

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 139 (2013)  
**Heft:** 45: Schafft BIM Ordnung?  
  
**Rubrik:** Magazin

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 08.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# GLAS STATT GEBÄUDETECHNIK

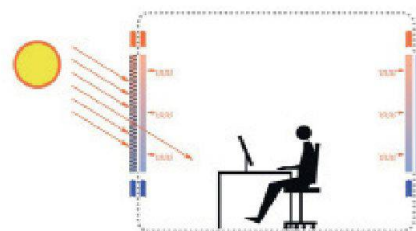
Die Verlagerung der Gebäudetechnik in die Gebäudehülle ist ein aktueller Trend. Aus diesem Grund lud die Universität Liechtenstein Anfang Oktober zur Präsentation des europäischen Forschungsprojekts «Fluidglass» ein. Das Ziel des Projekts: flüssigkeitsdurchströmte Glasfassadenelemente zur aktiven Energie-transmissionskontrolle.

Systeme wie Closed Cavity und dezentrale Gebäudetechnikelemente als Fassadenbausteine funktionieren bereits in modernen Fassaden. Heizen, Kühlen und Beschatten unter Beibehaltung von Wärmedämmung und Transparenz innerhalb eines kompakten Glaselements mit einer Gesamtdicke von angestrebten 66 mm ist dagegen aktuell unerreichbar. Zukünftig möglich machen soll dies eine wasserdurchströmte Glasscheibe.

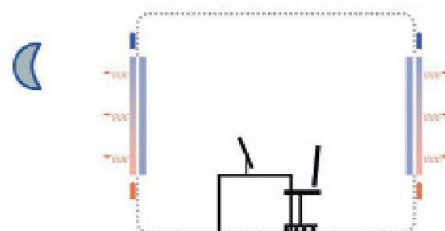
Wer sich nun vorstellt, es handle sich hier um eine einfache Doppelverglasung, die via zwei Wasseranschlüsse an einen Wasserkreislauf im Gebäude angeschlossen wird, liegt nicht ganz richtig. Es braucht mindestens vier, aktuell geplant gar fünf möglichst dünne Glasscheiben, um die Zwischenräume herzustellen, die für die aktive Bewirtschaftung und Steuerung der bauphysikalischen Eigenschaften notwendig sind. Die angestrebten zwei wasserführenden Schichten werden denn auch nur wenige Millimeter stark ausfallen und individuell mit Mikropartikeln versetzt. Diese wirken ähnlich wie das sich verdunkelnde Glas bei einer selbsttönenden Sonnenbrille – damit soll der Gesamtenergiedurchlassgrad, kurz g-Wert, dynamisch steuerbar werden und Bereiche von 0.03 bis 0.60 abdecken können. Gleichzeitig soll überschüssige Wärme über Wärmetauscher abgeführt werden. Umgekehrt kann in der kalten Jahreszeit vortemperiertes Wasser zugeführt werden, und die Glasscheiben fungieren so als quasi unsichtbare Wärmestrahler nach innen.

## BREIT ABGESTÜTZTE INITIATIVE

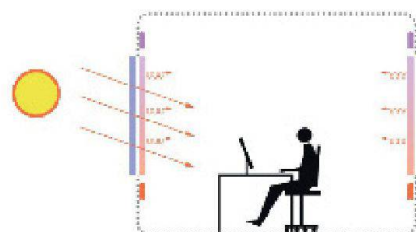
Der Kopf hinter dem angestrebten Produkt ist Dietrich Schwarz, Professor am Institut für Architektur und Raumentwicklung an der Universität Liechtenstein. Schwarz verfügt mit den Bauelementen aus der Reihe «GLASSX» bereits über langjährige Erfahrung in der For-



