

Was macht der Hammer des Hammerklaviers mit der Saite? Akustische Untersuchungen zum Verwandtschaftsgrad von Cembalo, Hammerklavier und modernem Klavier

Bram Gätjen

Einleitung

In den meisten Fällen ist die Art der Schwingungserzeugung für die Klangfarbe eines Musikinstruments entscheidend. Ein Gartenschlauch mit einem Trompetenmundstück klingt nach Trompete, eine angezupfte Klaviersaite erinnert stark an den Klang einer Gitarre oder eines Cembalos. Dieser Grundsatz, der einer der wichtigsten in der Forschungstätigkeit von J.P. Fricke im Bereich der Instrumentenakustik ist, soll in diesem Beitrag helfen, einige geschichtliche, instrumentenkundliche und akustische Hintergründe zum Themenkomplex "besaitete Tasteninstrumente" aufzuklären.

Geschichte

Manche der heute erhaltenen - aber insbesondere die später entstandenen Hammerklaviere - erwecken den Eindruck, daß zwischen Cembalo und Hammerklavier klanglich eine größere Differenz besteht als zwischen dem Hammerklavier und dem heutigen Flügel. Dies wird unterstützt durch den sogenannten Moderatorzug. Durch ihn werden bei Bedarf dünne Filzstreifen zwischen Hammer und Saite geschoben, der dadurch den Klang des Hammerklaviers fast vollkommen an denjenigen des modernen Flügels annähert. Andererseits gibt es aber auch Instrumente, insbesondere aus der Frühzeit der Hammerklaviere, deren Klang demjenigen des Cembalos ähnlicher ist als demjenigen des modernen Flügels.

Auch wenn davon ausgegangen werden muß, daß kein Instrument heute noch so klingt, wie es der Instrumentenbauer seinerzeit intendierte, da sich durch den Gebrauch des Instruments entweder originale Teile so weit verändert haben, daß sie heute zu einem anderen Klang führen, oder die originalen Teile inzwischen - unter Umständen sogar mehrfach - ersetzt wurden, darf die allgemeine Regel der Entwicklung von Musikinstrumenten, daß nur in seltenen Fällen bei der Weiterentwicklung von Musikinstrumenten eine drastische Klangfarbenveränderung hingenommen wurde und in aller Regel versucht wurde, Weiterentwicklungen so vorzunehmen, daß die gewohnte Klangfarbe des Ausgangsinstruments erhalten blieb. Die Instrumentenbauer versuchten also, bei der Konstruktion des neuen Instruments, einige Aspekte des Cembaloklanges hinüberzuretten, ohne jedoch auf die neuen Möglichkeiten, die die Hammeranregung mit sich bringt, verzichten zu müssen. Die unbestritten größere Modulationsfähigkeit des Klavierklanges, die endlich neben piano und forte auch sämtliche Zwischenstufen zuließ, durfte nach dieser Vorgabe nicht mit klangfarblichen Beeinträchtigungen einhergehen. Solch eine Beeinträchtigung wäre sicherlich aus damaliger Sicht der vergleichsweise dumpfe Klang des heutigen Klaviers, oder des Hammerklaviers, dessen Hämmer entweder zu weich intoniert sind, oder aber von ihrer Konstruktion nicht in der Lage sind, einen cembalo-ähnlichen Klang zu produzieren, gewesen.

Das Hammerklavier - und insbesondere dasjenige, bei welchem zwischen Hammer und Saite per Moderatorzug der besagt dünne Filzstreifen geschoben werden kann, ist ein Schlüsselinstrument für das Verständnis der Saitenanregung der besaiteten Tasteninstrumente. Das Instrument, dessen Resonanzkörper nicht verändert wird, kann allein durch Veränderung der Saitenanregung seinen Klangcharakter von einem an das Cembalo erinnernden Instrument zu einem an das moderne Klavier erinnernden Instrument verändern. Zusätzlich zu dieser Erkenntnis ist es für das weitere Vorgehen sehr hilfreich, nicht zu vergessen, daß der Resonanzboden in der Hauptsache nur auf die Schwingungen der Saite reagiert, daher Frequenzanteile, die in der Saitenschwingung nicht zu finden sind, von dem Resonanzboden auch nicht abgestrahlt werden können. Unabhängig davon sind die Bewegungen von Resonanzböden weder mit vertretbarem Aufwand adäquat nachzuvollziehen, noch würde eine adäquate Untersuchung von Resonanzböden von Klavierinstrumenten den Instrumentenbauer in

