

## **Studie Ausweichstandort Musikakademie Schulhaus Letzi**

Objekt: St. Alban-Vorstadt 93/95  
4052 Basel

Auftraggeber: Finanzdepartement des Kantons Basel-Stadt  
Immobilien Basel-Stadt  
vertreten durch  
Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-  
Stadt, Städtebau & Architektur - Hochbauamt

### **TECHNISCHER BERICHT**

# **Überprüfung des Erdbebenwiderstands und der Tragfähigkeit der Deckensysteme**



## Versionen

Dok.-Nr.	Index	Version	Verfasser	Datum
0031 - A001	-	Machbarkeitsstudie	S. von Ah	13.05.2020

## Verteiler

Dok.-Nr.	Index	Name
0031 - A001	-	rolli + boss architekten gmbh, Architekten ETH FH SIA

# Inhaltsverzeichnis

Seite

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>4</b>
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Auftrag	4
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>5</b>
2.1	Pläne und Berichte	5
2.2	Normen	5
2.3	Richtlinien, Empfehlungen, Merkblätter, Handbücher und Dokumentationen	5
2.4	Beschrieb bestehende Gebäude	6
2.5	Zustandserfassung	9
2.6	Materialeigenschaften	12
<b>3</b>	<b>Rechnerischer Nachweis des Erdbebenwiderstands</b>	<b>13</b>
3.1	Modellierung	13
3.2	Erdbebenparameter	13
3.3	Belastungsannahmen	14
3.4	Berechnungsverfahren	14
3.5	Zielgrösse des Erfüllungsfaktors	14
3.6	Berechnungsergebnisse	15
3.7	Erforderliche Massnahmen	16
3.8	Einschränkungen der Überprüfung	16
<b>4</b>	<b>Nachrechnung bestehende Deckensysteme</b>	<b>18</b>
4.1	Modellierung	18
4.2	Belastungsannahmen	18
4.3	Berechnungsergebnisse	18
4.4	Einschränkungen der Überprüfung	20
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>21</b>
5.1	Rechnerischer Nachweis des Erdbebenwiderstands	21
5.2	Nachrechnung bestehende Deckensysteme	21

## **1 Allgemeines**

### **1.1 Ausgangslage**

Die Musikakademie am Leonhardsgraben 40 soll saniert werden.

Es soll geprüft werden, ob als Ausweichstandort das Gebäude an der St. Alban-Vorstadt 93-95 verwendet werden könnte.

Dazu wurde der folgende Auftrag an die beteiligten Planer formuliert:

- Erstellen einer Machbarkeitsstudie über eine „Umnutzung“ des Letzi Schulhauses als temporärer Ausweichstandort für die Musikakademie für 3-4 Jahre
- Grundrissstudien 1:200/100
- Kosten BKP 2-stellig,  $\pm 20\%$

### **1.2 Auftrag**

Die Firma vonAh Tragwerksplanung GmbH wurde am 06.02.2020 beauftragt eine Erdbebenanalyse des bestehenden Gebäudes nach SIA 269/8 vorzunehmen und die Architekten bei möglicherweise auftretenden Fragen bezüglich der Statik zu beraten.

Das Ziel der Erdbebenanalyse ist es, den Erfüllungsfaktor nach SIA 269/8 zu bestimmen und daraus abgeleitet die sicherheitsbezogenen Investitionskosten (gemäss Norm zwingend zu erbringende Ertüchtigungskosten) zu ermitteln.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Pläne und Berichte

- Grundrisspläne des Bestands, rolli + boss architekten gmbh, Dezember 2019
- Massaufnahmen und Sondagen, rolli + boss architekten gmbh, Februar 2020
- Pläne aufgrund eines 3D-Scans, Schenkel Vermessungen, Zürich, April 2020
- Weitere Sondagen, rolli + boss architekten gmbh, April 2020
- Baugrunduntersuchung St. Alban-Vorstadt 25-27, C. Ryser, dipl. Geologe SIA, September 2018

### 2.2 Normen

- |                      |  |
|----------------------|--|
| ▪ SIA 260 (2013)     | Grundlagen der Projektierung von Tragwerken  |
| ▪ SIA 261 (2014)     | Einwirkungen auf Tragwerke   |
| ▪ SIA 263 (2013)     | Stahlbau   |
| ▪ SIA 263/1 (2013)   | Stahlbau, Ergänzende Festlegungen  |
| ▪ SIA 265 (2012)     | Holzbau  |
| ▪ SIA 265/1 (2009)   | Holzbau, Ergänzende Festlegungen   |
| ▪ SIA 266 (2015)     | Mauerwerk  |
| ▪ SIA 266/1 (2015)   | Mauerwerk, Ergänzende Festlegungen   |
| ▪ SIA 266/2 (2012)   | Natursteinmauerwerk  |
| ▪ SIA 267 (2013)     | Geotechnik   |
| ▪ SIA 267/1 (2013)   | Geotechnik, Ergänzende Festlegungen  |
| ▪ SIA 269 (2011)     | Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken  |
| ▪ SIA 269/1 (2011)   | Erhaltung von Tragwerken - Einwirkungen  |
| ▪ SIA 269/3 (2011)   | Erhaltung von Tragwerken - Stahlbau  |
| ▪ SIA 269/5 (2011)   | Erhaltung von Tragwerken - Holzbau   |
| ▪ SIA 269/6-1 (2011) | Erhaltung von Tragwerken - Mauerwerksbau, Teil 1:<br>Natursteinmauerwerk               |
| ▪ SIA 269/6-2 (2014) | Erhaltung von Tragwerken - Mauerwerksbau, Teil 2:<br>Mauerwerk aus künstlichen Steinen |
| ▪ SIA 269/7 (2011)   | Erhaltung von Tragwerken - Geotechnik  |
| ▪ SIA 269/8 (2017)   | Erhaltung von Tragwerken - Erdbeben  |

### 2.3 Richtlinien, Empfehlungen, Merkblätter, Handbücher und Dokumentationen

- Erdbebenmikrozonierung der Region Basel, Fachstelle für Geoinformation / GIS-Fachstelle BL ([www.geo.bs.ch/erdbebenmikrozonierung](http://www.geo.bs.ch/erdbebenmikrozonierung))

## 2.4 Beschrieb bestehende Gebäude

Es handelt sich um einen Gebäudekomplex bestehend aus zwei zusammenhängenden Häusern, welche zeitlich gestaffelt erstellt wurden. Der Komplex weist eine Gesamtlänge von 71m und eine Breite der Hauptgebäude von 12m auf. Das Haus Nr. 93 ist 22m hoch und das Haus Nr. 95 weist eine Höhe von 19m auf.

