

## Musikphysiologie

### Nützt Wissenschaft Musikern?

#### Ein Essay zum Verhältnis zwischen Wissenschaft und Musizierkunst Konrad Meister zum Gedenken\*

E. Altenmüller, Hannover

#### 1. Introduziona Meisteriensis – Eine Einleitung

*....So wird verständlich, dass, unter Berufung auf einen romantischen Begabungs- und Geniebegriff („man hat es oder hat es nicht“), auch heute noch ein großer Teil der Musiker alle weitergehenden Überlegungen zu Bewegungslehre oder gar Physiologie als kunstwidrig oder zumindest verunsichernd ablehnt.*

(aus: Konrad Meister, Musikphysiologie und Musiker-Medizin, 8, 2001)

Der Musikpädagoge und Methodiker Meister bringt hier das Misstrauen vieler Musiker gegenüber den Ergebnissen der „exakten“ Naturwissenschaft zum Ausdruck. Die Diagnose ist nicht neu. Seit über 100 Jahren hat es Versuche gegeben, eine an den Methoden der Wissenschaft orientierten Musikpädagogik einzurichten. Die Einstellung der Musiker dazu hat sich nicht wesentlich geändert. Es ist erneut Zeit, über die Gründe nachzusinnen: Nützt Wissenschaft Musikern oder ist Wissenschaft für Musiker schlicht und einfach unergiebig?

Die Frage ist provokant. Wissenschaftliche Fächer sind wichtiger Bestandteil der Lehre an den Musikhochschulen. Die historischen und die systematischen Musikwissenschaften, die Musikpädagogik, die Musikpsychologie, die Musikphilosophie und nicht zuletzt mein eigenes Fach, die Musikphysiologie und Musiker-Medizin haben Musik, Musiker und das Musizieren zum Gegenstand. Die Daseinsberechtigung dieser Fächer entspringt dem Anspruch, dass sie für das Verständnis von Musik, für die Musikerziehung und damit letztlich auch für die Ausführung von Musik von Bedeutung sind. Musik selbst gehörte ja einmal zu den „Wissenschaften“ und wurde im Mittelalter als Bestandteil der sieben freien Künste gleichberechtigt mit Mathematik, Rhe-

torik und Philosophie gelehrt. Ein enges Verhältnis zwischen Wissenschaft und Kunst datiert zurück bis in die Antike und kann auch heute noch an ganz unerwarteten Orten beobachtet werden. Die experimentelle Naturwissenschaft beispielsweise hatte in früheren Zeiten durchaus die Qualität künstlerischer Performances. So wurden regelrechte Schauexperimente in den Salons vornehmer Damen durchgeführt. Heute finden sich künstlerische Aspekte in der medialen Vermittlung von anatomischem Wissen, beispielsweise dokumentiert durch die äußerst erfolgreiche Ausstellung der „Körperwelten“, oder in der künstlerischen Gestaltung von Fachillustrationen in den populärwissenschaftlichen Zeitschriften, wie etwa in der unlängst ins Leben gerufenen Zeitschrift „Gehirn und Geist“ des Spektrum-Verlages. Umgekehrt nehmen Künstler Erkenntnisse und Methoden der Wissenschaft auf und setzen diese in der bildenden Kunst oder in der Musik ein. Als Beispiel sei hier das Klang- und Hörspiel „Innen“ von Julian Klein (2000) genannt, in dem eine von meinen Mitarbeitern Dr. Marc Bangert und Michael Großbach entwickelte akustische Umsetzung der EEG-Hirnströme während der Aufführung erfolgte.

Bevor das Verhältnis von Wissenschaft zur Musizierkunst eingehender beleuchtet wird, soll zunächst definiert werden, was mit Wissenschaft gemeint ist. Immanuel Kant verstand unter Wissenschaft „das nach Prinzipien geordnete Ganze der Erkenntnis“. Es geht also nicht um ungeordnetes Erfahrungswissen, sondern um das „Warum“, um die Gründe und die Ursachen der Dinge. Wissenschaftlicher Fortschritt ist das immer weitere Vordringen in die Tiefe und in die Breite der Wirklichkeiten. Dabei bilden die Geisteswissenschaften einen wesentlichen Teil des kulturellen Gedächtnisses. Die Methoden der Wissenschaft sind die Sammlung und Ordnung von Befunden, die kri-

---

\* Prof. Konrad Meister ist am 27. Juni 2002 nach langer, mit großer Geduld ertragener Krankheit verstorben. Dieser Essay entstand in weiten Teilen aus Diskussionen mit Konrad Meister und mit den Mitarbeitern des IMMM. Eine vorläufige Fassung wurde am 8. November 2001 an der Hochschule für Musik und Theater „Felix-Mendelssohn Bartholdy“ vorgetragen.

tische Bewertung dieser Befunde und ihre Einordnung in eine Gesamtsicht. In der Naturwissenschaft können darüber hinaus Gesetzmäßigkeiten durch Wiederholung eines Experimentes unter definierten Bedingungen an größeren Stichproben überprüft werden. Es können Hypothesen abgeleitet werden und diese durch Beobachtung und Messung widerlegt werden. Werden Hypothesen widerlegt, dann können neue Hypothesen aufgestellt werden, ein neues Experiment wird entworfen und die neuen Hypothesen werden wieder unter überprüfbareren Bedingungen im Experiment getestet. Durch dieses Vorgehen nimmt das gesicherte Wissen nach und nach an Tiefe und Breite zu.

