



► Wissen ► Quarks & Co ► Sendung vom 23. Dezember 2008

URL: http://www.wdr.de/tv/quarks/sendungsbeitraege/2008/1223/002_weihnachtswissen.jsp

Warum ist es leiser, wenn es geschneit hat?

Psychologie und Physik von Schnee

 Dienstag, 23. Dezember 2008, 21.00 - 21.45 Uhr
 Mittwoch, 24. Dezember 2008, 09.50 - 10.35 Uhr (Wdh.)

Fillaki Pavlidis fragt:



► Warum wird es viel leiser, wenn der erste Schnee gefallen ist? (Video)

[http://www.wdr.de/tv/quarks/sendungsbeitraege/2008/1223/flash/002_weihnachtswissen_flash.jsp]

Leise rieselt der Schnee – und legt sich wie Watte über das Land. Ob Autolärm, Stimmen oder Schritte, alles klingt auf einmal gedämpft und leise. Aber warum ist das so? Schluckt der Schnee die Geräusche? Oder ist alles reine Psychologie? Auf der Suche nach der Antwort wird schnell klar: Die Antwort ist vielschichtig. Und es ist nicht alleine die Physik, die den Effekt erklären kann. Professor Hugo Fastl von der TU München hat diese Frage untersucht und Überraschendes herausgefunden.

Was beeinflusst die Wahrnehmung von Lautstärke?



Ein gleich lautes Geräusch, scheint bei einem roten Zug lauter zu sein...

Der Akustikexperte Hugo Fastl und sein Team an der TU München beschäftigen sich damit, wie Gerüche, der Tastsinn oder auch Bilder die menschliche Wahrnehmung von Tönen beeinflussen. Bei diesem Forschungsprojekt wurde auch der Einfluss der Farbgebung auf das Empfinden der Lautstärke untersucht. In einem Experiment spielten die Wissenschaftler den Versuchspersonen das Geräusch eines vorbeifahrenden Zuges vor. Gleichzeitig wurde ihnen auf einer großen Leinwand ein ICE gezeigt. Jedes Mal, wenn die Testpersonen das Zuggeräusch zu hören bekamen, wechselte die Farbe des Zuges: Der ICE war zunächst in Originalfarbe zu sehen – also weiß mit einem roten Streifen. Außerdem sahen die Personen im Test den Zug in hellroter, hellblauer und hellgrüner Farbe. Die Lautstärke des Zuggeräusches blieb dabei immer gleich. Die Testpersonen nahmen allerdings unterschiedliche Lautstärken wahr: Ihnen erschien der rote Zug im Vergleich zum hellgrünen Zug lauter.

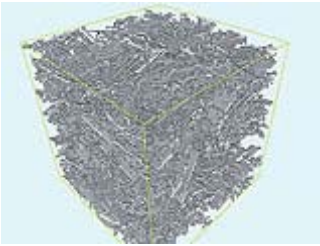
In einem zweiten Experiment wurden den Versuchspersonen erneut Geräusche von vorbeifahrenden Zügen vorgespielt. Anders als im ersten Versuch zeigten die Wissenschaftler den Testpersonen ein Bild von einem Baum in einer Sommer- und später in einer



Winterlandschaft. Obwohl die Geräusche des vorbeifahrenden Zugs wieder gleich laut abgespielt wurden, hatten die Versuchspersonen nun den Eindruck, das Geräusch sei insgesamt nicht mehr so laut. Ein zweiter Effekt: Steht der Baum in der Winterlandschaft, scheint die Lautstärke des Zuges noch geringer als beim grünen Baum im Sommer zu sein. Warum das so ist untersuchen die Münchner Forscher noch.

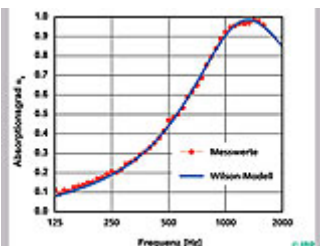
...als bei einem grünen.
Woran das liegt,
versuchen die Forscher
noch herauszufinden.