Dabei wurde zuerst der Westteil des Hauses Nr. 93 erstellt. Der Ostteil des Hauses Nr. 93 und das Haus Nr. 95 wurden später angebaut.

Die Tragstruktur wurde dabei immer wieder den jeweiligen Anforderungen an die benötigten Nutzlasten der jeweiligen Geschossdecken angepasst.

Westlich des Hauses Nr. 93 ist das Haus Nr. 91 zusammenhängend angebaut.



Situation St. Alban-Vorstadt 93 und 95

Das Haus Nr. 93 besteht aus einem Untergeschoss, einem Erdgeschoss, drei Obergeschossen und einem zweigeschossigen Dachaufbau. Das Haus Nr. 95 besitzt nur zwei Obergeschosse.

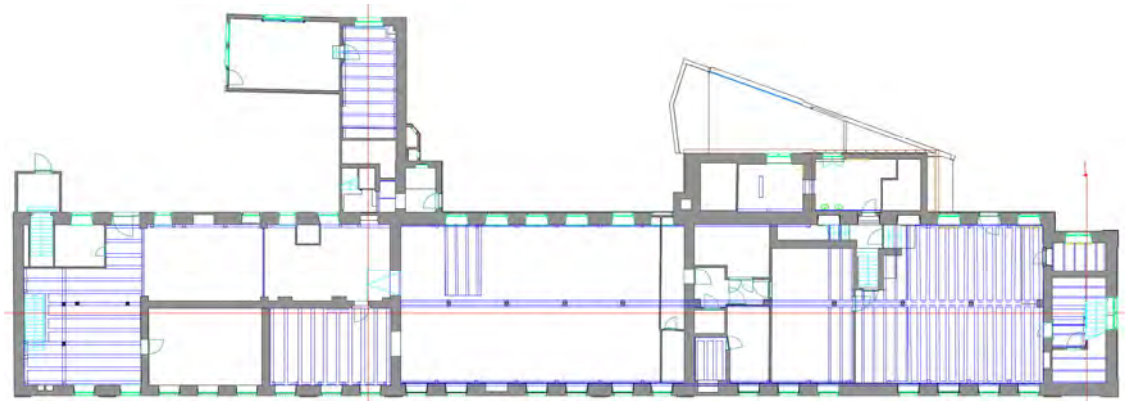
Die Anbauten im Norden der Gebäude reichen teilweise bis in das Dachgeschoss.



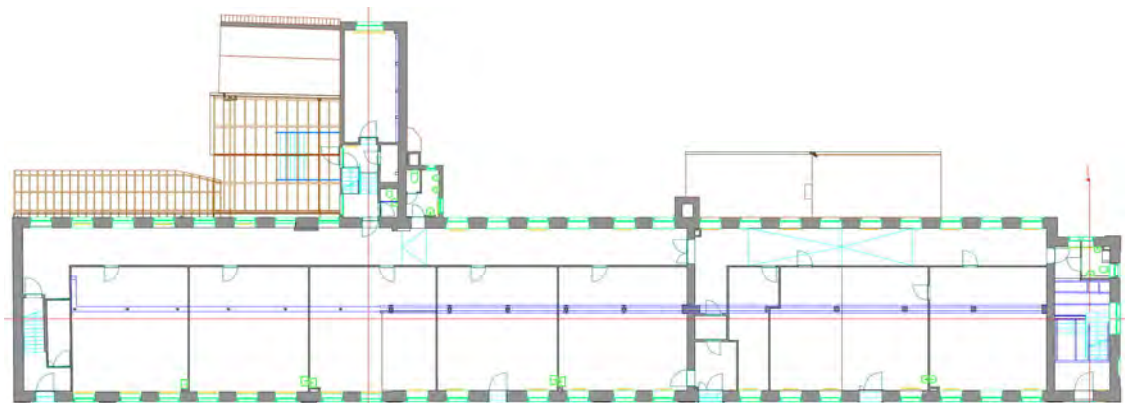
Längsschnitt



Die Keller bestehen aus massiven Aussenwänden aus Bruchsteinmauerwerk, welche die auftretenden Lasten mittels Streifenfundamente in den Untergrund abtragen. Die innenliegenden Wände wurden ebenfalls in Bruchsteinmauerwerksbauweise erstellt und sind ähnlich fundiert wie die Aussenwände. Die Decken über dem Keller wurden als Holzbalkendecken ausgebildet und tragen die anfallenden Lasten in unterschiedliche Richtungen ab.



Untergeschoss



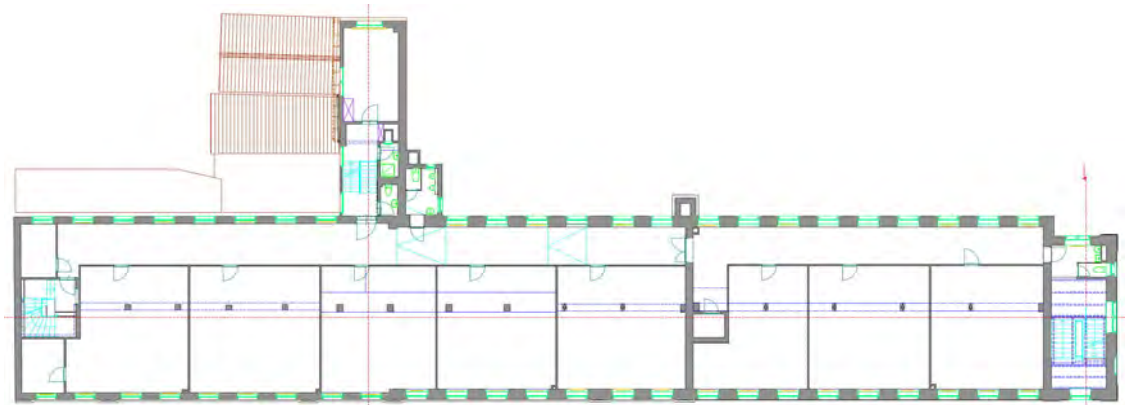
Erdgeschoss

Die Aussenwände des Erdgeschosses wurden ebenfalls aus massivem Bruchsteinmauerwerk erstellt. Die Decken sind als Holzbalkendecken ausgebildet und tragen die anfallenden Lasten in Gebäudequerrichtung ab.

