

Das Miniatur-Mikrofon MicrOS misst 4 x 4 x 11 mm

Das Mikrofon ohne Membran

Eine revolutionäre Erfindung an der Technischen Universität Wien ermöglicht eine völlig neue Art der Tonaufnahme

Gewöhnliche Mikrofone haben eine Membran, die durch den Schall in Schwingung versetzt wird. Die Erfindung von Balthasar Fischer funktioniert allerdings ganz anders: Mit Hilfe von Laserstrahlen wird der Schalldruck in der Luft gemessen.

Dipl.-Ing. Günther Konecny (Text), Fa. Xarion (Fotos)

Dr. Balthasar Fischer, ein junger Forscher an der TU Wien, hat nicht nur Physik studiert, sondern auch eine Ausbildung zum Tonmeister abgeschlossen. Eines Tages kam ihm die Idee, seine beiden Spezialgebiete zu vereinen: Er entwarf ein Mikrofon, das mit Laserlicht funktioniert und im Gegensatz zu allen anderen Aufnahmegeräten völlig ohne schwingende Membran auskommt. Schon bald wurde aus dieser Idee ein Forschungsprojekt am Institut für Photonik (Arbeitsgruppe Prof. Wintner) der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik an der TU Wien – unterstützt von der Firma NXP Sound Solutions in Wien. In seiner Dissertation konnte Fischer zeigen, wie beeindruckend gut sein neuartiges Mikrofon funktioniert. Sein Mikrofon misst den Schall, indem es minimale Dichteschwankungen der Luft in einem Laser-Interferometer detektiert. Der Brechungsindex eines Mediums hängt nämlich von seiner Dichte ab. Bei einer Dichteerhöhung wird auch der Brechungsindex höher und damit verlängert sich der Weg des Lichtstrahles. Nachdem damit der „proof of concept“ erbracht war, meldete Fischer seine Erfindung zum Patent an.

Das Licht und seine Geschwindigkeit

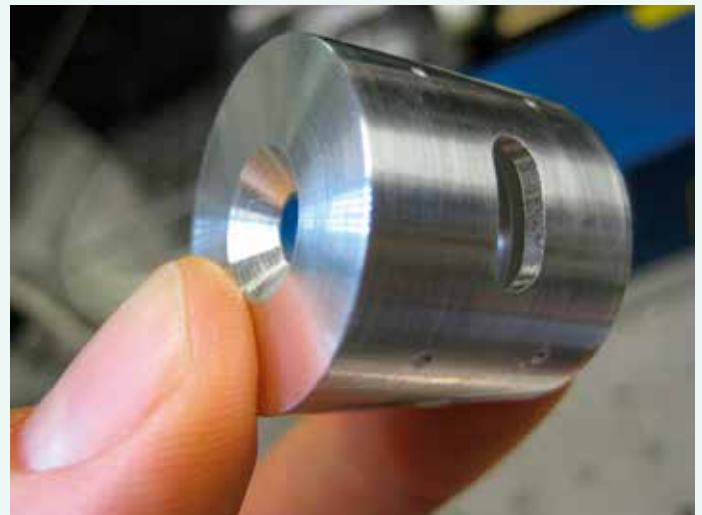
Die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist eine unveränderliche Konstante – und nichts auf der Welt

kann schneller werden als das Licht. Wenn sich das Licht allerdings nicht durch leeren Raum sondern durch ein Medium wie Luft, Wasser oder Glas bewegt, dann ist seine Ausbreitungsgeschwindigkeit geringer. Weil die Wellenlänge direkt mit der Lichtgeschwindigkeit zusammenhängt, nimmt auch die Wellenlänge des Lichtes dabei etwas ab. In der Luft ist dieser Effekt sehr klein – aber dennoch messbar. Je dichter die Luft ist, umso mehr wird Licht in ihr abgebremst. Durch eine Messung der Wellenlänge (die gleichzeitig auch eine Messung der Licht-Ausbreitungsgeschwindigkeit ist) kann also die Dichte der Luft festgestellt werden.

