

Der Siegeszug der Computer im Heimanwendungsbereich: Vom PET 2001 zum modernen PC.

Seminar: Geschichte der Rechnerarchitektur

Kai-Fabian Treder
Fakultät für Informatik
Technische Universität München
kai.treder@tum.de

Arpad Botos
Fakultät für Informatik
Technische Universität München
botos@in.tum.de

ABSTRACT

Viele Firmen, die einst den Markt eigenständig regierten, verloren im Laufe der Jahre ihr Monopol. Oftmals liegt dem zu Grunde, dass der eine Computer etwas zu bieten hatte, was der andere nicht bot.

Wie die Evolution in der Natur führten auch beim Computer eines zum anderen. Ein Problem führte zu nächsten Lösung, eine Lösung führte zum nächsten Problem. Mit dieser Problemstellung und dieser Motivation gingen wir an die Seminararbeit heran.

Wir setzten einen Schwerpunkt auf die Hardware-Aspekte. Ebenso gehen wir konzentrierter auf alte Computer als auf Neue ein. Jedoch ist es aber nicht möglich, Software unbeachtet zu lassen, da gerade diese die Hardware-Anforderungen in die Höhe trieben und ohne Software die Hardware nicht ausgenutzt werden kann. Darüber hinaus ist es faszinierend zu sehen, wie die modernen Computer beeinflusst wurden von ihren Vorgängern. Für jeden Rechner klären wir vier Aspekte: Was war der geschichtliche Hintergrund? Was sind die Hardware-/Software-Merkmale? Welche Probleme gab es mit dem Computer? Welchen Einfluss hatte der Computer auf den späteren Verlauf?

Wir beziehen uns immer auf ganz bestimmte Computer-Modelle und nicht allgemein auf eine Firma. Die ausgewählten Modelle sind die, die wir als besondere Elemente in der Geschichte der Computer ansehen. Gründe dafür sind, dass wir bestimmte Aspekte der Computer als einzigartig und als noch-nie-dagewesen einstufen.

Als Ergebnis haben wir einen geeigneten Verlauf der Historie erarbeitet. Wir haben verschiedene Erfolgsgründe für die einzelnen Rechner und damit für die jeweiligen Firmen gefunden. Rechenleistung allein verspricht nämlich kein Erfolgsrezept. Gemäß unserer Ergebnisse und Beobachtungen kommen wir ebenfalls auf einen Zukunftsausblick.

Keywords

Rechnerarchitektur; Geschichte; Apple; IBM; Commodore; PET; PC; Hobbit; Amiga; C64; MacBook

1. EINLEITUNG

Im Folgenden wird ein Überblick über die Geschichte des Computers in der Heimanwendung durch das Beispiel von zehn ausgewählten Rechnern gegeben, die zwischen 1977 und 2008 auf den Markt kamen.

Unter ihnen gibt es Computer, die von weltweit bekannten Riesen hergestellt wurden wie IBM oder Apple. Es werden

aber auch Rechner behandelt, die zwar nicht so berühmt oder erfolgreich waren, aber trotzdem einen beträchtlichen Einfluss auf die Entwicklung des Heimanwendungsbereichs der Informatik hatten.

Durch diese Beispielrechnern wird erläutert, wie man von textbasierten Betriebssystemen zu GUIs kam, wie All-in-one Computer mit anderen Computer konkurrierten, deren Peripheriegeräte (Monitor, Tastatur, Laufwerk, etc.) separat gekauft werden mussten, wie Rechner aus Japan oder der Sowjetunion im Vergleich zu ihren westlichen Gegenstücke aufgebaut waren und wie Rechenleistung, Marketing, Managemententscheidungen, Glück und Zufall den Erfolg einer Hardware gemeinsam bestimmten.

2. PET 2001

Name	Commodore PET 2001
Erscheinung	Juni 1977
Prozessor	MOS 6502 @ 1 MHz
Technologie	8 bit
RAM	4-8 KB
Max. Auflösung	320 x 200 Pixel
Farben	2 (weiß/grün auf schwarz)
Betriebssystem	BASIC 4.0

Tabelle 1: Technische Daten des PET 2001 [14]



Abbildung 1: Commodore PET 2001 - blaue Edition [14]

Der PET 2001 war der erste Computer von Commodore [14]. Der damalige Marktführer im Bereich Computer war

IBM und Commodore verkaufte zu der Zeit lediglich nur Taschenrechner. Die Idee eines bezahlbaren Computers für jedermann sollte den Computermarkt zum Privatverbraucher bringen. Gleichzeitig wollte man damit dem Marktriesen IBM trotzen [43].

2.1 Geschichte des PET 2001

Commodore kaufte 1976 die Firma *MOS Technology* und übernahm damit alle verbundenen Technologien, darunter u. a. den Mikrocomputer *KIM-1* [14]. Chuck Peddle, welcher als einer der bedeutendsten Ingenieure bei MOS galt, kam auf die Idee eines erschwinglichen Computers für den Privathaushalt. Er überzeugte den damaligen Mitbegründer von Commodore Jack Tramiel solch einen Computer zu entwerfen und auf den Markt zu bringen. In seinen Augen lag ein großes Problem in der Computerwelt darin, dass Programmierer keinen Computer bauen und Computerbauer nicht programmieren konnten, wodurch viel verschenktes Potential entstand. Weiterhin waren Computer zu der Zeit für Einzelpersonen unbezahlbar.

„Der Glaube an erschwingliche Massenprodukte statt hoher Preise für die Elite“ [39], was sonst nur ein leeres Versprechen von anderen Firmen war, sollte sich also bewahrheiten.

Für den Namen *PET 2001* gab es mehrere Ursprungsfaktoren. Zum einen war es eine Referenz an die Stanley Kubrick Filme. Sowohl durch Schriftart, als auch durch die Wortlänge drei, was des Öfteren Element seiner Filme war, spiegelte sich dies wider. Das bekanntestes Beispiel dafür ist der Raumschiffcomputer *HAL* aus dem Film *2001: A Space Odyssey*. Dies war auch gleichzeitig der Ursprung von der Nummer 2001 im Namen des Rechners. Dadurch sollte ein futuristischer Bezug hergestellt werden. Zum anderen war es eine Art der Provokation gegenüber IBM, wessen Firmenname ebenfalls aus drei Großbuchstaben bestand [43]. Ein weiterer Grund war, dass *pet* (zu deutsch „Haustier“) freundlich und angemessen wirkte [43]. Erst im Nachhinein wurde die Bezeichnung *Personal Electronic Transactor* hinzugefügt [14]. Da die Firma *Philips* bereits im europäischen Markt Patente für einen Computer namens PET sicherte, wurde die Commodore PET-Linie in *Commodore CBM* umbenannt [43].

Der PET 2001 wurde 1977 bis 1986 produziert und für 795 \$ [43] (entsprechen heute ca. 3430 \$[23]) zum Verkauf angeboten.

2.2 Merkmale des PET 2001

2.2.1 PET 2001 - Hardware

Das revolutionärste Merkmal am PET 2001 war sein All-in-one Konzept. Alle wichtigen Komponenten wie Monitor, Tastatur und CPU waren in einem zu der Zeit futuristischen Metallgehäuse untergebracht. Man entschied sich für die Farbe weiß, da diese in den 60ern und 70ern als Farbe der Zukunft galt [43]. Das vereinfachte Konzept sollte für ein solides Gesamtpaket und keine Komplikationen mit Kabeln sorgen. Für die Wartung und eventuelle Modifikationen ließ sich der PET sehr leicht öffnen, sodass man an die inneren Komponenten herankommt. Eine häufig durchgeführte Modifikation war das Aufstocken des RAMs von 4 KB auf 8 KB [14]. Der Rechner wurde von dem *MOS 6502 CPU* (8Bit) mit 1 MHz betrieben. Dieser Prozessor kam bereits beim *KIM-1* zum Einsatz und später u. a. auch bei Apple *I/II* und Atari 800 [14].

Im PET war ein 9-Zoll CTR Display von Sony eingebaut mit einer Auflösung von 320x200 Pixel in schwarz-weiß bzw. schwarz-grün. Dargestellt werden konnten 40 Zeichen mit je 8x8 Pixeln, sowie einige grafische Zeichen, wie bspw. die Farben von Spielkarten. Die Zeichen sowie das Betriebssystem waren im ROM gespeichert [47].

Ein Merkmal des PETs war der eingebaute Kassettenspieler. Hierbei handelt es sich lediglich um einen üblichen Spieler, der leicht modifiziert und an der Unterseite des Gehäuses befestigt wurde. Sinn und Zweck waren das Speichern und Laden von Programmen auf Kassetten bzw. *Datasetten*, wie es von Commodore genannt wurde [15]. Die Programme werden dabei zuerst in den RAM geladen und können dann abgespielt werden [14].

Am Computer befanden sich vier Erweiterungsanschlüsse. Ein Anschluss war für einen weiteren Kassettenspieler, ein weiterer Anschluss war der Commodore-eigene Userport, der Dritte war einer für extra RAM und der Letzte war ein IEEE-Anschluss. Die Verwendung des 8 Bit Userport war dem Nutzer überlassen. Möglich waren bspw. der Anschluss eines Modems zur Kommunikation oder eine Highspeed-Datenübertragung zwischen weiteren PET oder KIM Rechnern. Der IEEE Port ermöglichte bis zu 26 per Daisy-Chain verbundene Geräte, von denen zehn gleichzeitig aktiv sein konnten. Diese waren bspw. Drucker, Single-/Doppel-Drive Floppy-Disk (von Commodore), Plotter oder auch Kurvenschreiber [47].

Die Tastatur war aufgeteilt in ein Zeichen- und Zahlenfeld. Daneben gab es noch u. a. die START-Taste, mit welcher Code, der sich als Nächstes auf der Kassette befand, abspielen ließ, sowie die STOP-Taste, mit der man sich aus Endlosschleifen oder auch allgemein aus Programmen befreien konnte [47]. Die benutzte Tastatur hatte sowohl optisch als auch physisch große Ähnlichkeiten zu den Taschenrechnern, die Commodore zu der Zeit produzierte [43].