In Gebäudemitte sind Holz- und Stahlträger längs zu den Aussenfassaden angeordnet. Diese übernehmen die Lasten der Holzbalkendecken und tragen diese über Stahlstützen in das Untergeschoss ab.

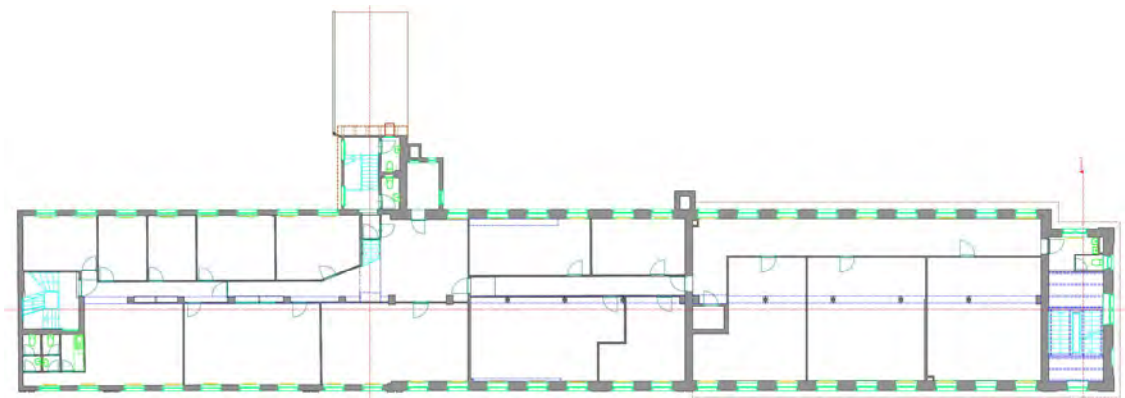
Im 1.Obergeschoss bestehen die Aussenwände des Hauses Nr. 93 West aus einer Holz-Mauerwerk-Fachwerkkonstruktion. Die Aussenwände des Hauses Nr. 93 Ost und des Hauses Nr. 95 bestehen aus massivem Bruchsteinmauerwerk.

Die Decken wurden gleich ausgebildet wie die Decken über dem Erdgeschoss.



1.Obergeschoss

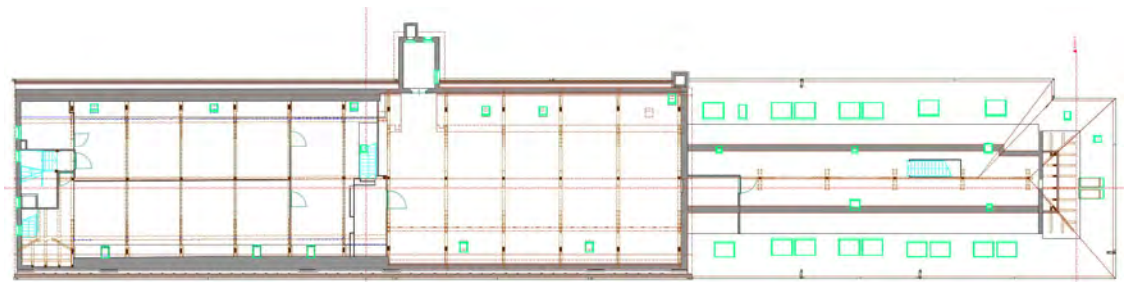
Für die Nachrechnung des Gebäudes wurde angenommen, dass die weiteren Geschosse gleich ausgebildet wurden, wie die jeweils darunterliegenden Geschosse.



2.Obergeschoss



3.Obergeschoss



Dachgeschoss

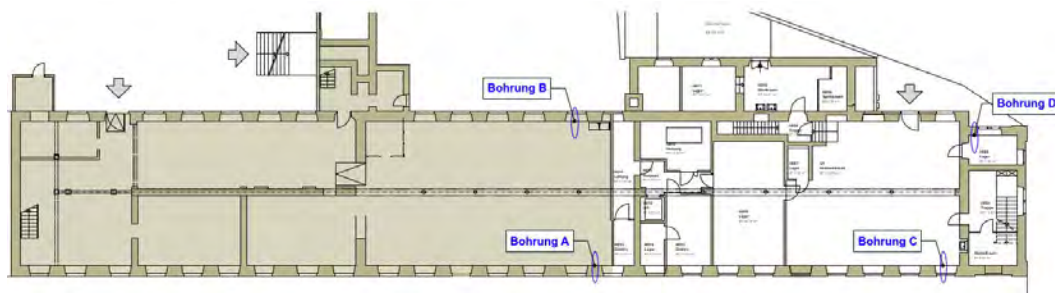


## 2.5 Zustandserfassung

Da keine Ausführungspläne des Bestands vorhanden sind, wurden die Materialkennwerte der verwendeten Materialien aufgrund von Sondagen ermittelt.

