

## Akustik in der „Schule von Athen“

Peter Költzsch

(ehemals) Technische Universität, 01099 Dresden, E-Mail: [peter@koeltzsch.com](mailto:peter@koeltzsch.com)

### Einleitung

Unter dem Namen „Die Schule von Athen“ wird ein Gemälde des italienischen Malers und Architekten Raffaello Sanzio da Urbino, genannt Raffael, verstanden. Seine Lebensdaten: geboren 1483 in Urbino, gestorben 1520 in Rom. Raffael war einer der großen Künstler der Hochrenaissance, vielleicht neben Michelangelo (1475 – 1564) und Leonardo da Vinci (1452 – 1519) der bedeutendste dieser Epoche um 1500.



Abbildung 1: „Die Schule von Athen“ von Raffael

Großartige, weltberühmte Gemälde des Raffael sind u. a. die Sixtinische Madonna (Gemäldegalerie Dresden) und die vier Fresken im Vatikan-Saal „Stanza della Segnatura“, unter ihnen „Die Schule von Athen“. Dieses Bild hat Raffael 1510/11 gemalt. Es befindet sich in der Privatbibliothek (Signier-/Studierzimmer) von Papst Julius II. Es ist ein monumentales Gemälde mit den Abmessungen: 5 m x 7,7 m. Das Gemälde verkörpert die Denkschule des antiken Griechenlands, dargestellt in einer fiktiven, marktplatz-ähnlichen Versammlung großer Wissenschaftler, in der Mitte stehend die Größten, Platon und Aristoteles [Informationen zum Gemälde weitestgehend aus Wikipedia] Platon hält in der einen Hand sein Werk „Timaios“; mit der anderen Hand weist er nach oben, gen Himmel, symbolisierend die Welt der Ideen. Aristoteles, als Vertreter der Naturphilosophie, trägt mit der linken Hand sein Werk „Ethik“; seine nach vorn ausgestreckte rechte Hand verweist dagegen eher auf das Irdische, auf das Praktische des Daseins, mit beiden Beinen fest auf der Erde zu bleiben. Dazu gibt es in dem Gemälde Vorläufer, Hauptvertreter und Nachfolger von Platon und Aristoteles, unter ihnen Epikur, Alkibiades, Parmenides, Sokrates, Heraklit, Diogenes, aber auch der persische Philosoph und Religionsgründer Zarathustra sowie Averroes (Ibn Rušd), s. w. u. Der Vortrag benutzt dieses Gemälde des Raffael als „Rahmen“ dafür, auf die Beiträge der dargestellten Personen zur Akustik hinzuweisen. Das trifft vor allem zu auf: Platon und Aristoteles, des Weiteren auf Pythagoras, Euklid,

Ptolemäus, Boethius, Xenophon, Averroes und einige andere.



Abbildung 2: Platon und Aristoteles in Raffael's Gemälde

Die akustischen Erkenntnisse zu diesen Personen stammen aus gründlichen Literatursichtungen in Bibliotheken und im Internet. Für die alten Griechen muss eine Literaturquelle besonders hervorgehoben werden. Das ist die Habilitationsschrift von Günther Wille (1925 – 1996) mit dem Titel „Akroasis – der akustische Sinnesbereich in der griechischen Literatur bis zum Ende der klassischen Zeit“ (Universität Tübingen 1959). G. Wille hat damit das umfassendste Werk zur Akustik der griechischen Antike vorgelegt, seit 2001 in einer Druckfassung (zwei Bände mit 1177 Seiten!) [1]. Günther Wille gebührt posthum ein außerordentlicher Dank für diese beeindruckende Arbeit.