Abbildung 2: Geöffneter PET 2001 - Erkennbar ist die weiße Halterung unterhalb des schwarzen Kassettenspielers [14].

2.2.2 PET 2001 - Software

Das Betriebssystem ist *BASIC 4.0* von Microsoft. Es wurde ausgestattet mit einer eigenen Programmiersprache. Unmittelbar nach dem Einschalten ist man direkt im *BASIC OS* und es können sofort Befehle eingegeben und ein eigenes Programm geschrieben bzw. ein Programm via externe Speichermedien eingelesen und ausgeführt werden. Ebenfalls revolutionär war der zu der damaligen Zeit fortschrittliche Editor. Wenn ein Codeabschnitt auf dem Bildschirm zu sehen war, konnte dieser mithilfe des Cursors direkt verän-

dert, erweitert oder gelöscht, sowie direkt ausgeführt werden. Arithmetische Ausdrücke verlangten damit kein eigenständiges Programm und können direkt berechnet werden [47].

Das Kassettenlaufwerk stand mit Ausnahme von dem Abspielstart vollständig unter der Kontrolle des Betriebssystems. Es wurde eigenständig erkannt, ob das Ende der Kassette bzw. des Programms erreicht wurde [47].

2.3 Probleme mit dem PET 2001

Durch den Versuch, den Computer klein genug zu machen, sodass es problemlos auf einen Büroschreibtisch passt, fiel die Tastatur vergleichsweise klein aus, wodurch sie sehr unbequem und damit ungeeignet zum fließenden Schreiben war. Außerdem war der Computer mit 11 kg sehr schwer, wodurch er nicht portabel war [47].

Ein weiteres Problem war die Performanz. Der RAM konnte zwar von 4 KB auf 8 KB erweitert werden, jedoch war dies für viele Nutzer immer noch sehr limitierend. Allgemein hatte der PET das Problem, dass sehr wenig Software erhältlich war, wodurch der Verbraucher gezwungen wurde, eine Programme zu erstellen.

Ein Problem hinsichtlich der Verfügbarkeit der PETs war die langsame Produktion. Um den Plan eines kostengünstigen Computers einzuhalten, verwendete man für die Produktion des Metallgehäuses eine kanadische Möbelfirma, welche einem der Mitbegründer von Commodore gehörte. Durch die langsame Produktion und dem schnellen und großen Erfolg des PETs entstand ein Flaschenhals, wodurch lediglich 30 Exemplare am Tag produziert werden konnten [55].

2.4 Einfluss des PET 2001

Für die damalige Zeit war es ein bahnbrechendes Angebot einen vollständigen Computer inklusive Tastatur und Monitor für 795 \$ zu erstehen. Allgemein war es ein gern gesehenes Konzept, alle Komponenten in einem Gesamtobjekt beisammen zu haben [43].

Der relative Mangel an Plug-and-play-Programmen und der Ersatz in Form von der beigelegten Programmiersprache beeinflussten den zukünftigen Verlauf der Geschichte positiv. Immer mehr Menschen wurden von Programmierung begeistert und erkannten großes Potential, nicht nur in Software, sondern auch den Anwendungsgebieten der Computer. Die PET Serie wurde später auch in vielen Schulen von den Schülern verwendet [47].

Die Idee eines preiswerten Heimcomputer für jedermann, die 1976 von Chuck Peddle ausging, machten Commodore 1980 zur drittstärksten Computerfirma in der Branche [43].

3. APPLE II

Name	Apple II
Erscheinung	Juni 1977
Prozessor	MOS 6502 @ 1 MHz
Technologie	8 bit
RAM	4-48 KB
Max. Auflösung	40 x 24 Text (40 x 48 Pixel mit Farbe)
Farben	15
Betriebssystem	Integer Basic

Tabelle 2: Technische Daten des Apple II [7]



Abbildung 3: Apple II [7]

3.1 Geschichte des Apple II

1977 war der PET 2001 von Commodore nicht der einzige Heimcomputer, den man erwerben konnte. Im selben Jahr erschien für 1300 \$ (entsprechen heute ca. 5611 \$) der von Steve Jobs und Steve Wozniak entwickelte *Apple II* der Firma *Apple Computer*. Wie auch sein Konkurrent bietet der Apple II ein All-in-one Konzept, jedoch anders als beim PET kommt der Apple II ohne Monitor [5].

Der Computer richtete sich an Endanwender mit Anwendungsbereich bspw. in Büros und damit nicht nur an Entwickler. Der Apple II entstand unter dem Motto „Ein PC muss klein, zuverlässig, leicht zu benutzen und preiswert sein“ [5], welches von einem der Mitentwickler, Steve Wozniak, stammt. *Apple Computer* erkannte, dass Computer in den 50ern und 60ern zwar große Aufmerksamkeit auf sich zogen, allerdings zu groß, zu kompliziert und zu schwer für den Eigenbedarf waren [9].

3.2 Merkmale des Apple II

3.2.1 Apple II - Hardware

Betrieben wurde der Apple II von dem selben Prozessor wie der PET 2001, der *MOS 6502 CPU* mit 1 MHz. Verfügbar waren 4 KB RAM, dieser konnte jedoch bis zu 48 KB erweitert werden (2600 \$ Gesamtpreis; entsprechen heute ca. 11000 \$[23]) [5].

Ein besonderes Hardwaremerkmal waren die acht Erweiterungssteckplätze auf der Hauptplatine. Von Steve Jobs waren nur zwei geplant, einen für einen Drucker und einen für ein Modem [5]. Dadurch konnte der Computer nach eigenem Belieben erweitert und verbessert werden. Um an die Platine heranzukommen, ließ sich die Oberseite des Computers leicht öffnen. Zum Vorschein kam dann das gesamte Innere des Apple II [10]. Die technischen Daten des Rechners waren frei zugänglich. So wurde es Drittfirmen ermöglicht, eigene Erweiterungsmöglichkeiten herzustellen und zu verkaufen. Es entwickelte sich dafür auch schnell ein Markt. Erhältlich war darunter bspw. die *Z-80 SoftCard* von Microsoft, welche zu dem Zeitpunkt Microsofts erste eigene Hardware war. Diese ermöglichte es, auf dem Apple II das Betriebssystem CP/M auszuführen. Weitere zusätzliche Optionen waren Grafikkarten, Kassettenlaufwerk, Gamepads, Schnittstellenkarten, Speichererweiterungskarten oder auch Diskettencontrollerkarten. Ebenso war es möglich, eigene Karten herzustellen, sofern man die benötigten Mittel dazu hatte [5].

Die einzigen Anschlüsse auf der Rückseite des Computers waren für Video und Ein-/Ausgabe für Kassette [10]. Es gab einen eingebauten Lautsprecher, jedoch war dieser ohne eine Soundkarte nur zu sehr einfacher Musikausgabe fähig. Soundkarten gab es ab 1983 [6].

Ein Monitor war nicht dabei. Es bestand allerdings die

Möglichkeit, einen eigenen Monitor oder auch einen Fernseher anzuschließen. Im Gegensatz zu der Konkurrenz hatte der Apple II mehrere Wiedergabemodi. Im sog. Grafikmodus waren 15 Farben bei einer Auflösung von 40x48 Pixeln möglich, im Textverarbeitungsmodus konnten 24 Zeilen mit je 40 Zeichen schwarz-weiß dargestellt werden und im hochauflösenden Modus waren 140x192 Pixel mit vier Farben (ab 16 KB noch zwei weitere Farben) möglich [5, 6]. Später wurde ein externer Monitor von Apple zum Verkauf angeboten. Dieser war 15-Zoll groß und war designtechnisch an den Apple II angepasst und konnte zusätzlich noch um einige Grad geneigt werden [6].

Als Speichermedium konnten Kassettenlaufwerke genutzt werden. Diese wurden mit dem Anschluss auf der Rückseite verbunden. Die Nutzung eigener Kassettenspieler war möglich. Später wurde von Apple ein Doppeldiskettenlaufwerk angeboten. Dieser bestand aus zwei Floppy-Disk-Laufwerken, welche optisch ebenfalls zum Apple II passten [5, 6].

Als die ersten richtigen Festplatten auf dem Markt erschienen, waren auch welche für den Apple II verfügbar. Diese boten 10-20 MB Speicherplatz (10 MB für 2500 DM) [6].

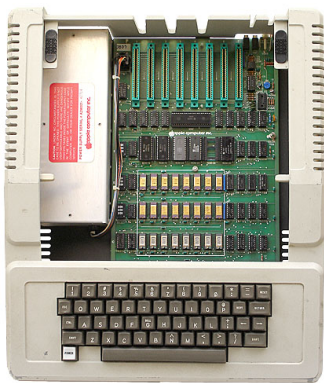


Abbildung 4: Geöffneter Apple II - Ganz oben sind die acht großen, parallel angeordneten Erweiterungs slots erkennbar [7].

3.2.2 Apple II - Software

Der Apple II kam mit einer eingebauten Programmiersprache, mit welcher es möglich war, eigene Programme zu schreiben. Entwickelt wurde die Sprache von Steve Wozniak und hieß *Integer BASIC* [6]. Ebenso war eine modifizierte Variante des Interpreters von Microsoft verfügbar, genannt *Applesoft BASIC*. Später kam noch ein weiterentwickeltes Betriebssystem namens *Apple DOS* auf Diskette auf den Markt, welches wiederum im Laufe der Jahre von der neueren Version *Apple ProDOS* abgelöst wurde [9, 6].

1979 war das Tabellenkalkulationsprogramm *VisiCalc* erhältlich, welches sich an den geschäftlichen Einsatz richtete und den Apple II dafür lukrativ machen sollte. Das Programm trug maßgeblich zum Erfolg des Computers bei [5].

Ebenso waren viele Spiele für den Rechner verfügbar. Einige von denen waren erstmal nur auf dem Apple II spielbar, wie bspw. *Prince of Persia* oder *Castle Wolfenstein*. Software und Programme wurden in 5,25-Zoll Disketten mit 110 KB Speicherplatz verkauft [5, 9].