**01 Sommer, Tag:** Der regulierbare Sonnenschutz in der äusseren Schicht verschattet die sonnenbeschienene Seite entsprechend dem Bedarf. Auf der sonnenabgewandten Seite werden in der äusseren Schicht keine Partikel zugegeben und das maximale Tageslicht gelangt in den Innenraum. Über die raumseitige Schicht kann der Innenraum bei Bedarf gekühlt werden. Die Flächenkühlung sorgt für hohen Komfort. (Bilder: Universität Liechtenstein)



**02 Sommer, Nacht:** Wärmeüberschüsse, die am Tag im Gebäude durch die Raumkühlung (in der raumseitigen Schicht) und indirekt durch den Sonnenschutz (in der äusseren Schicht) angefallen sind, können über die äussere Schicht an den Nachthimmel abgestrahlt werden, wenn sie in einem thermischen Speicher zwischengelagert werden. Diese Methode der Kühlung ist energetisch besser als herkömmliche Kühlung durch Airconditioning.



**03 Winter, Tag:** Die maximale solare Einstrahlung in das Gebäude ermöglicht, da der Sonnenschutz in der äusseren Schicht ausgeschaltet ist. Die raumseitigen Schichten werden zum Beheizen des Innenraums genutzt. Dies erzeugt eine bessere Strahlungssymmetrie im Raum und sorgt für hohen Komfort.

schung und Entwicklung von innovativen Produkten für die Gebäudehülle. Die Idee zur Entwicklung einer Glasscheibe, die aktiv bewirtschaftet werden kann, ohne auf die Vorteile der Transparenz zu verzichten, ist denn auch nicht neu. Schwarz und sein grosses Netzwerk an Spezialisten aus Forschung und Industrie haben diese Vision bereits bis zur Herstellung und Analyse von Prüfkörpern vorangetrieben. Der aktuelle Schritt zum europäischen Forschungsprojekt erweitert das Budget um eine Fördersumme von 3.8 Mio. Euro und ermöglicht dadurch die weitere Entwicklung. Viel Geld, das in Anbetracht des grossen Produktpotenzials – sozusagen der Verlagerung der Gebäudetechnik in die Glasscheibe – jedoch benötigt wird, denn der Weg zur kompromisslosen Umsetzung wird nicht einfach.

«Fluidglass» wird auf andere Hightech-Produkte zurückgreifen müssen, um zu einem Erfolg zu werden. Der Einbau an sich ist relativ einfach – Fensterrahmen für Glaselemente dieser Stärke gibt es schon, und das Anschliessen der dünnen Wasserschlauhe ist technisch kein Problem. Insbesondere die Wärmedämmung könnte durch Adaption von

Vakuumglas von dessen tiefen U-Werten bei gleichzeitiger Schlankheit profitieren. Unterdruck wird denn auch in den wasserführenden Schichten eine entscheidende Rolle spielen, damit das Gewicht der Wassersäule die dünnen Glasscheiben und deren Randverbund nicht aufdrückt.

## EUROPÄISCHE FÖRDERUNG

Unter insgesamt 14 Bewerbern erhielt das Forschungsprojekt den Zuschlag für die Unterstützung durch das 7. Forschungsrahmenprogramm der EU. Die Bedeutung des Projekts spiegelt sich in der hervorragenden Bewertung durch die Europäische Kommission wider. Sie evaluierte das Glasfassadensystem anhand der drei Kategorien «Wissenschaftliche und/oder technologische Exzellenz», «Qualität und Effizienz im Bereich Umsetzung und Führung» und «Potenzielle Auswirkungen von Entwicklung, Verbreitung und Nutzung der Projektergebnisse». Man darf auf die Forschungsarbeiten und die weiteren Entwicklungen gespannt sein.

