

# ***Modernes Quadrivium***

Musik im Diskurs

1. Boethius - 3 Sparten der Musik  
Modernes Quadrivium - Themen  
Diskussion - Fragen zur Musik

Dr. Wolf-Dieter Trüstedt  
Musiklabor München /  
Echtzeithalle  
in Zusammenarbeit mit der  
Hochschule für Musik und  
Theater München

2. Vom Monochord zur Laptop-Tastatur
  - Pythagoras
  - Terzenfeld / Helmholtz
  - Chin-Instrument / Stimmung 4-5-6-7-8
  - Laptop als Musikinstrument

**Materialien, Auszüge,  
Zitate zum Vortrag**

3. Musikbeispiele zum Modernen Quadrivium
  - Spiel der Sonnenstrahlen
  - Wasserstoff-Linien als Grafik und als Zahlen
  - Musik: Sonnen-Regen
  - Musik: Sonnen-Melodie
  - Musik: Sonnen-Staub
  - Tastatur mit gleichen Intervallen und Sinus-Klänge und Fraktale
    - Dynamik und Tonhöhe
      - Pentatonik
      - Vierteltöne
      - Dreivierteltöne
      - Quinten, div. Terzen etc.
  - Tastatur mit Klavierklängen
    - fraktale Verfärbungen / Unschärfen
    - 8 stimmige Tasten

**Nov. 2011**

4. Zusammenfassung / Quintessenz / die nächsten Prozesse
  - Rückwirkungen
  - Instrumentenbau
  - Andere Musik-FormenProjekte der Echtzeithalle

## **Zur Person:**

Naturwissenschaftler / Physik / Kernphysik Luisenstrasse 37a

Diplom- und Doktorarbeit im Physikdepartment / erst Luisenstr. 37a dann Garching ....

Beginn der Musikarbeit 1968 - freiberuflich 1973,

Musiklabor seit 2000 und Echtzeithalle seit 1995 (Echtzeithalle im Einstein).

Lehraufträge: Universität Ulm, HdK Berlin.

Zur Zeit - Seminare - Musikhochschule München und Medieninformatik Universität Ulm.

Klang- und Licht-Kunst. Komposition. Musik. Instrumentenbau.

Cultural Noise und Laserlichtzeichnungen - Lenbach Galerie München 1973

## Boethius (480-525)

Lehrbücher der Mathematik, Naturwissenschaft und Musik

Boethius verfasste Lehrbücher aller vier Fächer des Quadriviums (Arithmetik, Musik, Geometrie und Astronomie), von denen die zur Arithmetik und zur Musik erhalten sind. Das Studium dieser Fächer wurde als Propädeutik für die Philosophie betrachtet. ....

Er unterscheidet drei Musikarten: die mit

1. Instrumenten hervorgebrachte Musik, die
2. „menschliche“ Musik (musica humana), womit er die „musikalische“ Harmonie in Seele und Körper des Menschen meint, und die
3. „Weltmusik“ (musica mundana), worunter er die von den Himmelskörpern erzeugte Sphärenmusik versteht.

**Modernes Quadrivium:** Wie klingt • ein Stein oder die • Zirkuswolke, wie sind die Motive und Klänge der • Zirkus-Turbulenzen, wie klingt der • Inn oder die Donau, wie klingt ein • Atom oder ein • Molekül, wie ist das Motiv einer • Gen-Sequenz, wie klingt und sind die Motive • fraktaler Variationen, wie wirkt die musikalische • Absichtslosigkeit des Windes, wie sind die Klänge der • Spektralfarben, wie ist die Musik der • H-Frequenzlinien der Sonne, wie ist die Musik der • Ellipse oder beim • natürlichen Logarithmus, wie sind die • Rhythmen der Fibonacci-Zahlen ...

Musiklabor / Echtzeithalle München:

Modernes Quadrivium >>> Natur-Wissenschaft, Musik, Wahrnehmung.



