

# Entwicklung eines Softwarevocoders mit Hilfe der wertschöpfungsübergreifenden Lead User Methode

Paul Marx<sup>1</sup>, Sebastian Merchel<sup>2</sup>, Ercan Altinsoy<sup>2</sup>, Ronny Reinhardt<sup>3</sup>, Michael Schefcyk<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Kommunikationsakustik, TU Dresden, E-Mail: paul.marx.media@gmail.com

<sup>2</sup> Lehrstuhl für Kommunikationsakustik, TU Dresden

<sup>3</sup> Lehrstuhl für Entrepreneurship und Innovation, TU Dresden

## Einleitung

Vocoder sind Audioeffekte, bei denen zwei Audiosignale, Modulator und Carrier, in feste Frequenzabschnitte gefiltert und anschließend aufeinander gefaltet werden [1]. Dadurch können akustisch interessante Klänge erzeugt werden. Die bekannteste Anwendung ist der „sprechende Synthesizer“.

Im Rahmen einer Bachelorarbeit im Wirtschaftsingenieurwesen wurde die Methodik der **wertschöpfungsübergreifenden Lead User Studie** entwickelt und im Markt der Softwarevocoder evaluiert. Unter Einbeziehung einiger der hierbei entstandenen Innovationsansätze wurde ein **Prototyp eines Softwarevocoders** in Reaktor 5 umgesetzt. Anschließend wurde der Prototyp für Sprachverständlichkeit und Angenehmheit optimiert. Die hierfür notwendigen Parameter wurden in einer empirischen **psychoakustischen Wahrnehmungsstudie** erforscht und anschließend implementiert.

## Wertschöpfungsübergreifende Lead User Studien

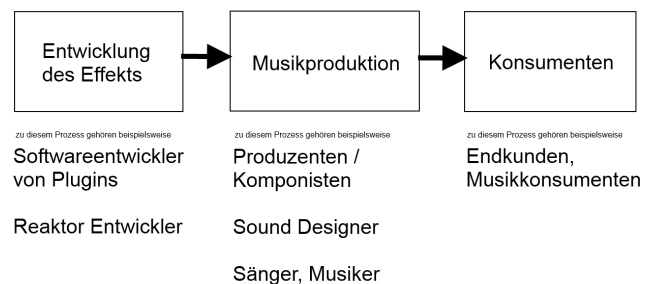
**Wertschöpfungsketten** bilden alle Prozesse der Wertschöpfung im Betrieb ab. Im weiteren Sinne schließt dies alle Zulieferer und Rohstoffe, wie auch Kunden mit ein. Die Wertschöpfungskette ist somit ein wirtschaftlich ganzheitlicher Ansatz, mit dem betriebsübergreifende Prozesse berücksichtigt werden [2].

Die **Lead User Methode** ist ein Innovationsinstrument, welches von Eric von Hippel (1988) postuliert wurde [3]. Zu Beginn wird ein Trend in einem bedeutenden Markt identifiziert. In Bezug auf diesen Trend werden Lead User gesucht. Mit Lead Usern sind hierbei Nutzer gemeint, die an der Spitze dieser Trendentwicklung arbeiten und von einer innovativen Entwicklung profitieren würden [4]. Anschließend wird mit einer kleinen Gruppe von Lead Usern ein Workshop initiiert, bei dem die Teilnehmer mittels verschiedener Kreativitätsmethoden Innovationsansätze entwickeln. Im besten Fall mittels Rapid Prototyping werden die Produktideen bereits während des Workshops realisiert. Im letzten Schritt der Lead User Methode werden die entstandenen Produkte an normalen Nutzern getestet und bewertet.

In der Arbeit wurde der Ansatz der Wertschöpfungskette auf die Lead User Methode projiziert. Die Idee der **wertschöpfungsübergreifenden Lead User Methode** ist, dass Lead User aus verschiedenen Prozessschritten der

Wertschöpfungskette gemeinsam in einem Workshop an den Innovationsansätzen arbeiten.

Im Fall des Marktes der Softwarevocoder kann die Wertschöpfungskette allgemein so dargestellt werden:



**Abbildung 1:** Dies ist die allgemein gehaltene Wertschöpfungskette im Markt der Softwarevocoder.

Im Folgenden wurden **zwei Trends** im Markt der Softwarevocoder gefunden. Bezüglich des **Einsatzes und der Verwendung von Vocodern** konnte beispielsweise festgestellt werden, dass Vocoder zunehmend in der Populärmusik eingesetzt werden und neben der Anwendung auf Stimmen auch als instrumentale Effekte und im Sound Design Verwendung finden. Bezüglich des **technischen Funktionsumfangs von Vocodern** wurde eine Softwareanalyse mit relevanten Vocodern durchgeführt und bezüglich Aufbau, Design, Anzahl der Frequenzbänder, Eingänge, Modulationsmöglichkeiten und integrierter Effekte konnten Diversifikation und modularer Einsatz festgestellt werden.

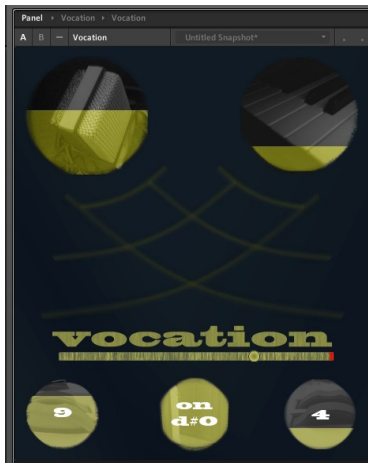
Anschließend wurden Lead User aus allen drei Prozessgruppen gefunden und zu einem Workshop in Form einer Videokonferenz eingeladen. In Vorbereitung bekamen alle Teilnehmer ausführliche Informationen zu Vocodern sowie Hörbeispiele und Bezeichnungen verschiedener technischer Funktionen.

