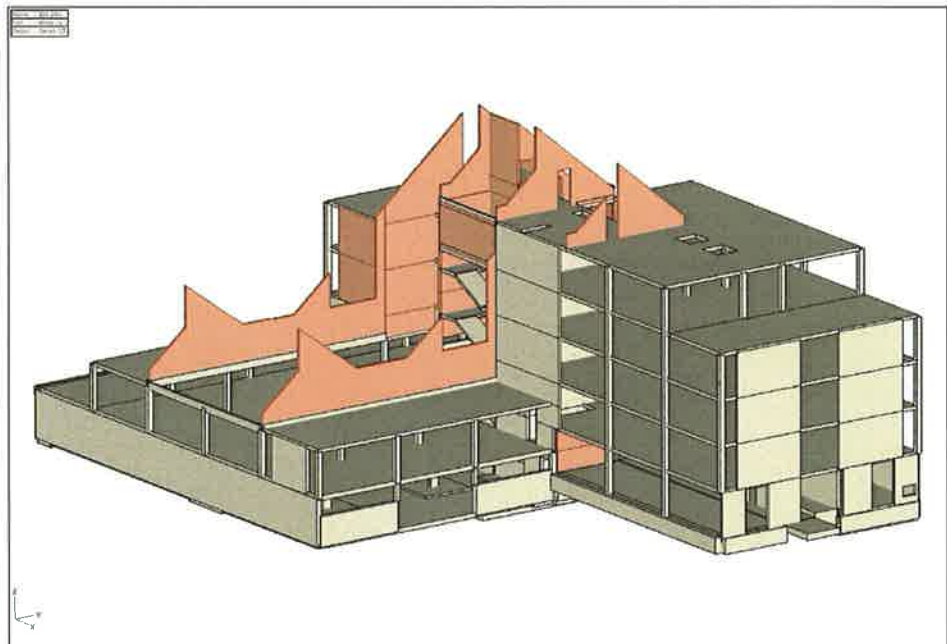


**Bauamt der Gemeinde Horw  
Gemeindehausplatz 1  
6048 Horw**



**8.1004.01 Gemeindehaus Horw**

# **Bericht über die Erdbebensicherheit**

**26.02.2010**

## Impressum

Erstelldatum: 26.02.2010  
Letzte Änderung: 26.02.2010  
Autor: Bruno Bachmann  
Auftrag: Proj.Nr. Projektname inkl. Ort  
Bericht Nr.: 8.1004.01  
Seitenzahl: 10 (inkl. Vorspann)  
Datei: T\_81004\_1\_20100226.doc

### © Copyright

#### **Emch+Berger WSB AG Luzern**

Emch+Berger WSB AG Luzern, Gütschstrasse 6, 6003 Luzern  
Telefon +41 (0)41 227 80 50 • Telefax +41 (0)41 227 80 58  
www.ebwsb.ch • luzern@ebwsb.ch • MWST Nr. 490 994

  
Martin Scherer

  
Bruno Bachmann

<b>Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Auftrag</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Vorhandene Unterlagen</b>	<b>4</b>
2.1	Architektenpläne	4
2.2	Ingenieurpläne	4
<b>3</b>	<b>Tragstruktur</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Tragwerksanalyse</b>	<b>5</b>
4.1	Berechnungsgrundlagen	6
4.2	Bestehendes Gebäude	6
4.3	Mögliche Verstärkungsmassnahmen	6
4.3.1	Tragwerk	6
4.3.2	Sekundäre und nicht tragende Bauteile	7
<b>5</b>	<b>Massnahmenempfehlung zur Erdbebenertüchtigung</b>	<b>8</b>
5.1	Zwingend erforderliche Verstärkungsmassnahmen	8
5.2	Maximale, verhältnismässige Verstärkung des Gebäudes	9
5.3	Moderate Verstärkung des Gebäudes	9
<b>6</b>	<b>Schlussbemerkungen</b>	<b>10</b>

## 1 Auftrag

Im Zusammenhang mit der geplanten Sanierung des Gemeindehauses in Horw erhielt unser Büro vom Bauamt der Gemeinde den Auftrag, die Erdbebensicherheit des Gebäudes zu untersuchen. Der Analyse werden die Fachnormen des SIA, speziell die SIA Norm 261 „Einwirkungen auf Tragwerke“, und SIA Merkblatt 2018 „Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben“ zu Grunde gelegt.

Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über die Erdbebengefährdung des Gebäudes und mögliche Verstärkungsmassnahmen und deren grob abgeschätzten Kosten als Grundlage für den Entscheid des Umfangs der Verstärkungsmassnahmen. Erst in einem zweiten Schritt erfolgt die Detailprojektierung der gewählten Variante mit Kostenvoranschlag.

## 2 Vorhandene Unterlagen

### 2.1 Architektenpläne

Es standen uns Grundrisspläne 1:50 sämtlicher Geschosse sowie Fassadenpläne 1:50 zur Verfügung.

### 2.2 Ingenieurpläne

Die Ingenieurarbeiten 1977/78 wurden durch das Ingenieurbüro Josef Kronenberg, heute Emch + Berger WSB AG Luzern, durchgeführt, weshalb uns sämtliche Schalungs- und Armierungspläne zur Verfügung standen.

