

Alfred Binet, Jules Courtier
Recherches graphiques sur la musique

aus:

L'Année psychologique

Travaux du Laboratoire de Psychologie de Paris
2e Anné 1895, Paris 1896. S. 201 - 222.

Übersetzung: Hans-W. Schmitz

Veröffentlicht in: Das Mechanische Musikinstrument,
Nr. 61, Oktober 1994. Seite 16-24

Copyright 1984, 2003 by Gesellschaft für
selbstspielende Musikinstrumente e.V.

Hans-W. Schmitz

Bemerkungen zum Bericht von Binet und Courtier
und zum Aufnahmeapparat von Welte

Veröffentlicht in: Das Mechanische Musikinstrument,
Nr. 61, Oktober 1994. Seite 24-25

Copyright 1984, 2005 by Gesellschaft für
selbstspielende Musikinstrumente e.V.

Veröffentlicht mit Genehmigung der
Gesellschaft für selbstspielende Musikinstrumente e.V.
<http://www.musica-mechanica.de>

Untersuchungen mit graphischer Aufzeichnung in der Musik*

Wir haben uns in letzter Zeit¹ vorgenommen, die graphische Aufzeichnungsmethode auf die Musik mit der Absicht anzuwenden, gewisse Aspekte der Psychologie der Bewegungen zu studieren. Nach ausreichend langen tastenden Versuchsschritten haben wir einige Resultate erhalten, die wir hier zusammenfassen wollen. Diese Resultate interessieren vielleicht die Musiker. Wenn sie einen Blick auf unsere Aufzeichnungen werfen, werden sie darunter gewisse Fakten finden, mit denen sie schon durch die tägliche Beobachtung vertraut sind. Sie bemerken dabei vielleicht auch andere Dinge, die ihnen möglicherweise nicht klar bewußt waren. So subtil es auch sein mag, das musikalische Empfinden erfaßt gewisse feine und schnelle Details bei der Ausführung von Musikstücken nicht mehr. Es liefert nur einen subjektiven und flüchtigen Eindruck. Es lohnt sich, das Gehörte mit Hilfe der graphischen Methode zu überprüfen und sogar richtigstellen zu können, die eine dauerhafte und meßbare Zeichnung vor unseren Augen hinterläßt.

Unsere Versuche beschränken sich bis hier auf die Anschlagsbewegungen von Pianisten; wir nehmen nicht den Ton auf, sondern die mechanische Arbeit der Finger auf den Tasten. Die Aufnahme entsteht mit Hilfe eines Kautschukschlauchs, der in einer passenden Position unter der Taste fixiert ist. Wenn die Taste niedergedrückt wird, trifft sie auf den Schlauch und drückt ihn zusammen. Daraus resultiert ein Luftstoß, den man mit den bekannten Verfahren in einer Schreibtrommel registriert. Der Luftdruck überträgt auf diesen Schreiber eine Bewegung, die auf einen ablaufenden Papierstreifen aufgezeichnet wird. Wenn man die Tasten nicht anschlägt, zeichnet der Schreibstift eine uniforme gerade Linie auf das Papier. Das ist die Linie der Ruhelage, die man Abszisse nennt. Sobald eine Taste gedrückt wird, hebt der Luftstoß, der in der Trommel entsteht, den Schreibstift und läßt ihn oberhalb der Abszisse eine Kurve zeichnen, dessen Höhe mit der Tonstärke korrespondiert, dessen Länge mit der Tondauer übereinstimmt und dessen verschiedene Formdetails den Details der aufgewendeten Muskelarbeit des Pianisten entsprechen, wie wir noch weiter unten zeigen werden. Das, was wir hier über eine Note sagen, bezieht sich ebenso auf eine Reihe von Noten, auf ihre Intervalle, auf ihre Kombinationen. Resümierend läßt sich sagen, Kraft, Form und Dauer, das sind die drei Elemente, über die die graphische Methode

eine wesentlich genauere Auskunft geben kann als Personen mit dem geübtesten Gehör.

Wozu soll diese sehr präzise, auf die Musik angewandte Methode dienen? Die Zielrichtung ist dreifach: psychologisch, pädagogisch und künstlerisch.

1. Das psychologische Interesse. Unsere erste Absicht war, eine psychologische Studie über Bewegungen zu machen. Normalerweise studiert man in der Psychologie einfache Bewegungen an Versuchspersonen, die sich gewissermaßen in einer etwas künstlichen Versuchsanordnung befinden. Auch muß sich die Person an ein spezifisches Instrument anpassen, das sie nicht gewöhnt ist, wie den Dynamograph, den Ergograph usw. Mit der Vorrichtung, welche wir untersuchen, können wir hier freiwillige komplexe Bewegungen beobachten, und zwar viel komplexere als solche beim Schreiben und Malen. Und wir halten sie in ihrem Normalzustand, ohne den Künstler dabei irgendeinem Zwang zu unterwerfen und ohne ihn befürchten zu lassen, daß er sich in einem Experiment befindet. Tatsächlich ist weder dem äußeren Anschein nach etwas an dem Pinnao verändert, auf dem er spielt, noch am Tastenanschlag.

2. Das pädagogische Interesse. - Dieser zweite Aspekt unserer Untersuchungen wurde auf sehr lebhaft Weise von allen Künstlern mitempfunden, die bei uns mitgewirkt haben. Die aufgezeichneten Kurven zeigen jedem Künstler das Mehr oder Weniger an Perfektion seines Anschlags und die Fehler, die ihm zur Gewohnheit geworden sind. Es sind so präzise Aufzeichnungen, daß sich ihnen jeder trotz der Widerstände der Eigenliebe unterwerfen muß. Ein Künstler sagte uns beim Betrachten einer seiner Aufzeichnungen mit Melancholie: „Das ist ein Beichtstuhl“.

Während der Untersuchungen mit einem anderen Künstler baten wir ihn nach jedem Versuch (er mußte Ausführungen zum Decrescendo machen), uns zu sagen, was er von der Ausführung hielt. Jedoch, der Künstler konnte sich nur immer wieder vage artikulieren: „Das ist sanft, das ist undeutlich, das ist kraftlos.“ Die Aufzeichnungskurven zeigten ihm jedesmal die präzise Tatsache, und er lernte auf gewisse Art, sich seiner selbst bewußt zu werden.

Eine Pianistin der Kolonnadenkonzerte, die der zufällige Auslöser unserer Untersuchungen geworden war, als sie uns bat, den Unterschied ihrer drei Anschläge aufzunehmen, hat unsere graphische Versuchsanordnung benutzt, um ihr musikalisches Studium zu kontrollieren und zu vertiefen. Wir sind nun zu der begründeten Überzeugung gelangt, daß diese Methode all denjenigen große Dienste leisten kann, die ihre Spielart verbessern wollen. Wir hielten es auch für nützlich, einen vereinfachten Aufnahmeapparat zu bauen, den wir weiter unten beschreiben.

3. Das künstlerische Interesse. - Man weiß, daß die Musiknotation trotz ihrer komplizierten Struktur nicht alle Nuancen der Ausführung eines Musikstückes wiedergeben kann. Sie zeigt das Tempo ohne irgendeine Feinheit an, es sind aber schon Nuancen in der Dauer zwischen Ganz- und Halbtönen möglich, die Tempi eines Stückes können sich beschleunigen oder sehr sachte verlangsamen, ohne daß die Notenschrift das anzeigen könnte. Auch bedient man

*Dieser Beitrag erschien erstmals 1895 in: *L'Année Psychologique* (2. Jahrgang), *Travaux du Laboratoire de Psychologie de Paris*. Er wird hier in einer ungekürzten deutschen Übersetzung der Redaktion von DMM wiedergegeben.

¹Eine erste Erörterung unserer Resultate hat am 18. März 1895 vor der Akademie der Wissenschaften stattgefunden. Darüber hinaus hat einer von uns (Binet) die musikalischen Diagramme in den Konferenzen zur Psychologie an der Universität Bukarest projizieren lassen, um sie einem Auditorium sichtbar zu machen.

sich einer Vielzahl von vagen Bezeichnungen in italienischer Sprache und mißbraucht sie, um die schweren Mängel aus dem Weg zu räumen. Denken wir auch daran, daß das Metronom ein viel zu unvollkommenes Instrument ist, um die Tempi in der Musik zu messen. Kurz gesagt, mehrere Personen können das gleiche Stück sehr wohl mit unterschiedlichem Ausdruck ausführen, obwohl sich jede von ihnen getreu an das geschriebene Notenblatt hält. Es wäre sicher von großem Wert, die Aufzeichnung eines Werkes zu haben, das vom Autor selbst ausgeführt wurde. Bereitwillig kann dieser nur ein Ausdrucksmittel akzeptieren, das es ihm ermöglicht, seine Gedanken so genau wie möglich darzustellen. Die graphische Methode kann tatsächlich die Tempi auf die hundertstel und tausendstel Sekunde genau angeben und die relativen Anschlagstärken der Tasten anzeigen.

