

Süsser die Formeln nie klingen

Nach zwanzigjähriger Forschung hat Guerino Mazzola bewiesen: Zahlen machen die Musik. Im Ausland hat der eigenwillige Zürcher Forscher mit seiner mathematischen Musiktheorie Erfolg – in der Schweiz wird er ignoriert. Von Mathias Plüss (Text) und Regina Hügli (Bild)

«Könnte nicht die Musik beschrieben werden als Mathematik des Gefühls, die Mathematik als Musik des Verstandes? Beide haben die gleiche Seele! So fühlt denn der Musiker Mathematik, und der Mathematiker denkt Musik.»

(James Joseph Sylvester, englischer Mathematiker, 1865)

Die Szenerie wirkt ein wenig skurril. Guerino Mazzola steht in einer Art Kimono in einem Pavillon im Park der Villa Wilhelmina in Vulpera, hoch über uns die frisch bepuderten Gipfel des Unterengadins. Das Gewand, sagt Mazzola, habe er von der eben beendeten Konzertreise durch Japan und Indonesien mitgebracht. Und die Villa, nun ja, die gehöre seinem Bruder; er selbst dürfe sie wochenweise nutzen, zum Arbeiten oder Ausruhen.

Drinnen wird es noch skurriler: An den Wänden hängen Gemälde von Wildschweinen, die Seifen tragen rote Schleifen, und die Lichtkabel sind zu Kordeln verschönert. Hier also, in dieser altweltumtöndelnden Umgebung, hat Mazzola an seinem Buch geschrieben – an seinem Wahnsinnsbuch, mit dem der 57-Jährige auf radikale Art Neuland betritt, mit dem er, wie er sagt, «bewiesen» habe, «dass Musik eine exakte Wissenschaft ist». Sein Lebenswerk.

Sinnlich abstrakt

«The Topos of Music» heisst es. 1368 Seiten, 595 Literaturverweise, mehr als zwanzig Jahre Forschung. Der Anspruch ist gewaltig, um nicht zu sagen masslos: Alles, alles, was irgendwie mit Musik zu tun hat – Rhythmus, Harmonie, Melodie; Gestik, Metrik, Motivik; Komposition, Interpretation, Rezeption –, jedes Pflänzchen, das auf dem Feld der Musik wächst, hat Mährescher Mazzola gerupft und in eine einheitliche Form gepresst. In eine mathematische Form, wohl gemerkt, denn Mazzola, Privatdozent an der Universität Zürich, Musikinformatiker und Komponist, studierter Physiker und Kristallograf, zeitweiliger Gemüsehändler und passionierter Freejazz-Pianist, ist immer noch in erster Linie Mathematiker. Genauer: Er ist der weltweit führende Experte im jungen Forschungsgebiet der mathematischen Musiktheorie.

Musik und Mathematik – ist das nicht ein Widerspruch? Die sinnlichste und die abstrakteste aller menschlichen Ausdrucksformen – was haben die miteinander zu tun?

Ziemlich viel. Erstaunlicherweise ist die Ansicht, Mathematik und Musik seien einander fremd, eine Erfindung der Neuzeit. Noch zu Be-

ginn des 17. Jahrhunderts galt Musik als Wissenschaft, nicht als Kunst. Als 1619 in Oxford ein neuer Lehrstuhl für Mathematik geschaffen wurde, gehörte die Musik zum Pflichtenheft des Professors. Das war nichts anderes als die Fortsetzung der Tradition der alten Griechen, bei denen die Musik ein Teilbereich der Mathematik war, auf gleicher Stufe wie Arithmetik, Geometrie und Astronomie.

Die vier Disziplinen galten als «verschwiebert», denn sie beruhten nach Ansicht der Griechen auf den gleichen Zahlenproportionen. In der Musik findet man diese Proportionen bei den Intervallen: Wenn man eine Saite halbiert (1:2), erklingt die Oktave zum Grundton. Verkürzt man die Saite auf zwei Drittel (2:3) oder drei Viertel (3:4) ihrer Länge, so kommt man auf die Quinte und Quarte – Töne, die im Zusammenspiel mit dem Grundton als besonders wohlklingend gelten. Dass nun just die einfachsten Proportionen die schönsten Intervalle erzeugen, faszinierte die Griechen. Die Zahl, folgerten sie daraus, sei die Grundlage allen Seins, und einfachste Zahlenverhältnisse die Grundlage aller Ordnung – auch der Ordnung im Kosmos (die Sphärenharmonie) und der Ordnung im Kopf (der Seelenfrieden). Mehr noch: Nur weil die Welten inner- und ausserhalb des Kopfes auf den gleichen Zahlenverhältnissen beruhten, könnten wir ihre harmonische Ordnung überhaupt erkennen.