### Zuordnung der Personen in Raffaels Gemälde

Für die Zuordnung historischer Personen zu den Gestalten in Raffaels Gemälde gibt es zum Teil unstrittige Ansichten, zum Teil aber auch sehr widersprechende Meinungen. Das Deutungsinteresse hält bis in die Gegenwart an, insbesondere auch durch die Auswertung von Materialien aus dem Vatikan: siehe z. B. „SPIEGEL“ Nr. 48 (2006) Nach [2] sind unbestreitbar zu identifizieren: Platon und Aristoteles in Bildmitte, Pythagoras vorn links, Sokrates (Platons Lehrer) oben links, Ptolemäus unten ganz rechts, Averroes unten links, Heraklit unten Mitte, Diogenes auf den Stufen liegend. Nicht eindeutig sind die folgenden Zuordnungen: Boethius oder Empedokles (links neben Pythagoras), Xenophon, Euklid oder Archimedes (unten rechts). Weitere Personen dieses Gemäldes sind nicht eindeutig identifiziert: u. a. Epikur, Parmenides, Zarathustra. Interessant ist auch, dass sich Raffael selbst in dieses Bild gesetzt hat, und dass Raffael z. T. historische Personen mit dem Abbild von Zeitgenossen verkörpert hat: Platon wird verkörpert durch Leonardo da Vinci, Heraklit durch Michelangelo, Euklid durch Bramante, und es gibt weitere Vermutungen zu diesen Zuordnungen. Eine außerordentlich detaillierte Erkundung aller Figuren dieses Raffael-Gemäldes ist in der Literaturstelle zu finden: [https://www.phil-fak.uni-duesseldorf.de/philo/geldsetzer/Raffaels\\_Schule\\_von\\_Athen.pdf](https://www.phil-fak.uni-duesseldorf.de/philo/geldsetzer/Raffaels_Schule_von_Athen.pdf) Geldsetzer, L.: Die Schulen von Athen des Raffael in den Stanzen des Vatikan: Wer ist Wer? Institut für Philosophie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2017

## Platon/Aristoteles und die Akustik

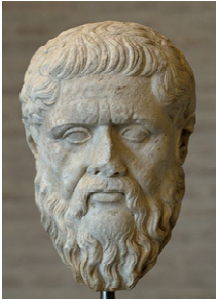


Abbildung 3: Platon

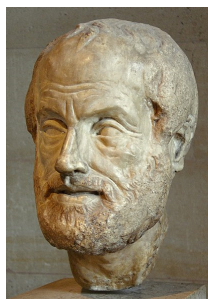


Abbildung 4: Aristoteles

**Platon**, geboren um 428 in Athen, gestorben um 348 in Athen, einer der bedeutendsten Philosophen der Antike, Schüler von Sokrates, Kontakte zu den Pythagoreern, Gründung einer Akademie in Athen. Das Corpus Platicum beinhaltet 36 Werke, weitestgehend als Dialoge formuliert.

Platon wendet sich gegen den Lärm bei Menschenansammlungen, Gelagen, im Hafenbetrieb, im Krieg. Für die Gerichte wird Stille angeordnet, wegen „*der kritischen Entscheidungen von höchster Tragweite*“. In der Politik wird beklagt, dass „*unordentliche Elemente die Rednertribüne mit ihrem Geschrei umlagern*.“ [1, S. 685] Bei Platon gehört das Laute zum Unvernünftigen. „*Lärm und Vernunft sind unüberbrückbare Gegensätze*.“ [1, S. 687]

Platon klassifiziert die Geräusche im Werk „*Politeia*“:

Geräusche der unbelebten Natur (Wind, Donner), Geräusche der technisch beeinflussten Natur (Metallgeräte, Tongefäße), Geräusche von Körperteilen (Pfeifen, Niesen, Räuspern, Händeklatschen) und Töne der Musikinstrumente.

Platon unterscheidet die Begriffe der Tonhöhe, der Tonstärke und der Tonqualität: „*Unterschiede der Tonhöhe sind durch verschiedene Schnelligkeit, Unterschiede der Tonqualität durch geringere oder größere Ebenmäßigkeit, Unterschiede der Tonstärke durch verschiedene Grade der Heftigkeit dieser Bewegung bedingt*.“ [1, S. 710]. Alle diese Beschreibungen können durchaus dem heutigen Wissensstand zugeordnet werden, wenn man die „*Schnelligkeit*“ der Bewegung mit der Frequenz, die „*Heftigkeit*“ der Bewegung mit der Schwingungsamplitude und die „*geringere und größere Ebenmäßigkeit*“ mit dem unterschiedlich ausgeprägten Obertongehalt eines Klanges erklärt.

