

Tonaufzeichnung beim Flügel

Wir hören Musik mit den Ohren, und lange Zeit war diese Wahrnehmung etwas flüchtiges, vorübergehendes. Man konnte Töne und Klänge nicht einfangen, man konnte sie nicht so reproduzieren wie sie einst gespielt waren. Die einzige Möglichkeit bestand in der Reproduktion mittels einem Interpreten, der z.B. auf dem Klavier, daß in jedem besseren bürgerlichen Haushalt vorhanden war, meist unvollkommen große Werke der Musikkultur dargeboten hat. Aus dem Erbe meiner Großeltern stammen noch Bände mit Arrangements von Sinfonien, Operausschnitten etc. für Violine und Klavier.

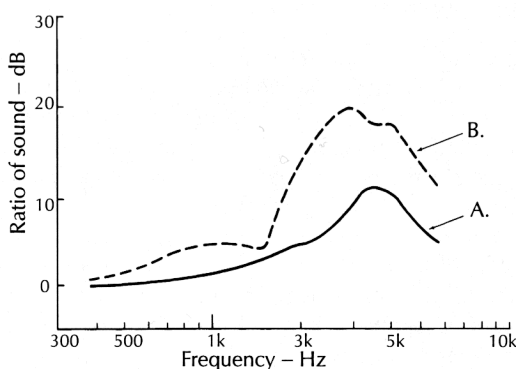
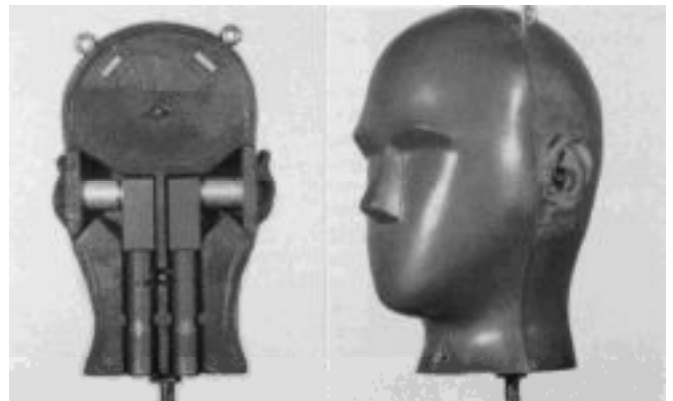
Heute betrachten wir das Zauberwerk, mit dem akustische (und auch visuelle) Ereignisse eingefangen und exakt wieder reproduziert werden können als Selbstverständlichkeit. Ich möchte Ihnen den lange Weg ersparen, den die Geschichte hier ging, und gleich in die Materie einsteigen.

Mikrofone hören anders

Wenn wir Klänge hören, so werden die Schallwellen über unser Trommelfell aufgenommen, in diversen Nervensträngen selektiert und bearbeitet und gelangen schließlich zum sog. auditorischen Cortex (einem Bereich der Hirnrinde), um dort wahrgenommen zu werden. Die Verarbeitung unseres Gehirns ist sehr komplex, und gestattet uns z.B. die Klangfarbe eines Instruments zu kompensieren, ein Cello wird so immer als ein Cello identifiziert werden, wie unterschiedlich der Klang auch sein mag.

Stellen wir Mikrofone auf, so erwarten wir hingegen eine verlässliche und exakte Abbildung der Schallwellen. Die mechanischen und technischen Fertigkeiten sind seit mind. 70 Jahren so weit, daß es hier keine Probleme geben dürfte, wir werden aber noch sehen, daß die Mikrofone alles andere als perfekt sind.

