**Zeitschrift:** Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
**Band:** 3 (1948)
**Heft:** 9: </

**Artikel:** Ultraschall - in der Medizin
**Autor:** Lion, André
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-654253

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 13.07.2025

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

# Ultraschall – in der Medizin

*Von Dipl. Ing. André Lion*

Wir können nicht feststellen, ob Josuas Trompeten wirklich die Mauern von Jericho zerschmettert haben. Aber wir wissen, daß man ein Weinglas durch einen starken Klang bestimmter Tonhöhe zum Zerspringen bringen kann. Ein verwandter, aber nützlicherer «Trick» ist das Klären von Nebel, seine Umwandlung in Regen durch starke Schallwellen, was vor ein paar Jahren Wissenschaftern der amerikanischen Flotte über einem kalifornischen Flugplatz gelungen ist. Leider wurde dabei selbst den seefestesten Seeleuten schwindelig und übel, so daß das Verfahren in dieser Form nicht brauchbar ist. Aber die Versuche werden fortgesetzt, jetzt mit Ultraschallwellen, und sie waren, wenigstens im Laboratorium, erfolgreich. Ultraschallwellen unterscheiden sich, abgesehen von ihrer kürzeren Wellenlänge – und entsprechend höherer Frequenz – physikalisch nicht von Schallwellen. Sie sind jedoch für das menschliche Ohr unhörbar, und deshalb werden bei ihrer Anwendung beim Entnebeln von Flugplätzen bestimmt keine Trommelfelle platzen, und vermutlich wird auch niemandem dabei übel werden.

Der Salontrick mit dem «zerschrieenen» Weinglas gibt einen Begriff von dem hohen Energiegehalt starker Schallwellen. Vielleicht können wir froh sein, daß unser Ohr-Gehirn-Mechanismus nur rund zehn Oktaven Schall, etwa zwischen 20 und 20 000 Schwingungen in der Sekunde als Klang oder Geräusch empfindet. Manche Tiere vernehmen viel höhere, das heißt kurzwelligere Schallwellen. Insekten «unterhalten» sich miteinander über Wellenlängen, die das stumpfe menschliche Ohr nicht vernimmt. Der Hörbereich von Katzen und Hunden erstreckt sich bis zu 35 000 Schwingungen, und es gibt Ultraschallpfeifen, mit denen man seinem Hund pfeifen kann, ohne die Nachbarn zu stören; kein Mensch kann sie hören. Solch eine «stumme» Pfeife ist ein wesentlicher Teil eines kürzlich herausgebrachten Ultraschalltüröffners für Garagen. Wenn im Auto auf einen Knopf gedrückt wird, «pfeift» die Pfeife unhörbar. Sobald ein kleines Mikrophon an der Garagewand die Ultraschallschwingungen empfängt, startet es einen Motor, der die Tür öffnet und das Licht in der Garage einschaltet.

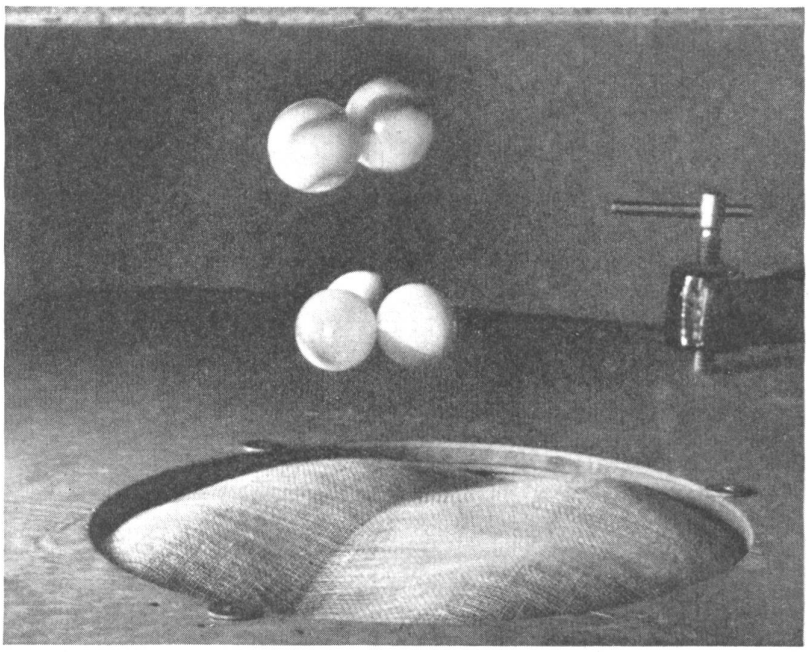
Ratten hören Töne bis zu 40 000 Schwingungen und Fledermäuse sogar bis zu 100 000, also über zwei Oktaven höher, als unser Ohr anspricht. Mit Hilfe von Lauten derartig hoher Frequenz und ihrer Echos haben die Fledermäuse ein radarartiges Navigationssystem entwickelt, das es ihnen ermöglicht, im Dunkeln zu fliegen, ohne jemals irgendwo anzustoßen – Jahrmillionen bevor der Mensch die Echosonde für Tiefenmessung oder gar Radar- und Sonargeräte (s. Prisma Hefte 2, 3 und 9, 1. Jahrgang) erfunden hat.

