

Jens Schröter

## Rauschunterdrückung. Eine Skizze ihrer Geschichte, Theorie, Ästhetik

2024

<https://doi.org/10.25969/mediarep/22942>

Veröffentlichungsversion / published version

Sammelbandbeitrag / collection article

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Schröter, Jens: Rauschunterdrückung. Eine Skizze ihrer Geschichte, Theorie, Ästhetik. In: Ralf Adelman, Tobias Matzner (Hg.): *Filter*. Paderborn: Universität Paderborn 2024 (Medienwissenschaftliches Symposium der DFG 4), S. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.25969/mediarep/22942>.

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Creative Commons - Namensnennung 4.0/deed.de Lizenz zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu dieser Lizenz finden Sie hier: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

### Terms of use:

This document is made available under a creative commons - Attribution 4.0/deed.de License. For more information see: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Jens Schröter

## Rauschunterdrückung.

### Eine Skizze ihrer Geschichte, Theorie, Ästhetik

In der Kommunikations- und Informationstheorie von Claude Shannon (und Warren Weaver) werden basale Elemente eines Kommunikationssystems beschrieben (Abb. 1). Dabei wird betont, dass der Kanal jederzeit von ‚noise‘ bedroht ist:

During transmission, or at the receiving terminal, the signal may be perturbed by noise or distortion. Noise and distortion may be differentiated on the basis that distortion is a fixed operation applied to the signal, while noise involves statistical and unpredictable perturbations. Distortion can, in principle, be corrected by applying the inverse operation, while a perturbation due to noise cannot always be removed, since the signal does not always undergo the same change during transmission.<sup>1</sup>

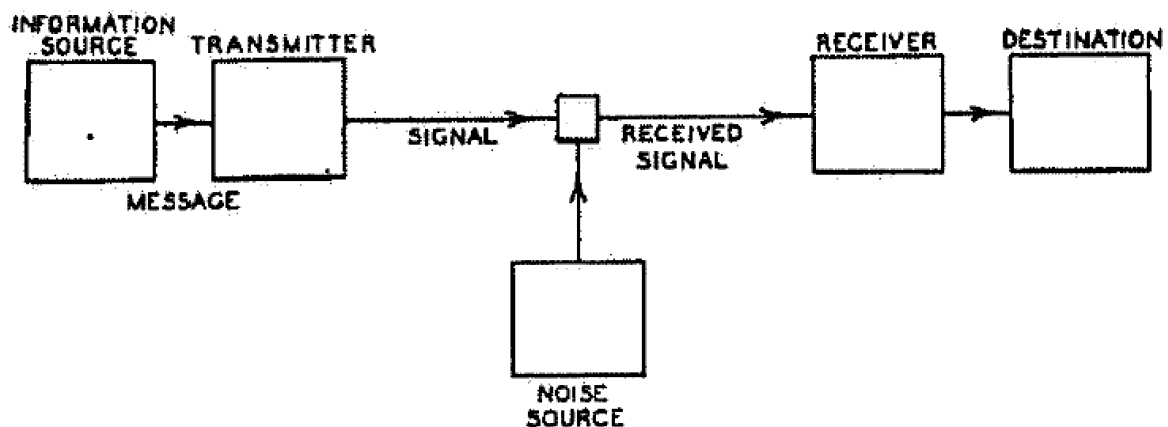


Fig. 1—General communications system.

Abb. 1 Schema eines Kommunikationssystems nach Shannon, Claude Shannon: Communication in the Presence of Noise, in: *Proceeding of the IRE*, 37, 1, 1949, 10–21, hier 11.

Shannon diskutiert, dass die im Kanal anfallenden Störungen – Verzerrungen und eben ‚noise‘ – so gut es geht zu entfernen seien, will man das Signal mit bestmöglicher Qualität übertragen. An anderer Stelle diskutiert er außerdem ein ‚correction system‘. (Abb. 2).

<sup>1</sup> Claude Shannon: Communication in the Presence of Noise, in: *Proceeding of the IRE*, Vol. 37, Nr. 1, 1949, 10–21, hier 11.

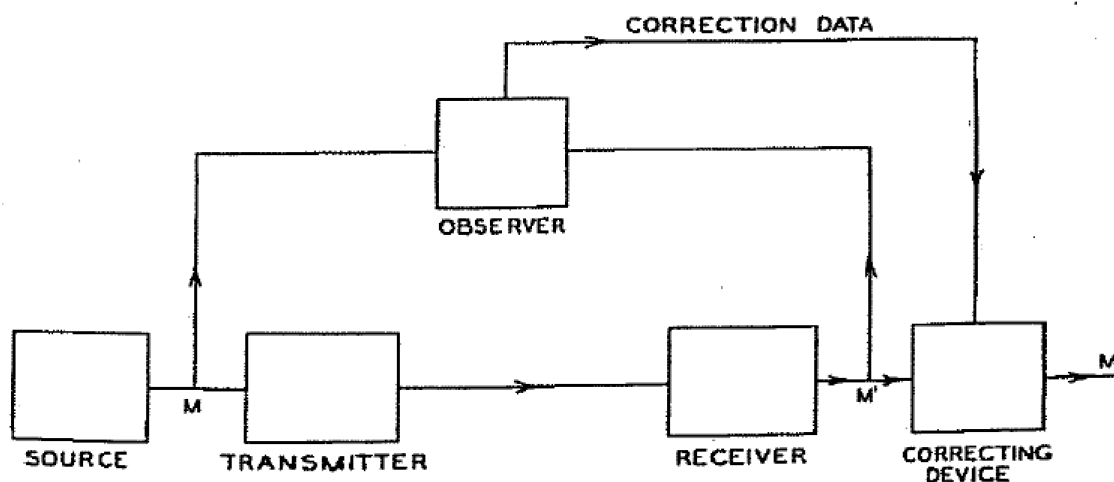


Fig. 8—Schematic diagram of a correction system.