die Lage versetzen, das Schwingverhalten des Resonanzbodens in einem weiten Frequenzbereich zu optimieren. Dies hat seine Ursache auch darin, daß bei Klavierinstrumenten jede Saite an eine andere Stelle des Resonanzbodens angekoppelt ist, was bedeutet, daß man, wollte man das Schwingverhalten des Resonanzbodens vollständig beschreiben, für jeden Saitenankopplungspunkt des Resonanzbodens das Schwingverhalten getrennt ermitteln müßte. Untersuchungen zum Schwingverhalten von Cembaloresonanzböden haben im Endeffekt lediglich ergeben, daß diese bereits ab einer sehr niedrigen Frequenz praktisch lückenlos alle Saitenschwingungen in eigene Schwingungen umsetzen können und daß ein wirkliches Verstehen des Schwingverhaltens, das dazu führen könnte, gezielte Veränderungen am Resonanzboden vorzunehmen, nur bei den allerniedrigsten Frequenzen möglich ist (KOTTICK 1985, GÄTJEN, 1995).

Saitenanregung bei besaiteten Tasteninstrumenten

J.P. Frickes Untersuchungen zur Hammerberührungsdauer beim Klavier und beim Flügel (1982) bilden den Ausgangspunkt dieser Untersuchung. Er zeigte mit Hilfe von Hochgeschwindigkeitskameraaufnahmen, daß der Hammer die Klaviersaite weder örtlich noch zeitlich punktuell anregt, vielmehr daß er die Saite teilweise bis zu mehreren Schwingungsperioden berührt. Diese lange Berührungsdauer ist eine Voraussetzung für die komplexe Interaktion zwischen Hammer und Saite, wobei die nächstliegende Art der Interaktion ist, daß die Klaviersaite nicht nur zu Schwingungen angeregt wird, sondern daß die Schwingungen direkt im Anschluß an die Schwingungsanregung durch das lange Haftenbleiben des Hammers an der Saite wenigstens partiell wieder abdämpft werden. Eine genauere Beschreibung der Interaktion zwischen Klavierhammer und Saite setzt jedoch die Analyse der möglichen Interaktionen zwischen Saitenanreger und Saite voraus.

Grundsätzlich sind zwei Schwingungsformen von punktuell angeregten Saiten bekannt, die sich durch die Anzahl der umlaufenden Störstellen unterscheiden.

Die Schwingungsform, die das Resultat einer einzigen umlaufenden Störstelle ist, findet sich eigentlich nur bei dem Klavichord (FRICKE 1988) und in abgeschwächter Form bei den Streichinstrumenten. Resultat einer solchen Schwingungsform ist stets ein Klangspektrum, welches, wenn der Einfluß des Instrumentenresonators nicht vorhanden wäre, einen stetigen Abfall der Teiltöne ohne zyklisch wiederkehrende Minima erzeugen würde.

Die Schwingungsform, die das Resultat zweier gegenläufiger, gleichförmiger und gleich starker Störstellen ist, findet sich bei allen Musikinstrumenten, bei denen die Saiten angezupft werden und erzeugt Klangspektren, die zum Beispiel aus der Tatsache, daß am Anregungsort durch Zupfen Teilschwingungen umso besser angeregt werden können, je näher der Anregungsort an einem Schwingungsbauch liegt und Teilschwingungen, die am Anregungsort einen Schwingungsknoten haben, nicht angeregt werden können, Zyklen, aus denen der Anregungsort dieser Saitenschwingung eindeutig wiederzuerkennen ist.

Diese Schwingungsformen treten bei natürlichen Musikinstrumenten allerdings nie in Reinform auf. So finden sich z.B. in Klangspektren der Violine, obwohl sie theoretisch nicht vorhanden sein dürften, doch anregungsortabhängige Minima, beim Cembalo sind die theoretisch zu fordernden Minima meistens nicht so ausgeprägt, wie die Theorie eigentlich vorhersagen würde. Dies deutet darauf hin, daß es in der Natur Saitenschwingungsformen gibt, die zwar in der Hauptsache nach einem der angesprochenen Prinzipien zu erklären sind, denen aber durch die Art der Anregung eine oder mehrere Störstellen zusätzlich zu der einen oder den beiden Hauptstörstellen beigegeben werden, oder bei denen durch die Art der Saitenanregung zwei unterschiedliche Hauptstörstellen erzeugt werden, so daß schließlich Saitenschwingungsformen entstehen, deren resultierende Klangspektren nicht mehr nur durch das vorherrschende Anregungsprinzip erklärt werden können.

Bei den besaiteten Tasteninstrumenten finden sich drei verschiedene Saitenanregungsprinzipien: die Anregung durch Zupfen (z.B. Cembalo), die Anregung durch einfaches Auslenken und Festhalten (Klavichord), sowie die Anregung mit dem Hammer (Klavier).

Saitenanregung durch Zupfen

Eine Vereinfachung des wirklichen Anzupfvorganges bei dem Cembalo oder bei der Gitarre ist die Vorstellung, daß die Saite langsam angehoben wird und dann ohne Verzögerung und ohne Reibungseinfluß vom Plektrum rutscht. Auf der Saite bewegen sich zwei identische Saitenknicke gegenläufig und setzen sich nach d'Alembert zu dem bekannten Schwingungsbild der angezupften Saite zusammen, welches am Steg zu rechteckimpulsförmigen Kraftverläufen führt. Da durch Anzupfen einer Saite an dem Ort des Anzupfens diejenigen Teilschwingungen besonders angeregt werden, die dort einen Schwingungsbauch haben und diejenigen weniger bzw. garnicht, die dort einen Schwingungsknoten haben, führt dies dazu, daß Instrumente, deren Saiten angezupft werden, im Klangspektrum typische Zyklen aufweisen, Teilschwingungen, deren Schwingungsknoten sich in der Nähe des Anzupfortes befinden, sind schwächer ausgeprägt als solche, die in der Nähe des Anzupfortes einen Schwingungsbauch haben. Wird zum Beispiel eine Saite in der Mitte angezupft, wird die Grundschwingung sehr gut, die erste Oberschwingung, die in der Mitte einen Schwingungsknoten hat, garnicht, die zweite Oberschwingung, die in der Mitte einen Schwingungsbauch hat, wieder sehr gut angeregt - kurz, es werden nur die ungeradzahigen Teiltöne angeregt. Wird die Saite zum Beispiel bei $1/12$ der schwingenden Saitenlänge angeregt, wie es auch beim Cembalo geschieht, werden der 12., der 24., der 36. usw. Teilton nicht, die übrigen je nach dem, wie sehr ihr Schwingungsbauch an dem Ort der Saitenanregung ausgeprägt ist, besser oder schlechter angeregt. Die Teiltöne in direkter Nachbarschaft dessen, der ausgelöscht wird, werden schlechter, diejenigen, die zwischen den nicht angeregten Teiltönen im Klangspektrum zu finden sind, besser. Am besten werden diejenigen angeregt, die sich genau zwischen zwei ausgelöschten Teiltönen befinden.

Variationen in der Art der Saitenanregung, diese wirken sich bei der Saite als Änderung der Form des Saitenknicks aus, sind zunächst möglich durch Verschiebung des Anregungsortes, dadurch werden die Minima im Klangspektrum verschoben. Durch Änderung des Materials und der Ausformung des Plektrums können durch Verschärfung des Plektrums die höheren Partialtöne mehr betont werden, durch Verbreiterung des Plektrums die höheren Partialtöne abgeschwächt werden. Eine weitere Einflußgröße ist die Saite selbst, durch deren mechanische Eigenschaften - ist sie z.B. steif, widersetzt sie sich dem Ansinnen des Plektrums, sie zu knicken - die Form des Saitenknicks, ähnlich der Beeinflussung durch das Plektrum, ebenfalls bestimmt wird.

