

Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin
Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung
Band: - (1995)
Heft: 26

Artikel: Ultraschall erzeugt Bilder
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-967793>

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: 22.01.2026

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

Ultraschall erzeugt Bilder

Der Transfer von Erkenntnissen der Grundlagenforschung in die industrielle Praxis braucht Zeit – und schlägt oft unerwartete Wege ein. Ein Beispiel dafür ist das an der ETH Zürich weiterentwickelte sehr leistungsfähige Ultraschallmikroskop. Ursprünglich für den Gebrauch in der Biologie und der Medizin gedacht, interessiert es nun auch die Produzenten von Papier, Metallen und Farben.

Ein Messgerät zur Schichtdickenmessung, abgeleitet vom ETH-Ultraschallmikroskop, wurde versuchsweise in einer grossen Schweizer Papierfabrik eingesetzt. Hier kontrollierte es die Dicke des Biofilms aus Algen und Bakterien an jenen Stellen, wo die Produktionsgeräte mit der Papiermasse in Berührung kommen. Dank dieser auf 50 Mikron (50 Tausendstelmillimeter) genauen permanenten Messungen lässt sich der Biofilm leichter konstant halten, was der Papierqualität zugute kommt und die Ausschussrate vermindert.

Im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft für industrielle Forschung AFIF in Zürich (einer privaten Organisation mit dem Ziel, die an öffentlichen Forschungsstätten erzielten Resultate umzusetzen) laufen auch weitere Versuche mit dem Ultraschallmikroskop; wieder andere warten bloss noch auf die Finanzierung. Das Instrument, dessen Bewährungsproben in der Praxis jetzt also laufen, entstammt der vom Schweizerischen Nationalfonds geförderten Grundlagenforschung, speziell dem Nationalen Forschungsprogramm NFP 18 «Biomedizinische Technik».

Um 1980 waren erste einfache Ultraschallmikroskope an der amerikanischen Stanford-Universität gebaut worden. In der Schweiz machte sich bald darauf Prof. Max Anliker, damals Vorsteher des Instituts für Biomedizinische Technik von Universität und ETH Zürich, mit seinem Team an die Verbesserung der Idee aus Stanford. Fünf Jahre nach seiner Fertigstellung setzt der Zürcher Prototyp immer noch Massstäbe in Bildqualität, Geschwindigkeit und Auflösung.

Den Beweis dafür liefert das Bild der zwei Nierenzellen auf der nächsten Seite. Zu sehen sind die Organellen sowie, auf den Membranen, feine Scheinfüsse (*Pseudopodien*). Allerdings werden nicht wie beim optischen Mikroskop tote Zellen beobachtet: Hier sind die Zellen unzerstört und lebendig!

Die Auflösung des Ultraschall-Mikroskops beträgt weniger als ein Mikron und liegt dabei in der gleichen Grössenordnung wie beim optischen Mikroskop, das es ergänzt. Die Ultraschall-Technik erlaubt eine neue

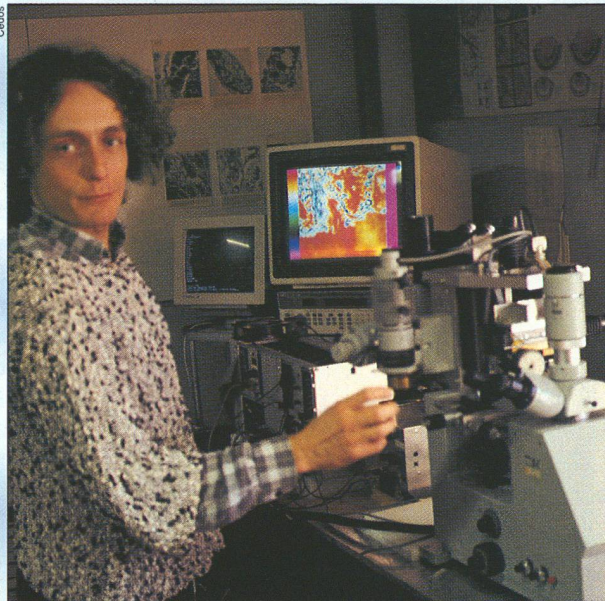
Sehweise vor allem bei sonst undurchsichtigen Objekten.