Boethius mit seinem Schwiegervater Symmachus in der Handschrift Bamberg, Staatsbibliothek, Msc. Class. 5 (9. Jahrhundert)

Diskussion:

- Wo ist der dritte Teil der Musik-Aufgaben geblieben ?
- Einfluss der Kirche auf die damalige „Naturwissenschaft“ ??
- So auch Einfluss der Kirche auf die Philosophie ....
- Wie ist heute der Kontext Naturwissenschaft und Musik ?
- Welche Aufgabe hat die Musik überhaupt ? Erbauung, gehobene Unterhaltung, Lobpreisung Gottes, romantisches Naturverstehen „„„„ ?
- Mögliche Aufgaben einer Explorativen Musik.
- Sonifikation, Auditory Display,

# Musikinstrumente und Techniken



Illustration depicting Pythagoras performing harmonics experiments with stretched vibrating strings. From Franchino Gafori, *Theorica Musice* (Milan, 1492).

Das **Monochord** als Mess- und Musik-Instrument vor 500 Jahren.  
Aus dem Monochord entstand das Clavichord und dann das Klavier.

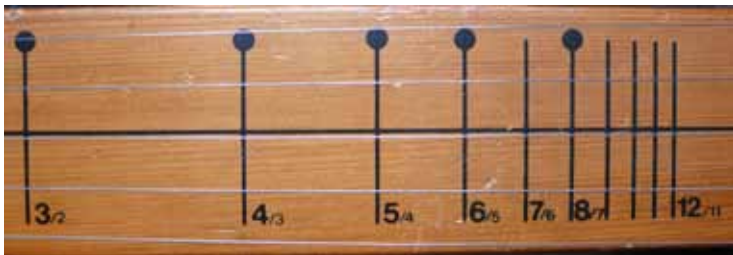
**Helmholtz** (1863)  
Teiltonfeld  
(Ausschnitt)  
S. 425  
Ausgabe 1913

<i>c</i>	<i>e</i>	<i>g</i>
4 : 4	4 : 5	4 : 6
<i>As</i>	<i>c</i>	<i>es</i>
5 : 4	5 : 5	5 : 6
<i>F</i>	<i>A</i>	<i>c</i>
6 : 4	6 : 5	6 : 6

## Chin-Instrument, Trüstedt, 1980

Teilton-Reihe 4 ----- 5 --- 6 - 7 -- 8

Stimmung:

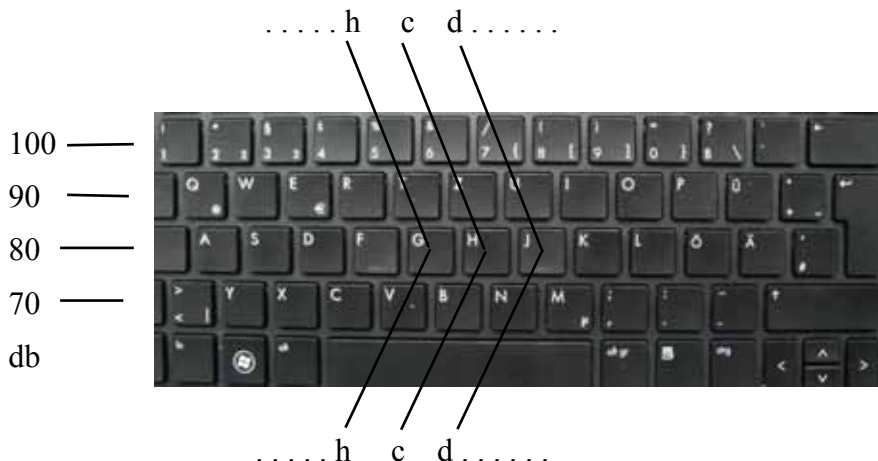


z.B. Spiel des  
Terzenfeldes

4/4	5/4	6/4
4/5	5/5	6/5
4/6	5/6	6/6

Primern - Quintenreihe - große und kleine Terzen - Naturseptim - Dur-dreiklang - Molldreiklang- kleiner natürlicher Halbton - Sechsten

