



CHRISTOPH BORBACH

DELAY

MEDIENGESCHICHTEN DER VERZÖGERUNG,
1850-1950

[transcript] Locating Media | Situierete Medien

Aus:

Christoph Borbach

Delay – Mediengeschichten der Verzögerung, 1850-1950

Januar 2024, 430 S., kart., 48 SW-Abb.

47,00 € (DE), 978-3-8376-5234-5

E-Book: kostenlos erhältlich als Open-Access-Publikation

PDF: ISBN 978-3-8394-5234-9

Die Übertragungszeit, *delay*, von Impulsen und Signalen kann als flüchtiger Akteur einer Mediengeschichte verstanden werden. Delay-Medien wie die Sonographie, das Sonar oder Radar haben weitreichende Implikationen für aktuelle Medienkulturen. Dabei musste sich die Verdattung von Umwelten und Körpern als Funktion von Übertragungszeiten zunächst aber historisch beweisen. Christoph Borbach widmet sich in neun Fallgeschichten frühen Temporalisierungen von Räumen in Kontexten von u.a. Medizin, Post, Militär und Computertechnik. Innovativ beleuchtet er so die Medienkultur-, Wissens- und Praxisgeschichte des Akteurs Delay – von ersten Sensormedien im 19. Jahrhundert bis hin zu Infrastrukturen der Verarbeitung von Big Data in Echtzeit.

Christoph Borbach (Dr. phil.) forscht, lehrt und publiziert im Bereich Medienwissenschaft mit den Schwerpunkten Medientheorie und -geschichte, Epistemologie und Praxisologie. Er ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Siegen.

Weitere Informationen und Bestellung unter:
www.transcript-verlag.de/978-3-8376-5234-5

Inhalt

((PING))

Medien des Delays | 7

Mediengeschichte des Delays | 22

Zugänge | 26

Struktur | 32

1. Prelude. Ein Akteur betritt die Bühne

Verzögerung – als Störung | 47

Katakustik | 58

Akustemologie des Theaters | 62

2. Chronogrammatologie

Zeitregistratur bei Hermann von Helmholtz um 1850 | 69

Zeit- als Raumdifferenz & zeitmessender Strom | 75

Wissenschaft der Zeit-Schrift | 82

Zeitschriften zweiter Ordnung | 87

3. Echoortung. Der genealogische Ursprung eines medialen Prinzips

Rohrposten & gestörte Kommunikation | 95

Arbeit an der Störung | 101

Orten: Zeit-Räumlichkeit des Schalls | 104

4. Passivortung. Frühe Hörtechniken des Delays

Entfernungsmessung im Handumdrehen | 113

Sensibilisierte Ohren I – im Feld | 128

Sensibilisierte Ohren II – im Wasser | 133

Medientheorie der Verzögerung 1880 | 143

5. Echoloten. Profilierung als Datenproblem

Aquatische Experimente | 147

Spärliche Daten der Drahtlotungen | 158

Echolote auf Reisen: die *Meteor*-Expedition | 164

Echolotische Datenpraktiken | 171

6. Sonar. Reginald Fessenden und das Meeres-Rauschen

Unterwasserschallsignale | 179

Morsen vs. Orten | 202

Medienpraktische Varianz | 209

7. Delay Lines. Verzögerungsspeicher

Rundfunk – Ästhetik | 217

Fernsehen – Bildstörung | 227

Radar – Bewegungsdetektion | 229

Computer – *memory* | 232

Funktelefonie – Feedback | 236

Theorie – Übertragungsspeicher | 240

8. Sonographie. „work on the human body“

Diagnostik statt Therapeutik | 247

Medizinische Zeitkritik | 256

„Sound-Wave Portrait in the Flesh“ | 262

9. Radardenken. Radar als Trigger des Digitalen

Bildwissen beim Radar | 271

Die Infrastruktur des Mediums | 288

System Design und Operations Research | 297

Beacons: Elektronische Identifikation | 307

LORAN: Navigation | 311

Radarindustrie | 319

Binartität: Radar als Impulstechnik | 328

Radar- als Computergeschichte | 337

PCM: Pulse-Code-Modulation | 344

Bidirektionale Bildschirme: graphische User-Interfaces | 349

))ECHO((| 363

Dank | 379

Literatur | 381

Abbildungen | 425

((PING))

„My object of study may appear much less momentous than most.“¹

Medien des Delays

Als die 2012 gegründete US-amerikanische „Investors Exchange“ (IEX) im Oktober 2013 für den Aktienhandel öffnete, unterschied sie auf den ersten Blick nicht viel von anderen Börsen. Allerdings verfügte sie an ihrem Rechnerstandort über eine Box mit einem 38 Meilen langen Glasfaserkabel (vgl. Abb. 1), das aus prozessarchitektonischer Perspektive betrachtet völlig sinnfrei war. Und dieses Artefakt machte sie besonders. Sämtliche Signale des digitalisierten Aktienhandels der Börse wurden zunächst durch dieses Kabel geleitet, um sie zu verzögern: Die ‚Kabelkiste‘ war allein dafür vorgesehen, den sich über Börsen immer schneller vollziehenden Aktienhandel restriktiv zu verlangsamen. Damit reagierte die IEX auf eine Entwicklung im globalen Finanzwesen, für welche paradigmatisch der Begriff ‚Hochfrequenzaktienhandel‘ steht. Waren im Aktienhandel zuvor Sekunden oder allenfalls Millisekunden entscheidend, waren es bereits 2011 Mikrosekunden, d.h. millionstel Sekunden.² Mithin findet Handel seitdem in Zeitbereichen statt, die außerhalb der menschlichen Entscheidungsfindung oder Intervention liegen. Problematisch ist dies, da automatisiert Phantomkäufe getätigt werden können, um Aktienkurse im Mikrosekundenbereich zu beeinflussen. Um dem vorzubeugen, wur-

1 Canales, Jimena (2009): *A Tenth of a Second: A History*, Chicago, Ill./London, 13.

2 So berichtete Andrew Haldane von der Bank of England im Jahr 2011 auf einer internationalen Konferenz: „A decade ago, execution times on some electronic trading platforms dipped decisively below the one second barrier. As recently as a few years ago, trade execution times reached ‚blink speed‘ – as fast as the blink of an eye. At the time that seemed eye-watering, at around 300–400 milliseconds or less than a third of a second. But more recently the speed limit has shifted from milliseconds to microseconds – millionths of a second.“ Haldane, Andrew G. (2012): „The Race to Zero“, in: Franklin Allen et al. (Hrsg.), *The Global Macro Economy and Finance*, London/New York, 245–270, 251.

den im Fall der IEX alle eingehenden Kauf- und Verkaufsbefehle zunächst durch die genannte 38 Meilen lange Glasfaserleitungen gesendet, bevor die Signale die Trading Engine der Börse erreichten. Dadurch wurde eine Verzögerung der Signale um 350 Mikrosekunden, mithin ein s.g. Round-Trip-Delay in Höhe von 700 Mikrosekunden bzw. 0,0007 s bewirkt.³ In den mikrot temporalen Sphären, in welchen Hochfrequenzaktienhandel stattfindet, reicht diese kurze Verzögerung aus, um Phantomkäufe zu unterbinden.



Abbildung 1: Eine Box mit einem 38 Meilen, d.h. circa 61 Kilometer langen Kabel: die „IEX Speed Bump“.

Durch die Computerisierung, die damit verbundene digitale Vernetzung und infolgedessen die enorme Beschleunigung des Aktienhandels im 21. Jahrhundert kehrt eine Situation wieder, die vornehmlich im 19. Jahrhundert charakteristisch war: Für Gewinn oder Verlust im Finanzhandel stellt Geographie eine entscheidende Dimension dar. War es im 19. Jahrhundert die Nähe von einem Börsenunternehmen zum städtischen Telegraphenam, um international (Ver-)Käufe möglichst schnell zu tätigen, ist es heute die geographische Nähe von Unternehmen zu den Standorten der Börsen selbst. Gerade im vermeintlich ortlosen *world wide web* sind es die realweltlichen, materiellen Rückbindungen von Dateninfrastrukturen,

3 Anonym (o.J.): „The IEX Speed Bump“, <https://exchange.iex.io/about/speed-bump/>, 29. 10.2022.

die medienökonomisch zum ausschlaggebenden Kriterium mikrotemporaler Relevanz avancieren.

Verstärkt seit Ende der 2000-er Jahre zogen Börsenunternehmen und Aktienhändler:innen in die geographische Nähe von Börsenrechnern. In New York City führte dies dazu, dass in Manhattan ganze Gebäude entkernt und mit Rechenzentren bestückt wurden, um Übertragungszeiten zur New Yorker Börse zu reduzieren.⁴ Dadurch werden jene Verzögerungen der Transaktionen im Hochfrequenzaktienhandel minimiert, die einfach dadurch entstehen, dass Daten für ihre Übertragung Zeit brauchen: nämlich gemäß der geographischen Entfernung zwischen Aktienhändler:in und Börse. Kürzere Übertragungswege bedeuten reduzierte Übertragungszeiten und erlauben eine schnellere Handlung auf Distanz bzw. – in einer Terminologie von Paul Virilio, der die globale ubiquitäre Vernetzung in den 1990er Jahren visionierte – eine fast „unmittelbare Teleaktion“.⁵ Solche mediale Formen tempo-radikalisierter Teleaktion können bedeutende finanzielle Unterschiede zeitigen. Zeit ist bekanntlich Geld, wie es Hochfrequenz-Aktienhändler:innen wissen, die Michael Lewis in seinem non-fiktionalen Buch *Flash Boys: A Wall Street Revolt* beschrieb.⁶

In diesem medienökonomischen Kontext wurde im Jahr 2015 von der Firma Hibernia Atlantic ein neues privates transatlantisches Kabel in Betrieb genommen – das „Hibernia Express“ –, das ein wenig direkter verläuft als bisherige transatlantische Kabel. Damit verbindet es als ‚Express-Kanal‘ die Finanzplätze von London und New York um 5 Millisekunden schneller miteinander, als dies vorherige Kabel vermochten, nämlich in 59,5 ms. Mit den Worten „[f]inance is now increasingly dominated by automated trading, and to a computer 5 milliseconds is an eternity“ kommentierte die Zeitschrift *Popular Mechanics* das Unterfangen im Jahr 2011, als die Kabelverlegung angekündigt wurde.⁷ Maßgebend ist in diesem Kontext weniger die Frage nach der Vernetzung des Globus als solcher, sondern vielmehr danach, in welchen Mikrotemporalitäten jene Netze Daten zu übertragen in der Lage sind. Damit illustriert das Hibernia Express, auf welcher basalen Ebene technische

4 Ich danke Jan Philip Müller für diesen Hinweis.

5 Virilio, Paul (1996): „Das dritte Intervall“, in: ders.: *Fluchtgeschwindigkeit*, München/Wien, 19-36, 26.

6 Lewis, Michael (2014): *Flash Boys. A Wall Street Revolt*, New York. Hierzu auch MacKenzie, Donald (2021): *Trading at the Speed of Light. How Ultrafast Algorithms are Transforming Financial Markets*, Princeton, NJ.

7 Pappalardo, Joe (2011): „New Transatlantic Cable Built to Shave 5 Milliseconds off Stock Trades“, in: *Popular Mechanics*, <https://www.popularmechanics.com/technology/infrastructure/a7274/a-transatlantic-cable-to-shave-5-milliseconds-off-stock-trades>, 29.10.2022.

Übertragungsmedien der Signalsendung in Raum und Zeit operieren: Übertragungen haben je spezifische Zeiten, die in mitunter indexikalischer Beziehung mit dem Raum stehen, den sie aufspannen – je länger ein Kabel, desto länger die Übertragungszeit *et vice versa*.

Das ‚Express-Kabel‘ ist nur ein Fallbeispiel, um eines zu illustrieren: Die tendenziell globale Vernetzung kann als ein Ringen um kontinuierlich kürzere Übertragungszeiten lesbar gemacht werden, die den temporalen Index von Kanälen problematisieren. Kulturhistorisch ließe sich eine Erzählung aufspannen, die bei menschlichen Medien (Boten) ansetzt, die ihre Botschaften zu Fuß oder auf Pferden transportierten.⁸ Bei diesen handelte es sich also um buchstäbliche Übertragungspraktiken, da es galt, physische Botschaften zu tragen oder zumindest den eigenen Körper fortzubewegen. Derartige Körpertechniken der Übertragung wurden historisch supplementiert von schnelleren Verfahren der Nachrichtensendung: von optischer Telegraphie – Rauch- oder Flaggsignale – über elektrische Telegraphie – Morsen – und akustische Signalisierung – Nachrichtentrommeln – bis hin zu beschleunigten Transporttechniken im Zeitalter der Industrialisierung – wie etwa die Eisenbahn. Diese entkoppelten zum einen Botschaften von menschlichen Träger:innen, zum anderen brachten sie einen Geschwindigkeitsvorteil mit sich.⁹ Solch eine Erzählung ließe sich im Gestus einer Fortschrittsgeschichte der Moderne teleologisch fortführen – inklusive einer medienhistorischen Abschweifung zur Rohrpost, der Erwähnung der Telefonie sowie der engmaschig vernetzten Kommunikation im Arpanet und schließlich dem *world wide web*.

Diesem Narrativ der sich kulturhistorisch beschleunigenden Übertragung folgend, wird technischen Medien in medienwissenschaftlicher Einführungsliteratur gemeinhin bescheinigt, Raum und Zeit zu „überwinden“. ¹⁰ Dieses Attest folgt einer Perspektivierung von Kommunikationsmedien der klassischen Mediengeschichte und -theorie, die federführend bei Paul Virilio anzutreffen war. In jener Perspektive wurden Übertragungsmedien als diejenigen Instanzen lesbar gemacht, welche – verkürzt gesagt – Übertragung von Information über den Raum *hinweg* ermöglichten, Distanz *überwanden*, Räume *verdichteten* oder gar *vernichteten*. Seine prominenteste Formulierung erfuhr diese Perspektivierung technischer Übertragungsmedien wohl durch Marshall McLuhans Formulierung eines „global village“ und

8 Vgl. hierzu insg. Krämer, Sybille (2008): *Medium, Bote, Übertragung. Kleine Metaphysik der Medialität*, Frankfurt a.M.

9 Vgl. Schivelbusch, Wolfgang (1989 [1977]): *Geschichte der Eisenbahnreise. Zur Industrialisierung von Raum und Zeit im 19. Jahrhundert*, Frankfurt a.M.

10 Winkler, Harmut (2008): *Basiswissen Medien*, Frankfurt a.M., 11, dort schreibt Winkler „Medien überwinden Raum und Zeit.“

seine These einer *simultanen* globalen Verbundenheit.¹¹ Einen historischen Index haben solche Lesbarmachungen von Entwicklungen in der Transport- und Kommunikationstechnik als ‚Raumvernichtung‘, da bspw. bereits Heinrich Heine 1843 der seinerzeit neuen Bahnverbindung Paris-Rouen bescheinigte, „[d]urch die Eisenbahn wird der Raum getötet.“¹² Transformationen des Transportwesens und der digitalen Datenübertragung führten Paul Virilio zu ähnlichen Überlegungen, die in der Formulierung einer „Auflösung des Stadtbildes“¹³ in der medientechnisch aufgerüsteten Postmoderne mündeten. Auch äußerten sie sich in seiner dystopischen Beschreibung von postmodernen Subjekten als „Terminal-Bürgern“, die sich an Interfaces gekoppelt mit der Welt verbunden in häuslicher Isolation „wie in einem Kokon“ befänden.¹⁴ Daher beschäftigten sie sich vermeintlich nicht länger mit dem geographischen Raum außerhalb ihrer Wohnung, weshalb dieser in der Postmoderne an Relevanz verliere.