Über die damalige Sehnsucht nach Zahlen-Allharmonie mögen wir heute lächeln. Aber das griechische Weltbild hielt noch lange nach. Wie besessen suchte etwa der Astronom Johannes Kepler (1571–1630) in den Planetenbahnen nach musikalischen Proportionen und kam zum Schluss: «Es sind also die Himmelsbewegungen nichts anderes als eine fortwährende mehrstimmige Musik.» Johann Sebastian Bach (1685–1750) galt seinen Zeitgenossen als «komponierender Mathematiker», und für den Philosophen Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) war die Musik «eine verborgene arithmetische Übung der Seele, die nicht weiss, dass sie mit Zahlen umgeht».

Spätestens im 19. Jahrhundert aber war die Musik definitiv zur Kunst geworden. Zwar hatten selbst im zwanzigsten Jahrhundert auffallend viele Physiker, und gerade die kreativsten unter ihnen, eine Affinität zur Musik: Lise Meitner und Werner Heisenberg spielten leidenschaftlich Klavier; ebenso Max Planck, der überdies das absolute Musikgehör hatte und auch komponierte. Und Albert Einstein griff

zur Geige oder setzte sich ans Klavier, wenn er beim Nachdenken über ein physikalisches Problem ins Stocken geriet: «Dann brauche ich Bachs klare Konstruktionen, um meinen Gedanken weiterzuführen.» Das griechische Gedankengut allerdings geriet in Verruf oder Vergessenheit. Für Einstein etwa war die mathematische Darstellung von Musik «eine Abbildung mit inadäquaten Mitteln, so als ob man eine Beethovensymphonie als Luftdruckkurve darstellte.»

Suche nach der Sprache

Guerino Mazzola hat nun die griechische Uridee eines Zusammenhangs zwischen Mathematik und Musik wieder aufgegriffen und auf völlig neue Art umgesetzt. Für ihn ist, im Gegensatz zu Einstein, die Mathematik das einzig adäquate Mittel zur Musikbeschreibung. «Die Musikwissenschaften an unseren Universitäten haben einen rein historischen Ansatz. Das ist, wie wenn bloss die Geschichte der Physik gelehrt und keine physikalische Forschung betrieben würde.» Die Alltagssprache, wie sie die Geisteswissenschaften pflegten, sei aber der Musik nicht gewachsen. «Man muss die Sprache verbessern, die Sprache zum Gegenstand bringen, nicht den Gegenstand zur Sprache.»

Das könne man am Beispiel der Anfänge der naturwissenschaftlichen Physik studieren: «Galileo Galilei hatte bei seinen Experimenten ein Riesendurcheinander mit dem Begriff der Geschwindigkeit. Weil ihm die richtige Sprache fehlte. Erst als Newton und Leibniz fünfzig Jahre später die Differenzialrechnung erfanden, konnte man Bewegungen adäquat beschreiben.» Eine entsprechende Sprache habe in der Musik bislang gefehlt – eine Sprache, die gezwungenermassen mit mathematischen Ausdrücken hantieren müsse: «Der erste Satz der Hammerklavier-Sonate von Beethoven hat etwa 10 000 Töne, jeder mit Parametern wie Höhe, Dauer oder Lautstärke ausgestattet. Da braucht's knallharte Begriffsbildungen aus der Mathematik.»

Just Beethovens Hammerklavier-Sonate stand am Anfang seiner Beschäftigung mit mathematischer Musiktheorie. Mazzola, 1947 in Dübendorf geboren und aufgewachsen, ist ein mathematisches Wunderkind. An der Universität Zürich studiert er Mathematik, theoretische Physik und Kristallografie. Als Viertsemestrigler publiziert er erstmals in einer Fachzeitschrift, mit 23 beendet er seine Doktorarbeit. «Damals galt ich eben noch als Begabung», sagt er lakonisch.

»»

Bald schon gibt es erste Dissonanzen in seinem Verhältnis zur Universität. Anlass dafür sind Mazzolas Ausflüge in den Jazz, der damals in der akademischen Welt als unsittlich galt. «So, hässch wider Unzucht trübel», habe ihm ein Professor nach seinen Auftritten jeweils gesagt. Seinen Ruf als Provokateur festigt er, als er an einem Weihnachtsabend im mathematischen Seminar mit nacktem Oberkörper Klavier spielt. Im geordneten Milieu der Hochschule eckt der eigensinnige Mazzola immer mehr an. 1980 habilitiert er sich zwar noch – doch dann, als klar wird, dass er keine Professur bekommen würde, verlässt er die Universität und entwickelt auf eigene Faust die ersten Elemente seiner mathematischen Musiktheorie. Der Beginn einer zwanzigjährigen Suche nach der Sprache der Musik.

