

Wilfried Gruhn

Audiation – Grundlage und Bedingung musikalischen Lernens

Die Tatsache, dass ein neuer Begriff in die Pädagogik eingeführt wird, muss noch nicht bedeuten, dass damit auch ein neuer Sachverhalt erkannt und bezeichnet wird. Doch mit Audiation tritt ein lernpsychologisches Konstrukt musikpädagogisch in Erscheinung, das ein zentrales Merkmal genuin musikalischen Lernens darstellt. Denn Audiation verweist auf einen mentalen Prozess, der Lernen von mechanischer Übung zur Erlangung technischen Könnens und von bloßer Gedächtnisleistung als Basis für Wissen unterscheidet. Die Veränderung kognitiver Strukturen, die jedem Lernvorgang zugrunde liegt und das Erkennen musikalischer Merkmale erst ermöglicht, ist für genuin musikalisches Lernen von grundlegender Bedeutung. Die Einführung des Begriffs der Audiation (vgl. Gordon, 1980) hat das Verständnis der dem musikalischen Lernen zugrundeliegenden Strukturen von Grund auf verändert (vgl. Azzara, 1991; Gruhn, 2014) und die Entwicklung einer musikbezogenen Lerntheorie ermöglicht.

Begriffsbestimmung

Der Begriff „Musiklernen“ wird hier zunächst auf ganz grundlegende Vorgänge und Tätigkeiten bezogen, mit denen musikalische Phänomene immanent als diskrete Einheiten verarbeitet und gespeichert werden. Worin sich dieses zeigen kann, sei an einigen Beispielen verdeutlicht.

- Zu Zeiten, als die meiste medial vermittelte Musik noch aus dem Radio kam, konnte es geschehen, dass kleine Kinder gegen Ende eines Musikstücks zum Radio liefen und die Aus-Taste drückten. Woher wussten sie, dass das Stück zum Ende gekommen war?
- In einer Eltern-Kind-Gruppe kann ein kleiner Bub beim Vorsingen textloser Melodien, die immer um die verzögerte Auflösung des Grundtons kreisen, es nicht mehr aushalten und singt plötzlich klar und deutlich den Grundton als Ende der Melodie. Woher kennt er ihn?
- Die Musiklehrerin deklamiert in einer Musikstunde ein rhythmisches Motiv, dem ein Schüler spontan antwortet – im gleichen Metrum, in gleicher Länge und mit ähnlichen Rhythmen. Aber es war vorher nichts verabredet worden.
- Im Geigenunterricht soll eine Schülerin eine Moll-Melodie lernen, mit der eine neue Griffart eingeführt wird. Die Melodie wird zuerst gesungen und mit Montessori-Glocken nachgestellt. Dabei merkt die Schülerin sofort, dass eine Glocke der zur Verfügung stehenden Dur-Skala nicht passt. Woher weiß sie das?
- Wie können Musiker auf einem Naturhorn oder einem Streichinstrument und ebenso Sänger Töne treffen und Melodien sauber intonieren, ohne dazu Ventile, Klappen oder Tasten zu benutzen, die die Tonhöhe festlegen?

In derartigen und vielen weiteren vergleichbaren Fällen zeigt sich, dass eine innere Vorstellung (mentale Repräsentation) von dem jeweiligen musikalischen Sachverhalt vorhanden sein muss, um entsprechend handeln zu können. Dazu müssen die Sachverhalte noch gar nicht begrifflich gefasst sein. Vielmehr bilden sich durch wiederholtes Hören ähnlicher Melodien, Rhythmen, Skalen oder einzelner Musikstücke entsprechende Muster, die dann in der Wahrnehmung aktiviert werden können, um etwas als etwas zu erkennen. Mit der Beschreibung von inneren Vorstellungen und mentalen Repräsentationen betreten wir bereits den Bereich der Audiation, die durch und durch pädagogisch und nicht nur wahrnehmungspsychologisch ausgerichtet ist.

Die Bildung mentaler Repräsentationen, die durch Audiation aktiviert werden, ist möglich, weil das menschliche Gehirn ein Regel generierendes Organ und kein bloßer Speicherplatz ist. Umgang und Erfahrung erzeugen Muster und Regeln, die dann im eigenen Tun und Hören angewendet werden. In einem der obigen Beispiele ist das Phänomen „Grundton“ im inneren Hörbewusstsein bereits vorhanden, sodass dessen Eintritt erwartet werden kann und sich danach ein strukturelles Wissen über das Ende einer Melodie oder eines Musikstücks entwickeln kann. Wenn ein solches Muster gebildet ist, können alle neuen Hörerfahrungen unmittelbar auf das gespeicherte Muster bezogen werden. Musikalisches Hören und Erkennen setzt also ein beziehendes Denken in Gang, wobei ein aktuell gegebener Klang mit gespeicherten Musterklängen verglichen wird. Dieser Vorgang wird auch als *pattern matching* beschrieben. Was immer ein Mensch erkennt oder wiedererkennt, geht auf ein Vergleichen mit vertrauten Mustern zurück. In einem aktiven, Bedeutung gebenden Vorgang erzeugt das Individuum also das, was es erkennt, und zwar als Bestätigung oder Abweichung von erworbenen erwartungsleitenden Mustern.

Audiation ist also immer ein auf Verstehen gerichteter Vorgang, der sich auf ein Denken von und in Musik stützt (vgl. Tappert-Süberkrüb, 2005). Solch musikalisches Denken vollzieht sich aber nicht notwendig begrifflich rational, sondern immanent musikalisch in den innerlich gehörten oder vorgestellten Klängen. Das führt dann dazu, dass man die musikalischen Strukturmerkmale auf einer rein musikalischen Ebene erfasst und entsprechend musikalisch repräsentiert, um dann musikalisch reagieren (Improvisieren im gleichen Metrum, Finden des „falschen“ Tons in der Tonleiter etc.) zu können. Wenn wir diese Fähigkeit als Audiation bezeichnen, dann verweist dieser Terminus auf einen genuin musikalischen Denk- und Vorstellungsprozess, ist also nicht musiktheoretisch oder metakognitiv begründet (explizites Wissen über Musik). Audiation bezeichnet somit den autonomen klanglichen Modus musikalischen Denkens, der sich in der Aktivierung vorhandener musikalischer Repräsentationen vollzieht. Damit ist Audiation, die selber nicht isoliert beobachtbar und unmittelbar messbar ist, nicht Gegenstand einer „kompetenzbasierten“ Bewertung von Gehörbildung (vgl. Wolf, 2016), sondern steht jenseits formaler Hörtypologien, insofern sie als lerntheoretisches Konstrukt ein kognitionspsychologisches Modell für bewusstes, strukturelles Hören liefert.

Lerntheoretische Grundlagen bei Edwin Gordon

Zum Begriff

Das lernpsychologische Konzept und der Begriff *audiation* wurden von Edwin Gordon im Zusammenhang seiner Begabungsforschung bei der Entwicklung einer Reihe unterschiedlicher Begabungstests Ende der Siebzigerjahre entwickelt (vgl. Gordon, 1979). Im Rahmen seiner lernpsychologischen Arbeiten wurde der Begriff dann immer weiter ausdifferenziert (Gordon, 1980–2012) und ist heute in der Musikpädagogik weltweit fest etabliert. Bei der Audiation geht es zunächst um ein lernpsychologisches Konstrukt, das dann zum zentralen Dreh- und Angelpunkt seiner musikalischen Lerntheorie wurde. Ohne eine Klärung dieses Begriffs bliebe Gordons Lerntheorie in sich unverständlich.

