

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 105/106 (1935)
Heft: 15

Artikel: Geräuschbekämpfung bei einem Kühlturm-Ventilator
Autor: Ackeret, J. / Egli, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-47419>

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: 17.03.2025

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

INHALT: Geräuschbekämpfung bei einem Kühlturm-Ventilator. — Bestimmung der Grösse und Art der Erschütterungen beim Rammen von Pfählen. — Gräben als Schutz von Bauwerken gegen Verkehrerschütterungen. — Flachdächer ohne Gefälle. — Flachdach und seine Isolierung. — Haftfestigkeit von Beton in Arbeitsfugen. — Mitteilungen: Interkristalline Korrosion. Von der russischen Eisenindustrie. Hochfrequenzbehand-

lung von Bursitis. Der Wasserschleier beim Kraftwerk Tremorgio. Das Betriebswissenschaftliche Institut. XIV. Kongress für Heizung und Lüftung. Die graphische Sammlung der E. T. H. — Nekrologe: Ernst Bolleter. — Wettbewerbe: Schulhaus in Birmensdorf (Kt. Zürich). Gewerbliche Berufsschule Winterthur. Ganz billige Einfamilienhäuser. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Vortrags-Kalender.

Band 105

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 15

Geräuschbekämpfung bei einem Kühlturm-Ventilator.

Von Prof. Dr. J. ACKERET und J. EGLI, Institut für Aerodynamik E. T. H.

Die grossen Rückkühlwerke für Dampfanlagen wurden früher durch den natürlichen Zug der erwärmten Luft betrieben. Man erkannte aber bald, dass eine zwangläufige Führung durch Gebläse die Ausnützung des Kühlers beträchtlich steigerte.

Ein solches Rückkühlwerk ist auch im neuen Maschinenlaboratorium der E. T. H. (Fernheizkraftwerk) aufgestellt und seit mehr als einem Jahr im Betrieb; die Anlage ist von einer deutschen Spezialfirma entworfen worden. Im Betrieb zeigte sich nun, dass der grosse, im obersten Teil des Turmes angebrachte Propeller-Ventilator starke Geräusche und beträchtliche Lufterschütterungen verursachte, die besonders nachts von den Anwohnern unangenehm empfunden wurden. Es musste versucht werden, das Geräusch mit möglichst geringer Beeinträchtigung der Zugwirkung zu vermindern. Eine eingehende Untersuchung, die wir vornahmen, gab zwar genaue Anhaltspunkte für einen Umbau, trotzdem fand sich erst nach einiger Zeit eine Firma bereit, die Ausführung zu versuchen. Die neue Konstruktion der Escher Wyss A.-G., Zürich, führte sofort zu einem vollen Erfolg.

Ein Blick auf die frühere Installation (Abb. 1) zeigt ein zweiflügeliges Propellerrad von rd. 5 m Durchmesser; bei 300 U/min ergibt sich eine Umfangsgeschwindigkeit von rd. 75 m/sec (270 km/h). Es fällt sofort auf, dass dem Zustrom

(von unten) offenbar nicht besonders grosse Beachtung geschenkt worden war; plumpe Betonbalken, Rohre, Treppen und der Antriebmotor liegen unmittelbar vor dem Rad und stören die Strömung empfindlich. Es zeigte sich dann auch richtig, dass darin die Ursache der Erschütterung lag.

Betrachtet man einen Flügelschnitt mit den daran wirksamen Windgeschwindigkeiten (Abb. 2), so zeigt sich folgendes. Hinter dem Hindernis ist die Anströmgeschwindigkeit c^* wesentlich kleiner (unter Umständen null und negativ) als die ungestörte Geschwindigkeit c . Mit der unveränderlichen Umfangsgeschwindigkeit u ergibt sich so eine veränderte Anströmrichtung α^* . Profilströmungen sind bekanntlich sehr empfindlich auf den Anstellwinkel, Ablösung tritt schon ein, wenn α^* um einige Grade grösser ist als α . Wir müssen also mit einem „Abhängen“ der Strömung und mit einer Unterbrechung der Druckerzeugung rechnen, wenn der Flügel direkt über den Hindernissen läuft. Eine Analyse des Druckverlaufes mit einem empfindlichen Manometer zeigt mit grosser Klarheit, dass dem so war (Abb. 3 obere Kurve). Die Schwankungen um den Mittelwert waren nicht weniger als $\pm 50\%$ des Mittelwertes. Dass nun der Turm als mächtige Orgelpfeife von 44 m³ Oeffnung mit dieser Druckschwankung betrieben eine sehr respektable „Akustik“ entwickeln musste, liegt auf der Hand. Nachdem wir dies erkannt hatten, ergaben sich die Abänderungsvorschläge zwangläufig.

