

TechnoScope

by satw

1/22

Musik und Technik

Musikkonserven

Seit dem Mittelalter gibt es mechanische Musikinstrumente, die Melodien automatisch von selbst abspielen. Aber erst im 19. Jahrhundert liessen sich Klänge aufzeichnen, um sie später wieder hören zu können. Am Anfang steht der **Phonograph**, 1877 von Thomas Edison erfunden. Eine kleine Nadel grub Schallschwingungen als wellenförmige Tonspur in einer Walze ein. Brachte man die Nadel zurück an den Anfang dieser Rille und drehte die Kurbel, dann hörte man die aufgenommenen Töne wieder. Zwar etwas verrauscht, aber eine Sensation.

Schon besser klappte die Wiedergabe mit dem Grammophon. Dort ersetzt eine runde Scheibe die Walze: die **Schallplatte**. Erfunden hat sie 1877 Emil Berliner, ein deutscher Einwanderer in den USA. Auch auf der Schallplatte sind Töne als spiralförmige Rillen eingegraben und lassen sich über einen grossen Schalltrichter gut hörbar wieder abspielen. Die ersten Schallplatten aus Schellack – einer Art zähem Harz, das von der Lackschildlaus produziert wird –

waren sehr zerbrechlich und sündhaft teuer. Das änderte sich mit den ersten Platten aus dem Kunststoff Polyvinylchlorid. Nun liessen sich Platten für wenig Geld herstellen und so gingen ab Mitte der 1950er-Jahre Hits um die ganze Welt.

Ab 1979 eroberten **Compact Discs (CD)** den Musikmarkt. Im Gegensatz zur Schallplatte ist die CD kein Ton-, sondern ein Datenträger. Schallschwingungen werden hier in eine Zahlenfolge aus Nullen und Einsen verwandelt und als spiralförmige Spur auf einer Kunststoffscheibe gespeichert. Ein Laserstrahl kann diese Spur abtasten und in Schall zurückverwandeln. Aber: Seit Mitte der 90er-Jahre lässt sich Musik als **MP3-Computerdatei** speichern. MP3 steht für ein Dateiformat, bei dem eine Musik-Datei auf rund einen Zehntel ihrer Originalgrösse komprimiert wird. Diese Möglichkeit stellte die ganze Musikindustrie ziemlich auf den Kopf. Denn nun hatten auf einer kleinen Festplatte 1000 Songs Platz und Musikstücke liessen sich übers Internet versenden.



Welthits aus dem Schlafzimmer

«C'est le ton qui fait la musique», sagt das französische Sprichwort: Musik besteht aus Tönen. Diese entstehen durch Schwingungen, die sich in der Luft wellenförmig ausbreiten. Genau wie die ringförmigen Wellen, die entstehen, wenn wir einen Stein ins Wasser werfen. Töne sind also mechanische Schallwellen. Unsere Ohren nehmen sie wahr, weil sie das Trommelfell in Schwingung versetzen.

Jedes Musikinstrument erzeugt solche Schallwellen: Bei der Gitarre schwingen die Saiten, wenn sie gezupft werden, bei der Geige, wenn ein Bogen darüberstreicht, beim Klavier betätigt die Taste ein Hämmerchen, das auf die Saite schlägt, das Trommelfell einer Trommel vibriert, wenn man darauf schlägt.

Musik besteht aus Tönen, das heisst, aus einer Vielzahl von Schallwellen, die durch Instrumente (oder Stimmen) erzeugt werden.

Mithilfe der Technik lassen sich diese Schallwellen oder analogen Audiosignale heute in digitale Signale umwandeln, speichern, bearbeiten, mischen oder mit Effekten bearbeiten. Digital bedeutet, dass die Toninformationen vor ihrer Speicherung in Zahlenwerte umgewandelt werden. Beim Abspielen erfolgt der umgekehrte Prozess: um sie über einen Lautsprecher oder Kopfhörer hörbar machen zu können, müssen digitale wieder in analoge Signale umgesetzt werden.



