

Georg Wötzer

Musikalische Übergänge-vom Computer "komponiert"¹ (1)

Das Komponieren von Übergängen gehört unstreitig zu den schwierigeren aber auch besonders faszinierenden tonsetzerischen Vorhaben. Haydn, Beethoven, Wagner haben auch darin große Dinge vollbracht, herausragend jedoch unter den älteren Komponisten ist A. Berg. Dessen Kompositionstechnik ist untrennbar verbunden mit der Kunst des Übergangs.

Gemeinsam ihnen allen und ihrer Kunst ist, daß sie zur Hervorbringung ihrer Kunstwerke keiner Apparate 'mit musikalischer Entscheidungsbefugnis' bedurften, aber über solche auch nicht hätten verfügen können. Wir Komponisten des späten 20. Jahrhunderts indes befinden uns auch darin in einer gänzlich veränderten Situation. Mit der Entwicklung kleiner, billiger aber überaus leistungsfähiger Rechner sowie einer sich immer differenzierter entfaltenden, benutzerfreundlichen Softwareumgebung sind wir heute in der Lage, eigene kompositorische Ideen algorithmisch zu formulieren, zu testen und zu optimieren.

Eine dieser Ideen, ein Computerprogramm zur Erzeugung musikalischer Übergänge, möchte ich an diesem Ort zur Diskussion stellen. Den Algorithmus habe ich eigens für diesen Aufsatz neu entwickelt. Er fußt auf einem älteren voll ausgetesteten Programm mit komfortabler Arbeitsumgebung, aber auch entsprechend komplexer Struktur und einigen weiteren Eigenschaften, die ich verändern wollte. Das vorliegende Programm ist demnach nur ein 'Rohling', ein 'work in progress', dafür aber auch für nichtprogrammierende Musiker mit einigem Bemühen (hoffentlich) nachvollziehbar.

Unabdingbare Voraussetzung zur Erstellung eines Computerprogramms ist von sprachlich-syntaktischen Kenntnissen abgesehen die genaueste Kenntnis der Sache, die man programmieren will. Wir werden also nicht umhin kommen, uns zunächst musikalisch dem Problem zu nähern. Zuerst müssen Grundkategorien gefunden werden anhand eines komponierten Übergangs, die wir dann nach Möglichkeit auf den Rechner transponieren.

Daraus werden wir aber weiteren Gewinn erzielen können: durch die Gegenüberstellung eines 'zu Fuß' komponierten und eines algorithmisch erzeugten Beispiels werden wir Wesensmerkmale beider Komponierformen besser abschätzen können. Vor allem hinsichtlich der noch sehr jungen Disziplin des algorithmischen Komponierens scheint mir dies dringend notwendig zu sein (das schreibe ich aber vor allem für mich selber!).

Das von mir ausgewählte traditionelle Musikbeispiel stammt aus der Klaviersonate op. 1 von Alban Berg, und zwar der Übergang vom Anfang des Schlußteils der Durchführung bis zum Einsatz der Reprise. Dieser Übergang wurde dann algorithmisch "nachkomponiert".

Hier die Analyse stichwortartig (Bsp 3, am Schluß des Beitrags; die Taktzahlen betreffen nur das Bsp. 3):

- T1+2 : Ausgangsgestalt mit den beiden Hauptmotiven a und b (siehe Bsp. 4, am Schluß des Beitrags)
- T3+4 : Variierte Wiederholung der Takte 1+2
- T5 : Halbierung der "Satzlänge" durch Überlagerung der beiden Motive a und b. Variierung und Verkürzung derselben.
- T6 : Variierte Wiederholung von Takt 5
- T7-8 : Schaltstelle des Übergangs. In der Oberstimme (Motiv a) weitere ("2") Halbierung der "Satzlänge" auf 3 Achtel; weitere Variierung; Verselbständigung als 3-Ton-Gruppe; Sequenzierung. T 8 Reduktion auf 2-Ton-Gruppe. Nochmals variiert. Unterstimme ebenfalls mit Motiv a (motivische "Zuspitzung"), verkürzt; dessen "Satzlänge" nur noch ein Drittel des vorhergehenden Takts; dreifache, z.T. variierte Sequenzierung. Die Variierungen des bisherigen Motivs a (Oberstimme) enthalten

¹Dieser Beitrag ist die überarbeitete Version eines Aufsatzes im Programmbuch zum Landestonkünstlerfest Baden-Württemberg 1989/90.

nun bereits Elemente der Zielstruktur(und zwar von Motiv c), nämlich die große fallende Terz, der metrisch noch zu verändernde Achtelrhythmus, Sequenzierung, sowie die metrische Stellung des Takts 7 als "leichter" Takt(vor dem "Kadenzklang" e-moll). Der "leichte" Takt wird zum Träger des Motivs c. Motiv a wird zu Motiv c umgedeutet.

T8("2"): Beginn der Verbreiterung der Zielelemente; metrisch falsche Position. "Schwerer" Takt mit Motiv b, "leichter" Takt mit Motiv c, -9("2") aus T8("1") "verbreitert", gegenüber Ziel jedoch noch um ein Motivglied verkürzt. Länge 1 Takt.

T9("2"): Variierte Wiederholung des vorangegangenen Takts, allerdings mit starker Verbreiterung des Motivs c. Dadurch sowohl Verdeutlichung des Zusammenhangs mit dem Folgenden, als auch Wiederherstellung des metrischen Gleichgewichts(Ende auf "1"); ebenso wird der Akkordschlag an dieser Stelle metrisch hervorgehoben. Die "Satzlänge" beträgt 1 Takt+2 Viertel, die längenmäßige Verbreiterung wird zeitlich durch ein Accelerando etwas aufgefangen.

T11+12 : Motiv b als "Vordersatz" wird transformiert zum Motiv d(T11), der Akkordschlag in T12("1"), R.H., ist tonidentisch mit dem von T11, ("1"). Motiv c wird somit metrisch und formfunktional umgedeutet vom leichten "Nachsatz" zum schweren "Vordersatz", aus dem "Anhängsel" wird das Kopfmotiv des Themas eingesetzt der Reprise, und aus Motiv d ein "Anhängsel". "Satzlänge" beider "Halbsätze": 2 Takte.

Zu konstatieren ist also zunächst ein Prozeß der Verdichtung als übergeordnetes Entwicklungsprinzip. Innerhalb dieses Prozesses, aber nicht als dessen Voraussetzung, werden zielgerichtet und in verschiedenen sukzessiven Stadien motivische, rhythmische, metrische, formfunktionale etc. Varianten erzeugt, die sich ab einer bestimmten doppeldeutigen Station des Prozesses als Elemente der Zielstruktur entpuppen um dann als solche weiterverarbeitet werden zu können. Diese Station ist außerdem gekennzeichnet durch große ausdehnungsmäßige Verdichtung.

Danach findet die Umkehrung des zeitlichen Verdichtungs Vorgangs statt: die neu entwickelten Elemente der Zielstruktur werden wieder in mehreren Stadien zeitlich verbreitert und dabei vollends so transformiert und umgedeutet, daß am Schluß des Übergangs alle wesentlichen Elemente der Zielgestalt vermittelt sind.

Natürlich müßten bei einer gründlichen Analyse noch weitere Ausführungen folgen, z.B. zur harmonischen Organisation, zur Chromatik u.v.m. Doch werden diese Informationen genügen, um einen Einblick zu bekommen in spättonale Übergangstechnik.

Wenden wir uns nun deshalb dem Computerprogramm zu. Dieses zwingt uns vorab zu einer radikalen Bestandsaufnahme. Was, müssen wir uns fragen, sind die musikalischen Voraussetzungen, daß ein Computer überhaupt Übergänge "komponieren" kann?

Darauf finden wir nun in der Bergschen Musik die wichtigsten Antworten.

- 1) Übergänge verlaufen in sukzessiven Stadien, die zählbar sind.
- 2) Übergänge verwenden ein definierbares Ausgangs- und Zielmaterial.
- 3) Übergänge sind gerichtete Prozesse, die daher nach Regeln verlaufen.
- 4) Übergänge produzieren Varianten, verändern also früheres Material.

Diese Bestandteile werden uns nun im Programm begegnen. Dabei sind die sukzessiven Stadien schlichte Wiederholungen, das Ausgangs- und Zielmaterial wird repräsentiert durch die musikalische Ausgangs- bzw. Zielgestalt. Die Übergänge werden gesteuert durch algorithmisch formulierte Regeln, die als Resultat eine zusammenhängende zielgerichtete Kette von Varianten einer Ausgangsgestalt produzieren.

Nun zur Besprechung meines Programms!

Dieses besteht von seiner Programmstruktur her aus zwei Teilen - dem Hauptprogramm und den von diesem aus aufgerufenen Unterprogrammen. Das Hauptprogramm steuert den Ablauf, die Unterprogramme erledigen die Arbeit im einzelnen. So erhält man, von oben nach unten lesend, fast auf den ersten Blick eine Vorstellung vom Ablauf des Programms selber, aber

auch- sofern die Variablen- und Prozedurnamen sprechend genug sind- einen Eindruck von der inhaltlichen Seite des Algorithmus.

Da indes ein erheblicher Teil der Leser dieses Aufsatzes vermutlich wenig programmiertechnische Detailkenntnisse besitzt, möchte ich ganz kurz einige Dinge erklären, um damit das Verständnis zu erhöhen.

Die hier verwendete Sprache ist GFA-Basic (V 3.07D), die Zeilennummern dienen nur der leichteren Auffindbarkeit und müssen beim Programmieren selber weggelassen werden.

Das "@"-Zeichen ("Gosub") ist ein Unterprogrammaufruf, die Klammerinhalte sind Parameter, also Variablen und Felder, die dem aufgerufenen Unterprogramm (= 'Prozedur') übergeben werden können. Mit diesen aus dem Hauptprogramm erhaltenen Werten kann dann das aufgerufene Unterprogramm seine ganz spezifische Aufgabe erledigen.

Steht hinter einem Wort ein "%" -Zeichen, heißt dies, daß nur mit Ganzzahlen ohne Nachkommastellen gearbeitet wird, sonst mit 'float'-Werten. Steht hinter einem Wort "()" oder "(5)" etc., sind dadurch 'Felder' und Feldinhalte angezeigt. Felder können, je nach ihrer Dimensionierung, mehrere Werte speichern.

Das "\$"-Zeichen bedeutet, daß die betreffende Variable ein Zeichen ist ("string"), also z.B. ein Buchstaben oder ein Wort. Worte in Anführungszeichen sind Argumente für Zeichenvariablen, z.B. "Tonhöhen" (Zeile 9).

Die Zuweisung könnte dann so heißen: uebergangs_art\$="Tonhöhen".

```

0 n.4
1
2           Hauptprogramm
3 @optionen_anfang
4 @positionen_neu_sortier_1(max_pos_zahl%,pos_zahl_1%,pos_1(),
  p_n_index_1%())
5 @positionen_neu_sortier_1(max_pos_zahl%,pos_zahl_2%,pos_2(),
  p_n_index_2%())
6 @positionen_neu_sortier_2(max_pos_zahl%,max_vert_zahl%,pos_zahl_1%,
  p_n_index_1%(),pos_1(),vert_1%(),th_1%(),laeng_1(),ls_1%())
7 @positionen_neu_sortier_2(max_pos_zahl%,max_vert_zahl%,pos_zahl_2%,
  p_n_index_2%(),pos_2(),vert_2%(),th_2%(),laeng_2(),ls_2%())
8 @th_neu_sortier_1(max_pos_zahl%,max_vert_zahl%,pos_zahl_1%,
  vert_1%(),th_1%(),neu_index_1%())
9 @th_neu_sortier_1(max_pos_zahl%,max_vert_zahl%,pos_zahl_2%,
  vert_2%(),th_2%(),neu_index_2%())
10 @th_neu_sortier_2(max_pos_zahl%,max_vert_zahl%,pos_zahl_1%,
  vert_1%(),th_1%(),laeng_1(),ls_1%(),neu_index_1%())
11 @th_neu_sortier_2(max_pos_zahl%,max_vert_zahl%,pos_zahl_2%,
  vert_2%(),th_2%(),laeng_2(),ls_2%(),neu_index_2%())
12 @maximale_ausdehnung_gestalt_1(pos_zahl_1%,pos_1(),vert_1%(),
  laeng_1(),ausdehnung_1)
13 @positionszahl_diff(pos_zahl_1%,pos_zahl_2%,pos_diff_zahl%)
14 @vert_tief_diff(max_pos_zahl%,vert_1%(),vert_2%(),vert_diff%())
15 @pos_vert_uebergang(pos_zahl_1%,max_pos_zahl%,max_vert_zahl%,
  pos_diff_zahl%,wh%,vert_diff%(),vert_1%(),vert_zahl%(),pos_zahl%())
16 @diff_pos_pro_wh(wh%,max_pos_zahl%,pos_1(),pos_2(),pos_zahl%(),
  pos_diff%())
17 @diff_lae_pro_wh(wh%,max_pos_zahl%,max_vert_zahl%,pos_zahl%(),
  vert_zahl%(),laeng_1(),laeng_2(),lae_diff%())
18 @diff_uebrige_pro_wh("Tonhöhen",wh%,max_pos_zahl%,max_vert_zahl%,
  pos_zahl%(),vert_zahl%(),th_1%(),th_2%(),th_diff%())
19 @diff_uebrige_pro_wh("Lautstärken",wh%,max_pos_zahl%,
  max_vert_zahl%,pos_zahl%(),vert_zahl%(),ls_1%(),ls_2%(),ls_diff%())
20 @eigentl_uebergang(wh%,max_pos_zahl%,max_vert_zahl%,pos_zahl%(),
  vert_zahl%(),pos_1(),pos_diff%(),erg_pos_vorl(),laeng_1(),lae_diff%(),
  th_1%(),th_diff%(),ls_1%(),ls_diff%(),erg_lae(),erg_th%(),erg_ls%())
21 @positions_berechnung(wh%,max_pos_zahl%,max_vert_zahl%,ausdehnung_1,
  pos_zahl%(),vert_zahl%(),erg_lae(),erg_pos_vorl(),erg_pos(),off_set)
22 @uebergang_speichern(max_pos_zahl_1%,max_vert_zahl_1%,pos_zahl_1%,
  pos_1(),vert_1%(),th_1%(),ls_1%(),laeng_1(),wh%,max_pos_zahl%,
  max_vert_zahl%,pos_zahl%(),vert_zahl%(),erg_pos(),erg_lae(),
  erg_th%(),erg_ls%())

```



```

PROCEDURE maximale_ausdehnung_gestalt_1(p_z%,VAR po(),vert%(),
lae(),ausd)
  FOR p%=1 TO p_z%           1.Schleife:Positionen
    FOR v%=1 TO vert%(p%)    2.Schleife:Zusammenklänge
      ausd_hilf=po(p%)+lae(p%,v%) Beachte Werte von ausd_hilf
      ausd=MAX(ausd,ausd_hilf) und ausd !
    NEXT v%
  NEXT p%
RETURN

```

Zu den einzelnen Positionen (po(p%)) werden die einzelnen Längen pro Zeitposition und vertikaler Tiefe addiert und einer Variablen ausd_hilf zugewiesen. Die Variable ausd, deren Wert dann dem Hauptprogramm wieder zurückgegeben wird, wird aus dem Maximum der beiden Variablen ausd und ausd_hilf gebildet.

Zeile 12: Ermittlung der Positionszahl-Differenz von Ausgangs- und Zielgestalt

Zeile 13: Ermittlung der Differenz der vertikalen Tiefe der einzelnen Positionen. Beide Prozeduren sind schlichte aber wichtige Subtraktionen.

Zeile 14: Hier hat das Programm einen entscheidenden Punkt erreicht, da nun erstmals ein Übergang festgelegt wird. Die Prozedur (die übrigens eine weitere aufruft) errechnet sowohl die Positionszahl pro Übergang als auch die vertikale Tiefe einer jeden solchen Position. Schlüsselwerte sind die in Zeile 4 und 5 übergebenen Differenzparameter (hier p_d_z% --> Positionsdifferenzzahl, ve_di% --> Vertikal-Differenz).

```

PROCEDURE pos_vert_uebergang(p_z_1%,ma_po_z%,ma_v_z%,p_d_z%,
VAR w_max%,ve_di%(),ve_1%(),ve_z%(),po_z%())
LOCAL w%,p%,ue_art$
:INPUT "Wieviele Wiederholungen soll der Übergang haben ";w_max%
ERASE po_z%(),ve_z%()
DIM po_z%(w_max%+1),ve_z%(w_max%+1,ma_po_z%+1)
ue_art_pos$="neue Positions -"
ue_art_ver$="neue Vertikal -"
: FOR w%=1 TO w_max%          ----->Übergang!
  * @int_fak(w%,p_d_z%,w_max%,ue_art_pos$,wert%)
  * po_z%(w%)=p_z_1%+wert%    -->Positionszahl pro Übergang
  * FOR p%=1 TO po_z%(w%)
    * @int_fak(w%,ve_di%(p%),w_max%,ue_art_ver$,wert%) * *
    * ve_z%(w%,p%)=ve_1%(p%)+wert% -->vertikale Tiefe *
    * if ve_z%(w%,p%)=0 *
    * ve_z%(w%,p%)=1 *
    * endif *
  * NEXT p%                  pro Übergang *
  * NEXT w% *
RETURN *
* PROCEDURE int_fak(k%,rel%,max%,VAR art$,fak%) * * * * *
LOCAL ok!
ok!=FALSE
DO
SELECT art$
CASE "neue"
PRINT "Wähle ";art$;" Übergangsart"
INPUT "Art des Übergangs ";art$
CASE "lin"
: fak%=k%*rel%/max% ("3-Satz" für linearen Übergang)
ok!=TRUE (Beachte Reihenfolge der Operatoren!)
DEFAULT
art$="neue "
PRINT "Nicht möglich ! (z.Zt. :lin)"
ENDSELECT
EXIT IF ok!
LOOP
RETURN

```

Um nicht auszufern, beschränke ich mich auf die wesentlichen Passagen der beiden Prozeduren, die ich mit ";" gekennzeichnet habe.

In der äußeren der beiden Schleifen werden vor allem der momentane Übergangszähler (w%), die Positionszahldifferenz (p_d_z%), die Zahl der oben vor der Schleife eingegebenen Übergänge (w_max%) und der Resultatwert (wert%) an die unten folgende Prozedur übergeben. [linkes *]

Hier wird dann in einem unscheinbaren Dreisatz der Differenzwert auf die einzelnen Übergänge umgerechnet. Der errechnete Wert (fak%) wird wieder nach oben gereicht und zur Positionszahl der Ausgangsgestalt (p_z_1%) hinzu addiert (wert%).

Die innere Schleife [rechtes *] funktioniert genau gleich, nur daß statt p_d_z% die Vertikaldifferenz der jeweiligen Position (ve_di%(p%)) übergeben wird.

Die if-Bedingung verhindert, daß in eine Falle getappt wird: denkbar ist—da nur Ganzzahlenwerte errechnet und dabei stets abgerundet wird—daß für die vertikale Tiefe der Wert Null entsteht. Dadurch würden alle der vertikalen Tiefe untergeordneten Parameter (Tonhöhe, Dauer, Lautstärke) ebenfalls auf Null gesetzt. Gleichzeitig würden aber Zeit-Positionswerte ausgegeben, da diese den vertikalen Tiefen übergeordnet sind. Deshalb wird für den Wert Null als errechnete vertikale Tiefe dieser Wert auf 1 gesetzt.

Sicher wird dem Leser die Stelle in der unteren Prozedur mit dem "Nicht möglich ! (z.Zt. :lin) " aufgefallen sein. Hier liesen sich optional Gleichungen mit nichtlinearen Resultaten, also Gleichungen mit Logarithmen, Exponenten, Reihen etc. einfügen. Das Mathematikbuch der gymnasialen Oberstufe oder, unkomplizierter, der Informatikstudent von nebenan könnten dabei dem vergesslichen Komponisten zur reichlich sprudelnden Quelle der Inspiration werden!

Zeile 15: Diese und die Prozeduren der drei weiteren folgenden Zeilen funktionieren ganz ähnlich wie die beiden oben beschriebenen. Ermittelt wird hier zuerst die konkrete Zeitdifferenz zwischen Positionen gleichen Indexes der beiden Gestalten; die Differenz wird dann wieder auf die einzelnen Übergänge gestreckt. Bei ungleicher Positionszahl von Ausgangs- und Zielgestalt werden die 'überzähligen' Positionen auf eben dieselbe Weise berechnet, allerdings bezogen auf die Zeitposition der Ausgangsgestalt mit dem höchsten gemeinsamen Index. Dadurch wird das 'Wandern' hinzukommender Zeitpositionen vom Anfangswert Null quer durch die Gestalt bis zur Zielposition verhindert.

Zeile 16: Wie Zeile 15, nur mit Längen.

Zeile 17: Wie Zeile 15, nur mit Tonhöhen.

Zeile 18: Wie Zeile 15, nur mit Lautstärken.

Zeile 19: Die in den Prozeduren der Zeilen 15-18 ermittelten Differenzbeträge werden den Tonhöhen, Längen und Lautstärken der Ausgangsgestalt hinzu addiert.

Die Zeitpositionen werden zunächst prinzipiell genauso ermittelt; doch muß man sich vergegenwärtigen, daß sich die im Feld e_po_vor1() [s.u.] gespeicherten Werte für jeden Übergang immer wieder vom Zeitwert der 1. Position der Ausgangsgestalt ableiten, mithin noch kein Zeit-Positionskontinuum besteht.

```

PROCEDURE eigentl_uebergang(w%,ma_po_z%,ma_v_z%,VAR po_z%(),
ve_z%(),po_1(),po_di(),e_po_vorl(),l_1(),l_di(),t_1%(),
t_di%(),laut_1%(),laut_di%(),e_lae(),e_t%(),e_laut%())
ERASE e_po_vorl(),e_lae(),e_t%(),e_laut%()
DIM e_po_vorl(w%+1,ma_po_z%+1),
e_lae(w%+1,ma_po_z%+1,ma_v_z%+1),
e_t%(w%+1,ma_po_z%+1,ma_v_z%+1),
e_laut%(w%+1,ma_po_z%+1,ma_v_z%+1)

```

```

FOR i=1 TO w%           Übergangsindex
  FOR j=1 TO po_z%(i)   Positionsindex pro Übergang
    e_po_vorl(i,j)=po_1(j)+po_di(i,j) vorläufige Positionen
    FOR k=1 TO ve_z%(i,j) Vertikalindex pro Pos.Ind/Üb.ind
      e_t%(i,j,k)=t_1%(j,k)+t_di%(i,j,k) Tonhöhen
      e_lae(i,j,k)=l_1(j,k)+l_di(i,j,k) Längen
      e_laut%(i,j,k)=laut_1%(j,k)+laut_di%(i,j,k) Laut-
      stärke
    NEXT k
  NEXT j
NEXT i
RETURN

```

Zeile 20: Nun fehlen uns nur noch die Zeitpositionen als kontinuierliche Aufeinanderfolge mehr oder weniger stetig ansteigender Zeitwerte. Doch auch hier kann man auf Bekanntes zurückgreifen. Um das Problem zu lösen, benötigt man zunächst die Ausdehnungsmaxima jedes einzelnen Übergangs—dasselbe Problem wie in Zeile 11!

```

PROCEDURE positions_berechnung(w_max%,ma_po_z%,ma_v_z%,
ausd_1,VAR po_z%(),ve_z%(),e_lae(),e_po_vorl(),e_po(),o_set)
LOCAL w%,p%,v%,zaehler%
LOCAL ausd,max_ausd
ERASE e_po(),ausd_hilf()
DIM e_po(w_max%,ma_po_z%),ausd_hilf(w_max%)
' Bestimme Endpunkt(=Ausdehnung) für jedes Wiederholungsstück
(1...w%)
FOR w%=1 TO w_max%
max_ausd=0
' Bestimme für jedes Element den Endpunkt (pos+länge) :
FOR p%=1 TO po_z%(w%)
  FOR v%=1 TO ve_z%(w%,p%)
    ausd=e_po_vorl(w%,p%)+e_lae(w%,p%,v%)
    max_ausd=MAX(ausd,max_ausd)
  NEXT v%
NEXT p%
ausd_hilf(w%)=max_ausd+ausd_hilf(w%-1)
NEXT w%
INPUT "Zeit-Offset zwischen den einzelnen Übergängen : ";
o_set
FOR w%=1 TO w_max%
  FOR p%=1 TO po_z%(w%)
    IF p%=1
      e_po(w%,p%)=e_po_vorl(w%,p%)+ausd_hilf(w%-1)
      +o_set+ausd_1
    ELSE
      e_po(w%,p%)=e_po_vorl(w%,p%)+ausd_hilf(w%-1)+ausd_1
    ENDIF
  NEXT p%
NEXT w%
RETURN

```

Nachdem also in der Variablen max_ausd der maximale Ausdehnungswert jedes Übergangs ermittelt wurde, müssen diese Zeitwerte hintereinander gereiht und gespeichert werden (ausd_hilf(w%); zum vorherigen wird der aktuelle Wert hinzuaddiert.

Nun sieht das Programm die Möglichkeit eines frei wählbaren,

vom Benutzer einzugebenden zeitlichen Offsets vor, um die einzelnen Übergänge beliebig voneinander abzusetzen(o_set). Dann werden die definitiven Positionswerte errechnet. Diese zählen sich zusammen aus den in Zeile 19 erhaltenen vorläufigen Positionswerten (e_po_vorl(w%,p%)), dem maximalen Ausdehnungswert des vorangegangenen Übergangs(ausd_hilf%(w%-1)), und der maximalen Ausdehnung der Ausgangsgestalt(ausd_1). Für alle ersten Positionswerte(p%=1) wird noch der Offset dazuaddiert. Damit ist das zeitliche Kontinuum realisiert und die Positionen liegen wirklich hintereinander.

Zeile 21: Die Ergebnisse werden umgehend gespeichert.

Zeile 22: Die Optionen am Schluß entsprechen in etwa denen vom Anfang. Selbstredend lassen sich die Ergebnisse ausgiebig betrachten, können ausgedruckt, angehört oder auch wieder gelöscht werden.