3.3 Probleme mit dem Apple II

Der Apple II hatte wie seine Konkurrenten auch einige Probleme. Jedoch konnten diese fast vollständig durch die Erweiterungsmöglichkeiten an den Steckplätzen ausgebaut werden. Bspw. waren die Kassetten als Speichermedium sehr unzuverlässig und langsam. Später kamen jedoch Floppy-Disk Laufwerke auf den Markt, wodurch man ein schnelleres und zuverlässigeres Speichermedium gewann [8]. Ebenso problematisch am Apple II war die Soundausgabe. Diese wurde allerdings maßgeblich durch den Zusatz von Soundkarten verbessert [6]. Auch das Problem der mangelnden Programme wurde beseitigt, da man professionelle Software auf Disketten erwerben konnte und es somit nicht nötig war, eigene Programme zu schreiben [5]. Noch bis heute gibt es Hobbytechniker, die für den Apple II Software und Hardware herausbringen. Dies dient jedoch ausschließlich dem eigenen Zeitvertreib [8].

3.4 Einfluss des Apple II

Bereits in den späten 70ern und in den 80ern wurde Apple zum Marktführer von Personal Computern. Die Apple II Serie (später kamen noch *Apple II plus*, *Apple IIe* etc. auf den Markt) wurde auch in Schulen verwendet, wo Schüler u. a. Lernspiele spielen konnten. Dies hat ebenfalls zum Erfolg des Apple II beigetragen [10, 8].

Weiterhin entstand ein Markt für Hardware und Software. Immer mehr Firmen und auch Privatpersonen entwickelten Hardware und programmierten Software für den Apple II [8].

Aber eines der größten Einflüsse im Hinblick auf die spätere Zeit war die Erweiterungsmöglichkeit an der Hauptplatine, was sich auch massiv auf den Erfolg des Apple II ausübte. Mehrere Firmen, darunter IBM, haben diese Eigenschaft in ihre eigenen Rechner übernommen [8, 22].

Die Firma Apple wurde zum größten Technikunternehmen aller Zeiten und verfolgt noch nach über 40 Jahren nach wie vor fast die selbe Philosophie von Steve Wozniak: ein Computer muss klein, zuverlässig, leicht zu benutzen und preiswert sein. Apple bekam allerdings über die Jahre immer öfter in die Kritik, da viele den Aspekt der Preiswertigkeit nicht mehr verfolgt sehen und die Preise für Apple-Produkte verglichen mit der Konkurrenz immer weiter steigen[4].

4. COMMODORE 64

Name	Commodore 64 / C64
Erscheinung	1982
Prozessor	MOS Technology 6510 @ 1 MHz
Technologie	8 bit
RAM	64 KB
Max. Auflösung	320x200 Pixel
Farben	16
Betriebssystem	Commodore BASIC 2.0

Tabelle 3: Technische Daten des Commodore 64 [65, 52, 75, 69]

Der Commodore 64, der oft auch verkürzt C64 genannt wurde, war einer der einflussreichsten Heimcomputer, die die 80er Jahre geprägt haben. Obwohl die genaue Anzahl der verkauften Commodore 64 Rechnern nicht ganz klar ist (einige Quellen [71] gehen von 17 Millionen aus, andere [65]



Abbildung 5: Commodore 64 [79]

von 15 Millionen, wieder andere [74] von etwa 12 Millionen), es ist unumstritten, dass der C64 bis heute das meistverkaufte Heimcomputermodell aller Zeiten ist [52, 40, 79]. Da die Heimcomputer unserer Zeit auch mit Laptops, Smartphones, Tablets, Smartwatches, usw. konkurrieren müssen, scheint es unwahrscheinlich, dass ein Modell diesen Rekord in der nahen Zukunft brechen wird.

Der Name des Rechners besteht aus zwei Teilen. 'Commodore' erbt er von dem Hersteller, Commodore Business Machines. Die Firma wurde in den 50er Jahre so benannt, weil der Gründer, Jack Tramiel, unbedingt einen militärisch klingenden Name wählen wollte, aber 'Admiral' und 'General' bereits von anderen Unternehmen genommen wurden[87]. Die Zahl 64 deutet auf die 64 KB von RAM, über die der Rechner verfügte [73].

4.1 Geschichte des C64

Zur Designzeit von dem Commodore 64 besitzte Commodore bereits mehrere Unternehmen, die später Teile des Rechners hergestellt haben. Eins dieser Unternehmen war MOS Technology, welches viele Chips (u.a. Prozessor, Grafikchip und Soundchip) des C64 entwickelt hat [52]. Dieses Konzept wird in den Wirtschaftswissenschaften vertikale Integration genannt [84] und hat entscheidend zu dem späteren günstigen Preis und damit zum Erfolg des Computers beigetragen.

Das Ziel war einen Rechner zu bauen, den sich der Durchschnittsbürger der USA wirklich leisten konnte. Dies zeigt sich auch daran, dass der C64, im Gegensatz zu den meisten Rechnern der Zeit nicht nur in spezialisierten Computergeschäften, sondern auch in Kaufhäusern und Spielzeugläden zu kaufen war [79].

Dementsprechend war Kosteneffizienz extrem wichtig während des Designprozesses. Perry und Wallich berichten in ihrem Artikel in dem IEEE Spectrum [75], dass das Gehäuse des Rechners eins zu eins von dem VIC-20, dem vorherigen Commodore Rechner, übernommen wurde. Außerdem war das Motherboard auch gleich groß wie der von dem VIC-20. Beide Rechner kamen mit dem selben Betriebssystem. Letzteres war eher eine Marketingentscheidung (Commodore wollte, dass C64 Softwares zu VIC-20 Softwares kompatibel bleiben), hat aber trotzdem nicht zu unterschätzende Kosten erspart.

Die Vorstellung des Rechners in 1982 war zeitlich betrachtet sehr günstig. Die Konkurrentenfirmer Apple und Atari haben keine neuen Rechner auf den Markt gebracht und haben auf Elektronikmessen noch ihre alten Computers zeigen müssen. Dies verschaffte eine optimale Umgebung für die Einführung des Commodore 64, der ohnehin mit seinem

sehr günstigen Startpreis für Aufmerksamkeit sorgte [65]. Ein Ingenieur des C64 behauptete später: "Die Jungs von Atari kamen rüber und meinten: 'Das ist unmöglich zu diesem Preis'" [40].

Wenige Monaten nach der Erscheinung hat Commodore den Preis sogar um mehrere hundert Dollars gesenkt. Viele konkurrierende Unternehmen mussten ihre Modelle auch günstiger anbieten und haben teilweise Verluste nach ihren Verkäufen gebucht, während der Commodore 64 wegen den extrem günstigen Produktionskosten profitabel geblieben ist. Ferner hat Commodore eine aggressive Marketingstrategie betrieben. Bei dem Kauf eines neuen C64 konnte man zum Beispiel seinen alten Rechner oder Videospielkonsole für \$100 eintauschen, auch wenn diese von anderen Unternehmen hergestellt wurden. Diese Zeiten des angespannten Wettbewerbs werden oft als 'price wars' bezeichnet. Die 'price wars' haben dazu geführt, dass Texas Instruments die Heimcomputerbranche verlassen hat und einiger Meinungen nach auch zum Video Game Crash von 1983.[79] In Europa stand der Commodore 64 vor allem mit dem Sinclair Spectrum, ein Rechner, der selbst verhältnismäßig günstig war, im Wettbewerb [73]. Aus diesem Grund konnte Commodore den europäischen Markt nicht eindeutig erobern. Der C64 war aber auch in Europa eine der bekanntesten Rechnern.

4.2 Merkmale des C64

4.2.1 C64 - Hardware

Wie bereits erwähnt hat Commodore die meisten Chips des C64 durch Unternehmen, die in Commodores Besitz waren, entwickeln lassen. Die Aufgaben der CPU übernimmt ein 8-bit *MOS 6510* Mikroprozessor. Der *6510* arbeitete an etwa 1 MHz, wobei die genaue Frequenzen in den Regionen PAL und NTSC, wie üblich leicht unterschiedlich waren [79]. Die höchstmögliche Auflösung ist 300x200 Pixel, bei der die Maschine 16 verschiedene Farben darstellen konnte. Diese technischen Fähigkeiten sowie der Prozessor entsprechen ungefähr den Industriestandard der Anfang 80er Jahre [79].

Aber in vielen anderen Hinsichten war der Commodore 64 zu seiner Erscheinung überdurchschnittlich. Es ist kein Zufall, dass die Hauptspeichergröße in dem Namen des Computers betont ist. In 1982 hatte sogar der Apple II, der mehrere Preiskategorien über den C64 lag, maximal 48 KB RAM [40]. Heutzutage mag der Unterschied nicht so dramatisch erscheinen. Man darf aber nicht vergessen, dass damals die Rechenleistung eines Rechners in erster Linie nicht von dem Prozessor (wie heute), sondern von der Größe des Hauptspeichers abhängig war. Die Tatsache, dass der erste Commodore 64 25% mehr RAM zur Verfügung hatte, als die Rechner der Konkurrentenfirmer, ist also nicht zu unterschätzen.

Die Stärke des C64 war aber nicht seiner Hauptspeichergröße, sondern sein Grafikchip *VIC-II* und Soundchip *SID 6581*, die ebenfalls von MOS Technology entwickelt wurden. Allerdings waren diese Chips eigentlich nicht für Heimrechner gedacht. Die Designer von Commodore hatten vor, einen Grafikchip und einen Soundchip für eine moderne Videospielkonsole zu entwerfen. Bei der Entwicklung von dem *VIC-II* haben Sprites größte Priorität genossen. Sprites sind Objekte auf dem Bildschirm, die über den Hintergrund liegen und von diesem unabhängig bewegt werden können. Sie sind vor allem bei Animationen und damit bei der Programmierung

von Spielsoftwares besonders nützlich. Der C64 unterstützte außerdem mehrfarbige Sprites und collision detection, Optionen, die in der Zeit keineswegs selbstverständlich waren [75].

