

der Telefonie garantiert werden konnte. Die Herstellung von Abhörsicherheit stellte seit jeher ein zentrales Problem in der Telefongeschichte, insbesondere der Funktelefonie dar, da auf entsprechender Frequenz mit entsprechendem Empfänger – erlaubt oder unerlaubt – mitgehört werden konnte. Schließlich unterschied sich eine solche Kommunikationsanordnung nicht vom Rundfunk, wo das ‚Abhören‘ explizit erwünscht ist.⁷¹

In einem späteren Patent von Mathes unter demselben Titel „Wave Transmission System“, wurde vorgeschlagen, Telefonsignale in zwei Frequenzbänder zu zerlegen: mit einem Hoch- und einem Tiefpassfilter in ein höheres und ein tieferes.⁷² Wird eines dieser beiden Frequenzbänder am Senderort, das andere am Empfängerort, mit einer *delay line* verzögert und besäßen beide exakt dasselbe Delay, so konnte beim Abhören beider Frequenzbänder während der Übertragung ausschließlich Rauschen vernommen werden, „so that an unauthorized person who may intercept the wave being secretly transmitted is unable to restore it to recognizable or understandable form“, wie Mathes an anderer Stelle schrieb.⁷³ Explizit wird an dieser Stelle auch, dass das „time shift“, also die Verzögerung der Frequenzbänder, die durch Mathes‘ Verzögerungsmodul realisiert wurde, in dieser Verwendung die Funktion eines „storage device“⁷⁴ erfüllte.

Theorie – Übertragungsspeicher

Dass Verzögerungsleitungen heute keine Verwendung mehr als Speicherinstanzen erfahren, darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass sie jahrzehntelang in heterogenen Mediengefügen und Infrastrukturen die adäquate Lösung für eine Vielzahl unterschiedlicher Probleme darstellten. Akustische Verzögerungsleitungen erwiesen sich im Gegensatz zu elektrischen Verzögerungselementen als vergleichsweise leicht zu bauende, preiswerte und nicht zuletzt platzsparende Speicher, deren Dynamik bzw. Flüchtigkeit den Erfordernissen ihres Einsatzes genügte.

71 Die Brisanz der Frage nach Abhörsicherheit in der frühen Telefonie lässt sich auch daran ablesen, dass Claude Shannons maßgebliche „Mathematical Theory of Communication“ in ihrem Kontext entstand, vgl. Shannon, Claude E. (1948): „A Mathematical Theory of Communication“, in: *Bell System Technical Journal* 27, 379-423. Expliziter wird dieser Kontext schon im Titel seines späteren Papers (1949): „Communication Theory of Secrecy Systems“, in: *Bell System Technical Journal* 28, 656-715.

72 Mathes, Robert C. (1929): „Wave Transmission System“, United States Patent Office No. 1.819.649, Application filed March 30, 1929, Patented August 18, 1931.

73 Mathes, Robert C. (1923): „Secret Signaling“, United States Patent Office No. 1.542.566, Application filed June 3, 1923, Patented June 16, 1925, 1.

74 Ebd.

Was haben die erörterten Implementierungen von Verzögerungsleitungen gemeinsam? Die historisch rekonstruierten Speichermodule waren submediale Übertragungsanordnungen, die als Teil medientechnischer Prozessarchitekturen Signale kurzzeitig verzögerten, die zuvor eigens zu diesem Zweck in akustische Signale übersetzt worden waren. Die *delay lines* fanden Verwendung, wenn es galt, zwei verschiedene Signale miteinander zu vergleichen oder zu kombinieren. In diesen Fällen wurden Signale entweder zur Mittelwertbildung verarbeitet oder subtrahiert (analoge Farbfernsehtechnik und in der Radar-Festzielunterdrückung) oder miteinander kombiniert (Rundfunktechnik). Eine zentrale andere Verwendung bestand darin, für anderweitige Prozesse genügend Zeit zu schaffen, so z.B. für die Generierung eines Störsignals in der frühen Fernsehtechnik (Percivals Patent) und für die Relais in der frühen Funktelefonie. Als verschaltete Module (*embedded systems*) in technischen Systemen realisierten sie dabei Zeitkritisches: Ihre Verzögerungszeit musste exakten Vorgaben entsprechen, sie waren mit anderen technischen Taktungen synchronisiert (bspw. Radarortungen oder der Dauer einer Bildzeile beim Farbfernsehen) und ihre Verzögerungszeit musste konstant sein.