## Dynamische Tastatur des Laptops, 2011



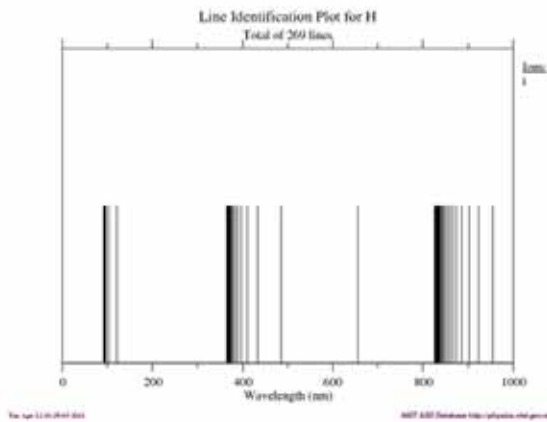
Skalen:

diatonisch  
pentatonisch  
chromatisch  
Vierteltöne  
Achteltöne  
große Terzen  
kleine Terzen  
Quinten  
natürliche  
Helmholtz  
Javanisch  
Phoneme  
etc.

# Spiel der Sonnenstrahlen

Aufführung in der Herbstausgabe 2011  
(Köhler, Fuchs, Trüstedt) - als „Feuer der Sonne“

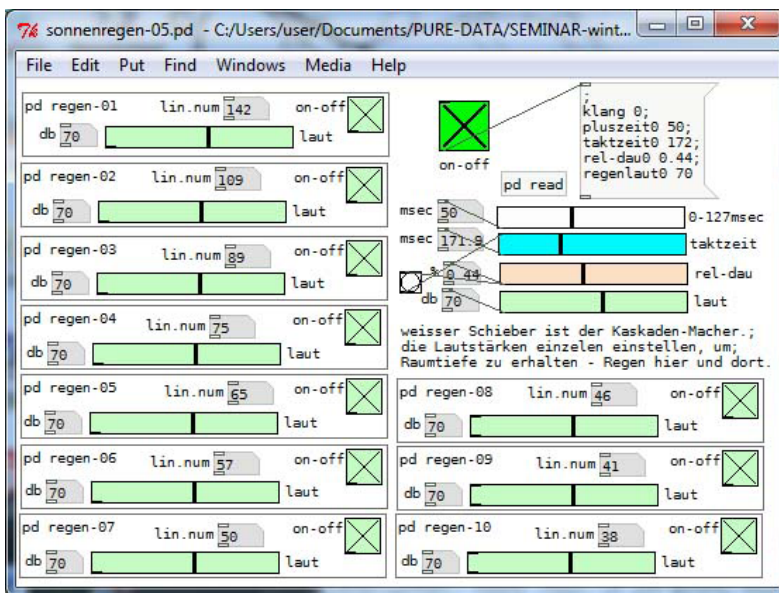
Spiel nach Partitur !