Von Karajan geädelt

Als Erstes entwickelt er eine Art musikalische Logik, die jedem denkbaren Akkord eine präzise Funktion im harmonischen Gefüge eines Musikstücks zuweist. Um seine Theorie zu testen, wählt er, typisch Mazzola, nicht irgendeinen leichten Satz, sondern besagte Hammerklavier-Sonate von Beethoven – ein verqueres, abstraktes, dramatisches Werk, das als grösste und zugleich als eine der schwierigsten Sonaten der Musikgeschichte gilt. Und siehe da: Die Theorie funktionierte, erklärte zuvor unverständliche Tonartenwechsel, enthüllte die harmonische Konstruktion dieses famosen Stücks. «Natürlich geht vieles auch ohne Mathematik», sagt Mazzola. «Aber sobald es ein wenig komplizierter wird, kommt die herkömmliche Musikwissenschaft ins Schleudern. Bei der Hammerklavier-Sonate hiess es dann oft: «Das ist zwar genial, aber wir verstehen es nicht.» Gerade hier konnten die mathematischen Modelle sehr vieles aufklären.»

Parallel zur theoretischen Arbeit beginnt Mazzola mit der Entwicklung von Software. Sein erstes, für heutige Verhältnisse primitives Musikprogramm war eine Weltpremiere: Zum ersten Mal überhaupt war es möglich, Partituren direkt am Computer zu erstellen, geometrisch zu transformieren und erklingen zu lassen. Das Programm wird ein Erfolg – kein Geringerer als der Dirigent Herbert von Karajan gibt ihm seinen Segen. «Am Anfang wurde ich nur ausgelacht mit meiner mathematischen Musiktheorie», sagt Mazzola. «Dann hat Karajan 1984 ein Symposium über Mathematik und Musik organisiert, und ich durfte ihm meinen Musikcomputer vorführen. Er sagte: «Damit könnten Sie mich eine Nacht lang allein lassen.»» Mit den 200 000 Franken, die nach dem Symposium zusammenkommen, entwickelt Mazzola seine Kompositions-Software «Presto».

Mitte der achtziger Jahre folgt der vielleicht interessanteste und wichtigste Schritt in der Entwicklung von Mazzolas Theorie: die Entdeckung einer Art Naturgesetz der abendlän-

dischen Musik. Ausgangspunkt der Untersuchung war die Frage, warum wir gewisse Klänge als angenehm empfinden und andere als störend. Interessanterweise waren sich die verschiedenen Epochen über die Einteilung der Intervalle nicht einig: Während etwa im Mittelalter nach altem griechischem Vorbild nur Quartan, Quinten und Oktaven als Wohlklänge galten, gesellten sich in der Renaissance Terzen und Sexten hinzu. Und auch die sogenannten Kontrapunktregeln, die den Komponisten vorschreiben, wie sie die Klänge zu verbinden hatten, änderten sich im Laufe der Zeit.

Allmählich bildete sich allerdings ein Stilideal heraus, dem der Wiener Hofkapellmeister Johann Joseph Fux mit seinem berühmten Lehrbuch «Gradus ad Parnassum» (1725) seine definitive Form gab. Mozart und Beethoven wurden danach unterrichtet, Haydn hielt es hoch, auch Schubert und Bruckner studierten den «Gradus». Natürlich gab es auch nach 1725 noch grosse Entwicklungen in der Musik. Aber die Lehre von Fux blieb eine Richtschnur, nach der auch heute noch an den Konservatorien gelehrt wird. «Fux hat die ersten Gründe der Harmonie und Setzkunst vorgetragen, die allezeit gewesen sind, die noch sind, und die auch allezeit seyn und bleiben werden», schrieb Lorenz Mizler, Bach-Schüler und erster Übersetzer des «Gradus».

