

Vom Phonograph zum Stream: Geschichte der Tonaufnahme und Grundlagen der digitalen Audiotechnik

Gerd Weichhaus

Vom Phonograph zum Stream

Geschichte der Tonaufnahme und Grundlagen der digitalen Audiotechnik verständlich erklärt

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

© 2026 Gerd Weichhaus

Veröffentlicht über:

Bookmundo, Delftsestraat 33, 3013AE Rotterdam, Niederlande

Gedruckt in Deutschland

ISBN: 9789403878584

Vorwort

Einige findige Menschen suchten schon immer Möglichkeiten, um zu speichern, was man sehen, riechen oder hören kann. Die ersten Bilder entstanden schon zu Zeiten der Höhlenmenschen, und selbst die ersten Düfte wurden schon lange Zeit vor der Moderne in Form von Parfüms festgehalten. Auch die Aufzeichnung von Musik oder Sprache war schon ein Traum der Menschheit, noch lange bevor die erste Audioaufzeichnung stattfand. Diese erfolgte anfangs durch einfache mechanische Hilfsmittel wie dem Phonographen oder auf Schallplatten.

Dann hielt die Elektronik Einzug in die Audioaufzeichnung. Mithilfe von elektronischen Verstärkern entstanden die ersten Apparaturen, mit denen Musik und Sprache mit einer für damalige Verhältnisse doch recht hohen Qualität aufgenommen und mithilfe von Lautsprechern wiedergegeben werden konnten. Dies geschah nicht zuletzt auch dank der fortschrittlichen Technik der hochwertigen Schallplatten und der Tonbandtechnik.

Alle diese Methoden und analogen Aufzeichnungsverfahren hatten allerdings einen gravierenden Nachteil: die Verschlechterung der Tonqualität, die entweder schleichend stattfand oder sogar abrupt, so etwa beim Kopieren der Speichermedien wie der vor einigen Jahren noch gebräuchlichen Magnetbänder. Hier bietet die Digitaltechnik deutliche Vorteile. Die Audioaufzeichnungen können beliebig vervielfältigt werden, ohne dass Qualitätsverluste befürchtet werden müssen. Allerdings bietet die Digitaltechnik bzw. die digitale Audio-technik noch viele andere Vorteile.

Bevor auf diese eingegangen werden soll, möchte Sie dieses Buch mit der Geschichte und den Grundlagen der analogen und digitalen Audioaufzeichnung vertraut machen. Es geht darum, wie Schallwellen

zunächst in elektronische Signale umgewandelt und anschließend entweder analog oder schließlich in Form digitaler Daten gespeichert werden. Außerdem geht es um die verschiedenen Audioformate und die Unterschiede zwischen diesen. Weiterhin lernen Sie verschiedene Begriffe und deren Bedeutung kennen wie etwa Quantifizierung, Binärdaten und viele weitere.

Schließlich geht es noch um die schier unendlichen Möglichkeiten, welche die Digitaltechnik auf dem Gebiet der Audioaufzeichnung bietet und welche Geschichte dahinter steckt. Sie lernen, wie Sie Bänder, Kassetten oder Schallplatten auf einfache Weise digitalisieren, bearbeiten und speichern können. Das ist oft sogar mit bereits vorhandener Technik möglich oder mit sehr preisgünstigen Zusatzgeräten. Teures Profiequipment wird meistens für die Digitalisierung nicht gebraucht, zumindest nicht bei Ansprüchen für den Hausgebrauch. Die Digital- und Computertechnik bietet heute fast unendliche Möglichkeiten.

Auch einige neuere Entwicklungen der modernen Audiotechnik werden vorgestellt. Dazu gehören beispielsweise hochauflösende Audioformate, die eine noch präzisere digitale Speicherung von Musik ermöglichen, ebenso wie Verfahren zur Restaurierung und klanglichen Verbesserung älterer Aufnahmen. Darüber hinaus wird gezeigt, wie sich die Art des Musikhörens in den letzten Jahren verändert hat, etwa durch Streamingdienste, die heute den Zugriff auf riesige Musikbibliotheken über das Internet ermöglichen. Schließlich wirft das Buch auch einen kurzen Blick auf mögliche zukünftige Entwicklungen der Audiotechnik, etwa neue räumliche Klangsysteme, intelligente Audibearbeitung und moderne Datenformate. Damit spannt sich der Bogen dieses Buches von den ersten mechanischen Klangaufzeichnungen bis hin zu den aktuellen und zukünftigen Möglichkeiten der digitalen Audiowelt.