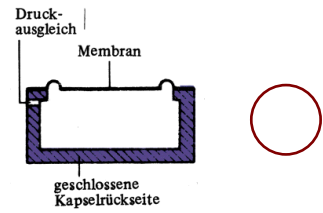
Bei der Suche nach dem perfekten Mikrofon könnte man auf die Idee kommen, einen Kopf nachzubilden, der wie unsere Ohren hört. Das ist man auch, man hat in einen sog. „Kunstkopf“ anstelle der Trommelfelle zwei hochwertige Mikrofonkapseln eingebaut. Dieser Kopf hört nun tatsächlich ähnlich wie der Mensch, der Nachteil ist aber, daß nur über Kopfhörer ein realistischer Klang entsteht und über Lautsprecher gehört der Klang unangenehm diffus und verfärbt wirkt.



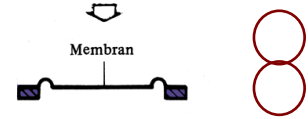
Ein Grund für diesen Unterschied ist der Frequenzgang des Außenohr. Durch die Form der Ohrmuschel und des Gehörgangs wird der Klang abhängig von der Einfallsrichtung verfärbt. An dieser Verfärbung erkennen wir (zusammen mit später erwähnten Parametern) die Richtung des Schalls. Im Kopfhörer hören wir die Kunstkopfaufnahme sozusagen vorgefiltert über das künstliche Außenohr, während unser Trommelfell direkt beschallt wird.

In der Regel wird man also keinen Kunstkopf, sondern Einzelmikrofone benutzen. Diese Verhalten sich anders als unsere Ohren, um ihre Eigenarten zu verstehen, sollten wir uns den Aufbau der Kapsel solcher Mikrofone kurz anschauen.

1. Die geschlossene Kapsel ist ein Druckempfänger, die Membran bewegt sich mit der Druckänderung der Luft, und zwar unabhängig von der Einfallsrichtung. Die resultierende Empfindlichkeit ist Richtungsunabhängig, man spricht von einer Kugelcharakteristik.



2. Die freistehende Membran reagiert nur auf die Druckunterschiede beider Seiten, dem sog. Druckgradienten. Leicht auszumalen, daß Schall, der seitlich auf diese Membran trifft, wirkungslos bleibt, wogegen frontal oder rückwärtig einfallender Schall mit voller Empfindlichkeit übertragen wird. Die resultierende Charakteristik ist eine Acht.



3. Mit einem akustischen Laufzeitglied (Umweg) kann dieser „Druckgradientenempfänger“ nun so konstruiert werden, daß rückwärtiger Schall gleichzeitig auf die Membran trifft. Es entsteht eine Nierenförmige Charakteristik.

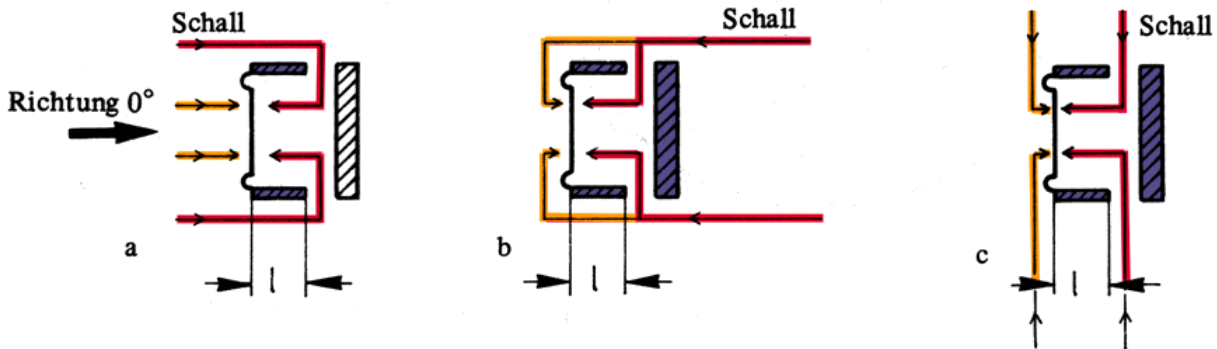
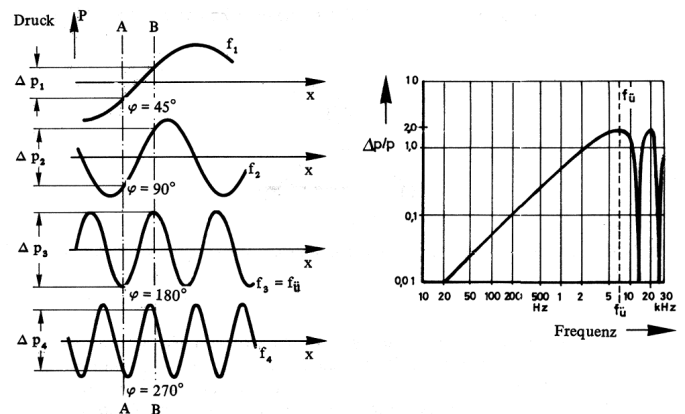


