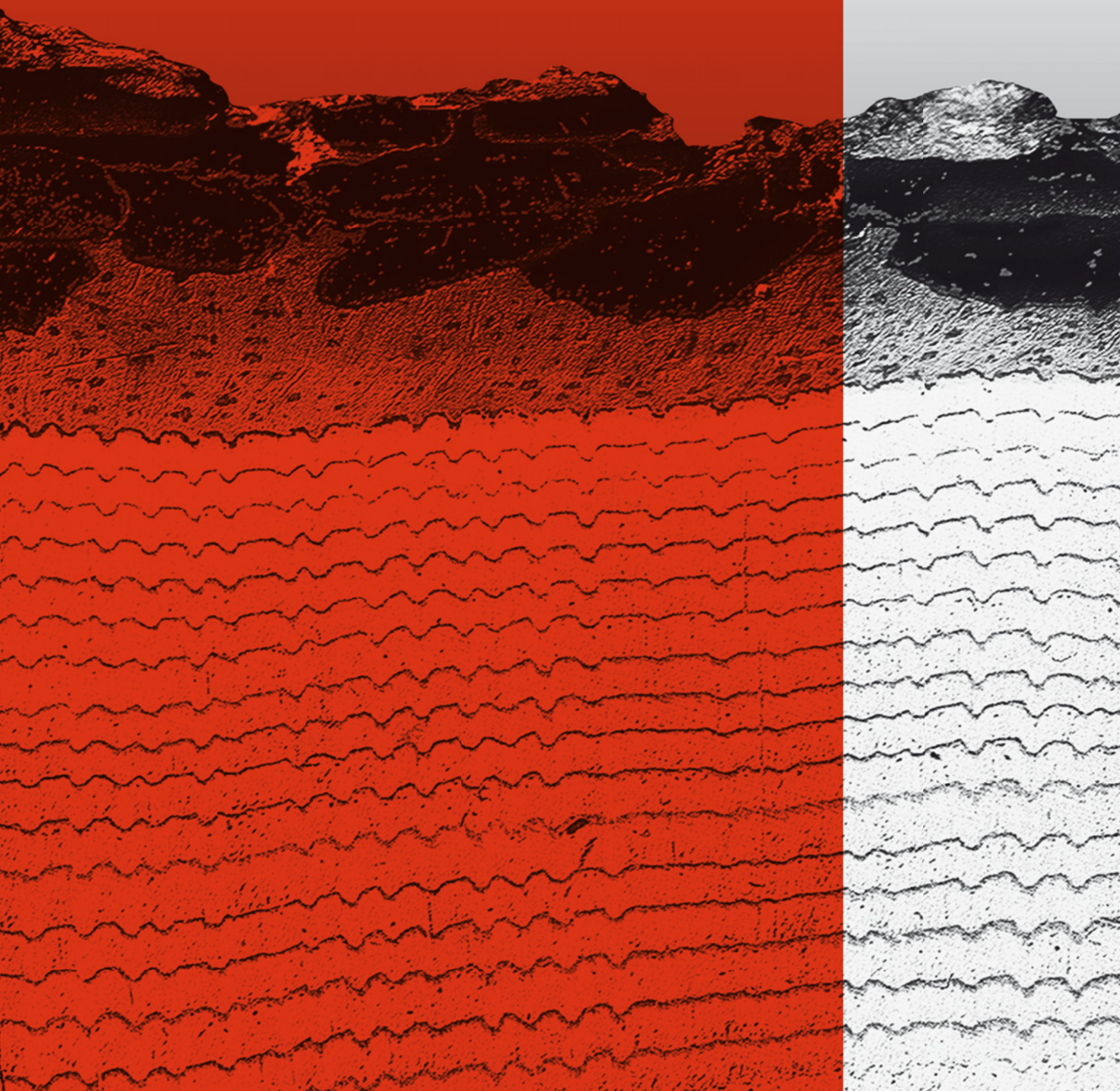


zuschnitt 56

Holz hören

Wie Tonspuren sehen die Jahrringe dieses Baumes aus.
Sie führen uns in die faszinierende Klangwelt des Holzes.





Zuschnitt 57.2015 Sanierung alter Holzbauten
erscheint im März 2015

Holzbauten können Jahrhunderte alt werden – entsprechender konstruktiver Holzschutz sowie Wartung und Pflege vorausgesetzt. Bei der Sanierung, Modernisierung, Erweiterung oder Umnutzung muss individuell auf den einzelnen Bau und die vorhandene Konstruktion eingegangen werden. Wir zeigen, wie man Holzkonstruktionen saniert, worauf es dabei ankommt und wie vielfältig und überraschend die Ergebnisse sein können.

SEITE 3
Editorial
Text Anne Isopp
Klangbilder
Eine Höranleitung
Text Reinhard Gassner
SEITE 4
Essay You better knock on wood!
Text Michael Freund

Themenschwerpunkt
SEITE 6–7
Die klingende Scheune
Franz-Liszt-Konzertsaal in Raiding
Text Maik Novotny

SEITE 8
Tonverteiler
Holz und die Prinzipien der Akustik
Text Karl Bernd Quiring
SEITE 9
Wer klopft denn da?
Der akustische Geschmacksinn von Spechten und Termiten
Text Alois Pumhösel
SEITE 10–11
Lehrjahre des Holzes
Vom Baum zur Geige
Text Esther Pirchner
SEITE 12–13
Klangholz
SEITE 14–15
Holzgeräusche
Was erzählen sie uns?
Texte Rupert Wimmer, Anne Isopp
SEITE 16–17
Das Flüstern der Kiefern
Biologen und Klangkünstler belauschen Bäume
Text Burkhard Strassmann
Wasserfluss in den Bäumen
Text Roman Zweifel
SEITE 18–19
Tonpuzzle
Gemeindekulturzentrum in Ischgl
Text Eva Guttman

SEITE 20–21
„Holz antwortet immer“
Gesprächsnotizen über den hörbaren Raum
Text Bernhard Leitner und Ulrich Conrads
SEITE 22–23
Die Haselfichte
Eine willkommene Anormalität
Texte Anne Isopp, Christoph Buksnowitz und Alfred Teischinger, Helene Keller
SEITE 24
Im Wald
Klangvolles Wachsen
Text Anne Isopp

SEITE 26
Seitenware
Klang-Bühnen
Text Anne Isopp
SEITE 27
Holzrealien
Eine Truhe voller Töne
Text Tex Rubinowitz
SEITE 28
Holz(an)stoß Mark Leckey
Text Stefan Tasch

Titelbild
Haselfichte mit dicker Borke

Zuschnitt
ISSN 1608-9642
Zuschnitt 56
ISBN 978-3-902926-09-8

www.zuschnitt.at

Zuschnitt erscheint vierteljährlich, Auflage 19.500 Stk.
Einzelheft EURO 8
Preis inkl. USt., exkl. Versand



GEDRUCKT AUF PEFC ZERTIFIZIERTEM PAPIER.
Dieses Produkt stammt aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten Quellen. www.pefc.at

Impressum
Medieninhaber und Herausgeber
proHolz Austria
Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzwirtschaft zur Förderung der Anwendung von Holz
Obmann Hans Michael Offner
Geschäftsführer Georg Binder
Projektleitung Zuschnitt
Kurt Zweifel
A-1011 Wien, Uraniastraße 4
T +43 (0)1/712 04 74
info@proholz.at
www.proholz.at

Copyright 2014 bei proHolz Austria und den AutorInnen
Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar.

Offenlegung nach § 25 Mediengesetz
Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzwirtschaft nach Wirtschaftskammergesetz (WKG § 16)

Ordentliche Mitglieder
Fachverband der Holzindustrie Österreichs
Bundesgremium des Holz- und Baustoffhandels

Fördernde Mitglieder
Präsidentenkonferenz der Landwirtschaftskammern Österreichs
Bundesinnung der Zimmermeister, der Tischler und andere Interessensverbände der Holzwirtschaft

Redaktionsteam
Anne Isopp (Leitung)
Christina Simmel (Assistenz)
Kurt Zweifel
redaktion@zuschnitt.at

Editorialboard
Alberto Alessi, Zürich
Franziska Leeb, Wien
Wolfgang Pöschl, Innsbruck
Karl Bernd Quiring, Aldrans
Lektorat
Esther Pirchner, Innsbruck

Gestaltung
Gassner Redolfi KG, Schllins;
Reinhard Gassner, Marcel Bachmann, Christopher Walser

Druck Eberl Print, Immenstadt
gesetzt in Foundry Journal
auf PhöniXmotion

Bestellung/Aboverwaltung
proHolz Austria
info@proholz.at
T +43 (0)1/ 712 04 74
shop.proholz.at

Fotografien
Kassian Erhart s. 1, 23
Volker Wortmeyer s. 2
Gassner Redolfi s. 5, 24, 25
Ulrich Schwarz s. 7
Philippe Domont s. 10, 11, 13
Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (wsl)/Reinhard Lässig s. 16
Karl Heinz s. 18, 19
Teatro Farnese di Parma/Ministerium für Kulturgüter und Tourismus, Galleria Nazionale di Parma s. 20
Seraphin Unterberger s. 22
Werner Feiersinger s. 26 o.
TBA21/Karim Crippa s. 26 u.
Technoseum/Klaus Luginsland s. 27
Kim Williams s. 28

Anne Isopp

Wenn wir auf Holz klopfen, dann entsteht ein Ton. Anhand der Höhe des Tones können geschulte Ohren die Beschaffenheit des Holzes beurteilen: Ein heller Ton weist auf gesundes Holz hin, ein dumpfer Ton auf feuchtes oder gar faules Holz. Früher klopften die Bergleute auf den hölzernen Grubenausbau, um zu prüfen, ob dieser noch stabil und trocken ist – daher kommt wahrscheinlich auch das Sprichwort „auf Holz klopfen“. Wenn wir in diesem Zuschnitt von Holz und seinem Klang sprechen, dann haben wir viele Geräusche im Ohr: das Klacken der Schuhe auf dem Holzboden, das Knistern des Feuers, das Knarren der Dielen, das Klingeln einer Geige, das Rauschen der Blätter. Die Klangwelt von Holz ist so vielfältig, dass wir diesen Zuschnitt für viele Aspekte des Holzklangs geöffnet haben: Für die uns vertrauten Alltagsgeräusche, die Geräusche am und im lebenden Baum, für die Musik und ihre Instrumente und für die Bauwerke, in denen musiziert wird. Gelernt haben wir dabei, dass man unterscheiden muss, ob das Holz aktiv an der Klangerzeugung beteiligt ist oder nicht: Wenn Holz bricht, brennt oder knarzt oder wenn es wie bei einem Streichinstrument in Schwingung versetzt wird, dann erzeugt Holz aktiv Töne. Als Oberfläche in einem Musiksaal hat es die Aufgabe, den Schall bestmöglich im Raum zu verteilen. Für die Reflexion, Diffusion und Schallabsorption sind mehr die Oberflächen als die Materialeigenschaften wie Dichte und Elastizität von Bedeutung. Genau hier ist Holz – im Gegensatz zum Instrumentenbau – für die Akustik durch andere Materialien ersetzbar. Dass trotzdem viele Konzertsäle mit Holz ausgestattet werden, hat auch mit der besonderen Ästhetik des Holzes zu tun – denn auch das Auge hört mit. Jeder Raum klingt und der Klang entscheidet über die Atmosphäre des Raumes. Es wäre zu wünschen, dass nicht nur beim Bau von Musik- und Konzertsälen auf eine gute Akustik Wert gelegt wird, sondern dass dieses Wissen auch in den Alltag, in die Alltagsarchitektur einfließt. Kann man mit geschlossenen Augen erkennen, ob man sich in einem Holzraum befindet? Probieren Sie es aus! Was hört man, ohne sich sehend rückversichern zu können? Wir wiederum standen vor der Herausforderung, den Klang von Holz zu vermitteln, ohne dabei Töne erzeugen zu können. Wir haben deshalb Töne fürs Auge entworfen – sehen und hören Sie selbst...

Neue proHolz Edition Fenster

Viele Argumente sprechen für Holz- bzw. Holz-Alu-Fenster: Sie sehen nicht nur schön aus und fühlen sich gut an, sie sind bei richtiger Pflege auch äußerst langlebig. Die völlig überarbeitete und neu aufgelegte Edition ist ein Ratgeber für die breite Öffentlichkeit mit Argumenten, Tipps und einer reichhaltigen Bebilderung rund um das Thema Fenster aus Holz. Weiters bietet sie eine gute Wissensgrundlage zum Thema, die Architekten an ihre Bauherren weitergeben können.

proHolz Edition 3

Fenster aus Holz

3. überarbeitete Auflage, 2014

Download und Bestellung (Einzelstücke kostenlos) unter: shop.proholz.at

Klangbilder

Eine Höranleitung

Reinhard Gassner

Das Bild hält den Augenblick fest. Klang aber braucht Zeit, das Hören dringt tiefer. „Dass wir eine Folge von Tönen als Melodie hören können, ist nur deshalb möglich, weil wir im Wahrnehmen dieser Melodie Zeit überwinden“, sagte der Klangforscher und Jazzmusiker Joachim-Ernst Berendt. Als wir die Aufgabe bekamen, den Klang von Holz sichtbar zu machen, haben wir uns zuerst auf Bildersuche gemacht. Wir suchten Bilder, die uns an bestimmte Klänge denken lassen und vice versa. Mit einem portablen Wave-Recorder machten wir in einem Aufnahmewinkel von 90 Grad Aufnahmen, bei denen wir Holz hören können: von Mikadostäben, die auf eine Tischplatte fallen, von einer knarrenden Holzterasse und vielen anderen Szenen. Wir übertrugen die jeweilige Monospur über Grafikprogramme in Soundgrafiken. Diese Grafik visualisiert auf der horizontalen Zeitachse Abstand und Ausschlag von bestimmten Schallwellen. Schall beruht auf Luftdruckschwankungen, die mechanisch ausgelöst werden und die sich wie Schockwellen als Vibrationen durch die Luft übertragen. Die Klangabbildungen auf den folgenden Seiten stellen Oszillogramme dar, heute oft als „Waveform Display“ bezeichnet. Es handelt sich dabei um eine grafische Repräsentation des Schalls. Aus der Darstellung lässt sich etwas über die Reinheit eines Klangs und über die Wiederholung von gewissen Klangelementen erfahren. Je mehr die Kurve einem Sinus gleicht, desto reiner ist der Klang. Weiters erkennt man anhand der Amplituden Lautstärkeänderungen, das An- bzw. Abklingen, die Dichte oder die Begrenztheit eines Klangs.

Reinhard Gassner

ist freier Gestalter in Schlins, Vorarlberg. Er ist für die grafische Gestaltung des Zuschnitt verantwortlich und ist Kommunikationsberater für proHolz Austria. www.gassner-redolfi.at

Holz hören – die Klangbilder gibt es auch zum Anhören: www.proholz.at/zuschnitt/ausgabe/56/

3 sec.

4 sec.

5 sec.

6 sec.

Essay You better knock on wood!

Michael Freund

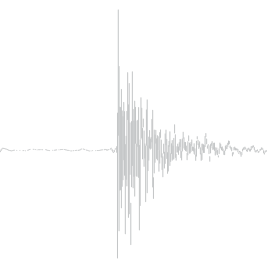
Flößer trieben die Holzstämme den Po hinunter, vorbei an Cremona, ostwärts bis nach Venedig. Dort schwammen sie in der Lagune, oft wochenlang, füllten sich mit Meerwasser, Mineralien, Pilzen, bis sie an Land gebracht und getrocknet wurden.

Ob die Geigenbauer der Cremoneser Familie Amati damals, vor gut 400 Jahren, ganz bewusst diese Stämme haben wollten? Ob sie sie mit anderen verglichen haben, die sie aus der Umgebung oder von den Abhängen der Alpen kommen ließen? Ob sie gespürt haben, dass die dünnen Bretter, die sie zurechtschnitten und für die Decken und Böden ihrer Geigen verwendeten, wegen der Mineralien einen ganz besonderen Klang ergaben, ob es vielleicht auch am Lack lag oder gar an der „kleinen Eiszeit“ damals im 16. und 17. Jahrhundert, die das Holz anders als sonst wachsen ließ? Wir wissen nur, dass Andrea, Antonio, Girolamo und vor allem Nicolò Amati wunderbare Violinen bauten; und dass Letzterer einen Schüler hatte, der sie alle noch übertraf. Seine Instrumente hatten und haben immer noch wunderbare Resonanzkörper, deren Geheimnisse Physiker und Akustiker bis heute zu enträtseln versuchen. Sein Name: Antonio Giacomo Stradivari.

Stradivari heißt auch das Spitzenmodell des Lautsprecherzuegers Sonus Faber in Arcugnano, knappe eineinhalb Autostunden von Cremona entfernt. Vieles kaufen die Tontechniker zu, doch das Holz für alle Modelle kommt aus Italien. Denn, so sagen sie, „nirgendwo sonst gibt es eine so tiefe Kenntnis vom Instrumentenbau wie hier“.

Holz war von Anfang an dabei. Seit unsere Vorfahren gemerkt hatten, dass sie einem ausgehöhlten Stamm ansprechendere Melodien entlocken konnten als einem Stein, hat sich die Kunst, diese besondere Materie in Schwingungen zu versetzen, immer mehr verfeinert. Und nicht nur an den Instrumenten selbst.

Die Auftraggeber der Cremoneser Meister hatten Musikzimmer in ihren Palazzi und wussten, dass Kassettendecken gut für die Akustik sind. Meist stand ein Klavier darin, selbst ein enormer Klangkörper, der von piano bis forte alle Gefühle bespielte. Der neue hölzerne Saal im Haus des Wiener Musikvereins, von Wilhelm Holzbauer entworfen (der Name ist ein schöner Zufall), ist selbstredend auch für seine Akustik bekannt. Und die Konkurrenten von Sonus Faber mögen sich vielleicht nicht in Italien umsehen, aus Holz sind gute Lautsprecher allemal – andere Materialien gelten eher als Einfälle von Spinnern und Billigmeiern. Seltsam nur, dass gerade die Italiener, wenn sie sich und einander Glück wünschen, „Toccafèrro!“ sagen und nach einem Metall suchen, das sie berühren können. In den meisten anderen Kulturen hält man sich an Sprüche, wie wir sie kennen. Etwas Hölzernes muss her, das mit seinem warmen Laut die guten Geister rufen wird. Klopf auf Holz!



