SS_Poster_Klangfarbe_in_3D_RZ.qxd 31.08.2013 18:15 Seite 1

Klangfarbe in 3D – Lost in Timbre Space

Saleh Siddiq, Christoph Reuter
Institut für Musikwissenschaft, Universität Wien

1 Hintergrund

Schon seit Stumpf (1890, S. 514) und spätestens seit Licklider (1951, S. 1019) ist die Multidimensionalität des Phänomens Klangfarbe bekannt. Aus der Fülle der verschiedenen Ansätze (Köhler 1909, Schumann 1929, Albersheim 1939, Bismarck 1972 etc.) haben sich bis heute nach der grundlegenden Studie von Grey (1975) die *Timbre Spaces* zur Klangfarbenbeschreibung durchgesetzt. In diesen lassen sich die klangfarblichen Merkmale von Musikinstrumenten entlang dreier Achsen anordnen (X-Achse: Schärfe, Y-Achse: spektrale Fluktuationen Z-Achse: Einschwingvorgang). Aufgrund ihrer Anschaulichkeit und Plastizität sind sie in den meisten Lehrbüchern der musikalischen Akustik und Systematischen Musikwissenschaft zu einem festen Bestandteil der Klangfarbendefinition geworden.

2 Ziel und Fragestellung

Da die heute bekannten Timbre Spaces nur auf einer Tonhöhe und Dynamikstufe pro Instrument basieren ist anzunehmen, daß sich die verwendeten Klänge pro Studie stark unterscheiden. Dies legt den Schluß nahe, daß die Timbre Spaces weder vergleichbar noch verallgemeinerbar sein können. Es geht also um die Fragestellung:

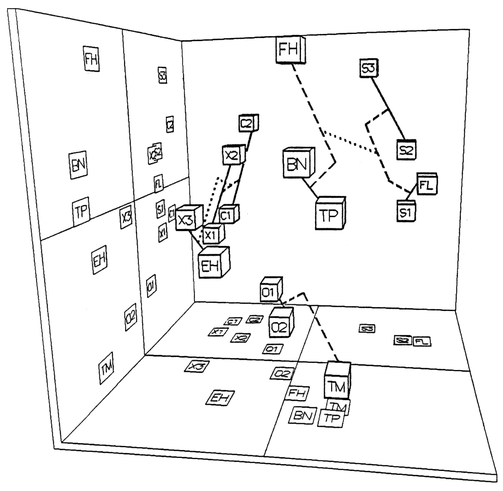
Wie vergleichbar und allgemeingültig sind die bis jetzt ermittelten Timbre Spaces?

3 Methodik Timbre Spaces im Vergleich

Als Grundlage für einen exemplarischen Vergleich dienen die Timbre Spaces von John M. Grey (1975), Carol Krumhansl (1989) und Stephen McAdams (1995), die alle auf der Basis von (re)synthetisierten Klängen in gleicher Tonhöhe und Dynamik erstellt wurden. Anhand der dort verwendeten Klänge, Werte und Skalierungen wurde ein Meta Timbre Space erstellt, in dem die Ergebnisse von Grey, Krumhansl und McAdams zum direkten Vergleich zusammengefaßt werden.

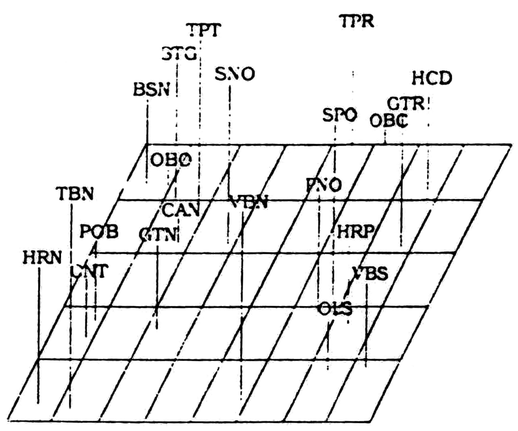
John M. Grey (1975)

- 16 Instrumentalklänge (additive Synthese)
  Datenreduktion (line segment approx.)
- Skalierung in drei Dimensionen
  X-Achse: Onset-offset pattern (ASR-Kurve)
  Y-Achse: Spectral energy distribution (Schärfe)
  Z-Achse: Temporal patterns (Fluktuationen)
- Familienkluster: Streicher, Holz-, Blechbläser
- Ausnahmen: Flöte & Fagott



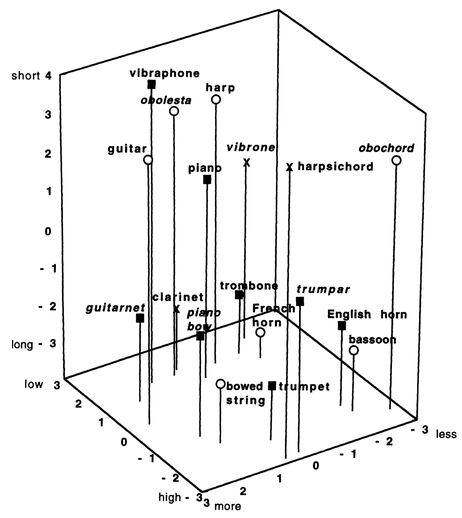
Carol Krumhansl (1989)