Bei der **Durchführung des Workshops** konnte festgestellt werden, dass das Vorwissen zu Vocodern zwischen den Prozessgruppen stark differiert, was den Ideenfindungsprozess zum Teil etwas verlangsamt hat. Außerdem wirkten sich die unterschiedlichen Ansprüche der Prozessgruppen an den Vocoder teilweise nachteilig aus. Vorteilhaft war jedoch der Ideenaustausch zwischen den Prozessgruppen, wodurch einige abstrakte und neuartige Konzepte erarbeitet werden konnten. Die Prozessgruppe „Musikproduktion“ stellte sich während des Workshops als

Schlüsselgruppe heraus, die bezüglich beider Trendentwicklungen wesentliche Beiträge zur Lösungsfindung brachte.

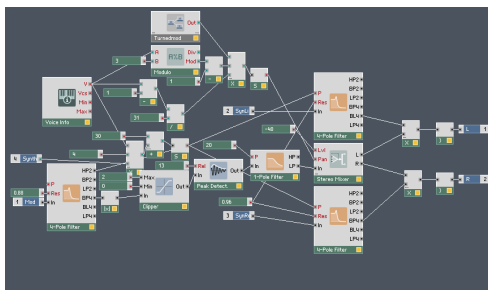
## Entwicklung des Prototypen

Durch den Workshop entstand ein ausführliches Konzept eines innovativen Softwarevocoders. Anschließend wurden ausgewählte Ansätze als **Prototyp in Reaktor 5** (Native Instruments) realisiert. In dieser grafischen, modularen Entwicklungsumgebung für Audioeffekte und Instrumente konnte der Prototyp relativ zügig erstellt und durch eine grafische Benutzeroberfläche gesteuert werden.



**Abbildung 2:** Dies ist die grafische Benutzeroberfläche des Vocoder-Prototypen „Vocation“.

Da Vocoder noch immer hauptsächlich für Gesang genutzt werden, arbeitet der Prototyp mit einem monofonen Eingang als Modulator und einem integrierten stereofonen Synthesizer als Carriersignal. Der Prototyp wurde mit 32 Frequenzbändern umgesetzt und steuert mit zwei effektvollen Controllern die Eingänge des Modulator- und Carriersignals. Der Modulatorcontroller steuert ein Effektrack aus Compressor, Saturator und Bitcrusher, mit dem die Obertöne des Eingangssignals stark verstärkt werden können und somit eine interessante Verwendung möglich wird. Der Carriercontroller verschiebt die Bandmittenfrequenzen des Frequenzarrays nach unten, wodurch die Farbe des Klangs verändert wird.



**Abbildung 3:** Dies ist die interne Schaltung des Vocoder-Prototypen „Vocation“ in Reaktor 5.

## Wahrnehmungsstudie zur Spezifikation der Parameter

Innerhalb des Vocodereffektmoduls des Prototypen ergaben sich Fragen bezüglich der **Parameterwahl**. Da der Vocoder für Sprachverständlichkeit und Angenehmheit optimiert werden sollte, bot sich eine empirische Studie hierfür an.

Durch **Pilotprobanden** wurde in einer Vorabversion des Prototypen qualitativ getestet, welche Parameter den stärksten Einfluss auf Sprachverständlichkeit und Angenehmheit haben. Im Wesentlichen zeichneten sich hier die Resonanzgüte des Carrierfilters und die Positionierung der Frequenzbänder des Frequenzarrays als die wichtigsten Parameter ab.

Im Folgenden wurden diese beiden Parameter mittels drei **unabhängiger Variablen** codiert. 32 Hörproben, welche an den Oldenburger Satztest angelehnt waren [5], wurden unter allen möglichen Kombinationen der unabhängigen Variablen durch den Vocoder verfälscht. Anschließend wurden unter standardisierten Bedingungen die drei abhängigen Variablen objektive und subjektive Sprachverständlichkeit sowie subjektive Angenehmheit gemessen.

Die **Messergebnisse** wurden mittels einer multivariaten Varianzanalyse (MANOVA) ausgewertet. Hierbei konnte ein signifikanter Interaktionseffekt der drei unabhängigen Variablen gefunden werden. Aus diesen Werten ergaben sich Optima der Parameterwahl, welche anschließend im Prototypen umgesetzt wurden.

Das **Optimum** des Carrierfilters lag bei leichtem Eigenresonanzverhalten. Die Positionierung der Bandmittenfrequenzen des Frequenzarrays war optimal, wenn die Grundfrequenz sehr niedrig gewählt wurde und die anderen Bandmittenfrequenzen breit über das gesamte Frequenzspektrum verteilt wurden.

## Literatur

- [1] Sandmann, T.: Effekte & Dynamics. Professionelles Know-How für Mix und Mastering. Die Referenz für Einsteiger und Profis. PPV-Verlag, Bergkirchen, 2008
- [2] Kamm, M.: Die betriebliche Wertschöpfungskette als Objekt organisatorischer Gestaltung, 2002, URL: [http://www.economics.phil.uni-erlangen.de/lehre/bwl-archiv/lehrbuch/gst\\_kap1/wertsch/wertsch.htm](http://www.economics.phil.uni-erlangen.de/lehre/bwl-archiv/lehrbuch/gst_kap1/wertsch/wertsch.htm)
- [3] Von Hippel, E.: The sources of innovation. Oxford: Oxford University Press, New York, 1988
- [4] Bretschneider, U.: Die Ideen-Community zur Integration von Kunden in den Innovationsprozess. Springer Gabler, München, 2011
- [5] Hörtech gGmbH: Oldenburger Satztest. Oldenburg, 2011