

Historischer Altbau Opernhaus Zürich – Erdbebenanalyse

Pia Hannewald, Francesco Vanin, Meriton Beqiraj, Résonance Ingénieurs-Conseils SA, Carouge, CH

Abstract

Der historische Altbau des Opernhauses Zürich, das sich direkt neben dem See befindet, wurde 1890 eingeweiht und bietet Platz für 1'100 Zuschauer und Zuschauerinnen. Der Altbau wurde von dem auf Theaterbauten spezialisierten Wiener Architekturbüro Fellner & Helmer geplant und in deren standardisierter Bauweise innerhalb von nur 15 Monaten fertiggestellt. Aufgrund der Lage am See, im Bereich einer seit dem 17. Jahrhundert schrittweise erstellten künstlichen Aufschüttung mit setzungsempfindlichem Boden, ist das Gebäude auf über 1800 Eichenholzpfählen gegründet.

Hinsichtlich Nutzung lässt sich das Gebäude in die beiden Bereiche Zuschauerraum (vorne in Bild 1) und den Bühnenturm gliedern. Im Bühnenturm wurden in den 1980er Jahren, im Zusammenhang mit der Erweiterung des Opernhauses zum See hin, ein Innenumbau vorgenommen. Das Tragwerk des Bühnenturms besteht aus Stahlbeton und Stahl und die Lasten werden über damals neu erstellte Stahlbetonpfähle in den Baugrund abgeleitet. Erhalten ist beim Bühnenturm die historische Fassade. Der Zuschauerraum hingegen weist grossteils noch die historische Bausubstanz auf und wurde nur in Teilbereichen umgebaut. Das Tragwerk besteht aus unbewehrtem Beton, Mauerwerk und Decken aus Stahlträgern und Ziegelgewölben. Das Dach besteht aus einer genieteten Stahlstruktur.



Bild 1: Ansicht des Opernhauses vom Sechseläutenplatz aus (von Süd-Osten her).

Im Rahmen der Überprüfung der Erdbebensicherheit des Gebäudes stellten sich somit die folgenden Fragestellungen:

1. Erfassung der Baugeschichte und des Tragwerks
2. Bewertung der Erdbebensicherheit des oberirdischen historischen Tragwerks
3. Bewertung der Erdbebensicherheit und der dynamischen Belastung des Bühnenturms
4. Bewertung der Pfahlfundation und des Baugrundes

In einem ersten Schritt wurde eine umfassende Recherche in städtischen und kantonalen Archiven, insbesondere der Denkmalpflege, sowie bei den an den Umbauten der 1980er Jahre beteiligten Architektur

und Ingenieurbüros durchgeführt. Diese hatte zum Ziel, die historische Bausubstanz und das Tragwerk zu erfassen, um das geeignete Vorgehen zur Überprüfung festlegen zu können.

Anschliessend wurde das Tragwerk schrittweise auf seine Erdbebensicherheit hin überprüft. Hierbei kamen angesichts des komplexen Tragwerkes sowohl 3D FE-Modelle des Gebäudes als auch lokale Modelle und «Handrechnungen» mit vereinfachten Betrachtungen zum Einsatz. Beim Bühnenturm wurde zusätzlich zur Erdbebensicherheit die Auswirkung einer erhöhten dynamischen Belastung aus dem Betrieb geprüft (Notstopp beim Herab- oder Herauffahren der Bühnendekoration). Zur Bewertung des Baugrundes wurde von einem Geotechnikbüro eine Einschätzung der Verflüssigungsgefahr der lockeren Ablagerungen und der Tragfähigkeit der Pfähle vorgenommen.

Durch dieses schrittweise Vorgehen konnte eine Einschätzung der Erdbebensicherheit vorgenommen werden und die Notwendigkeit von Massnahmen nach der Norm SIA 269/8 bewertet werden. Dabei wurden Massnahmen in begrenztem Umfang identifiziert, die sich gut in das in der Planung befindliche Projekt Zukunft Oper und den historischen Bestand integrieren lassen.

Referenzen

Bericht der Zürcher Denkmalpflege zum Opernhaus (1984), 10. Bericht, 2. Teil

Bericht der Zürcher Denkmalpflege zum Opernhaus (2004), 17. Bericht

Norm SIA 269/8:2017, Erhaltung von Tragwerken - Erdbeben

EN 1998-3:2005, Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden.