## 3 Tragstruktur

Das Gemeindehaus wurde in Massivbauweise erstellt:

- Bodenplatte und Decken in Stahlbeton.
- Wände Einstellhalle und Archivgeschoss in Stahlbeton.
- Ab EG sind Tragwände aus Mauerwerk (z.T. zweischalig) vorhanden. Diese sind vor allem in Querrichtung des Gebäudes ausgerichtet.
- An der Nordfassade sind vom EG bis 3. OG zwei Stahlbetonwände in Querrichtung vorhanden. Eine weitere Stahlbetonwand in Querrichtung befindet sich etwa in Gebäudemitte und reicht bis ins 4. OG.
- In Längsrichtung ist nur eine Stahlbetonwand etwa in Gebäudemitte vorhanden. Diese weist in den untersten beiden Geschossen Türöffnungen an ungünstiger Stelle auf und reicht bis ins 4. OG.
- Im Dachgeschoss wurden Giebelwände in Querrichtung aufgemauert. In Längsrichtung sind nur wenige Wände vorhanden. Aussteifende Wirkung hat dort vor allem der vom UG bis EG gemauerte Liftschacht.
- Im nördlichen Teil des Gebäudes werden die Schwerelasten zur Hauptsache durch Stützen abgetragen.
- In der Schalterhalle wird das Dach mit einer Fachwerkkonstruktion aus Holz und Stahl gestützt, die wiederum Backsteinmauerwerk aufliegt.

Das Gemeindehaus ist auf ca. 22 m langen Holzpfählen mit ca. 2.50 m langen Betonaufsätzen fundiert.

In den folgenden Bildern haben wir das Tragsystem dargestellt: grau sind Stahlbetonelemente und braun Wände aus Backstein. Das Dach wurde zur besseren Übersichtlichkeit weggelassen.