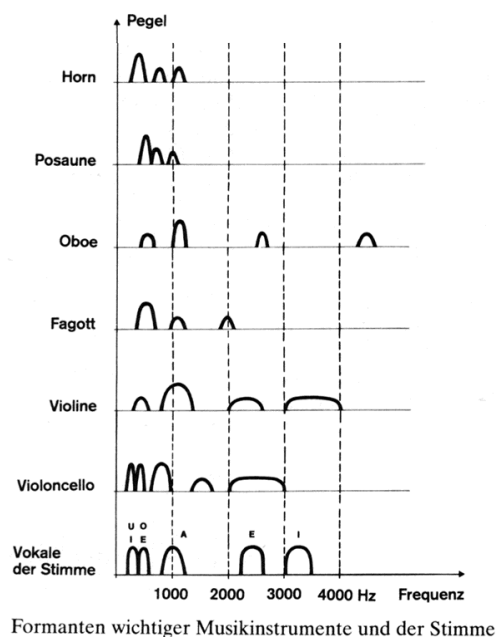
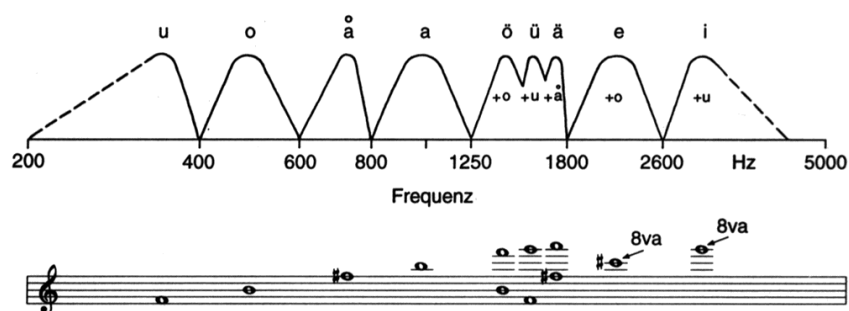
Abb. 4/18. Prinzip der Kapsel eines Druckgradientenempfängers mit Nierenrichtcharakteristik durch ein Laufzeitglied bei verschiedenen Schalleinfallsrichtungen.

Es gibt darüber hinaus auch noch Zwischenschritte der Richtcharakteristiken oder sogar Mikrofone mit umschaltbarer Charakteristik. Letztere werden meist aus zwei Nierenkapseln als sog. Doppelmembran-Mikrofone gebaut, eine Kugel entsteht dann durch die Addition zweier rückwärtiger Nierencharakteristiken. Bemerkenswert ist jedoch der prinzipielle Vorteil eines Druckempfängers (einer „reinen Kugel“), wenn es um die Abbildung tiefer Frequenzen geht, denn theoretisch kann dieser sogar statischen (atmosphärischen) Druck aufnehmen, wenn die Druckausgleichsöffnung verschlossen würde. Der Druckgradient wird hingegen bei tiefen Frequenzen hin immer geringer, die Empfindlichkeit kleiner.