Klavichord

Anders sieht es beim Klavichord aus: Hier wird die Saite an einem Ort ruckartig angehoben und im angehobenen Zustand festgehalten. Dabei ist charakteristisch, daß ein Teil der Saite, derjenige, der nicht zum Resonanzboden weist, abgedämpft wird. Es werden durch diese Art der Anregung keine Teilschwingungen bevorzugt, sondern es können theoretisch sämtliche möglichen Teilschwingungen auf der Saite angeregt werden und zwar umso mehr, je schneller die Saite angehoben wird und je schmaler bzw. schärfer die Tangente gemacht ist und je flexibler die Saite ist. Wenn man so will, werden beim Klavichord von der Tangente alle die Teiltöne angeregt, die an der Anregungsstelle einen Schwingungsknoten besitzen, hier ist der entscheidende Unterschied zum Cembalo, dort werden alle die Teiltöne angeregt, die an der Anregungsstelle einen Schwingungsbauch besitzen. Beim Klavichord befindet sich auf der Saite - wie bei der angestrichenen Saite - lediglich eine Störung, die am Steg einen dreiecksimpulsförmigen Kraftverlauf verursacht, der zu einem Klangspektrum führt, bei dem es zu einem stetigen Abfall der Teiltonstärke ohne zyklenartige Unterteilungen kommt.

Klavier/Hammerklavier

Beim Klavier sieht schon die Theorie etwas schwieriger als bei Cembalo und Klavichord aus. Der gehörmäßige Eindruck - besonders beim Hammerklavier - legt nahe, daß das Klavier eine Art Mischung aus beiden Instrumenten ist. Nimmt man an, daß der Klavierhammer zunächst gegen die Saite geschleudert wird, diese anregt und diese sofort wieder verläßt, so sind die Verhältnisse ähnlich wie bei dem Cembalo. Teilschwingungen, die am Anregungsort einen Schwingungsknoten haben, werden nicht angeregt, Teilschwingungen, die am Anregungsort

einen Schwingungsbauch haben, werden je nach dem, wie gut der Schwingungsbauch getroffen wird, besser bis optimal angeregt. Wäre hiermit die Klaviersaitenanregung vollständig beschrieben, würde ein Klavier wie ein Cembalo klingen.

Da dies so nicht ist, muß die Theorie etwas ergänzt werden. Die Untersuchung von FRICKE (1982) ergab, daß der Klavierhammer die Klaviersaite bis zu mehreren Schwingungsperioden berühren kann. FRICKE und GÄTJEN (1986) konnten mit einem magnetisch-induktiven Meßverfahren beim Hammerklavier wirksame Berührungsdauern von etwa einer halben Grundperiodendauer nachweisen.

Wie wirkt sich nun ein Hammer, der gerade die Saite zum Schwingen angeregt hat, nun aber an genau diesem Punkt an der Saite für längere Zeit verharrt, aus? Eine Folge ist direkt einsehbar. Der Hammer dämpft diejenigen Saitenschwingungen, die er gerade angeregt hat, durch sein Verweilen an diesem Ort wieder ab und zwar umso mehr, je länger und fester er ihr anliegt. Im Extremfall würde er, bliebe er für immer an der Saite haften, alle diejenigen Teilschwingungen, die am Anregungsort einen Schwingungsbauch besitzen - und das sind nach bisheriger Vorstellung alle durch ihn angeregten Teilschwingungen - , sofort wieder abdämpfen. Man hätte ein stummes Klavier. Da der Klavierhammer jedoch nur eine halbe Grundperiodendauer an der Saite anliegt, werden durch diesen Effekt erst einmal die höheren Teilschwingungen gedämpft, da für sie eine halbe Grundperiodendauer im Vergleich einem Bruchteil ihrer eigenen Periodendauer entspricht, der durch Halbierung ihrer Ordnungszahl zu errechnen ist. Für die zehnte Teilschwingung liegt der Hammer also genau fünf Schwingungsperioden, für die zwanzigste Teilschwingung bereits zehn Schwingungsperioden an der Saite an. Selbst wenn der Hammer die Saite sehr scharf knicken und wie das Plektrum des Cembalos damit eine sehr große Zahl von Teilschwingungen auf der Saite erregen würde, muß er schon durch sein langes Verweilen die höheren Teilschwingungen wieder dämpfen. Von diesen höheren Teilschwingungen werden natürlich besonders die betroffen sein, die an dem Ort des Hammers einen ausgeprägten Schwingungsbauch haben und das sind diejenigen, die sich genau zwischen den Minima befinden. So finden sich bei frisch intonierten Klavieren und auch beim Hammerklavier neben den Hauptzyklen, die durch den Anregungsort gegeben sind, sogenannte Nebenzyklen, die diese Hauptzyklen wieder unterteilen. Diese Nebenzyklen sind im höheren Frequenzbereich oberhalb des ersten Minimums besser zu finden als im Frequenzbereich unterhalb des ersten Minimums. Es ist also offensichtlich erforderlich, daß, um diesen Effekt hervorzurufen, der Hammer eine nicht zu kleine Anzahl von Schwingungsperioden der entsprechenden Teilschwingung anliegen muß. Diese nimmt natürlich mit ansteigender Teiltonzahl und der damit abfallenden Periodendauer der einzelnen Teiltöne zu.