**Markus Schmid**, dipl. Bauing. HTL/SIA,  
mactec21@gmail.com



# IMAGINATION UND ANALYSE



Titelbild des Tagungsprogramms. (Foto: Accademia di Architettura, Mendrisio, zvg)

Der Titel des Symposiums Mitte Oktober an der Accademia di Architettura in Mendrisio liess sich etwas sperrig an: «Form Finding, Form Shaping, Designing Architecture: Experimental, Aesthetical and Ethical Approaches to Form in Recent and Postwar Architecture». Doch die Vorträge, die auf zwei Tage verteilt zu hören waren, erwiesen sich als durchaus handlich – und anregend. Bedauerlich war indes, dass es zu einem Insidertreffen wurde – mit Ausnahme der Abendveranstaltung, für die sich auch Studierende von ihrem Pensum loseisen konnten.

**(rhs)** Die erste Ausstellung, die die Accademia di Architettura di Mendrisio 1996 kurz nach ihrer Gründung ausrichtete, war Eladio Dieste und Frei Otto gewidmet unter dem Titel «esperienze di architettura: generazioni a confronto». <sup>1</sup> Ausgehend von Frei Ottos Art der Formfindung befasste sich die Akademie an einem zweitägigen Kongress am 10. und 11. Oktober in diesem Jahr erneut mit der Form und den Prozessen ihrer Entstehung. Organisiert von Sonja Hildebrand und Elisabeth Bergmann wurde das Thema in vier

Blöcken umrissen: prozessuale Aspekte der Formfindung, kulturelle Parameter der Form, Konstruieren von Form heute und architektonische Parameter der Form. Eingebettet in die auf die beiden Tage verteilten Blöcke war ein wiederum durch ein kurzes Filminterview von Bergmann mit Frei Otto eingeleitetes, abendliches Round-Table-Gespräch.

## AUF INTERDISZIPLINARITÄT ANGELEGT

Die Vielfalt der Referate widerspiegelte das Interesse, auf das Formfindung in der Nachfolge Frei Ottos stiess. Um die fünfzig Forscherinnen und Forscher hatten auf den «Call for papers» reagiert und Abstracts eingereicht. Entsprechend breit war das Spektrum, das die ausgewählten Referentinnen und Referenten abdeckten. Damit war der interdisziplinäre Dialog potenziell schon in dieser Auswahl angelegt. Sie offenbarte aber auch Grenzen der Verständigung – einsetzend bei der Unterscheidung zwischen den titelgebenden Begriffen «Form Finding» und «Form Shaping».

Schlüssigerweise galt das Augenmerk des ersten Blocks denn auch den prozessbezogenen Aspekten der Formfindung. Ihnen widmeten sich der in Mendrisio lehrende Gabriele

le Neri («Teoria, prassi e cultura del modello in scala ridotta nella ricerca della forma strutturale del XX secolo»), Martin Kunz vom Karlsruher Institut für Technologie («Form Finding with Models and their Variations in Time, in the Atelier Frei Otto [...]»), Daniela Fabricius von der Princeton University, USA («Material Calculation: Frei Otto's Soap Film Models»), und der an der ETH Zürich lehrende Toni Kotnik («Livio Vacchini: Forms of Dialogue»).

## EXPERIMENTELL UND KÜNSTLERISCH

Gabriele Neri spannte das Feld weit auf – von Eladio Dieste und Edoardo Torroja über Sergio Musmeci und Pier Luigi Nervi zu Heinz Isler und Frei Otto – und illustrierte gleichzeitig, dass die Grenzen zwischen Formfindung und Formgestaltung im Grunde fließend sind. Während die Ende des 19. Jahrhunderts geborenen Ingenieure das Modell vor allem dazu eingesetzt hätten, um die Tragfähigkeit einer bereits definierten Form zu prüfen, sei die folgende Generation (geboren ab den 1920er-Jahren) daran gegangen, das Modell selbst zum Formfindungsinstrument zu machen.

Den hochgradig experimentellen Charakter von Frei Ottos Formfindungsprozessen führte



Martin Kunz anhand der Hängemodelle ebenso anschaulich vor wie Daniela Fabricius dessen frappierend künstlerischen Einschlag anhand der Seifenhautmodelle.

