

## Schallbilder und Schallfilme von Musikdarbietungen – von aufsteigenden und abhebenden Klängen

Gerd Heinz<sup>1</sup>, Friedrich Blutner<sup>2</sup>

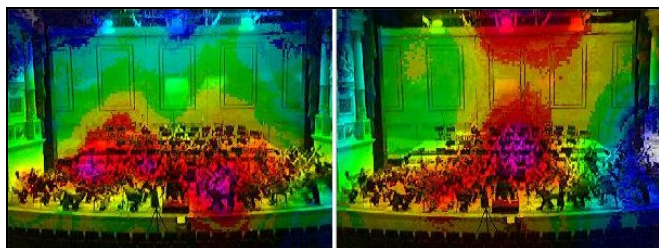
<sup>1</sup>Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik (GFaI) Berlin, [heinz@gfai.de](mailto:heinz@gfai.de)

<sup>2</sup>Synotec Psychoinformatik GmbH Geyer, [blutner@synotec.de](mailto:blutner@synotec.de)

### Einleitung

Was macht eine Orgel so mächtig? Besaß Johann Sebastian Bach ein geheimes Wissen über die Komposition von Schallbildern? Wie gut können wir Musik orten? Wie viel von dem, was eine akustische Kamera sieht, hören wir mit zwei Ohren? Und wie sind die Mechanismen zu erklären, die zum Abheben einer Stimme führen?

Visuelle Begriffsprägungen sind bestimmend für musikalische Erörterungen. Im Konzert heben Stimmen ab, oder sie zerfließen. Umgangssprachlich wirken Instrumente akustisch groß oder klein, sie atmen oder verschmelzen, versinken oder kleben fest. 'Wie ein Blitz beendet der Paukenschlag den ersten Satz. Die Geige danach klingt zart wie eine Frauenstimme', siehe Abb.1. Die Welt musikalischer Termini ist voll von sphärischen Bezügen: Töne sind hoch oder tief; der Begriff des 'Klangraumes' deutet an, dass Musik mehr ist als Klang.



**Abbildung 1:** Beethovens Eroica beeindruckt nicht nur durch die Melodie. Der Schallfilm zeigt eine atemberaubende Dynamik des Orchesters. Musik ist mehr als Schall, Musik ist Raumklang [S04].

Durch Zufall [E01] entdeckten die Autoren 2001, dass gehörte 'musikalische Bilder' einen physikalischen Hintergrund besitzen können.

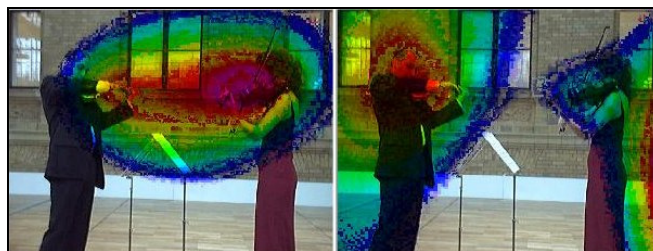
Mit einer akustischen Kamera wurden in der Folgezeit Aufnahmen aus verschiedenen Bereichen der Musik gesammelt. Die Frage, ob sich tatsächlich die von geschulten Hörern beschriebenen Effekte beobachten lassen, konnte allerdings noch nicht beantwortet werden. Zu komplex sind die Einflüsse, zu komplex ist die Individualität des Spiels.

Erste Erklärungsansätze werden versucht. Neben Beugung, Reflektion und Raumresonanz werden auch bislang unbekannte kompositorische Regeln vermutet. Beobachtete Ortskurven entziehen sich niederkanaligen Hypothesen.

Nicht zuletzt offenbaren Aufnahmen großer Orchester, in welche Richtung sich die Übertragungstechnik zu entwickeln hätte: Emissionsbilder benötigen mehr als zwei Kanäle, um in den Wiedergaberaum übertragen werden zu können.