Audiation und auditory imagery

Ursprünglich geht Gordon von der inneren Hörvorstellung aus, die keiner physikalischen Vergegenwärtigung des Klangs bedarf. Damit bewegt er sich aber noch ganz im Rahmen dessen, was in der Wahrnehmungspsychologie als *auditory imagery* bezeichnet wird. Dabei geht es um die *Musik im Kopf* (Spitzer, 2002b), die man sich klanglich vorstellen kann, als wäre sie real. Solche Vorstellungen beruhen aber in der Regel auf der Erinnerung an bereits gehörte Musik und stellen damit nur einen Abruf (*recall*) bereits gespeicherter Hörfahrungen dar. Audiation geht aber insofern darüber hinaus, als es sich hierbei nicht um Gedächtnisleistungen handelt,¹ sondern um den Prozess, einem gehörten Klang durch Rückbezug auf erworbene Muster seine musikalische Bedeutung zu geben. Es geht also um Kognition in Bezug auf musikalische Erscheinungen, die schon bekannt sind, die aber auch ganz neu eintreten können. Insofern übersteigt Audiation als bedeutungsgenerierendes Denken das innere Hören der *auditory imagery*, die auf bereits bekannte Wahrnehmungsinhalte bezogen ist, die willentlich oder unwillkürlich in der Vorstellung erscheinen.

Wenn wir über innere Vorstellungen sprechen, denken wir unwillkürlich zuerst an visuelle Vorstellungen. Jeder kann sich eine ihm bekannte Person, einen Apfel oder ein Auto vorstellen, ohne das jeweilige Objekt real vor sich zu sehen, vorausgesetzt, dass es grundsätzlich bekannt ist. Interessanterweise stellt man sich dabei nicht unbedingt einen bestimmten Apfel oder seinen Freund in einer bestimmten Kleidung oder Haltung vor, sondern entwickelt ein inneres Bild der strukturellen Merkmale der Person oder Sache. Ebenso kann man eine Melodie, ja ein ganzes Musikstück innerlich hören, ohne an eine konkrete Interpretation eines bestimmten Ensembles oder an ein bestimmtes Instrument zu denken. Dieses innere Bild enthält dabei aber alle strukturell wichtigen Merkmale des realen Sachverhalts, der erinnert und mental vorgestellt wird.

Damit wird klar, was Audiation vom inneren Hören als passivem Nachhall gehörter Musik unterscheidet. Denn obwohl Gordons früheste Bestimmungen des Begriffs („audiation takes place when one hears music through recall and creation, the sound not being physically present“, Gordon 1980, 3, Fn. 2) sich noch nicht wesentlich von der *auditory imagery* unterscheidet, gibt der Hinweis auf *creation* schon einen ersten Fingerzeig auf die entscheidende Bedeutung, die er später dem erkennenden Hören (*intelligent listening*) zuerkennt. Audiation bildet also eine Voraussetzung zum musikalischen Verste-

hen, insofern es auf die Erkenntnis der musikimmanenten Bedeutung einzelner Erscheinungen gerichtet ist. „Audiation [...] derives musical meaning. [...] and] provides the immediate readiness for intelligent listening to music“ (Gordon, 1980, 2 f.).

Mit zunehmender Verfeinerung des Konzepts der Audiation tritt der kognitive Aspekt des Verstehens (*hear and comprehend*) immer stärker in den Vordergrund. Die Bedeutung des Denkens für das Verstehen führt ihn dann zu der Analogie von Musik und Sprache: „Audiation is to music what thought is to speech“ (Gordon, 1980, 13). Ohne den Akt beziehenden Denkens im Rahmen grammatischer Strukturen kann nach Gordon nicht von musikalischem Lernen gesprochen werden. Audiation ist das immanent musikalische Denken, wodurch man den musikalischen Strukturen jenseits von ihren emotional erfahrbaren Klangqualitäten ihre musikimmanente Bedeutung gibt. Diese Prämisse ist fundamental für Gordons Lerntheorie. Daraus folgt, dass musikalisches Lernen zum Denken und Verstehen musikalischer Klänge befähigen soll. Dies geschieht durch eine aktive Projektion bereits erworbener Erfahrungen bzw. erlernter Muster auf neue Zusammenhänge.

Audiation und Imitation

Lernen als eigenständiger, bedeutungsgenerierender Denk-Akt unterscheidet es somit von bloßer Imitation. Letztere zielt auf die Reproduktion von Bekanntem, Lernen dagegen auf die Erkenntnis von etwas Neuem. Diese Idee kleidet Gordon in mannigfaltige Sprachbilder, die nicht immer leicht auf den musikalischen Sachverhalt zu übertragen sind, aber in der Analogie eine markante Abgrenzungen zeigen (Gordon, 1997):

- „Imitation is a product, whereas audiation is a process“ (9).
- „Imitation is learning through someone else’s ear. Audiation is learning through one’s own ears“ (9).
- „Imitation is like painting a canvas; it requires the adding of material. Audiation is like sculpture; it requires the taking away of material“ (9).
- „Audiation is an active response [to the incoming sound] by anticipating in familiar music and predicting in unfamiliar music“ (10).
- „The structure of audiation is deep and serves in *background conception*. The structure of imitation [...] is superficial and serves simply as *foreground perception*“ (10, Hervorhebungen im Original).

Mit der Abgrenzung der Audiation gegenüber bloßer Imitation tritt ein wesentliches Merkmal der Audiation in Erscheinung. Während Imitation auf einer Gedächtnisleistung beruht, regt Audiation einen aktiven Denkvorgang des Vergleichens an. Denn Imitation beruht auf der Unterscheidungsfähigkeit von „gleich“ oder „verschieden“, die so zur Voraussetzung für Imitation wird. Im Prozess der Entwicklung der Audiationsfähigkeit spielt dann die Imitation, d. h. die genaue Reproduktion gehörter Klänge eine wichtige Rolle. Gordon bezeichnet daher mit *imitation* auch eine Stufe beim frühkindlichen Erwerb der Audiation (vgl. Gordon, 1990). Ohne die Fähigkeit, einen bestimmten Ton in der Vorstellung zu halten, wäre es unmöglich, ihn mit einem Gehörten zu vergleichen und dann das eigene Singen dem Gehörten anzupassen. Intonationssauberes Singen ist ein Ausweis von angewandter Audiation. Das gilt dann später auch auf allen Ebenen mu-

sikalisch künstlerischer Betätigung. Improvisieren, Erfinden, Variieren etc. beruhen immer auf der Fähigkeit zur Audiation; ohne Audiation wäre letztlich kein kreativer Umgang mit musikalischem Material möglich.

