



Foto: © Marek Kruszewski

Ultraschallprüftechnik

Dem Verborgenen auf der Spur

Wer Beschwerden z.B. im Bauch hat, muss sich früher oder später per Ultraschall untersuchen lassen. So kann ein Arzt in den Körper eines Menschen schauen, ohne ihn aufschneiden zu müssen. Was die Untersuchung beim Arzt für den Menschen, ist in der Verkehrstechnik die Qualitätskontrolle. Hoch beanspruchte Bauteile müssen vor dem Einbau, aber auch im späteren Betrieb auf fehlerhafte Stellen geprüft werden.

Ähnlich wie beim Menschen will man auch Bauteile möglichst schonend untersuchen. Wird dem Bauteil während der Prüfung kein Schaden zugefügt und kann es danach unbeeinträchtigt weiterverwendet werden, nennt man das „Zerstörungsfreie Prüfung“. Hierfür gibt es verschiedene Prüfverfahren, wie beispielsweise Röntgen, Ultraschall, Thermografie und Wirbelstrom. Die Ultraschallprüftechnik, die du vielleicht auch von Untersuchungen beim Arzt kennst, ist das am meisten eingesetzte zerstörungsfreie Prüfverfahren und das, mit dem wir uns hier beschäftigen.

Ultraschallprüftechnik Dem Verborgenen auf der Spur

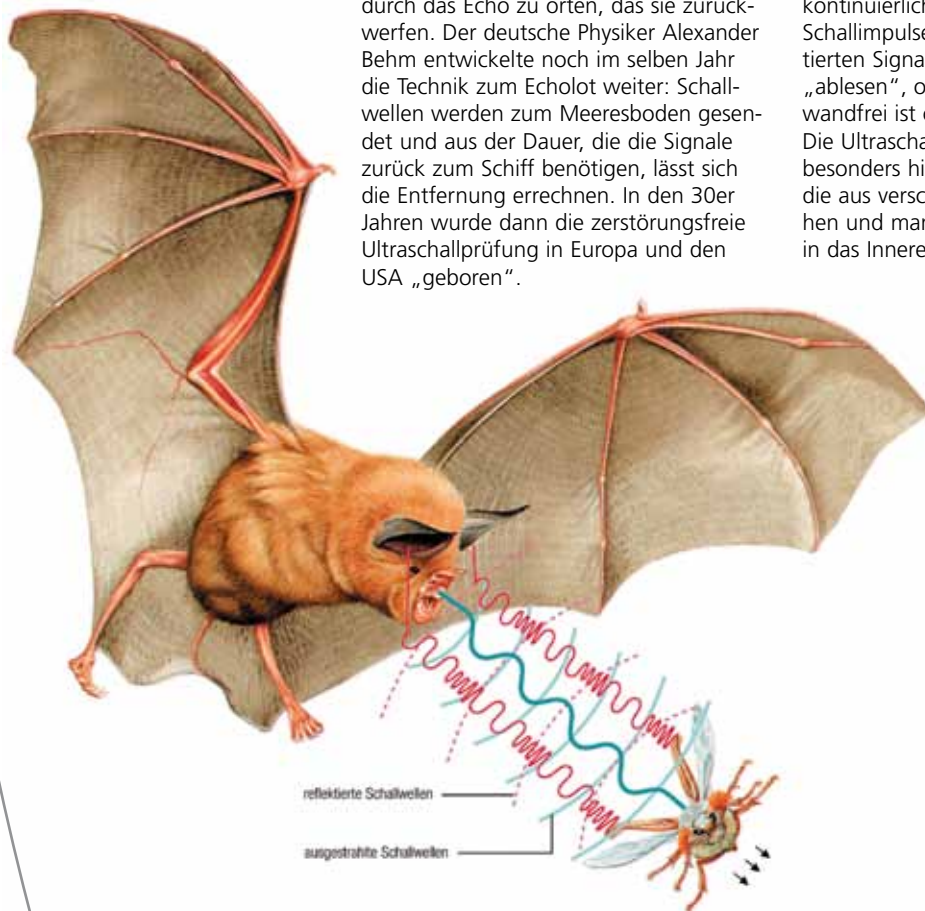
Ultraschall in Natur und Technik

Ultraschallwellen kennen wir auch aus der Natur. Fledermäuse, aber auch Delphine und Wale machen sie sich zu Nutze. Beide werten Schallwellen aus, die ihnen von Objekten und anderen Tieren als Echo zurückgeworfen werden. Damit können sie sich somit selbst bei vollständiger Dunkelheit orientieren oder auf Beutefang gehen.

