

Musik im Datenspeicher

VON WALTER RECKZIEGEL, MANNHEIM

I

Die Anwendung programmgesteuerter elektronischer Rechner in allen Arbeitsbereichen ist heute so zur Selbstverständlichkeit geworden, daß es keiner großangelegten Apologie bedarf, um ihre Anwendung auf musikalischem Gebiet zu rechtfertigen. Allerdings ist der Ausdruck „Rechner“ (Computer) etwas irreführend. Der damit gemeinte Apparat kann — wenn er entsprechend gesteuert wird — dreierlei:

1. Zahlen darstellen und mit ihnen rechnen;
2. die Größe der Zahlen vergleichen und (dadurch bedingte) Entscheidungen treffen;
3. Zahlen speichern.

Aber auch diese Definition ist noch zu bescheiden, denn mit Hilfe eingebauter „Übersetzer“ (Compiler) lassen sich nicht nur numerische Werte, sondern alle Arten von Symbolen darstellen. Der Aufgabenkreis des Rechners läßt sich unbeschränkt erweitern. Die Maschine kann also:

1. arithmetische und logische Ausdrücke darstellen und verknüpfen;
2. diese vergleichen und bedingte Entscheidungen treffen;
3. diese speichern und ausdrucken.

Alle Operationen werden vom Steuerwerk der Maschine eingeleitet und beendet, und zwar durch ein „Programm“, in dem alle vorkommenden Größen eindeutig definiert sein müssen und eine erste Wertzuweisung erfahren müssen. Das „Programmieren“ hat sich zu einer eigenen Wissenschaft entwickelt, die eine Anzahl von sogenannten Maschinensprachen (Algol, Fortran, Cobol, PL I, usw.) hervorgebracht hat, mit deren Hilfe das Aufstellen der Programme vereinfacht und international verständlich gemacht wird.

Man hört sehr viel von einem „Code für den Computer“, und der technische Laie fragt sich besorgt, was er denn alles lernen müsse, um diese Geheimschrift zu verstehen. In Wahrheit ist die Kenntnis des internen Maschinencodes für den Nichttechniker völlig belanglos, denn das Ergebnis wird decodiert und „hochdeutsch“ vorgelegt. Die Eingabe der Programme und Daten erfolgt ebenfalls nur mit bekannten Zeichen (Buchstaben, Zahlen, Satz- und Rechenzeichen). Jeder kennt die Tastatur einer Schreibmaschine; wenn man nachzählt, findet man 86 bis 92 verschiedene Zeichen vor. Der normale Fernschreiber, der ursprünglich als Eingabegerät für Rechenanlagen diente, hat aber nur 48 Zeichen (26 große Buchstaben, 10 Ziffern, 12 Sonderzeichen). Die gebräuchlichen Datenträger sind daher auf einen 6-Bit-Code (63 mögliche Lochkombinationen) eingerichtet und können Groß- und Kleinbuchstaben nicht unterscheiden. Daraus folgt, daß eine Erweiterung des Zeichenvorrats zunächst nur durch Zusammensetzung von mehreren Grundzeichen möglich ist.

Der Compiler macht von dieser Möglichkeit ausgiebig Gebrauch. Es werden vereinbarte Wortsymbole (meist Worte aus dem englisch-amerikanischen Sprachschatz) benutzt, so daß der Eindruck entsteht, als könne man sich mit der Maschine vernünftig unterhalten. Um Wortsymbole als solche zu kennzeichnen, wurden

Trennzeichen eingeführt (Zwischenraum, Apostrophe, Klammern, Komma, Semikolon usw.). Ein fest eingebautes Übersetzungsprogramm sorgt dafür, daß die Zeichenkombination richtig „verstanden“ wird. Daraus folgt wieder, daß keine Zeichenkombination auftreten darf, die der Compiler nicht kennt. Ein vollständiges Übersetzungsprogramm wird als Maschinensprache bezeichnet.

II

Die Eingabe in den Computer besteht darin, daß alle Zeichen (sowohl das eigentliche Programm als auch die zu bearbeitenden Daten) in bestimmter Reihenfolge einzeln hintereinander auf Lochstreifen oder Lochkarten geschrieben (d. h. mit einer Schreib-Stanzmaschine als Lochkombination gestanzt) werden. Der Streifen bietet Raum in der Breite für eine 5- bis 8-Loch-Kombination und ist endlos; er wird einfach von der Rolle abgerissen. Eine Maschinenlochkarte hat 80 Spalten, von denen meist 72 für den laufenden Text zur Verfügung stehen. Es können beliebig viele Karten zusammengelegt werden; die Unterbrechung durch das Kartenende stört die Maschine nicht. Für jedes einzelne Zeichen wird eine ganze Spalte (12 Zeilen) für die Lochung benötigt; selbstverständlich brauchen auch Zwischenräume, Punkt, Komma usw. je eine Spalte.

Die Anzahl und das Aussehen der Lochkarten sowie das Aussehen der eingestanzten Lochkombinationen braucht uns jedoch nicht im geringsten zu interessieren. Es wäre vergeudete Zeit, wollte man z. B. die Notenschrift auf der Lochkarte optisch nachahmen.

Nun ist die Notenschrift ja selbst schon eine Art Code; sie besteht aus verschiedenen Zeichen mit bekannter Bedeutung. Das Decodieren besorgt jeder Spieler für sich, indem er die Zeichen liest, ihre Bedeutung versteht und in eine klang-erzeugende Tätigkeit umsetzt. Die Notenschrift besteht aber nicht oder nicht nur aus Buchstaben und Ziffern, und die musikalischen Symbole sind auch nicht linear, sondern gleichsam mehrdimensional angeordnet. Gelingt es, eine begrenzte Anzahl von Symbolen festzulegen, die sich durch eine Anordnung von Zeichen darstellen lassen, wie sie der Computer kennt, so ist die erste Voraussetzung für einen Notencode erfüllt.

Die geschriebenen Noten allein können jedoch nicht als Symbole gewertet werden (wie man zunächst glauben möchte), da sie in ein komplexes Bezugssystem eingebaut sind. Vielmehr müssen die Eigenschaften oder „Parameter“ der Noten isoliert und maschinengerecht dargestellt werden. Dabei ist es unerheblich, wieviele Parameter hintereinander aufgenommen werden und ob eine horizontale oder vertikale Notenfolge beschrieben wird — das Programm bringt alle Daten in die richtige Ordnung.

Es wäre ein fundamentaler Irrtum, falls jemand um der größeren Genauigkeit willen die physikalischen Eigenschaften der Töne feststellen wollte. Abgesehen davon, daß sie aus der Notenschrift nicht ablesbar sind, würde dadurch die musikalische Absicht eher zerstört als verdeutlicht. Nicht auf physikalisch-meßbare Exaktheit kommt es an, sondern auf eine möglichst gleichmäßig abgestufte Wahrnehmungsskala, durch die bestimmte Parameter dimensioniert werden können. Mit anderen Worten: Es handelt sich immer um ein Mehr oder Weniger irgendeiner

Eigenschaft, die aus musikalischen Gründen von Bedeutung ist. Als Eigenschaften können angesehen werden die Höhe, Dauer und Intensität der Töne oder sonstige Besonderheiten, die sich entweder auf die Spieltechnik oder das gewünschte Klangergebnis beziehen. Aus den Einzelsymbolen sind diese Eigenschaften nicht unmittelbar ablesbar, weil das übergeordnete Bezugssystem entweder für ein ganzes Musikstück ausdrücklich vorgezeichnet oder als bekannt vorausgesetzt wird. Erst dadurch wird die Partitur lesbar, daß solche Voraussetzungen stillschweigend im menschlichen Bewußtsein vollzogen werden. Das Bezugssystem, das jeder bei sich aufbaut, wird als selbstverständliche Gegebenheit hingenommen. Selten gibt man sich Rechenschaft darüber, ob das *c* in dem Musikstück A dasselbe *c* wie in Musikstück B ist, die Achtelnote in A dieselbe wie in B, das *piano* in A dasselbe wie in B. Trotzdem liegen die Maßeinheiten der Wahrnehmungsskala ziemlich genau fest:

1. Die Tonhöhe hängt ab vom Tonsystem und der absoluten Stimmung — das Tonsystem wird im allgemeinen als zwölfstufig temperiert und die Tonhöhe gleicher Noten als identisch oder unerheblich von der „Normhöhe“ abweichend angesehen.
2. Die Realzeitdauer der Töne hängt ab vom Tempo und der vom Instrument vorgegebenen Spieltechnik — das Tempo wird mit einem (möglichst äquidistanten) Metrum korreliert und die Tondauer durch das Zeitverhältnis der Notenwerte ersetzt.
3. Die Intensität ist selten lückenlos notiert und gilt als empirisch zu findendes Attribut — man orientiert sich an einem mittleren Intensitätspegel, der von örtlichen Gegebenheiten abhängt.

Alle übrigen Eigenschaften der Töne sind nicht durch Symbole der Notenschrift fixiert, sondern als Begleittext verfügbar; sie können kaum wertmäßig geordnet und miteinander verglichen werden.

Für Operationen in der Maschine fehlt eine Orientierung, wie sie vom Menschen bewußt oder unbewußt vorausgesetzt wird. Man muß deshalb ein sehr genau überlegtes Bezugssystem schaffen, das als Basis für Vergleiche dienen kann. Ein Streit über den arithmetischen Maßstab des Systems wäre müßig, weil er nur das Gerüst liefert, das nach dem Ausführen einer Untersuchung wieder eliminiert oder durch ein anderes ersetzt werden kann.

III

Vor dem weiteren Vorgehen ist zu bedenken, daß das Speichern der Notenschrift zwei sich überschneidende und nicht ganz miteinander vereinbare Aspekte hat. Das Incipit eines Werkes ist seine Visitenkarte; wer sie zu sehen wünscht, erwartet eine möglichst getreue Wiedergabe des Notenbildes. Der Datenspeicher hat die Funktion eines Fotoapparates, dessen Arbeitsweise uns im Grunde nicht interessiert. Sobald aber irgendeine Operation gewünscht wird, ein Vergleich oder eine Messung, erwartet man vergleichbare und meßbare Symbole.

Das eine ist eine rein äußerliche Bestandsaufnahme, das zweite eine Untersuchung des Sinngehalts. Beides muß mit demselben Material durchführbar sein.

Das Problem liegt darin, einerseits möglichst viel Eigenständiges zu erhalten, andererseits das Einleseprogramm nicht zu aufwendig oder gar unrentabel zu machen.

Vergleiche sind für jede Art von Analyse anzustellen. Ein Vergleich ist z. B. nötig, um ein Intervall zu bestimmen. Der Begriff „Intervall“ schließt eine mathematische Operation ein, nämlich die Berechnung der Differenz zwischen zwei Tonhöhen in irgendwelchen Einheiten. Tonhöhen können mit Namen bezeichnet werden, sie können aber ebensogut numeriert werden, wenn nur alle Symbole voneinander unterscheidbar sind. Die Tonnamen haben den Nachteil der enharmonischen Unvertauschbarkeit, dafür lassen sie die exakte Wiedergabe der Notenschrift zu. Zahlen vermitteln dagegen einen maßstäblichen Raumeindruck, wenn sie entsprechend gewählt werden (z. B. im Abstand eines Halbtones um 1 Einheit bzw. 100 Cent ansteigend). Die Tonhöhe wird gleichsam als „Punkt im Raum“ definiert, wobei der Ursprung der Skala nach Belieben vereinbart werden kann (etwa Subkontra-C als Nr. 1).

Als Ergebnis des Vergleichs von zwei Tonhöhen erhält man dann den Abstand in Halbtonheiten ohne Rücksicht auf Orthographie. Will man die überlieferten Intervallbezeichnungen erfahren, so muß der Maschine über das Programm klargemacht werden, daß die Bezeichnung aus der diatonischen Leiter hergeleitet wird und Alterierungen durch entsprechende Adjektive benannt werden. Das setzt wieder die „richtige“ Schreibweise und die Definition eines Tonsystems mit „unendlich“ vielen Vorzeichen voraus.

Die Darstellung von Intervallen durch Verhältniszahlen wäre ziemlich ungeeignet für unsere Zwecke, da aus einer arithmetischen Maßstäblichkeit (nämlich dem „Abstand“ der Töne) eine geometrische Proportion gemacht würde. Dazu kommt noch die Unsicherheit über die Stimmung. So würde z. B. bei den Tonverbindungen $c-f-d$ und $c-g-d$ der Platz für das d ganz verschieden ausfallen, wenn die Intervalle $c-f$ und $f-d$ durch das Verhältnis $\frac{4}{3} : \frac{6}{5} = \frac{10}{9}$ (1, 111 . . .), $c-g$ und $g-d$ dagegen durch $\frac{3}{2} : \frac{4}{3} = \frac{9}{8}$ (1, 125) definiert würden. Bei chromatischen Verbindungen sind die Schwierigkeiten gar nicht zu übersehen.

IV

Eine andere Art von Vergleich ist das Bestimmen von Zusammenklängen. Die musikalische Terminologie kennt noch keine Intervall- und Akkordbezeichnungen, die dem heute gültigen (gleichtemperierten) Tonsystem angemessen sind. Man unterscheidet immer noch kleine Terzen von übermäßigen Sekunden, verminderte Quinten von übermäßigen Quartan usw. Das Denken in Konsonanzen und Dissonanzen scheint unausrottbar, obwohl es eine allgemeingültige Definition dieser Begriffe nie gegeben hat. An Musikhochschulen wird nach wie vor gelehrt, daß die Quart zwar eine reine Konsonanz sei, aber nach den Regeln des Kontrapunkts als Dissonanz zu gelten habe. Gleichzeitig bemühen sich Psychologen und Akustiker, diese Fragen — statt durch Reduzieren auf einfache physikalische oder physiologische Ursachen — auf experimentellem Wege zu klären¹.

¹ Vgl. Hans-Peter Reinecke, *Experimentelle Beiträge zur Psychologie des musikalischen Hörens*, Hamburg 1964.

Man muß schon unter die „Zwölftöner“ gehen, um Verständnis für eine Neuordnung der Klänge zu finden. Hauer² veröffentlichte 1925 44 „Tropen“, zwölftönige Doppel-Hexachorde mit bestimmten Intervalleigenschaften, auf welche nach seiner Meinung alle denkbaren Zwölftonreihen zurückgeführt werden können. Das Problem der „Allintervallreihe“, von Herbert Eimert öfters diskutiert, von Bauer-Mengelberg und Ferentz³ neuerdings mit letzter Konsequenz beschrieben, zeigt die Vielfalt melodischer Kombinationen. Die Übertragung der Reihen-Eigenschaften auf Zusammenklänge ist für die Theorien der Zwölfton-Komponisten von sekundärer Bedeutung. Für sie ist der Zusammenklang eine „ungeordnete Reihe“, ein Sonderfall der geordneten Reihe. Die harmonische Bindung des Zusammenklangs ist aufgehoben, er ist nicht mehr als eine „Struktur“.

*„Das funktionale System erweist sich als reines Bezugssystem. Im Gegensatz dazu kennt der konstruierte Klang keine Mehrdeutigkeit . . . Das Gebilde ist nur abhängig von seiner Struktur und damit also von sich selbst“*⁴.

Der Gedanke, alle Zusammenklänge in ein System zu bringen, ist für den Theoretiker immer wieder faszinierend. Es blieb allerdings bisher bei der Aufzählung der Möglichkeiten⁵. Für eine systematische Ordnung bietet sich in erster Linie die Kompliziertheit der Struktur an. Als Kriterium der Kompliziertheit ist die durch Teilung der Oktav gewonnene Größe der einzelnen Intervalle anzusehen, d. h. nach dem Intervall „12“ (Oktav) folgt die „6“ (Tritonus) als einfachstes und die „1“ (Halbton) als kompliziertestes Gebilde. Bei Mehrklängen gilt entsprechend die Häufung kleiner Intervalle als Steigerung der Kompliziertheit. Nach diesem Prinzip läßt sich ein eindeutiges und objektives System von 77 „Strukturen“ aufstellen (gleichsam als Fortsetzung des chromatischen Tonsystems)⁶.

Für derartige Vergleiche reicht die Zahlendarstellung vollkommen aus, ja sie ist geradezu Voraussetzung dafür. Wenn man bedenkt, daß durch Zahlen nicht nur Rechengrößen und Meßwerte ausgedrückt, sondern auch Sachverhalte geordnet und Begriffe unterschieden werden können, dann erscheint die Darstellung des Tonsystems durch Zahlen gar nicht so abwegig. Die Zahl reserviert gewissermaßen den Platz für den Ton — Tonname und Zahl sind Abstraktionen — und es steht jedem frei, mehrere Namen (*gis, as*) auf denselben Platz zu beziehen. Für die Beantwortung bestimmter Fragen bleiben die Tonnamen neben den Zahlen im Datenspeicher erhalten und erscheinen im Druckbild wieder.

V

Ebenso wie ein scheinbar gleiches Notenbild eine andere Tonhöhenbedeutung bekommt, wenn der Schlüssel vertauscht wird, haben auch gleiche Notenwerte eine andere Bedeutung, wenn das Tempo verändert wird. Man kann vielleicht sagen, daß eine merkbare Tempoänderung die Bedeutung der Tondauern sehr viel mehr beeinflußt als eine Tonhöhentransposition die Bedeutung der Tonhöhen. Auf jeden

² Joseph Matthias Hauer, *Vom Melos zur Pauke*, Wien 1925 (Nachdruck 1967).

³ Stefan Bauer-Mengelberg/Melvin Ferentz, *On Eleven-Interval Twelve-Tone Rows*, in: *Perspectives of New Music* 3, 1965, No. 2.

⁴ Helmut Kirchmeyer, *Igor Strawinsky — Zeitgeschichte im Persönlichkeitsbild*, Regensburg 1958, Zitat S. 511.

⁵ Vgl. George Perle, *Serial Composition and Atonality*, Berkeley/Los Angeles 1962, S. 117 ff.

⁶ Walter Reckziegel, *Theorien zur Formalanalyse mehrstimmiger Musik*, Köln/Opladen 1967, S. 31 ff.

Fall genügt die bloße Vergrößerung oder Verkleinerung der Zeitrelation allein nicht, sondern es tritt das Problem der Zeitgliederung hinzu.

Die Gliederung in Metrische Einheiten gilt nach landläufiger Ansicht durch die gesetzten Taktstriche als gelöst, um so mehr als der unantastbare Wille des Komponisten dahintersteht (der Herausgeber wird nicht ganz so ernst genommen). Andererseits ist hinreichend bekannt, daß die Bedeutung der Taktstriche sehr unterschiedlich sein kann. Dahlhaus⁷ zeigt, daß Strawinsky den Taktstrich oft nur als Ordnungszeichen benutzt, ohne eine bestimmte Taktrhythmik zu intendieren. An anderer Stelle wird der Strich gerade zur Verdeutlichung des Rhythmus gesetzt und nicht, wie die klassische Taktlehre vorsieht, als Ausdruck eines festen metrischen Schemas. Auch das Betonungsschema des 4/4-Taktes (schwer — leicht — halb-schwer — leicht) ist keineswegs so allgemeingültig, wie es erscheint. Abgesehen davon, daß polyphone und rezitativische Vokalstile weniger dem Betonungszwang unterliegen als eine dem Motorischen verpflichtete Instrumentalmusik, könnte man z. B. den 4/4-Takt bei J. S. Bach und Vivaldi häufig als Aneinanderreihung von zwei oder vier gleichberechtigten Schlagzeiten auffassen. Ebenso wenig kennt der „beat“ außereuropäischer Musikkulturen mehrschichtige Betonungsverhältnisse⁸.

Es fällt auf, daß die Metrische Einheit als vorgestellte Zeitgliederung eine bestimmte Dauer weder über- noch unterschreitet. Wenn die „Norm“ auch von allen möglichen Faktoren abhängt (z. B. von ethnologischen und temperamentsbedingten Schwankungen), so dürfte die Streuungsbreite etwa zwischen einer halben bis zwei Sekunden liegen. Ansermet⁹ nimmt das Bild des Pulsschlages zu Hilfe und beschreibt eine metrische „Grundkadenz“ als Einheit des „existentiellen Tempos“ der Musik. Daß die Zwei- oder Dreiteilung Grundlage jeder Gliederung sein kann, ist nicht neu und Voraussetzung der mensuralen Notenschrift. Immerhin läßt sich mathematisch beweisen, daß die Zahl e (etwa 2,7) als optimaler Unterteilungsmodus bei logarithmischen Wahrnehmungsvorgängen anzusehen ist¹⁰.

Die Empfindung eines raschen, mäßigen oder langsamen Tempos hängt jedoch nicht nur von der Dauer und Unterteilung einer mehr oder weniger fiktiven Zeiteinheit, sondern auch von der tatsächlichen rhythmischen Ausfüllung ab. Im Sinne der Notenschrift ist jede Note ein rhythmischer Impuls und der Notenwert eine exakte Zeitangabe, bezogen auf irgendeine Maßeinheit. Im Sprachgebrauch gilt noch die „Ganze Note“ als Ausfüllung der ganzen Zeiteinheit und alle anderen Notenwerte als durch Zweiteilung entstandene Teile des Ganzen. Für irgendwelche anderen Teilungen gibt es keine Symbole. Ein Einzelsymbol einer Triole aus Sechzehnteln müßte folgerichtig als $1/24$ bezeichnet werden. Soll also die Zeiteinheit exakt ausgefüllt werden (und es ist kein Zweifel, daß die Maschine diese Exaktheit fordert), so ist es nötig, $1/24$ als solches zu bezeichnen und sich weder auf den Schreiber der Noten noch auf den Programmierer zu verlassen.

Daraus folgt, daß jede Metrische Einheit, sobald man sich über ihre Größe im klaren ist, in so viele gleichgroße Zeitelemente aufgeteilt werden muß, wie es für

⁷ Carl Dahlhaus, *Probleme des Rhythmus in der Neuen Musik*, in: *Terminologie der Neuen Musik*, Berlin 1965, S. 25—37.

⁸ Vgl. Carlo Bohländer, *Jazz — Geschichte und Rhythmus*, Mainz 1960; Ernst Ludwig Waelter, *Metrik und Rhythmik im Jazz*, in: *Terminologie der Neuen Musik*, Berlin 1965, S. 38—47.

⁹ Ernest Ansermet, *Die Grundlagen der Musik im menschlichen Bewußtsein*, München 1965, S. 637 bzw. 736 ff.

¹⁰ Reckziegel, a. a. O., S. 20 f.

die exakte Bestimmung aller darin vorkommenden Notenwerte notwendig ist. Auf diese Weise behält man die Übersicht, welchen Anteil der Zeiteinheit jeder Notenwert einnimmt. Würde man dagegen die Symbole der Notenschrift unbesehen übernehmen, so hängt es von der weiteren Verarbeitung in der Maschine ab, was daraus entsteht. Es dürfte aber kaum ein Einleseprogramm geben, das alle auftretenden Unregelmäßigkeiten in der richtigen, d. h. vom Bearbeiter gewünschten Weise deutet.

Sollen Zusammenklänge fortlaufend untersucht werden, so muß selbstverständlich die Zeiteinteilung der Noten in allen Stimmen übereinstimmen. Das schließt nicht aus, daß z. B. eine Stimme in $1/4$ -Werte, eine andere in $1/24$ -Werte unterteilt ist; ein Umrechnungsfaktor (hier 1 : 6) stellt die richtigen Dimensionen wieder her. Es wäre aber bedenklich, Verzierungsnoten vielleicht deshalb zu unterschlagen, weil ihr Zeitwert den Rahmen der Einheit sprengen oder ein unerwünschter Dissonanzklang entstehen würde. Die objektive Codierung besteht darin, die verfügbare Zeit auf die notierten Werte maßstäblich so zu verteilen, wie sie realisiert werden sollen. Dadurch wird zwar weder eine ganz stilgerechte Schreibweise noch eine funktionale Deutung der harmonischen Zusammenhänge erreicht, aber das notierte Symbol erhält eine meßbare Dimension.

Die Frage nach den vorkommenden Zusammenklängen würde dann nicht mit einer Liste der Stufen-Dreiklänge, sondern mit den anteilmäßig ermittelten Zufallsstrukturen beantwortet. Jede darüber hinausgehende Deutung erfordert die Kenntnis eines musiktheoretischen Lehrbuches, dessen Programmierung sich jeder daran interessierte Leser selbst ausmalen möge. Sehr einfach wird die Sache, wenn die gewünschten Stufenbezeichnungen gleich mit angegeben werden. In diesem Fall dürfte sich aber die Benutzung der Rechenanlage erübrigen.

VI

Für die Darstellung der Eigenschaften eines Tones sind wir bis jetzt mit zwei zweistelligen Zahlen ausgekommen. Die eine war die Ordnungszahl des betreffenden Halbtons, die andere die Anzahl der Zeitelemente innerhalb einer (an anderer Stelle zu definierenden) Metrischen Einheit. Eine weitere Eigenschaft, die Intensität, müßte möglichst auf analoge Weise darstellbar sein.

