

**Zeitschrift:** IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht

**Band:** 7 (1964)

**Artikel:** Aerodynamische Modellversuche beim Donauturm Wien

**Autor:** Krapfenbauer, Robert

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-7940>

### **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:** 19.11.2024

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

**Aerodynamische Modellversuche beim Donauturm Wien***Wind Tunnel Tests on Models of the "Danube Tower" Vienna**Essais en soufflerie sur maquettes de la «Tour du Danube»*

ROBERT KRAPFENBAUER

Dr. techn., dipl. Ing., Wien

Der Wiener Donauturm wurde im April 1964 vollendet; die statische Bearbeitung erfolgte durch den Berichtersteller, wobei auch Professor LEONHARDT als Berater fungierte. Es waren bei der Erstellung dieser Konstruktion die aerodynamischen Probleme auf besonders windigem Standort zu lösen.

Die Höhe des Turmes beträgt 252,00 m; er besteht aus einem Rohrschaft aus Stahlbeton von 182 m Höhe über Erdniveau mit Aussichtsterrasse für 400 Personen, einer dreietageigen sogenannten Gondel, wovon 2 Etagen drehbar sind, und nicht zuletzt aus dem auf den Schaft aufgesetzten Stahlrohrmast von 71 m Höhe, von dem hier berichtet werden soll. Der Außendurchmesser des Stahlbetonschaftes, der auf einem kegelstumpfförmigen Schalenkörper aufgesetzt ist, verjüngt sich von 12 m auf Kote 0 bis auf 6,2 m auf Kote 150 m, mit Entasis.

Für weitere bautechnische und statische Detailbeschreibungen darf ich auf meine Publikation in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines, Heft 5/64, hinweisen.

Statisch gesehen handelt es sich bei jedem Turmbauwerk um einen im Baugrund nachgiebig eingespannten Kragträger; die hauptsächlichen Belastungen stellen das Eigengewicht in Achsrichtung und der Winddruck senkrecht zur Bauwerksachse, dessen Verhalten viel zu wenig bekannt ist, dar. Die Verkehrslasten spielen verständlicherweise keine sehr große Rolle, wohl noch die Erdbebenkräfte.

Die Grundlage der Winddruckannahmen bildete der Normenwert des Staudruckes von  $q = 130 \text{ kg/m}^2$ ; bei Spitzenböen muß im Aufstellungsgebiet des Turmes jedoch nach Messungen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien mit Geschwindigkeiten von 180 km/h gerechnet werden. Dieser Geschwindigkeit entspricht ein Staudruck von  $q = 156 \text{ kg/m}^2$ .

Die Kenntnis der Geschwindigkeit einer größtmöglichen Böe ist zu wenig; man muß auch auf die Windstruktur eingehen. Die dynamische Wirkung der zeitlichen Veränderlichkeit des Winddruckes war ebenfalls zu erfassen. Man erhielt die Ersatzlast  $\max q = q + \beta \Delta q$ , dem vergleichbar der Staudruck  $q' = 195 \text{ kg/m}^2$  entsprach.

Zu den erforderlichen Berechnungszahlen gelangte man durch das Quellenstudium und die Heranziehung vergleichbarer Hochbauwerke<sup>1)</sup>.

Andererseits wurde zwecks Feststellung des Formbeiwertes  $c$  das Gesamtmodell des Turmes einem Windkanalversuch unterzogen, durchgeführt im Institut für Strömungslehre der Technischen Hochschule Wien. Es wurde hierzu ein Turmmodell im Verhältnis 1:20 hergestellt, wobei der Beton-Teil des Turmes in Holz, der Stahlmast in Draht rekonstruiert waren. Die geforderte Aufgabe war die Ermittlung von  $c_w$ , um die Gleichung für den Windwiderstand

$$W = c_w q F$$

erfüllen zu können. Der Staudruck  $q$  war bekannt, ebenso  $F$ , die Projektionsfläche.

Um das Verhalten des  $c$ -Wertes bei geänderter Reynoldsscher Zahl verfolgen zu können, wurden zusätzlich Teile des Turmes im vergrößerten Maßstab angefertigt: der drehbare Turmkopf im Verhältnis 1:50, ein Teil des Schaftes im Verhältnis 1:30 und ein Teil des Mastes (der ursprünglich als Gittermast geplant war) im Verhältnis 1:20.