Klopf auf Bäume, ruf in den Wald! Man muss kein Paganini sein, um zu spüren, dass man Holz zum Leben erwecken kann. Der Wald antwortet. Bäume knarren, Äste rauschen, weil sie leben, wachsen, sich biegen im Wind. „Bäume könnten uns lehren“, meinte die Dichterin Anke Maggauer-Kirsche, „uns dem Wind des Lebens hinzugeben.“ Sie seien „ein einziges Wunder“, befand der doch meist eher nüchterne Naturforscher Alexander von Humboldt mehr als hundert Jahre zuvor. Kein Wunder, dass man angesichts ihrer in romantisches Schwärmen geraten kann. Aber auch in uns, die wir die Romantik fast verlernt haben, klingt etwas an, wenn wir in „modernem“, coolem Ambiente auf Holz stoßen. Als ob sie selbst große Resonanzkörper wären, lösen getäfelte Räume eine unterirdische Melodie aus. Als ob die je anderen, im Grunde immer einmaligen Maserungen Notenblätter wären, von denen wir etwas ablesen könnten, Spuren von Leben, Schwingungen. Wer hat sich nicht als Kind (so er oder sie das Glück hatte, von solchem Holz umgeben zu sein) in die Zeichnungen hineinverteilt wie in Rorschach-Tests und abenteuerliche Szenen aus ihnen herausgelesen? Und warum immer das so gewesen sein mag – Psychologen mögen es erforschen –, über knarrende Holztreppe, auf Brettern über den Bach balancierend, hinter den mächtigen Tramen auf Dachböden ließ sich wunderbar nach einem Schatz suchen – oder mit einem Schatz ein Versteck suchen...

Damit waren und sind wir nicht auf dem Holzweg. Die Erinnerungen sind gespeichert, an Wälder, an sonnenbeschienene und entsprechend duftende Balkons, an quietschende Betten. Und wir bekommen immer noch eine ganz leichte Gänsehaut, wenn wir plötzlich merken, dass dies alles noch irgendwie lebt – wie eine gute Geige. Wir werden es weiter spüren, wenn wir Glück haben. Werden wir Glück haben? Vielleicht. Wir hoffen es zumindest. Wie legten doch Otis Redding und Carla Thomas so schön beim Song von Eddie Floyd nach: „You better knock knock knock knock on wood!“

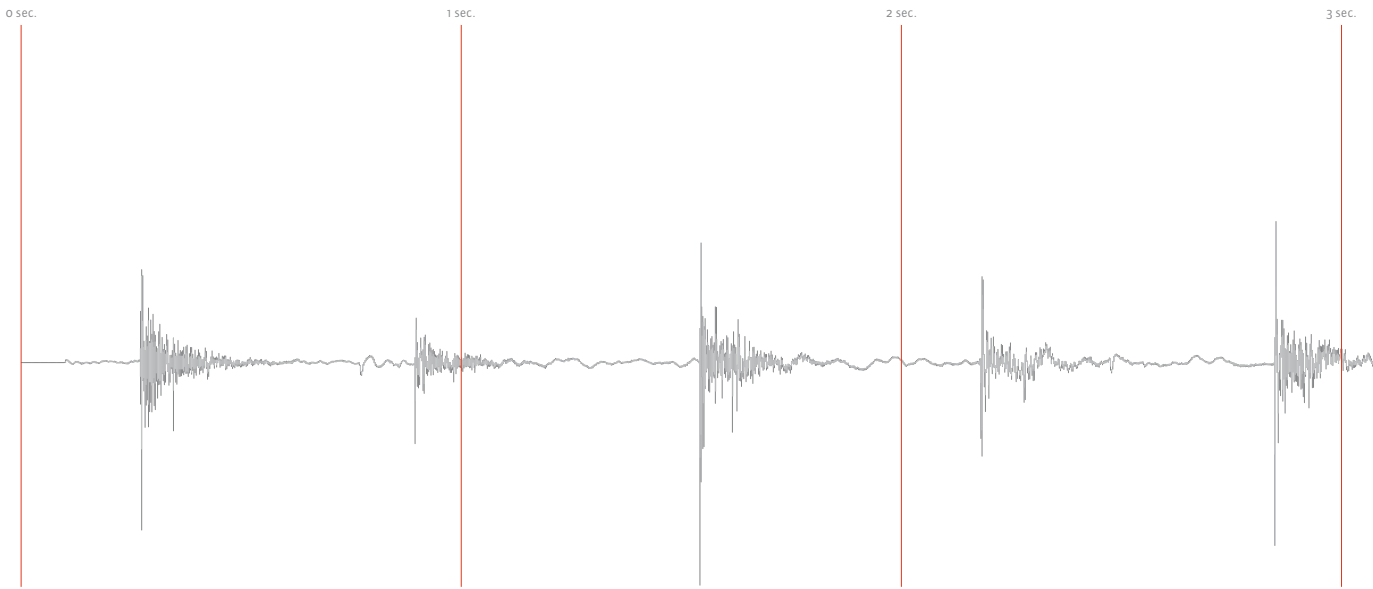
7 sec.

8 sec.

9 sec.

Themenschwerpunkt Holz hören





Die klingende Scheune Franz-Liszt-Konzertsaal in Raiding

Maik Novotny

So groß und doch so unscheinbar: Das Konzerthaus ist mit Abstand das größte Bauwerk in der burgenländischen 800-Seelen-Gemeinde Raiding, und doch ist es leicht zu übersehen. Eingebettet in einen Park, direkt neben dem Geburtshaus des berühmtesten Raidinger Sohnes Franz Liszt, fügt sich der schlichte kubische Bau erstaunlich problemlos ins dörfliche Umfeld. Entworfen vom Rotterdamer Architekturbüro Kempe Thill, wurde der Bau zum Franz-Liszt-Jahr 2006 eröffnet. Wer im Inneren die Türen zum Herzstück, dem Konzertsaal, öffnet, wird überrascht: Was außen weiß und glatt ist, ist im Inneren komplett mit Holz verkleidet und sieht aus wie eine Scheune oder wie das Innere eines Instruments. In seiner fensterlos-schlichten, deutlich gemaserten Fichtenholz-Serialität wirkt der Konzertsaal auf den ersten Blick fast wie ein vom Maler Anselm Kiefer gestalteter Turnsaal. Wand und Decke sind von einem 2,6 mal 3,6 Meter messenden Raster aus Holzleimbindern strukturiert. Darin eingelegt sind dreifach gekrümmte massive Tafeln aus Fichtenholz. Was hart und somit akustisch nachteilig scheint, ist im Detail äußerst raffiniert gelöst.

Entwickelt wurde die Raumakustik von den Architekten gemeinsam mit dem Münchner Büro Müller-**bbm**. Nach einigem Tüfteln fand man die ideale Lösung: Die Kassetten, die zwischen dem Raster aus Holzleimbindern eingefügt sind, setzen sich aus einer Dreischichtplatte und einer Fichteneinschichtplatte auf der Sichtseite zusammen. Die Einschichtplatte wurde per CNC-Fräse doppelt konvex abgeschliffen, sodass sich eine Gesamtdicke von 8 cm außen und 12 cm in der Plattenmitte ergibt.

„Da die Schallabsorption komplett durch Publikum und Bestuhlung erfolgt, müssen die Wände relativ glatt sein“, erklärt Michael Wahl, Projektleiter bei Müller-**bbm**. „Gleichzeitig mussten parallele Flächen vermieden werden, sonst würden Flatterechos entstehen. Daher haben wir die doppelt konvexe Plattenoberfläche entwickelt. Für die niedrigen Frequenzen benötigen wir ein hohes Flächengewicht. Daher sind die Platten mit bis zu 350 Kilogramm pro Element relativ schwer.“

Standort Lisztstraße 48, Raiding/A

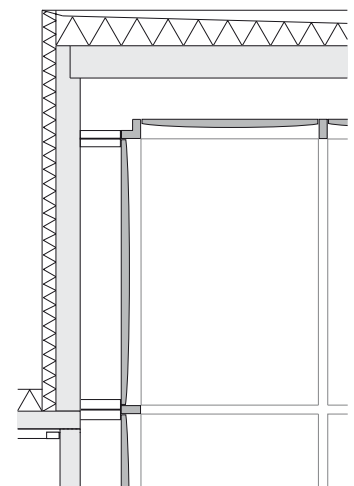
Bauherr Franz-Liszt-Gesellschaft Burgenland, Schloss Esterházy, Eisenstadt/A, www.lisztfestival.at

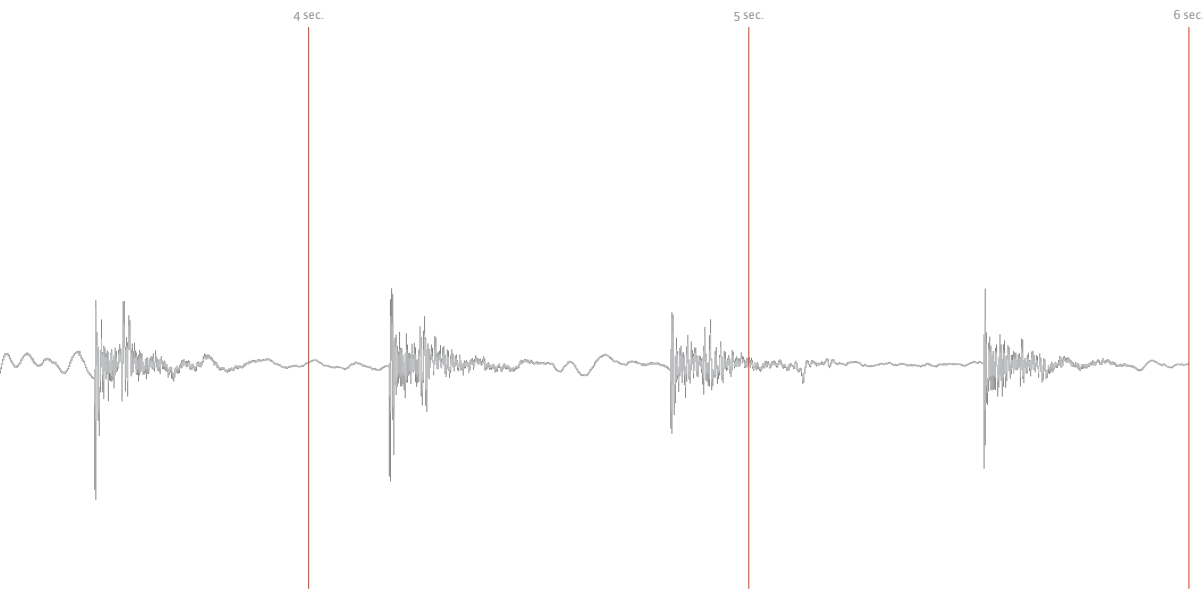
Planung Atelier Kempe Thill, Rotterdam/NL, www.atelierkempethill.com

Holzbau Bau- und Möbeltischlerei Heinz Diklic, Wampersdorf/A, www.diklic.at

Akustik Müller-**bbm**, Planegg/D, www.muellerbbm.de

Fertigstellung 2006





Schritte auf Holzboden
Gehen mit Ledersohlen auf federnd gelagertem Eschenboden, fest und voll klingen die Tritte mit einem kurzem, weichen Nachhall beim Abrollen.

Der Raum weist die für Konzertsäle bewährte Schuh-schachtelform auf. Wichtiger noch als das Material ist schließlich das Volumen, erklärt Michael Wahl: „Der Saal in Raiding hat etwa 5.000 Kubikmeter. Das ist ideal für Kammermusik, für größere Orchester wäre es zu klein.“ Um störende Lüftungsgereusche zu vermeiden, wurde die Zuluft im aufgeständerten Boden untergebracht, die Perforation des Parketts wurde genau austariert, sodass sie akustisch möglichst wenig Schallabsorption aufweist und trotzdem der notwendige Lüftungsquerschnitt erreicht wird. Die Abluft wurde diskret in der Lücke zwischen Deckenträgern und Deckenelementen versteckt.

Dass sich die Akustik bewährt hat, zeigen die unzähligen Tonaufnahmen von Kammermusik bis Elektronik, die seit der Eröffnung hier gemacht wurden. Wie hört sich der Saal nun an? Gibt es ein speziell hölzernes Klangbild? Johannes Kutrowatz, mit seinem Bruder Eduard seit 2009 Intendant des Liszt Festivals, ist heute noch voller Enthusiasmus: „Es ist ein fantastischer Klavier- und Kammermusiksaal.“ Mit der in Raiding gewählten Kassettenstruktur von Wand und Decke lehnt man sich akustisch an die Kassettendecke der klassischen Konzertsäle an.

Aus Sicht von Musiker und Dirigent wird das spezielle Raidinger Klangbild vor allem durch seine anspruchsvolle Präzision charakterisiert, sagt Kutrowatz. „Man sitzt mitten im Klang. Manchmal hat man das Gefühl, der Saal kann Gedanken lesen. Die dynamischen Kontraste werden hier wirklich ausgelotet und sind bis in den letzten Winkel hörbar.“

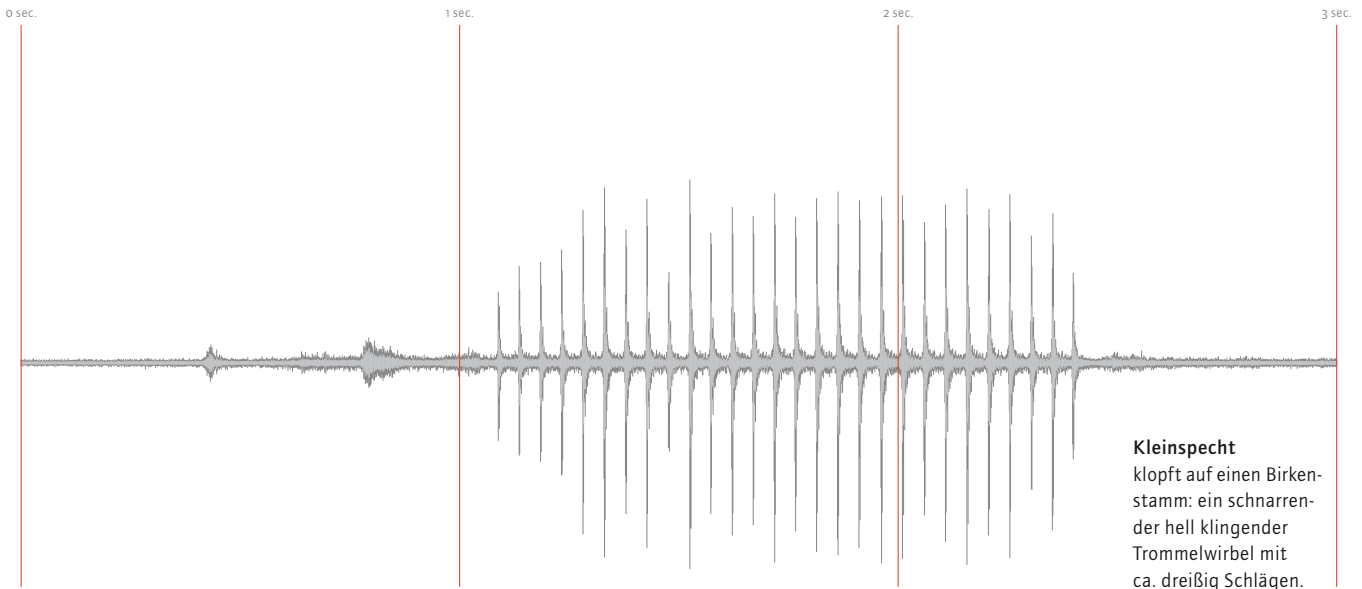
Emotionen lassen sich unmittelbar mitteilen. Das heißt, als Musiker muss man hier genau differenzieren.“

Das Klangbild sei also ähnlich anspruchsvoll wie im Goldenen Saal des Wiener Musikvereins, so Kutrowatz. Die Materialität dürfte dafür weniger verantwortlich sein, schließlich liegt der Holzanteil beim Musikverein unter 15 Prozent. Trotzdem lieben die Musiker das Holz: „Physikalisch können Beton oder Glas dasselbe leisten, aber psychologisch hat sich Holz bei Musikern als warme Oberfläche eingepreßt“, resümiert Michael Wahl von Müller-BBM. Man sieht: Raumakustik ist immer auch Psychoakustik.

Maik Novotny
geboren 1972 in Stuttgart, lebt seit 2000 in Wien. Er arbeitet als Architekt und Stadtplaner in Wien und Niederösterreich und schreibt regelmäßig für die Tageszeitung Der Standard, die Wochenzeitung Falter sowie für Fachmedien über Architektur, Stadtentwicklung und Design.



Die Ausfachungen sind konvex geformt. Dafür wurden die Platten so gefräst, dass sie in der Mitte eine Gesamtdicke von 12 cm und am Rand von 8 cm haben.



Kleinspecht
klopft auf einen Birkenstamm: ein schnarrender hell klingender Trommelwirbel mit ca. dreißig Schlägen.

Tonverteiler

Holz und die Prinzipien der Akustik

Karl Bernd Quiring

Holz ist – infolge seines Wachses und seiner Struktur – ein schwingungsfähiges Material, welches ihm aufgeprägte Schwingungen sehr gut weiterleitet. Wie tritt nun diese Eigenschaft bei Verwendung von Holz in Erscheinung? Wir stoßen hier auf mehrere Prinzipien der Akustik.

Holz beim Bau von Musikinstrumenten

Bei der Geige versetzt der Streichbogen die Saite in Schwingungen, welche über den kraftschlüssig mit der Weichholzdecke des Korpus verbundenen Steg (und mit einer Verbindung von Decke und Boden mittels „Stimmstock“) in den Korpus eingeleitet werden. Diese Schwingungsenergie versetzt den inneren Luftraum in Schwingungen, welche als (aus Grundton und Obertönen bestehender) Ton über die „f-Löcher“ abgestrahlt werden. Der hölzerne, nach langer Tradition gebaute Geigenkorpus mit seiner Masse und Steifigkeit ist damit aktiv in die direkte Klangentstehung und damit auch in den Abstrahlvorgang eingebunden. Der Frequenz- bzw. Tonumfang bestimmt die Baugröße als Geige, Bratsche, Cello oder Kontrabass – mit zwar frequenzverschobenem, aber ansonsten gleichem Klangerzeugungsprinzip.

Als andere Anwendung soll nun ein Xylophon betrachtet werden – hier werden Riegel verschiedener Größe aus Hartholz angeschlagen, wobei sich die Tonhöhe aus der Härte und Steifigkeit ergibt. Die Klangabstrahlung entsteht durch die Eigenschwingung dieser Holzriegel, ohne dass Luft im Hohlraum eines Instruments als Übertragungsmedium fungiert, und zeigt sich deutlich weniger ausgeprägt als bei den Streichinstrumenten.