Wir möchten nun in wenigen Worten beschreiben, wie wir die graphische Methode am Klavier angewendet haben. Diese Methode wurde durch die Arbeiten von Marey zu einem beachtenswerten Perfektionsgrad gebracht, die unsere Arbeit mächtig vereinfacht hat. Nichts destoweniger mußten wir eine größere Zahl von Schwierigkeiten überwinden, um eine zufriedenstellende Versuchsvorrichtung unter den Vorbedingungen zu finden, die uns von den Pianisten auferlegt waren und auch durch die Linienführung auf dem Papier. Wir mußten uns also vorher mit einigen Fragen der allgemeinen Gebrauchsfähigkeit beschäftigen, die nicht zu verachten sind. Für unsere Vorrichtung durfte keinerlei Veränderung in der inneren Konstruktion des Pianos notwendig werden, und sie mußte sich mit einem Minimum an Aufwand an jedwedem Instrument anbringen lassen. Darüber hinaus sollte der Aufnahmeteil des Apparates durch einfachen Knopfdruck in Betrieb gesetzt werden können, wenn er im Piano angebracht ist, oder vor dem Tasteneingriff geschützt werden können.

Es war noch wichtiger, daß der Tastenwiderstand nicht verändert wurde, weil die Pianisten sich an eine bestimmte Spielschwere gewöhnt haben. Wir konnten feststellen, daß die Künstler doch stark beeinflusst sind, wenn man selbst in sehr geringem Maße die Anschlagshere der Tasten verändert, und daß sie dann einen Teil ihrer Ausdrucksmöglichkeiten verlieren.

Die Anforderungen an die Spuraufzeichnung waren nicht weniger zahlreich. Es ist natürlich auch klar, daß zwei beliebige Töne, mit gleicher Stärke angeschlagen, zum gleichen Kurvenauschlag führen müssen; aber das war noch gar nichts: Der Aufnahmeteil des Apparates mußte so ausgelegt sein, daß die Stärke des Tastenanschlages zur Höhe der Spurblenkung korrespondierte und daß ein Akkord von zwei Noten zu einer doppelt so hohen Kurve führte wie bei einer einzelnen Note. Weiße und schwarze Tasten mußten bei gleicher Anschlagstärke gleichen Kurvenauschlag haben, obwohl ihr Hebelarm unterschiedlich war. Schließlich war es unabdingbar, daß, während zwei Töne gehalten werden, etwa zwei C in der Oktave, die Zwischentöne in der Tonleiter erfassbar blieben.

Der Apparat, den wir verwendet haben, ist nicht vollständig, aber er hat den Vorteil, daß er die meisten Anforderungen erfüllt, und das macht er - fast paradoxerweise - dank seiner Einfachheit (Bild 1). Er besteht im wesentlichen aus einem einzelnen Kautschukschlauch, der unter die Tasten gelegt wird und der mit seinen beiden äußeren Enden an einen einzelnen Trommelschreiber angeschlossen

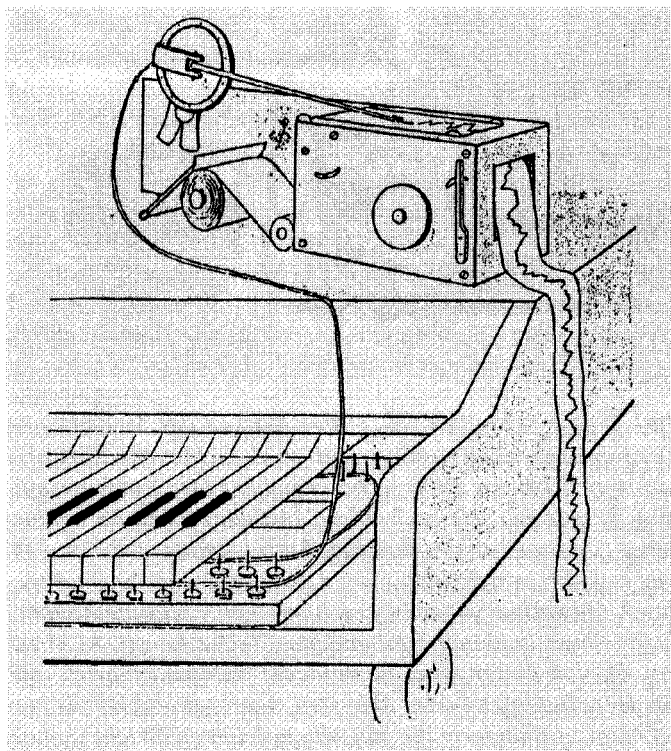


Bild 1: Apparat zur Aufzeichnung der Anschlagstärke von Pianisten.

sen ist. Diese organische Einheit vermeidet solche Fehler, die aus unterschiedlichen Empfindlichkeiten und Einstellungen von komplizierten Luftapparaturen entstehen. Der Kautschukschlauch von 6 mm Durchmesser liegt auf einer Holzlatte, die man direkt an der hinteren Seite des Spieltisches anbringt. (Anmerkung des Übersetzers: Hier ist der Originaltext „qu'on adapte ... en arrière du plateau du piano“ offenbar fehlerhaft. Gemeint ist wohl „en arrière de la façade du plateau du piano“, also: direkt hinter der Vorderkante des Spieltisches bzw. des Stuhlbodens.)

Die Höhenlage der Holzleiste kann mit einem System von Keilen beliebig variiert werden, das man mit einem Einstellknopf regelt. Mit dem Einstellknopf kann man die Aufnahmevorrichtung an das Tastenniveau heben oder senken. Wenn sie auf dem richtigen Niveau fluchtet, drückt sich die Taste ein, wenn nicht, unterbleibt eine Registrierung. Wenn schließlich der Aufnahmeteil das Niveau der Tastenpolster (Fleckchen), die als Druckpuffer dienen, auch nur wenige Millimeter überragt, ist der Tastenwiderstand nur unwesentlich erhöht.

Der Trommelschreiber, den wir benutzen, ist ein Schreiber von Marey mit Kautschukmembran, der mittels einer Schreibfeder auf ein Papierblatt schreibt. (Anmerkung des Übersetzers: Mit dem Schreiber von Marey ist ein Kardiograph oder ähnliches Gerät gemeint, vgl. Bild 2.) Im allgemeinen läßt man den Schreibstift auf einen sich drehenden Zylinder schreiben, der mit Ruß überzogen ist. Um das Instrument praktisch handhabbar und für die Künstler akzeptabel zu machen, haben wir einen vereinfachten Apparat gebaut. Ein Papierstreifen wird von zwei Reibrollen gezogen, die von einem Uhrwerk angetrieben werden. Der Apparat ist tragbar und hat kleine Abmessungen, etwa wie ein Lexikonformat. Wir haben die Schwärzung des Papiers unterlassen und konnten einen neuartigen Tintenschreibstift benutzen. Er besteht aus einem Tank für spezielle Tin-

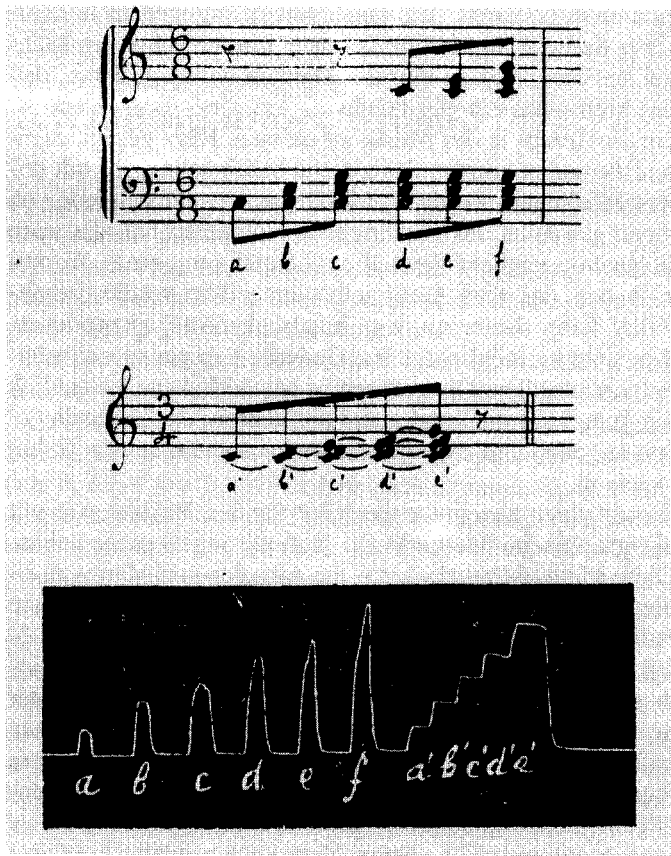
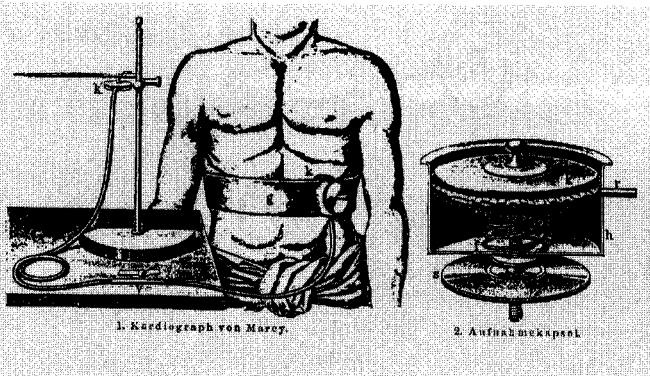