Platon spricht von den Schwingungen tönender Körper, er erkannte bereits Resonanzen und Dämpfungen, er beschäftigt sich „*mit dem Nachklingen und Forttönen angeschlagener Metallgeräte bis zu dem Zeitpunkt, an dem sie jemand anfasst*.“ [1, S. 718]

Platon benennt tonpsychologische Phänomene, wie z. B., dass es die Klangfarbe beim Abklopfen von Tongefäßen ermöglicht, Rückschlüsse auf deren Unversehrtheit zu ziehen. Ein heller Klang ist für ihn ein gesunder Klang, den dumpfen Klang bezeichnet er als fauligen, morschen Klang. Den Echovorgang stellt er sich anschaulich wie „*ein Abprallen und Zurückfließen von Luft vor*.“ [1, S. 716]. Er beobachtet, dass das Echo von der Beschaffenheit der Echowände beeinflusst wird. „*Das Echo der Felsen verdoppelt in Athen bei Versammlungen den Beifalls- oder Missfallenslärm*.“ [1, S. 716]

„*Schall gelangt nach der platonischen Psychologie bei der Aufnahme durch den Menschen zuletzt in ein psychisches Zentralorgan, in dem sich die Wahrnehmungen der verschiedenen Sinne sammeln*.“ [1, S. 730]. Dieses Organ heißt „*Psyche*“ (ursprünglich: Atem, Hauch; hier eher Seele, Seelenleben, das innere System).

Platon „*hält die Musikerziehung für vordringlich, weil die musikalischen Elemente des Rhythmus und der Harmonie am stärksten in das Innerste der Seele dringen und dort eine geistige und moralische Ordnung bewirken*.“ [1, S. 732]. Platon anerkennt „*die Bemühungen der Pythagoreer, Musik vom mathematischen Gesichtspunkt aus zu betrachten und in den gehörten Akkorden nach deren Zahlenverhältnissen zu forschen*.“ [1, S. 762]. Platon will aber die Ursachen dafür wissen, warum bestimmte Zahlen in ihrem Zusammenwirken Harmonie erzeugen. „*Er stellt also die Wesensklärung über die harmonisch-mathematische Erklärung und diese wieder über die empirische*.“ [1, S. 762]

G. Wille weist immer wieder darauf hin, dass sich „*Platons Denken sehr in akustischen Kategorien vollzieht*.“ [1, S. 769]. Beispiele: „*Dissonanz, das Auseinanderstimmen, umfasst die Widersprüchlichkeit im weitesten Sinn. Psychologisch bedeutet Dissonanz den Konflikt der Seelenteile, des Gefühls und des Verstandes*.“ [1, S. 770]. Zum Melodiebegriff: „*Im Melos zu bleiben, bedeutet, den richtigen Ausdruck zu finden, es steht für sorgsam, geschickt, mäßig, dienlich, zutreffend, angemessen, mit Fug und Bedacht, vollkommen organisiert*.“ [1, S. 770] „*Das Gegenteil zum Melodischen ist das Unmelodische oder Außermelodische, (...), also das Irrige, Fehlerhafte, verkehrt Aufgefasste und mit falschen Akzenten Versehene, Widrige und Nachtteilige*.“ [1, S. 771]

Platon überträgt Begriffe der Optik auf die Akustik. Er hat in seinen Dialogen häufig das optische und das akustische Wahrnehmungsvermögen zusammen dargestellt und in den Details miteinander verglichen. Einige Beispiele [1, S. 777]: Zuschauer – Zuhörer, musische Genüsse für die Augen und Ohren: Schau- und Hörlustige, Augenweide (Ohren-?). Platon: musikalisches Darstellen ist ein Abbilden mit akustischen Mitteln ist, somit wird der Musik die Aufgabe des Abbildens anstatt des ‚Ablautens‘ zugewiesen.“ [1, S. 780]. Bei Platon tritt somit „*als neuer Aspekt des Hörens das geistige Verstehen hinzu, gegenüber dem Sehen als geistiges Betrachten*.“ [1, S. 806]

Zuhörer können sich beim Hören aufmerksam oder unaufmerksam verhalten. Platon verwendet für das deutliche und volle Verständnis einen Terminus, der „*bis zum Grund hindurchhören*“ bzw. „*aushören*“ bedeutet.