BAFU (2021) Überprüfung des Tragwiderstands von Mauerwerkswänden quer zur Wandebene unter Erdbebeneinwirkung gemäss der Norm SIA 269/8, Technische Anwendungshilfe

Erdbeben: Analyse Altbau

OPERNHAUS ZÜRICH

Pia Hannewald, Francesco Vanin, Meriton Beqiraj

Résonance Ingénieurs-Conseils SA

26.06.2026





BAUGRUND



1881

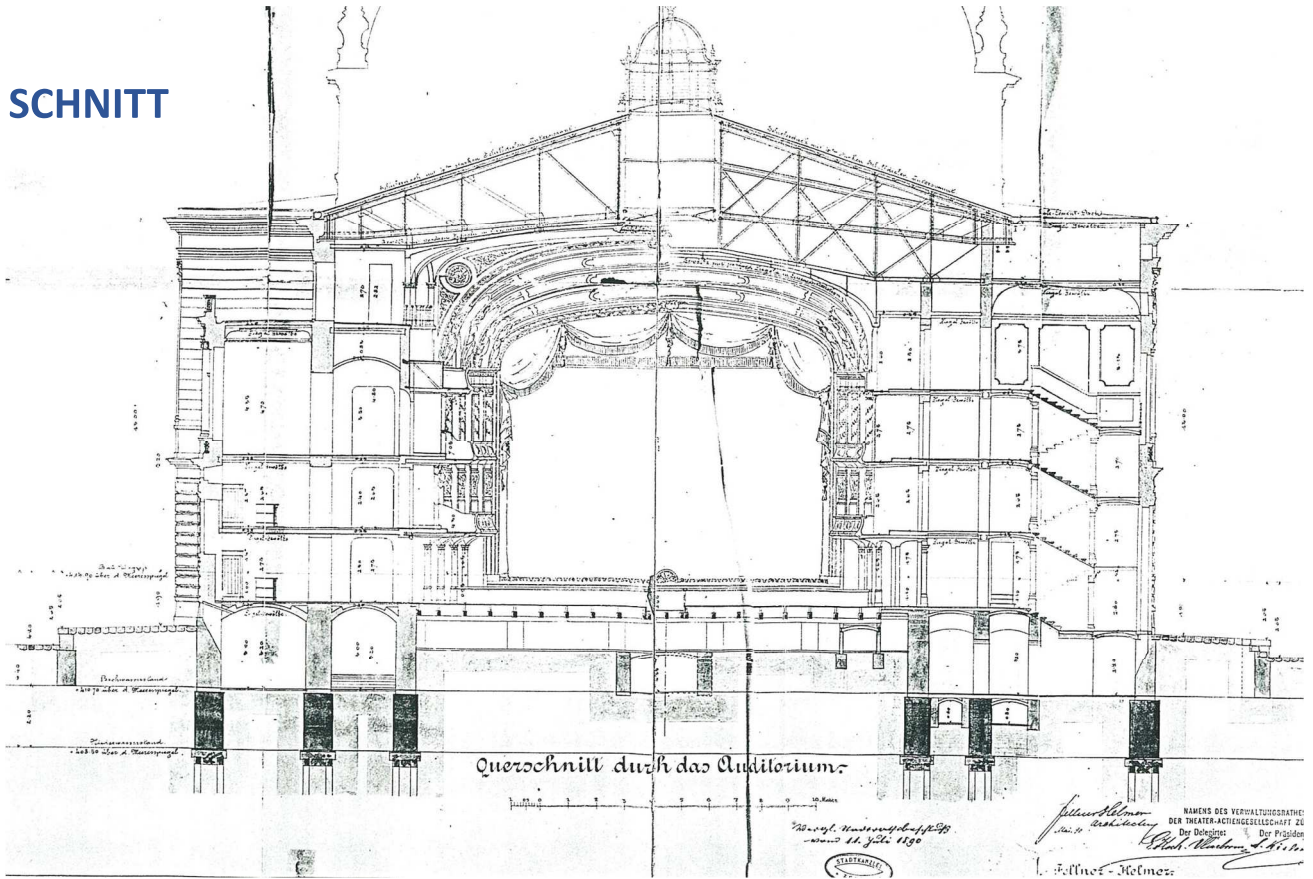


1886