Für wen dieses Buch gedacht ist

Dieses Buch richtet sich an alle, die sich für die Geschichte und Technik der Tonaufnahme interessieren. Es eignet sich besonders für:

- Technikinteressierte Leser, die verstehen möchten, wie Audioaufzeichnung funktioniert
- Musikliebhaber, die mehr über die Entwicklung von Schallplatte, Tonband und digitaler Audiotechnik erfahren möchten
- Anwender, die alte Aufnahmen wie Kassetten, Tonbänder oder Schallplatten digitalisieren möchten
- Einsteiger in die Grundlagen der digitalen Audiotechnik

Technische Zusammenhänge werden dabei bewusst verständlich erklärt, sodass auch Leser ohne tiefgehende Vorkenntnisse den Inhalten gut folgen können.

Ein paar notwendige Hinweise:

Das vorliegende Buch wurde mit großer Sorgfalt geschrieben, die darin enthaltenen Informationen wurden nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet und, soweit möglich, überprüft. Dennoch übernehmen der Autor und der Verlag für die Richtigkeit sämtlicher Angaben oder Hinweise keine Haftung, ebenso wenig für eventuelle Druckfehler.

Dieses Buch ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. So ist die Verwendung von Texten und Abbildungen sowie Auszügen davon nur mit einer schriftlichen Genehmigung des Urhebers gestattet. Die nicht erlaubte Verwendung von Texten oder Abbildungen sowie Auszügen davon ist ohne diese Zustimmung urheberrechtswidrig und somit strafbar. Insbesondere gilt dies für die Vervielfältigung oder Verwendung in elektronischen Systemen.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	9
Kapitel 1: Vor den ersten Aufzeichnungen und die Anfänge der Audiotechnik	11
Fantastische Geschichten zur Schallaufzeichnung	11
Die ersten wissenschaftlichen Versuche	13
Wie aus Erinnerungen schließlich Klangaufzeichnungen wurden..	14
Die ersten Gehversuche in der Klangaufzeichnung.....	15
Die erste Aufnahme und Wiedergabe von Klängen	17
Die Eigenschaften der ersten Tonaufnahmen.....	18
Verbesserungen am Phonographen von Edison	19
Das Graphophon von Bell und Tainter	19
Schallplatte statt Walze.....	21
Vorteile und Durchbruch des Grammophons	22
Klänge und Musik aufnehmen und wiedergeben mit der magnetischen Tonaufzeichnung.....	23
Die Magnetbandtechnik.....	24
Rein analog arbeitende Klangaufzeichnungsverfahren.....	26
Kapitel 2: Audiosignale aufzeichnen analog und digital	27
Kopierverluste bzw. Generationsverluste	27
Die Bearbeitungsmöglichkeiten digitaler Audiodateien	28
Kostengünstiges Equipment nutzbar	30

Effekte und Klangverbesserungen; die Möglichkeiten	32
Sehr platzsparend gegenüber der Analogtechnik	32
Keine anfällige Mechanik mehr nötig	33
Sehr geringe Kosten für die Medien	34
Kostenlose Software und herkömmliche PC-Hardware nutzen	35
Kapitel 3: Die Anfänge und wichtige Grundlagen der Audiodigitalisierung	40
Die Compact Disc als Durchbruch der Digitaltechnik	41
Wie die Audiosignale digitalisiert werden	42
Von analog nach digital	42
Die Abtastung von Audiosignalen.....	44
Abtastrate und Wortbreite (auch Samplingrate und Bittiefe)	45
Warum solch hohe Abtastraten verwendet werden.....	50
Quantisierung und Quantisierungsfehler	51
Kapitel 4: Digitale Audioqualität und High-Resolution Audio - Moderne Auflösungen in der digitalen Audiotechnik	55
Der CD-Standard als Ausgangspunkt	55
Was bedeutet High-Resolution Audio?	56
Die größere Wortbreite von 24 Bit	57
Höhere Abtastraten: 48, 96 und 192 Kilohertz.....	58
Studioformate in der Praxis	59
Warum Tonstudios mit hoher Auflösung arbeiten.....	60
High-Resolution Audio für den Musikgenuss	61

High-Resolution Audio als Weiterentwicklung der digitalen Audiotechnik	62
Kapitel 5: Umwandlung von digital nach analog.....	63
Die Rückwandlung digitaler Werte in analoge Signale.....	64
Die Fehlerkorrektur bei der digital-analogen Wandlung	66
Kapitel 6: Die Audiodigitalisierung in der Praxis	69
Standardhardware oder spezielle Ausrüstung?	69
Das virtuelle Audiostudio	71
Computer und Zusatzgeräte	72
Externe Audiogeräte (Audiointerfaces) verwenden	75
Die Kabelverbindung zum Computer oder Audiointerface	77
Die Anschlussbelegungen einiger gängiger Audiosteckverbindungen.....	78
Anschluss Kassetten- oder Tonbandgerät an den Computer.....	81
Anschluss eines Plattenspieler an den Computer	82
Kapitel 7: Die Audiodigitalisierung anhand von Beispielen	86
Digitalisierung von Kassetten mit dem Computer	87
Die Digitalisierung von Tonbandaufnahmen.....	90
Digitalisierung von Schallplatten mit dem Computer	92
Digitalisierung mit USB-Aufnahmegeräten	93
Digitalisierung mit digitalen Aufnahmegeräten	95
Kapitel 8: Restaurierung und Nachbearbeitung - wie sich alte Aufnahmen deutlich verbessern lassen	97
Warum alte Aufnahmen oft Störungen enthalten	98

