

### **Vorspann**

Musik verbindet Menschen, bringt sie in Bewegung. Tausende Ohren tauchen ein - in ein Meer perfekter Wellen. Schallwellen wandern durch Raum und Zeit, sprechen Gefühle an.

Musik ist eine besondere Form der Kommunikation, die auch auf physikalischen Phänomenen beruht. Fast jede Band, fast jedes Orchester setzt auf den besonderen Sound von Saiteninstrumenten. Doch wie erzeugen sie hörbare Töne? Begeben wir uns in die erstaunliche Welt der Saitenklänge.

### **Wie schwingen Saiten?**

Jazzgeiger Valentin Gregor auf dem Weg ins Tonstudio. Der Wahlberliner mit eigener Band ist fasziniert von dem Klang der Violine.

O-Ton Valentin Gregor:

*„Was mir an der Geige so gut gefällt ist, dass man ihr unheimlich viele verschiedene Sachen machen kann.“*

Bei Probeaufnahmen im Studio zeigt sich Valentin Gregor in Spiellaune. Begleitet wird er von zwei weiteren Saiteninstrumenten: Piano und Kontrabass – und für den Rhythmus sorgt das Schlagzeug.

Saiteninstrumente funktionieren alle nach dem gleichen Grundprinzip. Egal ob gestrichen, angeschlagen, oder gezupft: Hauptsache, die Saite schwingt; und das können wir hören oder über ein Mikrofon aufnehmen und am Monitor darstellen.

In extremer Zeitlupe: die gestrichenen Leersaiten der Violine. Die dickste, die G-Saite schwingt am langsamsten und klingt am tiefsten. D-, A- und E-Saite sind dünner, vibrieren schneller und klingen höher. Der Steg überträgt die Schwingungen auf den Korpus. Wenn Valentins Finger die Saiten auf das Griffbrett drücken, verkürzt er deren schwingende Länge. Dadurch vibrieren sie noch schneller und klingen noch höher.

Bei jedem Bogenstrich erklingen gleichzeitig mit dem Grundton die entsprechenden Obertöne. Das sind ganzzahlige Vielfache des Grundtons und ihre Anzahl und Lautstärke bestimmen wesentlich den typischen Sound eines Instruments. Wie Saiten schwingen, lässt sich am besten in einem Experiment zeigen. Vorhang auf für die Physikanten.

O-Ton Physikanten:

*"Einen wunderschönen guten Tag, liebes Publikum. Stellen Sie sich bitte einmal vor, das hier wäre eine Geigensaite, nur viel, viel größer. So, und die werden wir jetzt einmal zupfen."*

*"Sehen Sie, der Berg wandert immer hin und her."*

*"Ja, und bei der Geigensaite natürlich viel, viel schneller. Was dann als Ton zu hören ist. So, schauen Sie jetzt mal. Hier haben wir die Grundschiwingung, weil es die einfachste Art ist, wie eine Saite schwingen kann. Wenn wir schneller werden, können wir sogar zwei Berge erzeugen. Und dabei sprechen wir von der ersten Oberschiwingung, die übrigens doppelt so hoch klingt wie der Grundton. "*

*"Sieht ein bisschen so aus wie das Sauerland, ne? Aber wo es das Sauerland gibt, da gibt's auch den Schwarzwald. Da ist er!"*

*"Und das nennt man?"*

*"Vogesen? Äh, die zweite Oberschiwingung natürlich."*

*"Und die klingt?"*

*"Noch höher."*

*"Nun, ich bin mir sicher, Sie bekommen auch noch die dritte Oberschiwingung hin."*

*"Sie meinen die Alpen? Klar! Herr Professor, Steinschlag!"*

Wird eine Saite angeregt, überlagern sich Grund- und Oberschiwingungen. Ein Klang entsteht. Die Kurven zeigen den jeweiligen Schwingungsverlauf.

### **Resonanz am Beispiel der Geige**

Wie eine Violine klingt, hängt wesentlich vom Schwingungsverhalten des Korpus' ab. Je nach Bauweise hebt dieser Resonanzkörper bestimmte Tonhöhen hervor und dämpft andere. Ein gestrichenes G klingt so, wenn der Korpus mitschwingt. Es hat diesen Schwingungsverlauf. Er wird zum „Sägezahn“, sobald die Saite alleine schwingt. Der nervende Ton macht deutlich, weshalb soviel Wert auf einen optimalen Resonanzkörper gelegt wird.

In dieser Bonner Villa arbeitet einer der führenden Geigenbauer Deutschlands, Stefan-Peter Greiner. In der Werkstatt im Souterrain eifert er den großen Vorbildern wie Stradivari und Amati nach. Ihre Instrumente aus dem 17. und 18. Jahrhundert haben Maßstäbe gesetzt und gelten bis heute als unübertroffen.

Vor Jahren hat sich Peter Greiner mit dem Physiker Heinrich Dünwald zusammengetan. Durch akribische akustische Messungen und Tests haben sie herausgefunden, was den tragfähigen, durchsichtigen Klang alter italienischer Meistergeigen ausmacht. Diese Kenntnisse fließen seither in den Bau neuer Geigen ein. Die Symbiose aus Physik und Handwerk hat Erfolg. Greiners Instrumente sind gefragt.

