

**FORUM: KONTROVERSE UM DEN NUTZEN DER OKOSTEUER**

AUGUST 8/1998

12,50 DM

42,50 sfr / 95 6S / 305 Flux / 17000 Lire



# Spektrum

DER WISSENSCHAFT

SCIENTIFIC  
AMERICAN  
DEUTSCHE AUSGABE

**Kosmische Mahlströme –  
Energiequellen  
für Quasare**



**Singender Sand • Flüssige Computer • Umweltschonende Garnelenzucht**

D6179E

# Singender Sand

Obwohl man schon viel über die Entstehungsbedingungen des kuriosen Phänomens herausgefunden hat, sind die zugrundeliegenden Mechanismen noch immer nicht völlig geklärt.

VON FRANCO NORI, PAUL SHOLTZ UND MICHAEL BRETZ

Seit Jahrtausenden vernehmen Nomaden bei ihren Wanderungen durch die Wüste manchmal geheimnisvolle Töne, von denen sie früher glaubten, sie stammten von Dämonen oder anderen übersinnlichen Wesen. Marco Polo (1254 bis 1324) berichtete von bösen Geistern, welche „die Luft zuweilen mit allerlei Lauten von Musikinstrumenten erfüllen, selbst mit Trommelklang und Waffengeklirr“. Heute verfügen wir über eine nüchterne Erklärung des Phänomens: Die Töne entstehen durch die Bewegung von Sand.

Mindestens 30 dröhnende Dünen sind in Wüsten und an Stränden in Afrika, Asien, Nordamerika und andernorts entdeckt worden (Bild 2). Ihr Getöse wurde mit Glocken-, Trompeten-, Dudelsack- und Nebelhornklängen verglichen. In manchen Beschreibungen ist auch von Stöhnen, Surren oder dem Summen von Telegraphenleitungen, ja zuweilen sogar von Kanonenschlägen, Donner oder dem Lärm tieffliegender Propellerflugzeuge die Rede. Bis heute existiert keine allgemein anerkannte wissenschaftliche Theorie darüber, warum Sand unter bestimmten Bedingungen solche Geräusche von sich gibt.

Liegt es an der Größe oder Form einzelner Sandkörner, oder kommt es auf die besondere Art ihrer Wechselwirkung an? All dies spielt – neben weiteren Faktoren – sicherlich eine Rolle. Bislang wurden nur wenige systematische Untersuchungen durchgeführt, und keine ist zu einer eindeutigen Erklärung gelangt. Auch wir behaupten nicht, die genaue Ursache zu kennen, möchten jedoch einige Fragen aufwerfen, deren Beantwortung Hinweise auf den Mechanismus geben könnte.

## Quietschen und Dröhnen

Die vom Sand erzeugten Töne sind nicht immer spektakulär. So entstehen beim Laufen über viele Strände an Küsten, Seen und Flußbetten auf der ganzen Welt quietschende Geräusche. Dröhnender Sand ist dagegen sehr viel seltener und geheimnisvoller. Außer Marco Polo

setzte er auch Charles Darwin in Erstaunen. Man findet ihn fast ausschließlich in großen, oft isoliert gelegenen Dünen tief im Innern von Wüsten oder an trockenen Stränden im Hinterland, weitab von Gewässern.

Das Geräusch dieses Sandes wird häufig mit dem Klang von Musikinstrumenten verglichen. Bisweilen treten die Laute in gleichmäßigen Abständen auf und hören sich an wie Trommel- oder Tamburinschläge. In anderen Fällen erinnern sie an Trompetenstöße oder Glockentöne, manchmal klingen sie auch wie eine angestrichene Kontrabaßsaite.

Solche relativ klaren Töne treten gewöhnlich nur dann auf, wenn sich geringe Mengen Sand unter dem Einfluß einer äußeren Kraft in Bewegung setzen und dabei Schwingungen in einem engen Frequenzbereich erzeugen. So stellten wir 1994 fest, daß kleine, künstlich erzeugte Lawinen am Sand Mountain in Nevada tiefe brummende Töne hervorriefen, die denen eines Didgeridoo ähnelten, des traditionellen Instruments der australischen Ureinwohner (im wesentlichen ein langes Holzrohr).

Generell sollte man quietschenden und dröhnenden Sand auseinanderhalten. Ersterer erzeugt kurze hohe Töne mit einer Frequenz zwischen 500 und 2500 Hertz, die weniger als eine Viertelsekunde andauern (Bild 2c, d). Sie sind musikalisch weitgehend rein und enthalten oft vier oder fünf Oberschwingungen (Harmonische) eines Grundtons. Dröhnender Sand dagegen produziert tiefe Geräusche im Frequenzbereich zwischen 50 und 300 Hertz, die gewöhnlich wenige Sekunden, bei großen Dünen aber auch bis zu 15 Minuten währen (Bild 2a, b). Sie sind ziemlich laut und enthalten eine Vielzahl von benachbarten Frequenzen; nie wurde mehr als ein Oberton festgestellt.

Aus diesen Abweichungen zog man den weithin akzeptierten Schluß, daß beide Erscheinungen auf unterschiedlichen Mechanismen beruhen. Eine grundlegende Gemeinsamkeit aller tönenden Sande ist indes die Bewegung einzelner Körner. Wenn man etwa auf Sand läuft, wird dieser unter der Fußsohle nach unten

und zur Seite gedrückt, was mit einem Quietschen einhergeht. Bei dröhnendem Sand dagegen rutscht Material großflächig ab. Hier muß sich die Tonquelle im Innern der Lawine befinden. Ausgedehnte, voll ausgebildete Lawinen, bei denen große zusammenhängende Sandplatten abrutschen und fast während der gesamten Bewegung intakt bleiben, sind am lautesten. Ihr Dröhnen ist bis zu zehn Kilometer weit zu hören.

## Wüstenklänge

Ein guter Ansatzpunkt für die Analyse des Phänomens sind zweifellos die Sandkörner selbst. Ihr Durchmesser beträgt bei akustisch aktiven wie inaktiven Formen gleichermaßen durchschnittlich etwa 300 Mikrometer (tausendstel Millimeter). Im allgemeinen sind die Körner in dröhnenden Dünen – insbesondere auf der Leeseite, wo der Lärm entsteht – annähernd gleich groß. Eine solche Einheitlichkeit verbessert die Gleiteigenschaften; denn kleinere Körner würden das gleichmäßige Abrutschen der größeren verhindern.

Trotzdem ist eine annähernd homogene Größenverteilung keine Vorbedingung für das Entstehen von Tönen. So weisen die dröhnenden Sande von Koriwo und Gelf Kebib (Libyen) ein untypisch breites Spektrum von Korngrößen auf. Außerdem enthält „schweigender“ Sand vielfach dieselben Kornarten wie lärmender in seiner Nachbarschaft.

Dröhnende Sandkörner zeichnen sich andererseits oft durch ungewöhnlich glatte Oberflächen aus – mit Unebenheiten von nur wenigen Mikrometern Höhe. Die zugehörigen Dünen befinden sich vielfach auf der Leeseite ausgedehnter Sandflächen. Während die Körner, vom Wind getrieben, darüber hinweggerollt und -gehüpft sind, wurden sie häufig sehr glatt geschliffen. Aber auch durch mehrfache Umlagerungen innerhalb ei-

**Bild 1: Sandlawinen in den Dünen der Namib-Wüste in Südwestafrika erzeugen ein tiefes, dumpfes Dröhnen, das meilenweit zu hören ist.**