

# Inhalt

<b>Einleitung</b>	7
<b>Ping</b>	15
Sonische Methoden	16
Gefüge/ Agencement	19
Algorithmen I	20
Effizienz & Zeit	25
Rhythmen I	27
Takt & Rhythmus	28
Digitalisierung & <i>Algorhythmisierung</i>	33
Zeichen. Diagramme. <i>Algorhythmen</i>	35
Algorithmen II	38
Rhythmen II	39
<b>1936–1962</b>	43
1939, Relais	44
IBM	50
Bell Labs	55
1942, unerhört schnell	60
1946, Acoustic Delay Line	65
1952, Magnetkernspeicher	70
1949–1962, <i>algorhythmisches</i> Hören	78
1958, Algol	101
<b>1300   1800</b>	107
1300	107
Musica	108
Scolica Enchiriadis	110
Aristoteles, Europa & Arabien	114
Ars Musica Mensurabilis	117
Algorismus	121
Uhren & Musikautomaten	128
1300–1395, abstrakte Maschinen	140
1323–1383, Nicolas Oresme	142
1800	151
Das Oszillative	152
1745–1850, Rhythmusmaschinen	156

<b>1977–2001</b>	169
Archive	172
Harddisk	173
Redundanzen	180
Netzwerke	181
<i>Algorhythmisches</i> Phreaking	182
Sonische Kopplungen	189
Packet Switching	192
Protokollierte Orchestrierungen	195
Paket-Audifikation	198
DSP	203
Echtzeit	205
Stochastik & Speicherung	222
Elektromagnetische Datenräume	225
Alltagstechnologien	233
<b>Facit</b>	235
<i>Algorhythmisiert</i> I, Effekte	238
Rekursiv gefaltete Archäologien	244
<i>Algorhythmisiert</i> II, Atmosphären und Scheinobjekte	248
<i>Algorhythmisiert</i> III, Intrusionen ins Lebendige	251
<b>Glossar</b>	259
<b>Index</b>	261
<b>Literatur</b>	263
<b>Abbildungsnachweise</b>	283
<b>Verzeichnis der Klangbeispiele</b>	285
<b>Danksagung</b>	287

# Einleitung

Nahezu alles ist *algorhythmisiert*. Der Begriff *Computer* wird dessen ungeachtet bald verschwinden, denn das, was vor kurzem noch Computer hieß, ist zu einem winzigen, aber komplexen Gefüge von Mikroschaltkreisen geschrumpft, versteckt sich bereits in intelligenten Objekten, Geräten, Wänden oder im menschlichen Körper und ist Teil unserer technischen Umwelt, die als ein ständig fluktuierendes digitales Agencement<sup>1</sup> unsere epistemische Lage<sup>2</sup> drastischer denn je bestimmt. Das Partizip Perfekt *algorhythmisiert* als Adjektiv evoziert eine These. Es spielt auf einen schon beendeten Prozess an. Doch dies ist nur Schein. In Anlehnung an Derridas *différance*<sup>3</sup> ist der Begriff *Algorhythmus* ein nur in alphanumerischer Notation evident es epistemisches Prinzip, das auf ein ständiges Fort-Denken anspielt. Es ist aus der begrifflichen Synthese des technomathematischen und informatischen Begriffs *Algorithmus* mit dem musikalisch-sonischen Begriff *Rhythmus* entstanden. Mit *Algorhythmus* ist aber nicht nur ein mehr oder weniger simples Wortspiel, sondern ein Vorschlag für eine präzise kulturtheoretische Begrifflichkeit gemeint.

Es ist bereits möglich, sich real-körperlich auf der neurobiologischen Ebene an computerisierte Medienmaschinen anzuschließen. Medieninduzierte Veränderungen dazu sind momentan im Bereich des menschlichen Ohrs am avanciertesten. Am Ende der ersten Dekade des 21. Jh. trugen weltweit rund zweihunderttausend Menschen ein bioelektrisches Implantat für die innere Hörschnecke, ein sogenanntes Cochleaimplantat,<sup>4</sup> das schwer hörgeschädigte Erwachsene und Kinder, denen herkömmliche Hörgeräte wenig oder gar keinen Nutzen mehr bringen, wieder ihren Hörsinn zu benutzen hilft. Diese Hörimplantate bestehen nicht einfach aus einem Klangverstärker, sondern aus einem Gefüge von hochtechnischen Einzelkomponenten. Ein zuvor chirurgisch in die Cochlea – das ist die Hörschnecke im Innenohr – eingefädelter hauchdünner Silikonfaden auf dem 8–22 Mikroelektroden montiert sind, stimuliert direkt den Hörnerv. Die Elektroden erhalten die Signale per implantiertes Kabel von einem im Ohrbereich eingepflanzten Kurzstrecken-Funkempfänger, der seinerseits die Signale von einem außen an der Kopfhaut angebrachten Funksender übertragen bekommt. Dieser

---

<sup>1</sup> Agencement ist der französische Originalbegriff von Gefüge, dessen kulturtheoretische Verwendung maßgeblich durch Gilles Deleuze und Félix Guattari geprägt wurde. Siehe unten, S. 19.

<sup>2</sup> Kittler 1986, S. 3.

<sup>3</sup> Derrida 1999.