Was ist aber das Selbstverständnis vieler Musiker? Naturgemäß ist für Musiker die Musikpraxis von entscheidender Bedeutung ist. Im Vordergrund steht – zumindest bei der Life-Musik, – die Übermittlung einer emotionalen Botschaft. Dabei sind klangliche Mittel, – der „Sound“, „Swing“, „Groove“ –, entscheidend für das, „was über die Rampe kommt“. Die Begriffe weisen schon darauf hin, dass hier nicht Reflexion im Vordergrund steht, sondern die Kommunikation von Gefühlen – ohne dass während dieses Vorganges allzu viel über die eingesetzten musikalischen Mittel nachgedacht wird. Aber eventuell kann Wissenschaft helfen, die eingesetzten Mittel einfacher, schneller, zuverlässiger zu erwerben? Vielleicht kann Wissenschaft dazu beitragen, das, was mitgeteilt wird, tiefer zu gründen und farbenreicher zu gestalten?

Im Folgenden soll mit Beispielen aus fünf Wissenschaftsdisziplinen der Nutzen von Wissenschaft für Musiker illustriert werden. Stellvertretend wurden Physik, historische Musikwissenschaft, Musikpsychologie, Musikphysiologie und Musiker-Medizin ausgewählt.

## 2. Andante acustico – Physik im Dienste der Musik?

Antonio Stradivari benötigte keine physikalischen Messinstrumente, um seine einzigartigen Streichinstrumente herzustellen. Er verließ sich auf über Generationen gewachsenes Erfahrungswissen, auf seine Sinne und hatte vermutlich auch Glück bei der Auswahl des Holzes und der Zusammensetzung des Lackes. Physiker und Akustiker können heute durch Analyse alter italienischer Geigen spezielle Merkmale dieser Instrumente erkennen. So zeigte Dünwald (1990), dass das Verhältnis der Teiltonstärken zwischen den Bereichen C und D und ein besonders intensives Eigen-

resonanzmaximum, – der „Formant“ –, im Bereich um 1600 bis 4000 Hz charakteristisch für alte italienische Geigen sind. Beide Merkmale unterscheiden diese Instrumente eindeutig von weniger guten neuen Meistergeigen oder gar von Fabrikgeigen (Christoph Reuter 1995).

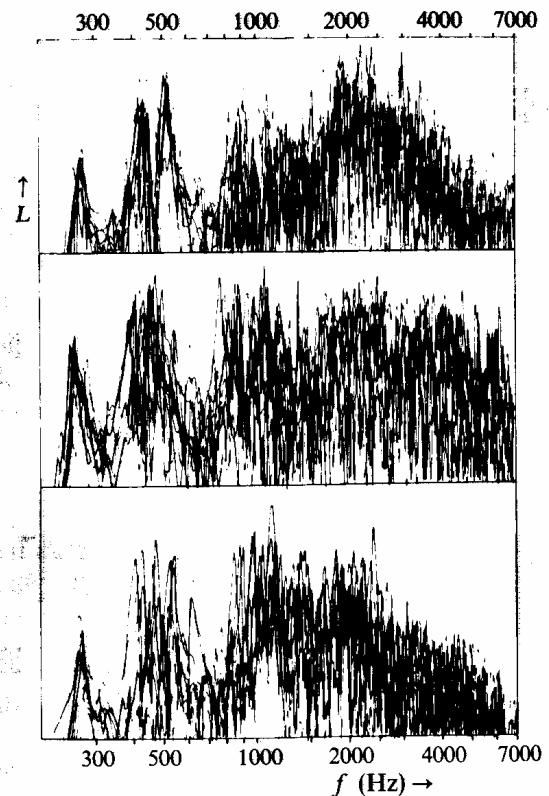


Abb. 1: Übereinandergelegte Frequenz-Spektrogramme der Eigenresonanzen bei 20 alten italienischen Violinen (oben), bei 30 neuen Meistergeigen (Mitte) und bei 30 Fabrik-Geigen (unten). Man erkennt im oberen Diagramm den deutlich ausgebildeten Formanten zwischen 1600 und 4000 Hz. (Verändert aus Dünwald 1990).

Es gibt also objektive physikalische Parameter, die mit der Klangqualität eines Instrumentes korrelieren. Für den Instrumentenbau wurden derartige Erkenntnisse vor allem beim Klavierbau genutzt: Theodor Steinway entwickelte 1868 auf der Grundlage der Berechnungen des Physikers Hermann von Helmholtz eine neue Art der Klavierbesaitung, bei der zuvor gedämpfte Saitenpartien mitschwingen konnten. Diese so genannte „Duplex-Skala“ erzeugte einen volleren, reicherer Ton, was sich besonders für die Diskantlage als vorteilhaft er-

wies. Helmholtz selbst experimentierte mit dem Instrument und dankte 1871 Steinway in einem Brief für den „ausgezeichneten Flügel“ (Lieberman 1966). In neuerer Zeit lieferte der Ingenieur Fazioli das eindrucksvollste Beispiel für die Anwendung physikalischer Methoden im Instrumentalbau. Das Holz für die Resonanzböden der Fazioliflügel wird vor der Produktion mit Ultraschallsonden auf Leit- und Resonanzeigenschaften überprüft (Übersicht bei [www.fazioli-piano.com](http://www.fazioli-piano.com)). Die genannten Beispiele verdeutlichen, wie physikalisches Wissen über den Umweg des Instrumentenbaus Musikern nützen kann.