- 21 Klänge (FM-Synthese)
- Skalierung in vier Dimensionen
  X-Achse: Temporal envelope (ASR-Kurve)
  Y-Achse: Spectral flux (Fluktuationen)
  Z-Achse: Spectral envelope (Schärfe)
  klangspezifische Dimension
- Hybridklänge aus 2 Instrumenten verwendet
- spezifische Dimension nicht im Timbre Space



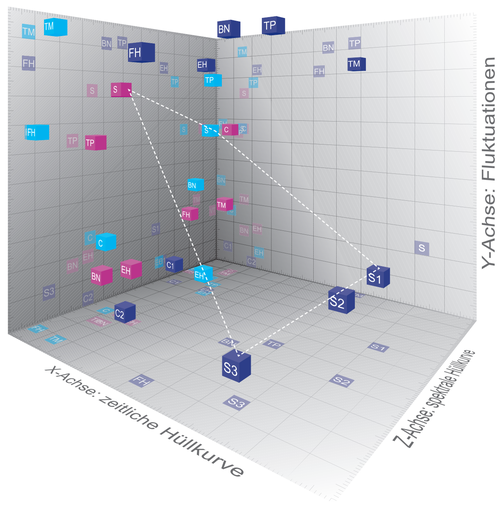
Stephen McAdams (1995)

- 18 Klänge (FM-Synthese)
- Skalierung in vier Dimensionen
  X-Achse: Spectral flux (Fluktuationen)
  Y-Achse: Log Attack Time (ASR-Kurve)
  Z-Achse: Spectral centroid (Schärfe)
  klangspezifische Dimension
- Hybridklänge (vgl. Krumhansl)
- Spezifizität durch Markerform symbolisiert
- Zwei Kluster entlang der Zeitachse



4 Ergebnisse

Schon aus der Grafik wird offensichtlich, dass die gleichen Instrumente je nach Studie völlig unterschiedliche Positionen im Raum einnehmen. Selbst im Vergleich der Studien von McAdams und Krumhansl, in denen identische Klangfarben verwendet wurden, nehmen die Instrumente trotz übereinstimmender Klangfarbe unterschiedliche Positionen im Timbre Space ein.



Meta Timbre Space

- Gemeinsam verwendete Instrumentalklänge der verglichenen Timbre Spaces
- Dimensionen der vgl. Timbre Spaces
  X-Achse: Zeitliche Hüllkurve
  Y-Achse: Spektrale Fluktuationen
  Z-Achse: Spektrale Hüllkurve

Grey Krumhansl McAdams

	Fagott (BN)			Engl. Horn (EH)			Streicher (S)			Posaune (TM)			Horn (FH)		
	GRY	KRH	McA	GRY	KRH	McA	GRY	KRH	McA	GRY	KRH	McA	GRY	KRH	McA
X	54	0	13	20	21	20	90	12	13	67	12	13	50	1	0
Y	99	37	14	89	5	16	20	63	80	91	100	29	91	65	24
Z	66	16	82	34	37	75	65	21	73	0	100	12	100	99	20

5 Schlußfolgerung

Es wird deutlich, daß die bis heute populären Timbre Spaces trotz ihrer Anschaulichkeit nicht nur keinen Aussagewert besitzen sondern auch noch irreführend sind. Um musikalische Klangfarben in Abhängigkeit von der jeweiligen Tonhöhe und Dynamikstufe in gehörrichtigen Dimensionen zu erfassen sind folgende Schritte geplant:

Hörversuche

- Analyse und Vergleich von Instrumentalklängen mittels MFCC
- Ähnlichkeitsmatrizen der Instrumentalklänge für alle erreichbaren Tonhöhen und Dynamikbereiche
- Wahrnehmungsstudien zur Überprüfung der Praxistauglichkeit

Auswertung

- Destillation d. akustischen Klangeigenschaften aus den Mustern der Ähnlichkeitsmatrizen
- Ermittlung d. Klangfarbendimensionen aus den Klangeigenschaften
- Entwicklung einer Ordnungssystematik für Klangfarben

6 Literatur

Albersheim, G. 1939. *Zur Psychologie der Ton- und Klangeigenschaften*. Strassburg u.a.

Bismarck, G. v. 1972. *Extraktion und Messung von Merkmalen der Klangfarbenwahrnehmung stationärer Schalle* In: *Mitteilung aus dem Sonderforschungsbereich 50 „Kybernetik“*, München

Grey, J. M. 1975. *An exploration of musical timbre using computer-based techniques for analysis, synthesis and perceptual scaling*. Stanford University, Report No. STAN-M-2

Köhler, W. 1909. *Akustische Untersuchungen I*. In: *Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft*, Heft 4, Leipzig.

Krumhansl, C. 1989. *Why is musical timbre so hard to understand?* In: Nielzen, S.; Olsson, O. (Hg.). *Structure and perception of electroacoustic sound and music*. Amsterdam, S. 43–53

Licklider, J. C. R. 1951. *Basic Correlates of the Auditory Stimulus*. In: Stevens, Stanley S. (Hg.). *Handbook of experimental Physiology*. New York, S. 985–1039

McAdams, S. 1995. *Perspectives on the Contribution of Timbre to Musical Structure*. In: *Computer Music Journal*. Ausg. 23(3), S. 85–102

Schumann, K. E. 1929. *Physik der Klangfarben*. Bd. 2, Habil. Leipzig

Stumpf, C. 1890. *Tonpsychologie*. Bd. 2, Stuttgart