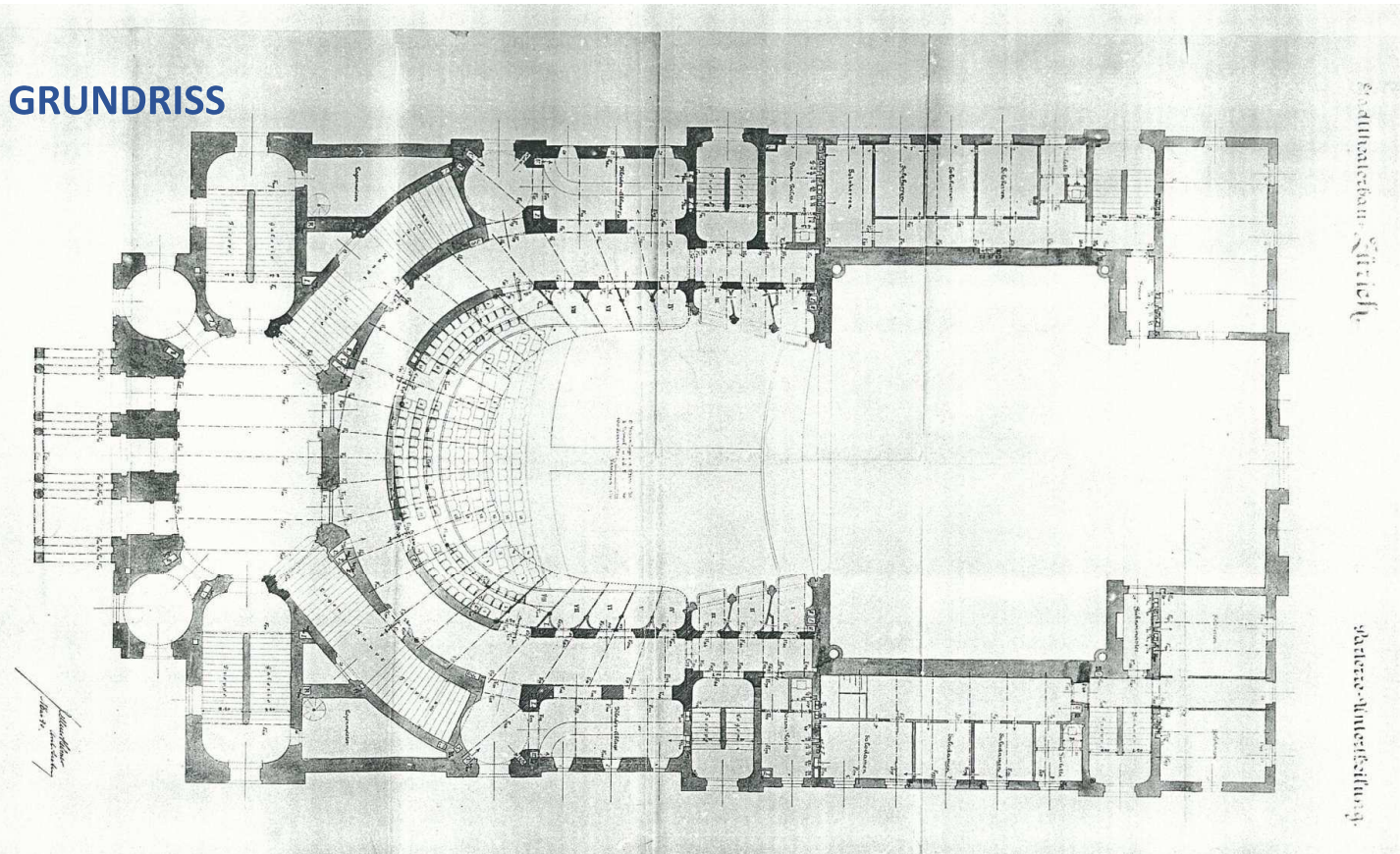


Fotografie Robert Breitinger, 1890,
Auszug Diplom FS 2015 Prof. Carusoe

SCHNITT

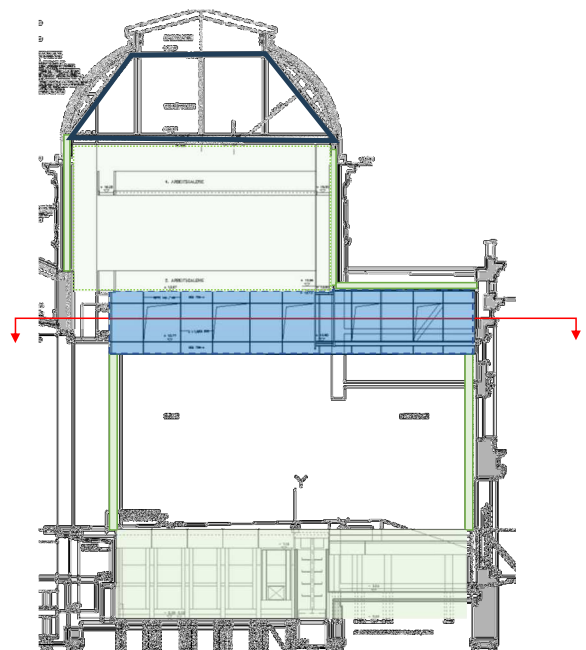
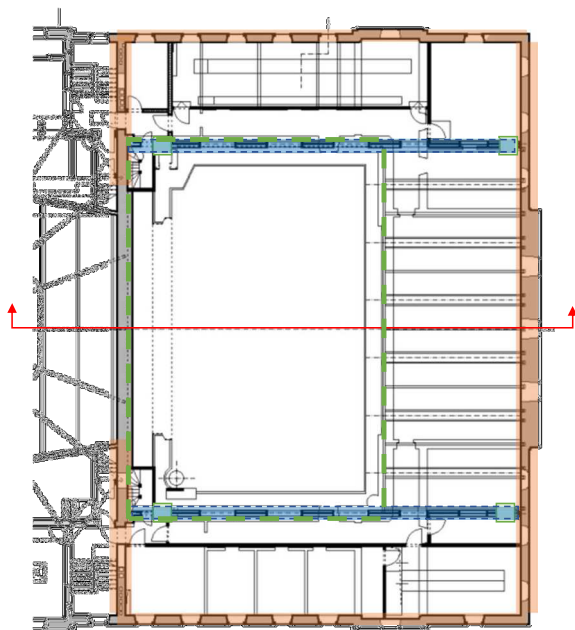