### 2.5.1 Sondagen Februar 2020

Im Untergeschoss wurde der Aufbau des Mauerwerks mittels Kernbohrungen bestimmt:



Sondagen Mauerwerk im UG (Skizze rolli + boss architekten gmbh)

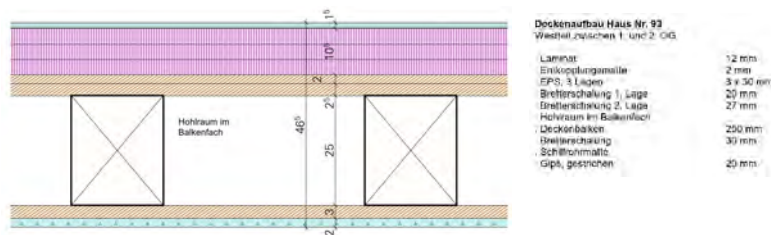
Die bestehenden Holzdecken im Haus 95 (Decke über EG) und im Haus 93 (Decke über 1.OG) wurden geöffnet und der vorhandene Deckenaufbau bestimmt:



Sondage-Foto Raum Nr. 108



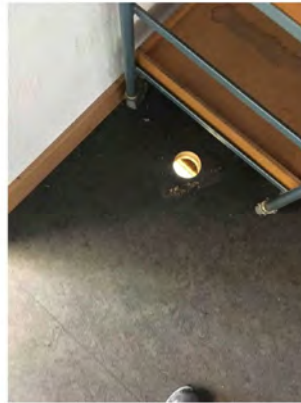
Balkenfach



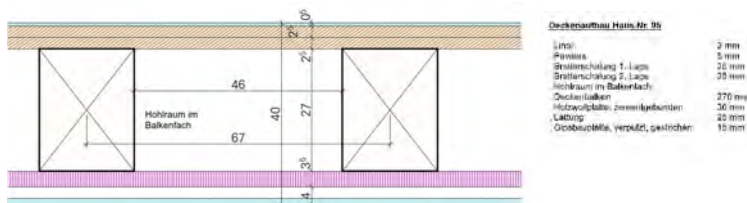
Deckenaufbau Haus 93 (Skizze rolli + boss architekten gmbh)



Sondage-Foto Raum Nr. 002



Sondage-Foto Raum Nr. 103



Deckenaufbau Haus 95 (Skizze rolli + boss architekten gmbh)

## 2.5.2 Sondagen April 2020

In einem weiteren Schnitt wurden weitere, für die Ermittlung der Tragfähigkeit, zentrale Bereiche mittels Sondagen überprüft.

Mittels Kernbohrungen wurden die Aussenwände im Erdgeschoss und 1.Obergeschoss bezüglich deren Beschaffenheit kontrolliert:

Sondierung Aussenwände EG und 1.OG:

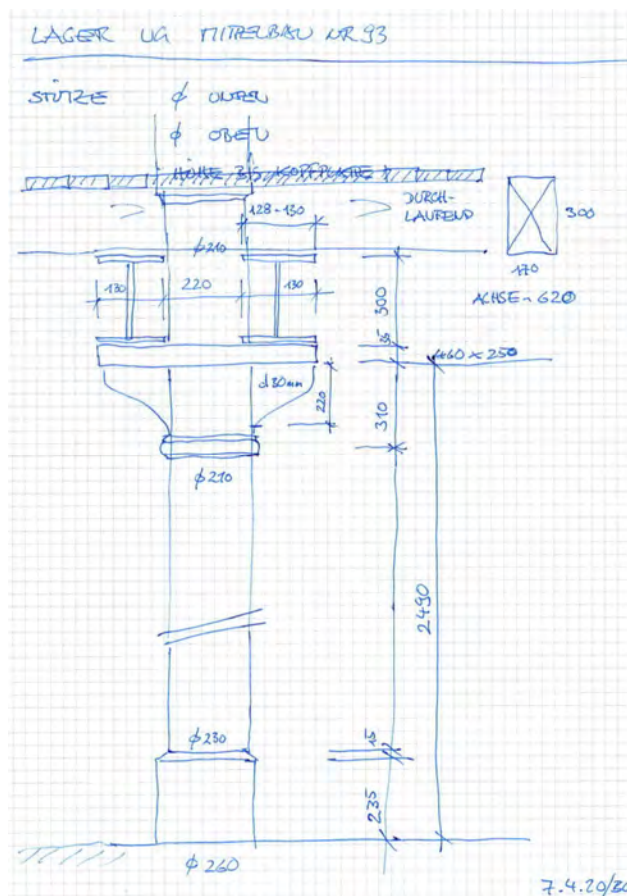
- Raum Nr. 004 Mittelbau Haus Nr. 93 EG: Bruchsteinmauerwerk massiv bis 400 mm, Bohrung bis 400mm tief
- Raum Nr. 007 Haus Nr. 93 EG: Bruchsteinmauerwerk massiv, gegen Mauermittel eher minderwertigeres Material, Bohrung bis 400mm tief
- Raum Nr. 103 Haus Nr. 95 1.OG: Bruchsteinmauerwerk massiv bis 400 mm, Bohrung bis 400mm tief

- Raum Nr. 108 Haus Nr. 93 1.OG: Innen Holzständer (120 mm), Wand mit Backstein ausgefacht. Vorgelagert wahrscheinlich massive Backsteinwand, Wandstärke ca. 450 mm, Bohrung bis 300mm tief

Im Rahmen dieser Sondierungen wurde auch der Aufbau der Deckensysteme (Stützen, Querträger und Aufbau der Holzbalkendecken) kontrolliert:

Sondierung der Stützen und der Querträger auf der Haupttragachse:

- Haus Nr. 93 Ostteil: Gussstützen  $\varnothing 130\text{mm}$  (Materialstärke 10 mm), mit Kopf- und Fussplatten; Querträger (Holz) 290 x 250mm; Deckenbalken 240 x 200mm, ca. 20 mm eingelassen in HT, meistens durchlaufend, 2-Feld-Träger
- Haus Nr. 93 Mittelteil: Gussstützen, durchlaufend,  $\varnothing 220/210\text{mm}$  im UG,  $\varnothing 200/190\text{mm}$  im EG (Materialstärke 25 mm), 1.OG,  $\varnothing 190\text{mm}$  ab 2.OG, 2x I-Träger 300x125mm UG, 250 x 140mm EG/OG; Deckenbalken 280 x 180mm, nicht eingelassen in I-Träger, meistens durchlaufend, 2-Feld-Träger
- Haus Nr. 95: Gussstützen, durchlaufend,  $\varnothing 220/210\text{ mm}$  im UG,  $\varnothing 200/190\text{ mm}$  im EG (Materialstärke 25 mm), 1.OG,  $\varnothing 190\text{ mm}$  ab 2.OG, 2x I-Träger 300x125 mm UG, 250 x 140 mm EG/OG, Deckenbalken 280 x 180 mm, nicht eingelassen in I-Träger, meistens durchlaufend, 2-Feld-Träger



Aufnahme Haus Nr. 95 im 1.OG (Skizze rolly + boss architekten gmbh)

## 2.6 Materialeigenschaften

Die Bemessungswerte der Baustoffe des Bestands wurden wo möglich basierend auf den Normen festgelegt und mit Werten von Referenzbauten verglichen.

