Isometrie Stahlbau



Statisches Modell



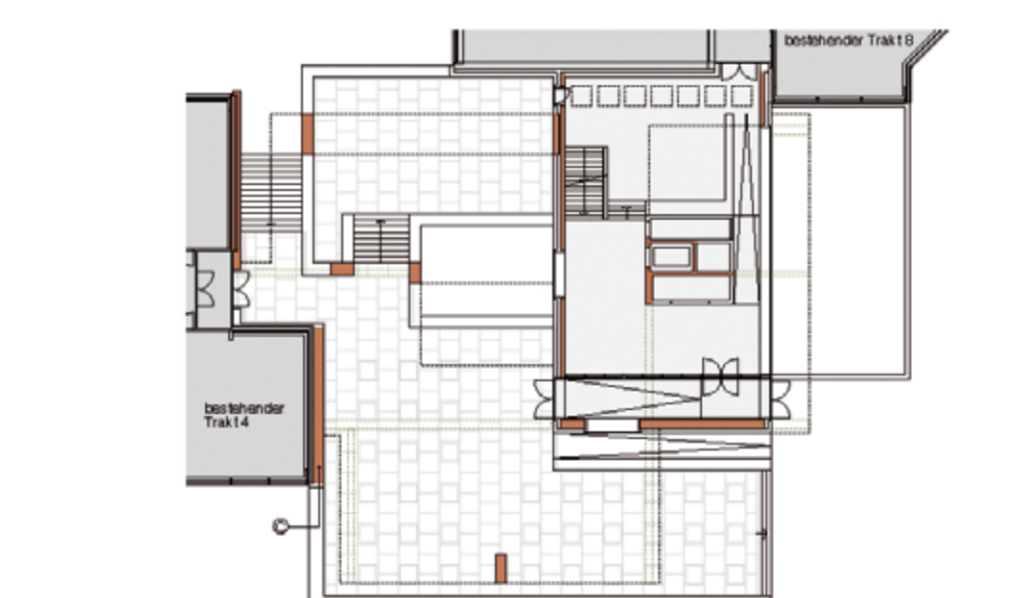
Grundriss 2. / 3. Obergeschoss



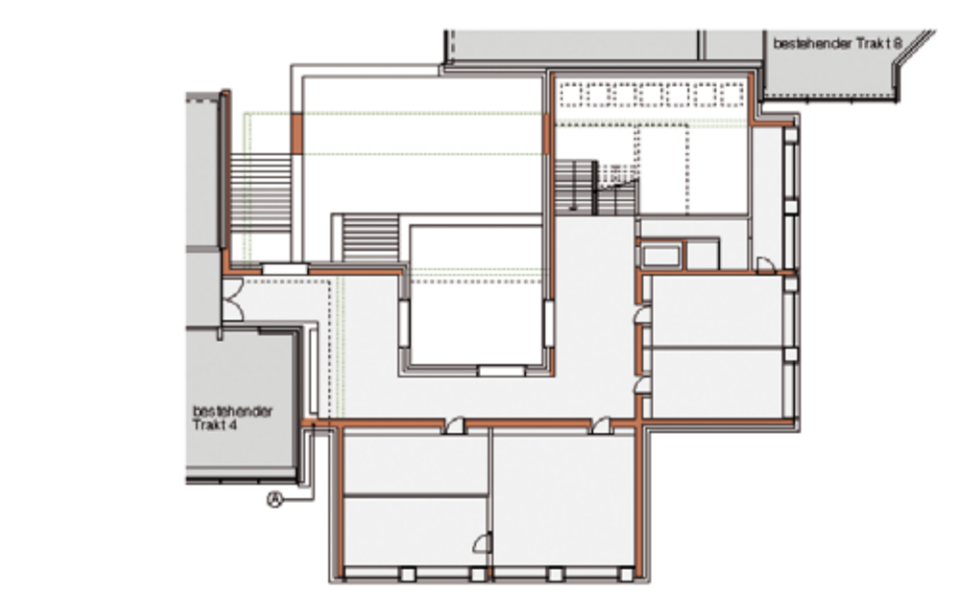
Statisches Stabsystem



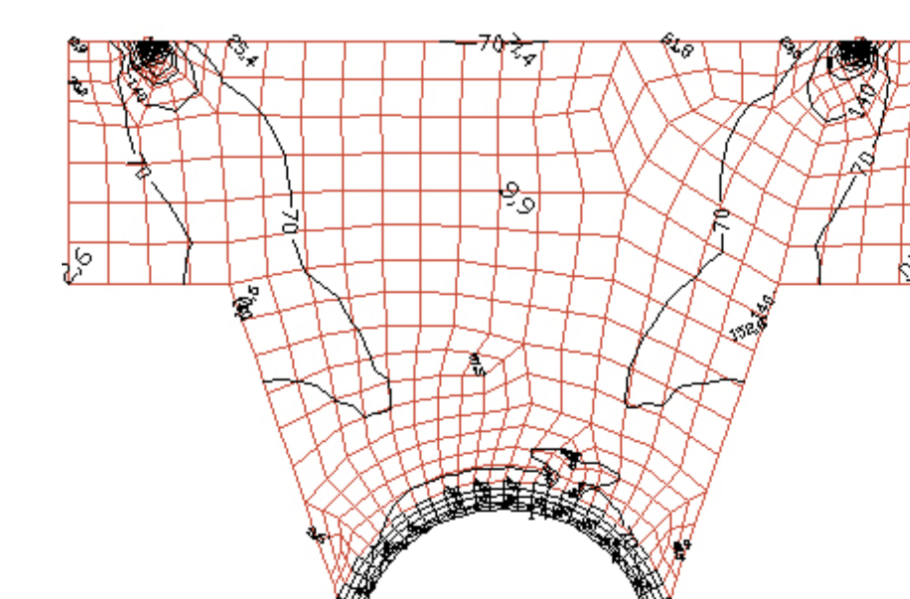
Unterspannter Diagonaltträger



Grundriss Erdgeschoss