Bild 2: Der Schreiber von Marey fand in der Medizin als Kardiograph Verwendung und wird in Meyers Konversationslexikon von 1906 so beschrieben: Der Kardiograph (Fig. 1; griech., „Herzschreiber“) ist ein von Marey erfundener Apparat zur graphischen Aufzeichnung der Herzbe-
 wegung. Er besteht aus zwei Luftkapseln, d. h. flachen, durch Gummimembranen geschlossenen und miteinander durch einen Schlauch verbundenen Tellerchen (k u. k' in Fig. 1); von diesen wird die eine, die Aufnahmekapsel, auf das Herz aufgesetzt oder über ihm mittels eines Gürtels (g) befestigt, die andere, die mit einem leichten Zeichenhebel versehene Schreibkapsel neben einem rotierenden, mit be-
 rußtem Papier überspannten Zylinder aufgestellt. Der die Lufträume beider Kapseln verbindende Schlauch ist mit einem Ventil (v) versehen. Die Aufnahmekapsel, die in Fig. 2 in 1/3 natürlicher Größe dargestellt ist (k ist das mit der Membran überzogene Tellerchen, r das mit der Schlauchleitung zu verbindende Abzugsrohr, p ein auf der Membran befestigter Knopf, h eine metallene Hülse, aus der die Kapsel je nach der durch die Schraubenmutter s bewirkten Einstellung der Feder f mehr oder weniger hervorragt), überträgt die durch Herzstoß erhaltenen Impulse auf die Schreibkapsel, deren Hebel den zeitlichen Ablauf der Bewegung auf den Zylinder verzeichnet. So erhält man Herz-
 kurven oder Kardiogramme. Weicht die Tätigkeit des Herzens von der normalen ab, so zeigt sich dies an bestimmten Veränderungen des Kardiogramms, das daher für die Dia-
 gnostik wichtig ist.

Bild 3: Die Kurvenausschläge (von links nach rechts): a beim Anschlagen einer Note; b,c,d,e,f beim Anschlagen von Akkorden von 2,3,4,5 und 6 Noten, a',b',c',d',e' wenn man fünf Noten nacheinander anschlägt und die Tasten ge-
 drückt hält.

te (encre en amadou), dessen kapillarer Tintenfluß an einen Schreibstift aus porösem Holz nur langsam nachläßt. Untersuchen wir nun schrittweise, was dieser Registrierapparat unter den Gesichtspunkten der Anschlagkraft, der Zeit und der Form leistet.

Die Kraft. - Die Kurve in Bild 3 ermöglicht uns, die Wiedergabegüte zu studieren, mit welcher der Apparat unterschiedliche Anschlagstärken aufzeichnet.

Die Kurve entspricht einer Reihe von Akkorden: Bei a wird ein Ton angeschlagen, bei b zwei, bei c drei Töne usw. bis zu sechs Tönen. Man sieht, daß die Kurve graduell höher wird, sie ist z. B. für vier Töne höher als für zwei und für sechs Töne höher als für vier. Ist nun die Höhe des Kurvenausschlags proportional zur Zahl der angeschlagenen Töne? Das ist schwierig zu sagen; wenn eine Person drei Töne gleichzeitig anschlägt, weiß man nicht, ob sie für jeden die gleiche Kraft aufwendet, als wenn sie sie nacheinander anschlagen würde.

Ein anderes Experiment, ebenfalls in Bild 3 dargestellt, antwortet besser auf die Frage: Bei a' schlägt man eine Note an, bei b' eine zweite, wobei die erste Taste gedrückt

bleibt. Man erkennt, daß die Kurve exakt diese zwei aufeinanderfolgenden Noten aufzeichnet, die eine Übertreibung dessen darstellen, was man in der Musik "Gebunden" nennt. Dann drückt man eine weitere Taste und so sofort und hält dabei die vorhergehenden immer noch gedrückt. Jede Note prägt sich unabhängig von der vorhergehenden ein, die auch gedrückt bleibt. Das Zusammenwirken stellt eine Treppenkurve dar, in der jede Note eine Stufe produziert. Die Länge und die Höhe der Stufen sind nicht peinlich genau gleich wegen der Ungeschicklichkeit der Person, die das Experiment gemacht hat. Nebenbei gesagt bietet diese Übung, obwohl sie keinerlei direkten musikalischen Wert hat, den Musikern einen ernsthaften pädagogischen Ansatz und zeigt ihnen die Gleichheit oder Ungleichheit ihrer Finger.
 Schließlich beweist Bild 3, daß die Versuchsanordnung ausreichend empfindlich ist, um die Anschlagstärke durch die Höhe des Kurvenausschlags anzuzeigen. Natürlich müssen wir hier nicht nach einer klaren mathematischen Größe zwischen Kurvenhöhe und Anschlagintensität suchen, weil eine Kautschukmembran das nicht liefern kann. Ihre Elastizität hat Grenzen, und sie wird in dem Maß schwächer, wie man sich dieser Grenze nähert. Daraus ergibt sich die Folgerung: Angenommen, bei einer Anschlagkraft 1 bewegt sich die Schreibfeder der Membran um 1 cm, so kann sie bei 10facher Kraft nicht um 10 cm ausschlagen. Der Effekt wird von der Membranspannung abhängen, von ihrer Größe und von anderen Umständen. Man kann aber praktisch eine Skala für die einzelnen

Druckbereiche herstellen. Doch das sind Untersuchungen, die keinen Bezug zu den Studien haben, die wir machen. Daher wollen wir nicht länger dabei verweilen.

Weiter oben haben wir von der Notwendigkeit gesprochen, weiße und schwarze Tasten auszugleichen, um gleichwertige Kurven zu erhalten. Man weiß, daß diese Tasten nicht den gleichen Widerstand haben: Die schwarze Taste ist im Anschlag schwerer als die weiße, und um sie niederzudrücken, muß man sie mit einigen Gramm mehr belasten. Außerdem ist sie durch ihre Form und ihre Position für die Finger weniger leicht zugänglich, und der Anschlag wird nicht in der gleichen Weise ausgeführt. Diese Gründe sind mehr als genügend, um zu belegen, daß der Kurvenausschlag der schwarzen Tasten nicht strikt vergleichbar ist mit dem der weißen. Wir haben daher einfach untersucht, wodurch die Kurven gleich hoch werden, wenn die zwei Tastenarten mit höchster Intensität angeschlagen werden. Nach langem Probieren sind wir empirisch zu einem Resultat gekommen. Wir haben schließlich eine Anordnung gewählt, die sehr gute Ergebnisse liefert. Sie besteht darin, die Holzleiste, die den Schlauch trägt, an den Stellen der schwarzen Tasten leicht auszukehlen. Auf diese Art wird die Widerstandskraft für alle Tasten gleich, und die Kurven haben exakt die gleiche Höhe.

Relativ zur Frage der Anschlagstärke gibt es noch eine andere Fragestellung, die wir weiter oben angesprochen haben. Es ist notwendig, daß der Apparat alle Zwischentöne während der gehaltenen Töne registriert, eine Schwierigkeit, die sich im Lauf der Untersuchungen zeigen kann. Wir haben die Aufnahmen abgesichert durch Berechnungen der Höhenlage und des Durchmessers des Schlauchs in bezug auf das Niveau der Tastenpolster (Mouches/Vorderdruckscheiben), wobei der Schlauch niemals vollständig plattgedrückt war. Es bleibt ein kleiner Freiraum, um die später angeschlagenen Zwischentöne zu registrieren. Das zeigt die Kurve in Bild 4, die zu einem Experiment dieser Art gehört. Zusammenfassend kann man feststellen, daß die oberhalb der Abszisse aufgezeichnete Kurve doch gut der Anschlagstärke auf die Tasten entspricht.