Abb. 2 ‚Correction System‘ nach Shannon, Claude Shannon: A Mathematical Theory of Communication, in: *The Bell System Technical Journal*, 27, 1948, 379–423 und 623–665, hier 409.

Zwar bezieht er dies auf einen ‚discrete channel‘, welcher gerade nicht die Charakteristika der analogen Klangwiedergabesysteme hat, die hier im Mittelpunkt stehen werden – jedoch wird uns das Prinzip in ähnlicher Form noch wiederbegegnen. Das ‚correction system‘ funktioniert so: Ein ‚observer‘, der natürlich ein „auxiliary device“<sup>2</sup> sein kann (aber manchmal auch ein geschickter Tonmeister ist), greift das Signal M des Senders ab und vergleicht es mit dem erhaltenen Signal M'. Die Differenz zwischen beiden ist den Störungen des Kanals geschuldet. Also erzeugt der Observer ‚correction data‘ und leitet sie an ein ‚correcting device‘ weiter, welches das Signal M' so transformiert, dass es wieder dem ursprünglichen Signal M entspricht (oder ihm zumindest möglichst nahekommt). Ohne hier weiter auf Shannons schwierige Theorie einzugehen, verweist dieses Schema des ‚correction device‘ auf kommende Verfahren der Rauschunterdrückung – der Ausfilterung des „thermische[n] Rauschen[s], das alle Materien, also auch Widerstände oder Transistoren nach einer wiederum Boltzmannschen Formel bei Arbeitstemperaturen abstrahlen [...].“<sup>3</sup> Um in unserem Beispiel zu bleiben: Wenn es gelänge das Rauschen des Kanals phaseninvertiert dem Signal M' hinzuzufügen, würde es verschwinden.

*Erste Beobachtung: Eine Operation von Filtern in Medientechnologien kann die Ausfilterung unerwünschter Störungen sein, sie können also eine Technik der Approximation des originalen Signals und damit ein Verfahren zur Unsichtbar- oder Unhörbarmachung des technischen Kanals sein.*<sup>4</sup>

2 Claude Shannon: A Mathematical Theory of Communication, in: *The Bell System Technical Journal*, Nr. 27, 1948, 379–423 und 623–665, hier 408.

3 Friedrich Kittler: Signal-Rausch-Abstand, in: Hans-Ulrich Gumbrecht/Karl Ludwig Pfeiffer (Hg.): *Materialität der Kommunikation*, Frankfurt/M. 1998, 342–359, hier 345. Kittler verweist im Folgenden mit Shannon auf den weiteren Punkt, dass nämlich das Rauschen auch eine sorgsam verschlüsselte Botschaft sein könnte und für die weitere militärische Nutzung der Kommunikationstheorie relevant ist (und übrigens auch für die Frage extraterrestrischer Kommunikation), was ich aber hier überspringen werde.

4 Das bedeutet auch, dass phänomenologische Medientheorien, die Medien abstrakt als Oszillation zwischen Transparenz und Opazität beschreiben, die Arbeit, um die Transparenz des Kanals herzustellen, überspringen, vgl. Yoni Van Den Eede: In Between Us: On the Transparency and Opacity of Technological Mediation, in: *Foundations of Science*, Nr. 16, 2011, 139–159.

Auch in diesem Sinne sind „Nachrichten selber als [...] Filterungen eines Rauschens generierbar“.<sup>5</sup> Das muss aber nicht sein: Kunstvoll eingesetzte Filter, z.B. um akustische oder visuelle Signale zu verfremden, dienen genau umgekehrt der Entfernung von einem wie auch immer gegebenen Originalsignal und machen die Technizität des Kanals sichtbar – soweit, dass der zugrundeliegende Kanal (in seinen institutionellen Formen) sogar den Filtern seinen Namen geben kann, wie z.B. bei Instagram.

Der vorliegende Essay fokussiert eine bestimmte Gruppe von Medientechnologien, ihre Geschichte, die mit Ihnen verbundene Praktiken und Ästhetiken, zumindest skizzenhaft: die analoge Klangaufzeichnung auf Bändern (Tonband, Kompaktkassette). Wie man Shannons genereller Theorie der Kommunikation entnehmen kann, ist ‚noise‘ ein Problem für jeden Kanal und nicht nur für einen bestimmten Typ von Kanal. Die Konzentration auf die analoge Bandaufzeichnung von Audiosignalen erklärt sich – neben der unvermeidlich notwendigen Fokussierung auf etwas – schlicht daraus, dass die analoge Audiotechnik den Begriff der ‚Rauschunterdrückung‘ und die mit ihm verbundenen Filterverfahren v.a. wie ‚Dolby‘ jedenfalls eine gewisse Zeit lang bekannt machten, das Dolby-Logo (Abb. 3) ist, oder wohl besser: *war* weithin bekannt.<sup>6</sup>

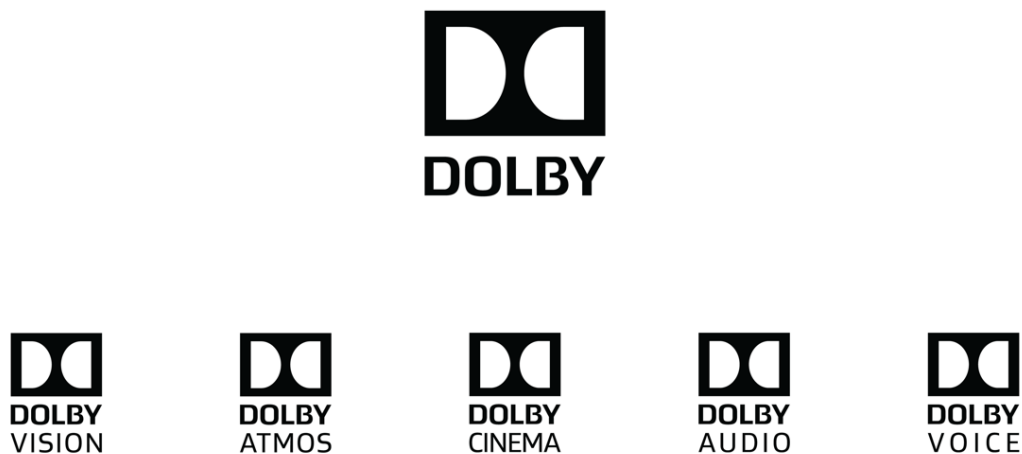


Abb. 3, [www.dolby.com/us/en/about/brand-identity.html](http://www.dolby.com/us/en/about/brand-identity.html) (18.01.2020).