### 3. Allegro historico - Musikwissenschaft als Interpretationshilfe

Die wenigsten Musiker werden sich beim Noten lesen bewusst, dass sie Forschungsergebnisse von Musikwissenschaftlern benutzen. Kritische Ausgaben, Urtext Editionen oder neu edierte Werke vergessener Komponisten beruhen oft auf jahrelanger Forschungsarbeit. Ein für die angemessene Interpretation eines Werkes wichtiger Fund sei hier beispielhaft aufgeführt. Es handelt sich um die Chiffrierung von Bachchorälen in der Klarinetten-Sonate Opus 120 Nr. 1 in f-moll (Abb.2) von Johannes Brahms, die als letztes Kammermusikwerk im Sommer 1894, drei Jahre vor dem Tod des Komponisten entstand.



Abb. 2: Beginn der Klarinetten-Sonate Opus 120 in f-moll von Johannes Brahms. In den ersten vier Takten der Klaviereinleitung ist der Bach-Choral „Wenn ich einmal muss scheiden“ versteckt.

Christian Solte aus Tübingen, ein sehr versierter und kenntnisreicher Pianist, – im „Hauptberuf“ Staatsanwalt –, weist in dem Band „Beobachtungen des Unbeobachtbaren“ (Solte 2000) darauf hin, dass der Anfang der Sonate die Chiffrierung des Chorales „Wenn ich einmal muss scheiden“ von Johann Sebastian Bach enthält. Der Begriff der Chiffrierung wird von Solte bewusst gewählt, da der Choral in der Komposition nicht direkt, sondern verdeckt zitiert wird. Die Verdeckung erreicht Brahms durch metrische Verrückung des geraden 4/4 Taktes des Chorales in einen „schwebenden“  $\frac{3}{4}$  Takt und durch erweiterte Ornamentalisierung. Der Choral fällt nicht als Fremdkörper auf und wird homogener Bestandteil der Sonate. Die Tatsache, dass dieser Bezug auf Bach an exponierter Stelle in den Einleitungstakten steht, mag für das Werk – auch in Anbetracht der biographischen Situation des Komponisten – eine Art von „Programm“ darstellen. Mit Sicherheit wird das Wissen um diesen Hintergrund die Musiker bei der Interpretation beeinflussen und ihnen eine zusätzliche Dimension eröffnen.

### 4. Intermezzo pedagogico – Musikpsychologie aus der Sicht der Sportwissenschaft

Kann die Wissenschaft Musikern helfen, effizienter zu Üben? Üben ist der Erwerb von Fertigkeiten und beruht ja wesentlich auf Handlungswissen und weniger auf verbaler Vermittlung. Die Frage nach dem „richtigen“ Üben ist von wissenschaftlicher Seite her so gut wie unbeleuchtet. Die „Expertise-Forschung“ beschreibt die Bedingungen, unter denen ein Musik-Experte entsteht. Dabei scheint eine Voraussetzung des Erfolges das regelmäßige und lange Üben in der Jugend unter Anleitung eines erfahrenen Mentors zu sein. Im statistischen Mittel benötigen Jugendliche etwa zehntausend Stunden und zehn Jahre am Instrument, um auf ihrem Gebiet Experten zu sein, d.h. um die Aufnahmeprüfung an einer Musikhochschule zu bestehen (vergleiche dazu Ericsson et al. 1993). Mit dieser Feststellung wird man einen erfahrenen Instrumentalisten nicht überraschen. Wichtiger wäre die Frage, wie die erfolgreichen Experten üben. Gruson (zitiert nach Sloboda 1986) untersuchte das Übeverhalten von 40 Klavierstudenten und 3 Konzertpianisten. Es wurden Videoaufnahmen der Pianisten beim Erarbeiten von Klavierstücken durchgeführt und hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens eines bestimmten Übeverhaltens analysiert.

Die besonders „guten“ Studenten unterschieden sich in 3 Merkmalen signifikant

von den weniger guten: Gute Studenten wiederholten bei Fehlern häufiger Einheiten, die länger als einen Takt dauerten und sie begleiteten ihr Üben häufiger mit laut gesprochenen Kommentaren. Darüber hinaus spielten sie häufiger mit einer Hand.