Es gibt eine Reihe physikalischer Mittel, solchen unhörbaren Schall zu erzeugen, und diese Mittel sind für zahlreiche wissenschaftliche und praktische Zwecke eingesetzt worden. Das Band der im Laboratorium erzeugbaren «lautlosen» Schallwellen ist viel breiter als das der hörbaren, rund 15 Oktaven, von 20 000 bis 500 000 000 in der Sekunde.

In den Vereinigten Staaten wurden die physikalischen und chemischen Wirkungen des unhörbaren Schalls auf alle Arten von Materie, tote und lebende, zuerst vor einigen zwanzig Jahren von zwei Physikern, Professor Robert W. Wood und Alfred L. Loomis, beschrieben. Das Prinzip des von den beiden Physikern verwendeten Verfahrens der Ultraschallwellenerzeugung wird heute noch für viele Zwecke angewendet: Sie brachten einen zehn Zentimeter im Quadrat messenden Quarzkristall mit elektrischen Mitteln auf rund 300 000 Schwingungen in der Sekunde. Diesen «piezo-elektrischen» Kristall (s. Prisma, Heft 10, 2. Jahrgang) legten sie in ein Ölbad. Sobald er zu schwingen begann, bildete sich auf der Ölfläche ein etwa sieben Zentimeter hoher «Vulkan», der Öltropfen bis zu vierzig Zentimeter hoch ausspie.

Die beiden Wissenschafter erkannten sofort, daß hier eine starke Energiequelle mit ungeahnten Möglichkeiten am Werke war, aber sie wußten zuerst nicht, mit welcher Form von Energie sie es zu tun hatten. Sie vermuteten, daß das «Kochen» des schallerregten kleinen Ölvulkans durch Wärmeerzeugung verursacht wurde, und so tauchten sie ein Thermometer in das Öl. Zu ihrem Erstaunen stieg das Thermometer kaum an. Aber dafür wurde das Glasrohr so heiß, daß sie sich die Finger verbrannten. Der geringe Bruchteil der Ultraschallschwingungen, der durch das Öl das Thermometer erreichte, genügte, um so viel Reibung mit den Fingern zu erzeugen, daß sich Brandblasen auf der Haut bildeten. Ja, die beiden Physiker machten sogar dieselbe schmerzliche Erfahrung, wenn sie einen einen Meter langen Glasfaden in das Öl tauchten, der

Bild 1: *Sehr intensive Schall- oder Ultraschallwellen üben einen ganz beträchtlichen Druck aus, der, wie zum Beispiel bei dieser im Pennsylvania State College gebauten Sirene, so groß sein kann, daß er die Schwerkraft ausgleicht. Bis zu zwei Zentimeter große Marmeln können auf diese Weise zwischen der Sirene und einer reflektierenden Wand in der Luft zum Schweben gebracht werden. Sie schweben in Gebieten, in denen sich die ursprüngliche und die reflektierte Welle aufheben. Die im Bild gezeigten Marmeln sind massive Glaskugeln. Die Frequenz der Sirene ist hier 3600 pro Sekunde, also innerhalb des Hörbereichs.*



so dünn war, daß man ihn kaum sehen konnte. Mit zugespitzten Glasstäben konnten sie Löcher durch Holzplatten brennen.

Wood und Loomis konnten damals auch schon zeigen, was diese mächtigen Schallwellen für Lebewesen bedeuten können. Rote Blutkörperchen wurden schnell zerstört, einzellige Lebewesen sofort getötet. Kleine Fische und Frösche starben, nach dem sie eine oder zwei Minuten lang den Ultraschallvibrationen ausgesetzt waren, was vorher bereits von einem französischen Professor, Langevin in Toulon, beobachtet worden war (Bild 2 a und b). Es gelang ihnen damals zwar nicht, selbst mit einer zwanzig Minuten langen «Behandlung» Mäuse zu töten, aber die Tiere waren am Ende des Versuchs fast völlig gelähmt. Vor kurzem ist es Physikern des Pennsylvania State College gelungen, mit der von einer sehr starken Ultraschallsirene erzeugten Energie Mäuse innerhalb einer Minute zu töten.

