

Rolf Esser

Hardware

Software

Klangdateien

Impressum

Autor: Rolf Esser © 2024

Umschlaggestaltung, Layout, Grafik: Rolf Esser © 2024

Druck und Distribution im Auftrag des Autors:

trdition GmbH, Heinz-Beusen-Stieg 5, D-22926 Ahrensburg

ISBN Paperback: 978-3-384-19669-9

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Autors unzulässig. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

Abbildungen von Instrumenten und Geräten stammen von www.thomann.de mit freundlicher Genehmigung.

Rolf Esser

Hardware Software Klangdateien

**Acht Einheiten zum
Thema „Musik und Computer“**

Inhalt

Einleitung.....9

Zur Geschichte der Computermusik.....11

A. Lerneinheiten.....15

1. Einheit - Der Computer.....17

- 1.1 Der Computer wird zur Musikstation
- 1.2 Analog - digital
- 1.3 Hardware
- 1.4 Innenleben
 - 1.4.1 Netzteil
 - 1.4.2 Hauptplatine
 - 1.4.3 Prozessor
 - 1.4.4 Festplatten
 - 1.4.5 Grafikkarte
 - 1.4.6 RAM
 - 1.4.7 Soundkarte
 - 1.4.8 Schnittstellen
- 1.5 Betriebssystem
- 1.6 Ein moderner PC
- 1.7 Stecker
 - 1.7.1 Steckerarten
 - 1.7.2 Stecker Musik
 - 1.7.2 Stecker PC
 - 1.7.3 Stecker Strom
- 1.8 Kabel Musik und PC
 - 1.8.1 Stromkabel
 - 1.8.2 Unterschiedliche Kabel für unterschiedliche Signale

2. Einheit - Musik am PC und MIDI.....32

- 2.1 Was ist MIDI?
 - 2.1.1 MIDI-Standard
 - 2.1.2 MIDI-Interface
 - 2.1.3 Verkabelung
 - 2.1.4 Datenverarbeitung und -übertragung
 - 2.1.5 Weitere MIDI-Eigenschaften
 - 2.1.6 MIDI-Norm
 - 2.1.7 MIDI im Heimstudio
 - 2.1.8 General MIDI
 - 2.1.9 Zusammenfassung
- 2.2 Hören, was passiert
 - 2.2.1 Klang per Soundkarte und Stereoanlage
 - 2.2.1 Klang per Soundkarte und Mischpult

3. Einheit - Keyboards, Synthesizer, Soundmodule.....41

- 3.1 Was ist ein Keyboard?
- 3.2 Masterkeyboard
 - 3.2.1 Unterschiede
- 3.3 Workstation
- 3.4 Synthesizer
 - 3.4.1 Transistorschaltungen
 - 3.4.2 Monophone Synthesizer
 - 3.4.3 Polyphone Synthesizer
 - 3.4.4 Digitale Synthesizer

- 3.5 Soundmodule (Expander)
- 3.6 Sampler
- 3.7 Drumcomputer

4. Einheit – Software.....50

- 4.1 Musiksoftware
 - 4.1.1 Recording
 - 4.1.2 Latenz
 - 4.1.3 ASIO
- 4.2 Sequenzerprogramme
 - 4.2.1 Cubase
 - 4.2.2 Logic
- 4.3 Mastering
- 4.4 Preise
- 4.5 Instrumente
- 4.6 Effekte
- 4.7 Audibearbeitung
- 4.8 Composer- und Arranger-Software
- 4.9 Freeware

5. Einheit – Homerecording.....62

- 5.1 Kleiner Rückblick
- 5.2 Aufnahmemöglichkeiten im Heimstudio
 - 5.2.1 Das kleine Kompaktstudio
 - 5.2.2 Das große Kompaktstudio
 - 5.2.3 High End
- 5.3 Fachbegriffe
 - 5.3.1 Sampling
 - 5.3.2 Samplingrate
 - 5.3.3 Auflösung (Bitrate)
- 5.4 Datenformat WAVE
- 5.5 Datenformat MP3
 - 5.5.1 Psychoakustik
 - 5.5.2 Encoder
 - 5.5.3 Dekoder
 - 5.5.4 Konvertieren
 - 5.5.5 Rippen
- 5.6 HD-Recording

6. Einheit – Das Sequenzer-Programm Cubase.....77

- 6.1 Installation
- 6.2 Erste Schritte
- 6.3 Wichtige Programm-Elemente
 - 6.3.1 Transportfeld
 - 6.3.2 Positionszeiger
 - 6.3.3 Locator
 - 6.3.4 Programmeinstellungen
 - 6.3.5 Projektfenster
 - 6.3.6 VST-Instrumente
 - 6.3.7 Mixer
- 6.4 Aufnehmen

7. Einheit - Ein MIDI-Projekt.....87

- 7.1 Einrichtung
- 7.2 VST-Instrumente einbinden
- 7.3 Songtempo
- 7.4 Klick-Spur
- 7.5 Events korrigieren