Auf Basis der technischen Operationen entwickelten sich bestimmte Kulturen, Praktiken und Ästhetiken des Rauschfilters, die man zumindest ausschnittsweise beschreiben kann. Es könnte sein, dass man erste Hinweise auf den Zusammenhang von Theorien, Technologien und Praktiken wie Ästhetiken des Filterns bekommt.

Es kann hier nicht en detail auf die Geschichte der Tonbandtechnologie und der anschließenden Entwicklung der Kompaktkassette als kommerzieller Technologie eingegangen werden.<sup>7</sup> Man kann

<sup>5</sup> Kittler: *Signal-Rausch-Abstand*, 347.

<sup>6</sup> Worauf hier nicht näher eingegangen wird, ist die Rolle von Dolby-Technologien für das Kino, vgl. Gianluca Sergi: *The Dolby Era. Film Sound in Contemporary Hollywood*, Manchester 2004. Ebenfalls gehe ich hier nicht auf Technologien der ‚Active Noise Cancellation‘ ein, die gegenwärtig bei Kopfhörern eine große Rolle spielen, vgl. dazu Jens Schröter: *Technologien der Stille. Zu ihrer Archäologie und Ästhetik*, Vortrag gehalten 24.10.2019, Ringvorlesung „Klangkonzepte“ (Prof. Dr. J. G. Papenburg), Printpublikation in Vorbereitung.

<sup>7</sup> Vgl. Pia Fruth: *Record. Play. Stop. Die Ära der Kompaktkassette*, Bielefeld 2018 und Axel Volmar, Judith Willkomm: Klangmedien, in: Jens Schröter (Hg.): *Handbuch Medienwissenschaft*, Stuttgart 2014, 279–288.

festhalten, dass zu magnetisierende Tonbänder als Klangspeicher besondere Herausforderungen bzgl. des Kanals stellen. So wurde 1940 lakonisch festgestellt:

Die Wiedergabe von magnetischen Schallaufzeichnungen auf Stahldraht und Stahlband, aber auch auf magnetisierbarem Film ist nach dem heutigen Stand der Technik mit einem störenden Grundgeräusch behaftet.<sup>8</sup>

Einerseits sind sie nicht beliebig hoch aussteuerbar, da dann Verzerrungen drohen. Andererseits bedeutet das, dass das Signal nicht sehr ‚laut‘ gegenüber dem weißen Rauschen des Bandes ist. Frühe Entwicklungen wie die Vormagnetisierung – später im ‚Dolby HX Pro‘ abhängig vom Anteil hoher Frequenzen im Tonsignal dynamisiert<sup>9</sup> – erlaubten eine deutliche Verbesserung der Aussteuerbarkeit, aber es blieb immer noch ein kräftiges Rauschen.<sup>10</sup> Eine frühe Idee, um das Rauschen zu reduzieren (die auch im Rundfunk verwendet wurde) ist die ‚Pre-Emphasis‘. Die Idee: Da Rauschen v.a. im Bereich höherer Frequenzen störend auffällt, hebt man vor der Aufnahme, mit einer entsprechenden Schaltung, hohe Anteile an und senkt sie bei der Wiedergabe wieder ab – so verringert man auch das Rauschen.<sup>11</sup> Das große Problem dabei ist, dass so die hohen Frequenzen bei der Aufnahme eben lauter werden und die Sättigung des Bandes schneller erreicht wird, d.h. man erzeugt Verzerrungen. Was wiederum bedeutet, dass man den Aufnahmepegel im Ganzen absenken muss, was in anderen Frequenzbereichen dann zu einem niedrigeren Signal-Rausch-Abstand führt. *Zweite Beobachtung: Es kann einen technischen Trade-off bei Filtern geben: Dadurch, dass sie etwas Bestimmtes gut machen, verschlechtern sie möglicherweise etwas anderes.*

Dazu kommt, dass die Qualität der Signalreproduktion entscheidend an der Bandgeschwindigkeit hängt. Je schneller das Band läuft, desto besser kann es angesteuert werden, desto höher sind Frequenzumfang und Rauschabstand. Daher hatten viele klassische Tonbandmaschinen vergleichsweise hohe Bandgeschwindigkeiten von 38.1 oder sogar 76.2 cm/s.<sup>12</sup> Um den Kanal möglichst rauschfrei zu gestalten, wäre also die Nutzung der höchstmöglichen Bandgeschwindigkeit empfehlenswert. Doch offenkundig tritt damit ein neues Problem auf: Je schneller das Band läuft, desto weniger lang ist die Laufzeit einer gegebenen Spule. Wenn man ein längeres Konzert reproduzieren wollte, müsste man schon sehr große Spulen nehmen, die das Gerät sperrig und unhandlich machen und überdies mechanische Probleme mit der Beschleunigung und Abbremsung der großen, trägen Spulen erzeugen. Das Band dünner zu machen, ist auch nur eine begrenzte Option – denn es darf ja nicht reißen. Das

---

8 Hans-Joachim von Braunmühl, Walter Weber: Verfahren zur magnetischen Schallaufzeichnung, in: *Reichspatentamt*, Patentschrift Nr. 743 411, Klasse 42g, Gruppe 10 02, präsentiert 28.7.1940, Bekanntmachung der Patenterteilung 4.11.1943, 1.