Die Digitalisierung hat die Musikproduktion stark verändert. Eine Platte zu produzieren kostete früher enorm viel. Grosse Aufnahmestudios wie die Abbey Road Studios in London (Beatles, Pink Floyd, aber auch die Soundtracks der Harry-Potter-Filme) oder die Hansa Tonstudios (Iggy Pop, Nick Cave) in Berlin waren legendär, verfügten über riesige technische Mittel und entwickelten revolutionäre Aufnahmetechniken. Aber immer öfter kommt die Musik, die den Nerv der Zeit trifft, aus kleinen Home-Recording-Studios. Die Möglichkeiten des Computers und sinkende Gerätekosten bei der Tontechnik machen es möglich. Dass dort längst nicht nur Amateure am Werk sind, zeigt das Beispiel von Billie Eilish, die ihre ersten Welthits im Schlafzimmer ihres Bruders aufgenommen hat. Dort standen allerdings ein sehr leistungsfähiger Computer und ein gutes Mikrofon. Dazu ein Audiointerface, das an den Computer angeschlossen wird und aus analogen Signalen in digitale Signale macht, sowie zwei Nahfeld-Monitore, also Studiolautsprecher, die Töne möglichst unverfälscht wiedergeben. Und ein sogenannter Subwoofer zum Abmischen von elektronischen Sounds.



Lust darauf, Töne selber zu aufnehmen, zu bearbeiten und zu remixen? Oder zu lernen, wie man Kino für die Ohren macht, also ein Hörspiel aufnimmt? Vollbeladen mit Musikinstrumenten, Mikrofonen und modernster Technik verwandelt das fahrende Tonstudio jedes Klassenzimmer im Handumdrehen in ein voll ausgerüstetes Tonstudio. Vielleicht lädt eure Lehrerin oder euer Lehrer es ja mal ein?

Aber Tonwelten könnt ihr auch allein schaffen: AUDIYOU Kids hilft dabei, ein Hörspiel aufzunehmen. Auf der Webseite gibt es Tipps und Übungen, Geräusche und Hintergrundmusik sowie Anleitungen dazu, wie man Töne aufnimmt, schneidet und mischt. Und wie man ein Tonstudio einrichtet.



Ziemlich beste Freunde

Interview

Musik und Technik: Die eine ist gefühllvoll und verfällt ständig von einer Laune in die nächste. Die andere ist sachlich, pocht auf Regeln, findet aber auch praktische Lösungen für fast jedes Problem. Sie passen nicht zueinander, laufen gemeinsam aber oft zur Hochform auf. Ein Musikwissenschaftler und ein Computermusiker sinnieren über das ungleiche Paar.

Kunst ist die Interpretation von Regeln.

Das Klavier ist auch ein technisches Gerät – genauso wie der Computer.



Victor Ravizza ist Musikwissenschaftler und lehrte an der Universität Bern.



Felix Banteli ist Künstler und Kunstvermittler und gibt mechatronische Workshops an der Schnittstelle von Kunst und Technik
Sonic Pi herunterladen: <https://sonic-pi.net/>

Technoscope: Wie hängen

Technik und klassische Musik zusammen?

Victor Ravizza: Wer am Konservatorium ein Musikinstrument studiert, muss in erster Linie dessen technische Aspekte kennen und verstehen. Und er muss mit intensivem Studium die Technik des Spiels zu beherrschen lernen. Es gibt unter den grossen Musikern ganz brillante Techniker. Aber was in der Musik schliesslich wirklich zählt, ist die Interpretation. Dort fängt die Kunst an. Denn die Interpretation beruht zwar auf dem Technischen, versucht aber gleichzeitig, dessen Probleme und Schwierigkeiten durch den künstlerischen Ausdruck vergessen zu machen.

Diese Kunst kann die Technik einfangen und bewahren.

Das stimmt. Konzertaufnahmen können heute technisch so perfekt sein, dass es für die Zuhörerinnen und Zuhörer praktisch keinen Unterschied zum Live-Erlebnis mehr gibt. Und doch

Technoscope: Musik mit dem Computer machen, wie geht das?

Felix Banteli: Zum Beispiel mit Sonic Pi, einer Open-Source-Software, die man kostenlos herunterladen kann und die auf allen Betriebssystemen läuft. Sie verwandelt den Computer in einen Synthesizer. Zu einem Musikinstrument, das mit elektronischen Spannungen Klänge erzeugt. Gleichzeitig ist der Computer auch ein Aufnahmegerät, ein Gerät, mit dem man Samples aufnehmen, abspielen, neu abmischen (Remix) oder übereinanderlegen kann (Mash-up). Das Tolle an Sonic Pi ist, dass es all diese Funktionen kombiniert.

Muss man dafür ein Informatikgenie sein?