<sup>4</sup> Clark 2003.

bleibt durch die Anziehungskraft eines Minimagneten am Kopf kleben und ist mit dem *Sprachprozessor* – einem kleinen Computer in der Größe einer Kreditkarte – verkabelt. Kernprinzip der Operationen, die dieser Computer ausführt, ist die *schnelle Fouriertransformation*, ein Verfahren aus dem Bereich der digitalen Signalverarbeitung, das zusammen mit anderen Algorithmen dafür sorgt, dass die richtigen Elektroden auf adäquate Weise physikalisch angesprochen werden, damit die Trägerin oder der Träger die für den Hörnerv sonst sinnlosen elektrischen Signale, die zuvor von akustischen Signalen transduziert worden sind, verstehen kann. Es wäre sogar möglich direkt den Audioeingang zu belegen. Damit liegt eine abgespeckte real existierende Version vieler fantastischer, sci-fi-mäßiger *Plug-Ins* und *Interfaces* zwischen Mensch- und Maschinenwelten vor. Die auditive Wahrnehmung der Träger und Trägerinnen dieser Implantate basiert vollständig auf diskreten Messdaten der Anzahl und Stärke von Schallschwingungen, welche durch rechnergestützte Verfahren analysiert, in Nervenströme umgewandelt und *algorhythmisiert* werden. Ohne Rechenmaschine hören sie gar nichts.

Konfigurationen von avancierten Technologien, die Informationen speichern, übertragen und verarbeiten beziehungsweise berechnen<sup>5</sup> und damit den Alltag, das Denken und die Wahrnehmung der Benutzer maßgeblich mit-konstituieren, erfordern von den Geisteswissenschaften immer wieder profunde Analysen ihrer *epistemologischen*<sup>6</sup> und – im Foucaultschen Sinne – *archäologischen*<sup>7</sup> Bedingungen, eine präzise Kenntnis der blinden Flecken<sup>8</sup> solcher Technologien und gleichzeitig die Lieferung akkurater und anschlussfähiger Erklärungsmodelle für andere theoretische Ansätze, die sich etwa mit ihren sozialen, kulturellen oder politischen Konsequenzen beschäftigen. Die vorliegende Studie bildet einen Beitrag dazu im Sinne einer geisteswissenschaftlichen Grundlagenforschung.

Zwischen 1985 und 1995 formierte sich im deutschsprachigen Raum aus dem DFG-Projekt *Literatur- und Medienanalyse seit 1870* an der Universität und Gesamthochschule Kassel ein geisteswissenschaftlicher Diskurs, der sich zunehmend mit dem Computer beschäftigte.<sup>9</sup> Anfang der 1990er Jahre, genauer im Vorwort des Sammelbands *Computer als Medium* wurde

---

<sup>5</sup> Kittler/Tholen 1989.

<sup>6</sup> Rheinberger 2007.

<sup>7</sup> Foucault 1981 und daran anschließend als Radikalisierung in Bezug auf Medientechnologien: Ernst 2000, Ernst 2011 und Parikka 2011.

<sup>8</sup> Krämer 2000, S. 73ff.

<sup>9</sup> In chronologischer Reihenfolge: Kittler 2003a, Kittler/Tholen 1989, Hörisch/Wetzel 1990, Stingelin/Scherer 1991 und Bolz/Kittler/Tholen 1994. Dazu eine ähnliche Auffüstung bei Heilmann 2012, S. 21f.

festgestellt, dass die meisten technischen Medien in der Universalität des Computers aufgehen und dass die Gegenwart von Algorithmen und Schaltkreisen *gemacht wird* und somit eine *Archäologie der Gegenwart*, als Spurensicherung, welche die Medientheorie und Mediengeschichte vereint, virulent wird.<sup>10</sup> Fast zwanzig Jahre später – schon längst nach dem Siegeszug des Computers in fast alle Bereiche der Wissens-, Kultur- und Güterproduktion – werden im vorliegenden Buch die damaligen Fragen, Methoden und Ergebnisse nicht nur von ihren weniger beachteten Rändern her aktualisiert, sondern diese müssen durch die drastische und sprunghafte Eskalation<sup>11</sup> der Medienmaschinen hinsichtlich ihrer Mächtigkeit und Verbreitung tiefgreifend radikalisiert werden. Die Ausweitung der Diskursanalyse auf jene Aussagen, »die Programmiersprachen und gebaute Hardware selbst sind«<sup>12</sup> soll die Aufmerksamkeit auf das technisch Unbewusste<sup>13</sup> der digitalen Agencements, die unsere epistemische Lage bestimmen, lenken und das Ohr und Auge dafür schärfen.

Elektronische Medientechnologien und das Auditive sind nicht nur seit der Erfindung der Cochleaimplantate miteinander verschränkt, sondern waren es schon seit der Einführung des ersten elektrischen Mediums.<sup>14</sup> Am 26. Oktober 1861 führte Philippe Reis – der Erfinder des Telefons – mit dem Vortrag *Über die Fortpflanzung von Tönen auf beliebige Entfernungen durch Vermittlung des galvanischen Stroms* einen Prototypen seines Telefons erstmals öffentlichen den Mitgliedern des *Physikalischen Vereins* in Frankfurt vor. Daraus ergab sich ein medialer Bezug zwischen Strom und Klang.<sup>15</sup> Spätestens seit der Implementierung der v. Neumann-Architektur in speichernde, übertragende und berechnende Maschinengefüge »passieren«<sup>16</sup> Rechenprozesse *algorhythmisch*, als sequenziell geordnete Operationen.<sup>17</sup> Musik als organisierter Klang und digitale signalverarbeitende Medienmaschinen wurden somit wesensverwandt.<sup>18</sup>

---

<sup>10</sup> Bolz/Kittler/Tholen 1994, S. 7.