Rauschreduzierung bei Bandaufnahmen	99
Knackser und Knistern bei Schallplatten entfernen	100
Klangkorrekturen mit dem Equalizer.....	101
Weitere Möglichkeiten der Audiorestauration	103
Restaurationssoftware für den Heimgebrauch	104
Die richtige Balance bei der Restauration	104
Kapitel 9: Die verschiedenen digitalen Audioformate.....	106
Unkomprimierte Datenformate in der digitalen Audiotechnik....	107
WAV-Dateiformat	107
PCM-Dateiformat.....	108
AIFF-Dateiformat	108
Komprimierte verlustfreie Audioformate.....	109
FLAC, Free Lossless Audio Codec.....	109
WMA Lossless (Windows Media Audio Lossless)	110
ALAC, Apple Lossless Audio Codec	110
Komprimierte verlustbehaftete Audioformate	110
MPEG-1 Audio Layer 3, kurz MP3.....	111
AAC, Advanced Audio Coding	111
Ogg Vorbis	112
WMA, Windows Media Audio	112
Weitere Audioformate	112
Weitere Audioformate mit verlustbehafteter Datenkompression	113
Bitrate, Codec und Meta-Daten in den Audioformaten.....	115

Der Codec und seine Bedeutung	116
Die Metadaten in den Musikstücken	116
Kapitel 10: Was sind die Gründe für die Audiokompression?	118
Audiosignale unterschiedlicher Art digitalisieren	119
Die Audiokomprimierung und das Gehör	120
Datenreduktion bei Stereosignalen.....	121
Audiokompression, Abtastrate und Bitrate	123
Kapitel 11: Audiostreaming – Musik aus dem Internet in Echtzeit.....	124
Der Unterschied zwischen Download und Streaming.....	124
Der Datenstrom und seine Bedeutung für die Audiowiedergabe	125
Der Zwischenspeicher beim Streaming	126
Bitrate und Klangqualität beim Streaming	127
Lossless Streaming – Streaming ohne Qualitätsverlust	128
Streaming als neue Form der Audioverbreitung.....	128
Kapitel 12: Zukunft der Audiotechnik - neue Entwicklungen und kommende Technologien	130
Immersive Audio – Klang aus allen Richtungen	130
Künstliche Intelligenz in der Audibearbeitung	132
Automatische Restaurierung von Audioaufnahmen.....	133
Neue Codecs für die Audiokompression	134
Die Zukunft der Audiotechnik	135
Zum Abschluss.....	136

Einleitung

Die Aufzeichnung von Musik, Sprache und Geräuschen ist heute selbstverständlich geworden. Mit einem Smartphone lassen sich Klänge jederzeit aufnehmen, speichern und wiedergeben. Dabei ist die Geschichte der Audioaufzeichnung noch relativ jung. Vor noch nicht einmal 150 Jahren waren Sprache, Gesang oder Musik meist einmalige Ereignisse. Vorträge, Theaterstücke oder Konzerte konnten nur von den Menschen erlebt werden, die gerade anwesend waren. Danach blieben sie lediglich in der Erinnerung der Zuhörer erhalten.

Das änderte sich erst mit der Möglichkeit, Klänge aufzuzeichnen und damit dauerhaft zu bewahren. Doch wie kam es eigentlich dazu? Wie sahen die ersten Anfänge aus und wem gelang es als Erstes, Schallwellen aufzuzeichnen und später wieder hörbar zu machen? Die Entwicklung der Audiotechnik war ein langer Weg von einfachen mechanischen Apparaten zu den modernen digitalen Verfahren, die heute selbstverständlich erscheinen.

Wir leben heute in einer Zeit, in der Klang praktisch überall elektronisch wiedergegeben wird. Das gilt für das Radio, das Fernsehen, reicht ebenso vom Computer bis hin zu tragbaren Geräten wie Smartphones. Die ersten Geräte zur Tonaufzeichnung waren dagegen groß, umständlich zu bedienen und lieferten nur eine begrenzte Klangqualität. Trotzdem stellten sie wichtige Meilensteine dar und ermöglichten erstmals die Aufzeichnung von Sprache, Musik und historischen Zeitdokumenten.

Dieses Buch begleitet Sie auf dem Weg von den ersten Anfängen der Klangaufzeichnung bis zu den heutigen Möglichkeiten der digitalen Audiotechnik. Sie lernen wichtige Entwicklungen kennen, etwa den Phonographen, die Schallplatte sowie die magnetische Aufzeichnung