

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 115/116 (1940)  
**Heft:** 19

**Artikel:** Schwingungsmassnahmen an gemauerten Glockentürmen: Basler Münster, Kirche Enge und Predigerkirche in Zürich  
**Autor:** Roš, Mirko  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-51176>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

kommenen Uebereinstimmung von geistiger Idee und baulicher Gestaltung als richtungweisend bezeichnen können.

Wenn wir die Ursachen erörtern wollen, die den Verfall finnischer Handwerkskunst verhinderten, während in andern Ländern, wie z. B. in Deutschland, die bodenständigen Bauweisen im 18. und 19. Jahrhundert immer mehr in Vergessenheit gerieten, so müssen wir den Grund hierfür in der Umwandlung Deutschlands vom Agrarstaat zum Industriestaat suchen, während in Finnland heute noch rd. 60% der Bevölkerung vom Ackerbau leben. Die Vorliebe für den Holzbau als eine echt nordische Bauweise ist noch heute im ganzen finnischen Volke lebendig. Die Nadelholzwälder spenden ihre Stämme immer noch in solchem Ueberfluss, dass bis in unsere Zeit hinein der Blockbau auf dem Lande vorherrscht.

Hans Henniger

### Schwingungsmessungen an gemauerten Glockentürmen

Basler Münster, Kirche Enge und Predigerkirche in Zürich  
 Von Prof. Dr. M. ROŠ, Direktionspräsident der E. M. P. A., Zürich

Aus den Ergebnissen der Schwingungsmessungen an den in Naturstein-Mauerwerk erbauten Glockentürmen des Münsters in Basel<sup>1)</sup> — 1926 und 1935 — (Abb. 1), der Enge-Kirche in Zürich<sup>2)</sup> — 1894 und 1926 — (Abb. 2), sowie der Predigerkirche in Zürich<sup>3)</sup> 1928/1929 (Abb. 3) lassen sich nachfolgende für die Praxis wertvolle Schlüsse ziehen:

1. Als kritisches Verhältnis der Schwingungszeiten der Glocken zur Schwingungszeit der Türme ist dasjenige von 3:1 zu betrachten. Dieses kritische Verhältnis ist durch geeignete Wahl der Abmessungen des Turmes und seines elastischen Verhaltens einerseits, sowie der Glocken, deren Aufhängung und Schwingungszeiten andererseits tunlichst zu meiden, um starken Resonanzerscheinungen von waagrechten Bewegungen vorzubeugen. Sollen daher starke Turmschwingungen vermieden werden, so darf die Glocken-Schwingungszeit weder mit der transversalen Grundschwingung des Turmes übereinstimmen, noch im Verhältnis von 3:1 (Normalfall) oder 5:1 (Ausnahmefall) stehen.

Die Schwingungsdiagramme lassen neben der Grundschiwingung auch die Oberschwingungen — in der Regel den dritten Oberton — deutlich erkennen (Abb. 4).

2. Durch geeignete Wahl der Höhe der Glocken-Auflagerung lassen sich die Fliehkräfte und damit auch die auf die Lager der Glockenaufhängungen wirkenden waagrechten Kräfte<sup>4)</sup>, die die waagrechten Bewegungen erzeugen und die Schwingungen wach rufen, bedeutend vermindern, ohne oder ohne wesentliche Beeinflussung der Schwingungszeiten der Glocken und damit ohne Störung der Tonhöhe (Grundschwingung) und Klangfarbe (Oberschwingungen). Als wirksamste Massnahme zur Verminderung starker Turmschwingungen erweist sich die geeignet gewählte, tiefe Glockenlagerung zur Herabsetzung der Fliehkräfte, wie in Basel. Sie ist einfacher als die anderen zwei Möglichkeiten: Erhöhung der Steifigkeit des Turmes oder Federzapfenlagerung der Glockenaufhängungen zur Veränderung der Schwingungszeiten der Glocken.

3. Zuzufolge störender Einflüsse, die von der Verschiedenheit der schwingenden Glocken herrühren, sowie infolge der Hysterese des Spannungs-Verformungsverlaufes von Mauerwerkskörpern, derzufolge sich auch der Elastizitätsmodul und damit die Eigenschwingungszeit des Turmes verändern, stellen sich selbsttätige Dämpfungserscheinungen ein, die nachteiligen Folgen einer starken Interferenz und damit unzulässig hohen Beanspruchungen des Turmmauerwerkes vorbeugen.