Neben den prinzipiellen Unterschieden der Mikrofontypen, entsteht durch das unterschiedliche Impulsverhalten, die Eigenschwingung der Membran und den Frequenzgang je nach Mikrofontyp ein charakteristischer Klang. Ohne auf die technischen Zusammenhänge einzugehen, möchte ich einen kurzen Exkurs in die Welt der Formanten wagen, anhand derer ein musikalisches Ohr leichter Klangfarben beurteilen kann.

Bei den ersten Untersuchungen von Instrumentenklängen und den Vokalfarben der menschlichen Stimme durch H. von Helmholtz und Carl Stumpf vor etwa 150 Jahren, stellte man gewisse Frequenzbereiche fest, die unabhängig von der Tonhöhe verstärkt angeregt wurden. Diese „Formantbereiche“ sind charakteristisch für die gesungenen Vokal, bei dem Vokal „A“ z.B. bei 1000 Hz, und für die Klangfarbe der Instrumente. Eine genauere Bestimmung der Vokalformanten mit der dazugehörigen Tonhöhe ist dem Bild von Jürgen Meyer¹ zu entnehmen. Übrigens sind Formanten gut geeignet, Verfärbungen verbal zu beschreiben.



Aus der Vielfalt erhältlicher Mikrofone möchte ich drei Typen des Herstellers Georg Neumann vergleichen, U87, U89 und KM140. Alle drei

sollen als Nieren zur Geltung kommen, jedoch zeigt der Frequenzgang des U87 eine deutliche Anhebung bei 10 kHz und das KM 140 einen steten Abfall bei tiefen Frequenzen unterhalb 100 Hz. Außerdem verändert sich die Richtcharakteristik bei hohen Frequenzen unterschiedlich, ein gern übersehenes aber deutlich zu hörendes Detail.

Die Schlußfolgerung dieser Betrachtung: Mikrofone klingen (wie Instrumente) unterschiedlich, sie sind alles andere als ein objektives technisches Meßinstrument.

Richtungsabbildung

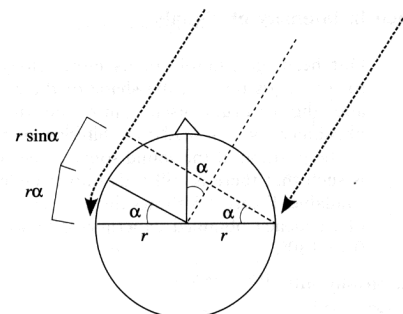
Mikrofone können keine Richtung „hören“, aller Schall wird sozusagen „eindimensional“ übertragen. Daher brauchen wir für die Simulation einer Richtungsabbildung oder des Raumes mehrere Mikrofone. Betrachten wir nun die beiden Parameter die unser Ohr zur Richtungs wahrnehmung heranzieht (außer der bereits erwähnten Klangfarbenänderung):

1. Die Laufzeitunterschiede des Schalls und
2. die Pegelunterschiede durch Abschattung.

Der Schall wird am abgewandten Ohr später und leiser empfangen, diese Unterschiede signalisieren recht genau die horizontale Position der Schallquelle. Übrigens reicht einer der beiden Parameter aus, sie können sich aber ergänzen oder sogar kompensieren.

Bei der Stereomikrofonierung bildet man diese Parameter nach und unterscheidet so zwischen:

1. Laufzeitstereophonie (Zwei ungerichtete Mikrofone in einem Abstand aufgestellt)
2. Intensitätsstereophonie (Zwei unterschiedlich gerichtete Mikrofone am gleichen Ort)
3. Äquivalenzstereophonie (Eine Mischung aus beiden Prinzipien, z.B. das vom ORTF entwickelte Mikrophon)



In der Regel kann man ein solches Stereomikrofon aus zwei Einzelmikrofonen und einer kleinen Traverse (im Handel erhältlich) zusammenbasteln, das Bild zeigt die Anordnung mit Nierencharakteristik für Intensitätsstereophonie. Dreht man die Mikrofone jeweils auf 65° nach außen und stellt den Abstand auf 17cm ein, hat man die erwähnte ORTF Anordnung. Diese zwei Beispiele erschöpfen noch lange nicht die Vielfalt der gebräuchlichen Stereoanordnungen, ein Profi wird je nach Aufnahmesituation und gewünschter Klangbalance mitunter ganz andere Aufstellungen bevorzugen.