Für die Modellierung und Analyse wurden die folgenden Materialeigenschaften angenommen:

Natursteinmauerwerk:

– Elastizitätsmodul	$E$	$= 2'340$	$\text{N/mm}^2$
– Schubmodul	$G$	$= 390$	$\text{N/mm}^2$
– Raumgewicht	$w$	$= 22$	$\text{kN/m}^3$
– Mittlere Druckfestigkeit	$f_m$	$= 3.00$	$\text{N/mm}^2$
– Schubfestigkeit	$\tau$	$= 0.08$	$\text{N/mm}^2$
– Charakteristische Druckfestigkeit	$f_k$	$= 1.60$	$\text{N/mm}^2$

Backsteinmauerwerk MB:

– Elastizitätsmodul	$E_{xd}$	$= 3'500$	$\text{N/mm}^2$
– Schubmodul	$G_d$	$= 1'400$	$\text{N/mm}^2$
– Raumgewicht	$w$	$= 18$	$\text{kN/m}^3$
– Mittlere Druckfestigkeit x-Richtung	$f_{xd}$	$= 3.5$	$\text{N/mm}^2$
– Mittlere Druckfestigkeit y-Richtung	$f_{yd}$	$= 1.1$	$\text{N/mm}^2$

Holzbalken und Holzbalkendecken:

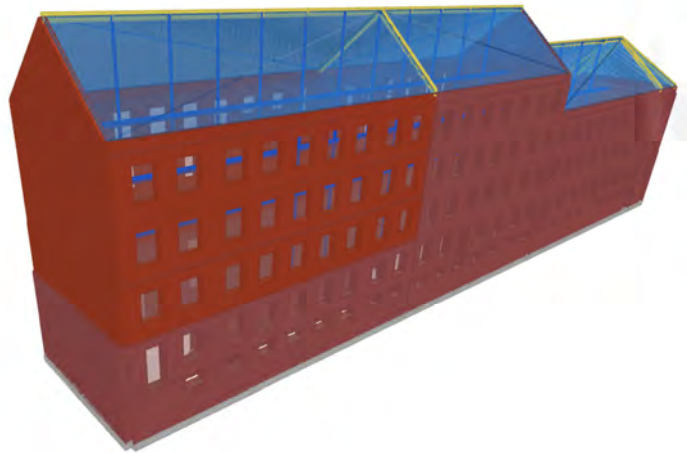
– Elastizitätsmodul	$E$	$= 9500$	$\text{N/mm}^2$
– Schubmodul	$G$	$= 500$	$\text{N/mm}^2$
– Raumgewicht	$w$	$= 7$	$\text{kN/m}^3$
– Charakteristische Biegezugfestigkeit	$f_{wk}$	$= 10.0$	$\text{N/mm}^2$

### 3 Rechnerischer Nachweis des Erdbebenwiderstands

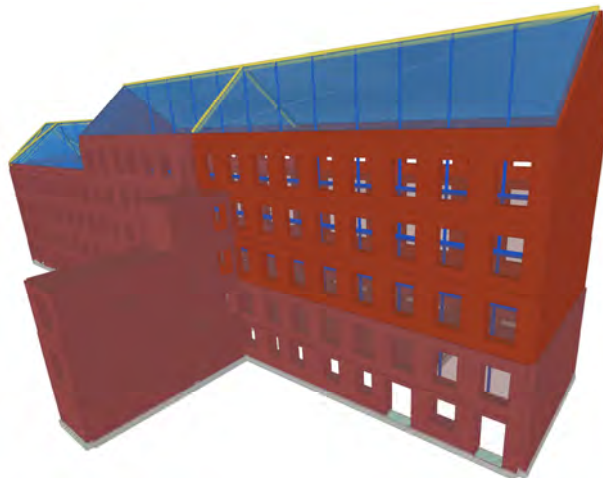
#### 3.1 Modellierung

Für die Modellierung und Berechnung wurde das speziell für die Analyse von bestehenden Mauerwerksgebäuden entwickelte Programm 3muri der Firma S.T.A. DATA verwendet.

Bei der Modellierung des Gebäudes mussten nur wenige Vereinfachungen vorgenommen werden.



Räumliches Gebäudemodell 3muri: Ansicht Strassenfassade



Räumliches Gebäudemodell 3muri: Ansicht Hinterhoffassade

#### 3.2 Erdbebenparameter

##### 3.2.1 Normvorgaben

Erdbebenzone	Z3a
Baugrundklasse	Mikrozonierung, Rheingraben Ost, Pleistozän

Diese Werte berücksichtigen eine gegenüber der SIA-Norm 261 detailliertere Untersuchung des Baugrundes.



### 3.2.2 Vorgaben der Bauherrschaft

Bauwerksklasse: BWK II (Schulhaus), ergibt einen Bedeutungsfaktor von  $\gamma_f = 1.2$   
Restnutzungsdauer: 80 Jahre

### 3.3 Belastungsannahmen

Die folgenden Belastungsannahmen wurden bei der Modellierung des Erdbebenmodells berücksichtigt:

Auflasten Erdgeschoss und Obergeschosse  
(Berücksichtigung der neuen Deckenaufbauten)  $q_k = 3.00 \text{ kN/m}^2$

Nutzlasten Erdgeschoss und Obergeschosse  
(Nutzung der meisten Räume als Schulzimmer)  $q_k = 2.00 \text{ kN/m}^2$

Die Nutzlasten wurden für die Bemessungssituation Erdbeben (aussergewöhnliche Bemessungssituation) gemäss SIA 260 mit dem Reduktionsbeiwert  $\varphi_2 = 0.30$  (Kat. A Büroflächen) abgemindert.

### 3.4 Berechnungsverfahren

Für die Nachrechnung wurde ein sogenanntes PushOver-Verfahren verwendet. Dies ist ein verformungsbasiertes Berechnungsverfahren. Dabei wird eine horizontale Ersatzlast unter konstanter Vertikallast gesteigert und die Verformung des Gebäudes berechnet. Die Analyseergebnisse werden als Kapazitätskurve dargestellt.