Auf keinen Fall. Sicher, Sonic Pi ist auch eine Programmiersprache. Wer mit der Software Musik macht, lernt also auch zu programmieren. Aber das Ganze ist speziell für Schulen entwickelt und so aufgebaut, dass man Schritt für Schritt durch den Lernprozess geführt wird. Das klappt auch allein vor dem Bildschirm zu Hause.

Musik hat mit Kreativität zu tun, mit Emotionen. Wie soll das eine Maschine können?

Auch ein Klavier ist im Grunde nur ein technisches Gerät. Es hat Tasten, die man drückt und damit Töne erzeugt. Genau wie



Studien- und Berufswahl

Graziella Dal Maso,
Berufs-, Studien- und
Laufbahnberatung St. Gallen

Liebe Frau Dal Maso

Ich spiele seit langem E-Gitarre in einer Band und kreierte auch gern eigene Sounds mit dem PC. Mich interessiert Musik, aber eben auch Technik. Gibt es ein Studium, das beides verbindet? Aline

Liebe Aline

Ja, da gibt es Möglichkeiten. Wenn du musikalisch versiert bist und da den Schwerpunkt setzen möchtest, gibt es z.B. an der Hochschule der Künste in Bern das Musikstudium in Richtung Sound Arts. Da beschäftigst du dich unter anderem mit Klangkunst, Filmmusik und elektronischer Musik. Ein Vorkurs zum besseren Kennenlernen oder ein Pre-College kann sich lohnen, falls du dich in der Theorie, in Gehörbildung o.a. noch mehr vorbereiten willst, denn für Musikstudien ist immer eine Aufnahme- bzw. Eignungsprüfung zu bestehen.

In Zürich gibt es im Musikstudium die Fachrichtung Komposition und Theorie mit zwei Schwerpunkten: Creative Music Practices oder Komposition für Film, Theater und Medien. Beim zweiten Schwerpunkt werden z.B. auch Projekte in Zusammenarbeit mit der ZHdK (Film, Game, CAST, Animation usw.) und mit externen Radio- oder Fern-

sehstationen oder Produktionsfirmen erarbeitet. Eine weitere Möglichkeit bietet die Fachhochschule Nordwestschweiz. Dort kannst du Audiodesign studieren. Audiodesigner/innen realisieren und interpretieren Kompositionen auf dem elektronischen Instrumentarium, komponieren für Film und Bühne oder entwickeln Spielinterfaces oder interaktive Klanginstallationen. Verwandt, was die Medien betrifft, aber nicht mit solchen musikalischen Anforderungen verbunden, sind Studien wie Multimedia Production, Interaction Design oder Medienkunst. Ist dein Ziel eine eidg. Anerkennung, lässt sich mit entsprechender Praxis ein eidg. Fachausweis in Tontechnik oder in Veranstaltungstechnik erwerben. Nicht zuletzt könntest du auch mit Elektrotechnik in diesem Bereich landen. Am besten vergleichst du die Inhalte der Ausbildungen und die Rahmenbedingungen. Bleiben Fragen oder fällt dir die Entscheidung schwer, nimm doch die Dienste einer Studienberatung in Anspruch.



Infos & Links

Auf www.berufsberatung.ch findest du zu allen genannten Ausbildungen und Berufen mehr Information sowie links zu Ausbildungsstätten. Auf den Websites der Schulen findest du auch Angaben zu Informationsanlässen und –tagen für Interessierte (teilweise auch online).

fehlt auch bei den schönsten Konzertaufnahmen etwas: Sie bleiben immer gleich. Das leichte Kribbeln, das ich im Konzert jedes Mal verspüre, das gibt es hier nicht. Im Konzert warte ich voller Spannung darauf, wie der Pianist oder die Violinistin diese oder jene Stelle spielen wird. Diese lebendige Interpretation direkt mitzuerleben, ist immer wieder faszinierend. Aufnahmen hingegen, auch wenn sie noch so gut gemacht sind, bleiben «Konserven»: etwas Aufbewahrtes, haltbar Gemachtes.

Kann der Computer Musikinstrumente überflüssig machen?

Nicht in der klassischen Musik. Sie braucht den «Atem» der Solisten, ihre ganz persönliche Handschrift. Klassische Musik ist für Instrumente geschrieben und auf dem Notenblatt fixiert. Bei jedem Konzert geht es darum, sie durch die gegenwärtige Interpretation wieder lebendig zu machen.

mit der Computertastatur. Der Mechanismus dahinter ist ein anderer, aber ob damit Emotionen und Kreativität verbunden sind, hängt von uns ab. Vom Stellenwert, den wir diesem Gerät in unserem Leben geben, und davon, was wir aus seinen Möglichkeiten machen. Mir als Künstler gefällt an Sonic Pi, dass ich den Code, an dem ich arbeite, auf der Bühne in Echtzeit auf dem Beamer für alle sichtbar machen kann. Dank diesem Live-Coding kann das Publikum nachvollziehen, wie mit dem Computer Musik entsteht.

