

DIE ANRUFUNG DES WISSENS

Eine Medienepistemologie auditorischer Displays und auditiver Wissensproduktion

VON AXEL VOLMAR

Und die Auskultation begann. [...] Als er aber sattsam geklopft hatte, ging er zum Horchen über, indem er sein Hörrohr, das Ohr an der Muschel, auf Joachims Brust und Rücken setzte [...]. „Kurz“, „verkürzt“, diktierte Hofrat Behrens. „Vesibulär“, sagte er, und abermals: „Vesibulär“ (das war gut, offenbar). „Rauh“, sagte er und schnitt ein Gesicht. „Sehr rauh.“ „Geräusch.“ Und Dr. Krokowski trug alles ein, wie der Angestellte die Ziffern des Zuschneiders.
Thomas Mann¹

Wenn von Displays die Rede ist, sind im Allgemeinen Bildschirme gemeint. Displays als Medien der Darstellung sind indes nicht allein auf das Visuelle abonniert, sondern können auch an andere Sinne adressiert sein. Akustische Darstellungen im Allgemeinen und auditorische Displays im Besonderen wurden im medien-theoretischen und wissenschaftshistorischen Diskurs bisher weitgehend vernachlässigt – sei es, weil ein ‚Klangbegriff‘ weniger greifbar erscheint als ‚Bild-‘ bzw. ‚Schriftbegriff‘, sei es, weil der Einsatz akustischer Darstellungen in den Wissenschaften eher unüblich oder schlicht weniger offensichtlich ist. ‚Klang‘ als Darstellungsmedium bildet innerhalb der Epistemologie geradezu einen blinden Fleck. Diese Situation beginnt sich jedoch seit der Schwerpunktverlagerung von der Wissenschafts- zu einer Wissensgeschichte zu verändern, da diese verstärkt die Repräsentationsformen und damit einhergehend auch die Medien des Wissens in den Blick nimmt.

Aktuelle Publikationen zur Thematik akustischer Repräsentation von Wissen ergehen sich des Öfteren in der Kritik an einer in der westlichen Kultur vorherrschenden „Okulartyrannis“² und beklagen die Vernachlässigung der auditiven Wahrnehmung in der Hierarchie der Sinne. Diesem Missstand wird gerne entge-

1 Mann, Thomas: *Der Zauberberg*, Frankfurt a.M. 1991, S. 250.

2 Vgl. hierzu Dombois, Florian: „Sonifikation. Ein Plädoyer, dem wissenschaftlichen Verfahren eine kulturhistorische Einschätzung zukommen zu lassen“, in: Meyer, Petra M. (Hrsg.): *Acoustic Turn*, München 2007, S. 86-96, hier S. 91.

engehalten, dass der Hörsinn „der wichtigste Orientierungssinn“³ des Menschen sei, denn nur dieser versetze uns schließlich in die „Lage, uns ein ‚Bild‘ dessen zu machen, was hinter uns geschieht.“⁴ Ebenso werden andere spezifische Fähigkeiten der auditiven Wahrnehmung – etwa das hohe zeitlich-spektrale Auflösungsvermögen des Gehörs – gerühmt und gegen die traditionelle Bevorzugung des Visuellen als Wissensträger ins Feld geführt. Diese ‚audiovisuelle Litanei‘⁵ – wie es der Kulturwissenschaftler Jonathan Sterne treffend formuliert – verkennt jedoch, dass die Entwürfe auditorischer Displays auf je spezifische Erkenntnisinteressen zurückgehen und auf die Erfüllung konkreter Zwecke ausgerichtet waren und sind. Für eine Theorie auditorischer Displays sind weniger die auditive Wahrnehmung im Allgemeinen als vielmehr die Möglichkeiten und das Arrangement der zugrunde liegenden Technologien entscheidend. So konzentriert sich der folgende Beitrag auf die Fragen, welcher Status dem Wissen und den *Medientechnologien* im Rahmen akustischer Repräsentation und auditiver Wissensgenese zukommt und wie ein *auditiver Erkenntniszugang* zu den Untersuchungsgegenständen je realisiert wird. Reden wir also über Ohren, die technischen Medien lauschen und über Displays, deren ästhetische Objekte im Gehör ihre sinnliche Adresse finden.