<sup>11</sup> Siehe Glossar im Anhang.

<sup>12</sup> Pias 2010, S. 9.

<sup>13</sup> Thrift 2004.

<sup>14</sup> Ernst 2004, S. 21.

<sup>15</sup> Bereits die Telegrafie hatte sonische Aspekte. Siehe unten, S. 156.

<sup>16</sup> Tholen 2002, S. 59.

<sup>17</sup> Dies passiert heute immer noch, auch wenn meist parallel prozessiert wird. Es wird dann parallel-sukzessive prozessiert.

<sup>18</sup> Ernst 2008a und Carlé 2006.

## Kernthese

*Algorhythmen* sind sequenzielle, zeitlich-messbare, physikalisch-reale Effekte der algorithmisch programmierten symbolischen Logiken von *Technologien*, die in reale Materialitäten diagrammatisch gespeichert und verschaltet werden. *Algorhythmen* sind trans-sonische<sup>19</sup> Prozesse, die heute meist unhörbar sind. Sie können aber mittels diversen technischen Verfahren in hörbare Rhythmen transformiert werden. Algorithmen hingegen sind im technomathematischen und informatischen Sinne abstrakte Denkstrukturen, die durch eine »endliche Folge von eindeutig bestimmten Elementaranweisungen, die den Lösungsweg eines Problems exakt und vollständig beschreiben«,<sup>20</sup> gebildet werden. Algorithmen werden in der praktischen Informatik üblicherweise als *Pseudocode* oder auch als Flussdiagramm – als spezielle Formen mathematischer Konstrukte – notiert. Ihre Notation ist bereits auf eine Ausführung konzipiert. Das unterscheidet einen Algorithmus von einer algebraisch notierten mathematischen Formel. Trotzdem spielt im abstrakten Modell einer Turingmaschine die Effizienz eines Algorithmus noch keine Rolle. Denn darin wird von einer unbeschränkten Speicherung ausgegangen, was in der Realität physikalisch unmöglich ist. Erst *kontextfreie* oder *reguläre* abstrakte Maschinen, wie der *Kellerautomat* oder der *endliche Automat*<sup>21</sup> können in reale Maschinen implementiert werden. Die Definition des Algorithmusbegriffs ist trotz seiner Relevanz in der Informatik immer noch umstritten. Die eher maschinenorientierten, praktischen Informatiker wie Friedrich Naumann assoziieren Algorithmus mit Prozess. Für andere eher problemorientierte theoretische Informatiker ist ein Algorithmus völlig abstrakt. Laut Yiannis Moschovakis, der 2008 die *Tarski Lectures* – eine Ehreung in mathematischer Logik – hielt, gibt es auch Algorithmen, die nicht ausreichend anhand von abstrakten Maschinen beschrieben werden können.<sup>22</sup> Die vorliegende Studie berücksichtigt beide Gruppen, doch weil es hier um Medien und Maschinen im Vollzug geht, wird die eher maschinenorientierte praktische Informatik bevorzugt.<sup>23</sup> Algorithmen im Sinne der praktischen Informatik sind abstrakt-symbolische Kontroll- und Steuerungsstrukturen, *Algorhythmen ek-sistieren*<sup>24</sup> dagegen als ihre physikalisch messbaren polymorphen Metaphorizitäten,<sup>25</sup> denn im Gegensatz zum symbolischen Takt

<sup>19</sup> Siehe Glossar im Anhang.

<sup>20</sup> Ziegenbalg/Ziegenbald/Ziegenbalg 2007, S. 23.

<sup>21</sup> Chomsky 1956 und Rechenberg 2006, S. 93.

<sup>22</sup> Moschovakis 2001.

<sup>23</sup> Siehe unten, S. 20ff.

<sup>24</sup> Zum Begriff der Ex-sistenz bzw. Ek-sistenz im Sinne von *Aus-sich-Haltenden* und *Sich-Zeigen* bei Martin Heidegger, Mende 2003, 249–252.

<sup>25</sup> Tholen 2002, S. 54.

– *clock* in der *lingua franca* der Informatik – ist der Rhythmus sehr oft in seiner Begrifflichkeit mit dem Realen und mit Operativität, Performativität oder Materialität verbunden.<sup>26</sup>

A partir du moment où la possibilité nous est donnée d'incarner dans le réel ce 0 et ce 1, notation de la présence et de l'absence, de l'incarner sur un *rythme*, une scansion fondamentale, quelque chose est passé dans le réel.<sup>27</sup>

