

ESKALATIONEN TECHNISCHER TONSCHRIFTEN. Phonographie und
Magnetton

[Ursprünglich eingereicht für bislang nicht erschienene
Publikation von Lars Koch / Dörte Schmidt (Hg.),
Schriftkulturen der Musik (zur gleichnamigen Tagung am 17. /
18. Dezember 2007, Universität der Künste, Berlin)]

Der Bruch technologischer Medien mit der Schrift
Phonographische Kritik der Silbenschrift
Écriture magnetique
Technische Lesarten
Transkription kommt ins Spiel
Avdo, kinematographisch
Phonographé: Der Unterschied zwischen Phonograph und
Magnetophon
Technische Schriften als Klanganalyse: das Oszilloskop
Das Archivieren von Klängen aus der realen Welt

Der Bruch technologischer Medien mit der Schrift

Es ist im Abendland scheinbar eine Selbstverständlichkeit, daß mündlich klangliche Artikulation erst nach ihrer Übersetzung in Schrift untersuchbar ist; hierin sind wir Kinder Altgriechenlands.¹ Einer gutbegründeten Forschung zufolge entstammt die geradezu musikalische Modifikation des phönizischen Konsonantenalphabets zum uns vertrauten Vokalalphabet, also die Hinzufügung dezidierter Symbole für einzelne Vokale, ausdrücklich zum Zweck der Notierbarkeit der Gesänge Homers. Gleichzeitig aber ist der poetische Gesang damit der Perspektive von Philologen unterworfen, die wie selbstverständlich musikalische Äußerungen in schriftlicher Transkription lesen; als die Homerforscher Milman Parry und sein Schüler Albert Lord von der Harvard University Mitte der 30er Jahre des letzten Jahrhunderts im früheren Südjugoslawien die schriftlosen Mnemotechniken epischer Gesänge (der Guslari) als lebendige Analogie zu Homer untersuchen, ist zunächst nach der tatsächlichen phonographischen Aufnahme die eigentliche Grundlage der philologischen Untersuchung und der daraus resultierenden *formulae*-Thesen Parrys die Transkription (u. a. durch niemand Geringeren als Béla Bartók)²; das Gesamtpaket bildet heute die Milman Parry Collection of Oral Literature an der Harvard University.³ Achten wir auf den Namen: "Literature". In dem Moment aber, wo Bartók am Phonographen per Kopfhörer ethnomusikalischen Aufnahmen lauscht und sie

¹ Siehe Barry Powell, *Homer and the Origin of Writing*, Cambridge 1990; ferner W. E. / Friedrich Kittler (Hg.), *Die Geburt des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie*, München (Fink) 2006

² Siehe Albert Lord, *The Singer of Tales*, 2. Aufl. xxx; dort beigefügt auch eine CD-ROM mit Tonbeispielen

³ *Online* präsent unter der URL: <http://chs119.harvard.edu/mpc>

transkribiert, wird er selbst zum Sensor in einem Schaltkreis, zum Analog/Digital-Wandler, zur symbolverarbeitenden Maschine.

Doch unter der Hand bewahrt die Hardware der frühen grammophonen Aufnahmen ein anderes Gedächtnis. Wenngleich die phonographischen Direktmitschnitte auf Aluminiumplatten zunächst nur als technischer Vorlage für korrigierende Transkriptionen dienten, haben sie unter der Hand (in Form der Aluminiumplatten) ein akustisches Gedächtnis der Gesänge im Realen der Hardware gespeichert, welches eine buchstäblich unerhört neue Form der Überlieferung im Abendland darstellt und nichts weniger als den Bruch des akustischen Gedächtnisses mit der Vorherrschaft des Regimes des Symbolischen, also der quasi-alphabetischen schriftlichen Notation, darstellt. Musikalische Notation ist allographisch im Unterschied zur selbstschreibenden Phonographie. Musik hat immer auch indexikalische Momente, die erst von technischen Schriften mitvollzogen werden.

"Sagen <...> überdauerten unter vortechnischen, aber literarischen Bedingungen nur als aufgeschriebene. Seitdem es möglich ist, die Epen jener Sänger, die als letzte Homeriden vor kurzem noch durch Serbien und Kroatien wanderten, auf Tonband mitzuschneiden, werden mündliche Mnemotechniken oder Kulturen ganz anders rekonstruierbar. Selbst Homers rosenfingrige Eos verwandelt sich dann aus einer Göttin in ein Stück Chromdioxid, das im Gedächtnis der Rhapsoden gespeichert umlief und mit anderen Versatzstücken zu ganzen Epen kombinierbar war. Primäre Oralität oder Oral History sind technologische Schatten der Apparate, die sie, nach Ende des Schriftmonopols, überhaupt erst dokumentieren."⁴

Zunächst aber wird die Phonographie noch ganz und gar in Begriffen der Schriftkultur beschrieben - von daher auch der Name, der sich durchgesetzt hat. Es gibt zwei eherne medientheoretische Gesetze, wie sie Marshall McLuhan in *Understanding Media* 1964 publizierte: Einmal ist das Medium die Botschaft, und zum Zweiten ist der Inhalt eines neuen Mediums immer der vorherige. Dies gilt ganz und gar für die Aufzeichnung akustischer Ereignisse durch den Phonographen.

"Schriftkulturen": Nicht allein der Begriff "Kultur" verdient in den Plural gesetzt zu werden, sondern auch der von Schrift. Diese nämlich pluralisiert sich nicht nur hinsichtlich seiner kulturellen Praktiken, sondern auch in seinem kulturtechnischen versus technologischen Wesen. Das phonetische Alphabet stellt eine Kulturtechnik zur dauerhaften Meisterung der gesprochenen oder gesungenen Sprache dar; der Phonograph hingegen eine Technologie, eine technische Schrift.