Es gelang Wood und Loomis ferner, mit Hilfe von Ultraschallwellen gewisse chemische Reaktionen zu beschleunigen, Paraffin zum Kristallisieren zu bringen und eine Flüssigkeit in einen feinen Nebel zu «atomisieren». Mit all diesen Versuchen wurde die Grundlage eines neuen Zweiges der theoretischen und angewandten Physik geschaffen – die praktische Anwendung «lautloser» Schallwellen.

* * *

In den zwei Jahrzehnten, die seit Woods und Loomis' klassischen Versuchen vergangen sind, haben viele amerikanische Wissenschafter versucht, Ultraschallwellen für medizinische Zwecke auszunutzen. Während des Krieges setzte Professor A. P. Krueger von der Universität von Kalifornien Eiter erregende Staphylococcus-Bakterien solchen durchdringenden Schallwellen aus. Sie zersetzten sich sofort. Der Wellenerzeuger, mit dem Krueger Bazillen und Viren bearbeitete, bestand aus einer magnetischen Nickelröhre, die sich unter dem magnetisierenden und entmagnetisierenden Einfluß eines elektromagnetischen Wechselfeldes abwechselnd zusammenzog und ausdehnte, und diese «Magnetostriktion» verursachte mächtige Schallwellen. Wenn auch durch diese Wellen Bazillen im Reagenzglas getötet werden konnten, bedeutet das noch lange nicht, daß die Ärzte etwa eine Eiterung heilen können, indem sie eine vibrierende Nickelröhre drauflegen. Aber eines Tages wird vermutlich eine praktische Anwendung dieser Möglichkeit gefunden werden.

Die Aussicht, Ultraschallwellen für medizinische Zwecke verwenden zu können, ist deshalb nicht schlecht, weil diese Wellen wie Radio- und Lichtwellen mit Hilfe von Reflektoren oder Linsen auf einen «Brennpunkt» konzentriert werden können, wodurch ihre örtliche Wirkung stark gesteigert, die auf das umgebende Gewebe aber auf ein Mindestmaß beschränkt werden kann.

Die Bündelung von Ultraschallwellen gelang zuerst Wissenschaftern der medizinischen Fakultät der Colorado-Universität. Mit Hilfe eines Quarzhohlspiegels in einem Ölbad konnten sie aus einem auf einer Cellophanmembran ruhenden Ölfilm eine kegelförmige Säule bilden oder Kegel aus Paraffin herausschmelzen, wenn der den Quarz zum Schwingen bringende Strom

schwach war und längere Zeit wirkte. Wenn hingegen ein sehr starker Strom – und damit sehr intensive Ultraschallwellen – nur einige Sekunden lang wirkte, konzentrierte sich die Schmelzwirkung auf die Spitze des Kegels, den Brennpunkt.

Dieselbe Brennpunktwirkung von Ultraschallenergie wurde in Organen von Versuchstieren erzielt, zum Beispiel in der Leber oder der Gehirnrinde von Hunden. Bei den Gehirnversuchen wurden Lähmungssymptome und Störungen der Muskelkoordination erzielt, genau wie bei entsprechenden Eingriffen von außen. Damit war der Beweis erbracht, daß gerichtete und gebündelte Ultraschallwellen für diathermische Zwecke und für «messerlose» Operationen verwendet werden können. Doktoren der neurologischen Abteilung der Columbia-Universität in New York haben an zahlreichen Hunden, Katzen und Affen durch Ultraschallwellen von der Frequenz 800 000, die mit Hilfe eines Quarzhohlspiegels auf einen bestimmten Punkt gerichtet wurden, Gehirnoperationen vorgenommen, ohne die Schädel aufzumeißeln.

Kürzlich ist es zwei medizinischen Forschern des Instituts der Mayo Foundation, Dr. Julia F. Herrick und Dr. E. J. Baldes, gelungen, Krebsgewebe in einem an experimentellem Hautkrebs leidenden Hund zu zerstören. Die beiden Ärzte sagen nicht, daß sie die bösartige Geschwulst geheilt haben, sondern sprechen vorsichtigerweise nur von «bedeutenden Veränderungen». Krebsbehandlung durch Ultraschall ist noch im Anfangsstadium, und es wird bestimmt noch Jahre dauern, bis eine wirksame Krebskur mit Ultraschall- oder Schallwellen entwickelt worden ist. Aber ein bedeutsamer Anfang ist gemacht worden. Ischias und Neuralgien sind inzwischen erfolgreich mit Ultraschall behandelt worden.