Der *SID 6581* war fähig, so hochwertige Schalwellen zu erzeugen, dass der Chip auch in Musik-Synthesizern eingesetzt wurde [69]. Sein Designer hat später Commodore verlassen und seine eigene Synthesizerfirma gegründet [79].

Im Gegensatz dazu gab es Aspekte, in denen der Commodore 64 durchaus die Erwartungen verfehlt hat. Er besaß keine eingebaute Laufwerke, o.Ä. Um Disketten, Kassetten und generell Massenspeicher verwenden zu können, war der C64 auf Periphäriegeräte angewiesen. Diese waren aber in der Regel unangemessen langsam, sodass das Laden von Programmen mehrere Minuten lang dauern konnte. Weiterhin haben diese Zusatzgeräte ihre eigene Netzteile gehabt, was schnell zu eine unübersichtlichen Kabelmenge führte [75]. Weiterhin besaß der C64 einen Steckmodulenport, die Technologie galt aber schon zu der Zeit als leicht veraltet [79].

4.2.2 C64 - Software

Der Commodore 64 kam mit dem Interpreter *Commodore BASIC 2.0*, der in ROM gespeichert wurde. Wie der Name bereits andeutet, wurde diese Version von *BASIC* bei Commodore selbst entwickelt, allerdings nicht speziell für den C64. Dies bedeutet unter anderem, dass es keine speziellen Kommandos für die Steuerung des Grafikchips oder Soundchips beinhaltet. Softwareentwickler wurden darauf hingewiesen, mit den Befehlen *PEEK* bzw. *POKE* direkt auf den Registern des jeweiligen Chips zuzugreifen. Das ist ohne Zweifel etwas unhandlich. Die Designer von Commodore glaubten aber, dass die meisten Benutzer solche Funktionalitäten sowieso nicht nutzen würden [40].

Dank des Fokus auf Sprites war der C64 als Spielkonsole sehr populär und er wurde als Alternative für Hardware, wie dem Nintendo Entertainment System oder der Sega Master System, betrachtet. Der Großteil der Softwares, die für den Commodore 64 entwickelt wurde, war dementsprechend Spielsoftware [52].

4.3 Probleme mit dem C64

Wie bereits erwähnt, war die Geschwindigkeit der peripheralen Disketten- und Kassettenlaufwerke weitestgehend unbefriedigend. Weitere Probleme hat der C64 durchaus auch gehabt.

Eines der Bekanntesten war das sogenannte *sparkle*. Das war ein Defekt, infolge dessen kleine Lichtpunkte an zufälligen Positionen auf dem Bildschirm aufgetaucht. Diese haben sogar das collision detection des Systems verfälscht, was zum Beispiel zahlreiche Spiele unspielbar machten. Die Ingenieure von Commodore haben einige Zeit gebraucht, die Ursache des Problems zu entdecken, da sie am Anfang davon überzeugt waren, dass der Grafikchip defekt war. Tatsächlich lag der Fehler wo anders: Der BUS wurde von dem Mikroprozessor und dem Videoschaltkreis abwechselnd benutzt. Bei dem Wechsel der Kontrolle kam es zu einer kurzen, unbeabsichtigten Spannungsspitze, die unter Umständen von einem ROM Chip als Adresse interpretiert werden konnte. Diese Adresse wurde dann an den Grafikchip weitergegeben, der daraufhin falsche Daten aus dem Speicher gelesen und das *sparkle* erzeugt hat [75].

Weiterhin galt der C64 als ein Computer mit schwacher Qualitätskontrolle [52]. Brandneue Commodore 64 Rechner kamen bei Händlern nicht selten beschädigt an, sodass sie gar nicht mehr verkauft werden konnten. Klaviatur und Joystick konnten parallel nicht problemlos verwendet werden und Netzteile haben in der Regel vor der erwarteten Zeit versagt. Das vorher erläuterte Phänomen *sparkle* war generell auch als ein Zeichen der mangelhaften Qualitätskontrolle gesehen. Sogar nach der Meinung von Commodore-Ingenieuren war Qualitätskontrolle eine Schwachstelle des C64 [75].

4.4 Einfluss des C64

Trotz der oben aufgelisteten Problemen kann man nicht bezweifeln, dass der Commodore 64 eine der bedeutendsten Rechner der Geschichte ist. Das wird auch von den Rekordverkaufszahlen bewiesen.

Für den Geschäftsanwendung war der C64 zwar aufgrund der langsamen Laufwerke kaum geeignet (Businesssoftwares benötigten viele Massenspeicherzugriffe) [75], aber der Zielmarkt dieses Rechners war sowieso die Heimandwendung. Trotzdem hat er sich eine Weile lang besser verkauft als der IBM PC [71] und der Low-End-Markt der Heimanwendung-rechner wurde in den ganzen 80ern von dem C64 dominiert [65].

Heutzutage wird der Commodore 64 oft noch als Retrospielkonsole benutzt oder im Fall von einigen engagierten Fans als Machine für Twitter [87].

5. FUJITSU FM-7

Name	Fujitsu FM-7
Erscheinung	1982
Prozessor	2x Motorola 6809 @ 2 MHz und 1,2 MHz
Technologie	8 bit
RAM	64 KB
Max. Auflösung	640x200 Pixel
Farben	8
Betriebssystem	F-BASIC

Tabelle 4: Technische Daten des Fujitsu FM-7 [80, 50, 62]



Abbildung 6: Fujitsu FM-7 [80]

5.1 Geschichte des FM-7

Der japanische Markt für elektronische Produkte war Anfang der 80er Jahre nur lose mit den westlichen Märkten verbunden. Westliche Rechner waren in Japan wegen unterschiedlichen Standards umständlich zu verkaufen. Außerdem

bereitete die Größe des japanischen Alphabets (mehrere tausend Zeichen in Kanji [83]) eine signifikante Hürde bei dem Import von amerikanischen Rechnern, die meistens für 26 Buchstaben entworfen wurden und im besten Fall ein paar hundert verschiedene Zeichen darstellen konnten.

Der FM-7 (FM steht für Fujitsu Micro [80]) war der erste Rechner von Fujitsu, der an Familien für die Heimanwendung vermarktet wurde. Das Design des FM-7 unterscheidet sich kaum von dem Fujitsu FM-8, einem Rechner, der trotz der höheren Zahl im Namen früher erschienen und für die Geschäftsanwendung gedacht war [63]. Einige Chips des FM-8 wurden durch fortgeschrittenere ausgetauscht [80]. Andere Teile wurden entfernt, die entweder zu teuer waren oder in einem Heimcomputer keinen Gebrauch hatten. Insgesamt war der FM-7 günstiger und leistungstärker als der FM-8 [50].

5.2 Merkmale des FM-7

5.2.1 FM-7 - Hardware

Die Architektur des FM-7 wies zahlreiche Ähnlichkeiten mit dem Tandy Corporation TRS-80 auf, sodass man mit einer relativ großen Sicherheit behaupten kann, dass die Designer von Fujitsu ihre Arbeit auf den TRS-80 basiert haben [50]. Sie haben aber so viel verändert, weiterentwickelt und hinzugefügt, dass man den FM-7 nicht mit gutem Gewissen als TRS-80 Klon bezeichnen kann.

Zum Beispiel besaß der Rechner gleichzeitig zwei *Motorola 6809* Prozessoren, die mit unterschiedlichen Frequenzen liefen, aber ansonsten identisch waren. Der Erste erledigt die allgemeinen Aufgaben einer CPUs, während der Zweite für Grafikberechnungen zuständig war. Beide Prozessoren verfügten über ihr eigenes ROM und RAM, die für den jeweils anderen nicht direkt zugreifbar waren [50]. Die Kommunikation geschah über eine kleine gemeinsame Speicherstelle, an der der Hauptprozessor seine Anforderungen an die Grafik-CPU schreibt [62].

Die Kuriositäten bezüglich den Steuereinheiten des Rechners endeten damit aber noch nicht. Der FM-7 besaß nämlich einen Port, in dem man eine Plug-In Karte mit einem *Zilog Z80* (der Prozessor, den der TRS-80 benutzte [45]) einstecken konnte [80]. In diesem Fall teilten *Z80* und der Hauptprozessor ihren Speicherplatz [62].

Bei der Entwicklung der FM-7 sind weitere interessante, aus westlicher Betrachtung möglicherweise seltsam erscheinende Designentscheidungen gefallen. Ein Beispiel dafür war die relativ schmale Standardauflösung von 640x200 Pixeln. Diese konnte allerdings in die damals gängige Auflösung von 320x200 Pixeln umgeändert werden [80].

Ein anderes Beispiel war die Platzierung der Cursortasten. Diese befanden sich nämlich oben rechts auf der Tastatur (vgl. Abbildung 6), im Gegensatz zu einer Position unten rechts, woran man heutzutage gewohnt ist.

Die Tastatur hatte auch weitere bemerkenswerte Eigenschaften. Die meisten Tasten besaßen eine Vielzahl von Funktionalitäten (lateinischer Buchstabe, japanischer Katakana, spezielle Symbole, etc.). Andere, wie die zehn Funktionstasten oben, hatten feste, vorprogrammierte Funktionen, die vor allem das Codeschreiben erleichtern sollten [62].

Der hohe Grad der Anpassbarkeit des Rechners zeigte sich auch auf den Motherboards (der FM-7 hatte davon zwei [50]): Sie waren mit Chips und integrierte Schaltkreisen über-

füllt. Es gab damit kaum noch freien Platz auf den Hauptplatinen (vgl. Abbildung 7).

Erwähnenswert ist noch, dass der FM-7 unterschiedliche Ports für Fernsehgeräte oder Bildschirme hatte, abhängig davon ob sie farbig oder monochrom waren [50].