Holz beim Bau von Konzertsälen

Bei Konzertsälen sind das Volumen und die Raumform für die Verteilung des Klangfeldes primär. Bei dieser Anwendung tritt das Holz z. B. als Verkleidung von Wänden und Decke in Erscheinung. Dabei wirken – raumakustisch gesehen – die Oberflächen eines Saals abhängig von Masse und Steifigkeit passiv vor allem auf die dort auftreffenden Reflexionen und beeinflussen derart den Gesamtklang im Raum.

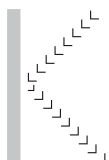
Wenn dabei die Platten der Verkleidung hohe Steifigkeit und Masse aufweisen, findet eine fast vollständige Reflexion der auf diese Oberflächen auftreffenden Schallenergie statt. Durch spezielle Bauarten von Holzverkleidungen kann der Akustiker mit dem Prinzip der Schallabsorption verschiedene Frequenz-(Klang-)Anteile dieser auftreffenden Schallenergie gezielt „abmindern“ oder „vernichten“ und damit die Farbe des Gesamtklangs in einem Raum regulieren:

_ Bei geschlitzten oder gelochten Platten entsteht Schallabsorption durch die Schwingungen einer in den Löchern vorhandenen Luftmasse („Massenbelag“) auf einem Luftraum hinter der Platte („Feder“), also durch Schwingung eines Feder-Masse-Systems.

_ Bei dünnen, membranartigen Platten entsteht Schallabsorption, unter anderem abhängig von Steifigkeit und Masse der Platte, durch einen Schwingungszustand, mit dem den dort entstehenden Reflexionen Schallenergie entzogen wird.

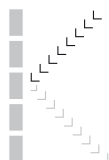
Holz mit seinen Vorteilen einer geringen Masse und leichten Bearbeitbarkeit wird bereits seit Jahrhunderten für die Ausstattung von Räumen mit festlichem Charakter herangezogen. Allerdings kann Holz aus Sicht raumakustischer Erfordernisse durchaus bei dieser Anwendung durch andere Materialien ersetzt werden, wenn diese weitgehend gleiche Eigenschaften der Bearbeitbarkeit, eine geringe Masse und Steifigkeit aufweisen.

fast vollständige Reflexion

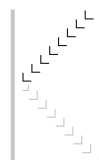


massive Holzwand

eingeschränkte Reflexion



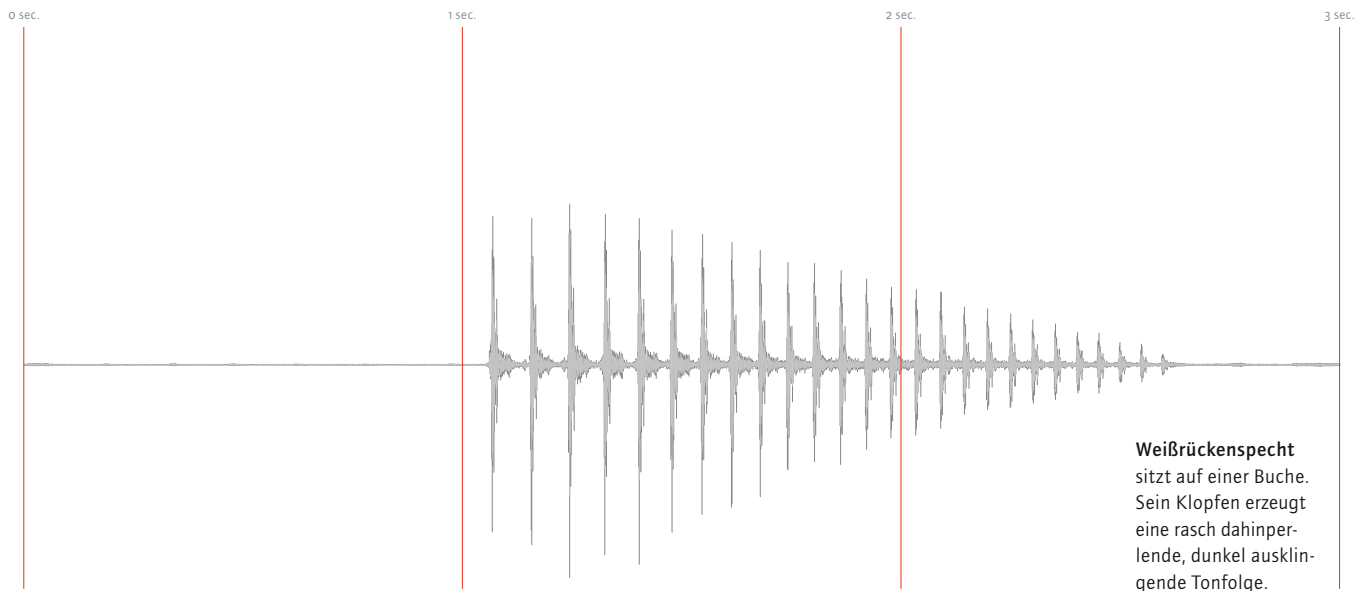
gelochte Holzwand



dünne, schwingungsfähige Holzwand

Karl Bernd Quiring

Akustiker mit eigenem Büro in Aldrans. Die vier neuen Probesäle im Musikverein, das neue Musiktheater in Linz und viele andere Bauten gehören zu seinem Portfolio.



Wer klopft denn da?

Der akustische Geschmackssinn von Spechten und Termiten

Alois Pumhösel

Eine ganze Reihe von Vögeln und Insekten macht sich den Klang von Bäumen, morschen Ästen oder verbauten Balken zunutze. Er hilft ihnen, die Paarung anzubahnen, ihr Revier abzugrenzen oder Nahrung zu finden.

Tok-tok. *Schwarzspechte* klopfen an, bevor sie ihre Höhle betreten. Wenn das Spechtpaar mit der Brutpflege beschäftigt ist, ist das ihr Zeichen für den Schichtwechsel bei den Jungen. „Der ankommende Schwarzspecht klopft, um sich anzukündigen“, sagt Hans Winkler vom Konrad-Lorenz-Institut für Vergleichende Verhaltensforschung der Veterinärmedizinischen Universität Wien. „Es ist wie das Anklopfen an einer Tür. Der eine Partner kommt danach aus der Bruthöhle heraus, der andere geht hinein.“

Der Specht ist wohl das bekannteste Tier, das sich den Klang von Holz zunutze macht. Wenn sich der Frühling ankündigt, beginnt etwa das Trommeln der *Buntspechte* in den mitteleuropäischen Laubwäldern. Die Männchen versuchen damit, ihr Revier abzugrenzen und um ein Weibchen zu werben. „Das Trommeln und Klopfen der Spechte hat eine ähnliche Funktion wie der Gesang bei Singvögeln“, sagt Winkler. Und nicht nur das: Mit dem Klopfen auf Holz erkennen die Tiere auch, ob das Holz hohl ist oder nicht, ob es sich also lohnt, eine Höhle anzulegen, und ob sich in der Baumrinde ihre bevorzugte Nahrung – Larven und Käfer – finden lässt.

Wie die Spechte die Schallwellen, die das Holz hohl klingen lassen, genau aufnehmen und verarbeiten, sei noch nicht genau ergründet, erklärt der Verhaltensforscher. „Fest steht, dass sie Hohlräume sogar unabhängig vom Material erkennen können. Das beweist der Umstand, dass die Tiere ihre Höhlen mittlerweile oft in hohl klingendem Styropor-Wärmeschutz bauen.“

Über 200 Spechtarten gibt es, und natürlich unterscheiden sich ihre Klopfertaktiken und die Signale, die sie damit aussenden.

Auch andere Vögel, etwa *Kleiber*, klopfen auf Holz, um mit Artgenossen zu kommunizieren. „Als Signalsystem ist das Klopfen bei Kleibern aber längst nicht so ausgeprägt wie bei den Spechten“, sagt Winkler.

Der König der gefiederten Trommler ist aber der *Palmkakadu*. Die Art, die in Nordaustralien und auf Neuguinea beheimatet ist, nimmt tatsächlich ein Holzstückchen in den Schnabel, um mit diesem „Trommelschlägel“ auf tote Baumstämme zu klopfen.

„Es dürfte ein Signal an den Partner sein“, sagt Winkler.

Neben Vögeln verwenden auch Insekten Holzgeräusche zur Kommunikation und Orientierung. Ein Beispiel sind die *Stenopelmatidae*: Die bis zu 5 cm großen grillenartigen Bewohner Amerikas und Asiens kommunizieren, indem sie ihren Hinterleib auf den Boden schlagen. Über den Substratschall, also Vibrationen in Materialien wie Holz, verabreden sich die Tiere zur Paarung. Eine besondere Fähigkeit haben australische *Trockenholztermiten*, wie Forscher vor wenigen Jahren entdeckten. Sie bevorzugen für ihre Mahlzeiten eher kleinere Hölzer. Die Größe eines Stückes können die blinden Tiere offenbar über den Schall wahrnehmen, der beim ersten Annagen entsteht.

Der *Gescheckte Nagekäfer*, auch *Bunter Pochkäfer* genannt, bei dem die Männchen mit dem Klopfen auf Holz Partnerinnen anlocken, fand sogar Eingang in Literatur und Musik. Er und die *Gemeine Staublaus*, die ein ähnliches Verhalten an den Tag legt, wurden im Volksglauben als Totenuhr bekannt. Das Klopfen, das vom Käferbefall eines Hauses zeugte, wurde einst als Anzeichen für den nahenden Tod eines Bewohners gedeutet. Die Totenuhr tickt nicht nur in Werken von Eduard Mörike, Georg Büchner und Ludwig Anzengruber, sondern auch an einer dramatischen Stelle in Anton Bruckners 8. Sinfonie in c-Moll.

Alois Pumhösel

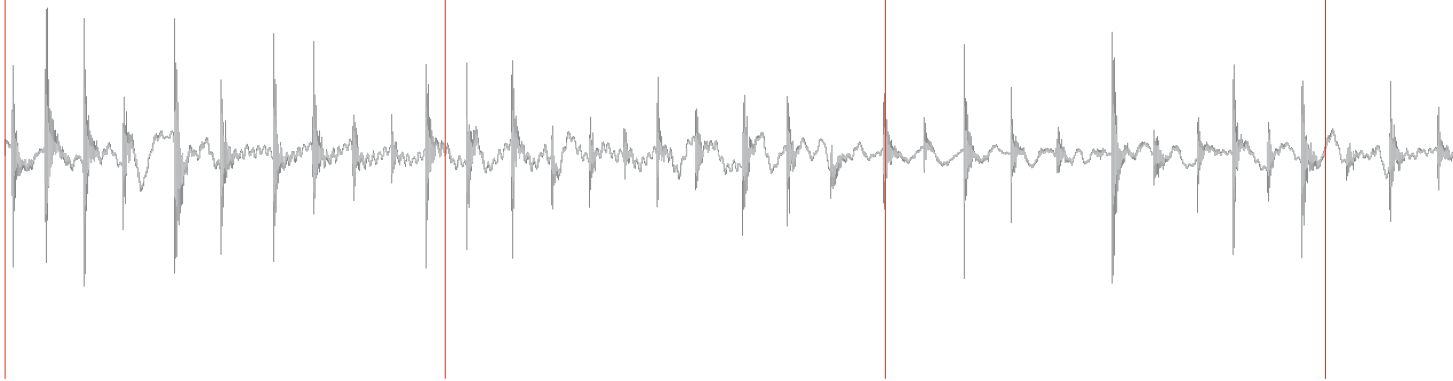
geboren 1976, ist freier Journalist mit Schwerpunkt Wissenschaft, Umwelt und Technologie. Er verfasst u. a. regelmäßig Beiträge für die Tageszeitung Der Standard.

0 sec.

1 sec.

2 sec.

3 sec.



Lehrjahre des Holzes

Vom Baum zur Geige

Esther Pirchner

Was macht den Klang eines Saiteninstruments aus? Kommt es auf das verwendete Holz an und auf seine physikalischen Eigenschaften? Liegt es daran, wo ein Stamm gewachsen ist, wann er gefällt, wie er aufgespalten und gelagert wird? Oder gibt vielmehr die Meisterschaft des Geigenbauers den Ton an, die Art, wie er die Teile zuschneidet, bearbeitet und zusammenfügt? Spricht man vom Material, so muss man etwa Grundierung und Lack mitdenken, auch wenn das Instrument vor allem aus Holz gemacht ist: Zarge, Boden, Hals und Steg aus Riegel-Ahorn mit seiner besonders schönen, changierenden Maserung; Griffbrett, Wirbel und Saitenhalter aus Ebenholz, das sehr hart und stabil ist; die Decke des Korpus und der Stimmstock im Inneren aus Fichte. Die Fichte, genauer die Gemeine Fichte (*Picea abies*) aus den Gebirgsregionen der Alpen, ist jenes Holz, das für den Klang die größte Bedeutung hat, erläutert der Forstwissenschaftler Andreas Pahler, der sich auf Resonanzholz für den Streichinstrumentenbau spezialisiert hat und seine Hölzer weltweit verkauft. Der Werkstoff ist sehr leicht, dabei zugleich stabil und biegsam. Um Tonholz zu gewinnen, wählt Pahler, der im bayerischen Raum tätig ist, gerade gewachsene, astfreie Bäume aus, die auf über 1.000 Metern Seehöhe und damit sehr langsam gewachsen sind. Dadurch liegen die Jahrringe dicht beieinander, das Spätholz ist sehr dünn. Eine geringe Rohdichte und eine hohe Schallgeschwindigkeit sind ebenfalls Werte, auf die bei Resonanzholz geachtet wird.

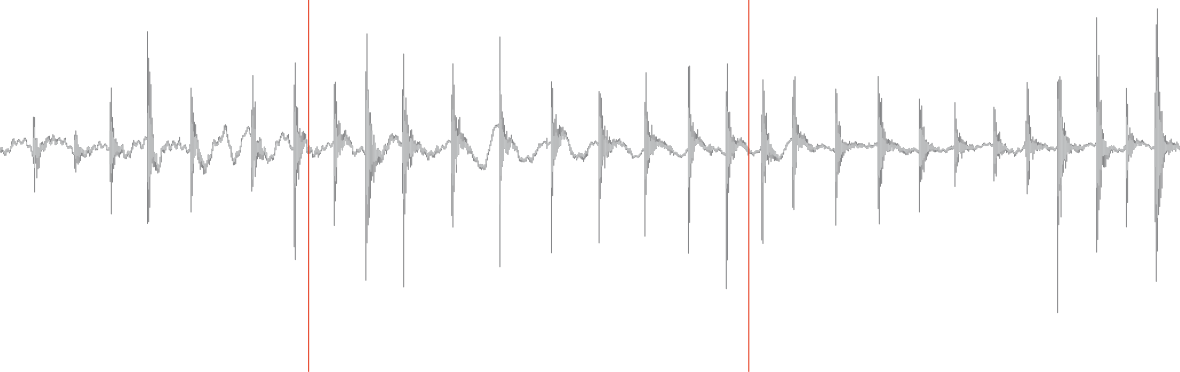
Ob das Holz eher „widerspenstig oder gefällig“ ist, sich mehr oder weniger verzieht, zeigt sich erst, nachdem der Stamm in kleinere Längen zersägt, diese aufgespalten und ein Jahr lang getrocknet wurden. Erst dann werden die Teile ihrer künftigen Verwendung für Geigen, Gitarren oder Celli zugeordnet, kleiner geschnitten, weitere ein, zwei Jahre getrocknet und im Anschluss gehobelt und gelagert. Bis ein Geigenbauer ein solches Stück Tonholz in die Hand bekommt, vergehen insgesamt rund fünf Jahre, und meist wägt er sehr genau ab, aus welchen Stücken er seine Instrumente baut. Ein gutes Holz verschaffe einem Geigenbauer immer einen Vorteil, sagt Pahler. Bei aller Sorgfalt, die er auf die Qualität verwendet, hängt der ausgezeichnete Klang einer Geige aber davon ab, wie ein Instrumentenbauer mit dem vorhandenen Material umgeht. Wissenschaftlich erforscht und durch jahrelange Erfahrung immer mehr perfektioniert hat die Möglichkeiten der Klanggestaltung der Geigenbauer und Phonetiker Stefan-Peter Greiner. Eine Untersuchung zur Klangabstrahlung von Geigen, die er mit dem Physiker Heinrich Dünwald durchführte, ergab, dass Geigenklang als besonders schön wahrgenommen wird, wenn er dem Klang der menschlichen Stimme ähnelt. Diesem Ideal kommt Greiner sehr nahe, und er ist damit außerordentlich erfolgreich: Seine Violinen, Bratschen und Violoncelli zählen zu den ganz wenigen modernen Instrumenten, die Solisten neben oder statt einer Stradivari oder Guarneri im Konzert spielen.



4 sec.

5 sec.

6 sec.



Birkenast an Holzzaun
Mit einem Birkenast am Lattenzaun entlangstreichen, es rattern die Töne kurz, hart und trocken dahin.

10 Holz hören
11
zuschnitt 56.2014

Selbstverständlich arbeitet auch Greiner mit einer regelmäßig gewachsenen Alpenfichte, aber mit einem Stamm, der ursprünglich nicht als Tonholz gedacht war. Diesen hat er vor etlichen Jahren bei einem Holzhändler in Tirol erworben und vor allem aus ästhetischen Gründen ausgewählt, ihn in zehn Stücke à 50 cm aufteilen und diese aufspalten lassen. 300 Decken hat er daraus schon gemacht, für 300 bis 400 weitere wird das Holz noch reichen. Die Holzeigenschaften, da sind sich Pahler und Greiner einig, sind auch innerhalb eines ganz regelmäßigen, feinjährigen Stammes nicht überall gleich. Während aber laut Pahler nur rund 20 Prozent eines guten Stammes für den Instrumentenbau geeignet sind, betont Greiner, dass diese Unterschiede für den Klang kaum eine Rolle spielten (und er einen Zusammenhang auch physikalisch nicht habe nachweisen können). Vielmehr komme es auf die Konstruktion an: „Ich kann das Material nicht ändern, aber ich kann darauf reagieren.“ Eine Decke aus weicherem Holz wird meist dicker ausfallen als eine aus härterem, der Klang – wie bei der Gesangsstimme – einmal dunkler, einmal heller. Die Klangeinrichtung nimmt Greiner schon vor, bevor er den Lack aufbringt, indem er die Holzstärken von außen minimal verändert.