Nach einem kulturwissenschaftlich orientierten *Spatial Turn*¹⁵ fand die historische Rekonstruktion und gegenwartsbezogene Theoretisierung von Medien als ‚Raumüberwindern‘ ebenso in Folge eines gleichlautenden Turns in den Medien- und Sozialwissenschaften¹⁶ breiten Widerspruch. Nunmehr wurde und wird auch dort auf Räume medienpraktischen Handelns, soziologisch auf situierte, mitunter kulturell heterogene Mediengebräuche oder die Ko-Emergenz von Medien, Raumwissen und Raumrepräsentation fokussiert. Ebenso ist es Anliegen der *Geomedia Studies*¹⁷ und der Mediengeographie,¹⁸ Medien statt in ihrer vermeintlich raum-

11 Vgl. McLuhan, Marshall (1962): *The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man*, Toronto.

12 Zit. n. Schivelbusch (1989 [1977]): *Geschichte der Eisenbahnreise*, 39.

13 Virilio, Paul (2006 [1984]): „Die Auflösung des Stadtbildes“; in: Jörg Dünne/Stephan Günzel (Hrsg.), *Raumtheorie. Grundagentexte aus Philosophie und Kulturwissenschaften*, Frankfurt a.M., 261-273.

14 Virilio, Paul (1990): „Das dritte Intervall. Ein kritischer Übergang“, in: Edith Decker/Peter Weibel (Hrsg.), *Vom Verschwinden der Ferne. Telekommunikation und Kunst*, Köln, 335-346, 344.

15 Vgl. Soja, Edward W. (1996): *Thirdspace: Journeys to Los Angeles and Other Real and Imagined Places*, Cambridge/Oxford; vgl. hierzu Bachmann-Medick, Doris (2016): „Chapter VI: The Spatial Turn“, in dies.: *Cultural Turns. New Orientations in the Study of Culture*, Berlin/Boston, 211-243.

16 Vgl. programmatisch hierzu Döring, Jörg/Thielmann, Tristan (2008) (Hrsg.), *Spatial Turn. Das Raumparadigma in den Kultur- und Sozialwissenschaften*, Bielefeld.

17 Vgl. grundlegend McQuire, Scott (2016): *Geomedia: Networked Cities and the Future of Public Space*, Cambridge, UK.

18 Vgl. hierzu bspw. Döring, Jörg/Thielmann, Tristan (2009) (Hrsg.), *Mediengeographie: Theorie – Analyse – Diskussion*, Bielefeld.

überwindenden hinsichtlich ihrer raumproduzierenden Funktionalität und Affordanz zu untersuchen. In dieser soziologisch inspirierten Perspektive sind Räume ebenso wenig gegeben, wie sie durch Medien überwunden werden. Grundsätzliche Arbeitsthese ist vielmehr, dass Räume – über Michel de Certeau hinausgehend – nicht nur praktiziert,¹⁹ sondern mitunter erst durch Praktiken *und* Medien kooperativ hervorgebracht und in unterschiedlichen Umwelten stabilisiert werden. Nach dem Vorbild der soziotechnisch ausgerichteten Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT) bzw. einer „Akteur-Medien-Theorie“,²⁰ ist diese Form des Zugangs medienwissenschaftlicher Analysen zu Medien und Räumen mit einer Betonung von situierten und situativen *Handlungen* menschlicher und nicht-menschlicher Akteure verbunden. Diese prägen je spezifische Umgebungen aus und gleichzeitig schreiben sich Umwelten in Medien und Medienpraktiken ein.²¹ Damit wird ein soziotechnisches Verständnis animiert, welches sich jüngst in der Proklamation eines medienwissenschaftlichen *Practice Turn* fortschrieb.²² So könnte zumindest eine kondensierte Zusammenfassung lauten.

Die Marginalisierung des Raums in der klassischen Medientheorie wurde also gebührend durch einen soziologisch-praxeologisch inspirierten *Spatial* und *Practice Turn* von Seiten der Medienwissenschaft und den *Science and Technology Studies* in Rechnung gestellt,²³ mitunter auch in historischer Perspektive.²⁴ Teils beriefen sich die entstandenen Arbeiten auf einen prominenten literarischen Kanon wie Michel Foucaults wegweisenden, bereits 1967 formulierten Ansatz eines relationalen Denkens ‚Anderer Räume‘;²⁵ teils beschritten sie neue Wege, insofern sie Methoden der Sozialwissenschaften für die Analyse medialer Räumlichkeiten adaptierten. Doch wie verhält es sich neben der räumlichen mit der temporalen Dimension des vermeintlichen Globalen Dorfs? Wo bleibt die Zeit? Schließlich wurde

19 Vgl. de Certeau, Michel (1988 [1980]): „Praktiken im Raum“, in: ders.: *Kunst des Handelns*, Berlin, 179-238.

20 Thielmann, Tristan/Schüttpelz, Erhard (2013) (Hrsg.), *Akteur-Medien-Theorie*, Bielefeld.

21 Vgl. Thielmann, Tristan (2022): „Environmental Conditioning: Mobile Geomedia and their Lines of Becoming in the Air, on Land, and on Water“, in: *New Media & Society* 24(11), 2438-2467.

22 Schüttpelz, Erhard et al. (2021) (Hrsg.), *Connect and Divide. The Practice Turn in Media Studies*, Zürich.

23 Vgl. hierzu auch Regine Buschauer: *Mobile Räume. Medien- und diskursgeschichtliche Studien zur Tele-Kommunikation*, Bielefeld.

24 Vgl. Fast, Karin/Abend, Pablo (2022) (Hrsg.), *New Media & Society* 24(11), „Geomedia Histories“.

25 Foucault, Michel (1990 [1967]): „Andere Räume“, in: Karlheinz Barck et al. (Hrsg.), *Aisthesis. Wahrnehmung heute oder Perspektiven einer anderen Ästhetik*, Leipzig, 34-46.

dieser in der klassischen Medientheorie ebenso wie dem Raum eine Vernichtung oder zumindest Verdichtung bescheinigt. So schreibt Hartmut Winkler in Bezug auf die von Friedrich Kittler identifizierte Trias an Medienfunktionen hinsichtlich des Übertragens und des Speicherns: „Übertragen‘ meint Kommunikation und Telekommunikation, die Fähigkeit der Medien, räumliche Distanzen zu überwinden. Die zweite Dimension, das ‚Speichern‘, steht für die Überwindung der Zeit, für Traditionsbildung und kulturelle Kontinuierung“.²⁶ Dabei gelte die ‚Überwindung der Zeit‘ nicht nur für das Speichern, sondern ebenso für das postmoderne Verständnis der Übertragung. Diese solle – so Stefan Laube – „stets Simultaneität gewährleisten“,²⁷ womit neben der Virtualität des physischen Raums eine Instantaneität der Übertragung evoziert wird.

Wurde Übertragungsmedien zunächst bescheinigt, sie überwänden Raum und Zeit, wurde diesem Befund für den Raum ein umfangreiches und fundiertes situationsanalytisches, mitunter empirisches Veto entgegengebracht. Könnte nicht nach diesem Vorbild ebenso argumentiert werden, Medien und Praktiken der Übertragung prägen vielmehr heterogene Zeitlichkeiten aus, statt ihnen pauschalisierend zu bescheinigen, sie verdichteten oder vernichteten Zeit? Widersetzen sich die Mikrotemporalitäten technischer Apparaturen auf Signalebene nicht gar der Makro-Zeit des Historischen und Historiographischen? Begründen neue Medien nicht neue Zeitregime, die kulturell vertraute Zeitweisen irritieren? Ist die eingangs abgebildete „LEX Speed Bump“ nicht ein emblematisches Motiv für Zeitökonomien technischer Übertragungsmedien und digitaler Infrastrukturen, die differente Mikrotemporalitäten ausprägen? Nämlich Temporalitäten, die Zeit als vermeintliches Apriori problematisieren und jenseits des Menschen vertrauter – und zugänglicher – Zeitregime statthaben?

Die Diskursivierung von Medien als ‚Zeitüberwindern‘ fand ungleich weniger Widerspruch in der kulturwissenschaftlichen, aber auch praxeologischen Medienforschung als ihre vermeintliche Funktion der Raumüberwindung – so steht dem Spatial Turn kein adäquater ‚Temporal Turn‘ gegenüber. Das erstaunt, da nicht erst hochtechnische oder technologische Übertragungsmedien für sie spezifische Räume, sondern ebenso heterogene Eigenzeitlichkeiten ausprägten. Bereits die temporale Differenz in der Übertragung akustischer Signale durch verschiedene physikalische Medien führte – in Anlehnung an den Michel Foucault’schen Begriff der Heterotopie – zu Darlegungen medialer ‚Heterochronizität‘. Auf Basis der Dif-

26 Winkler, Hartmut (2015): *Prozessieren: Die dritte, vernachlässigte Medienfunktion*, Paderborn, 9.

27 Laube, Stefan (2018): „Übertragen“, in: Heiko Christians/Nikolaus Wegmann/Matthias Bickenbach (Hrsg.), *Historisches Wörterbuch des Mediengebrauchs* 2, Köln et al., 458-482, 470.

ferenzen in der Übertragungszeit von Akustik wurden bereits zur Mitte des 19. Jahrhunderts differente Zeitweisen physikalischer Medien adressierbar, die zu unterschiedlichen Wahrnehmungseindrücken beim Menschen führten. Ganz gleich, was über Kanäle kommuniziert wurde, wurde akustisch als unterschiedlicher Grad von Verzögerung *hörbar*, dass mediale Übertragungssituationen aufgrund ihrer inhärenten Materialität der menschlichen Wahrnehmung vorgeschaltet sind. So kommentierte es Rodolphe Radau in seiner *Lehre vom Schall* auf Basis eines seiner Zeit wichtigen Infrastrukturprojekts:

„Um die verschiedenen Geschwindigkeiten des Schalls miteinander zu vergleichen, denken wir uns einmal, daß der projectirte Tunnel unter dem Kanal zwischen England und Frankreich ausgeführt sei. Die Entfernung der Endpunkte, Cap Grinez und Eastware, beträgt 33 Kilometer. Ein am Cap Grinez abgefeuerter Kanonenschuß würde auf der englischen Station 97 Sekunden durch die Luft gehört werden; das Meerwasser würde die Erschütterung in 23 Sekunden fortpflanzen; durch die Schienen der projectirten Eisenbahn käme derselbe bereits nach $6 \frac{1}{2}$ Sekunden an. Hätte man nun noch eine Latte aus Tannenholz von hinreichender Länge, um die beiden Ufer zu verbinden, so würde diese den Schall in $5 \frac{1}{2}$ Sekunden von Frankreich nach England tragen, also in der Zeit, welche man braucht, um drei Hexameter sehr rasch hintereinander auszusprechen.“²⁸

Solche Laufzeiten bzw. Verzögerungen von Signalen problematisierten Fragen der kulturtechnischen Produktion ‚der Zeit‘ selbst. Bernhard Siegert hat in seiner archäologischen Rekonstruktion von Zeit als Konsequenz des Längengradproblems in der Navigation darauf hingewiesen, dass unser postmodernes Verständnis von ‚Zeit‘ eines von Gleichzeitigkeit statt von heterogenen oder divergierenden Lokalzeiten ist.²⁹ Bereits nach der Verkabelung des Globus mit ersten transkontinentalen Telegraphennetzen – wie dem im Oktober 1902 eingeweihten britischen *All Red Line*-System – waren die elektrotechnischen Voraussetzungen gegeben, Uhren tendenziell im globalen Maßstab zu synchronisieren. Entscheidend war dabei, die Übertragungszeiten der elektrischen Signale selbst in Rechnung zu stellen, wie es Henri Poincaré bereits zum Ende des 19. Jahrhunderts bedachte. Über die Uhrensynchronisation auf Basis elektrischer, telegraphischer Signale hielt er fest:

28 Radau, Rodolphe (1869): *Die Lehre vom Schall. Gemeinfassliche Darstellung der Akustik*, München, 84-85. Sämtliche historischen Quellenzitate dieser Arbeit folgen der Originalschreibweise.

29 Vgl. Siegert, Bernhard (2014): „Längengradbestimmung und Simultanität in Philosophie, Physik und Imperien“, in: *Zeitschrift für Medien und Kulturforschung* 5(2), 281-297.

„Es ist klar, daß die Aufnahme des Signals in Berlin zum Beispiel später erfolgt, als die Aufgabe des gleichen Signals in Paris. (...) Aber um wie viel später? Gewöhnlich vernachlässigt man die Dauer der Übertragung und betrachtet die beiden Ereignisse als gleichzeitig. Aber um streng zu sein, müßte man wieder eine kleine Korrektion machen, die eine umständliche Rechnung erfordert.“³⁰

Wichtigkeit erlangte das Problem der Uhrenkoordination insbesondere im Kontext von Verkehrs- und Fernmeldetechniken. Diese medientechnischen Probleme manifestierten sich auch im physikalischen Denken ihrerzeit bzw. *der* Zeit. So illustrierte Albert Einstein seine Relativitätstheorie nicht von ungefähr an einem Zug, der fahrplanmäßig um Punkt 7 Uhr an einem Bahnhof ankäme. Daher haben Signallaufzeiten – *signal propagation delays*, kurz: Delays – im Sinne Einsteins konstitutiven Anteil an der Beschreibung von Zeit selbst, die „nicht absolut definiert werden“ könne, da es „eine nicht aufhebbare Beziehung zwischen Zeit und Signalggeschwindigkeit“ gibt.³¹ Dabei stellten exakt gleiche Uhrenzeiten nicht ausschließlich ein kulturtechnisches Synchronisationsproblem oder allein eine elektrotechnische Herausforderung dar. Sie waren von politischer Wichtigkeit. Die Realisierung von räumlich verteilter Gleichzeitigkeit war eine Frage von staatlichem Prestige und Signum bürokratischer Macht, wie die Berichterstattung über die Synchronisation einiger Uhren in Wien im Februar 1877 illustrierte – Wien kann in diesem Sinne gar als eine erste „synchronisierte Stadt“³² gelten.

Diese Studie nimmt die medienanthropologisch ausgestaltete Kehre zu Fragen des Raums zum Vorbild, der vermeintlichen Überwindung von Zeit durch Medien und Medienpraktiken am Fallbeispiel von Signallaufzeiten – Delays – ein Veto entgegenzubringen. Ebenso wie es zentraler und ‚radikal medienarchäologischer‘ Forschungsschwerpunkt von Wolfgang Ernst ist,³³ auf die heterogenen bzw. hete-

30 Poincaré, Henri (1906 [1898]): „Das Maß der Zeit“, in: ders.: *Der Wert der Wissenschaft*, Leipzig, 26-43, 41.

31 Zit. n. Galison, Peter (2003): *Einsteins Uhren, Poincarés Karten. Die Arbeit an der Ordnung der Zeit*, übers. v. Hans Günter Holl, Frankfurt a.M., 263.

32 So wurde in der Zeitschrift *Neue Freie Presse* am 25. Februar 1877 berichtet: „Seit gestern ist Wien um eine Einrichtung reicher geworden, die einem längst gefühlten allgemeinen Bedürfnis Rechnung trägt und so viel bedeutet, als die glückliche Lösung eines Problems, das seit Jahren den Gegenstand eifrigster Bestrebungen der Mechaniker gebildet hat, sowie ein Ziel, das zu erreichen den Communen von London, Paris, Berlin etc. trotz aller Bemühungen bisher nicht gelungen ist: in voller Uebereinstimmung mit einander, unabhängig von der Entfernung gehende, die genaue astronomische Zeit zeigende öffentliche und Privat-Uhren.“ Zit. n. Payer, Peter (2015): *Die synchronisierte Stadt. Öffentliche Uhren und Zeitwahrnehmung, Wien 1850 bis heute*, Wien, 35-36.

33 Ganz im Sinne der Festschrift für Wolfgang Ernst, vgl. Hiller, Moritz/Höltgen, Stefan (2019) (Hrsg.), *Archäographien: Aspekte einer radikalen Medienarchäologie*, Basel.

rochronen „Tempor(e)alitäten“ sowie Zeitweisen technischer Medien zu insistieren,³⁴ ist meine grundlegende Annahme, dass Medien und ihre Praxis nicht nur für sie spezifische Räume, sondern ebenso für sie spezifische Zeit-Räume ausprägen.