Die Implikationen dieses Diktums von Jacques Lacan im medienarchäologischen Sinne eng an den Materialitäten und Signalen von Medientechnologien entlang zu entfalten, ist das Ziel der vorliegenden Arbeit. Ein lebendiger Rhythmus unterscheidet sich vom monotonen Takt durch seine Individualität, wie dies Georg Wilhelm Friedrich Hegel einst definiert hatte. Der Takt ist die »gleichförmige Wiederholung derselben Zeiteinheit«. <sup>28</sup> Erst der *Rhythmus* aber bringt die Musik zur »Belebung«. <sup>29</sup> Diese Ansicht wird im Allgemeinen immer noch akzeptiert. An dieser Stelle soll sie nicht hinterfragt werden. Ein von einem kompetenten Musiker gespielter Rhythmus zeichnet sich gerade durch minimale Abweichungen von einem fiktiven maschinellen Takt aus, die manchmal durch bewusste Artikulationen, manchmal aber aus unbewussten unkontrollierbaren Fluktuationen der menschlichen Motorik entstehen. Mikrologisch betrachtet gibt es hier Gemeinsamkeiten mit den binär-diskreten, maschinellen Zuständen im Computer. Digital operierende Maschinen arbeiten solange korrekt und kontrollierbar,

as long as the operation of each component produces only fluctuations within its preassigned tolerance limits.<sup>30</sup>

Darin liegt die epistemische Anschlussmöglichkeit für eine mikrologisch motivierte Medienarchäologie, die sich für den *Rhythmus* und scheinbar irrelevante, gar triviale Details interessiert, die »den Zugang zu den erhabensten Produkten des menschlichen Geistes«<sup>31</sup> liefern. Medien-Prozesse in der digitalen Maschine operieren auf Basis von kontinuierlichen Prozessen. Der

<sup>26</sup> Eine Ausnahme bildeten die Computerpioniere Frederic C. Williams und Tom Kilburn, welche den Begriff technisch benutzten. Siehe unten, S. 78ff. Für eine rhythmische, vielleicht gar trans-sonische Interpretation des Taktes durch seine Ausweitung zur Taktilität der Taste in Anlehnung an McLuhan, jedoch leider ohne Einbezug etwa der Tasten frühneuzeitlicher Orgeln, Heilmann 2010. Zum Begriff des Trans-Sonischen siehe unten, S. 18.

<sup>27</sup> Lacan 1978, S. 350, Hervorhebung S.M.

<sup>28</sup> Hegel 1993, S. 166.

<sup>29</sup> Hegel 1993, S. 168.

<sup>30</sup> Neumann 1963, S. 294 und Pflüger 2004. An einer anderen Stelle schreibt v. Neumann: »Discrete actions are in reality simulated on the background of continuous processes.« Pias 2003, S. 176ff.

<sup>31</sup> Ginzburg 1988, S. 86.

Begriff Rhythmus rekurriert nicht nur auf die physikalisch-materielle Begrenztheit und Abhängigkeit der scheinbar unbegrenzten Logiken von digital operierenden Medien- und Maschinengefügen, sondern er bezieht sich gleichermaßen auf genuin philosophisch-transzendente Kategorien wie das Irrationale, Individuelle, Inkommensurable und Unbewusste.<sup>32</sup>

Das *Algorhythmische* oszilliert zwischen dem Symbolischen<sup>33</sup> und dem Realen. Es schließt als mediale Grundstruktur der alltäglichen Medien- und Maschinengefüge des späten 20. und frühen 21. Jh. die Lücke, die Kluft, den Riss zwischen dem Materiellen und dem Immateriellen mit zeitseriell rhythmisierten Kurzschlüssen. Es ist ein *epistemisches Modell*, das dazu dient, die Kenntnisse über Strukturen, Funktionen und Grundprinzipien der digitalen Medientechnologien zu erlangen und medienarchäologisch, das heißt unter anderem an den harten Fakten von Ingenieurwissen, zu fixieren. Zeit ist in avancierten digitalen Techniken ein kritischer, also entscheidender Parameter für das Gelingen hochkomplexer Verarbeitungsprozesse, die oft gar nicht für die menschliche Wahrnehmung bestimmt sind. Anfang der 1980er Jahre kam es zu einer technologischen Eskalation, die in der zeitkritischen<sup>34</sup> digitalen Echtzeitverarbeitung von jeglichen elektronisch messbaren Signalen mündete, was dann unter dem Stichwort Multimedia Anfang der 1990er Jahre bekannt wurde und seitdem immer mehr an Popularität gewann. Spätestens nach diesem Medienumbuch wurde der *Algorhythmus* zur »Signatur aller Dinge«.<sup>35</sup>

Das erste Kapitel *Ping* legt das Fundament für das vorliegende Buch. Es erarbeitet sowohl den Begriff des *Algorhythmus* durch eine detaillierte Darstellung der technomathematischen Bedeutungen von Algorithmus als auch die medientheoretischen Implikationen des Begriffs Rhythmus in verschiedenen Etappen. Dazu macht es das Sonische stark, elaboriert den Terminus *Agencement* und grenzt die hier darzulegende *Algorhythmik* von einer Diagrammatik ab, wobei darauf hingewiesen wird, dass beide Modi zusammengedacht werden müssen. Die Archäologie digitaler Medien- und Maschinengefüge und ihrer Agencements beginnt mit dem zweiten Kapitel *1936–1962* und untersucht die Früh- und Pionierentwicklungen des Computers hinsichtlich ihrer *Algorhythmik*. Relaismaschinen zeichneten sich dadurch aus, dass sie ununterbrochen rhythmisch klapperten, doch kann die entsprechende Hörpraxis der damaligen Ingenieure und Programmierer nur indirekt rekon-

---

<sup>32</sup> Dazu schreibt Henri Lefebvre: »Rhythms appear as regulated time, governed by rational rules, but in contact with what is least rational in human being: the lived, the carnal, the body.« Lefebvre 2004, S. 9. Dazu mehr unten, S. 39ff.

