

## Und es ist doch der Anregungsvorgang...

### Anmerkungen zum Unterschied zwischen Hammerklavier und modernem Flügel

Bram Gätjen, Confident Personalberater GmbH, Musikwissenschaftliches Institut der Universität zu Köln

#### Einleitung

Die Trennung der Funktionseinheiten „Anregung, Übertragung, Abstrahlung“ bei der akustischen Untersuchung der Musikinstrumente mag für das Verständnis sinnvoll sein, bei vielen Instrumenten ist eine sinnvolle Trennung aber nicht möglich. Auch wird ein Instrumentenbauer stets den gesamten Klangentstehungsvorgang bei der Herstellung und Abstimmung der einzelnen Komponenten im Blick behalten und die für ein optimales Funktionieren und einen optimalen Klang des Instruments notwendigen Manipulationen jeweils dort machen, wo er sie für am sinnvollsten hält. Dennoch ist es günstig, stets zu beachten, daß der Anregungsvorgang bei vielen Musikinstrumenten von größtem Einfluß auf den Klang ist was nicht nur sinnvoll, sondern auch für das Spiel unbedingt notwendig ist.

#### Anregung x Übertragung x Abstrahlung – welche Rolle spielen diese bei den verschiedenen Musikinstrumenten?

Der Anregungsvorgang ist der einzige aktive Teil bei der Klangentstehung, Klanganteile, die durch den Anregungsvorgang nicht in das Instrument „hineingegeben“ werden, können weder durch die Übertragung noch durch die Abstrahlung dem Klang in irgendeiner Weise hinzugefügt werden. Auch darf nicht vergessen werden, daß der Anregungsvorgang die wichtigste Schnittstelle zwischen Musiker und Instrument ist, hier hat er die größten Einflußmöglichkeiten auf den Klang, unter der Voraussetzung, daß die übrigen Funktionseinheiten „Übertragung“ und „Abstrahlung“ dem Musiker diese Möglichkeiten geben. Viele Nicht-Blasinstrumente sind so angelegt, daß der Teil der Übertragung im Musikinstrument sehr stark gedämpft ist, keine herausragenden starken Einzelresonanzen aufweist. Nur dadurch wird gewährleistet, daß der passive Resonanzapparat für viele verschiedene Tonhöhen gleichermaßen funktioniert. Wäre dies nicht der Fall, würden Instrumente wie Klavier oder Geige nicht in der Lage sein, über einen großen Tonbereich eine einigermaßen gleichmäßige Klangfarbe zu produzieren. Bei den Blasinstrumenten wird ja – im Gegensatz zu den Saiteninstrumenten – der Resonanzapparat auf die jeweils zu spielende Tonhöhe eingestellt, diese Instrumente vertragen im Bereich der Übertragung durchaus auch einzelne Resonanzen, ohne diese ist ein angenehmes Musizieren nicht möglich.

Die Anregung der Musikinstrumente spielt bei beiden hier betrachteten Musikinstrumentenarten eine wichtige Rolle. Nur wenn die Anregung den Musikern einen genügend großen Spielraum gibt, das heißt bei den Blasinstrumenten, genügend stark gedämpft ist, können die Musiker Einfluß auf die Klangfarbe nehmen. Daher benutzen zum Beispiel Profiboaisten relativ schwere Blätter, die stärker gedämpft sind, die aber den Vorteil haben, ein geringeres „Eigenleben“ zu haben und den Musikern hiermit die Möglichkeit zu geben, überhaupt auf den Klang Einfluß zu nehmen. Leichte Blätter lassen das Instrument zwar besser funktionieren, die Möglichkeit, den Klang bewußt zu steuern, wird hierdurch jedoch eingeschränkt.

#### Anregung x Übertragung x Abstrahlung – bei Klavierinstrumenten

Wenn man die Funktion des Resonanzbodens bei Klavierinstrumenten genau betrachtet, muß klar werden, daß die Akustiker weder zum Schwingverhalten des Resonanzbodens noch zum Abstrahlverhalten genaue Aussagen machen können, die in irgendeiner Weise den Klang des Instruments erklären.