Anhand der Kapazitätskurven kann das Verformungsvermögen des Tragwerks bestimmt werden.

Die Berechnung des Erfüllungsfaktors  $\alpha_{\text{eff}}$  erfolgt dann durch den Vergleich des effektiven Verschiebungsvermögens  $w_{R,d}$  und der normgemässen Zielverschiebung  $w_d$ .

### 3.5 Zielgrösse des Erfüllungsfaktors

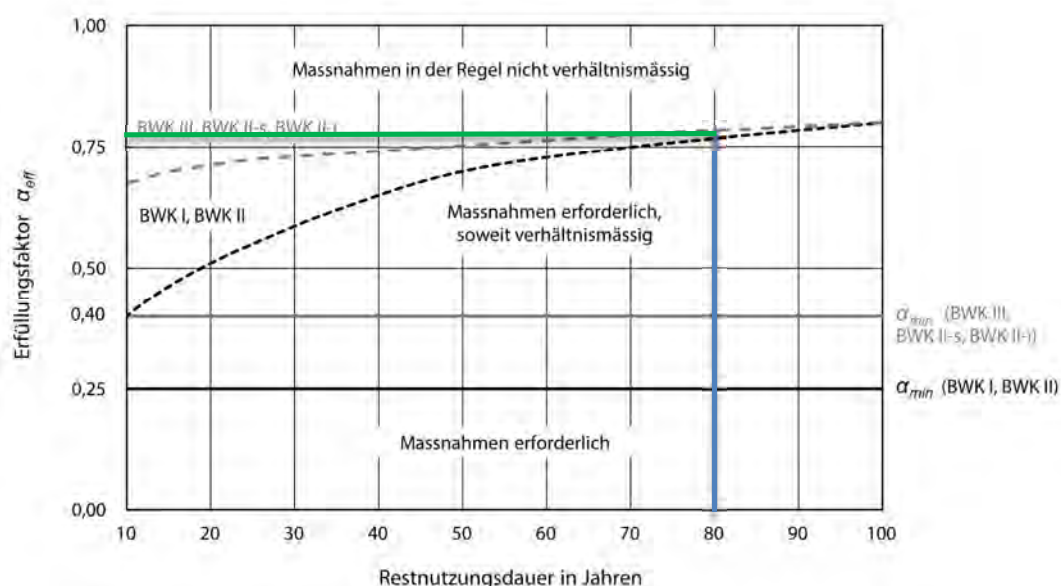
Als Zielgrösse wird ein Erfüllungsfaktor nach Intervention  $\alpha_{\text{int}}$  bestimmt. Mit der durch die Bauherrschaft definierten Restnutzungsdauer von 80 Jahren und der Zuordnung des Gebäudes zur Bauwerksklasse II ergibt sich ein Erfüllungsfaktor nach Intervention  $\alpha_{\text{int}} = 0.78$ .

In Funktion der Bauwerksklasse II ergibt sich ein Mindesterfüllungsfaktor von  $\alpha_{\text{min}} = 0.25$ .  
Ist  $\alpha_{\text{eff}} < \alpha_{\text{min}} = 0.25$ , sind Massnahmen erforderlich (siehe Grafik auf der nächsten Seite).

Ist  $\alpha_{\text{eff}} \geq \alpha_{\text{min}} = 0.25$ , ist die Verhältnismässigkeit der Massnahmen zu prüfen. Massnahmen sind erforderlich, falls die Verhältnismässigkeit gegeben ist.

Ist  $\alpha_{\text{eff}} > \alpha_{\text{int}} = 0.78$ , so sind Massnahmen in der Regel nicht verhältnismässig.





Rechnerische Beurteilung der Erdbebensicherheit gemäss SIA 269/8, Figur 6

### 3.6 Berechnungsergebnisse

Anhand diverser Rechnungsläufe wurden nichtlineare statische Analysen durchgeführt und so eine normgemässe Verteilung der Kräfte ermittelt.

Für das Erstellen der massgebenden Kapazitätskurven wurden verschiedene Kontrollpunkte in der Decke über dem 3. Obergeschoss betrachtet.

Ein erster Berechnungslauf hat gezeigt, dass für die Abtragung der Erdbebenkräfte die Geschossdecken als Scheiben ausgebildet werden müssen.

Die Ertüchtigung der Holzbalkendecken wird daher so ausgelegt, dass zwei Mehrschichtplatten als Scheiben wirken können und die Anforderungen bezüglich dem Erdbebennachweis für eine Restnutzungsdauer von 80 Jahren erfüllt werden.

Die "schwächsten Bauteile" sind die Fassadenwände aus Bruchsteinmauerwerk, welche auf Biegung versagen.

In der folgenden Tabelle sind die Nachweise bezüglich der Erdbebensicherheit für die verschiedenen Richtungen der Erdbebeneinwirkung dargestellt:

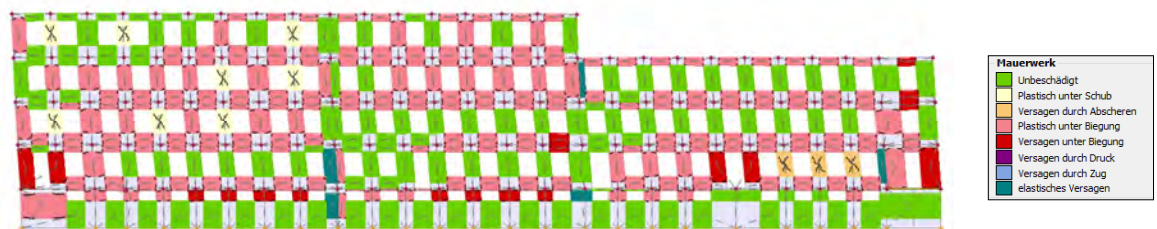
**Nachweis-Details**

Nr.	Rtg. Erdbeben	Gleichm. Verteilung der Horizontallast	Exz. [mm]	dt PGADS [mm]	dm SLU [mm]	qu SLU	Ver.	dt SLD [mm]	dm SLD [mm]	Ver DLS	$\alpha$ SLU	$\alpha$ SLD
1	+X	Massen	0	32,93	37,14	2,47	Ja	13,17	30,62	Ja	1,128	2,820
2	+X	1. Form	0	42,99	48,74	2,47	Ja	17,20	38,18	Ja	1,134	2,835
3	-X	Massen	0	33,75	32,19	2,09	Nein	13,50	28,09	Ja	0,954	2,385
4	-X	1. Form	0	43,36	46,63	2,20	Ja	17,34	34,01	Ja	1,075	2,689
5	+Y	Massen	0	28,35	28,64	2,49	Ja	11,34	14,08	Ja	1,010	2,525
6	+Y	1. Form	0	33,97	64,54	2,44	Ja	13,59	24,96	Ja	1,228	3,070
7	-Y	Massen	0	28,85	35,66	2,51	Ja	11,54	16,82	Ja	1,195	2,986
8	-Y	1. Form	0	34,56	36,23	2,38	Ja	13,83	18,05	Ja	1,048	2,621

Es ergeben sich die folgenden minimalen Erfüllungsfaktoren:

X-Richtung (Richtung parallel zu den Längsfassaden)	$\alpha_{\text{eff}} = 0.95$
Y-Richtung (Richtung quer zu den Längsfassaden)	$\alpha_{\text{eff}} = 1.01$

Die auftretenden Verformungen und die jeweiligen Versagenszustände der massgebenden Fassadenwände für die Beanspruchungen in negativer X-Richtung (-X) sind aus den folgenden beiden Grafiken ersichtlich.



Verformung der strassenseitigen Fassaden in Richtung -X (Blick von aussen)



Verformung der hinterhofseitigen Fassaden in Richtung -X (Blick von innen)

Die erhaltenen Resultate werden aufgrund von Erfahrungswerten im Vergleich zu anderen Referenzobjekten als realistisch eingestuft.

### 3.7 Erforderliche Massnahmen

Der tiefste ermittelte Erfüllungsfaktor  $\alpha_{\text{eff}} = 0.95$  liegt über dem von der SIA 269-8 geforderten Wert für den Erfüllungsfaktor nach Intervention  $\alpha_{\text{int}} = 0.78$ .

Somit müssen bis auf die angedachten Verstärkungen der Holzbalkendecken mit Mehrschichtplatten keine speziellen Erdbebenertüchtigungsmassnahmen an den beiden Gebäuden vorgenommen werden.

### 3.8 Einschränkungen der Überprüfung

Die Materialkennwerte in den Berechnungen beruhen auf Annahmen, welche anhand der bestehenden Normen und von Vergleichsobjekten abgeleitet wurden. Es wurde keine effektiven Materialfestigkeiten an den Gebäuden bestimmt.

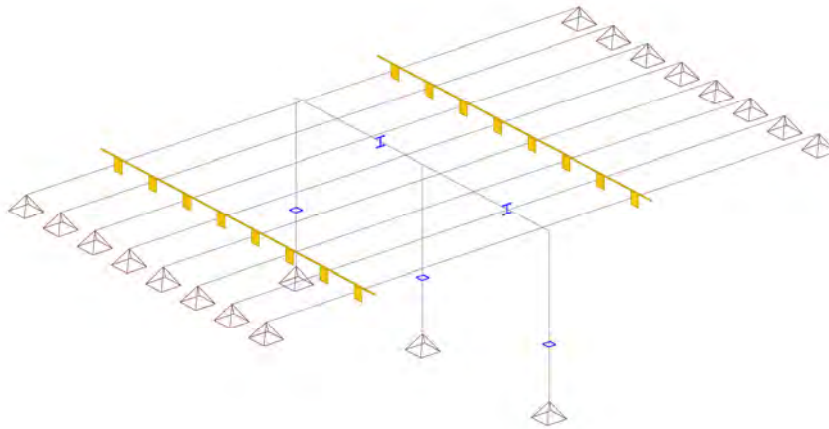
Für die Nachweise des Versagens aus der Ebene wurde angenommen, dass ein guter Steinverbund zwischen den Fassadenwänden und den Holzbalkendecken vorliegt.

In den Obergeschossen wurden noch nicht alle Fassadenwände und Decken bezüglich den verwendeten Materialien respektive den Bauteilabmessungen untersucht. Dies soll in einer weiteren Projektphase nachgeholt werden.

## 4 Nachrechnung bestehende Deckensysteme

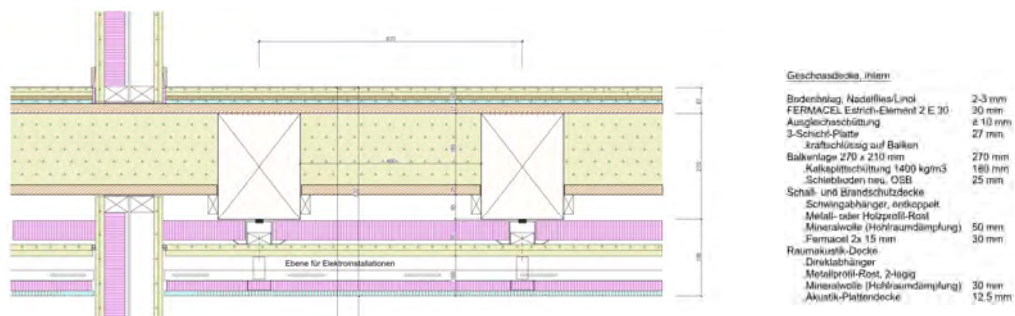
### 4.1 Modellierung

Die Decken wurden mit dem Programm STATIK 8 von der Firma CUBUS modelliert.



Deckensystem Haus Nr. 93 West (mit neuen Querträgern und Stützen)

Als Deckenaufbau wurde der folgende Querschnitt verwendet:



Deckenaufbau: Als Deckenscheiben wurden 2 Dreischichtplatten modelliert.