<sup>33</sup> Kittler 1993.

<sup>34</sup> Volmar 2009, darin besonders Ernst 2009.

<sup>35</sup> Agamben 2009.



struiert werden. Desto mehr wird eine medienarchäologisch präzise Beschreibung der *Algorhythmik* zweier früher Relaisrechner virulent. Daran anschließend wird die *Algorhythmik* der ersten dynamischen Kurzzeitspeicher aus der Zeit der ersten Elektronenrechner detailliert dargestellt. Genau für diese Zeit zwischen 1949–1962 aber wird eine *algorhythmische* Hörpraxis medienarchäologisch nachweisbar und im Rahmen eines medienwissenschaftlichen Diskurses zum ersten Mal ausführlich dargestellt. Das Abhören und Diagnostizieren von *Algorhythmen* mittels einfachen Verstärker-Lautsprecher-Systemen war eine verbreitete Ingenieurpraxis, die jedoch nur selten wissenschaftlich überliefert wurde. Hier ist die medienarchäologische Legitimation für den anfangs heuristisch gemeinten Begriff des *Algorhythmus* zu finden. Zuletzt wird auf die Emergenz von *Software*, die Popularisierung des Begriffs Algorithmus und die damit zusammenhängende Vergessenheit seiner Rhythmik verwiesen.

Das dritte Kapitel *1300/1800* bewahrt die »archäologische Tugend der Kultivierung der Diskontinuität«<sup>36</sup> und wagt Tiefengrabungen sowohl ins späte Mittelalter als auch ins 18. und 19. Jh. Entgegen des üblichen Rückgriffs in die Antike soll hier besonders die Rolle arabischer Einflüsse und ihre Adaption in Europa starkgemacht werden. Erst dank der Araber wurde Aristoteles im Spätmittelalter massenhaft außerhalb seiner Schule rezipiert. Besonders im 14. Jh. kommt es dadurch erstmals zu einer Quantifizierung von Zeit und Raum. Dies geschah einerseits durch Apparaturen wie die Räderuhr oder automatische Musikautomaten und andererseits durch abstrakte Maschinen wie das Aufschreibesystem der Mensuralnotation oder des ›Algorismus‹. Um 1800 gilt es eine Phasentransformation<sup>37</sup> hin zum Oszillativ-kontinuierlichen zu konstatieren, die durch die Erforschung der klingenden Saite ausgelöst wurde. Zuvor wurden die ersten arithmetischen Rechenmaschinen erfunden und danach etablierten sich verschiedene rhythmische und sonische Agencements wie die Telegrafie, der mechanische Webstuhl und die Rechenmaschinen von Charles Babbage.

Das vierte Kapitel *1977–2001* legt eine Archäologie digitaler Agencements des ausgehenden 20. Jh. und eine Darstellung der Eskalation des *Algorhythmischen* im digitalen Alltag dieser Zeit vor. Hier erst geschah die Resonanz und das Zusammenfallen des Oszillativ-kontinuierlichen mit dem Diskret-rhythmischen. Wahrnehmungsarchäologisch betrachtet wurde mit Realtime-DSP das Analoge vom Digitalen ununterscheidbar. Digitale Agencements operierten ab den 1980er Jahren in Echtzeit und zeitkritisch. Damit wurden sie zu Medien der perfekten Sinnestäuschung, welche die

---

<sup>36</sup> Ernst 2000, S. 50.

<sup>37</sup> Siehe Glossar im Anhang.

Speicherung, Übertragung und Verarbeitung respektive Berechnung von Daten und Befehlen dermaßen schnell prozessierten, dass diese nur noch mit anderen Mess- und Medienagencements in Griff zu bekommen waren und objektiviert werden konnten. Welche konkreten Prozesse, Algorithmen und Rhythmen dabei wichtige Rollen spielten, und wie diese zu verstehen sind, wird unter anderem in diesem Kapitel dargelegt. Des Weiteren werden einige Medienarchäologien etwa des Telefonnetzwerks der 1970er Jahre, der in den 1960er Jahren entwickelten Datennetzwerke, die später zum Internet wurden und schließlich von elektromagnetischen Datenräumen der Jahrtausendwende ausgearbeitet.

Das letzte Kapitel ist der Versuch einer medienarchäologisch inspirierten Epistemologie der Gegenwart. Es resümiert, zieht die letzten Konsequenzen und geht noch einen Schritt weiter. Es wird sich herausstellen, dass im Anschluss einer umfassenden Medienarchäologie digitaler Informationstechnologien der vorliegende Vorschlag einer *Algorhythmik* auf eine *Zooalgorhythmik* erweitert werden müsste. Davor jedoch sind zwei kurze, aber pointierte Analysen von konkreten Zusammenspielen von Algorithmen, Rechenmaschinen, Netzwerken und ihren Agencements nachzulesen. Einmal wird es um den Zusammenbruch des US-Telefonnetzwerks am 15. Jan. 1990 und einmal um den *algorhythmisch* erzeugten *Crash* des Finanzmarktes vom 6. Mai 2010 gehen. Beide medieninduzierten Katastrophen zeigen, wie stark hochtechnisierte Gefüge, die Informationen speichern, übertragen und verarbeiten, durch Algorithmen, ihre Rhythmen und Effekte bedingt sind.

# 1. Ping

In einer Medienarchäologie im Anschluss an Michel Foucault, Friedrich Kittler und Wolfgang Ernst geht es nicht nur um Archive, Fakten, Spuren und Evidenzen, sondern vor allem um eine Analyse der Diskurse, Prozesse, Signale oder Effekte, die diese zeitigen und die wiederum zu komplexen Wechselwirkungen in der Gesellschaft, Kultur, Politik und Wissenschaft führen. Solch eine Medienarchäologie untersucht Gesetze, Ordnungen, Strukturen und *Rhythmen* der Medien, welche als epistemische Infrastrukturen »teils Ding, teils Theorem«<sup>1</sup> sind und unsere epistemischen Lagen und praktischen Handlungen bestimmen. Medientechnologien »sind wir«.<sup>2</sup>

Medienarchäologie ist geprägt durch einen ingenieurmäßig kalten Blick auf die *Technologie*,<sup>3</sup> was sowohl eine Beschäftigung mit der Technik, aber auch mit ihrer Logik, also ihrer *Technomathematik* voraussetzt.<sup>4</sup> Darüber hinaus ist mit Medienarchäologie eine Denk- und Verknüpfungsweise gemeint, die vermehrt auf Monumente achtet und nicht mehr nur auf Dokumente.<sup>5</sup> Es geht in diesem Sinne um die materiellen Zeitprozesse, die durch Dokumente erzeugt werden und nicht nur um ihren Inhalt und ihre Bedeutung. Mit Monumentalität ist jedoch ebenso eine gewisse konstruktive, manchmal unerwartete Idiosynkrasie der je spezifischen historischen Situationen, die eine solche Archäologie untersucht, gemeint.<sup>6</sup> Geht es im Rahmen solch einer radikal diskursanalytisch verfahrenen Mediengeschichte, die damit zur Medienarchäologie wird, um das Studium elektronischer Medien, reicht der Fokus auf ihre Faktizität, Dinghaftigkeit und Objektivität alleine nicht mehr aus. Bereits Anfang der 1950er Jahre hielt der Wissenschaftsphilosoph und Epistemologe Gaston Bachelard (1884–1962) fest, dass Elektronen Dinge sind, die Nicht-Dinge sind<sup>7</sup> und dass es hinter dem Attribut Elektrizität keine Substanz namens Materie gibt.<sup>8</sup> In diesem Sinne muss sich eine Mediengeschichte der Informationstechnologien sowohl dem physikalischen Signal und dem Rhythmus elektromagnetischer Wellen als auch dem Algorithmus und der maschinellen Logik des Rechnens widmen.

Die Spezifität der Medientechniken und -technologien der Vergangen-

---

<sup>1</sup> Rheinberger 2005, S. 105.

<sup>2</sup> Latour 2006b, S. 526.

<sup>3</sup> Ernst 2004, S. 10.

<sup>4</sup> Ernst 2008b.

<sup>5</sup> Foucault 1981, S. 198 und daran anschließend Ernst 2007, S. 31ff.

<sup>6</sup> Dazu ausführlicher Ebeling 2012, S. 16f., 718ff.

<sup>7</sup> Bachelard 1974, S. 65.

<sup>8</sup> Bachelard 1974, S. 59.

heit, aber auch der Gegenwart lässt sich nur durch »epistemisches Reverse-engineering«<sup>9</sup> erfassen, das gleichzeitig die Monumentalität der Apparate und Maschinen erfahrbar macht. Falls die konkreten Technologien nicht mehr verfügbar sind, darf der Weg ihrer symbolischen oder operational-diagrammatischen Emulation, Simulation und Modellierung nicht gescheut werden, um ihre je spezifische Steuerung und Logik – im Fall von Medien der *Computation*, ihre *Algorhythmik* – zu verstehen.

## Sonische Methoden

Sonisch meint den Klang betreffend, klanglich, rein auf den Klang bezogen. Sonisch ist ebenso der mediale Zwischenbereich zwischen dem Realphysikalischen und dem Abstrakt-Symbolischen. Das Musikalische verweist auf die Kultur und Ästhetik der ›schönen‹ Töne und das Akustische auf die Physik von Schall. Dagegen referiert das Sonische auf den medialen Bereich der semantischen Kultivierung unmusikalischer Geräusche.

Spätestens seit 1861, als Philipp Reis erstmals zeigte, dass akustische Vibrationen durch das Medium des galvanischen Stromes übertragen werden können, und seit 1878, als der Phonograph von Edison Stimmen, Klänge und Musik speicher- und reproduzierbar machte, war medientechnisch betrachtet die Emanzipation des Geräusches vom Ton in je verschiedenen Kontexten möglich, was dann etwa achtzig bis neunzig Jahre später in der frühen Nachkriegszeit des 20. Jh. passierte. Avantgardisten des Geräusches wie die italienischen Futuristen, Edgard Varèse, John Cage, Pierre Schaeffer oder ebenso Karlheinz Stockhausen setzten mit ihren Werken das Sonische als eine unabhängige *ästhetische* Kategorie durch. Bereits rund hundertfünfzig Jahre zuvor, um 1800, etablierten sich in der Medizin die beiden schalldiagnostischen Verfahren *Perkussion* und *Auskultation*. René Théophile-Hyacinthe Laënnec (1781–1826) gilt als der Erfinder des Stethoskops und Pionier der Diagnostik und Semiotik von internen Geräuschen im Inneren des menschlichen Körpers.<sup>10</sup> Sonische Diagnosen versteckter Ursachen spielten lange Zeit auch in der Automechanik wichtige Rollen.<sup>11</sup> Die elektrische Telegrafie, das erste elektrische Massenmedium der Geschichte, basierte, obwohl sie anfänglich eher an visuellen Zeichensystemen – Punkt und Strich – orientiert war, spätestens seit den 1850er Jahren auf sonischem Geschick, weil dadurch eine größere Effizienz erreicht werden konnte.<sup>12</sup> Auch

<sup>9</sup> Ernst 2011, S. 239.

<sup>10</sup> Koehler u. a. 2004 und Sterne 2003, S. 90ff.

<sup>11</sup> Krebs 2012.

<sup>12</sup> Siehe unten, S. 156.

die Pionierzeit des Computers zwischen 1936 und 1962 war – wie noch zu zeigen ist – geprägt von einem sonischen oder vielmehr *algorhythmischen* Wissen.<sup>13</sup>

In zahlreichen aktuellen naturwissenschaftlichen Forschungsprojekten wird die Sonifikation zunehmend als anerkannte Methode eingesetzt. Sonifikation ist ein Schlüsselbegriff für eine wachsende wissenschaftliche Gemeinschaft, die sich seit ungefähr 1995 durch die regelmäßig stattfindende Konferenz der *International Community for Auditory Display – ICAD* – organisiert. Dazu erscheinen jährlich die *Proceedings of the International Conference on Auditory Display*.<sup>14</sup> Dieses zunehmende Interesse an sonischen Methoden erzeugte auch in den Geisteswissenschaften Resonanzen.<sup>15</sup> Die wahrnehmungstheoretische Grundlage, um die spezifische Charakteristik der auditiven Wahrnehmung im Vergleich zur visuellen Wahrnehmung als epistemischen Eigenwert zu erkennen, lieferte Hermann von Helmholtz (1821–1894) am Ende des 19. Jh.:

Das Ohr zeigt den übrigen Nervenapparaten gegenüber eine große Ueberlegenheit in dieser Beziehung, es ist in eminentem Grade das Organ für kleine Zeitunterschiede [...]. Es ist bekannt, dass wenn zwei Pendel neben einander schlagen, durch das Ohr bis auf ungefähr 1/100 Secunden unterschieden werden kann, ob ihre Schläge zusammentreffen oder nicht. Das Auge würde schon bei 1/24 Secunden [...] scheitern.<sup>16</sup>

Wahrnehmungstheoretisch betrachtet, liegt der hörbare Frequenzbereich zwischen etwa 16–20 Hz und bis über 20000 Hz. Die auditive Raumwahrnehmung erstreckt sich über alle Raumrichtungen, während das Auge nur einen beschränkten Bereich wahrnehmen kann. Das räumliche Auflösungsvermögen, das heißt zum Beispiel das Erkennen von mehreren Schallquellen gleichzeitig, ist hingegen kleiner als beim Auge: »Ein räumliches Schall-Bild« können wir nicht oder doch nur sehr bedingt wahrnehmen.<sup>17</sup> Das Auge braucht mehr als 30 Minuten, um sich völlig an einen dunklen Raum zu gewöhnen. Im Vergleich dazu braucht das Ohr 0.1 Sekunden für eine Adaption. Metaphorisch ausgedrückt ist beim Auge eine Überblendung möglich, das Ohr kann sich schneller von einer Über- oder Unterreizung erholen. Hinsichtlich der zeitlichen Wahrnehmungsschwelle gibt es auch erhebliche Unterschiede. Die Grenze, an der zwei unterschiedliche Stimuli erkannt wer-

<sup>13</sup> Siehe unten, S. 43.

<sup>14</sup> Zum Begriff Sonifikation: Kramer 1994a, Baier 2001, Hermann 2009 und Schoon/Volmar 2012.

<sup>15</sup> Brüstle u. a. 2005a, Birdsall/Enns 2008, Goodman 2010 oder auch Kittler/Macho/Weigel 2008. Dazu Klassiker wie Attali 1985 und Ronell 1989.

<sup>16</sup> Helmholtz 1896, S. 289.

<sup>17</sup> Kuttruff 2004, S. 225.

den, liegt beim Ohr bei ungefähr 2–5 ms, beim Auge bei 20–30 ms:<sup>18</sup> Das Auge ist in dieser Hinsicht demnach zehnmal unempfindlicher als das Ohr. Andere konnten nachweisen, dass obige Mindestzeitdauer des Ohrs sogar bei 1–1.3 ms liegt.<sup>19</sup> Zusammengefasst formuliert ist bei zeitlichen Aufgaben der akustische Sinn dominanter, bei räumlichen eher das Auge.<sup>20</sup> Schon bei feinsten Differenzen der Zeitlichkeit sonifizierter Prozesse lassen sich minimale Unterschiede der Klangfarbe und in der Mikrorhythmik der Klänge ausmachen.<sup>21</sup> *Genau diese* weisen auf die spezifische Mikrotemporalität von Medienprozessen und auf ihre *Algorhythmik* hin, die viel eher durch das Ohr als durch das Auge erfasst werden kann. Geht es im Sonischen um den hörbaren Bereich, dann geht es im Trans-Sonischen um den nicht-hörbaren Bereich von Rhythmen, Oszillationen und non-linearen Fluktuationen, die aber nichtsdestotrotz in enger Analogie zu hörbaren Phänomenen stehen und mit technischen Mitteln leicht in hörbare Strukturen transformiert werden können. Das Trans-Sonische ist somit in der Sprache Heideggers immer potentiell ein ›Sonisches‹. Eine Medienarchäologie digitaler Signale und (un)erhörter Zeiteffekte, wie sie hier vorgeschlagen wird, ist als epistemische Metonymie und methodische Intensivierung eines unerreichbaren Ideals, nämlich den Schaltplan eines Mediums selber zu hören,<sup>22</sup> zu verstehen. Mehr als ein Vierteljahrhundert nachdem Friedrich Kittler dieses Ziel formulierte, als Antwort zu seinem *Ping*,<sup>23</sup> sollen nicht nur die Schaltpläne, sondern auch die *Algorhythmen* von aktuellen Medien- und Maschinengefügen hörbar gemacht werden. Dieses idealistische Postulat – eigentlich eine Heuristik – fordert eine argumentativ-schlüssige Begründung und Umsetzung heraus. Hier beginnt eine mühsame und schwierige epistemische Grabungsarbeit, deren Umweg sich aber lohnt.