9 Vgl. Ian Hardcastle: Quality Improvements in Pre-Recorded Cassettes, in: *SAE Transactions*, Vol. 95, 1986, 1622–1637, hier 1622–1629.

10 Vgl. Braunmühl, Weber: *Verfahren zur magnetischen Schallaufzeichnung*, v.a. 2ff.

11 Interessanterweise war auch im ersten CD-Standard eine Pre-Emphasis für CDs vorgesehen, die aber in der Praxis kaum genutzt wurde.

12 Vgl. o.A.: Tonbandtechnik: Welches Tonbandgerät für welchen Zweck?, *Genesis Audioline*, <https://genesis-audioline.de/technik/tonbandtechnik/> (17.01.2020): „Sie werden sich fragen, wie es zu den ‚krummen‘ Werten für die Bandgeschwindigkeiten kam: sie sind durch Halbierung der jeweils nächsthöheren Geschwindigkeit entstanden (auch die Spurenzahl ist ja durch fortschreitende Halbierung gewonnen). Am Beginn der Tonbandtechnik standen ehrwürdige 76,2 cm/sec, das entspricht 30 Zoll pro Sekunde. Letzten Endes liegt der Abstufung nämlich das britisch-amerikanische Maßsystem zugrunde, und um den internationalen Bandaustausch nicht zu erschweren, hat man es dabei gelassen und auf Werte aus dem metrischen System verzichtet (38,1 cm/sec = 15"/sec; 19,5 cm/sec = 7,5"/sec; 9,53 cm/sec = 3,3/4"/sec, (" ist die Abk. für Zoll).“

Problem verschärft sich noch mehr beim Versuch die Tonbandtechnologie in Form der Kompaktkassette als handliche kommerzielle Technologie zu etablieren. In die kleinen – eben ‚kompakten‘ – Kassetten passt nicht soviel Band, aber die zu dieser Zeit etablierten Vinylplatten hatten im Durchschnitt eine Laufzeit von ca. 40-45 Minuten. Also wurden Kassetten entwickelt, die entweder 90 Minuten (45 Minuten pro Seite = eine ganze Platte) oder 60 Minuten (30 Minuten pro Seite = eine Seite einer Platte) aufnehmen konnten. Jedoch musste dann, da so wenig Band in die Kassette passte, die Bandgeschwindigkeit stark abgesenkt werden – auf 4,76 cm/s bei der Kompaktkassette. Dies reduzierte die Aussteuerbarkeit und den Rauschabstand erheblich – selbst wenn man in Rechnung stellt, dass die Kompaktkassette eher für einen Markt gedacht war, bei dem es um die Aufzeichnung der weniger dynamischen, populären Musik ging.<sup>13</sup> Dazu kommt, dass das Band im Vergleich zum Band auf Tonbandspulen ziemlich schmal<sup>14</sup> war, was wiederum auf Kosten der Aussteuerbarkeit geht. Kurzum: Die Qualität war schwach. Um die Kompaktkassette als populäres Medium zu etablieren, war die Verbesserung ihrer Klangqualität und d.h. v.a. die Senkung des Rauschpegels durchaus erstrebenswert.<sup>15</sup> Der Trade-off zwischen der Ökonomie der Bandlänge (was auch ihre kommerzielle Einpassung in ein bestehendes Medienensemble einschließt) und der Qualität motivierte die Entwicklung von Rauschfiltern.

*Dritte Beobachtung: Filter können ökonomisch motiviert sein.* Und wie gesagt: Selbst die deutlich besseren und oft teureren Tonbandmaschinen rauschten bei ökonomisch vernünftigen niedrigeren Geschwindigkeiten doch erheblich: „The continuing demand for improvement in quality delivered to the consumer makes further evolution in noise-reduction systems mandatory.“<sup>16</sup> Auch das ist eine komplizierte Geschichte, die auch noch nirgendwo, soweit ich sehen kann, dargestellt wurde. Ich kann hier nur auf einen, aber immerhin den berühmtesten, Fall, eingehen: Dolby.<sup>17</sup>

Ray Dolby gründete 1965 Dolby Industries und entwickelte bald sein erstes Rauschunterdrückungssystem, das professionelle Dolby A. Gerade Tonstudios benötigten Rauschunterdrückungsverfahren, denn insbesondere in der Produktion populärer Musik kommen Multitrack-Aufzeichnungen zum Einsatz. Mit jeder Spur – zumal jede Spur dann wiederum schmaler sein muss, um auf dem Band Platz zu finden – kommt aber mehr Rauschen dazu, sodass entweder eine weitere Erhöhung der Bandgeschwindigkeit in Frage kommt, die aber bald an sowohl ökonomische als auch mechanische Grenzen stößt, oder eben Rauschunterdrückung. 1967 erschien ein Aufsatz, in dem Dolby sein Verfahren darstellte. Das Grundprinzip ist, dass wie bei anderen ‚Kompanern‘ (von ‚Kompressoren‘ und ‚Expandern‘), nur in vielerlei Hinsicht geschickter realisiert, das Signal vor der Aufzeichnung durch ein System von Filtern in Frequenzbänder getrennt wird. Diese werden gesondert behandelt, dabei werden die leisen Anteile bei der Aufnahme verstärkt und bei der Wiedergabe wieder abgesenkt – und mit ihnen das Rauschen:

---

13 Es kann nicht überraschen, dass die Formate der Vertriebsmedien nicht nur Dynamik, sondern auch z.B. Länge von populären Musikstücken tendenziell bestimmen, vgl. Theodor W. Adorno (aka Hektor Rottweiler): Die Form der Schallplatte, in: *23. Eine Wiener Musikzeitschrift*, Nr. 17, Bd. 19, 1934, 35–39, hier 36: „Einzig die notwendige Kürze, nach dem Maß des Scheibentellers, mag die Schallplatten-Musik charakterisieren.“

14 3,81 mm gegenüber 6,35 mm des schmalsten Tonbands.