Den allerletzten Schliff erhält das Instrument aber erst, nachdem es einige Zeit gespielt wurde, weil auch das Spielen den Klang beeinflusst. Durch das Verschieben des Stimmstocks, Veränderungen am Steg oder an den Saiten wird dann das Klangbild noch variiert – so lange, bis der Gesang der Geige dem Musiker, der sie spielt, am schönsten in den Ohren klingt.

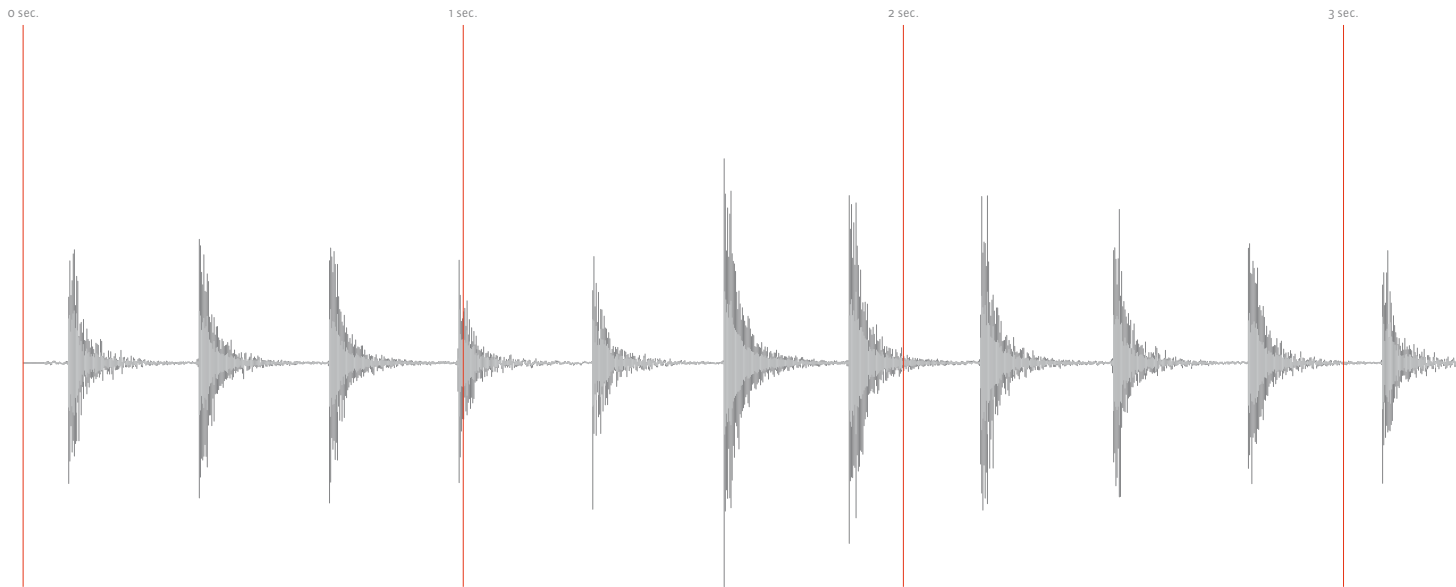
Esther Pirchner ist Journalistin mit Schwerpunkt Musik, Lektorin und Autorin von Programmbüchern.

Alpentonholz Pahler
Mittenwald und Markt Indersdorf/D
www.alpentonholz.de

Geigenbauwerkstatt Stefan-Peter Greiner
London/GB
www.greinergeigen.de

Fünf Jahre sind das Minimum: Das Holz muss lange trocknen und lagern, bevor es zu einem Instrument verarbeitet werden kann.





Klangholz

Es gibt viele verschiedene Hölzer, die im Musikinstrumentenbau zum Einsatz kommen, doch nur einige wenige Holzarten werden der Bezeichnung Klangholz gerecht, da nur sie wirklich an der Klangerzeugung oder Klangabstrahlung beteiligt sind. Sie dienen als Resonanzplatte bei Zupf- und Streichinstrumenten, als Resonanzboden bei Klavieren oder in Form von Platten oder Stäben als selbstklingende Instrumente. Die heimische Fichte ist dabei das am häufigsten verwendete Klangholz für Streich- und Tasteninstrumente. Bei Selbstklingern wie dem Xylophon hingegen muss das Holz besonders schwer sein, damit es länger klingt – hier kommen fast ausschließlich tropische Hölzer zum Einsatz. Bei der Auswahl eines Holzes für Resonanzplatten (z. B. Geigendecken) ist das Verhältnis von Elastizität zu Dichte ausschlaggebend. Bei möglichst geringer Rohdichte sollte das Elastizitätsmodul groß sein, damit das Holz sich leicht in Schwingung versetzen lässt. Die Nadelhölzer, allen voran die Fichte entsprechen diesen Forderungen viel besser als Laubhölzer. Aber auch von der Fichte kommen nur die hochwertigen Rohlinge zum Einsatz, solche, die enge Jahrringe, keine Wuchsfehler und keine Druckholzonen aufweisen. Gunther Ziegenhals vom Institut für Musikinstrumentenbau (IfM) an der Technischen Universität Dresden betont, dass viel wichtiger als enge Jahrringe die Verarbeitung des Holzes ist: Die Jahrringe müssen senkrecht stehend verwendet werden, weil nur dann der Elastizitätsmodul am günstigsten ist. Es haben also neben den Holzigenschaften auch immer die konstruktiven und handwerklichen Ausführungen einen großen Einfluss auf die Qualität des Instruments.

Heimische Holzarten für den Musikinstrumentenbau:

Ahorn

Ahornholz ist kleinporig, relativ hart, aber elastisch und biegsam. Es braucht länger, bis es zum Klingeln gebracht wird, schwingt dafür auch länger nach als Fichte.

- _ Boden, Zarge, Hals und Steg von Streichinstrumenten (Geige, Bratsche, Cello)
- _ Holzblasinstrumente (Blockflöte, Fagott usw.)

Rohdichte: 623 kg/m³
 Härte: hart
 E-Modul: 9.400 N/mm²

Birnbaum

Birnbaumholz ist sehr dicht und hart. Neben Ahorn ist es das meistverwendete Holz für Blockflöten.

- _ Blockflöte
- _ Schneck von Geigen

Rohdichte: 732 kg/m³
 Härte: hart
 E-Modul: 8.000 N/mm²

Buchsbaum

Buchsbaumholz ist ein schweres, stark schwindendes Holz. Es ist sehr hart und dicht.

- _ Griffbrett, Wirbel, Saitenhalter von Saiteninstrumenten
- _ Holzblasinstrumente
- _ historische Instrumente

Rohdichte: 900 kg/m³
 Härte: hart
 E-Modul: 17.200 N/mm²

Elsbeere

Elsbeerholz ist schwer und hart und hat eine hohe Maßhaltigkeit.

- _ Flöten und Orgelpfeifen
- _ mechanische Teile im Klavierbau

Rohdichte: 750 kg/m³
 Härte: mittelhart bis hart
 E-Modul: 11.700 N/mm²

Esche

Eschenholz ist schwer und hart, zäh und elastisch zu gleich.

- _ Schlagstäbe

Rohdichte: 702 kg/m³
 Härte: hart
 E-Modul: 13.400 N/mm²

Literatur

Holzspektrum – Ansichten, Beschreibungen und Vergleichswerte
 Josef Fellner, Alfred Teischinger, Walter Zschokke
 proHolz Austria (Hg.),
 Wien 2006
 zu bestellen unter:
shop.proholz.at

Musik und Wald

Helmut Schmidt-Vogt
 Freiburg im Breisgau 1996

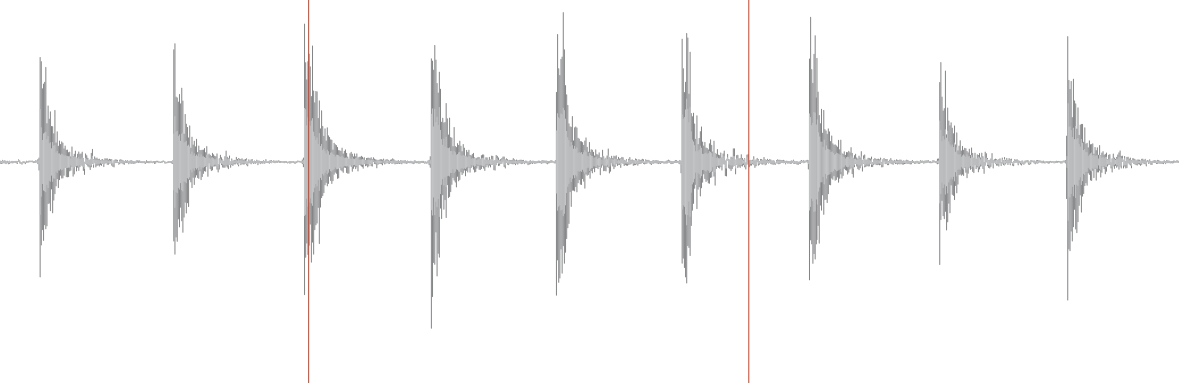
Holz als Rohstoff für den Musikinstrumentenbau

Hans Georg Richter
 Celle 1988

4 sec.

5 sec.

6 sec.



Schnitzelklopfen

Mit einem Schnitzelklopfer aus Ahornholz wird ein Stück Schweinefleisch flachgeklopft. Zu hören ist eine Kombination aus Klatsch- und Klopfgeräuschen mit einer dumpfen Resonanz im Hartholzbrett.



Fichte

Fichtenholz ist leicht und weich. Es lässt sich gut in Schwingung bringen, kann aber den Ton nicht lange halten (= kurze Ansprache). Klangholz für Streich- und Tasteninstrumente.

- _ Resonanzdecke von Saiteninstrumenten (Geige, Bratsche, Cello, Harfe, Gitarre)
- _ Klangböden von Klavier, Cembalo

Rohdichte: 441 kg/m³
Härte: weich
E-Modul: 12.500 N/mm²

Hainbuche

Hainbuchenholz ist eine der schwersten heimischen Holzarten.

- _ Schlagstäbe
- _ Klaviermechanik (Hämmer)

Rohdichte: 780 kg/m³
Härte: hart
E-Modul: 16.200 N/mm²

Kiefer

Das Kiefernholz ist sehr harzreich. Das durch Destillation gewonnene Kolophonium wird zum Harzen von Geigenböden verwendet.

Linde

Das Lindenholz ist weich und mittelschwer.

- _ Reifchen, Ober- und Unterklotz von Gitarren

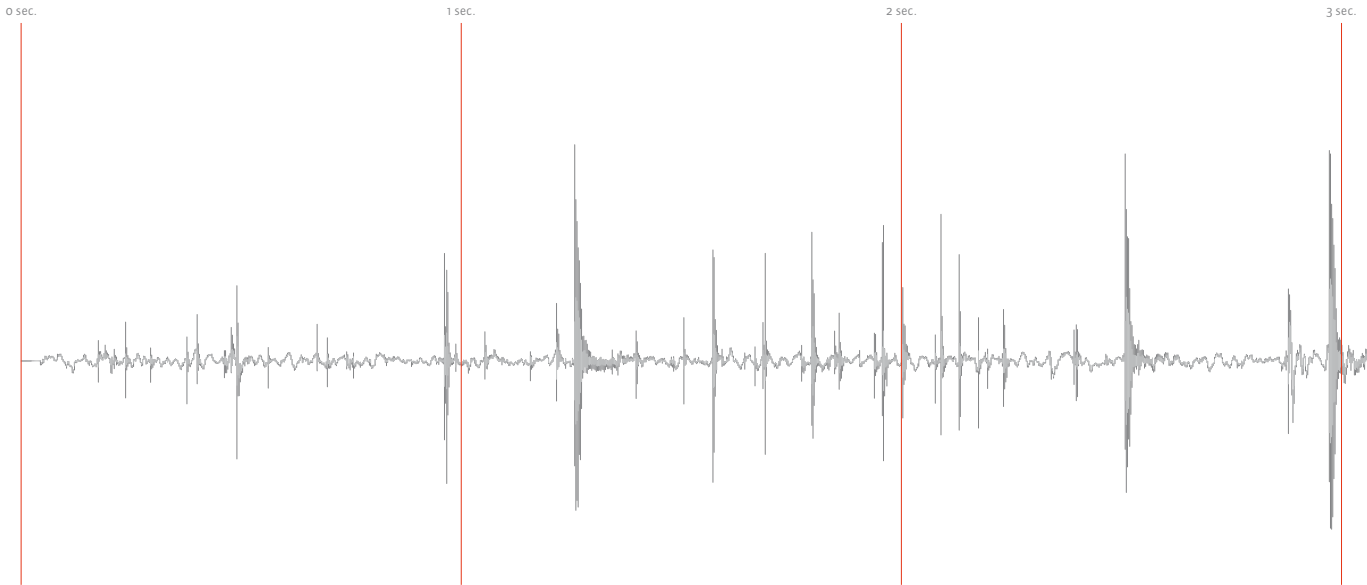
Rohdichte: 553 kg/m³
Härte: weich
E-Modul: 9.000 N/mm²

Tanne

Tannenholz gleicht weitgehend dem Fichtenholz. Es dient vorwiegend als Resonanzholz tief gestimmter Saiteninstrumente.

- _ Violoncello, Kontrabass, Bratsche und tief gestimmte Zupfinstrumente

Rohdichte: 441 kg/m³
Härte: weich
E-Modul: 11.000 N/mm²



Holzgeräusche

Was erzählen Sie uns?

Rupert Wimmer

Warnende Geräusche: Bevor Holz bricht, knistert und knackt es

Das Holz kündigt durch Knistern und Knacken eine mögliche Einsturzgefahr an. Dieses Knistern und Knacken im Holzbalken wird von sehr feinen und kleinen Rissen erzeugt. Dabei reißen einzelne Zellwände und Fasern ein beziehungsweise ab, ohne dass gleich der ganze Balken bricht. Solche Mikrorisse treten bei allen Holzarten auf, allerdings sind sie bei Holzarten mit schlechtem Warnvermögen für das menschliche Ohr kaum wahrnehmbar; das „Knacken“ liegt außerhalb des hörbaren Frequenzbereichs. Bei gutem Warnholz, das man im Grubenbau einsetzte, treten hörbare Mikrorisse bereits ab der Hälfte der Bruchfestigkeit auf. Werden die Knack- und Knistergeräusche häufiger und lauter, rückt die Bruchgrenze immer näher. Holz hat sich im Bergbau deshalb stets bewährt. Als hervorragendes „Alarmholz“ galt neben Fichte, Waldkiefer, Lärche und Eiche stets die Robinie. Bei der Robinie kommt neben der hohen Festigkeit die enorme natürliche Dauerhaftigkeit hinzu. Ein Warnvermögen besitzt nämlich nur „gesundes“, das heißt, pilzfreies Holz. Pilzbefallenes Holz kann plötzlich brechen – gänzlich ohne knackende Vorwarnung.

Brennendes Holz knistert

Holzfeuer macht jede Menge Lärm. Es zischt und knackt permanent. Das Knacken und Knistern wird oft vereinfacht damit erklärt, dass das verdampfende Wasser einen gewaltigen Druck auf die Holzzellen ausübt und diese in Miniexplosionen zum Platzen bringt. Aber ganz so simpel ist es nicht, denn es sind kleine Gasexplosionen, die wir hören. Die Holzverbrennung beginnt mit dem Verdampfen von Wasser. Erst ab 150°C werden Zellulosemoleküle, die die Hälfte des Holzes ausmachen, gespalten und zersetzt. Es entstehen Kohlenwasserstoffgase. Diese brennbaren Gase reagieren erst ab 400°C spontan mit dem Luftsauerstoff: Die Oxidation beginnt. Viele dieser Kohlenwasserstoffgase treten in Form kleiner Bläschen aus dem Holz aus. Sobald diese Blasen platzen, verbindet sich das Gas mit dem Luftsauerstoff und es kommt im Feuer zu einer kleinen Explosion. Diese ist aber im Idealfall so winzig, dass wir sie im Kamin nur als leises Prasseln, Knacken oder Knistern wahrnehmen. Bei Waldbränden können diese Gasexplosionen zu einem ohrenbetäubenden Knallen und Zischen anschwellen. Das Harz in bestimmten Holzarten wie Kiefer oder Fichte erzeugt ein stärkeres Knacksen. Harzärmere Holzarten wie Birke oder Buche hören sich entsprechend leiser und gleichmäßiger an.

KLAPPEN

einen leisen Knall geben, ein leichtes, hartes Geräusch machen
die Tür klappte, schloss sich mit leise knallendem Geräusch, fiel ins Schloss

KLAPPERN

durch rasches, häufiges Aneinanderschlagen zweier harter Gegenstände Geräusche machen
ein Fensterladen, eine Tür klappert

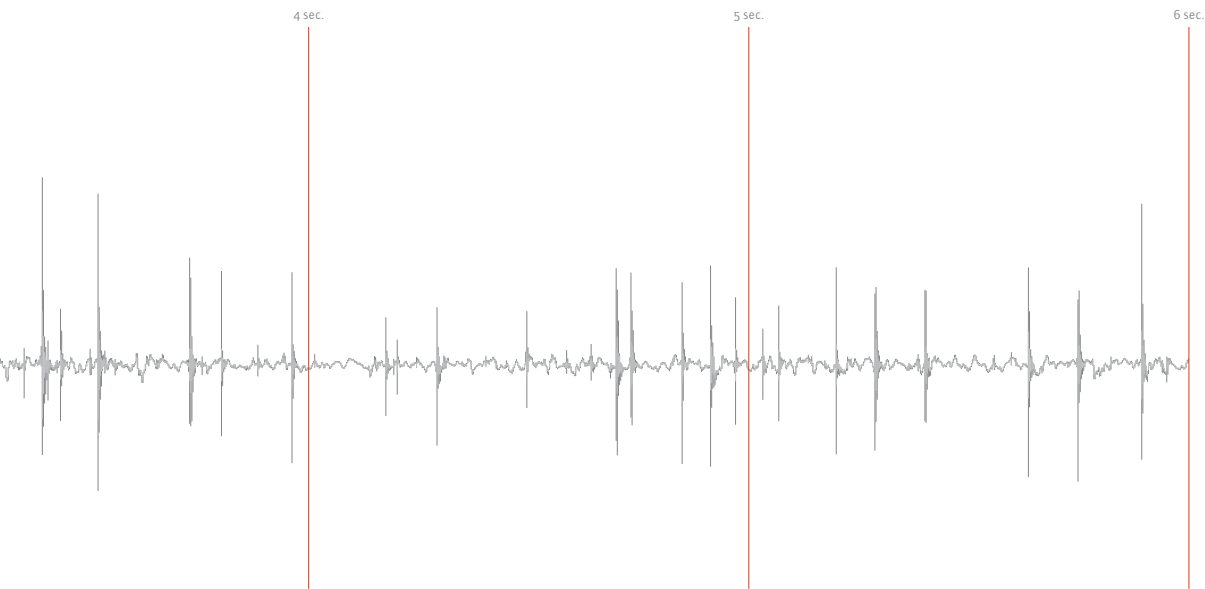
KNACKEN

einen kurzen, hellen Laut von sich geben wie zerbrechendes Holz, mit einem kurzen, hellen Laut zerbrechen, anbrechen
Dielen, alte Möbel knacken, Holzscheite knacken im Feuer

Bühnenböden dürfen nicht knacken

Die Schwarzkiefer, die im Osten Österreichs recht häufig anzutreffen ist, gilt als das beste Holz für Theaterbühnen. Eine Theaterbühne aus Schwarzkiefer knarrt wenig. Ob diese besondere Eigenschaft mit dem höheren Harzgehalt der Schwarzkiefer zusammenhängt, konnte wissenschaftlich noch nicht nachgewiesen werden. Gesichert ist hingegen, dass sich durch den höheren Harzgehalt der Schwarzkiefer die kleinen Löcher im Holz, die durch das häufige Montieren und Entfernen der Theaterkulissen entstehen, rasch wieder schließen.