GRUNDRISS

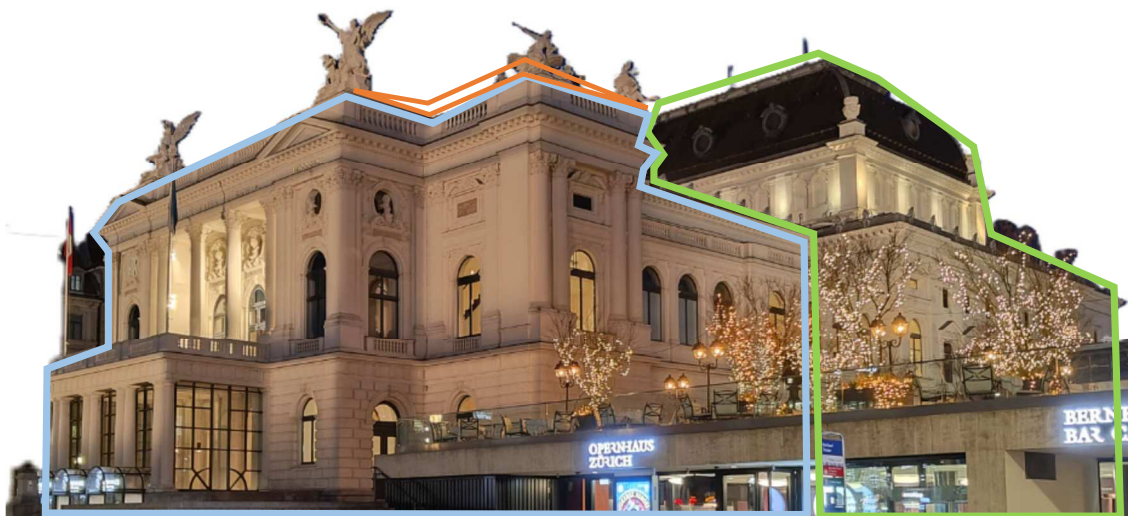




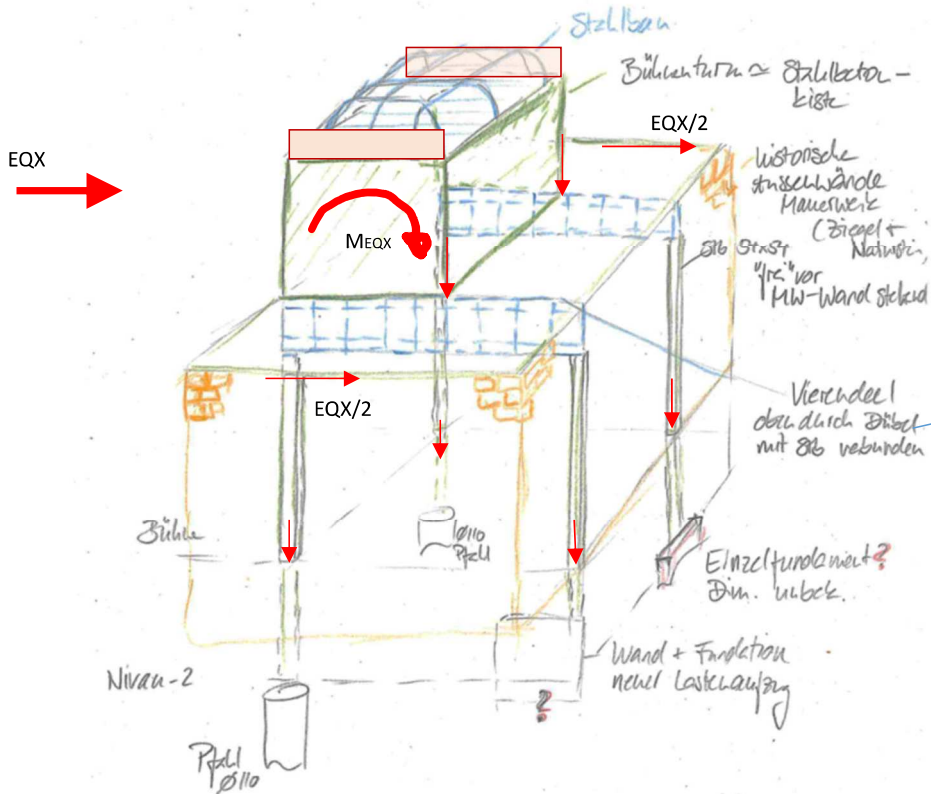
GRUNDRISS UND SCHNITT