15 Siehe die Anmerkungen zum Phillips Dynamic Noise Limiter in *Wireless World*, Nr. 7/1971, S. 339.

16 David E. Blackmer: A Wide Dynamic Range Noise-Reduction System, in: *DB: The Sound Engineering Magazine*, Nr. 6, 1972, 54–56, hier 54. Das Zitat ist aber aus einem Text, in dem es schon um eine kritische Reaktion auf das Dolby-System geht.

17 Siehe zu Dolbys Verfahren grundlegend: O. Diciol: Dolby-System. Technik zur Verbesserung des Störspannungsabstands, in: *Hifi-Stereophonie*, Nr. 11, 1972, 1152–1161. Sehr gut dargestellt wird das Verfahren in Heinrich Sauer: Immer mit der Ruhe, in: *Stereoplay*, Nr. 11, 1982, 42–45.

Low level signal components are amplified in four independent frequency bands prior to recording/sending, which is accomplished by adding the outputs of four filter and low-level compressor channels to the main signal. During reproduction, the filter and compressor network is connected in a complementary way. Low-level components are subtracted from the incoming signal, and noise acquired in the audio channel is thereby subtracted or reduced as well.<sup>18</sup>

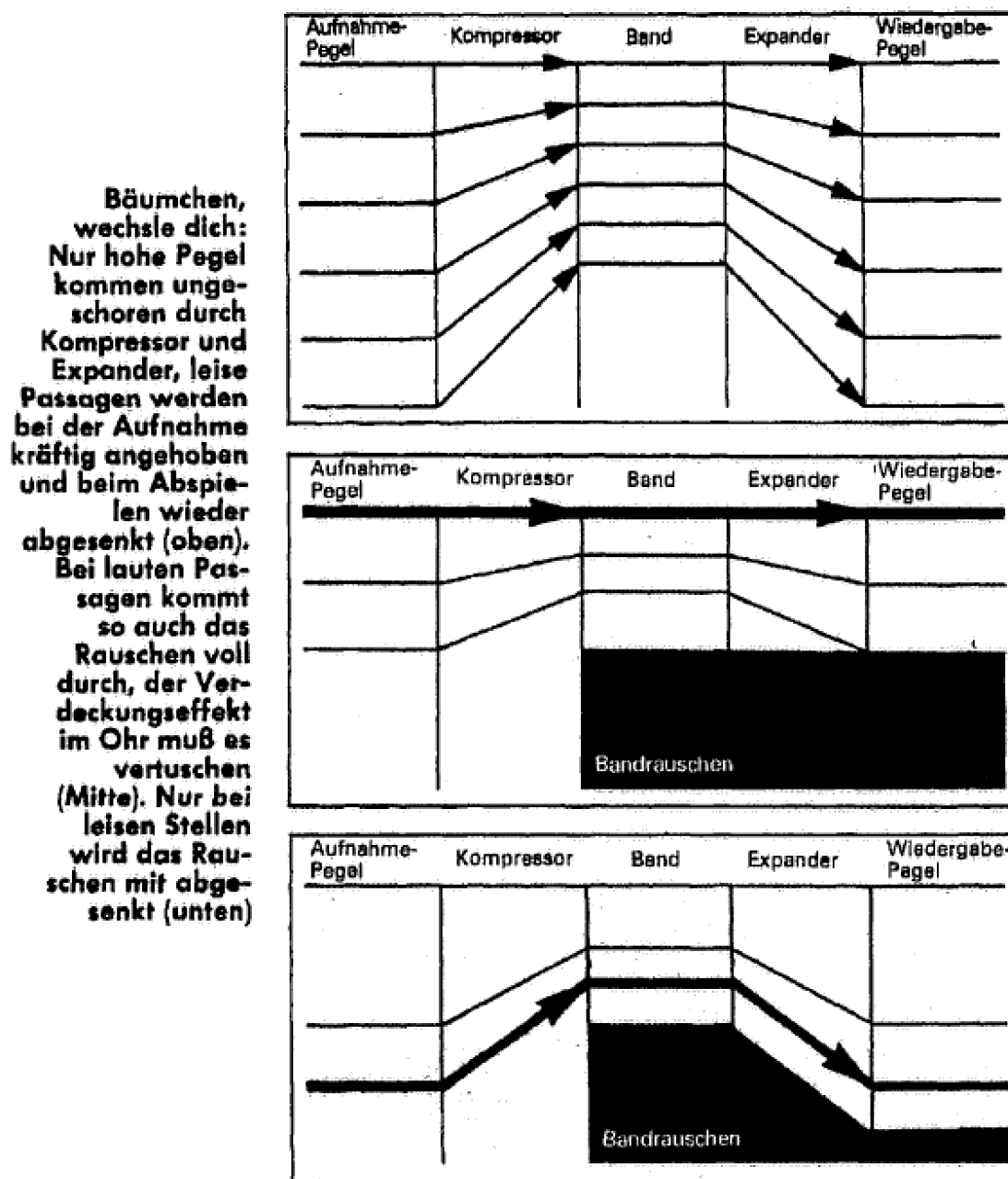


Abb. 4 Vereinfachte Darstellung der Arbeitsweise des Dolby-Komponders, Heinrich Sauer, Immer mit der Ruhe, *Stereoplay*, 11, 1982, 42–45, hier 42.