O-Ton Peter Greiner:

*"Als wir vor 15 Jahren mit dem Bau neuer Instrumente begonnen haben, da glaubte noch niemand, dass neue Instrumente auch gut klingen können. Man dachte immer, nur altitalienische Geigen haben einen guten Klang, der auch in der Lage ist, große Konzertsäle zu füllen. Mittlerweile haben wir viele neue Instrumente gebaut, die einen Gegenbeweis angetreten haben. Das heißt viele*

*unserer Instrumente und die Instrumente von Kollegen werden von auch berühmten Musikern gespielt. Wir haben Frequenzanalysen von Geigen gemacht, von Stradivaris von Guarneris und eben auch von neu gebauten, und konnten somit die Klänge miteinander vergleichen und haben eben auch da festgestellt: Es gibt bei guten neuen Instrumenten und den berühmten italienischen Instrumenten eigentlich keinen wirklichen Klangunterschied."*

Für die Instrumente kommen nur ausgesuchte abgelagerte Hölzer in Frage. Die präzise Bearbeitung von Boden und Decke hat den größten Einfluss auf den Klang. Sie sollen so schwingen, dass möglichst alle erwünschten Obertöne gut zur Geltung kommen.

#### **O-Ton:**

*"Liebes Publikum, freuen sie sich auf ein wunderschönes kleines Stückchen, präsentiert von mir."*

*"Tja, mein lieber Herr Schwupp, das hört sich ja sehr bescheiden an. Ich habe mir erlaubt, diese Geige zu wissenschaftlichen Zwecken mit Kunststoff auszugießen. Jetzt können die Deck- und Bodenplatte nicht mehr schwingen. Da diese maßgeblich für den Klang sind, hört sich diese jetzt natürlich etwas dünn an."*

*"Ja, jetzt fragt sich natürlich: Wie können Platten eigentlich schwingen?"*

*"Nun, um das Prinzip von schwingenden Geigenplatten dazustellen, haben wir hier ein Anschauungsobjekt."*

*"Klingt aber auch nicht so toll, oder?"*

*"Physikalisch aber hochinteressant, denn wir haben hier ein kompliziertes Gemisch aus Obertönen."*

*"Das übrigens wunderschön aussieht, wenn man es richtig macht."*

*"Dann zeigen Sie mal, was sie können, Herr Schwupp! Jeder Ton hat sein eigenes Muster, weil die Platte bei unterschiedlichen Frequenzen unterschiedlich schwingt und klingt. Da sich immer zwei benachbarte Stellen entgegengesetzt auf und nieder bewegen, kann sich der Sand dazwischen sammeln und zeigt uns indirekt, welche Bereiche wie schwingen."*

#### **Geigenbau mithilfe von Klangspektren**

Peter Greiners Geigen werden immer wieder akustisch vermessen. So kann er den Klang in die gewünschte Richtung lenken. Wie das Klangspektrum ermittelt wird, erläutert der Physiker Heinrich Dünwald.

O-Ton Heinrich Dünwald:

*„Unser Messsystem ist so aufgebaut, dass die Eigenschaften des Korpus' gemessen werden. Wir haben die Saiten abgedämpft, damit sie nicht mitschwingen. Das Anregungssystem regt die Geige am Steg an, so, wie es auch die Saiten beim Spielen machen. Das, was die Geige abstrahlt, wird mit einem Mikrophon gemessen. Und dadurch entsteht so eine Frequenzkurve. Diese Kurve ist sehr zerklüftet, weil eine Geige sehr viele Resonanzen besitzt. Um eine Übersicht zu gewinnen über wesentliche Frequenzbereiche, wird die Kurve geglättet. Wir sehen hier, dass es vier, fünf, sechs hervorstehende Bereiche gibt, das sind Bereiche, die für die Klangfarbe sehr bedeutsam sind."*

*Dieser tiefe Bereich um 500 Hertz ist dafür entscheidend, dass das Instrument sonor und grundtönig klingt. In diesem Bereich bei etwa 1000 Hertz entstehen nasale Klangfarben, und bei etwa 3000 Hertz entsteht die Brillanz einer Geige und damit auch ihr Durchsetzungsvermögen. Es ist uns gelungen, diese für die alten italienischen Geigen wichtigen Frequenzbereiche deutlich hervorzuheben und so auch neue Geigen mit diesen wunderbaren Klangeigenschaften zu versehen."*

Violen und Bratschen klingen am besten, wenn sie der menschlichen Stimme möglichst nahe kommen. Das jedenfalls ist die Meinung des Geigenbauers Peter Greiner. Valentin Gregor setzt bewusst auf diese Klangverwandtschaft und lässt in seinem Stück „Smellodie“ Stimme und Instrument verschmelzen.

Peter Greiners Geigen sind das Ergebnis handwerklicher Präzision. Nur so lässt sich ein perfekter Klang erzielen. Bei Fabrikgeigen muss man dagegen Abstriche machen, das belegen auch Heinrich Dünwalds Messungen.

O-Ton Heinrich Dünwald:

*„Wir sehen hier im Vergleich die Geige von eben noch mal als weiße Kurve und da drunter als rote Kurve eine sehr schlechte Fabrikgeige, bei der in erster Linie dieser 1000-Hertz-Bereich dominiert, während die anderen zwar vorhanden sind, aber deutlich geringer ausfallen, als bei der sehr guten Geige.“*

So wichtig die Qualität eines Instruments auch sein mag - entscheidend ist das Können der Musiker, die virtuos mit den akustischen Phänomenen der Physik spielen.