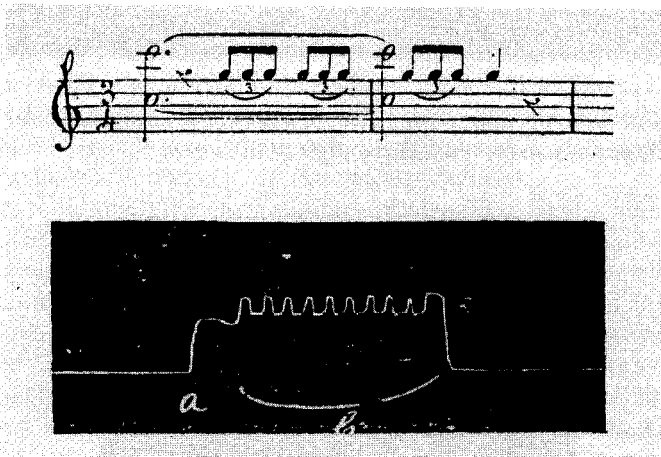


Bild 4: Die Kurve, wenn man zwei C in der Oktave angeschlagen hält (a in der Zeichnung) und dann eine dazwischenliegende Note wiederholt (b in der Zeichnung)

Die Zeit.- Die Zeit ist einer der Faktoren, welche die graphische Methode mit größter Genauigkeit angibt. Wir brauchen uns daher an diesem Punkt nicht aufzuhalten und beschränken uns darauf, zwei auf unseren Apparat bezo-

gene, einfache Beobachtungen zu machen:

1. Wenn man die beiden Enden des Kautschukschlauches an der Aufnahmetrommel zusammenführt, machen wir uns eine Anordnung zu eigen, die im Effekt praktisch dazu führt, die Entfernung aller Tasten zur Aufnahmetrommel auszugleichen. Nehmen wir einmal an, der Schlauch sei an einem seiner Enden geschlossen, so sind die diesem Ende zugeordneten Tasten weiter als die anderen von der Aufnahmetrommel entfernt. Das hätte bei der Aufnahme ihrer Betätigung eine Verzögerung zur Folge.

2. Durch die Einheitlichkeit des Aufnahmeschreibers ist eine genaue Zeitmessung zwischen verschiedenen Tönen gewährleistet.

Die Form. - Theoretisch muß die graphische Methode die Form der Bewegung ergeben. In der Realität wird dies nicht immer erreicht. Man weiß, daß die Registrierung von äußerst schnellen Bewegungen bei der graphischen Methode noch zu enttäuschenden Resultaten führt. Die Bewegungen erschüttern die Kautschukmembran der Trommelschreiber stark und führen zu einem Ausschlag der Schreibfeder, welcher die Kurve entstellt. In unseren ersten Versuchen haben wir Entstellungen dieser Art erhalten, und sie ließen sich nicht ändern, da die Anschlagsbewegungen der Pianisten äußerst schnelle Bewegungen von einigen hundertstel Sekunden sind. Unsere Kurven waren von den Vibrationen der Schreibfeder entstellt, die den Kurven einen Großteil ihrer Aussagekraft nahmen. Wir zeigen in Bild 5, Linie A, eine dieser entstellten Kurven, um ihre Bedeutung als denkbaren Ausgangspunkt von Irrtümern zu demonstrieren, der durch die Trägheit des Apparates verursacht wird.

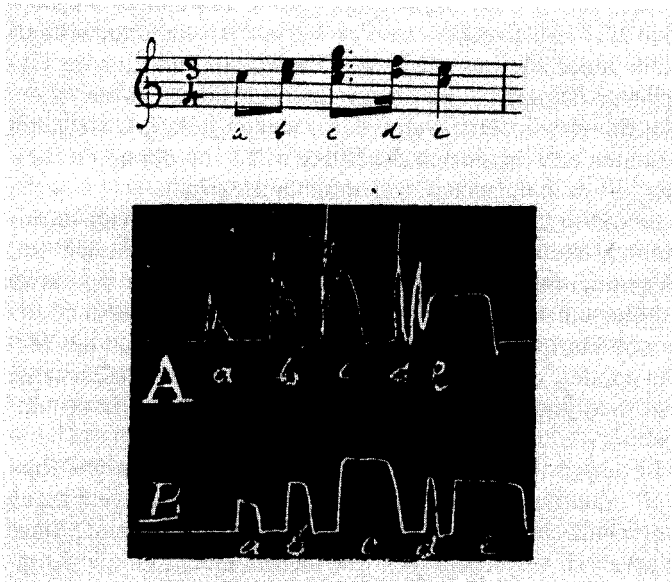


Bild 5: Die Kurven in A sind mit einer direkten Schlauchverbindung aufgezeichnet; in B wurde eine Kapillaröffnung in den Übertragungsschlauch eingefügt.

Die Physiologen haben lange nach einer Korrektur des Apparates gesucht, und der historische Teil dieser interessanten Frage ist im allgemeinen wenig bekannt: Das liegt daran, daß viele Anstrengungen in dieser Richtung zu keinem akzeptablen Resultat geführt haben.

Meistens hat man sich bemüht, die Länge oder das Gewicht der Schreibfeder zu reduzieren und sich damit begnügt, fast mikroskopisch kleine Schreibkurven zu produ-

zieren, die man dann auf photographischem Wege oder durch Projektion vergrößerte. Man hat auch die Idee gehabt, in die Schreibfeder oder den Übertragungsschlauch der Feder Wolle oder egal welche Materialien zur Dämpfung zu integrieren, um den Schockimpuls schneller Luftstöße auszugleichen. Uns scheint jedenfalls, daß es schwierig ist, Effekte dieser Art zu messen und zu regeln.

Geduldige Nachforschungen haben uns zu einer ganz anderen Lösung gebracht. Die Beobachtung hat uns gezeigt, daß eine kapillare Öffnung ausreicht, die in den Übertragungsschlauch eingefügt wird, um die Schwingungen der Schreibfeder und die verschiedenen Deformationen auszugleichen, die durch die Trägheit des Aufnahmeapparates bedingt sind. Die Kurvenform ist durch diesen Kunstgriff gewissermaßen bereinigt. Ein Vergleich der beiden Kurven A und B in Bild 5 gibt die Gewißheit. Die Kurve A ist mit der herkömmlichen Methode aufgezeichnet, während die zweite, Kurve B, mit der Kapillaröffnung erfolgte. Wir haben jenen Apparat bauen lassen, dessen Hauptvorteil darin liegt, daß er für jedes Experiment erlaubt, die Darstellung der Phänomene zu regeln. Es besteht in seinem Hauptteil aus einer Membran mit verschiedenen großen Kapillaröffnungen. Dieser Apparat in der Größe einer kleinen Armbanduhr wird in den Übertragungsschlauch zwischengeschaltet.

Sofort danach angestellte historische Nachforschungen haben uns gezeigt, daß Marey den Kapillarschlauch an den Quecksilbermanometern benutzt hat, um den Mittelwert des Blutdruckes zu erhalten und um die Schwingungen aus der Herztätigkeit zu unterdrücken. Von da an war es nur ein kleiner Schritt, wie es scheint, um die gleiche Anordnung für die Übertragung von Luft anzuwenden. Tatsächlich war das Ergebnis beider Versuche sehr unterschiedlich: Jener Mareys glied die Drücke aus, unserer im Gegensatz läßt sie bis zu einem gewissen Punkt fortbestehen, damit wir die Differenz von zwei Drücken feststellen konnten und damit sich die Kurve nicht von der unterscheidet, die man mit einem freien Schlauch erhält.

Wir haben auch herausgefunden, daß M. Chauveau in seinem Museumslaboratorium Regelschieber benutzt hat. Wenn man mit Hilfe von Vorversuchen die Öffnung dieser Regler einstellt, begründet man die Kurve. Aber man erkennt dann wohl auch nicht die Art und den Grad des Widerstandes, der in den Übertragungsschlauch eingeschaltet wird, so genau wie mit den abgestimmten Kapillaröffnungen.

Mit der von uns beschriebenen Methode konnten wir Kurven erhalten, die den Musikern mehrere wichtige Fragen verständlich machen. Wir beschränken uns darauf, diese Kurven zu veröffentlichen und sie mit einem kurzen Kommentar zu begleiten.

1. Gleichheit der Finger. - Man weiß, daß die einzelnen Finger durch die anatomische Konstitution der Hand weder die gleiche Kraft noch die gleiche Bewegungsfreiheit haben. Das wesentliche Ziel einer großen Zahl musikalischer Übungen ist es, die Kraft der zwei letzten Finger der Hand zu verbessern, die die schwächsten von allen sind. Gute Kenner versichern, man könne die allermeisten musikalischen Schwierigkeiten spielen, sobald Ringfinger und kleiner Finger gleich stark und gleich unabhängig geworden sind wie Daumen und Zeigefinder. Unglücklicherweise ist allein das Gehör aufgefordert zu entscheiden, ob in einer Tonleiter oder einem Musikstück die Finger die Tasten mit