### Equipment

Die im Vortrag gezeigten Aufnahmen entstanden bei unterschiedlichen Anlässen [A06], [B04], [E01], [N03], [Z03] zwischen 2001 und 2006 mit akustischen Kameras [AK1] in Standardausführung, bestehend aus Datenrecorder dRec48C192 mit Arrays Ring32 (32 Kanäle, Messabstand bis 3 Meter) sowie Star36 (36 Kanäle, Messabstand ab 3 Meter). Akustische Bilder und Filme wurden unter der Software *NoiseImage* entwickelt. Da der Sample-Buffer der Kamera auf 2MB ~ 1MSamples pro Kanal beschränkt war, wurden Aufnahmen je nach notwendiger Aufzeichnungsdauer zwischen 192 kS/s und 24 kS/s gesampelt. Weil typische Spektren i.a. nicht höher als 5 kHz reichen, erzielt man auch mit 24 kS/s oft recht passable Bildqualitäten (kein Dreieckszerfall der Bilder).



**Abbildung 2:** In Bachs Doppelkonzert BWV 1043 [A06] finden wir Feldverschmelzung, wie auch Abgrenzung der Emissionen. Die Geigen ‚spielen sich den Ball zu‘, oder sie vereinnahmen ihn.

### Zufallsentdeckung

Am 15.11.2001 filmte der Erstautor eine Meistergeige des Zweitautors. Wir bemerkten herumspringende Emissionen, die nicht am Instrument lokalisiert waren. Es fielen Worte, wie: „Hier klingt die Geige großvolumig“, „sie hebt ab“, „zart wie eine Frauenstimme“, „hier spricht die Künstlerin mit der Geige“. Überraschenderweise reagierten Künstler darauf gefasst: „Toll – Kann man das Abheben jetzt sichtbar machen?“ Wir beschlossen, der Sache auf den Grund zu gehen [E01].

Werden hinreichend lange Integrationszeiten im Vergleich zur tiefsten Frequenz gewählt, wird die Erwartung einer Übereinstimmung von Emission und Korpus des Instruments meist befriedigt. Interessant werden akustische Filme. Die Emissionen hüpfen herum, springen weg, explodieren oder zerfließen. Soloinstrumente zeigen bereits eine unerwartete Vielfalt von zunächst unerklärlichen Emissionstypen. Im Orchester wird das ‚Wellenchaos‘ vollkommen. Raumresonanzen erschweren die Analyse insbesondere bei Orgeln [B04].

## Beugung und Feldverschmelzung

Die Theorie gibt uns nicht viel in die Hand, um eine Kartierung abseits vom schallerzeugenden Objekt zu erklären, siehe Abb.3, Mitte. Aus unbekanntem Grund sind die Schalllaufzeiten zu den oberen Mikrofonen etwas verkürzt, das Emissionsbild wird nach oben verschoben.

Derzeit sind denkbar: a) Die Richtwirkung des Korpus geht nach der Flächennormalen, damit schauen wir seitlich in die Welle, b) Separat emittierte Wellenanteile verschmelzen miteinander (Feldverschmelzung, auch Beugung genannt).

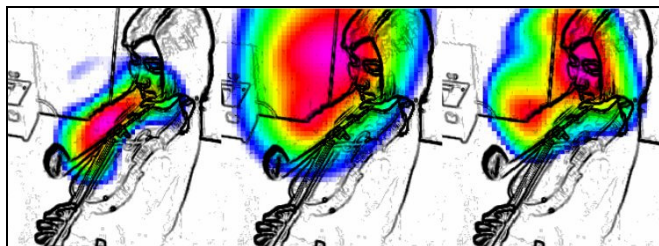


Abbildung 3: Beugung und Feldverschmelzung der Geige bei kurzen Integrationszeiten (40 ms), Filmausschnitte [E01].

## Was Orgeln so mächtig macht

Blitzartig sind bei der Orgel ab und an Einschwingvorgänge zu erahnen, danach beginnen Raumresonanzen – die Emissionen schwirren wild herum. Fehlende Ortbarkeit erleben wir offenbar als beeindruckend, die Faszination der Orgel scheint in extrem gepumpten Raumresonanzen zu liegen, die die Emission des Instruments überdecken.

Dabei sinkt der Bildkontrast (Unterschied zwischen Maximum und Minimum im Bild) von 3,5 dB bei 80 ms auf 0,8 dB bei 27 Sekunden Integrationszeit. Das Langzeitintegral kartierte hier noch nicht einmal auf die Orgel [B04], Abb.4 rechts.

