

14 (1987) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

G. Schupp, A. Jacobs

## Maßnahmen zur Verminderung der Schallabstrahlung von Kühlturm-Diffusoren \*)

### Problemstellung

Eine der Hauptschallquellen eines Kraftwerks ist der Kühlturm. Dort fällt das Wasser nach der Abkühlung in ein Auffangbecken und verursacht ein erhebliches Wasserfallgeräusch, das sog. Naßteilgeräusch. Bei Zwangsbelüftung kommen Ventilatorgeräusche hinzu.

In neuerer Zeit werden Kühltürme niedriger gebaut als bisher. Anstelle der weit über 100 m hohen Naturzugtürme werden zwangsbelüftete Bauformen mit beispielsweise nur noch 50 m Höhe bevorzugt. Ihre Auffälligkeit in der Landschaft ist geringer. Die Ausführung als Hybridkühlturm mit einem zusätzlichen Trockenteil vermindert die Feuchtigkeit der Kühlluft und damit die Schwadenbildung.

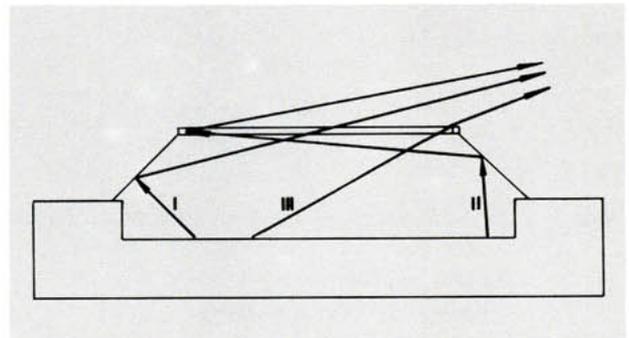
Die Schallausbreitung aus dem Diffusor des niedrigen Kühlturms erfolgt bei ungefähr waagrechter Abstrahlrichtung hauptsächlich über Reflexionen an der vom Immissionsort abgewandten Seite des Diffusors. Dabei kommt es durch die Krümmung des annähernd kegelstumpfförmigen Diffusors zu einer Fokussierungswirkung (Kustik). Ein weiterer wichtiger Ausbreitungspfad führt über eine Reflexion an der zugewandten Diffusorseite und der abgewandten Seite eines auf den Diffusor aufgesetzten senkrechten Kragens. Form des Kühlturms und Schallausbreitungswege siehe Bild 1.

Bisher werden zur Minderung des Gebläselärms Kulissen-schalldämpfer in die Ansaug- und Ausblasöffnungen eingebaut. Die Ausbreitung der Naßteilgeräusche aus dem Diffusor wurde dadurch vermindert, daß man den gesamten Querschnitt des Diffusors (in einem ausgeführten Beispiel mehr als 10 000 m<sup>2</sup>) mit Schalldämpferkulissen zustellte. Als Ergänzung und Alternative dazu wurde jetzt im IBP untersucht, welche Lärminderung man dadurch erreicht, daß man die Hauptausbreitungswege des Schalls durch eine absorbierende Belegung der Reflexionsflächen unterbricht.

### Modellmessungen und Rechenprogramm

Die Untersuchungen wurden an einem Modell mit dem Maßstab 1:40 in einem Modellraum durchgeführt, dessen Decke und Wände mit einer reflexionsarmen Auskleidung versehen sind. In einem weiteren Schritt wurde ein Rechenprogramm zur Schallausbreitung aus dem Kühlturm erstellt. Dabei wurden die Direktschallausbreitung (ohne Reflexion) und die in

den Modellmessungen als wichtig erkannten Einfach- und Zweifachreflexionen berücksichtigt. Zur Beschreibung der Reflexionen wurde das Spiegelschallquellenmodell benutzt [1].