Neben Übersetzungsphänomene, die sich durch den Kontakt unterschiedlicher Musik- und Schriftkulturen ergeben, treten Übersetzungsprobleme nach eigenem, medientechnischen Recht. Und hier kommt erneut die Milman Parry Collection of Oral

⁴ Friedrich Kittler, *Grammophon - Film - Typewriter*, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 15

Literature ins Spiel, die nicht nur der Schauplatz eines Widerstreits zwischen schriftlicher Notation und phonographischer Klangaufzeichnung ist, sondern auch einer dramatischen Eskalation innerhalb der technischen Schriften von Musik. Während Milman Parry nämlich mit einer sehr schwerfälligen Doppellaufwerk-Apparatur in Südjugoslawien umherreiste, einem für seine Zwecke spezialisierten phonographischen Direktschneidegerät, kehrt sein Schüler Albert Lord um 1950 noch einmal dorthin zurück, um alte Aufnahmen, z. T. mit dergleichen Sängern, noch einmal zu wiederholen. Doch seine Technologie ist eine neue: die magnetophone Aufnahme auf Stahldraht. Mit einem solchen Geräte (dem Wire Recorder der Firma Webster Chicago, Baujahr 1948) auf den Spuren der epischen Gesänge in Novi Pazar, einem der von Parry und Lord frequentierten Gesangsorte, stellte sich im September 2006 angesichts des schieren Bilds der ablaufenden Aufnahmespule und des Gusle-spielenden Sängers Hamdo blitzhaft die Frage ein, welche Korrelation eigentlich zwischen dem Stahldraht des Wire Recorder und der Saite der Gusle (und den Stimmbändern des Sängers) besteht - und was sich im paramedialen Raum dazwischen abspielt.⁵

Das Tonband oder der Tondraht sind nicht schlicht Fortschreibungen früherer Tonträger. Technische Schriften sonischer Artikulation brechen mit der Kulturtechnik des Schreibens:

Bruch 1 ist der zwischen schriftmusikalischer Notation (im Symbolischen) zur technischen Schrift, also zur Aufzeichnung des akustischen Ereignisses durch Phonographen und Grammophon (im Realen); die Bewegung der Schrift, sozusagen die Schrift der Schrift, ist eine radikal andere. In Form der Rillen und der Draht- oder Magnetbandspule ist die eigentliche Schrift das Entlangrollen der Signalfolge an einem Lesekopf.

Bruch 2 ist der Bruch zwischen (elektro-)mechanischer und vollelektronischer Aufzeichnung, also von Grammophon zu Magnetophon; John Cage hat nach seinen Erfahrungen mit Tonbandschnipseln ausdrücklich für eine andere Form musikalischer Komposition jenseits der Schrift plädiert, die nicht mehr diskrete Tondauern und Tonhöhen notiert, sondern mit Phasen operiert. Schallereignisse, geboren aus dem Reich der Elektroakustik, werden damit vollends zur Maßgabe neuer Zeitverhältnisse in der Musik: Die Epistemologie des elektromagnetischen Feldes, das schon im Namen sagt, daß es nicht "Schrift" ist, greift über auf die Zeitästhetik von Musik, wird hörbar, gar komponierbar. Solcherart inspirierte Musik ist selbst dann, wenn noch mit klassischen Blasinstrumenten komponiert wird, bereits als Ästhetik am

⁵ Zum Ursprung der elektronischen Musik aus der elektromagnetischen Abtastung schwingender Saiten siehe Peter Donhauser, Elektrische Klangmaschinen. Die Pionierzeit in Deutschland und Österreich, Wien - Köln - Weimar (Böhlau) 2007, bes. 109f

Werk, etwa in Karlheinz Stockhausens Komposition *Zeitmasze* (1955/56) für 5 Holzbläser, zu deren Werktitel es im Kommentar Stockhausens heißt:

"Zeitfelder größerer Ausdehnung kommen in die Komposition: Strukturen bewegen sich zwischen streng gerichteten Zeitlinien <...> und richtungslosen Zeitfeldern, in denen verschieden große Massen von Tönen zu vibrierenden Klangpulks pulverisiert werden: dynamische und statische Zeitformen kommen - oft gleichzeitig - ins freie Spiel."⁶

An die Stelle des *graphie*, was immer die mechanische Eingravur, die Inschrift meint, tritt ein fragiles, flüchtiges elektromagnetisches Feld: ein andersartiger Latenzzustand von Signalspeicherung, jenseits der vertrauten Kulturtechnik (und dem Traditionsgaranten) Schrift. Der Appell des Mediums ist eindeutig: Lernen wir, die musikalische Notation nicht mehr in Begriffe der Schrift zu denken, damit diese unserer Auffassung nicht hinderlich wird und Medien selbst ein besseres Wissen um das Klangereignis hat als die Kultur samt ihrer Kulturtechnik Schrift.

Damit korrespondiert eine Praxis der technoschriftlichen Analyse von Klangereignissen seit dem Kymographen (und im Grunde seit Chladni) bis hin zu Oszilloskop: Die "Schrift" der akustischen Aufzeichnung ist gleichzeitig das "Schrift"medium der wissenschaftlichen Analyse des Klangereignisses (bis hin zum Oszilloskop).

Der Phonographische Salon des Medientheaters in der Berliner Sophienstraße hat im Dezember 2007 nachgewiesen, daß Edisons Inspiration zum Phonographen nicht linear aus der Kenntnis von wissenschaftlichen Meßmedien, nämlich klanganalytischen Maschinen wie Kymographen und Phonoautographen (Léon Scott) stammte, sondern die entscheidende Eingebung zur Rückverwandlung der aufgezeichneten Signale als Resynthese zum Klang ausgeht seinen Experimenten kurz vor 1877 mit einem geschwindigkeitsoptimierten Embossy-Telegraphen, der die Morse-Signale zunächst auf einer rotierenden Schallplatte notiert und dann von dort aus mit verlangsamter oder beschleunigter Geschwindigkeit wieder ausgelesen werden kann; das kratzende Geräusch im höherfrequenten Bereich (weit höher als die klassische Taktung der Telegraphie) hat Edison seiner eigenen Erinnerung zufolge die Assoziation mit telephonisch verwaschenen Stimmen nahegelegt. Angenommen, dies sei keine nachträgliche Deckerinnerung (und der entsprechende Embossy-Telegraph existiert in der Smithsonian Institution in Washington), wirkt hier im Dienst einer zeitkritischen Ökonomie von Kommunikation diskrete (wenngleich noch nicht binär rechnende) Signalübertragung mit bei der Geburt des klassischen Analogmediums Phonographie: also ein Alphabet, doch gerade kein Vokalalphabetisches, obgleich gerade solchen

⁶ Karlheinz Stockhausen über sein Stück *Zeitmasze* (1955/56) für 5 Holzbläser, Text (original 1956) im Booklet zur gleichnamigen CD, 9f

technischen Alphabete inzwischen das Schönste an menschlicher Vokalität zu prozessieren vermögen. Und mit "Final Scratch" bzw. "Traktor Scratch" kehrt die grammophone Schallplatte gar als Steuermedium digitaler Soundfiles derart zurück, daß sie im Sinne klassischer DJ-Techniken zur Zeitachsenmanipulation verwendet werden kann, also selbst zum Steuermedium wird - durch Phasenverschiebung zweier Sinustöne (2 kHz-Signale), realisiert nach dem Stereo-Prinzip einmal in Tiefen- und einmal in Seitenschrift, anhand derer der Abtaster die jeweiligen Zeitmarke des Soundfile erkennt. Indem so die Schallplatte zum Zeitgeber (zum Timecode für die Manipulation des digitalen Soundfile) wird, steht sie der Morse-Telegraphie und Edisons Embossy-Telegraphen in einer medienarchäologischen Rekursion wieder näher denn der analogen Klangaufzeichnung.