Um nun die Wirkungsweise des Programms im Detail zu verstehen, genügt es nicht nur, über den Algorithmus bescheid zu wissen. Vielmehr muß jede konkrete vom Programm erzeugte Note aus dem Algorithmus heraus erklärt werden können. Zu diesem Zweck wurde das Ergebnislisting für Anschläge (=Positionsnummern, PosNr) 1 und 4 in den Parametern vertikale Tiefe, Tonhöhe, Länge und Lautstärke herangezogen und so angeordnet, daß für jeden musikalischen Parameter in der Tabelle dessen Entwicklungsverlauf (von links nach rechts gelesen) sofort ersichtlich wird. (Bsp2)

Beispiel 2

| PosNr1: | Ausg.-Gest | 1.Üb. | 2.Üb. | 3.Üb. | 4.Üb. | Ziel-Gest. |
|-------------|--|--|---|--|-------------------------------------|----------------------------------|
| vert. Tiefe | 6 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| Tonh. | h1 fis1 d1 gis E E | h1 fis1 d1 gis E E | b1 fis1 d1 gis E - | a1 fis1 d1 gis - - | gis1 fis1 d1 - - - | g1 fis1 - - - - |
| Länge | 0.75 1.00 1.00 1.00 2.00 1.00 | 0.70 0.95 0.80 0.80 1.60 0.80 | 0.65 0.90 0.60 0.60 1.20 - | 0.60 0.85 0.40 0.40 - - | 0.55 0.80 0.20 - - - | 0.50 0.75 - - - - |
| Lauts. | 20 20 20 20 20 20 | 26 26 16 16 16 16 | 32 32 12 12 12 - | 38 38 8 8 - - | 44 44 4 - - - | 50 50 - - - - |

| PosNr4: | Ausg.-Gest | 1.Üb. | 2.Üb. | 3.Üb. | 4.Üb. | Ziel-Gest. |
|---------|------------|-------|-------|-------|-------|------------|
| vert. | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| Tiefe | | | | | | |
| Tonh. | d | g | cis1 | fis1 | c2 | fis2 |
| | - | - | h1 | h1 | h1 | h1 |
| | - | - | - | - | g1 | g1 |
| | - | - | - | - | - | cis1 |
| Länge | 1.25 | 1.10 | 0.95 | 0.80 | 0.65 | 0.50 |
| | - | - | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 |
| | - | - | - | - | 0.80 | 1.00 |
| | - | - | - | - | - | 1.00 |
| Lauts. | 20 | 28 | 36 | 45 | 53 | 62 |
| | - | - | 24 | 37 | 49 | 62 |
| | - | - | - | - | 49 | 62 |
| | - | - | - | - | - | 62 |

Betrachten wir also zunächst den ersten Anschlag (PosNr1). Die Ausgangsgestalt hat hier einen Sechsklang (vertikale Tiefe=6), die Zielgestalt einen einen Zweiklang (vertikale Tiefe=2).³

Sofort erkennen wir nun die Entwicklung der vertikalen Tiefe als lineare Reduzierung vom Wert 6 nach Wert 2. Demgemäß spielen sich im Tonhöhenparameter hier drei verschiedene Prozesse ab für jede beteiligte Stimme (und beteiligt ist das Maximum der Stimmzahl von Ausgangs- und Zielgestalt einer jeweiligen Position).

- 1) Die Reduzierung der Zahl der beteiligten Tonhöhen
- 2) Die Bewegung der beiden oberen 'Stimmen' auf ihr jeweiliges Ziel. Da die 2. 'Stimme' (fis1) bereits mit dem Zielton beginnt, bleibt sie liegen. Hätte sie einen anderen Anfangston, würde sie sich ebenso bewegen wie die 1. 'Stimme'.
- 3) Die anderen im Lauf des Übergangs wegfallenden 'Stimmen' halten ihre Ausgangstöne, bis sie infolge der Entwicklung der übergeordneten vertikalen Struktur "abgerufen" werden.

Nun ist hier eine Tücke enthalten, der ich zunächst auch selbst zum Opfer fiel. Da die Aufeinanderzubewegungen als Differenz (Zielparameter - Ausgangsparameter) * Übergangsrelation + Ausgangsparameter definiert sind, hieße das, daß bei Tonhöhe 0 der Zieltonhöhe für jeden Übergang Tonhöhen abgezogen würden und umgekehrt von Tonhöhe 0 permanent Tonhöhen hinzuaddiert würden. Die Übergänge enthielten dadurch ständig absurde Tonhöhenauf- und abstiege, was geradezu einer Zerstörung der Idee der sukzessiven Gestaltannäherung gleichkäme. Dem wurde so vorgebeugt, daß, wenn die Zieltonhöhe 0 ist, die Ausgangstonhöhe gesetzt, und umgekehrt, wenn die Ausgangstonhöhe 0 ist, die Zieltonhöhe gesetzt wird.⁴

Diese Einschränkung gilt aber nicht für die anderen Parameter, sowohl die Lautstärken als auch die Längen bewegen sich dauernd aufeinander zu; irgendwann werden sie durch die Vertikale aktiviert oder deaktiviert. Deutlich sichtbar ist dieser Sachverhalt bei PosNr 1,

³Das liegende fis1 habe ich ignoriert, da es nicht zum Auftakt gehört und spieltechnisch auf Flügeln und Klavieren ohne Haltepedal ohnedies nicht realisiert werden kann.

⁴Solche Setzungen sind aber Extremfälle und dem Prinzip der transitorischen Vermittlung entgegengesetzt. Deshalb bin ich analog zur Behandlung der Positionen (siehe Besprechung Programmzeile 15) vorgegangen, indem die Tonhöhen des letzten gemeinsamen Positionsindex einander angeglichen wurden. Bei ungleicher vertikaler Tiefe müssen dann die nicht vorhandenen Elemente ersetzt werden.

Länge, 4. 'Stimme' (von oben). Die Länge wird, vom Wert 1.00 ausgehend, um $1/5 * 1.00$ reduziert, sodaß in der Zielgestalt die Länge 0.00 erreicht wäre. Aufgrund der Entwicklung der übergeordneten vertikalen Struktur wird die 4. 'Stimme' aber nach dem 3. Übergang abgeschaltet. Umgekehrt wird in PosNr 4 die 3. 'Stimme' erst ab dem 4. Übergang aktiviert. Die Ziellänge beträgt 1.00, die Ausgangslänge 0.00; demzufolge kommt bei jedem Übergang $1/5 * \text{Ziellänge}$ hinzu, sodaß der Wert bei der Aktivierung 0.80 beträgt.

Der ästhetische Sinn dieser Entscheidung liegt einmal in der Idee des Übergangs als Aufeinanderzubewegung und andererseits darin begründet, daß aufgrund der unterschiedlichen wahrnehmungsmäßigen Funktion der Parameter Länge und Lautstärke diese auch einer etwas anderen Behandlung unterworfen werden können als die Tonhöhe. Mit den Parametern Länge und Lautstärke läßt sich hier die Idee des Ausschwingens der Ausgangsgestalt und gleichzeitig des Einschwingens der Zielgestalt offenbar subtiler und konsequenter realisieren als im Tonhöhenbereich.

Betrachten wir nun die algorithmische Lösung des Übergangs als Notentext.⁵ Aus Gründen der Belegbarkeit habe ich mich weitgehend an den Ergebnisausdruck des Basic-Programms gehalten. Lediglich an den Schlüssen habe ich leicht eingegriffen zur besseren Verknüpfbarkeit mit dem folgenden Übergang. Außerdem wurden alle Übergänge ab dem dritten zeitlich um ein Sechzehntel versetzt; dadurch kann die Zielgestalt metrisch richtig einsetzen. Das Accelerando habe ich als übergeordnete Zeitstruktur eigenmächtig hinzugefügt, ebenso manche Artikulationsvorschriften.

Dennoch wird man das Programm in den seltensten Fällen so stur und mechanisch anwenden. Die eigentlichen Möglichkeiten eröffnen sich dann, wenn man Übergänge raffiniert überlagert, vielleicht sogar unterstützt durch kluge, vorausblickende Definition der Ausgangs- und Zielgestalten; diese lassen sich ja auch denken als Fragmente größerer Komplexe. Hier wartet noch viel schöne Arbeit auf uns!

Noch wesentlicher aber ist meine Einstellung zum errechneten Produkt. Denn der Rechner liefert Strukturen, die nur Vorlagen für eigene nachfolgende Ausarbeitungen sein können. Diese Ausarbeitung geschieht unter Heranziehung ganz verschiedener weiterer Aspekte mit dem Ziel, die eigentlich fremde Struktur zu meiner eigenen Klanggestalt zu machen. Als variierte Struktur ist sie dann immer noch ein Abkömmling nachvollziehbarer Ordnungen.

Doch nun zur Analyse, wieder in Stichworten. (Bsp 5, am Schluß des Beitrags)

1. Übergang: noch direkt aus Ausgangsgestalt (AG) erklärbar. Mäßige intervallische und zeitliche Verformungen; zeitliche Dehnung um 1 Achtel. Leicht hervortretende Oberstimme. (T3-5)
2. Übergang: In T5 (Ende) erste Anzeichen der Zielgestalt (ZG) (Bindebögen); T5 ("1+ bis 3") sowie T6 ("3") noch aus AG erklärbar. Weitere zeitliche Dehnung; klare dynamische 3-Teilung: Oberstimmen crescendo, Unterstimmen akzente, pp-Ereignisse (werden zunehmend "abberufen"). (T5-7)
3. Übergang: Die Umrisse der ZG verdrängen bereits die AG, nur noch der Anfangsakkord mit nachfolgender chromatisch fallender Terz ist eindeutig der AG zuzuschlagen (T7, "2+" bis "3+e"), sowie einige pp-Ereignisse kurz vor ihrer "Abberufung"; weitere zeitliche Dehnung. (T7-10)
4. Übergang: Gegenstück zum 2. Übergang; daher weitgehend als Variante der

⁵ Um Algorithmen als Notentext darstellen zu können, verwende ich zwei über MIDI miteinander verbundene Computer, der eine zum Abarbeiten des Kompositions-Algorithmus, der andere zum Speichern und Umrechnen der MIDI-Daten als musikalische, ausnotierte Gestalt durch ein Sequenzer-Programm. Hinter dem zweiten Rechner befindet sich ein MIDI-fähiger Synthesizer, der das Abhören der erzeugten Klanggestalt ermöglicht.

(T10-12) ZG erklärbar. Noch extremere dynamische 3-Teilung, noch stärkere zeitliche Dehnung. Von der AG ist nur noch ein Überbleibsel des Anfangsakkords sowie die nachfolgende chromatisch fallende Terz zu identifizieren (T10, "1" bis "2+").

Bedenkt man dabei, daß dieser Notentext durchdrungen und überlagert ist von all den dargelegten Entwicklungen, Vergleichen, Folgerungen und Berechnungen, kommt man wohl nicht umhin zu konstatieren, daß unter der scheinbar eindimensionalen Oberfläche des Algorithmus doch ein erstaunlich reichhaltiges differenziertes Leben stattfindet, bei komplexen Ausgangs- und Zielgestalten sogar eine geradezu frappierende Abundanz im Innenleben der realisierten Übergänge.

Doch darf dies nicht den Blick verstellen für (noch) nicht gelöste Probleme. Wie anfangs erwähnt, ist dieses Programm ein 'work of progress'. Es soll Einsicht vermitteln, anregen zum selber Machen, Kritik provozieren. Ich persönlich glaube, daß zum Komponisten der Zukunft unabdingbar die Fähigkeit gehören wird, eigene Kompositionsalgorithmen entwerfen zu können, mit deren Hilfe sich Probleme lösen lassen, die 'zu Fuß' kaum oder gar nicht lösbar sind. Verfehlt wäre es aber auch, damit den Menschen mit all seiner Flexibilität, Spontaneität und Sinnhaftigkeit ins Abseits stellen zu wollen zugunsten einer Maschine! Zur Kunst gehört beides: Fleisch und Geist.

Zusammenfassung

- 1) Auffallend bei beiden Lösungen ist ihre Vielschichtigkeit, die bei Berg aber grundsätzlich anders organisiert ist als bei den Computer-generierten Übergangsgestalten.
Bergs musikalische Gestalt (im vorliegenden Beispiel) ist hierarchisch gegliedert in einen übergeordneten Großzeitablauf, in den die einzelnen kompositorischen Handlungsebenen eingebettet sind. Diese wiederum bilden einen 'vertikalen' Komplex, der geformt wird durch immer wieder neue individuelle Maßnahmen und Entscheidungen in den einzelnen kompositorischen Ebenen selbst, wie z.B. Maßnahmen motiv.-rhythm. Arbeit, des "Satzbaus", der metrischen Organisation etc.
Auch der Algorithmus verlangt - aus organisatorischen Gründen - hierarchische Stufungen; die oberste Ebene jeder Klanggestalt sind die Zeitpositionen, darunter liegt die vertikale Tiefe, und darunter liegen die einzelnen Parameter.
Die Computer-generierte Gestalt (des vorliegenden Algorithmus) ist ebenfalls ein vertikaler Komplex, aber entstanden aus der Überlagerung immer derselben Maßnahme auf die verschiedenen musikalischen Parameter.
- 2) Wiederholung, Variantenbildung, Zielgerichtetheit und Regelmäßigkeit sind Begriffe, die sowohl auf den Bergschen als auch auf den algorithmischen Übergang anwendbar sind. Der für Berg wichtige Begriff Umdeutung spielt für den algorithmischen Übergang keine Rolle. Die einzelnen (algorithmischen) Übergangsgestalten können am Übergangsanfang und -schluß als Gesamtgestalt eindeutig zugeordnet werden (wie auch bei Berg), in der Übergangsmitte konstituiert ihre Gestalt sich jedoch nicht aus Umdeutungen, sondern als Mischung der weitgehend transformierten Elemente der Ausgangs- und Zielgestalt.
- 3) Die Verwendung von Kompositionsalgorithmen für musikalische Übergänge erscheint mir sinnvoll, wenn mit komplexen Gestalten gearbeitet wird, sodaß große Datenmengen strukturiert werden müssen.
Die errechnete Gestalt ist nur Vorlage für weitere Ausarbeitung, nicht Diktat der Maschine.
Differenzierte Handhabung gerade eines solchen Algorithmus kann neue formale Modelle ermöglichen.
- 4) Eine optimierte Fassung dieses Programms müßte ein Arsenal von Eingriffs- und musikalischen Entscheidungsmöglichkeiten durch den Benutzer bereitstellen.

Der zweite Teil des Aufsatzes erscheint im nächsten Heft der STUDIO-BLÄTTER. Er wird sich auf der Grundlage des beschriebenen Algorithmus mit folgenden Problemen beschäftigen: 1) Klangfarbenübergang 2) 'Harmonischer' Übergang 3) Rotationen 4) Zeitoptionen.

Beispiel 3

Langsameres Tempo (aber doch bewegter als zum Schluß des Ritardandos)

1 2 3 4

pp

5 6 7 8

dolce

pp

9 10 11 12

poco accel.

r.H.

r.H.

r.H.

Tempo I.

r.H.

mf

13 14

Beispiel 4

3 4

a b

c

d

Beispiel 5: Algorithmisch "komponierter" Übergang

Ausgangsgestalt

I poco a poco accelerando
Oberstimme immer hervortretend

① Etwas langsam ② ③ ④

(acc) ⑤ **III** *sim.* ⑥ ⑦ **III** *sim.*

(acc) ⑧ ⑨ ⑩ **V** *sim.*

(acc) ⑪ **Ziel** ⑫ **Bewegt** ⑬ ⑭ ⑮

Georg Wötzer

Musikalische Übergänge-vom Computer "komponiert" (2)

Abstract

The first part of this paper examined how a compositional algorithm could be programmed to realize a musical transition. Berg's Sonata op.1 was taken as a model of a musical transition involving sequential 'directed variations'. The underlying principal of such a process lied in the assimilation of the elements of an initial musical shape into those of a final one. The assimilation was first done by calculating the difference between the corresponding elements of both shapes and then by distributing the result among the number of its 'variations'. This method could be executed uniformly throughout all the levels and parameters of the music.

This second portion of my paper examines how to include a new musical parameter - timbre - into the existing algorithm. The problem reveals itself to be an aesthetic one, as well. One possible solution to this is to represent timbre within a one-dimensional, 'top-down'-structured scale. On the top of this scale there are sound events without precise pitches, on the bottom ones with precise pitches. An array of additional methods and information is necessary to integrate this musical parameter into the existing algorithmical and musical concept and to maintain methodical uniformity.

The second item of this portion of the essay deals with the compositional problem of time, especially with the problem of 'time-polyphony'. 'Time-polyphony' refers to the layering of independent time processes - each regulated by an 'external' tempo - thereby guaranteeing temporal unity.

It is therefore possible, for example, to start two or more transitions at different moments with different internal tempo processes as well as different numbers of 'variations' and allow them all to end at the same predefined moment, regardless of any changes of tempo within the composition.

Nachdem im ersten Teil dieses Aufsatzes ein Weg aufgezeigt wurde, wie sich musikalische Übergänge als kompositionstechnisches Problem grundsätzlich algorithmisch formulieren lassen, soll nun der gewählte Denkansatz so verfeinert werden, daß wichtige aber bisher in der Arbeit nicht behandelte Aspekte gegenwärtigen Komponierens in den Gesamtalgorithmus einbezogen werden können. Neben neuen Techniken in der Zeitgestaltung, auf die weiter unten eingegangen wird, betrifft dies vor allem den Klangfarbenparameter.

I) Klangfarbe

A) Klangfarbe als ästhetisches Problem

Man kann wohl ohne Übertreibung sagen, daß die differenzierte Behandlung des Klangfarbenparameters durch einen Komponisten des späten 20. Jahrhunderts zu einem wichtigen Indikator geworden ist für die handwerkliche Seriosität seines Komponierens, vielleicht sogar der wichtigste neben seiner Fähigkeit zur Bildung eines eigenen syntaktischen Systems alles Klingenden, das sich durch

innere Stimmigkeit und sinnliche Nachvollziehbarkeit gleichermaßen auszuzeichnen hat. Der Grund hierfür liegt nicht so sehr in der gegenüber der Wiener Klassik und Romantik stark ausgeweiteten Klangfarbenpalette und ihren noch viel größeren Möglichkeiten der Klangmischungen. Vielmehr ist es der Einbruch des Geräuschs in die Klangordnung der Musik dieses Jahrhunderts, besonders seit 1960, der, je nach Intensität dieses Einbruchs, zu einer Umwertung des Klangmaterials geführt hat. Das hieraus entstandene kompositionstechnische Problem beruht in der Schwierigkeit der möglichst bruchlosen Verknüpfung von zum Teil sehr heterogenen klangfarblichen Elementen, die aber nur gemeistert werden kann, wenn Klangergebnisse mit diskreter Tonhöhe (= "Töne") und Klangergebnisse ohne diskrete Tonhöhe (= "Geräusche") als Teil eines übergeordneten, bewußt und a priori installierten, geordneten integralen Klangsystems begriffen werden.

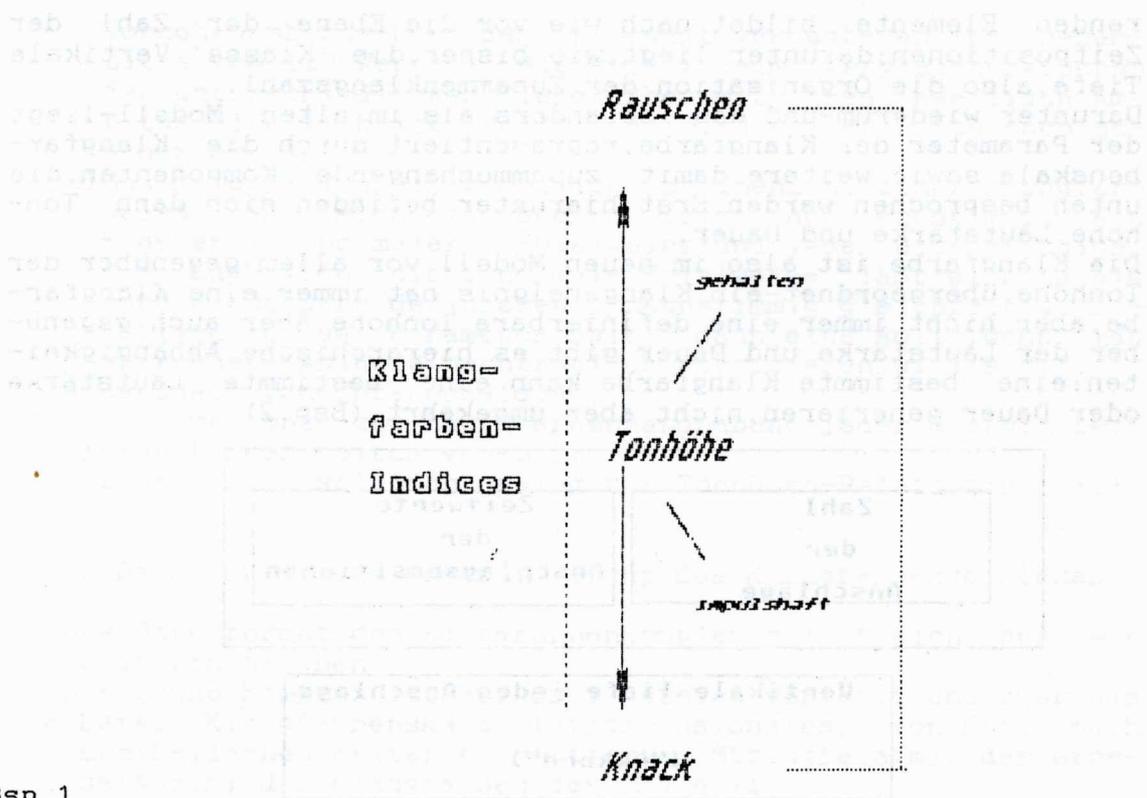
B) Entwurf eines Klangfarbensystems auf der Basis einer 'Skala'

Wie läßt sich aber ein solches geordnetes System im Bereich der Klangfarbe entwerfen? Ein Blick auf andere musikalische Wahrnehmungsbereiche, z.B. auf die Tonhöhe, zeigt vielleicht, in welcher Richtung eine Lösung zu finden ist.

Der Tonhöhen-Parameter ist—man betrachte nur eine Klaviatur—eine geordnete Skala mit einem eindeutigen Höher und Tiefer. Überträgt man dieses Skalenmodell auf den Parameter der Klangfarbe, hat man ein Modell zur Verfügung, mit dem algorithmisch prinzipiell gleich verfahren werden kann wie mit allem Übrigen.

Allerdings gibt es einen gravierenden Unterschied zwischen der Klangfarbe und den restlichen musikalischen Parametern: während die Struktur von Tonhöhe, Lautstärke und Dauer musikalisch eindeutig auf einer eindimensionalen Skala abbildbar ist, also z.B. als höher—tiefer, lauter—leiser, länger—kürzer, scheint dies im Bereich der Klangfarbe nicht möglich zu sein. Hier scheint ein vieldimensionales Modell viel passender zu sein, also ein Klangraum, der zum Beispiel innerhalb der Begrenzungen metallisch—hölzern—fellhaft—stimmhaft etc. errichtet wird.

Dennoch gibt es—mindestens—eine Möglichkeit, die Komplexität des Klangfarbenparameters auf einer eindimensionalen Reihe abzubilden und damit die Bearbeitung analog zu den andern Parametern vorzunehmen. Wählt man sich als ästhetischen Ausgangspunkt nämlich, das Gegensatzpaar Geräusch—Ton, läßt sich damit bereits wieder eine einfache 'Skala' konstruieren, an deren einem Ende sich tonhafte Klangergebnisse und am anderen Ende geräuschhafte Klangfarben befinden. Die Werte zwischen den Extrempunkten der 'Skala' sind dann Mischungen, bei denen die eine oder die andere Komponente überwiegt. Dieses sehr einfache Modell wurde indes insoweit differenziert, als an beide Enden Geräusche gelegt wurden, nach 'unten' geräuschhafte Impulsklänge ("Knack"), nach 'oben' zeitlich gedehnte Geräusche ("Rauschen"); in der Mitte befinden sich impuls- oder gehaltene diskrete Tonhöhen ("Ton"). (Bsp.1)



Bsp. 1

C) Musikalisch-ästhetische Eigenschaften der Klangfarbenskala¹ bzw. des Klangfarben-Komplexes

Geht man nun vom skizzierten Klangfarbenmodell für die kompositorische Arbeit sowie dessen algorithmischer Formulierung aus, lassen sich zunächst folgende musikalisch-ästhetische Aussagen machen:

- 1) Jede solcher Klangfarbenskalen ist in ihrem Umfang beliebig groß.
- 2) a) Jede Klangfarbenskala ist bezüglich ihres Umfanges sowie der Reihenfolge bzw. Anordnung ihrer Komponenten individuell.
b) Die konkrete Reihenfolge der Skalenkomponenten wird empirisch-musikalisch festgelegt, ohne irgendwelche technologische Unterstützung.
c) Von herausragender Wichtigkeit ist die klangliche Nachvollziehbarkeit der konkreten Klangfarbenanordnung. Klangliche Brüche in der direkten Abfolge der Skalenkomponenten müssen vermieden werden, da diese sonst im Stück permanent wieder erscheinen.
- 3) Die Einbeziehung der Klangfarbenskala bewirkt eine Umschichtung der bisherigen Hierarchien²: die oberste 'Klasse' der zu organisie-

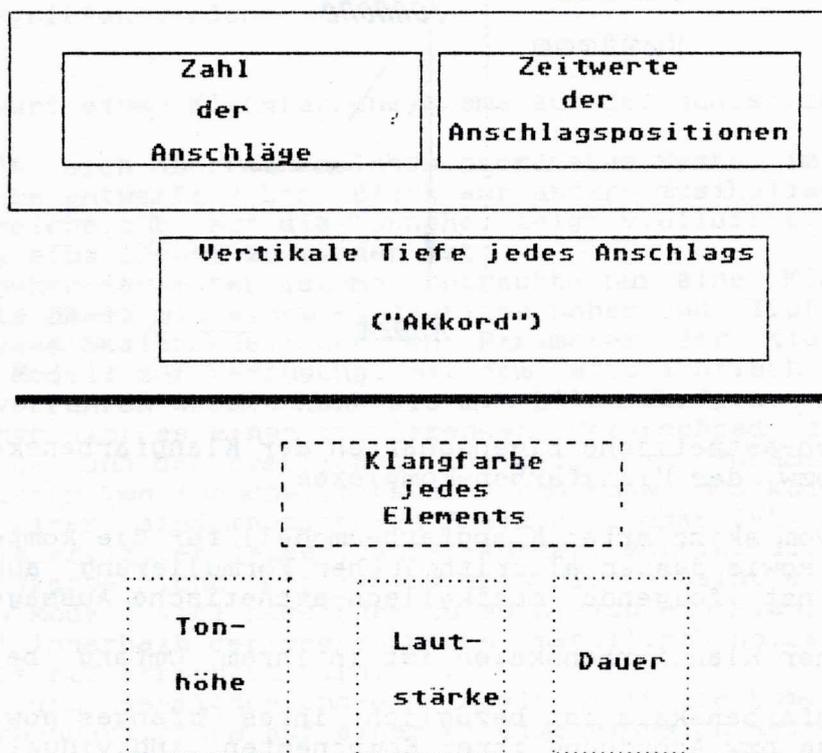
¹ Im Folgenden wird die beschriebene eindimensionale Reihung der Klangfarben-Elemente der Einfachheit halber als Skala bezeichnet; auf die Problematik dieser Benennung wird weiter unten eingegangen.

² vergl. STUDIO-BLÄTTER 1989-No. 2, Seite 21

renden Elemente bildet nach wie vor die Ebene der Zahl der Zeitpositionen; darunter liegt, wie bisher, die 'Klasse' Vertikale Tiefe, also die Organisation der Zusammenklanzahl.