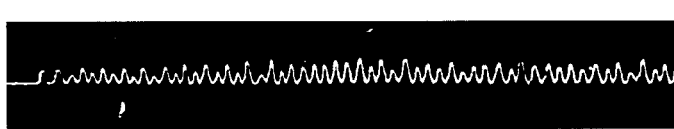


Bild 6: Ein Triller, der mit Zeigefinger und Mittelfinger angeschlagen wurde - Schwacher Zeigefinger

gleicher Stärke anschlagen oder nicht; und das Ohr - wir wiederholen es - kann sich irren. Wäre es nicht besser, eine Kurve zu haben, die den Künstler exakt über den motorischen Zustand seiner Hand aufklärt und über die Kraft, die jeder seiner Finger abgeben kann? Wir haben eine recht große Zahl von Kurven erhalten, an denen wir die Ausgewogenheit der Finger studieren konnten oder auch die Ungleichheit der Finger zwischen verschiedenen Personen. Wir haben Fehler aufgespürt, über die sich die Personen selbst nicht im klaren waren. Eine beispielsweise hat einen viel schwächeren Zeigefinger im Vergleich zu den anderen Fingern. Vor den Experimenten war sie sich dessen nicht bewußt. Jetzt kennt sie dieses Problem, und vielleicht gelingt ihr eine Korrektur. Wir zeigen die Kurve von einem Triller, der von dieser Person mit Zeigefinger und Mittelfinger ausgeführt wurde (Bild 6). Wenn man die Kurve untersucht, kann man sich davon überzeugen, daß die Ausschläge ungleich und zwar regelmäßig ungleich sind. Die geradzahligen Ausschläge, die zum Mittelfinger zugehören, sind höher als die ungeradzahligen, die dem Zeigefinger zuzuordnen sind. Diese Ungleichheit zeigt sich allerdings nur bei schnellem Spiel. Die Triller in Bild 6 wurden mit einer Geschwindigkeit von 8 - 10 Tönen pro Sekunde gespielt. Diese Besonderheit führt zu einer Beobachtung von allgemeinem Interesse: Die Mängel des Anschlags zeigen sich nur deutlich bei den schnellen Bewegungen, und diese letzteren sind der Stein des Anstoßes bei den Virtuosen. Man muß daher eine Versuchsperson schneller spielen lassen, wenn man ihren Anschlagsmechanismus studieren will.

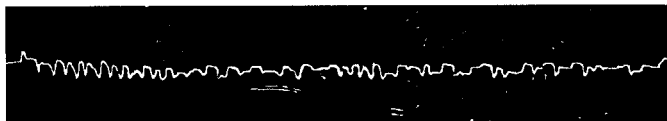


Bild 7: Schlechter Triller. Die mangelnde Koordination der Finger erscheint nach den ersten zehn Noten.

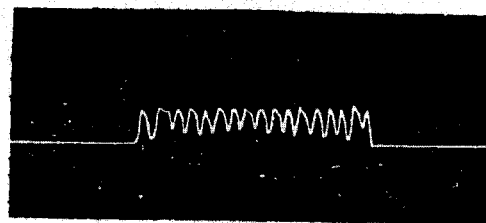
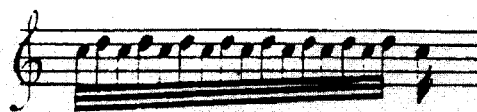


Bild 8: Von einem Klavierprofessor mit Zeigefinger und Mittelfinger gespielter Triller. Die Bewegung der Finger ist regelmäßig.

Wir stellen dieser ersten Kurve einen Triller von geübter Hand gegenüber, nämlich den von Mademoiselle Blanchard, einer anerkannten Klavierlehrerin. Wie man in Bild 7 sieht, ist die Bewegung des zweiten und dritten Fingers viel gleichmäßiger gewesen. Das Bild 8 zeigt einen Triller einer Person, die überhaupt nicht Klavier spielen kann: Die Bewegungen sind äußerst unregelmäßig. So hat man die gleiche musikalische Übung mit unterschiedlichen Perfektionsgraden vor Augen, und man kann die Unterschiede auf einen Blick sehen.

Die natürliche Ungleichheit der Finger zeigt sich nicht allein durch die Ungleichheit dieses Anschlags und durch die Unterschiede der Kurvenhöhe bei den graphischen Aufzeichnungen. Der Mangel an "Sonorem" eines Fingers hängt von einer großen Zahl von Faktoren ab, unter anderem von der Druckkraft, die durch den Finger auf die Taste ausgeübt wird. Man muß sich auch über die Bewegungsweise des Fingers im klaren sein, über die Geschwindigkeit und die Schnelligkeit, mit der er sich von der Taste abhebt, selbst wenn ein anderer Finger in Aktion tritt. Das bringt uns dahin, über Bindungen zu sprechen.

2. Die Bindung. - Zwei Noten sind gebunden, wenn eine von ihnen noch etwas gehalten wird, während man die zweite anschlägt. Gebundene Noten haben einen musikalisch sehr unterschiedlichen Wert im Vergleich zu nicht gebundenen Noten. Der durch die Bindung erreichte Effekt besteht darin, daß sich aufeinanderfolgende Noten verbinden, während Noten, die getrennt oder staccato gespielt werden, sich nicht verbinden und ihre Individualität behalten.

Dieser Unterschied ist an die Wirkung des Dämpfers gebunden, der die Schwingung der Saite unterbricht, sobald man den Anschlag der Taste beendet und infolgedessen den Ton abrupt unterbricht. Bei den gebundenen Noten übt der Dämpfer nicht in gleichem Grad seine Wirkung aus, weil eine Note noch fortgesetzt schwingen kann über mehrere Sekunden, manchmal selbst eine halbe Minute oder mehr, wenn sie bis zum Ausklingen des Tones gehalten wird.

Die Bindung von Noten kann beim Spielen eines Stückes freiwillig und notwendig sein. Aber bei einer großen Anzahl der Fälle ergibt sie sich gegen die Absicht des Spielers und bewirkt eine Ungenauigkeit seines Anschlages. Es kann daher wichtig sein zu wissen, in welchem Fall sich die Bindung von Noten unfreiwillig einstellt, und daher wird es sehr nützlich, die Kurven zu studieren.

Bei dieser Gelegenheit möchten wir folgende Beobachtungen erwähnen: In einer Reihe von Versuchen, für die uns zwei Berufspianisten ihren Wettbewerb anboten, haben wir zufällig beobachtet, daß einer der Künstler die letzten Noten gebunden spielte, wenn er aufsteigende Tonleitern mit höchster Geschwindigkeit spielte. Diese Bindung geschah nicht wissentlich. Mit der Tatsache konfrontiert, versuchte er, sein Spiel zu überwachen und die letzten zu trennen. Es gelang ihm nicht immer. Seltsamerweise waren sich weder er selbst noch seine Assistenten genau über das Resultat im klaren. Die Kurve jedoch zeigte mit unfehlbarer Präzision, wie die Noten gespielt worden waren. Bei dieser Gelegenheit wird man sich vielleicht fragen, wozu man in der Kurve Auskünfte suchen soll, die unnütz sind, da sie ja Besonderheiten aufzeigen, die vom Gehör nicht wahrgenommen werden, und da sich die musikalische Kunst doch allein an das Ohr wendet? Wir kommen nicht in Ver-

legenheit, auf diesen Einwand zu antworten. Der bewußte künstlerische Eindruck entsteht aus der Synthese von Elementen, die zum großen Teil unterhalb des Bewußtseins bleiben; aber um den bewußten Eindruck hervorzurufen, muß der Musiker diese unbewußten Elemente beherrschen, und bei dieser Gelegenheit liefert ihm die graphische Methode große Dienste.

Wie stellt sich die Bindung von Noten auf unserer Kurve dar, da sich doch der Schreibstift oberhalb der Abszisse bewegt? Wenn man die Taste losläßt, trifft der Stift wieder auf die Abszisse. Wenn man eine andere Taste drückt, bevor man die erste losläßt, fällt der Stift nicht ab oder höchstens zur Hälfte. Das Bindungsschema ist in unserem Bild 3 a', b' in der Treppenform ersichtlich, die natürlich nichts Musikalisches an sich hat: Die Noten sind bewußt für eine längere Zeit gehalten. In der Spielpraxis werden die Dinge ein wenig komplizierter: Der Finger verläßt eine Note, während ein anderer auf eine andere Taste drückt. Diese zwei Handlungen können gleichzeitig stattfinden oder mit sehr kurzem Intervall aufeinander in der Art folgen, was man am häufigsten auf der Kurve findet, nämlich Teilabfälle, unterbrochen von neuen Kurvenausschlägen. Wenn man eine Person bittet, eine Tonleiter oder eine Reihe von fünf Tönen zu spielen, ohne ihr weitere Erläuterungen zu geben, sind die Noten in der Regel gebunden. Sie sind es in verschiedenen Graden, was der Kurve eine große Unregelmäßigkeit gibt.

Außerhalb musikalischer Gründe ergibt sich die Bindung von Noten aus einer großen Zahl unterschiedlicher Bedingungen. Wir nennen hier nur drei davon: 1. In den Bewegungen der letzten Finger, besonders des vierten und fünften. 2. Im Zustand der Müdigkeit: Die Bindung von Noten ist ein Ausruhen für die müde oder träge Hand. 3. In den sehr schnellen Bewegungen. Die Kurve in Bild 9 gibt dazu ein Beispiel. Sie zeigt fünf von einem Laien mit steigender Geschwindigkeit gespielte Noten. Die ersten zwei Reihen sind noch mit gewisser Regelmäßigkeit ausgeführt, die folgenden relativ immer weniger, bei denen auch die überstürzte Bewegung eine eigenartige Ungleichheit der Finger produziert hat. Darüber hinaus entstehen Bindungen in dem Maß, wie sich die Geschwindigkeit steigert. Die letzten Serien geben eine undeutliche Kurve, die sehr wohl dem schwachen Höreindruck bei einem wenig korrekten Spiel entspricht.