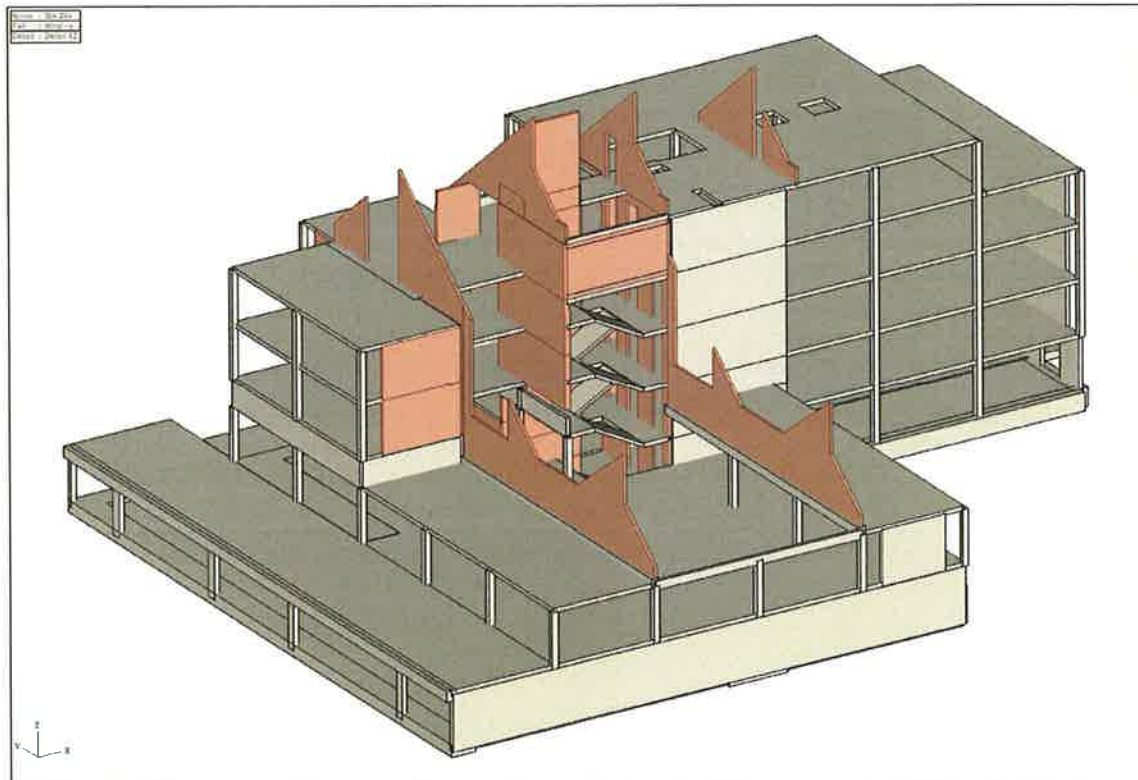


Bild 1: Ansicht Tragwerk von Südosten

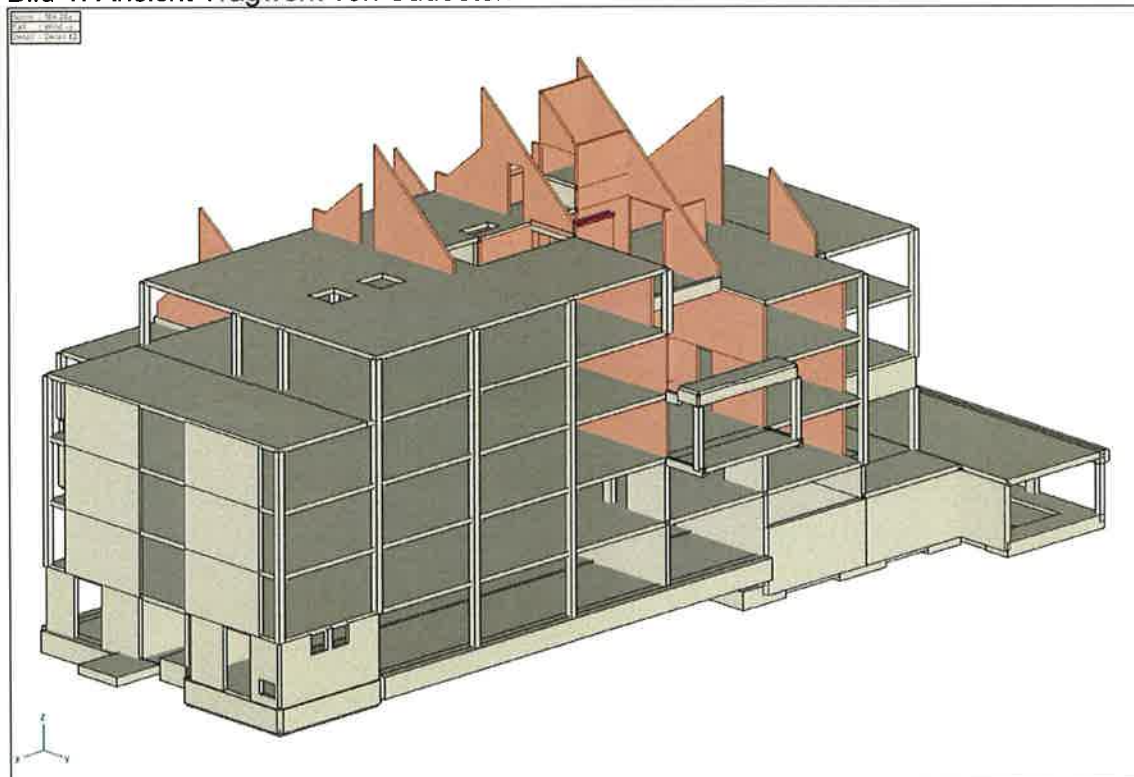


Bild 2: Ansicht Tragwerk von Nordwesten

## 4 Tragwerksanalyse

### 4.1 Berechnungsgrundlagen

- Gefährdungszone Z1 (Horw).
- Bauwerksklasse BWK I: keine grösseren Menschenansammlungen, keine besonders wertvollen Güter und Einrichtungen, keine Gefährdung der Umwelt.
- Baugrundklasse D: nicht konsolidierter Feinsand, Silt und Ton mit einer Mächtigkeit über 30 m.

Das Tragwerk wurde mit dem Finite-Elemente-Programm AxisVM 9 auf Erdbebensicherheit überprüft. Der Erdbebennachweis wurde mit dem Antwortspektren-Verfahren durchgeführt. Die Bauweise des Gebäudes lässt nur eine nicht duktile Bemessung zu (Mischbauweise mit Mauerwerk, Duktilität der Betonwände aufgrund fehlender Randbügel etc. nicht gegeben).

Modelliert wurde die tragende Struktur aus Stahlbeton und Mauerwerk. Sekundäre Bauteile (Randelemente, Vorsatzschalen aus Mauerwerk, Fassadenverkleidung etc.) wurden lediglich als Auflasten in die Berechnung eingeführt.

### 4.2 Bestehendes Gebäude

Das best. Gebäude aus dem Jahre 1979 wurde auf der Basis der damaligen Normen erstellt. Die aktuelle Überprüfung der Tragkonstruktion weist bezüglich der ordentlichen Einwirkungen (Schwerelasten, Nutzlasten, Schnee, Wind) gemäss der SIA Norm 261 keine offensichtlichen Defizite auf. Die Ergebnisse der ersten Analysen zeigten jedoch auf, dass bezüglich aussergewöhnlicher Einwirkungen die **Erdbebensicherheit nach heutiger Norm** (SIA 261, 2003) **nicht erreicht** wird.

Gemäss SIA Merkblatt 2018 „Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben“ ist in diesem Fall die Bestimmung des Erfüllungsfaktors  $\alpha_{\text{eff}}$  erforderlich. Dieser beschreibt die effektive Tragsicherheit des betrachteten Gebäudes in Bezug zur aktuell gültigen Norm (d.h. wenn  $\alpha_{\text{eff}} = 1.0$  ist, entspricht die Tragfähigkeit der heutigen Norm). Für die Bauwerksklasse I wird ein Minimalwert  $\alpha_{\text{min}} = 0.25$  verlangt. Liegt der effektive Wert darunter, müssen Verstärkungsmassnahmen zwingend ergriffen werden.

