

Dynamischer Schwingungsdämpfer: Mehrzweckanlage Säntis

Autor(en): **Nonhoff, Gottfried**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **116 (1998)**

Heft 30/31

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79547>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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

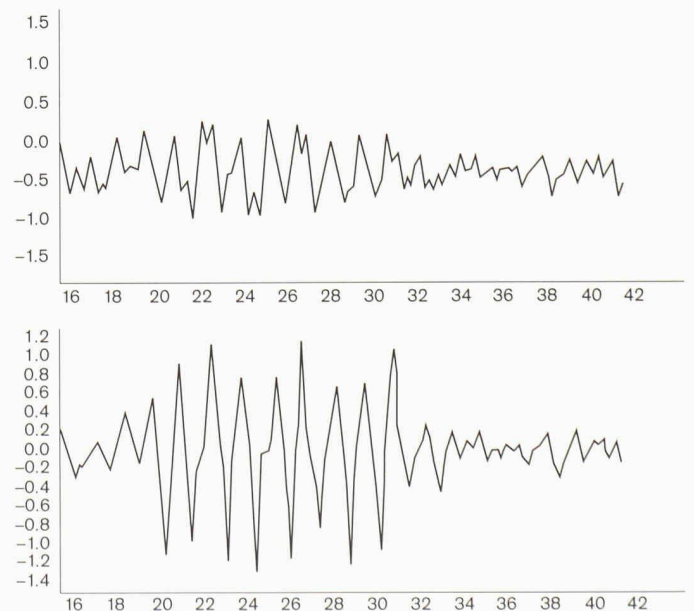
den zweiten Eigenwert des Bauwerks abzustimmen, obwohl die Auslenkungen bei einer Anregung im ersten Eigenwert am grössten sind (± 180 mm). Bei diesem Eigenwert sind aber die Spannungen aus der harmonischen Erregung gegenüber den Werten bei einer Anregung in den höheren Eigenwerten relativ klein. Unterstützt 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 entsprechenden Spannungen dargelegt werden. Einen Vergleich der Biegewechselspannungen mit und ohne Dämpfer an einigen ausgezeichneten Punkten des Bauwerks zeigt Bild 1.

1
Vergleich der Biegewechselspannungen mit und ohne Dämpfer

| Knoten | h [m] | Spannungen [N/mm ²] | | Werkstoff |
|--------|--------|---------------------------------|-------------|-----------|
| | | ohne Dämpfer | mit Dämpfer | |
| 18 | 64,94 | $\pm 30,75$ | $\pm 9,81$ | Stahl |
| 21 | 76,74 | $\pm 47,10$ | $\pm 15,59$ | Stahl |
| 22 | 81,90 | $\pm 28,30$ | $\pm 8,73$ | GFK |
| 28 | 104,79 | $\pm 22,10$ | $\pm 6,48$ | 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



Die Installation des Dämpfers reduziert die aus der Dynamik herrührenden Spannungen auf weniger als ein Drittel der Spannungen, die auftreten, 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