Weitere Erörterungen beziehen sich bei Platon auf die mit dem Hören verbundenen Begriffe Erhörung, Gehorsam, Gehorchen, Hörigkeit und verneintes Hören (das ist: Unwissenheit, absichtliches Verschließen gegenüber gewissen Meinungen und Einsichten).

**Aristoteles**, geboren 384 v. Chr. in Stagira (Thrakien), gestorben 322 v. Chr. bei Chalkis auf Euboia, ein griechischer Philosoph, Schüler Platons, Lehrer Alexander des Großen. Aristoteles ist den bedeutendsten Philosophen der Antike zuzurechnen. Die Werke von Aristoteles gehörten wegen ihrer Bedeutung für die Wissenschaft zu den am umfangreichsten und häufigsten übersetzten Werken der Antike, die auch dadurch eine außerordentlich weite Verbreitung fanden. Das gleiche gilt für die zahlreichen

Kommentare zu diesen Werken und zu den Übersetzungen: vom Griechischen ins Syrische und Arabische sowie zu den Übersetzungen vom Arabischen ins Lateinische.

Es gibt 6 Aristoteles-Werke mit akustischem Inhalt, u. a.: „*De sensibus*“ (Über die Sinne), „*De audibilibus*“ (Über das Hörbare), „*Problemata Physica*“, mit folgenden akustischen Problemen: menschliche und instrumentale Stimmbildung, ihre Abhängigkeit von der Beschaffenheit der zugrunde liegenden Organe und Instrumente, Klangfarben der menschlichen Stimme, Probleme der physikalischen Akustik, Echo, Reflexion, Nachhall, Erkenntnisse zur Raumakustik und zur Schallwahrnehmung.

Aristoteles schließt auf ein besonderes Medium für den Schall, das ist die Luft. Er schreibt in „*Über das Hörbare*“: „*Dass überhaupt Töne und Geräusche entstehen, ergibt sich dadurch, dass entweder Körper oder Luft auf Körper auftreffen (...)*“ Der Schall wird von einem luftartigen Organ wahrgenommen, das Aristoteles in der Paukenhöhle vermutete.

Aristoteles beschreibt die Anatomie des menschlichen Ohres, dabei aber wenig zum Inneren, er erwähnt den Verbindungskanal zum Rachenraum, die Eustachische Röhre, des Weiteren kennt er das Trommelfell und mit großer Wahrscheinlichkeit auch die Schnecke. Aus den äußeren Merkmalen der Ohrmuschel leitet er Kennzeichen des menschlichen Charakters ab.

Ausführlich wird von Aristoteles der Hörvorgang dargestellt, nach den damaligen Erkenntnissen. Das Bemerkenswerte daran ist, dass Aristoteles „*die Vorstellung einer gewissen ‚Umschaltstelle‘ gehabt haben muss, in der der physikalische Schall in psychische Empfindung umgesetzt wird. Dieser Rezipient ist für Aristoteles, anders als für einige Autoren des Corpus Hippocraticum, nicht das Gehirn, sondern das Zentralorgan Herz*“ [3, S. 270].

Aristoteles wird auch die Erkenntnis zugesprochen, dass ein schwächerer Schall durch einen stärkeren Schall verdeckt wird, d. h. ein Hinweis auf einen Verdeckungseffekt.

Und dann gibt es sogar bei Aristoteles Andeutungen zum – wir würden heute sagen – logarithmischen Charakter der Sinneswahrnehmungen: „*Warum ist das so, wenn eine Person ein Geräusch macht und eine Zahl von Personen machen dasselbe Geräusch gleichzeitig, dass das erzeugte Geräusch nicht gleich [proportional?] ist und es reicht auch nicht entsprechend weiter [proportional zur Anzahl der Personen?]*“ [4]

Aristoteles unterscheidet zwischen dem Ton, der Stimme und der Sprache. „*Verschiedenartige Töne erzeugen wir mit Hilfe der Unterschiede der einzelnen Behälter, durch die die Luftsäule nach außen befördert wird, nämlich Lunge, Luftröhre und Mund (...)*“ [5, S. 85 – 90].