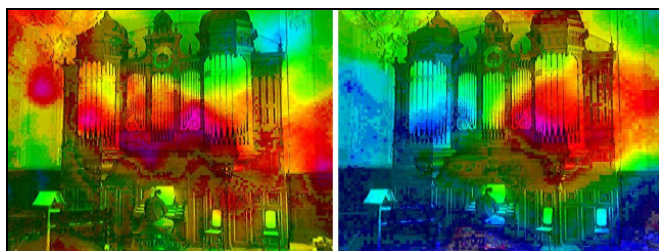


Abbildung 4: Orgelaufnahmen zeigen Raumresonanzen [B04]. Links Filmausschnitt (80 ms), rechts Langzeitintegral (27 sec).

## Abhebbende Stimmen

Führt man abhebbende Klänge beim Instrument auf Feldverschmelzung zurück, so interessierte uns zunächst der einfachste Fall: Ist bei einem anzunehmenden Mono-Pol (menschliche Stimme) ebenfalls ein Abheben zu bemerken? Eine Sängerin [N03] war so freundlich, für uns zu singen. Nach vergeblichen Versuchen passierte es dann bei Bach "Ach bleibe doch mein liebstes Leben". Hier finden wir wiederholt kurze, auf- und abgehende Emissionen. In der Zeitlupe (24.000 Bilder pro Sekunde) können die Ergebnisse observiert werden, Abb.5, oben. Interpretationen könnten hier in Richtung a) gehen.

## Konservierung des Klangraumes?

Wird eine 32-Kanal-Aufnahme mit 32 Kanälen rekonstruiert, so zeigen sich unter anderem nach oben oder unten abgehende Wellen, siehe Abb.5. Rekonstruiert man hingegen mit nur zwei Kanälen (Stereo, rechts und links), so entfallen die nach oben und unten gehenden Emissionen. Es entsteht ein völlig anderes Wellenfeld. Wie viele Kanäle werden eigentlich benötigt, um beobachtbare Effekte in das Heimkino zu übertragen? Bedauerlicherweise beschäftigt sich die Wave Field Synthesis zwar mit der Verschiebung der Lokalität von Quellen, nicht aber mit deren innerer Dynamik, die zu beobachtbaren Erscheinungen führt.



Abbildung 5: Abhebbende Stimme im Wellenfeld bei 24.000 Bilder/sec (42µs); Zeitachse von li. nach re.. Unten: Integral über diesen Bereich von insgesamt 70 Frames (3 ms) [N03]

## Quellen

- [A06] Blutner, F., Heinz, G., Arutunjan, G. u.a.: So klingt Innovation - Klang-Experimente. BMBF Innovationswoche Ost "Im Osten viel Neues". Vortrag am 10.11.2006. Telekom Berlin, Französische Str.33
- [AK1] Berichte siehe <http://www.gfai.de/~heinz/publications/index.htm> und <http://www.gfai.de/~heinz/publications/presse/index.htm>
- [B04] Blutner, F., Heinz, G., Uemura, R., Uhlig u.a.: Aufnahmen für 3sat "Schall - Klang der Welt" - Film von André Rehse. Mauersberger-Aula in Annaberg-Buchholz am 31.1.2004
- [E01] Heinz, G.: Geigenaufnahmen mit der akustischen Kamera. Vortrag zur Abendveranstaltung der Konferenz Elektronische Bildverarbeitung (EVA 2001), 15.11.2001, 18:30 Uhr Festsaal der Commerzbank Berlin-Schöneberg, U-Bhf. Bühlowstr.
- [N03] Pshenitschnikova, N., Blutner, F., Heinz, G., Lizius A., u.a.: Natalia Pshenitschnikova singt Bach und Scelsi. Aufnahmen für den Bayr. Rundfunk am 17./18.10.2003 in der Parochialkirche Berlin, Klosterstr.
- [S04] Blutner, F., Heinz, G. u.a.: Orchesterprobe der Staatskapelle Dresden am 27.11.2004, Semper-Oper, gespielt wurden Werke von Ravel, Mesian und Beethoven
- [Z03] Heinz, G., Ziegenhals, G.: Instrumentalaufnahmen am 20.10.2003 im unteren Saal der GFaI Berlin, Rudower Chaussee 30