4. Die infolge der Glockenschwingungen verursachten waagrechten Turmbewegungen in der Grössenordnung von  $\pm 5$  mm — Schwingungsamplitude der Turmspitze 10 mm — und dadurch wachgerufenen Mauerwerk-Spannungen, deren rascher Wechsel sich über die Grundspannungen aus Eigenlast überlagert, dürfen bei einem gesunden Mauerwerk und Verhältnissen, ähnlich den vorliegenden, als ohne nachteilige Folgen für die Festigkeit, Ermüdung und Stabilität der Türme gewertet werden.

5. Die Transversalschwingungen des Turmes, in Gemeinschaft mit den mitbedingten Neigungs- und Vertikal-Schwingungen,

<sup>1)</sup> M. Ros: Die Schwingungen der Glockentürme des Münsters in Basel sowie der Enge-Kirche und Predigerkirche in Zürich. Bericht Nr. 127 der E. M. P. A., Zürich, April 1940.

<sup>2)</sup> W. Ritter: Die Schwingungen des neuen Kirchturms in Enge. «SBZ» Bd. 29, S. 42\* (1897).

<sup>3)</sup> P. König: Schwingungs- und Erschütterungsmessungen mit dem transportablen Universaleismographen. Promotionsarbeit E. T. H., Nr. 601, Zürich 1930. Ferner in «SBZ» Bd. 100, S. 195\*.

<sup>4)</sup> Vergl. G. Schneider: Ueber Lagerdrücke schwingender Glocken. «SBZ» Bd. 110, S. 241\*.