Audiation und Begabung

Schwieriger ist es, das Verhältnis der Audiation zur musikalischen Begabung eindeutig zu bestimmen. Nach Gordon beinhaltet Begabung das Maß für das kognitive Potenzial zum Lernen; die Lerntheorie beschreibt dann, wie Lernende dieses Potenzial beim Lernen ausnutzen. Gordon betont, dass Audiation eine Grundlage für die sich entwickelnde Begabung darstelle (vgl. Gordon, 1990, 18). Das Potenzial zur Audiation ist angeboren, d. h. genetisch festgelegt. Diese Tatsache macht sie zu einem wichtigen Faktor im Rahmen der Ausprägung der Begabung (*aptitude*). Je größer das genetisch determinierte Potenzial zur Audiation ist, desto besser kann sich die Begabung entfalten. In der jüngsten Ausgabe seiner Lerntheorie (2012) bekräftigt er dies noch einmal.

» Audiation is integral to both music aptitude and music achievement. However, it functions differently in each. Audiation potential cannot be taught. It is a matter of music aptitude which comes naturally. By providing children and students with appropriate knowledge and experience, they can be taught how to audiate; that is, how to use inborn audiation as determined by their music aptitude and to maximize acquired music achievement as determined by quality of the environments.“ (Gordon, 2012, 3)

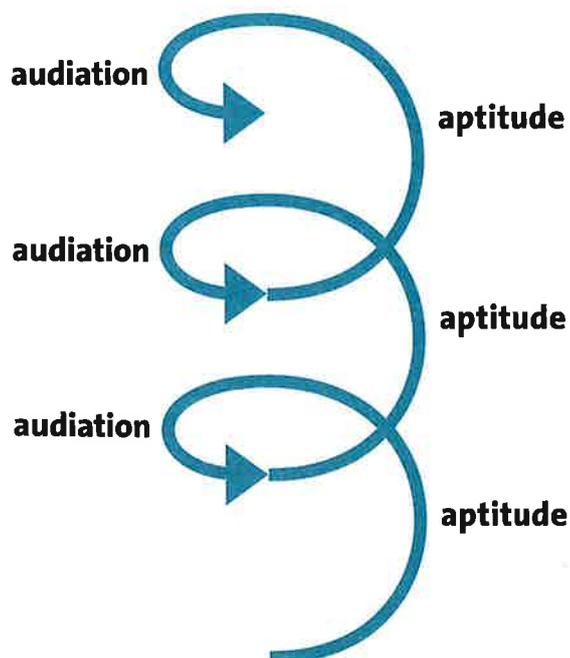


Abb. 1
Spiralförmiges Modell der
Interaktion von Begabung
und Audiation

Auf der anderen Seite hat Gordon in Kursen und Vorträgen immer wieder gemahnt: „Don't teach music, teach audiation!“ Entwicklungsfähig und damit lehr- und lernbar sind nur der Gebrauch und die Intensität bzw. die Qualität der Audiation (*how to audiate*), während das Potenzial dazu jedoch angeboren ist und nicht erworben werden kann (*potential cannot be taught*).

Die Frage, ob und inwieweit Audiation als Voraussetzung für oder als Folge von Begabung gelten soll, ist damit aber nicht endgültig beantwortet. Vielmehr liegt ein zirkuläres Wirkungsverhältnis von Begabungsentwicklung und Audiationspotenzial vor. Dies bedeutet, dass die kognitiven Bedingungen für die Audiation vorgezeichnet sind, die dann Einfluss auf die Begabungsentwicklung nehmen. Oder umgekehrt: die Begabungshöhe hängt mit der Audiationsfähigkeit unmittelbar zusammen. Man könnte sich dies als einen spiralförmigen Prozess der Interaktion von Begabung (*aptitude*) und Audiation vorstellen (siehe Abb. 1).

So wird verständlich, dass Gordon *audiation* immer in einen Zusammenhang mit Begabung stellt (*a matter of aptitude*). Die Höhe (oder: Güte) der Audiationsfähigkeit gibt somit indirekt einen Hinweis auf die Begabungshöhe. Je besser die Audiation gelingt, desto größer muss die Begabung sein. Doch es gilt auch die umgekehrte Aussage: Je höher die Begabung, desto besser gelingt Audiation. Beide lernpsychologischen Konstrukte hängen also zusammen und bedingen sich gegenseitig.

Seine verschiedenen Begabungstests bezeichnet Gordon daher als *measures of audiation* (Gordon, 1979; 1982; 1989). Darin geht es um den Vergleich von kurzen Melodie- und Rhythmuspaaren, die als „gleich“ oder „verschieden“ erkannt werden sollen. Die Pause zwischen den beiden Teilen eines Paares sind dabei immer ein wenig kürzer, als es nötig wäre, um die erste Phrase innerlich singend zu wiederholen, d. h. also um bloße Imitation zu vermeiden. Wäre es möglich, die Items innerlich vollständig zu reproduzieren, handelte es sich nicht mehr um Audiation, sondern um Imitation aus dem Gedächtnis.

Audiation und Kreativität

Schon in der ersten Definition der Audiation erscheint der Begriff der Kreativität. Denn es geht nicht allein um die Reproduktion des Gehörten im Kopf, sondern um erkennen-des Denken beim Hören von Musik wie ebenso beim Vorstellen von Musik, die man sich zu spielen anschickt oder spontan erfindet. In diesem Sinne ist die Verwendung der Bezeichnung Kreativität zu verstehen, die sich vom Kreativitätsbegriff in der Ästhetischen Erziehung deutlich unterscheidet. Wichtig erscheint er aber insofern, als damit das Moment des Neuen, Eigenen, noch nicht Erinnerungsbaren ins Blickfeld rückt, das für das musikalische Lernen so wichtig ist, weil es den kognitiven Prozess des Lernens unterstreicht und Lernen so von bloßer Wissensspeicherung und technischem Training abhebt.

Jedes eigenständige Musikmachen beim Literaturspiel und Improvisieren beruht auf der Fähigkeit zur Audiation. Daher ist ein genaues Verständnis des Verhältnisses von Begabung und Audiation ebenso wichtig wie deren Beziehung zu Improvisation und zum Erfinden von Musik. Audiation bezeichnet Gordon daher als Schlüssel zur musikalischen Kreativität (vgl. Gordon, 1994).

Audiation und Repräsentation

Eine musikalische Struktur, d. h. ein Rhythmus oder eine tonale (melodische) Wendung, muss als Ganzes „formal“ repräsentiert sein, damit es zur Audiation kommen kann. Audiation bedeutet dann nichts anderes als die Aktivierung formal repräsentierter Strukturen. Unter formaler Repräsentation versteht Jeanne Bamberger in Anlehnung an Jean Piagets Begriff der formalen Operation und im Unterschied zur figuralen, d. h. abbildenden Repräsentation (vgl. Bamberger, 1991) die innere Vorstellung einer musikalischen Gestalt in abstrakter, ganzheitlicher Form, die keiner konkreten Reproduktion (realen Verklanglichung) oder Bindung an ein Instrument oder eine Klangfarbe bedarf. Man könnte daher auch sagen, dass Audiation auf der Fähigkeit zur formalen Repräsentation beruht. Lernen kann dabei kognitionspsychologisch und neurobiologisch als der Übergang von figuraler zu formaler Repräsentation beschrieben werden (vgl. Gruhn, 2014).