In diesem Kontext mutete Toni Kotniks Verweis auf Livio Vacchini nicht gerade naheliegend an. Doch denkt man an das 2010 fertiggestellte Falwerk der Sporthalle Mülimatt in Brugg/Windisch (TEC21 40/2010), relativiert sich die Distanz... Dennoch wäre er wohl im vierten Block «Architectural Parameters of Form» besser aufgehoben gewesen – zusammen mit Dirk van den Heuvel (TU Delft, NL, «Topology, Finding Processes and Image Systems: Revisiting the British Discourse of the 1950s»), Roberta Grignolo (AAM/USI, ««Cladding Tectonics» in Contemporary German-Swiss Architecture as Return to a Construction-Based Architecture») und Alexandra Stara (Kingston University London, «Beyond Form: The Relevance of the Tectonic»).

## NATUR DER KONSTRUKTION

Sehr konkret widmete sich im dritten Block «Constructing Form Today» Joseph Schwartz (ETH Zürich) dem Zusammenspiel zwischen Ingenieur und Architekt bei der Formfindung – dem interdisziplinären Prozess zwischen ihm und Christian Kerez bei der Projektierung des Schulhauses Leutschenbach (TEC21, 44/2009), des Museum of Modern Art in Warschau (TEC21, 36/2012) und, eingehender noch, bei derjenigen des Holcim-Competence-Center in Wildegg illustrierend. Auf ihn folgte Mario Monotti (AAM/USI) mit einer überaus anschaulichen Demonstration der immer von der Natur und ihren Gesetzen abhängigen «arte del costruire» sowie der Beziehung zwischen «la natura e l'uomo».

Dass das Modell auch im Zeitalter der computerisierten Formfindung keineswegs obsolet geworden ist, zeigten etwa die Experimente, die Henning Dürr (Hochschule Anhalt, D) unter dem Titel «Development of a Method to Harden Mechanically Prestressed Membrane Structures by Spraying with Concrete» vorführte, und die von Stefan Neuhäuser (Universität Stuttgart) präsentierte «Stuttgart SmartShell – A Full Adaptive Shell Structure». Die adaptive Schale wäre ein Schritt zu einer beweglichen Architektur – einem lang gehegten Architektentraum!

Spätestens hier erwies sich die Abgrenzung von «Form Finding» gegenüber «Form Shap-

ing» – die Form über konstruktive Parameter zu ermitteln oder sie nach ästhetischen Kriterien zu gestalten – als delikat. (Schon Sergio Musmeci hatte seinerzeit Pier Luigi Nervi kritisiert, dessen Konzeptionen seien zu sehr bildhauerisch gedacht...)

Infrage stand weniger die Berechtigung, die Form aus der Konstruktion abzuleiten, als die Methode, mit der dies erfolgt. «Die Methode ist nie neutral!», betonte Gabriele Neri. Von ihr hänge das Ergebnis ab, oder sie beeinflusse es jedenfalls stark. Dabei scheinen instinktive Annäherungen – Pier Luigi Nervis «Intuition» und Eduardo Torrojas «Triumph der Imagination» – mit analytischen Techniken – der Finite-Elemente-Methode (FEM) – zu kollidieren. Erfrischend provokant fragte Neri denn auch: «Und haben die neuen Berechnungsmethoden das Versprechen, praktisch jede Form generieren zu können, eingelöst?»

## BEWEGLICHER LEICHTBAU ...

Überaus anregend war der unter «Cultural Parameters of Form» eingereihte Exkurs «A Man A-Riding Upon Nawthin' – Light Structures and New Mobility Cultures Around 1900» des am Karlsruher Institut für Technologie lehrenden Kurt Möser. Er beleuchtete das Phänomen des Leichtbaus anhand mobiler Geräte – Velos, Segelboote, Fahrrad-Flugzeuge. Er hob einerseits die Bedeutung hervor, die dem menschlichen Körper zukam, um diese fahrbaren Untersätze zu stabilisieren und im Gleichgewicht zu halten. Andererseits verwies er darauf, dass diese Apparaturen stark weiblich konnotiert waren. Insbesondere Werbeplakate für Fahrräder zeigten Frauen in wehenden Gewändern auf Velos durch die Lüfte schweben. Während die Ingenieure den leichten Strukturen skeptisch gegenüber gestanden seien, habe die Kunst das Lichte und Transparente vereinnahmt.

