

# Echo – ein unsichtbares Phänomen ergründen

Ein neues Internetprojekt sammelt die Echos der Schweiz. Grund genug, einen Blick auf die faszinierende Naturerscheinung zu werfen – und sich auf die Spuren des Echos zu begeben.

von Erik Brühlmann

«**E**chotopos» heisst ein neues Projekt im Internet. Dabei soll es sich um das erste Echoarchiv der Schweiz handeln. Lanciert wurde es von Christian Zehnder. Der Vokalist und Jodler stützt sich dabei auf Interaktivität: Jeder Interessierte soll auf «Echotopos» gute Echoorte registrieren. Diese werden verifiziert, durch Fotografien ergänzt und durch Tonaufnahmen der Soundspezialisten von «Idee und Klang» komplettiert. Es ist anzunehmen,

dass Zehnders Idee ankommt und die Sammlung schnell wächst. Denn wer ist nicht von Echos fasziniert oder war das nicht zumindest als Kind? «Echotopos» ist jedenfalls ein prächtiger Anlass, dem Phänomen des Echos einmal nachzuspüren.

Die Recherche beginnt an der Universität Zürich. Grundsätzlich meint man ja zu wissen: Ein Echo entsteht, wenn Schallwellen von einer Wand zurückgeworfen werden. «Das ist aber nicht alles», sagt der Festkörperphysiker Christof Aegerter. «Allgemein könnte man vielleicht sagen: Ein Echo ist ein Signal, das zu einem bestimmten Zeitpunkt abgegeben wurde und zu einem späteren Zeitpunkt wieder zurückkommt.» Dieses Signal müsse nicht zwingend akustischer Natur sein. Bei der MRI-Technik arbeite man zum Beispiel mit dem Spin-Echo, einem quantenmechanischen Effekt, der nach dem Echoprinzip funktioniert. Natürlich könne man für das Echo auch eine Formel aufstellen – aber die mathematische Funktion wäre ziemlich kompliziert und wenig erhellend. Trotzdem: Christof Aegerter könnte berechnen, wie es aus dem Wald zurücktönt, wenn man hineinruft: «Bei einem Berg funktioniert die Theorie relativ gut, weil der Fels eine massive Fläche ist, deren Distanz und andere Faktoren bekannt und damit berechenbar sind.» Beim Wald mit seinen unzähligen einflussnehmenden Bäumen müsse man hinge-

gen etwas tricksen. «Typischerweise würde man annehmen, dass die Verteilung der Bäume absolut zufällig ist. So kann man wenigstens einen Mittelwert für das zu erwartende Echo berechnen, also nicht für einen spezifischen Wald, aber immerhin für einen Modellwald.»

## Echos im Musikerparadies

Echoexperten finden sich auch bei Musik Hug am Limmatquai in Zürich. In Rockbands fummeln die Gitarristen ja voller Hingabe an Effektgeräten herum – und eines davon ist ein Echo, oder? «Sehr wahrscheinlich», sagt Ivan Kunz aus der Zupfinstrumentenabteilung.

## Die schönsten Echos

Das schönste Echo der Schweiz bietet das Hinterburgseeli bei Brienz – zumindest, wenn man der entsprechenden Website Glauben schenken will. Vermutlich liegt aber bei Echos die Schönheit sozusagen im Ohr des Lauschers. Das Kreuzbergecho, ein siebenfaches Echo auf der Roslenalp bei Wildhaus SG, klingt jedenfalls auch sehr beeindruckend. Dank der «Echotopos»-App lassen sich die aufgeschalteten Echos leicht lokalisieren – und erwandern. Weitere Informationen unter [www.echotopos.ch](http://www.echotopos.ch).

Foto: Echotopos Schweiz, © Tobias Mardörfl





Ein akustisches Phänomen: Das Echo auf der Toralp im Kanton Schwyz.

«Echo und Hall sind Allerweltseffekte, die schon für 80 bis 150 Franken zu haben sind.» Der Hall ist zwar kein Echo, aber mit ihm verwandt, wie Physiker Christof Aegerter bereits erklärte. Ivan Kunz stimmt zu: «Das menschliche Ohr nimmt zurückgeworfenen Schall unter einer gewissen Verzögerungszeit als Raumeindruck wahr, also als Hall.» Effektgeräte dieser Art sind einfach herzustellen. Grundsätzlich geht es darum, ein Eingangssignal kurz zwischenzuspeichern und mit Verzögerung wieder auszugeben. Wie gross die Verzögerungszeit ist und wie viele Echos am Ende herauskommen, lässt sich einstel-

len. «Schwieriger als die Handhabung ist dann schon der kreative Umgang mit diesen Effekten», sagt Kunz. Und wer hat diesen Umgang besonders gut im Griff? «Pink Floyd natürlich!»