- 7.6 MIDI-Aufnahme
- 7.6.1 Rhythmus-Spur aufnehmen
- 7.6.2 Orgel-Spur aufnehmen
- 7.6.3 Bass-Spur aufnehmen
- 7.7 Song verlängern
- 7.8 Song verfeinern
- 7.9 Abmischen

8. Einheit - Ein Audio-Projekt.....99

- 8.1 Einrichtung
- 8.2 Gitarrenaufnahme
- 8.2.1 Rhythmusgitarre
- 8.2.2 Sologitarre
- 8.3 Gesang
- 8.3.1 Mikrofone
- 8.3.2 Sprachtechnik und Artikulation
- 8.3.3 Gesangsaufnahme
- 8.4 Abmischen

B. Übungen.....109

- 1. Übung zur 1. Lerneinheit
- 2. Übung zur 2. Lerneinheit
- 3. Übung zur 3. Lerneinheit
- 4. Übung zur 4. Lerneinheit
- 5. Übung zur 5. Lerneinheit
- 6. Übung zur 6. Lerneinheit
- 7. Übung zur 7. Lerneinheit
- 8. Übung zur 8. Lerneinheit

C. Lösungen.....123

D. Fachlexikon.....133

Einleitung

Immer öfter fragen sich Erzieher und Lehrer heute, was Kinder und Jugendliche eigentlich antreibt. Das mag daran liegen, dass der Altersunterschied zwischen Pädagogen und den ihnen Anbefohlenen in den letzten Jahrzehnten ständig größer geworden ist, da junge Lehrer kaum eingestellt wurden. Es liegt sicherlich aber auch daran, dass wir in einer Zeit kultureller Ambivalenz leben. Einerseits wird Bildung immer noch im Sinne eines traditionellen Wertekanons begriffen, andererseits stehen diesen Werten völlig andere Lebenspläne und -umstände gegenüber. Am Beispiel des Familienbegriffs lässt sich dies leicht nachvollziehen. Patchwork-Familien lassen sich kaum einordnen in das unterschwellig immer noch vorhandene, aber überkommene Familienbild früherer Generationen. Und allein erziehende Mütter und Väter sind heute fast zur Regel geworden.

Die gesellschaftliche Landschaft und damit das, was die Kultur dieser Gesellschaft ausmacht, ist unübersichtlich geworden. In einem solchen Umfeld müssen Kinder und Jugendliche ihren Platz suchen. Wenn es nur das wäre! Gleichzeitig müssen sie sich orientieren in einer medialen Welt, in der das Image wichtiger geworden ist als das reale Sein. Sie sind einer Flut von Eindrücken ausgesetzt, die nicht als Angebot, sondern als Forderung daher kommen. Es gilt „in“ zu sein und daher „muss“ man diese oder jene Voraussetzung erfüllen. Das fängt an bei der angesagten teuren Markenkleidung, die in Massen ganz individuell gekauft auf diese Weise zur Uniform wird. Ähnlich ist es mit dem Handy-Boom. Das Handy muss abgefahren, hip und cool sein, um einmal im aktuellen Code zu bleiben. Und es muss Eigenschaften haben, die weit jenseits dessen sind, was man bisher unter „Telefon“ verstanden hat. Ein Handy ist Statussymbol und Sozialisierungsinstrument zugleich.

Schon Arno Plack hat in den 1960er-Jahren sinngemäß formuliert, dass eine Gesellschaft genau das bekommt, was sie verdient. Nach der *Shell Jugendstudie 2000* wirken sich soziale Ungleichheiten für Jugendliche im Familienleben und im Freizeitbereich aus. Es überrascht nicht, dass der Rat Gleichaltriger oft wichtiger als der der Eltern ist. In diesem Zusammenhang wirkt das Handy sozialisierend, denn die Peergroups definieren sich über ihre Kontakte innerhalb der Medien.

Tatsächlich haben Jugendliche Interessen, die der Komplexität der heutigen Gesellschaft entsprechen und die Ältere zu ihrer Zeit gar nicht haben konnten, weil es die Möglichkeiten dazu nicht gab. Mit Medien gehen sie wie selbstverständlich um, der Computer ist für sie ein Handwerkszeug wie früher für Opa der Gartenspaten. Damit kennen sie sich aus und lassen auf diesem Gebiet so manchen ihrer Lehrer „alt“ aussehen. Über die Massenmedien wie Fernsehen und Internet holen sich Jugendliche heute Informationen und Impulse für ihre Freizeitgestaltung, die wiederum maßgeblich für ihre Persönlichkeitsentwicklung ist. Das kann in Konkurrenz zu den Einflüssen des Elternhauses und der Schule stehen. Aber auch hier zeigt sich: Die soziale Herkunft gibt den Ausschlag für das gesamte Freizeitverhalten.

In gut situierten Familien beschäftigen sich Jugendliche eher mit Lesen oder mit kreativen künstlerischen Aktivitäten. Jugendliche aus sozial benachteiligten Familien hingegen verwickeln sich in der Gleichaltrigengruppe. Besonders männliche Jugendliche aus der Unterschicht verbringen ihre Freizeit vorrangig mit Computerspielen und Fernsehen. Oft hat dies gravierende negative Folgen im Hinblick auf Schule und Berufsausbildung. Den sozialen Schichten entsprechend gestaltet sich auch das Gesundheitsverhalten Jugendlicher. Ungesunde Ernährung, mangelnde körperliche Bewegung und regelmäßiges Zigarettenrauchen ist unter Jugendlichen aus der Unterschicht weit häufiger verbreitet als in höheren Sozialschichten.