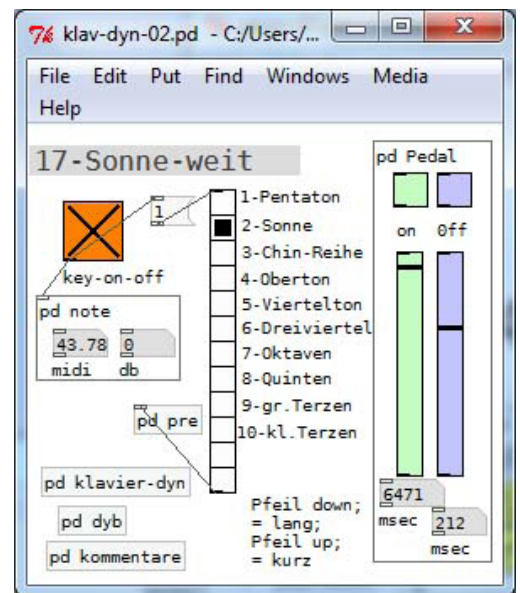
41.7614;	41.9247;	65.789;	66.2335;	66.6225;	67.7849;	75.9219;
41.7619;	41.9247;	65.7913;	66.2335;	66.3628;	68.764;	75.922;
41.7623;	41.9247;	65.7937;	66.2335;	66.3628;	68.764;	79.8827;
41.7632;	41.9656;	65.7962;	66.3275;	66.8629;	68.764;	79.8875;
41.7639;	41.9656;	65.7991;	66.3275;	66.8629;	68.764;	79.8922;
41.7647;	41.9656;	65.8028;	66.3275;	66.8629;	68.764;	79.8992;
41.7655;	41.9656;	65.8057;	66.3275;	66.8629;	68.764;	79.9055;
41.7664;	42.0232;	65.8093;	66.3275;	66.8629;	68.7641;	79.9126;
41.7675;	42.0232;	65.8136;	66.3275;	66.8629;	68.7642;	79.9203;
41.7686;	42.0232;	65.8181;	66.3276;	66.863;	68.7643;	79.9287;
41.7698;	42.0236;	65.8226;	66.3276;	66.863;	68.7643;	79.9378;
41.7711;	42.1073;	65.8282;	66.3277;	66.8631;	68.7643;	79.9479;
41.7726;	42.1075;	65.8341;	66.3277;	66.8631;	68.7643;	79.9589;
41.7743;	42.1075;	65.8408;	66.3277;	66.8631;	70.726;	79.9712;
41.7762;	42.1075;	65.8486;	66.3277;	66.8631;	70.726;	79.9849;
41.7783;	42.1076;	65.8567;	66.4522;	67.2198;	70.726;	80;
41.7806;	42.2382;	65.8655;	66.4522;	67.2198;	70.726;	80.017;
41.7833;	42.2382;	65.8773;	66.4523;	67.2198;	70.726;	80.0261;
41.7864;	42.2382;	65.8904;	66.4523;	67.2198;	70.7261;	80.0576;
41.7898;	42.2384;	65.9033;	66.4523;	67.2198;	70.7261;	80.082;
41.7939;	42.4572;	65.9197;	66.4523;	67.2198;	70.7262;	80.1099;
41.7986;	42.4572;	65.9385;	66.4523;	67.2199;	70.7262;	80.142;
41.8041;	42.4572;	65.9607;	66.4524;	67.22;	70.7263;	80.179;
41.8106;	42.4573;	65.987;	66.4524;	67.2201;	70.7263;	80.2221;
41.8185;	42.4573;	66.0183;	66.4525;	67.2201;	70.7263;	80.2727;
41.8277;	42.8675;	66.0562;	66.4525;	67.2201;	70.7263;	80.3327;
41.8391;	42.8679;	66.1026;	66.4525;	67.2201;	75.9215;	80.4046;
41.8533;	42.8679;	66.1603;	66.4525;	67.7846;	75.9215;	80.4917;
41.8711;	42.8679;	66.2332;	66.6223;	67.7846;	75.9215;	80.5988;
41.8712;	43.7896;	66.2332;	66.6223;	67.7846;	75.9215;	80.7324;
41.8712;	43.7896;	66.2332;	66.6223;	67.7847;	75.9216;	80.9023;
41.8712;	43.7896;	66.2332;	66.6223;	67.7847;	75.9216;	81.1233;
41.8712;	43.7897;	66.2332;	66.6223;	67.7847;	75.9216;	81.4185;
41.8712;	43.7897;	66.2332;	66.6224;	67.7848;	75.9217;	81.8254;
41.8712;	46.731;	66.2332;	66.6225;	67.7848;	75.9217;	82.4091;
41.8712;	46.731;	66.2333;	66.6225;	67.7849;	75.9218;	
41.9245;	46.731;	66.2335;	66.6225;	67.7849;	75.9218;	

Grafische Darstellung der Wasserstoff-Linien (!) der Sonne - 0 bis 1000 nm

Zahlen-Darstellung des H-Spektrums der Sonne - hier normiert auf MIDI-Zahlen.



Pure Data Programm für „Sonnenregen“ - fallende Frequenzen, variable „Tropfen pro Sekunde“ und variable Startzeiten der „Tropfen-Kaskaden“.