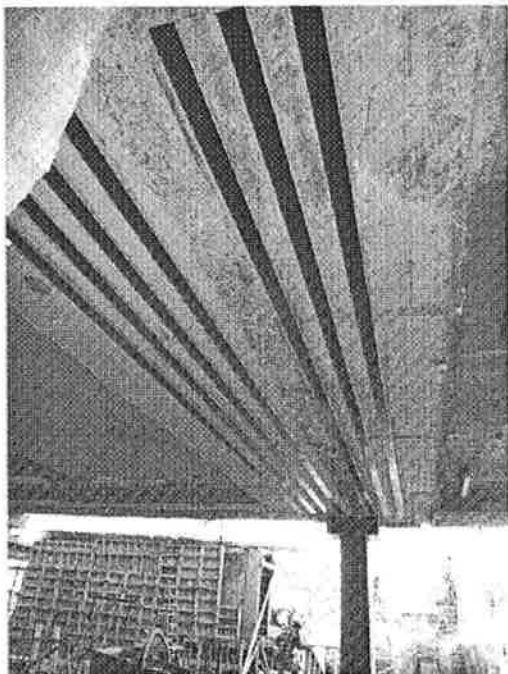
### 4.3 Mögliche Verstärkungsmassnahmen

#### 4.3.1 Tragwerk

Als Verstärkungsmassnahmen des Gemeindehauses kommen in Frage:

- Für **tragendes Mauerwerk**, das Horizontallasten aus Erdbeben abtragen soll, wurden Verstärkungen aus CFK-Lamellen entwickelt. Dieses System müsste beidseitig auf allen tragenden Mauerwerkswänden, die mit Zug beansprucht werden, aufgebracht werden. Dies gilt insbesondere für die obersten 2 Geschosse und das Dachgeschoss im Bereich des gemauerten Liftschachtes.
- Verstärkung von bestehenden, überbeanspruchten **Betonwänden** mit CFK-Lamellen. Diese können einseitig aufgeklebt werden, d.h. dass die Wände nicht von beiden Seiten

zugänglich sein müssen. Je nach Grösse der Beanspruchung sind nur vertikale oder auch horizontale Lamellen erforderlich.



Beispiel einer Deckenverstärkung mit CFK-Lamellen

- Eine weitere Möglichkeit ist der Einbau von **neuen Stahlbetonwänden** über die ganze Gebäudehöhe. Dabei müssen genügend lange Backsteinmauerwände durch Stahlbetonwände ersetzt werden oder es werden an geeigneten Stellen neue Betonwände erstellt.

#### 4.3.2 Sekundäre und nicht tragende Bauteile

Die unter dem vorhergehenden Abschnitt erwähnten Verstärkungsmassnahmen wirken auf das Tragwerk des Gebäudes. Die Erdbebensicherheit der nicht tragenden und/oder sekundären Bauteile wird damit nicht erhöht. Beim bestehenden Gebäude sind mehrere Schwachstellen vorhanden:

- Zu wenig verankerte Fassade aus **Sichtmauerwerk**. Genaue Angaben über die verwendeten Anker und deren Abstände etc. liegen nicht vor, weshalb ein lokaler oder auch grossflächiger Einsturz der Fassade nicht auszuschliessen ist. Ein Einsturz von Fassadenteilen ist insbesondere dort kritisch, wo abstürzende Teile andere Tragwerksteile beschädigen oder zerstören können, also bei Fassaden in unmittelbarer Nähe der Schalterhalle. Die übrigen Sichtfassaden können beim Einsturz zu Sach- und Personenschäden führen, gefährden jedoch nicht das übrige Tragwerk.
- Ungenügend verankerte **Fassadenteile und Fenster**. Bei der geplanten Sanierung ist darauf zu achten, dass diese Bauteile genügend gesichert sind.
- **Nicht tragende Mauerwerkswände** im Gebäudeinnern ohne Horizontalsicherung am Mauerkopf. Ein Einsturz kann zu Personenschäden führen. Dies gilt auch für Möbel, z.B. für Schränke und Regale, die ohne Horizontalsicherung umstürzen können.
- Auf Mauerwerk aufgelegte, nicht verankerte **Pfetten**. Die Pfetten sind gemäss Plänen nicht speziell am Mauerwerk verankert. Bei grösseren, gegenseitigen Verschiebungen

von Wand und Pfetten können die Pfetten vom Auflager abrutschen und das Dach kann einstürzen. Eine Verankerung der Pfetten am Mauerwerk ist deshalb vorzusehen.

## 5 Massnahmenempfehlung zur Erdbebenertüchtigung

Das SIA-Merkblatt 2018 unterscheidet zwischen zumutbaren und verhältnismässigen Massnahmen zur Erdbebenertüchtigung von bestehenden Bauten. Grundlagen der Betrachtung sind:

- Personenbelegung (Anzahl und Aufenthaltsdauer von Personen im Gebäude). Annahme für das Gemeindehaus: 60 Personen während 8.5 Stunden pro Tag und 5 Tage pro Woche.
- Restnutzungsdauer. Annahme: 40 Jahre.
- Risikoreduktion durch die umgesetzten Verstärkungsmassnahmen (abhängig vom Erfüllungsfaktor vor und nach der Verstärkung).
- Kosten der Verstärkungsmassnahmen. Die Kosten umfassen sämtliche Aufwendungen inkl. Anpassung Haustechnikanlagen, Maler- und Gipserarbeiten etc., die ausschliesslich für die Umsetzung der Verstärkungsmassnahmen erforderlich sind.

Die in den folgenden Abschnitten aufgestellten Kostenschätzungen umfassen nur die Kosten zur Erstellung der Verstärkungsmassnahmen (Rohbaumassnahmen) und keine Folgekosten für den Endausbau. Diese sind durch den Architekten zu bestimmen. Die Angaben sind Bruttokosten exkl. MWSt.