Eine weitere Studie des Münchner Meinungsforschungsinstituts *Iconkids & Youth* zeigt ebenfalls das ambivalente Gesicht unserer Gesellschaft. Laut Armutsbericht der Bundesregierung 2008 ist inzwischen jeder vierte Deutsche arm oder er muss durch staatliche Leistungen vor Armut bewahrt werden. Das betrifft natürlich auch und gerade die Kinder und Jugendlichen. Andererseits - so die Studie - hat die Jugend so viel Geld wie nie. Mehr als 22 Milliarden Euro haben die Sechs- bis 19-Jährigen pro Jahr zur Verfügung. Davon geben sie das Meiste (4,4 Milliarden Euro) für Kleidung aus, an zweiter Stelle folgen die Ausgaben für Unterhaltung und Vergnügen, den dritten Platz nehmen mit 2,2 Milliarden Euro die Handyskosten ein. Eben so viel Geld sparen die Jugendlichen aber auch.

Diese Angaben decken sich weitgehend mit Untersuchungen zum Freizeitverhalten Jugendlicher. Medien und soziale Kontakte untereinander spielen eine große Rolle.

Freizeitbeschäftigung	Angaben in %
selbst Musik machen	17,7
Telefonieren	36,8
Computer spielen	41,7
Einkaufen / Bummeln gehen	54,9
Fernsehen / Video / DVD ansehen	63,5
Internet surfen / E-Mails / chatten	66,3
Musik hören	81,9
sich mit Freunden treffen	85,4

Musik hat offensichtlich eine große Bedeutung im Leben der Jugendlichen, allerdings nur in Form des Konsums. Es ergibt sich die Frage, wie man die offensichtliche Medienkompetenz der jungen Menschen in einen qualifizierten und qualifizierenden Musikunterricht einbinden kann. Schaut man sich einmal die Richtlinien Musik für die Hauptschule NRW an, so traut man seinen Augen nicht. Sie stammen. Dort ist in der Ausgabe von 1989 unter „Aufgaben und Ziele“ die Rede von „Lied und Stimme“ und „der Freude im musikalischen Umgang z. B. mit dem Geburtstags-, Tanz- oder Wanderlied“. Am modernsten geht es noch in den Richtlinien Musik für die Gesamtschule NRW von 1999 zu. Auffällig ist allerdings, dass in allen diesen Unterrichtskonstrukten die derzeitige Befindlichkeit der Jugendlichen kaum einbezogen wird. So muss ein an den Interessen Jugendlicher ausgerichteter Musikunterricht schon von der Ausgangslage her scheitern.

Zeitgemäßer Musikunterricht kann nur erfolgreich sein, wenn er die Kinder und Jugendlichen mitnimmt, indem er ihre Interessen aufgreift und diese umleitet in eine ergebnisorientierte praxisbezogene Arbeit. Jugendliche können mit Medien hervorragend umgehen, also müssen Medien unbedingt ins Zentrum auch des Musikunterrichts rücken. Auf dem (Um)weg über die Medien aber kann man fast problemlos sogar zu Mozart, Ravel und Cage gelangen. Und Lehrer und Schüler finden über die gemeinsame Sache wieder zueinander. Vielleicht ein wenig zu optimistisch gedacht, aber wir sollten es zumindest versuchen. Dazu soll dieses Werk anleiten, das weniger als Aufgaben- oder Übungensammlung, sondern als Handbuch zum Einstieg in die Musikwelt des Computerzeitalters zu verstehen ist.

Zur Geschichte der Computermusik

Bereits in früheren Jahrhunderten hat man sich schon Gedanken über die Zusammensetzung von Musik gemacht. So wurde im 17. Jahrhundert der Zusammenhang von Musik und Zahlenordnungen betrachtet und es gab erste Überlegungen zu mechanischen Musikinstrumenten, etwa in den Schriften des Jesuitenpaters und Musikgelehrten Athanasius Kircher oder von Caspar Schott.

Mit Musikautomaten beschäftigte man sich nach 1770 besonders in Frankreich, England und der Schweiz. So baute der Franzose Jacques de Vaucanson 1737 einen mechanischen Flötenspieler, der ein Repertoire von zwölf Liedern hatte und auf einer mechanischen Stiftwalze mit zwei Bewegungsrichtungen basierte.

Auch der Name Mozart taucht in diesem Zusammenhang auf. Er soll sich ein „Musikalisches Würfelspiel“ ausgedacht haben, eine „Anleitung, Walzer oder Schleifer mit zwei Würfeln zu componieren ...“. Übertragen auf einen Computer bedeutet das, der Computer würfelt, indem er Zufallszahlen erzeugt. Die gewonnenen Zahlen entsprechen Noten. Gleichzeitig werden Regeln programmiert, nach denen die „gewürfelten“ Noten ausgewählt werden. Solche Regeln können sich an Harmonien orientieren oder an Tonfolgen. Mathematiker haben darauf hingewiesen, dass musikalische Experimente aufgrund mathematischer Gesetzmäßigkeiten möglich sind, etwa die von dem russischen Mathematiker Andrei Andrejewitsch Markow eingeführten Markow-Ketten, die sich mit Übergangswahrscheinlichkeiten einzelner Elemente beschäftigen.

Folgerichtig wurde der vierte Satz der ersten entstandenen Computerkomposition (1955/1956), die Illiac-Suite für Streichquartett von Lejaren A. Hiller und Leonard M. Isaacson, auch „Markow Chain Music“ benannt. In dieser Komposition dominieren Kompositionsregeln wie sie etwa in der Zwölftontechnik angewendet werden. Bei Hillers zweitem Projekt, der „Computer Cantata“, kam ein spezielles Kompositionsprogramm namens „MUSICOMP“ zur Anwendung.

Weitere Experimente in den USA zur computerisierten Musik fanden große Beachtung. Im Zuge der Erforschung der Klangsynthese machte sich Max V. Matthews einen Namen. Mit dem Programm „MUSIC“ konnten Klänge erzeugt und moduliert werden. Unter dem Titel „The Technology of Computer Music“ lieferte Matthews eine gründliche Beschreibung der Programmiersprache „MUSIC V“, die in den 1970er Jahren auf dem Gebiet der Computer-Klangsynthese Maßstäbe setzte. Max Matthews war es auch, der 1970 zusammen mit John R. Pierce den ersten Hybrid-Synthesizer (analog/digital) baute, den „GROOVE“.

Ende der 1970er Jahre ging man dazu über, Systeme zu entwickeln, bei denen ein Computer einen anderen Klang-Computer steuerte. Hervorzuheben sind hier die Arbeiten des englischen Electronic Music Studios und des Pariser Klangforschungsinstitut IRCAM. Giuseppe di Giugno entwickelte dort ab 1976 mehrere digitale Synthesizer unter Beratung von Pierre Boulez. An der Universität Toronto wurde der SSSP-Digital-Synthesizer von einer Forschungsgruppe konstruiert. In Australien wurde der Fairlight CMI entworfen. Gleichzeitig wurde von den Amerikanern Jon Appleton, Sydney Alonso und Cameron Jones das Synclavier entwickelt.

Anfang 1983 einigten sich führende Hersteller der Musikindustrie auf einen einheitlichen Standard, um die Vernetzung und Steuerung von Computern und elektronischen Musikin-

strumenten zu ermöglichen. Es entstand die Schnittstelle „Musical Instrument Digital Interface“, kurz MIDI, gleichzeitig auch ein Verfahren zur Aufzeichnung von Daten.

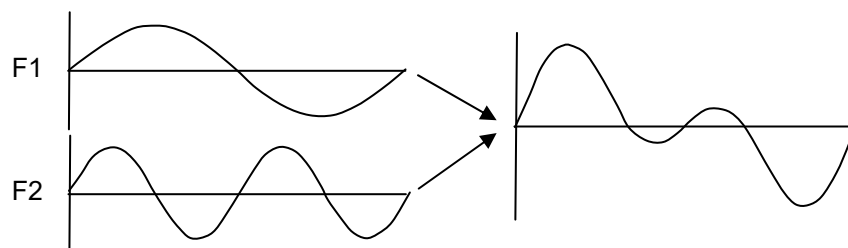
Immer mehr Komponisten gingen dazu über, Computer für Kompositionen einzusetzen. Rechnergenerierten Partituren entstanden mit Hilfe der Partitursynthese. Ausgangspunkt war die Erkenntnis, dass in jeder schematische Komposition wie etwa dem Kontrapunkt Algorithmen stecken. Programmiersprachen wie Fortran dienten dazu, solche strukturellen Gesetzmäßigkeiten in Programme zu gießen.

Klangerzeugung

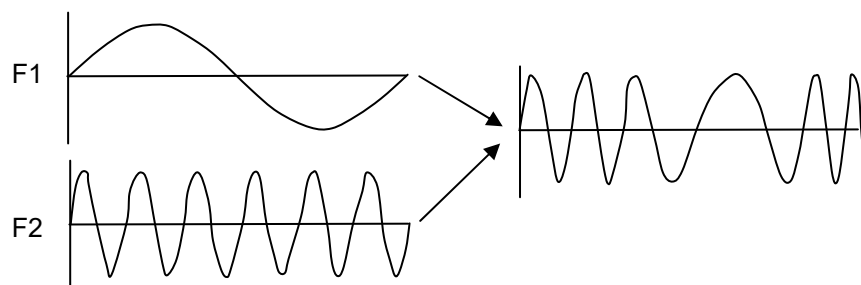
Parallel zur Computerentwicklung wurde auch die Musikelektronik immer leistungsfähiger. Die fortschreitende Digitalisierung ermöglichte nun neue Verfahren der Klangerzeugung. Als Beispiele seien additive Synthese und Frequenzmodulation genannt.

Unter **additiver Synthese** versteht man die Möglichkeit, Klänge (= Kurven) durch Addition einzelner Töne (= Sinuskurven) zusammenzusetzen. Durch Auswahl und Variation z. B. der Amplitude¹ der einzelnen Kurven ergibt sich eine Vielzahl von verschiedenen Klängen. Das Problem ist jedoch, dass sich ein Klang, z. B. der auf dem Klavier angeschlagene Ton a' (mit der Grundschwingung 440 Hz), während seiner Dauer ändert. Ein echter Klavierklang kann durch eine solche einfache Synthese nicht entstehen. Beachtet werden muss zum Beispiel, wie lange es braucht, bis sich der Ton aufgebaut hat (Einschwingvorgang). Zusätzlich trägt farbiges Rauschen, das aus fast unendlich vielen Teilschwingungen mit einem Frequenzmaximum besteht, in besonderem Maße zum Klang bei.

1. Additive Synthese von Frequenz 1 und Frequenz 2



2. Frequenzmodulation von Frequenz 2 durch Frequenz 1



Besonders wichtige Merkmale von Toneigenschaften sind die zeitlichen Unterschiede beim Auf- und Abbau von Obertönen. Obertöne sind Schwingungen, die ein Vielfaches des Grundtones betragen. Obertöne bestimmen wesentlich die Klangfarbe, beschrieben etwa mit Brill-

¹ Amplitude = Schwingungsweite, Ausschlag

lanz bzw. Dumpfheit, Helligkeit, Schärfe, Spitze beschrieben. All dies muss bei einer digitalen Klangerzeugung abgebildet werden. Für eine vollwertige additive Synthese ist die separate Beeinflussung aller Merkmale notwendig. Ob eine gemeinsame Hüllkurve² für alle Obertöne, oder die einzelne Programmierung für mehrere Obertöne eines Klanges - die Klangergebnisse unterscheiden sich deutlich in der Qualität. Mit zunehmender Rechenleistung der Computer(instrumente) gelingt das immer besser, wenngleich die natürliche Tonerzeugung dem immer noch voraus ist.

Die Synthese eines Tones durch **Frequenzmodulation** ist weniger aufwändig als die additive Klangsynthese und außerdem eine flexiblere Technik. Ändert sich die Frequenz eines Tones in gleichmäßigen Abständen (periodisch), so bezeichnet man diese Tonhöhenschwankungen als Vibrato. Man sagt, der Ton sei frequenzmoduliert. Nähern sich **Trägerfrequenz** und **Modulationsfrequenz**, so ergeben schon wenige Wellenformen vielerlei Ergebnisse. Träger- und Modulationsschwingung können bei der Frequenzmodulation aus jeder Art von Schwingung bestehen, sodass sich so völlig neue Klänge synthetisieren lassen.

Weitere Möglichkeiten digitaler Klangerzeugung:

- Amplitudenmodulation
- Wellenform-Synthese
- Physical Modelling
- Sound-Sampling
- Granularsynthese (Glisson-Synthese, Pulsar-Synthese)

Sampling

Ein weiterer wichtiger Baustein in der Geschichte heutiger Computermusik ist das Sampling. Sound-Sampling ist ein digitales Verfahren zur Speicherung von Klängen. Wellenformen (Frequenzen) werden dabei durch entsprechende Wandler in binären Code (Computercode) umgewandelt. Das war nur möglich durch den enormen Zuwachs der Speicherkapazitäten von Computern und digitalen Instrumenten.

Begonnen hat das Zeitalter des Sampling 1979 mit den bereits oben erwähnten sündhaft teuren Systemen Fairlight CMI und Synclavier. 1981 kam der Emulator hinzu. Mitte der 1980er Jahre wurden Sampler wie der Ensoniq Mirage oder der Akai S-612 auch für Bands und Einzelmusiker (z. B. für Homerecording) erschwinglich. So konnte man nun mit einem Sampler selbst aufgenommen Klängen nutzen, aber auch den Klang anderer Musikinstrumente im Studio und auf der Bühne simulieren. Endlich konnte der Keyboarder nahezu natürlich klingende klassische Instrumente wie Streicher und Bläser per Tastatur spielen. Die synthetischen Sounds elektronisch gesteuerter Drum-Machines wurden durch gesamplete echte Schlagzeugklänge ersetzt, die dann direkt oder mit einer automatischen Rhythmik abgerufen werden konnten.

Die Sample-Technik wurde immer erschwinglicher. Viele Firmen brachten entsprechende Geräte heraus. Die Popmusik der 1980er Jahre war geprägt von Sample-Sounds. Ab Mitte der 1990er Jahren war Sampling im 16Bit-Format Standard. In der Studioteknik professioneller Musikstudios hielt Ende der Neunziger die digitale Aufnahmetechnik endgültig Einzug. Heutzutage werden Samples meist direkt am Computer verwaltet und mit Hilfe eines Audio-Sequenzers oder Software-Samplers abgespielt, wodurch die Hardware-Sampler weitgehend aus den Studios verschwunden sind. Bandmaschinen findet man in den Studios kaum noch,

² Hüllkurve = im Musiksynthesizer eine Steuerspannung für den Verlauf der Lautstärke oder Klangfarbe eines Tons

wobei man betonen muss, dass es durchaus noch Freunde analoger Klänge gibt, die auf die alte Technik setzen, weil sie vermeintlich oder tatsächlich wärmer klingt.