Der Vergleich zwischen den Klangspektren des moderierten und des unmoderierten Hammerklaviers zeigt einen wirklich wesentlichen Unterschied, der über den naheliegenden Effekt, daß durch das Dazwischenschieben eines kleinen Filzstückchens die höheren Teiltöne nicht angeregt werden, hinausgeht.

In den Klangspektren fällt auf, daß die unteren sieben Teiltöne auffällig in ihrer Stärke schwanken. Die Teiltöne mit ungerader Ordnungszahl sind im Klangspektrum des unmoderierten Klanges um etliche dB stärker als diejenigen mit einer geraden Ordnungszahl. Dies erinnert stark an Saiten, die in der Mitte der schwingenden Länge angezupft werden. Dabei werden die Teiltöne mit ungerader Ordnungszahl angeregt, die mit gerader Ordnungszahl, da sie am Anregungsort einen Schwingungsknoten haben, können nicht angeregt werden. Wie kann ein Klavierhammer, der den Anregungspunkt nun nicht gerade in der Mitte hat, solche Klangspektren erzeugen? Ursache hierfür ist, wie FRICKE und GÄTJEN 1986 bereits nachwiesen, daß der Hammer etwa eine halbe Grundschwingungsperiode an der Saite anliegt, dann von den vom Stimmstocksteg reflektierten und bereits einige Male zwischen Hammer und Steg hin- und herlaufenden Impulsen von der Saite abgelöst wird und dieser Impuls sich mit dem in Richtung Resonanzbodensteg gelaufenen in der Mitte der Saite trifft. Dieses führt dann zu einem Schwingungsbild, das dem der in der Mitte angezupften Saite entspricht.

Im übrigen wird hierbei klar, warum der Hammer etwa eine halbe Schwingungsperiode an der Saite anliegt: Verfolgt man bei der Helmholtzbewegung den Punkt der Anregung, dann erkennt man, daß dieser sich während der ersten halben Schwingungsperiode bereits die größte Strecke zurückbewegt und zwar umso mehr, je weiter der Anregungsort von dem Stimmstocksteg entfernt ist, je weiter der Anregungsort in Richtung Mitte der Saite gerückt wird. Während dieser Zeit wird der Klavierhammer der Saite folgen müssen und wird dann auch angestoßen durch den

zwischen ihm und dem Stimmstocksteg hin- und herlaufenden Schwingungsimpuls, dessen Einfluß mit der Nähe zu dem Stimmstocksteg steigt, da mit größerer Nähe zum Stimmstocksteg die zwischen Hammer und Stimmstocksteg liegende Strecke kürzer wird und damit die Wiederkehrhäufigkeit des zwischen Hammer und Stimmstocksteg hin- und herlaufenden Impulses steigt, von der Saite weggestoßen.

Die Spektralanalysen des ungedämpften und auch die des mit dem Moderator gedämpften Klanges zeigen im Bereich des Teiltones, der durch die Wahl des Anschlagspunktes ausgelöscht werden sollte, daß bei beiden dieser recht stark ist, die Saite also zu Schwingungen angeregt wird, die am Anregungsort einen Schwingungsknoten haben. Dies ist darauf zurückzuführen, daß der Hammerklavierhammer so wirkt, als wäre er eine Tangente eines Klavichords. Wir erinnern uns, daß beim Klavichord die Teilschwingungen der Saite angeregt werden, die am Anregungspunkt einen Schwingungsknoten haben. Die geringen Unterschiede zwischen dem moderierten und dem unmoderierten Hammerklavierklang zeigen, daß ein harter, unmoderierter Hammerklavierhammer die Saite etwas besser in der Art des Klavichords anregen kann als ein weicher, unmoderierter Hammerklavierhammer.