Sofern sinnlich vernehmbar, wurde Delay in der Funktelefonie bescheinigt, „less tolerable“,⁷⁵ mithin Störung zu sein. Auf submedialer Ebene war die Verschaltung von Verzögerungen hingegen der Garant für störungsfreie Kommunikation. Die zeitkritische Implementierung von Delay realisierte eine Strategie des flüchtigen Speicherns, die – wie die verschiedenen Fallbeispiele zeigen – unterschiedliche Zwecke erfüllte: Akustische Verzögerungsleitungen dienten dem Vermeiden von Redundanz (in ihrer Verwendung in der Radar-Festzielunterdrückung); dem Vorbeugen von Rückkopplung (in der Funktelefonie); der Realisierung eines Arbeitsspeichers (in frühen Computern); der Herstellung von Audioästhetik (in der analogen Rundfunkpraxis); und sie waren Garant bildfarblicher Kohärenz (in der analogen Fernsehtechnik). Oder mit David Link kommentiert: „In communication, delay is a most unwelcome phenomenon, but from the angle described above, it is volatile, short-term storage.“⁷⁶

Im nachrichtentheoretisch engen Sinn erfüllten akustische Verzögerungsleitungen nicht in allen ihren Anwendungsbereichen die Funktion eines Speichers. In der frühen Fernsehtechnik und der Funktelefonie sollte die *delay line* schlicht genügend Zeit verschaffen, um entweder Korrekturen an einem Ausgangssignal vornehmen zu können oder den jeweiligen Sprechkanal rechtzeitig freizuschalten. Beim Radar hingegen – wie anschließend in der Computer- und späteren Fernsehtechnik – kann auch im technisch engen Sinn von einem Speichern ausgegangen

75 Brown (1937): „Transoceanic Radio Telephone Development“, 560.

76 Link (2006): „There Must Be an Angel“, 30.

werden. Denn dort galt es, den Informationsgehalt von Signalen zu speichern, um diesen mit später eintreffenden Signalen zu verrechnen oder zu kombinieren.

Auf Basis einer komparativen technikhistorischen Analyse der Verschaltung von akustischen Verzögerungsleitungen wurden in diesem Kapitel Übertragungen untersucht, die nicht der Vermessung von Räumen und Körpern galten, sondern flüchtige Speicher realisierten. Dabei ist davon auszugehen, dass eine *delay line* nachrichtentheoretisch interpretiert eine vollkommen sinnfreie Übertragungsanordnung darstellt. Die zu übertragenden Daten oder Signale lagen in den medientechnischen Prozessarchitekturen, in welchen sie zum Einsatz kamen, bereits vor. Damit fehlte es der Übertragung nachrichtentheoretisch gelesen an Notwendigkeit: Die zu übertragenden Informationen waren originär schließlich bereits am richtigen Ort verfügbar – allerdings waren sie dies nicht zur erforderlichen Zeit.

Scheinen Verzögerungsleitungen *prima facie* analoge Module zu sein, sind sie nicht eindeutig auf der Seite des Digitalen oder Analogen zu verorten. Ob die durch sie gesendeten Signale analogen oder digitalen Medientechniken dienten, entschied sich an diesen Signalen selbst, nämlich daran, ob diese kontinuierlich, mithin analog, oder diskret, mithin digital vorlagen. Im Falle früher Digitalcomputer diente die *delay line* als Arbeitsspeicher digitaler Daten, in den anderen geschilderten Anwendungsbereichen diente sie der flüchtigen Speicherung analoger Signale.

Wie erwähnt entfaltet die von Friedrich Kittler eher mit heuristischem Anspruch identifizierte Trias an Medienfunktionen noch in der aktuellen Medienforschung normative Wirkung. Auf Basis akustischer Verzögerungsleitungen sollte dies hinsichtlich des „Speicherns“ kritisch hinterfragt werden. Begrifflich verdankt sich das Speichern dem Lateinischen *spicarium*, das originär architektonische Einrichtungen zur materiellen Aufbewahrung von Gütern bezeichnete; klassischerweise die Korn- und Getreide-, aber auch Waffenspeicher, die s.g. Zeughäuser. Dieser Etymologie entsprechend hatte Kittler dem Speichern bescheinigt, der Überbrückung von Zeit zu dienen.⁷⁷ Ebenso wird in der Medienwissenschaft (und nicht nur dort) heute der Begriff definiert. Das Speichern sei gleichbedeutend mit einer Stillstellung; es ziele, so heißt es, auf eine „zeitliche Fixierung“⁷⁸ ab, womit ein statisches Verständnis von Speichern assoziiert wird. Speichern, so Hartmut Winkler, meint neben dem „Stillstellen“⁷⁹ auch das „Verfestigen“,⁸⁰ das Herstellen von etwas Stabilem; und weiterhin schreibt er: „Speicher stehen, als Technik der Stillstellung,