In der Forderung nach einer maßstäblichen Wahrnehmungsskala ohne physikalische Messung scheint ein gewisser Widerspruch zu liegen. Man wird einwenden, daß doch zumindest das psychologische Experiment vorausgehen müsse, bevor an irgendeine Art von Genauigkeit zu denken sei. Dem ist entgegenzuhalten, daß nicht die subjektive Wahrnehmung von Versuchspersonen zu untersuchen ist, sondern die objektiv als Partitur festgelegten Werte. Als „Wert“ im mathematischen Sinn ist jede Information anzusehen, die unmittelbar oder mittelbar aus der Notenschrift abgelesen werden kann. Da die physikalische Messung der Lautstärke, wie schon gesagt, nicht in Frage kommt, bleibt nur die Auswertung der vorhandenen dynamischen Zeichen übrig. Eine Skala der üblichen Stärkegrade aufzustellen, bietet keine Schwierigkeit. Freilich bezieht sich der Maßstab nicht auf eine Laut-Leise-Polarität, sondern auf den Grad der „gemeinten“ Intensität. Der Vorteil dieser

Betrachtungsweise liegt darin, daß aufführungstechnische Varianten ausgeklammert werden.

Wir können also die Intensität als dritte Eigenschaft ebenfalls durch eine zwei- (vielleicht sogar ein-) stellige Zahl ausdrücken. Voraussetzung für sinnvolle Vergleiche ist nicht die möglichst feine Differenzierung der Dynamik, sondern der in jedem Fall gleiche Bezugspunkt einer mittleren Intensitätsstufe.

VII

Für das Auseinanderhalten der Parameter fehlt noch die Kennzeichnung der Stimme (bei Mehrstimmigkeit) und ein Kontrollzeichen für Anfang oder Ende der Metrischen Einheit. Es empfiehlt sich, eine Vollständigkeitskontrolle in das Einleseprogramm einzubauen, die nach jeder Metrischen Einheit prüft, ob die vorgegebene Einteilung eingehalten wurde oder nicht. So können Fehler vor dem zweiten „Durchgang“ beseitigt werden.

Die Angaben zur Zeiteinteilung und Metrik werden im einfachsten Fall einmal zu Beginn des Stückes gesetzt. Natürlich muß die Möglichkeit, sie während des Stückes zu verändern, offenbleiben. Die Einteilung gilt aber immer für die ganze Metrische Einheit; erst beim Kontrollzeichen ist eine Änderung möglich.

Außerdem ist es nötig, die Dauer der Metrischen Einheiten zu markieren. Das kann entweder durch eine generelle Zeit- oder Tempoangabe, oder durch Größenangaben für jede einzelne Einheit geschehen. Die Art solcher Angaben hängt von der Notation ab: man kann den Zähler des Taktvorzeichens (z. B. die „7“ von 7/8) oder eine Metronomzahl, eine Uhrzeit oder eine genormte Größe (z. B. „1“ für den ganzen Takt) einsetzen. Bei relativen Werten (Metronomzahlen gelten als absolute Zeitangaben!) muß zum Schluß das Verhältnis zur Realzeit in irgendeiner Weise bestimmt werden¹¹.

Zu überlegen ist ferner, ob ein Ton „normal“, d. h. mit der üblichen Spieltechnik des betreffenden Instruments gespielt werden soll, oder ob er gedämpft, gerissen, gestoßen, gebunden oder akzentuiert werden soll, ob er als neuer Impuls eingeführt wird oder durch Bindung schon gehalten wird, ob eine unbestimmte Tonhöhe oder eine stumme Spielhilfe ohne Klangwert vorliegt, ob eine Pause verbindenden oder trennenden Charakter hat, und so fort.

Theoretisch läßt sich ein Kanon von spieltechnischen Varianten in beliebiger Ausführlichkeit aufstellen; man könnte z. B. 99 oder auch 999 Fälle vorsehen und jede auftretende Variante durch die entsprechende Nummer symbolisieren. Sinnvoll wäre das aber nicht. Es dürfte genügen, wenn Neubeginn und Bindung von Notewerten unterschieden wird; dazu kommt ein Zeichen für Verzierungsnoten, unbestimmte Tonhöhen und stumme Symbole sowie die Pause (die grundsätzlich als Fortführung der vorhergehenden Tonhöhe gesehen wird). Insgesamt sind also zweimal fünf Fälle zu unterscheiden, d. h. eine einstellige Indexzahl wird an die betreffende Tonhöhe angefügt.

¹¹ Vgl. W. Reckziegel, *Die Notenschrift im Computer dargestellt*, in: *Studia musicologica* IX, 3—4, Budapest 1967, S. 395 ff.

	Neubeginn	Fortführung
bestimmte Tonhöhe	0	5
Verzierung	1	6
unbestimmte Tonhöhe	2	7
stummer Griff	3	8
Pause	4	9

Die gezeigte Anordnung der Indexzahlen hat gewisse technische Vorteile für maschinelle Analysen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.

Die Intensität läßt sich wohl am besten durch eine eindimensionale, neunstufige Skala ohne weitere Zusätze ausdrücken. Was den ausdrücklich vorgeschriebenen Akzent betrifft, so läßt sich sicher ein geeigneter Wert auf der Intensitätsskala finden; die Intensitätsangaben liegen nicht für die ganze Dauer des Notenwertes fest, sondern können nach Bedarf von Zeitelement zu Zeitelement geändert werden. Auch hier zählt weniger die Akribie als vielmehr die einheitliche Behandlung gleicher Sachverhalte.

VIII

Nach den bisherigen Ausführungen sind für jeden Ton außer den drei „Haupt-eigenschaften“ nur noch der „Anschlagswert“ und die Kennzeichnung der Stimme, für die Zeitgliederung außerdem zwei bis vier metrische Angaben und ein Kontrollzeichen aufzunehmen, insgesamt zehn verschiedene Daten. Als „Daten“ sind alle Zeichen erlaubt, die auf Lochkarten darstellbar sind. Für die Unterscheidung der zehn Posten gibt es folgende Möglichkeiten:

1. Feste Einteilung der Daten nach Spalten

Für jeden Ton wird eine ganze Lochkarte verwendet. Die Daten werden so verteilt, daß jeder Parameter eine vorher bestimmte Stelle auf der Karte einnimmt. Der vorgesehene Platz muß strikt eingehalten werden, da sonst das Programm versagt. Sich wiederholende gleiche Angaben könnten zwar ausgelassen werden, wenn durch Programm automatisch die zuletzt geschriebene Angabe übernommen würde, aber das Abzählen der leeren Plätze läßt sich nicht umgehen. Allerdings kann man Kartenlocher vorprogrammieren, so daß bei vorgegebener Einteilung die Karte während des Lochens an die richtige Stelle gerückt wird.

2. Fortlaufende Kette von Zeichen

Die Daten werden als Folge von Einzelzeichen geschrieben, die durch sich selbst oder durch ein Erkennungszeichen qualifiziert werden. Nach diesem System arbeitet die „Notenstenographie“ von Brook¹², allerdings ohne daß Mehrstimmigkeit und Dynamik (Intensitätsvorzeichen) einbezogen sind. Das Verfahren entspricht der

¹² Barry S. Brook / Murray Gould, *Notating Music with Ordinary Typewriter Characters*, New York 1964 (Sonderdruck des Queens College of the City University of New York). Vgl. Barry S. Brook, *The Simplified 'Plaine and Easy Code System' for Notating Music*, in: *Fontes Artis Musicae* XII, 1965.

Aufstellung einer selbständigen Maschinensprache für Noten. Die Zeichen werden einzeln geprüft und auf Identität oder Größe abgefragt, d. h. bei 60 verschiedenen Zeichen muß im ungünstigsten Fall 60mal gefragt werden: Ist das Zeichen gleich x ? bzw. sechsmal: Ist das Zeichen größer (kleiner) als x ? Die zweite Abfrage setzt voraus, daß alle Zeichen der Größe nach sortierbar sind (was bei alphanumerischen Zeichen möglich ist) und daß binär gefragt wird ($2^6 = 64$). Die Bedeutung der Zeichen muß eindeutig sein, d. h. der Buchstabe F kann nicht sowohl den Ton f als auch die Intensitätsstufe forte symbolisieren, es sei denn, man benutzt eine vereinbarte Buchstabenverbindung (z. B. „fo“). Ebenso können Zahlen nicht sowohl für die Darstellung der Tondauer als für die Stimmzählung benutzt werden, wenn nicht ein weiteres Zeichen (Buchstabe oder Satzzeichen) dazukommt.

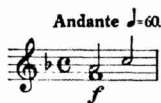
3. Fortlaufende Zahlenfolge mit festen Stellenwerten

Die Daten werden ausschließlich in Zahlen verwandelt und zu mehrstelligen Dezimalzahlen zusammengezogen. Um die laufenden Parameter nicht mit den selteneren metrischen Angaben zu vermischen, werden zwei Arten von „Schlüsselzahlen“ verwendet, die sich dadurch unterscheiden, daß beispielsweise die eine kleiner als 10^5 , die andere gleich oder größer als 10^5 angenommen wird. Da wir es nicht mehr mit einzelnen Ziffern, sondern mit arithmetischen Werten zu tun haben, kann der Stellenwert jeder Ziffer als Identifizierungsmerkmal benutzt werden. So bedeutet die Zahl 1, daß die Einer-Stelle den Wert 1 und alle anderen darstellbaren Dezimalstellen den Wert 0 repräsentieren, also

00000000001.000000000

Die Anzahl der Stellen ist nur durch das Format des Speicherplatzes begrenzt. Unter der Voraussetzung, daß führende Nullen nicht geschrieben werden und trotzdem in der Maschine als Nullen ankommen, kann die Null als Wiederholungsbefehl auch für jene Parameter verwendet werden, die die äußeren Stellen einnehmen bzw. solange keine anderen Ziffern auftreten.