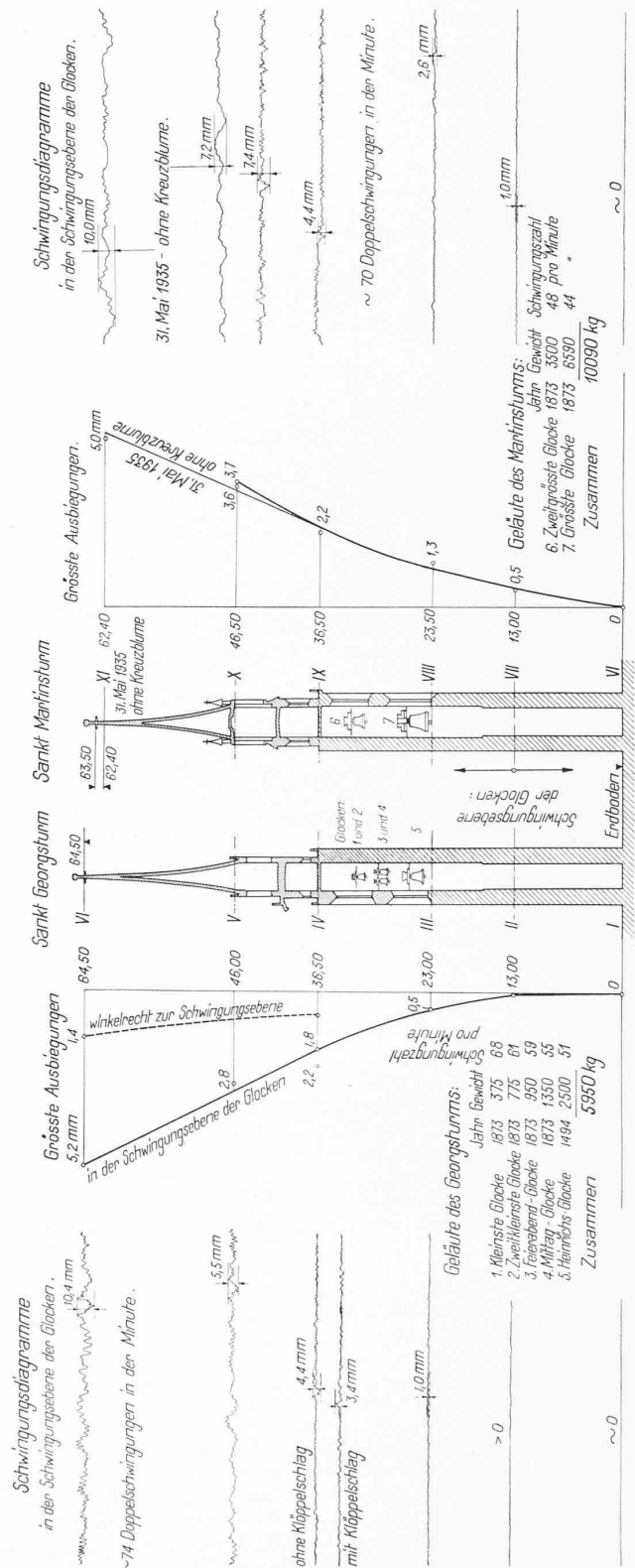


Abb. 1. Schwingungen der Glockentürme des Münsters in Basel bei vollem Geläute. Versuche von Prof. M. Ros 1926 und 1935 mit Schwingungszeichner Fraenkel-Leuner. Sandstein von Howingen, Wiesental. Elastizitätsmodul des Mauerwerkes  $E \approx 56500 \text{ kg/cm}^2$

wirken sich auf die Fundamente und den Boden aus und regen auch die anschliessenden Gebäude zu Schwingungen an, deren Intensität mit der Entfernung vom Herd, dem schwingenden Turm, abnimmt (vgl. P. König in Bd. 100, S. 197, Abb. 5 u. 6).

6. Für die Praxis wertvoll ist die aus Schwingungsmessungen ermittelbare Feststellung der Schwingungszeiten der einzelnen Glocken und der Eigenschwingungszeit des Turmes. Letzgenannte kann am einfachsten direkt aus den Schwingungsdiagrammen

Messungen bei vollem Geläute der Glocken.

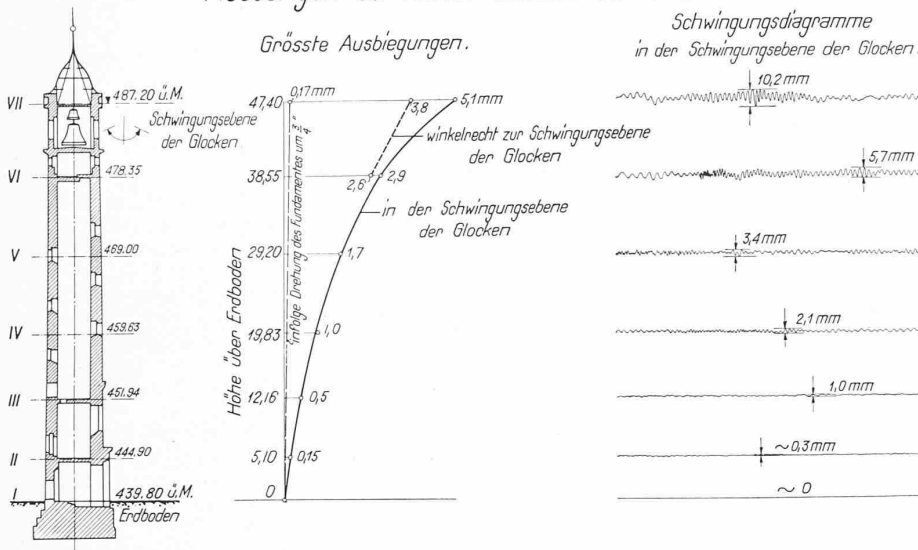


Abb. 2. Schwingungen des Kirchturmes in Enge-Zürich. Versuche Prof. W. Ritter 1894 und Prof. M. Ros 1926. Schwingungszeichner Fraenkel und Fraenkel-Leuner. Bächler Sandstein. Elastizitätsmodul des Mauerwerkes  $E \approx 100000 \text{ kg/cm}^2$

grammen, durch Bestimmung der Zahl der *regelmässigen Schwingungen* für eine bestimmte Zeitdauer ermittelt, oder durch Aufstellung der Resonanzkurve als Funktion verschiedener Schwingungszeiten der Glocken — die Amplituden auf die gleiche H-Komponente der Zentrifugalkraft reduziert — bestimmt werden. Bautechnisch sehr wertvoll ist sodann die Ermittlung der über die Grundspannungen aus Turmeigenlast sich überlagernden Schwingungs-Spannungen, insbesondere in der Resonanz.