In dem von Herrick und Baldes für ihre Versuche verwendeten Gerät werden ebenfalls Schwingungen von der Frequenz 800 000 erzeugt. Ein Hohlring aus Lucite-Kunststoff, ungefähr so groß wie die Geschwulst, wird auf die erkrankte Stelle gelegt. Dann wird heißes Wasser in den Ring geleitet, um alle Luft zu verdrängen, die den Verlauf der Schwingungen beeinflussen könnte. Nachdem eine mit dem Gerät verbundene Metallkappe über den Ring gesetzt worden ist, wird der Strom eingeschaltet. Die Ultraschallwellen dringen durch das Wasser in den erkrankten Teil der Haut ein und zerstören das bösartige Gewebe, ohne die Haut außerhalb des Ringes anzugreifen.

Offenbar beruht der zerstörende Einfluß von intensiven Ultraschallwellen auf krankes – oder gesundes – Gewebe auf einer Kombination mehrerer Wirkungen: Der Zellinhalt wird in starke Erschütterung versetzt, und durch Reibung wird dabei für die Zelle schädliche Hitze erzeugt. Chemische Reaktionen in der Zelle werden beschleunigt, so daß eine Art Selbstzerstörung einsetzt. Außerdem erzeugen die Wellen kleine Blasen in der Zelle und tragen zu deren Zerstörung durch einen mit Cavitation bezeichneten Vorgang bei. – Eine Gruppe von Wissenschaftern der Universität von Washington will jetzt versuchen, auch andere Krebsarten als Hautkrebs mit Ultraschall zu behandeln.

Auch für andere medizinische Zwecke ist Ultraschall verwendet worden, zum Beispiel bei der Gewinnung von Seren oder bei der Zersplitterung von Kristallen einer der Sulfadrogen, Sulfathiazol, in mikroskopisch kleine Splitter. Wenn diese winzigen Splitter in Wasser oder einer Salzlösung fein verteilt werden, können sie mit einer feinen Nadel eingespritzt werden, was mit Aufschwemmungen von nicht zersplitterten Kristallen nicht gelingt, weil die Kristalle zu groß und zu unregelmäßig sind. Die Mikrokristalle zerstören Krankheitskeime schneller, weil sie sich schneller auflösen und keine Klumpen bilden. Hunderte von Wunden, verursacht durch Verletzungen, Infektionen oder Abzesse, Verbrennungen und Unterleibsoperationen sind erfolgreich mit Sulfa-Mikrokristallen behandelt worden, die durch Ultraschallwellen aus großen Kristallen «herausgeschüttelt» worden sind.

Fortsetzung «Ultraschall in der Industrie» in der nächsten Nummer

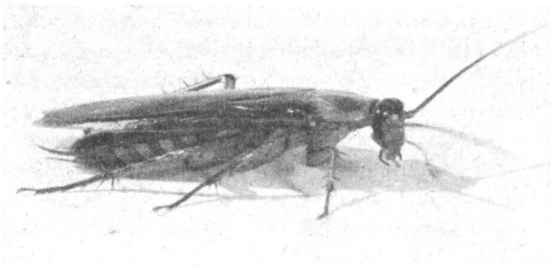


Bild 2a: *Eine Kakerlake, bevor sie Ultraschallwellen ausgesetzt war. Versuche haben ergeben, daß eine weibliche Kakerlake durch Ultraschall hoher Frequenz in einer Minute, eine männliche in drei Minuten getötet werden kann.*

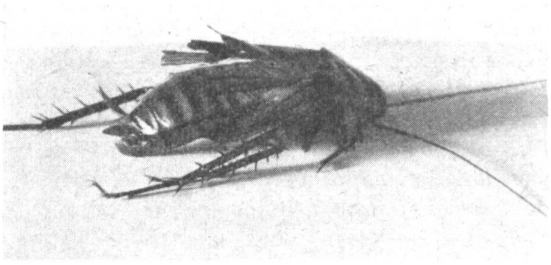


Bild 2b: *Dieselbe Kakerlake, nachdem sie Ultraschallschwingungen ausgesetzt worden war. Die Flügel sind fast ganz zerfetzt, und der Körper zeigt die Einwirkungen der starken Hitze.*

(Photos Pennsylvania State College)