Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 116 (1998)
Heft: 30/31

Artikel: Dynamischer Schwingungsdämpfer: Mehrzweckanlage Säntis
Autor: Nonhoff, Gottfried
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79547

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

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

Gottfried Nonhoff, Roetgen Rott

Dynamischer Schwingungsdämpfer

Mehrzweckanlage Säntis

Wirbelablösungen können den Turm zu harmonischen Bewegungen anregen. Aus der harmonischen Erregung des Bauwerks können Amplituden entstehen, die das zulässige Mass überschreiten. Daher wurde das Bauwerk mit einem dynamischen Schwingungsdämpfer ausgerüstet.

Der neue Antennenturm Säntis 2000 ist aufgrund seines Aufbaus ein schlankes Bauwerk. Die tragende Struktur, ein Stahlrohr mit variierenden Durchmessern und Wanddicken, reicht bis zu einer Höhe von 82 m. Diese Stahlstruktur ist mit einem Behang aus doppelwandigen GFK-Schalen mit Durchmessern bis zu 6,47 m belegt. Danach folgt ein selbsttragender Zylinder aus glasfaserverstärktem Kunststoff mit einem Aussendurchmesser von 3180 mm am Fusspunkt und von 1820 mm an der Spitze; die Gesamthöhe beträgt 123,6 m.

Aufgrund der äusseren Kontur, der Massenverteilung, der Struktur und des Standorts neigt dieses Bauwerk dazu, durch Wirbelablösungen zu harmonischen Bewegungen angeregt zu werden. Die vorhandene Dossierung im Behang reicht nicht aus, um die Wirbelablösung entsprechend zu stören. Aus der harmonischen Erregung des Bauwerks können Amplituden auftreten, die das zulässige Mass für Bauwerke überschreiten. Aus diesem Grund ist das Bauwerk mit einem dynamischen Schwingungsdämpfer ausgerüstet worden.

Der Dämpfer sitzt rund 4,5 m unterhalb der Turmspitze, seine Masse beträgt 1,5 t und ist an vier Pendelstangen abgehängt. Jede dieser Pendelstangen ist durch zwei Reibungsfederelemente zur Turmwand abgefangen. Diese Reibungsfederelemente, hergestellt aus geschlitzten und ungeschlitzten Ringfedern, wirken als Dämpfer und Feder und erlauben je nach Anordnung, die Dämpfung und Frequenz des Dämpfers einzustellen.

Die Auslegung des dynamischen Schwingungsdämpfers erfolgte nach der Theorie eines Zweimassenschwingers, wie sie den Hartog et al. [1] dargelegt haben. Aufgrund dieser Berechnung des Systems erschien es als sinnvoll, den Dämpfer auf den zweiten Eigenwert des Bauwerks abzustimmen, obwohl die Auslenkungen bei einer Anregung im ersten Eigenwert am grössten sind (±180 mm). Bei diesem Eigenwert sind aber die Spannungen aus der harmonischen Erregung gegenüber den Werten bei einer Anregung in den höheren Eigenwerten relativ klein. Unterstützt wurde diese Entscheidung durch das Verhalten der Reibungsfederelemente. Aufgrund ihrer grossen Nichtlinearität zeigt der Dämpfer auch unter- und oberhalb der optimalen Dämpferfrequenz noch eine sehr gute Wirkung.

Die Wirkung des Dämpfers bei dieser Einstellung kommt sehr deutlich zum Vorschein, wenn die entsprechendn Spannungen dargelegt werden. Einen Vergleich der Biegewechselspannungen mit und ohne Dämpfer an einigen ausgezeichneten Punkten des Bauwerks zeigt Bild 1.

Die Installation des Dämpfers reduziert die aus der Dynamik herrührenden Spannungen auf weniger als ein Drittel der Spannungen, die aufträten, wäre kein Dämpfer installiert.

In Bild 2 sind bei Windanregung die Bewegungen des Turms und des Dämpfers dargestellt. Es sind Bewegungen quer zur Anströmrichtung. Deutlich zu sehen ist, dass der Dämpfer mit einer kleinen Phasenverschiebung und wesentlich grösseren Amplituden als der Turm arbeitet und damit die harmonische Anregung des Turms durch Wirbelablösungen stört. Die gemessenen Amplituden betragen bis zu ±30 mm am Turm bzw. bis zu ±70 mm am Dämpfer bei einer Frequenz von rund 0,73 Hz.

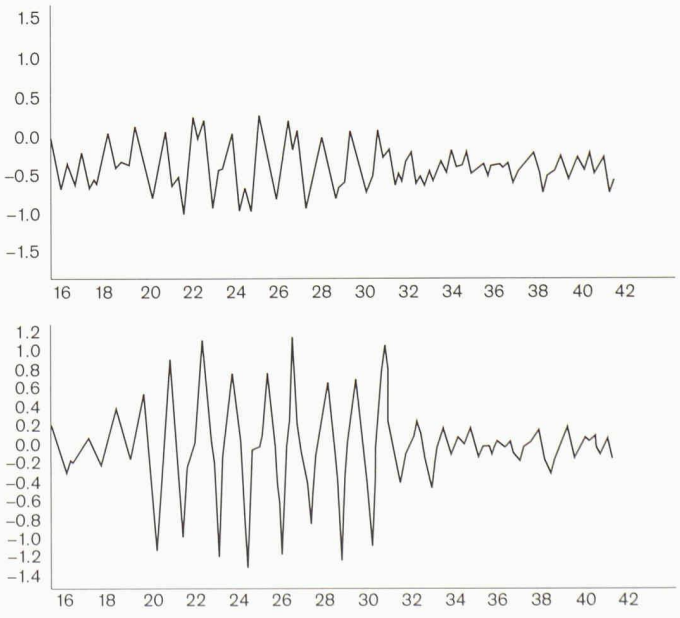
Adresse des Verfassers:
Gottfried Nonhoff, Prof. Dr.-Ing., Beratender Ingenieur VBI, D-52159 Roetgen Rott

Literatur

[1]
Sauer F.M., Garland C.F.: Performance of the viscously damped vibration absorber applied to systems having frequency squared excitation. J. Appl. Mech., 1949, 16, S. 106-117

1
Vergleich der Biegewechselspannungen mit und ohne Dämpfer

Knoten	h [m]	Spannungen [N/mm²] ohne Dämpfer	mit Dämpfer	Werkstoff
18	64,94	±30,75	±9,81	Stahl
21	76,74	±47,10	±15,59	Stahl
22	81,90	±28,30	±8,73	GFK
28	104,79	±22,10	±6,48	GFK



2
Auslenkung des Turms (oben) und Bewegung des Dämpfers (unten). Auf der Abszisse ist die Zeit in s, auf der Ordinate ist die Amplitude aufgetragen