Die schwingenden Saiten werden über den oder die Resonanzbodenstege an den Resonanzboden angekoppelt – und zwar jede Saite an einem anderen Ort. Jede Saite wiederum ist

in einer anderen Grundfrequenz gestimmt und schwingt nicht nur im Ganzen, sondern auch in sehr vielen Teilschwingungen. Wollte man also das Übertragungsverhalten des Resonanzbodens eines Klavierinstruments genau beschreiben, müßte man das Instrument als ein aus sehr vielen Teilinstrumenten zusammengesetztes Instrument beschreiben, bestehend aus je einer Saite mit ihrem besonderen Schwingverhalten und dem an die Saite angekoppelten Resonanzboden, der de facto für jede Saite unterschiedlich wirkt, da er von jeder Saite an einer anderen Stelle mit einem anderen Anregungsspektrum angeregt wird.

Wollte man sich als Akustiker auch noch zum Abstrahlverhalten substantiell äußern, müßte man ebenfalls in Betracht ziehen, daß das Schwingverhalten des Klavierresonanzbodens aufgrund der bereits geschilderten Umstände so komplex sein muß, daß von vornherein davon ausgegangen werden muß, daß jede Beschreibung des Schwing- und Abstrahlverhaltens von Resonanzböden, wenn sie über globale Äußerungen hinausgeht, nur die Beschreibung eines Sonderfalles sein kann.

Die einzige Aussage, die man zum Schwingverhalten von Resonanzböden machen kann, ist die, daß der Resonanzboden so beschaffen sein muß, daß er die Schwingungsenergie aller Saiten und aller ihrer Teilschwingungen gleichermaßen aufnehmen muß und irgendwie an die ihn umgebende Luft abstrahlen muß.

Es besteht daher ein allgemeiner Konsens, daß Klavierresonanzböden aus Holz gefertigt werden, ein Material mit einer relativ hohen Dämpfung, wodurch dafür gesorgt wird, daß sich die Schwingungsmoden des Resonanzbodens, die ja auch nicht von jeder Saite aufgrund des individuellen Anregungsortes und des individuellen Anregungsspektrums in vorhersehbarer Weise angeregt werden, nicht sehr stark ausgeprägt sind, den Klang also auch nicht wesentlich bestimmen können.

Wollte man als Klavierbauer das Schwingverhalten der Klavierresonanzböden über die Möglichkeit hinaus, das richtige Holz und die richtige Dimensionierung auszuwählen, beeinflussen, so wird man feststellen müssen, daß dies nicht möglich ist.

Hier setzen nun die Überlegungen zum Anregungsvorgang bei Klavierinstrumenten an.

In den Abbildungen 1 und 2 finden sich zwei Klangspektren zweier Hammerklavierklänge, die sich lediglich in der Art der Saitenanregung unterscheiden. Der Klang in der Abbildung 1 wurde erzeugt durch einen normalen Hammerklavieranschlag, der Klang in Abbildung 2 durch einen sogenannten moderierten Hammerklavieranschlag. Zur Erzeugung dieses Klangs wird zwischen Hammer und Saite ein kleiner Filzstreifen geschoben, der Klangeindruck ähnelt sehr dem des modernen Flügels, ein Phänomen, auf das wir bereits 1986 auf der DAGA in Oldenburg hinwiesen /1/. Die spektralen Unterschiede können nicht durch Veränderungen des Resonanz- oder Abstrahlverhaltens hervorgerufen worden sein, allein die Anregung der Saiten wurde verändert. Die Klangspektren unterscheiden sich sehr deutlich. Das Klangspektrum durch gezielte Veränderungen des Schwingverhaltens des Resonanzbodens in gleicher Weise zu verändern, ist unmöglich.

Die genaue Betrachtung der Unterschiede erfordert daher Erklärungen auf der Ebene der Saitenanregung. Warum sind in Abbildung 1 im Klangspektrum des unmoderierten Hammerklavierklanges die geraden Partialtöne um bis zu 20 dB geringer als im Klangspektrum des moderierten Hammerklavierklanges?