In der Technik hat der Ultraschall Eingang gefunden nach dem tragischen Unglück am 14.12.1912, als die Titanic innerhalb von 2 Stunden und 40 Minuten nach einer Kollision mit einem Eisberg sank. Britische Physiker schlugen daraufhin vor, Eisberge im Dunkeln oder im Nebel durch das Echo zu orten, das sie zurückwerfen. Der deutsche Physiker Alexander Behm entwickelte noch im selben Jahr die Technik zum Echolot weiter: Schallwellen werden zum Meeresboden gesendet und aus der Dauer, die die Signale zurück zum Schiff benötigen, lässt sich die Entfernung errechnen. In den 30er Jahren wurde dann die zerstörungsfreie Ultraschallprüfung in Europa und den USA „geboren“.

Ultraschallprüfung – Materialien im Test

Bei der Ultraschallprüftechnik gibt es verschiedene Verfahren. Ein Verfahren, welches auch hier angewendet wird, ist die sogenannte Durchschallung. Dabei werden Ultraschallwellen durch ein Bauteil gesendet, ähnlich wie durch ein Organ bei einer ärztlichen Untersuchung. Als Ultraschallwellen bezeichnet man elastische Wellen im Frequenzbereich oberhalb des menschlichen Hörbereichs, also mehr als 20 kHz. In der Werkstoffprüfung werden bis zu etwa 100 MHz eingesetzt. Als Schallquelle wird dabei ein Ultraschallsender eingesetzt, der die Frequenz 200 kHz besitzt. Wie die Fledermaus sendet die Schallquelle beim hier verwendeten Impuls-Verfahren nicht kontinuierlich, sondern gibt sehr kurze Schallimpulse ab. Anhand des reflektierten Signals des Bauteils kann man „ablesen“, ob ein Bauteil technisch einwandfrei ist oder Fehlerstellen aufweist. Die Ultraschallprüfung erweist sich als besonders hilfreich bei Baumaterialien, die aus verschiedenen Schichten bestehen und man somit nicht mit dem Auge in das Innere hineinschauen kann.



Quelle: picture-alliance/dpa

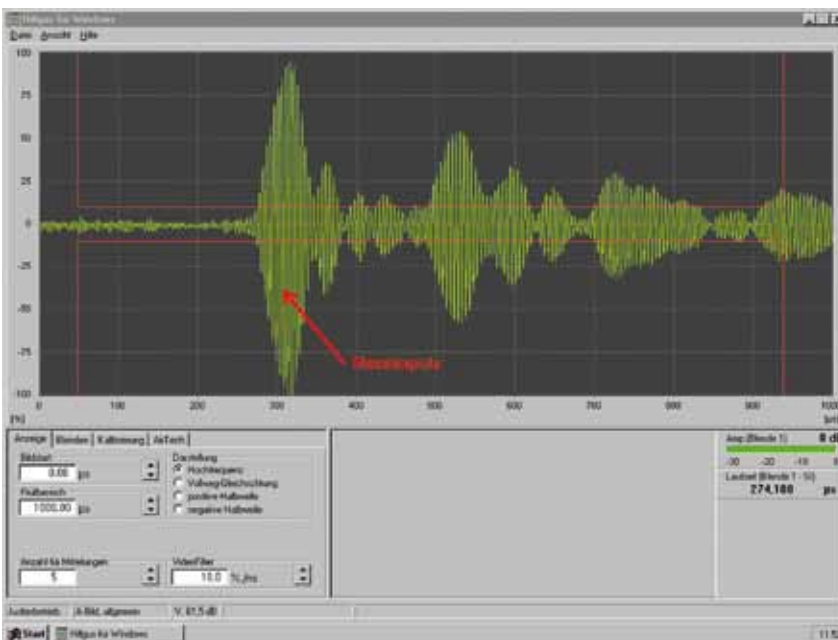
Was passiert genau bei der Prüfung?