Bei Rückübertragen auf eine phonographische Wachswalze (so die Versuchsanordnung von Felix Pfeifer auf dem *Phonographischen Salon*) aber kommt das Verrauschen von "Schrift"tonträgern in Materie ins Spiel; das Signussignal in alleiniger Tiefenschrift muß durch ein Sägezahnsignal ersetzt werden, um von der Software in seiner Richtung erkennbar zu bleiben. Dann aber ist der Signal-Rausch-Abstand zu gering, um noch (aus Sicht des Rechners) sicher differenzierbare Steuersignale entziffern zu können (eine Entzifferung im alphanumerischen, nicht mehr vokalphabetischen Sinn); der indirekte Weg, das Rauschen selbst mit einem Sägezahn zu modulieren, scheidet hier an der geringen Bandbreite des Frequenzspektrums von Wachswalzen. So interferieren Indexikalität des (akustisch) Realen und das Symbolische von Schrift als Code. Die Klangmedienkultur der Gegenwart praktiziert damit die erstaunliche Wiedereinkehr (nicht Rückkehr, es sei denn im dialektischen Sinne Hegels) der diskreten Notation in der symbolverarbeitenden Maschine namens Computer als Signalverarbeitung des Realen: die Alphanumerik digitaler Aufnahmen, die im Unterschied zu herkömmlichen Schriften jedoch selbst operativ zu werden vermag.

Am Ende eine weitere Eskalation: neben die kulturhistorische, medienhistorische, ethnologische und wissenschaftliche Dimensionen des Problems, die allesamt im Namen des transzendenten Signifikats Geschichte formuliert ist, tritt eine genuin medienarchäologische Dimension, nämlich ein anderes, nicht-historisches Zeitverhältnis, in welches wir gesetzt sind, wenn wir phonographische und magnetophone Aufnahmen hören. Unsere Sinne nehmen diese Aufnahmen radikal gegenwärtig auf, und ebenso gegenwärtig ist das Abspielmedium im Vollzug.

Phonographische Kritik der Silbenschrift

Die Entwicklung der Experimentalphonetik basierte auf mechanischen wie auch elektronischen Meßgerätegenerationen bis zum Einzug des Computers. Speziell die Phonographie entstammte einem medienarchäologischen, nicht primär kulturell-
semantischen Verhältnis, nämlich der Erforschung des Akustischen; Léon Scotts Phonautograph, auf den auch Hermann von Helmholtz in seiner Lehre von den Tonempfindungen (1863) ausdrücklich rekurriert, manifestiert es. Während ein sogenannter Pythagoras am Meßmedium Monochord noch die Vermutung einer harmonischen Weltordnung musikalisch-mathematischer Natur entwickelte, ist der Phonograph ein strikt naturwissenschaftliches Meßgerät, weitgehend losgelöst von ideologischer Abstraktion (oder Theorie).

Giulio Panconcelli-Calzia, Leiter des Phonetischen Laboratoriums in Hamburg 1910-1949, läßt als lautsprachliche Realität nur gelten, was auch in einer experimentalphonetischen Registrierung abgebildet wird. Von daher seine Kritik am Begriff der Silbe als Elementarbereich, die mit dem naturwissenschaftlichen Ansatz der Experimentalphonetik nicht nachgewiesen werden kann.

Silbenverständlichkeit ist ein *menschliches* Maß und Kriterium für die Gestaltung (die Kanalaufteilung und andere Parameter) des Vocoders gewesen (in den Bell Labs wie an der TU Dresden). Diese menschliche Fähigkeit, Worte in Silben aufzuteilen, "ist eine Leistung unseres Gehöres, das es gelernt hat, eine Lautfolge nach bestimmten Regeln zu strukturieren"⁷ - also ein kulturtechnisches Training, ein Retro-Effekt der vokalphabetischen Schrift (so definiert seit Aristoteles: Erst als Schriftbild wird Sprache in Phonemen analysierbar, also ein Effekt der Elementarisierung, der Analyse). "Ein Analysegerät hat das nicht gelernt und zeigt uns damit, welche Vorausleistung wie unbewußt geben, wenn wir einen gesprochenen Text hören" <Grieger ebd.>. Das Meßmedium ist also der "kulturfreie" Archäologe der Stimme; nur Medien haben dieses unverstimmte (oder ein gerade nicht physiologisch gestimmtes, i. S. Helmholtz') Gehör. Hinzu tritt jedoch das psychologische Moment, das reinen Meßmedien entgeht; damit ist eine Gretchenfrage im Verhältnis von Medienarchäologie und Kulturwissenschaft angesprochen.

Écriture magnetique

Die französische Sprache prägt für die Magnetophonie den Begriff *écriture magnetique*. Doch nicht nur die elektrotechnische Schrift selbst unterscheidet sich mit epistemologischer Radikalität von der Kulturtechnik Vokalalphabet, auch der neue Schriftträger macht eine

⁷ Wingolf Grieger, Führer durch die Schausammlung Phonetisches Institut, Hamburg (Christians) 1989, 19

Differenz, wenn er nicht mehr Wachstafel (Antike), Papier oder Wachsylinder (Edison) ist, sondern Magnetband (Pfläumers Erfindung eines "singenden Papiers"). Gekoppelt an mathematische Verfahren der Tonanalyse (Fourier-Transformation), ist Lautbildung im Playback-Verfahren als Bedingung von *visible speech* nicht mehr von der Vorschubgeschwindigkeit des Bandes abhängig: Mit dem Tonband konnte man, "ohne daß die Sprache wie bei den bisher üblichen Verfahren sofort unverständlich wurde, das Band beliebig langsam ablaufenlassen und so jeden einzelnen Laut (sofern er stationär, also zeitlich unverändert ist) genau studieren"; die Option, Sprache zeitlich zu komprimieren oder zu dilatieren, zeitigt dann ihrerseits Konsequenzen für die schmalbandige Nachrichtenübertragungstechnik.⁸ Und so schreibt sich im elektromagnetischen Raum als neue Qualität etwas fort, das motorisch und mechanisch im Phonographen endet - die Handschrift.

Technische Lesarten

"Wachswalzenrillen sind eigentlich nichts anderes als dreidimensionale Abbilder der aufgesprochenen Schallschwingungen, die über Aufnamemembran und Schneidstichel in die Wachsoberfläche gegraben worden sind" <Grieger 1989: 84>. Als sogenannte Glyphen aber stellen sie die Alternative zur alphabetischen Handschrift dar. Im Unterschied zu einem geschriebenen *alpha* läßt sich das gesprochene "A" als phonographische Spur mit dem Mikroskop vermessen, um daraus Frequenz und Amplitude, also weitere Information abzulesen. Damit erreichen wir eine Ebene sonischer Artikulation, die uns recht eigentlich nur noch vermittelt durch die Meßmedien selbst zugänglich ist; Meßmedien werden so selbst zu Archäologen musikalischen Wissens auf einem Niveau, das nicht mehr das der rein kulturell semantisierten Artikulation ist, sondern das tatsächliche Ereignis in seiner ganzen Physikalität und Mathematisierbarkeit erfaßt.

Und so sind Meßmedien der Testfall des akustisch Realen an musikalischer, gesanglicher, klanglicher Artikulation, denn nur sie vermögen dieses Reale zu ertasten (kulminierend im quantisierenden *sampling*). Einmal symbolisch in Form von alphabetischer Umschrift oder klassischen Noten notiert, ist die Komplexität von Gesang als umfassendes Schallereignis auf die Perspektive der Philologen reduziert; aus Bartóks Notation von Avdos Epen läßt sich das Klangereignis nicht mehr rekonstruieren, bestenfalls der Mechanismus der Konstruktion. Eine Frequenzdarstellung der phonographischen Aufnahme Avdos dagegen analysiert seinen Gesang buchstäblich elementar,

⁸ Elena Ungeheuer, Wie die elektronische Musik "erfunden" wurde ... Quellenstudie zu Werner Meyer-Epplers Entwurf zwischen 1949 und 1953, Mainz et al. (Schott) 1992, 175

gerade weil sie präziser ist als die Grobheit des Alphabets und der Notation.

Das Verfahren der Tiefenschrift gräbt die Schallverlaufskurven in die sich drehende Wachswalze ein. "Die Schallschwingungen sind jetzt konserviert. Wenn man sie wieder zum Klingen bringen will, geht man einfach den umgekehrten Weg"⁹ - man analysiert auf mechanisch-analogem Weg diese Information: eine abgerundete Saphirspitze, statt des Schneidgriffels am Dosenboden befestigt, fährt die Furche auf der Wachswalze entlang und versetzt dadurch ihrerseits wieder den Tonabnehmer in Schwingungen - also eine Form von Schrift-Lektüre transitiver, indexikalischer, nicht symbolischer Art.

Transkription kommt ins Spiel

Bekanntlich hebt McLuhan in seinem Klassiker *Die Gutenberg Galaxis* (1962) gleich im ersten Satz damit an: "Das vorliegende Buch stellt in mancherlei Hinsicht eine Ergänzung zu *Der Singer erzählt. Wie ein Epos entsteht* von Albert B. Lord dar", worin - im Anschluß an Milman Parrys Forschungen - die These verfolgt wird, daß orale Dichtung grundsätzlich anderen Mustern folgt als die verschriftlichte, ja selbst die Verschriftlichung der selben mündlichen Poesie, die eben erst als Schrift/Druck "dieselbe" (Autor, Copyright) wird.¹⁰ Die Tonaufnahmen von Parry / Lord wurden rasch transkribiert; damit gerieten die Aluminiumplatten und Drahtspulen in die Vergessenheit des wissenschaftlichen Nachlasses. Doch geht die mündliche Poesie in ihrer schriftlichen Notation weder auf, noch kann sie damit als physikalisches Ereignis voll erfaßt werden. Unter der Hand hat sich, mit der vergessenen Lagerung der Aluminiumplatten und Drahtspulen, die Option erhalten, das stimmliche Ereignis selbst zu analysieren: Nachdem unversehens neue Methoden der messenden Analyse solcher technischen Schriften (erst Oszilloskop, jetzt digitales Filtern) entwickelt wurden, enthalten die scheinbar längst ausgewerteten gelagerten Tonquellen der Vergangenheit einen neuen Typus potentieller Information - zugleich ein Argument dafür, neue, technische Quellengattungen auch in Zukunft archivisch vorzuhalten. Wenn epische Gesänge der Guslari nicht mehr nur philologisch transkribiert werden (der ursprüngliche Zweck von Parrys Tonaufnahmen), sondern in ihrer Unmittelbarkeit vom Tonträger gehört werden, ist dieses Klangereignis nicht (wie seine Verschriftlichung oder Notation) mehr der grammatologische Tod der oralen Poesie, sondern ihre tatsächliche Wieder-Holung, eine Gleichursprünglichkeit aus der Perspektive unserer Sinne - ein

⁹ Grieger 1989: 88

¹⁰ Marshall McLuhan, *Die Gutenberg Galaxis. Das Ende des Buchzeitalters* [AO 1962], Bonn u. a. (Addison-Wesley) 1995, "Prolog", 1-12 (1)

anderes, geradezu unhistorisches Moment von kultureller Artikulation.

Erst mit solchen Apparaturen wird das Moment des Vortrags formelhafter mündlicher Dichtung (Pro- und Retention) wirklich als zeitkritisches analysierbar. Tatsächlich zitiert der Herausgeber des Basler Homer-Kommentars eine frühe Äußerung von Albert Lord über einen meisterlichen Guslar ("Avdo Medjedovitch, though only a peasant farmer, is a veritable Homer") und kommentiert: "Was da gesagt wurde, mußte jeden Homerforscher, der davon Kenntnis bekam, sofort aufhorchen lassen, ja elektrisieren."¹¹ Das "Elektrische" liegt im Kurzschluß, in der physisch-sensorischen Erfahrung, die Parry und Lord im Moment von Avods Vortrag machen: ein zeitlicher Kurzschluß zu Homer (wie ihn sich Altphilologen vorstellen), eine - im Sinne Walter Benjamins - "blitzhafte" Konstellation, die gerade nicht linear-historisch das Dazwischen betont, den Wandel, sondern die Unmittelbarkeit auf transitorischer Ebene.