Und wie lange soll man üben? In einer Untersuchung an skandinavischen Musikstudenten hat Jörgensen (1997) festgestellt, dass Klavierstudenten mit wöchentlich durchschnittlich 32 Stunden am längsten üben, gefolgt von Streichinstrumentalisten mit 28 Wochenstunden. Holz- und Blechbläser übten mit 18 Wochenstunden im Durchschnitt weniger. Am Wenigsten übten die Sänger mit knapp über 14 Wochenstunden. Natürlich müssen derartige Zahlen mit großer Vorsicht genossen werden, da individuell oft ganz andere Übezeiten möglich und nötig sind. Übertriebenes Üben führt aber nicht immer zu der erhofften Leistungssteigerung, sondern kann sogar eine Verschlechterung der Fertigkeiten mit sich bringen. Dies wurde bereits 1975 überzeugend von Sportphysiologen gezeigt. Hettinger (1975, zitiert nach Hollmann/Hettinger 2000) ließ Sportstudenten über 14 Tage die Fingerschicklichkeit an einem Steckbrett trainieren. Er teilte die Studenten in 8 Gruppen ein, die täglich unterschiedlich lange übten. Die kürzesten „Über“ füllten das Steckbrett nur zehnmal am Tag aus, die längsten „Über“ dreihundert Mal (Abb. 3). Trägt man den Zugewinn an Geschicklichkeit nach 14 Tagen Training gegen die Zahl der geforderten Arbeitsbewegungen pro Übungseinheit auf, dann zeigt sich, dass die optimale tägliche Übedauer bei dieser feinmotorischen Aufgabe bei 150 Arbeitseinheiten liegt. Wird länger trainiert, dann wird die feinmotorische Leistung nicht nur nicht besser, sie nimmt sogar wieder ab! Über die Ursachen dieses Effektes kann man nur spekulieren. Vermutlich führt Üben mit nachlassender Aufmerksamkeit zu einer Verschlechterung der zuvor optimierten neuronalen Repräsentation von Bewegungen. Darüber hinaus ist denkbar, dass durch die Ermüdung der Muskulatur und Einsatz von ungeübten Hilfsmuskeln die Koordination verschlechtert wird. Dieses suboptimale, langsamere motorische Programm wird dann im Bewegungsgedächtnis gespeichert.

Diese Erkenntnisse aus der Sportwissenschaft sollten dringend an die Musikhochschulen transportiert werden, um Studenten von der unseligen „Viel hilft Viel“ Mentalität beim Üben abzubringen. Es ist sicher von großer Bedeutung, junge Musiker zu animieren, ihre optimale Lernkurve zu suchen und im richtigen Moment mit dem Üben aufzuhören.

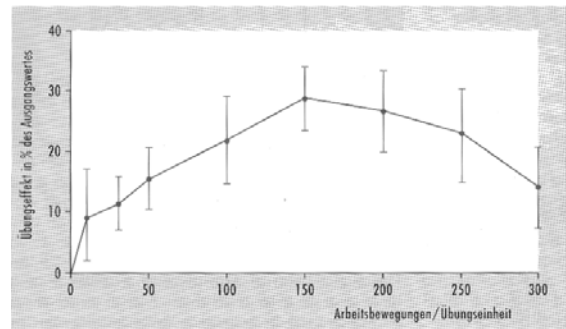


Abb. 3: Abhängigkeit des Zugewinns an feinmotorischer Fertigkeit von der Anzahl der täglich durchgeführten Übungseinheiten (aus Hollmann/Hettinger, Sportphysiologie, Springer-Verlag 2000).

## 5. Allegro sensomotorico - Musikphysiologie als Hilfe zum Üben?

Musizieren ist Handlungswissen und beruht auf Handlungslernen. Musik machen gehört damit zu den typischen prozeduralen Fertigkeiten, die über die Rückmeldung aus verschiedenen Sinnessystemen und über den Erfolg der Bewegung kontrolliert werden. Während des Übevorganges werden die dafür benötigten zentralnervösen senso-motorischen Steuerprogramme nach und nach optimiert. Der Vorgang des Einübens und die Durchführung optimierter Bewegungen entziehen sich in vielen Details dem direkten verbalen Zugriff. Es war daher nahe liegend, durch geeignete Messinstrumente optimale Instrumentalbewegungen bei herausragenden Musikern zu erfassen, - ihnen genau „auf die Finger zu schauen“ -, und dieses Wissen dann den Instrumentalpädagogen zur Verfügung zu stellen. Erste derartige Versuche gehen bis an den Beginn des letzten Jahrhunderts zurück. Der Physiologe Trendelenburg versuchte durch Einsatz der damals neuartigsten Meßmethoden die Gesetzmäßigkeiten des Vibratos und der Bogenführung beim Cellospiel zu erfassen. dass mit solchen Methoden erworbenes Wissen bislang nur wenig Eingang in die Instrumentalpädagogik gefunden hat, mag auch daran liegen, dass das Wissen verbal vermittelt wird und die Methoden auch heute noch sehr aufwendig sind. Die verbale Ebene kann durch Biofeedback-Methoden umgangen werden. Dabei werden physiologische Meßergebnisse, zum Beispiel die durch Elektromyographie (EMG) erfasste Muskelspannung (vgl. Meister et al. 2001). Dadurch wird es möglich, übermäßiger Muskelanspannung entgegen zu wirken. Ein Beispiel dafür ist in Abbildung 4 gegeben:

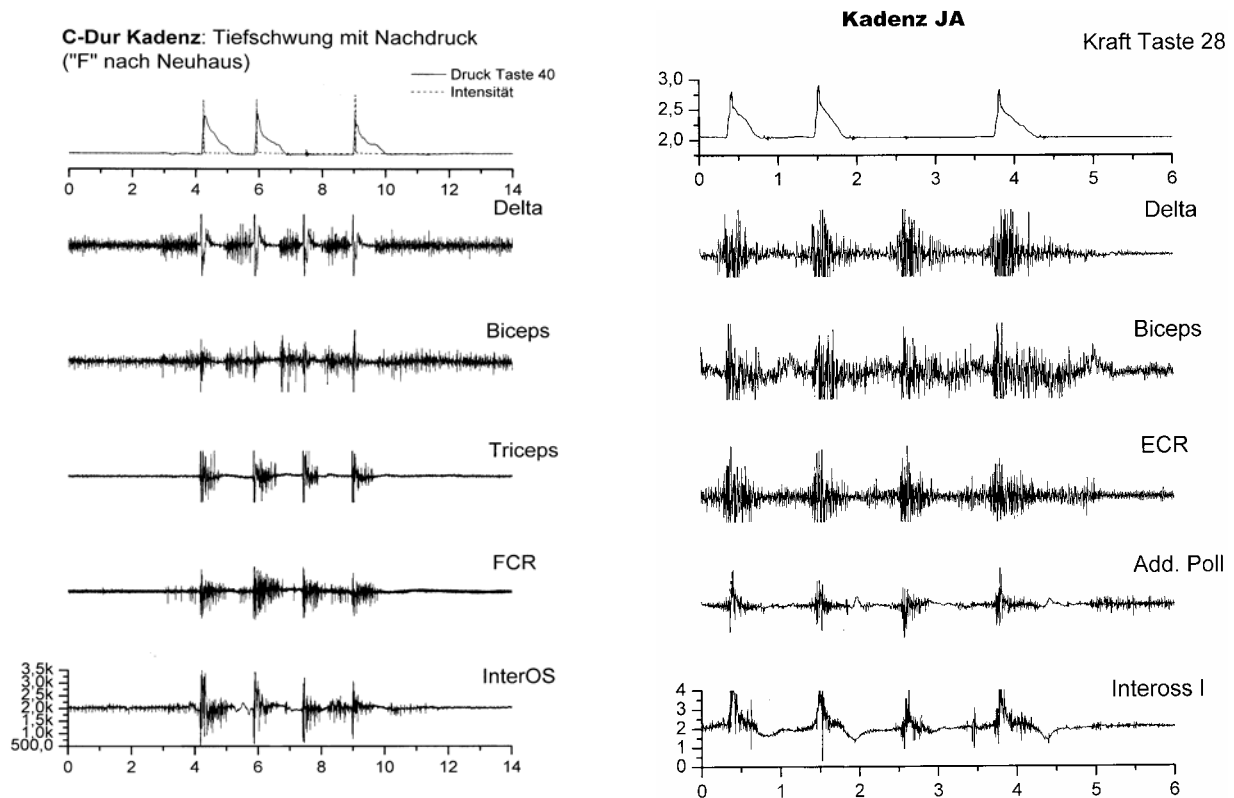


Abb. 4: Vielkanal-Muskelstrom- (EMG) - Aufnahmen von Konrad Meister (links) und der Pianistin JA (rechts) während des Spiels einer C-Dur Kadenz. Abgebildet sind die EMG-Aktivitäten während der vollen Kadenz, die etwa 8 Sekunden dauerte. Der Tastendruck mit den Anschlagszeitpunkten ist oben aufgetragen, die Zeitachse ganz unten. Folgende Muskeln sind abgebildet: Delta, Biceps, Triceps, und bei Prof. Meister FCR (Flexor carpi radialis = Daumenseitiger Handgelenksbeuger), Interosseus 1 (erster Zwischenfingermuskel, er verläuft zwischen Daumen und Zeigefinger). Bei JA sind zusätzlich ECR (Extensor carpi radialis = Daumenseitiger Handgelenksstrecker) und Adductor pollicis (Daumenanzieher) abgebildet. Der Tastendruck wurde zwar für alle vier Tasten gemessen, gezeigt ist hier jedoch nur der Druck der Taste  $c^1$ , deshalb fehlt auf dem dritten Akkord der Melodieton  $h$  und damit der Kurvenausschlag. Die Anschlagsart entspricht am ehesten dem Tiefschwung mit Nachdruck (nach Neuhaus). Man erkennt bei JA (rechts) im Gegensatz zu KM (links) die starke, fast permanente Anspannung im Biceps- und im Deltamuskel, die auch deutlich über die von KM bei der gleichen Anschlagsart eingesetzten Aktivierungen hinausgeht (Modifiziert aus Meister et al.: Musikphysiologie und Musikermedizin 8: 2001).

Derartige Verfahren könnten mit Sicherheit Schüler bei der Entwicklung eines guten Körpergefühls unterstützen. Warum sie so selten im Unterricht eingesetzt werden, ist unklar. Möglicherweise liegt es daran, dass die interne kinästhetisch-sensomotorische Repräsentation von Spielbewegungen durch das zusätzliche Feedback doch nicht sicher genug gebildet wird und dass damit letztendlich die im Feedback-Verfahren erworbenen Bewegungsabläufe nicht ausreichend im Bewegungsgedächtnis stabilisiert werden können.