Da im Rahmen der umfassenden Gebäudesanierung alle Baumassnahmen der Haustechnik, der Bauerneuerung, etc. mitberücksichtigt werden müssen, kann mit den unten aufgeführten Kostenzusammenstellungen der Rohbaumassnahmen alleine nur sehr schwer ein Budget für die Erdbebenertüchtigung erstellt werden. Aufgrund der Kriterien der Zumutbarkeit und der Verhältnismässigkeit nach SIA-Merkblatt 2018 kann jedoch der mögliche Kostenrahmen für sämtliche Aufwendungen aufgezeigt werden. Dabei wird das Prinzip der Verhältnismässigkeit angewendet.

### 5.1 Zwingend erforderliche Verstärkungsmassnahmen

Die Analyse zeigte auf, dass die Stabilität im Dachgeschoss (nur Mauerwerkswände vorhanden) und im 4. Obergeschoss nicht ausreichend ist, so dass  $\alpha_{\text{eff}}$  minimal ist und nur ca. 0.05 beträgt. Die Einsturzwahrscheinlichkeit auch bei kleinen Erdbeben ist als sehr gross zu bezeichnen. In den **obersten Geschossen** sind deshalb **Verstärkungsmassnahmen zwingend** vorzusehen.

Verstärkungsmassnahmen	Kostenschätzung
Aufkleben von Verstärkungslamellen (CFK) auf die obersten 3 Stockwerke des Liftschachts (innen und aussen).	ca. Fr. 100'000.-
Sichern der Pfetten gegen seitliches Verschieben, z.B. mit Metallwinkeln	ca. Fr. 50'000.-
<b>Total Kosten (nur statische Massnahmen)</b>	<b>ca. Fr. 150'000.-</b>

Die Gesamtkosten für die Verstärkung bis zum minimalen Erfüllungsfaktor  $\alpha_{min} = 0.25$  sind gemäss Merkblatt bis weit über 10 Mio. noch zumutbar und müssen umgesetzt werden. Für die Budgetierung kann im vorliegenden Fall der Gesamtaufwand auf etwa Fr. 250'000.- grob abgeschätzt werden.

Die Lage der Verstärkung haben wir in der Beilage 1 schematisch dargestellt.

## 5.2 Maximale, verhältnismässige Verstärkung des Gebäudes

Gemäss SIA Merkblatt beträgt bei einer Restnutzungsdauer von 40 Jahren der anzustrebende Erfüllungsfaktor  $\alpha_{adm} = 0.72$ . Um diesen zu erreichen, sind folgende Zusatzverstärkungen erforderlich (zusätzlich zu den in Abschnitt 5.1 erwähnten Massnahmen, siehe auch Beilage 2):

Verstärkungsmassnahmen	Kostenschätzung
Betonwand in Längsrichtung an best. Liftwand und Wand Abstellraum einseitig anbetoniert von UG bis DG Betonwand in Längsrichtung im Bürobereich von 1. bis 4.OG. Verankerung der Wand in best. Betonwand Archivgeschoss.	ca. Fr. 70'000.-
Verstärkung der best. Betonwände mit einseitig aufgetragenen CFK-Lamellen an den kritischen Stellen.	ca. Fr. 100'000.-
Sicherung der vorgehängten Backsteinfassade im Bereich der Schalterhalle.	ca. Fr. 15'000.-
<b>Total Kosten (nur statische Massnahmen)</b>	<b>ca. Fr. 185'000.-</b>

Die Gesamtkosten für die zusätzliche Verstärkung zur Anhebung des Erfüllungsfaktors auf  $\alpha_{adm} = 0.72$  sind nur bis zu einem Betrag von ca. Fr. 400'000.- noch verhältnismässig, d.h. dass für die Folgekosten der Verstärkung max. Fr. 215'000.- zur Verfügung stehen. Übersteigen die Folgekosten diesen Betrag, müssen die Massnahmen nicht umgesetzt werden.

Das Budget für die Gesamtverstärkung (inkl. Abschnitt 5.1) beträgt ca. Fr. 650'000.-.

## 5.3 Moderate Verstärkung des Gebäudes

Eine Zwischenlösung wäre, den Erfüllungsfaktor so anzusetzen, dass die bestehenden Betonwände nur minimal verstärkt werden müssen. Er beträgt dann  $\alpha_{eff}$  ca. 0.40. Erforderliche Massnahmen sind:

Verstärkungsmassnahmen	Kostenschätzung
Betonwand in Längsrichtung an best. Liftwand und Wand Abstellraum einseitig anbetoniert von UG bis DG	ca. Fr. 45'000.-
Lokale Verstärkung der best. Betonwände mit einseitig aufgetragenen CFK-Lamellen an den kritischen Stellen.	ca. Fr. 20'000.-
Sicherung der vorgehängten Backsteinfassade im Bereich der Schalterhalle.	ca. Fr. 15'000.-
<b>Total Kosten (nur statische Massnahmen)</b>	<b>ca. Fr. 80'000.-</b>

Ein Schema der Verstärkungen ist der Beilage 3 zu entnehmen. Für die mittlere Verstärkungsvariante ergibt sich ein max. Betrag von Fr. 250'000.-, damit die Verhältnismässigkeit

nach Merkblatt 2018 noch eingehalten werden kann. Für die Folgekosten stünden somit max. Fr. 170'000.- zur Verfügung.

