

## Zur Entwicklung des Vocoders in Deutschland

Rüdiger Hoffmann

*TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation,  
Professur für Systemtheorie und Sprachtechnologie, Email: Ruediger.Hoffmann@tu-dresden.de*

### Einleitung

In den 1920/30er Jahren wurden die Konflikte deutlich, die bei der Sprachübertragung zwischen Sprachbandbreite und verfügbarer Übertragungsbandbreite z. B. bei Fernmeldekabeln entstanden. Eine der vorgeschlagenen Lösungen bestand in der parallelen Übertragung des Signals in einzelnen Frequenzbändern, die in den USA durch H. DUDLEY entwickelt wurde, der dieses Gerät als *Vocoder* bezeichnete. Weniger bekannt ist, dass entsprechende Arbeiten auch in Europa stattgefunden haben. So ist das Verfahren in Deutschland wesentlich eher als in den USA patentiert worden. Leider ist es schwierig, über die frühen europäischen und insbesondere deutschen Vocoder belastbare Informationen zu erhalten, da von einer Ausnahme abgesehen die Geräte gegenständlich nicht erhalten sind und die Aktenlage in den meisten Fällen dürftig ist. Im vorliegenden Beitrag wird der aktuelle Stand von Recherchearbeiten vorgestellt. Schließlich verdient der Vocoder unser Interesse, weniger als Fossil der Übertragungstechnik, als vielmehr als Ausgangspunkt für die Entwicklung der gesamten parametrischen Sprachsynthese [1].

### Historische Kanalvocoder

Der Begriff *Vocoder* wird heute für alle Systeme zur Sprachübertragung verwendet, bei denen auf der Senderseite durch einen Analysator eine parametrische Beschreibung des Sprachsignals erstellt wird, eine Übertragung der Parameter erfolgt und auf der Empfängerseite eine Wiederherstellung des Signals durch eine Syntheseeinheit vorgenommen wird. Die ältesten Vocoder, denen sich dieser Beitrag widmet, arbeiteten als Kanalvocoder, "bei dem Vokaltrakt und Lautanregung getrennt modelliert werden und bei dem für den Vokaltrakt die Hüllkurven der Signale an den Ausgängen einer Filterbank als Parameter dienen" [2, S. 15].

Diesem Prinzip folgend, sind die historischen Vocoder in der Hauptsache eine Kombination aus Analyse- und Synthesefilterbänken, die damals in Röhrentechnik ausgeführt waren. Sie waren daher groß, störanfällig und teuer und haben daher ihren eigentlichen Einsatzzweck in der Übertragungstechnik nie serienmäßig erreicht. Da sie aber erstmalig eine experimentelle Plattform für das Prinzip der *Analyse durch Synthese* boten, haben sie eine immense Bedeutung für die frühe Entwicklung der elektronischen Sprachtechnologie.

Der schon erwähnte, in den USA realisierte Vocoder von H. DUDLEY (1896 – 1980) wurde 1936 erstmals demonstriert und 1937 patentiert [3]. Da mit seiner Hilfe im 2.

Weltkrieg eine abhörsichere Verbindung nach Großbritannien geschaffen wurde [4, S. 35], entstand auch dort eine Vocoder-Entwicklung, die an der British Post Office Research Station durchgeführt wurde [5].

In Deutschland sind zwei frühe Vocoder-Realisierungen nachweisbar. Eine stammt aus der Firma Siemens und hat gegenständlich überlebt, weil sie in das ab 1955 aufgebaute Siemens-Studio für elektronische Musik eingegliedert wurde, das musikgeschichtlich eine große Rolle spielt [6] und deshalb im Deutschen Museum München bewahrt wird. Leider weiß man sehr wenig über die Entwicklung dieses Vocoders bei Siemens vor der Einbeziehung in das Studio. Man vermutet, dass die Entwicklung schon vor Kriegsende mit militärischem Hintergrund begann.

Die zweite Entwicklung erfolgte 1954 bis 1957 an der TH Dresden [7] und ist sehr gut dokumentiert. Das Konzept lehnte sich zunächst an den britischen Vocoder an, berücksichtigte später aber aufgrund von Empfehlungen von E. ZWICKER (1924 – 1990) die psychoakustischen Erkenntnisse über die Frequenzgruppen des Ohres. Das Gerät ist nicht mehr erhalten. Seine Komponenten dienten als Plattform für die Untersuchungen zur Sprachanalyse und -synthese durch W. TSCHESCHNER (1927 – 2004), der einer der Pioniere der automatischen Sprachkommunikation war und die Professur für Sprachkommunikation an der TU Dresden bis 1992 innehatte.