I AUDITORISCHE DISPOSITIVE

Seit 1992 diskutiert die *International Community for Auditory Display*⁶ aus einer vorwiegend ingenieurs- und computerwissenschaftlichen Perspektive die Möglichkeiten der Genese und Repräsentation von Wissen durch Klang auf der Basis digitaler Technologien. Der Ausdruck ‚*auditory display*‘ bezeichnet hier die akustische Darstellung bzw. Repräsentation von *Daten* und fällt oft im Verbund mit dem Begriff der ‚Sonifikation‘⁷. Unter Sonifikationen werden Verfahren verstanden, die *quantitative Daten* jedweder Form in Klänge bzw. Audiosignale übersetzen. Auditorische Displays ermöglichen die auditive Interpretation dieser Daten und mit- hin die Produktion *qualitativen Wissens*:

-
- 3 Ingwersen, Sören: „Sonifikation. Zwischen Information und Rauschen“, in: Segeberg, Harro/Schätzlein, Frank (Hrsg.): *Sound. Zur Technologie und Ästhetik des Akustischen in den Medien*, Marburg 2005, S. 332-346, hier S. 332.
 - 4 Frauenberger, Christopher: „Sonifikation und Auditory Display. Ansätze der auditiven Informationsdarstellung“, in: La Motte-Haber, Helga de u.a. (Hrsg.): *Sonambiente Berlin 2006. Klang, Kunst, Sound Art*, Heidelberg 2006, S. 366-373, hier S. 367.
 - 5 Vgl. Sterne, Jonathan: *The Audible Past*, Durham 2003, S. 15.
 - 6 Vgl. <http://www.icad.org>, 01.07.2007.
 - 7 Eine seit Jahren anerkannte Definition für Sonifikation findet sich auf der ICAD-Homepage: „Sonification [is the] use of nonspeech audio to convey information; more specifically sonification is the transformation of data relations into perceived relations in an acoustic signal for the purposes of facilitating communication or interpretation.“ (ICAD (Hrsg.): „Glossary“, <http://dev.icad.org/node/392>, 01.07.2007.)

Sonification, or data-controlled sound, and audification, or the direct playback of data samples, are the general means used to display quantitative information. Auditory interfaces for general computing environments, teleoperation, virtual reality, and other „environmental“ displays generally convey qualitative information.⁸

Die meisten auditorischen Displays entfalten ihr epistemogenes Potential durch eingebettete Sonifikationsverfahren – das heißt durch intermediale Übersetzungsprozesse, die beliebige Eingangsdaten aus dem Reich des Symbolischen in das Imaginäre zumeist synthetisierter Klanggestalten übertragen. Die medientechnologische Grundlage für solche Perzeptionalisierungen bildet heute wesentlich die *zeitdiskrete Signalverarbeitung*. Auf dieser Basis werden die Eingangsdaten zunächst in binärcodierte Zeitreihen oder Steuersignale ‚liquidiert‘ und anschließend in ihrer spektralen Bandbreite und ihrem Zeitverhalten auf den menschlichen Wahrnehmungsbereich zugeschnitten, denn nur so kann sich ihr akustischer Output direkt an Hörersubjekte richten.

Klänge, die Sonifikationsumgebungen entstammen, sind immer schon in mehrfacher Hinsicht ‚gestaltet‘⁹; das Adjektiv ‚auditorisch‘ besitzt daher – anders als die Bezeichnungen ‚akustisch‘ und ‚auditiv‘, die sich auf physikalischen Schall bzw. auf subjektive Wahrnehmungsobjekte beziehen – einen *ästhetischen Vektor*. ‚Auditorisch‘ heißen Signale und mithin Klänge, die auf eine spezifische Weise für das Hören bestimmt sind und so immer auch ein Wissen *über* das Hören verkörpern – ein Wissen über den menschlichen Hörapparat, das längst in die Algorithmen der zeitdiskreten Signalverarbeitung eingegangen ist und uns so erst auditorische Medien beschert. Dieser Vektor des Auditorischen ermöglicht Korrelationen zwischen einerseits datenimmanenten Beziehungen, Strukturen oder Mustern und andererseits auditiven Gestalten und klanginhärenten Relationen. Auditorische Displays liefern ‚ästhetische Objekte‘, in denen sich ‚epistemische Objekte‘ manifestieren können, weil die auditive Beschaffenheit der Klänge auf die Ursprungsdaten zurückverweist.

Dem Menschen wird aufgrund seiner physiologischen Hörfähigkeiten in auditorischen Displays die Funktion einer „Mustererkennungsmaschine“¹⁰ zugewiesen. Neben diesem *Hören* als gleichsam ‚hardwareseitiger Informationsverarbeitung‘ setzen Sonifikationsverfahren zumeist auch den Einsatz ‚kultureller Software‘ voraus – ein gerichtetes, fokussierendes *Zuhören*. Solche *Kulturtechniken des Hörens* bilden einen wesentlichen Bestandteil auditorischer Displays. Die Schulung und Verfeinerung des Gehörs führt in einem hohen Maße zu einer Aus-

8 Kramer, Gregory (Hrsg.): *Auditory Display. Sonification, Audification and Auditory Interfaces*, Reading u.a. 1994, S. xxiv.

9 Zur Gestaltung von Wissen vgl. Krohn, Wolfgang: „Die ästhetischen Dimensionen der Wissenschaft“, in: ders. (Hrsg.): *Ästhetik in der Wissenschaft*, Hamburg 2006, S. 3-38, hier S. 4.