Wo wir schon bei der Musik sind: Ist ein Kanon nicht auch eine Art kontrolliert herbeigeführtes Echo? «Nicht so richtig», korrigiert Orchesterdirigent, Schulmusiker und Chorleiter Michael Schläpfer. Der Kanon sei verwandt mit der Fuge, deren Name sich aus dem italienischen Wort *fuga* für Flucht ableitet. Deshalb klinge der Kanon zwar nach einem Echo, sei jedoch eher ein Hintereinanderher gleichlauter Stimmen als

ein Hin und Her von Stimmen unterschiedlicher Lautstärke. Es gebe aber die Mischform des Echokanons, die zum Beispiel der Renaissancekomponist Orlando di Lasso (1532–1594) verwendet habe. «Vor allem in der Barockmusik des 17. und 18. Jahrhunderts spielte man mit wirklichen Echoeffekten, bei denen sich die Stimmen dann auch in der Lautstärke deutlich voneinander abhoben», so Schläpfer.

### Schrei die Wand an!

Selbst erfahrene Musiker werden aber von anderen Lebewesen eindeutig in den Schatten gestellt, wenn es um den

Umgang mit Echos geht. «Fledermäuse orientieren sich mit Echos in der Dunkelheit», bestätigt Hubert Krättli, Wissenschaftlicher Leiter bei der «Stiftung zum Schutze unserer Fledermäuse in der Schweiz». «Mithilfe des zurückgeworfenen Echos ihrer Ultraschallrufe zeichnen sie eine Art «Echobild», das ihnen Hindernisse und potenzielle Beute aufzeigt.» Wie das funktioniert und weshalb sich diese Technik entwickelt hat, weiss niemand so genau. Die Echoorientierung hätten die Fledermäuse aber nicht für sich gepachtet, sagt Krättli. Delfine und Wale orientierten sich zum Beispiel auf dieselbe Weise, wenn auch mit für Menschen hörbaren Lauten. Sogar der Mensch könne das «Hörsehen» lernen. Ein berühmtes Beispiel ist der Amerikaner Dan Kish. Er brachte sich bei, seine Umgebung durch Zungenschmalzen wahrzunehmen. «Ein Baum hört sich anders an als ein Laternenpfahl», sagt er.

### Zwei Arten von Echos

Weil jede Oberfläche und jeder Gegenstand die Schallwellen anders reflektiert, gehört die Raumakustik zu den grossen Herausforderungen beim Bau vieler Gebäude – zum Beispiel von Kirchen. «Die Akustik in Kirchen ist wirklich heikel», bestätigt Michael A. Bühlmann, Geschäftsführer von AEU Acoustics AG in Bern. «Die Raumproportionen und -dimensionen sowie die tonhöhenabhängige Materialisierung spielen eine entscheidende Rolle.» Absorbierende Oberflächen saugen die Schallwellen auf und wandeln sie dabei in Wärme um; hart reflektierende Oberflächen schicken die Schallwellen je nach Tonhöhe nach dem Prinzip «Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel» in den Raum zurück; weich reflektierende Oberflächen schicken die Schallwellen nicht zielgerichtet in den Raum zurück. «Für uns Akustiker geht es aber nicht darum, eine Kirche «mundtot» zu machen», erklärt Bühlmann. «Vielmehr ist unser Ziel, zwei Arten von Akustik miteinander in Einklang zu bringen, ohne dass störende Echos oder zu starker Nachhall dabei entstehen.» Zwei Arten? Bühlmann meint einerseits die Optimierung für die Verständlichkeit des gesprochenen Wortes, andererseits die Optimierung der Akustik für die Musik des Chors und des Organisten.

Und dies verlange für jeden Fall eine Analyse, denn in dieser Hinsicht seien sich Kirchengebäude und Echoberge gleich: An jedem Ort klingt es anders.

### Ohne Echo geht es nicht

Wie aber klingt ein echoloser Raum? Das kann man bei der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) in Dübendorf erfahren. «Wir haben zwei schalltote Räume», sagt Kurt Eggenschwiler, Leiter der Abteilung Akustik/Lärminderung. Was hat die Empa davon, wenn sie Räume effizient zum Verstummen bringt? «Es geht darum, dass bei Messungen wirklich

nur jene Signale gemessen werden, die von der jeweiligen Quelle kommen», erklärt der Akustikexperte. «Schallreflexionen oder Störungen von ausserhalb des Raums können wir dabei nicht gebrauchen.» Wer sich im schalltoten und damit echolosen Raum aufhält, fühlt sich aber auf eine unerklärliche Weise unbehaglich. Eggenschwiler: «Das rührt daher, dass unsere Sinne gereizt werden wollen. Und wenn das Auge zwar eine Wand sieht, das Ohr von dieser Wand aber keinerlei Signale bekommt, ist das irritierend.» Das Echo ist demnach nicht ungewöhnlich, sondern so selbstverständlich, dass uns sein Fehlen stört. ■



Foto: Erik Brühlmann



Foto: Erik Brühlmann



Foto: Keystone/AP/The Olympian, Tony Overman

Von oben: Die Akustik in Kirchenbauten wie der Kirche St. Antonius in Wildegg AG in den Griff zu bekommen, ist kompliziert. Ein Echo auf der Gitarre zu erzeugen, ist dagegen einfach. Die Fledermaus orientiert sich mithilfe des Echos.