Rupert Wimmer
Professor für Holzwissenschaften an der BOKU Wien



Offenes Feuer
Kaminfeuer im Ofen mit offener Tür: Die brennenden Holz-scheite machen leise und helle knackende, teils auch knallende Geräusche.

Anne Isopp

KNALLEN

ein kurzes, scharfes, peitschenschlag- oder schussartiges Geräusch von sich geben
die Tür knallte ins Schloss

KNARREN / KNARZEN

ein raues Reibegeräusch von sich geben
alte Bäume, Dielen, Treppen knarren

PRASSELN

*kommt von mittelhochdeutsch „brasteln“ = krachen, dröhnen
Feuer prasselt im Ofen,
brennt knisternd
und lichterloh*

KNISTERN

leise und hell knackende, raschelnde Laute von sich geben
*trockene oder brennende Zweige knistern, es knistert im Gebälk,
Gefahr droht (ursprünglich wie von Feuer oder nicht mehr tragfähigen Balken),
das Feuer knistert im Ofen*

Baumschädlinge am Geräusch erkennen

Haben Käferlarven einen Baum befallen, kann man sie zum Teil mit bloßem Ohr hören: Die Larven beißen Holzfasern durch, sie atmen und bewegen sich im Holz. Diese Schallemissionen breiten sich über das Holz aus. Martin Brandstetter vom österreichischen Bundesamt für Wald (BFW) und sein Kollege Sebastian Hübner aus Bamberg haben Mikrofone an Bäumen angebracht und die Geräusche aufgenommen. Mithilfe von bioakustischen Mustern und einer Sound-Datenbank, in der die Aufnahmen von Larven- und Umweltgeräuschen unter definierten Bedingungen gespeichert sind, können sie diese auswerten und feststellen, ob der Baum von einem Schädling befallen ist und sogar von welchem. Denn jede Käferlarve macht andere Geräusche, abhängig von ihrer Größe und ihren Mundwerkzeugen, und das klingt in jeder Holzart anders. Die akustischen Eigenschaften des Holzes haben sehr starke Auswirkungen auf die Eigenschaften der Schallemissionen der Larven. Für drei Käferarten, den Asiatischen Laubholzbockkäfer, den Bäckerbock und den Roten Palmrüssler, wurden bis jetzt Audiodateien angelegt. Diese bioakustische Früherkennung kann schon jetzt sowohl zur Erkennung von Schädlingen als auch zur Überprüfung von Holzmasten eingesetzt werden.

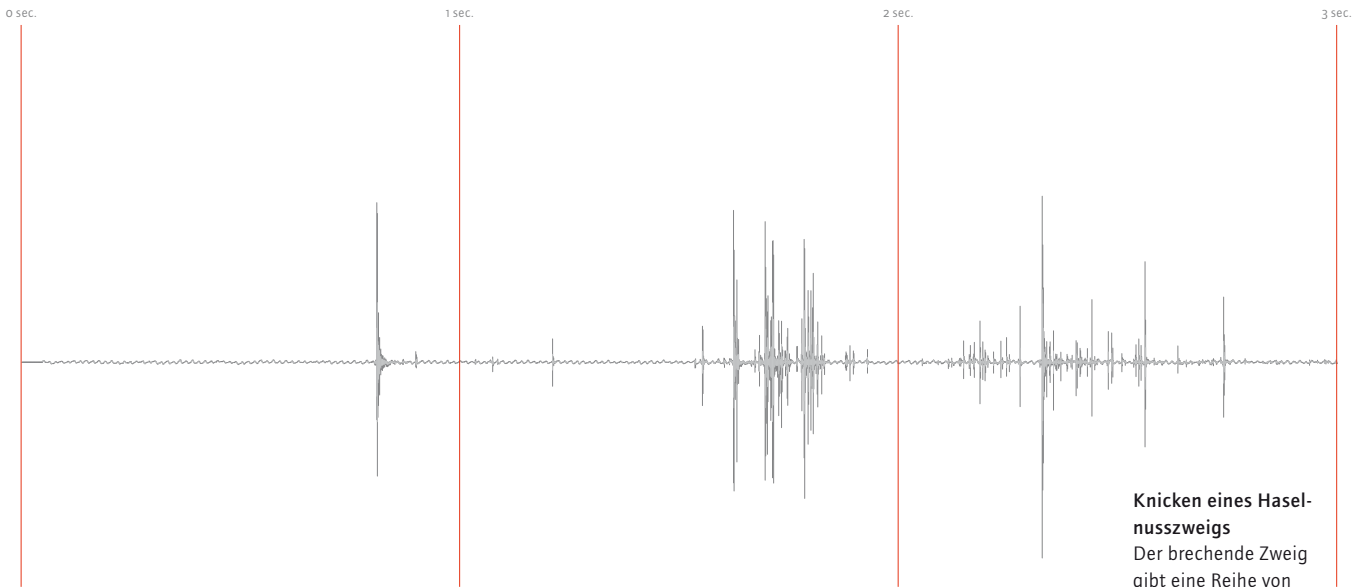
www.qdetect.org
www.bfw.at

Holzfäule hören

Wie kann man innere, nicht sichtbare Schäden wie Innenfäule, Astansammlungen oder Risse an Holzkonstruktionen entdecken, ohne den Holzbalken anzubohren? Eine zerstörungsfreie Werkstoffprüfung ist mithilfe von akustischen Verfahren wie Durchschallung oder Echoverfahren möglich. Hierbei wird das zu prüfende Objekt in Schwingung versetzt. Die so erzeugten Wellen werden über eine Sensorik aufgenommen und hinsichtlich Laufzeit, Verstärkung, Form und Abklingverhalten ausgewertet. Aus diesen Informationen lassen sich Aussagen über die mechanischen Eigenschaften und die Defekterkennung machen. Bei Vorliegen von Fäule oder von Hohlräumen verlängert sich die direkte Verbindung zwischen Sender und Empfänger, was in einer zu tiefen Schallgeschwindigkeit resultiert. Ultraschall wird in der Forschung, zur Bauwerks- und zur Baumkontrolle eingesetzt.

RASCHELN

ein Geräusch verursachen wie bewegtes Laub
die Blätter rascheln im Wind



Knicken eines Haselnusszweigs
 Der brechende Zweig gibt eine Reihe von kurzen, hellen Lauten von sich.

Das Flüstern der Kiefern

Biologen und Klangkünstler belauschen Bäume

Burkhard Strassmann

Ein Mann steht im Walde, ganz still und stumm. Er hat einen Kopfhörer aufgesetzt, der hängt an elektronischem Gerät, das über mehrere Kabel mit einer Waldkiefer verbunden ist. Der Baum ist mit Pflastern, Sonden und Sensoren bestückt wie ein schwerer Fall auf der Intensivstation. Der Mann geht einer ungewöhnlichen Beschäftigung nach. Er belauscht Bäume. Und tatsächlich: Die Waldkiefer *Pinus sylvestris* flüstert: „Ich habe Durst“.

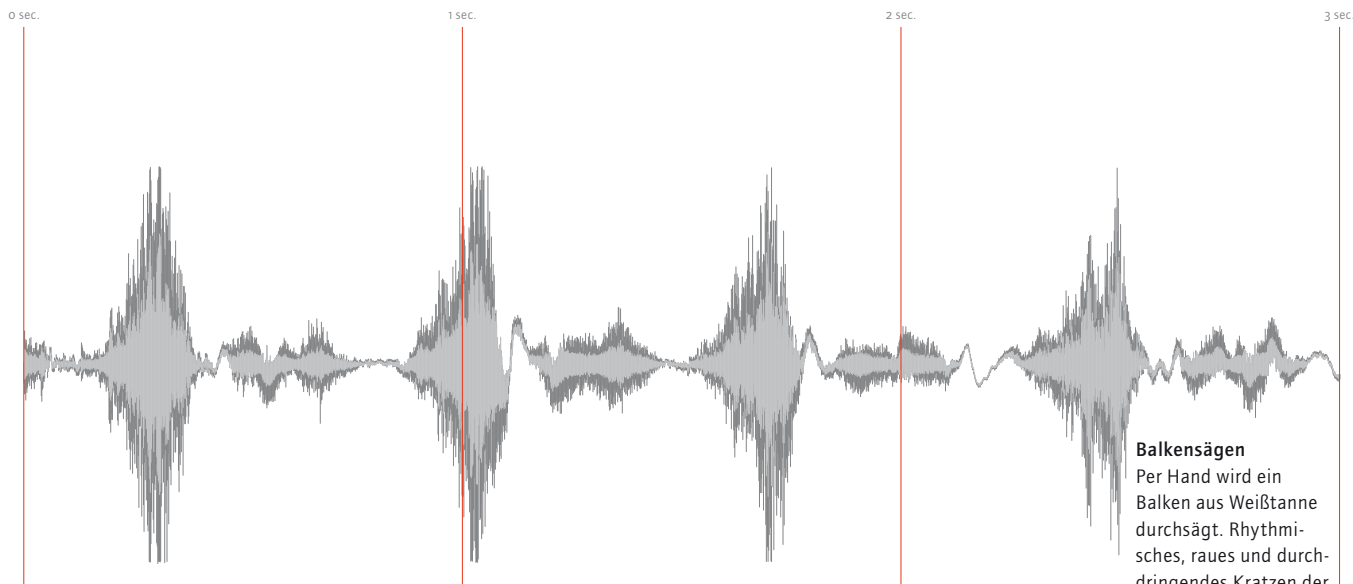
Solche Seltsamkeiten erzählt Roman Zweifel, der Mann, der mit Kopfhörern nahe dem Weindorf Salgesch im Schweizer Wallis im Wald steht. Er ist Biologe und angestellt bei der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (wsl). In der inneralpinen Trockenzone 50 km östlich des Genfer Sees belauscht er Waldkiefern, die hier öfter Durst haben. Das sagen sie dann natürlich nicht wortwörtlich. Zweifel übersetzt ihre Äußerungen. Ihr „Flüstern“ setzt sich in Wirklichkeit aus Ultraschallsignalen zusammen, die elektronisch in hörbaren Schall transformiert werden. Das Ergebnis tönt wie Klick- und Knackgeräusche.



Reden Bäume? Tuscheln Pflanzen? Schreit vielleicht gar die Möhre, wenn der Vegetarier besten Gewissens hineinbeißt? Hat Gemüse am Ende nicht nur die Möglichkeit, sich zu äußern, sondern sogar so etwas wie Ohren? Oder genereller gefragt: Wird im Pflanzenreich kommuniziert?

Diese etwas beängstigende Vorstellung ist nicht ganz neu. Esoteriker umarmen Bäume schon länger. Weit verbreitet ist die Überzeugung, dass Topfpflanzen, mit denen wir sprechen, besser gedeihen als solche, die nur gegossen werden. Es gibt Bauern, die ihre Felder mit Musik von Vivaldi oder Mozart beschallen, weil sie sicher sind, dass so der Ertrag steigt. Schon in Märchen und Mythen schließen sich wie selbstverständlich Bäume zusammen zu einem Wald, der ein Ich und einen (allzu oft finsternen) Willen hat. Und als man in den 1970er Jahren Pflanzen im Zeitraster filmte und sah, wie sie Nahrung suchten, kooperierten oder Kriege führten, war für viele der Nachweis erbracht: Die Pflanze bewegt sich wie Mensch und Tier, nur eben extrem langsam. Das rief Parawissenschaftler auf den Plan, doch bald verbreitete sich selbst unter seriösen Forschern Unruhe. Bioakustiker, die sonst Tierstimmen erforschen, begannen über Pflanzen nachzudenken. „Pflanzenkommunikationsforscher“ wurden belächelt oder bestaunt. Und es entstand sogar ein neues, nicht unumstrittenes Forschungsgebiet, die „Pflanzenneurobiologie“. Hier diskutierte man über gehirnähnliche Strukturen im Pflanzenreich, über pflanzliche Synapsen und sogar über Pflanzenintelligenz. Von „denkendem Kohl“ war die Rede.

Roman Zweifel ist da bescheidener. Er will kein Baumflüsterer sein. Das Baumflüstern entstehe, sagt er, wenn der Wasserfluss von den Wurzeln zu den Blättern abreißt, wie es eben bei Trockenheit vorkommt. Kleine Knaller im Ultraschallbereich werden dann emittiert. Dieser Zusammenhang ist schon seit Jahrzehnten bekannt. Zweifel war allerdings der Erste, der in Zusammenarbeit mit Klangkünstlern und Computermusikern die Signale hörbar machte. In San Francisco führten er und der Klangkünstler Marcus Maeder das Konzert „Trees: Downy Oak“ („Bäume: Flaumeiche“) auf. Aus herabhängenden Kugelboxen jaulten, heulten, seufzten Flaumeichen aus dem heimischen Wallis, untermalt von rieselndem Streichersound. Das Lied der Flaumeiche erinnerte an einen meditationstauglichen Klangteppich.



Balkensägen

Per Hand wird ein Balken aus Weißtanne durchsägt. Rhythmisches, raues und durchdringendes Kratzen der Metallzähne im Holz wechselt sich mit dem schleifenden Geräusch ab, mit dem sich die Säge wieder zurückzieht.

Zweifel ist überzeugt, dass er aus den Lauten von Kiefer und Eiche viel erfahren kann, dass sie mehr zu sagen haben als „Durst“. Übers Wetter könnten sie zum Beispiel reden, über den Boden oder darüber, ob ihnen der Magen knurrt. Sogar zur globalen Klimaveränderung dürften Bäume etwas zu sagen haben – und auf diese Weise vielleicht einmal Wächterfunktionen übernehmen. „Noch sind die Signale diffus und unverstanden“, sagt Zweifel. Doch irgendwann, da ist er sich sicher, wird er die Signale der Bäume verstehen.

Burkhard Strassmann
Autor im Ressort Wissen der Hamburger Wochenzeitung Die Zeit.
Dieser Text ist in einer ausführlicheren Fassung ebenda erschienen.

trees

trees ist ein Forschungsprojekt der Zürcher Hochschule der Künste (ZHdK) in Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (wsl). Das Forschungsprojekt trees beschäftigt sich mit der klanglichen Erfassung, Analyse und Darstellung von ökophysiologischen und klimatischen Prozessen und den akustischen und ästhetischen Bedingungen ihrer Erfahrbarmachung. Es sollen Aussagen darüber ermöglicht werden, was wann wo in einer Pflanze akustisch geschieht und mit welchen ökophysiologischen Prozessen die Geräusche zusammenhängen. Langzeit-Messungen sollen erkunden, ob sich Phänomene des Klimawandels auch akustisch in Bäumen manifestieren können.

_ blog.zhdk.ch/marcusmaeder
_ www.wsl.ch/fe/walddynamik/projekte/trees

Mehr über Musik mit Bäumen gibt es hier:

Literatur

Baum Mensch Klang Kunst
Ein wissenschaftlich-künstlerisches Ausstellungsprojekt an der Alpen-Adria-Universität Klagenfurt
Christoph Flamm (Hg.), Klagenfurt 2014
Euro 19,80

Internet

25 woodworms, wood, microphone, sound system
Dem Schweizer Künstler Zimoun dient das geschäftige Treiben der Holzwürmer im Holz als Basis für seine Soundinstallation.
www.zimoun.net/2009-25.html

Years

Wie hört sich eine Holzscheibe an? Bartholomäus Traubeck übersetzt die Jahresringe hölzerner Schallplatten in Klaviertöne.
www.traubeck.com/years

Music from a Tree

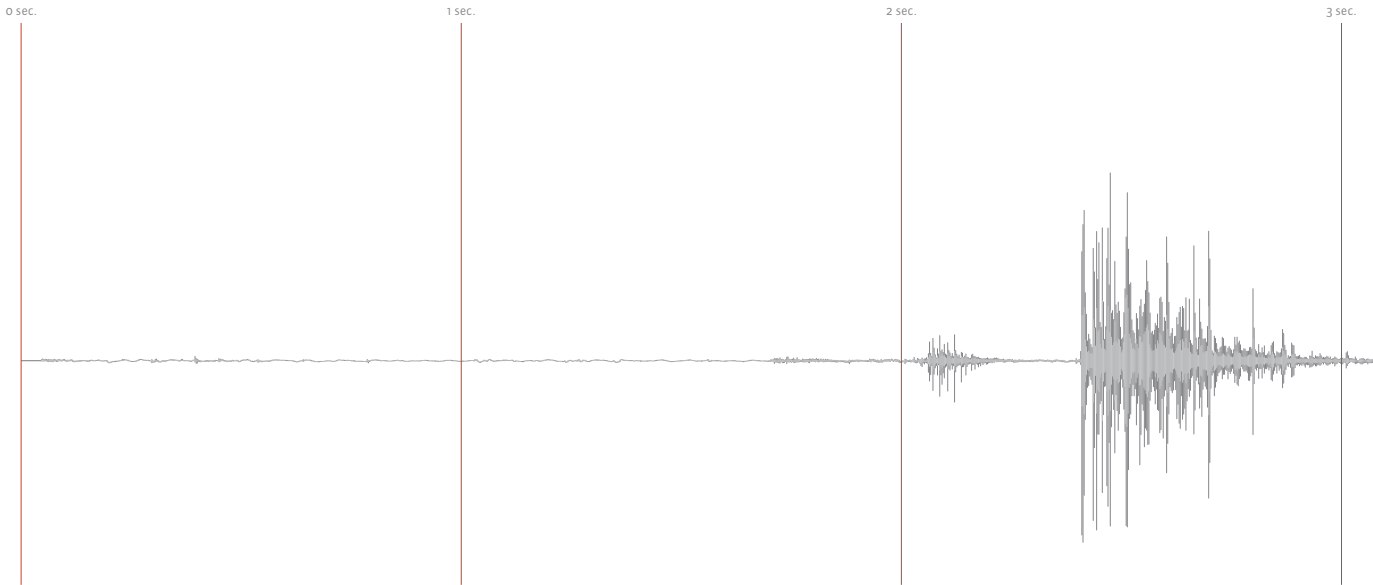
Diego Stocco musiziert mit dem lebenden Baum.
www.diegostocco.com/tag/music-from-a-tree

Wasserfluss in den Bäumen

Bäume saugen mit Salzen und Spurenelementen angereichertes Wasser in die Krone. Die treibende Kraft hinter dem Vorgang ist primär die Verdunstung von Wasser aus den Blättern, die Transpiration. Je größer die Sonnenstrahlung, je trockener die Luft und je windiger es ist, desto mehr Wasser verdunstet. Das verdunstete Wasser erzeugt ein Wasserdefizit in den Blättern und damit einen Unterdruck. Der Fachmann spricht auch von einem erniedrigten Blattwasserpotential. Als Konsequenz entsteht ein Sog innerhalb des Wasserleitsystems des Baums, der Wasser zuerst aus den Ästen, dann aus dem Stamm, aus den Wurzeln und schlussendlich aus dem Boden nach oben saugt. Die zeitliche Verzögerung von der Transpiration in den Blättern bis zum Nachfließen des Wassers am Stammfuß beträgt zwischen wenigen Minuten und mehreren Stunden, je nach Baumart. Kapillarkräfte spielen bei diesen Wassertransportprozessen im Baum kaum eine Rolle, zu groß ist der durch die Transpiration induzierte Unterdruck von bis zu einigen Dutzend Bar. Fehlen aber z. B. im Frühling kurz vor dem Laubaustrieb die Blätter, können kapillare und osmotische Kräfte den Antrieb von Wasser innerhalb der Pflanze so lange übernehmen, bis die Transpiration wieder einsetzt.