Selbstredend sind Untersuchungen zum Verhältnis von Medien und Zeit nicht neu. Sie gehören vielmehr zum Gründungsmoment von Medienanalysen. Das zeigen Harold Innis' Arbeiten, in welchen er prä-technologische Medien hinsichtlich ihrer kommunikativen politisch-logistischen Funktion in solche mit Raum- und solche mit Zeitbezug klassifizierte.³⁵ Innis legte dar, dass es Medien gibt, „die wie der Papyrus eine räumliche Orientierung der Gesellschaft befördern, und solche wie Stein oder Ton, welche Herrschaftsformen begünstigen, die auf Zeitmonopolen gebaut sind“.³⁶ Eine solche Perspektive ist wiederholt für die Analyse aktueller Medienkulturen und -phänomene lesbar gemacht worden.³⁷ Umfassend beschäftigte sich auch Götz Großklaus mit den durch technische Medien evozierten Transformationen raumzeitlicher Wahrnehmung in historischer Perspektive.³⁸ Ebenso hat die Beschäftigung mit Fragen von Temporalitäten in kinematographischen Analysen eine umfangreiche Tradition. Verwiesen sei hier bereits auf Walter Benjamins Formulierung eines ‚Optisch Unbewussten‘, welches u.a. durch kinematographische Verfahren verfügbar gemacht werde, oder auf Gilles Deleuze' Arbeiten zum Zeitbild.³⁹ Nach diesem Vorbild nimmt die Frage nach Zeitlichkeiten in Analysen Digitaler Spiele eine zentrale Stellung ein.⁴⁰ Über historisch-apparative Formen chronographischer Fixierungen am Beispiel der Kurve legte Stefan Rieger ei-

34 Verwiesen sei bspw. auf Ernst, Wolfgang (2015): *Im Medium erklingt die Zeit. Technologische Tempor(e)alitäten und das Sonische als ihre privilegierte Erkenntnisform*, Berlin; ders. (2012): *Chronopoetik. Zeitweisen und Zeitgaben technischer Medien*, Berlin; ders. (2012): *Gleichursprünglichkeit. Zeitwesen und Zeitgegebenheiten technischer Medien*, Berlin; ders. (2013): *Signale aus der Vergangenheit. Eine kleine Geschichtskritik*, München.

35 Vgl. Innis, Harold (1951): *The Bias of Communication*, Toronto.

36 Werber, Niels (1997): „Weltgeschichte als Thriller. Über Harold Innis, den Lehrer Marshall McLuhans“, <https://homepage.ruhr-uni-bochum.de/niels.werber/Publicationen/innis.htm>, 07.11.2022. Vgl. hierzu Innis, Harold (1950): *Empire and Communications*, Oxford.

37 Vgl. Peters, John Durham (2003): „Space, Time, and Communication Theory“, in: *Canadian Journal of Communication* 28(4), 397-412.

38 Großklaus, Götz (1995): *Medien-Zeit, Medien-Raum: Zum Wandel der raumzeitlichen Wahrnehmung in der Moderne*, Frankfurt a.M.

39 Deleuze, Gilles (1990 [1985]): *Kino II. Das Zeit-Bild*, Frankfurt a.M. Aktueller zur Zeitlichkeit des Kinos vgl. Mulvey, Laura (2006): *Death 24x a Second. Stillness and the Moving Image*, London, oder Steward, Garreth (2007): *Framed Time: Toward a Postfilmic Cinema*, Chicago, Ill.

40 Vgl. exemplarisch Höltgen, Stefan/van Treeck, Jan Claas (2016) (Hrsg.), *Time to Play. Zeit und Computerspiel*, Glückstadt.

ne Studie vor;⁴¹ dass mit technischen Zeitstrukturen und -strukturierungen eigene Wissensgefüge einhergehen, ist betont worden;⁴² darauf, dass zunächst unscheinbare Zeitphänomene wie die Zehntelsekunde eine eigene Geschichte entfalten, hat Jimena Canales hingewiesen.⁴³ In diesem Kontext erwähnenswert ist weiterhin Peter Galisons Buch *Empires of Time*, das sich ausgehend von Albert Einsteins Spezieller Relativitätstheorie der Herstellung von Synchronität um 1900 als zentralem Problem der Elektrotechnik, Wirtschaft und Politik widmet;⁴⁴ ebenso wurde sich grundsätzlichen Fragen zum Verhältnis von Übertragungsräumen und Medien gewidmet.⁴⁵ Nicht zu verschweigen wären hier Analysen ‚zeitkritischer Medien‘⁴⁶ und vornehmlich jüngere kulturwissenschaftliche Arbeiten, die auf das Verhältnis von Technologien, Infrastrukturen und Temporalität fokussieren.⁴⁷

Selten wird in diesen Arbeiten jedoch die Zeitlichkeit von Signalübertragungen selbst explizit: die Eigengeschwindigkeit von Signalen, ihr *signal propagation delay* findet allenfalls randständige Erwähnung – das gilt sogar für Arbeiten, die sich dezidiert der temporalen Pluralität digital vernetzter Medien widmen.⁴⁸ Auch wenn es zunächst banal anmutet, muss festgehalten werden, dass „Medien des Immediaten“⁴⁹ in zweifacher Weise ein Phantasma darstellen: Eine unmittelbare Wirkung respektive Übertragung gibt es *weder* räumlich *noch* zeitlich. Schall und Licht bzw. akustische und elektromagnetische Übertragungen haben je spezifische Geschwindigkeiten. Daher spitzt diese Arbeit Untersuchungen zum Verhältnis von Raum und Zeit an der produktiven Nutzung des Phänomens der *Signallaufzeit*

41 Rieger, Stefan (2009): *Schall und Rauch. Eine Mediengeschichte der Kurve*, Frankfurt a.M.

42 Vgl. Schmidgen, Henning (2005): *Lebendige Zeit. Wissenskulturen im Werden*, Berlin.

43 Vgl. Canales (2009): *A Tenth of a Second*.

44 Galison, Peter (2003): *Einstein's Clocks, Poincaré's Maps: Empires of Time*, New York.

45 Johach, Eva/Sawicki, Diethard (2013) (Hrsg.), *Übertragungsräume: Medialität und Raum in der Moderne*, Wiesbaden.

46 Volmar, Axel (2009) (Hrsg.), *Zeitkritische Medien*, Berlin.

47 Vgl. Volmar, Axel/Stine, Kyle (2021) (Hrsg.), *Media Infrastructures and the Politics of Digital Time: Essays on Hardwired Temporalities*, Amsterdam; ebenso die umfangreichen Forschungsarbeiten von Isabell Otto, bspw. (2020): *Prozess und Zeitordnung. Temporalität unter der Bedingung digitaler Vernetzung*, Göttingen; vgl. auch die Beiträge der Zeitschrift *AugenBlick: Marburger Hefte zur Medienwissenschaft* 51, „Bilder in Echtzeit. Medialität und Ästhetik des digitalen Bewegtbildes“, hrsg. v. Isabell Otto u. Tobias Haupts, aus dem Jahr 2012.

48 Vgl. bspw. Otto, Isabell (2021): „Infrastructuring Leap Seconds: The Regime of Temporal Plurality in Digitally Networked Media“, in: Axel Volmar/Kyle Stine (Hrsg.), *Media Infrastructures and the Politics of Digital Time*, 107-124.

49 Sprenger, Florian (2012): *Medien des Immediaten. Elektrizität – Telegraphie – McLuhan*, Berlin.

bzw. *Verzögerung* medienhistorisch zu. Mit dem Begriff ist die s.g. *time of flight* bezeichnet, für welche sich auch andere Begrifflichkeiten wie *signal propagation delay* oder *delay time* etabliert haben, für welche diese Arbeit bündelnd den Begriff „Delay“ verwendet. Sie alle benennen die Übertragungszeit zwischen Senden und Empfangen eines Signals.⁵⁰ Wenn mediale Techniken der Signalübertragung soziotechnische und geomediale *Räume* ausprägen, sind sie – so will ich behaupten – ebenso an der Konstruktion spezifischer *Zeiträume* und ‚Zeit-Raum-Regime‘⁵¹ beteiligt. Dass Medien der Übertragung Zeit nicht ‚überwinden‘, sondern durch Übertragungen Eigenzeitlichkeiten begründen, den Georaum zeitkritisch problematisieren und damit Räume selbst zeitkritisch werden lassen – oder anders gewendet: Übertragungszeiten verräumlichen –, ist ein Ausgangspunkt dieser Arbeit. Die von mir historisch erschlossenen Medien und Praktiken sonischer Übertragungen illustrieren, dass sie mitnichten Räume und Körper zu überwinden suchten. Vielmehr temporalisierten sie Räume und Körper auf Basis von Delay, da Sensormedien in unterschiedlichsten Environments Signalmräume aufspannten.

Die Medien, die im Fokus dieser Arbeit stehen, richten sich an der entscheidenden Bedeutung des zeitlichen Indexes von Signalübertragungen aus: Die temporale Dimension jeder Sendung, ihr Delay, gilt ihnen als entscheidendes Kriterium. Sie operieren mithin auf einem Aspekt technischer Übertragungen, der in konventionellen Kanal- und Übertragungsmodellen verschwiegen wird. Diese vernachlässigen meist, dass mit dem Senden von Signalen von einem Ort im Raum zu einem anderen ebenso ein Zeitintervall einhergeht. Prominent verwiesen sei diesbezüglich auf Claude Shannons „Mathematical Theory of Communication“, in welcher die Zeitlichkeit der Übertragung keine Rolle spielt.⁵² Signallaufzeiten – Delays

50 Die Zeitfigur der Verzögerung hat sicherlich auch eine Geschichte auditiver Ästhetik – wie sie nicht Anliegen dieser Untersuchung ist –, die sich mit Weisen der Verlangsamung respektive Verzögerung in konzertanten Aufführungspraktiken beschäftigen könnte. Ebenso trägt eine Reihe musikalischer s.g. Effektgeräte explizit den Namen „Delay“. Diese operieren mit unterschiedlichen analogen Techniken und digitalen Technologien des Splittings eines originären Soundsignals und der Verzögerung des bzw. der Doubles, so dass audioästhetische Räume realisierbar werden, vgl. Doyle, Peter (2005): *Echo & Reverb. Fabricating Space in Popular Music Recording 1900-1960*, Middletown.

51 Wie u.a. Nanna Verhoeff verweise ich den Begriff des ‚Regimes‘ nicht als „political term“, sondern vielmehr im Sinne einer „cultural practice“, Verhoeff, Nanna (2012): *Mobile Screens: The Visual Regime of Navigation*, Amsterdam, 16. Wenn Verhoeff dort (19) schreibt: „So far, I position this study as an integrative approach, where space and time, but also devices and their uses, converge in the production of a regime of navigation“, so kann dies gleichermaßen als programmatisch für das Anliegen dieser Arbeit in Bezug auf „Zeit-Raum-Regime“ gelten.

52 Shannon, Claude E. (1948): „A Mathematical Theory of Communication“, in: *The Bell System Technical Journal* 27(3), 379-423; vgl. hierzu das Schlusskapitel dieser Arbeit.

– sind in klassischen Perspektiven etwas, das es schlichtweg nicht *gibt*. Wie auch die These der Raumverdichtung hat dies gewissermaßen Tradition. So hatte bspw. Karl Knies bereits 1857 dem telegraphischen „Nachrichtenverkehr“ den Vorteil bescheinigt, mit ihm durchflögen Nachrichten „den Raum ohne Zeit“.⁵³ Damit begründete er eine Diskursivierung elektrischer Übertragungen, die sich bis zu Marshall McLuhan fortschreibt, bei dem es hieß, „[e]lectric is always instantaneous; there is no delay.“⁵⁴ Wenn überhaupt, werden Signallaufzeiten in solchen Perspektiven als verzögerndes Übel jeder Sendung lesbar gemacht. Ähnlich fasste es David Link prägnant zusammen: „in communication, delay is a most unwelcome phenomenon“.⁵⁵ Auch konventionelle Kommunikationstheorien, wie Robert Arthur Fairthornes „Theory of Communication“ von 1950, folgen einer Programmatik von „delay is what communication engineers are paid to fight“.⁵⁶ Geschuldet ist dies vermutlich der laut Lorenz Engell „wirksamste[n] Metapher des Medialen“, welche mediale Funktionalitäten immer schon vorentschieden hatte und mithin verengend ag(it)ierte: die „Transportmittel-Metapher“.⁵⁷ Denn im Kontext des Transports gilt Verzögerung *tatsächlich* als negativ und als etwas, das man entschuldigen müsse.⁵⁸

Allerdings erschöpfen sich technische Medien und Infrastrukturen nicht in ihrer Funktion des Transports, gleich ob dies Objekte, Subjekte oder Daten bzw. in den Worten von Knies „Sachgüter – Personen – Nachrichten“ betreffe.⁵⁹ Diese Arbeit schlägt daher einen Perspektivwechsel vor. Sie versteht Delays nicht als notwendiges Übel jeder Sendung oder gar als Störung, sondern *als mediales Prinzip*:

53 Knies, Karl (1857): *Der Telegraph als Verkehrsmittel. Mit Erörterungen über den Nachrichtenverkehr überhaupt*, Tübingen, 190.

54 Zit. n. Sprenger, Florian (2017): „Warum ist das Medium die Botschaft?“, in: Till Heilmann/Jens Schröter (Hrsg.), *Medien verstehen. Marshall McLuhans Understanding Media*, Lüneburg, 39-57, 47.

55 Link, David (2006): „There Must Be an Angel. On the Beginnings of the Arithmetics of Rays“, in: Siegfried Zielinski/David Link (Hrsg.), *Variantology 2. On Deep Time Relations of Arts, Sciences and Technologies*, Köln, 15-42, 30.

56 Zit. n. Burkhardt, Marcus (2015): *Digitale Datenbanken. Eine Medientheorie im Zeitalter von Big Data*, Bielefeld, 171.

57 Engell, Lorenz (1999): „Wege, Kanäle, Übertragungen. Zur Einführung“, in: Claus Pias et al. (Hrsg.), *Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard*, Stuttgart, 126-133, 127.

58 Dafür kann programmatisch eine an mich adressierte Email von Amazon herhalten: „Hello, Originally the delivery of your order (...) was announced for today. Unfortunately, there is a delay in delivery. We expect that the shipment is to arrive one to two business days later. We apologize for this delay.“ Aus einer automatisierten Email von bestellung-aktuell@amazon.de vom 15.11.2022.

59 Knies (1857): *Der Telegraph als Verkehrsmittel*, 6.

als etwas, das strategisch genutzt werden kann. Dafür hatte sich die Produktivität von Delays allerdings erst historisch zu beweisen. In unserer aktuellen Medienkultur gibt es nunmehr – sichtbar und verborgen – ubiquitäre Technologien, die Delay in eine produktive Strategie wenden, insofern sonische Übertragungen nicht allein den Zweck verfolgen, Informationen oder Daten ‚zu transportieren‘. Dies sind Medien, für welche die Zeitlichkeit jeder Übertragung vom irreduziblen, aber neben-sächlichen Charakteristikum jeder Sendung zur eigentlichen *Botschaft* avanciert. Um sogleich konkret zu werden, sei hier eine basale Definition gegeben, auf welchem Prinzip Radar basiert – aus einem Band der *Radiation Laboratory Series* des Massachusetts Institute of Technology (MIT) aus dem Jahr 1949: „In a pulse distance finder the measurement of distance involves the measurement of the time delay Δt between the transmission and reception of a radio-frequency pulse“.⁶⁰ Gemäß der Geschwindigkeit von Licht, mit welcher sich Radioimpulse ausbreiten, wird die Entfernung zu einem entfernten Objekt im Raum beim Aktivradar qua Delay bestimmt, wie ein anderer Band der *Radiation Laboratory Series* über die Vorteile der Entfernungs- als Zeitmessung explizierte: „The linear relation between delay time and range (...) is the clue to the ease with which range can be measured by radar. Range measurement is reduced to a measurement of time, and time can be measured perhaps more accurately than any other basic physical quantity“.⁶¹ Ähnlich der Technologie des ubiquitären NAVSTAR GPS, für dessen Empfang zu Zwecken der Navigation heutzutage in nahezu sämtlichen Smartphones miniaturisierte Chips verbaut sind, wird beim Radar die Laufzeit eines elektromagnetischen Impulses genutzt, um Entfernungen zu bestimmen: Gemäß der Laufzeit eines Signals wird eine geographische Distanz mathematisch als Zeitdifferenz adressierbar. Der zeitliche Index von akustischer – oder in diesem Fall: elektromagnetischer – Übertragungen gilt nicht als zweckfreie physikalische Nebenbedingung der Sendung, das Gegenteil ist zutreffend: Delay wird zum entscheidenden Kriterium des Mediums. Und das gilt nicht erst für GPS oder Radar, wie diese Arbeit historisch aufarbeiten wird.