<sup>18</sup> Ray Dolby: An Audio Noise Reduction System, in: *Journal of the Audio Engineering Society*, Nr. 15, Bd. 4, 1967, 383–388, hier 388. Vgl. auch Ray Dolby: Audio Noise Reduction – Some Practical Aspects, in: *Audio*, Nr. 52, Bd. 6, 1968, 19–22 und Audio Noise Reduction. Part 2 (Conclusion), in: *Audio*, Nr. 52, Bd. 7, 1968, 26–30.

*Vierte Beobachtung: Was ist der Filter? Dolby A? Oder zeigt die Tatsache, dass ein Kompander aus u.a. Filtern besteht, dass es einfache und zusammengesetzte Filter gibt? Muss man also Elementarfilter und komplexe Filter unterscheiden? Oder ist Dolby A (etc.) ein Filter-Format?*<sup>19</sup> Dolbys Entwicklung hatte eine Reihe von Vorzügen, sodass schon 1970 festgestellt werden konnte, dass

technische Argumente oder Qualitätskompromisse, die gegen eine allgemeine Verwendung des Verfahrens sprechen könnten, nicht gegeben sind. Es ist daher auch bis heute das einzige Kompanderverfahren, das in größerem Stil in die kommerzielle Musikproduktion bei Schallplatte und Rundfunk in der ganzen Welt Eingang gefunden hat.<sup>20</sup>

Schon bald wurde ein abgespecktes Verfahren vorgestellt: Dolby B. Es arbeitete nicht mehr mit vier verschiedenen Frequenzbändern und nur noch im hohen Frequenzbereich, wo das Rauschen am meisten stört. Es war spätestens ab der zweiten Hälfte der 1970er Jahre praktisch in jedem Consumer-Tapedeck anzutreffen.<sup>21</sup> Zu diesem Verfahren wurde angemerkt, dass es den „schaltungstechnischen Aufwand kleinhält und letztlich dem Geldbeutel guttut“,<sup>22</sup> was die oben gemachte dritte Beobachtung erneut bestätigt und zu einer *fünften Beobachtung führt: Nicht nur kann der Einsatz von Filtern ökonomisch motiviert sein, es kann auch die Nutzung vereinfachter Filter ökonomisch motiviert sein.* Dann ist die Technik ein „Kompromiß zwischen Ingenieuren und Marketingexperten“.<sup>23</sup>

Jedenfalls setzten sich Dolby A im professionellen Sektor und Dolby B im Konsumentenbereich weitgehend durch, Dolby B auch bei kommerziellen Musikkassetten (siehe Abb. 5)<sup>24</sup> – auch deswegen, weil mit Dolby B aufgenommene Kassetten in immer noch akzeptabler Qualität auf Geräten ohne Dolby-Expander abgespielt werden konnten (eine wichtige Abwärtskompatibilität). Durch diesen Einstieg der Musikindustrie, wie auch der Hersteller von Tapedecks in Dolby, der eine eigene historische Darstellung benötigen würde, wurde eine Pfadabhängigkeit erzeugt, die es konkurrierenden Systemen sehr schwer machte.

Ein System, das zumindest in einigen Tapedecks (etwa von Technics, der Verfasser dieses Textes war langjähriger Besitzer eines Technics-Tapedecks RS-B905 mit Dolby B, C und dbx) und verstärkt auch im Studiobereich genutzt wurde, war dbx. Es erzeugte – da es anders als Dolby B den ganzen Frequenzbereich komprimierte – einen größeren Rauschabstand, jedoch konnten die so komprimierten Tapes nicht gut ohne dbx wiedergegeben werden und dbx erzeugte leicht Artefakte wie sogenanntes ‚Atmen‘, also ein hörbar lauter und leiser werdendes Rauschen um Signalspitzen v.a. im Hochtonbereich.<sup>25</sup> Ab Mitte der 1970er Jahre entwickelte Telefunken ein sehr gutes und avanciertes Kompandersystem, HighCom, welches Dolby B deutlich überlegen war,<sup>26</sup> aber sich aufgrund der Pfadabhängigkeit

19 Vgl. zum Begriff des Formats neuerdings: Marek Jankovic, Axel Volmar, Alexandra Schneider (Hg.): *Format Matters. Standards, Practices, and Politics in Media Culture*, Lüneburg 2020.

20 K. Bertram: Dynamikverbesserung mit dem Dolby-stretcher, in: *Fernseh- und Kinotechnik*, Nr. 4, 1970, 123–126, hier 123.

21 Vgl. Ray Dolby: A Noise Reduction System for Consumer Tape Recording, Paper, Audio Engineering Society, Convention 1971. <https://www.aes.org/publications/conventions/?num=41>

22 Sauer: *Immer mit der Ruhe*, 43.

23 Friedrich Kittler: Gleichschaltungen. Über Normen und Standards der elektronischen Kommunikation, in: Manfred Faßler, Wulf Halbach (Hg.): *Geschichte der Medien*, München 1998, 255–268, hier 261.

24 Und sogar bei den Audiospuren von Videotapes.

25 Zu dbx siehe Blackmer: *A Wide Dynamic Range*.

26 Vgl. Jürgen Wermuth: Dynamik-Erweiterung durch neuartigen Studio-Kompander, in: *Funkschau*, 18, 574, 1975, 103–196 und Gerhard Dickopp, Ernst Schröder: Der Telefunken-Kompander, in: *Rundfunktechnische Mitteilungen*, 22, 2, 1978, 63–74. Einer von vielen weiteren alternativen, letztlich gescheiterten Ansätzen ist z.B. der Burwen

nicht mehr durchsetzen konnte – zumal Dolby schon 1980 mit Dolby C einen, zumindest gegenüber Dolby B, besseren kommerziellen Kompander vorstellte.<sup>27</sup> *Sechste Beobachtung: Sind bestimmte Filter einmal etabliert, kann es konkurrierenden Verfahren unmöglich werden, sich zu etablieren.*



Abb. 5 Kommerzielle Musikkassette „Morgen kommt der Weihnachtsmann“ mit Dolby Logo, <https://www.shpock.com/de-de/i/Xb1LKOSXDH-tTCZa/morgen-kommt-der-weihnachtsmann-kassette> (18.01.2020).