Diese Eigenschaft erlaubt dreidimensionale Abbildungen, ohne dass die Untersuchungsobjekte dazu in feine Scheiben zerlegt werden müssen.

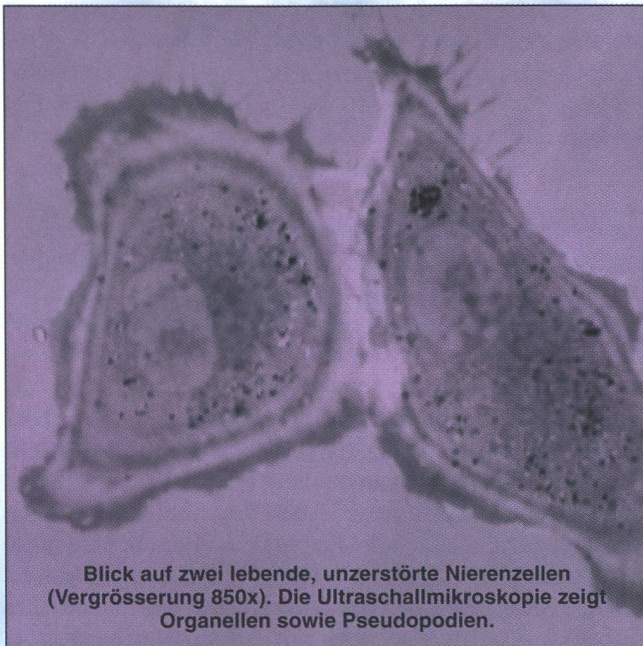
Die Technik der Ultraschallmikroskopie lässt sich – auf eine andere Grössenordnung übertragen – gut mit den seismischen Methoden zum Erforschen des geologischen Untergrundes vergleichen. An der Oberfläche erzeugt eine Sonde eine Erschütterung. Die Schockwelle dringt in die Tiefe, wo bei jeder Veränderung des Materials – an Zellwänden beispielsweise

– ein Teil zurückgeworfen wird. Durch Auffangen und Analysieren der reflektierten Wellen lässt sich ein Bild der verborgenen Struktur gewinnen.

Freilich ist beim Ultraschallmikroskop die Zeit zum Durchdringen eines dünnen Objekts von wenigen Dutzend Mikron extrem kurz. Deshalb erzeugt die Sonde des an der ETH entwickelten Mikroskops Mikro-Impulse von bloss einer Milliardstelsekunde Dauer! Je kürzer



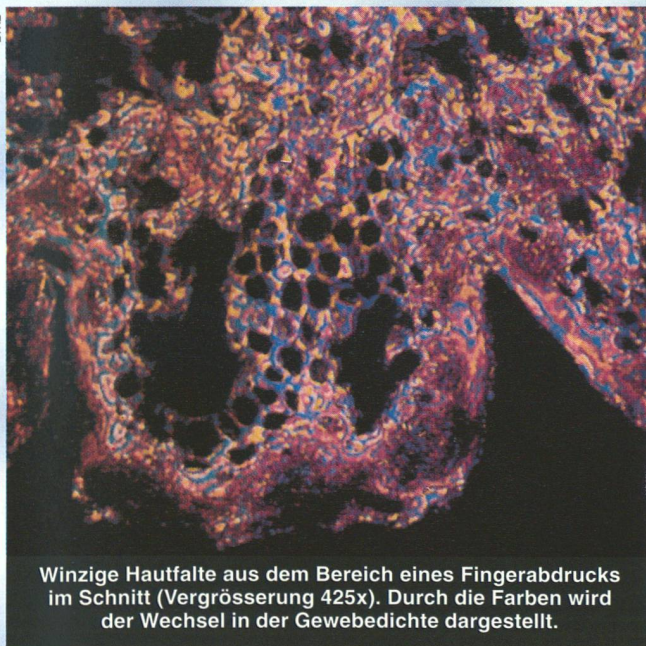
Hartmut Kanngiesser und das am ETH-Institut für Biomedizinische Technik entwickelte Ultraschallmikroskop.