Die Aufhängung des Modelles im Windkanal geschah derart, daß der ganze Turm zunächst einseitig umströmt wurde; durch eine besondere Aufhängevorrichtung war aber auch eine Drehung des Turmmodelles und Anströmung von den verschiedenen Seiten möglich. Dadurch konnten Größe und Richtung der Seitenkraft bestimmt werden.

Die erhaltenen Meßergebnisse umfassen die Widerstandsbeiwerte für den Turm, für den drehbaren Teil, für den Schaft-Teil und für den Mast.

Es wurden für die Windgeschwindigkeiten von 10 m/s und von 50 m/s Reynoldssche Zahlen ermittelt. Analog zu dem Verhalten des  $c_n$  beim Zylinder wurde nun ein ähnliches Verhalten des  $c_w$  bei den Teilen des Turmes angenommen. Demgemäß ändert sich das Wirbelgebiet nach der Ablösung der Grenzschicht. Daher nimmt man im Bereich von  $Re = 1 \cdot 10^7 - 6 \cdot 10^7$  noch ein Ansteigen des  $c_w$ -Wertes an. Der endgültige  $c_w$ -Wert wurde mit  $c = 0,55$  ermittelt und mit 0,6 berücksichtigt.

Es stand zunächst die Version des bekannten Stahlfachwerksmastes zur Diskussion, die auch bei den Windkanalversuchen im Modell vorgebildet war. Man kam aber von dieser schon mehrmals dagewesenen Ausbildung ab zugunsten einer Rohrkonstruktion, die hinsichtlich der günstigen Dimensionen sowie des Allgemeindruckes nun als eine architektonisch und technisch durchaus gelungene Lösung bezeichnet werden kann. Bemerkt muß hierzu noch

---

<sup>1)</sup> A. FÖPPEL: «Vorlesungen über techn. Mechanik». Bd. IV, Dynamik, 7. Aufl., Leipzig 1923. E. RAUSCH: «Maschinenfundamente und andere dynamisch beanspruchte Bauwerke». VDI-Verlag, 3. 4. 1959, Düsseldorf. F. LEONHARDT: «Der Stuttgarter Fernsehturm». Beton- und Stahlbetonbau, 51/1956, H. 4.

werden, daß diese von VOEST-Linz gelieferte Rohrkonstruktion noch zwei Reklamezeichen mit je 9 m Durchmesser zu tragen hatte.

Es war bei der meines Wissens erstmaligen derartigen nicht abgespannten und auf einen elastischen Stab in 182 m Höhe aufgesetzten Rohrkonstruktion wohl ein gutes Stück Sonderforschung hinsichtlich ihres aerodynamischen Verhaltens nötig.

Es wurde getrachtet, dem Windangriff möglichst durch konstruktive Mittel zu begegnen.

Durch Fühlungnahme mit dem für aerodynamische Probleme bei zylindrischen Hochbauten spezialisierten Physiker C. SCRUTON im National Physical Laboratory in Teddington, Middlesex, England, wurden wichtige Fragen der Winderregung bei derartigen Türmen aufgeworfen. Es ist jedem Fachmann bekannt, daß eine windausgesetzte, rohrförmige Konstruktion Kármansche Wirbelstraßen erregt. Diese lösen sich mit einer durch die Umstände bestimmten Geschwindigkeit vom Rohr ab; mit der gleichen Frequenz pulsiert aber die quer zur Windrichtung wirkende aerodynamische Erregerkraft. Auf Grund dieser Vorgänge kommt es zu selbsterregten Schwingungen, deren Ausdehnung (Schwingungsweite) nur von der vorhandenen Gebäudedämpfung begrenzt wird. Es müssen daher diese Schwingungen unschädlich gemacht werden. Dies konnte geschehen durch die Anbringung von Störern, die die Grenzschicht turbulent machen, oder durch Verstärkung der Gebäudedämpfung. Die letztgenannte Möglichkeit wäre nur mit beträchtlichem konstruktiven Aufwand durchführbar gewesen.