77 Kittler, Friedrich (2002): *Optische Medien. Berliner Vorlesung 1999*, Berlin, 46.

78 Neubert (2015): „Speichern“, 538.

79 Winkler, Hartmut (2015): *Prozessieren. Die dritte, vernachlässigte Medienfunktion*, Paderborn, 130.

80 Ebd., 153.

gegen die Zeit.“⁸¹ Mithin sollen Prozesse der Speicherung Signale „fixieren“.⁸² Ähnlich heißt es bei Helmut Schanze, das Speichern als „zentrale Funktion in Mediensystemen“ sei ein „System der Codierung (...) zur Aufzeichnung“ und „Fixierung“.⁸³ Speicher dienen einer „Überwindung von Zeit“⁸⁴ sie sind die materiellen Orte, an denen Informationen abgelegt, mithin „stillgestellt werden.“⁸⁵ In dieser Lesart erscheinen Speicher als Architekturen, Institutionen oder Module der Konservierung bzw. Entzeitlichung.

Am Beispiel akustischer Verzögerungsleitungen konnte dieses Kapitel zeigen, dass Speichern und Übertragen nicht per se verschiedene mediale Funktionen darstellen. Sie können operativ verschränkt sein, wenn ein Übertragungsakt ein flüchtiges Speichern realisiert bzw. umgekehrt, wenn Speichern durch Übertragen stattfindet. Verzögerungsleitungen als operative Kanäle ‚überwinden‘ – wie sich in Erwiderung zu Hartmut Winkler⁸⁶ oder Perspektivierungen von Übertragungs- und Speichermedien durch Harold Innis⁸⁷ formulieren ließe – nicht *entweder* Raum (Übertragungsmedien) *oder* Zeit (Speichermedien), sondern *weder* Raum *noch* Zeit. Damit wird deutlich, dass Übertragungs- als Speicheroperationen und *vice versa* gedeutet werden können, wie es nüchtern im Band *HF Übertragungsleitungen* von 1962 hieß: „Jede Übertragungsleitung könnte als Verzögerungsleitung benutzt werden“.⁸⁸ Verzögerungsleitungen erscheinen als Übergangsobjekte, die Kommunikations- als Speicherdispositive deuten. Ganz in diesem Sinne könnte im Übrigen *jede* Praxis und Technik der Übertragung als räumlich bedingte Speicherdauer interpretiert werden, womit, im Sinne John Durham Peters, „sending and saving are twin faces of the same communication circuit“⁸⁹ insbesondere für das Fallbeispiel von *delay lines* gilt. Für die Medien- und Techniktheorie hat das nicht un wesentliche Konsequenzen, da Speichern somit nur mit Einschränkung die Be-

81 Ebd., 14.

82 Ebd., 130.

83 Schanze, Helmut (2002) (Hrsg.), *Metzler-Lexikon Medientheorie – Medienwissenschaft. Ansätze – Personen – Grundbegriffe*, Stuttgart/Weimar, 333.

84 Fingerhut, Elena (2017): „Übertragen und Speichern. Zum Verhältnis von Adressen und medialen Gehäusen“, in: Christina Bartz et al. (Hrsg.), *Gehäuse. Mediale Einkapselungen*, Paderborn, 343-361, 354.

85 Ebd., 357.

86 Vgl. Winkler, Hartmut (2015): Prozessieren, 9.

87 Vgl. Innis, Harold (1950): *Empire and Communications*, Oxford, insb. 7.

88 Schure, Alexander (1962) (Hrsg.), *HF Übertragungsleitungen. Elektronik für den Praktiker*, Berlin, 70.

89 Peters, John Durham (2003): „Space, Time, and Communication Theory“, in: *Canadian Journal of Communication* 28(4), 397-412, 404.

dingung dafür ist, dass etwas übertragen werden kann. „Speichern bedeutet Stillstellung, und Übertragen setzt Stillstellung voraus“⁹⁰ mag insofern nur eingeschränkt gelten. Auch kann „Zirkulation“ *nicht* als Gegenbegriff zum Speichern verstanden werden.⁹¹ Vielmehr basiert die Speicherfunktion der akustischen Verzögerungsleitung auf einer Mobilität von Daten, nämlich unter kontrollierten, zeitkritischen Bedingungen, wobei die Taktung der Übertragung entscheidendes Kriterium für ein flüchtiges Speichern wird.