**Bild 1:** Form des Kühlturms und Schallausbreitungswege  
I: fokussierende Einfachreflexion  
II: Zweifachreflexion  
III: direkter Weg ohne Reflexionen

### Meßergebnisse

Für einen Immissionsort oberhalb der Diffusoröffnung (Erhebungswinkel 5°) wurde der Immissionspegel als Funktion des Emissionsorts gemessen [2].

Der Emissionsort wurde auf Kreisbahnen in einer Ebene oberhalb der Naßteileinbauten bewegt (Bild 2), Ergebnis siehe Bild 3, Kurven a. Man kann deutlich zwei Bereiche unterscheiden:

- I: Kustikzone, Emissionsorte für Einfachreflexion
- II: Zone, von der aus Zweifachreflexionen ausgehen.

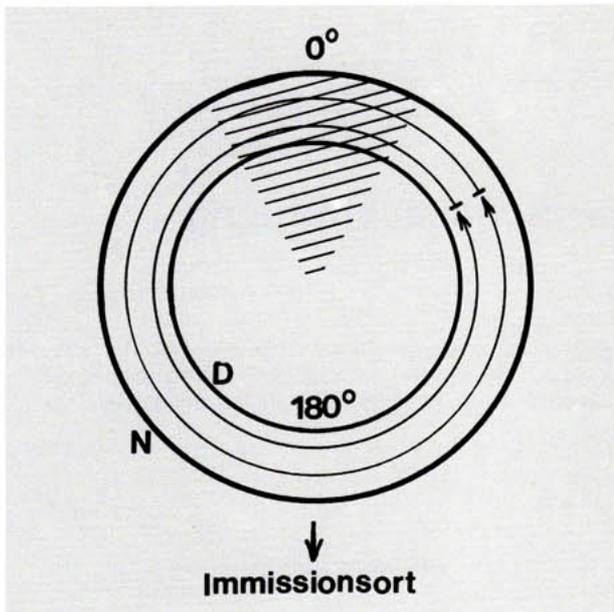
Die Kurven b in Bild 3 zeigen die Wirkung der schallabsorbierenden Beläge bei maximal erreichter Pegelminderung; dabei wird der Pegel aus Zone I nur von der Verkleidung des hinteren Diffusorteils und aus Zone II nur von der Verkleidung des hinteren Kragenteils (oder des vorderen Diffusorteils) beeinflusst.

Man erhält die folgenden Pegelminderungswerte für die Ausbreitung des Naßteilgeräuschs über den oberen Diffusorrand, gemittelt über die gesamte Naßteilebene. Die Meßfrequenz war 16000 Hz (400 Hz im Originalmaßstab), die Werte gelten näherungsweise auch für den A-Schallpegel.

\*) Untersuchungen gefördert durch das Umweltbundesamt, Berlin

Schallabsorbierend verkleidete Fläche	Pegelminderung
1/8 des Umfangs des Diffusors im oberen Drittel	1 dB
1/4 des Umfangs des Diffusors im oberen Drittel	3 dB
1/4 des Umfangs des Diffusors auf gesamte Höhe	4 dB
1/4 des Umf. des Diff. und 3/8 des Umf. des Kragens	7 dB
Nur Kragen auf 3/8 des Umfangs	2 dB

Durch die Verkleidung nur eines Teils des Umfangs von Diffusor und Kragen entsteht eine richtungsselektive Minderung der Schallabstrahlung; das dadurch begünstigte Gebiet liegt abgewandt von der verkleideten Seite des Kühlturms. Man hat dadurch die Möglichkeit, besonders empfindliche Wohngebiete gezielt zu schützen.