7. Die theoretische Lösung des Problems von Turmschwingungen ermöglicht die praktisch genaue Ermittlung der Fliehkräfte und damit der waagrecht und lotrecht auf den Turm wir-

enden Kräfte<sup>2)</sup> sowie Schwingungszeiten der Glocken, als auch die angenäherte Bestimmung der Eigenschwingungszeit — Grundschwingung — des Turmes<sup>3)</sup>. Die Berechnung der schwingenden Biegelinien und des Elastizitätsmoduls  $E$  des Mauerwerkes, dieser aus den Schwingungen des Turmes, ergibt, je nach Ableitung der Formeln und Annahmen — Turm fest oder elastisch im Fundament eingespannt —, bedeutende Unterschiede (Abb. 1, 2 und 3).

8. Bei der kritischen Beurteilung der theoretischen Ergebnisse ist zu beachten, dass die Theorie gegenüber der Wirklichkeit sich notgedrungen nur auf angenäherte Annahmen stützen kann. Formelmässig nicht gut fassbar sind: die Heterogenität und Anisotropie des Mauerwerkes; die Behinderungen der Verformungen zufolge Verbindung des Turmes mit den angrenzenden Gebäuden und die Auswirkung der exzentrischen Lage — Aufhängung —

der verschiedenen Glocken, derzufolge der Turm gleichzeitig in erzwungene Transversal-, Torsions- und Longitudinal-Schwingungen gerät.

Zürich, Ostern 1940.

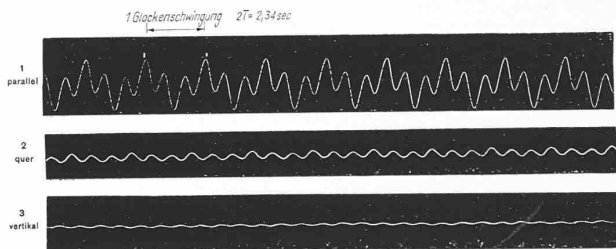


Abb. 4. Predigerkirche Zürich: Schwingungsdiagramme längs, quer und vertikal in Ebene H und Glocke C (vgl. Abb. 3)

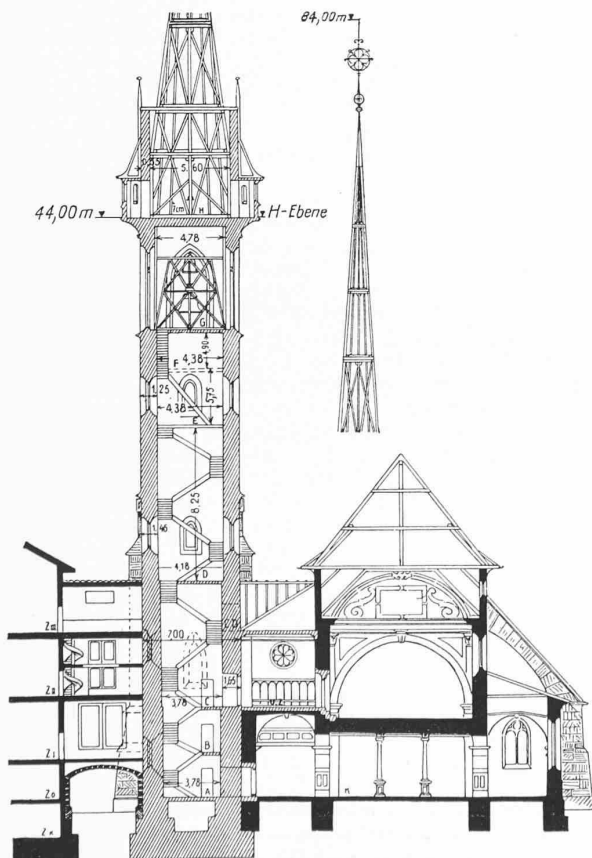


Abb. 3. Schwingungen des Glockenturmes der Prediger-Kirche in Zürich. Versuche Dr. P. Koenig 1928/29. Seismograph de Quervain-Piccard. Ostermündiger Sandstein. Elastizitätsmodul des Mauerwerkes  $E \approx 38500 \text{ kg/cm}^2$

