

Beschreibung der elektronischen Klangbearbeitung für

**Instrumente und ElektroAkustisch Ortsbezogene Verdichtung  
("Portraits")  
2 Violinen**

von

**Peter Ablinger, 1995-96**

**Zum Prinzip der Verdichtung**

In der Werkgruppe "Instrumente und ElektroAkustisch Ortsbezogene Verdichtung" (IEAOV) verwendet Peter Ablinger die Möglichkeiten der Elektronik, um Instrumentalklänge zu "verdichten". Verdichtung meint, daß die Klänge einer instrumentalen Linie, also einer "melodischen" Entwicklung in der Zeit, gleichzeitig erklingen. Die spektrale Energie wird über den zeitlichen Verlauf gesammelt und zu einem stationären Klanggebilde überlagert. Die Zeitachse wird gleichsam hochgeklappt. Es entsteht eine Klangfläche, die im Extremfall alle Töne (Teiltöne und Geräuschanteile), die das Instrument im melodischen Verlauf hervorgebracht hat, in der entsprechenden Stärke enthält. Laut gespielte Töne dominieren die Klangfarbe dieser Fläche ebenso wie lang ausgehaltene leisere Töne.

**Zur technischen Realisierung**

Um den Klangzustand des "Alles gleichzeitig" zu erhalten, wird die Instrumentallinie vielfach zeitlich gegeneinander versetzt. Diese verzögerten Melodien werden überlagert wiedergegeben. Ein solcher "Kanon" ergibt je nach der konkreten Ausgangsmelodie erst bei mehreren hundert oder tausend Stimmen eine stationäre Klangfläche.

Bei "IEAOV, 2Violinen" wurden die Instrumentallinien mit einer Periodendauer von 40 bzw. 36 Sekunden wiederholt und mit bis zu 14000 zeitversetzten Versionen überlagert. Die Einsatzabstände in der höchsten Verdichtung betragen also im Mittel 7 Millisekunden. Der Verdichtungsgrad sollte im gesamten Bereich von einstimmig bis 14000-stimmig in Echtzeit steuerbar sein. Um Periodizitäten und Klangveränderungen durch Kammfiltereffekte zu vermeiden, müssen die Einsatzabstände unregelmäßig gewählt werden und alle Stimmen in gleicher Stärke gespielt werden.

Als technische Realisierung wurde eine Kaskade von verschiedenen langen Zeitverzögerungsstufen gewählt. Jede Stufe kann an bis zu elf Punkten ausgelesen werden. Die erste Stufe mit einer Länge von 40 bzw. 36 Sekunden ist vom letzten Ausgang (40 bzw. 36 s) auf den Eingang rückgekoppelt. In ihr zirkuliert die

“einstimmige” Instrumentallinie. Diese Ausgänge der maximal elf Abzapfpunkte werden summiert und in das zweite Zeitverzögerungsglied mit einer Länge von 6 Sekunden und wiederum maximal elf Abzapfungen geführt. Durch sukzessives Zuschalten aller Ausgänge der ersten und zweiten Stufe ergeben sich Überlagerungen mit 1,2,3,...10,11,22,33,44,...110 und 121 Stimmen. Zwei weitere, ähnliche Kaskadenstufen mit 2.5 und 0.6 Sekunden ermöglichen somit Verdichtungen bis zu  $11 \cdot 11 \cdot 11 \cdot 11 = 14641$  Stimmen gleicher Stärke.

Die Auswahl der Abzapfzeitpunkte in den vier Stufenb wurden von Peter Ablinger so gewählt, daß im bevorzugten Verdichtungsbereich von 80 bis 1000 keine störenden Periodizitäten in der resultierenden Klangfläche zu bemerken waren.

### **Zum Klangmaterial der Verdichtungen**

Für “IEAOV,2 Violinen” wurden vier Instrumental-Verdichtungen mit verschiedenem Klangmaterial und zwei Verdichtungen des Raumklangs, die mit kürzeren Kaskadenstufen realisiert wurden, verwendet (siehe Partitur).