Eine Ultraschallwelle tut sich schwer, von einem Medium ins andere zu gelangen. Sie wird an Grenzflächen reflektiert, also dort, wo die Welle von der Luft auf das Material trifft, oder wenn das Material aus verschiedenen Schichten besteht, an jeder dieser Schichtwechsel und auch wieder beim Austritt aus dem Material an die Luft. Dieser Effekt begegnet uns z.B. beim Licht, wenn es sich an einer Glasscheibe spiegelt. Trifft in unserem Versuch die Ultraschallwelle auf die Grenzfläche zwischen zwei Medien (Luft, Glasfaser), wird ein Teil der Welle reflektiert und der Rest hindurchgelassen. Aber das Empfangssignal wird auch stark abgeschwächt im Vergleich zum Ausgangssignal.

Die Verluste könnte man dadurch reduzieren, dass man den Versuch unter Wasser durchführt. Dadurch würde man die Schallwelle mit Wasser an das Werkstück

koppeln und beim Übergang von Wasser ins Werkstück werden die Schallwelle viel weniger gedämpft. Bei Sandwich-Bauteilen, wie sie in der Luft- und Raumfahrt-technik wegen ihrer hohen Festigkeit und ihres geringen Gewichts eingesetzt werden, würde jedoch Wasser eindringen und später Schäden durch Frost verursachen. Daher kommt die Wasserankopplung hier nicht in Betracht.

Die Besonderheit dieses Versuches liegt nun darin, dass trotz Luftkopplung das Empfangssignal ausgewertet werden kann. Die hier entwickelte Hard- und Software ist von so hoher Qualität, dass sie aus den äußerst schwachen Empfangssignalen die brauchbaren Anteile auswählen kann. Daher übertragen wir den Ultraschall berührungslos über Luft und empfangen ihn auch wieder über Luft. So kannst Du herausfinden, ob oder wo defekte Stellen in einer Materialprobe sind.



Darstellung des Empfangssignals nach Durchschallen des Materials.

Fragen zum Nachdenken

- In welchen Bereichen nutzt man überall Ultraschall?
- Wozu braucht der Arzt bei der Ultraschalluntersuchung das Gel?



Prüfstand mit Ultraschallsender (rechts) und Empfänger (links) ohne Werkstück.

Glossar

Frequenz

Begriff aus der Schwingungslehre. Die Frequenz gibt die Anzahl von Schwingungen pro Sekunde an, Einheit in Hz = 1/s.

Ultraschall

Schallwellen mit $f > 20$ kHz; für den Menschen nicht wahrnehmbar.

Amplitude

Der maximale Ausschlag bei einer Schwingung. Die Amplitude beeinflusst die Lautstärke eines Tones.

Transmission und Reflexion

Transmission gibt die Wellendurchlässigkeit eines Mediums an. Die Reflexion bezeichnet das Zurückwerfen einer Welle an einer Grenzschicht.

Dezibel, dB

Eine nach Alexander Graham Bell benannte Hilfsmaßeinheit zur Kennzeichnung von Pegeln und Maßen. Diese logarithmische Größe findet vor allem in der Akustik und Technik ihre Anwendung. 1dB ist der zehnte Teil eines Bel (1Bel = 10 dB).

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Verkehr und Energie sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten sowie für die internationale Interessenswahrnehmung zuständig. Das DLR fungiert als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 13 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 6.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris und Washington D.C.

DLR Standort Braunschweig

Die Aktivitäten in den DLR-Standorten Braunschweig und Göttingen konzentrieren sich auf die Geschäftsfelder Luftfahrt und Verkehr. Am Forschungsflughafen in Braunschweig setzt das DLR mit etwa 1.000 hochqualifizierten Mitarbeitern die Tradition der 1936 gegründeten Deutschen Forschungsanstalt für Luftfahrt (DFL) fort.



**Deutsches Zentrum
DLR für Luft- und Raumfahrt e.V.**
in der Helmholtz-Gemeinschaft

DLR_School_Lab Standort Braunschweig
Lilienthalplatz 7
38108 Braunschweig

Dr. Anke Kovar
Telefon: 0531 295-2190
Telefax: 0531 295-2195
E-Mail: anke.kovar@dlr.de

schoollab-bs@dlr.de

Gefördert durch:

