

## Gedächtnisrepräsentation von Musik: Analoge oder aussagenartige Kodierung?

In den letzten Jahren ist, vor allem in den USA, eine Reihe von Arbeiten zum musikalischen Gedächtnis entstanden, die relativ isolierte Teilbereiche, beispielsweise das Melodiegedächtnis, betrafen. Wenig diskutiert wurde dagegen die generellere Fragestellung, wie Musik enkodiert, gespeichert und abgerufen wird. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt erlaubt der aktuelle Wissensstand zwar keine einigermaßen abgesicherte Lösung dieses Problems; dennoch sollen hier einige Annahmen formuliert werden, die auf eine allgemeine Gedächtnistheorie zurückgehen, durch empirische Befunde zur musikalischen Informationsverarbeitung gestützt werden können und durch Überlegungen zur Notation als System der externen Repräsentation ergänzt werden sollen.

Die meisten Gedächtnistheorien allgemeiner Art, die sich mit der Repräsentation von Bedeutung (meaning) und Wissen (knowledge of the world) beschäftigen, behaupten, daß Informationen – auf welche Weise sie auch wahrgenommen werden – als sog. propositionale (aussagenartige) Repräsentationen enkodiert und gespeichert werden. Diesen Theorien hat A. Paivio (1971; 1975; 1978; A. Paivio/K. Csapo 1973) seine »duale Kodierungstheorie« gegenübergestellt, die zwei Möglichkeiten der Kodierung, nämlich die propositionale und die analoge, vorsieht. Paivios Theorie, angelehnt an ältere, modifizierte Theorien über Gedächtnisbilder (images), enthält folgende Annahmen: Bildlich darstellbare Merkmale, wie Farben, Linien, sind stetig, während die Einheiten von sprachlichen Systemen diskret sind. Verbaler und nonverbaler Kode sind voneinander unabhängig, können aber miteinander verbunden werden. Wahrnehmung und Langzeitgedächtnis benutzen ein und dasselbe System für Kodierung und Speicherung von Informationen.

Für die Existenz mentaler analoger Prozesse sprechen Befunde, die Urteile über Größenverhältnisse betreffen: Je kleiner der Logarithmus der Differenz zwischen zwei Objekten (z.B. Wolf – Frosch), desto größer die Reaktionszeit. A. Paivio interpretierte diese und ähnliche Ergebnisse in dem Sinne, daß die Namen von Tieren in analoge Repräsentationen überführt werden, die die tatsächlichen Größenverhältnisse konservieren. Eine ähnliche Interpretation wird nahegelegt durch Untersuchungen über Reaktionszeiten bei Transitivitätsrelationen (vgl. W. Kintsch 1982); offensichtlich können auch abstrakte Schlußfolgerungsregeln durch konkretes, räumliches Denken durchgeführt werden (vgl. H. Wimmer/J. Perner 1979, S. 183 ff.; J. Huttenlocher 1977). Ferner werden Bilder besser erinnert als Wörter. Daß zweidimensional abgebildete geometrische Gebilde dreidimensional vorgestellt und mental rotiert werden können, haben die Versuche von J. Metzler/R.N. Shepard (1974) gezeigt.

Es ist nun die Frage, ob vergleichbare mentale Prozesse, wie sie für Bilder oder Gegenstände angenommen werden, auch für zumindest einzelne Eigenschaften von Klängen unterstellt werden können. Man wird möglicherweise davon ausgehen müssen, daß »images« zu einseitig auf Wahrnehmung und Verarbeitung visueller Information ausgerichtet sind; eine Erweiterung des Ansatzes von Paivio in Richtung einer »multiplen Kodierungstheorie« wurde deshalb von W. Kintsch (1982) vorgeschlagen. Die folgenden Überlegungen sollen vorwiegend auf das Merkmal der Tonhöhe und Möglichkeiten seiner Repräsentation begrenzt bleiben.

Einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen geometrischem Raum und Eigenschaften von Tonhöhe sieht R.N. Shepard (1982, S. 311); ihm zufolge ist eine Analogie nicht in der Wahrnehmung bzw. in der geistigen Repräsentation gegeben, sondern bereits in der Struktur: Tonhöhe ist kein eindimensionales Merkmal, das eine einfache Beziehung zur Frequenz aufweisen würde (F.L. Wightman 1981), sondern ein »Medium«, in dem invariante Transpositionen von Melodien und Akkordfolgen vorgenommen werden können wie mentale Rotationen im visuellen Bereich (vgl. F. Attneave/R.K.

Olson 1971; R.N. Shepard 1982, S. 307). Transponierbarkeit ist u.a. deshalb möglich, weil für Wahrnehmung wie Langzeitgedächtnis zwei Eigenschaften nur von untergeordneter Bedeutung sind: die absolute Tonhöhe sowie die Stetigkeit von Tonhöhe. Daß Informationen über absolute Tonhöhe weder bei Wiedererkennungstests noch bei Aufgaben mit freier Wiedergabe eine große Rolle spielen, ist bekannt; selbst die Aufsplitterung einer einfachen, bekannten Melodie in verschiedenen Oktaven macht die Wiedererkennung nicht in jedem Fall unmöglich, was vermuten läßt, daß in diesen Fällen Transpositionen um eine oder zwei Oktaven leichter fallen als das Verfolgen der absoluten Tonhöhe wie des Melodieverlaufs (vgl. W.J. House 1977; W.J. Dowlin/A.W. Hollombe 1977), obwohl im allgemeinen Melodien mit großen Intervallen schwieriger wiederzuerkennen sind. Tonhöhe als stetiges Merkmal schließlich wird – und dies vor allem dürfte ein gewichtiger Einwand gegen eine analoge Repräsentation von Tonhöhe auf diesem niedrigsten Abstraktionsniveau sein – in der Wahrnehmung interpretiert als diskret: Unabhängig davon, ob die dargebotenen Frequenzen musikalischen Intervallen entsprechen, werden solche Intervalle von Personen mit musikalischer Vorbildung, nicht aber von Laien wahrgenommen – bei großer Bandbreite der zugehörigen Frequenzen und mit deutlichen Einschnitten zwischen den Intervallen, was in Analogie zur interpretierten Wahrnehmung sprachlicher (Zwischen-)Laute die Annahme von kategorialer Wahrnehmung auch von Tonhöhe nahelegt (E.M. Burns/W.D. Ward 1978; J.A. Siegel/W. Siegel 1977 a; 1977 b). Die Wahrnehmung scheint nicht den physikalischen Stimuli zu entsprechen, sondern Informationen auf verschiedenen hierarchischen Ebenen aufgrund von »highly overlearned alphabets« (D. Deutsch/J. Feroe 1981) zu integrieren. Daß kategoriale Wahrnehmung von Tonhöhe nur bei musikalisch Ausgebildeten beobachtet wird, daß ferner Kinder und musikalisch nicht Vorgebildete ihre Urteile über Tonhöhen am ehesten an der Dimension der Helligkeit orientieren, deutet auf die Bedeutsamkeit von Lernprozessen für die Bildung und Anwendung dieser im Langzeitgedächtnis gespeicherten »alphabets« hin.

Auch Intervallen, die als auf dem nächsthöheren Abstraktionsniveau angesiedelt angesehen werden können, kommt für Wahrnehmung und Gedächtnis nicht die große Rolle zu, die man ihnen zuzuschreiben geneigt wäre. Für das Wiedererkennen einer Melodie ist häufig die Erhaltung des Verlaufs wichtig, nicht unbedingt die Bewahrung exakter Intervallrelationen (vgl. B.W. White 1960; W.J. Dowling 1971; 1972; 1978; W.J. Dowling/D.S. Fujitani 1971; W.J. Dowling/J.C. Bartlett 1981; die Ergebnisse sind jedoch nicht konsistent). Genau dies ist jedoch eine notwendige Voraussetzung, um kompositionstechnisch bedingte Varianten eines Motivs oder Themas erkennen zu können. Eher verwundern mag dagegen, wenn selbst Musiker, für die die Wiedergabe exakter Intervallgrößen eine unerläßliche Fähigkeit ist, bei der Rekonstruktion geläufiger Melodien keine übermäßig guten Leistungen im Schätzen von Größenverhältnissen zeigen (J.B. Davies/J. Jennings 1977).

Daß Intervalle und Akkorde wiederum auf der nächsthöheren Stufe als das Empfinden von Ähnlichkeit bzw. Unähnlichkeit bestimmende Regeln repräsentiert sind, machen empirische Untersuchungen zur Harmonik deutlich, in denen sich musiktheoretische Sachverhalte als sehr vereinfachte, der Diatonik verpflichtete Systeme zur Beurteilung von Ähnlichkeit und Distanz erwiesen (C.L. Krumhansl 1979; C.L. Krumhansl/E.J. Kessler 1982; J. Bharucha/C.L. Krumhansl 1983). Komplexer, weil verbreitetem musikalischen Wissen nicht in allen Punkten entsprechend, erscheinen dagegen Befunde zur Organisation der Wahrnehmung von Tonhöhe: Während im musikalischen Alltagswissen Tonhöhe als eindimensionales Merkmal angesehen wird und in der Musikpsychologie – neben eindimensionalen Modellen wie der mel-Skala – auch die Auffassung vertreten wurde, daß Tonhöhe sich aus den zwei Komponenten Helligkeit und Tonigkeit zusammensetzt, wobei letztere für das Phänomen der Oktavähnlichkeit verantwortlich sein soll, scheinen sich jedoch drei bzw. fünf Dimensionen für die Repräsentation von Tonhöhe als angemessener zu erweisen (C.L. Krumhansl 1979; R.N. Shepard 1982): Tonhöhe setzt sich zusammen aus Helligkeit (pitch height), dem Quintenzirkel und dem Tonigkeitszirkel

(chroma circle). Damit ist die Repräsentation folgender Sachverhalte gegeben: Neben der Orientierung an der Helligkeit ist das Phänomen der Oktavenwiederkehr abgebildet; zusätzlich orientieren sich aber vorwiegend musikalisch Vorgebildete am Quintenzirkel sowie an der diatonischen Skala. Tonhöhe ist somit kein isoliert wahrgenommenes Merkmal, vielmehr stehen für die Perzeption sog. interpretative Schemata zur Verfügung; Diatonik und tonale Bezüge erweisen sich als wichtige gelernte Bezugsrahmen (R.N. Shepard 1982).

Hierarchische Anordnungen von musikalischen Elementen und Strukturen sowie die abstrakten Schemata folgende Perzeption von konkreten Tonhöhen werfen die Frage auf, welcher Form von Repräsentation sich das musikalische Gedächtnis auf verschiedenen Abstraktionsstufen bedient. D. Deutsch und J. Feroe (1981) vermuten aufgrund vorliegender Untersuchungen vor allem zum Melodiegedächtnis, daß die Gedächtnisleistung am besten sei auf der Ebene, auf der »highly overlearned alphabets« angesiedelt sind und die von den Autoren als Äquivalent zur Tiefenstruktur der generativen Transformationsgrammatik mitsamt ihrer Bedeutsamkeit für die Konstruktion propositionaler Gedächtnismodelle angesehen wird.

Als aufschlußreich könnte sich die Betrachtung von Notationssystemen erweisen. Notation ist eine externe Repräsentation von Musik, die aber den Möglichkeiten der Wahrnehmung und Vorstellung zumindest graduell angepaßt sein muß, wenn sie funktionieren soll. Insofern kann man sich von Überlegungen zur Notation partielle Hinweise erhoffen, allerdings keine qua Analogieschluß gewonnenen Beweise.