### 4.2 Belastungsannahmen

Die folgenden Belastungsannahmen wurden bei der Modellierung der Deckensysteme berücksichtigt:

Auflasten Erdgeschoss und Obergeschosse  
(Berücksichtigung der neuen Deckenaufbauten)

$$q_k = 3.00 \text{ kN/m}^2$$

### 4.3 Berechnungsergebnisse

#### 4.3.1 Haus Nr. 93 West:

Die bestehenden Abfangbalken aus Holz in Gebäudelängsrichtung und die bestehenden Stützen können im heutigen Zustand (bestehender Deckenaufbau mit den Holzbalken und einem

doppelten Bretterboden) gerade so die im Minimum erforderliche Nutzlast von 200kg/m<sup>2</sup> aufnehmen. Die Abfangbalken wurden vermutlich im Bereich der Stützenköpfe verstärkt. Ohne eine Verstärkung wären die Beanspruchungen im Holz zu hoch.

Mit einer Schüttung von 18cm Höhe können die bestehenden Holzbalken, welche mit zwei oberhalb der Balken aufgetragenen Mehrschichtplatten verstärkt werden, eine Nutzlast von 200kg/m<sup>2</sup> aufnehmen.

Dies erfordert jedoch, dass die bestehenden Querträger und Stützen durch eine neue Stahlkonstruktion ersetzt werden: Querträger neu HEB180 und Stützen neu RRW 160x160x10 mit einem Stützenabstand von ca. 3.25m.

Die bestehende Längswand im UG könnte im Bereich der Stützen mit neuen Betonpfeilern, welche in das bestehende Bruchsteinmauerwerk eingelassen werden, verstärkt werden.

Für die Bestimmung der Grösse der neuen Fundamente wurde der Bericht zur Baugrunduntersuchung an der St. Alban-Vorstadt 25-27 zu Grunde gelegt. Die Rammkernsondierung 1 im Hof der Liegenschaft entspricht in etwa der Position der Liegenschaften Nr. 93-95.

Wenn wir von derselben Geologie ausgehen (dicht gelagerter Rheinschotter ab -1.8m), so sind für die Ableitung der Lasten in den Untergrund Fundamente mit einer Grösse von 2.0mx2.0mx0.4m notwendig.

Gemäss SIA 261 müssten die folgenden Nutzlasten für die jeweiligen Nutzungen angenommen werden:

Kategorie	Art der Nutzfläche	Beispiel	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
A	Wohnflächen	A1: Räume in Wohngebäuden und Wohnhäusern, Räume in Stationen von Krankenhäusern, Hotelzimmer, Küchen und Toiletten	2	2 <sup>1)</sup>
		A2: Balkone	3	2 <sup>1)</sup>
		A3: Treppen	4	2 <sup>1)</sup>
B	Büroflächen		3	2 <sup>1)</sup>
C	Versammlungsflächen	C1: Flächen mit Tischen und Bestuhlung	3	4 <sup>1)</sup>
		C2: Flächen mit fester Bestuhlung	4	4 <sup>1)</sup>
		C3: Frei begehbare Flächen, Sport- und Spielflächen, Flächen für mögliche Menschenansammlungen	5	4 <sup>1)</sup>

Tabelle 8: Kategorien von Nutzflächen und charakteristische Werte der Nutzlasten

Daraus abgeleitet sind bei einer Nutzlast von 200kg/m<sup>2</sup> nicht alle möglicherweise erforderlichen Nutzungen möglich: Es sind dort z.B. keine Nutzungen denkbar, wo es in einem grossen Raum zu grösseren Menschenansammlungen kommen könnte.

Wenn eine höhere zulässige Nutzlast erforderlich sein sollte, müssten die bestehenden Holzbalkendecken verstärkt werden.

Im Bauzustand müssen alle Decken bis zur Decke über 2.OG durchgespiessert werden. Die zwei benötigten Spiessreihen müssen im UG eine Spiesslast von ca. 50kN/m aufnehmen können.

Die Stützen des 3.OG müssen für den Einbau der darunterliegenden neuen Stahlkonstruktion im Bereich der Decke über 2.OG abgefangen werden.

#### 4.3.2 Haus Nr. 93 Ost und Haus Nr. 95:

Wenn die bestehende Decke mit einer Mehrschichtplatte ertüchtigt wird, kann das Deckensystem und die Stützen eine Nutzlast von  $300\text{kg/m}^2$  aufnehmen.

Wenn eine höhere zulässige Nutzlast erforderlich sein sollte, müssten die bestehenden Holzbalkendecken verstärkt werden.

Die Abtragung der Lasten in den Untergrund und der Deckenaufbau der oberen Geschosse sind nicht bekannt und müssten in einer weiteren Projektphase noch ermittelt werden.

#### 4.4 Einschränkungen der Überprüfung

Die Materialkennwerte in den Berechnungen beruhen auf Annahmen, welche anhand der bestehenden Normen und von Vergleichsobjekten abgeleitet wurden. Es wurde keine effektiven Materialfestigkeiten an den Gebäuden bestimmt.



## **5 Zusammenfassung**

### **5.1 Rechnerischer Nachweis des Erdbebenwiderstands**

Die Nachrechnung der bestehenden Tragstruktur (basierend auf der SIA 269/8) zeigt, dass ein minimaler Erfüllungsfaktor von  $\alpha_{\text{eff}} = 0.95$  vorhanden ist.

Somit müssen bis auf die Verstärkungen der Holzbalkendecken mit Mehrschichtplatten keine speziellen Erdbebenertüchtigungsmassnahmen an den beiden Gebäuden vorgenommen werden.

### **5.2 Nachrechnung bestehende Deckensysteme**

Haus Nr. 93 West: Wenn die bestehende Decke mit zwei Mehrschichtplatten ertüchtigt wird, kann eine Nutzlast von  $200\text{kg/m}^2$  aufnehmen. Jedoch müssen die bestehenden Querträger und Stützen durch eine neue Stahlkonstruktion ersetzt werden. Ist die vorhandene zulässige Nutzlast von  $200\text{kg/m}^2$  für die vorgesehene Nutzung zu klein muss zusätzlich die Holzbalkendecke verstärkt werden.

Haus Nr. 93 Ost und Haus Nr. 95: Wenn die bestehende Decke mit zwei Mehrschichtplatten ertüchtigt wird, kann eine Nutzlast von  $300\text{kg/m}^2$  aufgenommen werden.

Liestal, 13. Mai 2020

**vonAh Tragwerksplanung GmbH**



Stefan von Ah