Umsetzen des Daumens. - Jeder weiß, daß das Umsetzen des Daumens beim Klavierspiel eine gewisse Schwierigkeit darstellt. Nach dem zweiten und dritten Finger ist es

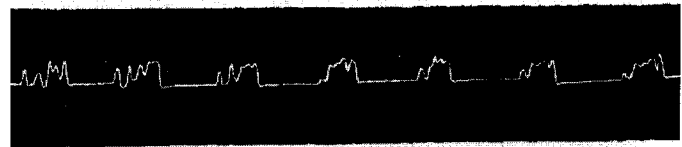
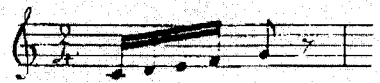


Bild 9: Fünf Noten werden nacheinander angeschlagen, Fingersatz 1,2,3,4,5 mit wachsender Geschwindigkeit. Die Noten sind um so mehr gebunden, je höher das Tempo wird.

leichter, schwieriger nach dem vierten und ernstlich schwierig nach dem fünften Finger (wie man es in gewissen Übungen findet), besonders bei schnellem Spiel. Wir zeigen mehrere Kurven, welche verschiedene Schwierigkeiten des Daumenumsetzens darstellen, die jeweils vom gleichen Künstler ausgeführt sind. Der Künstler spielte eine Reihe von zwei aufsteigenden Tonleitern. Der Fingersatz war in der gewohnten Folge 1.2.3./1.2.3.4./1.2.3./1.2.3.4.5. Dreimal wurde der Daumen umgesetzt: nach dem dritten Finger, dann nach dem vierten und wieder nach dem dritten. Wenn man das Umsetzen vom Anfang der Reihe aus abzählt, sieht man, daß es zwischen der 3. und 4. Note, der 7. und 8. und zwischen der 10. und 11. Note geschieht. Daher muß sich die Aufmerksamkeit während der Lektüre der Kurven auf diese Stellen wenden. Die Kurve in Bild 10A zeigt ein sehr langsames Spiel, die Noten sind staccato gespielt. Die Anschläge und Intervalle sind regelmäßig, alles ist korrekt. Wir haben aber schon festgestellt, daß sich fehlerartige Unregelmäßigkeiten der Spielart nicht bei langsamem Spiel zeigen. Jetzt bitten wir die Person, schneller zu spielen. Das Tempo ist ungefähr verdoppelt: (Bild 10B). Der Unterschied ist nicht bemerkenswert. Das Umsetzen des Daumens geschieht noch korrekt. Mit einer etwas größeren Spielgeschwindigkeit haben wir die Kurve 10C aufgezeichnet, in der die Unregelmäßigkeiten sehr eigenartig sind. Dem Anschlag der ersten Noten fehlt Energie, und außerdem ist das dritte Umsetzen des Daumens auf der Kurve erkennbar. Es zeigt sich zwischen der 10. und 11. Note oder: Die 10. Note ist weniger stark angeschlagen als die



Bild 10: A: Schaubild von zwei Oktaven mit kurz angeschlagenen Tönen (Übung zweimal wiederholt), B-D: Dieselbe Übung mit jeweils höherem Tempo.

anderen. Wenn der Künstler sein Tempo noch erhöht, selbst wenn es nur gering ist, und wenn er sein maximales Tempo spielt, dann werden alle Daumenumsätze lesbar (Bild 10D), die 3., die 7., die 10. Note, mit einem Wort alle Töne, welche Daumenumsätze vorangehen, sind abgeschwächt oder können es sein. Man kann sich keine demonstrativere Kurve wünschen.

Intervalle. - Wir haben schon erwähnt, daß sich die präzisesten aller Auskünfte der graphischen Methode auf das Zeitmaß beziehen. Die sich auf einer gleichförmig bewegten Oberfläche eintragenden Spuren beinhalten in linearer Form die Zeit, die man in Millimetern abmißt. Man kann

daher mit dem Aufzeichnen einer Spur genau wissen, mit welchem Tempo ein Stück gespielt wurde und den genauen Noten- und Pausenwert erkennen, und man erhält Einsicht in noch so kleine Rhythmusänderungen, welche das Metronom nicht geben kann. Schon bei diesem Gesichtspunkt müßte die graphische Methode von allen Komponisten herangezogen werden, um eine Partitur zu beleuchten. Sie allein kann, wir sagten es bereits weiter oben, die Tradition festlegen, nach der ein Stück gespielt werden muß.

Die Messung von genauen Intervallen mit der graphischen Methode ist nicht weniger interessant. Dabei stellt sich eine psycho-physiologische Frage: In welchen Grenzen kann man noch die Änderung von Tonintervallen beherrschen? Wenn man zum Beispiel fünf Noten so spielt, daß die Zeitintervalle leicht und progressiv von der ersten zur fünften Note wachsen, welche Zunahme wird man erreichen? Eine sehr bekannte Künstlerin, die Experimente dieser Art mit unserer Apparatur durchgeführt hat, erzielte folgende Resultate: Wenn sie die fünf Noten in einer halben Sekunde spielte, hat sie regelmäßig zwischen zwei aufeinanderfolgenden Noten eine Verzögerung von einer hundertstel Sekunde setzen können. Wir hätten a priori nicht geglaubt, daß dies möglich wäre, und ohne die Kurve hätten wir Mühe eingestehen, daß der freie Wille einer Person auf ein Intervall von einer hundertstel Sekunde handeln kann.

Es stimmt, daß bei diesen Experimenten der Finger auf gewisse Art instinktiv vom Gehör geführt wird und von der Empfindung des Rhythmus. Da diese Frage viele Physiologen interessiert hat, geben wir hier einige Details an. Die Intervalle zwischen den fünf gespielten Noten haben in zehn aufeinander folgenden Übungen folgende Werte erreicht:

Die Tabelle zeigt, daß der mittlere Zuwachs zwischen einer hundertstel und eineinhalb hundertstel Sekunde variiert. Niemals ist der umgekehrte Fall eingetreten.

DURÉE DES INTERVALLES ENTRE LES				MOYENNE
1 ^{re} et 2 ^e notes.	2 ^e et 3 ^e notes.	3 ^e et 4 ^e notes.	4 ^e et 5 ^e notes.	de l'ACCROISSEMENT
"	"	"	"	"
0,085	0,093	0,102	0,119	0,011
0,093	0,102	0,110	0,119	0,008
0,093	0,102	0,110	0,127	0,011
0,093	0,102	0,110	0,136	0,015
0,102	0,114	0,127	0,144	0,015
0,110	0,110	0,135	0,133	0,013
0,102	0,110	0,127	0,144	0,015
0,110	0,114	0,136	0,144	0,013
0,102	0,102	0,136	0,144	0,013
0,102	0,127	0,136	0,136	0,011

Dauer der Intervalle zwischen 1. u. 2. Note, 2. u. 3. Note, 3. u. 4. Note, 4. u. 5. Note- Mittlerer Zuwachs.

Crescendo und Decrescendo. -

Dieses Thema sollte, wie viele andere auch, eine längere Behandlung verdienen, aber dafür ist hier kein Platz. Die Kraft, mit der man eine Note anschlägt, hängt von vielen verschiedenen Bedingungen ab, einige davon sind musikalischer Art, andere rein physiologisch, das heißt, abhängig vom Mechanismus der Hand. Das Bild 11 zeigt die ziemlich großen Schwierigkeiten, die man hat, wenn man eine Tonleiter präzise allmählich steigern soll. Diese Kurve gehört zu den Staccato-Tonleitern, abwechselnd crescendo

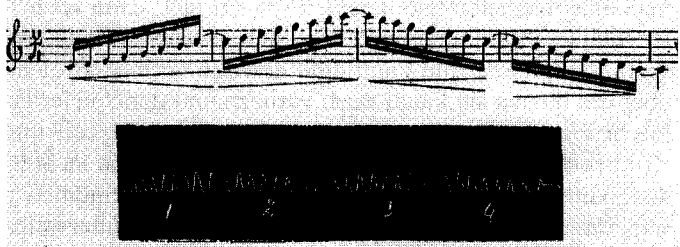


Bild 11: Schaubilder von vier Oktaven: Die Oktaven 1 und 3 Crescendo, die Oktaven 2 und 4 Decrescendo gespielt.

und decrescendo gespielt. Sie sind ziemlich langsam ausgeführt, dennoch gibt es keine Regelmäßigkeit von einer zu anderen Note. Crescendo und Decrescendo zeigen sich nur in der Gesamtheit der Tonleiter. Die Person, von der wir diese Kurve erhielten, muß sicher ihre Anschlagstechnik verbessern.