Darunter wiederum—und das ist anders als im alten Modell—liegt der Parameter der Klangfarbe, repräsentiert durch die Klangfarbenskala sowie weitere damit zusammenhängende Komponenten, die unten besprochen werden. Erst hierunter befinden sich dann Tonhöhe, Lautstärke und Dauer.

Die Klangfarbe ist also im neuen Modell vor allem gegenüber der Tonhöhe übergeordnet—ein Klangereignis hat immer eine Klangfarbe, aber nicht immer eine definierbare Tonhöhe. Aber auch gegenüber der Lautstärke und Dauer gibt es hierarchische Abhängigkeiten: eine bestimmte Klangfarbe kann eine bestimmte Lautstärke oder Dauer generieren, nicht aber umgekehrt. (Bsp. 2)



Bsp. 2

D) Informelle Struktur des Klangfarbenkomplexes

Nähert man sich dem Problem von der informellen Seite, ergibt sich folgende Auflistung von Datenobjekten:

- a) Informationen zur Klangfarbenskala selbst.
 - 1) die Klangfarben-Nummer;
 - 2) die genaue verbale Beschreibung der Klangfarbe bzw. Spieltechnik.
- b) Informationen zur Tonhöhennotation jeder Klangfarbe; obwohl nicht jedes Klangereignis über diskrete Tonhöhen verfügt, muß dieses MIDI-mäßig definiert bzw. notiert werden, d.h. als "temperierte" Tonhöhe zwischen Notenummer 0 und 127 (60=c'). Eine solche Notation ist zwar überwiegend symbolisch aber durchaus in bestimmten Bereichen des praktischen Musizierens üblich—man denke nur an die Notation von Becken, Tamtams, Tom-Toms und anderen Schlaginstrumenten.
 - 1) Tonhöhen-Ambitus von-bis;
 - 2) Tonhöhen-Relation (Verhältnis von tatsächlich vorhandenem

Tonhöhenambitus und dem insgesamt verfügbaren Tonhöhenambitus von 127 Werten). Sie spielt beim Vergleich zwischen den unterschiedlichen Klangfarben mit ihren jeweiligen Ambitus eine wichtige Rolle und wird weiter unten noch genauer erklärt.

3) Maximale gleichzeitig mögliche Stimmenzahl einer Klangfarbe; so läßt sich ein Becken meist nur einstimmig, ein Klavier in 'normaler' Spielweise (und jede eigenständige, also auch jede 'nicht normale' Spielweise läßt sich ja als neue Klangfarbe definieren!) zehnstimmig gleichzeitig betätigen. Dieser Parameter spielt dann eine Rolle, wenn man errechnete Abläufe nachträglich korrigieren will (s.u.).

4) Geräusch-Ton-Unterscheidung.

c) Informationen zur Lautstärkenhandhabung jeder Klangfarbe;

1) Lautstärkenambitus von- bis;

2) Lautstärken-Relation, analog zur Tonhöhen-Relation (s.o.).³

E) Datenformat und Programmierung des Klangfarbenkomplexes

Das Datenformat des Klangfarbenkomplexes läßt sich nun wie folgt beschreiben:

Der ganze Komplex ist auf drei Dateien verteilt, und zwar als

a) Datei "Klangfarbenskala"; (eindimensionales, 'von Hand' nach musikalischen Kriterien sortiertes Stringfeld) mit der Größe: Anzahl der Klangfarben der Skala + 1.

b) Datei "Tonhöhenbeschreibung" [zur Klangfarbenskala]; (zweidimensionale Skala: die 1. Dimension hat die Größe der Klangfarbenskala, sodaß die Indices mit a) übereinstimmen; die 2. Dimension ist belegt mit 4 Werten:

1) Geräusch oder Klang --> 0 oder 1;

2) tiefste MIDI-Tonhöhe (MIN = 1);

3) höchste MIDI-Tonhöhe (MAX = 127);

4) Maximale Stimmenzahl;

c) Datei "Lautstärkenbeschreibung" [zur Klangfarbenskala];

(zweidimensionale Skala: die 1. Dimension hat wieder die Größe der Klangfarbenskala; die 2. Dimension ist belegt mit 2 Werten:

1) kleinste MIDI-Lautstärke (MIN = 1);

2) größte MIDI-Lautstärke (MAX = 127);

d) Alle drei Dateien sowie sämtliche musikalische Gestalten und Übergänge, die sich auf einen bestimmten Klangfarbenkomplex beziehen, sind, zur Verhinderung von heilloser Datenkonfusion, in ein und demselben Ordner untergebracht.

Das Programm ist allerdings so flexibel, daß beliebige im Laufwerk sich befindende Klangfarbenordner mit allen dazugehörigen weiteren Daten nach jeder Bearbeitungsphase angewählt werden können, ohne daß das Programm verlassen werden muß.

³ Eigentlich müßte für die Dauern ebenfalls ein Ambitus eingerichtet werden, um ggf. berechnete aber unrealisierbare Notenlängen zu verhindern. Da sich solche ohnedies nicht allzuoft auftretenden Ungereimtheiten leicht von Hand zurechtkorrigieren lassen, bin ich in diesem Punkte inkonsequent geblieben und habe auf die Installierung dieser Instanz verzichtet.

- e) Nach dem Aufruf des Klangfarbenordners erfolgt automatisch das Dazuladen der drei den Klangfarbenkomplex konstituierenden Dateien. Danach können alle passenden Gestalten und bereits errechneten Übergänge geladen werden, sodaß dann die für das Programm wichtigen Grunddaten zur Verfügung stehen.

F) Klangfarbenübergang

Der Klangfarbenübergang wird genau gleich errechnet wie bei der Tonhöhe. Dabei entsprechen den MIDI-Nummern für die einzelnen Tonhöhen die Indices der Klangfarbenskala, mit denen dann die Rechenoperationen vollzogen werden. Die beiden wesentlichen Maßnahmen sind⁴:

- a) Ermittlung der Differenz der Klangfarben-Indices der entsprechenden Ereignisse von Ausgangs- und Zielgestalt;
- b) Addition dieser Differenz zum Wert des entsprechenden Ereignisses der Ausgangsgestalt, verteilt auf die Anzahl der Übergangsperioden. Die Verteilung ist -genau wie bei allen anderen musikalischen Parametern- als lineare, 'langsam' exponentielle und 'rasch' exponentielle Anordnung möglich.⁵

G) Modifikationen durch Klangfarbe

a) Erzeugung eines gemeinsamen Berechnungsniveaus

Wenn man sich vergegenwärtigt, wie sehr unterschiedlich die Elemente einer Klangfarbenskala hinsichtlich ihrer tonhöhenmäßigen Qualitäten sein können, wird klar, daß eine Methode existieren muß, die einen gemeinsamen Level erzeugt, auf den zunächst alle eingegebenen notierten Tonhöhen und Lautstärken hin modifiziert werden. Erst mit diesen modifizierten Ausgangswerten - im Programm als "Pseudo-Tonhöhen" bzw. "Pseudo-Lautstärken" bezeichnet, können die weiteren Rechenoperationen getätigt werden, die zur Erzeugung von algorithmisch erstellten musikalischen Übergängen nötig sind. Die unten folgende Prozedur (Sprache: GFA-Basic 3.07 D) zeigt, wie dies bewerkstelligt werden kann; die Wiedergabe der ähnlich gebauten Prozedur für Lautstärke erübrigt sich. Zur besseren Verstehbarkeit erlaube ich mir eine Kurzbeschreibung in 'Normalsprache'.

- 1) Die Prozedur wird aus dem Hauptmenu zweimal angesprungen, da sowohl für die Ausgangs-a.a. für die Zielgestalt modifizierte Tonhöhenwerte erzeugt werden müssen (korrekterweise müsste man die beiden Prozeduraufrufe aus dem Hauptmenu mit abbilden).
- 2) Nach der Dimensionierung des Feldes für die neu zu berechnenden "Pseudo"-Tonhöhen wird zunächst für jede Tonhöhe einer musikalischen Gestalt ein "Tonhöhen-Nullwert" (th_null_wert%) errechnet als Differenz von aktueller Tonhöhe und tiefstem Ton der dazugehörigen Klangfarbe +1.
- 3) Die "Pseudo"-Tonhöhe ist dann der Quotient aus dem "Tonhöhen-

⁴ Siehe STUDIO-BLÄTTER 1989-No. 2, S. 23

⁵ Zur Bestimmung von 'langsam' und 'rasch' exponentiell siehe Schluß des Beitrags.

Nullwert" und oben bereits erklärter Tonhöhen-Relation.
 4) Als Demonstration für die Wirkungsweise des Zugriffs auf Komponenten des Klangfarbenkomplexes über Indices sind die mit Asterisculus gekennzeichneten beiden Zeilen der folgenden Prozedur vielleicht instruktiv.

So besagt die Formulierung 'th_ska%(kf%(p%,v%),2)' zunächst, daß th_ska%() ein zweidimensionales Feld ist, und zwar die oben schon beschriebene Tonhöhenbeschreibung innerhalb des Klangfarbenkomplexes. Ihre erste Dimension erhält einen Wert, der seinerseits in dem zweidimensionalen Feld kf%(p%,v%) enthalten ist und das den konkreten Klangfarbenskala-Index jeder Gestalt für jeden einzelnen Ton speichert, repräsentiert durch die Zählvariablen p% und v% -der Wert ist also ein Index auf der Klangfarbenskala. Die zweite Dimension von th_ska%(), spezifiziert durch den Wert 2, benennt nun den für diese indizierte Klangfarbe festgelegten tiefsten notierten Ton.

Die Formulierung 't_r(kf%(p%,v%))' hingegen besagt erst einmal, daß das Feld t_r(), in dem für jede Klangfarbe auf der Klangfarbenskala der jeweilige Tonhöhen-Relationswert gespeichert wurde, eindimensional ist (analog zur Klangfarbenskala, s.o.). Auch hier benennt nun das in t_r() enthaltene 'kf%(p%,v%)' einen Index auf der Klangfarbenskala. Dieser Index liefert den gesuchten Tonhöhen-Relationswert.

```

PROCEDURE pseudo_tonhoehen(mpz%,mvz%,pz%,VAR vert%(),kf%(),
    th%(),th_ska%(),t_r(),ps_th%())

LOCAL p%,v%,th_null_wert%,ps_t
ERASE ps_th%()
PRINT "Pseudo-Tonhöhen bestimmen"
DIM ps_th%(mpz%,mvz%)
FOR p%=1 TO pz%
  FOR v%=1 TO vert%(p%)
    th_null_wert%=(th%(p%,v%)-th_ska%(kf%(p%,v%),2))+1 ****
    ps_t=th_null_wert%/t_r(kf%(p%,v%)) ****
    IF FRAC(ps_t)=>0.5
      ps_th%(p%,v%)=ps_t+1
    ELSE
      ps_th%(p%,v%)=ps_t
    ENDIF
  NEXT v%
NEXT p%
RETURN
  
```

Nachdem in der bereits ausgeführten Weise die Übergangswerte für die einzelnen musikalischen Parameter ermittelt worden sind, müssen die Werte für Tonhöhe und Lautstärke wieder auf ihr ursprüngliches Niveau rückübertragen werden. Dies geschieht in der untenstehenden Prozedur an der mit Asterisculus markierten Stelle.

Der Prozeduraufruf '@th_ls_umrechnung()' übergibt folgende Parameter:

- 1) (tska%(e_kf%(w%,p%,v%),2): tiefster notierter Ton einer beim Übergang errechneten Klangfarbe;
 - 2) t_r(e_kf%(w%,p%,v%)): die zur errechneten Klangfarbe gehörende Tonhöhen-Relation;
 - 3) midi_th%: die zuvor errechnete Pseudo-Tonhöhe;
 - d) neu_wert%: Adresse auf den Inhalt der eigentlichen Tonhöhe, die nachfolgend der Variablen 'e_t%(w%,p%,v%)' zugewiesen wird.
- 4) Die eigentliche Umrechnung in der 'PROCEDURE th_ls_umrechnung()' erklärt sich selbst.

- 5) Nach der Zuweisung der eigentlichen Übergangstonhöhe an das Ergebnisfeld wurde eine zusätzliche Sicherung gegen eventuelle Rundungsfehler bei Grenzwerten eingebaut (siehe ;, links):
- wird der für die errechnete Klangfarbe tiefstmögliche notierte Ton unterschritten, ist das Ergebnis der tiefstmögliche Ton;
 - wird der für die errechnete Klangfarbe höchstmögliche notierte Ton überschritten, ist das Ergebnis der höchstmögliche Ton.
- 6) Die Modifikation der Lautstärken geschieht analog zu den Tonhöhen.

```

PROCEDURE restl_uebergang(w_max%,ma_po_z%,ma_v_z%,VAR po_z%(),
    ve_z%(), kf_1%(),kf_di%(),t_1%(),t_di%(),laut_1%(),
    laut_di%(),e_kf%(),e_t%(), e_laut%(),tska%(),lska%(),
    t_r(),laut_r())
;
; Übergang : Klangfarben, Tonhöhen, Lautstärken
;
LOCAL w%,p%,v%
ERASE e_kf%(),e_t%(),e_laut%()
DIM e_kf%(w_max%+1,ma_po_z%+1,ma_v_z%+1),e_t%(w_max%+1,
    ma_po_z%+1,ma_v_z%+1),e_laut%(w_max%+1,ma_po_z%+1,ma_v_z%+1)
FOR w%=0 TO w_max%
    FOR p%=1 TO po_z%(w%)
        FOR v%=1 TO ve_z%(w%,p%)
            e_kf%(w%,p%,v%)=kf_1%(p%,v%)+kf_di%(w%,p%,v%)
            midi_th%=t_1%(p%,v%)+t_di%(w%,p%,v%)
            @th_ls_umrechnung(tska%(e_kf%(w%,p%,v%),2),****
                t_r(e_kf%(w%,p%,v%)),midi_th%,neu_wert%)
            e_t%(w%,p%,v%)=neu_wert%
; IF e_t%(w%,p%,v%)<tska%(e_kf%(w%,p%,v%),2)
;   e_t%(w%,p%,v%)=tska%(e_kf%(w%,p%,v%),2)
; ELSE IF e_t%(w%,p%,v%)>tska%(e_kf%(w%,p%,v%),3)
;   e_t%(w%,p%,v%)=tska%(e_kf%(w%,p%,v%),3)
; ENDIF
            midi_ls%=laut_1%(p%,v%)+laut_di%(w%,p%,v%)
            @th_ls_umrechnung(lska%(e_kf%(w%,p%,v%),1),
                laut_r(e_kf%(w%,p%,v%)),
                midi_ls%,neu_wert%)
            e_laut%(w%,p%,v%)=neu_wert%
            IF e_laut%(w%,p%,v%)<lska%(e_kf%(w%,p%,v%),1)
                e_laut%(w%,p%,v%)=lska%(e_kf%(w%,p%,v%),1)
            ELSE IF e_laut%(w%,p%,v%)>lska%(e_kf%(w%,p%,v%),2)
                e_laut%(w%,p%,v%)=lska%(e_kf%(w%,p%,v%),2)
            ENDIF
        NEXT v%
    NEXT p%
NEXT w%
RETURN
PROCEDURE th_ls_umrechnung(tiefster%,rel,alt%,VAR neu%)
    neu%=((alt%-1)*rel)+tiefster%
RETURN

```

b) Modifikation durch maximale Polyphonie einer Klangfarbe

Um offensichtliche Ungereimtheiten hinsichtlich der maximal möglichen Stimmenzahl einer Klangfarbe als Berechnungsergebnis zu verhindern wie z.B. das von einem Spieler auszuführende dreistimmige Flüstern, wurde ins Programm ein-allerdings nur optionaler - Polyphonie-Check eingebaut. Dieser hat nicht nur zu berücksichtigen

sichtigen, daß über den Vertikalübergang als vielstimmig ermittelte Ereignisse die maximale Stimmenzahl einer Klangfarbe nicht überschritten werden darf. Sondern er hat darüber hinaus alle möglichen Zusammenklänge, die in der zeitlichen Abfolge auftreten können, also Überlagerungen von Zeitpositionen+Notenlängen, darauf hin zu inspizieren, ob hierbei nicht ein Überschreiten der zulässigen Stimmenzahl auftritt. Ist dies der Fall, wird der Klangfarbenindex jeder solchen Stimme auf Null gesetzt, d.h., jede überzählige Stimme wird entfernt. Da solche Korrekturmaßnahmen auch leicht von Hand vorgenommen werden können, verzichte ich auf die ausführliche Beschreibung dieser Routine.

II) Zeitgestaltung

A) Tempo-Übergang

Nicht nur durch die Hinzunahme der Klangfarbe hat sich die Struktur des Programms gegenüber der ersten Fassung entscheidend verändert, sondern auch und gerade durch die Programmierung neuer Methoden zur Zeitmanipulation.

Ein erster wichtiger Schritt ist dabei die Einbeziehung des Tempos als weiteren musikalischen Parameter für Übergänge. Die Bearbeitung erfolgt genau gleich wie z.B. bei der Tonhöhe: gegeben sind die Tempi von Ausgangs- und Zielgestalt, die durch die oben geschilderten Verfahren vermittelt werden. Die Konsequenzen sind allerdings frappierender als bei den anderen musikalischen Parametern, denn der Tempoübergang besteht darin, daß bei durchgehend konstantem musikalisch gezähltem (oder dirigiertem) Ausgangstempo alle Tempoveränderungen ausnotiert werden. Wenn das Ausgangstempo also z.B. 60(MM) und das Zieltempo 120(MM) beträgt, wird während des Überganges immer mit Tempo 60(MM) gezählt, notiert wird aber zunehmend 'rascher', bis Tempo 120(MM) erreicht ist. 'Rascher' notiert heißt aber nichts anderes, als daß die Zeitpositionen (Anschläge) für jede Wiederholung sich verdichten. Bevor dies näher beschrieben wird, soll allerdings noch eine Besonderheit aus der kompositorischen Praxis erwähnt werden, die nachfolgend immer wieder beachtet werden muß. Wenn ich mich nämlich anschicke, zwei musikalische Gestalten transitorisch zu verknüpfen, tue ich das auf der Grundlage zweier voll auskomponierter 'Patterns', deren erstes - um es mit den obigen Werten zu demonstrieren - im Tempo 60(MM) notiert und das zweite im Tempo 120(MM) bereits notiert ist. Der Übergang endet also mit Beginn der Zielgestalt; und während z.B. Klangfarbe und Tonhöhe in der letzten Wiederholung (=Ziel) genau ihre Zielwerte, also die Werte des Zielpatterns, erreichen, wären die Positionen (und eventuell auch die Längen, siehe unten) in Bezug auf das Ausgangs- nicht aber auf das Zieltempo korrekt notiert, in diesem Falle gegenüber der ursprünglichen Notation des Zielpatterns nämlich doppelt so 'rasch'. Deshalb erstrecken sich alle Tempomanipulationen nicht mehr auf den Zielbereich, da ab hier gegebenenfalls von einem neuen, original notierten Tempo auszugehen ist.

←übrigens auch nicht auf den Ausgangsbereich, wie nachfolgend noch ausgeführt wird.

Die Programmierung von auskomponierten Tempoübergängen ist denkbar einfach.

- 1) Zunächst wird nach dem geschilderten Verfahren für jede Übergangsrunde ein neues 'internes' Tempo errechnet.
- 2) Dieses neue Tempo wird in Relation zum Ausgangstempo gesetzt.
- 3) Nachdem dann die Positionswerte für jede Übergangsrunde ebenfalls nach dem bekannten Verfahren bestimmt worden sind (ohne sie allerdings schon aufzuaddieren), werden diese Positionswerte mit der vorher ermittelten Temporelation multipliziert.
- 4) Daraufhin müssen alle Positionen nur noch der Reihe nach addiert werden.⁷

B) Parallelität von Sekunden und Viertelpositionen⁸

Wenn wir nun diese Positionswerte umrechnen in Sekundenzahlen, nähern wir uns einem Zustand, wo wir über objektive, physikalische Zeitdaten zu verfügen beginnen, wo nicht mehr Taktzahlen oder Viertelpositionen das hauptsächlichste Längenmaß der musikalisch-zeitlichen Formplanung unbeschadet ihrer wohl immer wieder wechselnden Zeitdauern sind sondern die konkrete, physikalische Zeit selber. Umgekehrt besteht aber auch eventuell die Notwendigkeit, Sekunden in Viertelpositionen umzurechnen (s.u.).

- 1) Die Umrechnung von Viertelpositionen nach Sekunden geschieht gemäß der Formel $\text{Sekunden} = \text{Viertelposition} * 60 / \text{Tempo}$;
- 2) Die Umrechnung von Sekunden nach Viertelpositionen geschieht gemäß der Formel $\text{Viertelposition} = \text{Sekunden} * \text{Tempo} / 60$.⁹

Nach der Addition der Viertelpositionen (s.o.) erfolgt sofort die Umrechnung dieser Werte in Sekunden, sodaß nun parallel beide zeitlichen Darstellungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen.

C) Bestimmbarkeit von absoluter zeitlicher Ausdehnung des Übergangs

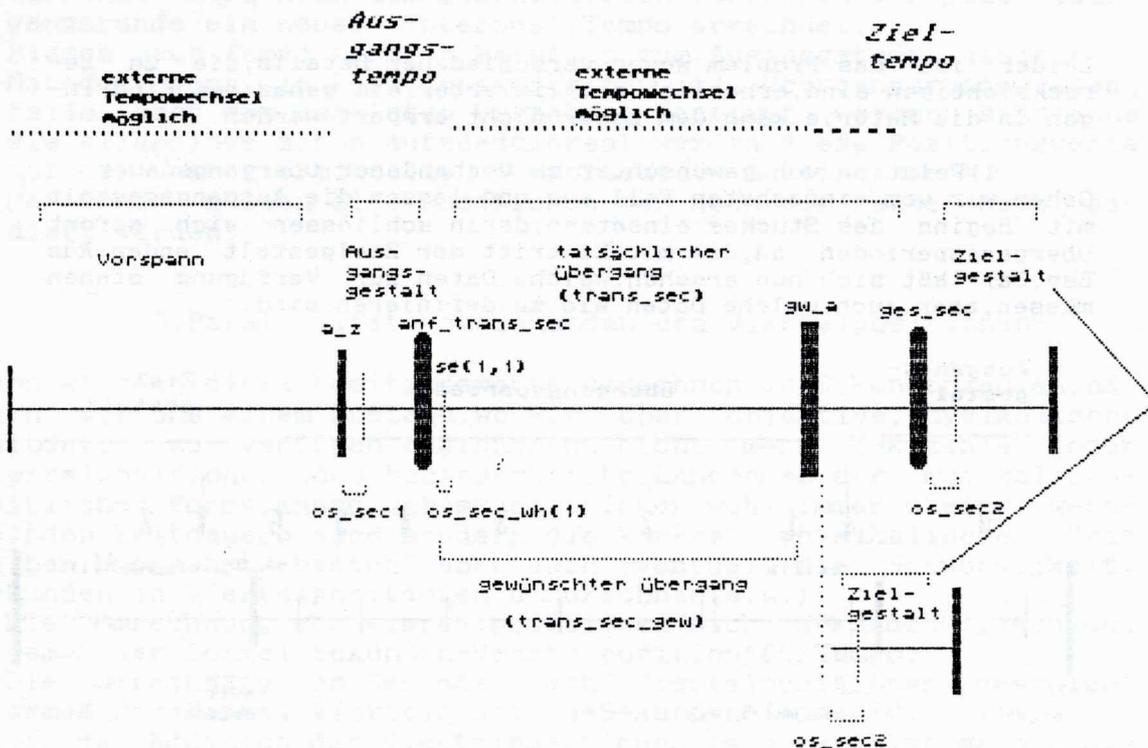
Damit eröffnet sich uns eine faszinierende musikalische Möglichkeit: durch Vergleich von benötigter und gewünschter Zeitausdehnung lassen sich Übergangsabläufe zeitlich determinieren, es läßt sich vor allem der absolute Zeitpunkt festlegen, an dem die Zielgestalt einsetzen soll.

Auf den ersten Blick scheint das Problem einfach zu lösen zu sein, setzt es offensichtlich doch bloß zwei Werte voraus, nämlich die benötigte zeitliche Ausdehnung des Übergangs und die gewünschte. Der Quotient aus 'gewünscht' / 'benötigt' ergibt dann die gesuchte Relation, mit der die vorhandenen Zeitwerte (Viertelpositionen bzw. Sekunden) durchmultipliziert werden müssen.

⁷ siehe STUDIO-BLÄTTER 1989-No.2, Seite 24 ff.

⁸ Unter 'Viertelpositionen' sind 1-Viertel- 'Takte' gemeint. In metrisch nicht gebundener Musik bilden sie -als neutraler Viertelpuls- die metrische Schnittstelle zwischen den kleineren Unterteilungen (Duolen, Triolen, Quartolen, Quintolen etc) und Additionen von Vierteln, die aus praktischen oder strukturellen, nicht aber aus metrischen Gründen als n-Vierteltakt notiert werden.

⁹ Das Tempo ist immer dasjenige der Ausgangsgestalt.



Bsp.3b)

2) Neuberechnung von Positionen und Längen

Mit Hilfe des soeben ermittelten Relationswertes sind wir nun bald in der Lage, Übergänge auf einem gewünschten Zeitpunkt enden zu lassen; was noch fehlt ist die Veränderung der bisherigen Sekunden - und Viertelpositionswerte sowie gegebenenfalls auch der Längen durch den Relationswert. Doch auch hier gilt es einige Dinge zu beachten.

1) Die Veränderung der Daten muß in drei Bereichen vorgenommen werden:

a) beim Offset b) bei den Positionswerten in Vierteln und c) parallel dazu bei den Positionswerten in Sekunden.

2) Während die Offsetwerte nur durchmultipliziert zu werden brauchen, ist das Verfahren bei Viertel- bzw Sekundenpositionen etwas aufwendiger.

Wie oben bereits ausgeführt, ist sowohl die Ausgangs- als auch die Zielgestalt zeitmäßig korrekt notiert und daher von allen zeitlichen Manipulationen ausgenommen. Die Veränderung der Daten- und zwar in allen drei genannten Bereichen- wird daher erst am Beginn der ersten Übergangsperiode vorgenommen und endet am Beginn der Zielgestalt. Die Durchmultiplikation der einzelnen Positionsdaten vom Beginn des Übergangs an wäre deshalb fehlerhaft, weil dadurch auch der Startwert verändert werden würde. Statt dessen muß

- zunächst die Zeitdifferenz zwischen benachbarten Positionen ermittelt werden;
- dann wird dieser Differenzbetrag mit dem Relationswert multipliziert;
- weiter wird dieser neue Wert zu dem vorangegangenen, auf ebendiese Weise gewonnenen Betrag hinzuaddiert;

d) schließlich wird die Summe von Anfangszeitpunkt des Übergangs (anf_trans_sec,s.o.) und Betrag von c) einer Ergebnisvariablen zugewiesen.

Die Relationierung der Notenlängen wird optional gehandhabt: sollen diese ebenfalls verändert werden, müssen sie, gleich wie die Offsetwerte, nur mit dem Relationswert multipliziert werden.