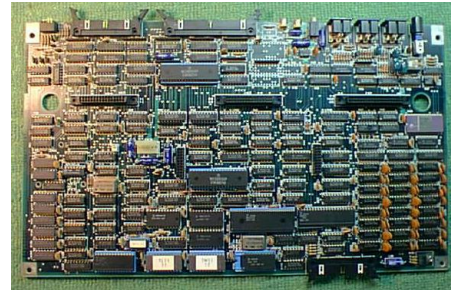


Abbildung 7: FM-7 Motherboard [50]

5.2.2 FM-7 - Software

Das Standardbetriebssystem des FM-7 hieß *F-BASIC* (*Fujitsu Disk Basic*). Dies war eine erweiterte und verbesserte Version des *Color BASIC* von Microsoft, das ursprünglich von Bill Gates für den TRS-80 Color Computer entwickelt wurde [38].

F-BASIC unterstützte sowohl lateinische Buchstaben, als auch Katakana (Schriftart für Fremdwörter [83]). Sogar einige Kanji (traditionelle Schriftart [83]) Zeichen, für Wörter wie "Sekunden", "Jahre", "Stadt", etc., können dargestellt werden [50].

Andere Weiterentwicklungen erlaubten es, Grafiken auf dem Hauptbildschirm des FM-7 darzustellen, damit das Fujitsu Micro Logo gleich nach dem Hochfahren des Rechners gezeigt werden konnte. Weiterhin wurden neue Kommandos hinzugefügt, die es in *Color BASIC* nicht gab. Diese ermöglichten unter anderem, Textgröße schnell und dynamisch zu verändern oder erleichterten die Programmierung auf dem FM-7. Zum Beispiel generierte der Befehl *AUTO* Zeilennummern automatisch. Ein weiteres Beispiel ist *MON* (für Monitor). Dieser bot ein einfaches Hexdump für Debugging an [50].

Der FM-7 funktioniert auch mit anderen Betriebssystemen [80], welche nützlich sein konnten, wenn man Code für TRS-80 Color Computers schreibt oder wenn man den *Z80* Prozessor verwenden möchte.

5.3 Probleme mit dem FM-7

Da der FM-7 eine verbesserte Weiterentwicklung des FM-8 war, wies er keine nennenswerten Probleme auf.

5.4 Einfluss des FM-7

Obwohl im Westen nicht besonders bekannt, der FM-7 war in Japan in den 80er Jahren ein sehr populärer Rechner. Grund dafür war, dass der FM-7 ungefähr halb so viel kostete, wie sein Konkurrent, der NEC PC-8801 [50].

Aber auch abgesehen von den wirtschaftlichen Aspekten gibt es Gründe, diesen Rechner nicht zu vergessen. Als der erste Heimcomputer von Fujitsu spielte der FM-7 eine wichtige

Rolle in der Erfolgsgeichte dieser Firma, die heute weltweit bekannt ist.

Außerdem kann der FM-7 als ein frühes Beispiel für parallel arbeitende Prozessoren in Heimcomputern betrachtet werden.

6. MACINTOSH 128K

Name	Macintosh (später: Macintosh 128K)
Erscheinung	Januar 1984
Prozessor	Motorola 68000 @ 7.83 MHz
Technologie	16 bit
RAM	128 KB
Max. Auflösung	512 x 342 Pixel
Farben	2 (schwarz auf weiß)
Betriebssystem	Neustes Mac OS: "System 3"

Tabelle 5: Technische Daten des Macintosh 128K [26]



Abbildung 8: Macintosh 128K [27]

6.1 Geschichte des Macintosh 128K

Erstmals in einer Werbung zum Superbowl angekündigt, erschien noch im selben Jahr der *Macintosh 128K* der Firma Apple Computer. So wie der Macintosh wurde die Werbung ebenfalls zum Kult-Objekt. Der Alien-Regisseur Ridley Scott produzierte den Werbefilm mit dem Titel „1984“, angelehnt an den gleichnamigen Roman von George Orwell aus dem Jahr 1949. Im Roman wird der allwachende *Big Brother* thematisiert, welcher über die gesamte Bevölkerung herrscht. Im Werbespot soll der gezeigte Repräsentant des Big Brothers IBM verkörpern, welche bis zu diesem Zeitpunkt unerreichter Marktführer waren. Die Frau in dem Werbespot steht stellvertretend für Apple und beendet die Herrschaft des Big Brothers bzw. beendet bildlich die Marktdominanz von IBM [37].

Ursprünglich hieß der Computer nur Macintosh. Da allerdings wenig später eine überarbeitete Version des Macintoshs mit mehr RAM erschien, nämlich mit 512 KB, wurde die vorherige Version mit 128 KB in Macintosh 128K umbenannt [26].

Angeboten wurde der Rechner für 2495 \$ (entspricht heute ca. 6187 \$ [23]) [27]. Innerhalb der ersten drei Monate wurden bereits 70'000 Exemplare verkauft [24].

6.2 Merkmale des Macintosh 128K

6.2.1 Macintosh 128K - Hardware

Angetrieben wurde der Macintosh von der *Motorola 68000 CPU* mit 8 MHz. Der Arbeitsspeicher hatte eine Größe von 128 KB und war im Gegensatz zu allen vorherigen Computern fest verlötet. Durchgesetzt wurde diese Entscheidung von Steve Jobs. Es war möglich, weiteren Arbeitsspeicher an den vorhandenen RAM zu löten, sodass man bis zu 1 MB Speicher nutzen konnte, allerdings konnte dies wegen dem erhöhten Schwierigkeitsgrad nicht von Nicht-Experten durchgeführt werden [26].

Der Macintosh bot ein 3,5-Zoll Diskettenlaufwerk, welches intern verbaut war. Die Disketten boten Platz für bis zu 400 KB. Das System konnte noch via externem Floppy-Disk-Laufwerk erweitert werden. So wie beim IBM PC war die Tastatur separat und per Kabel am Rechner verbunden. Eine Besonderheit an der Tastatur waren das Fehlen des Ziffernblocks, sowie das Fehlen der Pfeiltasten. Die Pfeiltasten wurden durch eine revolutionäre Erneuerung des Macintoshs ersetzt: die Maus. Die Maus war wie die Tastatur ein separates Objekt mit nur einer Taste, welche zum Positionieren des Cursors verwendet wurde [26]. Die Pfeiltasten wurden demonstrativ weggelassen, da man befürchtete, dass sonst die externen Softwareentwickler die Maus und damit die neue Navigation nicht mit einbeziehen und nur Ports ihrer bereits geschriebenen Programme benutzen [16].

Im Computer gab es diesmal keine Erweiterungsslots. Es war jetzt also nicht mehr möglich, bspw. die grafische Leistung zu erweitern. Es erforderte darüber hinaus spezielles Werkzeug um das Gehäuse des Macintoshs zu öffnen. Verbaut war ein 9-Zoll großes schwarz-weiß Display mit einer Auflösung von 512x342 Pixeln verbraucht. Diesmal war die Farbverteilung anders als bei den Vorgängern schwarz auf weiß und nicht weiß auf schwarz [27]. Eine Kühlung gab es nicht [1]. Am Gehäuse war ein Griff befestigt, sodass man den Rechner leicht heben und tragen konnte. Mit 7,5 kg war der Macintosh leichter als seine Vorgänger [28].

Eine Besonderheit des Macintoshs ist die Innenseite des Gehäuses. Dort finden sich die Unterschriften aller Designer wieder, die an dem Design des Macintoshs mitgearbeitet haben [27].

6.2.2 Macintosh 128K - Software

Beim Macintosh lag ein großer Fokus auf fertiger, verfügbarer Software. Bspw. waren MacWrite und MacPaint zum direkt zum Verkaufsstart verfügbar. Beide Programme passeten jeweils auf eine Diskette und ließen Platz für 120 KB eigene Dateien. Das Betriebssystem, welches nur als „System“ bezeichnet wurde, war nicht austauschbar. Es waren damit auch keine anderen Betriebssysteme kompatibel oder anwendbar [26].

Neben der Maus war das Revolutionärste an dem Macintosh das grafische Nutzerinterface (GUI). Beim Macintosh handelt es sich jedoch nicht um den ersten Computer mit einer GUI. Bspw. der direkte Vorgänger des Macintoshs, der *Apple Lisa*, bot bereits eine grafische Oberfläche. Der Macintosh war dafür aber der erste kommerziell erfolgreiche Computer, der eine GUI benutzte. Das Interface zeichnete sich u. a. durch kleine Bilder, sog. *Icons*, aus, mit denen Aktionen durchgeführt werden konnten. Bspw. das Bild eines Aktenordners konnte weitere Dateien zusammenfassen, welche durch einen Klick bzw. Doppelklick ersichtlich wurden.

Für die Navigation durch das Dateisystem wurde die Maus benutzt [27].

Weiterhin kamen neue Softwareelemente hinzu, wie zB. der Papierkorb, mit dem das Löschen von Daten rückgängig gemacht werden konnte, den Schreibtisch, Drag and Drop, das Auswählen von Texten/Objekten und die Navigation durch das Dateisystem mithilfe von Icons [29].

Eine weitere Besonderheit war, dass diesmal kein Source Code beilag, anders als beim Apple II. Der Rechner richtete sich dabei auch nicht primär an Entwickler, sondern an die Endverbraucher, die bisher noch keinen Kontakt mit Computern hatten. Die grafische Oberfläche sollte diese Zielgruppe überzeugen [29].

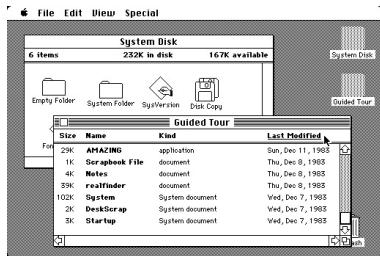


Abbildung 9: Macintosh Interface - Erkennbar ist ein Einblick in die Navigation durch das Dateisystem, sowie der Schreibtisch und einige Icons wie Ordner und ein Teil des Papierkorbs [29].

6.3 Probleme mit dem Macintosh 128K

Bereits unmittelbar nach dem Verkaufsstart des Macintosh erwiesen sich die 128 KB Arbeitsspeicher als zu wenig. Die Programme für den Rechner waren teilweise sehr umfangreich, wodurch es zu Performanzproblemen kam. Bereits acht Monate später veröffentlichte Apple den Nachfolger mit 512 KB [26, 24].