10 Gregory Kramer, mündlich.

bildung ‚impliziten Wissens‘ (*tacit knowledge*)¹¹ über ein Repertoire auditiver Gestalten, deren Variationen und Differenzen sowie deren mögliche Bedeutungen. „Auditory Displays are systems that use sonification as technical (processing) subsystem, but in addition include the user, the interfaces (amplifier, speaker, headphones) and respect the situational context (background noise, task, etc.).“¹² Der Begriff des ‚*auditory display*‘ umfasst so neben den technologischen Arrangements der Ver- und Beschallung auch den Akt der Darstellung selbst. Auditorische Displays bilden Dispositive oder – mit Hans-Jörg Rheinberger gesprochen – ‚Experimentalsysteme‘¹³, in denen sich Forschungsprozesse vollziehen und Wissen generiert wird. Auditorische Displays sind ferner mediale Dispositive, die Erkenntnisobjekte *als* Klang repräsentieren und durch die sich Wissen *in* Klang repräsentiert – sie stellen hochgradig konstruktive Verfahren dar, deren Repräsentationsweisen sich zumeist nicht in einfachen Übersetzungs- und Abbild-Relationen erschöpfen.

2 KLEINE EPISTEMOLOGIE AUDITORISCHER DISPLAYS

2.1 KLANGKÖRPER

Ein frühes akustisches Display stellt die im Bereich der medizinischen Diagnose entwickelte Methode der ‚Auskultation‘ mit Hilfe des Stethoskops dar. Der französische Arzt René Théophile Hyacinthe Laënnec (1781-1826) erfand das Instrument um 1816 und beschrieb seine nach einigen Jahren der praktischen Anwendung entwickelte Methode des wissenschaftlichen Abhörens in seiner Abhandlung *De l'auscultation médiate ou traité du diagnostic des maladies des poumons et du cœur*¹⁴. Laënnec spricht nicht zufällig von einer ‚mediatisierten‘ Auskultation; er hebt explizit hervor, dass eine gewinnbringende Diagnose durch das Abhören des Körpers nur in Verbindung mit einer medialen Aufrüstung des Hörsinns gegeben sein könne. Das Stethoskop leistet jedoch nicht nur eine *Verstärkung* der innerthorakischen Geräusche, sondern auch die *Fokussierung* bzw. *Ausrichtung der Hörwahrnehmung* auf einen präzise eingrenzbaren Ort. Das Instrument erlaubt mithin den auditiven Zugriff auf einen Phänomenbereich, der sich dem ‚unbewaffneten‘ Ohr¹⁵ schlicht entzöge. Auch zwingt es seine Nutzer zu einem gänzlich anderen

11 Vgl. Polanyi, Michael: *Implizites Wissen*, Frankfurt a.M. 1985.

12 Hermann, Thomas: „Sonification – A Definition“, <http://www.sonification.de/main-def.shtml>, 01.07.2007.

13 Vgl. Rheinberger, Hans-Jörg: *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*, Göttingen 2001.

14 Laënnec, René T.H.: *De l'auscultation médiate ou traité du diagnostic des maladies des poumons et du cœur*, Paris 1819.

15 Den Begriff des ‚bewaffneten Ohres‘ wird Hermann von Helmholtz etwa 40 Jahre später für das mediatisierte Hören prägen. Vgl. etwa Helmholtz, Hermann von: *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*, Braunschweig 1870, S. 76.

Hören – diese müssen sich mit einer Vielzahl von Geräuschen vertraut machen sowie relevante Details und Differenzen erkennen können. Erst der Verbund von technischem Hilfsmittel und gerichtetem Hören ergibt die Grundlage für eine spezifische ‚Hörtechnik‘. Jonathan Sterne macht im Anschluss an Marcel Mauss deutlich, dass es sich bei einer solchen ‚*technique of listening*‘ um eine mühsam zu erlernende Körper- qua Wahrnehmungstechnik handelt, die deshalb vom gewöhnlichen Hören deutlich unterschieden werden müsse.¹⁶

Mit seinem Instrument ausgerüstet, auskultiert und kartographiert Laënnec systematisch die akustische Landschaft pathologischer Körper und entwickelt sukzessive eine auditive Hermeneutik, indem er auftretende Geräusche sammelt, klassifiziert und möglichen Krankheiten zuordnet. So oft es ihm möglich ist, sucht er unter Anwendung von Sektionen nach physischen Ursachen neu registrierter Geräusche, um seine auditiven Befunde zu validieren. Glücklicherweise verging, so weiß Laënnec zu berichten, zwischen der letzten Auskultation moribunder Patienten und deren Obduktion in einigen Fällen nur ein einziger Tag.¹⁷ So stellte die Auskultation selbst zwar durchaus eine rein auditive Methode dar, für ihre Genese spielten dagegen ‚intermediale‘ Zugriffe auf den Erkenntnisgegenstand eine entscheidende Rolle. Auch ohne einer ‚audiovisuellen Litanei‘ das Wort zu reden, können wir zugeben, dass das visuell-haptische Verfahren der Sektion letztlich zu einer präziseren Diagnose führt. Leider nur ist diese Gewissheit *post mortem* keine, über die sich Patienten selbst besonders hätten freuen können, denn da sich diese allein der Demontage ihres Erkenntnisobjekts verdankt, käme diese in jedem Fall zu spät. Bereits am Beispiel der mediatisierten Auskultation zeigt sich also, dass es bei der Wissensgenese durch die Sinne nicht auf deren Leistungsfähigkeit im Allgemeinen ankommt, sondern vielmehr auf die konkreten Umstände der ‚Experimentalsituation‘ und darauf, wie gut sich ein angestrebtes Ziel erreichen lässt.

Durch den Verbund von analytischer Hörtechnik, Sektion und schriftlicher Beschreibung konnte Laënnec der Medizin ein veritables Frühwarnsystem zu Verfügung stellen, mit dem Krankheiten lange vor dem Auftreten sichtbarer Symptome horchend diagnostiziert werden konnten. Zudem waren feinhörige Ärzte durch das instrumentell augmentierte Abhören und das von Laënnec erstellte Handbuch in der Lage, Erkenntnisse über den Gesundheitszustand von Körpern ohne jeglichen Eingriff von außen zu gewinnen. Im 20. Jahrhundert münden die Medientechnologie und die Kulturtechnik der *Auskultation des Körpers* in ein *Abhören der Welt* – neben das Horchen nach Innen tritt ein Horchen nach außen. In der submarinen Seefahrt obliegt es den Hydroakustikern, zwischen Freund und Feind anhand von Schiffsmotorengeräuschen zu unterscheiden, an den Küsten bildet – freilich vor der Erfindung von Radar – ein Netz von Horchposten ein akustisches Frühwarnsystem für die Flugabwehr, und im Landesinneren starten

16 Sterne (wie Anm. 5), S. 90ff.

17 Sterne (wie Anm. 5), S. 121.

Laënnecs späte Erben – die Geheimdienstler aller Diktaturen und Demokratien dieser Welt – ganz ohne physischen Eingriff den großen Lauschangriff auf die Privatsphäre ihrer Mitbürger.

2.2 SIGNALKÖRPER

Durch die Verbreitung technischer akustischer Medien in den späten 1870er Jahren erfahren akustische Übertragung und mediatisiertes Hören eine radikale Veränderung. Phonograph und Telefon ermöglichen über die Analogie von Schallwellen und oszillierenden Gravuren bzw. elektrischen Strömen erstmals die *Abkopplung* akustischer Informationen von ihrem angestammten Trägermedium, der Luft. Die Speicherung und Übertragung von Schallereignissen verdankt sich so vor allem dem Prinzip der *Schallwandlung*, durch das akustische Wellen in andere Energieformen überführt werden, die zu diesen in einer Ähnlichkeitsbeziehung oder – mit Peirce gesprochen – in einem *indexikalischen* Verhältnis stehen. Schallwandler (Mikrophon und Lautsprecher) führen im Verbund mit der Elektrifizierung zu einem entscheidenden Medienwechsel, der die Vorstellung eines imaginären *Signalraums* etabliert und durch den die Elektrizität den Status einer neutralen ‚Tauschwährung‘ für akustische Sinnesdaten erhält. Das Reich der Signale bildet fortan einen Realitätsbereich, *in* den und *aus* dem Akustisches übertragen wird.

Umgekehrt folgt aus diesem Umstand aber auch, dass elektrische Ströme jedweder Herkunft nun über Schallwandler hörbar und so einer sinnlichen Erkenntnis zugänglich gemacht werden können. Im späten 19. Jahrhundert, in dessen nachrichtentechnischem Dispositiv die Äquivalenz von Nervensystem und Telegraphie eine anerkannte Wissensfigur bildete, hieß das primär: Elektroakustische Schallwandler erlauben Medizinern und Physiologen die auditive Teilhabe an elektrischen Vorgängen in Muskeln und Nervenbahnen. Tatsächlich wurde das epistemogene Potential der Analogie von Schall und Elektrizität innerhalb der physiologischen Wissenschaft recht schnell erkannt. Bereits 1878, fast unmittelbar nach der Einführung des Telefons, begannen Physiologen, Fernsprecher zweckzuentfremden und diese unter vorsätzlicher Umgehung bzw. Dekonstruktion der vorgesehenen Übertragungskette Schall – Strom – Schall direkt an körperinterne elektrische Signalquellen anzuschließen. So wurde das Telefon u.a. zur Hörbarmachung von Muskelreizen verwendet, um Kontraktionsrhythmen detektieren und vergleichen zu können.¹⁸ So bringt das Telefon zu Gehör, was nie zum Hören bestimmt gewesen war und ermöglicht eine auditive Ausforschung vormals unzugänglicher Phänomenbereiche, hier die elektrische Aktivität des Zentralnervensystems.¹⁹

¹⁸ Vgl. hierzu Dombois (wie Anm. 2), S. 92.