So gab Mr. SCRUTON gute Ratschläge. Versuche hätten jedoch 1 Jahr gedauert; eine Anfrage beim Mechanischen Institut der Technischen Hochschule Wien wegen exakt wissenschaftlicher Erforschung des Dämpfungsdekrementes ergab, daß im besonderen Falle dies  $\frac{1}{2}$  Jahr benötigt hätte.

Es wurde somit nach bekannten Autoren vom Berichter gefolgert, daß für Konstruktionen von kreisförmigem Querschnitt ausreichende aerodynamische Stabilität erreicht werden kann, indem man Gänge in Schraubenform, die äußere Oberfläche umlaufend, anbringt. Es ist eine entsprechende Anzahl von Gängen von bestimmter Höhe erforderlich.

Im Verlaufe verschiedener Versuchsmessungen im Windkanal durch SCRUTON, WOODGATE u. a. war gefunden worden, daß die erforderliche Höhe der Gänge von dem Umfang der vorhandenen Gebäudedämpfung abhinge, daß aber ca.  $\frac{1}{8}$  des Durchmessers eines zylindrischen Mastes als Ganghöhe selbst für die leichtest gedämpften Konstruktionen genüge.

Die Stahlrohrspitze des Donauturmes Wien wurde somit endgültig festgelegt mit Durchmesser 2,50 m, Wandstärke ab 18 mm, 50 m hoch, glatte Oberfläche, darauf abgesetzter Teil mit Durchmesser 1,0 m, Wandstärke 8 mm, 20 m hoch mit angeschraubten verzinkten Blechstreifen.

Zur Materialbeanspruchung am Rohrfuß war auch die Dauerfestigkeitsbeanspruchung zu beachten. Die Größtspannung im Einspannquerschnitt

beträgt  $1600 \text{ kg/cm}^2$  mit Spiralen. Der Verfasser weist auch darauf hin, daß das gesamte Rohr geschweißt und im unteren Bereich aus St 52 T besteht. Das Gewicht beträgt 58 t. Vorteilhaft war für die Beurteilung auch die große Differenz der Eigenschwingungszahlen zwischen oberem und unterem Bereich. Mit Überschlagsformeln wurde die Eigenfrequenz wie folgt beurteilt:

im oberen Stahlrohrstummel (ca. 1,0 m $\varnothing$ )	4,9 Hz
im unteren Stahlrohrmast (ca. 2,50 m $\varnothing$ )	1,5 Hz

Für den abgesetzten Stahlrohrmast mit aufgesetzten Spirallengängen ist also die Resonanz sehr erschwert.

Die gewählte Form, Konstruktion und aerodynamische Beurteilung haben sich bisher bewährt und keinen Anlaß zur Klage gegeben, so daß auf die gute Wirkung von derartigen Spiralen geschlossen werden kann.

### Zusammenfassung

Die Vornahme von Modellversuchen für den «Donauturm Wien» war angesichts der Turmhöhe (252,00 m), der 71,0 m hohen oberen nicht abgespannten Stahlspitze und der auftretenden Spitzenböen (180 km/h) erforderlich. Es wurde sowohl das Gesamtmodell des Turmes wie auch einzelne Turmteile im Institut für Strömungslehre der Technischen Hochschule Wien getestet. Als Formbeiwert wurde  $c = 0,55$  ermittelt und danach die Baugestalt festgelegt.

### Summary

Wind tunnel tests were necessary for the "Donauturm Wien" on account of its height (252,00 m), the steel spire 71,00 m high, and the occurrence of gusts of up to 180 km/h. A complete model of the tower as well as models of separate parts, were tested at the Institut für Strömungslehre of the Technical University of Vienna. A shape coefficient  $c = 0,55$  was determined, and the design of the building was based accordingly.

### Résumé

La hauteur de la «Tour du Danube» (252,00 m), la présence d'une flèche métallique haute de 71 m et les bourrasques à considérer (180 km/h) ont nécessité des essais en soufflerie. Réalisés à l'Institut d'aérodynamique de l'Ecole Polytechnique de Vienne, les essais ont porté tant sur une maquette d'ensemble que sur divers éléments. On a mesuré un coefficient de forme  $c = 0,55$  et la conception de l'ouvrage a été fixée en conséquence.