Audiation und Solmisation

Als methodische Hilfe zur Bildung mentaler Repräsentationen, die die Grundlage der Audiationsfähigkeit bilden, kann die in jüngster Zeit wieder verstärkt in den musikpädagogischen Blickpunkt gerückte Relative Solmisation dienen. Dieses Verfahren wird mit Guido von Arezzo in Verbindung gebracht, der mit Hilfe von Silben (*ut, re, mi...*) die Intervalle einer Melodie abbildete (vgl. Losert, 2015, 55). Dieses System der sprachlichen Bezeichnung von Tonbeziehungen fußt auf dem inneren Zusammenhang von Erkennen, Benennen und Verstehen. Pädagogisch wurde die Relative Solmisation (*Tonic Solfa*) dann vornehmlich seit dem 19. Jahrhundert als eine Technik eingesetzt, mit deren Hilfe man phänomenal wahrgenommene Tonbeziehungen (insbesondere die Lage der Halbtonschritte) sprachlich benennen konnte. Dabei gilt, dass was gleich klingt, auch gleich heißt: *Do* bezeichnet den Grundton einer jeden Durtonleiter, *La* den einer jeden Molltonleiter etc. Lernpsychologisch bedeutet dies, dass sich im Akt des Benennens eine distinkte Wahrnehmung von etwas als etwas konkretisiert. So werden unspezifische Ereignisse ins Bewusstsein gehoben, die sonst im unreflektierten Tun und in der Imitation spontan vollzogen werden, und es können die tonalen und metrischen Bedingungen musikalischer Verläufe für das eigene Verstehen verfügbar gemacht werden: Ton- wie ebenso Rhythmus- und Silben benennen das, was man gehört hat, und machen es explizit. Die Relative Solmisation resultiert also aus der Verbindung von Denken, Vorstellen und Benennen und weist dieser so ihren lerntheoretischen Ort zu. Denn dabei entstehen im mentalen Bewusstsein die Repräsentationen, die dann in der Wahrnehmung wie bei der musikalischen Ausführung aktiviert werden. Und genau diese Aktivierung von Vorstellungsinhalten macht auch das Wesen von Audiation aus (Abb. 2).

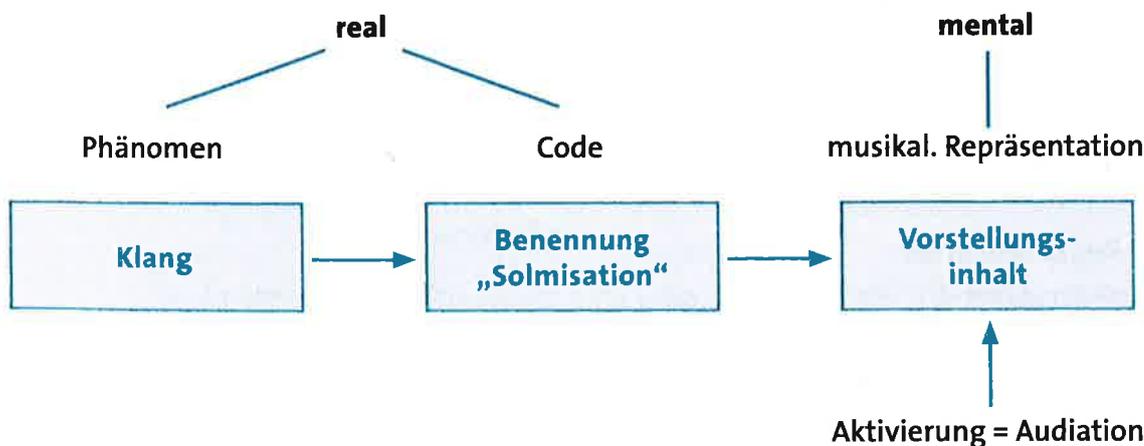


Abb. 2
Das Zusammenwirken von realen und mentalen
Inhalten im Vorgang der Audiation.

Solmisation kann also dazu beitragen, musikalische Phänomene als repräsentierte Einheiten zu festigen, um sie im Vorgang der Audiation abrufen zu können. Damit wird Solmisation zu einer besonderen Lernhilfe auf dem Weg zur Audiation.

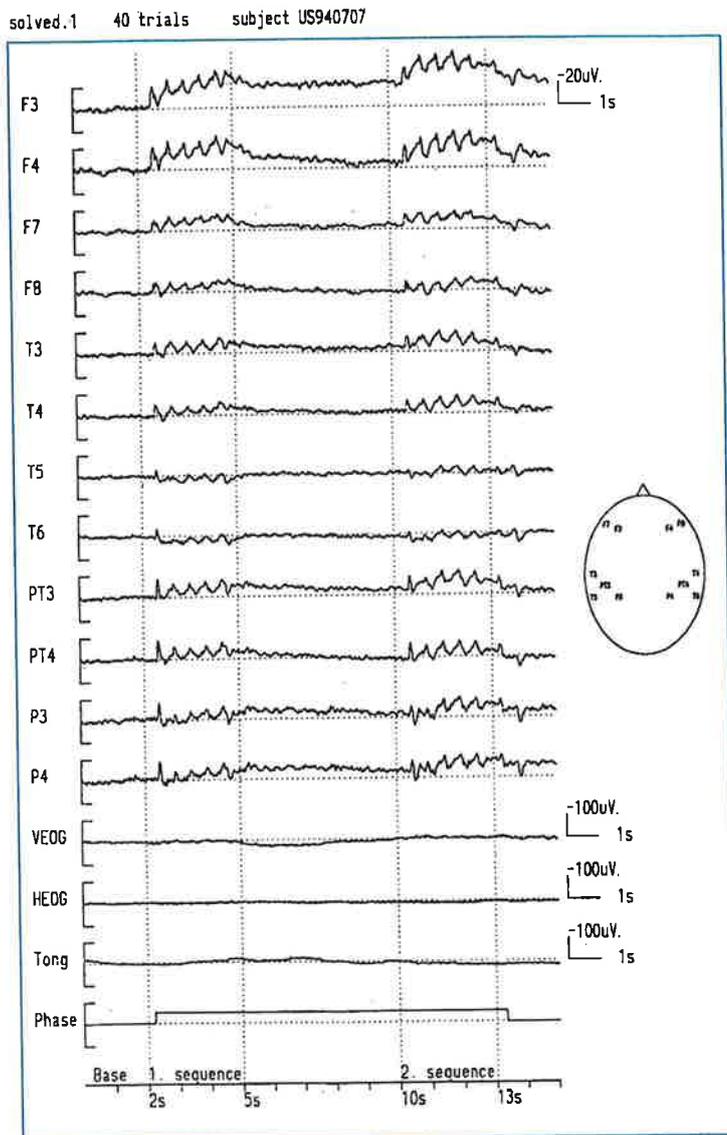
Kognitionspsychologische und neurobiologische Grundlagen der Audiation

Hören und audieren

Audiation bedeutet, dass man beim realen Zuhören von Musik auch audiiert, also gleichzeitig innere Repräsentationen aufruft. Die neuronalen Korrelate der Audiation finden sich in den mentalen oder neuronalen Repräsentationen, die beim Hören, Vorstellen, Lesen, Musizieren und Erfinden von Musik aktiviert werden. Die modernen Neurowissenschaften haben die Areale und neuronalen Prozesse bei der Musikverarbeitung untersucht (Peretz & Zatorre, 2003) und insbesondere für die sprachanalogen Bereiche der Musik (Koelsch, 2012; Patel, 2008), für das Instrumentalspiel (Altenmüller, Wiesendanger et al., 2006) für die emotionalen Wirkungen (Altenmüller, Schmidt et al., 2013; Juslin & Sloboda, 2010) und für das Lernen (Gruhn, 2008; 2014; Spitzer, 2002a) dargestellt. Hier soll es nun um die Mechanismen gehen, die bei der inneren Vorstellung, also beim Denken von musikalischen Klängen und Verläufen aktiviert werden.