A. Lerneinheiten

1. Einheit - Der Computer

1.1 Der Computer wird zur Musikstation

Jeder, der einen Computer³ besitzt, weiß, dass man damit Musik wiedergeben kann. Selbst aus einem Notebook erschallen Klänge, denn es enthält kleine Lautsprecher zur Wiedergabe. Der große PC⁴ hat entweder einen Monitor mit Lautsprechern, oder es stehen neben dem Monitor auf dem Schreibtisch kleine Spezialboxen. Nicht zuletzt kann der Computer auch direkt mit einem Kopfhörer oder der Stereoanlage verbunden werden.

Schon beim Einschalten meldet sich etwa ein Betriebssystem wie Windows XP mit einem markanten Klang. Ist der Computerfreund dann im Internet unterwegs, stößt er oft genug auf Webseiten mit Soundbeilage⁵. Gerade wegen der Musik sind Jugendliche ja gerne im Internet. Auf Plattformen wie *MySpace* kann man ohne Ende Musik anhören. Bei *YouTube* können Musikvideos angeschaut werden und anderswo kann man Musik auch direkt legal herunterladen. All das - wohlgemerkt -, weil der Computer in der Lage ist, die entsprechenden Signale aufzufangen und hörbar oder sichtbar zu machen.

Warum kann der Computer so gut mit Musik umgehen? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir zunächst einmal genau unterscheiden zwischen dem Hören von Musik am PC und der Verarbeitung von Musik durch den PC. Wir hören Musik immer noch mit unseren Ohren durch entsprechende Schallwandler wie Lautsprecher oder Kopfhörer. Anders gesagt: Wir hören die in Luftschwingungen umgewandelten elektrischen Signale. Musikhören ist ein analoger⁶ Vorgang. Musik als Schallereignis ist technisch gesehen immer analog. Bei den früheren Vinyl-Schallplatten konnte man dies förmlich sehen. Der Schall wurde in eine Schallplattenrinne gepresst, die wiederum von einer Nadel abgetastet wurde.

Anders verhält es sich mit Musik, die der Computer verarbeitet. Wir kennen es ja von der Audio-CD. Da gibt es keine Rinne, sondern die Signale werden für das Auge unsichtbar durch winzige Vertiefungen (Pits) und Flächen (Lands) dargestellt. Diese Signale sind digitaler⁷ Art. Der Computer verarbeitet ausschließlich digitale Werte. Aus dem ursprünglichen analogen Schallsignal eines Musikereignisses wird durch Umwandlung ein digitaler Wert, der sich etwa in den Kombinationen von Zahlen ausdrückt. Ein solches Zahlenmuster bezeichnet man als Binärcode⁸, ein Code, mit dem Nachrichten durch Abfolgen von zwei verschiedenen Symbolen (zum Beispiel 1/0 oder wahr/falsch) dargestellt werden können. Eine Sinfonie von Beethoven, die auf CD veröffentlicht, also digitalisiert wurde, ist für den Rechner daher nichts anders als eine riesige Abfolge von Nullen und Einsen (0001110010101000001111000...), auf der CD dargestellt durch Pits und Lands.

Wir halten fest:

1. Wir hören Musik als analoges Schallereignis, das durch Luftschwingungen an unser Ohr gelangt.
2. Wir speichern und verbreiten heute Musik überwiegend in digitalisierter Form.
3. Der Computer als digitales Medium ist gut geeignet für den Umgang mit digitaler Musik.

³ Computer = von lat.: computare, zusammenrechnen

⁴ PC = Personal Computer (persönlicher, privater Computer)

⁵ Sound = Klang

⁶ analog = entsprechend, gleichartig

⁷ digital = von lat. *digitus* = Finger; mit Fingern zählend

⁸ Code = Vorschrift zur Nachrichtenübertragung; binär = zweiteilig, aus zwei Einheiten bestehend

1.2 Analog - digital

Wenn aus dem Internet Musik auf unseren Computer gelangt, so sind die Musikschnale zunächst analog. Denn über die Telefonleitung werden Spannungszustände übermittelt, genauso wie die Lautsprecherleitung es vom Verstärker bis zum Lautsprecher tut. Damit kann der PC aber wenig anfangen, genau so wenig wie mit dem Gesang in der Grafik oben.

Damit der Computer Musik aus dem Internet oder das oben dargestellte Schallsignal „verstcht“, muss es für ihn gewissenmaßen übersetzt werden. Dazu dient ein **Analog-Digital-Umsetzer** oder **ADU**, oft auch als A/D-Wandler bezeichnet. Er setzt nach unterschiedlichen Methoden analoge Eingangssignale in digitale Daten um, die dann weiterverarbeitet oder gespeichert werden können.