Besonders interessant ist jedoch, dass es bereits im Vorkriegsdeutschland Aktivitäten zu vocoderartigen Übertragungseinrichtungen gab. So ist das Prinzip des später als Kanalvocoder bekannten Übertragungssystems bereits in einem deutschen Patent von 1932 beschrieben [8]. Die Erfindung unterscheidet sich von den späteren Vocodern nur dadurch, dass auf die Übertragung der Anregungsfrequenz des Originalsignals verzichtet wird, so dass die Sprachmelodie auf der Empfangsseite nicht wieder hergestellt werden kann. Der Erfinder, K.-O. SCHMIDT, gab an, dass dadurch die Sprachverständlichkeit nicht beeinträchtigt würde. Diese Auffassung hat er später offenbar geändert, denn in einem Zusatzpatent von 1939 [9] wurde die Bestimmung und Übertragung der Sprachgrundfrequenz ergänzt.

Da außer den Patenten nur wenig über die Erfindung und über den Erfinder bekannt ist, wurde eine Literaturstudie durchgeführt und durch Archivrecherchen ergänzt. Letztere waren wenig ergiebig, da die in Frage kommenden Bestände durch Kriegsverluste stark ausgedünnt sind. Aus Platzgründen können nachstehend nur die wichtigsten Ergebnisse der Recherche dargestellt werden; eine ausführlichere Darstellung soll später erfolgen.

## Karl-Otto Schmidt und die Erfindung des Vorläufers des Vocoders

KARL-OTTO SCHMIDT (13. 4. 1901 Naumburg – 27. 9. 1981 Darmstadt) geht in seinem Geburtsort zur Schule, studiert ab 1919 erst in Jena und dann an der TH Darmstadt, wo er 1924 in Elektrotechnik diplomiert. Nach einer dreijährigen Industriezeit tritt er 1927 als Postreferendar in die Deutsche Reichspost ein und wird 1931 Postassessor am Reichspostzentralamt Berlin.

1932 erfolgt die Promotion an der TH Berlin mit einem Thema zur Bandbreitenerweiterung [10], das heute ganz modern anmutet [11] und bereits in die Sprachverarbeitung fällt, die der Arbeitsschwerpunkt von SCHMIDT sein wird. Gutachter sind der bedeutende Nachrichtentechniker und Gründer des HEINRICH-HERTZ-Institutes KARL WILLY WAGNER (1883 – 1953) sowie der seinerzeit führende deutsche Akustiker ERWIN MEYER (1899 – 1972) [13].

Es ließ sich bisher nicht feststellen, wodurch die Beschäftigung mit dem Kanalvocoder angeregt wurde. Das erste Patent [8] fällt in die Promotionszeit, spielt aber in der Dissertation keine erkennbare Rolle. Ebenfalls ist unklar, wie weit die Realisierung eines Versuchsaufbaus oder eines Prototyps getrieben wurde.

1937 wird die Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost (RPF) mit Standort Klein-Machnow aus dem Reichspostzentralamt ausgegründet [14]; SCHMIDT ist dort bis 1945 nachweisbar. Seine fachlichen Aktivitäten lassen sich durch zahlreiche Patente (Stand 1943: 36 Patente) und einige Beiträge in Zeitschriften und Jahrbüchern belegen. Schwerpunkte sind weiterhin nachrichtentechnische (insbesondere Bandbreite-) Probleme bei der Übertragung von Sprache. Darin kommt er gelegentlich auch auf die Frequenzbandkompression zurück und setzt sich nach deren Erscheinen auch mit den DUDLEYschen Patenten auseinander [15, 16]

Die späteren Patente zeigen, dass sich SCHMIDT zunehmend auch mit anderen Themen beschäftigt hat, wobei die Dezimeter- und Zentimeterwellentechnik besonders auffällt. Nach dem Krieg findet man ihn am Fernmeldetechnischen Zentralamt Darmstadt (FTZ). Das Organigramm des FTZ von 1949 verzeichnet ihn als Leiter des Gebietes *Entwicklung der Dezimeterwellentechnik*.