Dies läßt sich inzwischen recht genau erklären mit den Saitenbewegungen, die wir 1986 bereits für die Klangunterschiede

zwischen modernem Flügel und Hammerklavier verantwortlich machten, deren spektrale Auswirkungen wir zu diesem Zeitpunkt aber noch nicht erkannt hatten (Abb.3).

Der Saitenanregungsvorgang bei Klavieren ist geprägt von mehreren Phasen. Der Hammer wird gegen die Saite geschleudert und lenkt sie aus ihrer Ruhelage aus. Es bewegen sich nach dieser Auslenkung auf der Saite zwei Störungen, eine in Richtung des Resonanzbodenstegs, die andere in Richtung des Stimmstockstegs bzw. der Agraffe. Aufgrund der mechanischen Gegebenheiten und insbesondere seiner Masse verharrt der Hammer eine gewisse Zeit an der Saite. Während dieser Zeit wird die Störung, die in Richtung des Stimmstockstegs bzw. in Richtung Agraffe sich bewegt hat, dort reflektiert und bewegt sich auf der Saite in Richtung des Hammers, der noch immer an der Saite verharrt. Am Hammer wird diese Störung reflektiert und zwar um so vollständiger, je härter der Hammer ist. Ein weicher Klavierhammer oder ein Filzstreifen zwischen Hammerklavierhammer und Saite dämpfen die Störung, die sich zwischen Agraffe und Anregungsort hin- und herbewegt. Erst nach etwa einer halben Grundswingungsperiode der Saite verläßt der Klavierhammer die Saite wieder und läßt die Störung, die sich zwischen ihm und dem Stimmstocksteg hin- und herlaufen, frei. Nach einer halben Schwingungsperiode hat die Störung, die sich in Richtung des Resonanzbodensteg bewegt, die gesamte Länge der Saite durchlaufen, sie ist am Resonanzbodensteg reflektiert worden und ist nun an einem Ort angelangt, der von dem Resonanzbodensteg gleich weit entfernt ist wie der Anregungsort von der Agraffe bzw. dem Stimmstocksteg.

Daß der Hammerklavierhammer nach einer halben Schwingungsperioden die Saite verläßt, hat seinen besonderen Grund: Zum einen wird er ständig von der zwischen ihm und dem Resonanzbodensteg hin- und herlaufenden Störung angestoßen, zum anderen wird durch die in Richtung Resonanzbodensteg gelaufene und dort reflektierte Störung die Saite gegen den Hammer gedrückt. Die Überlagerung dieser Saitenbewegung mit dem Anstoßen der anderen Störung an den Hammer veranlassen diesen, sich von der Saite zu trennen und nicht mehr auf die Saite einzuwirken, auch wenn er noch längere Zeit am Anregungspunkt zu verharren scheint /2/.

Nun gibt es zwei Fälle: Der erste Fall ist, daß der Hammerklavierhammer fest ist und die Störung, die zwischen ihm und dem Stimmstocksteg hin- und herläuft, nur wenig bei jeder Reflexion gedämpft hat, der zweite Fall ist, daß der Klavierhammer durch seine Konsistenz diese Schwingung relativ stark gedämpft hat. Im ersten Fall laufen sich nach einer halben Schwingungsperiode zwei Störungen entgegen, die sich in der Mitte begegnen und so überlagern, daß sie das Schwingungsbild einer in der Mitte angezupften Saite erzeugen mit der klangspektralen Folge, daß die geraden Partialtöne unterdrückt werden. Im zweiten Fall führt dies dazu, daß sich im Extremfall nur noch eine Störung auf der Saite befindet, der Fall, den HELMHOLTZ /3/ auf der gestrichenen Saite beobachtete, mit der Folge, daß alle Partialtöne angeregt werden ohne Bevorzugung oder Unterdrückung einzelner Partialtonbereiche. Solche Klangspektren finden sich – ebenso wie in moderierten Hammerklavierklängen – auch in Klängen moderner Flügel.

#### Zusammenfassung

Die Eigenschaften des Resonanzapparates von Klavieren sind im Gegensatz zur Saitenanregung akustisch nicht durchschaubar.