---

<sup>18</sup> Schlemmer 2005, S. 173.

<sup>19</sup> Esper 2002, S. 42.

<sup>20</sup> Schlemmer 2005, S. 179ff.

<sup>21</sup> Julia Kursell und Armin Schäfer etwa betonen explizit den Unterschied zwischen den akustischen Gesetzen und der menschlichen Wahrnehmung. Das vermittelnde sei aber die »Musik«. Daran soll mit einer Ausweitung auf das *Sonische* angeknüpft werden. Kursell/Schäfer 2010.

<sup>22</sup> Kittler 1986, S. 5.

<sup>23</sup> Im Jargon der Netzwerktechniker wird ein Server *ge-pingt* und man wartet die Antwort ab, die meist innerhalb von Millisekunden eintrifft. Der Terminus stammt aber aus dem Sonar. Die Sonaroperateure im Zweiten Weltkrieg sendeten zuweilen einen Ping aus und konnten aus der Verzögerungszeit des Echos die Entfernung des Feindes bestimmen. Einschlägig dazu Pias 2005, S. 315ff.

## Gefüge/ Agencement

Speichern, Übertragen, Verarbeiten/ Berechnen sind die Grundoperationen aller Medien.<sup>24</sup> Speicherung ist eine Übertragung auf Zeit. Beide Prozesse sind miteinander verknüpft.<sup>25</sup> Wobei eine Übertragung grundsätzlich<sup>26</sup> auch ohne Speicherung geschieht. Berechnungen kommen ohne Speicherungen und Übertragungen nicht aus. Damit ist die Übertragung die »geltungslogisch umfangreichste Kategorie des Mediums«.<sup>27</sup> Eine daran anschließende mikrologische Medienarchäologie versucht einen epistemischen Spatenstich sowohl ins Innere von Medien als auch in die Tiefe der Mikrozeitlichkeit von Medienprozessen, will meinen Übertragungsprozessen, zu machen. Damit geht eine Re-konfiguration des Medienbegriffs einher. Durch das ständige oszillieren zwischen Mikro-, Meso- und Makroperspektiven, das heißt durch verschiedene zeitliche und räumliche Skalierungsstufen, wird die Frage nach dem ontologischen Status eines Mediums in Richtung einer Beobachtung und Analyse seiner Operativität verschoben. Der Begriff des Mediums wird porös. Ist das Medium nun der Bildschirm, die Tastatur, die Maus oder doch die USB-Buchse, die Harddisk, der Speicherchip, der Internet-Server, die Datenleitungen auf der Hauptplatine oder vielmehr das Ethernetkabel oder die Funkschnittstelle? Vielleicht ist es auch nicht nur die Hardware, sondern ebenso die Software? Oder ist das Medium die CPU (=zentrale Verarbeitungseinheit)? Was ist mit dem Benutzer?<sup>28</sup> Das Universalmedium Computer erlaubt verschiedene Konfigurationen, verschiedene Gefüge, verschiedene Anwendungen in einem einzigen Medium: Einmal ist es ein Videotelefon, einmal eine Schreib- und Archivmaschine, ein andermal eine Fotokamera, ein Spiel oder eine Simulationsmaschine für komplexe Berechnungen einer fiktiven Bevölkerung. Wo ist hier das Medium? Die Ausweitung des Begriffs Medium auf *Gefüge* und *Agencement* bildet eine sinnvolle Lösung, denn sie erlaubt sowohl widerspruchsfreie multimodale, multiskalare Untersuchungen innerhalb eines einzigen Mediums als auch die Ausweitung auf komplexe Beziehungsstrukturen von mehreren Medien sei es vom gleichen Typ als auch von verschiedenen Typen. Sowohl die einzelnen medialen Komponenten eines Mediums als auch dieses selbst, als Teil eines Netzwerks, sind in Gefüge, als einzelne zusammengefügte Teile organisiert,

---

<sup>24</sup> Kittler 2003a, S. 501 und Kittler/Tholen 1989.

<sup>25</sup> Ernst 2007, S. 308.

<sup>26</sup> Zum Verhältnis von Speicherung, Übertragung und Verarbeitung siehe unten, S. 169.

<sup>27</sup> Tholen 2005, S. 166.

<sup>28</sup> Latour 2006b.