Ist Computermusik überhaupt «richtige» Musik?

Musikerinnen und Musiker arbeiten mit den verschiedensten Hilfsmitteln, probieren aus, experimentieren. Techno, Hip-Hop, klassische Orchestermusik: Ich würde das nicht trennen. Der Zugang mag ein anderer sein, aber Musik ist immer Kultur. Schön ist der Austausch, den ein quelloffenes Programm wie Sonic Pi ermöglicht: Rund um die Software hat sich eine kreative internationale Community gebildet, die Codes und Tracks austauscht und die faszinierenden Möglichkeiten der elektronischen Musik gemeinsam erkundet.



Musik kann auch rechnen

und halbe Noten, Viertel-, Achtel- und Sechzehntelnoten. Und die Abstände zwischen einzelnen Tönen lassen sich ebenfalls in Zahlen ausdrücken: In der Oktave (das Do-Re-Mi-Fa-So-La-Ti-Do aus dem Musikunterricht) schwingt der obere Ton immer mit der doppelten Frequenz des unteren, das Frequenzverhältnis zwischen den beiden Tönen ist also 2:1. Wir wollen es nicht zu kompliziert machen, aber Fakt ist: Alles, was wir hören, lässt sich mit einer mathematischen Funktion beschreiben. Und was in unseren Ohren harmonisch klingt, entspricht oft mathematischen Mustern.

Emotionen auf der einen Seite, nüchterne Erbsenzählerei auf der anderen: Was hat Musik mit Mathematik zu tun? Die Antwort lautet: Unglaublich viel! Durch Zahlen kann man die Musik beschreiben und Musik hat immer etwas mit dem Verhältnis zwischen Zahlen zu tun. Zahlen in der Musik? Aber sicher: Da ist einmal der Takt, der macht, dass ein Stück nach einem exakt abzählbaren Schema abläuft: Vier Takte dauern genau doppelt so lang wie zwei Takte. Auch die Noten haben eine genau bestimmte Länge: Es gibt ganze

Ludwig van Computer

Die 10. Sinfonie von Ludwig van Beethoven wird auch die «Unvollendete» genannt. Denn der Meisterkomponist starb, bevor er sein letztes grosses Werk vollenden konnte. Das hat ein Computer mithilfe Künstlicher Intelligenz (KI) nun für ihn übernommen.

KI werden Computerprogramme genannt, die selbständig Aufgaben lösen können. Ein Team von MusikexpertInnen und InformatikerInnen fütterten den Computer mit allen möglichen Daten über Beethoven. Aus zahlreichen Sinfonien, Klaviersonaten und Streichquartetten erlernte der Computer so die einzigartige Handschrift des Komponisten, dessen Genie ja eben gerade ausmachte, dass er sich nicht immer an die Regeln hielt. Der Computer errechnete dann mögliche Varianten dazu, wie die nur in Skizzen vorliegende 10. Sinfonie hätte weitergehen können. Von all diesen Möglichkeiten wählten die ExpertInnen jeweils die überzeugendsten aus und spielten sie dem System zurück, das daraus, Satz für Satz, weitere Varianten ableitete.

Am 9. Oktober 2021 war es dann so weit: Fast 195 Jahre nach Beethovens Tod ist seine letzte Sinfonie in Bonn uraufgeführt worden. Es gab viel Applaus für dieses gleichzeitig künstlerische und wissenschaftliche Experiment einer Kooperation zwischen Mensch und Maschine.



Eine Hörprobe auf Youtube:
www.youtube.com/watch?v=LjFkfQqOU-Q

Tröstliche (und weniger tröstliche) Töne



«Musik drückt aus, was nicht gesagt werden kann und worüber zu schweigen unmöglich ist», schrieb Victor Hugo. Was der französische Schriftsteller nur vermutete, bestätigt heute die Hirnforschung.