Die Dolby Labs stellten 1986 noch den Nachfolger von Dolby A für den professionellen Bereich, Dolby SR, vor, welches als krönender Abschluss der Geschichte analoger Audio-Kompander gilt.<sup>28</sup> Von Dolby SR gab es – ähnlich wie von Dolby A zu Dolby B – wieder ein vereinfachtes Verfahren für den Konsumentenbereich, Dolby S, welches 1990 erstmals auf kommerziellen Tapedecks implementiert wurde (und bei dem darauf geachtet wurde, dass so komprimierte Bänder auch mit Dolby B einigermaßen wiedergegeben werden konnten). Doch zu diesem Zeitpunkt hatte sich schon längst die CD etabliert und v.a. waren die Möglichkeiten, CDs mit Computern zu kopieren, angewachsen. Die analoge Tapedeck-Technik verschwand allmählich, sodass Dolby S der große Durchbruch verwehrt blieb. *Siebte*

---

Laboratories Noise Eliminator, siehe Richard S. Burwen: Design of a Noise Eliminator System, in: Journal of the Audio Engineering Society, 19, 11, 1971, 906–911. Vgl. M. G. Duncan, D. Rosenberg, G. W. Hoffmann: Design Criteria of a Universal Compander for the Elimination of Audible Noise in Tape, Disc, and Broadcast Systems, in: Journal of the Audio Engineering Society, 23, 8, 1975, 610–622. Dieser Text entwirft mithilfe von Computersimulationen Kriterien für einen idealen Kompander (die auch in den frühen Texten von Dolby übliche Schreibweise ‚compandor‘ setzte sich nicht durch) und misst Dolby und den Burwen Laboratories Noise Eliminator daran. Keines der Systeme erfüllt die Kriterien, der ideale Kompander scheint nicht realisiert worden zu sein, wobei zu prüfen wäre, ob Telefunken mit Telcom und dann HighCom hier besser abschneiden würde.

<sup>27</sup> Zu Dolby C siehe u.a. Hardcastle: Quality Improvement, 1629ff. und Ray Dolby: A 20 dB Noise Reduction System for Consumer Applications, in: Journal of the Audio Engineering Society, 31, 3, 1983, 98–113.

<sup>28</sup> Vgl. Karl M. Slavik, Stefan Weinzierl: Wiedergabeverfahren, in: Stefan Weinzierl (Hg.): Handbuch der Audiotechnik, Berlin 2008, 609–685, hier 621–622.

*Beobachtung: Technologische Übergänge können bestimmte Filter obsolet machen und es bleibt ein interessantes Problem, inwiefern und auf welche Weise Filter archiviert werden können.*

Mit der Ausbreitung v.a. von Dolby B und anderen Rauschunterdrückungsverfahren gingen auch einige spezifische Praktiken und Ästhetiken<sup>29</sup> einher, die im Folgenden und gleichsam autoethnographisch auf meinen jahrelangen, teilweise bastelnden Erfahrungen mit Tapedecks basierend, kurz diskutiert werden sollen. Es gab das prinzipielle Problem, dass das ganze Prinzip des Kompanders eine Symmetrie zwischen Komprimierung und Expansion voraussetzt:

Nur wenn die ganze Fülle dieser Regelvorgänge bei Aufnahme und Wiedergabe exakt spiegelbildlich zueinander verläuft, wird das Originalsignal mit intaktem Frequenz- und Phasengang, einwandfreien Einschwingvorgängen und richtiger Dynamik wieder hörbar. Das ist in der Theorie kein Problem. Aber in der Praxis. Bandgeräte bringen nämlich immer ihren eigenen, individuellen Frequenzgang mit, Kopfspiegelresonanzen und Höhenabfall gaukeln dem Kompander bei der Wiedergabe etwas anderes vor, als dieser während der Aufnahme dem Band anvertraute.<sup>30</sup>

Bänder klangen oft dumpf, man gab sie dann doch besser ohne den Dolby-Rauschfilter wieder, zwar rauschten sie dann mehr, klangen aber klarer. Ein anderer Trick war, die Kerben auf der Oberseite der Kassette geschickt abzukleben, sodass z.B. eine CrO<sub>2</sub>-Band-Kassette z.B. als Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Band-Kassette abgespielt wurde, was ebenfalls die Höhen an hob – und es mithin erlaubte die Dolby-Rauschunterdrückung ohne Dumpfheit zu nutzen. Generell setzen alle Kompander sehr genaue Verfahren der Kalibrierung voraus, schon bei Aufnahme empfiehlt es sich, das je individuelle Band genau manuell oder mithilfe – sofern vorhanden – eines Einmeßcomputers einzumessen, was aber nur auf höherwertigen Tapedecks möglich war.<sup>31</sup> *Achte Beobachtung: Filtertechnologien können Praktiken der Kalibrierung oder der vorsätzlichen Fehlkalibrierung voraussetzen wie nach sich ziehen.*<sup>32</sup>

Dabei ist die für eine qualitativ gute Kompandierung erforderliche Kalibrierung auch zeitlich gefährdet: Über Jahre können die Bänder Magnetisierung verlieren, was die richtige Rauschfilterung in Mitleidenschaft zieht; es kann aber auch sein, dass keine oder keine korrekt arbeitenden Geräte mehr für die Wiedergabe gefunden werden können. Hier taucht das Problem der Archivierung auf – neben den Bändern müssen auch Geräte archiviert werden. So hat sich eine kleine Kenner-Szene um die Frage gebildet, wie man alte Bänder korrekt wiedergeben und restaurieren kann und welche Probleme dabei auftreten können, eine ‚Culture of Noise Reduction‘, wenn man so will.<sup>33</sup>

Zugleich bedeuten diese Schwierigkeiten auch, dass man – zumindest mit etwas Erfahrung – hören kann, wenn Musik falsch wiedergegeben wird. Die Musik klingt dann dumpf oder spitz, pumpend,

29 Es können und sollen hier nicht die interessanten Diskussionen um eine Ästhetik des Rauschens etwa in der Literatur vertieft werden, vgl. z.B. Rüdiger Campe: The „Rauschen“ of the Waves. On the Margins of Literature, in: *Substance*, 61, 1990, 21–38.