Zunächst mussten die Wirbelgassen hinter den Hindernissen verkleinert werden. Abb. 4 zeigt, wie ein rechteckiger Balken ein gewaltiges Loch in die Pitotdruckverteilung reiss, ganz besonders bei Schräganströmung. Die Verkleidung von Ein- und Austrittseite hilft sehr viel, aber nur wenn die Strömung nicht wieder schräg auftrifft.

Es wurden nun in Zusammenarbeit mit der Lieferfirma folgende Änderungen veranlasst:

1. Verkleidung aller Hindernisse vor dem Rad. Führung der Luft so, dass diese nur unter ganz kleinen Winkeln angeströmt werden.
2. Höherlegung des Rades, um so weit als möglich aus dem Bereich der Wirbelgassen zu kommen.

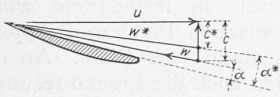


Abb. 2. Geschwindigkeitsbild an einem Flügelschnitt bei ungestörter (c) und gestörter (c*) Geschwindigkeit.

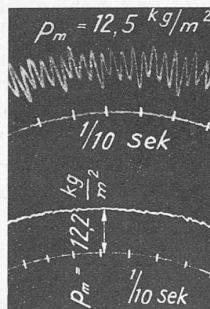


Abb. 3 (rechts). Diagramm der Druckerzeugung vor dem Umbau (oben) und nachher (unten). Die Kreisbögen mit der Stricheinteilung sind die jeweiligen Null-Linien. Abstand der Striche = $\frac{1}{10}$ sec.

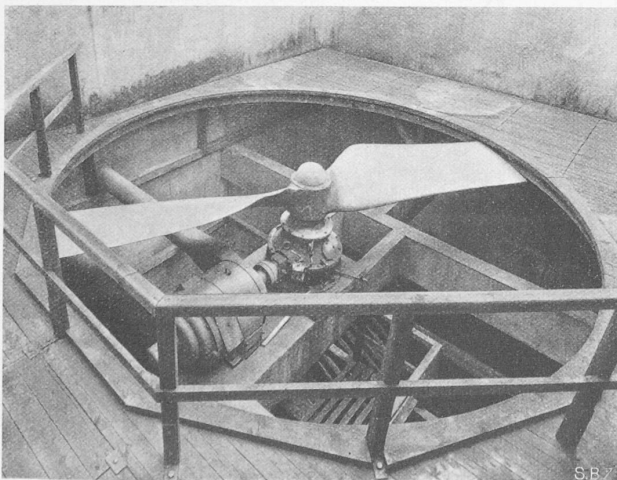


Abb. 1. Alter Ventilator von oben. Betonbalken, Motor und Getriebe unverkleidet. Starke Kontraktion der Luft am Umfang.

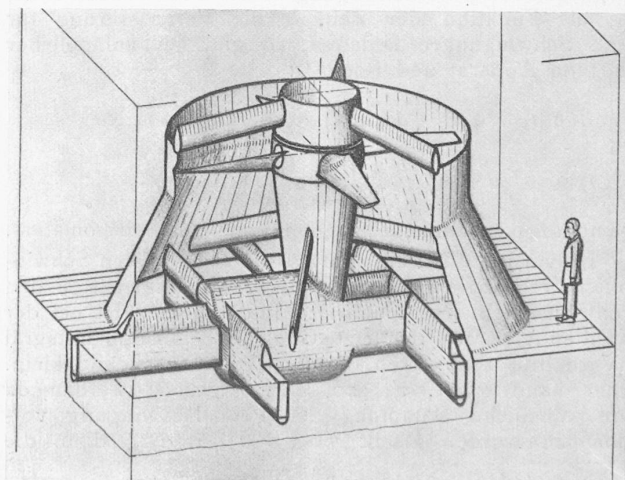


Abb. 5. Skizze der Anordnung nach dem Umbau. Alle Hindernisse verkleidet, grosser Abstand des Rades vom Hindernis. Bessere Luftführung durch den Blechmantel (mit verkleideten Radialstützen).