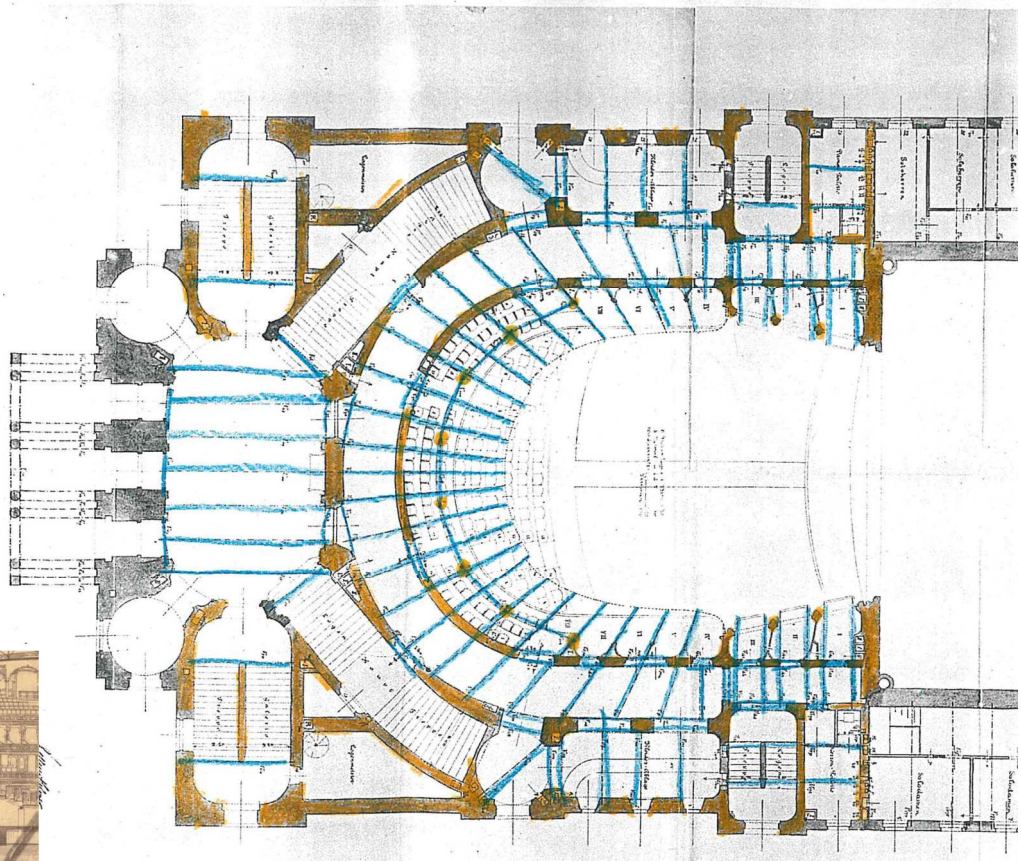
ÜBERPRÜFUNG



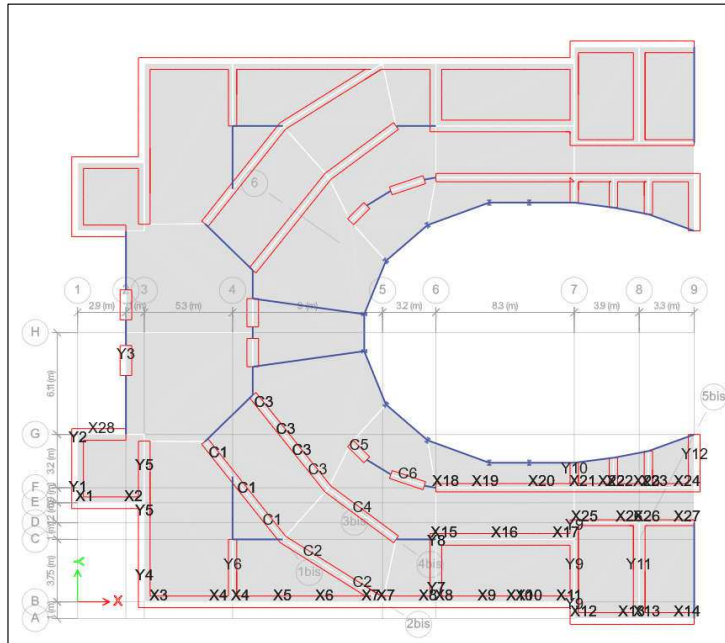
Erdbeben x-
Ri



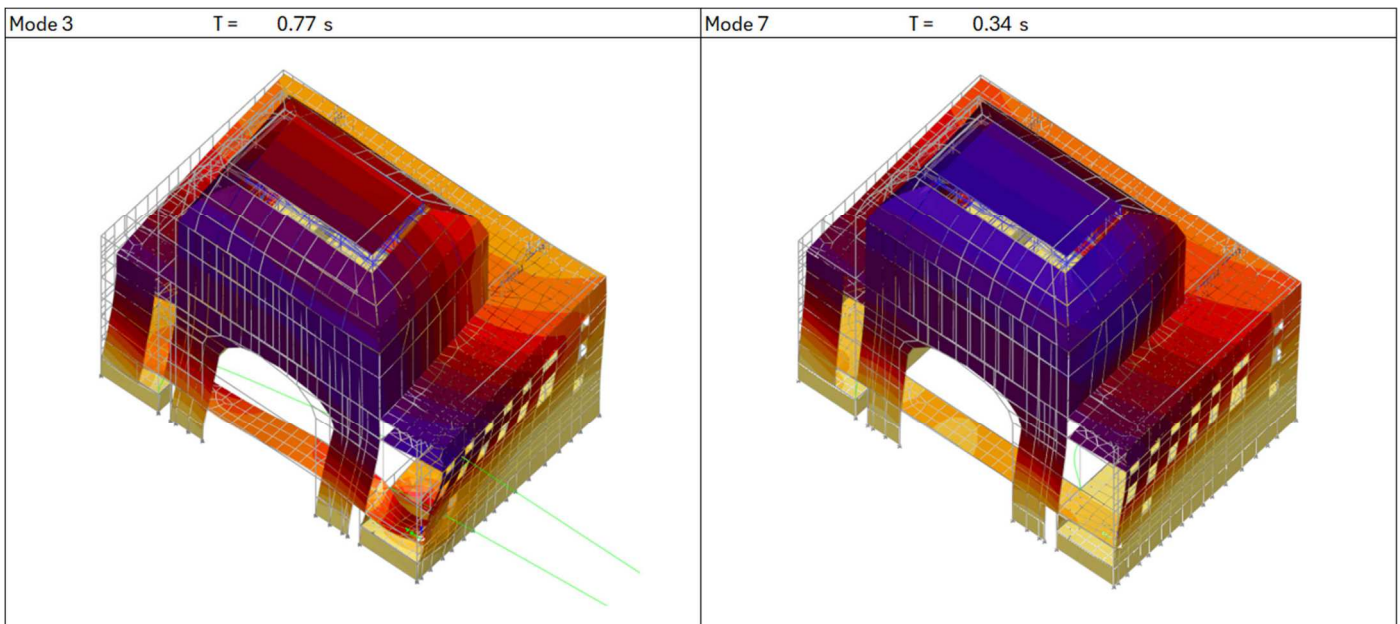