Zum Vergleich zeigen wir hier eine Tonleiter im Crescendo (Bild 12) und eine im Decrescendo (Bild 13), die von einem Klavierprofessor ausgeführt wurden. Man sieht so-

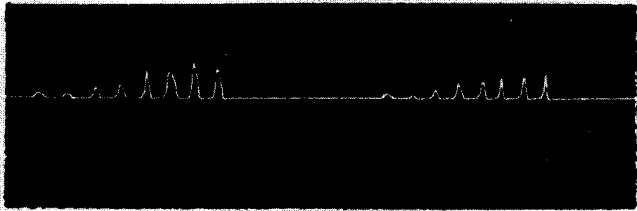


Bild 12: Übung zum Crescendo, zweimal wiederholt.

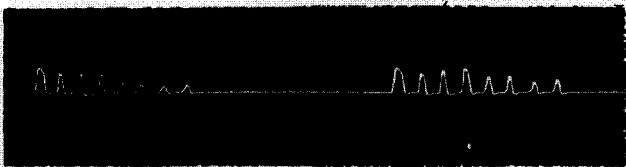


Bild 13: Übung zum Decrescendo, zweimal wiederholt.

fort den Unterschied. Bei den meisten Ausführungen sieht übrigens das Crescendo und Decrescendo für die gesamte Reihe der gespielten Noten gut aus, aber nicht einzeln Note für Note. Es wird dadurch verständlich, daß die Akzentuierung einer einzelnen Note für den Spieler eine ernsthafte Schwierigkeit darstellt. Und die graphische Methode könnte sicher denjenigen nützliche Hinweise geben, die sich verbessern wollen.

Wir haben in vielen Kurven festgestellt, daß sich im allgemeinen nachfolgende Änderungen einstellen, wenn man

eine einzelne Note hervorheben will. Für den Pianisten unbewußt bei den benachbarten Tönen. Es handelt sich da um Komplikationen physiologischer Natur, die auf beträchtliche Weise den musikalischen Effekt des Spiels ändern. Es ist umso nützlicher, diese Komplikationen zu beobachten, da man sie mit Willensstärke abschwächen und vielleicht sogar ganz beseitigen kann. Im Zusammenhang mit betonten Noten weisen wir besonders auf folgende Punkte hin:

1. Die Tendenz, die (der Betonung) vorhergehende Note abzuschwächen.
2. Die Tendenz, die betonte Note mit der folgenden zu binden.
3. Die Tendenz, die Anschlagsdauer der betonten Note zu verlängern, als wenn dies einer Erhöhung der Anschlags-



Bild 14: Die Tonreihe c,d,e,f,g. Das e ist betont. Übung viermal wiederholt.

stärke entspräche. Die Kurve in Bild 14 zeigt diese drei Besonderheiten: Fünf Noten waren gespielt, die dritte allein sollte akzentuiert werden. Man sieht, daß die dritte nicht mit der zweiten, aber mit der vierten Note gebunden ist und daß die Dauer erhöht ist.

4. Dieser letzte Punkt ist der wichtigste: Die Neigung, besonders bei schnellem Spiel, die Anschlagstärke der Noten zu erhöhen, die der akzentuierten Note folgen. Dies bestätigt noch die Beobachtungen, die wir weiter oben zeigten in bezug auf die Schwierigkeit beim Crescendo und Decrescendo von Note zu Note. Die Veränderungen der Anschlagstärke erfordern eine Willenskontrolle und folglich auch die notwendige Zeit für diese Kontrolle. Bei schnellem Spiel entstehen Wechsel der Anschlagstärke gleich bei mehreren Noten. Als ergänzende Beobachtung möchten wir noch hinzufügen, daß es leichter ist, schnell von leise nach laut überzugehen als umgekehrt. Und tatsächlich, wenn man eine Note hervorheben muß, hat man die Neigung, auch die folgende, aber nicht die vorhergehende zu akzentuieren.

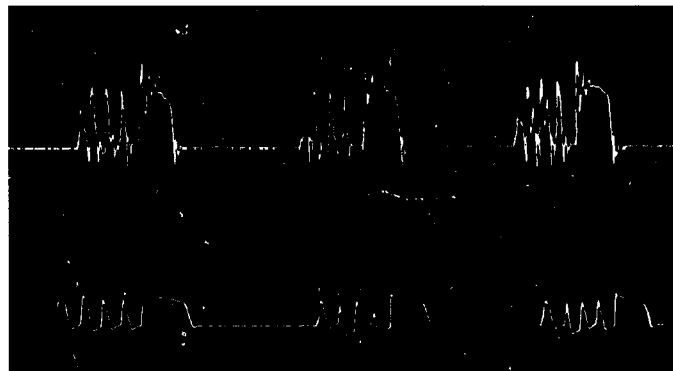


Bild 15: a: Eine Reihe gesprochener Worte: „eins, zwei, drei, vier, fünf“, b: eine Reihe von gespielten Noten: c,d,e,f,g.

Bei dieser Gelegenheit möchten wir noch von einer interessanten Modifikation der Anschlagskraft der Finger berichten, die auch dem Einfluß des Willens entzogen ist. Wenn man eine Reihe von Noten, etwa eine Tonleiter, mit maximaler Schnelligkeit spielt, wird die letzte Note stärker als die anderen angeschlagen. Wir zeigen das im Bild 15, darüber haben wir eine Kurve von einer Wortfolge „eins, zwei, drei, vier, fünf“ mit dem Mikrofon von Rousselot aufgenommen. In beiden Fällen ist das letzte Element der Kurve mehr entwickelt als die anderen. Das ist eine eigenartige Ähnlichkeit zwischen dem Tastenanschlag und der Sprache.

Geschwindigkeit. - Unter dem Gesichtspunkt der Geschwindigkeit kann man eine große Zahl von Fragen studieren: die Anschlagsgeschwindigkeit einer Note, die maximale Zahl von Noten, die pro Zeiteinheit gespielt werden kann, die Modifikationen, die die Geschwindigkeit ins Spiel trägt usw. Die Schnelligkeit des Anschlages oder die Schnelligkeit, mit der der Finger die Taste drückt, hat große musikalische Bedeutung. Man kann sie sehr einfach auf den Kurven berechnen, die auf einer Trommel mit hoher Drehzahl aufgenommen wurden. Die pro Zeiteinheit maximale mögliche Anzahl von gespielten Noten kann nicht ohne vorhergehende Betrachtung ermittelt werden. Die Zahl der Noten hängt von den Fingern ab, ob sie simultan spielen oder aufeinanderfolgen, und von einer Vielzahl anderer Fragen. Wenn man nur die Bewegungen des Zeigefingers nimmt, sind 6-8 Anschläge pro Sekunde möglich. Wenn man die Noten einer aufsteigenden, mit allen Fingern der Hand gespielten Tonleiter zählt, ist die Zahl der gespielten Töne wesentlich höher. Bei einer bekannten Pianistin stellten wir 16 Anschläge pro Sekunde fest. Über die Verteilung der Kraft und der Schnelligkeit bei schnell folgenden gleichzeitigen und alternativen Bewegungen sind sicher noch zahlreiche Untersuchungen notwendig.

Eine der überraschendsten Eigenarten des schnellen Spiels besteht in der Verminderung der Anschlagstärke. Wenn

man eine Tonleiter also langsam spielen läßt, dann schneller und schneller, sieht man eine sich abschwächende Anschlagsamplitude, die dann eine gewisse Grenze erreicht, über die hinaus sie kaum noch variiert, und der Spieler erreicht eine Proportionalität zwischen Schnelligkeit und Kraft seiner Anschläge, ohne sich darüber bewußt zu werden. Vermutlich unterliegen diese Phänomene einem Gesetz, das man bald über die Bedeutung von Zeitintervallen vor den angeschlagenen Noten aufklären wird. Der Intervall korrespondiert vielleicht mit der Periode der Vorbereitung auf einen Anschlag, und man braucht mehr Zeit, um einen starken Anschlag vorzubereiten als einen schwachen. Schließlich kann man aus dem Vorhergehenden eine Folgerung ziehen, die auf einer Menge von Kurven basiert: Es gibt keinen fehlerlosen Anschlagsmechanismus der Hand. Man erreicht niemals die Perfektion, die absolute Regelmäßigkeit, aber man nähert sich ihr mehr oder weniger. Anders gesagt, die Unkoordination zeigt sich bei schnellem Spiel, und damit sie erkennbar wird, muß der Spieler schneller spielen, als er gewohnt ist.

Alle diese Details, alle diese komplexen Phänomene, von denen uns unser Gehör nur einen ungeordneten Eindruck vermittelt, sehen wir, wie sie sich in unauslöschbaren Spuren auf unserem Zylinder einschreiben. Über das schwarze Papier gebeugt, auf dem die Schreibfeder läuft, sehen wir die Kraft der Finger, die Intervalle, die Betonungen, wie sie sich auf eine Art darstellen, die dem Künstler selbst nicht bewußt wird. Und wir begreifen manchmal oder ahnen wenigstens dabei einige der zahlreichen psycho-physiologischen Gesetze, die sich in diesen zarten Bewegungen manifestieren und die sie steuern. Sicherlich ist die Methode fruchtbar, und jene, die sich ihrer bedienen, werden eine reiche Ernte einfahren.