Wie oben bereits dargestellt wurde, unterscheidet sich Audiation von akustischen Erinnerungsbildern, die auf Bekanntem beruhen, dadurch, dass auch neue Strukturen auf gespeicherte Muster bezogen werden können und in einem Denk-Akt mit diesen verglichen werden. Die der auditorischen Klangvorstellung zugrundeliegenden Mechanismen sind kognitionspsychologisch (McAdams & Bigand, 1993; Reisberg, 1992) und neurobiologisch (Schnupp, Nelken et al., 2011; Zatorre & Halpern, 2005) umfassend dargestellt worden. Dabei zeigen die neuronalen Korrelate der *auditory imagery* Überlappungen in den jeweiligen Hirnarealen mit den Aktivierungen beim realen Hören, d. h. das Erinnern und Vorstellen von Musik spielt sich auch in den Arealen ab, die für das Hören zuständig sind, was nicht sonderlich überraschend ist.

In einer frühen EEG Studie wurde erstmals 1994 versucht, die Hirnaktivitäten während des Audiationsvorgangs zu messen (Altenmueller & Gruhn, 1997). Dabei hörten die Probanden eine Fünftonfolge (*1. sequence*), von der sie anschließend mental den Krebs bilden und sich vorstellen sollten. Bei der darauf folgenden Vergleichstonfolge (*2. sequence*) war dann durch Abgleich der vorgestellten mit der gehörten Sequenz zu entscheiden, ob der angebotene Krebs richtig oder falsch erklang (Abb. 3). Dabei zeigte sich, dass die hirnelektrischen Aktivierungsmuster während der stummen Audiationsphase zwischen den beiden Hörsequenzen sich sowohl deutlich von den Mustern beider Hörsequenzen unterscheiden, als auch eine deutlich stärkere Aktivierung gegenüber der Ruhephase vor der Messung erkennen lassen. Ebenso erwies es sich aber auch, dass die zweite Hörsequenz, bei der über „richtig“ oder „falsch“ zu entscheiden war, wozu die Audiation notwendig beiträgt, eine insgesamt stärkere hirnelektrische Antwort hervorruft. Während die fünf Gipfel der Aktivierungskurve den fünf akustischen Signalen entsprechen, fehlen diese in der Audiationsphase. Die in der zweiten Sequenz insgesamt stärkeren Signale resultieren also aus der Verbindung der gedanklichen Audiation (Hörvorstellung) mit der auditiv verarbeiteten Tonfolge. Audiation kann somit als eine Intensivierung des Höreindrucks verstanden werden, die mit einem Erkenntnisgewinn (Urteil über den Krebs) einhergeht.



Eine funktionale MRT-Studie zur Audiation liegt bislang nicht vor, was mit der methodischen Schwierigkeit zusammenhängen dürfte, die neuronalen Aktivierungsmuster bei der Audiation eindeutig gegenüber dem reinen Arbeitsgedächtnis und der *auditory imagery* abzugrenzen. Dennoch erscheint es lerntheoretisch sinnvoll und notwendig zu sein, diese Vorgänge phänomenal zu unterscheiden.

Abb. 3

Messprotokoll einer richtigen Lösung bei der Tübinger Studie (1994) im Institut der Neurologischen Klinik der Universität Tübingen, erstellt von Eckart Altenmüller. In der base-line sind Abfolge und Dauer der ersten Hörsequenz (1. sequence), der nachfolgenden stumme Audiationsphase und der zweiten Hörsequenz mit der Entscheidung (2. sequence) angegeben. Die klar erkennbaren peaks bilden die Wahrnehmung der fünf Tonhöhen ab.

Lesen und audieren: notational audiation

Eine besondere Bedeutung erlangt Audiation in Verbindung mit Notation (*notational audiation*). Dies bedeutet, dass ein Zeichen – ein Notationssymbol – mit einem bestimmten Klang assoziiert werden kann. Notation kann ganz unterschiedliche Bedeutungen haben: Sie kann als Griffschrift (Tabulatur) eine Handlungsanweisung enthalten und angeben, was zu tun ist, um einen bestimmten Klang zu erzeugen; sie kann aber auch als grafisches Abbild der Struktur des Klangverlaufs fungieren (grafische Notation) oder ein vereinfachtes Hörprotokoll darstellen (Hörpartitur). Nur in dem Fall, dass ein notiertes Zeichen als Symbol einen bestimmten Klang vertritt, kommt Audiation ins Spiel. Dabei wird nicht ein gehörter Ton aus der Erinnerung heraus innerlich vorgestellt, sondern ein Zeichen vertritt einen Ton, indem es eine unmittelbare Verbindung zwischen Klang und Zeichen herstellt.

Man muss dabei drei Bereiche der Darstellung von Klängen unterscheiden. Zum einen gibt es den physikalischen Klang, der real vorhanden ist oder mental gedacht werden kann; dies ist die auditive Seite des Umgangs mit Klängen. Zum anderen kann dieser

Klang auch begrifflich erfasst (Notenname), benannt (Solmisation) oder verbal umschrieben werden: Das ist die kognitive Seite der Beziehung zwischen Klang und Wahrnehmung. Schließlich kann ein Klang aufgeschrieben, d. h. durch ein grafisches Symbol vertreten werden; dies macht die visuelle Seite der Beziehung aus (Abb. 4).