Nachdem Schall nichts anderes ist als eine Abfolge von Luftdruckänderungen und somit Dichteänderungen, kann man auf diese Weise Schallwellen direkt mit Licht aufzeichnen.

Schall bremst Licht

Die Grundidee des Laser-Mikrophons ist einfach: Ein Laserstrahl dringt in den Raum zwischen zwei Spiegeln ein und wird zwischen ihnen viele Male hin und her reflektiert. „Wenn die Wellenlänge des Laserlichts genau zum Abstand der Spiegel passt, verstärkt sich der Strahl dabei und kommt auf der anderen Seite in voller Stärke wieder hinaus“, erklärt Balthasar Fischer.



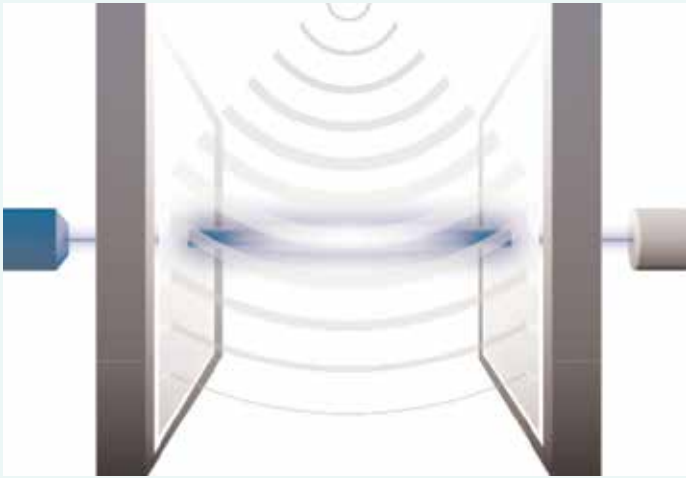
Das Laser-Etalon, das Herzstück des membranlosen Mikrofons



Dr. Balthasar Fischer mit seiner revolutionären Erfindung

Die Wellenlänge des Lichts ist allerdings vom Luftdruck abhängig. Wenn durch Schallwellen die Luft zwischen den Spiegeln zusammengedrückt und damit Druck und Dichte erhöht werden, sinkt dort die Lichtgeschwindigkeit und die Wellenlänge des Laserlichtes wird etwas kleiner. Die Wellenlängen-Änderung ist freilich minimal – aber sie reicht

aus, um den Lichtstrom durch die beiden Spiegel drastisch zu verändern. Das Lichtsignal wird dann aufgenommen und abgespeichert. Dadurch lassen sich besonders präzise Mikrofone bauen, die auch eine sehr geringe Störanfälligkeit für Windgeräusche und Körperschall haben.



Zwischen 2 Spiegeln verändert die Schallwelle die Luftdichte und damit den Brechungsindex für den Laserstrahl, woraus sich die jeweilige Schallamplitude ableiten lässt

Besser ohne Membran

Bei einem herkömmlichen Mikrofon versetzt die Schallwelle eine Membran in Schwingung, und die mechanische Bewegung der Membran muss in elektrische Signale umgewandelt werden. Klarerweise ist so ein Mikrofon sehr empfindlich gegenüber Vibrationen oder Windstößen. In Tonstudios wird oft großer Aufwand betrieben, um die Mikrofone von störenden mechanischen Schwingungen zu isolieren.

Ferner stellt die Membran ein Feder-Masse-System dar und besitzt als solches eine Eigenresonanz, was sich nachteilig auf die Frequenzlinearität des Mikrofons auswirken kann. Die träge Masse der bewegten Membran ändert zudem das Impulsverhalten des Mikrofons. Die nötige Kompensation dieser unerwünschten Eigenschaften erfordert ein aufwändiges und teures mechanisches Membran-Design, und oft ist eine künstliche Alterung der Komponenten nötig, um eine zeitliche Stabilität zu gewährleisten.