Umgekehrt wird ein **Digital-Analog-Umsetzer** oder **DAU** (auch D/A-Wandler) verwendet, um digitale Signale in analoge Signale umzusetzen. Quelle der Signale wäre z. B. - wie oben in der Grafik dargestellt - eine CD, die angehört werden soll.

Wir halten fest:

Analoge und digitale Signale müssen jeweils in die andere Form umgesetzt und getrennt verarbeitet werden. Ein Computer enthält bereits A/D-Umsetzer und D/A-Umsetzer und kann daher mit analogen und digitalen Signalen gleichermaßen umgehen.

1.3 Hardware

Ein Computer setzt sich aus vielen Bestandteilen zusammen, die man als **Hardware** (harte Ware) bezeichnet. Mit diesem Oberbegriff ist die maschinentechnische Ausrüstung eines Systems gemeint. Der Computer ist also als System zu verstehen, in dem unterschiedliche „Maschinen“ zusammenarbeiten, die von einem gemeinsamen Gehäuse zusammen gehalten werden. Diese Gehäuse können sehr unterschiedlich ausfallen und bestimmen das Aussehen des Computers. Verschwunden ist fast gänzlich das so genannte Desktop⁹-Gehäuse. Es überwiegt der Tower¹⁰ in verschiedenen Ausformungen: Mini-Tower (klein), Midi-Tower (mittel), Maxi-Tower (groß). Bei einigen PC-Herstellern findet man auch gar kein Gehäuse mehr. Man sieht nur die Tastatur und den Monitor. Alle Computer-Innereien sind bei solchen Modellen im Monitor¹¹ verstaut. In Notebooks oder Laptops bildet alles zusammen eine Einheit.



PC-System

Ein komplettes Computersystem setzt sich zusammen aus dem Gehäuse (Ausnahmen siehe oben) mit den darin untergebrachten „Maschinen“, dem Monitor und der Tastatur. Zudem ist für viele User¹² der PC auch ein Objekt für Experimente und modische Strömungen geworden. Case-Modding¹³ ist eine solche Erscheinung. Dahinter verbirgt sich das Verändern der äußeren Erscheinungsform des PCs zwecks optischer Aufwertung. Das beginnt bei der Innenbeleuchtung mit blauen Leuchtröhren und führt mit-

⁹ Desktop = auf dem Tisch

¹⁰ Tower = Turm

¹¹ Monitor = Bildschirm

¹² User = Benutzer

¹³ Case-Modding = von engl. case = Gehäuse, engl. modification = Veränderung

unter zu bizarren Ergebnissen. Das alles darf aber nicht darüber hinweg täuschen, das heutige PCs aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken sind. Im Geschäftsleben gehören sie in fast allen Berufen zum täglichen Handwerkszeug. In der Schule werden sie gleichberechtigt neben Büchern und Heften eingesetzt. Im Privatleben nehmen sie neben dem Fernseher und der Musikanlage breiten Raum ein. Der Besuch im Internet ist fast selbstverständlich geworden.

1.4 Innenleben

1.4.1 Netzteil

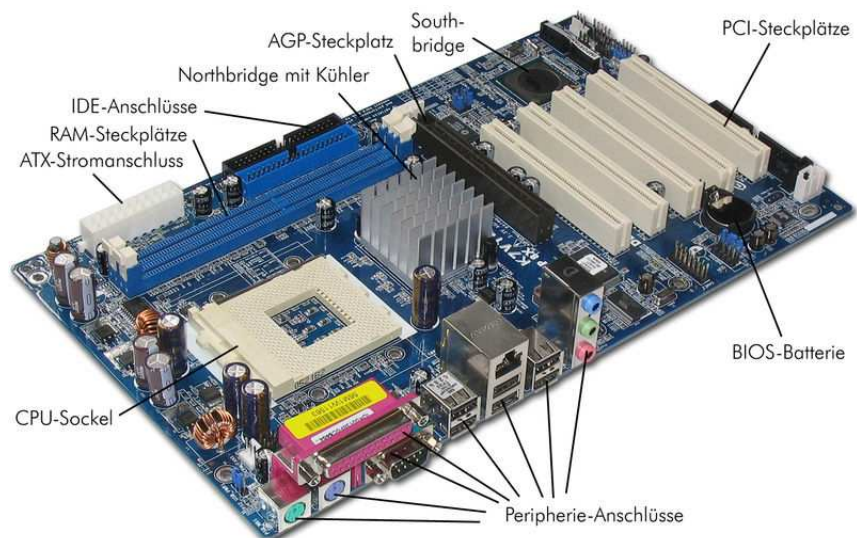
Wie schon angedeutet wurde, sind es ja gerade die Innereien eines Computers, die ihm seine besonderen Fähigkeiten verleihen. Ein wichtiger Bestandteil eines Rechners ist das **Netzteil**, denn ohne Strom findet kein Datenverkehr statt. Nicht unterschätzen sollte man die Leistungsfähigkeit eines Netzteils. Je mehr Komponenten man einbaut, desto mehr Strom wird benötigt. Und bestimmte hochwertige Teile ziehen besonders viel Strom. Die Leistung eines Netzteils wird in Watt (W) angegeben. Für einen gut ausgestatteten PC benötigt man schon ein Netzteil ab 350 W. Ein solches Netzteil besteht aus einem abgeschlossenen Gehäuse mit Lüftungsöffnungen. Ein eingebauter Lüfter sorgt für die stetige Abfuhr der doch sehr heißen Luft im Netzteil. Ein dicker Kabelbaum mit allen im Computer benötigten Steckverbindungen sorgt für Verbindung. Ein Anschluss fürs Netzkabel und ein Netzschalter komplettieren das Netzteil.