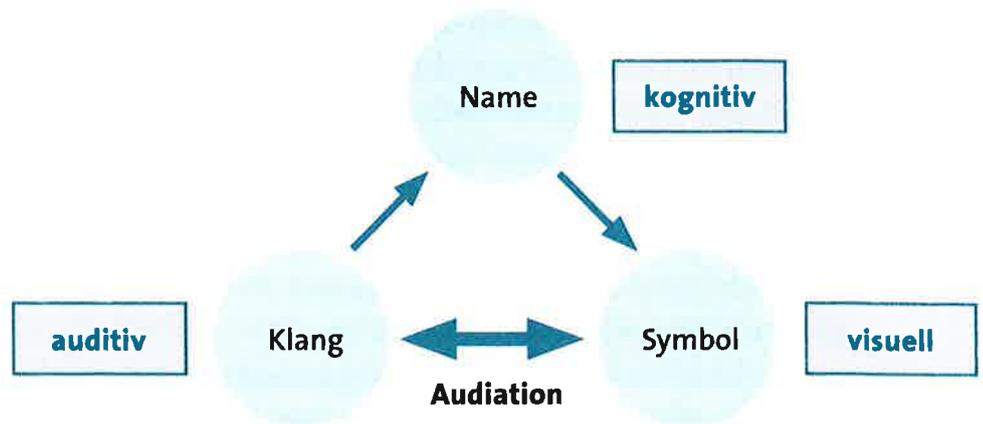


Abb. 4

Schema der Verweisebenen musikalischer Phänomene

Erst wenn ein Klang durch Hören und Tun (Erzeugen dieses Klanges) kognitiv gefestigt und als Phänomen mental repräsentiert wird, kann er auch symbolisch codiert und im Akt der Audiation wieder klanglich aktiviert, d. h. in Klang umgewandelt werden. Gordon bezeichnet diesen Typ der Audiation, der die Grundlage der musikalischen Lesefähigkeit darstellt, als *notational audiation* (Gordon 1980, 3), d. h. man kann die Notenschrift (einen Notentext, „Musik“) erst dann im eigentlichen Sinn „lesen“, wenn man die Notensymbole unmittelbar mit einem Klang assoziiert, also ganz analog, wie man einen geschriebenen Text, ohne ihn laut zu sprechen, lesen und verstehen kann. Das Buchstabieren der Notennamen f-e-f-d-e-c-d-d stellt noch kein „Lesen“ einer Melodie dar, wie das Buchstabieren von N und E und B und E und L noch keinen Begriff ergibt. Erst die Erfassung der einzelnen Elemente (hier: Buchstaben oder Notennamen) als sprachliches bzw. musikalisches Gebilde macht es möglich, die Buchstabenfolge als Substantiv „Nebel“ bzw. die Tonfolge als dorische Melodiefloskel zu erfassen. Erst dann kann das Wort seinen vollen Bedeutungsumfang (Nebel = Dunst, mit Feuchtigkeit gesättigte Luft) mit all seinen Assoziationen und Stimmungen gewinnen oder kann die Melodiefloskel als Anfang der Sequenz der Totenmesse (*dies irae*) erkannt werden.

Im Akt der Audiation geben wir den wahrgenommenen Erscheinungen (Phänomenen) also ihre vorgängige Bedeutung. Man kann daher auch von Audiation als dem Prozess der phänomenalen Bedeutungsgenerierung sprechen. Dies unterscheidet sie ebenso von bloßem Nachhall einer Wahrnehmung wie von der aktivierten Erinnerung an bereits Bekanntes. Um die Sequenz *dies irae* zu erkennen, muss sie schon bekannt, d. h. im Bewusstsein repräsentiert sein. Doch auf der untersten Verweisebene im Semioseprozess des Etwas-als-Etwas-Erkennens steht die Wahrnehmung der Tonfolge als dorische Klangqualität, was noch keineswegs die Bekanntheit des Begriffs voraussetzt. Im speziellen Kontext kann dann diese dorische Wendung als Sequenz – oder auch als etwas

ganz anderes wahrgenommen werden. Damit es aber zu diesem Wahrnehmungsprozess musikalischer Phänomene kommen kann, muss den Klängen durch Audiation erst ihre Bedeutung zugewiesen werden.

Das tatsächliche Vorhandensein der *notational audiation* ist bei professionellen Musikern experimentell überprüft worden (vgl. Brodsky, Henik et al., 2003; Brodsky, Kessler et al., 2008). Dabei wurden Musikstudenten und Berufsmusiker aufgefordert, notierte Melodien zu lesen, die ein bekanntes Thema in verfremdeter Orthografie vorstellten (*embedded melodies*), um dann anzugeben, welche der nachfolgend gehörten Originalmelodien der veränderten Form zugrunde lag. Während die meisten Musiker (aber immerhin doch nur 80 %) das Original im Klangbeispiel wiedererkannten und die falschen Versionen (*lures*) zurückwiesen, schrumpfte die Anzahl auf nur noch zwei Drittel (67%), wenn das Lesen mit einer rhythmischen Ablenkung verbunden war, die die Audiation störte (vgl. Brodsky, Kessler et al. 2008, 432).

Eine andere Studie mit 340 Musikstudenten förderte ähnliche Ergebnisse zutage. Dabei zeigten die Resultate eines Hörtests und einer schriftlichen Transkriptionsaufgabe bei australischen Musikstudenten, dass ein tonales Verständnis bei einer großen Zahl von ihnen wegen mangelnder Audiation nicht hinreichend ausgebildet war (vgl. Sommerville, 2016).

In einer neuen Studie sollen daher die Befunde zur *notational audiation* unter strengen Testbedingungen erneut überprüft werden (vgl. Estrada, Kopiez et al., 2015; Platz, Kopiez et al., 2017). Dies dürfte dann durchaus wichtige Konsequenzen für die Vermittlung und das Erlernen der Notenschrift haben, sofern diese als ein Symbolsystem für Klänge verstanden wird. Denn es bleibt eine offene Frage, inwieweit musikalisches Lernen jenseits von mechanischem Training ohne Audiation überhaupt gelingen kann. Hier können nur empirische Befunde eine Antwort geben.

Die Bedeutung der Audiation für den Musikunterricht und das Musikhören

Audiation im Instrumentalunterricht

Eine besondere Bedeutung erhält die Fähigkeit zur Audiation im Instrumentalunterricht, wenn es um Improvisation geht, also mit bekanntem Material neue Strukturen und Kombinationen ausprobiert werden und so überhaupt etwas Neues und Eigenes entsteht. Improvisation beruht auf Audiation, indem bereits bekannte Spielweisen und musikalische Formen eingesetzt werden. Audiation bedeutet hier, dass neue Kombinationen (z. B. von Dreiklangstönen oder Skalenausschnitten) in der Hörvorstellung vorausgedacht werden können. Dies bildet zugleich die Grundlage für inferentielles Eigenlernen,² durch das neu erworbene Fähigkeiten und Fertigkeiten gefestigt und damit allgemein verfügbar werden. Das gleiche gilt für das Variieren von vorgegebenem Material. Denn erst, wenn ein Schüler mit den vorhandenen Materialien spielen kann und diese selbstständig neu arrangiert und umbildet, verfügt er wirklich über dieses Material, hat er es sich zu Eigen gemacht. Dazu muss er aber fähig sein, die Klänge strukturell zu denken, d. h. sie zu audieren.

Zahlreiche Anlässe dazu bietet der Instrumentalunterricht in allen unterrichtsmethodischen Zusammenhängen: beim technischen Üben wie beim Musizieren komponierter Stücke, beim Improvisieren und Erfinden, im Ensemble wie allein am eigenen Instrument und zwar immer dort, wo eigene Handlungs- und Erprobungsmöglichkeiten beim Lernen in Spiel kommen. Einen Rhythmus, eine Strichart, die Tonart, Dynamik und Phrasierung oder einen formalen Ablauf kann man zu Übungszwecken aber nur dann musikalisch sinnvoll variieren, wenn man die zugrundeliegende musikalische Substanz audiiert, d. h. sich ihre Struktur mental vorstellen kann. Man muss innerlich denken können, wie etwas klingen soll, bevor man es spielen kann. Fragen wie „Welchen Fingersatz soll ich nehmen?“, „Soll ich mit Auf- oder Abstrich beginnen?“ oder „Wo soll ich atmen?“ wären daher zu ersetzen durch die Aufforderung: „Sing doch mal, wie du es hörst, wie es klingen soll“. Dazu muss ein Musiker sich die vollständige Gestalt einer Melodie oder Phrase vorstellen können (audiiert), ohne sich an eine zuvor gehörte Version bloß zu erinnern. Denn Audiation ist nicht nur die Grundlage für musikalisches Lernen, sondern auch Voraussetzung für jegliches Musizieren vom ersten Anfang an.