Weiterhin vermissten viele Nutzer die Pfeiltasten. Bei späteren Nachfolgern wurden diese dann wieder hinzugefügt. Die Maus blieb dabei allerdings weiterhin erhalten [29]. Ebenso wurde bemängelt, dass es kein zweites Diskettenlaufwerk gab. Zwar konnte dieses hinzugekauft werden, jedoch wurde ein All-in-one Design präferiert. Darüberhinaus wurde von Experten prophezeit, dass bestimmte Aspekte des Hardware- und Softwaredesigns von Drittfirmen initiiert werden würden [88].

Das Display war zu seiner Zeit sehr scharf, was viele Nutzer zu schätzen wussten. Allerdings wurde bemängelt, dass dieses nur schwarz-weiß und keine Farben darstellen konnte [33].

6.4 Einfluss des Macintosh 128K

Die grafische Nutzoberfläche hat sich mehr als bewährt und somit als fester Bestandteil zukünftiger Computer durchgesetzt. Die Experten, die die Imitation von Drittfirmen vorhersagten, wurden bestätigt. Immer mehr Computer kamen auf den Markt, die ein ähnliches Interface-Aussehen aufwiesen wie der Macintosh. Dieser Auftritt von GUIs ist aus heutiger Sicht kaum noch wegzudenken und heutzutage in fast allen computerbasierten Bereichen erkennbar.

Mithilfe der GUI wollte man mehr Menschen auf Computer aufmerksam machen und heranziehen. Dies gelang sehr erfolgreich. Gegenüber des textbasierten Interfaces wurden

immer mehr Menschen von den neuen grafischen Oberflächen angelockt. Ebenso wurde die damit verbundene Maus als Pfeiltastenersatz populär. Dies ist ebenso heutzutage erkennbar.

Des Weiteren popularisierte der Macintosh die 3,5-Zoll Disketten gegenüber der 5,25-Zoll Diskette [25].

7. IBM PC (IBM 5150)

Name	IBM PC
Erscheinung	September 1981
Prozessor	Intel 8088 @ 4.77MHz
Technologie	16 bit
RAM	16-64 KB
Max. Auflösung	80 x 24 Text
Farben	2-16
Betriebssystem	PC-DOS

Tabelle 6: Technische Daten des IBM PC [19]



Abbildung 10: IBM 5150 mit optionalem IBM CGA Monitor [22]

7.1 Geschichte des IBM PC

Bereits in der Vergangenheit hat IBM versucht, Computer für den Massenmarkt anzubieten. 1977 gab es den *IBM 5100* und den *IBM Datamaster*. Beide waren jedoch sehr teuer und waren nur für die Entwicklung und High-End Business ausgelegt [22]. Viele Experten prophezeiten, dass IBM nicht in der Lage sei, den großen Durchbruch im Heimanwendungsbereich zu schaffen („IBM bringing out a personal computer would be like teaching an elephant to tap dance“ [13]).

Entgegen der Expertenmeinungen beschäftigte IBM ein Team von 12 Ingenieuren einen komplett betriebsfertigen Computer zu schaffen. Die Zeitvorgabe war 12 Monate. Ein wesentlicher Aspekt in der Entwicklung war die Vereinfachung im Herstellungsprozess. Dies zeichnete sich dadurch aus, dass Schlüsselkomponenten von Drittherstellern benutzt wurden. So wurde viel Zeit und Geld für die Entwicklung dieser Komponenten gespart. Benutzt wurden eine abgeänderte Version des Betriebssystems *BASIC* von Microsoft, welches als *PC-DOS* lizenziert wurde, und die *8088 CPU* von Intel [8, 13, 17].

Im September 1981 war es dann soweit. IBM stellt seinen nächsten neuen Computer vor, den *IBM 5150* bzw. *IBM PC*. Angeboten wurde dieser für 1565 \$ (entspricht heute ca. 4000 \$[23]). Einer der Erfolgsgründe für den Computer

waren IBMs jahrelange und bei den Menschen bekannte Erfahrung mit Technik und Rechnern. Darüberhinaus verhalf die Tatsache, dass sich der PC wie ein professioneller Computer anfühlte, ebenso zum Erfolg [22].

IBM ist ein Pionier in Hinsicht auf Third-Party-Support. Es wurden mit mehreren Drittfirmen Verträge geschlossen, sodass wichtige Programme für den PC zum Verkaufsstart erhältlich sind. Ebenso den bereits genannten Einsatz von Komponenten von anderen Firmen gab es in diesem Maße zuvor noch nicht [21].

7.2 Merkmale des IBM PC

7.2.1 IBM PC - Hardware

Nach einer Debatte darüber, welcher Prozessor für den IBM PC benutzt werden soll, standen sowohl die *Intel 8086 CPU* (16Bit, 5-10 MHz) als auch die *MC68000 CPU* von Motorola (32Bit, 8 MHz) zur Auswahl. Es wurde sich gegen beide und zu Gunsten des *Intel 8088* (8Bit, 4.77MHz) entschieden. Die Begründung war, dass die beiden anderen Prozessoren als zu leistungsstark angesehen wurden. Ausgestattet wurde der PC mit 16 KB bzw. bis zu 64 KB RAM [19].

Dem Computer lag eine externe, per Kabel verbundene Tastatur bei. Auch hier war ein Monitor nicht enthalten, dafür war der PC (abhängig von der installierten Grafikkarte) farbfähig und man konnte auch hier einen Fernseher anschließen [18]. Neben dem Monitor waren noch Display, Drucker, zwei Diskettenlaufwerke, extra Arbeitsspeicher und Software, wie bspw. Textverarbeitung optional erhältlich [13].

Es gibt einige Ähnlichkeiten zum Apple II, wie bspw. die Möglichkeit, Programme über Kassetten zu laden und zu speichern. Darüber hinaus gab es intern fünf Erweiterungsmöglichkeiten für zB. RAM-Erweiterung, Display, Drucker oder auch Spiele-Controller [13]. Hard-Drives wurden jedoch nicht unterstützt [22].

7.2.2 IBM PC - Software

Auf dem Rechner lief das von Microsoft lizenzierte *PC-DOS*, unterstützt wurde allerdings auch *CP/M* [22]. Die einzigen Unterschiede bestanden in Treiberunterstützung und einigen vorinstallierten Programmen [32]. Über Updates wurden immer mehr externe Speichermedien unterstützt. So wie die Vorgänger des PCs war PC-DOS ebenfalls textbasiert [32, 20].

7.3 Probleme mit dem IBM PC

Da die wichtigsten Bestandteile von Drittfirmen waren, konnte man den Computer leicht nachbauen bzw. nachahmen und ebenfalls auf dem Markt anbieten. Dies war nicht nur Theorie, sondern wurde von anderen Firmen auch so gemacht. Die sog. *IBM-Klone* waren ebenfalls sehr erfolgreich, da sie die selbe Leistung für einen geringeren Preis anboten. Es gab jedoch eine Komponente im IBM PC, den die Konkurrenz nicht ohne Weiteres nachahmen konnte. IBMs *BIOS* stand unter Copyright, sodass es nicht leicht kopiert und vermarktet werden konnte. Jedoch fanden einige Firmen, darunter *Campaq*, eine legale, aber unehrlichen Weg heraus, sodass auch diese Hürde umgegangen werden konnte, nämlich mittels Reverse-Engineering [22].

Ein weiteres Problem entstand durch die Verfügbarkeit. Verkäufer waren IBM gegenüber skeptisch, wodurch sie eine

vergleichsweise geringe Stückzahl des Computers auf Lager hatten. Durch IBMs „roaring success“ gab es eine enorme Anfrage, dem die Verkäufer nicht gerecht werden konnten. Es kam zu Engpass [13].

7.4 Einfluss des IBM PC

Sowohl IBM und die damit verbundenen Klon-Firmen kamen Rechner auf den Markt, welche Komponenten von Drittfirmen benutzten. Die Entwicklung ging auch zukünftig in Richtung *Wintel* (Windows + Intel) [22].

Durch die Kooperationen setzte IBM damit einen neuen Standard in der Industrie und wurde gleichzeitig zu einem der größten Computerfirmen und zum Marktführer. Die Anerkennung, die IBM bereits vor dem IBM PC genoss und die dem Rechner zum Erfolg verhalf, wurde durch den enormen „roaring success“ weiter gesteigert [22].

So wie auch beim PET und Apple II machte der IBM PC ebenso auf die Softwareentwicklung aufmerksam und begeisterte weiter neue Nutzer und animierte zum Programmieren. Ebenso sorgte IBM für einen Anstieg im Markt für Add-Ons [21].

8. ATARI 520ST

Name	Atari 520ST
Erscheinung	1985
Prozessor	Motorola 68000 @ 8 MHz
Technologie	16 bit
RAM	512 KB oder 1 MB
Max. Auflösung	640x400 Pixel
Farben	16
Betriebssystem	Atari TOS

Tabelle 7: Technische Daten des Atari 520ST [66, 53, 72, 51]



Abbildung 11: Atari 520ST [68]

Wenn man Atari hört, denkt man sofort an Spielekonsolen und Arcade-Spiele. Doch die Firmen Atari Inc. bzw. Atari Corporation haben auch zahlreiche Rechner entworfen und verkauft. Kurz nach dem Video Game Crash in 1983 [85] brauchte Atari dringend eine erfolgreiche Computerserie um die Firma von der Insolvenz zu retten. Der Atari 520ST und seine verwandten Rechner haben diese Aufgabe erfüllt. Die Name des Atari 520ST weist gleichzeitig auf die Speichergröße und auf die Bandbreite der Busse des Rechners hin. ST steht nämlich für Sixteen/Thirty-two: Der Prozessor hat intern einen 32 bit, extern einen 16 bit Bus verwendet

[61].