## ... ALS REAKTION AUF MONUMENTALITÄT

Sean Keller (Illinois Institute of Technology, Chicago) erkannte unter «Anti-Monumental Anti-Nationalist National Monumentality: The Postwar Politics of Form Finding» in der Hinwendung zu leichten, ephemeren Strukturen auch eine Reaktion auf die mit der Naziideologie verbundene Monumentalität der Architektur des Dritten Reichs.

Entsprechend schienen Elisabeth Bergmann (AAM/USI) in ihren Ausführungen «Frei Otto.

Tesi su forma, estetica e etica nella sua «filosofia architettonica» e la loro ricezione» vor allem die ethischen Aspekte in Frei Ottos Werk der Würdigung wert. In gewisser Weise griff Lara Schrijver (TU Delft, NL) diesen Faden auf, indem sie anhand von Rem Koolhaas und Oswald Mathias Ungers «A plausible relationship between the formal and the social?» zu entdecken suchte.

## «LESS AESTHETICS, MORE ETHICS»?

Die Entfernung zu Frei Otto fand hier indes auch einen Höhepunkt. Es schien, als liessen sich die beiden Stränge «konstruktiv» und «ethisch» nicht miteinander verknüpfen bzw. als hätten sich diese seit Frei Otto voneinander gelöst. Für ihn war die Findung der adäquaten Form nicht so sehr gekoppelt an den Wunsch nach einer möglichst eleganten, beeindruckenden Lösung, sondern in erster Linie Frucht eines nachhaltigen Umgangs mit den Ressourcen und einer sozialen Auffassung architektonischen Schaffens.

Die Frage nach dem Zusammenklang zwischen Ästhetik und Ethik am Round Table – die einen an den Titel der Architekturbiennale 2000 in Venedig erinnerte – brachte die Teilnehmer indes sichtlich in Verlegenheit. Sie gipfelte in dem Ausspruch: «Ich weiss nicht, was ich mit diesem Begriff anfangen soll.»

Augenscheinlich war das ohnehin ambitionierte Programm mit der Ethik überfrachtet – und doch gibt es zu denken, wenn die Elite an den Hochschulen auf ethische Fragen mit Sprachlosigkeit reagiert.

## Anmerkung

1 Eladio Dieste e Frei Otto. Esperienze di architettura: generazioni a confronto; ciclo di conferenze dell'Accademia di Architettura, Mendrisio – Centro Manifestazioni Mercato Coperto, Mendrisio, 6. Juli 1996, Milano 1998. (Atti di un ciclo di conferenze tenuto al Centro Manifestazioni Mercato Coperto di Mendrisio [1940–1943] nel 1996.)



# STRUKTUR ALS GEBÄUDE



Schulhaus und Kindergarten Grono: Eine abfallende Rampe führt in den Kindergarten im EG, eine Brücke auf der gegenüberliegenden Gebäudeseite zum Eingang der Schule im 1. OG.  
(Foto: Wikimedia / Parpan05)

In der Bündner Gemeinde Grono haben der Churer Architekt Raphael Zuber und Patrick Gartmann vom Ingenieurbüro Conzett Bronzini Gartmann, ebenfalls aus Chur, gemeinsam ein Schulhaus realisiert. Das aussergewöhnliche Tragwerkskonzept resultiert in einem prägnanten architektonischen Ausdruck. Der Bau wurde mit dem Architektur- und Ingenieurpreis erdbebensicheres Bauen 2012 ausgezeichnet.<sup>1</sup>