Grundriss 1. Obergeschoss



Statisches Modell mit Hauptspannungen der Seilverankerungen



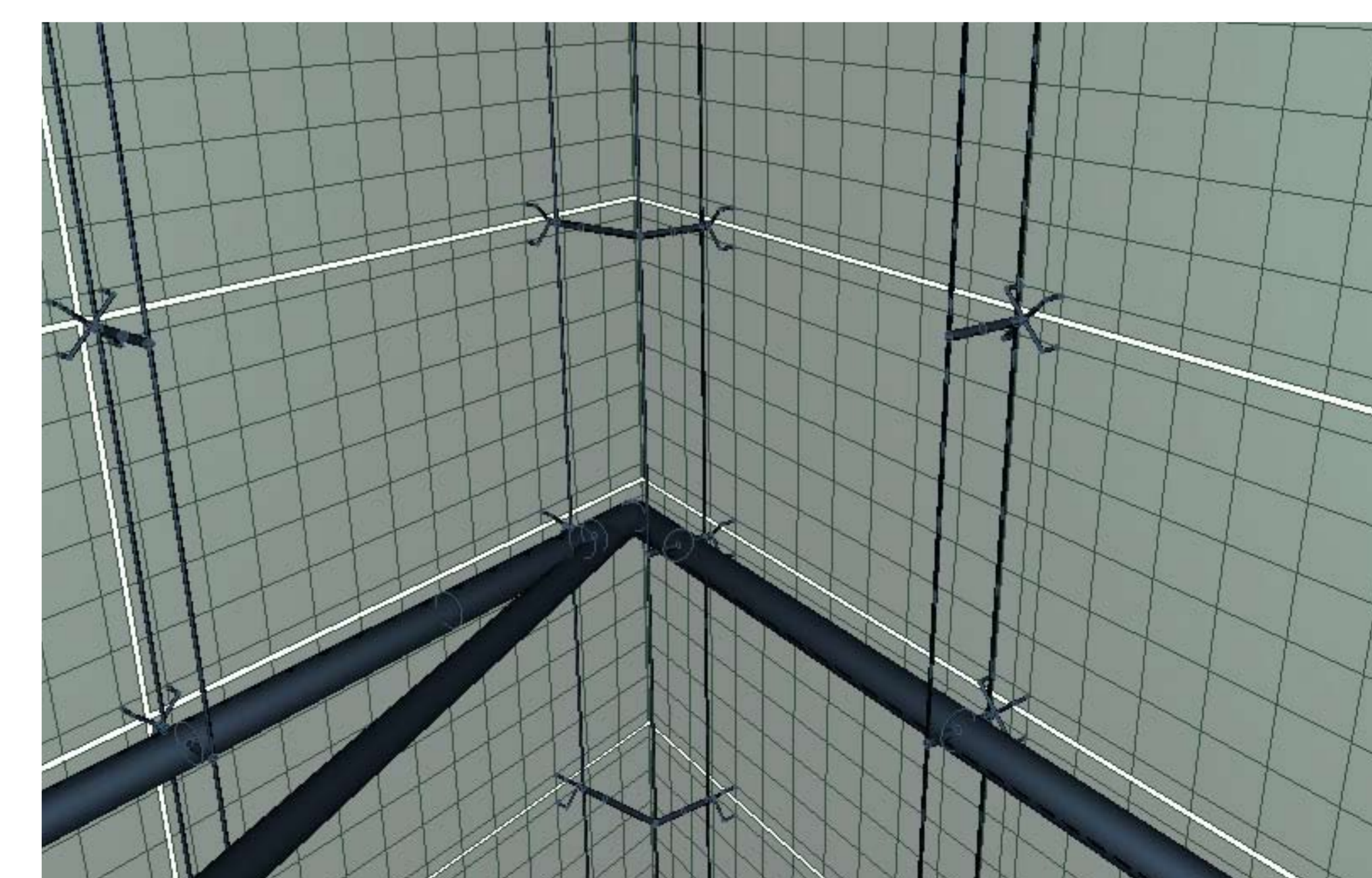
Busterminal Twerenbold



Untersicht als transluzide Membran



Terrasse und Hof Erdgeschoss



Statisches System der Glasseele