3. Ersatz des Rades durch ein vierflügliges, sodass zwei Flügel noch voll fördern, auch wenn die Druckerzeugung der andern beiden beim Ueberstreichen eines Hindernisses etwas geschwächt sein sollte.

4. Zweckmässige Luftführung durch einen Blechmantel und Vermeidung der früher vorhandenen Kontraktion.

Das Rad selbst wurde mit allen Verbesserungen ausgerüstet, die sich nach neueren Erfahrungen¹⁾ ergeben haben. Skizze Abb. 5 zeigt die Anlage nach dem Umbau mit den ja heute jedermann geläufigen Stromlinienformen. Die Druckerzeugung ist sehr gleichmässig geworden (Abb. 3 unten) und der Lärm ist soweit vermindert, dass man jetzt nur noch das Rauschen des Wassers im Turm und ein geringes Zahnradgeräusch vernehmen kann.

Bei der Inbetriebsetzung zeigte sich eine unerwartete Resonanz bei leerem Turm, die aber beim Einlaufen des Kühlwassers verschwand. Es scheint die starke Dämpfung von Wasserschleiern, die schon früher von Ing. F. M. Osswald²⁾ bemerkt und sehr sinnreich verwendet wurde,

¹⁾ Siehe Dr. C. Keller „Axialgebläse vom Standpunkt der Tragflügeltheorie“. Diss. E. T. H., 1934.

²⁾ Wasserschleier im Kraftwerk Tremorgio, „Revue Technique Sulzer“ 1931, Heft 1; vergl. auch Seite 180 dieser Nummer.

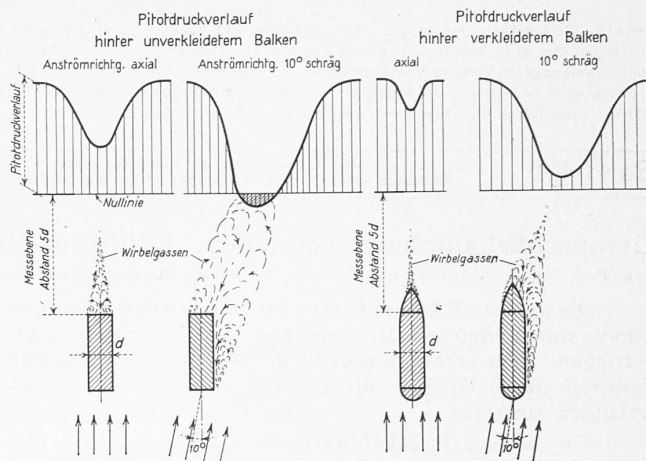


Abb. 4. Versuche über den Einfluss der Verkleidung auf die Wirbelbildung hinter dem Hindernis. Schrägströmung ist immer schädlich.

auch hier wirksam gewesen zu sein. Wir glauben, dass eine nähere Untersuchung dieser Verhältnisse für die technische Akustik von bedeutendem Interesse sein dürfte.

Bestimmung der Grösse und Art der Erschütterungen beim Rammen von Pfählen.

Von Dr. L. BENDEL, Ing., Luzern.

Problemstellung. Für die Bestimmung der Grösse und Art der Erschütterungsschwingungen infolge Rammen versagt meistens das subjektive Gefühl; übertriebene Einschätzung des Einflusses der Erschütterungen auf das persönliche Wohlbefinden und auf den Zustand der Gebäude tritt häufig auf. Nachfolgend ist an einem Beispiel beschrieben, wie zuverlässige Zahlenwerte für die Intensität der Erschütterungswelle erhalten werden.

Wahl der Apparate. Verwendet wurden zwei Apparate: ein Vertikal-Seismometer, System Geiger, und ein Dreikomponenten-Seismometer, System Piccard-de Quervain (Erstellerin Trüb, Täuber & Cie., Zürich). Der Geigerapparat diente für Messungen in der nächsten Nähe der Pfahlrammung, der Piccard'sche für grössere Distanzen. Für die vorliegenden Messungen wurde der Piccard'sche Apparat mit folgenden Konstanten verwendet:

Komponente	Eigenperiode sec	Vergrößerung für rasche Schwingungen
Horizontal längs	0,90	109
„ quer	1,05	98
Vertikal	0,64	60