Das Dorf Grono liegt südlich des San Bernardino im Misox, dem italienischsprachigen Teil des Kantons Graubünden. Das einfach gegliederte Volumen des neuen Schulhauses, quadratisch im Grundriss und gleichwertig in alle vier Himmelsrichtungen orientiert, liegt innerhalb einer kreisrunden Umgebungsmauer unterhalb der Hauptstrasse. Die

Hanglage wird genutzt, um Schule und Kindergarten eigene Zugänge und Aussenräume zu ermöglichen. Hangseitig betritt man über eine Brücke das Schulhaus, talseitig ein Geschoss tiefer den Kindergarten.

## ENGE ZUSAMMENARBEIT VON ARCHITEKT UND INGENIEUR

Die Zusammenarbeit zwischen Architekt und Ingenieur bereits im frühesten Projektstadium ermöglichte formal ansprechende Strukturen. In seiner Strenge und Konsequenz ist das Tragwerk genauso Teil des Bauwerks wie der ästhetische Ausdruck als Beitrag der Architekten – auch wenn man über die Ingenieurleistung weit weniger liest oder spricht. Die Flexibilität, die Gleichwertigkeit von Kindergarten und Schule sowie die Ökonomie standen bei diesem Bauwerk bereits beim Wettbewerbsentwurf im Vordergrund. Gemeinsam entwickelten Ingenieur und Archi-

tekt den Bau mit den geschwungenen Kragarmscheiben, die auch als überdeck geführte Bogenöffnungen gelesen werden können. Die Fassade ist die formale Umsetzung eines funktionierenden Tragwerks. Der Ingenieur reagiert hier nicht nur auf den Architektenentwurf, sondern beeinflusst und prägt ihn, um seinen Ausdruck sowohl formal wie statisch zu schärfen. Dies ergibt einen Bau mit hoher visueller Präsenz.

## TRAGSTRUKTUR

Die gesamte Tragkonstruktion des Bauwerks wurde in Beton mit einem Brandwiderstand von R 60 erstellt. Beton wurde als tragendes und raumbildendes Material eingesetzt. Mit Farbpigmenten liess er sich zudem auf einfache Weise durchfärben. Der Betonmischung wurden 3.0% gelbe und 0.6% schwarze Eisenoxidpigmente in Pulverform beigegeben, um den gewünschten Farbton der Umgebung zu erhalten.

Die kompakte, quadratische Grundform von 25x25 m ist ideal für den Tragwerksentwurf des viergeschossigen Bauwerks, das für eine spätere Aufstockung mit einem fünften Geschoss konzipiert wurde. Die Tragstruktur besteht aus einem Erschliessungskern, einer halbkreisförmigen Treppenwand sowie vier tragenden, vorgespannten Fassaden. Die vertikalen Lasten werden direkt über den Erschliessungskern, die Treppenwand sowie über die Fassaden in das Fundament geleitet. Die Kräfte der Fassade laufen zentrisch auf jeder Seite zusammen und werden somit an nur vier Stellen abgeführt. Dies ermöglicht stützenlose Stockwerke, die je nach Bedürfnis frei eingeteilt werden können, und spielt die Ecken der Geschosse frei.