Aristoteles beschäftigte sich auch mit dem Echo, mit Reflexionen und dem Nachhall, z. B. aus „*Problemata Physica*“ (etwa 3. Jhd. v. Chr.): „*Warum ist der Chor in einem Theater leiser, wenn die Orchestra mit Stroh ausgelegt ist?* [Orchestra = kreisrunde, ebene Fläche zwischen der Bühne und den aufsteigenden Zuschauer-rängen, Reflexionsfläche für den Bühnenschall!] *Ist es auf die Unebenheit der Oberfläche zurückzuführen, dass die Stimme keinen glatten (ebenen) Boden findet, wenn sie über ihn streicht ...?*“

## Pythagoras und die Akustik

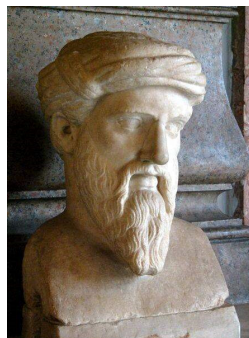


Abbildung 5: Pythagoras

**Pythagoras**, geboren um 580 v. Chr. auf der griechischen Insel Samos, gestorben um 500 v. Chr. in Metapont (Unteritalien), ein griechischer Philosoph und Mathematiker.

Aus Gründen des Umfangs kann hier leider nichts zum Geheimbund der Pythagoreer, zu ihrem Markenzeichen, dem Pentagramm, zu den Mathematikern und Akusmatikern unter den Pythagoreern und über ihre Musiktheorie dargestellt werden, siehe dazu die Hefte 1 und 2 der DEGA-Schriftenreihe zur Geschichte der Akustik.

Von großer Bedeutung ist der Grundsatz: „*Alles ist Zahl*“. Aus den Untersuchungen am Monochord werden erstmals qualitative Unterschiede durch quantitative dargestellt: Töne sind verkörperte Zahlen. Dazu Werner Heisenberg: „*Die mathematische Struktur, nämlich das rationale Zahlenverhältnis als Quelle der Harmonie – das war sicher eine der folgenschwersten Entdeckungen, die in der Geschichte der Menschheit überhaupt gemacht worden sind ... Diese Entdeckung gehört zu den stärksten Impulsen menschlicher Wissenschaft überhaupt.*“ [6, S. 291]

## Ptolemäus und die Akustik



Abbildung 6: Ptolemäus

**Ptolemäus**, geboren um 85 (100) n. Chr., gestorben um 165 (175) n. Chr., war einer der bedeutendsten Wissenschaftler der Antike, ein griechischer Mathematiker, Astronom, Philosoph und Musiktheoretiker. In seinem Werk „*Harmonica*“ behandelt er die Harmonik als ein übergreifendes Prinzip: es gilt im Kosmos, in der Mathematik, in der Musik, in der Philosophie und Ethik, in der Politik und in der Staatstheorie. Ptolemäus baut in „*Harmonica*“ mathematisch auf den musiktheoretischen Erkenntnissen des Euklid auf, hinsichtlich der Bedeutung der musikalischen Wahrnehmung ist er jedoch Aristoxenes verbunden.

## Euklid und die Akustik



Abbildung 7: Euklid

Euklid, geboren um 365 v. Chr. in Alexandria oder Athen, gestorben um 300 v. Chr., ein griechischer Mathematiker. Akustische Erkenntnisse sind in den beiden Werken enthalten: *"Sectio canonis"* (Teilung des Kanons) und *"Introductio harmonicae"* [7]. Das erstgenannte Werk spiegelt die Musikanschauung des Pythagoreismus wider. Es verknüpft die vier Gebiete Akustik, Proportionstheorie, Harmonik und Kanonik. Wesentliche Erkenntnisse sind die Einführung der Häufigkeit der Bewegung (Schwingungsfrequenz) und das Verfahren der Zusammensetzung von Intervallen mit Streckenabschnitten. Statt Zahlen- bzw. Tonverhältnissen werden Streckenabschnitte, also geometrische Größen, behandelt.

### Beiträge zur Akustik von weiteren Wissenschaftlern aus der „Schule von Athen“:

#### **Empedokles (um 483 – 430 v. Chr.),**

ein griechischer Naturphilosoph, Arzt, Politiker, Dichter. Er begründete die Vier-Elemente-Lehre mit den Elementen Feuer, Wasser, Luft und Erde. Zur Akustik machte Empedokles einige Aussagen, die den Schall als eine Erschütterung der Luft bis hin zum Sinneseindruck des Tones betrafen.