Allerdings gilt es nun zu bedenken, daß durch einen solchen Eingriff in die Zeitstruktur eine andere vorher getroffene zeitliche Maßnahme, nämlich die Realisierung der 'internen' Tempoübergänge, verändert bzw. korrumpiert worden ist. Hier müssen Prioritäten abgewogen werden, beide Ziele, die Terminierung der Übergangslänge auf einen konkreten Zeitpunkt und die Beibehaltung der ursprünglichen 'internen' Temporelationen können zugleich nicht erreicht werden.

D) Externe Tempowechsel

Zwar steht nun prinzipiell ein Mittel zur Verfügung, Übergangsläufe in absoluter Zeit zu disponieren, doch ist dabei noch nicht an die Möglichkeit von 'externen' Tempowechseln gedacht. 'Externe' Tempowechsel, also Tempowechsel, bei denen sich der Grundschlag verändert, bewirken natürlich die Modifikation der Notation. Deshalb muß diese so eingerichtet werden, daß das gespielte Tempo trotz Wechsel des Grundschlags dasselbe bleibt und so weiterhin die absoluten Zeitdispositionen in Kraft bleiben.

Die erste Frage, die gestellt werden muß, ist, wo überall solche Tempowechsel auftreten oder -umgekehrt- wo überall sie nicht auftreten können. Wie oben schon mehrfach angesprochen wurde, gibt es Zonen, die zeitlich nicht beeinflußt werden können, und zwar der Geltungsbereich der Ausgangsgestalt und der Geltungsbereich der Zielgestalt. In beiden Zeitzonen sind daher auch keine Tempowechsel möglich. Sie sind auch nicht notwendig, da von einer Formkonzeption ausgegangen wird, die charakterisiert ist durch die Abfolge von im Voraus komponierten, aufeinander abgestimmten 'Grundgestalten', die 'prozeßhaft' verknüpft werden mittels Übergängen. Während sich die Übergänge in sich und mit 'Grundgestalten' überlagern können, treten die 'Grundgestalten' nur 'pur' auf, nicht mit anderen Grundgestalten überlagert, und daher immer nur in einheitlichem, gegenüber superponierten Übergängen vorrangigem Tempo.

Daraus folgt andererseits, daß Tempowechsel möglich sind bis zum Beginn einer 'Grundgestalt' und während allen Übergängen (Bsp. 3b).

1) Tempowechsel vor der Ausgangsgestalt

Soll ein Übergang erst in der Mitte des Stücks einsetzen, muß die davorliegende Zeitspanne bezüglich ihrer Viertelpositionen genau bestimmt werden unter Beachtung des Ausgangstempos am Anfang des Stücks und Tempowechsels an verschiedenen Zeitpunkten bis zum Beginn der den gewünschten Übergang einleitenden Ausgangsgestalt. Die Programmierung stellt keine besondere Schwierigkeit dar und sei deshalb nur kurz skizziert.

- a) Eingabe des gewünschten Tempos;
- b) Eingabe des Zeitpunkts des Tempowechsels;
- c) Ermittlung des durch ein bestimmtes Tempo charakterisierten Zeitabschnitts als Differenz von aktuellem und vorausgegangenem Zeitpunkt;
- d) Umrechnung dieses Zeitabschnitts in Viertelpositionen;
- e) die Addierung aller solcher Viertelpositionen ergibt den Ein-

satzpunkt der Ausgangsgestalt in Viertelpositionen. Der entsprechende Sekundenbetrag wurde früher schon als Anfangszeit (a_z,s.o.) 'von Hand' eingegeben.

2) Tempowechsel während des Übergangs

Ein etwas komplizierteres Problem stellt die Umrechnung der Viertelpositionswerte während des Übergangs nach erfolgtem Tempowechsel dar. Die Programmierung geschieht in folgenden Schritten:

- Eingabe der Anzahl der Tempowechsel (für 'Eingabeschleife');
- Eingabe von Zeitpunkt (in Sekunden) des Tempowechsels und dazugehörigem neuem Tempo;
- Übertragung aller Positionswerte in Sekunden und Vierteln samt deren dazugehörigen Notenlängen von Anfang bis Schluß auf zwei eindimensionale Felder, wobei ein 'Notenzähler' die Anzahl der auftretenden Noten mitzählt (p_zahl_2%, s.u.);
- die nächsten beiden entscheidenden Schritte werden wieder der besseren Anschaulichkeit wegen als kommentierter Algorithmus mitgeteilt.

Die folgende Doppelschleife durchforstet gemäß der Anzahl der Tempowechsel (temp_wechs%) das eindimensionale Sekundenfeld (se_ers()) und vergleicht die darin gespeicherten Sekundenzahlen mit den im Feld wechs_tim() gespeicherten Werten von Zeitpunkten (in Sekunden) für Tempowechsel. Wird ein solcher Zeitpunkt gefunden ('IF se_ers(p%)=>wechs_tim(t)'), hält das Feld wechs_ind%() den durch p% repräsentierten Index fest ('wechs_ind%(t%)=p%'). Danach wird die innere Schleife abgebrochen ('EXIT IF se_ers(p%)=>wechs_tim(t)').

Nun kann über den Index des Felds wechs_ind%() auch auf das eindimensionale Viertelpositionsfeld zugegriffen werden, dessen Struktur ja identisch ist mit der des Sekundenpositionsfelds (siehe c).

```
FOR t%=1 TO temp_wechs%
  FOR p%=1 TO p_zahl_2%
    IF se_ers(p%)=>wechs_tim(t%)
      wechs_ind%(t%)=p%
      EXIT IF se_ers(p%)=>wechs_tim(t%)
    ENDIF
  NEXT p%
NEXT t%
```

- Die folgende Doppelschleife ermittelt für jeden Tempowechsel von dessen entsprechendem Positionsindex bis zum Positionsindex des neuen Tempowechsels exklusive ('FOR w%=wechs_ind%(t%) TO (wechs_ind%(t%+1)-1)') zuerst die Sekundendifferenz zwischen dem 'extern' gesetzten Zeitpunkt des Tempowechsels und dem ersten danach auftretenden Ereignis ('wechs_temp_diff_sec =se_ers((wechs_ind%(t%)-wechs_tim(t%))'). Dies geschieht immer am ersten Index nach einem Tempowechsel ('IF w%=wechs_ind%(t%)'). Die Differenz wird umgerechnet als Viertelposition bezogen auf das neue Tempo und dann zur bereits zuvor schon umgerechneten Viertelposition des Tempowechsels hinzu addiert ('@zeitpositions_umrechnung (wechs_temp_diff_sec,neutemp%(t%), wert)

```
wechs_temp_diff_pos=wert
```

```
po_erg_ers(w%)=temp_wechs_pos(t%)+wechs_temp_diff_pos')
```

Sodann wird für alle Indices nach dem ersten eines Tempowechsels die Differenz benachbarter Positionen ermittelt, ('diff=po_ers(w%)-po_ers(w%-1)'), multipliziert mit dem Quotienten aus neuem und altem Tempo ('diff=diff*

(neutemp%(t%)/tp%)'), dieser Wert zusammenaddiert ('summe=summe + diff'), und zu diesem Betrag noch obige Differenz sowie die Viertelposition des Tempowechsels hinzu addiert ('po_erg_ers(w%) = summe+wechs_temp_diff_pos+temp_wechs_pos(t%)'). Außerdem werden auch alle entsprechenden Längen mit obigem Quotienten multipliziert.

Da die Positionen der Zielgestalt mit dieser Programmsequenz noch ausgespart sind, wiederholt man dieselbe für die Indices 'wechs_ind%(temp_wechs%+1)' bis zum letzten Index, 'p_zahl_2%', dann allerdings ohne die äußere Schleife ('FOR t%=1 TO temp_wechs%').

```

FOR t%=1 TO temp_wechs%
  summe=0
  FOR w%=wechs_ind%(t%) TO (wechs_ind%(t%+1)-1)
    IF w%=wechs_ind%(t%)
      wechs_temp_diff_sec=se_ers(wechs_ind%(t%))-wechs_tim(t%)
      @zeitpositions_umrechnung(wechs_temp_diff_sec,neutemp%(t%),
      wert)
      wechs_temp_diff_pos=wert
      po_erg_ers(w%)=temp_wechs_pos(t%)+wechs_temp_diff_pos
    ELSE IF w%>wechs_ind%(t%)
      diff=po_ers(w%)-po_ers(w%-1)
      diff=diff*(neutemp%(t%)/tp%)
      summe=summe+diff
      po_erg_ers(w%)=summe+wechs_temp_diff_pos+temp_wechs_pos(t%)
    ENDIF
  FOR v%=1 TO vert_ers%(w%)
    lae_erg_ers(w%,v%)=lae_ers(w%,v%)*(neutemp%(t%)/tp%)
  NEXT v%
NEXT w%
NEXT t%

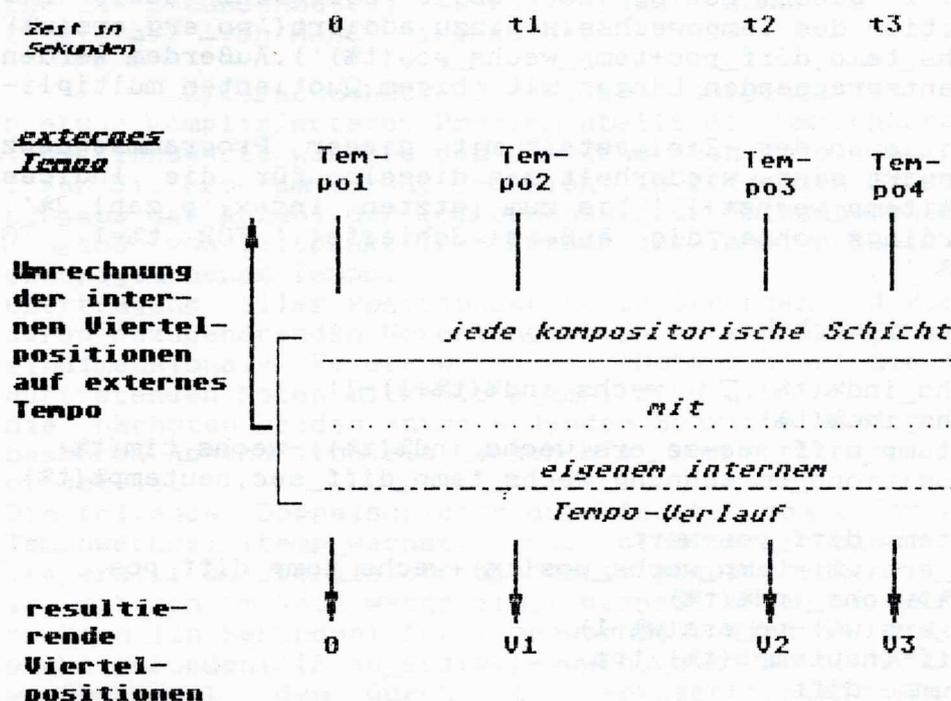
```

f) Die beiden letzten Maßnahmen seien nur noch kurz skizziert. Um wieder auf die alte Datenstruktur eines zwei- bzw. dreidimensionalen Feldes zu gelangen, muß das eindimensionale Positionsfeld zurückverwandelt werden unter Berücksichtigung der Positionswerte vor dem ersten Tempowechsel.

g) Schließlich müssen auch noch alle Offsets (als Viertelpositionen) zwischen dem ersten und letzten Tempowechsel mit der oben genannten Relation multipliziert werden.

Indes ist hier viel mehr erreicht worden, als es vielleicht den Anschein hat. Denn nun können wir für ein ganzes, in seinen zeitlichen Umrissen definiertes Stück davon ausgehen, daß für jeden Zeitpunkt innerhalb desselben eine feste Relation besteht zwischen Sekunden und Viertelpositionen. Anders gesagt, jeder in Sekunden benannte Zeitpunkt ist einer bestimmten Viertelposition unverrückbar zugeordnet. Daher ist die Summe der Viertelpositionen für einen definierten Zeitraum, unabhängig von den hier beschrie-

benen notationsmäßigen Manipulationen, konstant (Bsp. 4).¹⁰



Bsp. 4

E) Bestimmbarkeit der zeitlichen Ausdehnung des Übergangs als Viertelpositionen

Eigentlich scheinen jetzt alle Voraussetzungen dafür geschaffen worden zu sein, Übergänge fast beliebig zeitlich disponieren zu können bei korrektem und nachprüfbarem Resultat. Dennoch gibt es eine weitere, bisher nicht bedachte Möglichkeit, die Effizienz des Programms für sinnvolle kompositorische Arbeit erheblich zu steigern.

Läßt man nämlich irgendeinen Übergang berechnen, wird er überwiegend auf einem ungünstigen Viertelpositionswert enden. Auch hier wird man, so wie bei der Besprechung der Relationierung der absoluten Zeit in Abschnitt C), abwägen müssen, ob das Erreichen der einen Sache die Beschädigung der andern Wert ist. In diesem Falle sind es günstigere Notation und eventuell 'korrektere' Metrik, die wiederum ausnotierte und intendierte Tempoverhältnisse beeinträchtigen.

Von der Programmierung her wird man auf eine ähnliche Problemlö-

¹⁰Wichtig ist diese Einsicht besonders dann, wenn Übergänge unabhängig voneinander überlagert werden, aber in demselben Zielpunkt münden sollen. Dabei müssen nämlich die unabhängig voneinander errechneten Viertelpositionen identisch, also die 'Prüfsumme' gleich groß sein (siehe auch Bsp. 5c)). Ist dies nicht der Fall, muß von einem Programmierfehler ausgegangen werden.

sung zurückgreifen, wie sie unter C) schon ausführlich geschildert worden ist. Daher genügt eine kurze Skizzierung.

- 1) Zunächst wird jeweils von der errechneten sowie von der gewünschten Zielposition die Anfangsposition abgezogen;
- 2) die Relation ist der Quotient beider Differenzen;
- 3) dann werden die Differenzbeträge benachbarter Viertelpositionen mit dem Relationswert multipliziert, aufaddiert und hierzu noch die Anfangsposition hinzugezählt.
- 4) Die Offsetwerte als Viertelpositionen werden ohne weiteres mit dem Relationsbetrag multipliziert.

Damit ist das vorgegebene ästhetische Ziel grundsätzlich realisierbar: musikalische Form als planvolle Überlagerung mehrerer 'separater' Entwicklungsebenen, die an gewissen zeitlichen 'Kreuzungspunkten' zusammentreffen und zu vorkomponierten, aufeinander bezogenen gestaltlichen Konfigurationen kristallisieren. Die zeitliche Planung solcher 'Kreuzungspunkte' wiederum geht nur noch davon aus, was an einem konkreten absoluten musikalischen Zeitpunkt zu geschehen hat. Zeitnotation wird fast uneingeschränkt zur Funktion zeitlicher Vorstellung, und nicht, wie es bisher bei komplexeren Zeitrelationen zwangsläufig der Fall gewesen ist, eher ein Kompromiß zwischen musikalischer Intention und notationsmäßiger Umsetzbarkeit. Leichte Verfügbarkeit über rechenintensive Zeitorganisation beim Komponieren wird dazu einladen, musikalische Form in verstärktem Maße zeitlich komplex und beziehungsreich zu gestalten.

III) Überlagerung zweier Übergänge—ein Beispiel

Zum Schluß des zweiten Teils dieses Aufsatzes seien an einem Beispiel einige Möglichkeiten demonstriert, über die das Programm im besprochenen Stadium verfügt.

Ich habe als Demonstrationsobjekt wieder die Bergsche Klaviersonate op. 1 gewählt, und zwar den Anfang in vereinfachter Darstellung. Linke und rechte Hand der Klavierpartitur sind als separate Gestalten definiert, sodaß ein 'kreuzweiser' Übergang stattfinden kann von rechter Hand (oberes System) nach linker Hand (unteres System) und gleichzeitig umgekehrt. (Bsp. 5a)¹⁴

A) Klangfarbenübergang

Wie anfangs ausführlich beschrieben, beruht das hier vertretene Klangfarbenkonzept auf der Vorstellung der Anordnung der Klangfarben in einer nach bestimmten Kriterien sortierten eindimensionalen Kollektion. Der Einfachheit halber wird diese als Klangfarbenskala bezeichnet, obwohl mit dem Begriff 'Skala' ein objektives

¹⁴ Vom künstlerischen Standpunkt aus beurteilt ist das Beispiel völlig unzulänglich. Doch hier geht es vor allem darum, an einem einfachen, klar umrissenen musikalischen Objekt zwei Dinge aufzuzeigen: die Mechanik des Klangfarbenübergangs und die Konkrektion radikaler und gleichzeitig kontrollierter Zeitpolyphonie. Im nächsten und übernächsten Teil des Aufsatzes sollen dann, als Probe aufs Exempel, zwei 'richtige' Kompositionen detailliert vorgestellt werden, die wesentlich unter Anwendung dieses Programmes entstanden sind.

Maßsystem verbunden ist, das die Abstände zwischen den Skalenelementen verbindlich festlegt. Dieses Maßsystem existiert im Bereich der Klangfarbe nicht - im Gegensatz zum Beispiel zur temperierten Tonhöhenkala. Es muß daher für jedes Musikstück, für jede Besetzung neu definiert werden mit dem Ohr und der musikalischen Vorstellung des Komponisten als wichtigster Meßinstanz.

Die Klangfarben-'Skala', die für dieses Beispiel verwendet worden ist, stammt aus meinem Stück 'WIR'¹² und umfaßt 222 Klangfarbenelemente, wovon das Demonstrationsbeispiel nur die Elemente zwischen Klangnummer 128 und 135 verwendet. Innerhalb dieses Bereichs benötigte Instrumente sind Synthesizer (Synthi) und Vibraphon (Vibra), jede der Klangnummern indiziert einen bestimmten Synthesizer-Sound bzw. eine besondere Spieltechnik auf dem Vibraphon (Bsp. 5b).

Alle diese Klänge - etwa in der Mitte der Skala liegend - sind tonhafte Ereignisse mit diskreter Tonhöhe und 'normaler' Tonhöhennotation.

Wie oben ausgeführt, wird die Tonhöhen- und Lautstärkeberechnung jedes Klangereignisses von der Klangfarbe beeinflusst. Jedem Klangfarbenelement sind Informationen über den jeweiligen Tonhöhenambitus etc. beigelegt, mit deren Hilfe über eine Umrechnung ein vergleichbares Bearbeitungsniveau erzeugt und wovon das Resultat dann wieder zurückübertragen werden kann. So wird erreicht, daß eine musikalische Gestalt, entsprechend dem Ambitus und der Lage ihrer Klangelemente im Klangraum, auf unterschiedliche, individuelle Weise abgebildet werden kann, ohne mit elementaren spieltechnischen Eigenheiten eines Instruments zu kollidieren.

Ohne weiteres sichtbar ist dieser Sachverhalt in Bsp. 5a). Vergleicht man nämlich die Synthesizer- mit den Vibraphon-'Variationen'¹³, stellt man fest, daß die Synthesizerpartien einmal tiefer liegen und zum andern einen größeren Ambitus aufweisen als die vom Vibraphon auszuführenden Abschnitte. In Bsp. 5b) findet sich dafür die Erklärung:

- a) Die beim Vibraphon nach oben transponierten Gestalten erklären sich aus der Lage des tiefsten Tons beider Instrumente (Vibraphon: $f_0[53]$; Synthesizer: $c-1[36]$).
- b) Der größere Synthesizer-Tonhöhenambitus erklärt sich aus dem Relationswert von 48.03% zur MIDI-Skala mit 127 Werten gegenüber 29.13% beim Vibraphon bzw. einer Ambitusrelation beider Instrumente zueinander von 1.66.

Die Synthesizer-Gestalt ist daher tonhöhenmäßig differenzierter und von größerer 'Gestalthöhe' als die vom Vibraphon auszu-

¹² WIR für Mezzosopran, zwei Schlagzeuger, Live-Elektronik und einen Dirigenten. UA am 19.10.1989 im Rahmen des 2. Landestonkünstlerfestes Baden-Württemberg. Interessenten können gegen einen Unkostenbeitrag Partitur und/oder Cassettenaufnahme erhalten.

Für die nächste Ausgabe der STUDIO-BLÄTTER ist u. a. eine Analyse dieses Stückes vorgesehen.

¹³ z. B. in Struktur I:

Viertel 16-21: Synthesizer; Viertel 22-35: Vibraphon; Viertel 36-45: Synthesizer; Viertel 46-50: Synthesizer; Viertel 50-56: Vibraphon; Viertel 57-64: Synthesizer; Viertel 65-72: Vibraphon; Viertel 73-78: Synthesizer.

sec 0
♩ = 90

71

Vorspann

sec 10

♩ = 40
Wh: 0

bergsh
I
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

bergsh
II

Kf: 128 (Synthi)
Gestalt I

sec 20

♩ = 120

bergsh
I
19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1498 1499 1500 1501 1502 1503 1504 1505 1506 1507 1508 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1516 1517 1518 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1600 1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2440 2441 2442 2443 2444 2445 2446 2447 2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2479 2480 2481 2482 2483 2484 2485 2486 2487 2488 2489 2490 2491 2492 2493 2494 2495 2496 2497 2498 2499 2500 2501 2502 2503 2504 2505 2506 2507 2508 2509 2510 2511 2512 2513 2514 2515 2516 2517 2518 2519 2520 2521 2522 2523 2524 2525 2526 2527 2528 2529 2530 2531 2532 2533 2534 2535 2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2546 2547 2548 2549 2550 2551 2552 2553 2554 2555 2556 2557 2558 2559 2560 2561 2562 2563 2564 2565 2566 2567 2568 2569 2570 2571 2572 2573 2574 2575 2576 2577 2578 2579 2580 2581 2582 2583 2584 2585 2586 2587 2588 2589 2590 2591 2592 2593 2594 2595 2596 2597 2598 2599 2600 2601 2602 260

128 -te KF :Synthi Klang zwischen Holzbläsern und Streichern(Klangfläche 1)
 TH-Beschr:-->Klang [1] tiefst.not.Ton: c-1(36) höchst.not.Ton: c4(96)
 LS-Beschr:-->kleinste LS: ppp(1) größte LS: fff(127)
 TH Relation zu 127er Skala : 48.03% LS Relation zu 127er Skala : 100.00%
 max. Stimmzahl : 16

129 -te KF :Vibra harte Schlägel sehr hart angeschl ohne Ped Stop-Schlag
 TH-Beschr:-->Klang [1] tiefst.not.Ton: f0(53) höchst.not.Ton: f3(89)
 LS-Beschr:-->kleinste LS: poco f(70) größte LS: fff(119)
 TH Relation zu 127er Skala : 29.13% LS Relation zu 127er Skala : 39.37%
 max. Stimmzahl : 4

130 -te KF :Synthi härterer quasi-Bläserklang(Klangfläche 2)
 TH-Beschr:-->Klang [1] tiefst.not.Ton: c-1(36) höchst.not.Ton: c4(96)
 LS-Beschr:-->kleinste LS: ppp(1) größte LS: fff(127)
 TH Relation zu 127er Skala : 48.03% LS Relation zu 127er Skala : 100.00%
 max. Stimmzahl : 16

131 -te KF :Synthi protziger heller harter Sound etwas dicke Bässe (Zitat1)
 TH-Beschr:-->Klang [1] tiefst.not.Ton: c-1(36) höchst.not.Ton: c4(96)
 LS-Beschr:-->kleinste LS: ppp(1) größte LS: fff(127)
 TH Relation zu 127er Skala : 48.03% LS Relation zu 127er Skala : 100.00%
 max. Stimmzahl : 16

132 -te KF :Vibra mit Bambus-Plastikstiel sehr hart geschl ohne Ped
 TH-Beschr:-->Klang [1] tiefst.not.Ton: f0(53) höchst.not.Ton: f3(89)
 LS-Beschr:-->kleinste LS: mf(60) größte LS: molto ff(118)
 TH Relation zu 127er Skala : 29.13% LS Relation zu 127er Skala : 46.46%
 max. Stimmzahl : 2

133 -te KF :Synthi hell hart etwas hölzern (Zitat2)
 TH-Beschr:-->Klang [1] tiefst.not.Ton: c-1(36) höchst.not.Ton: c4(96)
 LS-Beschr:-->kleinste LS: ppp(1) größte LS: fff(127)
 TH Relation zu 127er Skala : 48.03% LS Relation zu 127er Skala : 100.00%
 max. Stimmzahl : 16

134 -te KF :Vibra Bambus-Plastikstiel sehr hart geschl ohne Ped Stop-Schlag
 TH-Beschr:-->Klang [1] tiefst.not.Ton: f0(53) höchst.not.Ton: f3(89)
 LS-Beschr:-->kleinste LS: poco f(70) größte LS: molto ff(118)
 TH Relation zu 127er Skala : 29.13% LS Relation zu 127er Skala : 38.58%
 max. Stimmzahl : 2

135 -te KF :Synthi hart hölzern xyloähnlich(Echo-Imp 1)
 TH-Beschr:-->Klang [1] tiefst.not.Ton: c-1(36) höchst.not.Ton: c4(96)
 LS-Beschr:-->kleinste LS: ppp(1) größte LS: fff(127)
 TH Relation zu 127er Skala : 48.03% LS Relation zu 127er Skala : 100.00%
 max. Stimmzahl : 16

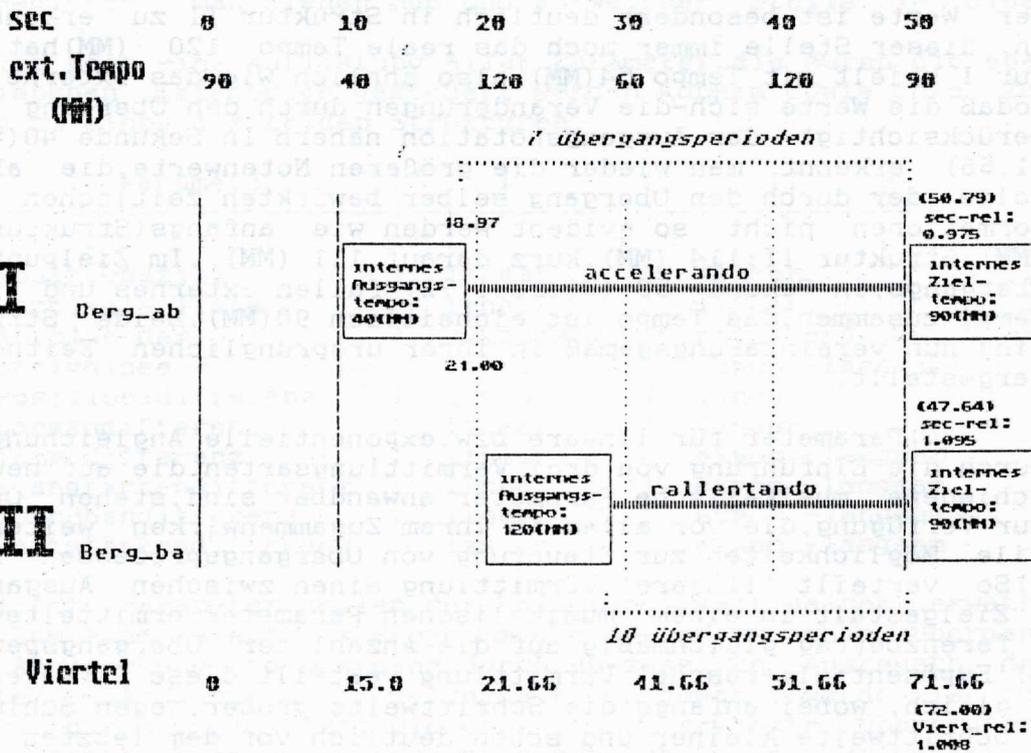
Bsp.5b)

führende. Letztere 'verschluckt' aufgrund der unterschiedlichen Ambitusrelation 2/3 der Tonhöhen der Synthesizergestalt.