Es muss seltsam ausgesehen haben: Es ist Nacht, wir sind in einem Krankenhaussaal, viel technische Apparate stehen herum, Wärmelampen und Beatmungsgeräte neben durchsichtigen Plastikboxen. Und mittendrin sitzt ein Mann im weißen Kittel auf einem Stuhl und spielt Cello. Warum? Weil Harald Schachinger, Chef der Frühgeborenen-Station an einem Berliner Spital, herausgefunden hatte, dass die Musik den winzigen Patienten guttat: Ihr Herzschlag und ihre Atmung normalisierten sich und ihre Überlebenschancen stiegen.

Dass Musik einen Einfluss auf unsere Gemütslage hat, ist kein Geheimnis. Eine beschwingte Melodie macht uns gute Laune und beschleunigt unsere Schritte, bei trauriger Musik kommen uns die Tränen. Nicht von ungefähr rieselt im Einkaufszentrum angenehme Hintergrundmusik: Die Ladenbesitzer versprechen sich davon, die Kundinnen und Kunden in eine gute (sprich: kauffreudige) Stimmung zu versetzen.



Musik, so scheint es, ist eine Sprache ohne Worte, die den meisten von uns geläufig ist. Zu diesem Schluss kommt auch die Hirnforschung. Sie hat nachgewiesen, dass Musikhören in unserem Hirn komplizierte (und noch nicht völlig verstandene) Prozesse auslöst. Bildgebende Verfahren zeigen, dass beim Musikhören unterschiedlichste Hirnareale stimuliert werden. Eine Musik, die wir als schön empfinden, aktiviert unter anderem das «Glückshormon» Dopamin und unterdrückt die Ausschüttung des «Stresshormons» Cortisol. Das macht sich auch die Medizin zu eigen: Überall dort, wo Patientinnen und Patienten mit Worten allein nicht (mehr) zu helfen ist – bei Alzheimer, Depressi-

onen, Schlaflosigkeit oder Autismus – kann eine Musiktherapie trösten, beruhigen, entspannen und sogar Schmerzen lindern. Nicht von ungefähr singen in den allermeisten Kulturen die Mütter kleine Kinder in den Schlaf.

Musik kann uns aber auch beunruhigen und nervös machen. Diesen Effekt nutzt die Filmmusik aus, die weiss, wie man Emotionen mit der grossen Kelle anrührt: Bei tief bebenden Frequenzen oder hohen, verzerrten Tönen wissen wir sogleich, dass die Helden das leerstehende Gebäude besser nicht ganz allein erkunden sollten. Oder dass jetzt dann gleich der fürchterliche Haifisch aus der Tiefe auftauchen wird.