#### **Boethius (um 480 – 524 n. Chr.),**

ein römischer Philosoph, Staatsmann und Musiktheoretiker. Er war einer der wichtigsten Vermittler antiker Wissenschaft in das mittelalterliche Europa.

Seine Abhandlung *"De institutione musicae"* (500 - 507 n. Chr.) beinhaltet Probleme der Akustik und Harmonik, über Konsonanz und Dissonanz, Fragmente zu Pythagoras, das Tonsystem des Euklid, die Definition der Intervalle durch Zahlenverhältnisse (nach Pythagoras), Messungen mit dem Monochord sowie Erkenntnisse zur Schallerzeugung und Schallausbreitung.

#### **Xenophon (430/425 – nach 355 v. Chr.),**

ein griechischer Schriftsteller, Politiker, Feldherr. Von ihm stammt eine Systematisierung der Arten von Geräuschen. Er definiert die Hörweite als akustisches Entfernungsmaß. Es ist die Entfernung, *„in der Befehle noch gehört werden.“* [1, S. 575] Bei größeren Entfernungen müssen die Befehle durch Männer weitergegeben werden. Xenophon sagt zur mündlichen Unterrichtsweise des Sokrates. *„Die Unterhaltung besteht aus dem Reden als der aktiven und aus dem Hören als der rezeptiven Komponente.“*

## Averroes (Ibn Rušd) (1126 – 1198)



Abbildung 8: Averroes

Averroes, geboren 1126 in Cordoba, gestorben 1198 in Marrakesch, war ein spanisch-arabischer Arzt, Philosoph und Jurist, der „Kommentator des Aristoteles“. Averroes hat sich in eigenständigen Werken auch zum Problemkreis der Wahrnehmung von Farben, von Gerüchen und vom Schall geäußert.

### Schlussbemerkung:

Indem Raffael in sein Gemälde „Die Schule von Athen“ im Jahre 1510/11 diesen arabischen Arzt und Aristoteles-Kommentator Averroes (Ibn Rušd), der im 12. Jhd. lebte, mit aufgenommen hat, hat er Averroes mit den großen griechischen Wissenschaftlern der Antike vereint: ein arabischer Wissenschaftler des Mittelalters in der antiken „Schule von Athen“! Hier hat Raffael in bewundernswerter Weise bereits im ausgehenden Mittelalter die bedeutende Rolle der arabisch-muslimischen Welt für die Vermittlung der antiken griechischen Wissenschaft in das „abendländische“ Europa angedeutet.

Raffael hat mit dem Gemälde der „Schule von Athen“ symbolisch die Denkschule des antiken Griechenlands bis ins Zeitalter der Renaissance geführt, das antike Denken als Ursprung der europäischen Kultur, ihrer Philosophie und Wissenschaften. Und in dies letztere, in die Wissenschaften, sollte auch unsere sehr alte und ewig moderne Disziplin, die Akustik, mit eingebettet werden.

### Literatur

- [1] Wille, G.: Akroasis – Der akustische Sinnesbereich in der griechischen Literatur bis zum Ende der klassischen Zeit. Attempto Verlag, Tübingen und Basel 2001
- [2] [https://de.wikipedia.org/wiki/Die\\_Schule\\_von\\_Athen](https://de.wikipedia.org/wiki/Die_Schule_von_Athen)
- [3] Oser-Grote, C. M.: Aristoteles und das Corpus Hippocraticum. Die Anatomie und Physiologie des Menschen. Franz Steiner Verlag, Stuttgart 2004
- [4] Hunt, F. V.: Origins in Acoustics. Yale University Press, New Haven and London 1978
- [5] Aristoteles: Kleine Schriften zur Physik u. Metaphysik. Hg: Dr. Paul Gohlke. F. Schöningh, Paderborn 1957
- [6] Heisenberg, W.: Schritte über Grenzen. Piper-Verlag München 1971
- [7] Busch, O.: Logos syntheseos: Die Euklidische Sectio Canonis, Aristoxenes, und die Rolle der Mathematik in der antiken Musiktheorie. Georg Olms Verlag Hildesheim etc. 2004

sowie zahlreiche Literaturstellen in den Heften 1, 2, 5 und 8 der DEGA-Schriftenreihe zur Geschichte der Akustik.