

15 (1988) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

U. Ackermann

Schneekanonenlärm

Seitdem Skilaufen zum Volkssport geworden ist, reicht in vielen Skigebieten der natürliche Schnee nicht mehr aus, um über die ganze Saison genügend befahrbare Pisten zu garantieren. Deshalb geht man vielfach dazu über, die Pisten mit künstlichem Schnee zu beschneien, um so eine Auslastung der vorhandenen Hotelkapazität über den ganzen Winter zu sichern. Die eingesetzten Schneekanonen produzieren aber nicht nur Schnee, sondern auch Lärm, der die erholungssuchenden Skiläufer, insbesondere nachts, empfindlich belästigen kann.

1985 fand deshalb in Bad Kleinkirchheim ein Internationaler Schnei-Test statt [1], bei dem neben den schneetechnischen Eigenschaften der eingesetzten Kanonen auch die Schallabstrahlung [2] gemessen wurde. Dem Anwender sollte so die Möglichkeit gegeben werden, für die nächtliche Beschneieung von Pisten in Hotelnähe möglichst leise Kanonen auszuwählen.

Erzeugung von künstlichem Schnee

Künstlicher Schnee wird im wesentlichen durch zwei Verfahren erzeugt:

1. Druckluftkanonen

In Druckluftkanonen werden Luft und Wassertröpfchen unter hohem Druck (bis 20 bar) gemischt und durch eine



Bild 1: Druckluftkanone

Düse ausgeblasen. Das Foto in **Bild 1** zeigt eine Schneekanone in Betrieb, die mit einer Düse Schnee erzeugt.

2. Propellerkanonen

Propellerkanonen erzeugen Schnee, indem Wasser durch kleine Düsen zerstäubt wird und in der Luft gefriert. Durch einen Ventilator werden die Eispartikel weggeblasen. In **Bild 2** ist eine typische Propellerkanone abgebildet.

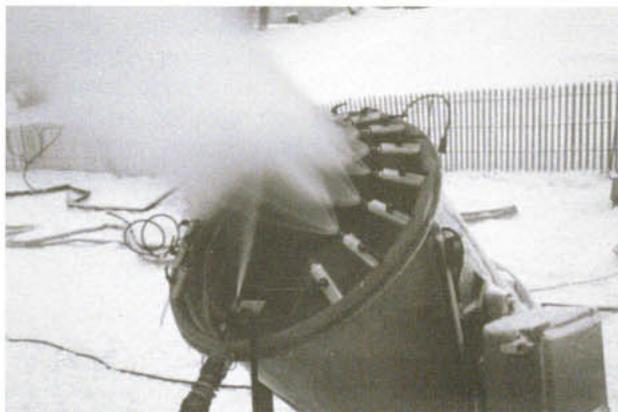


Bild 2: Propellerkanone

Meßaufbau

Die Messungen des Schneekanonenlärms wurden mit drei Mikrofonen gleichzeitig durchgeführt. Die beiden Seitenmikrofone waren jeweils 20 m von der Düse entfernt senkrecht zur Strahlachse in der Düsenebene aufgebaut. Das dritte Mikrofon war 50 m vor der Düse in Schneewurfrichtung aufgestellt. Alle drei Mikrofone befanden sich etwa 1,5 m über der Schneeoberfläche und waren durch einen Windschirm und einen Regenschirm geschützt. Die Mikrofonensignale wurden vor Ort mit einem Oktav-Analysator ausgewertet. Parallel dazu wurden sie auf einem Tonbandgerät gespeichert, so daß später im Labor eine Schmalbandanalyse möglich war. Das Foto in **Bild 3** zeigt die Seilbahnkabinen, in denen die Meßgeräte untergebracht waren. Links erkennt man das Mikrofon in Schneewurfrichtung.



Bild 3: Meßkabine mit Mikrofon in Schneewurfrichtung

Ergebnisse

In Bild 4 ist der A-bewertete Summenpegel des von den teilnehmenden Schneekanonen abgestrahlten Geräusches in Abhängigkeit von der Schneemenge aufgetragen. Auffällig ist, daß die Druckluftkanonen um mehr als 10 dB(A) lauter sind als die Propellerkanonen bei gleicher Schneemenge. Diese große Pegeldifferenz ist nur durch unterschiedliche Geräuschenstehungsmechanismen zu erklären, was insbesondere die Spektren in Bild 5 verdeutlichen.