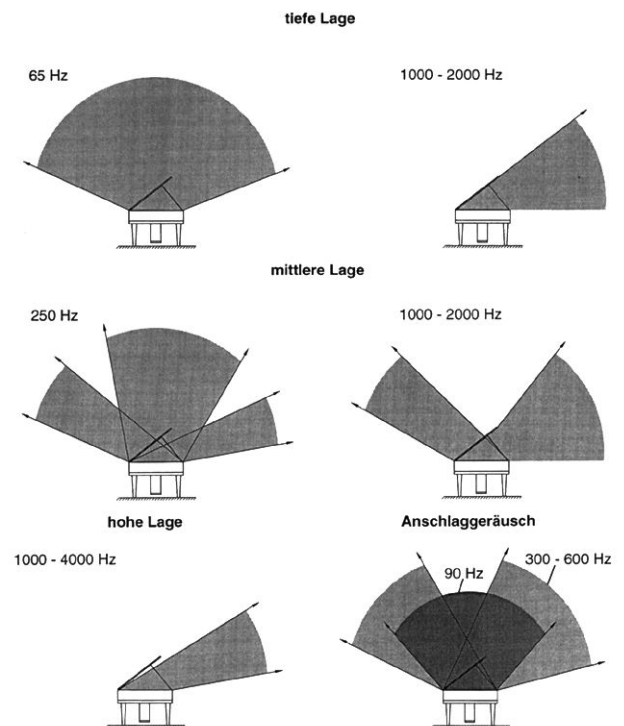
Abstrahlung des Instruments (Nach J. Meyer²)

Nun interessiert uns natürlich hauptsächlich der Klang, der uns später auf der Aufnahme dargeboten wird. Und der entsteht im Instrument und im umgebenen Raum. Hier kann man vielleicht schon die nächsten Problemfelder heraushören: Der Klang des Instruments ist keine fixe Größe, er ändert erheblich sich mit dem Abstand und der Position im Raum. (Das kann man übrigens gut nachvollziehen, wenn man um einen Flügel herumgeht und dabei die Ohren mit den Händen nach hinten abschirmt)

Glücklicherweise sind einige akustische Untersuchungen zur Abstrahlcharakteristik des Flügels bereits gemacht worden, so daß wir uns nicht nur auf die Ohren verlassen müssen. Erwartungsgemäß werden die hohen Frequenzen in allen Lagen durch den offenen Deckel zum Publikum hin gelenkt. Diese Anteile gehen bei geschlossenem Deckel verloren, man sollte also immer den Deckel offen lassen, auch bei Liedaufnahmen. Ersichtlich ist auch der starke tieffrequente Anteil der Spielgeräusche (Anschlag und Pedal), der vorzugsweise nach oben abgestrahlt wird.

Diese Information gibt uns schon den ersten Anhaltspunkt, wo das Mikrofon zu plazieren sei. Genauso ist aber auch ersichtlich, daß es mehrere Positionen mit unterschiedlichen Kompromissen geben muß, zumal jedes Instrument sich etwas anders verhält. Je nach Literatur, Interpret, Instrument und Raum muß auch eine bewährte Mikrofonanordnung jedesmal wieder etwas korrigiert werden. Besonders im Nahfeld ist dies schwierig, da kleine Unterschiede in der Position große Veränderungen hervorrufen können.