## ERDBEBENKRÄFTE

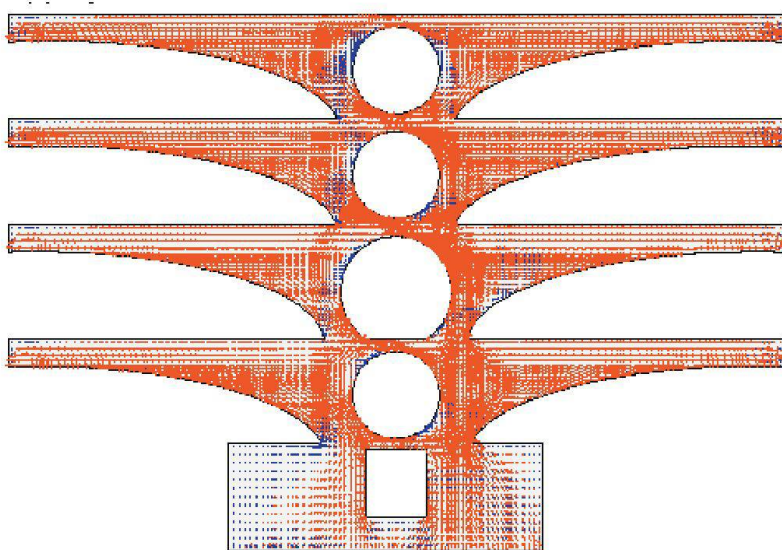
Das Bauwerk befindet sich in der Erdbebengefährdungszone Z1 gemäss Norm SIA 261. Das Baugelände entspricht der Baugrundklasse C. Als Schulgebäude wird es der Bauwerksklasse II zugeordnet.

Mit tragenden Stockwerkrahmen als Fassaden lassen sich die drei Zielsetzungen punkto Stabilität, Torsionsverdrehung und Zwängungen lösen. Die breiter aufsitzenden Fassaden (mit den kreisrunden Aussparungen) übernehmen dank ihrem grossen horizontalen Widerstand die Aussteifung gegen horizontale Einwirkungen wie Erdbeben und Wind in x-Richtung. In y-Richtung



Innere Erschliessung und Klassenzimmer. (Fotos: Javier Miguel Verme)





Beispiel einer FE-Modellierung: Hauptspannungen für die Resultatkombination Erdbeben, nur Druckspannungen beim Fassadenfuss (Zugspannungen sind blau, Druckspannungen rot visualisiert). (Plan: Conzett Bronzini Gartmann)

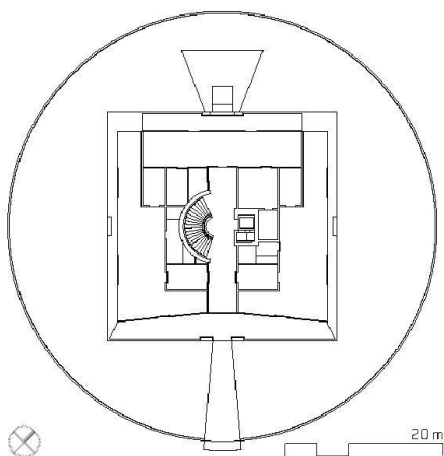
übernehmen dies die Treppenwand und der Erschliessungskern. Diese Anordnung erfüllt die folgenden drei Anforderungen:

- Für die Stabilität müssen mindestens drei vertikale Scheiben vorhanden sein, die Wirkungslinien dürfen sich nicht in einem Punkt schneiden (Torsionssteifigkeit), und es dürfen höchstens zwei der drei Scheiben parallel gerichtet sein.
- Zur Vermeidung grosser Torsionsbeanspruchungen aus Erdbeben (Massenzentrum) und Wind (Windkraftzentrum) ist die quadratische Grundrissform ideal. Die Lage und Querschnitte der Stockwerkrahmen, des Treppenwandsegments und des Liftkerns generieren das Steifigkeitszentrum (Schubmittelpunkt und Drehzentrum). Um eine minimale Beanspruchung der

Rahmen und eine geringe Gebäudetorsion zu erreichen, liegen Windkraft-, Massen- und Steifigkeitszentrum nahe beisammen. Die tatsächlichen Exzentrizitäten betragen in x-Richtung  $E_x = 0.17$  m und in y-Richtung  $E_y = 2.22$  m.

- Die Fassaden sind so angeordnet, dass Verkürzungen der Decken aufgrund von Schwinden, Temperaturänderung und Vorspannung (elastisch und Kriechen) nicht zu erheblichen Zwangsbeanspruchungen der Letzteren führen.