**Bild 2:** Lage der Kreisbahnen der Emissionsorte mit Radien von 73 % und 87 % des Radius der Nahteilebene schraffiert: Kauistikzone  
N: Begrenzung der Nahteilebene  
D: Diffusormündung

### Rechnung

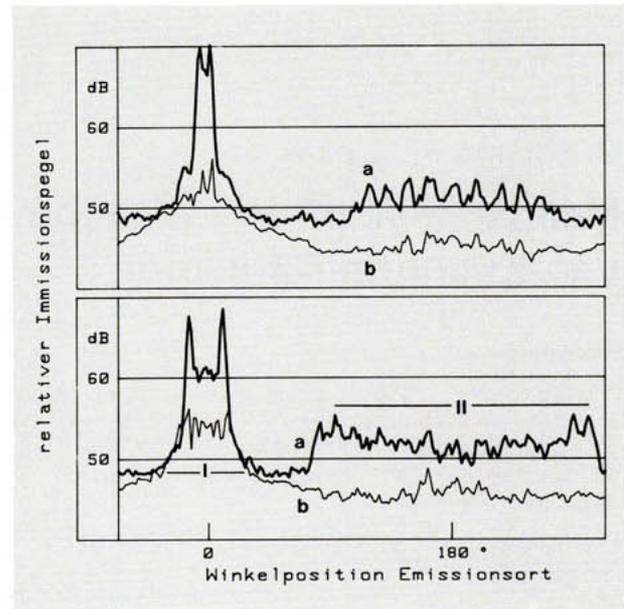
Das Rechenprogramm erbrachte gut mit den Modellmessungen übereinstimmende Ergebnisse in Bezug auf die mit den Absorptionsmaßnahmen erzielbaren Lärminderungswerte. Abweichungen ergaben sich lediglich für die Größe der Absorberfläche zur Unterbrechung der Zweifachreflexion am Kragen. Dies liegt daran, daß das zur Beschreibung der Reflexionen benutzte Spiegelquellenmodell Reflexionsflächen voraussetzt, die groß sind im Vergleich zur Schallwellenlänge. Diese Bedingung war für den nur 1,8 m hohen Kragen nicht erfüllt.

### Schallabsorber für den Einsatz in feuchter Umgebung [3]

Herkömmliche Schallabsorber mit einer Mineralwollefüllung müssen in Kunststoff-Folien eingepackt werden, um das Eindringen von Wasser zu verhindern. Dadurch sollen statische Probleme durch eine Gewichtserhöhung und die Bildung von Bakterien-Brutstätten verhindert werden. Diese Abdeckung vermindert die Wirksamkeit der Absorber jedoch erheblich.

Im IBP wurden deshalb reaktive Absorber in Ganzmetall-Ausführung entwickelt, die die oben genannten Nachteile vermeiden. Sie sind kompakter und erheblich leichter als konventionelle Absorber. Für eine Anwendung in Kühltürmen ist noch eine Anpassung des Frequenzgangs an das Spektrum des Kühlturm-Geräusches erforderlich.

Die erwähnte Gewichtersparnis gegenüber konventionell aufgebauten Absorbern dürfte auch im Hinblick auf eventuell erforderliche Nachrüstungen bereits im Betrieb befindlicher Kühltürme von größtem Interesse sein.



**Bild 3:** Relative Immissionspegel bei Bewegung des Emissionsorts auf Kreisbahnen nach Bild 2 mit Radien von 73 % (oben) und 87 % (unten) des Radius der Nahteilebene [2]  
a) ohne Maßnahmen  
b) mit Schallschutzmaßnahmen

### Literatur

- [1] Leinwand, P.  
Berechnung der Schallausbreitung aus einem neuartigen Kühlturm  
Diplomarbeit an der Fachhochschule für Technik, Stuttgart, 1987
- [2] Schupp, G.; Jacobs, A.  
Maßnahmen zur Verminderung der Schallabstrahlung von Kühlturm-Diffusoren  
IBP-Bericht BS 159/87 (1987)
- [3] Fuchs, H.V.; Ackermann, U.; Rambauser, N.  
Membran-Absorber für den technischen Schallschutz  
IBP-Mitt. 135 (1987)



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK  
7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel. (0711)6868-00  
8150 Holzkirchen (OBB), Postf. 1180, Tel. (08024)643-0

Herstellung und Druck:  
IRB Verlag, Informationszentrum RAUM und BAU  
der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart

Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des  
Fraunhofer-Instituts für Bauphysik