8.1 Geschichte des 520ST

Jack Tramiel, der Gründer von Commodore, hat in 1984 sein Unternehmen (in dem er seine Mehrheitsbeteiligung schon längst verloren hat) zusammen mit vielen Ingenieure verlassen. Atari hat zu dieser Zeit infolge der Video Game Crisis schon täglich Verluste in Millionenhöhe gemacht [46]. Tramiel, der einen neuen Rechner entwerfen wollte und sich für den Distributions- und Produktionsnetz von Atari interessiert hat, hat diese Teile der Firma gekauft, die Arbeitsverträge dagegen nicht. Und als eine seiner ersten Maßnahmen hat er rund 90% der Angestellten entlassen [53].

An der Entwicklung des ST haben mehrere ehemalige Ingenieure und Designer von Commodore mitgearbeitet. Außerdem hat der Entwurfsprozess ungewöhnlich kurz gedauert. Dementsprechend wurde damals stark vermutet, dass Atari von Commodore Geschäftsgeheimnisse gestohlen hat, weswegen Commodore ein Gerichtsverfahren gestartete. Dieses Verfahren wurde allerdings zusammen mit einer Gegenklage von Atari gegen Commodore ein paar Jahre später eingestellt, da die beiden Unternehmen sich außergerichtlich einigten [78].

Der Atari-Management wollte den 520ST schnell auf den Markt bringen, um noch möglichst viele Rechner verkaufen zu können, bevor Commodore den neuen 16-bit Computermodell Amiga fertigstellte [61] (dies gelang; der ST ist ein paar Monate früher erschienen). Microsoft hat sich zum Beispiel bereit erklärt, ein Betriebssystem für den neuen Atari zu schreiben, sie wurden aber abgelehnt, da sie zu viel Zeit gebraucht hätten [78].

8.1.1 520ST - Hardware

Obwohl der 520ST gerne als "thirtytwo/sixteen bit computer" vermarktet wurde, war er jedoch effektiv ein 16-bit Rechner, da sein Datenbus 16 bit breit war. Der Adressbus war mit seinem 24 bits etwas breiter [51]. Der Atari 520ST kam zusammen mit Bildschirm und Maus. Er besaß das erste farbige, bitmapped GUI der Geschichte. Andere Rechner, wie der Macintosh, die ein Graphical User Interface anboten, waren bisher alle monochrom [78]. Dass Rechner nicht ausschließlich durch das Eintippen von Kommandos gesteuert werden konnten, war in der Zeit noch keine Selbstverständlichkeit. Das sieht man zum Beispiel daran, dass das B-Magazin in einem Artikel [72] über den ST zuerst erklären musste, was überhaupt ein Desktop sei, obwohl diese Zeitschrift sich eigentlich an Computerhobbyisten richtete. Die größte Auflösung des 520ST war 640x400 Pixel. Allerdings war das Bild dann monochrom. Für Farben müssten man, wie in den 80er Jahren üblich, die Auflösung halbieren oder noch kleiner machen [72].

Obwohl Atari kurz nach dem Erwerb durch Tramiel die Produktion der Spielekonsolen eingestellt, sahen viele Kunden die Firma in erster Linie immer noch als Konsolenhersteller. Der neue ST dürfte solche Käufer auch nicht enttäuschen: er kam mit Ports für den klassischen Atari-Joystick [78].

Außerdem verfügte der 520ST über zwei sogenannte MIDI-Ports [66], die auch von elektronischen Instrumenten verwendet wurden. Somit wurde der 520ST in der Musikindustrie schnell sehr beliebt [78].

Originalmodelle des ST besaßen einseitige Diskettenlaufwer-

ke. Später wurden diese durch modernere Laufwerke ausgetauscht, die auch zweiseitige Disketten lesen und schreiben konnten, jedoch wurden diese von Softwareproduzenten nur selten benutzt, weil sie befürchteten, dass Nutzer mit alten ST Rechnern ihre Programme dann nicht mehr kaufen würden [78].

8.1.2 520ST - Software

Wie bereits erwähnt war für den 520ST Windows als Betriebssystem angedacht, wurde aber wegen Zeitgründen abgelehnt. Ein komplett neues, eigenes OS zu entwickeln, konnte nicht in Frage kommen, da das dafür benötigte Fachwissen Atari intern gefehlt hat. Das *Atari TOS*, das Betriebssystem, das schließlich auf den 520ST lief, war ein relativ komplexes, aus mehreren Teilen zusammengebautes System. *TOS* ist die Abkürzung für 'The Operating System', oft wurde es aber auch als 'Tramiel Operating System' bezeichnet, nach Jack Tramiel benannt [78].

Ein Teil von dem *TOS* war der *GEM* (*Graphics Environment Manager*), ursprünglich entwickelt von dem Unternehmen Digital Research für IBM PCs und entsprechenden kompatiblen Computern. Dementsprechend war der *GEM* eher allgemein gehalten und konnte hardware-spezifische Befehle nicht ausführen. In dem *TOS* war zum Beispiel für die Steuerung des Soundchips nicht der *GEM*, sondern das sogenannte *XBIOS* zuständig. Dieser außergewöhnliche Aufbau des *TOS* führte zu einigen merkwürdigen Designentscheidungen. Der 68000 Mikroprozessor benutzte die Big-Endian B-Reihenfolge, während manche Teile des Betriebssystems die Daten in Little-Endian gespeichert, wahrscheinlich um Portabilität mit anderen *GEM*-Systemen zu erleichtern [72]. Um ein interessantes Easter Egg des *TOS* zu erwähnen: Der Zeichensatz des *GEM* wurde durch vier außergewöhnliche Charaktere erweitert, die anscheinend keine Verwendung hatten. Wenn man aber diese in der richtigen Reihenfolge zeichnen ließ, haben sie zusammen den Kopf von J. R. "Bob" Dobbs ergeben, der eine Art Maskottchen einer Parodiereligion aus Texas war (vgl. Abbildung 12) [78]. Für den 520ST wurden Desktoppublishing-, CAD- (v.a. in

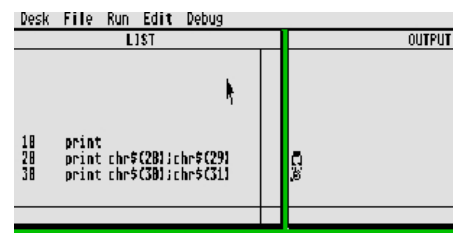


Abbildung 12: J.R. "Bob" Dobbs auf dem Atari ST [78]

Deutschland), Musik- und Grafiksoftware geschrieben. Natürlich wurden auch viele Videospiele für den ST programmiert oder auch portiert [78].

8.2 Probleme mit dem 520ST

Das Hauptproblem des Atari ST lag in der Software oder besser gesagt in dem Mangel an Software. Es gab mehrere Gründe, warum große Softwareunternehmen ungern für diesen Rechner programmierten.

Einerseits wurde lange nicht an dem Erfolg des ST geglaubt, da er relativ eilig entwickelt wurde, das Gehäuse ein günstiges Aussehen aufwies und weil er unter der Führung von Jack Tramiel entworfen wurde. Tramiel hatte nämlich einen schlechten Ruf, weil er Händler in seiner Zeit bei Commodore schlecht und unberechenbar behandelt haben soll [78]. Andererseits leidete der 520ST unter hohen Mengen an Piracy, während Atari nicht viel gegen Raubkopien machen konnte oder wollte. Dies hat den ST für Entwickler verständlicherweise unattraktiv gemacht [78].

Weiterhin verhalf die Tatsache, dass das *Atari TOS* nicht in einem ROM-Chip gespeichert wurde, ebenso wenig. Das 200 KB große Betriebssystem kam ursprünglich auf einer Diskette und musste in den RAM geladen werden. Damit blieb weniger Platz für Anwendungssoftwares übrig [72].

8.3 Einfluss des 520ST

Der ST war günstiger als sein direkter Konkurrent, den Amiga, und wesentlich günstiger als der Macintosh. Zudem war er in der Regel auch schneller und leistungstärker als die Rechner von Commodore und Apple. Dementsprechend war der Atari ST sehr populär in der Gamingszene [78].

Dank den MIDI-Ports war er aber auch in der Musikindustrie äußerst erfolgreich und wurde viele Jahre nach seiner Einstellung immer noch gerne für die Produktion elektronischer Musik benutzt. Der bekannte Song "Sandstorm" von *Darude* aus dem Jahr 2000 wurde auf einem ST komponiert [78].

Außerdem wurde die Software, die heutzutage in fast allen größeren Restaurants für die Verwaltung von Tischen und Bestellungen verwendet wird, ursprünglich auch auf einem ST geschrieben [44].

9. COMMODORE AMIGA 500

Name	Commodore Amiga 500 / A500
Erscheinung	1987
Prozessor	Motorola 68000 @ 7.14 MHz
Technologie	16 bit
RAM	512 KB bis 8 MB
Max. Auflösung	640x400 Pixel
Farben	16 / 4096
Betriebssystem	AmigaOS v1.2-1.3

Tabelle 8: Technische Daten des Commodore Amiga 500 [58, 64, 77]

Amiga heißt "Freundin" auf Spanisch. Dieses Wort wurde aber nicht nur wegen seiner Bedeutung gewählt. Es spielte auch eine Rolle, dass Rechner oft in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet wurden und in solchen Listen Amiga vor Apple und Atari stehen wollte [57].

Der Amiga 500 ist eine für die Heimanwendung gedachte, günstigere Low-End-Version des Amiga 2000, welcher 1985 erschien. Der A500 wurde auch als der Nachfolger des C64 und direkten Rivale des Atari 520ST angesehen [66].