Das Bauwerk wurde für Erdbeben als nicht duktil mit einem Verhaltensbeiwert  $q = 2.0$  berechnet. Die Fassaden verjüngen sich gegen aussen ellipsenförmig zu Kragarmen und zeichnen dadurch die statischen Kräfte des Betonbaus nach. Die grosse vertikale Normalkraft ( $N_k = -6600$  kN) aus ständigen Lasten wirkt sich beim Einbindehorizont über dem Untergeschoss ( $M_y = -9300$  kNm) sehr positiv auf den Bewehrungsgehalt der Fassade aus. Durch die Vorspannung der symmetrischen Auskragungen mit 16 Litzen à 150 mm<sup>2</sup> Querschnittfläche (mit einer gesamten Vorspannkraft  $P_o = 3125$  kN) wird der gesamte Fassadenquerschnitt überdrückt. Die Gestaltung der Konstruktion im Aufriss entspricht somit den Beanspruchungen. Durch die Synthese der Elemente zur Abtragung der vertikalen und horizontalen Kräfte als Stockwerkrahmen sind die Mehrkosten für die erdbebengerechte Gestaltung des Gebäudes verschwindend gering.



Grundriss Erdgeschoss. (Plan: Raphael Zuber)

## KONSTRUKTIVE EINZELHEITEN

Die Decken werden als schlaff bewehrte Flachdecken in einer Stärke von 36 cm ausgeführt. Die Spannweiten betragen maximal 11 m. Die beweglichen und die festen Verankerungen der Vorspannung benötigen Platz. Die 40 cm starke Fassade wurde im Grundriss jeweils in den Ecken auf einer Länge von 4.90 m linear von 40 cm auf 90 cm nach innen verbreitert. In der Ansicht wurde die ideale Form der kubischen Parabel durch Ellipsen ersetzt, die annähernd deckungsgleich sind. Durch das Verschieben des Scheitelpunkts der Ellipse vom Eck um knapp 2.20 m zum Zentrum entstand die benötigte Mehrhöhe für die Verankerungen.

Die Form und Geometrie der Ellipse bleibt für alle Geschosse immer dieselbe, obwohl die Geschosshöhen unterschiedlich sind. Die Auswirkung lässt sich am jeweiligen Fassadenfuss erkennen. Konstruktiv kann man sich die geschwungenen Kragsscheiben auch als um 90° übereck geführten Bogen vorstellen. Der klassische Schluss- oder Scheitelstein bei Bogenkonstruktionen wird durch die beiden übereck gekreuzten Vorspannkabel ersetzt. Die statische Wirkung im Beton ist dieselbe. Eine andere Besonderheit sind die von innen nach aussen durchlaufenden Geschossdecken. Die monolithische Verbindung von Fassaden und Deckenplatten ist konstruktiv sinnvoll, benötigt keine Kragplattenverbindungen und lässt sich bauphysikalisch mit Randdämmungen lösen.

**Patrick Gartmann**, dipl. Bauing. FH/SIA und dipl. Arch. FH/SIA, Conzett Bronzini Gartmann AG, p.gartmann@cbg-ing.ch

### Anmerkung

1 «Architektur- und Ingenieurpreis erdbebensicheres Bauen 2012». Broschüre, Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen. Momentan läuft die Ausschreibung für den «Architektur- und Ingenieurpreis erdbebensicheres Bauen 2014». Projekte können bis zum 31. Januar 2014 eingegeben werden. Infos: [www.baudyn.ch](http://www.baudyn.ch)

## AM BAU BETEILIGTE

**Bauherrschaft:** Comune politico di Grono

**Architektur:** Raphael Zuber, Chur

**Projektleitung:**

Thomas Melliger – Bauplanung, Zürich

**Bauleitung:** Devis Bruni und Giulio Cereghetti, Mesocco

**Bauingenieurwesen:** Patrick Gartmann (Conzett Bronzini Gartmann AG, Chur)

**Landschaftsarchitektur:** 4D AG Landschaftsarchitekten, Bern