Für Anwendungen, bei denen eine hohe räumliche Auflösung wichtig ist, werden oft Mikrofon-Array-Anordnungen eingesetzt. Bei herkömmlichen Mikrofonen kann die Phasenstreuung zwischen den einzelnen Kapseln – bedingt durch die jeweils unvermeidlich leicht unterschiedliche Resonanzfrequenz – zu einer deut-

lichen Verschlechterung gegenüber der theoretisch erreichbaren Auflösung für Arrays führen. Das neue Laser-Mikrofon ohne bewegte Teile ist gegen solche Effekte unempfindlich. Der erste Prototyp des Mikrofons war allerdings noch etwas unhandlich groß. Das blieb nicht so.

Von der Dissertation-Idee zum eigenen Unternehmen

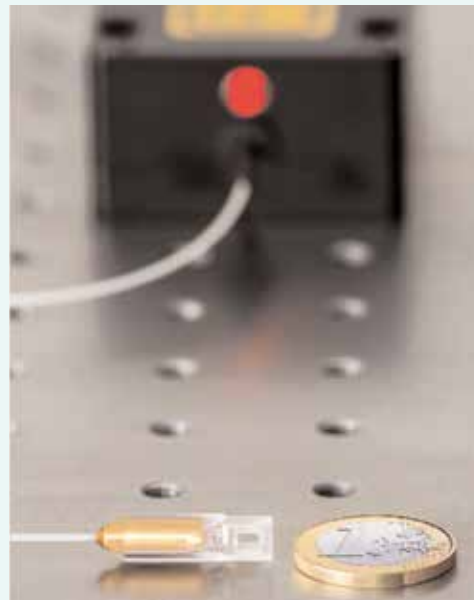
Im September 2012 gründete Dr. Balthasar Fischer gemeinsam mit seinem Geschäftspartner Dr. Leonhardt Bauer ein eigenes Unternehmen, die **XARION Laser Acoustics GmbH**, um eigenständig an der Vermarktung seiner Mikrofon-Idee weiterzuarbeiten. Und kein geringerer als der Nobel-Preisträger **Prof. Dr. Theodor W. Hänsch** erklärte sich bereit, das wissenschaftliche Beratungsteam zu leiten.

Inzwischen gibt es zwei Mikrofontypen, an denen für die Serienreife gearbeitet wird:

Das **MicrOS**, ein miniaturisiertes, 4 x 4 x 11 Millimeter großes optisches Mikrofon mit integriertem Laser und Elektronik, zum Einsatz in der Unterhaltungselektronik, bei Audio- und Navigationssystemen für Autos ebenso wie für Handys, Tablets oder Videosysteme für den Privatgebrauch. Das **FiberOS**, die Glasfasergekoppelte Variante, bei der der



Aufbau eines optischen Mikrofons inklusive Laserdiode (Mitte) und Photodioden (unten und oben). Der miniaturisierte Sensor ist in Glaswafer-Optik-Technologie realisiert und hat eine Grundfläche von 4 x 4 mm.



Im Vordergrund das miniaturisierte Mikrofon MicrOS. Es misst 4 x 4 x 11 mm.

Sensorkopf von der Laserquelle und der optischen Detektionseinheit getrennt ist. Dieses ist besonders für den Einsatz unter sonst für Mikrofone sehr ungünstigen Bedingungen gedacht oder wenn Radioaktivität oder elektromagnetische Interferenzen ins Spiel kommen. Wie etwa am Schweizer CERN. Dort ist man auf die Erfindung schon aufmerksam geworden und will beim Teilchenbeschleuniger das Super-Mikro dazu einsetzen, die supraleitenden Teilchen-Kollimatoren zu überwachen. Mit einer Variante des FiberOS soll das erstmals möglich werden.

Für das MicrOS hat ebenfalls schon ein Weltkonzert angeklopft: Es ist kein geringerer als SAMSUNG.

Bei XARION ist man aber vorläufig noch zurückhaltend, und der für das Marketing zuständige Dr. Bauer beschreibt das weitere Vorgehen: „Wir wollen jede Produktlinie zuerst in einem Lizenz- oder verkaufsfähigen Zustand haben, bevor wir in Verhandlungen eintreten. Dabei setzen wir bei der Herstellung auf modernste Wafer-Technologie, um hohe Stückzahlen kostengünstig herstellen zu können.“

www.xarion.com