TRAGWERK



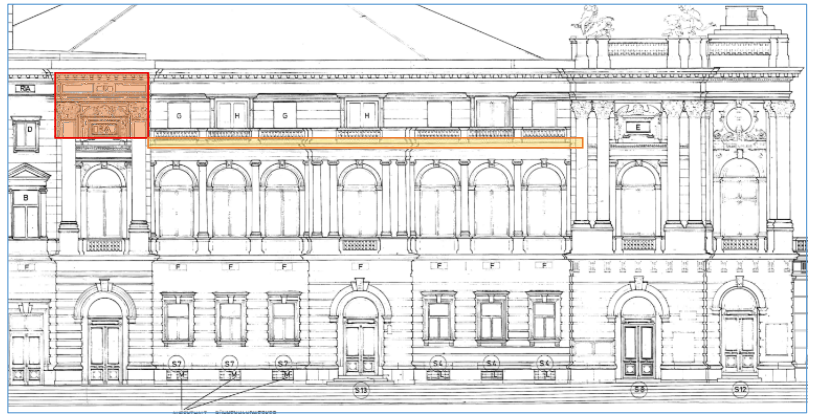
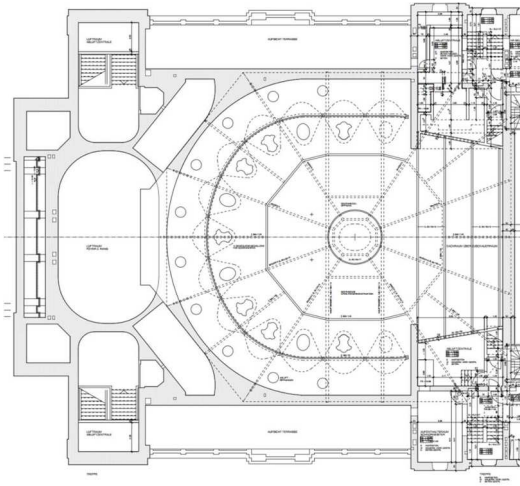
ZUSCHAUERRAUM