Traditionelle Notation stellt eine Mischung dar aus analogem und aussageartigem Kode. Je abstrakter der fixierte Objektbereich, desto eher werden propositionale Darstellungen benutzt. Musikalische Form wird aussagenartig kodiert. Harmonische Regeln als abstrahiertes System können in Funktions- wie Stufenharmonik aussagenartig notiert werden. Intervalle und Akkorde können auf zweierlei Weise dargestellt werden. Fast überall dort, wo es um die Kennzeichnung absoluter Tonhöhen geht, wird eine überwiegend, jedoch nicht ausschließlich analoge Repräsentation benutzt: Tonhöhe wird als

eindimensionales Merkmal auf einer vertikalen Achse notiert unter zusätzlicher Verwendung von Zeichen, die den Kode weiter spezifizieren (Schlüssel, Oktavierungszeichen, Vorzeichen). Gleichzeitig wird die vertikale Achse jedoch auch zur Kennzeichnung der Gleichzeitigkeit benutzt. Daß das mehrdimensionale Merkmal Tonhöhe lediglich auf einer Dimension abgebildet wird, widerspricht nicht der Klassifikation als analoge Repräsentation: Diese muß nicht alle Merkmale konservieren, ein dreidimensionaler bunter Würfel kann durchaus auf zwei Dimensionen als schwarz-weißer Gegenstand abgebildet werden.

Während in einer rein analogen Repräsentation, beispielsweise von Körpern in einem geometrischen Raum, das sog. Bezugsrahmenproblem nicht auftritt, das erst dann akut wird, wenn derselbe Raum verbal, etwa in einem Computerprogramm, beschrieben werden soll (vgl. T. Winograd 1972; 1975), und das die explizite Formulierung physikalischer Gesetzmäßigkeiten notwendig macht, ist das Bezugsrahmenproblem bei der Notation von Tonhöhe immer vorhanden: Beim Lesen von Notentexten müssen ständig implizite Regeln berücksichtigt werden, die vorwiegend aussagenartig festgehalten sind, wie Schlüssel, Vorzeichen, Instrument etc. Andere Regeln werden in der Notation selbst nicht explizit festgehalten (Stimmung, Bedeutung von oben – unten und rechts – links). Wahrscheinlich erschwert insbesondere die Mischung von analoger und aussagenartiger Repräsentation, die den Wechsel von Regeln und Bezugspunkten beinhaltet, das Erlernen des Notenlesens. Hinzu kommt, daß Kindern Einzelheiten der analogen Darstellung nicht unmittelbar plausibel erscheinen. Gleichzeitig werden Merkmale, die für Wahrnehmung und Gedächtnis bedeutsam sind, in der analogen Abbildung von Tonhöhe nicht deutlich. So ist die Oktavenähnlichkeit am Schriftbild nicht ablesbar, Urteile über Intervallgrößen erfordern Zusatzinformationen wie Vorzeichen und Transpositionsregeln, und die Funktion von Akkorden schließlich kann aufgrund des Schriftbildes allein überhaupt nicht erschlossen werden. Gerade die Bildung von Strukturen beim Lesen wie beim Hören ist jedoch notwendig, wenn überhaupt Zusammenhänge erfaßt werden sollen:

Zum einen muß die Aufmerksamkeit auf relevante Aspekte gerichtet werden, zum anderen kann die unmittelbare Gedächtnisspanne, die nur  $7 \pm 2$  items (G.A. Miller 1956) umfaßt, nur durch chunking erweitert werden. Merkmale der traditionellen Notation lassen vermuten, daß größere chunks aufgrund von Regeln gebildet werden, die aussagenartig repräsentiert sind. Welche Schwierigkeiten die analoge Darstellung von Einzelinformationen mit sich bringen kann – trotz des grundsätzlichen Vorzugs, daß sie der gut ausgeprägten menschlichen Fähigkeit zur räumlichen Vorstellung entgegenkommt –, mag zum einen abgelesen werden an Befunden, denen zufolge die Behaltensleistung stark von interpretativen Prozessen abhängt: Der geübte Schachspieler vermag sinnvolle Konfigurationen wesentlich besser im Gedächtnis zu behalten als der Laie; dieser Vorsprung schwindet jedoch, wenn die Konfigurationen keinen strategischen Sinn ergeben. Zum anderen läßt sich das Ausmaß der Schwierigkeit, gelernte abstrakte, propositionale Regeln beim Notenlesen anzuwenden, daran erkennen, daß häufig in Gitarrenschulen abweichende Notationssysteme in Form von Griffschriften oder einfachen Akkordbezeichnungen (wieder) eingeführt werden. Bei der Notation Neuer Musik sind unter dem Gesichtspunkt der analogen Abbildung insbesondere die Fälle von Interesse, in denen mithilfe traditioneller Notation Merkmale wiedergegeben werden sollen, die gerade ihre Regeln verletzen. Zwei sehr unterschiedliche Lösungsversuche des Problems der Notierung von unterschiedlichen Tempi untereinander bieten z.B. Steve Reich in »Piano Phase«, der Ausschnitte quasi als »Momentaufnahmen« festhält und im übrigen verbale Anweisungen gibt, und Bussotti, der durch Verlassen der horizontalen Achse der Notenlinien eine analoge Darstellung beibehält.

Es ist auffallend, daß in traditioneller Notation konkrete Merkmale eher analog repräsentiert sind, während man sich zur Darstellung von Beziehungen aussagenartiger Symbolsysteme bedient, und daß gleichzeitig Wahrnehmung und Langzeitgedächtnis an weniger konkreten Merkmalen orientiert sind. Denkbar ist, daß das auditorische sensorische Register, in dem Gedächtnisspuren ca. vier Sekun-

den lang überdauern, ebenso wie der Prozeß des »inneren Hörens« analoge Repräsentationen benutzen. Beim Hören wie beim Lesen von Musik sind jedoch neben dem sensorischen Register auch Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis beteiligt. Die Interpretation von Informationen, die notwendig ist, wenn mehr als eine Aneinanderreihung physikalischer Stimuli wahrgenommen werden soll, geschieht mithilfe von im Langzeitgedächtnis repräsentierten, erlernten Schemata. Daß verschiedene Möglichkeiten der schriftlichen Fixierung musikalischer Sachverhalte nebeneinander bestehen und je nach den individuellen Intentionen und Fähigkeiten verwendet werden, stellt vielleicht nicht nur einen Hinweis darauf dar, daß kein für alle Zwecke geeignetes Symbolsystem zur Verfügung steht, sondern ist auch als ein Anhaltspunkt dafür zu werten, daß konkret-anschauliches Denken für die adäquate Wahrnehmung von Musik wie für ihre Gedächtnisrepräsentation nicht ausreicht.

## Literatur

- F. Attneave/R.K. Olson, 1971 – Pitch as a medium: a new approach to psychophysical scaling. *American Journal of Psychology* 84, 147–166.
- J. Bharucha/C.L. Krumhansl, 1983 – The representation of harmonic structure in music: Hierarchies of stability as a function of context. *Cognition* 13, 63–102.
- E.M. Burns/W.D. Ward, 1978 – Categorical perception – phenomenon or epiphenomenon: Evidence from experiments in the perception of melodic musical intervals. *Journal of the Acoustical Society of America* 63, 456–468.
- J.B. Davies/J. Jennings, 1977 – The reproduction of familiar melodies and the perception of tonal sequences. *Journal of the Acoustical Society of America* 61, 534–541.
- D. Deutsch/J. Feroe, 1981 – The internal representation of pitch sequences in tonal music. *Psychological Review* 88, 503–522.
- W. J. Dowling, 1971 – Recognition of inversions of melodies and melodic contours. *Perception & Psychophysics* 9, 348–349.
- ders., 1972 – Recognition of melodic transformations: inversion, retrograde, and retrograde inversion. *Perception & Psychophysics* 12, 417–421.