Roman Zweifel

wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (wsl)



Tonpuzzle

Gemeindekulturzentrum in Ischgl

Eva Guttmann

Auf dem ehemaligen Dorfanger – zwischen altem und neuem Widum sowie der Kirche – errichteten parc architekten ein Gemeindekulturzentrum, dessen Herz der Musikprobesaal für die mehr als hundertköpfige Dorfkapelle ist.

Das Bauwerk, dessen Planung neben den funktionalen Erfordernissen durch die Hanglage des Grundstücks sowie den unterirdisch querenden und anzu verbindenden Dorftunnel bestimmt war, schiebt sich in den begrünten Hügel hinein, öffnet sich jedoch zur Kirche, wodurch ein Vorplatz mit überdachter Bühne an der Nordseite sowie Sitzstufen im ansteigenden Gelände an der Südseite geschaffen wurde. Obwohl der Bau großteils unter Terrain situiert ist, dringt über die verglaste Eingangsfront bzw. das an einer Ecke über das Gelände hinausragende Dach viel Tageslicht ins Foyer, den Musiksaal und den Gemeinschaftsraum, es besteht vielfacher Sichtbezug nach außen. Durch die Integrierung ins Gelände, das begrünte Dach und die reduzierte Materialwahl – Sichtbeton, Glas und Eichenholz – nimmt sich das Gebäude gegenüber den dominanten Hotelbauten stark zurück und bildet einen atmosphärischen Kontrapunkt.

Akustisch gab es für die Planer Michael Fuchs und Barbara Poberschnigg von parc architekten zwei verschiedene Anforderungen: Im Musikproberaum steht der Kapellmeister buchstäblich im Zentrum. Bei ihm „konzentriert“ sich der Klang, für ihn muss jedes einzelne Instrument hör- und ortbar sein. Zugleich war es wichtig, den Raum akustisch „trocken“, das heißt, mit möglichst wenig Nachhall zu konzipieren, damit die Lärmbelastung für die Musikerinnen und Musiker nicht zu groß ist. Um Flatterechos zu vermeiden, stehen Wände und Decke zueinander nicht parallel. Die Oberflächen werden nun fast zur Gänze aus Absorberelementen gebildet, die vom Fachplaner für Bauphysik und Akustik auf Grundlage von Berechnungen definiert wurden. Prinzipiell bestehen sie aus einer durch Löcher perforierten Deckschicht aus Eichenfurnier mit einer dahinterliegenden, weichen Absorbierschicht, die aus einem Akustikvlies und einer 30 mm starken Mineralwolldämmung besteht. Diese weist an ihrer Rückseite ebenfalls Perforierungen auf, um den Schall ein weiteres Mal zu reflektieren und eine präzise Schalllenkung zur ermöglichen. Je nach Absorbertyp haben diese Elemente bestimmte Eigenschaften und schlucken entweder hohe oder tiefe Frequenzen. Wichtig war es, durch die richtige Mischung unterschiedlicher Absorberelemente ein ausgewogenes Klangbild zu erzeugen und ihre Stellung für eine optimale Probenakustik auszurichten.



Standort Kirchenweg 9, Ischgl/A

Bauherr Gemeinde Ischgl, Ischgl/A, www.ischgl.tirol.gv.at

Planung parc architekten Michael Fuchs Barbara Poberschnigg, Innsbruck/A, www.parc.at

Holzbau Tischlerei Kuen Alois GesmbH & Co KG, Innsbruck/A, www.tischlerei-kuen.at

Akustik Peter Fiby, Innsbruck/A, fiby.peter@speed.at

Fertigstellung 2013

4 sec.

5 sec.

6 sec.

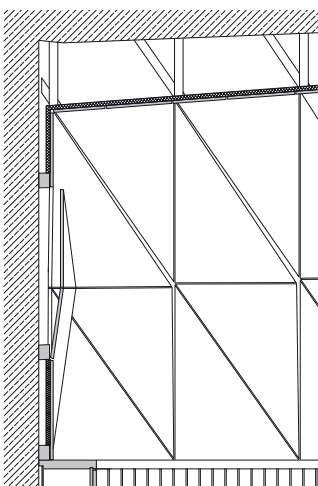
Mikado

Das Geschicklichkeitspiel startet mit dem Wurf der dünnen Holzstäbchen. Zu hören sind das Aufsetzen des Bündels und das knisternde, zitternde Fallen und Sich-Ausbreiten der 41 Stäbe.

Insgesamt gibt es 500 sich großteils geometrisch voneinander unterscheidende Akustikelemente, die mittels 3D-Planung auf die Raumgeometrie abgestimmt wurden. Zusätzlich mussten Belichtung, Fugenbild und Furnierrichtung bedacht werden, was einen hochkomplexen Planungs-, Produktions- und Montageablauf erforderte. An diesem waren neben Architekten und Fachplanern auch Holzindustrie und Tischler beteiligt, die von Anfang an in den Prozess eingebunden waren. So wurden die Grundelemente gemeinsam entwickelt, industriell gefertigt und schließlich vom Tischler auf Grundlage einer Werkplanung der Architekten montiert. Im Gegensatz zum Musikproberaum wurde die überdachte Bühne für die Auftritte der Kapelle so konzipiert, dass der Schall nicht geschluckt, sondern zum Publikum gelenkt wird. Hier gibt es daher

keine absorbierenden, sondern schallenkende Elemente, wie die Rückwand der Bühne, die Paneele der Decke bzw. die schräg gestellten, vertikalen Lamellen vor dem Gemeinschaftsraum. Die Materialwahl für das gesamte Bauwerk erfolgte unter dem Aspekt, der expliziten Form eine reduzierte Materialität zur Seite zu stellen. Alle Holzelemente – Böden, Wände, Decken, Musikpavillon und Sitzstufen – wurden in heller Eiche ausgeführt, wofür einerseits das elegante Erscheinungsbild, andererseits die Dauerhaftigkeit dieser Holzart ausschlaggebend war. Der Betonkörper bildet nun eine „harte Kruste“, die den „weichen Kern“ schützt und die Wirkung des kostbaren, warmen und haptischen Inneren des Proberaums, der wie eine Schatulle in den Baukörper implementiert wurde, unterstreicht und verstärkt.

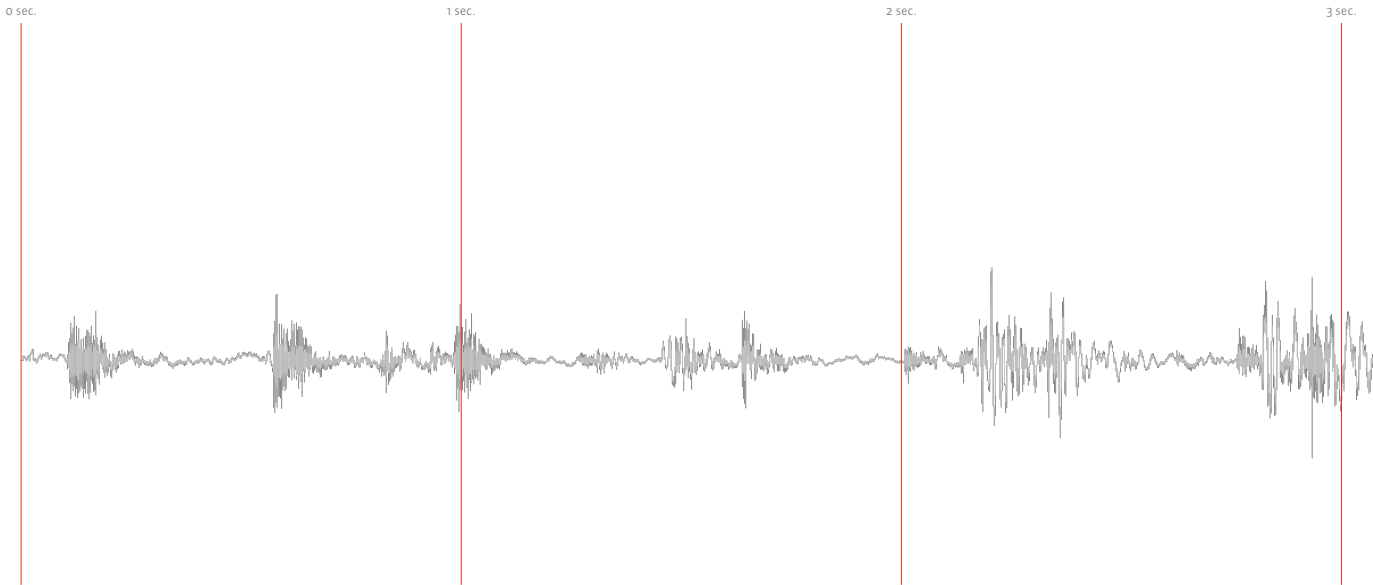
Eva Guttman
2004 bis 2009 leitende Redakteurin der Zeitschrift Zuschnitt,
Architekturpublizistin



Die Akustikpaneele unterscheiden sich nicht nur in ihrer Form, sondern auch in ihren akustischen Eigenschaften.

Aufbau Akustikpaneel:
Eiche furniert, 20 mm
teilweise gelocht
Akustikvlies schwarz
Unterkonstruktion
dazwischen Mineralwolle 30 mm
Stahlbetondecke/-wand





„Holz antwortet immer“

Gesprächsnotizen über den hörbaren Raum

Der Ton-Raum-Künstler Bernhard Leitner und der deutsche Architekturkritiker Ulrich Conrads sprachen über die Macht der Akustik, wie täuschungsanfällig unser Ohr ist und welches Material wie klingt.

Ulrich Conrads Die Reiseberichte des frühen Mittelalters geben Kunde von einem Menschenschlag, der mit übergroßen, schirmartigen Ohren ausgestattet sei. Schade, dass nicht überliefert ist, wie diese Menschen hörten. Mittlerweile wünschen wir uns selbst oft ganz kleine, unempfindliche Ohren, um den peinigenden akustischen Missverhältnissen in so manchem Neubau zu entgehen, von den Lärmbelästigungen ganz zu schweigen.

Bernhard Leitner Die Macht der Akustik liegt im Einfinden eines Menschen in den Klang des Raumes, in die Zeit eines Raumes. Dabei ist es der Mensch selbst, der den Raum zum Klingen bringen muss – durch Schritte, Worte, durch geräuscherzeugendes Handeln, durch sein Atmen. Diese Verknüpfung von Mensch und Raum, die, da durch Töne hergestellt, bis tief in das Innerste des Menschen reicht, ist wie eine Art Dialog, für den die akustischen Prämissen bestimmend sind. Dieser Dialog führt zur Selbsterfahrung im Klang des Raumes.

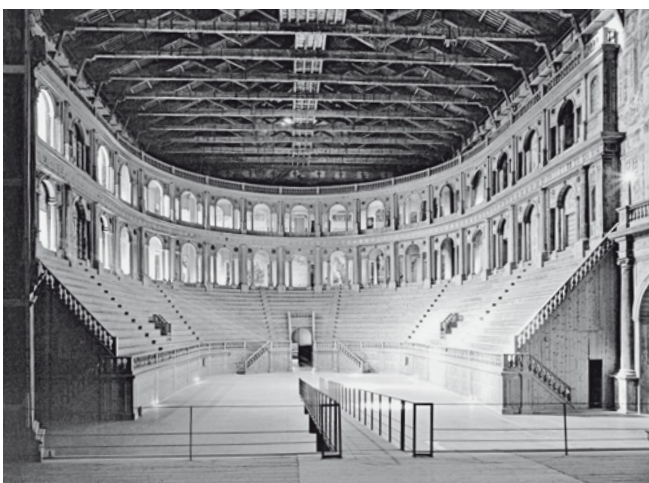
Ulrich Conrads Man kann sagen: Eine Kategorie der Geräuscherzeugung hat mit unserer Eigenbewegung zu tun: Gehen, Laufen, Trippeln, Steigen usw. Eine zweite würde alles Schleifen, Schlürfen,

Gleiten umfassen, reibende Geräusche der Bewegung auf Böden. Eine dritte Kategorie wäre dann das Schließen und Öffnen. Wir schlagen Tore, Türen, Klappen, Läden, Deckel zu oder öffnen sie. Das heißt, wir erzeugen Geräusche, indem wir bestimmte Bauteile bewegen, hierunter fällt also die ganze Familie von Tätigkeiten, die mit Schließen, Absperren, Zuklappen, Hinstellen, Hinlegen zu umschreiben ist. Alle diese Geräusche lassen sofort auf Art, Tempo und Charakter der Bewegung schließen.

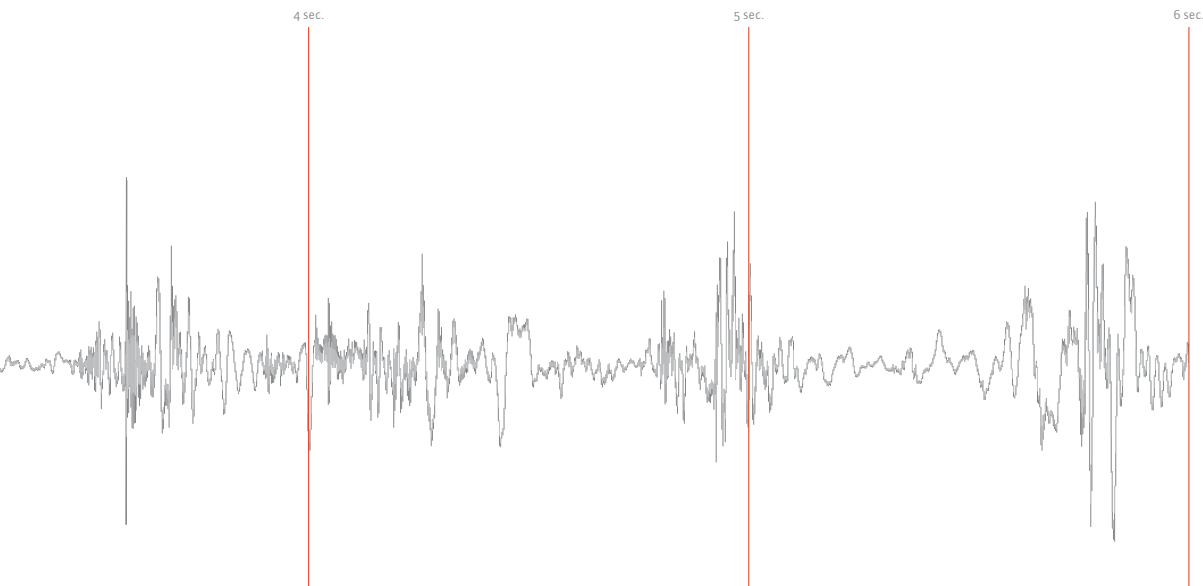
Bernhard Leitner Das Ohr ist ein sehr feines, räumliches Messinstrument. Wie das Auge. Nur wird das Ohr vom wissenden Verstand sehr oft noch weit mehr manipuliert als das Auge. Es ist sozusagen täuschungsanfälliger: Man hört, was man hören will, wo man es sieht und wie man es weiß.

Ulrich Conrads Aber ob unser Gehör auch die ästhetischen Qualitäten eines Raumes auszumachen vermag? Auge und Ohr können einander wohl ergänzen, so wie sie einander lähmen können, aber nicht ersetzen.

Bernhard Leitner Ein visuell gut proportionierter, gut ausgewogener Raum muss nicht unbedingt gut klingen. Andererseits: Muss ein wohlklingender Raum notwendigerweise auch ästhetisch befriedigend sein?



Im Teatro Farnese in Parma wurde die gesamte Holzkonstruktion, von den Sitzstufen bis zu den Säulen, mit Stuck verziert, um Marmor vorzutäuschen. Giovanni Battista Aleotti hat das barocke Hoftheater 1618 errichtet, im Zweiten Weltkrieg wurde es zerstört, in den 1950er Jahren originalgetreu rekonstruiert und 2011 wieder in Betrieb genommen.



Knarrende Holzterrasse

Eine alte Treppe aus Tannenholz, bei Belastung reibt sich Holz an Holz. Die Stufen ächzen, raunzen und quietschen, überlagert vom warmen Klang der Schuhsohlen auf den Stufen.