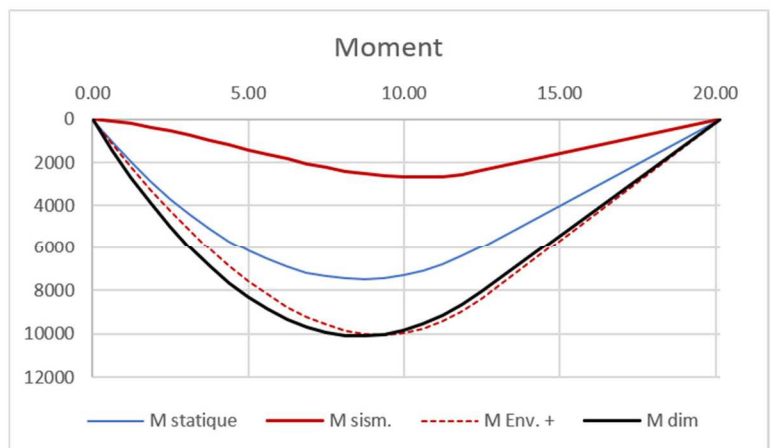
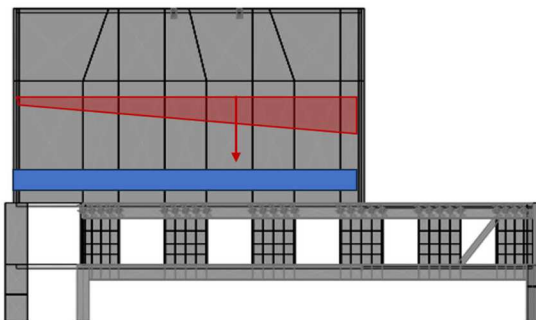
BÜHNENTURM



MÖGLICHE MASSNAHMEN



BÜHNENTURM NACHWEISE



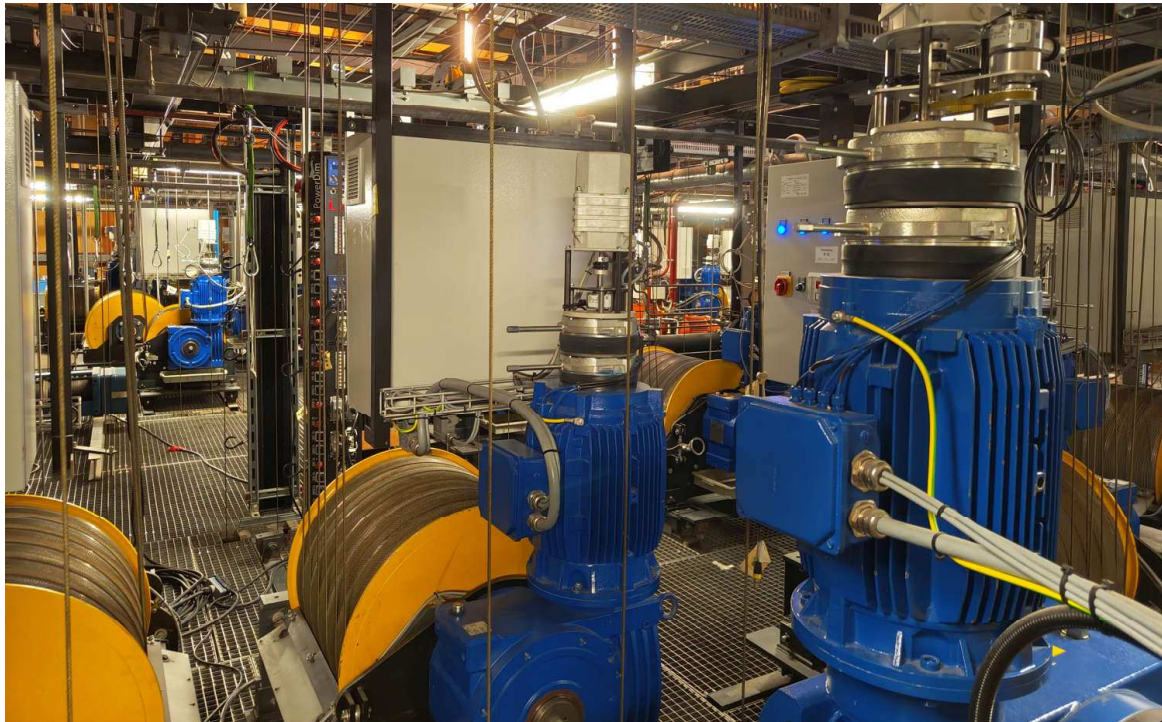
FAZIT

- Intensive Grundlagensuche & -studium zu Tragwerk & Baugeschichte
- Aufteilen des Gebäudes und der Überprüfung in kleinere Abschnitte
- Grenzwertbetrachtungen und Variantenstudium zu massgebenden Versagensarten

- Ingenieurmässige Vorgehensweise erlaubte eine als realistisch eingestufte Abschätzung der Erdbebensicherheit

BÜHNENTURM DYNAMISCHE BELASTUNG

DYNAMISCHE TESTS



DYNAMISCHE TESTS