Wenn $\alpha(t)$ den Ausschlag des Registrierzeigers, $\sigma(t)$ die Komponente der Bodenbewegung in der betreffenden Richtung als Funktion der Zeit, V die Vergrößerung für rasche Schwingungen bedeutet, so gilt, bei anfänglicher Ruhe von Apparat und Boden¹⁾:

$$V\sigma(t) = \alpha(t) + D \int_0^t \alpha(\vartheta) d\vartheta + E \int_0^t \int_0^\tau \alpha(\vartheta) d\vartheta d\tau$$

$$D = \frac{2}{v'T_0}, \quad v' = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{1}{ln v}\right)^2 + \frac{1}{\pi^2}}, \quad E = \frac{4\pi^2}{T_0^2}$$

v Dämpfungsverhältnis, T_0 Eigenperiode des Seismometers.

Im vorliegenden Fall hatten die registrierten Schwingungen Frequenzen, die gross waren im Vergleich zu den Eigenfrequenzen des Apparates; infolgedessen ist bei der gewählten Apparat das letzte Glied mit dem Doppelintegral im Verhältnis zum ersten Glied $\alpha(t)$ verschwindend klein. Ferner kann $v \cong 1$, $v' \cong \infty$, $D \cong 0$ gesetzt werden, da keine künstliche Dämpfung der Pendelschwingung vorgenommen wurde. Damit wird $V\sigma(t) = \alpha(t)$, d. h. die

¹⁾ G. Angenheister „Angewandte Geophysik“, S. 252. F. Gassmann „Verhandlungen der Schweiz. Naturforsch. Ges.“ 1933, S. 342. Geiger-Scheel „Handbuch der Physik“, Bd. XVI, S. 203. Wiechert „Theorie des automatischen Seismographen“.

Bodenbewegungen werden vom Seismographen formgetreu mit der Vergrößerung V aufgezeichnet.

Durchführung der Messungen. Während der Herstellung von Express-Ortspfählen von 9,5 m Länge wurden Messungen im freien Feld und in einem Reihenhause im Parterre, im ersten und im sechsten Stock vorgenommen. Vergleichsweise wurden die Erschütterungen registriert, die ein 10,5 t-Lastauto, mit Vollgummibereifung und hinten mit Schneeketten, beim Ueberfahren mit 25 km/h eines 50 mm hohen Bretts und Schlaglochs hervorrief. Im freien Feld wurde in Abständen von 4 bis 24 m zwischen Pfahl und Apparat gemessen, im Haus in 40 m Abstand vom Pfahl. An den selben Messtellen im Haus wurden auch die Erschütterungen des in 5 m Abstand vorbeifahrenden Autos registriert, ferner im freien Feld 19 m vom Auto-Hindernis entfernt (Abb. 1).

Auswertung der Messergebnisse. Aus den Messungen wurden die vier heute üblichen Erschütterungskenngrössen berechnet:

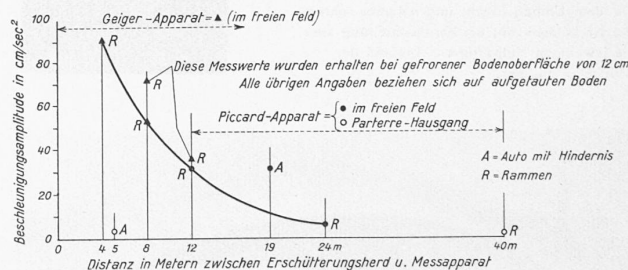


Abb. 1. Beschleunigungswerte in $cm \cdot sec^{-2}$ für die Vertikalkomponente der Erschütterung in Abhängigkeit von der Distanz zwischen Erschütterungsherd und Messapparat.

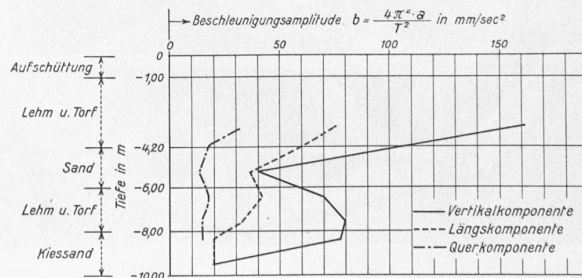


Abb. 2. Einfluss der geologischen Schichten auf die Mittelwerte der Beschleunigungsamplituden.