Erst auf der Grundlage von Audiation kann es gelingen, sauber zu intonieren, vor allem wenn keine Bündel, Klappen, Ventile oder Tasten den Tonort lokalisieren. Der Hinweis „Der dritte Finger ist zu tief“ nützt wenig, wenn der zu spielende Ton nicht klar audiiert wird. Ein Sänger wird einen großen Sprung dann leichter und intonationsreiner treffen, wenn er nicht ein Intervall „abzählt“ oder dieses hundertmal memoriert, sondern wenn man den musikalischen Zusammenhang versteht (audiiert):



Die verminderte Septime *as – h* braucht nicht als Abstand von neun Halbtönen eingeübt zu werden, wenn das *h* als unterer Leitton zum Zielton *c* gedacht und als Rahmen eines verminderten Septakkords als Dominante (*D^v*) zu *c*-Moll audiiert wird.

Audiation im schulischen Klassenunterricht

Im gegenwärtigen Klassenunterricht spielt neben den curricular festgelegten Inhalten gemeinsames Musizieren (instrumental und vokal oder digital-elektronisch) als sozial erfahrbare Musikpraxis eine zentrale Rolle (vgl. Regelski, 2016). Dabei ist zu fragen, inwiefern darin Audiation zum Tragen kommt. Das hängt ganz entscheidend von dem zugrundeliegenden Musikbegriff ab. Wie die Debatte um den *Aufbauenden Musikunterricht* zeigt (vgl. Gies & Wallbaum, 2010), divergiert dieser in den verschiedenen Konzeptionen beträchtlich. Denn nur bei der Vermittlung von objektivierbaren musikalischen Grundmustern, die intersubjektiv in einem bestimmten kulturellen Kontext gültig sind, können sich musikimmanente Repräsentationen bilden, die dann im Akt der Audiation aktiviert werden. Geht es aber primär um subjektive Wahrnehmungspraxen, Kulturererschließung und subjektiv bedeutsame Umgangsweisen (vgl. Gies & Wallbaum, 2010; Jank & Stroh, 2006), verlieren genuin musikalische Phänomene zwangsläufig an Bedeutung.

Sichtbar wird dies auch bei der Frage nach der Bedeutung der Notation im allgemeinbildenden Klassenunterricht, die ohne Audiation nicht sinnvoll eingeübt werden kann. Bereits in den Siebzigerjahren hatte im Zusammenhang mit der Einführung neuer Unterrichtskonzepte wie *Musik aktuell* (1971) und *Sequenzen* (1972) eine heftige Diskussion darüber stattgefunden, inwieweit das Notenlesen für Schülerinnen und Schüler sinnvoll sei, die kein Instrument spielen, oder was es zur Bildung eines mündigen Hörers beitrage, wenn man abstrakte musiktheoretische Phänomene wie den Quintenzirkel einführe. Musikalisch verstehen kann man die Notenschrift erst, wenn sie als Zeichen für einen Klang fungiert, der audiiert werden muss, um die Bedeutung der schriftlichen Zeichen erfassen zu können.

Ebenso sind musikalische Strukturen wie die musikalische Kadenz keine theoretische Abstraktion, sondern klangliche Modelle, die durch Hören, Singen und Spielen erfahren werden müssen, damit man deren Funktionen (z. B. als Tonika, Dominante, Subdominante) audiiert, bevor sie symbolisch codiert werden. Ist dies der Fall, kann man eine Kadenz auf immer neue Art musizieren, indem man die Stimmen verändert, erweitert, unterschiedlich rhythmisiert und phrasiert und auf diese Weise ganze Chorsätze mehrstimmig improvisiert (siehe Bannan, 2010). Die Stellung der Audiation im Klassenunterricht hängt also vom jeweiligen Musik- wie Lernverständnis ab.

Erst recht bleiben im Bereich Werkhören und Analyse Beschreibungsversuche musikalisch inhaltsleer, wenn das musikalische Geschehen nicht audiiert werden kann. In Schuberts *Frühlingstraum* aus der *Winterreise* bildet die Melodie einen auf 10 Takte erweiterten musikalischen Satz. Die Formen von Satz und Periode müssen aber als Struktur innerlich repräsentiert sein, um sie als musikalische Gestalt erkennen zu können. Wenn Schüler nach dem Anhören der Klaviereinleitung feststellen, dass diese mit dem Nachsatz anfängt, und dann fragen, warum Schubert das mache, dann ist damit – und erst damit – die Frage aufgeworfen, die Analyse möglich macht, welche weit über ein triviales Suchen nach „bunten Blumen“ und „lustigem Vogelgeschrei“ hinausgeht. Die Struktur eines Themas, einer klassischen Form oder eines musikalischen Entwicklungsverlaufs muss also in der inneren Vorstellung gedacht, d. h. klanglich antizipiert und audiiert werden können, damit die Analyse die Frage nach dem „Warum“ überhaupt erst stellen und dann vielleicht beantworten kann.

Frühlingstraum

(aus: Winterreise)

Franz Schubert (1797–1828)
op. 89, Nr. 11

Etwas bewegt

Ich

träum-te von bun-ten Blu-men, so wie sie wohl blü-hen im Mai; ich

träum-te von grü-nen Wie-sen, von lus-ti-gem Vo-gel-ge-schrei, von

Schnell

lus-ti-gem Vo-gel-ge-schrei, und als die Häh-ne kräh-ten, da

Audiation im freien Lernen

In allen Formen akzidentiellen und nicht intentionalen Lernens, wie sie in der *Community Music* (siehe Kapitel *Community Music*) anzutreffen sind, bilden sich mentale Repräsentationsmuster, die dann audiiert werden können, ganz von selbst durch das wiederholte musikalische Tun aus; Akkordverbindungen, Formverläufe, Melodiefloskeln, modale Klangtypen etc. prägen sich so als Griff und Klang ein. Dabei ist jedoch Audiation weder Methode noch Ziel des Unterrichts – denn es findet ja gar kein förmlicher Unterricht statt! –, sondern Audiation stellt sich nach einiger Zeit ein, wie sich Strategien zum Balancehalten beim Fahrradfahren einstellen, ohne dass man genau beschreiben oder rational begründen könnte, warum man gerade welche Bewegung macht, um nicht hinzufallen. Es ist das durch Übung erworbene Körperbewusstsein, die vestibulär gesteuerte Propriozeption, die hier greift. In ähnlicher Weise stellt sich auch Audiation als Ergebnis wiederholten Tuns ein, ohne dabei jedoch im pädagogischen Fokus zu stehen, was aber nicht bedeutet, dass sie nicht wirksam wäre. Dies zeigt sich, wenn man Amateure, Laien, Hobby-Musiker auffordert, einen gegebenen Rhythmus klatschend oder spielend zu beantworten. Das musikalische Gefühl sagt jenen dann, die rhythmische Antwort genau an die Länge der gegebenen Phrase anzupassen – ohne bewusst zu zählen oder irgendetwas über gerade oder ungerade Takte zu wissen.