Eine weitere, denkbare Möglichkeit wäre auch, daß der Impuls, der zwischen Hammerklavierhammer und Stimmstocksteg hin- und herreflektiert wird, bei jedem Auftreffen auf den Klavierhammer Energie verliert, um schließlich so schwach zu sein, daß schließlich nur noch ein Impuls auf der Saite zurückbleibt, der dann wie beim Klavichord zu Klangspektren ohne Zyklen führt. Diese Möglichkeit ist aber auszuschließen, da anzunehmen ist, daß die Abdämpfung an einem moderierten Hammerklavierhammer stärker ist als an einem unmoderierten Hammerklavierhammer, und so im Klangspektrum des unmoderierten Klanges im Vergleich zum moderierten Klang eine stärkere Einschnürung zu erkennen sein müßte.

Die Saitenschwingung, deren Frequenz der Saitenlänge zwischen Hammer und Stimmstocksteg entspricht und die in den gemessenen Saitenbewegungen direkt zu sehen ist, kann nur so lange im Klang vorhanden sein, wie der Hammerklavierhammer an der Saite anliegt. Sobald der Hammerklavierhammer die Saite verläßt, muß diese Saitenschwingung, wenn sie nicht genau in das Teiltongefüge des Klanges hereinpafßt, aus der Saite verschwinden.

Damit kann ein Hammerklavier, das aus instrumentenkundlicher Sicht zwischen Klavichord und modernem Flügel steht, die Klangcharaktere beider Instrumente annehmen. Befindet sich kein Filz- oder Tuchstreifen zwischen Hammerkopf und Saite, so sind die Zyklen, die durch den Anregungsort entstehen müßten, durch den Klavichordaspekt "ausgebügelt", dadurch entsteht ein Klangspektrum, das dem des Klavichords sehr ähnlich ist. Wird ein Moderator zwischen Hammerkopf und Saite geschoben, so entstehen durch den Anregungsort Löcher im Klangspektrum, der Klang des Hammerklaviers wird klavierähnlicher.

Weiß man nun, daß das menschliche Gehör diese Löcher im Klangspektrum fordert und Klangspektren, die diese Löcher aufweisen, Klängen, die diese Löcher nicht aufweisen, vorzieht, so ist auch aus akustischer Sicht zu verstehen, daß es zur Entwicklung vom Hammerklavier zum Flügel kommen mußte, nachdem man entdeckt hatte, welche Wirkung ein kleines Stückchen Filz zwischen Hammer und Saite haben kann.

Damit ist das Phänomen der Saitenanregung beim Hammerklavier jedoch noch nicht vollständig beschrieben.

Der Höreindruck des unmoderierten Hammerklavierklanges deutet darauf hin, daß sich im Klang und besonders im Einschwingvorgang unharmonische Anteile befinden. Einige von diesen lassen sich durch Klanganalyse relativ leicht nachweisen.

Der wichtigste unharmonische Bestandteil im Klangspektrum des untersuchten Hammerklaviers ist derjenige, der mit der Komponente des Hammerklavierklanges korrespondiert, der aus der Longitudinalschwingung der Saite resultiert. Im Normalfalle schwingt eine Saite transversal, das heißt nach oben und unten. Dies wird auch durch die Saitenanregung und vom Resonanzboden in der Hauptsache gefördert. Eine andere Möglichkeit ist die Schwingung in Richtung ihrer Länge - genauso wie sich etwa Luftschall ausbreitet. Anregen läßt sich diese Schwingung etwa durch Entlangkratzen an der Saite.