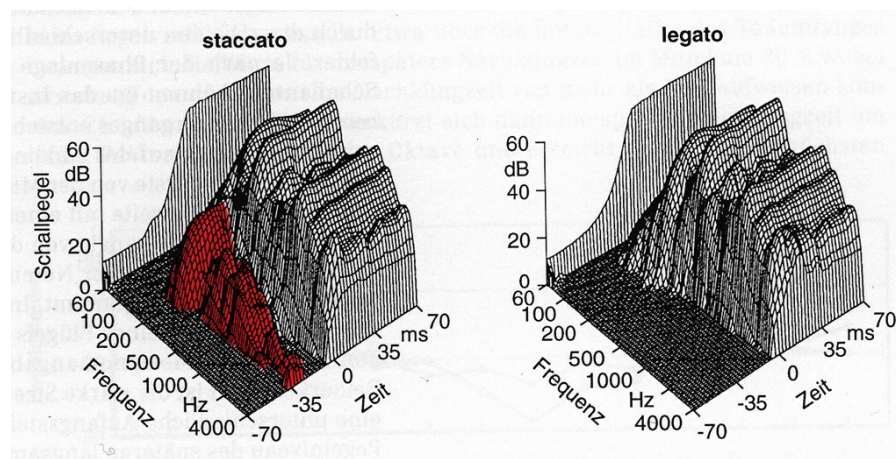
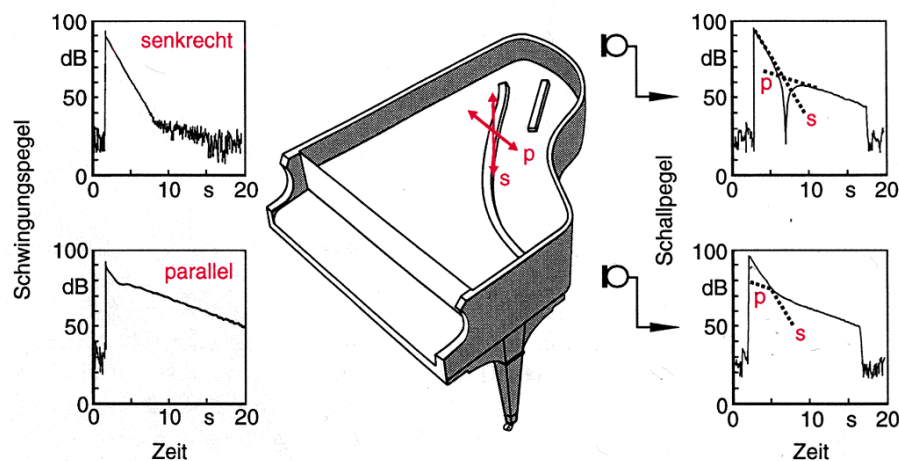
Etwas anders verhält es sich bei Jazz oder Unterhaltungsmusik mit Verstärkung. Hier kann man z.B. zwei Mikrofon über den Schallöchern des Rahmens (bei Steinway) plazieren und notfalls den Deckel zumachen, um Rückkopplungen zu vermeiden. Ein runder, räumlicher Klang wird so natürlich nicht entstehen, mit künstlichem Nachhall läßt sich das aber etwas kompensieren.



Interessant beim Flügel ist auch das typische, lange Nachklingverhalten. Es entsteht durch die Kombination von parallelen und senkrechten Saitenschwingungen (bzgl. Dem Resonanzboden).

Zu Beginn des Anschlags wird die Saite senkrecht angeschlagen, diese Schwingung verklingt jedoch schnell, da die Energie über den Steg auf den Resonanzboden übertragen wird. Die parallele Schwingung zwischen den Saiten kann aber noch deutlich länger fort dauern. Es gibt dann wieder Rückwirkungen, die Schwingungen stoßen sich also gegenseitig immer wieder an.