Für diese Variante sind im Budget ca. Fr. 500'000.- (inkl. Massnahme Abschnitt 5.1) zu berücksichtigen.

## 6 Schlussbemerkungen

Die im Abschnitt 5.1 erwähnten Massnahmen müssen zwingend umgesetzt werden, damit im Erdbebenfall nicht schon geringe Erschütterungen zum Einsturz der obersten Geschosse führen. Die Kosten können auf ca. Fr. 250'000.- abgeschätzt werden.

Zeigt es sich, dass die Gesamtkosten der möglichen Verstärkungsmassnahmen Fr. 400'000.- (Abschnitt 5.2, Erfüllungsfaktor 0.72) resp. Fr. 250'000.- (Abschnitt 5.3, Erfüllungsfaktor 0.40) übersteigen, gelten die Massnahmen als unverhältnismässig und müssen nicht umgesetzt werden. In diesem Fall beträgt der Erfüllungsfaktor des Gebäudes 0.25 (infolge Verstärkung mit Massnahmen gemäss Abschnitt 5.1).

Eine Verstärkung des bestehenden Gebäudes auf die aktuell gültigen Erdbebeneinwirkungen ist mit unverhältnismässig grossem Aufwand verbunden und auch von der Norm nicht gefordert. Verstärkungsmassnahmen sind nur bis zu einem Erfüllungsfaktor von 0.72 (72% der Normeinwirkungen) noch verhältnismässig. Dies bedeutet, dass es nicht sinnvoll ist, z.B. Stäbe für den Katastropheneinsatz im Gemeindehaus einzuquartieren.

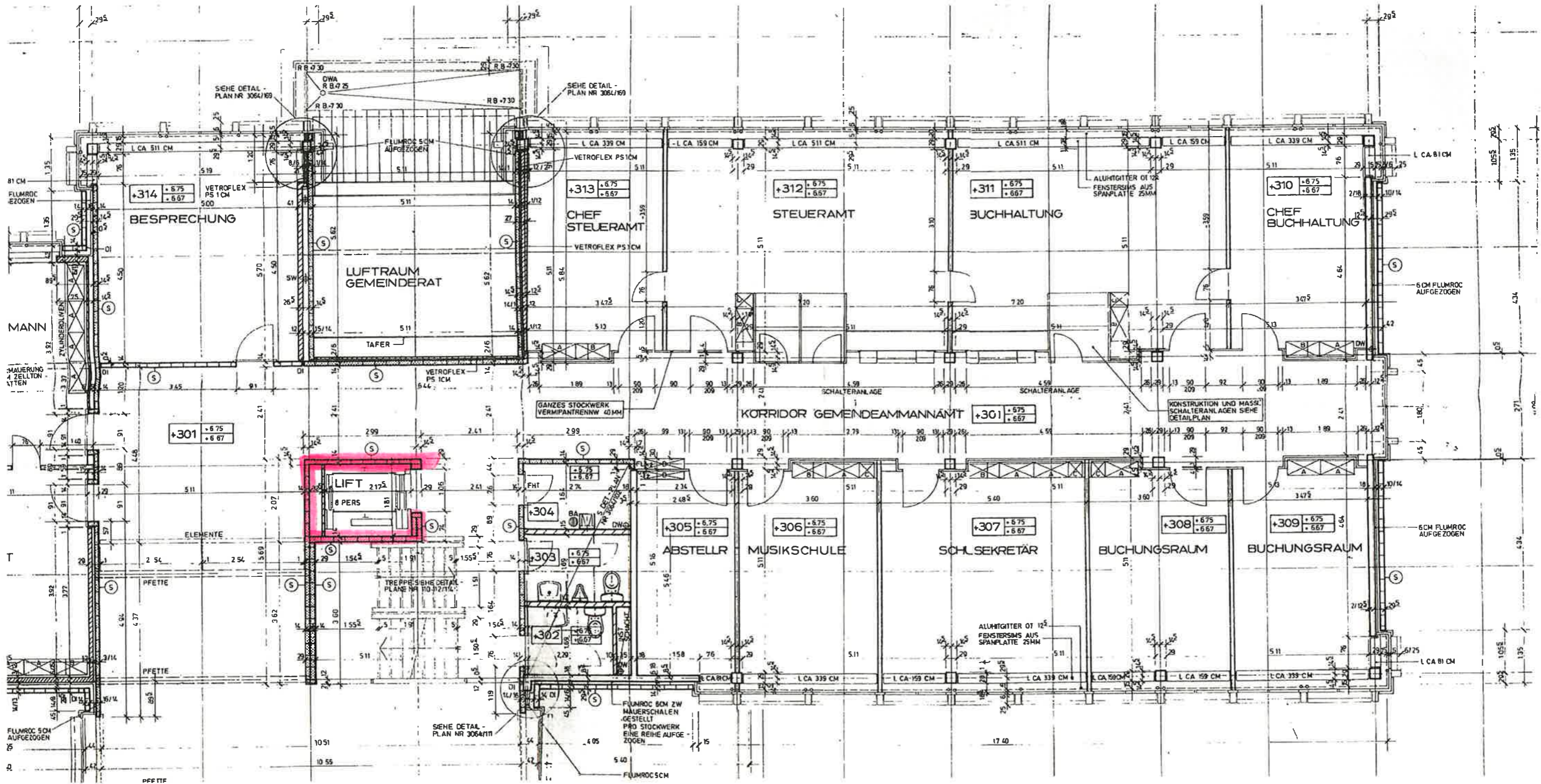
Beilagen:

- 1) Zwingend umzusetzende Massnahmen (Erhöhung Erfüllungsfaktor  $\alpha_{\text{eff}}$  auf  $\alpha_{\text{min}} = 0.25$ )
- 2) Zusatzverstärkung zur Erhöhung Erfüllungsfaktor von  $\alpha_{\text{min}} = 0.25$  auf  $\alpha_{\text{adm}} = 0.72$
- 3) Zusatzverstärkung zur Erhöhung Erfüllungsfaktor von  $\alpha_{\text{min}} = 0.25$  auf  $\alpha_{\text{eff}} = 0.40$

8.1004.1 Erdbebenertüchtigung Gemeindehaus Horw

1. Zwingend umzusetzende Massnahmen (Erhöhung Erfüllungsfaktor  $\alpha_{eff}$  auf  $\alpha_{min} = 0.25$ )

Schemaplan 1:100

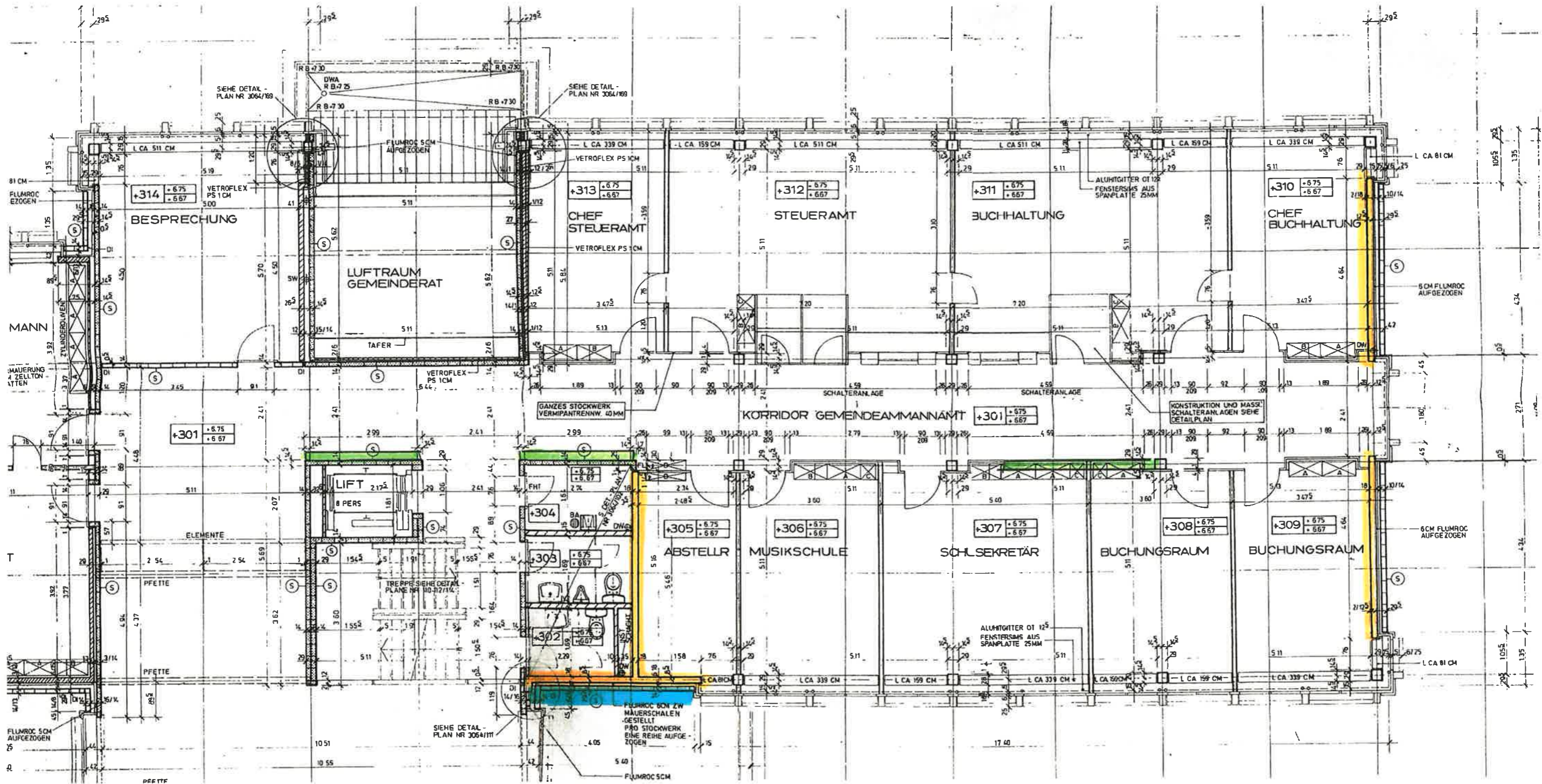


Verstärkung Liftkern mit CFK-Lamellen vom 3.OG bis DG  
im Plan nicht dargestellt: Sicherung der Pfetten im DG

# 8.1004.1 Erdbebenertüchtigung Gemeindehaus Horw

2. Zusatzverstärkungen zur Erhöhung des Erfüllungsfaktors von  $\alpha_{min} = 0,25$  auf  $\alpha_{adm} = 0,72$   
(zusätzlich zu 1.)

