

# Musik als akustisches Phänomen (M1)

## 1. Musik im technischen Zeitalter



John French Sloan:  
*Edgard Varèse*  
(1924, gemeinfrei)

Der französisch-amerikanische Komponist **Edgard Varèse** (1883–1965) schrieb zwischen 1930 und 1931 ein Musikstück mit dem Titel *Ionisation*<sup>1</sup> für **13 Schlagzeugspieler**, das vorwiegend aus geräuschartigen Klängen besteht. Neben vielen traditionellen Schlaginstrumenten werden hier auch mancherlei ungewöhnliche Klangerzeuger eingesetzt, so zum Beispiel Sirenen, Peitschen und „Löwengebrüll“ (Hörbeispiel).

In einigen Vorträgen und Texten plädierte Varèse für eine enge **Wechselwirkung zwischen Musik und Naturwissenschaft:**

„Die meisten Leute [...] halten Musik einzig für eine Kunst. Aber fällt denn auf ihr Musikhören nie ein Funken der Besinnung, die ihnen sagen müsste, dass sie dabei einem physikalischen Phänomen unterliegen: nicht eher als die Luft zwischen dem Ohr des Hörers und dem Instrument *perturbiert*<sup>2</sup> wird, findet Musik statt. Sind sie sich bewusst, dass jedes Mal, wenn eine gedruckte Partitur zum Leben erweckt wird, sie wieder-erzeugt werden muss durch verschiedene Klangmaschinen, die man Musikinstrumente nennt, [...] unterworfen denselben physikalischen Gesetzen wie jede andere Maschine? Um das Ergebnis vorwegzunehmen: der Komponist muss die Mechanik der Instrumente verstehen und so viel wie möglich über Akustik<sup>3</sup> wissen.“

Edgard Varèse, *Die Befreiung des Klangs*

### Aufgaben:

1. a) Höre Dir den Ausschnitt aus Edgard Varèses Komposition *Ionisation* an und beschreibe Deine Höreindrücke, insbesondere im Hinblick auf das musikalische Material.  
b) Welche Herausforderungen und Probleme ergeben sich bei der Wahrnehmung und Beschreibung einer solchen Musik?
2. Gib Edgard Varèses Position zur Frage des Verhältnisses zwischen Komposition und Naturwissenschaft mit eigenen Worten wieder.
3. Findest Du Varèses These einleuchtend, ein Komponist müsse „die Mechanik der Instrumente verstehen und so viel wie möglich über Akustik wissen“? Begründe Deine Ansicht.
4. Welche Konsequenzen könnte Varèses Ansicht für das Komponieren von Musik im 20./21. Jahrhundert haben?

---

<sup>1</sup> *Ionisation*: Ein physikalischer Vorgang, bei ein Atom oder Molekül elektrisch geladen wird.

<sup>2</sup> *perturbiert*: verwirbelt.

<sup>3</sup> *Akustik*: Lehre vom Schall und seiner Ausbreitung.

## 2. Definitionen wichtiger akustischer Termini

**Akustik** ist die Lehre vom Schall.

**Grundton** heißt der tiefste Teilton eines Schallereignisses; er hat die tiefste Frequenz. Bei den meisten Schallereignissen treten zur **Grundfrequenz** des Tons noch verschiedene **Obertöne** mit höheren Frequenzen hinzu. Die Kombination von **Grundton** und **Obertönen** ist wichtig für die **Klangfarbe** eines Schallereignisses.

**Frequenz** ist die Häufigkeit einer Schwingung innerhalb einer Zeiteinheit; ihre Maßeinheit heißt **Hertz**.

**Frequenzspektrum** heißt die Gesamtheit der Frequenzen eines Schallereignisses. Die meisten Schallereignisse setzen sich aus verschiedenen Teiltönen zusammen: zu einem **Grundton** treten ein **Oberton** oder mehrere **Obertöne** hinzu. Die Zusammensetzung des **Frequenzspektrums** ist wichtig für die **Klangfarbe** des Schallereignisses: Ein lauter Posaunenton hat beispielsweise ein anderes **Frequenzspektrum** als ein leiser Klarinetton, und der Vokal „u“ hat ein anderes **Frequenzspektrum** als der Vokal „i“. Das **Frequenzspektrum** eines Schallereignisses kann im **Spektrogramm** sichtbar gemacht werden.