Es hat auch informationstheoretische Konsequenzen, wenn die Botschaft eines technischen Mediums allein in der Messung von Delay besteht – und nicht in der Übertragung codierter Daten, Informationen oder irgendeines semantischen ‚Sinns‘. Demgemäß wurde in einer „technical note“ des britischen *Telecommunications Research Establishment* von 1950 der Unterschied von klassischen Kommu-

60 Chance, Britton et al. (1949) (Hrsg.), *Electronic Time Measurements* (MIT Radiation Laboratory Series 20), New York, 12.

61 Ridenour, Louis N. (1947): „How Radar Works“, in: ders. (Hrsg.), *Radar System Engineering* (MIT Radiation Laboratory Series 1), New York, 3-6, 3-5.

nikationsmedien und Medien des Delays betont. Da dies für die folgende Argumentation von epistemischer Brisanz ist, gebe ich den Absatz in Gänze wieder:

„The radar problem is rather different from an ordinary problem of communication, because the range information is impressed on the received waveform in a very special manner – it is simply a time lag. In telegraphy the amplitudes and possibly also the phases of the transmitted waveform at a large number of instants of time may be independently chosen to represent different messages. In simple range-measuring radar, on the other hand, it is not the shape of the transmitted waveform which determines the message, but its delay before returning to the receiver. Thus there is only one degree of freedom – the time lag.“⁶²

Delay und nicht etwa der semantische Inhalt eines Kommunikats ist operativer Kern der Medientechnik: Ein Impuls wird ausgesendet, allein aus dem Grund, diesen meist am selben Ort wieder zu empfangen und auf Basis der Laufzeit eine Zeitdifferenz zu bestimmen, die nachfolgend in eine räumliche Distanz übersetzt wird. Wenn Jason Farman in *Delayed Response* konstatiert, „that the delay between call and answer has always been an important part of the message“,⁶³ bekommt dies für zeitkritisch operierende Sensormedien wie das Radar eine neue Dringlichkeit. Auch Farman interpretiert Delay nicht als passive Warte-, mithin als Totzeit, wie es Friedrich Kittler in typischer Manier mit Verweis auf militärische Logiken tat.⁶⁴ Farman untersucht in kulturhistorischer Perspektive medial verfasste Praktiken, in denen Delays zwischen Senden und Empfangen von Botschaften konstitutiv für eben jene Botschaften selbst sind: in etwa als Lebenszeichen fungierende Kriegsbriefe oder die einstige Handypraxis japanischer Liebespaare, auf eine inhaltsleere SMS möglichst schnell mit einer ebenso inhaltsleeren SMS zu antworten.⁶⁵ Wenn es für Übertragungen gemeinhin entscheidend ist, *was* gesendet wird, ist es also mitunter ebenso zentral, *wann* etwas empfangen wird.⁶⁶ Das im-

62 The National Archives (TNA) AVIA 26/1632.

63 Farman, Jason (2018): *Delayed Response. The Art of Waiting from the Ancient to the Instant World*, New Haven/London, Klappentext.

64 Kittler schrieb: „Nicht umsonst heißen Verzögerungszeiten (*delays*) im technisch-militärischen Jargon auch ‚Totzeiten‘. Wer einige Sekunden zu spät weiß, den bestraft nicht das sogenannte Leben, sondern ein feindlicher Erstschatz.“ Kittler, Friedrich (1998): „Zur Theoriegeschichte von Information Warfare“, https://webarchive.ars.electronica.art/de/archiv_files/19982/1998a_301.pdf, 31.10.2022.

65 Farman (2018): *Delayed Response*, 8-9.

66 Diese und andere Feststellungen der Einleitung sind Ergebnis meiner Delay-Forschung und hätten strukturell am Ende der Arbeit in einem Resümee Platz finden können. Ich stelle diese Überlegungen bewusst an den Anfang, da so vorab deutlich wird, worin mein medienwissenschaftliches Interesse an den zu untersuchenden Medien besteht.

plizite medientheoretische Argument Farman könnte lauten, dass die Medienfunktion der Übertragung mit ihren situierten und kulturellen Praktiken variiert, statt ontologisch eindeutig bestimmbar zu sein. Diese Arbeit wird aufzeigen, dass sich Techniken und Praktiken der Übertragung ebenso *historisch* und *medienspezifisch* als heterogen erweisen. Wenn Farman schreibt, „the very definition of ‚content‘ must also include time“;⁶⁷ gilt dies allemal für die Medien dieser Arbeit. Die hier zur historischen Analyse stehenden Medien wie das Radar, Echolot oder Sonar basieren fast ausschließlich auf der Messung von Delays. Paradigmatisch steht dafür die Sonar-Metapher des „Pings“ als Diagnosetool in der digitalen Netzwerktechnik ein: Nicht nur bestehe der einzige Sinn von Ping – so Claus Pias – „darin, keinen Sinn zu haben, sondern immer nur zu versichern, daß es einen Kanal gibt“.⁶⁸ Ping vermisst, unter welchen zeitkritischen Bedingungen sich Kommunikation in infrastrukturellen digitalen Netzwerken vollzieht; ebenso detektiert das Ping in der Sonarpraxis die Länge des Kanals zu einem Objekt qua Delay.

Mediengeschichte des Delays

Zur medienhistorischen Analyse steht im Folgenden nicht das Verfügbarmachen von Daten oder Informationen an potenziell mehreren Orten durch medientechnische Sendungen. Problematisiert wird die Temporalität der Übertragung selbst, die für ihren informativen Gehalt entscheidend sein kann. Tatsächlich verhält es sich so, dass die hier behandelten Medien nur bedingt überhaupt Daten übertragen. Vielmehr erweisen sich Daten als *Ergebnis* von Übertragungen, teils der Übertragung von sinnfreien Impulsen oder gar Rauschen – d.h. von Phänomenen, die selbst noch nicht informativ *sind*, sondern durch die Zeitlichkeit ihrer Übertragung sinnhaft *werden* bzw. einen informativen Gehalt *generieren*. Eine grundsätzliche Arbeitsthese dieser Untersuchung lautet, dass der medienwissenschaftlich allenfalls randständig untersuchten Operationalisierung von Signallaufzeiten – Delays – wesentliche kulturelle Wirkmächtigkeit innewohnt. Übertragungen können flüchtige Speicher realisieren, in geomedialer Selbstreferenz aber auch Vermessungen des Raums darstellen, wodurch spezifische Zeit-Raum-Regime ausgeprägt werden. Bereits die historischen Akteure von Radar explizierten diese sonische Indexikalität von Übertragungsraum und Übertragungszeit in ingenieurmäßiger Nüchternheit: „the transmission time taken by a radio pulse to travel over a distance mea-

67 Farman (2018): *Delayed Response*, 5.

68 Pias, Claus (2005): „Die Pflichten des Spielers“, in: Martin Warnke/Wolfgang Coy/Georg Christoph Tholen (Hrsg.), *HyperKult II. Zur Ortsbestimmung analoger und digitaler Medien*, Bielefeld, 313-341, 322.

sure the distance.“⁶⁹ Statt also Übertragungen pauschalisierend zu attestieren, dass sie dem Prinzip folgen, ein ‚Etwas‘ an mehreren Orten verfügbar zu machen, gilt es, von dieser Annahme einen Schritt zurückzutreten. Es gilt, Übertragungen nicht als räumliche Verteilung, sondern mitunter zeiträumliche *Bedingung* von Daten zu verstehen. Im Unterschied zu konventionellen Kommunikationsmedien handelt es sich bei Sensormedien der Laufzeitmessung – wie dem Radar, aber auch dem Sonar oder der Sonographie – nur bedingt um Techniken der Datenübertragung, sondern der Datenproduktion *durch* Übertragung.

Eine Wissenschaftsgeschichte der Geschwindigkeiten von Schall und Licht mag naheliegend sein. Eine Medienkulturgeschichte der intendierten Nutzung von Delays scheint dahingegen abwegig. Was für medienkulturelle Implikationen und alltägliche Relevanzen sollten etwas derart Physikalischem innewohnen? Lichtgeschwindigkeit kann von Menschen nur mit komplexen Apparaturen überhaupt wahrnehmbar gemacht werden; Schallgeschwindigkeit erhören wir höchstens auf weiten Flächen und können daran augenscheinlich lediglich eine empirische Wissensproduktion koppeln, wenn es der Errechnung der Entfernung von Gewitterzentren gilt. Dennoch charakterisiert das Delay, was Jimena Canales der Zehntelsekunde bescheinigt: „in looking more carefully at this moment, it appears strangely constitutive of modernity.“⁷⁰ Wie Canales schreibt, ist es ein schwieriges oder mitunter mehr-zeitliches, heterochrones Unterfangen, Geschichten über Zeitweisen zu schreiben bzw. zeitlichen Phänomenen historiographisch nachzuspüren. Ebenso ist die Eigenzeitlichkeit von Schall und Licht zunächst ein physikalisches Phänomen, das mit der Zeit der Historie nichts gemein hat. Trotz aller Schwierigkeit, Eigenzeitlichkeiten auf Signalebene historiographisch abzubilden, wird diese Arbeit zeigen, wie sich etwas vermeintlich Medienfernes, wie es Schall- und Lichtgeschwindigkeiten sind, in unsere Medienkultur eingeschrieben haben bzw. sogar konstitutiv für diese sind. Insbesondere das abschließende Kapitel dieser Arbeit wird dies verdeutlichen.

Als Phänomen bereits in der Antiken Philosophie virulent und am originären aristotelischen Mediumsbegriff konstitutiv beteiligt,⁷¹ galten akustische Verzögerungen als schwer bis nicht kontrollierbare Größe – vom antiken Theaterarchitekten Vitruv bis hin zur modernen Theaterarchitekturtheorie des Nachhalls um 1800

69 Sitterly, B.W. (1948): „Principles of Loran“, in: John Alvin Pierce/A.A. McKenzie/Richard Horace Woodward (Hrsg.), *The LORAN System* (MIT Radiation Laboratory Series 4), New York, 52-106, 52.

70 Canales (2009): *A Tenth of a Second*, ix.

71 Vgl. Hagen, Wolfgang (2008): „Metaxy. Eine historiosemantische Fußnote zum Medienbegriff“, in: Stefan Münkler/Alexander Roesler (Hrsg.), *Was ist ein Medium?*, Frankfurt a.M., 13-29.

(vgl. Kap. 1). Es dauerte bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts und der Einführung von Präzisionsmechanik zur Messung kleinster Zeitteile (vgl. Kap. 2), bis dem Delay als Index jeder Signalübertragung konkrete mathematische Tabellen beiseite gestellt und damit die Geschwindigkeiten von Schall und Licht konkret wurden. Dies bildete die Wissensgrundlage und technische Bedingung, das bis dato als zweckfrei deklarierte oder gar als Störung diskreditierte Laufzeitverhalten von Signalen im Raum produktiv zu nutzen. Dies wurde bereits in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts im Kontext erster Techniken der Echoortung (vgl. Kap. 3) oder passiver Entfernungsmessung (vgl. Kap. 4) praktiziert. Verstärkt in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts materialisierte sich das Delay in Sensormedien, die Umwelten und Körper verdateten: dem Echolot (vgl. Kap. 5), dem Sonar (vgl. Kap. 6), der Sonographie (vgl. Kap. 8) oder dem Radar (vgl. Kap. 9). Zudem materialisierte sich das operationalisierte Zeitverhalten von Signalen im Raum in flüchtigen Speichern früher Computer, s.g. *delay lines* (vgl. Kap. 7), und ersten global operierenden Navigationstechnologien wie dem „Loran“, dem *long range navigation*. Bis 1950 waren diese in ihrer Frühform entwickelt und weisen ein spezifisches Charakteristikum unserer modernen Medienkultur auf: Sie agieren in und mit Mikrozeitlichkeiten, die technische sowie epistemische Bedingung der digital vernetzten Welt sind. Zudem entfalten diese bis 1950 entwickelten Medien noch heute ubiquitäre Wirkmächtigkeit – von der sonischen Durchmusterung menschlicher Körper durch die Sonographie bis hin zur Kontrolle und Logistik des globalen See- und Luftraums durch Radar. Gerade dieses von der Medienwissenschaft vernachlässigte Radar ist entschieden an der Erforschung und Realisierung so brisanter Momente unserer Medienkultur wie Displays, Timing Circuitries, Pulse-Code-Modulation, Computergraphiken und Medien der Bildschirmadressierung beteiligt (vgl. Kap. 9). Und schließlich evozierte Radardenken – so die eminente Schlussthese dieses Buchs – nichts weniger als das, was heute unter dem Begriff des Digitalen zirkuliert.

Diese Arbeit widmet sich mithin nicht der Geschichte eines Mediums, sondern dem divergenten Medienwerden⁷² eines physikalischen Phänomens. Gemäß der Methodik der Akteur-Netzwerk-Theorie des *follow the actor*, begeben sich auf die medienhistorischen Pfade des Delays selbst. Dabei werde ich auf die unterschiedlichen Bereiche fokussieren, in denen sich Verzögerung als kritischer Para-

72 Mit diesem Begriff referiere ich *nicht* auf das „Medien-Werden“, von dem Joseph Vogl schrieb (2001): „Medien-Werden: Galileis Fernrohr“, in: Lorenz Engell/Joseph Vogl (Hrsg.), *Mediale Historiographien*, Weimar, 115-124. Bei Vogl ist es ein bereits artefaktisch verfügbares Instrument – ein Fernrohr –, welches durch seinen Gebrauch vermeintlich zum Medium wird. Ich bezeichne mit dem Medienwerden die Materialisierung, mithin ‚Dinglichwerdung‘ des Wissens um Verzögerung als einem „epistemischen Ding“ im Sinne Jörg Rheinbergers.

meter funktional erwies, Akzeptanz generierte und materielle Spuren hinterließ. In diesem Sinn setzt die Arbeit nur bedingt an historischen Situationen an, in welchen sich die Medien des Delays bereits als Massenmedien stabilisieren konnten. Das Erkenntnisinteresse gilt ihrer Frühphase, in der ihre Zukünfte noch ungewiss erschienen. Die Laufzeit von Impulsen und Signalen als Basis für Entfernungsmessung zu verwenden, scheint heutzutage so naheliegend und vertraut, dass es lohnt, dieses Siegel der Vertrautheit zu durchbrechen und an das daran hinsichtlich einer Kulturgeschichte der Akustik, aber vor allem an das medienwissenschaftlich Revolutionäre zu erinnern.

Grundlegend muss festgehalten werden, dass Wissen, Praktiken und Techniken des Delays genuin neuzeitlich sind. Schon die Existenz konkret adressierbarer Signalgeschwindigkeiten galt historisch als keineswegs gesichert. Noch der Universalgelehrte Athanasius Kircher bezweifelte die Experimentalpraktiken von Marin Mersenne, die der Angabe spezifischer Schallgeschwindigkeiten galten.⁷³ Dass sich der Diskurs um die Geschwindigkeiten von Schall und Licht bis zur antiken Wahrnehmungsphilosophie zurückverfolgen ließe und als Wissen der Wissenschaft – namentlich der theoretischen und der Experimentalphysik – bereits vor dem Beginn dieses Untersuchungszeitraums akut wurde, darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Mediengeschichte des Delays um 1850 beginnt. Denn zur Mitte des 19. Jahrhunderts brach eine Hochzeit der Messung von Signalgeschwindigkeiten an. Nachdem Jean-Daniel Colladon und Charles-François Sturm bereits 1826 die Schallgeschwindigkeit im Wasser experimentell bestimmten, konkretisierten Hippolyte Fizeau und Eugène Gounelle 1850 die Geschwindigkeit von Elektrizität in Kupfer- und Eisendrähten,⁷⁴ nachdem ersterer 1849 die s.g. Zahnradmethode zur Messung der Lichtgeschwindigkeit entwickelte. 1850 maß Léon Foucault die Lichtgeschwindigkeit mit der s.g. Drehspiegelmethode und ebenfalls 1850 maß Hermann von Helmholtz zum ersten Mal die Laufzeit von Impulsen in Nerven.⁷⁵ Auch in den 1850er Jahren untersuchte Michael Faraday die Signalge-

73 Kircher, Athanasius (1983 [1684]): *Neue Hall- und Thonkunst* [Kurtztitel], Hannover, 10. Dort schrieb er: „Ich habs mit der Stimm / mit Trompeten / mit Schieß-Rohren / in einerley Ort probiert / und hab befunden / daß je stärker und häfftiger der Thon oder Hall ist / je geschwinder und schneller er auch zurück prolet (...) Also daß mich sehr wundert / was doch der gute Mersennus müsse gedacht haben / daß Er vorgegeben / daß der Thon oder Hall aus einerley Ort / immerzu einerley und gleiche Geschwindigkeit und Schnelle halte.“

74 Fizeau, Hippolyte L./Gounelle, Eugène (1850): „Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektrizität“, in: *Polytechnisches Journal* 117, 125-128.