Schemaplan 1:100



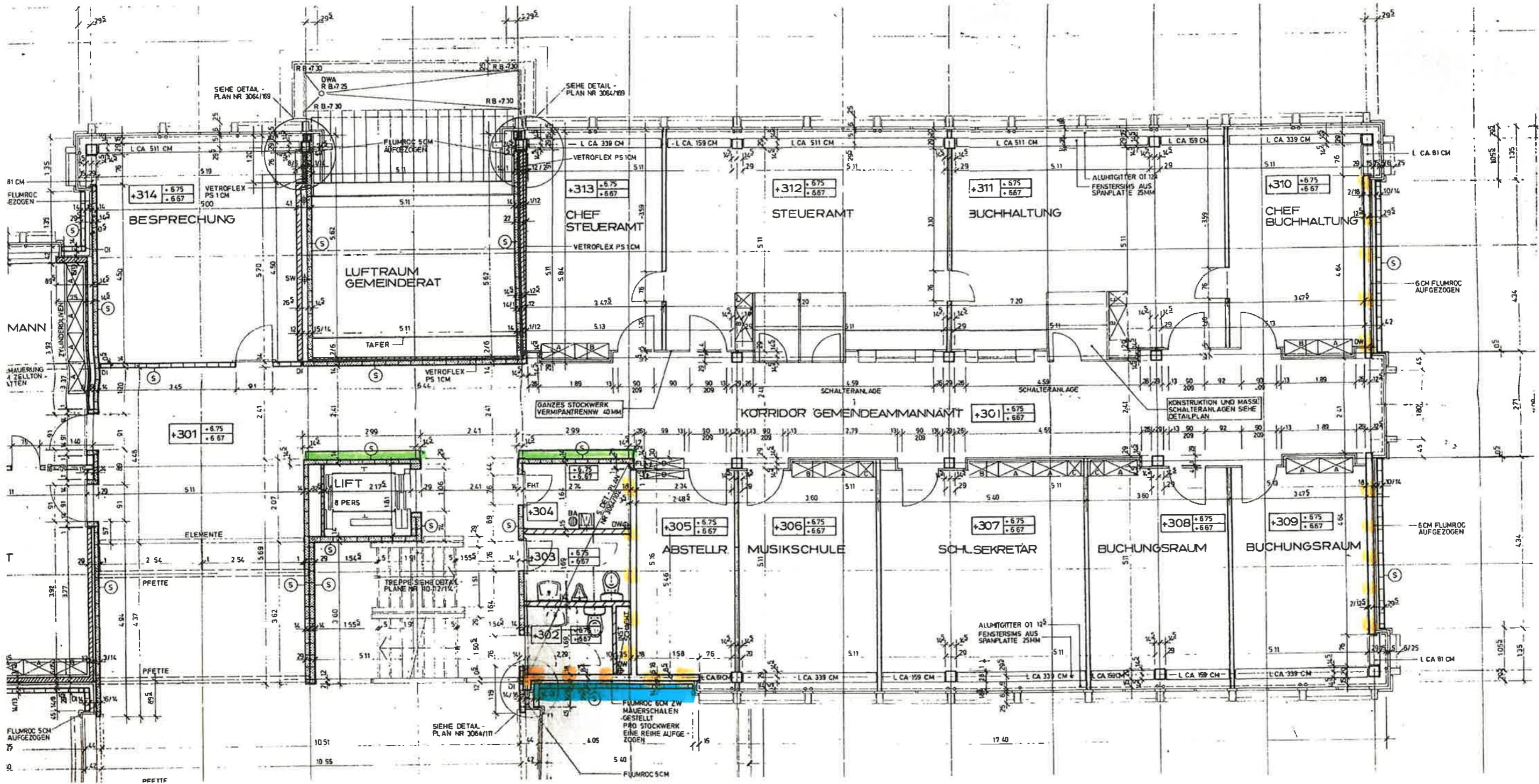
- Betonwände über ganze Gebäudehöhe, Stärke = 25 cm
- Verstärkung best. Betonwände mit CFK-Lamellen auf der zugänglichen Seite von U<sub>0</sub> bis 1,06
- Sicherung Sichtbetontassade

Huber+Waldner WSB AG Luzern  
Gütschstrasse 6  
6003 Luzern  
17.02.10 RB

8. 1004, 1 Erdbebenertüchtigung Gemeinderatshaus Horw

3. Zusatzverstärkungen zur Erhöhung des Erfüllungsfaktors von  $\alpha_{min} = 0.25$  auf  $\alpha_{eff} = 0.40$   
(zusätzlich zu 1.)

Schemaplan 1:100



- Betonwände über ganze Gebäudehöhe, Stärke = 25 cm
- Lokale Verstärkung best. Betonwände mit CFK-Lamellen
- Sicherung Sichtbetonfassade

W. H. Berger WSB AG Luzern  
Gütschstrasse 6  
6003 Luzern  
17.02.10 DB