Das Klangmaterial der Instrumentalverdichtungen wurde im Prolog des Stücks von den beiden Instrumentalisten Gundelind Jäch-Micko und Dimitrios Polisoidis eingespielt. Für jede der vier Klangflächen A-D wurde eine zweistimmige Melodie aufgenommen. Diese besteht aus einem mikrotonal auskomponiertes Glissando einer Geige in gleichbleibender Dynamik und einer begleitenden Linie der anderen Geige, deren Töne die Formantspitzen der ersten Geige darstellen. In der Verdichtung entsteht aus der Melodie der ersten Geige eine Klangfläche, die in etwa dem Formantverlauf des Instruments entspricht. Die Verdichtung der zweiten Geige verstärkt aufgrund der Auswahl der zu spielenden Töne diesen “akustischen Fingerabdruck” des ersten Instruments. Die Formantbereiche der beiden Instrumente wurden aus hochverdichteten Glissandi mittels Cepstrum-Analyse (siehe Anhang) ermittelt.

### **Implementation**

Die Software für Verdichtungen und Live-Steuerung wurden auf MAX-ISPW implementiert. Die Cepstrumanalyse wurde in Mathematica durchgeführt.

Robert Höldrich, IEM Graz

## Anhang: Die Cepstrum-Analyse

Zur Extraktion des Formantverlaufs wurde die Cepstrum-Analyse verwendet. Dieses Verfahren erlaubt eine Trennung der hier gesuchten spektralen Einhüllenden von den konkreten Grundfrequenz. Die verdichteten Violin-Glissandi wurden mit 44.1 kHz Abtastrate aufgenommen. Ein Klangausschnitt  $x(n)$  mit ca. 23 ms, das entspricht 1024 Abtastwerte, wurde mit einem Hamming-Fenster  $w_{\text{hamm}}(n)$  gefenstert. Der gefensterte Ausschnitt  $y(n)$  wurde analysiert.

$$y(n) = x(n) * w_{\text{hamm}}(n) \quad n = 0, 1, \dots, 1023$$

$$w_{\text{hamm}}(n) = 0.54 + 0.46 * \text{Cos}\left(\frac{2\pi n}{1023}\right)$$

Es wurde das logarithmierte Betragsspektrum  $Y'(k)$  des Analyseausschnitts mit der diskreten Fourier-Transformation gebildet.

$$Y'(k) = \ln \left| \sum_{n=0}^{1023} y(n) e^{\frac{-j2\pi nk}{1024}} \right|$$

Durch den Logarithmus wird die Tonhöheninformation und die spektrale Einhüllende, die im linearen Spektralbereich multiplikativ verbunden sind, additiv überlagert. Eine weitere Fourier-Transformation führt zum reellen Cepstrum, in dem die Impulsantwort der spektralen Einhüllenden von der Grundtoninformation zeitlich getrennt vorliegt. Durch die Fensterung mit einem Cepstrum-Fenster - hier ein von-Hann-Fenster  $w_{\text{hann}}(n)$  mit 129 Punkten - kann die Einhüllende  $h'(n)$  isoliert werden.

$$h'(n) = w_{\text{hann}}(n) * \sum_{k=0}^{1023} Y'(k) e^{\frac{-j2\pi nk}{1024}}$$

$$w_{\text{hann}}(n) = 0.5 + 0.5 * \text{Cos}\left(\frac{2\pi n}{129}\right) \quad n = -64, -63, \dots, 63, 64$$

Ein inverse Fourier-Transformation, gefolgt von einer Exponentiation liefert den Formantverlauf der Violinen  $H(k)$ .

$$H'(k) = \frac{1}{1024} \sum_{n=0}^{1023} h'(n) e^{\frac{j2\pi nk}{1024}}$$

$$H(k) = e^{H'(k)}$$