75 von Helmholtz, Hermann (1850): „Messungen über den zeitlichen Verlauf der Zuckung animalischer Muskeln und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven“, in: *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin* 27, 276-364.

schwindigkeit in Langstreckenkabeln.⁷⁶ Ebenfalls um 1850 stellten Guillaume Wertheim oder William Rankine erste umfassende Versuche an, die Schallgeschwindigkeit in verschiedenen Flüssigkeiten zu konkretisieren.⁷⁷ Ebenso 1850 maßen Wertheim und Breguet die Geschwindigkeit des Schalls in über 4 Kilometer langen Telegraphendrähten und publizierten 1853 über diese.⁷⁸

In einer historisch-epistemologisch informierten Rückschau waren es die für diese Messungen konstruierten Experimentalanordnung, welche die apparative Grundlage darstellten, die nunmehr hinreichend konkretisierten Laufzeiten von Schall und Licht nachfolgend zu anderen Zwecken zu verwenden: nicht mehr für die Messung vormals unbekannter Signalgeschwindigkeiten, sondern zur Vermessung von Räumen auf sonischer Basis (vgl. insb. Kap. 3). Gab sich die Geschwindigkeit des Schalls um 1800 in Theaterhäusern als auditive Störung zu hören (vgl. Kap. 1), waren es erste passive und aktive akustische Distanzmesser seit den 1870er Jahren (vgl. Kap. 4), die Delay in eine produktive Strategie der Vermessung des Georaums wendeten. Einmal mehr zeigt sich hier einerseits die Relativität von Botschaft und Störung, andererseits das sinnstiftende Potenzial von Störungen für neue Ordnungen.⁷⁹

Zugänge

Meine *entry points* in die Mediengeschichte des Delays sind Fallgeschichten. Diese Form des Zugangs auf Basis kurzer Szenen nimmt von einer makrohistorischen Modellierung des Sachverhalts Abstand: Sie fokussiert auf konkrete Situationen, Räume und Experimentalanordnungen, auf deren Basis in den einzelnen Kapiteln die in diesen enthaltenen wesentlichen Implikationen extrahiert werden. D.h. es werden im Nachgang situierter Beschreibungen jene Situationen – sowohl räumlich als historisch – verlassen, um an die einzelnen Fallgeschichten größere medienwissenschaftliche Argumentationen zu knüpfen. Die Zugänge zum historischen

76 Vgl. z.B. Faraday, Michael (1854): „On Electric Induction. Associated Cases of Current and Static Effects“, in: *Notices of the Proceedings at the Meetings of the Members of the Royal Institution with Abstracts of the Discourses Delivered at the Evening Meetings* 1, 345-355.

77 Wertheim, Guillaume (1848): „Mémoire sur la vitesse du son dans les liquides“, in: *Annales de Chemie et de Physique* 23, 434-475; Rankine, William J.M. (1851): „On the Velocity of Sound in Liquids and Solid Bodies of limited Dimensions“, in: *Cambridge and Dublin Mathematical Journal* 6, 238-267. Einen historischen Überblick hierüber gibt Dörsing, Karl (1908): *Über die Geschwindigkeit des Schalles in Flüssigkeiten*, Bonn.

78 Wertheim, H.H./Breguet (1853): „Versuche über die Geschwindigkeit des Schalls in Eisen“, in: *Annalen der Physik und Chemie, Ergänzungsband III* (nach Band 87), 157-159.

79 Zur Produktivität der Störung vgl. Kümmel, Albert/Schüttelpelz, Erhard (2003) (Hrsg.), *Signale der Störung*, München.

Feld stellen nicht meine Priorisierung historischer Momentaufnahmen dar, sondern sie markieren epistemologisch relevante Schwellenmomente bzw. Passagepunkte in der Mediengeschichte des Delays. Auch wenn die Verschaltung von Delay in technischen Apparaturen der Detektion, Lokalisation, Navigation oder Speicherung aus der medienhistorischen Retrospektive einer teleologischen Bewegung hin zur Verzeitlichung von Räumen und Körpern gleichkommen mag, hatte sich die Produktivität von Signallaufzeiten als Index des Raums erst zu beweisen – gegeben war sie nicht. Ebenso wie Ethnograph:innen beschreiben und analysieren, was ihr Feld ihnen zeigt, zeigt sich in der Suchbewegung im historischen Feld bei einem *follow the delay* sein Sichtbarwerden an unterschiedlichen Schauplätzen.

Richtet sich der analytische Blick von Daniel Gethmann und Florian Sprenger in ihrer *Kleinen Mediengeschichte der Übertragung* von der Verbindung zwischen Akteuren auf Verbindung als Akteur,⁸⁰ so verstehe ich im Sinne der Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT) Delay ebenso als zentralen Akteur einer eigenen Mediengeschichte. Wie es die programmatischen Texte der ANT zeigen, ist Kultur kein Resultat von allein menschlichen Subjekten als Trägern von Handlungsmacht. Auch nicht-menschliche Dinge können handlungsmächtig werden – eine These, die nicht erst vor dem Hintergrund algorithmisch semi-autonomer Entscheidungsfindung in digitalen Netzwerken dringlich wird, sondern bereits für vermeintlich unscheinbare Dinge wie Geschwindigkeitspoller, Brücken oder ‚streikende‘ Türschließer gelten durfte. Allerdings sind im Sinne der ANT nicht-menschliche Akteure noch immer materiell fassbar. Wenn ich Delay als Akteur identifiziere und seine Handlungsmächtigkeit auf Basis von Fallgeschichten darlege, ist dahingegen zunächst ein flüchtiges Phänomen bezeichnet. Mithin handelt es sich um einen Akteur, der geringere Materialität aufweist als bspw. Sicherheitsgurte,⁸¹ Schlüsselanhänger⁸² oder ‚Berliner Schlüssel‘,⁸³ um kanonische Beispiele der ANT zu nennen. Erst im Gefüge technischer Operationalisierung erhielt Delay apparative Gestalten bzw. wurde dieser flüchtige Akteur erst im Setting medientechnischer Experimentalanordnungen und Medien zur Sichtbarkeit *gebracht* – sei es durch Photographien (vgl. Kap. 5), auf mechanischen Interfaces (vgl. Kap. 4), auf elektrotechnischen Displays (vgl. Kap. 9) oder als chronographische Zeitschrift (vgl. Kap. 2). Die Un-

80 Gethmann, Daniel/Sprenger, Florian (2014): *Die Enden des Kabels. Kleine Mediengeschichte der Übertragung*, Berlin, insb. 7ff.

81 Latour, Bruno (1996): „Das Dilemma eines Sicherheitsgurts“, in: ders.: *Der Berliner Schlüssel: Erkundungen eines Liebhabers der Wissenschaften*, übers. v. Gustav Rossler, Berlin, 28-36.

82 Latour, Bruno (1996): „Das moralische Gewicht eines Schlüsselanhängers“, in: ebd., 53-61.

83 Latour, Bruno (1996): „Der Berliner Schlüssel“, in: ebd., 37-51.

tersuchung verfolgt das Delay als flüchtigen nicht-menschlichen Akteur dabei durch unterschiedliche Kontexte: Architektur, Physiologie, Militär und Krieg, Hydrographie, Rohrpost, Speichertechnik, Audioästhetik und Medizin. Die Auswahl dieser Kontexte erfolgte nicht künstlich, sondern ist selbst Effekt der Mediengeschichte des Delays: Wo Signallaufzeiten technisch operationalisiert wurden, d.h. wo Delay als handlungsfähiger Akteur hervortrat und apparative Spuren und Wissen – oder zumindest Daten – hinterließ, die für aktuelle Medienkulturen eine nicht unwesentliche Relevanz innehaben, setzt je eine Vignette⁸⁴ an.

Die Fallgeschichten dürfen methodisch nicht mit einer medienarchäologisch intendierten ‚Vermenschlichung‘ von Medienarchäologie selbst verwechselt werden, als eine Reaktion auf Friedrich Kittler, für den Menschen überhaupt nur als „sogenannte“ zählten und in „Physiologie und Nachrichtentechnik“ zerfielen.⁸⁵ Vielmehr wird mit dieser Form des Zugangs neben dem harten Medientechnischen auch das Situative, das Soziale, das Zufällige und Störende, mithin die menschliche Komponente medientechnischer Entwicklungen betont. Damit ist Mediengeschichte im Kontext dieser Arbeit eine irreduzible medienanthropologische⁸⁶ und -praxeologische Dimension eingeschrieben. Verfolgt man das Medienwerden des Akteurs Delay, trifft man unweigerlich auf Menschen. Und man lernt mehr über die Medien des Delays durch diese Menschen, als es eine reine Fokussierung auf ihre Technizität zuließe. Tatsächlich verhält es sich so, dass die Medien- und Datenpraktiken des Delays mehr über die historische Technizität der Objekte aussagt als eine pure Artefaktanalyse. Ähnlich fasste es Bruno Latour: Wer Soziologie betreibt, findet sich in den Techniken der Kulturen wieder und umgekehrt, wer nach der Technizität kultureller Objekte fragt, findet sich mit Menschen konfrontiert.⁸⁷

Demgemäß versucht diese Arbeit, einerseits einem Technik- als auch einem Sozialdeterminismus zu entgehen. Andererseits werden so in der Behandlung des Delays als Akteur (in) der Wissens-, Wissenschafts-, Technik- und Medienkulturgeschichte relationale Verbindungslinien zwischen verschiedenen Entwicklungen

84 In der Literatur bezeichnen Vignetten kurze Texte, die quasi Situationsbeschreibungen sind, d.h. eine Person, einen Ort oder eine Idee behandeln – oder hier: eine Experimentalanordnung, einen Vortrag oder eine Situation zum Ausgangspunkt nehmen. Ich benutze die Begriffe Vignette und Fallgeschichte synonym.

85 Kittler, Friedrich (1986): *Grammophon Film Typewriter*, Berlin, 29.

86 Als ein Vorbild für solch eine Wendung von der Mediengeschichte hin zu einer Medienpraxisgeschichte gilt mir die programmatische Forderung einer „medienanthropologischen Kehre“ von Schüttpelz, Erhard (2006): „Die medienanthropologische Kehre der Kulturtechniken“, in: *Archiv für Mediengeschichte* 6, 87-110.

87 Vgl. grundlegend die Argumentation Latours in den hier versammelten Aufsätzen: Latour (1996): *Der Berliner Schlüssel*, Berlin.

vermeintlich disparater Einzelmedien sichtbar. Es werden verschiedene Medien über das Delay aufeinander beziehbar, da dem Akteur auf seiner historischen, epistemischen und diskursüberschreitenden Zirkulation gefolgt wird. Damit gilt, was Latour dem Verhältnis von Dingen und Menschen, Sozialität und Materialität bescheinigte, ebenso für die analytische Suchbewegung dieser Arbeit: „Zirkulationen, Wege, Übertragungen, Übersetzungen, Verschiebungen, Kristallisationen – sehr viele Bewegungen, gewiß, doch keine einzige davon dürfte einem Widerspruch ähneln.“⁸⁸

Die Form des Zugangs via Fallgeschichten wurde zudem gewählt, da sie erlaubt, einen ansonsten im besten Fall methodischen Spagat einzulösen. Konkret handelt es sich um die Verbindung von soziologisch orientierter *historischer Praxeologie* und epistemologisch fundierter *Medienarchäologie*. Diesen beiden Methodiken ist oft bescheinigt worden, dass sie sich zueinander diametral verhielten bzw. wurden – und werden – sie als einander inkompatibel und divergente Pole des medienwissenschaftlichen Feldes angesehen, wie es Henning Schmidgen oder Hartmut Winkler betonen.⁸⁹ Für mein Erkenntnisinteresse war ihre Kombination essenziell. Denn ist es nicht so, dass sie einander nicht nur komplementieren, sondern bedingen? Im Sinne einer von Gilbert Simondon inspirierten techniknahen Medienwissenschaft, die dennoch die situierten Kontexte, Räume und Akteure heterogener und historisch disparater Techniknutzung mitzureflectieren imstande ist, kombiniert diese Arbeit Medienpraxeologie und -archäologie und nimmt eine Mittelposition ein, von welcher aus in einem ‚analytischen Schwingkreis‘ auf Medien und Praktiken fokussiert wird.⁹⁰ Einerseits kann so die Eigenlogik technischer Medien abgebildet werden, die mit medienanthropologischen Erklärungsmodellen

88 Ebd., 38.

89 Vgl. Schmidgen, Henning (2001): „Der Psychologe der Maschinen. Über Gilbert Simondon und zwei Theorien technischer Objekte“, in: Christiane Kraft Alsop (Hrsg.), *Grenzgängerin/Bridges between Disciplines: Festschrift für Irmgard Staeuble*, Heidelberg/Kröning, 265-287; oder Winkler, Hartmut (1999): „Die prekäre Rolle der Technik. Technikzentrierte versus ‚anthropologische‘ Mediengeschichtsschreibung“, in: Claus Pias (Hrsg.), *[me'diən]i. dreizehn vortraege zur medienkultur*, Weimar, 221-238.

90 Hierzu ausführlicher Borbach, Christoph (2020): „Epistemologisches Reverse Engineering. Oder: Über Techniktheorie(n), Gilbert Simondon und das Echolot“, in: Eckhard Geitz/Christian Vater/Silke Zimmer-Merkle (Hrsg.), *Black Boxes – Versiegelungskontexte und Öffnungsversuche. Interdisziplinäre Perspektiven*, Berlin et al., 227-252. Simondon fokussierte erst auf Basis fundierter Expertise technischer Objekte auf deren Situierung im Feld. Er könnte daher als Vordenker dessen gelten, was sich verstärkt seit den 2000er Jahren unter Begriffen wie *New Materialism*, *Material Turn*, *Thing Theory* oder *Neo-Materialismus* subsumiert. Diese Ansätze eint, dass sie die Materialitäten von Kulturen betonen, aber statt von Dichotomien auszugehen, vielmehr synthetisierend die Wechselwirkungen zwischen Technik und Praxis reflektieren.

nicht hinreichend erfasst werden kann; andererseits sagt die historische Praxis mitunter mehr über die untersuchten Apparaturen aus als Blockschaltbilder. Die Synthese beider Perspektiven war erforderlich: Nur mit Kenntnis der bspw. radar-technischen Situation Anfang der 1940er Jahre konturiert sich deutlich, warum wie mit dem technischen Gerät interagiert wurde und welche Datenpraktiken und Infrastrukturen es evozierte. Es ist die Analyse von Operationsketten, d.h. eine Dezentrierung des technischen Objekts zugunsten seiner Verwendung, welche zu einem umfassenden, nicht nur historischen Verständnis der fokussierten Medien verhilft; ebenso sind es die Funktionsschemata technischer Medien, die Operationsketten wiederum präfigurieren.