Bemerkungen zum Bericht von Binet und Courtier und zum Aufnahmeapparat von Welte

In letzter Zeit wächst das Interesse an dem Aufnahmeverfahren, mit dem die Firma Welte ihre Reproduktionsrollen aufgenommen hat. Der Aufnahmeapparat scheint das am besten gehütete Geheimnis der mechanischen Musik zu sein, aber nicht das einzige. Zwar sind aus den USA Bilder eines noch existierenden, nicht mehr vollständigen Aufnahmegerätes aus den 20er Jahren bekannt geworden, das angeblich von der Welte-Nachfolgefirma benutzt wurde, aber die Bilder besitzen zu wenig Aussagekraft. Schon bei der Frage, wie viele Aufnahmeapparate benutzt wurden, ist man auf Spekulationen angewiesen.

Während in der Firma in Freiburg immer ein Gerät für Aufnahmen bereit stand, zu dem nacheinander zwei oder drei verschiedene Flügel benutzt wurden, ist der Gebrauch eines zweiten Apparates in Kombination mit einem Feurich-Flügel im Leipziger Aufnahmestudio von Hugo Popper nur bis 1906 nachweisbar und nach dessen Tod am 14. November 1910 sicher auszuschließen. Allerdings hat die Firma Popper im Frühjahr 1908 ein eigenes Reproduktionsklavier, das Popper Stella auf den Markt gebracht hat.

Da es in seiner technischen Ausführung dem Welte-Mignon fast gleicht, war für die Aufnahme von Stella-Künstlernote rollen eigentlich kein neuer Apparat notwendig, da ja im Popper-Studio bereits Aufnahmen möglich waren mit dem Apparat von Welte. Dennoch wurde behauptet, daß „in Poppers Fabrik ein verblüffend einfacher Aufnahme-Apparat“ entstanden war.

Leider ist nicht bekannt, wie lange das Stella produziert wurde. Ich möchte vermuten, daß es von Popper nur mit einer Lizenz von Welte gebaut werden durfte. 1912 wird es auf der Leipziger Frühjahrsmesse letztmals mit arrangierten Rollen erwähnt. Also stand offenbar kein Aufnahmeapparat mehr zur Verfügung. Es wird vermutet, daß der Leipziger Apparat schon im Januar und Februar 1910 für Aufnahmen in St. Petersburg benutzt wurde. In diesen zwei Monaten hat Welte eine große Zahl von Aufnahmen mit Künstlern gemacht, die in St. Petersburg und Moskau lebten. Die drei bekanntesten Photos von Glazunow, Liapunow und Skrjabin „für Welte-Mignon spielend“ geben aber neue Rätsel auf.

Später hat Welte für Aufnahmen in New York einen Aufnahmeapparat gebraucht. Warum hätte man ein drittes Gerät bauen sollen, wenn das Studio in Leipzig nicht mehr zur Verfügung stand?

Zu der Frage, ob es zwei oder drei Aufnahmeapparate gab und möglicherweise auch einen modifizierten für Aufnahmen von Popper-Stella Reproduktionsrollen stellt sich die Frage, wo sie geblieben sind, denn definitiv weiß man nur, daß der Apparat in Freiburg im Krieg verbrannt ist.

Die anderen Diskussionen und Fragestellungen um die Aufnahmetechnik selbst lassen sich auf eine einzige Kernfrage reduzieren: Gab es technische Mittel, die Anschlagstärke zuverlässig zu registrieren? Von der Beantwortung dieser Frage hängt die Glaubwürdigkeit der Firma Welte mit ihrer Aussage ab, daß „durch den von uns erfundenen Original-Aufnahmeapparat zum erstenmal die Möglichkeit geschaffen worden (ist), das Klavierspiel unserer berühmten Meister mit allen seinen intimen Eigenheiten festzuhalten und seine Wiedergabe beliebig oft, zu jeder Zeit, an jedem Ort zu ermöglichen.“

Die Feststellung, daß das viel genannte Quecksilberbad unter der Klaviatur mit den darin eintauchenden Kohlestiften für Aufnahmen nicht funktioniert haben kann, ist kein Beweis dafür, daß sie überhaupt nicht funktioniert haben. Nach dem damaligen Stand der Technik sind sowohl elektrische Aufnahmeverfahren mit Erzeugung und Messung von Induktionsströmen als auch pneumatische Verfahren mit Luftdruckschwankungen denkbar und technisch möglich gewesen. Ich kenne aber keine Darstellung, die so weit in Details geht wie der vorstehende Bericht von 1895 der beiden Forscher A. Binet und J. Courtier. Aus ihren Beschreibungen wird der Stand der Aufnahmetechnik rund acht Jahre vor der Entwicklung des Welte-Mignon sehr deutlich. Die Anschlagstärke war Ton für Ton registrierbar, aber bei komplizierten Tonfolgen nicht direkt meßbar. Der in Kurvenform aufgezeichnete Dynamikverlauf mußte in einem nachträglichen Arbeitsschritt ausgewertet werden, wobei mit Hilfe von Grundmustern und Kenntnis der gespielten Noten der Kurvenverlauf in brauchbare Meßwerte umgesetzt wurde. Dieser Arbeitsschritt war nur von erfahrenen und musikalisch vorgebildeten Personen zu leisten.

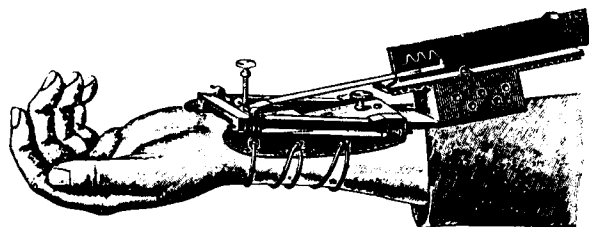
Natürlich ist nicht bewiesen, daß Welte das gleiche Verfahren wie Binet und Courtier benutzt hat, aber es ist gut vorstellbar, daß es einen vergleichbaren technischen Ansatz gegeben hat. Die beiden Forscher haben für ihre Zwecke den Schreiber mit der Kautschukmembran von Marey bevorzugt. Etienne Jules Marey, der Physiologe und ab 1869 Professor für Naturgeschichte am Collège de France in Paris war, hat noch weitere Meß- und Registriergeräte für medizinische und physiologische Zwecke entwickelt. Neben dem Sphygmograph, der zur graphischen Darstellung des Arterienpulses dient, ist der Kardiograph und eine verbesserte Version des Kymographion, der Blutdruckkurven lieferte, bekannt geworden. Bei einigen dieser Druckmeßgeräte aus dem medizinischen Bereich wurden übrigens Quecksilbermanometer benutzt.

Nach der Lektüre des vorstehenden, 99 Jahre alten Forschungsberichtes sollten wir nicht mehr fragen, ob es überhaupt möglich war, das individuelle Klavierspiel aufzunehmen. Interessant bleibt aber die Frage, wie genau das oder die damaligen Verfahren waren und wo sie angewendet wurden.

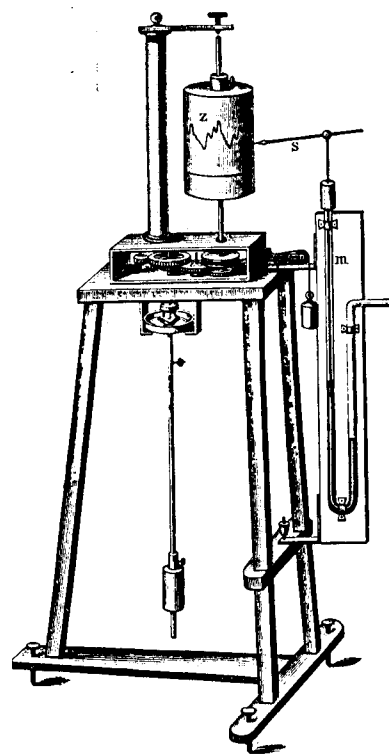
Teresa Carreno schrieb dazu am 1. Januar 1906 „mit schönsten Neujahrsgrüßen“: „Mignon hat mir die sechste Rhapsodie von Liszt (welche ich für dieses wunderbare Instrument gespielt habe) gespielt und die Wiedergabe ist so genau wie ich sie spiele ...“

(Den Hinweis auf den Artikel von Binet und Courtier verdanke ich Herrn Dr. Gottschewski, Humboldt-Universität Berlin.)

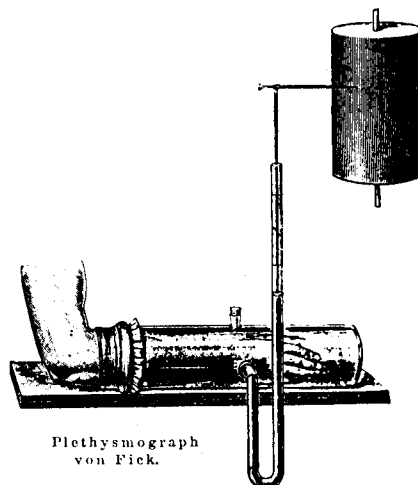
Hans-W. Schmitz



Sphygmograph von Marey.



Kymographion



Plethysmograph von Fick.