Aufgeklärter Fux

Warum hatten sich gerade die Fuxschen Regeln als stabil erwiesen? Das war die Frage, die Mazzola interessierte. Und er ging sie, selbstverständlich, mit mathematischen Methoden an (siehe Kasten). Dabei machte er zwei erstaunliche Entdeckungen: Erstens birgt Fux' Einteilung der Intervalle in «wohlklingend» («konsonant») und «missstönend» («dissonant») eine einzigartige mathematische Symmetrie. So ist jedes konsonante Intervall k über die Formel $k = 5 \times d + 2$ einem dissonanten Intervall d zugeordnet. Zweitens ergibt sich aus der Fuxschen Aufteilung ein ausgesprochen farbiger Kontrapunkt – farbiger als mit jeder anderen theoretisch möglichen Einteilung der Intervalle. «Die Aufteilung von Fux ist absolut einzigartig», sagt Mazzola. «Sie eröffnet den Komponisten am meisten Möglichkeiten zur Erzeugung von Spannung.» $k = 5 \times d + 2$ ist sozusagen die Geheimformel des Reichtums der europäischen Musik – die mathematische Kurzfassung der abendländischen Musikgeschichte.

Erstaunlicherweise handelt es sich bei dieser Gleichung nicht nur um eine abstrakte Formel, wie Mazzola zusammen mit dem Neurologen Heinz-Gregor Wieser vom Universitätsspital Zürich nachweisen konnte. Die beiden Forscher spielten Probanden jeweils ein konsonantes und ein dissonantes Intervall vor, in allen möglichen Kombinationen, und massen dabei die Gehirnströme. «Wie in einer kriminalistischen Gegenüberstellung», sagt Mazzola.

Das Resultat: Immer genau dann, wenn die beiden Intervalle durch die Mazzolasche Formel verbunden waren, schlugen die Messgeräte aus. Als ob die Versuchsteilnehmer, die natürlich noch nie etwas von Fuxscher Kompositionstheorie gehört hatten, die magische Formel gekannt hätten.

Die Macht der Gewohnheit

Das klingt ein wenig unheimlich. Existiert am Ende doch eine mathematische Verbindung zwischen Musik und Seele? Beruht die Empfindung von Wohlklang tatsächlich auf der Übereinstimmung von Zahlenproportionen, wie die Griechen vermutet hatten? Sollte gar Leibniz Recht gehabt haben mit seiner Behauptung, Musik sei eine «verborgene arithmetische Übung der Seele»?

Guerino Mazzola hält sich zurück mit Interpretationen. Dass es irgendwo in unseren Gehirnen eine mathematische Struktur gibt, die durch Wohlklänge gewissermassen in Resonanz versetzt wird, hält er für möglich. Dass diese Struktur genetisch bedingt sei, glaubt der Freejazzler aber nicht: «Die Probanden waren sich alle europäische Unterhaltungsmusik gewöhnt. Solche Leute sind infiltriert mit gewissen musikalischen Normen, und das kann man in ihren Gehirnen feststellen. Ich bin aber überzeugt, dass man bei mir ganz andere Reaktionsmuster fände.» Dies gelte erst recht für aussereuropäische Hörer, die nicht den gleichen Wohlklang-Konventionen unterworfen sind. Die Gewöhnung an die von Fux festgeschriebene Norm ist aber offenbar immerhin so stark, dass beispielsweise die Zwölftonmusik auch bald hundert Jahre nach ihrer Erfindung kaum jemanden in Entzückung versetzt.

Die Zürcher Untersuchung lässt auch Spekulationen zu über die Frage, warum manche Klänge so starke Gefühle auszulösen imstande sind. «Wir haben im Experiment gesehen, dass vor allem der Hippocampus auf die Intervalle reagierte – das Eingangstor zum Gefühlsgehirn», sagt Mazzola. «Das könnte die angenehmen und unangenehmen Gefühle erklären, die mit Konsonanzen und Dissonanzen verbunden sind.» Er stelle sich vor, dass Musik im Hippocampus wie eine Droge wirke – als eine Art Schlüssel, der das Tor zu verborgenen Gefühlen öffnet. Nicht jeder habe den gleichen Zugang zum Unterbewusstsein, und darum brauche jeder seinen eigenen Schlüssel. Auf diese Weise könne man verstehen, dass es so viele verschiedene Musikgeschmäcke gebe.

Dass sich, was die elementaren Kompositionsregeln betrifft, über die Jahrhunderte trotzdem ein Standard herausbildete, erklärt Mazzola mit den objektiven Vorteilen, die der Fuxsche Kontrapunkt mit seiner besonderen Symmetrie biete. «Natürlich haben die Komponisten nichts berechnet», sagt er. «Ich würde sie eher mit *idiots savants* vergleichen. Sie haben geprübelt, immer wieder Neues versucht und

sich so instinktiv immer mehr den idealen Kompositionsregeln annähert.» Dafür spricht auch, dass Fux selber seine Regeln nicht als menschliche Erfindung betrachtete, sondern als «Natur und Ordnung der Dinge». Die Gleichung $k = 5 \times d + 2$ wäre demnach weniger eine Rechenformel als vielmehr eine Art Naturgesetz der europäischen Musikgeschichte – etwa so wie die Einstein-Gleichungen, die die Evolution des Kosmos steuern, ohne dass deswegen die einzelnen Sterne ständig ihre Bahnen «berechnen» müssten.