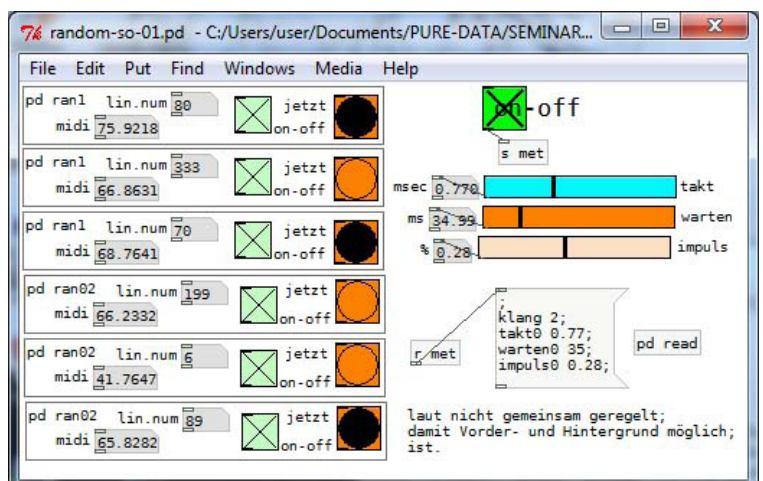


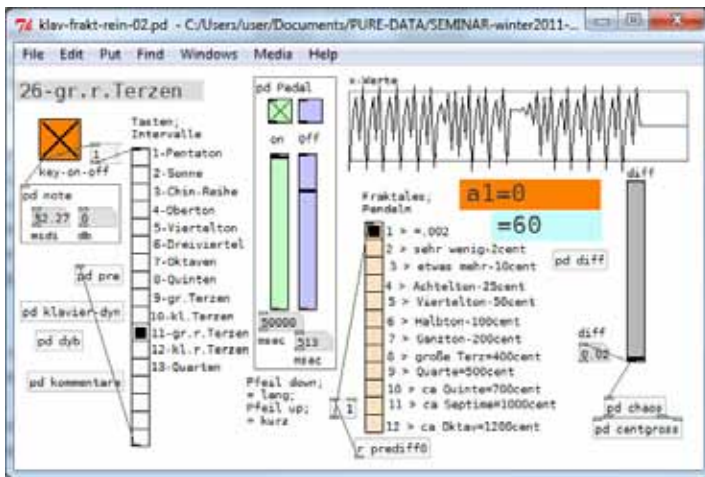
Handspiel der Hauptfrequenzen des Wasserstoffs - Klang: „Mauersegler“, die in der Luft schlafen.

## Sonnenstaub -

random Spiel, Variation des Staubdichte, der Staubgröße, der Lautstärken ...

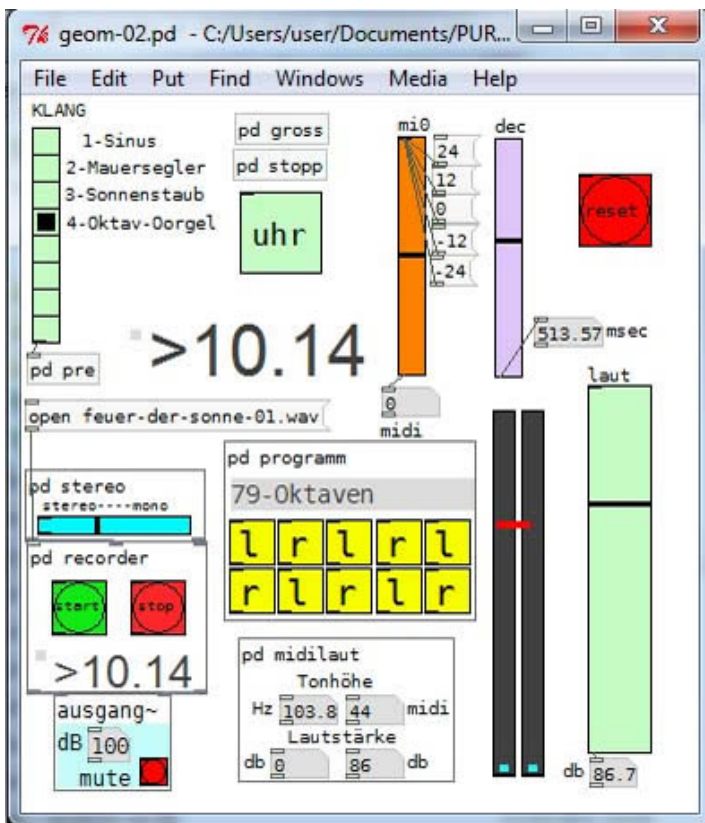
Die Musik wurde begleitet vom Farb-Spektrumspiel der Sonne, Schatten-Spiel, Hell-Dunkel-Spiel ...  
Schatten durch Wind und Blätter, Prismendrehung ....