In Struktur I ist außerdem die Wirkungsweise der 'Klangfarben-Skala' besonders deutlich zu sehen. Da bei dieser Struktur nur 'linear' vermittelt worden ist (s.u.), wandern die Klangnummern während der sieben Übergangsperioden, von 128 beginnend, schrittweise nach oben, bis in der siebten 'Variation' -im Ziel- Nummer 135 erreicht ist.

B) Zeitstruktur

Wie aus Beispiel 5c) hervorgeht, verlaufen beide Prozesse tempo-mäßig völlig unabhängig voneinander, nur über ein 'externes' Tempo als zeitlicher Superstruktur synchronisiert. Die Synchronisation notiert die jeweiligen Tempoprozesse für jedes übergeordnete Tempo um, sodaß de facto - die richtigen gespielten Tempi vorausgesetzt - immer das erklingt, was zeitlich intendiert ist.



Bsp. 5c)

Im Beispiel setzt Struktur I (Bergab) in Sekunde 10 mit Tempo 40 (MM) ein, also bei vorangegangenen Tempo 90 (MM) im 15. Viertel. Ab Sekunde 18.97 bzw. nach dem 21. Viertel erfolgt eine Beschleunigung in 7 Stadien bis zum Tempo 90 (MM) in Sekunde 50.79. Um auf einen runden Sekundenwert zu gelangen, wird der Übergang auf 50.00 Sekunden gestaucht (Relation: 0.975). Der dabei neu berechnete Viertelwert wird ebenfalls gerundet von 71.66 auf 72.00 Viertel. Der Viertelrelationswert ist 1.008 und selbstredend für Struktur II

identisch.¹⁴

Struktur II (Bergba) startet erst in Sekunde 20 bzw. im 21.66 -ten Viertel. Das Ausgangstempo ist 120. In Sekunde 50 bzw. im 72. Viertel hat sich das reale Tempo in zehn Stufen auf 90(MM) verlangsamt. Der ursprüngliche zeitliche Zielpunkt des Übergangs liegt auf Sekunde 47.64, die sekundenmäßige Dehnungsrelation für Sekunde 50.00 ist 1.095.

Von besonderem Interesse sind Tempowechsel mit ihren Umrechnungen. Betrachten wir daher zunächst Sekunde 20 (Viertel 21.66) in Bsp. 5a). Der Verdreifachung des Tempos von 40(MM) auf 120(MM) entspricht die Verdreifachung der Zeitwerte in Struktur I, die an dieser Stelle real mit Tempo 47(MM) spielt. Bei Sekunde 30 (Viertel 41.66) wechselt das externe Tempo auf 60(MM). Die Halbierung der Werte ist besonders deutlich in Struktur II zu erkennen, die an dieser Stelle immer noch das reale Tempo 120 (MM) hat. Struktur I spielt mit Tempo 54(MM), also ähnlich wie das externe Tempo, sodaß die Werte sich - die Veränderungen durch den Übergang selber berücksichtigt - der Ausgangsnotation nähern. In Sekunde 40 (Viertel 51.66) erkennt man wieder die größeren Notenwerte, die aber in Folge der durch den Übergang selber bewirkten zeitlichen Transformationen nicht so evident werden wie anfangs (Struktur I: 68 (MM); Struktur II: 114 (MM), kurz darauf 111 (MM)). Im Zielpunkt des Übergangs, in Sekunde 50 (Viertel 72) fallen externes und interne Tempi zusammen, das Tempo ist einheitlich 90(MM). Beide Strukturen sind nun vereinbarungsgemäß in ihrer ursprünglichen Zeitnotation dargestellt.

C) Parameter für lineare bzw. exponentielle Angleichung

Durch die Einführung von drei Vermittlungsarten, die auf neun verschiedene musikalische Parameter anwendbar sind, stehen Optionen zur Verfügung, die vor allem in ihrem Zusammenwirken weitere, subtile Möglichkeiten zur Steuerung von Übergangsprozessen bieten.

- a) So verteilt 'lineare' Vermittlung einen zwischen Ausgangs- und Zielgestalt in einem musikalischen Parameter ermittelten Differenzbetrag gleichmäßig auf die Anzahl der Übergangsperioden.
- b) 'Exponentiell-rasche' Vermittlung verteilt diese Differenz ungleich, wobei anfangs die Schrittweite größer, gegen Schluß die Schrittweite kleiner und schon deutlich vor dem letzten Durchgang der parametrische Endzustand erreicht wird.
- c) 'Exponentiell-langsame' Vermittlung schließlich verhält sich genau umgekehrt wie b). Sie verharret zunächst 'bewegungslos' im Ausgangszustand und erreicht dann mit zunehmender Schrittweite

¹⁴ Bei solch kleinen Relationswerten sind die oben besprochenen Tempostörungen vom Hören her zu vernachlässigen. Staucht man indes einen Übergang auf die Hälfte seiner ursprünglichen Ausdehnung, verdoppelt sich nicht nur das reale Tempo des ganzen Übergangs. Der Beginn des Prozesses setzt außerdem schlagartig mit gegenüber der Ausgangsstruktur doppeltem Tempo ein und produziert einen sehr wahrnehmbaren Bruch, der der Grundidee des Programms Hohn spricht.

Ein weiteres Problem stellt die zweifache Relationierung dar, die besonders bei gegenläufiger Veränderung (Stauchung der Sekundenzeit, Dehnung der Viertelzeit) die ursprüngliche Tempogestalt ziemlich schnell zu korrumpieren in der Lage ist.

erst beim letzten Durchgang den parametrischen Endzustand. Da die Programmierung solcher Verläufe keine besonderen Probleme aufwirft, wird auf eine Beschreibung verzichtet.¹³ In Beispiel 5a ist nun geradezu überdeutlich zu sehen, daß die entscheidenden musikalischen Parameter von Struktur II dem Typus c) zuzuordnen sind. Die ersten fünf von insgesamt zehn Perioden bleiben weitgehend unverändert. Dann (Viertel 48) beginnt ein fast dramatischer Wandel, der noch dadurch unterstützt wird, daß die Gestalt gleichzeitig zu rotieren beginnt.¹⁴ Hinzutretende Klangfarbenwechsel und die damit zusammenhängende Beeinflussung der Tonhöhenstruktur (s.o.) verhindern dann allerdings erheblich die Wahrnehmung der Konsequenz des Prozesses. Im kompositorischen Ernstfall wird man sich also genau überlegen müssen, welche dieser 'Register' man ziehen muß und an welcher Stelle in einem Stück!

Nun folgt noch eine Auflistung aller Parameter, die durch die eben beschriebenen Kategorien gesteuert werden können sowie ihre Zuordnung zu einer der beiden Strukturen.

| Parameter | I | II |
|------------------------|-----------|----------------|
| Positionszahl | linear | linear |
| vertikale Tiefe | linear | linear |
| Abfolge der Ereignisse | sukzessiv | rotierend |
| Positionsdifferenz | linear | expon.-langsam |
| Längendifferenz | linear | linear |
| Tempodifferenz | linear | expon.-langsam |
| Klangfarbendifferenz | linear | expon.-langsam |
| Tonhöhendifferenz | linear | expon.-langsam |
| Lautstärkendifferenz | linear | expon.-langsam |

Zwei weitere Parameter sollen der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Zum einen sieht das Programm die Option zwischen Übergang durch Angleichung und Übergang durch sukzessiven Austausch der Elemente von Ausgangs- und Zielgestalt vor; gewählt wurde hier nur Übergang durch Angleichung. Die oben schon erwähnte Überprüfung der berechneten Klangereignisse hinsichtlich ihrer 'Polyphonie'-Fähigkeit als weiterem Parameter (s.o.) wurde im Demonstrations-Beispiel nicht vorgenommen.

IV) Zusammenfassung

Eine Zusammenschau des bisher Gesagten läßt sich einmal als Forderungskatalog des Komponisten an das Programm im geschilderten Stadium formulieren. Zum andern erwachsen daraus Möglichkeiten und Notwendigkeiten, auf die der Komponist, will er sich eines solchen Werkzeugs bei seiner Arbeit bedienen, reagieren muß. Auch dies läßt sich als Forderungskatalog - nun von der Seite des Programms aus - ans Komponieren richten.

¹³ siehe aber für 'lineare Vermittlung': STUDIO-BLÄTTER 1989- No.2, Seite 23.

¹⁴ Die programmiertechnische Beschreibung der Rotation ist für die nächste Ausgabe der STUDIO-BLÄTTER vorgesehen.

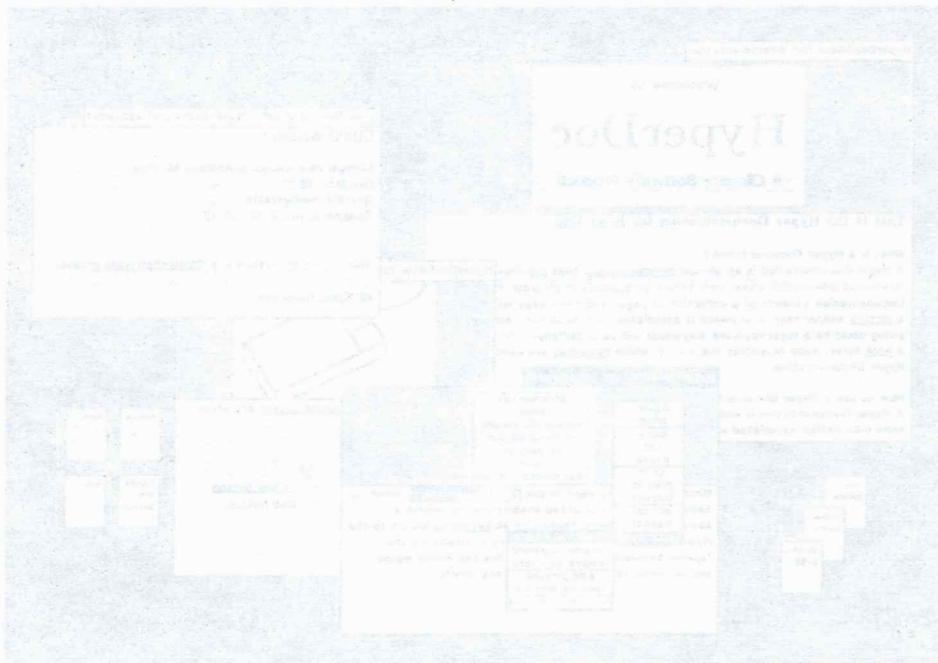
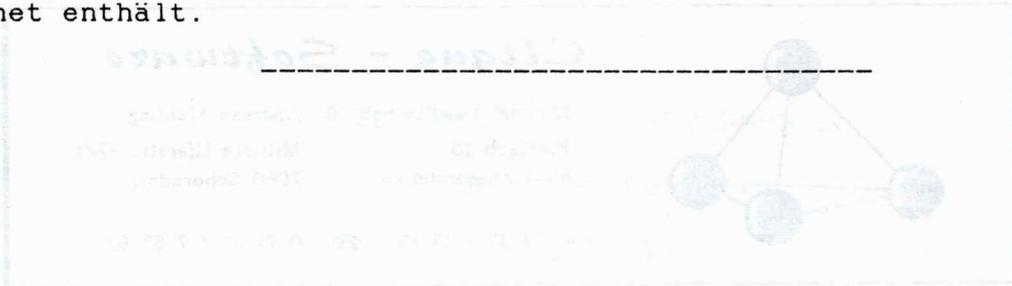
a) Was der Komponist vom Programm verlangt

- 1) Jedwede musikalische Gestalt muß nach jedweder weiteren musikalischen Gestalt als Abfolge 'gerichteter Variationen' vermittelbar sein, und zwar in den Parametern Positionszahl, d.h. Zahl der Anschläge, Vertikalzahl (also Zahl gleichzeitiger Anschläge), Zeitposition, Ereignislänge, Tempo, Klangfarbe, Tonhöhe, Lautstärke und ggf. Rotation sowie Substitution.
Die Vermittlungen müssen als 'lineare', 'exponentiell-langsame' sowie als 'exponentiell-rasche' Vermittlungen in allen oben aufgezählten Parametern sowie in allen gewünschten und sinnvollen Kombinationen möglich sein.
- 2) Jeder Übergang ist bezüglich seiner 'Variationen'-Zahl frei bestimmbar, sofern diese größer ist als 0.
- 3) Jeder Übergang kann an einem beliebigen, festsetzbaren Zeitpunkt in einem geplanten Stück einsetzen.
Jeder Übergang kann an einem beliebigen, festsetzbaren Zeitpunkt in einem geplanten Stück enden.
Alle Zeitpunkte müssen sich sowohl in Vierteln ('interne' Positionen) a.a. in Sekunden ('externe', physikalische Zeit) darstellen lassen.
- 5) Während des eigentlichen Übergangs (ausschließlich des Auftretens der Ausgangs- sowie der Zielgestalt) werden beliebige 'interne' Tempoubergänge korrekt ausnotiert in Bezug auf das Ausgangstempo der Ausgangsgestalt.
Vor Einsatz der Ausgangsgestalt und während des eigentlichen Übergangs (ausschließlich des Auftretens der Ausgangs- sowie der Zielgestalt) sind beliebige 'externe' Tempowechsel möglich, d.h. werden korrekt ausnotiert als absolute Geschwindigkeit, indem die 'interne' Notation auf die 'externe' umgerechnet wird.
- 7) Ästhetisches Ziel ist es, im Voraus komponierte musikalische Komplexe als in einem bestimmten Zeitpunkt endende oder zusammentreffende, nach Belieben voneinander unabhängige Materialverläufe darzustellen, bzw. sie als Synthese aus einem Satz von Klangatomen zu deuten, welche sich prozeßhaft und meist mehrschichtig an bestimmten Zeitpunkten zu Gestalten mit einer gewissen Gestalthöhe konfigurieren oder synthetisieren lassen.

b) Was das Programm vom Komponisten verlangt

- 1) Da das Programm offensichtlich eine solche ästhetische Konzeption unterstützt, setzt dieses andererseits die sorgfältigste Ausarbeitung vor-komponierter Komplexe und ihrer Beziehungen zueinander voraus.
- 2) Ausgangs- und Zielgestalten sollten eher 'atomaren' als fest umrissenen, deutlichen Charakter haben. Insofern ist das obige Demonstrationsbeispiel ungünstig gewählt, weil zu einfach und klar umrissen. Vielmehr geht das Programm aus von Überlagerungen mehrerer Materialschichten und ihrer Prozesse. Daher sollten wiederum die Grundkomplexe bereits aus mehreren Materialschichten bestehen, aus denen dann einzelne Schichten oder sogar nur deren Fragmente für Übergänge verwendet werden können.
- 3) Des weiteren verlangt das Programm a priori Klarheit über den 'physikalischen' Zeitablauf in einem Stück. Die Differenziertheit der Zeitplanung sollte den Möglichkeiten des Programms Rechnung tragen. Es unterstützt die dramaturgische Formung der tatsächlich gehörten Zeit unabhängig von notierten Werten auf der Basis von bestimmbareren Sekundenzahlen.
- 4) Unabdingbare Voraussetzung für die Arbeit mit dem vorliegenden Programm ist die Erstellung einer Klangfarben-'Skala', die das für ein bestimmtes Stück mit einer bestimmten Besetzung und

ihren bestimmten klangfarblichen Möglichkeiten zu bildende Klangfarbenrepertoire nach ästhetischen Gesichtspunkten geordnet enthält.



Der dritte Teil des Aufsatzes im nächsten Heft der STUDIO-BLÄTTER wird sich voraussichtlich mit folgenden Punkten beschäftigen: 1) eine weitere Zeitoption; 2) Klangfarben-Zirkel; 3) Rotation; 4) Angleichung der Periodenränder; 5) Harmonik; 6) Analyse.

Georg Wötzer

Musikalische Übergänge-vom Computer komponiert(3)

Abstract

The preceding parts of this paper discussed the basic mechanisms of the program as well as some of its aesthetic aspects. In the following part of the paper routines will be discussed which create the correct preconditions for various musical transitions (notation of accelerandi and rallentandi), or which are able to modify the results of the transition program (harmonic modification). Further possibilities of the program will be demonstrated, for instance rotation, assimilation of period borders, as well as how a timbre circle has been programmed. Finally, a new concept of comparing an initial musical shape with a final one will be shown, as an update of the earlier program.

Nachdem in den vorausgegangenen Teilen des Aufsatzes die prinzipielle gestaltliche und zeitliche Wirkungsweise sowie damit zusammenhängende ästhetische Probleme besprochen wurden, geht es im folgenden Teil eher um Routinen, die entweder korrekte Übergangsbedingungen schaffen (Ausnotierung von Accelerandi bzw. Rallentandi) oder die Ergebnisse des Übergangsprogramms nachbearbeiten sollen (Modifizierung der Harmonik). Weiter wird noch auf die im Programm enthaltene Möglichkeit der 'Rotation', auf Angleichung der Periodenränder, Klangfarbenzirkel sowie als Update ein geändertes Konzept der Vorbelegungen von Ausgangs- und Zielgestalt eingegangen.

1) Harmonik

a) Ästhetische Voraussetzungen

Da der Algorithmus so beschaffen ist, daß zwei Elemente miteinander verglichen und ihre Differenzen auf eine bestimmte Anzahl von Wiederholungen umgerechnet werden, ist das Zusammenklangsresultat im ästhetischen Sinne zufällig. Die Steuerung der Harmonik kommt daher nur als 'Nachbearbeitung' des Übergangs in Frage. Hierfür muß aber zunächst der Begriff 'Harmonik' für einen Musikstil untersucht werden, der wie im vorangegangenen Teil dieses Aufsatzes dargelegt¹ - den Parameter Tonhöhe der Klangfarbe unterordnet, d.h. tonhafte Klangphänomene als nur gleichberechtigte Ausprägungen neben Geräuschen auf der Klangfarbenskala betrachtet.

Eine Möglichkeit nun wäre, die gesamte 'Klangfarbenharmonik' zu steuern, also 1) alle zusammenklingenden Klangfarben aufgrund von harmonischen 'Klangfarben'-Listen zu steuern, und dann 2) die dadurch schon evtl. modifizierten 'normalen' Tonhöhen einer eigentlichen harmonischen Bearbeitung mittels harmonischer 'Tonhöhen'-Listen zu unterziehen. So konsequent der Gedanke im Augenblick auch erscheinen mag, sein Nachteil besteht in der doch recht drastischen Veränderung des errechneten Übergangs. Da dieser aber Priorität besitzt, liegt es nahe, auf die Modifizierung der Klangfarben beim Zusammenklang

¹ vgl. STUDIO-BLÄTTER 1990 NO.3, S.54 ff.

zu verzichten und nur die 'normalen' Tonhöhen harmonisch nachzubearbeiten.

Was das Zusammenklingen selber betrifft, gibt es auch hier zwei Optionen: entweder man berücksichtigt alles was aktuell zusammenklingt (also Positionen+Längen), oder man berücksichtigt nur die Anschläge (Positionen) und ignoriert die dazugehörenden Notenlängen mit allen daraus sich ergebenden weiteren harmonischen Konstellationen.

Doch auch hier ist es m.E. wie im oben geschilderten Fall: eine eigentlich korrekte Einbeziehung von Anschlägen und Längen in die harmonische Nachbearbeitung kann u.U. den errechneten Übergang, der Priorität besitzt, über Gebühr verändern. Der Kompromiß berücksichtigt daher bei der harmonischen Nachbearbeitung nur die Anschläge (Positionen) von 'normalen' Tonhöhen. Des weiteren muß der Harmoniebegriff geklärt werden, von dem ich in diesem Zusammenhang ausgehe. Unter Harmonie verstehe ich hier alle Mehrtongebilde (= >2 Töne gleichzeitig) innerhalb der zwölfstimmigen temperierten Skala, deren Intervallabstand in Halbtonschritten darstellbar ist. Das setzt allerdings voraus, daß die Intervalle einheitlich von oben nach unten oder umgekehrt ermittelt werden und, aus Vergleichsgründen, die Akkorde tonhöhenmäßig streng in einer Richtung vorsortiert sind.²

b) Programmiertechnische Voraussetzungen³

Voraussetzung jeder harmonischen Bearbeitung ist die harmonische Analyse einer Gestalt.

1) Diese wird nach dem Laden so sortiert, daß die Tonhöhen jedes Anschlags der Höhe nach, von oben nach unten, sortiert werden. Mitsortiert werden die zu den Tonhöhen gehörenden Klangfarben.

² Da mein Kompositionssystem nur für meine eigene, also 'Neue' Musik konzipiert ist, fehlen ihm Kontroll- und Bewertungsmethoden zur korrekten Bearbeitung 'traditioneller' tonaler Musik. Obzwar dann harmonische Analyse nichts anderes ist als Abzählen von Intervallen, lassen sich bei intelligenter Handhabung der harmonischen Liste harmonische Bewertungen und in begrenztem Umfang auch satztechnische Korrekturen älterer Stile vornehmen (s.u.).

³ Der Arbeitsstand hat sich gegenüber dem vorangegangenen Teil des Aufsatzes immens verändert. Das Übergangsprogramm ist nun integriert in ein übergreifendes elementares Kompositionssystem und dadurch umgeben von Programmen, die jede Gestalt- und hierzu gehören auch Übergänge weiter bearbeiten können. Somit ist das Programm, das für die harmonische Bearbeitung von Gestalten zuständig ist, nicht mehr Teil des Übergangsprogramms. Da für Übergänge - überhaupt für jedes niveauvolle Komponieren - harmonische Kontrolle unverzichtbar ist, muß meine Methode der harmonischen Analyse und Steuerung hier besprochen werden. Im übrigen sei auf meinen Vortrag vom 23.05.1991 an der Musikhochschule Stuttgart verwiesen, der ebenfalls in diesem Heft abgedruckt ist.

- 2) Dann erfolgt die harmonische Analyse der geladenen Gestalt. Hierzu wird zuerst geprüft, ob die Klangfarben der einzelnen Töne jedes Anschlags Geräusche oder tonhöhenfähig sind. Ist Letzteres der Fall, wird ein diesbezüglicher Zähler (pruef_summe%) erhöht. Somit läßt sich sofort bestimmen, ob und wieviele Tonhöhen ein Anschlag enthält. Wenn nun die Stimmenzahl eines Anschlags größer 1 und pruef_summe% ebenfalls größer 1 ist, wird ein Akkordzähler (akk_zae%) erhöht und gleichzeitig die Zahl der Intervalle dieses Tonhöhenakkords bestimmt als pruef_summe%-1. Außerdem werden alle Tonhöhen eines Anschlags in einem Hilfsfeld gesammelt, d.h. alle Geräusche in diesem herausgefiltert. Dann werden diese Tonhöhen voneinander subtrahiert, also zu Intervallen umgewandelt, und in einer harmonischen Liste (harm_list%()) gespeichert.
- 3) Eine Prozedur (harmonik_betracht) ermöglicht schließlich die Ausgabe der harmonischen Analyse als Intervall-Liste aller Tonhöhen-Zusammenklänge einer Gestalt.
- 4) Da ein Übergang zwischen zwei Gestalten stattfindet, muß die Möglichkeit bestehen, die harmonische Liste zu erweitern um die Liste der Harmonien auch der zweiten Gestalt.⁴ Dies geschieht in einer Prozedur 'liste_mergen', eine weitere Prozedur sortiert die Harmonien nach ihrer Vertikalzahl sowie der Intervallgrößen; außerdem werden identische Harmonien eliminiert.

c) Harmonische Modifikation

Da der Übergang auch im 'Gestalt'-Format abgespeichert wird, kann er mit allen für Gestalten existierenden Modifikationsmethoden bearbeitet werden. Die Offenheit des Gesamtsystems setzt allerdings bezüglich der harmonischen Kontrolle von Übergängen - und nicht nur dort - ein Mitdenken des Benutzers voraus.

- 1) Vor Beginn des Übergangs sollten Ausgangs - und Zielgestalt harmonisch kontrolliert worden sein; in der Regel bedürfen vor allem Zufallsgestalten einer harmonischen Bearbeitung.
- 2) Mit der Ausgangs - und Zielgestalt wird eine 'Große Harmonische Liste' erzeugt, die die Harmonien beider Gestalten zusammenfaßt und als Grundlage dient zur Modifikation der 'Übergangsgestalt' selbst. Meine ästhetische Vorstellung dabei ist die, daß im gesamten Übergang keine anderen Harmonien vorkommen dürfen außer denjenigen, die in beiden Rahmengestalten enthalten sind. Da außerdem jede der beiden Rahmengestalten genau harmonisch definierbar ist, kann man unter Berücksichtigung der oben beschriebenen harmonischen Maßstäbe von weitgehender harmonischer Kontrollierbarkeit

⁴ Denkt man indes weiter, muß erstens auch eine Möglichkeit zur Erstellung der Liste von Hand vorhanden sein (damit nämlich wirklich alle gewünschten Harmonien für harmonische Modifikationen zur Verfügung stehen). Zweitens muß die harmonische Liste sowohl von Hand als auch 'automatisch' unbegrenzt erweiterbar sein, sodaß z.B. für die harmonische Bearbeitung einer bestimmten Gestalt die Harmonien einer ganzen Gruppe ausgewählter Gestalten zur Verfügung stehen.

der Übergänge ausgehen. Schließlich findet während des allgemeinen Übergangsprozesses automatisch auch ein harmonischer Übergang statt: die errechneten Gestaltgleichungen der Ausgangsgestalt an die Zielgestalt erstrecken sich zwangsläufig auch - zumindest rein statistisch - auf die harmonische Gestalt.

- 3) a) Die eigentliche harmonische Modifikation beginnt mit einer harmonischen Analyse der Übergangsgestalt, wie sie oben beschrieben wurde mitsamt der Erzeugung einer harmonischen Liste.⁵
- b) Dann wird die 'Große Harmonische Liste' geladen, die die Harmonik des Übergangs zu steuern hat. Diese wird bezüglich der größten Stimmzahl eines ihrer Akkorde verglichen mit der größten Stimmzahl eines Akkords aus der harmonischen Liste des Übergangs.⁶
- c) Der eigentliche Programmkern vergleicht die Akkorde der beiden harmonischen Listen: für jeden Akkord der Übergangsgestalt wird der absolute Betrag der Intervалldifferenzen zwischen diesem und den Akkorden der modifizierenden 'großen' Liste addiert und in einem Summenfeld mit der Größe der 'großen' Liste gespeichert.
- d) Daraufhin wird dieses Summenfeld zusammen mit einem Indexfeld einer Prozedur `index_suchen` übergeben, die über Sortierung die minimale Summe (also geringste harmonische Abweichung von der zu modifizierenden Harmonie) nebst dem dazugehörenden Akkordindex ermittelt.
- e) Nun werden in der Reihenfolge der Akkorde der zu verändernden Gestalt anhand des ermittelten Indexes die modifizierenden Akkorde aus der 'großen' Liste in ein neues

⁵ Die folgende Beschreibung des Verfahrens ist stark vereinfacht; im Programmcode sind auch hier wieder die vielfältigen Maßnahmen enthalten zur Filterung der gewünschten Tonhöhenakkorde etc., wie sie z.T. oben schon dargestellt wurden.