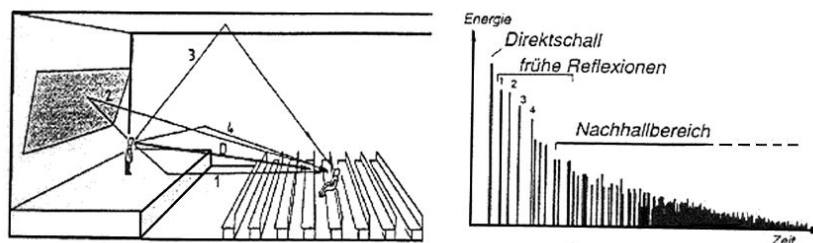
Der Anfang des Klaviertons ist sehr energiereich. Das rührt vor allem von den Anschlagsgeräuschen. Je nach Spielweise können diese erheblich differieren, hier hört man z.B. den Unterschied zwischen Staccato- und Legato-spiel.



Raum und Räumlichkeit

Der Klang des Instruments entwickelt sich erst richtig im Raum. Eine gute Raumakustik ist deshalb mitentscheidend für den wahrgenommenen Klang. Je nach Raum und Sitzposition des Zuhörers kann das Ergebnis ein Genuß, aber auch eine Qual sein. Deshalb möchte ich noch kurz in einige Grundbegriffe der Raumakustik einsteigen.

Eine Schallquelle wird in jedem Raum nicht nur direkt das Ohr des Zuhörers erreichen, sondern auch über die Umwege des Podiums, der Decke oder Seitenwände. Das Reflexionsverhalten ist prinzipiell äquivalent zum Optischen, läßt man die frequenzabhängige Absorption der Begrenzungsflächen außer Acht. Das Ohr erreichen so unzählige zeitlich gestaffelte Signale, die auch lauter als der Direktschall sein können. Ab einer gewissen Dichte spricht man von Nachhall.



Entscheidend sind vor allem die früheren Reflexionen und die Dauer des Nachhalls. Mit diesen beiden Parametern kann man einen Raum schon einigermaßen charakterisieren. Wieviel Raum man möchte und wie er die Interpretation beeinflussen kann, zeigt das Beispiel der Bach Solo-Suiten für Violine mit Sigiswald Kuiken vs. Monica Hugget.

Aufnahmeleitung

Die Rolle des Tonmeisters / Aufnahmeleiters ist vielseitig, und geht weit über den technisch-/akustischen Bereich hinaus. Er muß sich auch durch Kenntnisse im musikwissenschaftlichem und interpretatorischem Bereich das nötige Werkzeug aneignen, um in einer Produktion die richtigen Entscheidungen zu treffen. Vergleicht man z.B. folgende Konzertaufnahme mit der zeitnah entstandenen Produktion, so wird der Einfluß des Tonmeisters hörbar. Im Idealfall ist er gleichwertiger musikalischer Partner, und hilft so zum Gelingen der Aufnahme.

Die letzte Entscheidung über die richtigen Takes trifft der Tonmeister beim Schnitt. Dies ist ein Montagevorgang, heute ausschließlich am Computer vorgenommen, der die Sequenzen aus der Produktion erst in einen Zusammenhang stellt. Auch hier kann man den Einfluß des Tonmeisters noch nachweisen, wie zwei kleine Klangbeispiele zeigen sollen.



Fazit

Eine gelungene Klavieraufnahme ist von vielen technischen, akustischen und musikalischen Kriterien abhängig. Die technische Ausstattung der Aufnahmeapparatur spielt (leider) nur eine untergeordnete Rolle. In diesem Vortrag sollten dafür einige wesentliche Punkte angerissen werden, die zum Verständnis der Zusammenhänge beitragen sollen.

Konzertmitschnitt mit Angela Hewitt

¹ Jürgen Meyer, Akustik und musikalische Aufführungspraxis, Edition Bochinsky 2004

² dito