¹⁹ Als besonders signifikant erscheint ein Artikel des russischen Physiologen Tarchanow, der auch im Deutschen eine sinnesneutrale Bezeichnung des ‚Displays‘ schon im Titel trägt: Vgl. Tarchanow, J.: „Das Telephon als Anzeiger der Nerven- und Muskelströme

Akustische Displays führten trotz des neuen Erkenntniszugangs ein Schattendasein innerhalb der Wissenschaft, da sich diese – anders als bildgebende Verfahren wie Selbstschreiber und Oszillographen – durch die fehlende Persistenz ihrer Wahrnehmungsobjekte als inkompatibel mit dem wissenschaftlichen Publikationswesen erwiesen. Innerhalb eines Forschungsprozesses fanden sie zwar als heuristische Hilfsmittel eine Verwendung; die spätere Legitimation gewonnener Erkenntnisse im Rahmen wissenschaftlicher Veröffentlichungen wurde jedoch vorrangig anhand graphischer Darstellungen vorgenommen. Den Widrigkeiten zum Trotz wurde in den Laboren dennoch weiterhin im Namen der Wissenschaft konzentriert gelauscht. Der britische Anatom und Physiologe Edgar Douglas Adrian setzte sich in den 1930er Jahren intensiv mit der elektroenzephalographischen Methode auseinander, die der Deutsche Neurologe und Psychiater Hans Berger ab 1929 in mehreren Veröffentlichungen²⁰ erstmals vorgestellt hatte. Um den Ursachen des von Berger beschriebenen hirnelektrischen Phänomens, das heute als Alpha-Grundrhythmus bekannt ist, auf die Spur zu kommen, bediente sich Adrian innerhalb der Untersuchung sowohl visueller als auch akustischer Darstellungen:

As the potential waves are of the order of 1/10 mv. or less they are most conveniently recorded by a valve amplifier leading to some form of oscillograph. [...] It is sometimes an advantage to be able to hear as well as see the rhythm; although its frequency is only 10 a second it can be made audible by using a horn loud speaker [...].²¹

Da sich der Berger-Rhythmus mit dem Schließen der Augen einstellt, wurden einige Versuche und Selbstversuche bei völliger Dunkelheit durchgeführt – die akustische Darstellung der gemessenen Hirnströme lieferte in dieser Situation ein zuverlässiges Feedback in Echtzeit. Durch diese Anordnung konnte u.a. geklärt werden, dass nicht der Lichteinfall, sondern primär die Fokussierung des Blicks für das Verschwinden des Ruhe-Rhythmus' verantwortlich war.²² Aufgrund der elektrischen Natur der Hirnsignale blieb die Wahl ihrer sinnlichen Repräsentationsweise prinzipiell freigestellt. Da in Laboren ohnehin eine „Bricolage“²³ der Technologien verbreitet war, mag auch die Verwendung unterschiedlicher Verfahren zur Versinnlichung von Messungen keine Seltenheit gewesen sein.

beim Menschen und den Thieren“, in: *St. Petersburger medicinische Wochenschrift*, Jg. 3, 1878, S. 353-354.

20 Vgl. u.a. Berger, Hans: „Über das Elektrenkephalogramm des Menschen“, in: *Archiv für Psychiatrie*, Nr. 87, 1929, S. 527-570.

21 Adrian, E.D./Matthews, B.H.C.: „The Berger Rhythm: Potential Changes from the Occipital Lobes in Man“, in: *Brain*, Jg. 57, Nr. 4, 1934, S. 355-385, hier S. 356f.

22 Adrian/Matthews (wie Anm. 21), S. 371.

23 Hagner, Michael: „Zwei Anmerkungen zur Repräsentation in der Wissenschaftsgeschichte“, in: Rheinberger, Hans-Jörg u.a. (Hrsg.): *Räume des Wissens. Repräsentation, Codierung, Spur*, Berlin 1997, S. 339-355, hier S. 341f.