Oder ist es so, dass man Proportionen visuell besonders gut findet, weil der Raum sehr gut klingt? Interessant sind jene kleineren süddeutschen Landkirchen mit ihren Säulen, Gesimsen, Altaraufbauten aus Marmor, der in Wirklichkeit mit hoher Kunstfertigkeit marmorartig angestrichenes Holz ist. Was vordergründig nur als ökonomische Ersatzlösung verstanden werden könnte, verbindet, sinnverwirrend und sinnvertauschend, den visuellen wie ideellen Reichtum von Marmor mit dem klanglich idealen Holz. Auge und Ohr messen verschieden. Was das Auge hier hart, glatt-reflektierend sieht, hört das Ohr weich-mitschwingend. Das Auge kann das Ohr, wie gesagt, beim Orten von Ton im Raum verführen, nicht aber kann es sein Raum-Empfinden außer Kraft setzen. Auch ein völlig mit marmoriertem Holz getäfelter Raum kann nicht kalt und hallig klingen.

Ulrich Conrads Der Mensch muss den Raum erst zum Klingen bringen, sagten Sie. Man kann ganz allgemein feststellen: Es sind die durch sich selbst und ihr gegenseitiges Einwirken bewegten beweglichen Elemente, die Geräusche und Töne erzeugen. Feuer faucht und zischt, Luft und Wasser produzieren eine nahezu unendliche Vielfalt von Lauten, wo immer sie sich an Festem brechen. Nur die Erde, das Feste, schweigt. Fels und Stein sind stumm. Doch sie geben der Welt der Laute Nahrung, sobald sie angestoßen, zum Schwingen, zum Tönen gebracht werden. Stumm sind auch die Pflanzen und die niederen Lebewesen des Tierreichs – bis zu jener Grenze, wo Bewegung in Selbstäußerung, also in (begrenzte) Artikulation übergeht.

Bernhard Leitner Das Material Stein im Innenraum einer Kathedrale lässt die tieferen Frequenzen besonders lang im Raum hin- und herschwingen, was den Raum mystisch erscheinen lässt und die Raum-Wahrnehmung körperlich-irrational macht. Natürlich, vielleicht sind religiöse Ehrfurcht, Erziehung oder irgendeine Alltagskonvention der Grund dafür, dass man beim Betreten einer Kathedrale mit gedämpfter Stimme spricht. Diese akustische Scheu – Scheu tritt auf, wenn man nicht verletzt will oder wenn man sich des Ortes oder der Sache nicht ganz sicher ist – will die große Stille nicht stören. Vielleicht ist Flüstern auch ein Ahnen, dass ein lauter Dialog zwischen Einzelnen nicht dem Raum-Sinn einer Kathedrale entspricht.

Ulrich Conrads Eine laute Rede, ein lauter Ruf kommen in ihrer ganzen Wirkung auf einen selbst zurück in der Stille des großen Raumes. Das erschreckt.

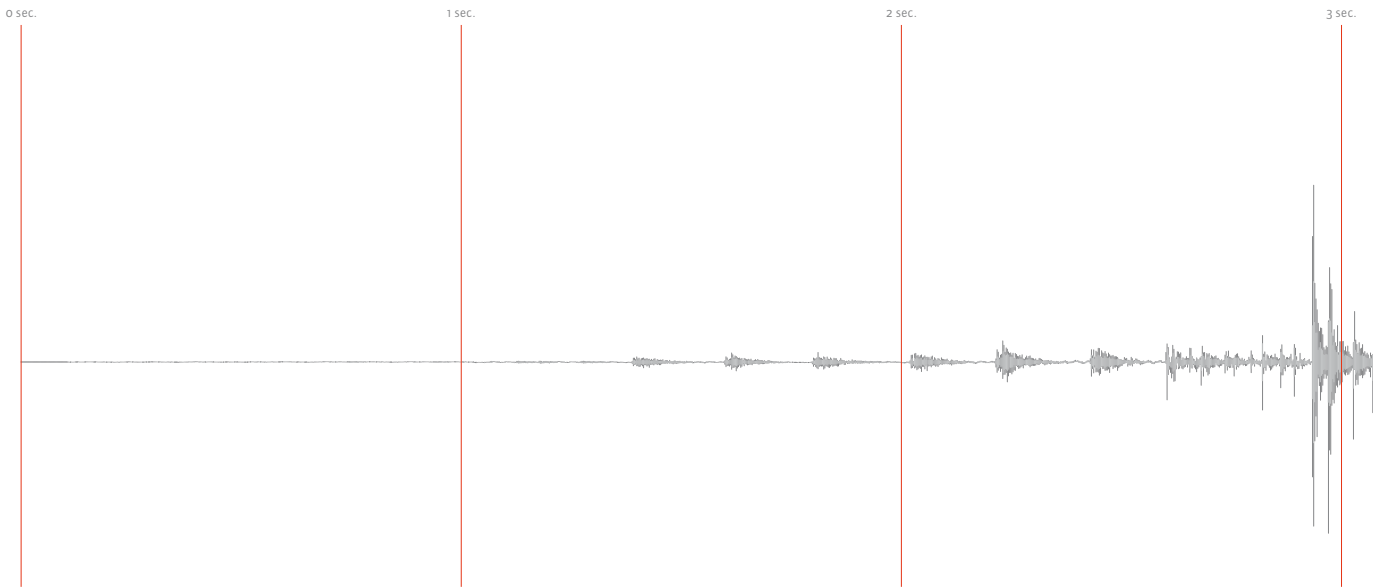
Bernhard Leitner Holz ist, versteht sich, ein besonders beseeltes Material. Es antwortet eigentlich immer, schwingt mit, klingt mit. Die Veränderungen, die in diesem Material vor sich gehen können, lassen sich offensichtlich nicht messen. Erst ein guter Geiger bringt ein gutes Instrument richtig zum Klingen, ein schlechter Spieler kann es auf Dauer ruinieren. Holz lebt und lebt mit. Es ist bekannt, dass einige Amati-Geigen bereits gestorben sind, selbst ein Virtuose kann sie nicht mehr zum Klingen bringen. Das Material hat aufgehört zu leben. Auch Naturstein hat, obwohl ein hartes Material, sein eigenes Klangsystem;

Kristall und Zahl sind sein inneres Geheimnis, sein Klang kann entdeckt und geweckt werden. Kunststoff dagegen ist ein völlig totes Material; ein Raum mit Plastikwänden ist nicht zum Klingen zu bringen. Man wird im Plastikraum natürlich etwas hören, wird auch den Raum akustisch vermessen können. Sich bio-akustisch mit ihm verbinden, mit ihm eins sein aber kann man nicht. Um noch einmal auf das Holz zurückzukommen: Rauntrennende Wände oder Böden aus Holz sind nicht selten weniger Trennung als Verbindung von zwei Räumen und oft notwendig, wenn es um das Klingen von Raum geht. Unter dem Holzboden des Wiener-Musikvereins-Saals befindet sich ein Lagerraum. Der Boden ist eine schwingende Membran zwischen den Räumen, die Räume darunter sind also integraler Teil des Konzertsaals, der Saal ist somit wesentlich größer als der vom Auge wahrgenommene Raum.

Dies ist eine gekürzte Fassung des Gesprächs zwischen Bernhard Leitner und Ulrich Conrads, das 1985 in der Architekturzeitschrift Daidalos Nr. 17 erschienen ist.

Bernhard Leitner ist ein österreichischer Ton-Raum-Künstler. Seit Ende der 1960er Jahre arbeitet er im Grenzbereich von Architektur, Skulptur und Musik. Er begreift Klänge als konstruktives Material, setzt sie wie architektonische Elemente ein, um einen Raum entstehen zu lassen.
www.bernhardleitner.at

Ulrich Conrads war deutscher Architekturkritiker, Stadtplanungskritiker und Publizist. 2013 starb er im Alter von neunzig Jahren.



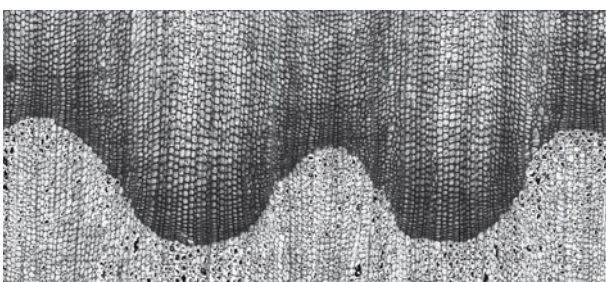
Die Haselfichte

Eine willkommene Anormalität

Immaterielles Kulturerbe in Österreich

Anne Isopp

Die Haselfichte ist eine seltene Wuchsform der einheimischen Fichte. Charakteristisch sind die gewellten Jahrringe. Die Haselfichte ist ein gesuchtes Holz für den Instrumentenbau und kommt meist in den Waldbeständen der Alpen oberhalb von 1.000 Metern vor. 2011 wurde das Wissen um die Haselfichte als Klangholz von der UNESCO in das Verzeichnis des Immateriellen Kulturerbes in Österreich aufgenommen. Der Tiroler Bildhauer Kassian Erhart, seit seiner Kindheit fasziniert von den Klangeigenschaften dieses Holzes, hat sich für die Aufnahme der Haselfichte in die Kulturerbeliste bemüht und setzt sich mit den Mitgliedern des Vereins Haselfichte für eine Sensibilisierung der Förster ein. Denn nur ein geringer Prozentsatz der Haselfichten eignet sich für den Instrumentenbau. Dem Rest wird keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Dabei ist Kassian Erhart sich sicher, dass die besonderen Eigenschaften der Haselfichte auch in vielen anderen Bereichen von Vorteil sein können, wie zum Beispiel im raumakustischen Bereich.



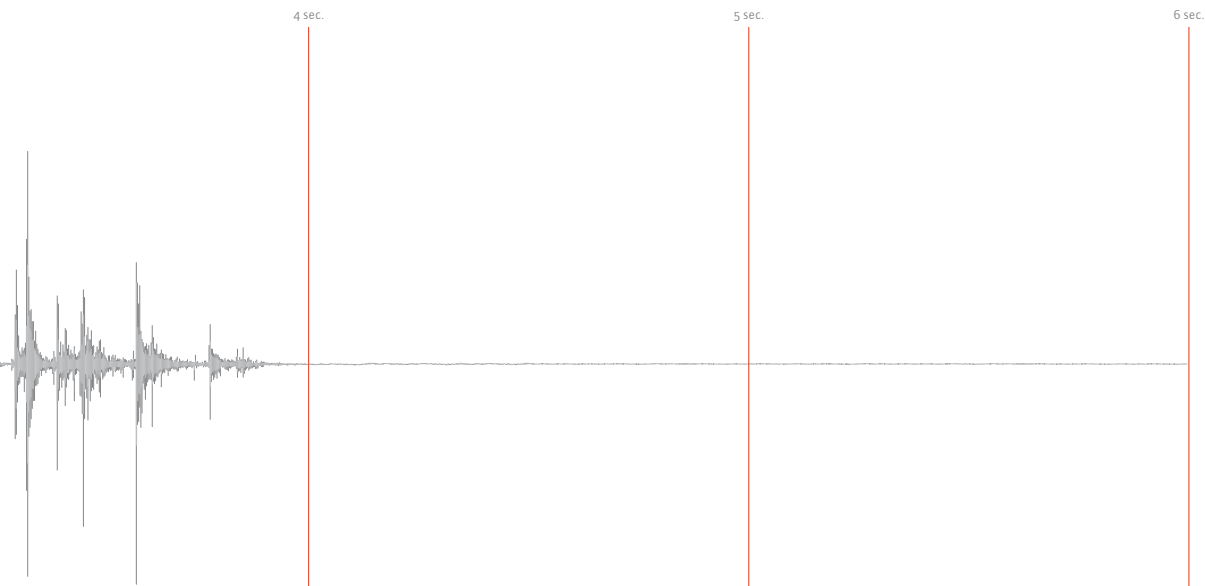
Haselfichte als Resonanzholz – Überlegenheit oder Tradition?

Christoph Buksnowitz und Alfred Teischinger

Dass die Haselfichte ein gefragtes Holz zum Bau von Meisterinstrumenten ist, ist nicht nur in der ansprechenden Ästhetik und der handwerklichen Tradition begründet. Der Haselwuchs stellt eine Wuchsabnormalität dar, bei der das radiale Wachstum in linsenförmigen Bereichen von zwanzig bis dreißig Zellreihen zurückbleibt. Die resultierenden Einkerbungen der Jahrringe führen zu einer innigeren Verbindung der Zuwachszonen, einer schlechteren Spaltbarkeit in tangentialer Richtung, einer generellen Senkung der Anisotropie des Holzes und einer spezifischen Verbesserung der Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften. Ein welliger Faserverlauf, eine erhöhte Anzahl an Holzstrahlen (40 %) sowie eine erhöhte Dichte (12,5 %) im Bereich der Einkerbungen unterscheiden Haselfichtenholz von normalwüchsigem Fichtenholz. Verantwortlich für das Auftreten von Haselwuchs scheint eine Kombination aus genetischer Veranlagung sowie Standort- und Umwelteinflüssen zu sein. Darüber hinaus tritt Haselwuchs erst ab einem gewissen Baumalter auf und ist somit ein relativ sicheres Zeichen, juveniles Holz mit unvorteilhaften Materialeigenschaften ausschließen zu können. Das auf Standorte über 1.000 Metern Seehöhe beschränkte Vorkommen ist auch eine indirekte Garantie für langsames Wachstum und eine regelmäßige Holzstruktur, die maßgeblich die akustischen Eigenschaften des Holzes bestimmt.

Christoph Buksnowitz
Wissenschaftler, Forschungsarbeit „Die Haselfichte – wissenschaftliche Beurteilung der Holzeigenschaften (eine Potentialanalyse)“ gemeinsam mit Alfred Teischinger an der BOKU Wien

Alfred Teischinger
Professor für Holztechnologie an der BOKU Wien



Holzkegelbahn

Das holpernde Rollen der unrunder Hartholzkugel, das Auftreffen und Umfallen der Holzkegel ist wie ein mehrschichtiges, quirliges Klangspiel in unterschiedlichen Tonlagen. Getroffen wurden alle neuere.

Die Suche nach der Haselfichte

Helene Keller

Von außen lassen sich Haselfichten kaum erkennen. Einzig die längsrisige Borke an älteren Bäumen scheint ein verlässliches Merkmal zu sein. Die Rinde dieser Bäume ist zudem meist außergewöhnlich dick. Wird ein Haselfichtenstamm entrindet, werden unterhalb der Wachstumsschicht, des Kambiums, dort, wo das Holz normalerweise glatt ist, längs des Stammes verlaufende Rillen sichtbar. Diese charakteristische Wuchsform kann entlang des gesamten Baumstammes auftreten. Erst nach dem Fällen des Baums und beim Betrachten der Baumscheibe wird das Ausmaß der Haselung offensichtlich. Dann lässt sich erkennen, wie diese 1 bis 3 mm breiten und 0,5 bis 2 mm tiefen Rillen über den Stamm verteilt sind und wie häufig diese Struktur vorkommt. Im Querschnitt, stirnseitig betrachtet, zeigen sich die Rillen als radial verlaufende, sägezahnartige Einbuchtungen in den Jahresringen. Sie erscheinen jedoch immer erst ab dem 35. bis vierzigsten Jahresring, das heißt, die Haselstruktur tritt erst im Laufe des Wachstums eines Baumes auf.

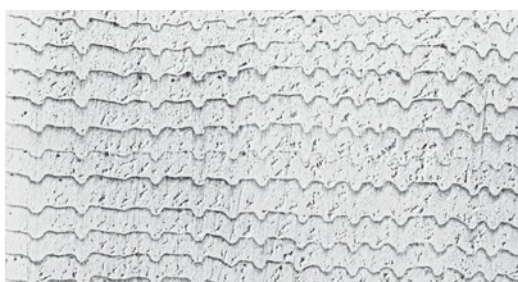
Sehr häufig ist zu beobachten, dass Haselfichten ihre Jugend als Unterständer verbracht haben, also in einem geschlossenen Waldverband aufgewachsen sind. Im Schatten der umliegenden Bäume konnten sie nur sehr langsam wachsen. Der Zuwachs in den Jahresringen ist hier so gering, dass man die einzelnen Jahresringe mit freiem Auge kaum voneinander unterscheiden kann. Erst durch Windwurf oder Ausholzen des Baumbestands erhielten diese Jungbäume genügend Sonnenlicht, sodass von diesem Zeitpunkt an breitere Jahresringe einen größeren Holzzuwachs anzeigen. Warum Fichten und andere Nadelholzarten wie Zirbe und Tanne diesen Wuchstyp, diese Verzahnung der Jahresringe, ausbilden, ist nicht bekannt. Fritz Schweingruber von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (wsl) vermutet, dass Haselwuchs genetisch verankert ist, jedoch durch Umweltfaktoren beeinflusst wird. Noch ist unklar, wie die spezifischen Wachstumsbedingungen im Gebirge zur Ausprägung der Haselfichte führen. Sicher ist, dass die Menschen schon von alters her das Holz der Haselfichte für bestimmte Anwendungen schätzten. Besonders für den Instrumentenbau, bei dem höchste Ansprüche an die Holzqualität gestellt werden, wird die Haselfichte wegen ihrer klanglichen und konstruktiven Eigenschaften verwendet.