- ders., 1978 – Scale and contour: two components of a theory of memory for melodies. *Psychological Review* 85, 341–354.
- W.J. Dowling/J.C. Bartlett, 1981 – The importance of interval information in long-term memory for melodies. *Psychomusicology* 1, 30–49.
- W.J. Dowling/D.S. Fujitani, 1971 – Contour, interval, and pitch recognition in memory for melodies. *Journal of the Acoustical Society of America* 49, 524–531.
- W.J. Dowling/A.W. Hollombe, 1977 – The perception of melodies distorted by splitting into several octaves: Effects of increasing proximity and melodic contour. *Perception & Psychophysics* 21, 60–64.
- W.J. House, 1977 – Octave generalization and the identification of distorted melodies. *Perception & Psychophysics* 21, 586–589.
- J. Huttenlocher, 1977 – Constructing spatial images: a strategy in reasoning, in: P.N. Johnson-Laird/P.C. Wason (eds.), *Thinking*. Readings in Cognitive Science. Cambridge, 89–97.
- W. Kintsch, 1982 – *Gedächtnis und Kognition*, Berlin.
- C.L. Krumhansl, 1979 – The psychological representation of musical pitch in a tonal context. *Cognitive Psychology* 11, 346–374.
- C.L. Krumhansl/E.J. Kessler, 1982 – Tracing the dynamic changes in perceived tonal organization in a spatial representation of musical keys. *Psychological Review* 89, 334–368.
- J. Metzler/R.N. Shepard, 1974 – Transformational studies of the internal representation of three-dimensional objects, in: R.L. Solso (ed.), *Theories in Cognitive Psychology: The Loyola Symposium*, Potomac, Mayland, 147–201.
- G.A. Miller, 1956 – The magical number seven, plus or minus two: some limits of our capacity for processing information. *Psychological Review* 63, 81–97.
- A. Paivio, 1971 – *Imagery and verbal processes*, New York.
- ders., 1975 – Perceptual comparisons through the mind's eye. *Memory & Cognition* 3, 635–647.
- ders., 1978 – A dual coding approach to perception and cognition, in: H.L. Pick/E. Saltzman (eds.), *Modes of perceiving and processing information*, New Jersey, 39–51.
- A. Paivio/K. Csapo, 1973 – Picture superiority in free recall: imagery or dual coding? *Cognitive Psychology* 5, 176–206.
- R.N. Shepard, 1982 – Geometrical approximations to the structure of musical pitch. *Psychological Review* 89, 305–333.
- J.A. Siegel/W. Siegel, 1977 – Absolute identification of notes and intervals by musicians. *Perception & Psychophysics* 21, 143–152.
- ders., 1977 – Categorical perception of tonal intervals: musicians can't tell »sharp« from »flat«. *Perception & Psychophysics* 21, 399–409.
- B.W. White, 1960 – Recognition of distorted melodies. *American Journal of Psychology* 73, 100–107.
- F.L. Wightman, 1981 – Pitch perception: an example of auditory pattern recognition, in: D.J. Getty/J.H. Howard (eds.), *Auditory and visual pattern recognition*, Hillsdale, New Jersey, 3–25.
- H. Wimmer/J. Perner, 1979 – *Kognitionspsychologie*. Eine Einführung, Stuttgart.
- T. Winograd, 1972 – Understanding Natural Language. *Cognitive Psychology* 3, 1–191.
- ders., 1975 – Frame representations and the declarative-procedural controversy, in: D.G. Bobrow/A. Collins (eds.), *Representation and Understanding*. Studies in Cognitive Science, New York, 185–210.

## Summary

According to A. Paivio's Dual Coding Theory it is hypothesized that music is processed in different codes (analogous vs. propositional), which presumably depend upon the concreteness of the material involved and upon the level of musical training. Highly overlearned alphabets influence both perception and memory. Traditional music notation as an external symbolic representation is considered with regard to whether these representations are analogous or propositional and how it corresponds to music perception.