Während Adrian und Matthews die akustische Anzeige der elektroenzephalischen Ströme dennoch eher als temporäres Substitut für graphische Darstellungen betrachteten, entstand im gleichen Zeitraum ein anderes auditorisches Echtzeit-Display, das zu einer weitaus größeren Bedeutung gelangen sollte: das Geiger-Müllersche-Zählrohr. Dieses ein wenig zu Unrecht heute lediglich unter dem Namen ‚Geigerzähler‘ bekannte Instrument gehört zu den leistungsfähigsten auditorischen Displays überhaupt und hat sein größtes Einsatzgebiet außerhalb wissenschaftlicher Labore bekanntlich im Strahlenschutz gefunden. Der deutsche Physiker Hans Geiger hatte es 1928 zusammen mit seinem Mitarbeiter Walther Müller zur Detektion ionisierender Strahlung entwickelt.²⁴ Strahlungseinfälle erzeugen im Innern des Rohres jeweils für eine kurze Zeit einen Stromfluss, durch den radioaktive Strahlung zählbar und – elektronisch verstärkt – optisch wie akustisch darstellbar wird. Das Zählrohr also gibt nicht den Verlauf kontinuierlicher Signale wieder, sondern registriert Impulsphänomene. Der Geigerzähler steht mithin paradigmatisch für ein auditorisches Dispositiv, das nicht auf die auditive Auswertung von Daten bzw. Signalen, sondern auf ein akustisches ‚Sichmelden‘²⁵, ein ‚Lautgeben‘ außersinnlicher *Ereignisse* und *Abläufe* durch sinnliche Indikatoren zielt. Die instrumentelle Wahrnehmung und selbsttätige Anzeige von Ereignissen und deren Häufigkeiten gleicht einer medialen Vermittlung von Nachrichten aus jenen „schwarzen Sektoren“, die nach Rilke „das uns Unerfahrbare bezeichnen“ und die um so vieles größer sind als die „lichten Ausschnitte, die den Scheinwerfern der Sensualität entsprechen“.²⁶

Das Dispositiv des Geigerzählers findet indes auch in der *Prozessüberwachung* technischer Systeme Verwendung: Auditorische Displays sind in Hochsicherheitsumgebungen, etwa im Bereich der Flugsicherung, der Luft- und Raumfahrt²⁷ sowie in Kraftwerken oder Fabrikanlagen mittlerweile ubiquitär, denn Warnungen wollen nicht gesehen, sondern vor allem gehört werden. Da alle Computer in analoger Signalverarbeitung wurzeln und so selbst ‚Zeit-Maschinen‘ bzw. Umgebungen darstellen, in denen unzählige Rechen- und Steuerprozesse gleichzeitig ablaufen, gibt das *process monitoring* auch das Vorbild für die auditorische Gestaltung von Benutzeroberflächen und die Repräsentation im Hintergrund laufender Prozesse ab. Aus diesem Grund geben Desktop-Computer Warntöne von

24 Vgl. Geiger, Hans/Müller, Walther: „Das Elektronenzählrohr“, in: *Physikalische Zeitschrift*, Jg. 29, 1928, S. 839-841; Trenn, Thaddeus J.: „The Geiger-Müller Counter of 1928“, in: *Annals of Science*, Jg. 43, Nr. 2, 1986, S. 111-135.

25 Vgl. Heidegger, Martin: *Sein und Zeit*, Tübingen 1967, S. 29ff.

26 Rilke, Rainer Maria: „Das Ur-Geräusch“, wiederabgedruckt in: Kittler, Friedrich: *Grammophon, Film, Typewriter*, Berlin 1986, S. 63-69, hier S. 67.

27 Vgl. Wenzel, Elizabeth: „Spatial Sound and Sonification“, in: Kramer (wie Anm. 8), S. 127-150.

sich, wenn auf der Festplatte Speichermangel droht, die Batterieleistung zur Neige geht oder neue Emails abgerufen werden.²⁸

2.3 DATENKÖRPER

Die Digitaltechnik überführt auch den Bereich der auditorischen Datenanalyse in ein grundsätzlich neues Paradigma – der Einsatz zeitdiskreter Signalverarbeitung brachte hier zunächst wesentliche Vorteile im Hinblick auf die Handhabung und Prozessierbarkeit analoger Daten. Ein in diesem Zusammenhang immer wieder gerne angeführtes Beispiel stammt aus dem Bereich der Geologie: Die politisch brisante Frage, ob und wie anhand von Messdaten zwischen natürlicher seismischer Aktivität und unterirdischen Nuklearwaffentests unterschieden werden kann, beschäftigte das Amerika des Kalten Krieges und rief Seismologen auf den Plan. Geeignete Kriterien für die Bewältigung dieser Aufgabe zu finden, gestaltete sich jedoch, wie der Seismologe Sheridan D. Speeth 1961 der *Acoustical Society of America* berichtete, als ein schwieriges Unterfangen, da sich die jeweiligen Ursachen kaum durch eindeutige Merkmale auszeichneten. Zur Verbesserung der Lage schlug er vor, vermittels Sonifikation eine Art ‚sinnlich-empathische‘ Verbindung zu den Seismogrammen herzustellen und die Diskriminierung anhand der auditiven Gestalten durchzuführen. Da sowohl seismische Aktivität wie auch menschliche Stimmen auf den Vibrationen physischer Körper beruhen, argumentiert Speeth, bestehe zwischen den beiden Phänomenbereichen eine Analogie. Eine Explosion von einem Erdbeben zu unterscheiden, gleiche in vielerlei Hinsicht der Aufgabe, die Stimmen von ‚Freunden‘ am Telefon zu erkennen. Auch bei widrigen Umwelt- und Übertragungsbedingungen sei dies aufgrund der spezifischen „information contained in the temporal dynamics of the short-time audio spectrum“²⁹ leicht möglich. Speeth folgerte daraus, dass es möglich sein müsse, ein Gespür für die ‚Klangcharakteristiken‘ der unterschiedlichen Erdstöße zu entwickeln. Um nun den ‚telefonischen‘ Kontakt mit den Artikulationen der Erdkruste aufnehmen zu können, mussten die Seismogramme allerdings in den menschlichen Hörbereich transponiert werden. Diese Anpassung geschah an Magnetbandmaschinen durch eine beschleunigte Wiedergabe oder – wie in diesem Fall – durch eine Verdichtung des Signals mittels digitaler Signalverarbeitung:

An auditory display was created by using time compression to shift recorded seismogram frequencies into the audible range. [...] A pair of

28 Vgl. Mountford, S. Joy/Gaver, William W.: „Talking and Listening to Computers“, in: Laurel, Brenda (Hrsg.): *The Art of Human-Computer Interface Design*, Reading 1990, S. 319-334; Gaver, William W.: „The SonicFinder. An Interface That Uses Auditory Icons“, in: *Human Computer Interaction*, Jg. 4, Nr. 1, 1989; Cohen, Jonathan: „Monitoring Background Activities“, in: Kramer (wie Anm. 8), S. 499-532.

29 Speeth, Sheridan D.: „Seismometer Sounds“, in: *JASA*, Jg. 33, Nr. 7, 1961, S. 909-916, hier S. 909.

seismograms, one of an explosion, the other of an earthquake, [...] had been digitalized at a sampling rate of ten samples/sec, and were available on punched cards. To equalize intensities, the two sets of cards were fed into an IBM 7090 where every of one set was multiplied by a constant to produce equal rms amplitudes. Both were then read to a magnetic tape through a digital-analog converter at sampling rates of 1000, 2000, 4000, and 8000 samples/sec. This provided time compression factors of 100, 200, 400, and 800. The resulting analog tape was played through an AR-1 loudspeaker, and a clearly discriminable difference between the two seismograms could be heard.³⁰

Durch eine ausgeweitete Testreihe konnte Speeth seine auditorische Methode der ‚Anrufung des Wissens‘ mittels Computer, D/A-Wandler und Gehör validieren: Nach einer kurzen Trainingsperiode waren Versuchspersonen in der Lage, nahezu fehlerlos und allein anhand des Höreindrucks auf die physikalischen Ursachen der sonifizierten Seismogramme zu schließen. Auch in diesem Beispiel war für das Gelingen der Sonifizierung zunächst weniger die menschliche Hörfähigkeit im Allgemeinen entscheidend, als vielmehr die Manipulierbarkeit der Messsignale und damit die Gestaltung der erzeugten Klänge, durch die sich eine optimale auditorische Präsentation und Vergleichbarkeit erzielen ließ. Auditorisches Wissen geht im 20. Jahrhundert numerisch in die Algorithmen der Signalverarbeitung ein, in diesem Fall in Form der Faktoren für die Kompressionsrate und eine einheitliche Lautstärke.³¹ In gegenwärtigen Verfahren³² wird der Beschleunigungsfaktor so gewählt, dass die Länge eines sonifizierten Erdbebens in den Verarbeitungszeitraum des Kurzzeitgedächtnisses fällt – diese tragen also auch kognitionspsychologischem Wissen Rechnung.

Aktuelle auditorische Displays gehen wesentlich über derartige ‚Zeitachsenmanipulationen‘³³ hinaus. Digitalisierte Signale zeichnen sich bekanntlich durch die merkwürdige Eigentümlichkeit aus, dass sie zwar – indem sie eine Mimesis an analogen Signalen betreiben – eine ‚indexikalische‘ Beziehung zur Welt besitzen, selbst jedoch aus ‚symbolischen‘ Zeichen bestehen, mithin also arbiträr codiert sind. Signale – das heißt Verschriftungen des Realen – werden im Digitalen bzw. in

30 Speeth (wie Anm. 29), S. 909.

31 Ein Algorithmus zur Sonifikation von Seismogrammen wird anschaulich dargestellt in Speeth (wie Anm. 29), S. 910.

32 Vgl. zu aktuellen Seismogramm-Sonifikationen: <http://www.auditory-seismology.org>, 01.07.2007

33 Vgl. Kittler, Friedrich: „Real Time Analysis, Time Axis Manipulation“, in: Tholen, Georg C./Scholl, Michael O. (Hrsg.): *Zeit-Zeichen. Aufschübe und Interferenzen zwischen Endzeit und Echtzeit*, Weinheim 1990, S. 363-377.