Als Beispiel diene ein kurzes Incipit, das im folgenden auf dreierlei Art codiert wird:



1. Feste Einteilung der Karte

123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-01forte 4a' 0 4 8 1 60ANDANTE 4/4 B
01forte 4c'' 0
02forte 8f' 0

Die erste Zeile soll die Zählung der Spalten einer Lochkarte andeuten. Die 80 Spalten jeder Karte (es sind drei Karten dargestellt) werden nach folgendem Schema aufgeteilt:

Spalte	Bedeutung
1	Kontrollzeichen (Taktbeginn)
2–3	vertikale Zählung (Stimme)
4–13	Intensitätsvorzeichen
14–16	Tondauer (Anzahl der Elemente nach Spalte 33)
17–26	Tonname und Oktavlage
27	Art des Tones („Anschlagwert“)
28–30	Metrum: Anzahl der „Schlagzeiten“
31–33	Metrum: Anzahl der Elemente
34–38	Metrum: relative Größe der Einheit
39–41	Metrum: Metronomzahl pro „Schlagzeit“
42–72	sonstige Bemerkungen
73–80	frei für technische Daten

2. Notenstenographie nach Brook¹³

(And 4–60 bB 44) '2A C /

Die Bedeutung der Zeichen (Mehrstimmigkeit und Intensität ausgeschlossen): Andante, Viertelnote = M.M. 60, Vorzeichen 1 b vor der Note B, 4/4-Takt, eingestrichene Oktav, halbe Note, Ton A, Ton C (Dauer und Lage inbegriffen), Taktstrich.

3. Schlüsselzahlen mit festem Stellenwert

— 4 0 0 8 1 0 0 . 0 6 0
 1 7 0 4 . 5 8
 . 6 1
 2 0 0 8 . 5 4

Allgemein:

Zahl > 10⁵: — u u e e e v v v . m m m
 Zahl < 10⁵: n n g t t . h h a

¹³ Vgl. Anmerkung 12.

Bedeutung der Buchstaben:

— (minus)	= Kontrollzeichen	(nach Bedarf)
u	= Unterteilung der Einheit	(Stelle 7 6)
e	= Anzahl der Elemente	(Stelle 5 3)
v	= Größenverhältnis	(Stelle 2 0)
m	= Metronomzahl	(Stelle -1 . . -3)
n	= Stimme	(Stelle 4 3)
g	= Intensität	(Stelle 2)
t	= Tondauer	(Stelle 1 0)
h	= Tonhöhe	(Stelle -1 . . -2)
a	= Zusatzzeichen (Anschlagswert)	(Stelle -3)

Die Numerierung der Stellen schließt sich an die Zehnerpotenzen (links vom Dezimalpunkt positiv, rechts negativ) an.

Im Rückblick auf die drei Verfahrensweisen kann gesagt werden, daß für die Speicherung von Incipits das Verfahren 2 geeignet ist, während sich für Vergleiche und Analysen das Verfahren 3 anbietet. Als Verbindung beider Systeme könnte nach 2 codiert werden, während in der Maschine mit Zahlenwerten nach 3 gearbeitet wird. Die Ergebnisse könnten sowohl in Zahlen als auch in Symbolen jeder Art, gegebenenfalls als Notenschrift, ausgedruckt werden¹⁴.

Die Landschafts-Trompeter und -Tympanisten im alten Brünn

Zur Entwicklungsgeschichte einer unbekanntenen Musikgesellschaft
im 17. und 18. Jahrhundert

VON BOHUMÍR ŠTĚDRŮŇ, BRÜNN

In der Zeitschrift des Vereins zur Unterstützung und Pflege der nationalen Kultur in Mähren *Časopis Matice moravské*, Jg. 1950, S. 300–313, habe ich unter dem Titel *Gesellschaftliche Aufgaben der Musik im 18. Jahrhundert* die Entwicklung der städtischen Musikorganisation der Turmmusiker (Türmer) in Brünn und in Mähren im 17. und 18. Jahrhundert verfolgt. Ich betonte die Volkstümlichkeit und die gesellschaftlichen Aufgaben der damaligen Turmmusik, d. i. der städtischen Musik, die eng mit dem Leben der Stadt und deren Umgebung verbunden war. Der Musiker auf dem Turm übte eigentlich die Funktion des heutigen Dorfturmwächters aus, mit dem Unterschied, daß seine musikalischen Obliegenheiten weitaus reichhaltiger waren und einen größeren Wirkungskreis hatten. Der Turmmusiker blies nicht nur jede Stunde und warnte vor Feuer- oder Hochwassergefahr, sondern er spielte auch zum Vergnügen der Bürger — ja, man kann wahrhaftig sagen, daß er konzertierte. Mit Fanfaren und Motetten verschönerte er alle sich in der Stadt

¹⁴ Die Vorschläge gehen auf eine Versuchsreihe zurück, die der Verfasser an der Rechenanlage IBM 360/50 der Universität Münster durchführen konnte. Für die Überlassung von Rechenzeit und Material sei Herrn Prof. Werner, dem Leiter des Rechenzentrums, herzlich gedankt.