Ein schrift- und druckkritischer Satz aus Lords Buch entzückte McLuhan ganz besonders: "Das gesprochene oder gesungene Worte, zusammen mit dem visuellen Bild des Sprechers oder Sängers, ist <...> auf dem besten Wege, durch die Elektrotechnik seine alte Bedeutung wiederzugewinnen."¹²

Avdo, kinematographisch

Hier nun kommt die medienarchäologische Engführung ins Spiel. Friedrich Nietzsches Basler Antrittsvorlesung von 1869 unter dem Titel "Homer und die klassische Philologie" bezeichnet seine junge Wissenschaft als "unorganischen Aggregatzustand verschiedenartiger wissenschaftlicher Tätigkeiten, die nur durch den Namen 'Philologie' zusammengebunden sind"; diese sei "ebenso wohl ein Stück Geschichte als ein Stück Naturwissenschaft als ein Stück Aesthetik; <...> Naturwissenschaft, so weit sie den tiefsten Instinkt des Menschen, den Sprachinstinkt zu ergründen trachtet."¹³ Tatsächlich wird dementsprechend der Phonograph zu linguistischen Zwecken eingesetzt; erst die Grammophone (Parry) oder Magnetophone (Lord) Aufnahme vermag, als bewahrte, jene mikrozeitlichen Dimensionen mündlicher Dichtung analysierbar zu machen, die in der schriftlichen Transkription von Gesängen längst verlorengegangen. Die auf der Homepage der

¹¹ Joachim Latacz in seinem Vortrag "Die Hochzeit des Smailagic Meho. Neue Erkenntnisse im Zusammenhang mit einer Neu-Übersetzung", Colloque Milman Parry, Grenoble 1993, unter Bezug auf Albert B. Lords Aufsatz "Homer and Huso: The Singer's Rests in Greek and Southslavic Heroic Songs", in: TAPhA 67 (1936), 106-113 (mit Dank an den Autor für die Verfügungsstellung seines Typoskripts, hier S. 1)

¹² Hier zitiert nach McLuhan 1962/1995: 2

¹³ In: Friedrich Nietzsche, Werke in drei Bänden, München 1954, Bd. 3, 154-174

Milman Parry Collection (Harvard) reproduzierte Transkription desjenigen Abschnitts des Gesangs von Avdo Mededovic, welche als "Kino" aufgezeichnet wurde, zeigt es im Vergleich zur kinematographischen Aufnahme des gleichen Gesangs.¹⁴ Vernehmen wir zunächst die technische Schrift als Bild und Ton, und schauen dann die philologische Umschrift. Tatsächlich stimmt der Zeilenumbruch der einzelnen Verse nicht mit dem Rhythmus der gesungenen syllabischen Einheiten überein; der Überhang der letzten Syllabe ist in der Hörfassung schon der Beginn der nächsten gesungenen "Zeile". Das medientechnische Archiv hebt hier eine zweite Überlieferung auf, die nicht in der Transkription erschöpft ist.

Ferdinand de Saussure differenzierte zwischen "einem eigentlichen literarischen Gesichtspunkt" als Feld der Literaturwissenschaft und "den Hilfsuntersuchungen mit einem mehr technischen Charakter", die das Feld des Philologen seien, "so unter anderem <...> die Metrik der in Versen abgefaßten Werke, etc. <...> Der Philologe wird als Archäologe, Jurist, Geograph, Historiker, Mythologe, etc. walten können"¹⁵ - doch eben auch, in diesem Zusammenhang, als Medienarchäologe walten müssen.

Für die semantische, poetologische Analyse macht es auf den ersten Blick wenig Unterschied, ob der Gesang in sorgfältiger Schrift, Grammophon oder elektromagnetisch aufgezeichnet wird. Doch der Unterschied liegt darin, daß sich erst aus der technischen Aufzeichnung die zeitkritische Dimension des "making of Homeric verse" eröffnet, die im Hintergrund bleibt, wenn vokalphonetisch notiert wird. Denn wenn (im Sinne von Parry Theorie) der Sänger im Moment der Aufführung spontan nach Maßgabe von Silben und Rhythmenlängen interpoliert (Epithete), ist dies (im Sinne der "linear prediction" in Norbert Wiensers *Kybernetik*) ein zeitkritischer Prozeß der Interpolation von Vokalen und Silben - ein Aspekt, der Parrys Analysen entglitt, weil er mit alphabetischen Transkriptionen - eben im Medium der (Alt)Philologie - operierte. Einmal in Schrift übersetzt, läßt sich aus den Buchstaben das Frequenzspektrum der jeweiligen Gesangs nicht mehr rekonstruieren - anders dagegen die technische Schrift in ihrem gleichursprünglichen Verhältnis zum Klangereignis.

Phonographé: Der Unterschied zwischen Phonograph und Magnetophon

Die Differenz von schriftlicher Notation, Phonograph und Magnetophon ist keine rein technische; "Archive im Zeitalter

¹⁴ Das *Avdo Mededovic Movie* ist sichtbar *online* unter <http://www.chs.harvard.edu/mpc/clips/avdo.mov>

¹⁵ Ferdinand de Saussure, *Linguistik und Semiologie*. Notizen aus dem Nachlaß. Texte, Briefe und Dokumente, gesammelt, übersetzt und eingeleitet von Johannes Fehr, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1997, 280

ihrer technischen Induzierbarkeit"¹⁶ sind anders verfaßt. Worin liegt zunächst der Unterschied zwischen phonetischem Alphabet und Phonographie? Auch (Hand-)Schrift ist zwar eine mechanische Einritzung gleich der Phonographie auf Stanniolband oder Wachswalze; materieller Energieaufwand gegen Widerstand, Speicherung im Material, ein physikalischer Prozeß (zuweilen ununterscheidbar von "natürlichen" Schriftspuren, wie sie schon Athanasius Kircher als *lusus naturae* deutete). Aber es zählt in der Notation (streng nach Norbert Wieners Definition) nicht primär Materie oder Energie, sondern die Information: Wenn irgend möglich, wird Schrift vom lesenden Menschen als Symbolkette erkannt und abstrakt verarbeitet (Schrift als Alphabet). Anders die phonographische Spur: Hier wird die (akustische) Information vom Medium selbst vollzogen (in der Drehung, differential). Phonographie als Sprachaufzeichnung heißt: Anders als bei Lektüre des Alphabets hört das Ohr hier nicht abstrakte Codes, sondern (unter umgekehrten Vorzeichen als die Verschriftlichung der Vokale) die Materialität der Laute selbst. Hieran schließt sich die Frage, welche verschiedenen Wissensformen das Sehen (Oszilloskop) und das Hören von Signalketten (zu Meßzwecken) macht; worin also die Distinktionsschärfen des Ohrs im Unterschied zum Auge liegt (differenziert nach Zeitprozeßwahrnehmung versus codierter Information).