der ‚Welt des Symbolischen‘³⁴ zu prozessierbaren, berechenbaren Daten. Neben den elektrischen *Signalraum* tritt so der binäre *Datenraum* als mediale Infrastruktur für die Speicherung, Manipulation und Erzeugung von Schallereignissen. Da jegliche Repräsentation von Klang in Computern auf zeitdiskreter Signalverarbeitung beruht, lassen sich folglich nicht allein digitalisierte Signale auditorisch darstellen, sondern theoretisch auch alle anderen erdenklichen Datenstrukturen, sofern es gelingt, diese in digitale Sampleströme zu übersetzen und auf diesem Wege zu ‚verzeitlichen‘. Weil und nur weil diese Übersetzungen medientechnisch möglich geworden sind, werden sie auch für die Gestaltung auditorischer Displays verwendet.

Neben der Audifikation von Signalen, der Prozessüberwachung und der akustischen Gestaltung von Benutzeroberflächen zielt die Sonifikationsforschung gegenwärtig vor allem auf die explorative Datenanalyse (*explorative data analysis*). Gerade in der Entwicklung von Data-Mining-Verfahren, die die Auswertung mehrdimensionaler Datenbestände durch auditive Mustererkennung ermöglichen, liegt gegenwärtig das größte Potential einer auditiven Erkenntnisproduktion. Die sonifikationsbasierte Datenanalyse wird jedoch erst durch einen erheblichen Mehraufwand im Hinblick auf die ‚Präparation‘ der Eingangsdaten möglich, denn Daten, die wie statistische Erhebungen nicht aus physikalischen Messreihen resultieren, weisen keine indexikalische Beziehung zum Schall auf. Diese muss erst durch die Implementierung auditorischen Wissens, also dem Wissen über die menschliche Hörfähigkeit, und den Einsatz digitaler Klangsyntheseverfahren³⁵ hergestellt werden.

Aktuell gibt es verschiedene Ansätze, Daten in digitale Signale zu übersetzen und damit letztlich zu epistemogenen Klängen zu kommen.³⁶ Ein weit verbreitetes Verfahren bildet das so genannte ‚*Parameter-Mapping*‘, bei dem jedem Parameter eines Datensatzes eine akustische Eigenschaft (wie bspw. Tonhöhe und Klangfarbe) zugeordnet wird und sich so die simultane Darstellung vieler Parameter realisieren lässt. Im Ansatz der ‚modellbasierten Sonifikation‘ wird den Daten die fehlende physikalische Komponente durch *physical modeling*-Verfahren künstlich hinzugefügt, das heißt, Simulationen dynamischer Systeme fungieren hier als weiteres Medium auditiver Wissensgenese. Dieses ‚Hinzufügen von Welt‘ verleiht den Datenbeständen eine Art ‚virtueller Körperlichkeit‘, durch die diese

34 Vgl. Flusser, Vilém: „Digitaler Schein“, in: Rötzer, Florian (Hrsg.): *Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien*, Frankfurt a.M. 1991, S. 147-159, hier insb. 154f.; Kittler, Friedrich: „Die Welt des Symbolischen – eine Welt der Maschine“, in: ders.: *Draculas Vermächtnis. Technische Schriften*, Leipzig 1993, S. 58-80.

35 Vgl. Scaletti, Carla: „Sound Synthesis Algorithms for Auditory Data Representations“, in: (wie Anm. 8), S. 223-252; Volmar, Axel: „Signalwege – Physikalische und metaphorische Netze in der Geschichte der elektronischen Musik“, in: Grün, Lydia u.a. (Hrsg.): *musik netz werke. Konturen der neuen Musikkultur*, Bielefeld 2002, S. 55-70.

36 Einen Einblick in verschiedene aktuelle Anwendungen geben Campo, Alberto de u.a.: „Sonification as an Interdisciplinary Working Process“, in: *Proceedings of the 12th International Conference on Auditory Display*, S. 29-35.

ebenso einer ‚Auskultation‘ zugänglich und dadurch ‚zum Sprechen‘ gebracht werden sollen wie menschliche Körper, elektrische Ströme oder Seismogramme.

Auditorische Displays verdanken sich so nicht primär einer allgemeinen Hörwahrnehmung, sondern einem epistemischen Netzwerk. Erst durch den Verbund aus spezifischen Kulturtechniken des Hörens, dem *Binärcode* als medialer Infrastruktur des Digitalen, einem Wissen über das Hören und Klangsyntheseverfahren erschließen sich die Weiten numerischer Datenräume, die ‚schwarzen Sektoren‘ des Symbolischen im Innern der Maschine, einer auditiven Wissensgenese.