Könnte es sein, dass ein ähnlicher Optimierungsprozess auch in weiteren Musikkulturen stattgefunden hat? Mazzola hält es für denkbar. Immerhin ist eine andere Intervallaufteilung, die ziemlich genau der indischen Raga-Musik entspricht, ebenfalls an eine Symmetriemerkmal gebunden. Diese Aufteilung wäre zwar für die europäische Musik wenig geeignet, passt aber ideal zu den indischen Skalen. Es scheint, als ob die Musik ganz allgemein einer Art Evolution unterworfen ist, die mathematisch-symmetrische Strukturen bevorzugt selektiert.

Vielleicht, sinniert Mazzola, ergebe sich durch die Mathematik eines Tages die Möglichkeit, europäische Meisterwerke in indische zu übersetzen. Überhaupt eröffne die Mathematisierung den Komponisten ganz neue Felder: «Man könnte Fugen komponieren mit veränderten Kontrapunktregeln. Man könnte Bach neu schreiben in exotischen Intervallkategorien. Es ergibt sich eine schier unendliche Vielfalt an neuen Kompositionsmöglichkeiten, ohne dass man gleich, wie das die Zwölftonmusik gemacht hat, die ganze Tradition über Bord werfen muss.»

Schumann chinesisch

Seine mathematischen Einsichten in die tieferliegenden Strukturen der Musik bringen Mazzola ein gutes Stück weiter. Doch 1992 merkt er, dass seine Mission noch lange nicht am Ende ist: «Wir versuchten, unsere Erkenntnisse in Computerprogramme zu packen. Und da stellten sich plötzlich Fragen wie: Was ist ein Ton, mathematisch gesehen? Wie definiert man einen Akkord? Es zeigte sich, dass die klassische Mathematik dafür nicht ausreichte.» Das ist der Startschuss für sein Grosswerk, für den «Topos of Music».

Das Vorhaben bewegt sich auf einem Abstraktionsniveau, das mit gewöhnlichen Worten kaum mehr zu beschreiben ist. Es stellt sich heraus, dass ausgerechnet die modernste, schwierigste Mathematik, die sogenannte Topos-Theorie, jene Sprache ist, nach der Mazzola gesucht hat. Erst mit dieser Theorie sollte es möglich werden, restlos alle Aspekte der Musik in einheitlicher Form zu beschreiben. Bis es so weit ist, vergehen allerdings nochmals Jahre – Jahre von immenser Schaffenskraft, aber auch Jahre der Entbehrungen für Mazzola. Um sich finanziell über Wasser zu halten, arbeitet er von 1992 bis

1996 im Gemüsegeschäft seines Vaters mit, Mazzola en gros: «Frühmorgens von vier bis zehn Uhr haben wir Restaurants beliefert. Um zehn Uhr habe ich mich hingesetzt und Musiktheorie betrieben.» (Überhaupt scheint Mazzola fast keinen Schlaf zu brauchen: Als ich tief in der Nacht ins Bett gehe, arbeitet er noch weiter, und als ich am nächsten Morgen aufstehe, sitzt er bereits wieder am Computer.) Endlich, Ende 2002, ist sein Buch fertig. Es ist gleichzeitig seine zweite Habilitation.

Längst ist es Nacht geworden in Vulpera. Wir sitzen bei einem leckeren Tropfen beisammen («der Weinkeller ist zum Brauchen da»); auf dem Tisch liegt das Buch, das schwere, schwierige Buch. Der elitäre Ansatz Mazzolas bringt es mit sich, dass kaum jemand es liest. Die Musikwissenschaftler können nicht, weil sie keine Ahnung von Mathematik haben. Die Mathematiker wollen nicht, weil sie Musik meist nicht für ein adäquates Betätigungsfeld halten.

Die Frage drängt sich auf: Ist Musik wirklich so komplex? Ginge es nicht auch einfacher? Das werde er häufig gefragt, sagt Mazzola. «Als ich anlässlich meiner Habilitation beim Rektor eingeladen war, sagte der, er habe nicht gewusst, dass man über «Alli mini Äntli» so viel schreiben könne.» Doch für Mazzola ist klar: Wenn man die Werke von Bach, Mozart oder Beethoven als tiefsinnige Meisterwerke preise, müsse man sie auch mit den angemessenen Werkzeugen untersuchen. Schliesslich benötige die Physik zum Verstehen des Universums, «Gottes Komposition» gewissermassen, auch die ausgeklügeltsten Instrumente der Mathematik.