Es ist also nicht das rational zählende Bewusstsein, sondern eher der sich seines Zählens unbewusste Geist (Leibniz), welcher das Tun steuert, hier also das Muster eines symmetrischen Rhythmusverlaufs, dem der Lernende spontan und dabei in aller Regel sehr präzise folgt. Die Aktivierung solcher Muster im Kopf – das ist Audiation!

¹ Dies untersucht eine Arbeitsgruppe mit F. Platz, R. Kopiez, A. Wolf und A. C. Lehmann, die mit Hilfe der Prüfung der Konstruktvalidität von Gordons Audiationstest AMMA nachweisen, dass dieser Test auch Anteile musikbezogener Gedächtnisleistungen einschließt (vgl. Platz, Kopiez et al. 2017).

² Zur ausführlichen Erläuterung des *inference learning* siehe den Abschnitt *Discrimination versus inference Learning* im einleitenden Beitrag *Dimensionen eines musikbezogenen Lernbegriffs*.

Literatur

Altenmueller, E. & Gruhn, W. (1997): *Music, the brain and music learning*. Chicago: G.I.A. Publ. Inc.
 Altenmüller, E., Schmidt, S. & Zimmermann, E. (Eds.) (2013): *Evolution of emotional communication. From sounds in nonhuman mammals to speech and music in man*. Oxford: Oxford University Press.
 Altenmüller, E., Wiesendanger, M. & Kesselring, J. (Eds.) (2006): *Music, Motor Control and the Brain*. Oxford: Oxford University Press.

Azzara, C. (1991): Audiation, improvisation and music learning theory. *The Quarterly Journal of Music Teaching and Learning*, 2 (1-2), 106–109.
 Bamberger, J. (1991): *The mind behind the musical ear*. Cambridge MA: Harvard University Press.
 Bannan, N. (2010): Embodied music theory: New pedagogy for creative and aural development. *Journal of Music Theory Pedagogy*, 24, 197–216.

- Brodsky, W., Henik, A., Rubinstein, B.-S. & Zorman, M. (2003):** Auditory imagery from musical notation in expert musicians. *Perception & Psychophysics*, 65 (4), 602–612.
- Brodsky, W., Kessler, Y., Rubinstein, B.-S., Ginsborg, J. & Henik, A. (2008):** The mental representation of music notation: notational audiation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34 (2), 427–445.
- Estrada, L. A., Kopiez, R., Wolf, A. & Platz, F. (2015):** The development of a new assessment of notational audiation by professional musicians. Paper presented at the 9. ESCOM Conference, Manchester.
- Gies, S. & Wallbaum, C. (2010):** Aufbauender Musikunterricht vs. Musikpraxen erfahren. In G. Maas & J. Terhag (Hg.), *Zwischen Rockklassikern und Eintagsfliegen: 50 Jahre populäre Musik in der Schule (Musikunterricht heute: Beiträge zur Praxis und Theorie)* (8) 83–91. Oldershausen: Lugert.
- Gordon, E. E. (1979):** *Primary Measures of Music Audiation (PMMA)*. Chicago: GIA Publ. Inc.
- Gordon, E. E. (1980):** *Learning sequences in music. A contemporary music learning theory*. Chicago: GIA Publ. Inc.
- Gordon, E. E. (1982):** *Intermediate Measures of Music Audiation*. Chicago: GIA Publ. Inc.
- Gordon, E. E. (1989):** *Advanced Measures of Music Audiation (AMMA)*. Chicago: GIA Publ. Inc.
- Gordon, E. E. (1990):** *A Music Learning Theory for Newborn and Young Children*. Chicago: GIA Publ. Inc.
- Gordon, E. E. (1994):** Audiation, the door to musical creativity. *Pastoral Music*, 18(2), 39–41.
- Gordon, E. E. (1997):** *Learning sequences in music. A music learning theory*. (1980). Chicago: GIA Publications Inc.
- Gordon, E. E. (2012):** *Learning sequences in music. A contemporary music learning theory*. 8th edition. Chicago: GIA Publ. Inc.
- Gruhn, W. (2008):** *Der Musikverstand. Neurobiologische Grundlagen des musikalischen Denkens, Hörens und Lernens*. 3. Aufl. Hildesheim, New York: Olms.
- Gruhn, W. (2014):** *Der Musikverstand. Neurobiologische Grundlagen des musikalischen Denkens, Hörens und Lernens*. (4. überarbeitete Auflage). Hildesheim: Olms.
- Jank, W. & Stroh, W.M. (2006):** Aufbauender Musikunterricht – Königsweg oder Sackgasse?, *Musikunterricht heute* (6) 52–64. Oldershausen: Lugert.
- Juslin, P.N. & Sloboda, J.A. (Eds.) (2010):** *Handbook of music and emotion. Theory, research, applications*. Oxford: Oxford University Press.
- Koelsch, S. (2012):** *Brain and music*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Losert, M. (2015):** *Die didaktische Konzeption der Tonika-Do-Methode. Geschichte – Erklärungen – Methoden (Forum Musikpädagogik, Bd. 95)*. Augsburg: Wißner.
- McAdams, S. & Bigand, E. (Eds.) (1993): *Thinking in sound. The cognitive psychology of human audition*. Oxford: Oxford University Press.
- Patel, A.D. (2008).** *Music, language, and the brain*. New York: Oxford University Press.
- Peretz, I. & Zatorre, R. (Eds.) (2003):** *The cognitive neuroscience of music* (1. ed.). Oxford, New York: Oxford University Press.
- Platz, F., Kopiez, R., Wolf, A. & Lehmann, A.C. (2017):** Edwin E. Gordons „Advanced Measures of Music Audiation“: Ein Test (nur) für Audiation oder (auch) für musikalisches Gedächtnis? Paper der Jahrestagung des AMPF, Bad Wildbad 6.10.2017.
- Regelski, T.A. (2016):** *Philosophy of music and music education as social praxis*. New York, London: Routledge.
- Reisberg, D. (Ed.) (1992):** *Auditory imagery*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Ass.
- Schnupp, J., Nelken, I. & King, A. (2011).** *Auditory Neuroscience. Making Sense of Sound*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Sommerville, C. (2016):** *Thinking in sound: a survey of audiation in Australian music students*. PhD, The University of Melbourne.
- Spitzer, M. (2002a):** *Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Spitzer, M. (2002b):** *Musik im Kopf. Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk*. Stuttgart: Schattauer.
- Tappert-Süberkrüb, A. (2005):** Art. „Audiation“. In S. Helms, R. Schneider & R. Weber (Hg.), *Lexikon der Musikpädagogik* (S. 28–29). Kassel: Gustav Bosse.
- Wolf, A. (2016):** „Es hört doch jeder nur, was er versteht.“ *Konstruktion eines kompetenzbasierten Assessments für Gehörbildung* (Diss. Hochschule für Musik, Theater und Medien Hannover, 2015). Berlin: Wissenschaftlicher Verlag.
- Zatorre, R.J. & Halpern, A.R. (2005):** *Mental concerts: musical imagery and auditory cortex*. *Neuron*, 47, 9–12.