**Hertz** (abgekürzt **Hz**) heißt die Maßeinheit von Schwingungen. Sie gibt die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde an. Beträgt die **Frequenz** eines Tones beispielsweise **440 Hz**, so bedeutet dies, dass es zu **440 Schwingungen pro Sekunde** kommt.

**Hörbereich** heißt der Frequenzbereich, in dem der Schall vom menschlichen Gehör wahrgenommen werden kann. Die tiefsten für den Menschen hörbaren **Frequenzen** liegen bei etwa **16 Hz**, die höchsten (je nach Alter des Hörenden) zwischen **16000 Hz** und **20000 Hz**.

**Klangfarbe** ist eine Grundeigenschaft jedes Schallereignisses. Die **Klangfarbe** wird unter anderem durch das **Frequenzspektrum** des Schallereignisses bestimmt.

**Schallwellen** sind Schwingungen, die sich als periodische Druck- und Dichte-Änderungen in der Luft ausbreiten. Sie werden beispielsweise durch die Bewegung von Saiten (zum Beispiel Gitarren, Geigen, Klaviere) oder Flächen (zum Beispiel Trommelfelle, Glocken, Metallplatten, Membrane eines Lautsprechers) angeregt. Dringen diese **Schallwellen** an unser Ohr, so hören wir ein Schallereignis, zum Beispiel einen Ton, einen Klang oder ein Geräusch.

**Spektrogramm** heißt die grafische Darstellung des **Frequenzspektrums** von Schallereignissen in einem Koordinatensystem: Die horizontale Achse stellt die Zeit und die vertikale Achse die Frequenzen dar. Die Lautstärke der einzelnen Teilschwingungen (zum Beispiel des **Grundtons** und der **Obertöne** eines Instrumentaltons) wird dabei durch unterschiedliche Farben sichtbar gemacht. **Spektrogramme** können unter anderem mit dem **Acousmographen** hergestellt werden.

### Einige physikalische Grundlagen der Musik (Lückentext)

Damit wir ein **Schallereignis** (zum Beispiel einen **Ton**, einen **Klang**, ein **Geräusch**) wahrnehmen können, müssen an unser Ohr \_\_\_\_\_ dringen.

Diese \_\_\_\_\_ beruhen auf \_\_\_\_\_ in der Luft, wie sie zum Beispiel durch eine hin und her **schwingende** Gitarrensaite oder das vibrierende Fell einer Trommel erzeugt werden. Die **Anzahl der** \_\_\_\_\_ **innerhalb einer Zeiteinheit** wird als \_\_\_\_\_ bezeichnet. Die Maßeinheit für Schwingungen heißt \_\_\_\_\_. Beträgt die Frequenz eines Tones beispielsweise **440** \_\_\_\_\_, so bedeutet dies, dass es hier zu **440 Schwingungen pro Sekunde** kommt.

Je **höher** die **Grundfrequenz** eines Tones ist, desto \_\_\_\_\_ **klingt** dieser Ton. Beispielsweise klingt ein Ton mit der Grundfrequenz **4000 Hz** \_\_\_\_\_ als ein Ton mit der Grundfrequenz **3200 Hz**; und ein Ton von **80 Hz** klingt \_\_\_\_\_ als ein Ton von **512 Hz**. Die **tiefsten** für den Menschen wahrnehmbaren **Töne** haben eine **Grundfrequenz** von ungefähr \_\_\_\_\_ **Hz**. Die **höchsten** hörbaren **Töne** haben (bei jungen Menschen) eine **Grundfrequenz** von ungefähr \_\_\_\_\_ **Hz**. Schallereignisse, deren Schwingungsfrequenz außerhalb dieses Bereiches liegt, sind für den Menschen unhörbar.