⁶ Hier sei nochmals daran erinnert, daß die harmonische Bearbeitung von Übergängen lediglich ein spezielles Handling eines ganz allgemein gehaltenen Programms darstellt. Die Überprüfung der maximalen vertikalen Tiefe beider Listen macht dort Sinn, wo eine Gestalt mit irgendeiner ganz und gar fremden harmonischen Liste bearbeitet werden soll. Dann wird es nicht unwahrscheinlich sein, daß die zu bearbeitende Gestalt Tonhöhenakkorde mit größerer Stimmenzahl enthält als die modifizierende Liste, sodaß hierdurch ästhetische Probleme entstehen.

Meines Erachtens genügt es nicht, wenn ein Akkord nur partiell verglichen und dann modifiziert wird. Ein Akkord ist ein Ganzes und die Teilmodifikation eines Akkordes erzeugt einen neuen Akkord mit meist anderer als durch die Modifikation ursprünglich intendierter Harmonik. Deshalb sieht das Programm für den beschriebenen Fall die von-Hand-Ergänzung der modifizierenden Liste durch Akkorde mit mindestens ebenso großer Stimmenzahl vor oder wird, falls nicht gewünscht, den zu modifizierenden Akkord ignorieren, ihn also in seiner vorhandenen Form belassen.

Feld (kl_li%()->'kleine Liste') eingetragen.

f) Schließlich erfolgt die eigentliche harmonische Modifikation, also die Veränderung der Tonhöhen von tonhöhenfähigen Klangfarben der Ausgangsgestalt:

- von der jeweils obersten Tonhöhe wird das entsprechende Intervall aus dem Feld kl_li%() abgezogen;
- dann findet eine Untersuchung auf Korrektheit bezüglich des Ambitus der zur modifizierten Tonhöhe gehörenden Klangfarbe statt. Liegt die modifizierte Tonhöhe außerhalb des erlaubten Ambitus ihrer Klangfarbe, werden Tonhöhe und Klangfarbe jeweils auf den letzten korrekten Wert gesetzt. Der hieraus entstehende Einklang (Intervallgrösse=0) ist m.E. ästhetisch unbedenklicher als die nachträgliche, durch in anderen Programmen vorhandene harmonisch unkontrolliert vorgenommene Sicherung vor Ambitusüberschreitungen.

In den unten folgenden drei Notenbeispielen ist das erste (NBsp.1) eine mit Hilfe des Modulprogramms erzeugte Zufalls-gestalt, die in NBsp.2 harmonisch modifiziert wurde. Alle modifizierten Stellen sind mit 'x' versehen.

Tabelle 1: Positionen mit Tonhöhenakkorden in NBsp1

Von den 9 Positionen der Gestalt enthalten die Positionen 3-7 Tonhöhenakkorde (siehe auch 'x' in NBsp.1). Hier folgend die Auflistung dieser Positionen mit Klangfarbennummern und Tonhöhen. '-' bedeuten die zu vernachlässigenden notierten 'Höhen' von Geräuschklangfarben.

| Pos: | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|
| vert.1 | :136;- | :130;d2 | :127;h2 | :119;dis3 | :116;d2 |
| 2 | :134;f | :129;dis3 | :125;e1 | :118;f3 | :114;- |
| 3 | :133;fis3 | :128;e1 | :124;- | :117;f | :113;h2 |
| 4 | :131;a3 | : | :123;- | : | :112;- |
| 5 | : | : | :122;- | : | : |
| 6 | : | : | :121;- | : | : |
| 7 | : | : | :120;f3 | : | : |

(Tab.1)

Tabelle 2: Analyse der Tonhöhenakkorde

Das Programm stellt diese (von oben nach unten sortierten) Tonhöhenakkorde folgendermaßen dar:

Datei:STD_BL1.GES hat 5 Akkorde

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|----|----|----|---|
| 3 | 13 | 6 | 2 | 9 |
| 37 | 10 | 19 | 34 | |

(Tab.2)

Tabelle 3:Akkordvorrat der modifizierenden harmonischen Liste

Datei:TONAL_D.HAR hat 9 Akkorde

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 4 | 3 | 5 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | 4 | 3 | 5 | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | 4 | 7 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | | | | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| | | | | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| (Tab.3) | | | | | | 7 | 7 | 7 |
| | | | | | | | 5 | 5 |
| | | | | | | | | 31 |

Tabelle 4:Harmonisch modifizierte Gestalt

| Pos: | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|
| vert.1 | :131;a3 | :129;dis3 | :120;f3 | :118;f3 | :113;h2 |
| 2 | :133;fis3 | :130;c3 | :120;f3 | :119;d3 | :114;- |
| 3 | :136;- | :128;gis2 | :125;b2 | :117;b2 | :116;gis2 |
| 4 | :134:d3 | | :121;- | | :112;- |
| 5 | | | :122;- | | |
| 6 | | | :123;- | | |
| 7 | | | :124;- | | |

(Tab.4)

Tabelle 5: Harmonische Analyse der modifizierten Gestalt

Datei:STD_BL2.GES hat 5 Akkorde

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 0 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 7 | 4 | |

(Tab.5)

In Position 5 tritt zweimal derselbe Ton(f3) mit derselben Klangfarbe (120) auf;hier hat durch das Programm eine Korrektur stattgefunden.Ursprünglich befand sich hier Klangfarbe Nr.127(Stimme normal gesungen mit Vibrato;Ambitus gis-h2).Da die errechnete Tonhöhe aber den Ton d3 ergeben hätte(also dieselbe harmonische Struktur wie in Position 6),wäre der Ambitus überschritten worden.Daher wurden der darüberliegende Ton mitsamt dessen Klangfarbe gesetzt,das resultierende Tonhöhenintervall ergibt für einen Einklang 0,das folgende Intervall die Summe aus korrigiertem und aktuellem Intervall.

2) Ausnotierung von Accelerandi bzw. Rallentandi⁷

Vom Komponisten gewünschte Temposchwankungen werden normalerweise an den betreffenden Stellen durch verbale oder symbolische Anweisungen, wie z.B. *rallentando*, *accelerando*, *ritenuto*, *prezpitando* o.ä. bezeichnet. Fast nie werden solche zeitlichen Prozesse genau ausnotiert, wäre doch eine genau notierte Version im allgemeinen viel schwerer durch den Spieler zu realisieren als in der konventionellen Notation.

Dennoch muß im Zusammenhang mit dem Übergangsprogramm bedacht werden, daß dieses nur die real notierten Werte von Ausgangs- und Zielgestalt miteinander vergleicht, somit Angaben über Temposchwankungen ignoriert. Will man aber mit korrekten Zeitwerten arbeiten, ist eine Umformung aller Zeitschwankungen innerhalb der Rahmengestalten des Übergangs unerläßlich.⁸

Der Programmablauf ist ganz grob skizziert folgender:

a) Eingabeteil

1) Laden einer Gestalt; damit kennt das Programm die Gesamtlänge derselben in Vierteln, die einzelnen Positions- und Längenwerte, sowie die Ausdehnung eventueller Vor- und Nachspanne; die Gesamtlänge wird aufgerundet bis zum Beginn des der Gesamtlänge folgenden Viertels.

2) Eingabe des Viertelanfangs sowie - schlusses der Tempoänderung; Eingabe des Ausgangs- und Zieltempos (also des Tempos ab dem Schluß der Tempoänderung).

b) Umrechnungen bezogen auf Viertelraster

Eine wesentliche Idee des Programms besteht darin, die ganze Zeitgestalt in Viertelsegmente zu unterteilen, jedem Viertel ein 'Vierteltempo' zuzuweisen und alle Zeitwerte der Gestalt daraufhin umzurechnen. Dabei verändern sich aber nicht nur die Viertelpositionswerte und Viertellängen sondern auch deren Umrechnungswerte in Sekunden. Außerdem müssen evtl. Vor- und Nachspann bei der Umrechnung mit berücksichtigt werden.

c) Ergebnisausgabe

Für die Ergebnisausgabe sind nicht nur die zeitlichen Transformationen wichtig, fast ebenso sind es die Informationen z.B. über die neue Gesamtausdehnung der Gestalt in Viertel und vor allem - in Abhängigkeit zu den eingegebenen Tempi - die Messung der Zeitdauer in Sekunden. Von Wichtigkeit ist aber auch die Kenntnis der neuen Viertelposition des Schlusses der Tempoveränderung, sodaß ggf. weitere zeitlich anschließende Tempotransformationen vorgenommen werden können. Nach jeder vorgenommenen Modifikation wird die Gestalt gespeichert.

⁷ Auch dieses Programm ist ein eigenes Modul im gesamten Kompositionssystem, ist also nicht im Übergangsprogramm enthalten. Es wird hier nur seiner Funktion wegen beim Übergang besprochen.

⁸ Man kann ja weiterhin mit den einfach notierten Rahmengestalten operieren; der ametrisch und meist recht komplex notierte Übergangs-'Corpus' muß ohnedies am Sequenzer durch am günstigsten erscheinende Taktlängen frei nachbearbeitet werden.

Das unten folgende Notenbeispiel 3 notiert NBsp.2 als Rallentando um. Es beginnt am Anfang mit dem Ausgangstempo 120 und endet im Gestaltschluß bei Tempo 40. Der neue Viertelschluß dehnt sich daher von 8 auf 12 Viertel (incl. nicht notiertem Nachspann) aus; alte Sekundenausdehnung: 4 Sek., neue Sekundenausdehnung: 6 Sekunden. Die allmähliche (lineare) Vergrößerung der Einsatzabstände und Notenlängen ist deutlich zu sehen.

The image shows three musical staves, labeled NBsp1, NBsp2, and NBsp3, arranged vertically. Each staff contains a piece of music with a treble and bass clef. The music is written in a style that suggests a gradual tempo change (rallentando). Below the first two staves, there are five 'x' marks indicating specific points in the music. The notation includes various note values, rests, and dynamic markings, illustrating the concept of a 'Gestaltschluß' (formal closure) and the resulting change in note lengths and spacing.

3) Rotation

Bei starkem Kontrast zwischen Gestaltanfang und Gestaltschluß erzeugt das Programm aufgrund seines zyklischen Vorgehens regelmäßig einen hörbaren Bruch, wenn die nächste Angleichungsrunde beginnt. Dieser Störfaktor läßt sich zwar durch intelligentes Handling reduzieren (s.u.), dennoch sieht das Programm auch für diesen Fall eine Möglichkeit vor, einer musikalischen Situation adäquat begegnen zu können. Verschiebt man nämlich sukzessive den eigentlichen Gestaltanfang nach hinten und ersetzt den Überhang durch den ursprünglichen Beginn, erhält man zusätzlich zu allen gestaltlichen Variationen durch den Angleichungsmechanismus eine rotierende Gestalt, die, korrekt auf die Zahl der Wiederholungen umgerechnet, im Anfang der Zielgestalt terminiert. Musikalisch erzeugt dies u.U. eine gewisse Auflockerung der mitunter starren Mechanik der Angleichungen. Indessen muß hier experimentiert werden, müssen Ohr, musikalische und strukturelle Intention entscheiden, ob rotiert wird oder nicht. Da hierbei mehrere Prozesse gleichzeitig ablaufen, sind Vorhersagen über das konkrete musikalische Ergebnis auf jeden Fall nicht einfach. Die Kernroutine zur Erzeugung der Rotation ist denkbar einfach:

- 1) Die Prozedur hat Informationen über die Zahl der Anschläge pro Wiederholung ($po_z\%(w\%)$), ebenso ob rotiert werden soll (if $ro\$="ROT"$) oder nicht ($ro\$="SUK"$) und hat am Prozeduranfang gewählt zwischen linearer (CASE 1), exponentiell-rascher (CASE 2) und exponentiell-langsamere Rotation (CASE 3). Außerdem wurden zwei Felder eingerichtet, in das entweder die Rotationsindices ($p_ind_rot\%()$) oder die Sukzessionsindices ($p_ind\%()$) eingetragen werden.
- 2) Entscheidend ist die mit Asterisculus gekennzeichnete Stelle: dem Rotationsindexfeld $p_ind_rot\%()$ wird die Summe von aktuellem Positionsindex $p\%$ + auf die Wiederholungen umgerechneter Zahl der Anschläge ($wert\%$) zugewiesen. Übersteigt diese Summe die aktuelle maximale Anschlagzahl $po_z\%(w\%)$, wird davon $po_z\%(w\%)$ abgezogen, sodaß die Summe immer innerhalb des erlaubten Bereichs bleibt. In der letzten Wiederholung (also der Zielgestalt) wird dadurch wieder der nichtversetzte Index erreicht.

```

FOR w%=0 TO w_max%
  FOR p%=1 TO po_z%(w%)
    IF ro$="ROT"
      IF p%=1
        SELECT le_wahl%
        CASE 1
          @pos_linear(w%,po_z%(w%),w_max%,wert%)
        CASE 2
          @expo_rasch_int(po_z%(w%),e_qui%(w%),
            e_qui%(w_max%),wert%)
        CASE 3
          @expo_slow_2_int(po_z%(w%),relatio,e_slo%(w%),
            e_slo%(w_max%),wert%)
        ENDSELECT
      ENDIF
      p_ind_rot%(w%,p%)=p%+wert% *
      IF p_ind_rot%(w%,p%)>po_z%(w%) *
        p_ind_rot%(w%,p%)=p%+wert%-po_z%(w%) *
      ENDIF
      ' ----- nicht rotieren -----
    ELSE IF ro$="SUK"
      p_ind%(w%,p%)=p%
    ENDIF
  NEXT p%
NEXT w%

```

Jedoch hat die Umbiegung der Indices verschiedene Folgen:

- 1) So müssen nun die vertikalen Tiefen ebenfalls über den rotierten Index angesprochen werden.
- 2) Die Positionswerte müssen zunächst als Differenzen der nicht rotierten Positionen dargestellt werden. Dann erst lassen sich die rotierten Differenzwerte addieren, ohne daß man zu nicht sukzessiven Positionswerten gelangt.
- 3) Schließlich müssen alle restlichen Parameter ebenfalls über

* Linear umgerechnet ergeben sich z.B. bei 10 Anschlägen pro Wiederholung in der 1. Wh: $(1/10)*10$ Anschläge, in der 2. Wiederholung $(2/10)*10$ Anschläge usw. Der Umrechnungsprozedur wird $po_z\%(w\%)$ übergeben und der umgerechnete Wert $wert\%$ zurückgegeben.

den rotierten Index angesprochen werden.¹⁰

4) Klangfarbenzirkel

Die Anordnung der Klangfarben als 'lineare' Skala mit einem Oben und Unten widerspricht der Idee der permanenten Vermittlung und daher der Grundidee des Übergangsprogramms. Viel mehr entspräche dieser eine kreisförmige Anordnung, in der das Ende in den Anfang einfließt und so die letzte Klangfarbe der Skala zu deren erster 'überleitet'. Jedoch bleibt alles Geschick, die Skala von Hand so einzurichten, ohne Auswirkungen, wenn dies durch das Programm nicht mit unterstützt wird. Die Differenzbildung (Vergleich eines Elements der Ausgangs- mit dem entsprechenden der Zielgestalt) aller Parameter außer der Klangfarbe geschieht nach dem Schema 'Zielwert-Ausgangswert'¹¹. Auf den Parameter Klangfarbe übertragen heißt dies, daß bei einer Skala von z.B. 200 Farben und Zielwert 200 sowie Ausgangswert 1 die ganze Skala durchmessen werden müsste, um zum Ziel zu gelangen, obwohl im Klangfarbenkreis die beiden Farben direkt nebeneinander liegen und wahrscheinlich auch ähnlich klingen.

Die programmiertechnische Realisierung des Klangfarbenzirkels geschieht nun folgendermaßen:

- 1) Die Differenz zwischen den entsprechenden Klangfarbenelementen beider Rahmengestalten wird auf doppelte Art berechnet. Einmal wird der Ausgangswert vom Zielwert abgezogen und der Variablen `kf_diff1%` zugewiesen (dies ist auch die Differenzbildung bei allen anderen Parametern). Zum andern wird die Differenz von der jeweils anderen Seite der Skala aus gebildet, sodaß der Skalenrand dabei überschritten werden muß (`kf_diff2%`).
- 2) Dann wird im Grunde das Minimum zwischen beiden Variablen als minimale Entfernung auf der Klangfarbenskala unter Einbeziehung des Überschreitens der unteren und oberen Indextränder ermittelt und der Variablen `vergleichs_diff%` zugewiesen.
- 3) Diese Variable wiederum wird auf die Zahl der Wiederholungen umgerechnet in der schon besprochenen Weise und dieser Wert dann ins Differenzfeld `di%()` eingetragen.

```
FOR w%=0 TO w_max%
  FOR p%=1 TO po_z%(w%)
    FOR v%=1 TO ve_z%(w%,p%)
      IF art$="Klangfarben"
        IF wert_2%(p%,v%)=>wert_1%(p%,v%)
          kf_diff1%=wert_2%(p%,v%)-wert_1%(p%,v%)
          kf_diff2%=(kfz%-wert_2%(p%,v%))+wert_1%(p%,v%)
          IF kf_diff2%<kf_diff1%
            vergleichs_diff%=-kf_diff2%
          ELSE
```

¹⁰ Im vorangegangenen Teil des Aufsatzes (STUDIO-BLÄTTER 1990, No.3; S 71) befindet sich ein Notenbeispiel mit Verwendung von Rotation.

¹¹ Alle bisherigen Programmversionen haben sich auch bei der Klangfarbe im Grunde dieses Schemas bedient. Die schon lange vorhandene Option 'mit Übersteigen der Indextränder' geht allerdings in Richtung Klangfarbenzirkel.

```

        vergleichs_diff%=kf_diff1%
    ENDIF
ELSE IF wert_2%(p%,v%)<wert_1%(p%,v%)
    kf_diff1%=wert_2%(p%,v%)-wert_1%(p%,v%)
    kf_diff2%=(kfz%-wert_1%(p%,v%))+wert_2%(p%,v%)
    IF kf_diff2%<ABS(kf_diff1%)
        vergleichs_diff%=kf_diff2%
    ELSE
        vergleichs_diff%=kf_diff1%
    ENDIF
ENDIF
ENDIF
ELSE
    vergleichs_diff%=wert_2%(p%,v%)-wert_1%(p%,v%)
ENDIF
SELECT le_wahl%
CASE 1
@int_fak(w%,vergleichs_diff%,w_max%,wert%)
CASE 2
@expo_rasch_int(vergleichs_diff%,e_qui%(w%),
e_qui%(w_max%),wert%)
CASE 3
@expo_slow_2_int(vergleichs_diff%,relatio,e_slo%(w%),
e_slo%(w_max%),wert%)
ENDSELECT
    di%(w%,p%,v%)=wert%
    next v%
    next p%
next w%

```

4) Schließlich wird- wie bei allen anderen Parametern auch-zur Ausgangsklangfarbe der so ermittelte Differenzbetrag hinzu addiert und in der Variablen kf_wert% gespeichert. Wird diese dadurch kleiner 1, wird die Größe der Skala(kfz%) hinzuaddiert; wenn indes der kf_wert% den Wert der Variablen kfz% übersteigt, wird davon wiederum kfz% subtrahiert. Am Ende wird kf_wert% ins Ergebnis-Klangfarbenfeld e_kf%() eingetragen.

```

FOR w%=0 TO w_max%
    FOR p%=1 TO po_z%(w%)
        FOR v%=1 TO ve_z%(w%,p%)
            kf_wert%=kf_1%(p%,v%)+kf_di%(w%,p%,v%)
            IF kf_wert%<1
                kf_wert%=kf_wert%+kfz%
            ELSE IF kf_wert%>kfz%
                kf_wert%=kf_wert%-kfz%
            ENDIF
            e_kf%(w%,p%,v%)=kf_wert%
        next v%
    next p%
next w%

```

5) Angleichung der Periodenränder

Ursprünglich war von mir geplant, vom Programm her bereits die Wiederholungsanfänge an die vorangegangenen Wiederholungsschlüsse anzugleichen. Dies hätte erhebliche gestaltliche Eingriffe in die einzelnen Wiederholungsperioden zur Folge gehabt und die bisher ziemlich klar ausgeprägte Struktur sukzessiver 'blockhafter' Angleichung doch etwas in Frage gestellt.

Außerdem gibt es sehr wohl Möglichkeiten, den Bruch zwischen den Wiederholungsperioden zu vermeiden, und zwar durch intelligentes Handling (siehe auch Fußnote 2, bezüglich Harmonik). Will man keinen Bruch, müssen sich sowohl Schluß und Anfang in der Ausgangs- und in der Zielgestalt ähneln. Sind hingegen Brüche an den Rändern erwünscht, lassen sich diese in Intensität und Verlauf in starkem Ausmaß durch die Organisation der Ränder der Rahmengestalten vororganisieren. Zu guter Letzt bietet das Programm ja auch noch die Möglichkeit, beliebig viele Übergangsschichten zu überlagern, zeitgenau 'ins Ziel zu steuern', und dabei in einzelnen Gestaltebenen ohne, in anderen mit schwächeren und in wieder anderen mit starken Brüchen an den jeweiligen Periodenrändern zu arbeiten. Da jeder Übergang auch als 'Gestalt', also in speziellem Format, abgespeichert wird und das Kompositionssystem¹² sowohl das Zusammenmergen beliebig vieler Gestalten sowie die gezielte harmonische und rhythmische Bearbeitung von 'Gestalten' überhaupt ermöglicht, glaube ich es verantworten zu können, das Programm in seinem jetzigen Zustand zu belassen.

6) Neuorganisation der Vorbelegungen

Der m.E. größte Schwachpunkt älterer Versionen dieses Übergangsprogramms befand sich dort, wo in Anschlagzahl und/oder in vertikaler Tiefe unterschiedliche Gestalten miteinander verglichen werden sollten¹³. In diesem Fall muß, kraß gesagt, Etwas mit Nichts oder umgekehrt verglichen werden. Deshalb wurden Methoden definiert, die aus dem Nichts ein Etwas erzeugten, das dann mit dem andern Etwas verglichen werden konnte. Die älteren Programmversionen setzten daher anstelle eines evtl. vorhandenen Nichts das letzte vorhandene Element der nicht erweiterten Gestalt.

Die neueste Version geht differenzierter vor. Sie führt zwei Prozeduren ein, die die Vorbelegungen besorgen mit dem Zweck, beide Gestalten in ihren Umrissen (Zahl der Anschläge und vertikale Tiefe für jeden Anschlag) vollständig identisch zu organisieren. Dabei müssen meist in beiden Rahmengestalten Klangereignisse aus sich selbst hinzu erzeugt werden.

Die Hinzuerzeugung im Bereich der Anschläge enthüllt besonders klar den Auffüllmechanismus: die 'kleinere' Gestalt wiederholt sich selbst so oft, bis sie die Anschlagzahl der 'größeren' Gestalt erreicht hat. Die Anpassung an die maximale Stimmenzahl für beide Rahmengestalten pro Anschlag erfolgt in

¹² Siehe mein Vortrag 'Komponieren mit dem Computer'.

¹³ Die allermeisten Gestalten, zwischen denen Übergänge stattfinden sollen, sind sowohl in der Zahl ihrer Anschläge als auch in ihrer Stimmenzahl unterschiedlich.

analoger Weise.¹⁴ (Schema am Schluß des Aufsatzes)

7) Einbindung ins Kompositionssystem

Im Gegensatz zu früheren Versionen ist auch das Übergangsprogramm nun Teil eines großen, computerunterstützten elementaren¹⁵ Kompositionssystems. Verantwortlich sind besonders zwei Neuerungen im Programm:

1) Einbau von Formlisten; diese enthalten die eine Gesamtform

¹⁴ In derselben Weise sind die wiederholten Anfangselementgruppen im Modulprogramm sowie die Vorbelegungen im Systemprogramm erzeugt (siehe mein Vortrag 'Komponieren mit dem Computer' im selben Heft). Die denkbar einfache Routine (aus dem Modulprogramm) lautet folgendermaßen:

```
PROCEDURE fuehle_zyklisch(gru%,e_z%,VAR e_feld%)
  LOCAL e_zae_1%,e_zae_2%
  e_zae_1%=gru%
  e_zae_2%=0
  DO
    INC e_zae_1%
    INC e_zae_2%
    e_feld%(e_zae_1%)=e_feld%(e_zae_2%)
    EXIT IF e_zae_1%=e_z%
    IF e_zae_2%=gru%
      e_zae_2%=0
    ENDIF
  LOOP
RETURN
```

Hierbei werden zwei Zähler e_zae_1% und e_zae_2% hochgezählt; e_zae_1% wird durchgezählt, e_zae_2% beginnt immer wieder von vorne, wenn die (kleinere) Gruppenzahl erreicht ist. Dies bewirkt die fortlaufende Zuweisung immer der ersten gru% Elemente an das Ergebnisfeld e_feld%(), bis beim Erreichen der Gesamtelementzahl die Schleife abgebrochen wird.

¹⁵ 'Elementar' ist das ganze System deshalb, weil der Computer bisher nur Werkzeug meiner Intentionen ist, wenngleich ein sehr komfortables. Der nächste Schritt müsste also darin bestehen, mit den im bisherigen Kompositionssystem enthaltenen kompositorischen Kategorien der Maschine etwas von meinen musikalischen Grundeinstellungen mitzuteilen, die mir dann umgekehrt beim Komponieren als Realisierungsschemata auf den verschiedensten kompositorischen Ebenen vom Computer vorgeschlagen werden könnten. Erst dies wäre ein fortgeschrittenes Kompositionssystem. Jedoch kann das sinnvollerweise nur auf der Basis aktiver kompositorischer Beschäftigung mit dem vorhandenen Programm entwickelt werden. Deshalb gedenke ich in den nächsten Monaten eine 60-minütige Ballettmusik für 20 Spieler und Live-Elektronik zu komponieren (als Kompositionsauftrag der Stadt Stuttgart), bei der mein Kompositionssystem- und damit auch die neueste Version des Übergangsprogrammes weitestgehend Verwendung finden sollen.

konstituierenden Gestalten, ihre genauen Einsatzpunkte in Sekunden und Viertelpositionen sowie die Sekunden- und Viertelangabe für Tempowechsel. Die Erzeugung der Formlisten geschieht im Formprogramm. Dennoch können optional nach wie vor beliebige Rahmengestalten mit entsprechenden Einsatzpunkten bzw. Zeitpunkten für Tempowechsel ausgewählt werden, um sie im Übergang miteinander zu verknüpfen.