Bereits 1965 betonte der US-amerikanische Geschichtsphilosoph und Kunstkritiker Arthur Danto den Wert von *stories* im Gegensatz zu den seinerzeit oftmals anzutreffenden *histories* mit universellem Anspruch.⁹¹ Er kritisierte, diese verschweigen ihre eigene Künstlichkeit und stilisierten sich als objektiv, wohingegen sich Geschichte vielmehr als subjektives Konstrukt und Konstruktion – namentlich von Historiker:innen – erweise. Einen ähnlichen Ansatz verfolgte 2019 Markus Vinzent in *Writing the History of Early Christianity*, in welchem er den Begriff der Retrospektion als Historiographie-kritische Methode entwickelte, um auf den subjektiven Gehalt von Geschichtsschreibung abzielen. Damit bewegte er sich weg vom Phantasma einer objektiven Beweisführung hin zum Einbezug von Historiker:innen als Subjekten ihrer eigenen Geschichten.⁹² In süffisanter Umkehrung einer u.a. von Roland Barthes vertretenen These, ließe sich anhand dieser beiden Beispiele exemplarisch die Geburt des Autors im historiographischen Diskurs attestieren. Dem trägt auch diese Arbeit Rechnung. Es ist weder Anliegen ‚die‘ noch ‚eine‘ Mediengeschichte des Delays zu schreiben – unter potenziell unendlich vielen möglichen. Das Erkenntnisinteresse wird auf Basis retrospektiver Fallgeschichten modelliert, die Individualitäten und Singularitäten würdigen und dennoch repräsentativ für größere Zusammenhänge und Genealogien eintreten. Dadurch wird Mediengeschichte buchstäblich pluralisiert und zuvorderst auch die Konstruiertheit dieser Arbeit strukturell abgebildet.⁹³

91 Danto, Arthur C. (1965): *Analytic Philosophy of History*, Cambridge. Zur poststrukturalistischen Kritik an der Geschichtsschreibung, die auf Darstellungsebene mit ihrem Untersuchungsgegenstand zusammenfalle, da dieser erst durch den Akt der Geschichtsschreibung hervortrete, siehe auch Foucault, Michel (1987 [1971]): „Nietzsche, die Genealogie, die Historie“, in: ders.: *Von der Subversion des Wissens*, Frankfurt a.M., 69-90.

92 Vinzent, Markus (2019): *Writing the History of Early Christianity: From Reception to Retrospection*, Cambridge.

93 Ähnliches Anliegen verfolgte Wolf-Rüdiger Wagner in Bezug auf das 19. Jahrhundert, vgl. (2021): *Die Entstehung der Mediengesellschaft. 100 Mediengeschichten aus dem 19. Jahrhundert*, Bielefeld.

Nur auf den ersten Blick mag dies konträr zu einer medienarchäologisch materialitätsaffinen Mediengeschichtsschreibung stehen, deren Erkenntnisinteresse und Schreibmethodik eher dem Zählen statt Er-Zählen verpflichtet ist.⁹⁴ Die Fallgeschichten tragen zwar dem Individuellen und Singulären der ausgewählten Situationen Rechnung, erlauben es aber auf signifikante *Umbruchmomente* zu fokussieren. Diesen ist zwar ein historischer Index eingeschrieben, sie gehen aber über die rein historischen Assemblagen von Wissen, Techniken und Praktiken hinaus. Außerdem erlaubt diese strukturelle Modellierung, von chronologisch vollständigen Einzelmediengeschichten abzusehen. Der daraus resultierende Vorteil besteht darin, dass die Fallgeschichten zwar bei konkreten Menschen, Architekturen oder Experimentalanordnungen ansetzen können, sich aber gerade *nicht* auf diese beschränken brauchen. Damit ist nicht behauptet, dass die einzelnen Vignetten die Begründung jeweils spezifischer Medien darstellen; bspw. unterscheidet sich die heute etablierte Sonographie sehr von den Apparaturen, denen sich das Sonographie-Kapitel widmet (vgl. Kap. 8). Jedoch wird in jenem Kapitel – wie in anderen Kapiteln für andere Medien – auf die grundlegende Akzeptanz der medientechnischen Bedingung fokussiert: Erstens etablierte sich im historischen Kontext die Erkenntnis, wie das Kapitel zeigen wird, dass Ultraschall ein geeignetes diagnostisches statt therapeutisches Mittel der Medizin darstellen kann. Und zweitens setzte sich die Überzeugung durch, dass es produktiv sei, Signallaufzeit als kritischen Parameter in eine Messanordnung zu integrieren.

Von Interesse ist das auch aus Perspektive der wissenshistorisch orientierten Sound Studies. Diese Arbeit verhandelt das Sonische nicht vor dem Fluchtpunkt (s)einer Ästhetik: Sie widmet sich nicht etwa Soundscapes des Urbanen oder des Maritimen, nicht einer Kulturgeschichte des Hörens oder funktionaler Klänge. Sie fragt nach *Operationalisierungen* von Signalen, nämlich hinsichtlich ihres zeit-räumlichen Verhaltens. Eine ähnliche Perspektivierung schwingungsförmiger Ereignisse als zeit- und raumbasierte Phänomene nehmen Rolf Großmann und Maria Hanáček ein.⁹⁵ Das Sonische meint in diesem Sinne ein Zurückschreiten von der Inhaltsdimension schwingungsförmiger Ereignisse hin zu ihrem materialen Substrat, um ein Verständnis von Schwingungen an und für sich zu entwickeln, unabhängig von ihrer Bedeutung.⁹⁶ Dieser „sonic materialism“, in den Worten von

94 Vgl. Ernst, Wolfgang (2013): „Zählen statt Erzählen“, in: ders.: *Signale aus der Vergangenheit*, 173-192.

95 Großmann, Rolf/Maria, Hanáček (2016): „Sound as Musical Material. Three Approaches to a Material Perspective on Sound and Music“, in: Jens Papenburg/Holger Schulze (Hrsg.), *Sound as Popular Culture. A Research Companion*, Cambridge, MA, 53-64.

96 Vgl. hierzu auch Ernst, Wolfgang (2008): „Zum Begriff des Sonischen“, https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/21055/pst10_ernst.pdf, 28.12.2022.

Christoph Cox,⁹⁷ bzw. diese Fokussierung von „vibrational forces“, im Sinne Steve Goodmans,⁹⁸ geht einher mit einer Hinwendung zu physikalischen Aspekten des Sonischen. Diese Arbeit kann demgemäß als Versuch einer praxeologisch beeinflussten Medienarchäologie verstanden werden, die sich einem Ausschnitt der gemeinsam geteilten Wissens-, Praxis-, Medienkultur- und Technikgeschichte der Verzögerung widmet, mithin einem Aspekt einer noch ausstehenden Epistemologie der Übertragung.

Die hier versammelten ‚histories‘ müssen sich der Kritik stellen, dass sie weitgehend ‚his-stories‘ sind. Sie führen nicht nur eine tendenziell westliche, sondern ebenso männlich dominierte Geschichtsschreibung fort. Diese Arbeit basiert auf Primär- und Sekundärquellen und dies ist zum großen Teil eben jenen Quellen geschuldet. Diese stehen repräsentativ für eine Wissenschaftsgeschichte, die nicht-männlichen Akteuren konsequent und systematisch den Zugang zum Diskurs und seinen Archiven verschloss. Die historische Arbeit von Protagonistinnen sichtbar zu machen, ist ein generelles Problem der Wissens-, Wissenschafts-, Medien- und Technikgeschichte. Die Pionierarbeit nicht-männlicher Forschender erfuhr selten eine Dokumentation und eine historiographische Revision männlicher Erfindungsgeschichten auf Basis von Oral History ist – wie im Fall der vorliegenden Arbeit – oft nicht möglich.⁹⁹ Um dem *gender bias* historischer Wissenschafts- und Technikzeitschriften zu begegnen, basiert diese Studie auf einem Quellenfundus, der über männlich dominierte Wissenschafts- und Technikquellen hinausgeht.

Struktur

Signallaufzeiten sind flüchtig und unsichtbar. Im Unterschied zu anderen Medien Geschichten geht für diese Arbeit, ähnlich wie im Fall von Jimena Canales’ *A Tenth of a Second*,¹⁰⁰ die Problematik einher, dass nicht etwas ‚da‘ ist, das historisch rekonstruiert und dessen Wegen historiographisch nachgespürt werden kann – sei dies ein Film, ein Buch, ein Radio, eine Autorin, ein Designer, eine App, eine Infra-

97 Cox, Christoph (2011): „Beyond Representation and Signification: Toward a Sonic Materialism“, in: *Journal of Visual Culture* 10(2), 145-161.

98 Goodman, Steve (2010): *Sonic Warfare: Sound, Affect, and the Ecology of Fear*, Cambridge, MA, bspw. xv.

99 Hierzu grundlegend Wajcman, Judy (2000): „Reflections on Gender and Technology Studies: In What State is the Art?“, in: *Social Studies of Science* 30(3), 447-464; Lerman, Nina/Mohun, Arwenand/Oldenziel, Ruth (2003) (Hrsg.), *Gender & Technology: A Reader*, Baltimore; Oldenziel, Ruth (1999): *Making Technology Masculine: Men, Women, and Modern Machines in America, 1870-1945*, Amsterdam.

100 Canales (2009): *A Tenth of a Second*.

struktur. Ein solches Unsichtbarkeitsproblem stellte sich ebenso Tung-Hui Hus Vorgeschichte der Cloud, wie er schrieb: „To make a book about something as formless as the cloud is inherently a quixotic objective.“¹⁰¹ Wie schreibt man also, im vorliegenden Fall, Mediengeschichten des Delays?

Delays kann man weder sehen, anfassen, fühlen oder schmecken. In manchen Fällen kann man sie hören. In jedem Fall aber kann man sie messen. Und diesbezüglich zeigt sich, dass zunächst Experimentalanordnungen, später mechanische Apparaturen und komplexe elektronische und technologische Arrangements gebaut wurden, genau dies zu tun: Signallaufzeiten datafizieren. Für Delays darf mithin gelten, was Hartmut Böhme mit dem Begriff des „An-Ästhetischen“ benannte: Sie sind den menschlichen Sinnen selten zugänglich, können aber durch mediale Darstellung und Experimentalsysteme beobachtbar *gemacht werden*.¹⁰² Zu diesem Zweck wurden *um das Delay herum* ganze Arsenale technischer Objekte entwickelt, um unsichtbare Signallaufzeiten in Sichtbarkeiten zu übersetzen, Delays in Messdaten zu überführen und auf deren Basis wiederum Antworten auf dringliche Fragen zu geben. Eben jene Messanordnungen, analogen Apparaturen und schließlich elektronischen Medien sind keineswegs unsichtbar – und sie haben weitreichende medienkulturelle Implikationen. Im Fokus jeder Fallgeschichte steht daher mindestens eine solche Experimentalanordnung oder Apparatur bzw. ein Medium.

Im Folgenden will ich kurze Abstracts der Fallgeschichten liefern, um die argumentative Struktur der Arbeit kondensiert abzubilden.

Prelude. Ein Akteur betritt die Bühne. Vor ihrer Operationalisierung galten Delays, wenn sie überhaupt sinnlich erfahrbar waren, als Störungen. In Anlehnung an Bernhard Siegert – für den das Rauschen den „Anfang der Medientheorie, jeder Medientheorie“ darstellt¹⁰³ – ließe sich formulieren, dass die Störung ebenso der ‚Anfang der Mediengeschichte, jeder Mediengeschichte‘ ist. Daher beginnt diese Untersuchung beim Delay als Störung, die sich in Theaterarchitekturen zu hören gab. Die frühen Arbeiten zur Akustizität theatraler Architekturen, die im ausgehenden 18. Jahrhundert aufgrund praktischer Anwendungen entstanden, berührten allesamt Überlegungen über den Zusammenhang von Schallausbreitung und Innenarchitektur; über die Beeinflussung der Schalllaufzeit durch architektonische

101 Hu, Tung-Hui (2015): *A Prehistory of the Cloud*, Cambridge, MA/London, xxv.

102 Böhme, Hartmut (2004): „Das Unsichtbare. Mediengeschichtliche Annäherungen an ein Problem neuzeitlicher Wissenschaft“, in: Sybille Krämer (Hrsg.), *Performativität und Medialität*, München, 215-245.

103 Siegert, Bernhard (2007): „Die Geburt der Literatur aus dem Rauschen der Kanäle. Zur Poetik der phatischen Funktion“, in: Michael Franz/Wolfgang Schäffner/Bernhard Siegert/Robert Stockhammer (Hrsg.), *Electric Laokoon. Zeichen und Medien, von der Lochkarte zur Grammatologie*, Berlin, 5-41, 7.

Formatierungen; oder über das Anbringen schallabsorbierender Materialien an den Innenwänden von Gebäuden. Sämtliche theaterarchitekturtheoretische Schriften, die hierfür konsultiert wurden, eint, dass sie innenakustische Delays zu kontrollieren und manipulieren suchten. Damit stand der theatrale und konzertante Zuschauer:innen-Raum zur Disposition – und zwar nicht evoziert durch Fragen visueller Ästhetik, sondern als Effekt der Laufzeit der Akustik. Man wurde sich bewusst, dass nicht allein durch Schauspieler:innen-Münder verkündete Theatertexte, sondern zuallererst der architektonische Theaterraum selbst gehört wurde. Ein wesentlicher diskursiver und performativer Raum der Entstehung akustischen Wissens des Delays – der ebenso die komplexen Raumwirkungen von Akustik mitunter buchstäblich reflektierte – ist dementsprechend das Theater. Genauer: es waren Architekten, die die akustischen Eigenschaften der Orte ihres Schaffens empirisch und theoretisch zu klären und zu verbessern suchten. Ausgehend von den Arbeiten von Carl Gotthard Langhans und mit einem Fokus auf die Arbeiten seines Sohns, Carl Ferdinand Langhans, widmet sich das Kapitel der aufkommenden Relevanz des Delays jenseits eines elitären Zirkels von Wissenschaftler:innen. In diesem Kontext auditiver Verzögerungen erlangten diese eine ästhetische und zudem immanent soziopolitische Signifikanz: Delay als Akteur betrat die buchstäbliche Bühne und bekam eine Handlungsmacht im Kontext theatraler Übertragungen im architektonischen Rahmen von Innenräumen zugesprochen. Von besonderer Bedeutung ist das *Prelude*, weil das Delay im architektonischen wie diskursiven Theaterraum erstmals eine tendenziell gesamtgesellschaftliche und kulturelle Relevanz erhielt. Von den praktizierenden Architekten wurde dabei eine geometrische, aber keine chronometrische Formalisierung des Delays vorgenommen. Daher handelt es sich bei dieser Vignette um ein Vorspiel. Da keine apparativen Messtechniken in diesem Kontext entwickelt wurden, ändert sich im Folgenden der begründende Schauplatz für die Medien des Delays: Es wird auf ausgewählte elektro-physiologische Experimente von Hermann von Helmholtz fokussiert.

Chronogrammatologie. Die historische Rahmung dieser Untersuchung setzt um 1850 an, weil dies eine erste Hochzeit der Messung der Signalgeschwindigkeiten von Schall und Licht markierte. Dies ging mit einer Konjunktur apparativer Experimentaltechniken einher. Der Fokus liegt auf Hermann von Helmholtz, der allerdings gerade nicht die Geschwindigkeit von Schall oder Licht experimentell zu bestimmen suchte, sondern sich einem Delay biologischer Körper widmete: der Nervenleitgeschwindigkeit. Von besonderem Interesse und maßgeblich für seinerzeit künftige Techniken des operationalisierten Delays ist dies, weil Helmholtz komplexe Anordnungen zur Bestimmung kleinster Zeiteile elaborierte bzw. die seinerzeit bestehenden Verfahren für seine Zwecke adaptierte und verbesserte. Eben jene Messtechniken sollten richtungsweisend für die hier untersuchten Me-

dien werden. Sie operierten mikrotemporal, basierten auf Visualisierungen, waren grundsätzlich technisierte Verfahren der Zeitmessung und stehen programmatisch für die zeitliche Bestimmung räumlicher Übertragungsvorgänge ein. Supplimentiert wird die Vignette von einer kursorischen wissens- und technikhistorischen Exkursion durch chronographische Techniken der Erzeugung temporaler Referenz, um Messungen und mithin ‚Zeichen der Zeit‘ überhaupt in Daten überführen zu können. Das Kapitel versteht sich als eine Vorgeschichte der ersten Apparatur der technisierten, semi-automatisierten Echoortung (vgl. Kap. 3). Denn um diese Apparatur technikhistorisch, medienarchäologisch und epistemologisch zu verorten, sind exakt diese s.g. chronographischen Selbstschreibapparaturen zu fokussieren, wie sie Helmholtz paradigmatisch für sein Erkenntnisinteresse nutzte. Wie zu zeigen sein wird, durchliefen chronographisch operierende Apparaturen, die räumliche Distanzen sonisch vermaßen, vorher Diskurse, die ihnen augenscheinlich nicht innewohnen: Meteorologie, Ballistik und Elektrophysiologie.