Literatur

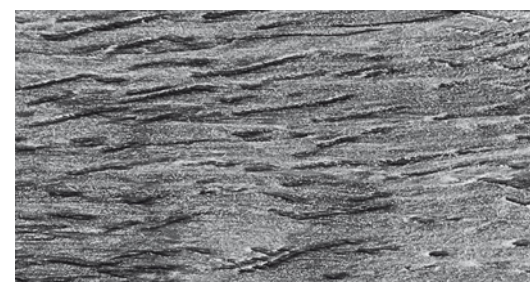
Haselfichte

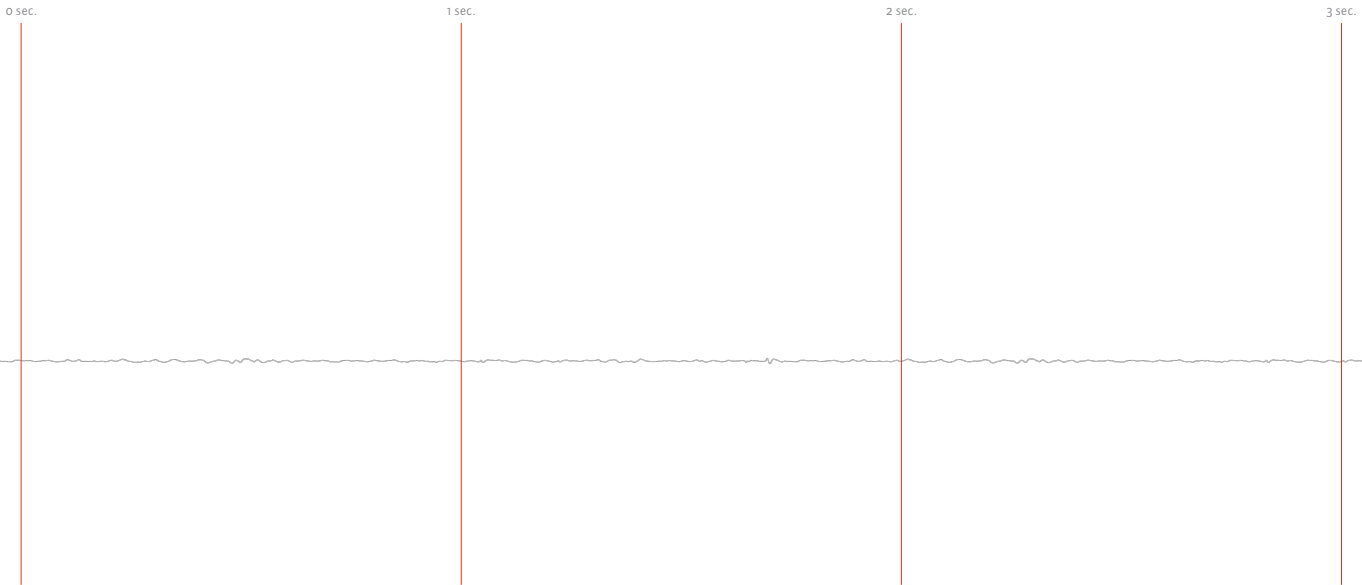
Verein Forum Haselfichte (Hg.),
Wenns 2014
Broschüre
www.nordtiroler-haselfichte.com

Helene Keller
Biologin und Künstlerin aus Imst



Charakteristisch für die Haselfichte sind die wellenförmige Verzahnung der Jahrringe (sichtbar im Querschnitt und in der mikroskopischen Aufnahme) und die Längsrillen parallel zur Faser (s. rechts).





Im Wald Klangvolles Wachsen

Anne Isopp

Normalerweise werden Fichten nach 80 bis 120 Jahren gefällt. Der Zuwachs der Fichte ist zwischen dem vierzigsten und dem achtzigsten Lebensjahr am höchsten, danach wächst sie nur mehr gering. Im Laternser Wald aber stehen Fichten, die 200 bis 300 Jahre alt sind, die zur Zeit Maria Theresias oder noch früher aus Naturverjüngung aufgewachsen sind. Die Gemeinde ist sich der besonderen Qualität des Holzes und der Tradition bewusst und hat sich daher gegen ein früheres Schlägern entschieden. Früher hat man in Laterns das Holz an Küblereien verkauft. Heutzutage braucht jedoch kaum jemand mehr Holzgefäße. Vor etwa vierzig Jahren wurden Orgelbauer auf das Holz in Laterns aufmerksam, in der Folge auch Klavier- und Geigenbauer. Sie alle schätzen das Holz aus Laterns, weil es besonders feinjählig und gerade gewachsen ist und sich besonders gut für den Bau von Instrumenten eignet. Laterns hat 570 ha eigenen Wald, doch nur in etwa einem Fünftel davon wächst derartige Qualitäts-holz. Förster Gerhard Vith begleitet uns in den so genannten Stürcherwald – einen Teil des Gemeindefeldes. Der Wald liegt auf 1.300 bis 1.600 Metern Seehöhe, ist sanft hügelig und in ihm stehen Bäume, die kerzengerade gen Himmel wachsen. Der Wald ist von alten und jungen Bäumen durchmischt, ein wichtiges Kriterium dafür, dass die Bäume im Halb-

schatten feinastig heranwachsen können, sagt Vith. Weitere Kriterien sind eine naturnahe Waldbewirtschaftung, wenig Wind – und damit wenig Drehwuchs – sowie die so genannten Feuchtgebiete: In diesem Wald gibt es etwa ein Dutzend moorige Inseln, die den umliegenden Boden sauer und feucht halten, was dazu führt, dass die Bäume sehr langsam und gleichmäßig wachsen.

Im Ort gibt es auch eine Sägerei, einen Familienbetrieb. Das Sägewerk Nesensohn verarbeitet pro Jahr etwa 1.200 m³ Holz. Bevor aus den Fichtenstämmen Bretter gesägt werden, werden sie halbiert oder geviertelt. Erst während des Sägevorgangs entscheidet der Säger, wofür er das nächste Brett verwenden kann. Er untersucht den Stamm auf Asteinschlüsse, Verfärbungen und Harzgallen und schneidet dann das nächste Brett in der entsprechenden Dicke ab: 16 mm für Resonanzböden, 32 mm für Klaviertasten und weitere Dicken für minderwertigere Anwendungen. Jedes Brett wird dann auf den entsprechenden Stapel gelegt. Das ist Handarbeit und weit entfernt von der Automatisierung großer Sägewerke. Bis zu 800 Euro pro Kubikmeter Holz kann der Säger für das besonders hochwertige Holz verlangen. Der Festmeterpreis für normales Fichtenholz liegt derzeit bei ca. 100 Euro.

Manchmal will ein Klangholzhändler seinen Baum selbst im Wald aussuchen. Wird er nicht fündig, gibt es noch die Wertholzsubmission, die auch heuer wieder in der Gemeinde Laterns stattgefunden hat.

Mehr Infos über den Laternser Wald: www.laterns.at





Seitenware Klang-Bühnen



Standort Am Hausberg, Königsbrunn am Wagram/A
Bauherr Marktgemeinde Königsbrunn am Wagram, Königsbrunn am Wagram/A, www.koenigsbrunn.at
Planung Martin und Werner Feiersinger, Wien/A, www.martinfeiersinger.at
Holzbau Graf-Holztechnik GmbH, Horn/A, www.graf-holztechnik.at
Fertigstellung 2014



Das Fenster am Wagram

Wie ein Zeichen in der Landschaft steht das sogenannte Wagramfenster auf einer Anhöhe über dem Ort Königsbrunn am Wagram. Das Objekt ist Bühne und Skulptur zugleich. Bei schönem Wetter ist es von weitem sichtbar, bei nebligem Wetter verschmilzt es mit dem Himmel. Es dient den Spaziergängern als begehbarer Skulptur, als Ausguck in die Landschaft und der Gemeinde Königsbrunn am Wagram als Freiluftbühne. Finden hier Aufführungen statt, dann wird der Rollvorhang an der Talseite heruntergelassen und die Skulptur trägt wie bei einem Schalltrichter die Stimmen und Lieder weit in die Landschaft. Neun dreieckige Brettsperrholzplatten sind zu einer gefalteten Überdachung zusammengefügt, vorne und hinten durch einen Stahlrahmen verstärkt und mit Polyester überzogen.

„Es ist wie ein Instrument, mit dem man experimentieren muss, um zu wissen, wie man es am besten spielt“, sagen der Architekt Martin Feiersinger und der Künstler Werner Feiersinger, die dieses Objekt gemeinsam für diesen Ort entworfen haben.

Ephemeropteræ in Wien

Bereits 2005 hatte der englische Architekt David Adjaye im Auftrag von Francesca von Habsburg für die Biennale in Venedig einen Pavillon aus Holz entworfen. Dieser steht heute auf der Insel Lopud in Kroatien. Auch für den Pavillon, der neben der Galerie TBA21 im Wiener Augarten steht, beauftragte von Habsburg den englischen Architekten, und wieder wählte dieser Holz.

Es ist ein kleiner, nach hinten trapezoid zulaufender Pavillon, vorne und hinten offen, der für öffentliche Aufführungen wie Konzerte und Lesungen genutzt wird. Der Pavillon, von der Holzbaufirma im Werk fix und fertig montiert, in einem Stück angeliefert und auf vier Punktfundamente gestellt, setzt sich aus 5 cm breiten und 10 bzw. 20 cm hohen Balken zusammen. Diese sind am Boden und an der Decke zu einer geschlossenen Fläche zusammengesetzt und gehen an den Seitenwänden in eine Lattenstruktur über. Ephemeropteræ wurde der Pavillon getauft. Darin versteckt sich das Wort ephemere für das Flüchtige und Vergängliche. Ob damit die Veranstaltungen gemeint sind oder das Material? Der Pavillon steht bereits seit zwei Jahren an diesem Ort, er vergraut langsam und wird dabei immer schöner.



Standort TBA21 Thyssen-Bornemisza Art Contemporary, Atelier Augarten, Wien/A
Bauherr TBA21 Thyssen-Bornemisza Art Contemporary, Wien/A, www.tbaz1.org
Planung Adjaye Associates, London/GB, www.adjaye.com
Holzbau oa.sys baut GmbH, Alberschwende/A, www.oa-sys.com
Fertigstellung 2012

Tex Rubinowitz

Nicht nur aus Distinktionsgründen sammle ich Singles, kleine schwarze, knisternde Vinylplatten aus den musikalischen Genrebereichen Doo Wop, Northern Soul und Brill Building Pop, also auf 2 Minuten komprimiertes Pathos aus den Fünfziger- und Sechzigerjahren des letzten Jahrhunderts, mir gefällt das einfach, auch dass das Abspielen so anachronistisch mühselig ist, erhöht seinen Reiz, Platte auflegen, hören, Platte abnehmen, eine künstliche Verkomplizierung, die höchste Aufmerksamkeit und keine Ablenkung fordert.

Ich habe kürzlich bei einer Feier eines Wiener Architekturbüros einen DJ gesehen, alles stimmte, seine Frisur, sein Anzug, seine Musikauswahl, sogar seine dezenten Bewegungen, ein nach innen gerichtetes, smartes Mitwippen, aber mit einem Detail hat er alles zunichte gemacht, er legte nämlich mit CDs auf, dann hätte er konsequenterweise gleich mit einem Laptop oder iPhone und 15.000 Titeln ankommen können, aber CDs sind das Würdeloseste, das Praktische ist in den seltensten Fällen auch das Stilvollste. Ich lege auch gerne öffentlich Platten auf, weil ich weiß, dass man mit dieser Musik Menschen glücklich machen kann, das hat mit bestimmten Harmonien zu tun, die wie Neurotransmitter funktionieren, und dazu gehört eben unbedingt der haptische und sichtbare Vorgang des Auflegens und Wechsels, aber auch, dass ich keine Übergänge mache, also grundsätzlich nur mit einem Plattenspieler auflege, dazwischen sind Pausen, wenn mich der Mann mit den CDs sehen würde, würde er denken: Was für ein Stümper. Ich aber denke, nur so wird man den kleinen Miniopern gerecht, man entweiht sie, wenn man nahtlos an ein Lied, kaum ist der letzte Ton ausgehaucht, ein Folgelied pappt, sodass am Ende ein ununterscheidbares, vorwärtstreibendes Klanggebilde entsteht. Natürlich ist das mühselig, aber es lohnt sich, es bekommt dadurch etwas Inszenatorisches.

Und dieser Aspekt ist natürlich wirkungslos in den eigenen vier Wänden, hier muss ich niemandem etwas beweisen, weshalb ich mir überlege, mir einen Plattenspieler mit einer Wechselachse zuzulegen, einer Vorrichtung, auf der man mehrere Platten stapeln kann, von denen jeweils eine auf den Plattenteller fällt, wenn die vorhergehende abgespielt ist.

Und im Idealfall ist dieser Plattenspieler in eine so genannte Musiktruhe integriert, eine Kiste, die aussieht wie ein Barschrank, nur eben ohne Schnaps. Vielleicht gibt es aber auch ein Hybrid aus Bar und Plattenspieler, zu den exzellenten Platten gibt's nur exquisite Spirituosen wie Gin der Marke Monkey 47, Tanqueray No. Ten oder Hendrick's in seiner viktorianischen Apothekerflasche mit Korkverschluss, während in der Kiste mit hörbarem Geräusch beredete Songs gewechselt werden, zwischen den Songs ein Klacken, das die nächste herunterfallende Platte ankündigt, Titel, die auch als Dialog oder als Choreographie einer zum Scheitern verdamnten Liebe funktionieren können:



Lena Junoff – Yesterday Has Gone
P. P. Arnold – The Time Has Come
Patty Duke – Don't Just Stand There
Eydie Gormé – Love Me Forever
Bertha Tillman – Oh My Angel
Yvonne Baker – You Didn't Say a Word
Maxine Brown – Funny
Helen Shapiro – You Don't Know
Timi Yuro – Interlude
Lesley Gore – You Don't Own Me
Judy Street – What
Babs Tino – Forgive Me (For Giving You Such a Bad Time)
Kiki Dee – Why Don't I Run Away From You
Bessie Banks – Go Now
Rita & the Tiaras – Gone With the Wind Is My Love
Jackie Trent – Where Are You Now

So stelle ich mir das vor, so muss das sein, ich stehe staunend davor, einen Gin Tonic in der Hand, den man natürlich mit Gurkenscheiben trinkt, und die Truhe spricht mit mir, spricht mich direkt an. Das ist Hören mit Stil, man darf währenddessen natürlich nichts machen, nur das pure Hören und das Wunder einer modernen Technik bestaunen, die sie einmal war.

Stefan Tasch

Mark Leckey
geboren 1964 in Birkenhead
lebt und arbeitet in London
BFA, Newcastle Polytechnic,
Newcastle upon Tyne
Turner Prize, Tate, London
2008

**Einzelausstellungen
(Auswahl)**

- 2015 UniAddDumThs, Kunsthalle
Basel, Basel
Mark Leckey, Haus der Kunst,
München
- 2014 Lending Enchantment to
Vulgar Materials, Wiels, Brüssel
A Month of Making, Gavin
Brown's enterprise, New York
- 2013 On Pleasure Bent, Hammer
Museum, Los Angeles
- 2012 Stills & Trailers, Galerie
Buchholz, Berlin
BigBoxGreenScreenRefrigeratorActions, Walter Phillips
Gallery at The Banff Centre,
Alberta/CA
- 2011 Printed Pictures, Cabinet II,
London
SEE, WE ASSEMBLE, Serpentine
Gallery, London

**Gruppenausstellungen
(Auswahl)**

- 2015 Transmission: Legacies of the
Television Age, National
Gallery of Victoria, Melbourne
Puddle, pothole, portal,
SculptureCenter, Long Island
City, New York
- 2014 Kerstin Brätsch, Mark Hand-
forth, Mark Leckey, Gavin
Brown's enterprise, New York
Return Journey, MOSTYN
gallery, Llandudno/UK
- 2013 Il Palazzo Enciclopedico
(The Encyclopedic Palace),
55. Biennale von Venedig,
Venedig
Carnegie International,
Carnegie Museum of Art,
Pittsburgh/PA
- 2012 Ghosts in the Machine,
New Museum, New York
White Ford Cotton, Cabinet,
London

Kurator

- 2013 The Universal Addressability
of Dumb Things, Hayward
Gallery, London



Lautsprecher aus Holz und eine Felsplatte: „BigBoxNaturalAction“, The Banff Centre, Kanada, 2012

Für seine Videos, Installationen und Performances nutzt der in Liverpool aufgewachsene Künstler Mark Leckey häufig gesampelte Musik, elektronische Klänge und gesprochenen Text. Die hier abgebildete Arbeit aus dem Jahr 2012 bildet den vorerst letzten Teil einer ganzen Serie monumentaler Soundskulpturen. In „BigBoxNaturalAction“, für das kanadische Banff Centre konzipiert, stellt Leckey den aus Holz gefertigten Lautsprechern eine Felsplatte (Rundle Rock) aus dem nahe gelegenen Steinbruch gegenüber. Durch die Beschallung will er diese über 240 Millionen Jahre alte Kalksteinplatte mit ihrer wellenartigen Oberfläche und den fossilen Einschlüssen „beleben“. Mark Leckey nähert sich in seinen Arbeiten den vermeintlich toten Dingen mit neuen Strategien und versucht, sie mit Klängen, Musik und Texten aus ihrem Dasein als stumme Objekte herauszureißen. Die unmittelbare Erfahrung spielt dabei eine wichtige Rolle. Vorlage für diese Art der Lautsprecherkonstruktion sind die jamaikanischen „Sound Systems“, die in den 1950er Jahren in den Slums von Kingston entwickelt und über die Jahre hinweg immer weiter modifiziert wurden. Mit Bassfrequenzen von über 30.000 Watt wurden ganze Straßenzüge und Parkplätze zu Partyzonen umfunktioniert. Für Leckey haben diese Boxen nicht nur skulpturale Qualitäten, sie sind darüber hinaus auch ein ebenbürtiges Medium, um mit Objekten oder Skulpturen zu „kommunizieren“. 2003 zeigte der Künstler erstmals eine solche Soundinstallation in der Tate Britain in London. Damals beschallte er mit ähnlichen Lautsprechern wie in der hier zu sehenden „BigBoxNaturalAction“

eine über zwei Meter hohe Skulptur des amerikanisch-britischen Bildhauers Jacob Epstein (1880 – 1959). Diese eigens für die Situation konzipierte Sound- und Sprechperformance, die über Lautsprecher verstärkt wurde, war für ihn die einzige Möglichkeit, Epsteins Arbeit entgegenzutreten. Kein Text, keine Theorie war seiner Ansicht nach geeignet, dieser für ihn eigenwilligen Skulptur näherzukommen. Noch im selben Jahr stellte Mark Leckey seine Boxen in der Serpentine Gallery in London einer Skulptur von Henry Moore gegenüber. 2012 nahm der Künstler erstmals Objekte außerhalb des künstlerischen Kanons als Beschallungsobjekte in seine Serie auf und stellte in der Manchester Art Gallery ein industrielles Artefakt ins Zentrum der Beschallung. Wie eine brutalistische Skulptur stand der ausrangierte und drei Tonnen schwere Teil einer Dampfmaschine im Ausstellungsraum, von Leckey mit „Industrial Sound“ und ohrenbetäubenden Fabrikgeräuschen bespielt. Damit entstand ein Bezug zur ehemaligen Rolle Manchesters als wichtigstes industrielles Zentrum der Welt, zu seiner Geschichte während der Industriellen Revolution und zu den Menschen, die in dieser Stadt in den Fabriken arbeiteten. Ähnlich wie im Animismus interessiert sich auch Mark Leckey für beide Welten: die sichtbare materielle und die unsichtbare geistartige.

Kuratiert vom Museum
Moderner Kunst Stiftung
Ludwig Wien

Stefan Tasch
Studium der Kunstgeschichte
in Wien und Edinburgh
Arbeit in verschiedenen
Museen und Galerien