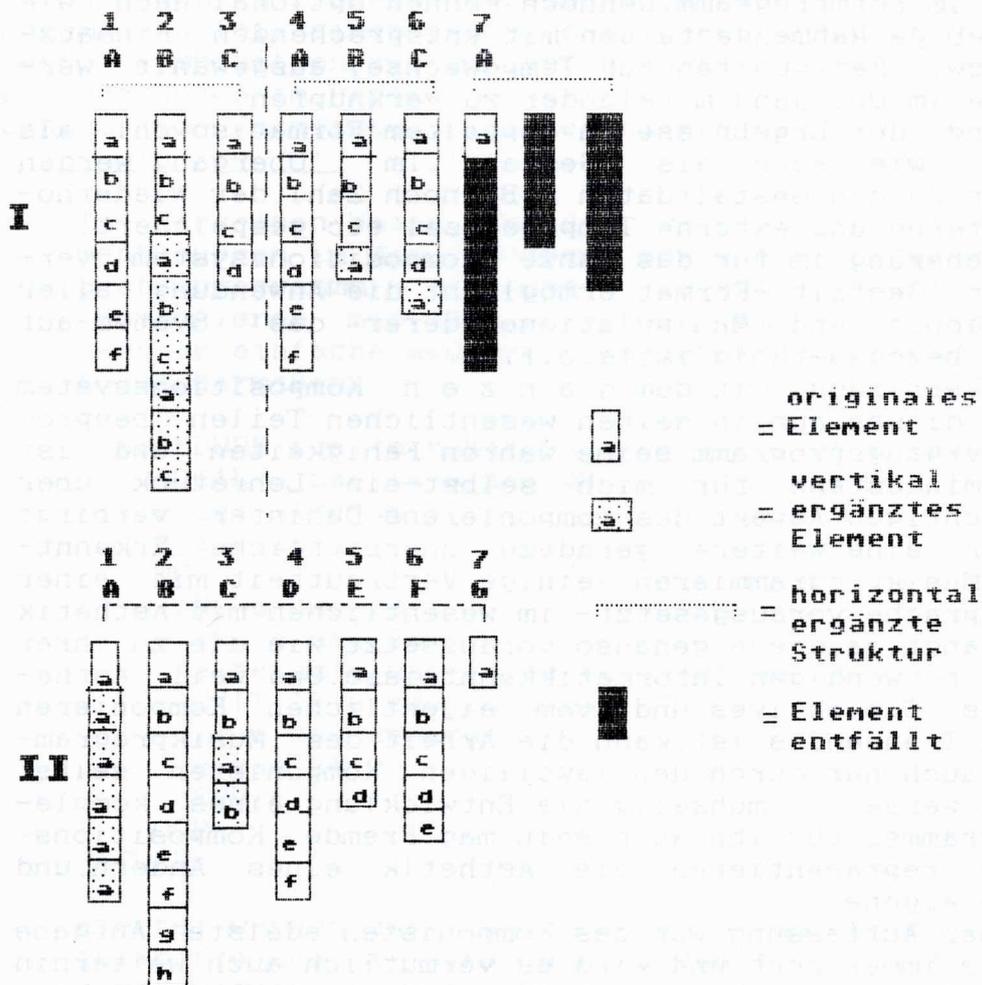
- 2) Speicherung der Ergebnisse in doppeltem Format: sowohl als 'Übergang' wie auch als 'Gestalt'. Im 'Übergang' werden zusätzlich zu den Gestaltdaten z.B. noch Zahl der Wiederholungen, interne und externe Tempowechsel etc gespeichert. Die Speicherung im für das ganze Kompositionssystem verbindlichen 'Gestalt'-Format ermöglicht die Anwendung aller Modifikationen und Manipulationen, derer das System auf Gestalten bezogen-fähig ist (s.o.).

Erst in Verbindung mit dem g a n z e n Kompositionssystem entfaltet dieses nun in seinen wesentlichen Teilen besprochene Übergangsprogramm seine wahren Fähigkeiten und ist zugleich-mindestens für mich selbst-ein Lehrstück über einen wichtigen Aspekt des Komponierens. Dahinter verbirgt sich aber eine weitere geradezu unerbittliche Erkenntnis: daß Musikprogrammieren - einige Vertrautheit mit einer Computersprache vorausgesetzt- im wesentlichen mit Ästhetik zusammenhängt, ja, diese genauso voraussetzt wie die zu ihrer Umsetzung notwendigen Informatikkenntnisse. Und weil Ästhetik etwas Subjektives und vom eigentlichen Komponieren nicht zu Trennendes ist, kann die Arbeit des Musikprogrammierens auch nur durch den jeweiligen Komponisten selbst geleistet werden, so mühselig die Entwicklung eines komplexen Programmes für ihn auch sein mag. Fremde Kompositionsprogramme repräsentieren die Ästhetik eines Andern, und nicht die eigene.

Nach meiner Auffassung war des Komponisten edelste Aufgabe und ist es immer noch und wird es vermutlich auch weiterhin bleiben, daß hinter den von ihm geschaffenen Klangobjekten seine eigene erlebte, durchlittene, erkämpfte und oft den ungeheueren Widrigkeiten seines Daseins abgerungene Geisteswelt hörbar wird, ganz gleich, mit welchen Techniken das Musikstück komponiert worden ist. Gehört Musikprogrammieren zum kompositionstechnischen Handwerkszeug des Komponisten der Zukunft- und ich zweifle nicht im geringsten daran¹⁶- werden wir Komponisten gar keine andere Wahl haben als uns dieser Herausforderung ohne Wenn und Aber zu stellen. Kein anderer als jeder von uns selber kann uns diese Arbeit abnehmen, wollen wir uns selbst und unser Tun nicht aufgeben.

¹⁶ Dieses und viele andere ähnliche Programme beweisen, daß die Zukunft schon längst begonnen hat!

Schema: Mechanik der Vorbelegungen
bei Vergleich zweier Gestalten



Der vierte und letzte Teil des Aufsatzes beschäftigt sich mit der Analyse zweier Stücke, in denen das Übergangsprogramm zur Anwendung gelangt ist.

Georg Wötzer

Musikalische Übergänge - vom Computer komponiert (4)

Abstract

This last part of the essay will show two pieces, which have been composed by means of two versions of the transition program. What can be seen is, how delicately and even ingeniously the repetition periods by the program are formed, and how the capability of superposing different musical layers will produce nearly automatically an uninterrupted musical current.

As a summary I can say, that this program is less based on my knowledge of computer systems or of computer languages but much more on my experience as a professional musician with all the aesthetic, artistic and practical background. So the professionalism of such a music program will not be mainly a matter of refined presentation of something, but rather will it be a scientific solution of a compositional problem. The validity of this solution must be proved within a composition. The more convincing the artistic result, the more useful the program will be for musicians.

Die drei vorangegangenen Teile des Aufsatzes waren einer ausführlichen Diskussion des Algorithmus und verschiedener damit zusammenhängender Probleme gewidmet. Abschließend soll nun an zwei Stücken die Wirkungsweise des Programms demonstriert werden. Das zweite Stück ('ECHOS') verwendete dabei eine gegenüber dem ersten Stück ('WIR') erheblich weiterentwickelte Programmversion.¹

A) ' W I R '

Das erste Stück, 'WIR' für Mezzosopran, zwei Schlagzeuger, Live-Elektronik und Dirigenten, wurde im Sommer 1989 komponiert und im Herbst desselben Jahres im Rahmen der Esslinger Studiokonzerte uraufgeführt. Zur Verdeutlichung meiner musikalischen Absichten stelle ich den Werkkommentar zu 'WIR' den Analysen voraus.

¹ Wie aus allem bisher Gesagten hervor geht, besteht bei beiden Stücken die Programmanwendung darin, von Hand komponierte Gestalten durch den Rechner miteinander verbinden zu lassen, um sie daraufhin wieder von Hand-gegebenenfalls harmonisch, rhythmisch, spieltechnisch, dynamisch oder wie auch immer, nach meiner musikalischen Intention zu modifizieren. Grundlage jeglicher musikalischer Bearbeitung ist eine Klangfarbenskala, die alle für die Berechnung eines Überganges notwendigen Klangfarben-Informationen enthält und von Hand (also über das Gehör oder die musikalische Vorstellung) gemäß beschriebener ästhetischer Vorgaben angeordnet ist.

1) Werkkommentar

" WIR ist mein erstes 'digital' komponiertes Stück, da einmal bestimmte kompositorische Aufgabenstellungen am Rechner als Lösungsvorschläge erarbeitet wurden, und außerdem die Aufführung des Stückes selbst den Einsatz des Rechners verlangt.

Das musikalische Grundmaterial bildet eine Stelle aus Bachs Fuge Fis-Dur (WKII), sowie, als vertonter Text, ein Gedicht von Reiner Kunze. Aus dem Bachzitat wurden die drei Grundstrukturen Tonhöhen-klangfläche, Geräusch - bzw. Tonhöhen-echoimpulse und Zisch-Wischgeräusche und davon jeweils wieder einige 'gerichtete' Varianten entwickelt. Die Varianten der Struktur 'Echo-Impulse' zum Beispiel nähern sich immer mehr in Material und innerem Aufbau der Struktur 'Zisch-Geräusche', während die Varianten der Struktur 'Klangfläche' sich etwas der Struktur 'Echo-Impulse' nähern; dagegen verharret die Struktur 'Zisch-Geräusche' ohne Entwicklung 'in sich', ohne Reaktion auf die Veränderungen der sie umgebenden anderen Gestalten. Die Erstellung der Form beruht somit in der Dramaturgie dieser Entwicklungsverläufe, deren logische und musikalisch überzeugende Verknüpfungen, Abfolgen, Überlagerungen.

Würden die Grundstrukturen und deren Varianten noch weitgehend 'von Hand' komponiert, konnte an den Partien zwischen den einzelnen Strukturen bzw. deren Varianten ein von mir entwickeltes Computerprogramm eingesetzt werden mit dem Ziel, die Strukturen miteinander zu verknüpfen. Daraus wiederum entstand die Möglichkeit, 'Übergang' als musikalische Größe ebenso zu definieren und zu behandeln wie Tonhöhe oder Klangfarbe. Ebenso erwachsen neue zeitlich-kompositorische Möglichkeiten wie das mühelose Auskomponieren von Accelerando- bzw. Rallentando-Prozessen sowie deren beliebiger Überlagerungen. Viele dieser Möglichkeiten sind allerdings in WIR noch kaum ausgeschöpft, das Stück ist - wie oben schon angedeutet - ein Anfang, vielleicht eine Verheißung, noch keine Erfüllung.

Da der Text als musikalisch-klangliches Phänomen behandelt wird, ist er denselben digitalen Verarbeitungsprozessen unterworfen wie alles übrige Klangmaterial ebenfalls. Dies bedeutet einerseits die komplette Zertrümmerung vorgeformter Modelle und Entitäten, andererseits aber auch die Möglichkeit der 'künstlichen' Resynthese. Übertragen auf den Kunze'schen Text heißt dies, daß wir mit unserer Technologie (auf die wir nicht mehr verzichten können) immer stärker in die Natur eingreifen und diese verändern, ja zerstören, daß aber diese Technologie uns die Möglichkeit gibt, solche Eingriffe auszugleichen, also zerstörte Natur zu resynthetisieren. Bleiben solche Ausgleichsmaßnahmen allerdings aus oder geschehen sie fehlerhaft, droht die Katastrophe, tritt ein, was am Schluß des Stückes symbolisch dargestellt ist: aufgrund des auskomponierten Accelerandos (von 160 MM nach 640 MM) ist der Spieler immer weniger in der Lage, alle vorgeschriebenen Aktionen richtig auszuführen; ihm läuft zusehends die Zeit davon...

Der Computer spielt aber nicht nur eine wichtige Rolle bei der Erzeugung eines Teils des Notentextes, sondern auch bei

dessen klanglicher Realisierung. Neben den 'menschlichen' Spielern benötigt das Stück einen digitalen Synthesizer sowie ein digitales Hallgerät, die beide vom Computer aus gesteuert werden. Der Computer allerdings wird - von einem Spieler gesteuert! Schaltet man nämlich die Tastatur beim Synthesizer für die Klangerzeugung ab, kann man mit Hilfe eines speziellen Sequenzerprogrammes mittels Tastendruck das Wiedergabetempo durch den Computer innerhalb gewisser Grenzen verändern, indem ein Spieler genau im Schlagtempo des Dirigenten eine Taste niederdrückt. Die Kunst des Dirigenten besteht dann einmal darin, insbesondere an Stellen mit starken Tempowechseln das 'Einstiegsfenster' nicht zu verfehlen (+ - 5 Schläge zum vorprogrammierten Tempo!!), und-falls dieses doch geschehen ist-möglichst schnell wieder in den beeinflussbaren Tempobereich zu gelangen.

Gerade hier eröffnet sich die Vision einer intelligenten Technologie: die nicht mehr stur nach einem unverrückbaren Mechanismus abläuft, sondern in Dialoge tritt, veränderbar ist aber auch von der anderen, der menschlichen Seite Flexibilität, Veränderbarkeit und Intelligenz verlangt."

Der Komposition liegt übrigens folgendes Gedicht Reiner Kunzes zugrunde:

Unter sterbenden Bäumen
Wir haben die Erde gekränkt, sie nimmt
ihre Wunder zurück

Wir, der Wunder
eines

2) Analyse I

Der erste Übergang, der näher betrachtet werden soll, befindet sich zwischen Takt 14 und Takt 93. Als Ausgangsgestalt wird der zweite Teil der Anfangsstruktur (Nbsp. 1a, Takt 8-13), als Zielgestalt der erste Teil der zweiten Struktur verwendet (Nbsp. 1b, Takt 94-99).²² Zwischen Ausgangs- und Zielgestalt befinden sich acht Übergangswiederholungen.

²² Da in diesem Zusammenhang die Beschreibung der musikalischen Auswirkungen des Übergangsprogrammes im Vordergrund stehen, verzichte ich auf die Analyse der von Hand erzeugten Strukturen.

Nbsp. 1a

Ausgangsgestalt

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| ⑤ | | | 3 | | | 2 | | 4 | | | |
| 3 | | | 4 | | | 4 | | 4 | | | |

Stimme

Musical staff for voice (Stimme) with notes and lyrics [z], [m], [r], [e], [e]. Dynamics include mp, poco f, mf, pp, and poco f.

Metall u. Holz SZ I

Musical staff for Metal and Wood (Metall u. Holz SZ I) with notes and dynamics mf, mp, pp.

Fell

Musical staff for Drum (Fell) with notes and dynamics.

Metall u. Holz SZ II

Musical staff for Metal and Wood (Metall u. Holz SZ II) with notes and dynamics.

Vibraphon

Musical staff for Vibraphone (Vibraphon) with notes and dynamics.

Zisch

Musical staff for Zisch (a) and (b) with notes and dynamics mp, mf, molto p.

Synth

Musical staff for Synth and Hall (u. Hall) with notes and dynamics.

(Nbsp. 1a)

Ausgangsgestalt

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 2 | | 3 | | | 2 | | 3 | | | 2 | |
| 4 | | 4 | | | 4 | | 4 | | | 4 | |

Stimme

[u] [i] [r] [f] [t]

pp poco f p mp

Metal u. Holz

Sz I

Fell

Nad R (rub) mf mp p p

Nad R Nad K

Metal u. Holz

Sz I

Vibra-phon

Zisch

Synthi

u.

Ha

Nbsp. 1b

Zielgestalt

- 23 -

Langsam (♩=36)

263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274

4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4

sehr intensiv mit Vibr. ohne Vibrato beginnen Zunehmend mit Vibrato mit Vibrato, nicht zuviel

[wir] [ha-] [ben]

molto f *assai* molto p

Metal u. Holz

Sz I

Fell

Metal Holz Sz I

Vibra-phon

(trem) 3 Fs (Vsch) (trem) 3 Fs (Vsch) (trem)

mp mf p molto pp mp f molto p mf

Synth: u. Hall

Hall: 2

mp mf pp mp p mf pp mp

(Nbrp. 1b)

Zielgestalt

- 24 -

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 275 | 276 | 277 | 278 | 279 | 280 | 281 | 282 | 283 | 284 | 285 | 286 |
| 2 | | 4 | | | | 4 | | | | 2 | |
| 4 | | 4 | | | | 4 | | | | 4 | |

Stimme

ohne Vibrato, fast wie gesprochen
ohne Vibrato beginnen

(poco f)
[die] pp
[Er] molto pp

Metal u. Holz

Sz I

Fell

Metal u. Holz

Sz II

Vibraphon

F₅ (Vsch) (trem) F₅ (Vsch) F₅ (Vsch) (trem) F₅ (Vsch)

mp f molto p mf > < < < mp < mp < assai molto p mp f <

Kf I

Synth:

u.

Haar

pp molto p p mf 4² pp

Nbsp. 1b

(dA pdd)

a) Ausgangsgestalt (Takt 8-13)

Stimme: Das Klangmaterial der Stimme besteht aus z.T. kurzen, z.T. gehaltenen Geräuschaktionen ohne irgendwelche Tonhöhen; der 'Text' ist völlig musikalisiert und asemantisch.

Schlagzeug: Das Schlagzeug verwendet nur geräuschhafte Metallinstrumente ohne distinkte Tonhöhe (verschiedene Becken und Tamtam) mit Nachklang, teils gerieben oder gewischt, teils angeschlagen.

Synthesizer: Auch die beiden Akkorde des Synthesizers sind stark geräuschhaft; der erste Klang ist ein kurzer Akkordimpuls, der folgende mit eher zischend-beckenhaft-ausklingendem Charakter.

Das Ausgangstempo ist bewegt (Viertel=108 MM).

b) Zielgestalt (Takt 94-99)

Stimme: Im Gegensatz zum Ausgangsmodell enthält die Singstimme nur gesungene, überwiegend sehr lang gehaltene Töne auf semantischer Textgrundlage.

Schlagzeug: Ebenso konträr zum Anfang verhält sich jetzt die Schlagzeugpartie. Das Vibraphon mit seinen distinkten Tonhöhen spielt klangfarblich und dynamisch abgestufte Arpeggien, durch Pedalanweisungen zusammengebunden zu in sich bewegten Klangflächen.

Synthesizer: Die elektronische Struktur schließlich verstärkt das Klangflächenprinzip durch Überlagerung von fünf aufeinander bezogenen, gehaltenen Teilschichten unterschiedlicher Dynamik. Das Zieltempo ist nun sehr langsam (Viertel=36 MM).

c) Beschreibung der Übergangsperioden

Um die Analyse nicht ausufern zu lassen, beschränke ich mich auf die grobe Schilderung der Entwicklung der Schlagzeugpartie; das dort Ermittelte gilt dann analog auch für die übrigen Partien.

Wiederholung 1 (Takt 14-22, 2. Achtel, Nbsp. 2)

Das Instrumentarium ist noch ähnlich wie im Ausgangsmodell, der Rhythmus ist verändert.

Nbsp. 2

The musical score consists of two systems. The first system, labeled 'Nbsp. 2', features three staves: 'Metal u. Holz', 'Sz I', and 'Fell'. Above the staves are handwritten notes: 'Nad K', 'Nad K', 'Nad M', 'Nad M', and 'Nad K'. Dynamics include 'pp', 'mf', and 'pp'. A circled '14' is written on the first staff. The second system, labeled 'Wiederholung 1', features three staves: 'Metal u. Holz', 'Sz I', and 'Vibraphon'. A note on the top staff is labeled 'Bo R (Kein Kreischen!)' with a dynamic of 'pp'. A bracket connects the 'Vibraphon' staff to the 'Wiederholung 1' label.

Wiederholung 1

(Nbsp.2)

Wiederholung 2

Wiederh. 2 (Takt 22, 2. Achtel - 26, 6. Achtel, Nbsp. 3)
 Die resultierende Übergangsgestalt ist noch ähnlich wie in der 1. Wiederholung, jedoch erfolgt in Takt 24, 4. Viertel das erste Auftreten des Vibraphons.

Nbsp. 3

Wiederholung 2

Nbsp. 4

(26)

immer Fsch

Metal u. Holz

Sz I

Fell

Fsch k

pp

Rk ~ R

mf p

Rk

Rk

F_n

F_n

molto p

Bo weglegen!

Wiederholung 3

Metal Holz

Sz II

Vibra-phon

R.H.: 1 (Bambus-)St, Nad

L.H.: 1 (Bambus-)St, Bü

(Nbsp. 4)

beide Fsch umdrehen!

(33)

Metal u. Holz

Sz I

Fell

Nad F

p

Bü F

pp

R.H.: 1 (Bambus-)St, Nad

L.H.: 1 (Bambus-)St, Bü

Wiederholung 3

Wiederholung 4

Metal Holz

Sz II

Vibra-phon

Nad

sim

St

molto pp

molto pp

ppp

Wiederh. 4 (Takt 33,8. Sechzehntel-Takt 41,2. Viertel, Nbsp. 5)
 Das Instrumentarium verschiebt sich anfangs der Gestalt deutlich in Richtung Fellinstrumente ('gehaltene' Wisch-Tremoli); der zweite Teil der Gestalt setzt sich deutlich ab durch die weiter ausgedehnte Vibraphonpartie, Konturen aus der Zielgestalt sind bereits etwas erkennbar.

Nbsp. 5

Wiederholung 4

Metal u. Holz

Sz I

Fell

Bü F ↑↓

Bü Cor

Bü F

St F ↑↑

St F ↓↓

St

pp

p

molto p

mp

p

poco

Metal u. Holz

Sz II

Vibra-phon

St (einzelner Wisch) ↓

pp

Metal u. Holz

Sz I

Fell

Bü F ↑↑

Bü F ↓↓

41

molto p

p

Wiederholung 4

Metal u. Holz

Sz II

Vibra-phon

St (sim) ↑

St ↓↑

St ↑

Bü ↓↑

Wiederholung 5

molto p

p

molto p

pp

Wiederholung 5 (Takt 41, 2. Viertel - 50, 2. Sechzehntel, Nbsp. 6)
Der erste Teil der Wiederholung besteht überwiegend aus gehaltenen bzw. tremolierenden Fellwischen; im zweiten Teil expandiert die Vibraphonpartie weiter, einzelne Tonhöhenwendungen sind bereits identisch mit der Zielgestalt.

Nbsp. 6

Musical score for Nbsp. 6. It features three staves: Metal u. Holz (top), Sz I (middle), and Fell (bottom). The Metal u. Holz staff has a note marked 'St (gebogen)' with a bowing symbol and 'pp' dynamic. The Sz I staff has notes marked 'Bü Cor', 'Nad F ↑↑', and 'St F →'. The Fell staff has notes marked 'molto p', 'p', and 'mp'. There are also some handwritten annotations like '7 2' and '7 2' on the Fell staff.

Wiederholung 5

Musical score for Wiederholung 5 (first instance). It features three staves: Metal u. Holz (top), Sz I (middle), and Vibraphon (bottom). The Vibraphon staff has a note marked 'St' with a bowing symbol and 'fp' dynamic.

(Nbsp. 6)

50

Musical score for Wiederholung 5 (second instance). It features three staves: Metal u. Holz (top), Sz I (middle), and Fell (bottom). The Fell staff has a note marked 'Bü F ↓↓' with a bowing symbol and 'molto p' dynamic.

Wiederholung 5

Wiederholung 6

Musical score for Wiederholung 6. It features three staves: Metal u. Holz (top), Sz II (middle), and Vibraphon (bottom). The Sz II staff has notes marked 'Nad ↑↑', 'St', 'Nad ↓↓', 'St ↑↑', and 'Nad ↓↓'. The Vibraphon staff has notes marked 'fmp', 'mf', 'pp', 'p', and 'mp molto pp'. There are also some handwritten annotations like '3', '(gealt)', and 'E'.

Wiederholung 6 (Takt 50, 2. Sechzehntel-62, 2. Viertel, Nbsp. 7)
 Auch hier, wie in den vorangegangenen Wiederholungen, herrschen im ersten Teil der Gestalt gehaltene Wische vor, allerdings nun 'tonhaft' auf Chamberblocks. Der zweite Teil der Gestalt expandiert weiter die Vibraphonpartie, die noch deutlichere und ausgedehntere Identitäten mit dem Ziel aufweist.

Nbsp. 7

Musical score for Nbsp. 7. It features three staves: Metal u. Holz (top), S Z I (middle), and Fell (bottom). The Metal u. Holz staff contains notes with stems and flags, marked with 'St' and 'sim.'. The S Z I staff has dynamics 'molto p', 'mp', and 'pp' with a crescendo hairpin. The Fell staff has notes with stems and flags, marked with 'mf p' and 'St BÜ'. A 'St' marking is also present at the end of the section.

Wiederholung 6

Musical score for Wiederholung 6 (first instance). It features two staves: Metal u. Holz (top) and Vibraphon (bottom). The Metal u. Holz staff is mostly empty, with a 'Nad' marking at the end. The Vibraphon staff has notes with stems and flags, marked with 'mfz' at the end.

(Nbsp. 7)

Musical score for (Nbsp. 7). It features three staves: Metal u. Holz (top), S Z I (middle), and Fell (bottom). The Metal u. Holz staff has the instruction 'Legt Nad u. BÜ weg'. The S Z I staff has a box containing 'R. H.: (Bambus-) St' and 'L. H.:'. The Fell staff is empty.

Wiederholung 6

Musical score for Wiederholung 6 (second instance). It features two staves: Metal u. Holz (top) and Vibraphon (bottom). The Metal u. Holz staff has notes with stems and flags, marked with 'St Nad', 'Nad St', 'Nad St', 'Nad St', and 'St'. The Vibraphon staff has notes with stems and flags, marked with 'mp pp', 'mf', 'molto p', 'mp pp', 'mf', and 'pp'. A 'St' marking is also present at the end of the section.

(Nbsp. 7)

62

St St Sim

Metal u. Holz

Sz I

Fell

Wiederholung 6

molto p

Wiederholung 7

Legt Nad u. Bü weg

Metal Holz

Sz I

Vibra-phon

St (trem)

R.H.: Vrsch } gedreht
L.H.: Vrsch }

mf p

Wiederholung 7 (Takt 62, 2. Viertel-75, 3. Achteltriolen, Nbsp. 8)
 Hier bietet sich das gleiche Bild wie in der vorangegangenen Wiederholung, nur mit noch ausgedehnterer Vibraphonpartie, die noch mehr Identitäten mit dem Ziel aufweist.

Nbsp. 8

Wiederholung 7

(sim) (sim)

Metal u. Holz

Sz I

Fell

pp

immer mit Stiel

Metal Holz

Sz I

Vibra-phon

(trem)

pacif P mf pp

(Nbsp. 8)

Metal u. Holz
Sz I
Fell

Wiederholung 7

Metal u. Holz
Sz II
Vibra-phon

(Nbsp. 8)

1 Schlägel drehen!

Metal u. Holz
Sz I
Fell

Wiederholung 7

Wiederholung 8

Metal u. Holz
Sz II
Vibra-phon

Wiederholung 8 (Takt 75, 3. Achteltriole-94, Nbsp. 9)
 Die bisherige Zweiteilung der Wiederholungsgestalt löst sich auf, indem einerseits sich die Chamberblockpartien quantitativ reduzieren und andererseits das Vibraphon in diese eindringt, sich 'einmischt'. Die Vibraphonpartie schließlich weist viele identische Tonabfolgen mit der Zielgestalt auf.