Bei den Propellerkanonen sind die Ventilatoren die dominierenden Schallquellen, die ein spektrales Maximum um 500 Hz aufweisen. Bei den Druckluftkanonen ist der unter hohem Druck aus der Düse austretende Strahl die Hauptlärmquelle. In solchen sog. unterexpandierten Überschallfreistrahlen ist die Wechselwirkung zwischen Schockwellen und Turbulenz bzw. Wassertröpfchen für die Schallentstehung verantwortlich [3]. Das Maximum liegt bei Frequenzen oberhalb 1 kHz. Bei der Interpretation von Bild 5 muß man berücksichtigen, daß Schallwellen hoher Frequenz über einer Schneeoberfläche sehr viel stärker gedämpft werden als die tieffrequenten.

Lärmminderungsansätze

Die großen Pegelschwankungen innerhalb eines Bautyps lassen ein Lärmminderungspotential von 10 dB(A) erwarten. Lärmminderung an Druckluftkanonen ist durch die Entwicklung von "leisen" Düsen möglich. Durch den Einsatz einer sog. Lavalldüse wird die Schockwellenentstehung vermieden und dadurch der Strahlärm erniedrigt. Bei den Propellerkanonen wird der Einsatz von modernen Lärmminderungstechnologien am Ventilator zum Erfolg führen. So ließe sich z. B. das Ventilatorgehäuse aus Membran-Absorbieren [4] so aufbauen, wie es bei Dachventilatoren [5] bereits erfolgreich getestet wurde.

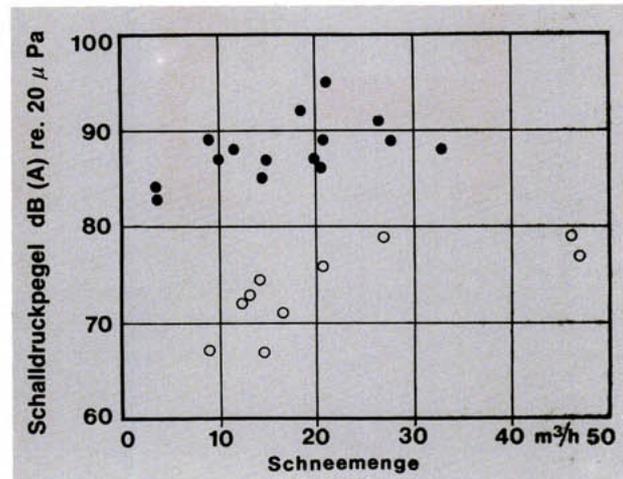


Bild 4: Vergleich der eingesetzten Schneekanonen
Summenpegel der beiden Seitenmikrofone gemittelt
● Druckluftkanonen ○ Propellerkanonen

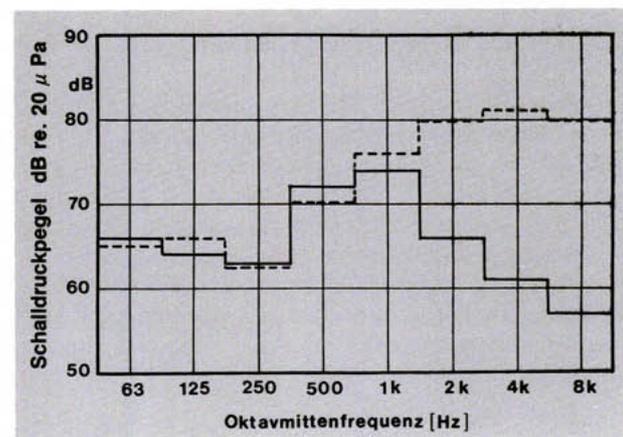


Bild 5: Vergleich zweier Schneekanonen
Schneemenge 20 m³/h
Pegel beider Seitenmikrofone gemittelt
— Propellerkanone - - - - - Druckluftkanone

Literatur

- [1] 3. Internationaler Schnei-Test Bad Kleinkirchheim, 12.-20.01.1985. Motor im Schnee 16 (1985) 34-36.
- [2] Ackermann, U.; Ghiladi, A.: "Noise Radiation of Snow Guns." Proc. of the 1985 Int. Conf. on Noise Control Engineering, Vol. 1, p. 331-334, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven (1985).
- [3] Ackermann, U.: "Sound Radiation from Cold and Heated Underexpanded Jets." AIAA 6th Aeroacoustics Conference, Hartford, Conn. 1980, Paper No. AIAA-80-0981.
- [4] Fuchs, H.V.; Ackermann, U.; Rambauser, N.: Membran-Absorber für den technischen Schallschutz. IBP-Mitteilung 135 (1987).
- [5] Jacobs, A.; Fuchs, H.V.; Ackermann, U.: Integration von Membran-Absorbieren in Dach-Ventilatoren. IBP-Mitteilung 165 (1988).