Aussichtsreicher sind möglicherweise Feedback-Methoden, die den beschleunigten Erwerb der optimierten Bewegung selbst zum Ziel haben. Auch hier sind die Sportphysiologen Vorreiter gewesen. Bevor allerdings ein Feedback-System entwickelt wird, müssen erst die Zielkriterien für eine „optimierte“ Bewegung bestimmt werden. Als Beispiel für derartige Vorarbeiten soll die durch Dipl. Phys. Wolfgang Trappe (1998) in unserem Haus durchgeführte drei-dimensionale Bewegungsanalyse bei Schlagzeugern herangezogen werden. Es wurde eine Gruppe von Schlagzeugern mit Nichtschlagzeugern verglichen. Die Versuchsteilnehmer hatten die Aufgabe, im Forte mit dem Schlagzeug-Stick so regelmäßig wie möglich mit einer Geschwindigkeit von 6

Schlägen pro Sekunde auf ein Übungspad zu schlagen. An Stick, über Zeigefingergrundgelenk, Handgelenk, Ellbogengelenk und Schultergelenk waren kleine, sehr leichte LEDs angebracht, die Lichtsignale einer speziellen Wellenlänge aussandten. Diese Signale wurden von drei Kameras mit einer Frequenz von 300 Bildern/Sekunde „aufgezeichnet“ und rechnerisch weiterverarbeitet. Es ließ sich so ein dreidimensionales Abbild der Bewegung rekonstruieren. In Abb. 4 sind die so aufgezeichneten Bewegungen eines Berufsschlagzeugers mit einem Nicht-Schlagzeuger als zweidimensionale Bewegungstrajektorien vergleichend dargestellt

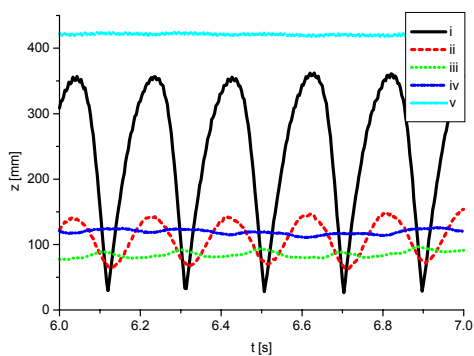
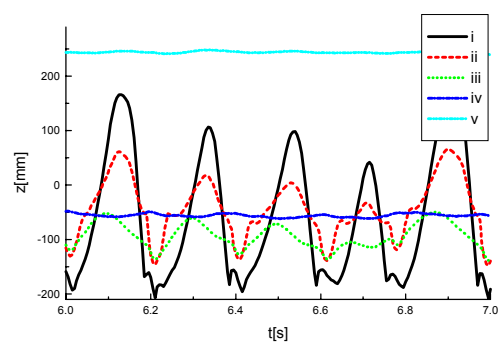


Abb: 5 Bewegungstrajektorien beim Schlagzeugspiel in seitlicher Aufsicht während sechs Bewegungszyklen in einer Sekunde. Links professioneller Schlagzeuger, rechts Anfänger. Die hohen „Arkaden“ (I) auf der linken Abbildung stellen den Weg des Sticks dar, die kleinere sinusoidale Bewegung den des Zeigefingergrundgelenks (II). Handgelenk (III), Ellbogengelenk (IV) und Schultergelenk (V) sind nahezu bewegungslos. Rechts, beim Anfänger, erkennt man die Unregelmäßigkeit der Bewegung. Darüberhinaus wird das Handgelenk nach oben und unten bewegt, das heißt, der Unterarm ist stark am Spiel beteiligt.

Man erkennt an den Kurvenverläufen, dass der Schlagzeuger die Bewegung mit höchster zeitlicher und räumlicher Präzision durchführt. Darüber hinaus sieht man, dass der Bewegungspunkt im Handgelenk schon weitgehend ruhig bleibt, dass also die Bewegung im wörtlichen Sinn „aus der Hand geschüttelt“ ist. Bei dem Anfänger erkennt man neben der Unregelmäßigkeit der Schläge auch den Rückprall der Sticks beim Auftreffen auf das Pad und die starke Beteiligung des Unterarms an der Bewegung. Offensichtlich sind Zielkriterien für diese Aufgabe, durch vorwiegenden Einsatz des Handgelenks die bewegte Masse so weit als möglich zu reduzieren und überwiegend die zentralnervös sehr gut repräsentierte, – und

daher auch präziser ansteuerbare - Handmotorik zu aktivieren. Ein erfahrener Schlagzeuglehrer wird dies zwar wissen, aber möglicherweise kann durch eine geschickte Versuchsanordnung mit direkter Rückmeldung der Bewegungsabläufe der Lernprozess bei Anfängern beschleunigt werden. Einschränkend anzumerken ist, dass ein derartiges Bewegungs-Feedback nach wie vor technisch schwierig zu realisieren ist und den Sachverstand eines interdisziplinär arbeitenden Teams von Bewegungswissenschaftlern, Physikern, und Musikern fordert.



Vielleicht liegt es daran, dass die angewandte „musikalische Bewegungswissenschaft“ noch nicht Einzug in die musikalische Praxis gefunden hat. Möglicherweise werden künftige Generationen in der Lage sein, durch verbesserte Methodik Bewegungsabläufe schneller nach Zielparametern zu kategorisieren und dann diese Erkenntnisse direkt in die Pädagogik einfließen zu lassen. Ich kann mir vorstellen, dass derzeit die entsprechenden Ansätze einerseits noch zu kompliziert und andererseits zu rudimentär sind, um eine breite Akzeptanz bei den Praktikern zu finden.