30 Sauer: Immer mit der Ruhe, 43.

31 Die damals teuersten und besten Tapedecks, das Nakamichi Dragon und das Revox B-215, waren auf verschiedene Weisen Technologien für Kalibrier-Fetischisten. Die Geschichte des Einmeßcomputers bleibt noch zu schreiben.

32 Generell wäre eine Geschichte der Kalibrierung (und der Justierung) als notwendiger (und nicht nur) medientechnologischer Praxis außerordentlich lohnenswert.

33 Vgl. <https://www.richardhess.com/notes/formats/magnetic-media/magnetic-tapes/analog-audio/noise-reduction/> (18.1.2020). Offenbar gibt es bislang keine digitalen Emulationen der Wiedergabeseite von Kompandern, was die Wiedergabe alter Bänder erleichtern würde und dabei stark erweiterte Kalibrierungsmöglichkeiten böte: „The question of noise reduction companders comes up often on discussion boards. I am unaware of any noise reduction (NR) plugins to decode analog signals, it would be a logical item to create.“

atmend, verhallt oder verzerrt. In solchen Störungen wird das Filter-System, das den Kanal doch möglichst unhörbar machen sollte, selbst hörbar und u.U. kann der/die Kenner\*in sogar hören, welche Rauschunterdrückung verwendet wurde. Dennoch kann diese, eben typisch analoge, Klangstörung selbst wieder Quelle einer eigenen Ästhetik werden. Mit der frühen, oft mit experimenteller oder ‚Underground‘-Musik verbundenen Kassettenkultur ging ein entsprechender, oft mit unfreiwillig oder unbewusst falschen Kompanierungspraktiken verbundener Sound einher (der auch als Opposition gegen die hochwertige, als bürgerlich aufgefasste, ‚High Fidelity‘ operieren konnte<sup>34</sup>). Auch unter digitalen Bedingungen und einem mit diesen verbundenen nostalgischen Wunsch nach dem Analogen<sup>35</sup> können das Dampfe, das Atmende und das Spitze selbst zu ästhetischen Formen werden – z.B. in der elektronischen Dancefloor-Musik. So zitiert „M Ø6B“ von Maurizio offenkundig falsch wiedergegebene Bänder, die stark rauschen, während „M07A“ der Ästhetik des Dampfen folgt.<sup>36</sup> In dem Stück „Don’t“ von Actress (auf dem Album „Ghettoville“) hört man zu Beginn ein Sample und in der kurzen Pause danach dreht der Rauschpegel hoch wie bei einem verrückt gewordenen Dynamic Noise-Limiter, oder einem schlecht kalibrierten dbx-Tape, das ohne dbx wiedergegeben wird.<sup>37</sup> *Neunte Beobachtung: Es gibt eine Filter-Ästhetik, die Störungen und Fehlkalibrierungen der Filter als Gestaltungsmittel nutzt.*

Abschließend bleibt mindestens zu fragen, ob die an den analogen Rauschunterdrückungsverfahren gewonnenen Beobachtungen generalisiert werden können. Man könnte z.B. die Anmerkungen bzgl. der ökonomischen Prägungen von Filtern generalisieren: Dann wären Filter für ökonomische Prozesse zentral, insofern z.B. Rauschfilter das wertvolle Signal vom wertlosen Rauschen trennen – und der Kaffeefilter z.B. trennt den wertvollen Kaffee vom wertlosen Kaffeesatz. Filter prozessieren so gesehen die Unterscheidung wertvoll/wertlos.

Und auch wenn digitale Technologien (oder zumindest ihre Kanäle) nicht in derselben Weise rauschen wie analoge, so haben sie doch in der Regel auch ‚correction systems‘ (Shannon). Bei CD-Playern gibt es eine explizit so genannte ‚Fehlerkorrektur‘ – und auch hier können die Systeme, die den Kanal transparent machen sollen, selbst wieder für ästhetische Verfremdungen genutzt werden.<sup>38</sup>

Kurzum: Es besteht die Hoffnung, dass sich die hier am Falle der analogen Rauschunterdrückungstechnologien entwickelten Beobachtungen generalisieren lassen.

---

34 Vgl. Fruth: Record. Play. Stop.

35 Vgl. Dominik Schrey: Analoge Nostalgie in der digitalen Medienkultur, Berlin 2017. Nicht nur die Schallplatte, sondern sogar das Tapedeck kehren heute – wenn auch in bescheidenem Ausmaß – wieder. Mal sehen, wann es eine Dolby-Nostalgie gibt...

36 Beide auf: Maurizio, M-Series, <https://www.discogs.com/de/Maurizio-M-Series/release/203360> (18.1.2020).

37 Vgl. generell zu Störungen in der elektronischen Musik, wenn auch ohne direkten Bezug auf Rauschunterdrückung, Mark Fisher: The Metaphysics of Crackle. Afrofuturism and Hauntology, in: Dancecult: Journal of Electronic Dance Music Culture, 5, 2, 2013, 42–55.

38 Ein Musikprojekt, in dem stark mit vorsätzlich geschädigten und manipulierten CDs gearbeitet wurde, war Oval, <https://www.web.archive.org/web/20070709154158/http://www.meso.net/oschatz/oval/> (18.1.2020).