Ausserdem, sagt Mazzola, habe er den Tatbeweis erbracht, dass seine Theorie kein wolkiges Gebilde sei, sondern sich sehr wohl anwenden lasse. Alle Erkenntnisse über Analyse, Interpretation und Komposition von Musik hat er in seine Computerprogramme «Rubato» und «Presto» gepackt, die er sogleich auf seinem Laptop vorführt. Mazzolas Software kann zum Beispiel, man traut kaum seinen Ohren, ein Klavierstück von Schumann in ein chinesisches klingendes Lied verwandeln oder in einen rockigen Groove. «Damit liesse sich im Handybusiness viel Geld machen», sagt Mazzola. «Durch eine feste Grundmelodie, die sich dem Anrufer anpasst.» Wenn ein chinesischer Freund anruft, wird der Klingelton chinesisch angehaucht. Kommt ein trauriges SMS, ertönt die gleiche Melodie in Moll. Ein entsprechendes Projekt mit Nokia bestehe bereits; es sei derzeit leider aus finanziellen Gründen auf Eis gelegt.

Auch bei der Analyse leistet die Software nützliche Dienste: In Schumanns «Träumerei» aus den Kinderszenen op. 15 zum Beispiel hat Mazzola mit Hilfe des Programms ein rhythmisches Muster aufgespürt, das in der Musikwissenschaft zuvor unbekannt war. Zerstört so viel Analyse, so viel Mathematik nicht die Kunst? «Ich habe nie verstanden, wieso Wissenschaft und Kunst als unvereinbare Gegensätze gel-

ten», sagt Mazzola. Für ihn beruhe das Schöne und das Wahre auf denselben verborgenen Strukturen, und diese aufzudecken, erhöhe noch seine Hochachtung vor dem Kunstwerk. «Es gibt nichts Schöneres, als ein Kunstwerk rational verstanden zu haben. Dass man benebelt oder besoffen sein muss, um ein Musikstück zu verstehen, istbarer Unsinn.» Letztlich sei es für ihn auch eine Frage des Respekts: «Beethoven hat für seine Hammerklavier-Sonate zwei Jahre sehr hart gearbeitet. Da finde ich es eine Frechheit, wenn irgend so ein Schnösel von Kritiker daherkommt und sagt, der habe das alles bloss erfüllt.»

Akustische Täuschung

Das Gleiche gelte für die Interpretation von Musik. «Künstlerische Phantasie ist nicht pseudoromantische Verschwommenheit, sondern ein Maximum an Präzision, Intensität und Zusammenspiel von feinsten Bewegungen und Kräften», schreibt Mazzola in seinem Buch. Damit spielt er auf den Schriftsteller Walter Benjamin an, der die «wahre Interpretation» als «die Gabe, im unendlich Kleinen zu interpolieren», bezeichnet hatte. Und auf den Philosophen Theodor W. Adorno, von dem eines von Mazzolas Lieblingszitaten stammt: «Das Medium künstlerischer Phantasie ist nicht ein Weniger an Genauigkeit, sondern das noch Genauere.» Benjamin und Adorno hätten das alles ganz richtig gesehen, sagt Mazzola, nur habe ihnen als Geisteswissenschaftlern das richtige Instrumentarium gefehlt, um der Sache auf den Grund zu gehen. «Für einen Mathematiker oder Physiker ist hingegen völlig klar, dass mit dem «Interpolieren im unendlich Kleinen» nur die Differenzialrechnung gemeint sein kann.»

Das ist nun wiederum keine leere Floskel: Mazzolas Software verwendet just die Differenzialrechnung zur Herstellung von Interpretationen. Es sind winzige Verschiebungen in Lautstärke oder Rhythmus, die einem Stück plötzlich einen swingenden Groove oder einen persönlichen Stil geben.