1916 verfaßt George Bernard Shaw das Stück *Pygmalion*, bekannt u. a. für die Rolle des Grammophons im Sprachtraining von Eliza Dolittle. Den Nobelpreis erhält Shaw jedoch für die Drehbuchfassung von 1938; in diesem Film taucht in einer atemberaubend metonymischen Kamerafahrt gleich zu Beginn unversehens das Oszillogramm der menschlichen Stimme aus dem elektronischen Meßgerät auf - flüchtige Erscheinungen ganz nach dem Wesen der Elektrizität, anders als die inskriptionelle Schrift von Speichermedien wie dem Edison-Phonographen (der im Unterscheid zu Berlin auf die aktive Besprechbarkeit als Diktiergerät, nicht schlicht die passive Abspielbarkeit der Schallträger setzte).

Der Phonograph ist die Vollendung der Schriftkultur. Der Besucher der Phono-Abteilung der Technischen Sammlungen Dresden wird empfangen mit der Überschrift "Spuren von Wirklichkeit" - ganz im Sinne von Roland Barthes (über Photographie). Indexikalische Spuren des Realen schreiben sich ein; schon der Ausdruck "Einschreibung" verrät die kulturelle Logik (der Kulturechniken), die am Phonographen noch am Werk ist. Die erste Erklärungstafel in der genannten Phono-Abteilung resümiert: "Der Schall lernte zu schreiben. Die Vergangenheit bekam eine Stimme. Die Geräusche waren nicht länger flüchtig."

¹⁶ Eine Begriffsfindung von Knut Ebeling auf der Podiumsdiskussion *Datenbrand* im Rahmen des Kolloquiums "Medien, die wir meinen" (Humboldt-Universität zu Berlin, Seminar für Medienwissenschaft), 12. Dezember 2007)

Was mit der Vokalalphabetisierung begann, endet im Grammophon. Schon Edisons Namensgebung für seine klangspeichernde Erfindung sagt es: Phonographie; demgegenüber entscheidet sich die AEG später für den Namen Magnetophon für elektromagnetische Aufzeichnung jenseits der Schrift (signifianterweise nicht etwa "Magnetograph"). In der Musikethnologie war lange Zeit die phonographische Aufnahme nur der Weg, der mediale Kanal zur Transkription des akustischen Befunds. Verloren geht die dabei Medialität der akustische Information, insofern sie sich nicht symbolisch (in Notenschrift und/oder im phonetischen Alphabet) kodieren läßt. Die konkrete Aufführungsästhetik historischer Kompositionen ließ sich bislang nur aus weitgehend schriftlichen Quellen rekonstruieren, oder indirekt aus der Hardware musikhistorischer Instrumente. Erst mit Phonographenaufnahmen seit 1877 und ab 1904 mit den Welte-Mignon-Rollen (für nicht analoge, sondern diskrete Klaviatur-Lochung) "haben wir eine weitestgehend klare Beweislage zur Aufführungstraxis. Wenn nur Notentexte zur Verfügung stehen, wird es wesentlich schwieriger"¹⁷.

Die elementare Analyse als wissenschaftliche Form ist laut McLuhan eine direkte Funktion des phonetischen Alphabets¹⁸; an deren Stelle tritt in der Epoche elektromagnetischer Induktion eine Ästhetik dynamischer Prozesse. McLuhan beschreibt es unter Berufung auf Louis de Broglie, *La physique nouvelle et les quanta*: Die von diesem beschriebene quantenphysikalische Revolution sei "nicht eine Folge des Alphabets, sondern des Telegraphen und des Radios" <ebd.>. Etwas Ähnliches ereignete sich, als die physikalische Akustik Meß-Methoden für kleinste zeitliche Intervalle fand. Während das alte Modell der Notation annimmt, daß die Meßtätigkeit darin besteht, ein klangliches Etwas in eine Reihe von Stücken mit bestimmten Eigenschaften wie Höhe, Dauer oder Lage aufzuteilen, wird für elektronische Aufzeichnung nicht die Bezeichnung für ein Teilstück verwendet - jenseits der *stoicheia* des diskreten Tonalphabets.

Bereits ein Jahr nach Edisons Erfindung des Phonographen, nämlich 1878, befaßt sich Oberlin Smith mit "einigen möglichen Verbesserungen" dieses Geräts durch prinzipielle Umschaltung vom mechanisch-physikalischen auf das elektromagnetische Paradigma. Doch obgleich hier aus medienarchäologischer Sicht ein dramatischer Bruch zwischen mechanischer Gravur (Einschrift, *graphein*) und elektromagnetischem Feld stattfindet, hinkt der Diskurs mit seinen konservativen (Schrift-)Begriffen hinterher: So hat "die magnetische Schrift vor der gewöhnlichen Phonographenschrift die Vorteile, daß sie

¹⁷ Wikipedia, Eintrag "Historische Aufführungspraxis" = http://de.wikipedia.org/wiki/Historische_Aufführungspraxis; Zugriff 22. November 2007

¹⁸ McLuhan 1962/1995: 7

durch den Gebrauch, d. h. durch die Wiedergabe nicht schwächer wird, sich nicht verändert und so an Stelle des Abschleifens es nur notwendig ist, ein Überfahren der magnetischen Schrift mit einem Magnet auszuführen"¹⁹. Der elektronische Effekt ist mag(net)isch - um hier auf McLuhan (*Die magischen Kanäle*) anzuspielden.