**Tastatur** für div. Intervalle und fraktalen Unschärfen

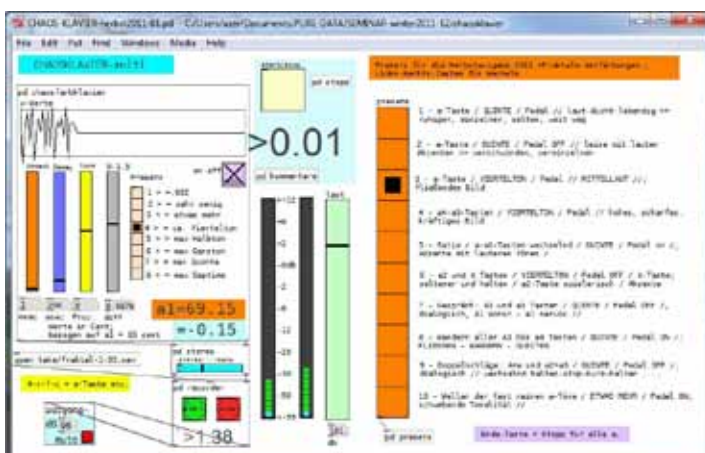
**Synthesizer** für geometrische Klänge (Sound-Design) - Ansteuerung über [note midi veloc.] von Automaten oder Tastaturen



**Spiel.02**

- A Sonnenregen  
gleichmäßig, einzeln, Tonhöhen
- B Sonnenmelodie  
nah - fern - hoch
- C Sonnenstaub  
zuhören -  
verzögern - 1500 msec  
stop

**Dynamische Chaos-Tastatur** für 8 a-Töne des Flügels - 8-stimmig für jede Taste, d.h. 64 sample-Player



**Fraktale Verfärbungen**  
Spiel nach Partitur



- Bild 3 > F-Taste dyn. dicht
- Bild 5 > F-J-Tasten / Satie
- Bild 8 > alle Tasten / Fließen

## Zusammenfassung / Quintessenz / die nächsten Projekte

- Die Gesetze, die Formeln, mathematischen Strukturen ..... als Musik hören.  
Musik dieser Begriffe entwickeln.  
Beim Entwickeln dieser Musik, die Gesetze wahrnehmen und verstehen.
- Rückwirkungen auf die Naturwissenschaft und auf die praktizierte Musik zulassen und das Verstehen der Natur und der Musik voranbringen -  
siehe Helmholtz „Tonempfindungen“.
- Die 4 Etappen  
Pythagoras - Boethius - Helmholtz - Xenakis (etc.) bildeten Höhepunkte dieses Gedankens.
- Musikinstrumentenbau:  
Den Laptop zum Musikinstrument umprogrammieren, Partituren schreiben .....
- Möglicherweise ist der beschriebene Musik-Ansatz – das Moderne Quadrivium –  
nicht vergleichbar mit dem gängigen Musikverständnis -  
weder in der Musizierform, noch im Begriff der Interpretation,  
noch in den Aufgabenstellungen, noch im Hören bei einem Publikum,  
noch im normalen Konzertbetrieb ....  
noch in den Formen der Lust, des Gefallens, der Hingabe .....  
noch in der räumlichen Spiel-Situation (Spieler im Tribünen-Hintergrund),  
noch in den Partituren ....

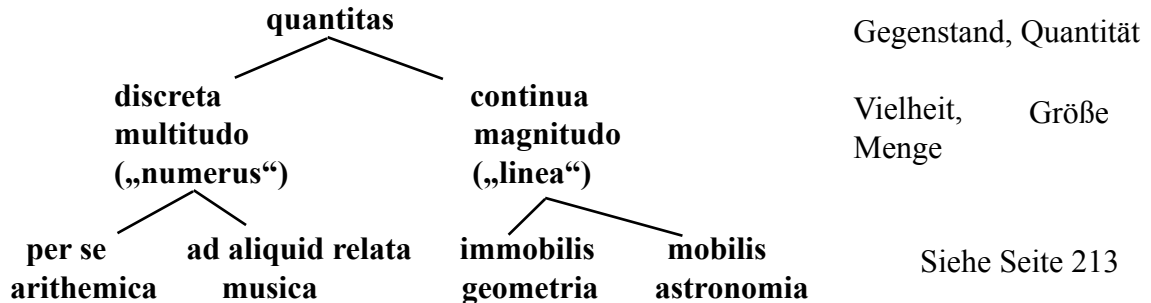
## Echtzeithalle / Musiklabor:

- A Sonderkonzerte  
Musik und Mathematik. Geometrie in der Musik. Musik und Architektur
  - B Forschung  
Helmholtz-Projekt. Seminare. Medien-Informatik  
Musikalisch-künstlerische Forschungsbegleitung
  - C Bildung  
Musik und Naturwissenschaft  
Erweiterung der Wahrnehmung  
Kognitive Bildungsforschung (TU)
  - D Zusammenarbeit mit  
CRCA San Diego (Miller Puckette), IEM Graz, IRCAM Paris .....  
Kunstakademie, LMU (Elementarteilchen u.a.), TU (Informatik, Bildung u.a.)
-

Nachworte aus:

**Barbara Münxelhaus**, Pythagoras musicus, Zur Rezeption der pythagoreischen Musiktheorie als quadriviale Wissenschaft im lateinischen Mittelalter, S. 215 - Verlag für systematische Musikwissenschaft, Bonn 1976

Zusammenfassung bei Boethius im Kontext der **MUSICA SCIENTIA**



Wenn wir den Begriff „astronomia“ durch den aktuellen Forschungsbegriff „Kosmologie“ ersetzen, fällt die Diskussion im Mittelalter über Aristoteles und Pythagoras zu Gunsten von Pythagoras in diesem Kontext aus. Elementarteilchen-Physik, Astronomie und Kosmologie arbeiten heute an den gleichen Themen. (Dieter Trüstedt)

Barbara Münxelhaus - Seite 194:

.... Die boethianische Klassifikation in *musica mundana* (Harmonie des Kosmos), *musica humana* (Harmonie von Körper und Seele) und *musica instrumentalis* (Kanonik) entspricht der pythagoreischen Musikauffassung. .... In der Reihenfolge der Bereiche der *musica scientia* steht für Boethius die *musica mundana an erster Stelle*. Zur *musica munda* gehört die Erfassung der Harmonie der Gestirnbewegungen und die der Harmonie entsprechenden Zahlgeseetze der Elemente und der Jahreszeitenwechsel.

---

In Sachen Boethius (500 n.Chr.) - aus: <http://de.wikipedia.org/wiki/Boethius#Musiktheorie>

..... Allen drei Musikarten soll eine mathematisch ausdrückbare Harmonie zugrunde liegen. Das Thema von Boethius' Lehrbuch ist nicht die liturgische, einstimmige Musikpraxis seiner eigenen Zeit, sondern hauptsächlich die mathematische Darstellung und daraus resultierende Klassifizierung der Verhältnisse der Töne zueinander. Bei der Darstellung der musikalisch relevanten Zahlenverhältnisse geht es Boethius nicht um die rein äußerliche Relation der Zahlen, die er zueinander in Bezug bringt, sondern um ihr Verhältnis zueinander unter dem Gesichtspunkt ihrer jeweiligen inneren Struktur, die sich aus seiner Zahlentheorie ergibt. Dieser Binnenstruktur weist er eine konstitutive Rolle für das Verhältnis zwischen den Zahlen und damit auch für dessen musiktheoretische Konsequenzen zu. Die erklingenden Intervalle sind gleichsam „Verkörperungen“ der Zahlenverhältnisse, sie verhalten sich zu ihnen wie Materie zu Form. Das Zahlenverhältnis ist die Formursache des hörbaren Intervalls. Nicht nur den Verhältnissen zwischen Tönen, sondern auch jedem einzelnen Ton spricht Boethius eine bestimmte Zahlhaftigkeit (*numerositas*) zu. Jeder Ton weist eine Komplexität und damit eine mathematische Binnenstruktur auf. ....

---

**Materialien, Auszüge, Zitate zum Vortrag**