Nbsp. 9

Musical score for Nbsp. 9. It features three staves: 'Metall u. Holz', 'Sz I', and 'Fell'. The 'Metall u. Holz' staff has a handwritten 'Fsch(ko)' above the first measure and 'R' above the second measure. The 'Sz I' staff has a handwritten 'St' above the third measure. Dynamics include 'pp' in the first measure and 'p' in the third measure. There are triplets in the third measure.

Wiederholung 8

Musical score for Wiederholung 8. It features two staves: 'Metall u. Holz' and 'Vibra-phon'. The 'Vibra-phon' staff has a handwritten 'immer St' above the first measure. Dynamics include 'mp' in the first measure, 'pp' in the second measure, and 'molto p' in the fourth measure. There are triplets in the second and third measures, and a '(trem)' marking in the fourth measure.

(Nbsp. 9)

Wiederholung 8

Musical score for (Nbsp. 9) Wiederholung 8. It features two staves: 'Metall u. Holz' and 'Vibra-phon'. The 'Vibra-phon' staff has multiple '(trem)' markings. Dynamics include 'f', 'molto p', 'mf', 'pp', 'molto p', 'f', and 'mp' across the measures.

(Nbsp. 9)

Wiederholung 8

Metal
Hölz
SZ I

Vibra-
phon

1. Schlägel drehen
2. Schlägel drehen, immer beide mit Ko

(trem) etwas drängend (trem)

mf *molto p* *molto f* *pp*

(Nbsp. 9)

Wiederholung 8

Metal
Hölz
SZ I

Vibra-
phon

(trem)

molto f *mf* *f* *mf*

Zielgestalt Takt 95-99, Nbsp. 10 (nur Schlagzeug)

95 Langsam (♩ = 36)

Metal
Hölz
SZ I

Vibra-
phon

(trem) F_5 (Vsch) (trem) F_5 (Vsch) (trem)

mp mf *p* *molto p* *pp* *mp* *f* *molto p* *p* *molto f* *mf*

Metal
Hölz
SZ I

Vibra-
phon

F_5 (Vsch) (trem) F_5 (Vsch) F_5 (Vsch) (trem) F_5 (Vsch) (trem)

mp *f* *molto p* *mf* *mp* *mp* *assai p* *molto p* *mp* *f*

3) Analyse II

Die zweite Stelle, Takt 106-119, demonstriert einen Übergang durch Substitution; dies bewirkt die Ausdünnung der Ausgangs- und ein Anwachsen der Zielgestalt. Der Prozeß wird verstärkt dadurch, daß die Zielgestalt -im Gegensatz zur Ausgangsgestalt- tonal ist (ein sehr kurzes Fragment im Stile Bachs) und sich dadurch von ihrer Umgebung plastisch abhebt. (Nbsp. 11)

Um Raum und Zeit zu sparen, erfolgt wieder eine Grobanalyse der entsprechenden Partie, diesmal allerdings nur des elektronischen Teils. Der Übergang setzt sich aus vier Übergangsperioden zusammen. Die einzelnen Perioden sind in Nbsp. 11 gekennzeichnet.

a) Ausgangsgestalt (Takt 106-111)

Das Ausgangsmodell besteht aus Akkordrepetitionen, die sich verlangsamen, dynamisch abschwächen und auch in ihrer vertikalen Tiefe reduzieren (Ei, 1). Am Schluß der Ausgangsgestalt erscheint noch ein etwas gehaltener Ton aus der Zitatschicht (Zit 1). Die Länge der Gestalt beträgt 16 Viertel.

b) Zielgestalt (Takt 118.4. Achtel-119)

Die tonale Zielgestalt besteht aus einem verzierten Dominantseptimakkord nach Fis-Dur, überlagert von zwei verbleibenden Tönen der Repetitionsschicht (g1, f1), wobei das f1 = eis1 als Leitton nach Fis-Dur gelesen bzw. gehört werden kann. Die Zeitquanten der Zitatschicht verlaufen in durchgehenden Sechzehnteln; die Länge der Gestalt beträgt ungefähr 1,5 Viertel.

c) Beschreibung der Übergangsperioden

Wiederholung 1

Die gesamte Gestalt ist sofort viel kürzer als die Ausgangsgestalt; die Vertikalstruktur der 'Echoimpulse' ist etwas ausgedünnt und rhythmisch leicht variiert. Die Zitatschicht am Anfang und Schluß der Gestalt ist (quantitativ) erweitert.

Wiederholung 2

Die 'Echoimpulse' der Schicht Ei, 1 sind weiter ausgedünnt, die Zitatschicht Zit, 1 dagegen weiter angewachsen und leicht beschleunigt.

Wiederholung 3

Hier sind dieselben Tendenzen erkennbar wie bei der vorangegangenen Wiederholung; die Gestalt ist etwas verkürzt. Die Zitatschicht ist als tonale Schicht identifizierbar.

Wiederholung 4

Von der Ausgangsgestalt ist nur noch wenig zu hören; die tonale Schicht wurde 'von Hand' etwas reduziert, um die Eindeutigkeit des Prozesses nicht penetrant werden zu lassen und für ein winziges Überraschungsmoment im Ziel zu sorgen. Außerdem ist noch eine weitere zeitliche Komprimierung festzustellen.

Wenn man die ganze Stelle anhört, ist übergreifend wahrnehmbar nun nicht nur die Ausdünnung der Akkordrepetitionen, das Entstehen und Hervortreten des tonalen Zitats und die zeitliche Verdichtung desselben sondern auch die gegenläufige Dynamik des ganzen Prozesses, indem die Echoimpulse immer leiser werden und das Zitat crescendiert.

Nb.sp. 11

Rasch
(♩ = 108)

- 26 -

| | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 299 | 300 | 301 | 302 | 303 | 304 | 305 | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 |
| (105) | | | | | | | | | | | |
| 2 | | 2 | | 4 | | | | 2 | | 2 | |
| 4 | | 4 | | 4 | | | | 4 | | 4 | |

Stimme

[ei] [wun] [der]
f molto f mf

(immer Trst)

Metal u. Holz
S Z I
Fell

trem trem trem trem trem
f mf f molto mf

Legt Vsch weg

Metal u. Holz
S Z I
Vibra-phon

R.H.: 1 Trst
L.H.: 1 Trst

Ausgangsgestalt

Hall: 3

klf 1
Synthi
u. Hall
Ei, 1

f *b mf ff f mp f P pccmf molto p

* Die Vorzeichen gelten für das jeweilige ganze System.

(Nbsp. 11)

- 29 -

Rascher (♩=112)

(An. g. d. H.)

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| (Nbsp. 11) | 335 | 336 | 337 | 338 | 339 | 340 | 341 | 342 | 343 | 344 | 345 | 346 |
| | 3 | | | 3 | | | 4 | | | | 2 | |
| | 4 | | | 4 | | | 4 | | | | 4 | |

Stimme

[f] mp [u][z] molto p mf [u] molto p [k] [f] mp mf [u] [f] mp f

Metal u. Holz
Sz I
Fell

trem
molto p (immer Trst)

mf mf mp

Metal u. Holz
Sz II
Vibra-phon

mp p mp p p

K R (Wisch) K R (Wisch) (auf) R

Wiederholung 4 Ziel-gestalt

Hall: 4

Ei 1 Ei 2

Synthi
Zit 1
u.
Hall

molto f molto p molto p molto p pp

(sim) * (sim) (sim) (sim) (sim)

* sim = gleiche Vorzeichen

B) ' E C H O S '

Das zweite Stück, das ich mit Hilfe einer upgedateten Version des Übergangsprogramms komponierte, ist 'ECHOS' für Oboe, Violine, Klavier und einen Dirigenten. Es entstand im Jahre 1990 und wurde im Februar 1991 im Rahmen der 'Berner Spätkonzerte' im Sendesaal des DRS Bern uraufgeführt. Auch hier sei das Vorwort zum Stück vorangestellt, zur Erläuterung meiner ästhetischen Absichten.

1) Werkkommentar

ECHOS ist dem Ensemble KREISLERIANA (Nora Chastain - Violine, Omar Zoboli - Oboe und Friedemann Rieger - Klavier) gewidmet. Das Stück läuft in drei Ebenen ab: die oberste Ebene besteht aus einer Abfolge von überwiegend stark modifizierten Zitaten; darunter liegt die Ebene autonomer Klangprozesse und die unterste Ebene bildet ein psychisch-gruppendynamisches Handlungsgeschehen innerhalb des Instrumentaltrios. Das Trio wird von einem Dirigenten geleitet, der sich im Lauf des Stückes auch an Klangaktionen beteiligt.

Die oberste Ebene bezieht sich durch Auswahl und Abfolge der Zitate auf die politischen Ereignisse des Jahres 1990, vor allem auf die deutsche Wiedervereinigung. Sie ist für mich als Deutschen ein Datum bewegten Nachsinnens über unsere neuere Geschichte und Gegenwart. So sollen mehrere Fragmente aus Webers Freischütz-Ouvertüre den idealistischen Aufschwung und nationalen Optimismus der zwanziger Jahre des 19. Jahrhunderts ausdrücken. Dem gegenüber steht eine Passage aus Mahlers Lied von der Erde: seine Musik soll an die untilgbare deutsche Schuld besonders gegenüber den Juden erinnern. Akkordschläge aus Wagners Ring, direkt auf das Mahler-Zitat folgend, symbolisieren brachiale teutonische imperiale Wahnvorstellungen vom Anfang dieses Jahrhunderts.

Diesem auf die Vergangenheit gerichteten Vorstellungskreis zur Seite steht ein Wort, das aus unserem gegenwärtigen Weltgefühl nicht mehr verdrängt werden kann: 'Tschernobyl' ist zum Inbegriff der immer größeren Gefährdung der Welt durch unkontrollierbar gewordene Großtechnologien geworden. So erscheint das Wort Tschernobyl etwa in der Mitte des Stückes zunächst instrumentalisiert, wobei der Anfangszischlaut mit Schlaginstrumenten ausgeführt wird, die die Spieler von da an immer mehr und ausschließlicher bedienen müssen. Am Schluß des Stückes gar wird als äußerste inhaltliche Zuspitzung ohne jegliche Instrumente von Pianist und Oboist der Satz geflüstert: 'denkt an Tschernobyl'.

Die Ebene der Klangprozesse läßt sich in ihrer Sukzession folgendermaßen beschreiben:

a) gehaltene Zisch- und Reibegeräusche sowie vereinzelte Geräusch-Impulse, alle mit etwas Tonhöhe; überwiegend crescendoend.

b) Entstehung und Ausprägung einer Tonhöhengestalt mit tonhöhenmäßigem und dynamischem Aufstieg-Haltepunkt-Abstieg; Hintergrund mit repetierten Klangfiguren.

c) echoartige Akkordrepetitionen, zunehmend geräuschhaft.

d) zischhafte Echostrukturen und Sprache, kombiniert mit Impulsrepetitionen (etwas hölzern klingend).

e) unregelmäßige und regelmäßige harte Holz-Impulsrepetitionen, kombiniert mit Zischgeräuschen und Sprache.

f) gehaltene Zisch- und Pfeifgeräusche, Atem.

g) gehaltene Tonhöhen, dann kurze Tonhöhen, dann kurze impuls-hafte Reibe- bzw. Preßgeräusche.

h1) gleichmäßige, hölzerne Impulse kombiniert mit Impulsrepetitionen, kurzen Zisch- und Atemgeräuschen, Einzeltonimpulsen sowie kurz gehaltenen rasch repetierenden Tonhöhen bzw. Geräuschen, Sprache.

h2) Sprache und Atem, kombiniert mit Holzimpulsen bzw. kurz gehaltenen rasch repetierenden Holzgeräuschen.

h3) Atem.

Eine Untermenge der Klangprozesse stellt das Tempo dar. Dieses beschleunigt sich während des ganzen Stückes, und zwar umso mehr, als das Stück seinem Ende zu geht. Da am Anfang die Beschleunigungen-übrigens mit Hilfe eines von mir entwickelten Computerprogrammes-subtil auskomponiert sind und ab dem zweiten Drittel alle Accelerandi frei gespielt werden, gewinnt der Dirigent eine weitere optische Anzeigefunktion. Anfangs bleibt der Schlag ruhig mit Ausnahme der Stellen mit Tempo-wechsel. Dann aber gerät auch der Dirigent-indem die immer extremeren Accelerandi ausgeschlagen werden-in den Sog des allgemeinen Beschleunigungsprozesses, er wird zum optischen Indikator des Zeitverlaufs und ist diesem genauso unterworfen wie die Spieler. Daher ist es nur konsequent, wenn er sich-als Mitspieler-ebenfalls an Klangaktionen beteiligt. Die unterste- und innerste-Ebene der Komposition läßt sich einmal als Abfolge bestimmter Spielerkombinationen beschreiben, zum andern als Beschreibung der psychischen Befindlichkeiten an den verschiedenen Stellen des Stückes. Die wesentlichen Stationen der Spielerkombinationen sind folgende:

a) Oboe+Violine; b) Oboe+Klavier; c) Klavier+Violine; d) alle drei, Klavier dominierend; e) Oboe+Klavier, Klavier begleitend; f) alle drei+Dirigent; g) Oboe+Klavier+Dirigent gegen Violine; h) Violine allein (Kadenz); i) Oboe+Klavier, Violine allein; k) Oboe+Klavier+Dirigent; l) Dirigent alleine.

Die psychische Befindlichkeit der einzelnen Stellen resultiert sowohl aus der jeweiligen Spielerkombination als auch dem aktuellen Klangmaterial. Vor allem letzteres bewirkt in zunehmendem Maße, daß die Spieler-besonders die Violine-auf ihr Material quasi-theatralisch zu reagieren beginnen und so aus (fast) autonomer Kammermusik ein Musiktheaterstück sich herauszuschälen beginnt, dem nur noch die schauspielerische Aktion hinzu zu fügen wäre.

Da sich nämlich das Klanggeschehen immer mehr in Richtung auf nur perkussiv erzeugbare Geräusche hin entwickelt, sodaß sich schließlich das Klaviertrio in ein Schlagzeugtrio verwandelt hat, entsteht an diesem Punkt die ästhetische Notwendigkeit, sich mit der Abnormität dieses Zustandes auseinander zu setzen und die Auseinandersetzung mit solchem musikalischen Ausnahmezustand als Inhalt des fortlaufenden Stückes zu wählen. Besonders die Geige ist nicht gewillt hinzunehmen, daß sie der Konsequenz eines bestimmten Klangprozesses und Klangmaterials wegen auf ihr Geigenspiel verzichten solle um Schlagzeug zu spielen. Sie will ihrer entfremdeten musikalischen Gegenwart entfliehen, will-eine Sologeigenkadenz anstimmend-wieder zurück in die seligen Zeiten fraglosen Musizierens auf dem geliebten Instrument. Doch am Ende wird auch sie Schlagzeug spielen müssen, es gibt kein Zurück, keinen Ausstieg aus der Realität.

Hiermit schließt sich der Kreis, denn nun wird auch sichtbar, daß alle drei Kompositionsebenen zwar separat voneinander betrachtet werden können, alle aber miteinander eine untrennbare Einheit bilden. Die Abfolge der Zitate, ihre jeweilige Gestalt bedingt die Materialauswahl und den Klangprozeß, der Klangprozeß bewirkt zunehmend gruppenspezifische theatralische Aktionen, die wiederum Auswahl und Abfolge der musikalischen Grundgestalten zu steuern beginnen...

Doch nicht nur diese Mehrschichtigkeit ist es, die mir beim Komponieren vorschwebt, sondern auch ein Wechselspiel von äußeren, der Realität entstammenden Impulsen und inneren psychischen Regungen, von historischen musikalischen Erfahrungen und Techniken und musikalischer Gegenwart. So wird ECHOS zum geistigen Echo auf Dinge, die mich beim Komponieren dieses Stückes - im Jahre 1990 - bewegt haben.

2) Analyse

Aus 'ECHOS' will ich nur eine Stelle herausgreifen, anhand derer, gegenüber dem Stand von 'WIR', die erweiterten Möglichkeiten des Programmes und ihre musikalischen Auswirkungen gezeigt werden sollen. Geschehen nämlich in 'WIR' die Übergänge weitgehend als quasi einschichtige, auf die ganze Gestalt und all ihre Stimmen bezogene Transformationen, war es in 'ECHOS' möglich, für jede Stimme separate Übergänge zu organisieren, die korrekt im gewünschten Zeitpunkt münden konnten. Hieraus entstand eine von Hand nur sehr schwer nachzubildende Polyphonie voneinander unabhängiger aber 'periodischer' Schichten, die sich wegen ihrer jeweils ungleichen Periodenlängen quasi automatisch gegenseitig verschränken. Solche Verschränkungen bedeuten für die Syntax des Hörens die Aufrechterhaltung des musikalischen Flusses durch das Mittel des schichtweisen komplementären Überspielens der Periodenränder.

Die hier zu betrachtende Passage reicht von Takt 148 - 173 (Nbsp 12). Takt 148 und 149 bilden das Ausgangsmodell, Takt 169 bis Takt 173 inclusive das Zielmodell. Dazwischen liegen die separaten Übergangsperioden der drei Instrumente. Beide, Ausgangs- und Zielmodell, wurden als einheitlicher Komplex, nicht in einzelnen Schichten, komponiert; nur die Übergangsmäßige Verarbeitung geschieht in separaten Instrumentalebene. Wie aus den Einzeichnungen in Nbsp. 12 hervorgeht, weist die Oboe 7 Wiederholungen auf bis zur Zielgestalt, die Violine deren 6 und das Klavier 5. Auch hier beschränkt sich meine Analyse auf eine sehr knappe Beschreibung der musikalischen Tatsachen.

a) Der Übergang in der Oboe

1) Die Ausgangsgestalt exponiert zunächst sehr hohe, dann etwas geräuschhafte Repetitionen in der unteren Oboenlage, immer kurz und regelmäßig mit starkem Decrescendo.

2) Die Zielgestalt beginnt mit einem rasch repetierenden, kurz ausklingenden Zischgeräusch, bringt dann einen sehr hohen gehaltenen Oboenton, ein kurzes, hohes, rasch repetierendes Pfeifgeräusch, einen kurzen rasch repetierenden hohen Multiphonic, und schließlich eine tonlos geblasene, durch Klappengeräusche verstärkte fallende Skala in der untersten Oboenlage.

3) Die Übergänge verlängern im wesentlichen allmählich den ersten Ton und führen zunehmend die fallende Skala in tiefer Oboenlage ein mit der dazugehörenden rhythmischen und dynamischen Struktur.

b) Der Übergang in der Violine

1) Die Ausgangsgestalt der Violine exponiert sehr kurze, geräuschhafter werdende, überwiegend sehr hohe regelmäßige Repetitionen, die *legno battuto* gespielt werden mit starkem *Decrescendo*.

2) Die Zielgestalt der Violine beginnt mit einem rasch repetierenden, kurz ausklingenden Geräuschimpuls, gefolgt von einem hohen, *flautato* gespielten gehaltenen Ton. Darauf erklingt ein sehr kurzes, gedämpftes Bartok-Pizzikato auf der tiefsten Saite, sofort danach ein möglichst hoher, kurzer Schrei im *Fortissimo*, sowie als Abschluß der Gestalt, eine rasch zu spielende fallende Skala, *legno battuto* ausgeführt auf der tiefsten Saite.

3) Die Übergänge der Geigenstimme führen, neben Tonhöenschwankungen, zuerst in hoher Lage die fallenden Skalen ein, dann den rasch repetierenden Geräuschimpuls am Anfang der Zielgestalt als *legno saltando*-Aktion sowie das Bartok-Pizzikato auf der tiefsten Saite. Schließlich wird in der 5. Wiederholung noch der 'Schrei' eingeführt als *arco flautato*-Aktion in sehr hoher Lage.

c) Der Übergang im Klavier

1) Die Ausgangsgestalt im Klavier besteht aus kurzen, gleichmäßigen, *decrescendierenden* Echo-Akkordimpulsen bei tonaler Tonhöhenorganisation.

2) Die Zielstruktur wiederum besteht aus drei kurzen zusammengehörenden Anfangsimpulsen im 'Tschernobyl-Rhythmus', der im weiteren Verlauf des Stückes eine wichtige Rolle spielen wird. Darauf folgt ein gehalten-repetiertes, *crescendierendes* Geräusch (als hoher präparierter Ton), der teilweise überlagert wird durch fünf kurze, tiefere (präparierte) Einzelgeräuschimpulse im Viertelabstand, an- und abschwellend.

3) Beim Übergang im Klavier ist die allmähliche rhythmische Angleichung an das rhythmische Zielmodell besonders deutlich sichtbar, da das Ausgangsmodell in gleichen und das Zielmodell zunächst in sehr ungleichen Positionsabständen organisiert ist. Das gesamte Gestaltschema des Ziels ist bereits in der 2. Übergangsperiode zu erkennen; es enthält schon alle Komponenten, die dann weiter entfaltet werden: neben dem Abbau der Sechsstimmigkeit zur Zweistimmigkeit ist es die Entfaltung der gehaltenen Repetition sowie die Entwicklung der tieferen Einzelrepetitionen.

Handwritten musical score for the first system, featuring woodwinds and strings. The score is divided into measures 14-15 and 16-17. It includes parts for Oboe (Ob), Flute (Fl), Violin (VI), and Cello/Double Bass (Kl). The woodwind parts are marked with 'Wh. 2', 'Wh. 3', and 'Wh. 4'. The string parts are marked with 'Kl. 2', 'Kl. 3', and 'Kl. 4'. The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings like 'mp', 'mf', 'f', and 'p'. There are also performance instructions like 'immer mit Ton' and 'immer ohne Ton'. The page number '84' is visible at the top.

Handwritten musical score for the second system, continuing the woodwind and string parts. It includes parts for Oboe (Ob), Flute (Fl), Violin (VI), and Cello/Double Bass (Kl). The woodwind parts are marked with 'Wh. 4', 'Wh. 5', and 'Wh. 6'. The string parts are marked with 'Kl. 2', 'Kl. 3', and 'Kl. 4'. The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings like 'mp', 'mf', 'f', and 'p'. There are also performance instructions like 'immer mit Ton' and 'immer ohne Ton'. The page number '84' is visible at the top.

1826-VJ

3) Behandlung der Klangfarbenskalen

Ebenso habe ich - im Gegensatz zu 'WIR' - die Klangfarbenskalen abschnittsweise, manchmal auch für mehrere Abschnitte geltend, festgelegt. Keinesfalls wurde eine Klangfarbenskala fürs ganze Stück verwendet, wie in 'WIR'. Zur Verdeutlichung lege ich das im besprochenen Übergang durch die Skalen bereitgestellte Klangfarbenmaterial aller drei Instrumente offen; Abweichungen bzw. Erweiterungen davon repräsentieren Eingriffe 'von Hand'.

Klangfarbenmaterial Oboe:

Klappengeräusch [mit Th]
 tonlos geblasen mit Klappengeräusch
 geblasen mit Th gis''' + Klappengeräusch
 Multiphonic über d'''
 normal geblasen auf gis'''

Klangfarbenmaterial Violine:

Vibraslap
 [Violine] legno batt auf Steg
 [Violine] legno batt (IV) nicht gegriffen + gedämpft
 [Violine] legno batt (gegriffen) [I]
 [Violine] Bartok-pizz
 [Violine] normale Tonerzeugung [ord]

Klangfarbenmaterial Klavier

[präp] Dis1
 [präp] F1
 [präp] Dis
 [präp] gis1
 [präp] h2
 [präp] h3
 [präp] dis4
 [präp] f4
 [präp] gis4
 [präp] h4
 [norm] gis3
 [norm] gis2
 [norm] dis2
 [norm] h1
 [norm] dis1
 [norm] h
 [norm] f
 [norm] F

C) Schlußbetrachtung

Nun, am Schluß dieses Diskurses angelangt, habe ich nicht nur viele wichtige Routinen sowie technische und ästhetische Probleme im Zusammenhang mit dem Übergangsprogramm ausgebreitet, sondern an zwei Stücken auch gezeigt, wie es sich in klingender Musik konkretisiert. Und gerade darin, in der künstlerischen Tat, muß sich schließlich erweisen, ob mein Programm professionellen Ansprüchen genügt oder nicht. Sein Zweck beruht doch in der möglichst lückenlosen Umsetzbarkeit meiner kompositorischen Intentionen. Die Professionalität des Übergangsprogramms beruht daher nicht in der programmiertechnischen Eleganz der Ausführung - schließlich bin ich ja Kompo-

nist und kein Informatiker. Nein, es ist das implizite, mit einfachen Mitteln programmierte Musikwissen, dessen Tiefe und Umfang hauptsächlich über die künstlerische Verwertbarkeit und damit auch über den Sinn dieses Algorithmus überhaupt entscheidet. Die akkuratesten Gradmesser dieser Sinnhaftigkeit sind die mit dem Programm komponierten Musikstücke.

Das Resultat, die entstandene Musik, ist entscheidend, nicht das Mittel dorthin.

Wenn das mit den gezeigten Mitteln hergestellte Resultat überzeugt, wirft das ein gutes Licht auch auf die Mittel selbst. Umgekehrt gilt aber auch, daß die Werkzeuge unzulänglich sein müssen, wenn das künstlerische Resultat mager und im musikalischen Sinne unprofessionell ausfällt. Diese Erkenntnis soll die Musiker ermuntern, kompositorische Probleme algorithmisch zu lösen, soll ihnen den Minderwertigkeitskomplex nehmen, nicht professionell programmieren zu können.

Wirklich professionelle Musikprogramme entstehen als Gemeinschaftsleistung zwischen Musiker und Informatiker.

Hat ein Musiker aber genügend Kenntnisse in einer Computersprache und verzichtet er auf die intensive Zusammenarbeit mit einem Informatiker, werden seine Musikprogramme in der Regel vom musikalischen Inhalt her beurteilt-ungleich professioneller ausfallen als beim Informatiker, der glaubt, ohne das Fachwissen des Musiktheoretikers bzw. Komponisten auskommen zu können. Ein Programm, das amateurhaftes Musikwissen in eine perfekt gestylte Umgebung einpackt und vorgibt, musiktheoretische oder kompositionstechnische Probleme bearbeiten zu können, wird keinen Bestand haben, da professionelle Musiker mit ihren Erwartungen und Anforderungen höchstwahrscheinlich schnell enttäuscht sein werden.

Und wer ohne Computer kein gutes Musikstück komponieren kann, wird dies auch mit Computer nicht können-das gilt sowohl für den Anwender eines Kompositionsprogramms als auch für dessen Programmierer.³

³Falls Interesse an den beiden im Aufsatz besprochenen Stücken besteht, bin ich bereit, diese auf eine an das Elektronische Studio der Musikhochschule Stuttgart zugesandte, mit einem entsprechenden Vermerk und beigefügtem Rückporto versehene Kassette kostenlos zu überspielen.