## 6. Presto medicale - Vom Nutzen der Wissenschaft in der Musiker-Medizin

Die Medien sind voll von Berichten über den Fortschritt der medizinischen Wissenschaft. Unbestreitbar haben in den letzten Jahren auf vielen Gebieten entscheidende Entwicklungen stattgefunden. Als Beispiele seien hier die Möglichkeiten der Transplantationsmedizin o-

der des Einsatzes von Neuro-Prothesen, etwa als Cochlea-Implant Hörprothese bei gehörlosen Kindern genannt. dass der allgemeine medizinische Fortschritt die Heilung früher unheilbarer Erkrankungen ermöglicht soll hier nicht weiter Gegenstand sein. Aber hat der medizinische Fortschritt auch der Musiker-Medizin weitergeholfen? Mit Sicherheit profitieren Musiker in vielen Bereichen von den Errungenschaften der Medizin. Verbesserungen der Operationstechnik beispielsweise haben die Risiken bei Eingriffen an der Hand oder an der Wirbelsäule gesenkt und die Rehabilitationszeiten deutlich verkürzt (Blum et al. 1997). Aber nicht nur die Verbesserung der Therapie, sondern vor allem wissenschaftlich begründete effiziente Präventionsmaßnahmen sind wichtig! Im Folgenden sei dies an Hand eines Beispiels aus der Arbeit unseres Instituts erläutert. Hans Christian Jabusch hat in den letzten Jahren einige Risikofaktoren für die Entwicklung einer sogenannten tätigkeitsspezifischen fokalen Dystonie bei Musikern, den sogenannten „Musiker-Krampf“, entdeckt (Jabusch et al. 2000). Unter einer fokalen Dystonie versteht man den Verlust der feinmotorischen Kontrolle hochgradig geübter und automatisierter Bewegungen am Instrument (Übersicht bei Lim et al. 2001). Häufig kommt es zu unwillkürlichen Fehlbewegungen und zu Verkrampfungen einzelner Finger oder, - bei Bläsern -, der Lippen. Prominente Betroffene sind die Pianisten Leon Fleischer und Michel Beroff. Die Ursachen der Erkrankung sind bislang nicht endgültig geklärt. Sicher ist, dass bei Handdystonien häufig eine Störung der somatosensorischen Repräsentation der Finger mit Verschmelzung der Fingerareale in der Großhirnrinde vorliegt (Elbert et al. 1998). Darüber hinaus müssen jedoch auch Störungen des Gleichgewichtes zwischen Erregung und Hemmung von Nervenzellen im Bereich der motorischen Rindenzellen und der Basalganglien des Gehirns eine Rolle spielen (Rosenkranz et al. 2001). Auffällig häufig scheinen diese Patienten auch bestimmte Persönlichkeitsmerkmale zu besitzen, sie wirken ängstlicher und weniger lebensfroh als andere Musiker. Aus diesem Grund führte Hans Christian Jabusch im Jahr 2000 eine Umfrage durch und verglich die psychologischen Charakteristika der Dystonie-Patienten mit denen gesunder Berufsmusiker. Dabei zeigt sich, dass Patienten mit fokaler Dystonie eine stärkere Angstbereitschaft und einen stärkeren Perfektionismus als gesunde Musiker aufweisen. Eine Frage des Fragebogens zielte darauf ab, festzustellen, ob die beschriebenen Charakterzüge schon vor Ausbruch der Erkrankung bestanden. Die große Mehrheit der Betroffenen bejahte dies, was zeigt, dass sich Perfektionismus und Angst nicht erst als Folge der bedrohlichen Erkrankung manifestiert haben. Wir

wissen bis heute nicht ganz genau, wie diese beiden Persönlichkeitsmerkmale zum Ausbruch der Erkrankung beitragen. Möglich ist, dass sich durch starke ängstliche Selbstbeobachtung bei hohem Perfektionsanspruch in paradoxer Weise gerade unzweckmäßige Bewegungen im Bewegungsgedächtnis festsetzen. Es ist bekannt, dass Angst und Stresshormone einen starken Einfluss bei der Konsolidierung von Gedächtnisinhalten haben. Die Kenntnis der hier wirkenden neurobiologischen Mechanismen ist für Musiker nicht bedeutsam. Entscheidend ist, dass die Lehrer eine Atmosphäre schaffen, in der junge Musiker frei von Angst und vertrauensvoll lernen können, in der sie ein positives Selbstkonzept entwickeln und in der von vorne herein übermäßigem Perfektionismus entgegengewirkt wird.

## 7. Finale Meisteriensis - Nützt Wissenschaft Musikern?

Die oben angeführten Beispiele wurden ausgewählt, um zu zeigen, in welchen Bereichen und in welchem Ausmaß Wissenschaft für Musiker nützlich sein kann. Musik und Wissenschaft haben sich im 18. und 19. Jahrhundert auseinander entwickelt und schienen nichts mehr miteinander zu tun haben. Viele Musiker verachteten über lange Zeit hinweg die Verbindung zur Technik und zum Handwerk, die früher sehr eng war. Die präzise an Rationalitätsstandards ausgerichtete Wissenschaft versuchte Abschied zu nehmen von den Unwägbarkeiten der musikalischen Kreativität. Mein Eindruck ist, dass heute eine größere wechselseitige Aufmerksamkeit besteht. Viele Musiker sind interessiert an Wissenschaft und verstehen sich als Forscher, umgekehrt gibt es viele Wissenschaftler, die sich für die emotionalen und kreativen Potentiale von Musikern interessieren. Die „Neurowissenschaft der Musik“ boomt in den letzten Jahren, da die Hirnforschung erkannt hat, dass professionelles Musizieren auch die Möglichkeiten und Grenzen menschlicher Wahrnehmung und Handlungsfähigkeit aufzeigt. Untersuchungen an Musikern können so Aufschlüsse über die enormen Entwicklungspotentiale unseres Zentralnervensystems geben (Altenmüller 2002). Ich glaube, es ist gut, Musizieren und Wissenschaft in ein engeres Verhältnis zu bringen und die Begegnung zu fördern. Konrad Meister war hier eine zukunftsweisende Integrationsfigur. Er hat verstanden, dafür zu werben, dass sich Wissenschaftler in ihren Forschungen stärker an der Praxis der Musiker orientieren und dass sie lernen, die Sprache der Musiker zu verstehen und zu sprechen.