Die Computer-Interpretationen sind von so hoher Qualität, dass selbst Experten sie nicht als solche erkennen. Das hat Mazzola Anfang der neunziger Jahre bewiesen, als er unter dem Titel «Synthesis» das Album eines virtuellen Jazzquartetts veröffentlichte. Am Klavier sass zwar tatsächlich der leibhaftige Mazzola, aber Bassist, Perkussionist und Schlagzeuger, auf der CD als mexikanische Musiker ausgegeben, waren fingiert. In Wirklichkeit hatte er die Begleitung mit seiner Kompositions-Software über einen Synthesizer aufgenommen. Das klang so echt, dass kein einziger Jazzkritiker die Täuschung bemerkte. Mehr noch: Als Mazzola das Werk 1991 am International Jazzfestival Zürich mit dem Computer auf der Bühne aufführte, sagte ihm nachher ein Kritiker, die CD-Aufnahme mit den richtigen Musikern sei dann schon noch besser gewesen.

Die Fuxschen Regeln

Eine kleine Anleitung zum Verständnis der Urformel der europäischen Musik.

Wer Guerino Mazzolas Naturgesetz der europäischen Musik verstehen will, kommt um ein wenig Rechnerei nicht herum. Zunächst muss man wissen, dass Johann Joseph Fux (siehe Haupttext) die zwölf Intervalle des europäischen Tonsystems in zwei gleich grosse Hälften teilte: kleine und grosse Sekunde, reine und übermässige Quarte sowie kleine und grosse Septime waren für ihn die sechs misstönenden («dissonanten») Intervalle – kleine und grosse Terz, Quinte, kleine und grosse Sexte und Oktave die sechs wohlklingenden («konsonanten»). Nun kann man Intervalle auch als Summe von Halbtönen betrachten; eine reine Quarte etwa besteht aus fünf, eine Oktave aus zwölf Halbtönen. In dieser Darstellung besteht die Gruppe der dissonanten Intervalle aus den Zahlen 1, 2, 5, 6, 10, 11 – jene der konsonanten aus 3, 4, 7, 8, 9, 12.

Jetzt kommt die magische Formel $k = 5 \times d + 2$ ins Spiel: Wenn man für d die Zahl 1 einsetzt, ergibt sich $k = 7$. Aus $d = 2$ wird k

= 12. Aus der 5 wird die 3 (man identifiziert die 13 mit der 1, die 14 mit der 2 usw.), aus der 6 die 8, aus der 10 die 4 und aus der 11 die 9. Aus jedem dissonanten Intervall d wird so ein konsonantes k . Und umgekehrt. Denn es gilt auch $d = 5 \times k + 2$.

Nun könnte man sich vorstellen, dass man auch bei einer anderen Einteilung der Intervalle in «konsonant» und «dissonant» auf eine ähnliche Formel stiesse. Tatsächlich gibt es theoretisch noch fünf andere Möglichkeiten zur Aufteilung der Intervalle, die mit einer vergleichbaren Symmetrieformel verbunden sind. Dennoch bleibt die Einteilung von Fux einzigartig. Warum?

Eng mit den Intervallen verbunden sind die Kompositionsregeln, die Johann Joseph Fux in seinem «Gradus ad Parnassum» aufgestellt hat. Der Kern seiner Theorie besagt, dass zwei Stimmen im Zusammenklang ein konsonantes Intervall ergeben müssen. Gewisse Verbindungen sind aber verboten, weil sie als «zu langweilig» gelten – zum Beispiel der Sprung von einer Quinte in eine andere («Quintparallelen-

verbot»). Die Regeln zielen darauf ab, den einzelnen Stimmen in einem Musikstück möglichst viel Selbständigkeit zu gewähren, ohne dabei die Harmonie des Gesamtklanges zu zerstören. Ihre grösste Vollendung fand diese Kunst in den Vokalwerken von Giovanni Pierluigi da Palestrina (1525–1594) und in den Fugen von Johann Sebastian Bach (1685–1750) – an ihnen hat sich Fux orientiert.

Guerino Mazzola hat nun einen allgemeinen mathematischen Formalismus entwickelt, mit dem sich aus der Konsonanz-Dissonanz-Verteilung direkt die Kompositionsregeln ableiten lassen. Wendet man den Formalismus auf die Aufteilung von Fux an, so ergeben sich exakt die Regeln aus dem «Gradus».

Es ist dieses mathematische Verfahren, das die Besonderheit der Fuxschen Intervalle aufzeigt: Auch mit den fünf anderen denkbaren Aufteilungen der Intervalle lassen sich Kompositionsregeln aufstellen. Aber es entstehen dabei (jedenfalls solange man mit den europäischen Dur- und Mollskalen arbeitet) deutlich mehr Verbote als bei Fux – die Musik ist also weniger vielfältig. Darum ist die Intervallaufteilung von Fux für die abendländische Musik ideal. (pü)

So langsam, sagt Mazzola, finde auch sein Buch Anerkennung – allerdings bloss im Ausland. In den USA war es 2004 für den Buchpreis der Amerikanischen Mathematischen Gesellschaft nominiert. In Paris hat Mazzola im Frühling eine Gastprofessur an der prestigeträchtigen Ecole Normale Supérieure. Nur in der Schweiz gab es kaum Reaktionen. «Im Jazz ist es genau gleich. In Yogyakarta auf Indonesien hatten wir 800 begeisterte Zuhörer, gaben Pressekonferenzen, wurden fast wie Michael Jackson behandelt. Und in der Schweiz bekommen wir stets Absagen.»