HOBBY-NINJA

versus

SCHWER-KRAFT + EFFIZIENZ



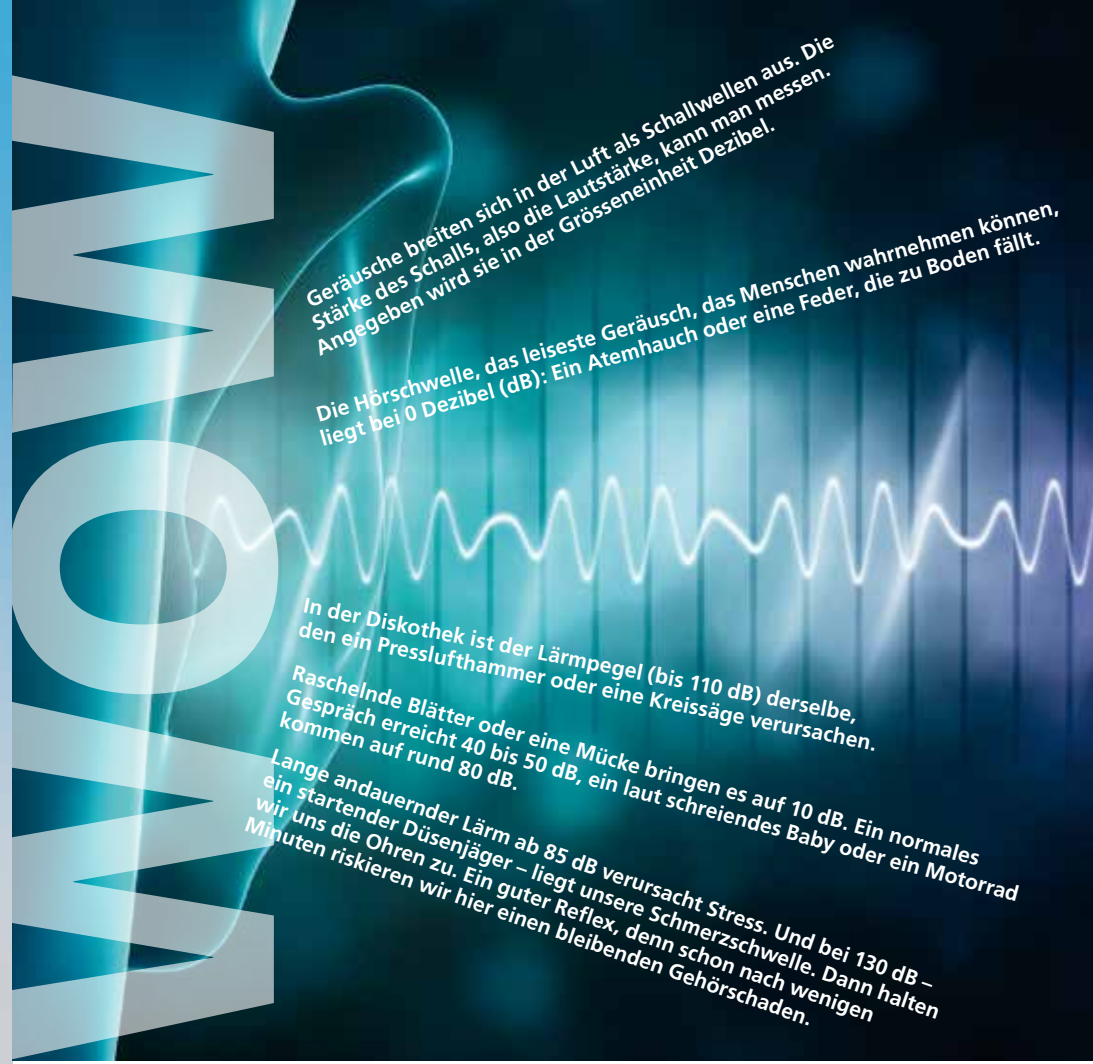
Tec-challenge.ch

FÜR ALLE TECHNIKFANS!



DU BIST EIN MÄDCHEN ZWISCHEN 13 UND 16 JAHREN UND GEHST DIE DINGE LIEBER VON DER TECHNISCHEN SEITE AN?

Dann ermöglicht dir die Teilnahme an der Tec-Challenge auch die Chance auf einen Platz im **Mentoring-Programm von Swiss TecLadies**, wo dir erfolgreiche Fachfrauen als persönliche Mentorinnen spannende Einblicke in ihre Berufswelt bieten und du interessante Mädchen aus der ganzen Schweiz kennenlernst.



Geräusche breiten sich in der Luft als Schallwellen aus. Die Stärke des Schalls, also die Lautstärke, kann man messen. Angegeben wird sie in der Grösseneinheit Dezibel.

Die Hörschwelle, das leiseste Geräusch, das Menschen wahrnehmen können, liegt bei 0 Dezibel (dB): Ein Atemhauch oder eine Feder, die zu Boden fällt.

In der Diskothek ist der Lärmpegel (bis 110 dB) derselbe, den ein Presslufthammer oder eine Kreissäge verursachen. Raschelnde Blätter oder eine Mücke bringen es auf 10 dB. Ein normales Gespräch erreicht 40 bis 50 dB, ein laut schreiendes Baby oder ein Motorrad kommen auf rund 80 dB.

Lange andauernder Lärm ab 85 dB verursacht Stress. Und bei 130 dB – ein startender Düsenjäger – liegt unsere Schmerzschwelle. Dann halten wir uns die Ohren zu. Ein guter Reflex, denn schon nach wenigen Minuten riskieren wir hier einen bleibenden Gehörschaden.

Impressum

SATW Technoscope 01/22 | Januar 2022 | www.satw.ch/technoscope
Konzept und Redaktion: Ester Elices | Redaktionelle Mitarbeit: Christine D'Anna-Huber |
Grafik: Andy Braun | Bilder: Adobe Stock, Victor Ravizza, Felix Banteli | Titelbild: Adobe Stock |
Lektorat: Ars Linguae | Druck: Egger AG

Gratisabonnemement und Nachbestellungen

SATW | St. Annagasse 18 | CH-8001 Zürich | technoscope@satw.ch | Tel +41 44 226 50 11
Das nächste Technoscope erscheint im April zum Thema «Drohnen»

satw it's all about technology

Hast du Fragen oder Anregungen an das Technoscope-Team? Dann schreibe uns! technoscope@satw.ch