Echoortung. Der genealogische Ursprung eines medialen Prinzips. Woher kann ich die Position eines Dings im Raum wissen, das ich weder sehen oder hören kann? Im Kontext der Rohrpost sollte diese Frage apparativ durch ein erstes elektrotechnisches Verfahren der aktiven Lokalisierung beantwortet werden. Bezeichnend ist, dass dieses zugleich die historisch erste Apparatur der Echoortung materialisierte. Echoortung emergierte mithin nicht im militärischen Feld, sondern im zivilen Umfeld von Kommunikationstechnik. Eine epistemologische Genealogie der Vermessung von Räumen auf Basis von Signallaufzeiten, wie sie sich im heutigen NAVSTAR GPS fort schreibt, findet ihren apparativen Ausgangspunkt hier: in der Pariser Rohrpost der 1870er Jahre. Im Sinne einer Wissensgeschichte der Akustik ist diese Frühphase der apparativen Echoortung brisant, da die zu schildernden Apparaturen erste epistemische Objekte sind, die das Wissen um Verzögerung als Wissensfigur des Sonischen aktivierten. Damit hielt Verzögerung als basale Raumfigur der Akustik nach ihrer messtechnischen Konkretisierung zum historisch ersten Mal als Mittel zum Zweck der messtechnischen Bestimmung von Entfernungen her. Tatsächlich invertierte das erste technische aktive Ortungsverfahren schlicht eine Experimentalanordnung, die wenige Jahre zuvor noch der Messung von Schallgeschwindigkeit in Röhren verschiedener Durchmesser diente.

Passivortung. Frühe Hörtechniken des Delays. Das Kapitel nimmt eine von der Forschung vernachlässigte Quelle zum analytischen Ausgangspunkt: einen Vortrag des Wiener Elektrotechniklers Max Jüllig aus dem Jahr 1880. Jüllig fasste seinerzeit das sich jüngst konsolidierende Wissen um Techniken und Praktiken der Produktivwerdung von Delays in einer prämodernen Medientheorie zusammen. Initiiert wurde seine Reflexion durch seinerzeit existierende, passiv operierende Ortungstechniken. Passiv waren diese, weil sie nicht auf der Aussendung eines Ortungs-

pulses basierten, sondern das Laufzeitverhalten externer – meist nicht dazu intendierter – Schallquellen zur Entfernungsbestimmung nutzten. Epistemologisch zugespitzt ließe sich aussagen, Jüllig insistierte darauf, dass sich physikalische Medien in ihrer Störung bzw. Widerständigkeit, namentlich ihrer Verzögerungswirkung, zu wissen geben und nicht direkt, sondern lediglich indirekt wahrgenommen werden können. Dieser Ansatz konturierte ein Konzept des Medialen, dessen epistemische Wirkmächtigkeit sich bis in die aktuelle geisteswissenschaftliche Debatte um Medien und Infrastrukturen nachzeichnen ließe. Dass dies zu zeigen nicht in Medienphilosophie abschweift, wird eine Fokussierung apparativer Verfahren der Messung und deren epistemischer Bedingung geleistet. Letztlich wird – bei allen wissenschaftshistorischen Exkursionen und Implikationen, die das Kapitel einschlägt – extrahiert, was medienepistemologisch bedeutsam an den frühen Techniken und Praktiken akustischer Distanzmessung war und welches Wissens historisch invariant über die Grenzen von Diskursen hinweg zirkulierte. Fokussiert wird auf Hörtechniken im Dienste der Distanzmessung, wie sie bereits um 1870 praktiziert wurden und später vornehmlich im Ersten Weltkrieg und im Kontext des frühen Passivsonars erneut virulent wurden – und frühe Formen von Arbeit an und in akustischen Räumen ausprägten sowie zur Entwicklung nachgelagerter Techniken wie frühen *bass boost*-Filtern führten.

Echoloten. Profilierung als Datenproblem. Ozeanographische Forschung kann sich nur bedingt auf direkte Beobachtungen stützen. Die Ozeanographie ist weitgehend eine mittelbare Wissenschaft, was sich an den Praktiken und Techniken ozeanischer Tiefenmessungen zeigt. Das Bild der Tiefe ist auf Instrumente der Datenproduktion verwiesen, die mitunter unter der Wasseroberfläche agieren. Meeresforschung, die sich den Tiefenschichten der Ozeane widmete, ist dadurch an technische Geräte gekoppelt. Tiefenbilder als visuelle Konstruktionen der Weltmeere formierten sich in diesem Kontext auf Basis möglichst umfangreicher Datenmengen. Von Interesse sind in diesem Kapitel aber weniger die „Repräsentationen dieses abstrakten Gegenstandes Tiefe“¹⁰⁴ – Bilder –, sondern vielmehr die ihnen vorgelagerten Apparaturen und Praktiken der Datenproduktion und -zirkulation, die die bildliche Konkretisierung und schließlich Stabilisation der im besten Sinne unsichtbaren Meeresböden bedingten. In diesem Kontext war es die Konstruktion erster hydroakustischer Medien, die einschneidende Auswirkungen auf Praktiken der Tiefenmessung hatten, und welche zudem die wohl ersten Medien waren, die ihre Delay-epistemische Bedingung im Namen trugen: Echolote. Als

104 Hühler, Sabine (2002): „Dichte Beschreibungen“. Die Profilierung ozeanischer Tiefe im Lotverfahren von 1850 bis 1930“, in: David Gugerli/Barbara Orland (Hrsg.), *Ganz normale Bilder. Historische Beiträge zur visuellen Herstellung von Selbstverständlichkeit* (Interferenzen 2), Zürich, 19-46, 19.

praktisch sollten sich Echolote mit geringer Lottiefe vornehmlich für die Navigation in Küstennähe erweisen, wo es gilt, bei schlechten Sichtverhältnissen ein Stranden zu vermeiden. Wichtig war dies insbesondere für Küstenlinien, die ihrerzeit aufgrund der dortigen meteorologischen Bedingungen noch nicht valide vermessen worden waren wie bspw. das Gebiet um die Inselgruppe Südgeorgien im Atlantischen Ozean. Tiefsee-Echolote sollten dahingegen ihren Anteil vornehmlich an der ‚Vermessung der Unterwasserwelt‘ tragen, da sie Meeresgewässer vertikal bestimmten und Tiefenkarten der Weltmeere auf echolotischer Datenbasis erstellt wurden. Bevor Echolote jedoch konstruiert und Meere bspw. während der *Deutschen Atlantischen Expedition* zwischen 1925 und 1927 in numerische Datenmeere übersetzt werden konnten, galt es, vormals hypothetisches Wissen um Unterwasserschall zu dokumentieren: unter anderem im heimischen Goldfischaquarium des deutschen Echolot-Pioniers Alexander Behm, wo das Kapitel beginnt.

Sonar. Reginald Fessenden und das Meeres-Rauschen. Statt sich an einer noch ausstehenden Mediengeschichte des Sonars zu versuchen, illustriert das Kapitel die historische Situation der maritimen Navigation im Kontext des „Unterwasserschallsignalwesens“, die zum historisch ersten prototypischen Sonargerät führte: Das Kapitel legt die Spezifität des s.g. Fessenden Oszillators dar. Reginald Fessenden, der Konstrukteur des Oszillators, ist auch jenseits der Medienkulturwissenschaft dafür bekannt, Pionierarbeit in der Radiotechnik geleistet zu haben. Auch geht die vermutlich erste Rundfunksendung, die dem späteren Unterhaltungsrundfunk entsprach, auf Fessenden zurück. Dieser sendete am Weihnachtsabend 1906 aus der Nähe von Boston Musik und Sprache an die damals noch wenigen überhaupt existierenden Radiogeräte. Dahingegen ist seine hydroakustische Pionierarbeit in der fluiden Ökologie des Raumes ‚unter der Meeren‘ weitaus weniger bekannt.¹⁰⁵ Der von Fessenden konstruierte Oszillator war das erste praktische Unterwassermedium, das einen hydroakustischen Transducer materialisierte – d.h. das Gerät erlaubte es, mechanische Schwingung (Unterwasserschall) in elektrische Spannung zu transduzieren *et vice versa*. Das Gerät kann damit als grundlegend für sämtliche späteren Sonartechniken gelten. Ebenso wie in jener Ökologie später qua piezoelektrischem Effekt elektrische Frequenzen in hydroakustische Schwingungen übersetzt wurden, transduzierte der Fessenden Oszillator die fluide Welt ‚unter den Meeren‘ in einen Raum medientechnischer Übertragungen, der damit, geomedial interpretiert, sowohl ‚entdeckt‘ und auf Basis von Delays ausgeprägt wurde.

105 Eine Ausnahme stellt diesbezüglich der Aufsatz von Gary Frost über die ökonomische Diskursivierung des Fessenden Oszillators dar, vgl. (2001): „Inventing Schemes and Strategies: The Making and Selling of the Fessenden Oscillator“, in: *Technology and Culture* 42(3), 462-488.

Delay Lines. Verzögerungsspeicher. Das Kapitel widmet sich der Frühgeschichte von akustischen Verzögerungsleitungen zur flüchtigen Speicherung von Signalen. Diese von der Medien- und Technikgeschichte bisher marginalisierten Artefakte materialisieren ein (zeit-)kritisches Moment in der Frühphase diverser Infrastrukturen wie dem analogen Fernsehen, dem Radar oder der Funktelefonie. Diese und weitere fallbeispielhafte Implementierungskontexte von *acoustic delay lines* werden im Kapitel unter der Prämisse erschlossen, dass sich das Speichern, das von der Medienwissenschaft gemeinhin mit einem Stillstellen von Dingen, Daten und Informationen konnotiert wird, als dynamischer elektro-akustischer Prozess ausgestalten kann, der durch die Laufzeit akustischer Signale realisiert wird. Dadurch ergibt sich eine Allianz von Akustik und Speichertechnik. Der Fokus liegt auf einer historisch-komparativen Aufarbeitung der Verwendung von akustischen Verzögerungsleitungen und ihrer konstitutiven Beteiligung an medientechnischen Prozessarchitekturen. Wie zu zeigen ist, stellte ihre Verschaltung die je spezifische Lösung eines technisch situierten Problems dar: Sie fungierten als explizite Speicher, dienten der Vermeidung von Feedbacks und Interferenzen, stellten Vergleichbarkeit zwischen zeitversetzten Ereignissen her und erlaubten nicht zuletzt klang-ästhetische Simulationen – bspw. die Produktion auditiver Räume in den Radiosendungen der NBC. In einem zweiten Schritt wird das Kapitel resümierend ableiten, was für medientheoretische Implikationen akustische Verzögerungsleitungen für eine analytische Schärfung der „Übertragung“ und „Speicherung“ – zwei laut Friedrich Kittler getrennte Medienfunktionen – evozieren.

Sonographie. „work on the human body“. Das Kapitel widmet sich der ‚Entdeckung‘ der Produktivität von Delay in einem Kontext, der sich von den bisherigen Schauplätzen unterscheidet: der medizinischen Diagnostik. Wissen um körperimmanente Strukturen war bis dato neben Praktiken der Perkussion und Auskultation meist auf Abtastungen verwiesen, die dem kulturhistorisch vertrauten Verständnis von ‚Taktilität‘ entsprachen: dem Tastsinn praktizierender Ärzte. Die Verschaltung von Signallaufzeiten in der Medizin bewirkte einen epistemischen Shift von menschlichen Sensorien hin zu piezoelektrischen Sensoren der sonographischen Praxis. Sonographie als bildgebendes Sensormedium – alltagspraktisch relevant und bekannt vornehmlich durch pränatale ‚Ultraschallbilder‘ – nimmt mit Gilles Deleuze und Félix Guattari geschrieben eine Einkerbung des menschlichen Körpers vor, die nunmehr auf Basis von Delays statthatte. Ausgangspunkt des Kapitels ist die von der Wissenschaft allenfalls randständig erwähnte sonographische Pionierarbeit des österreichischen Psychiaters und Neurologen Karl Theo Dussik. Als Ergebnis von Dussiks Forschung steht eine medizinisch-diagnostische Praxis, in welcher Delay als qualitative Größe zu einem Akteur der medizinischen Diagnostik geworden war: Ein Akteur, der divergente apparative Implementierung er-

fahren konnte, dessen grundsätzlicher Erkenntniswert aber nicht mehr infrage gestellt wurde. Die Operationalisierung der Laufzeit von Schall im Dienste der messtechnischen Adressierung des Raums hatte damit Einzug in ein neues Environment gehalten: lebende biologische Körper.

Radardenken. Radar als Trigger des Digitalen. Die abschließende Fallgeschichte fokussiert zunächst auf die erste Infrastruktur der Prozessierung von Big Data in Echtzeit. Und zwar zu einer historischen Zeit, in welcher keine Digitalcomputer zur Verfügung standen, an die dies hätte delegiert werden können: das britische Dowding System zur systemischen Auswertung der Daten der britischen Radarkette Chain Home. Das Kapitel beginnt beim Radar in Großbritannien zu Zeiten kurz vor und während des Zweiten Weltkriegs, da die infrastrukturelle Ausgestaltung von Big Data-Prozessierungen dort zuerst praktiziert wurde. Gilt echtzeitliches Prozessieren großer Datenmengen vornehmlich als Signum digitaler, d.h. computerisierter Kulturen, zeigt sich hier, dass dies auch von Menschen Hand geleistet werden konnte. Im Dowding System wurden zum einen relevante Objekte des Georaums – Flugzeuge – in für die Infrastruktur kompatible Daten übersetzt. Zum zweiten fand dadurch ein Perspektivwechsel statt: Der Luftraum wurde durch seine zentralisierte, symbolische Miniaturisierung auf *plotting tables* überhaupt erst in Gänze überschaubar – und zwar als Datenkonstrukt. Wesentliches medienkulturelles Moment des Delay-Mediums Radar ist damit, dass es Daten-Infrastrukturen der echtzeitlichen Prozessierung erforderte, mithin einen postmodernen Typus ‚Infrastruktur‘ etablierte. Über die konkrete Radarsituation in Großbritannien zu Zeiten des Zweiten Weltkriegs hinaus, verhandelt das Kapitel die Verbindungslinien zwischen Radar und den technischen Grundlagen dessen, was später als Charakteristika digitaler Kulturen gelten durfte. Die konkreten Praxisbelange der Radartechnik waren an der Realisierung von Impulstechniken, Verfahren der Pulse-Code-Modulation, der Genese von Bildschirminteraktionen, der Implementierung von Operations Research und System Design – und vielem mehr – beteiligt. Als zentral kann dabei der epistemische und technische Transfer von Impulstechniken des Radars hin zu frühen Digitalcomputern gelten, der im Kapitel cursorisch nachvollzogen wird. Radar erwies sich in dieser retrospektiven Lesart als ein wesentlicher und buchstäblicher *Impulsgeber* digitaler Kulturen. Der Fokus liegt weitgehend auf der US-amerikanischen Radarforschung und -praxis, da mir diesbezüglich umfangreiche Quellen vorliegen und in den USA die international umfassendste Radararbeit betrieben wurde – insbesondere am Radiation Laboratory des Massachusetts Institute of Technology. Dieses abschließende Kapitel beginnt also bei einer konkreten Situation, versucht sich aber darüber hinaus an einer medienarchäologischen Schilderung der Bedeutung des Radars für aktuelle Medienkulturen. Dabei entfernt sich die Argumentation streckenweise vom ei-

gentlichen Akteur und fokussiert auf seine technischen und epistemischen *Effekte*, da diese von wesentlicher Bedeutung für rezente Medientechniken und -praktiken sind. Da dies ein umfangreiches Vorhaben ist, ist das Kapitel ebenso umfangreich.