Vielleicht sei es ja besser, sagt Mazzola nachdenklich, dass er Anfang der achtziger Jahre keine Professur bekommen habe. «Sonst hätte ich meine Theorie womöglich nie entwickelt.» Trotzdem seien ihm die Entscheide von Universitäten und Forschungsgremien ein Rätsel. So muss sich denn Mazzola, der zweifach habilitierte Mathematiker, der letztes Jahr drei Bücher und zwei CDs publiziert hat, mit ein paar Stunden als Privatdozent und mit befristeten Projekten über Wasser halten. Seine Oberassistentenstelle am Multimedialab der Universität Zürich lief Ende 2003 ersatzlos aus. Und als er sich vor ein paar Jahren beim Nationalfonds um eine Förderprofessur bewarb, hiess es, als über Vierzigjähriger sei er zu alt. Ausnahmeregelungen gebe es nur für Frauen mit Kindern. «Da habe ich gesagt: Es tut mir leid, aber diese

Theorie zur Welt zu bringen, hat mich auch zehn Jahre gekostet.»

Sicher hätten bei manchen Entscheiden auch wirtschaftliche Gründe mitgespielt, sagt Mazzola: «Gegen pharmaunterstützte Projekte bin ich mit meiner exotischen Musikinformatik natürlich chancenlos. Obwohl sie nicht viel kostet.» Der Hauptgrund für sein schwieriges Verhältnis zu den Universitäten seien aber eher die verkrusteten Strukturen, die Seilschaften unter den Professoren und deren Angst vor Exzellenz. In einem Leserbrief jüngst in der NZZ zitierte er Nietzsche: «Sie suchen eine Null, um ihren Wert zu verzehnfachen.»

Im falschen Land

Solche Interventionen kommen bei den zuständigen Gremien selbstredend nicht gut an. Überhaupt verfügt Mazzola über ein ausgesprochenes Talent, sich mit einer Mischung aus Mitteilungsdrang, Kompromisslosigkeit und unschweizerischer Unbescheidenheit unbeliebt zu machen. Und weil er über alles Mögliche nachdenkt und sich äussert, von der Tsunamivorhersage über Hölderlin-Gedichte bis zur Renaissance-malerei, tritt er wohl allzu vielen Leuten auf die Füsse.

Wir sind inzwischen bei einem exzellenten Marc angelangt; Mazzola schenkt mir ein grosses Glas voll ein, sagt: «Bei mir ist halt alles masslos.» Mazzolas Problem ist, denke ich bei

mir, dass sich seine Stärken in der universitären Welt in Schwächen verwandeln: Seine enorme Breite bedeutet da Heimatlosigkeit, sein Pioniergeist beschert ihm Institutionsferne, seine Brillanz ist demütigend, seine Schaffenskraft gilt als Anmassung und seine Scharfzüngigkeit als unakademisch.

Mazzola passt nicht ins herrschende Schweizer Hochschulsystem. Für ihn selber mag das unangenehm sein. Für die Schweiz aber, die es offenbar nicht schafft, ihre innovativsten Kräfte zu integrieren, ist das ein echtes Problem.

Literatur:

Guerino Mazzola: *The Topos of Music. Geometric Logic of Concepts, Theory, and Performance*. Birkhäuser, 2002. 1368 S., Fr. 202.50

Johann Joseph Fux: *Die Lehre vom Kontrapunkt* (1725). Übersetzt und herausgegeben von Alfred Mann.

Moeck, 1951 (zweite, erweiterte Auflage). 134 S., nur antiquarisch erhältlich

Music and Mathematics. From Pythagoras to Fractals. Herausgegeben von John Fauvel, Raymond Flood und Robin Wilson. Oxford University Press, 2003. 189 S., Fr. 105.–

Mazzola im Internet: www.encyclospace.org

The Topos of Music

Geometric Logic of Concepts, Theory, and Performance

Mazzola, G.

2002, XCVI, 1344 p. In 3 volumes, not available
separately., Hardcover

ISBN: 978-3-7643-5731-3

A product of Birkhäuser Basel