Wirkt Schnee schallabsorbierend?



Strukturbild eines
Schneewürfels von 6mm
Kantenlänge, festgehalten
mit einem
Computertomografen.

Die Psychologie ist aber nur ein Teil der Antwort auf die Frage: Warum ist es leise, wenn es geschneit hat? Wissenschaftler vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik sind auf der Suche nach neuen schalldämmenden Stoffen und haben dafür Schnee im Labor untersucht. Dafür ließen sie sich vom schweizerischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung speziell präparierte Schneeproben zuschicken. Frisch gefallener Schnee verändert seine Struktur innerhalb weniger Stunden: Die Schneeflocken verlieren ihre feine Kristallstruktur und wachsen zusammen. Die "verbackene" Eismasse hat Hohlräume und sieht aus wie ein "Schwamm aus Eis". Einzelne Schneekristalle sind dann nicht mehr erkennbar.



Je höher ein Ton ist,
desto leichter kann er
durch Schnee gedämpft
werden.

Die untersuchte Schneeprobe bestand zu knapp 90 Prozent aus Luft, der Rest war aus Eis. Das Luft-Eis-Verhältnis ist für das Schallschlucken entscheidend. Der Schall trifft auf die Hohlräume der Schneestruktur. Die Energie der Schallwellen wird dabei zum Beispiel in Wärme umgewandelt, verursacht durch die Reibung der Schallwellen am Schnee. Für eine starke Schallabsorption ist also eine geeignete Anordnung der Hohlräume und natürlich eine gewisse Dicke der Schneeschicht nötig. Bei einer fünf Zentimeter dicken Schneeprobe konnten die Wissenschaftler etwas Erstaunliches feststellen: Ein Ton mit der Frequenz von \rightarrow 1000 Hertz wurde fast komplett geschluckt. Tiefere und höhere Töne wurden auch gedämpft – jedoch weniger stark. „Die Ergebnisse sind eindeutig“, so Professor

Waldemar Maysenhölder vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik: "Schnee absorbiert Schall. Allerdings absorbieren nicht alle Schneearten gleich gut. Aber dieser Schnee mit knapp 90 Prozent Luftanteil ist ein sehr guter Schallabsorber." Ob das auch in der freien Natur gilt, messen die Forscher gemeinsam mit Quarks & Co in einem Experiment.

Dem Schall auf der Spur – im Schnee

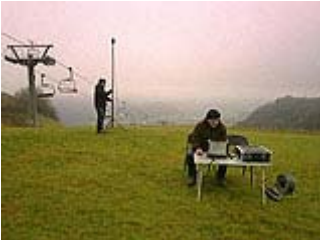
Das Alpen-Experiment



▶ zur Fotogalerie

[http://www.wdr.de/tv/quarks/sendungsbeitraege/2008/1223/flash/002_weihnachtswissen_flash_2.jsp]

Wenn es um Schallmessung geht, arbeitet Professor Hugo Fastl von der TU München mit externen Experten wie Ulrich Möhler zusammen. Zum ersten Mal und exklusiv für Quarks & Co messen Ulrich Möhler und sein Kollege Christian Eulitz, wie stark Schnee den Schall reduziert. In den bayerischen Alpen bei Oberaudorf liegt Mitte November in einer Höhe von gut 800 Metern noch kein Schnee.



Die Akustikexperten Ulrich Möhler und Christian Eulitz bei den Messvorbereitungen hoch über Oberaudorf.