In Claude Shannons „Mathematical Theory of Communication“ ist der Kanal ein Mittel, ein Signal von einem Sender zu einem Empfänger zu übertragen: „The channel is merely the medium used to transmit the signal from the transmitter to receiver.“⁹² Durch die Verzögerungsleitung erfährt diese basale Definition des Kanals eine Akzentverschiebung bzw. Erweiterung. Der Kanal fungiert nicht als Überträger einer Botschaft über eine räumliche Distanz, sondern die physikalische Eigenschaft seiner Materialität, durch ihn gesendete Signale zu verzögern, ist sein spezifisches Charakteristikum. Verzögerungsleitungen operationalisieren den Kanal als flüchtigen Speicher. Die Botschaft der *acoustic delay line* im Sinne Marshall McLuhans ist mithin eine Zeithliche: Als Zeitkanal können mit ihr Signale an eine bestimmte Zukunft adressiert werden, was wiederum zur Frage der Adresse führt.

Die Adresse ist eine Bedingung für die Übertragung, wie Hartmut Winkler herausgearbeitet hat. Schließlich muss vor jedem Übertragungsakt das Ziel der Übertragung definiert sein: „Übertragung bedeutet, dass feststehen muss, wohin übertragen wird. ‚Wohin‘ aber meint etwas Feststehendes, einen Ort.“⁹³ Im Falle von Verzögerungsleitungen reicht die Bedingung, über die Adresse eines Zielorts, d.h. eines Empfängers zu verfügen, nicht aus bzw. gibt es eine zentrale Nebenbedingung: Die genaue Adresse ist ebenso entscheidend wie der exakte Zeitpunkt, an welchem die Sendung dort ankommen soll. Neben dem Ziel-Ort ist diese *Ziel-Zeit* bei Verzögerungsleitungen das kritische Moment, da diese wiederum die Bedingung dafür war, zeitversetzte Signale miteinander zu verrechnen bzw. mit externen Taktungen der Prozessarchitektur zu synchronisieren. Ziel der Übertragung war in diesem Fall nicht ausschließlich die fehlerfreie Reproduktion am Empfän-

90 Winkler (2015): *Prozessieren*, 217. Weiterhin, so Winkler, sei Übertragung auf etwas zuvor Stillgestelltes, Stabiles angewiesen, was im Falle der akustischen Verzögerungsleitung auch nicht gilt, ebd., 167.

91 Neubert (2015): „Speichern“, 548.

92 Shannon (1948): „A Mathematical Theory of Communication“, 380.

93 Winkler (2015): *Prozessieren*, 182.

gerort („das Ziel einer Übertragung ist ja immer ihr fehlerfreier Inhalt“⁹⁴), sondern zusätzlich die zeitkritisch exakte dortige Ankunft.

Speichern, Übertragen, Prozessieren – wenn Friedrich Kittler diese Trias von Medienfunktionen allein idealtypisch und einer Heuristik dienend behauptete, sollte die aktuelle Medien- und Techniktheorie davon Abstand nehmen, diese Begriffe als stets geklärt zu verwenden und sich nicht an ihrer vermeintlichen Normativität ausrichten. Akustische Verzögerungsleitungen sind flüchtige Speichermodule, anhand derer dieses Kapitel aufzeigen konnte, dass das Speichern und das Übertragen in unterschiedlichen Prozessarchitekturen und Infrastrukturen unterschiedlichen Zwecken dienen kann. Die wiederum heuristische Konsequenz hieraus wäre, die Komplexität technischer Medien nicht reduktionistisch auf drei Funktionalitäten abzubilden. Vielmehr gilt es umgekehrt, die je spezifische Operationalität technischer *agencies* zu untersuchen und erst anschließend zu fragen, welche funktionale Handlungsmacht diese entfalten. So entbirgt sich „Verzögerung“ als genuine Medienfunktion, die sich nicht eindeutig dem Speichern, dem Übertragen oder gar dem Prozessieren zuschlagn lässt.

Im Falle akustischer Verzögerungsleitungen ist der Akteur Delay als volatiler Speicher interpretiert worden. Damit unterscheidet sich diese Form der Operationalisierung von Signallaufzeiten von den in den vorigen Kapiteln untersuchten Techniken, die dem Messen von Entfernung im Georaum dienten. Delays erfuhren allerdings auch in einer Umgebung Anwendung, die sich von den bisherigen Räumen und Umwelten – Postrohre, militärische Felder, Quecksilberleitungen, Weltmeere – unterscheidet: biologische Körper. Diese stehen im Fokus des folgenden Kapitels, das sich der sonographischen Vermessung lebender Körper auf Basis von Delay historisch widmet.

94 Völz, Horst/Höltgen, Stefan (2018): *Medientechnisches Wissen 1: Logik: Informations- und Speichertheorie*, Berlin/Boston, 167.