Léon Scotts Phonautograph ward geboren aus Forschungen zur Akustik; er selbst bezeichnet seinen Schall-Kymographen als Apparat zur Selbstaufzeichnung von klanglichen Schwingungen.²⁰ Unter der Hand "schreibt" sich hier das dramatisch Neue an der Schrift: Die Selbstaufzeichnung, das Phantasma des 19. Jahrhunderts, resultierend in Photographie (Fox' *Pencil of Nature*), Phonographie, Kymograph und anderen Meßinstrumenten. Seitdem gibt es eine wahre mediale Historiographie.

Valdemar Poulsen entdeckt 1894 das magnetische Tonaufzeichnungsprinzip während seiner Tätigkeit als Ingenieur in der Kopenhagener Telegraphengesellschaft; etwas unsicher weiß der Name der neuen Apparatur noch nicht, ob er die Fortsetzung der Telegraphie mit anderen Mitteln oder ein neues Verfahren darstellt. Poulsens Begriff Telegraphon sei "ein merkwürdig erfundenes Wort; denn je nachdem man das 'on' als eine bedeutungslose Endsilbe ansieht oder als zu den vorstehenden Buchstaben 'ph' gehörig, <...> bedeutet es 'Fernschreiber' oder wörtlich übertragen 'Fernschreibtöner', somit einen Apparat zum Niederschreiben von aus der Ferne kommenden Tönen"²¹ - Telegraphon. Im Falle des Telegraphons liegt kein Stift, kein *stilus* mehr vor, sondern ein magnetischer Kern, später (im Magnetophon von AEG) der Ringkopf. "Beim Telegraphon findet <...> nur eine sanfte Berührung zwischen Elektromagneten und Draht statt"²²; in anderen elektromagnetischen Verfahren vollzieht sich die medienarchäologische Kommunikation gar berührungslos - das Urprinzip der elektromagnetischen Induktion, wie von einem andren Dänen: Oersted, und dann von Faraday, entdeckt und durchexperimentiert.

Technische Schriften als Klanganalyse: das Oszilloskop

In der Sprachakustik wird aus dem zeitunkritischen Speichermedium Schrift ein Ultrakurzspeicher: sogenannte Sprachsichtgeräte, "welche Sprache unmittelbar nach dem Sprechen oder mit nur geringer zeitlicher Verzögerung so darstellen, daß diese visuell beobachtet und <...> bei

¹⁹ Das Telegraphon in praktischer Ausführung, in: Phonographische Zeitschrift 4, Heft 4 (1903), 47

²⁰ Jonathan Sterne, *The Audible Past*, Durham / London 2003, 45

²¹ August Foerster, Das Telegraphon, in: Georg Malkowsky (Redaktion), *Die Pariser Weltausstellung in Wort und Bild*, Berlin (Kirchhoff) 1900, 398-400 (398)

²² Foerster 1900: 399

entsprechender Übung ausreichend fehlerfrei verstanden werden kann"²³. An der TH Dresden wird zunächst ein Laborgerät mit einem Laufstreifenverfahren mit elektrochemischer Aufzeichnung, dann eines mit schneller Magnetabtastung mit rotierenden Magnetköpfen entwickelt - eine Vorform der Videotechnologie zu Zwecken der Akustik.²⁴

Endet also das Vokalalphabet, das die Musikalität der gesprochenen oder gesungenen Sprache in die Schrift überträgt, mithin also den Stimmfluß zu übertragen sucht, mit der technischen Übertragung in die klangliche Frequenz, deren Berechenbarkeit alle diskreten Symbole unterläuft und das akustische System zeitkritisch werden läßt?

Nachdem Ferdinand Braun die Kathodenstrahl-Bildröhre als Medium der Messung kleinster elektrischer Ströme Ende des 19. Jahrhunderts erfunden hatte, kam sie recht bald auch in der non-verbalen, non-notationellen Analyse musikethnographischer Phonogramme zum Einsatz.²⁵ Genau hierin sieht McLuhan das epistemologische Potential, also das Erkenntnispotential der elektronischen Medien(kultur): "Today, with the oscillograph, tape recorder, and various electronic devices, speech is being felt in depth and discovered in its structural multi-facetness for the first time in human history."²⁶

Hier kommen kulturellen Illusionen gar nicht erst auf; der kalte Blick des Meßgeräts anerkennt das Rauschen der Schallträger gleichrangig zum archivierten Gesang und Gusle-Spiel. So kommen zeitkritische Meßmedien buchstäblich mit ins Spiel, denn damit "verstrickt sich <...> die Frage der Erkenntnis von Medien unauflösbar mit der Frage der Erkenntnis durch Medien"²⁷.

Das Archivieren von Klängen aus der realen Welt

Mit traditioneller Notation war Musik semiotisierbar, d. h. in Zeichen archivalisch ablegbar. Mit technischen Schriften aber wird Musik auch als Signalfolge faßbar; aus diesem Wechsel vom Zeichen zum Signal resultiert auch eine Umschrift des Archivs,

²³ R. Hoffmann, Sprachsynthese an der TU Dresden. Wurzeln und Entwicklung, in: Dietrich Wolf (Hg.), Beiträge zur Geschichte und neueren Entwicklung der Sprachakustik und Informationsverarbeitung. Werner Endres zum 90. Geburtstag, Dresden (Universitätsverlag) 2005, 55-77 (Sonderdruck S. 3), unter Bezug auf S. Steinbach, Sprachsichtgerät mit verkürzter Analysierzeit. Abschlußbericht, TH Dresden, Institut für Elektro- und Bauakustik, Berichtszeitraum 1954-1957, 15. März 1960, 4

²⁴ Siehe Bill Viola, Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung, in: Theaterschrift 4: The Inner Side of Silence, Brüssel (September 1993), 16-54

²⁵ Dazu Britta Lange, Playback. Wiederholung und Wiederholbarkeit in der frühen vergleichenden Musikwissenschaft, Preprint 321 des Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (Berlin), o. J., 45

²⁶ McLuhan/Fiore 1967a: 282

²⁷ Oliver Lerone Schultz, Marshall McLuhan - Medien als Infrastrukturen und Archetypen, in: Alice Lagaay / David Lauer (Hg.), Medientheorien. Eine philosophische Einführung, Frankfurt/M. u. New York (Campus) 2004, 31- (61)

ein neuartiges sonisches Archiv aus genuin medienimmanenten Archivierungskriterien. Erstmals wird Klang in seinem eigenen Medium, etwa mit klangbasierten Suchalgorithmen, adressierbar, ohne dem Schriftregime des klassischen Archivs unterworfen zu werden. Der widerständige Rest, die körperlich-gestische Substanz des musikalischen Ereignisses ging bislang nicht in Notation auf; das; mit (elektro-)mechanischer Archivierbarkeit in Form von Phonographie, Kinematographie und Magnetton ändert sich diese Lage. Schall- im Unterschied zu Schriftarchiven glauben die Sache selbst zu dokumentieren, ohne Um-schrift. Die Edison-Company spricht ab 1913 nicht mehr von Reproduktion, sondern von Re-Creation der Aufnahmen.