Der Vergleich eines Klangspektrums des Geräuschs, das durch das Entlangkratzen an der Saite mit dem Fingernagel entsteht, zeigt, daß die unharmonische Komponente, die unterhalb der Harmonischen mit der Frequenz von etwa 3300 Hz zu finden ist, auf die Längsschwingung der Saite zurückzuführen ist. Nach ganz kurzer Zeit ist diese Schwingung allerdings nicht mehr in der Saite vorhanden. Offensichtlich wird diese Art der Saitenbewegung sehr gut vom

Resonanzboden übertragen, was bedeutet, daß die Energie, die in dieser Saitenbewegungsart gespeichert wird, auch sehr schnell und sehr laut an die den Resonanzboden umgebende Luft weitergegeben wird, dadurch aber auch sehr aus der Saite verschwindet.

Diese Longitudinalschwingung der Klaviersaite läßt sich nicht vollständig unterdrücken. Die Klavierbauer können jedoch versuchen, durch genaue Justierung der Mechanik und Einrichtung der Hammerköpfe eine Aufschlagrichtung des Hammers auf die Saite zu erzeugen, die den Anteil der Längsschwingung möglichst reduziert, also eine Tangentialbewegung des Klavierhammers auf der Klaviersaite vermeidet.

Zusammenfassung

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß wesentliche Aspekte des Hammerklavierklanges bereits durch die Art und Weise der Saitenanregung entstehen. Dies ist zunächst der Effekt der Anregung mit anschließender Abdämpfung, der Klangspektren erzeugt, in denen in gleichbleibendem Frequenzabstand Teiltöne abgeschwächt werden. Dann ist es der sehr wichtige Klavichordaspekt, durch den Teilschwingungen der Saite angeregt werden können, die am Anregungsort einen Schwingungsknoten haben, dann der Effekt, daß durch die Hammerberührungszeit von einer halben Schwingungsperiode Saitenschwingungen unterstützt werden, der in der Mitte angezupften Saite entsprechen. Zuletzt wird durch den Klavierhammer, vielleicht weil er nicht korrekt justiert ist, zu Beginn des Klanges unharmonische Klanganteile durch eine Längsschwingung in der Saite verursacht.

Literatur

- ASKENFELD, A. und E.V. Jansson (1993): From touch to string vibrations. III: String motion and spectra. In: JASA 93(4), S. 2181-2196.
- FRICKE, J.P. (1982): Hammer-Berührungsdauer und Saitenform bei der angeschlagenen Klaviersaite. In: Fortschritte der Akustik, FASE/DAGA 82, S. 891-894
- FRICKE, J.P., Gätjen, B. (1986): Klangliche Ähnlichkeiten zwischen modernen Flügeln und Hammerklavieren. In: Fortschritte der Akustik, DAGA 86, S. 393-396.
- FRICKE, J.P. (1988): Anschlagformen beim Clavichord, In: Bericht über das 8. Symposium zu Fragen des Musikinstrumentenbaus, Clavichord und Cembalo, Michaelstein 1987, Blankenburg, S. 66-73.
- FRICKE, J.P. (1996): Die Klangcharakteristik von zwei Hammerflügeln des Musikwissenschaftlichen Instituts der Universität zu Köln, erklärt durch Anschlagbewegung und Saitenanregung. In: Michaelsteiner Konferenzberichte. Bericht über das 14. Musikinstrumentenbau-Symposium in Michaelstein am 12. und 13. November 1993, S. 157-170.
- GÄTJEN, B. (1995): Der Klang des Cembalos. Historische, akustische und instrumentenkundliche Untersuchungen. Kassel (= Kölner Beiträge zur Musikforschung Bd. 177)
- GÄTJEN, B. (1996): Das Hammerklavier akustisches Bindeglied zwischen Clavichord, Cembalo und modernem Flügel? Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Hammer und Saite. In: Michaelsteiner Konferenzberichte. Bericht über das 14. Musikinstrumentenbau-Symposium in Michaelstein am 12. und 13. November 1993, S. 149-156.
- GÄTJEN, B. (1997): Das Hammerklavier - ein Cembalo mit angeschlagenen Saiten oder ein moderner Flügel in Leichtbauweise? In: Fortschritte der Akustik, DAGA 97 (Im Druck)
- HELMHOLTZ, H.v. (1896): Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, 5. Ausgabe, Braunschweig.
- KOTTICK, E.L. (1985): The Acoustics of the Harpsichord: Response Curves and Modes of Vibration, In: The Galpin Society Journal