Die beiden Ingenieure haben zum Messen eine besondere Schallquelle zur Verfügung: die Traditionsschützen vom Niederaudorfer Böllerschützenverein. Beim Abfeuern ihrer großkalibrigen Waffen fliegt ein Holzpfropf mit einem Höllenlärm in die Luft. Der Schallpegel liegt bei 95 → Dezibel. Ende November: Es hat geschneit. Quarks und Co wiederholt die Messung bei einer etwa zehn Zentimeter dicken und zwei Tage alten Schneeschicht. Die Lautstärke ist auf 92 Dezibel gesunken. Das scheint nicht viel zu sein. Aber ein Schallunterschied von 10 dB bedeutet für unser Gehör, eine Verdopplung bzw. Halbierung der Lautstärke. Es war also merklich leiser.

Reibung erzeugt Wärme



Die verschneiten Gipfel des „Wilden Kaisers“ bei Oberaudorf.

Die Wissenschaftler erklären diese deutliche Schallreduktion vor allem durch zwei Effekte. Erstens durch die Reibung der Luft an der Eisoberfläche im Schnee. Je lauter ein Geräusch ist, desto stärker wird die Luft in Bewegung versetzt. Die Schallwellen dringen in den Schnee ein und setzen die Luft in den Hohlräumen in Bewegung. In den engen Hohlräumen des Schnees wird die Luft abgebremst. Durch die Reibung, die dabei auftritt, entsteht Wärme. Die wiederum wird vom Eis aufgenommen. Durch diese Energieumwandlung wird der Schall gedämpft. Dieser Effekt macht den größten Teil der Schalldämmung aus.

Wärmeaustausch zwischen Luft und Eis

Doch es gibt noch einen zweiten Effekt, der aber deutlich schwächer ist: Die Luft wird durch Schallwellen nicht nur in Bewegung versetzt, sie verursachen auch kleinste Druck- und Temperaturschwankungen. Dort, wo der Luftdruck gerade erhöht ist, ist auch die Temperatur etwas höher. Und dort, wo der Luftdruck gerade geringer ist, ist auch die Temperatur tiefer. Diese Temperaturschwankungen liegen bei einer Lautstärke von 95 Dezibel im Bereich von einem tausendstel Grad Celsius. Je lauter der Schall, desto größer sind also die Temperaturschwankungen. Im Schnee ist die Luft aber auf einer großen Fläche mit dem Eis in Kontakt. Wenn für die Wärmeleitung genügend Zeit zur Verfügung steht, nimmt das Eis bei hohem Druck Wärme auf und gibt bei niedrigerem Druck wieder Wärme an die Luft ab. Wenn das "im Takt" geschieht, verliert die Schallwelle dabei keine Energie. Es wird also auch nicht leiser. Wenn aber der Wärmeaustauschprozess bei höheren Frequenzen nicht mehr gleichzeitig stattfindet und sich der Druck ausgleichen kann, geben die Schallwellen Wärme ans Eis ab; es wird leiser.

Stichwörter

Frequenz von 1000 Hertz

Als Frequenz bezeichnet man die Anzahl von Ereignissen innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Bei der Tonhöhe geht es um die Anzahl der Schwingungen von Schallwellen innerhalb einer Sekunde. Ein

Beispiel: Das dreigestrichene "c" einer Sopranistin ist ein Ton mit 1000 Schwingungen pro Sekunde.

▲ Zurück zum Absatz

Dezibel

Ein Dezibel entspricht dem zehnten Teil eines Bel und ist als Hilfsmaßeinheit für Schallpegel in der Akustik nach Alexander Graham Bell benannt. Ein Dezibel ist keine Einheit wie Watt oder Ampere, sondern beschreibt den Grad der Dämpfung bzw. Verstärkung, den eine Schwingung (Beispiel: Schallwelle) erfährt. Eine Steigerung um 10 dB z. B. von 80 auf 90 dB (siehe unten „verkehrsreiche Straße => Schwerer LKW“) bedeutet eine Verdopplung der Lautstärke. ▲ Zurück zum Absatz

Autor:

Robert Schotter; Beratung: Prof. Waldemar Maysenhölder

Stand: 17.12.2008

© WDR 2009