Blick auf zwei lebende, unzerstörte Nierenzellen (Vergrößerung 850x). Die Ultraschallmikroskopie zeigt Organellen sowie Pseudopodien.

diese Stösse, desto kleinere Einzelheiten lassen sich abbilden... in horizontaler Richtung liegt die untere Grenze bei 0,54 Mikron, in der Vertikale bei 1,26 Mikron. Nach dem Aussenden der Stösse geht die Sonde auf Empfang, um die reflektierten Schallwellen zu erfassen. Ein empfindliches Filter sondert dabei störende Wellen aus.

Um ein Bild zu erhalten, schwebt der Kopf des Mikroskops über die Oberfläche des abzubildenden Objekts und sammelt dabei Informationen von mehr als einer Million verschiedener Punkte. Für jeden Punkt werden acht Schallmessungen gemacht. Trotz der grossen Zahl der Messungen dauert die Datenverarbeitung ungefähr



Winzige Hautfalte aus dem Bereich eines Fingerabdrucks im Schnitt (Vergrößerung 425x). Durch die Farben wird der Wechsel in der Gewebedichte dargestellt.

15 Sekunden; dann erscheint das Bild in bester fotografischer Qualität auf dem hochauflösenden Bildschirm.

Während der Entwicklungszeit an der ETH richtete Ingenieur Hartmut Kanngiesser das Ultraschallmikroskop auf eine Vielzahl biologischer Objekte. So erfasste er den Innenaufbau von Knochen, den Verlauf von Herzmuskelfasern, Einzelheiten aus der Milz, Schnitte durch die Haut... Indem Kanngiesser sein Gerät mit einem optischen Mikroskop koppelte, konnte er die auf verschiedene Weise gewonnenen Bilder miteinander ver-



Ultraschall macht die bei der Funkenerosion entstandenen Unregelmässigkeiten wenige Mikron unter der Stahloberfläche sichtbar (Vergrößerung 425x).

gleichen. Dabei stellte er fest, wie gewisse Präparations-techniken der Lichtmikroskopie die Zellen beispielsweise verändern.

Der Ingenieur arbeitet jetzt für die AFIF und studiert in Zusammenarbeit mit Metallurgen Fehler im Stahl, die beim Bearbeiten von Werkstücken durch Funkenerosion entstehen. Dieses häufig angewendete Verfahren erzeugt im Gefüge des Stahls mikroskopisch kleine Unregelmässigkeiten dicht unter der Oberfläche. Das Ultraschallmikroskop soll sie künftig sichtbar machen.

Bei einem anderen Projekt verwendet Hartmut Kanngiesser Ultraschallwellen, um die Verteilung piezoelektrischer Keramikpartikeln im Innern einer Probe zu erfassen; worum genau es hier geht, muss auf Wunsch des Auftraggebers freilich geheim bleiben.

Auch wenn sich das Interesse zusehends auf die Werkstofftechnik verlagert, bleiben Anwendungen der Ultraschallmikroskopie in der Biologie keineswegs vergessen. Mit ihrer Hilfe möchten zum Beispiel deutsche Forscher die mechanischen Eigenschaften von Zellen testen. Die Ergebnisse dürften interessante Hinweise auf Stabilität und Elastizität biologischer Stoffe als Grundlagen der lebenden Materie überhaupt liefern. 