Denjenigen, die Angst vor der Entzauberung der Musik durch die Wissenschaft haben, seien als Abschluss zwei von Konrad Meister geschätzte Zitate mitgegeben:

„Überhaupt hat der Fortschritt das an sich, dass er viel größer ausschaut als er wirklich ist“ (Dieses Motto des Wiener Schriftsteller und Satirikers Johann Nestroy ist den „Philosophischen Untersuchungen“ Wittgensteins vorangestellt)

„Das schönste Glück des denkenden Menschen ist es, das Erforschliche erforscht zu haben und das Unerforschliche ruhig zu verehren“

(Johann Wolfgang von Goethe)

## 8. Literatur

Altenmüller E. Mozart in uns: Wie das Gehirn Musik verarbeitet. Gehirn und Geist 1, 18-25 (2002)

Blum J. Müller LP, Degreif J, Rommens PM. Die endoskopische Spaltung des Retinaculum Flexorum – eine sinnvolle Methode zur Behandlung des Karpaltunnelsyndroms bei Instrumentalisten. Musikphysiologie und Musiker-Medizin 4, 73-85 (1997)

Dünnwald H. Ein erweitertes Verfahren zur objektiven Bestimmung der Klangqualität von Violinen. Acustica 71, 272 (1990)

Elbert T, Candia V, Altenmüller E, Rau H, Rockstroh B, Pantev C, Taub E. Alteration of digital representations in somatosensory cortex in focal hand dystonia. NeuroReport 16: 3571-3575 (1998)

Ericsson, K.A.; Krampe R.T.; Tesch-Römer, C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. In: Psychological Reviews 100: 363-406 (1993)

Hollmann H, Hettinger W. Sportphysiologie. Springer-Verlag Heidelberg (2000)

Jabusch HC, Müller S, Altenmüller E. Psychologische Prädispositionen bei Musikern mit Bewegungsstörungen. Musikphysiologie und Musiker-Medizin 7, 126-127 (2000)

Jorgensen, H. Practice habits: Deliberate practice and the acquisition of expert performance: An overview. In: Jorgensen, H.; Lehmann, A.C. (Hrsg.) Does practice make perfect? Oslo (NMHs skriftserie). 9-51 (1997)

Lieberman RK. Steinway&Sons. Kindler-Verlag München (1996)

Lim, V. K., Altenmueller, E., & Bradshaw, J. L. Focal dystonia: Current theories. Human Movement Science, 20, 875-914. (2001)

Meister K, Drescher D, Altenmüller E. Elektro-Myographie bei pianistischen Bewegungen: Bestandsaufnahme und Anwendungsmöglichkeiten. Musikphysiologie und Musiker-Medizin 8: 1-11 (2001)

Reuter C. Der Einschwingvorgang nichtperkussiver Musikinstrumente. Peter Lang, Frankfurt 1995

Rosenkranz K, Altenmüller E, Siggelkow S, Dengler R. Alteration of sensorimotor integration in musician's cramp: Impaired focussing of proprioception. Electroenc Clin Neurophysiol.111, 2036-2041 (2000)

Sloboda, J. Psychology of Music. Oxford University Press 1993

Solte, Christian: Die unheilige Allianz von Kunst und Religion und Brahms musikalische Chiffrierung in Beobachtung des Unbeobachtbaren, Hrsg. von Oliver Jahr, Nina Orth unter Mitwirkung von Benjamin Marius Schmidt, Wellbrück Wissenschaft, Weilerswist 2000, S. 90 bis 100.

Trappe W, Parlitz D, Katzenberger U, Stuber U, Altenmüller E. Bewegungsanalyse bei Instrumentalmusikern. Abstracts des 6. Europäischen Kongresses für Musik und Musikermedizin, Berlin, S. 155 (1998)

### Anschrift des Verfassers:

Univ.-Prof. Dr. med. Eckart Altenmüller  
Institut für Musikphysiologie und Musiker-Medizin der Hochschule für Musik und Theater Hannover  
Hohenzollernstrasse 47  
30161 Hannover

Telephon 0511/3100 552  
Fax 0511/3100 557  
e-mail: [altenmueller@hmt-hannover.de](mailto:altenmueller@hmt-hannover.de)

### Danksagung:

Dem Regensburger Klavierbauer Nikolaus Metz verdanke ich die Hinweise zur wissenschaftlichen Grundlage des Klavierbaus. Reinhard Kopiez, Michael Grossbach und Hans Christian Jabusch halfen mir mit Ihren konstruktiven Kommentaren zu einer früheren Version des Manuskripts.