Die Fallgeschichten mögen selektiv sein, da sie keine vollständigen Chronologien der Medien des Delays abbilden. Allerdings wurden die einzelnen Geschichten nicht willkürlich, sondern gezielt gewählt. Einerseits folgen sie – wie bereits erwähnt – gemäß der Maxime des *follow the actor* dem Delay auf seinen historischen Pfaden. Andererseits stellen sie medienwissenschaftliche Desiderate dar. Sie eint bis auf wenige Ausnahmen,¹⁰⁶ dass sie medienhistorische Leerstellen markieren: Die publizierten Vorträge von Max Jüllig und Karl Theo Dussik finden in der Medienkulturwissenschaft keine Erwähnung. Über die historisch erste Apparatur, die ein *remote sensing* auf Basis von Echoortung, d.h. auf Basis der Messung von Delays vornahm – im Kontext der Rohrpost –, gibt es schlichtweg keine Forschungsliteratur. Die historische Infrastruktur des Unterwasserschallsignalwesens, in dessen Kontext das prototypische Sonar des Fessenden Oszillators entwickelt wurde, wurde von der Medienkulturwissenschaft fast gänzlich übersehen¹⁰⁷ – obgleich es nicht allein von medienhistorischem Interesse ist, sondern ebenso für eine historische Praxeologie der Navigation, die Sound Studies und die Wissensgeschichte der Akustik. Über *delay lines* in ihrer multifunktionalen Verwendung in diversen Mediensystemen gibt es keine überblicksartige Darstellung, auch fanden sie bisher allein Erwähnung in medienarchäologischen Arbeiten.¹⁰⁸ Über die historisch erste Infrastruktur der tendenziellen Datenprozessierung in Echtzeit, die um ein kooperativ zu bewältigendes Datenproblem herum aufgebaut wurde – das Dowding System –, gibt es keine medienkulturwissenschaftliche Literatur und auch sonst allein

106 Diese sind die Kapitel zur Theaterakustik und zu den Messungen der Nervenleitungsgeschwindigkeit durch Hermann von Helmholtz, zu welchen es – wenn auch mit anders gelagertem Erkenntnisinteresse – Forschungsarbeiten gibt. Zu zweiterem vgl. Schmidgen, Henning (2009): *Die Helmholtzkurven. Auf der Spur der verlorenen Zeit*, Berlin, oder ders. (2004): „Die Geschwindigkeit von Gedanken und Gefühlen. Die Entwicklung psychophysiologischer Zeitmessungen, 1850–1865“, in: *NTM: Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 12, 100–115. Hinsichtlich der Akustik von Theaterarchitekturen vgl. bspw. Tkaczyk, Viktoria (2014): „Listening in Circles. Spoken Drama and the Architects of Sound, 1750–1830“, in: *Annals of Science* 71(3), 299–334.

107 Eine Ausnahme stellen die Arbeiten von John Shiga dar, insb. (2013): „Sonar: Empire, Media, and the Politics of Underwater Sound“, in: *Canadian Journal of Communication* 38(3), 357–377.

108 Vgl. Link (2006): „There Must Be an Angel“; Maibaum, Johannes (2021): „Lumped Lines und Bucket Brigades – Verzögerungsleitungen als dynamische Speicher“, in: Wolfgang Ernst/Johannes Maibaum (Hrsg.), *Speicher. Theorie, Technologie, Archäologie. Ausgewählte Schriften von Horst Völz*, Bochum/Freiburg, 147–164.

spärliche Arbeiten.¹⁰⁹ Das erstaunt umso mehr, da das Dowding System Prozesslogiken moderner Datenverarbeitung, wie sie später an Digitalcomputer delegiert wurden, in mehrfacher Weise begründete. Und insgesamt wurde sich der Relevanz des Delay-Mediums Radar für die Etablierung digitaler Kulturtechniken bis 1950, gemessen an seiner erheblichen Signifikanz, allenfalls marginal gewidmet. Aus diesem Status der einzelnen Fallgeschichten heraus, erfolgt die Argumentation sämtlicher Kapitel quellennah: Jedes Kapitel erzählt eine eigene Geschichte auf Basis der für den jeweiligen Kontext relevanten Primärquellen.

Im Sinne der Medienarchäologie ist diese Fokussierung der Vor- und Frühgeschichte konkreter Apparaturen in jedem Fall gerechtfertigt. Sie erlaubt, die non-linearen Pfade der Mediengenealogie des Delays zu Zeiten nachzuzeichnen, als die Zukünfte jener Apparaturen noch ungewiss waren. Denn Medien werden selten in den Kontexten ‚erfunden‘, in welchen sie sich später etablierten. Ute Holl hat dies für das Kino nachgezeichnet, dessen Geschichte sie gerade nicht im unterhaltenen kinematographischen Lichtspielhaus, sondern bei psychophysischen Experimenten des 19. Jahrhunderts beginnt, die das ‚Prinzip Kino‘ wahrnehmungsphysiologisch ergründeten.¹¹⁰ Ebenso gilt für diese Arbeit, dass das frühe Echolot nicht ohne die Prinzipien der chronographischen Messung mikrotemporaler Ereignisse verstanden werden kann, wie sie prominent Hermann von Helmholtz zur Mitte des 19. Jahrhunderts praktizierte; oder dass der im Mikrotemporalen operierende binäre Digitalcomputer nicht ohne seine technischen Grundlagen und Episteme verstanden werden kann, die gerade nicht im Kontext früher Digitalcomputer, sondern vorher im Radar zur Anwendung kamen; oder dass das erste prototypische Sonar nicht als Ortungs-, sondern Kommunikationsmedium hätte konstruiert werden sollen; oder dass die Sonographie in ihrer historischen Initialphase vielmehr ein Konglomerat anderer Techniken darstellte, namentlich der Unterwasserschalltechnik und der Werkstoffprüfung.

Dabei handelt es sich bei den Medien dieser Untersuchung um „*Environing Media*“¹¹¹ in mehrfachem Sinne. Einerseits agieren sie umweltbezogen, da sonische Signale und Impulse per se in Umwelten zirkulieren. Ebenso, insofern spezifische Räume medialer Aktionen ausgeprägt wurden (Signalräume), die neue Sichtbarkeiten begründeten und neue Operationsumgebungen darstellten. Damit zeigt sich nicht nur der Index der Umwelt in den hier betrachteten Medien, sondern auch der Index der Medien in der Praxis und Wahrnehmung geographischer Räu-

109 Zimmerman, David (2001): *Britain's Shield. Radar and the Defeat of the Luftwaffe*, Gloucestershire.

110 Holl, Ute (2002): *Kino, Trance und Kybernetik*, Berlin.

111 Wickberg, Adam/Gärdebo, Johan (2023) (Hrsg.), *Environing Media*, London.

me (bspw. in den echolotisch erzeugten Tiefenbildern des Atlantiks oder den sonographischen Zugriffen auf biologische Körper). Nicht zuletzt begründen die Medien dieser Studie ein Medienwerden von Umwelten bei gleichzeitigem Umweltlichwerden von Medien¹¹² historisch: Da Sensoren heute essenzieller Bestandteil s.g. *smart devices* und unseres medialen Environments sind, versucht die vorliegende Arbeit vor- und frühgeschichtliche Stationen der Sensor-Entwicklung nachzuzeichnen. Namentlich widmet sich die Arbeit weitgehend Sensoren der Distanz- auf Basis von Laufzeitmessung und damit Medien des *distant* bzw. *remote sensing*. Diese sind – wie die s.g. *proximity sensors* – dadurch gekennzeichnet, dass sie die Nähe zu Objekten detektieren, ohne einen direkten Kontakt mit diesen einzugehen. Echolot, Sonar, Sonographie und Radar sind solche Sensormedien: Sie lassen Aussagen über die Präsenz und Position entfernter Objekte auf Basis von Delay-Messungen zu.

Die aktuelle Omnipräsenz von GPS-Empfängern als integrierte Mikrochip-Architekturen in Smartphones erlaubt ein fortwährendes Tracking und Positioning von Subjekten. Teilt man die Prämisse, dass sich Mediengeschichte über Gegenwartsphänomene konstituiert, ist es die Ubiquität von Sensormedien, welche die medienhistorische Rekonstruktion der Operationalisierung von Delays für heutige Alltagspraktiken, Infrastrukturen und Prozesslogiken brisant macht. Sensoren gerieten erst jüngst in den Fokus der Medienforschung. Sie problematisieren, „what it means ‚to sense‘ under current technological conditions“¹¹³ und bestimmen damit die Situation rezenter Medienkulturen maßgeblich mit. Ihre medienhistorische Analyse stellt hingegen ein Desiderat dar. Diese Untersuchung wird zeigen, dass globale Satelliten-Navigationssysteme wie das GPS auf einer Epistemologie der Übertragung basieren, die sich in einer medienarchäologischen Rekonstruktion über andere Medien, Praktiken und Schauplätze fortschreibt, als dies gängige Geschichten von GPS nahelegen.¹¹⁴ GPS als Technologie hat mithin nicht nur eine eigene Geschichte, sondern ist zudem integrierter Teil und zugleich Resultat einer größeren Mediengeschichte der Delaymessung, wie diese Arbeit aufzeigen wird.

112 Vgl. hierzu Sprenger, Florian (2019): *Epistemologien des Umgebens. Zur Geschichte, Ökologie und Biopolitik künstlicher environments*, Bielefeld.

113 Scholz, Sebastian (2021): „Sensing the ‚Contemporary Condition‘: Chronopolitics of Sensor-Media“, in: *Krisis* 41(1), 135-156, 135; hierzu auch Gabrys, Jennifer (2019): *How To Do Things with Sensors*, Minneapolis; oder Klimburg-Witjes, Nina/Poechhacker, Nikolaus/Bowker, Geoffrey C. (2021) (Hrsg.), *Sensing In/Security. Sensors as Transnational Security Infrastructures*, Manchester.

114 Vgl. Easton, Richard D./Frazier, Eric F. (2013): *GPS Declassified. From Smart Bombs to Smartphones*, Lincoln; Ceruzzi, Paul E. (2018): *GPS*, Cambridge, MA/London.

Als eine Quellengrundlage dienen mir zeitgenössische Wissenschaftspublikationen sowie Wissenschafts- und Technikzeitschriften wie das *Bell Labs Technical Journal*, das *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin*, die *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie* oder die *Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie*. Für die medienhistorische Rekonstruktion der technologischen Frühphase des Radars erweist sich insbesondere die am Radiation Laboratory des Massachusetts Institute of Technology zwischen Oktober 1940 und Dezember 1945 institutionalisierte Forschung als zentral. Diese fand ihren Niederschlag in der 28-bändigen „Radiation Laboratory Series“: eine umfassende Darstellung der dort stattgefundenen Forschungsaktivitäten und eine fast einmalige Form der Selbstdokumentation durch die beteiligten Akteure.

Friedrich Kittler nobilitierte für medienhistoriographische Arbeiten bekanntlich Quellen, die bis dato nicht im Literaturarsenal von Historiker:innen anzutreffen waren. Blockschaltbilder, Patentschriften, Beschreibungen technischer Gerätschaften oder Source Code – Dokumente, die vermeintlich nur für den engen Fokus technikhistorischer Forschung relevant seien, galten ihm als fundierte Grundlage für die materialitätsnahe Historiographie von Kulturen.¹¹⁵ Für die hier vorliegenden Mediengeschichten des Delays, die ein medienarchäologisches und praxeologisches Erkenntnisinteresse verfolgen, galt es, diesen Fundus an Quellen für die Mediengeschichtsschreibung wiederum zu erweitern, um zu den historischen Medien- und Datenpraktiken vorzustoßen. Praktiken haben kein Archiv und wurden selten in wissenschaftlichen Zeitschriften dokumentiert, ebenso wenig in Blockschaltbildern, Patenten usw. Die Sichtbarmachung historischer Praktiken konnte auf Basis publizierter Tagebucheinträge oder Briefwechsel, mit historischen ‚Handbüchern für den praktischen Gebrauch‘, Felddokumentationen sowie Autobiographien eingelöst werden; ebenso bspw. mit archivischem Filmmaterial des British National Archives, welches die Arbeit der Protagonist:innen im Dowding System dokumentiert. Nicht zuletzt konnte diese Studie insbesondere im Radarkapitel nur durch umfangreiche Archivrecherchen gelingen. Obgleich eine schiere Masse an technikhistorischen Arbeiten zum Radar vorliegt, ist seine medienwissenschaftliche Erforschung marginal. Im British National Archives sichtete ich daher – allein während eines Besuchs – über 3.000 Einzeldokumente, die eine wesentliche Grundlage des Kapitels darstellen. Den Quellenkanon einer techniknahen Medienwissenschaft habe ich mit jenen Quellen, die historische Praktiken doku-

115 Vertiefend zur Mediengeschichtsschreibung bei Kittler siehe Köhler, Christian (2018): *Mediengeschichte schreiben. Verfahren medialer Historiographie bei Dolf Sternberger und Friedrich Kittler*, Paderborn; vgl. hierzu auch Vogl, Joseph/Balke, Friedrich/Siegert, Bernhard (2013) (Hrsg.), *Archiv für Mediengeschichte* 13: „Mediengeschichte nach Friedrich Kittler“.

mentieren, wechselbezüglich gelesen. Meine Betrachtung der wechselseitigen Verfertigung von Infrastrukturen technischer Prozesse einerseits, menschiabasierten Operationsketten andererseits, durch Menschen und Medien als handlungsmächtigen Akteuren gleichermaßen, verbindet so Elemente einer praxisfokussierten Medienforschung mit medienarchäologisch erprobten Methoden.

Zusammenfassend wird diese Arbeit auf Basis der folgenden quellenahen Fallgeschichten historisch nachzeichnen, wie ein vermeintlich völlig zweckfreies, buchstäblich unpraktisches physikalisches Phänomen – Delay – kulturelle Relevanz erhielt und einen eigenen Typus von Mess- und Speichermedien begründete. Diese wiederum zeitigten nachgelagerte Effekte, die nunmehr einen irreduziblen Bestandteil rezenter Medienkulturen darstellen. Signale weisen mithin eine eigene Wissens- und Technikgeschichte auf, wie sie Historiker:innen womöglich nicht zu schreiben vermögen. Ebenso haben Signallaufzeiten eine Geschichte, die zu schreiben Aufgabe von Medienwissenschaftler:innen ist. Einem Teil jener Geschichte widmet sich diese Arbeit. Die mit dem Fokus auf programmatische historische Situationen einhergehende Bruchstückhaftigkeit verstehe ich dabei nicht als Manko. Sie erlaubt, auf signifikante Umbruchsmomente in der Historie des Delays zu fokussieren und vom Konstruieren historischer Linearitäten zugunsten einer Analyse von ‚Eskalationen‘, mit Friedrich Kittler gesprochen, bzw. von konstitutiven ‚Diskontinuitäten‘, im Sinne Michel Foucaults, abzusehen. Die in den Fallgeschichten erschlossenen Operationalisierungen von Delays können im Sinne Thomas Kuhns als *Paradigmenwechsel* einer geteilten Wissens-, Technik-, Kultur-, Architektur-, Medizin- und nicht zuletzt Mediengeschichte gelten. Dass in der medienhistorischen Analyse vermeintliche Umwege beschritten werden, liegt darin begründet, dass die Geschichte der Medien des Delays eine ebenso non-lineare wie auch multidisziplinäre ist. Die fokussierten Medien entstammen nicht allein einer physikalischen Akustik oder singulär der Elektrotechnik noch allein der Nachrichtentechnik, der Meereskunde, der Militärforschung etc. Vielmehr taucht das Delay als epistemisches Wissensobjekt und Akteur in *allen* diesen Diskursen und Disziplinen zu unterschiedlichen Zeiten auf und hinterlässt unterschiedliche Datenspuren und Apparaturen. Eine medienkulturwissenschaftlich orientierte Geschichte von Delays hat demnach eine materiell-technische und eine diskursiv-kontextuelle Seite. Technisch, da das Delay Instrumente und Medien der Datenerhebung, -analyse, -adressierung, -speicherung und -übertragung begründete: Hardware also, die in Infrastrukturen und Ko-Operationsketten wirksam wurde. Andererseits gingen mit dieser Hardware Diskurse einher: Wissen, Philosophien, aber auch Politiken, Märkte und ihre Praktiken, die miteinander interagierten und sich gegenseitig formten. In diesem Sinne stehen in dieser Arbeit die ‚Medien des Delays‘ als Pris-

ma für eine Medienkultur-, Wissens- und Praxisgeschichte der Übertragung mit einer historischen Rahmung von 1850 bis 1950.