PC-Netzteil

1.4.2 Hauptplatine

Nun aber zu den „Maschinen“, die das Computer-Innenleben ausmachen. Die grundlegende Komponente ist die **Hauptplatine** (engl. Mainboard). Auf ihr sind die einzelnen Bauteile wie Hauptprozessor (CPU), Speicher, der BIOS-Chip, Schnittstellen-Bausteine und Steckplätze für Erweiterungskarten und Speicherbausteine montiert. Wir wollen an dieser Stelle nicht weiter auf die Fachbegriffe eingehen. Suche dir ihre Bedeutung einfach im Internet. **Merken wollen wir uns:** Die Hauptplatine führt erstens alle Bestandteile des Computers zusammen und ermöglicht ihre Zusammenarbeit. Die Hauptplatine verbindet zweitens den PC mit der Außenwelt. Die Leistungsfähigkeit des Rechners richtet sich nach dem Hauptprozessor, die zentrale Ver-



arbeitungseinheit eines Computers, die in der Lage ist, ein Programm auszuführen. Zusätzlich sollte ein PC noch viel Arbeitsspeicher (RAM) aufweisen, damit heutige umfangreiche Programme schnell geladen werden können und Platz zum Arbeiten haben.

1.4.3 Prozessor

Auf der Hauptplatine hat der Prozessor (CPU¹⁴) seinen Sitz. Der Prozessor ist das Rechenzentrum des Computers. Von ihm hängt es ab, wie schnell die Daten verarbeitet werden. Mit aktuellen CPUs hat man sicher in einem Musik-PC keine Probleme, aber auch etwas ältere Modelle reichen meistens noch gut aus. Unbedingt sollten Marken-Prozessoren wie Intel Pentium IV oder AMD Athlon verwendet werden. Absolute Billigprozessoren, die nur für Office-Anwendungen geeignet sind, reichen vielleicht gerade für MIDI, aber nicht, wenn wir Hard Disc-Recording betreiben, also auch Audio-Aufnahmen machen. Es ist in jedem Fall ratsam, zunächst einmal den PC zu testen, den man bereits hat. Dazu kann man Demo-Versionen professioneller Musik-Software einsetzen. Falls es da hakt, muss ein neuer Computer her.

Vielfach neigen Laien dazu, sich das maximal Mögliche anzuschaffen. Bei Prozessoren wären das Exemplare in 64-Bit-Technik. Unter 64-Bit-Technik versteht man Prozessorarchitektur, deren Wortbreite 64 Bit beträgt. Mehr Geschwindigkeit erreicht man damit kaum, weil die Software auch entsprechend ausgelegt sein muss. Zwar gibt es Windows XP in einer 64-Bit-Version, bei den Anwendungen aber sieht es mager aus. Besonders im Bereich der Musik-Software wird man da derzeit kaum fündig werden. Der offensichtlichste Vorteil von 64-Bit-Prozessoren ist momentan, dass man Hauptspeichergößen von mehr als 4 GB ansprechen kann. Andere Vorteile sind ohne optimierte Software erstmal nicht gegeben. Also macht es keinen Sinn, eine solche CPU zum entsprechend hohen Preis anzuschaffen.

Anders sieht es mit Dual Core Prozessoren aus (Pentium D bzw. Athlon Dual Core), die zwei unabhängige Prozessorkerne vereinen. Dies kann ähnlich wie beim Hyperthreading¹⁵ zu Leistungszuwächsen führen, wenn mehrere Prozesse gleichzeitig ablaufen. Da es hierbei jedoch anders als Hyperthreading wirklich um zwei physikalisch vorhandene unabhängige Recheneinheiten geht, kann der Zuwachs der Leistung im günstigsten Fall tatsächlich 100% betragen.

1.4.4 Festplatten

Äußerst wichtige Bestandteile des Computer-Innenlebens sind Festplatten. Es ist durchaus angebracht, hier von der Mehrzahl zu reden, da im Regelfall mindestens zwei Festplatten verbaut werden.

Eine Festplatte, kurz auch HDD (von engl. Hard Disk Drive), ist ein Speichermedium, das binäre Daten auf die Oberfläche einer sich sehr schnell drehenden Scheibe schreibt. Die Scheibe besteht aus einer speziellen nicht



Innenleben einer Festplatte

¹⁴ CPU = engl. Central Processor Unit

¹⁵ Hyperthreading = Technik, die es einem l (unabhängig ablaufende Teile eines Programms)