Trotz dieses zusätzlichen beruflichen Schwerpunktes hat SCHMIDT weiter über Fragen der Sprachübertragung publiziert, insbesondere unter Berücksichtigung der sich damals stürmisch entwickelnden Informationstheorie [17, 18]. In diesen Beiträgen ist er verschiedentlich auf seinen Vocoder-Vorläufer zurückgekommen, auch im Vergleich mit dem System von DUDLEY. Eine letzte Retrospektive findet sich in seiner mit O. BROSZE verfassten Monografie [19] in dem Abschnitt über Frequenzbandkompression, wo er bemerkt: “Die wichtigste und bekannteste Erfindung auf diesem Gebiet ist der Vocoder [...]. Er hat einen um sieben Jahre älteren Vorläufer.” Außerhalb Deutschlands ist diese Tatsache nie zur Kenntnis genommen worden.

## Literatur

- [1] HOFFMANN, R.: On the development of early vocoders. 2nd IEEE Conf. on the History of Telecommunications (Histelcon), Madrid 2010, S. 359 – 364.
- [2] SOTSHECK, J. (Hrsg.): Terminologie der Sprachakustik. ITG-Empfehlung 4.3.1-01. Berlin / Offenbach: VDE-Verlag 1996.
- [3] DUDLEY, H. W.: Signaling System, US Patent 2,098,956, patented Nov. 16, 1937.
- [4] SCHROEDER, M. R.: Computer Speech – Recognition, Compression, Synthesis. Berlin etc.: Springer 1999.
- [5] HALSEY, R. J.; SWAFFIELD, J.: Analysis-synthesis telephony with special reference to the vocoder, Journal of the IEE, Part III: Radio and Communications Engineering 95 (1948) 37, 391 – 406.
- [6] Siemens Kulturprogramm (Hrsg.): Siemens-Studio für elektronische Musik. München 1994.
- [7] KROCKER, E.: Aufbau und Untersuchung eines Übertragungssystems für synthetische Sprache. Wiss. Ztschr. TH Dresden 6 (1956/57) 4, 757 – 776.
- [8] SCHMIDT, K.-O.: Verfahren zur besseren Ausnutzung des Übertragungsweges. Dt. Patent 594 976, 27. 2. 1932.
- [9] — Zusatzpatent. Dt. Patent 722 607, 14. 1. 1939.
- [10] SCHMIDT, K.-O.: Neubildung von unterdrückten Sprachfrequenzen durch ein nichtlinear verzerrendes Glied. Dissertation Techn. Hochsch. Berlin. Berlin: Verlag Richard Dietze 1932.
- [11] LARSEN, E.; AARTS, R. M. (Eds.): Audio bandwidth extension. Wiley 2004.
- [12] NOLL, P.: KARL WILLY WAGNER. [www.nue.tu-berlin.de/menue/geschichte/historische\\_persoenlichkeiten/kw\\_wagner/](http://www.nue.tu-berlin.de/menue/geschichte/historische_persoenlichkeiten/kw_wagner/)
- [13] GUICKING, D.: ERWIN MEYER – ein bedeutender deutscher Akustiker. DAGA Stuttgart 2007, Tagungsband “Fortschritte der Akustik”, 413 – 414.
- [14] REUTER, M.: 100 Jahre technische Zentralämter der Post. Archiv für deutsche Postgeschichte, Heft 1/1989, 5 – 17.
- [15] SCHMIDT, K.-O.: Ergebnisse und Aussichten zur Zusammendrängung des Frequenzbandes. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1939. Berlin: G. Heidecker 1940, 150 – 193.
- [16] ROSSMÜLLER, H.; SCHMIDT, K. O.: Der “Voder” und der “Vocoder”. Europäischer Fernsprechdienst, 56. Folge, Nov. 1940, 230 – 234.
- [17] SCHMIDT, K.-O.: Frequenzbandbreite, Übermittlungszeit und Amplitudenstufenzahl (Geräuschabstand) bei den verschiedenen Nachrichtenarten im Rahmen der SHANNON-Theorie. Fernmeldet. Ztschr. 6 (1953) 12, 555 – 563, und 7 (1954) 1, 33 – 43.
- [18] SCHMIDT, K.-O.: Die Anforderungen synthetischer Sprache (Vocodersprache) und vorverformter Sprache an die Kanalkapazität des Übertragungsweges. Nachrichtent. Ztschr. (NTZ) 14 (1961) 6, 279 – 285.
- [19] SCHMIDT, K.-O.; BROSZE, O.: Fernsprech-Übertragung. Sprache – Sprachwandler – Sprachübertragung. Berlin: Schiele & Schön 1967.