Die genaue Betrachtung der Klangspektren und der Vorgänge auf der Klaviersaite während der Zeit, in der der Klavierhammer an der Saite haftet und dort mehr oder weniger dämpfend wirkt, erklärt extrem unterschiedliche Klangspektren, die mit einem Klavierhammer auf ein- und derselben Saite erzeugt werden können. Es ist für die Klavierbauer daher von besonderer Bedeutung, sich dem Anregungsvorgang zu widmen. Der Einfluß des Anregungsortes und die akustischen Eigenschaften

der Klavierhämmer sind sein wichtigstes Werkzeug zur Beeinflussung des Klavierklangs, mit dem sich mit vergleichsweise geringen Aufwand der Klavierklang maximal beeinflussen läßt

#### Literatur:

/1/ Fricke, J.P. und B. Gätjen, Klangliche Ähnlichkeiten zwischen modernen Flügeln und Hammerklavieren. In: Fortschritte der Akustik, FASE/DAGA '86, S. 393-396.

/2/ B. Gätjen, Das Hammerklavier – akustisches Bindeglied zwischen Clavichord, Cembalo und modernem Flügel? Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Hammer und Saite. In: Michaelsteiner Konferenzberichte 1996, S. 146-156.

/3/ H.v. Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, 5. Aufl. Braunschweig 1896.

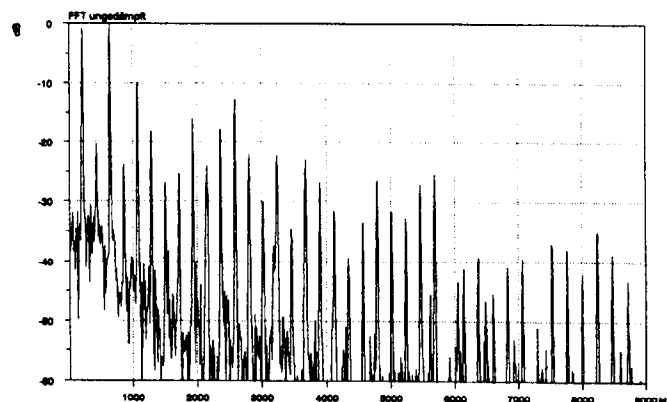


Abb. 1: Hammerklavier - normal

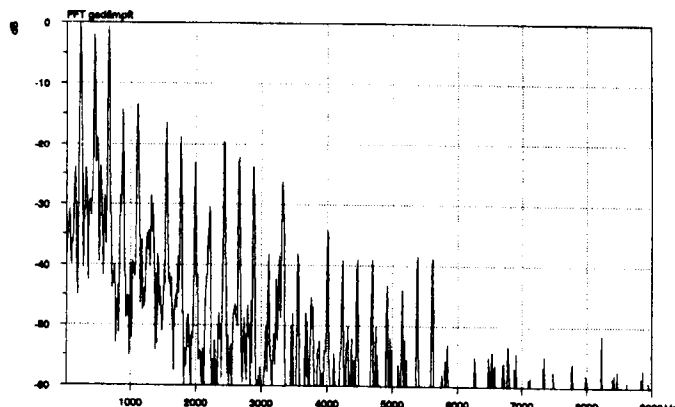


Abb. 2: Hammerklavier moderiert

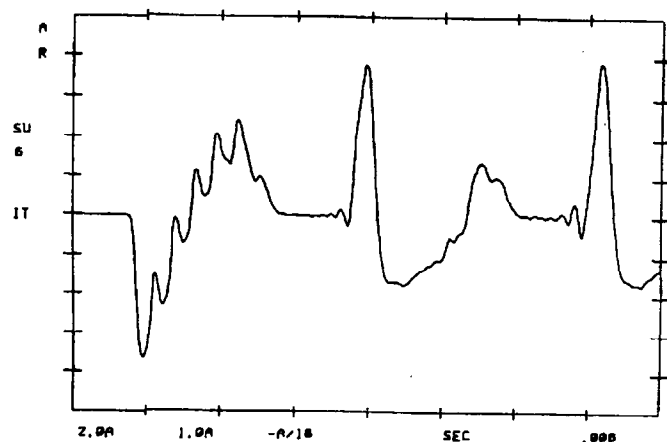


Abb. 3: Saitenschnelle beim unmoderierten Hammerklavier