Es gibt akustische Äußerungen, für deren Aufzeichnung der Begriff "Schrift" (als Kulturtechnik) hinderlich ist. Differenzieren wir also zwischen (kultur-)technischen Schriften und *recording*. Es gibt sie reihenweise: akustische Äußerungen, für die es lange keine (schriftliche) Notation gab. Eine Orgel-Komposition aus dem späten 18. Jahrhundert etwa versucht sich an einer musikalischen Landschaftsdarstellung, als sei es Kanonendonner, indem durch Druck auf die Pedale Wettergrollen (tiefstes Rauschen) dargestellt wird - ein frühes Beispiel von *clustering* jenseits der diskreten Notation.

Theodor W. Adorno beschreibt in seinem Aufsatz über „Nadelkurven“ den kryptischen Speicher des Phonogramms, die Verbindung von Mensch und Schrift in der Schallplatte. Die Musik führt die Nadel in eine „notwendige Spur“, non-arbiträr - oder verhält es sich umgekehrt? Die Schallplatte ist kein musikalisches Ereignis, sondern Schall als Eigenname. Moholy-Nagy verweist auf Rilkes optisches Gefühl für die „Ritzschrift“; Rainer Maria Rilke hat in einem notorischen Essay von 1919 beschrieben, wie der Anblick der noch nicht fest zusammengewachsenen Kranznaht eines Schädelpräparats während seines Medizinstudiums in Paris bei fallendem Kerzenlichtwinkel in ihm die Erinnerung an den selbstgebastelten Phonographen aus dem Schulunterricht um 1900 wachgerufen hat. "Das Urgeräusch" hat er in einer visionären Experimentalanordnung, nämlich der Abtastung der Kronennaht durch die Schalldose eines Phonographen gleich den Schallrillen auf einer Edison-Wachswalze akustisch geahnt, aber im Medium der Literatur nur beschreiben, nicht selbst schreiben können - grammophon (das Alphabet, unter verkehrten Vorzeichen). Sein technischer Fehlschluß ist zum Einen, daß die Kronennaht eher eine Seitenschrift im Sinne der Berliner-Grammophons darstellt denn eine Tiefenschrift im Sinne des Phonographen - wie die Berliner Medienarchäologie im Rahmen des *Phonographsichen Salons*, einer Veranstaltung des Medienrats im Medientheater des Seminars für Medienwissenschaft der Humboldt-Universität, in einer öffentlichen Darbietungsreihe vom 6.-8. Dezember nachgewiesen

hat. Nach 2500 Jahren kulturtechnischer Konditionierung des Abendlands durch vokalalphabetische Schriftpraxis als privilegierte Kopplung von Stimme und Schrift (im Unterschied zu anderen Alphabeten oder gar Bilderschriften) wird auch die Aufzeichnung der Stimme im akustisch Realen sogleich wieder (und auch von der zu Edison alternativen frühen Schallplattenvariante, das Graphophon von Alexander Graham Bell und Tainter) im Regime der Schrift interpretiert - weshalb die radikale medienarchäologische Alternative zur Edisonschen Tonschrift, die elektromagnetische Aufzeichnung auf Draht oder Band, obgleich unmittelbar nach Edison schon patentiert und auch zur Produktionsreife gelangt (Oberlin Smith / Valdemar Poulsen), solange im Schatten von Phonograph und Grammophon verblieb. Die Kultur um 1900 war epistemologisch noch nicht bereit, die Wirklichkeit einer neuen, sich eher von Faraday, Maxwell und Hertz denn von Schriftkulturen her leitenden Medienkultur zu denken; von daher auch die graphozentrischen Namen der neuen Erfindungen wie Photographie, Phonographie, Grammophon und Kinematographie. Rilke war Schriftsteller - weshalb sein zunächst unverständliches Zurückschrecken, ja Warnen davor, die von ihm visionierte Experimentalanordnung tatsächlich zu bauen, nicht nur ethische und ästhetische, sondern auch epistemologische Gründe hat. An dieser Stelle ist es Aufgabe von Medientheorie, einer jeweiligen Gegenwart dazu zu verhelfen, auf den Stand ihres Medienwissens (das als Medienpraxis längst existiert) zu gelangen und die Momente herauszudestillieren, die aus Tradition dem neuen Medium hinderlich sind. Edisons Grabplatte in Richmond (New Jersey) trägt dementsprechend eine vokalalphabetische Grabinschrift, nicht aber eine eingravierte Spur seiner akustischen Botschaft an die Nachwelt. Beim Anblick eines elektromagnetisch geladenen Drahts oder Bands hätte sich Rilke nie und nimmer das Schriftbild der Phonographenrinne eingestellt, und damit auch nicht die verwegene Assoziation zur Kranznaht.

Im Hirn aber haust tatsächlich kein Phonograph. Um Schall maschinal aufzunehmen und wiederzugeben wird er in Form von Rillen auf Wachswalze oder in Schellack gespeichert. Auch für die menschliche Wahrnehmung von Schall ist eine (Zwischen-)Speicherung unentbehrlich, doch hierbei wird das Schallsignal nicht in skriptioneller Weise, sondern in Form elektrischer und chemischer Strukturen im Nervensystem dargestellt²⁸; dem entspricht extern in der Tat eher der Magnetspeicher. Und damit ein letzter Rückbezug zur Musikethnologie: Ihre Praxis bedeutet aus medienarchäologischer Sicht nicht mehr nur Feldforschung mit Hilfe phonographischer Apparaturen, sondern ebenso die Forschung im neuen Schauplatz sonischer Artikulation: das elektromagnetische Feld.

²⁸ Heinz Stolze (Institut für Stimme und Kommunikation, Bremen), Artikel "Frequenz", *online* unter der URL <http://www.forum-stimme.de/pages.1/frequenz.htm#Anchor-Zur-49745>; Zugriff 8. Juni 2007