9.1 Geschichte des Amiga 500

Für einen Rechner hat der Amiga eine etwas abenteuerliche Entstehungsgeschichte. Das Buch [41] *Volkscomputer* -



Abbildung 13: Commodore Amiga 500 [77]

Die Geschichte von Pet und VC-20 und Amiga: Aufstieg und Fall des Computer-Pioniers Commodore widmet ein ganzes Kapitel hierfür:

Amiga Corporation wurde von ehemaligen Atari Mitarbeitern (darunter IC-Designer Jay Miner) gegründet, die mit der Geschäftsleitung von Atari unzufrieden waren. Sie fingen an, einen fortschrittlichen Chipsatz namens *Lorraine* zu entwickeln, der sowohl in Computern als auch in Spielekonsolen verwendet werden konnte. Während des Entwicklungsprozesses ist allerdings das Geld der Amiga Corporation ausgelaufen, weswegen sie sich zu ihren früheren Arbeitgeber Atari wendeten. Ein geheimer Vertrag [60] wurde geschlossen, in dem Atari sich für eine jahrelange exklusive Nutzung des Chipsatzes sich bereit erklärt hat, das Projekt zu finanzieren.

Mittlerweile hat Jack Tramiel Commodore verlassen und mit der Absicht, eine neue Firma zu kaufen, hat er verschiedene Techunternehmen, darunter auch Amiga, besucht. Verhandlungen zwischen Tramiel und Amiga haben jedoch nicht lange gedauert, da Tramiel sich ausschließlich für den *Lorraine* interessierte, aber nicht für die Mitarbeiter von Amiga Corporation.

Später als die Öffentlichkeit davon erfuhr, dass Tramiel Atari erwerben wird, begann die Geschäftsleitung von Amiga panisch mit der Suche nach neuen Investoren. Sie befürchteten nämlich, dass Tramiel den *Lorraine* übernehmen und die Ingenieure von Amiga entlassen wird, sobald er den Atari-Amiga Vertrag findet.

So wurde bald darauf die Amiga Corporation von Commodore gekauft und die auf den *Lorraine* Chipsatz basierende Amiga-Rechnerreihe erschien unter Commodores Fahne. Commodore hat die Investition anstelle von Amiga an Atari zurückgezahlt, und erklärten damit den ominösen Vertrag für nichtig. Atari hat gegen dieser Vorgehensweise geklagt, es kam aber nie zu einem Gerichtsurteil, da die beiden Unternehmen sich ein paar Jahre später einigten (die genauen Bedingungen der Einigung wurden nie öffentlich gemacht). Die Atari STs und die Commodore Amigas, die, wenn Ereignisse eine andere Wendung nehmen, genauso gut Commodore STs und Atari Amigas hätten werden können, haben danach jahrelang auf dem Computermarkt miteinander konkurriert. Der Amiga 500 war dabei der erfolgreichste Commodore Rechner.

9.2 Merkmale des Amiga 500

9.2.1 Amiga 500 - Hardware

Der A500 war ein Rechner mit 16 bit Datenbus und 24 bit Addressbus, der den gleichen *Motorola 68000* Prozessor verwendete wie der Atari 520ST. In anderen Aspekten war der Amiga 500 seinem Konkurrent fortgeschritten: er besaß eine offene Architektur [59] und sein 512 KB großer Arbeitsspeicher konnte auf 8 MB erweitert werden [64].

Die Grafikfähigkeiten des Amiga 500 waren in der Zeit Dank des *Lorraine* Chipsatzes marktführend und hochmodern. Der Sound-, Grafik- und andere Kontrollchips arbeiteten vom Prozessor komplett unabhängig. Das hat den *68000* signifikant entlastet [54].

Der Rechner konnte 16 Farben in der größten Auflösung von 640x400 Pixeln darstellen. In einer Ära, in der monochrome Computer alltäglich waren, war es noch beeindruckender, dass der A500 mit 320x200 Pixeln unter Umständen gleichzeitig 4096 Farben darstellen konnte [64].

Dies war mithilfe des sogenannten HAM (Hold and Modify) Modus des Grafikchips möglich. HAM ist vereinfacht betrachtet ein Kompressionsverfahren. Die Farben der meisten Pixel wurden nicht direkt gespeichert, sondern vielmehr die Veränderung der Farbe bezüglich des vorherigen Bildschirmpunktes [49]. Somit eignete sich HAM nicht für Spiele oder Animationen, da der Farbenwechsel eines einzelnen Pixels Auswirkungen auf andere, benachbarte Pixel hatte. Aber für Bilder, die sich selten oder gar nicht änderten, war HAM hervorragend. Fotos konnten nahezu realistisch dargestellt werden [77].

9.2.2 Amiga 500 - Software

Standardbetriebssysteme der A500 waren verschiedene Versionen des *AmigaOS*. Teile des OS waren in ROM Chips integriert, andere kamen auf einer Diskette. Das *AmigaOS* unterstützte im Gegensatz zur damaligen Batchverarbeitung der meisten gängigen Betriebssysteme ein primitives, präemptives Multitasking [54].

Wegen der vielfältigen grafischen Funktionalität des *Lorraine*, gab es eine hohe Anzahl an Grafik- und Spielsoftwares für den Amiga 500 [42].

9.3 Probleme mit dem Amiga 500

Der Amiga 500 war nicht der erste Rechner in der Amiga-Computerreihe. Hardware- und Softwareprobleme früherer Amigas konnten in der A500 ausgebessert werden.

Als einziger Schwachpunkt des Rechners kann man seinen (verglichen mit dem 520ST) relativ hohen Verkaufspreis erwähnen [67].

9.4 Einfluss des Amiga 500

Trotzdem war der Amiga 500 ein kommerzieller Erfolg. Das sorgfältige Design des Amiga-Teams, das zu den entworfenen Modellen immer einen besonderen Kontakt gepflegt hat (die Plastikgehäuse früherer Amigaversionen trugen die Unterschrift der Designer und sogar den Fußabdruck eines Hundes, welcher einem der Designer gehörte [59]), kombiniert mit dem Marketing von Commodore erwies sich als sehr gelungen (zu der Vorstellung des Rechners wurde eine Gala organisiert, auf welcher Andy Warhol eine Grafiksoftware des neuen Computers vor dem Publikum ausprobierte

[42]). Insgesamt wurden rund 6 Millionen A500 Rechner verkauft [67].

Mit seiner bis dahin unvorstellbaren Grafikleistung ist der Amiga zu einem Meilenstein der Geschichte der GUIs und Heimanwendungscomputers geworden. Heute wird er von Fans vor allem als Retrospielkonsole benutzt.

10. INTERCOMPLEX HOBBIT

Name	InterComplex Hobbit
Erscheinung	1990
Prozessor	Klon eines Zilog Z80 @ 3.5 MHz
Technologie	8 bit
RAM	64 KB
Max. Auflösung	192x256 Pixel
Farben	15
Betriebssystem	Beta

Tabelle 9: Technische Daten des InterComplex Hobbit [48, 82]



Abbildung 14: InterComplex Hobbit [82]

Der sowjetische Markt für Heimcomputer war verglichen mit dem Westlichen bestenfalls winzig. Die meiste Hardware waren Klone von Rechnern aus den USA und Westeuropa, die in das Land eingeschmuggelt wurden, da es zwischen diesen Ländern und der Sowjetunion praktisch kein Computerverhandlung existierte [81].

Im Westen hat man noch weniger darüber erfahren, wie die Computerszene im Ostblock aussah. Bis auf einzelne Softwaretitel, wie zum Beispiel *Tetris* [76], hatte man überhaupt keinen Kontakt zu sowjetischen Produkten.

Der Hobbit war ein Rechner aus St. Petersburg (damals Leningrad), welcher versuchte, diese Umstände zu ändern.

10.1 Geschichte des Hobbit

Der Hobbit, wie die meisten anderen Rechner damals in Russland, begann als privates, inoffizielles Projekt. Die zwei Entwickler und Mikhail Osetinskii haben den Hobbit bei sich zu Hause selbstgebaut. Als Grundlage für ihren Rechner haben sie einen britischen Sinclair ZX Spectrum verwendet. Ende der 80er und Anfang 90er Jahre gab es in der Sowjetunion bzw. in Russland keine wirklichen Lizenzgesetze. Sie haben den Spectrum einfach genommen und nach ihren Wünschen umgebaut [70].

Es stellt sich die Frage, warum die beiden Entwickler den Hobbit auf einen Rechner basiert haben, dessen Technologie damals schon sehr veraltet war (der Sinclair ist in 1982 erschienen [86]). Die Antwort ist prosaisch: Der ZX Spectrum war relativ klein, und konnte in das Land einfacher eingeschmuggelt werden. Somit war er einer der bekanntesten

Westcomputer in den Kreisen der sowjetischen Informatiker [70].

Nachdem Mikhailov und Osetinskii das Design festlegten und einige Prototypen fertigstellten, begann das Unternehmen InterCompex mit der Produktion. Verkäufe wurden nicht nur in Russland geplant. Es gab spezielle Exporte, die in der Regel weiterentwickelter waren. Sie besaßen zum Beispiel einen eingebauten Diskettenlaufwerk oder einen besseren Soundchip [56].

10.2 Merkmale des Hobbit

10.2.1 Hobbit - Hardware

Der Prozessor des ZX Spectrum war ein 8-bit *Zilog Z80*, dementsprechend verwendete der Hobbit einen *Z80*-Klon. Auch andere Technologien des Rechners waren weitestgehend veraltet. Er kam lediglich mit 64 KB RAM, seine höchste Auflösung war 195x256 Pixel und konnte gleichzeitig nur 15 Farben darstellen [82, 48].

Ähnlich wie bei dem Fujitsu FM-7 waren die meisten Tasten auf dem Tastatur multifunktional. Es gab einen speziellen Knopf, mit dem man zwischen den kyrillischen und lateinischen Buchstaben umschalten konnte [56].

10.2.2 Hobbit - Software

Das Betriebssystem *Beta* des Rechners ist ein *CP/M* Klon. *CP/M* wurde ursprünglich für Intel Prozessoren entwickelt. Somit passte es eigentlich nicht zu dem *Z80*-ähnlichen Prozessor des Hobbits. Die Entwickler mussten aber nun einmal damit arbeiten, was ihnen in der Sowjetunion zur Verfügung stand [82].

Speziell für den Hobbit wurden logischerweise nicht besonders viel Software geschrieben. Der Hobbit war aber mit dem ZX Spectrum kompatibel und konnte alle Programme laufen lassen, die für die britische Architektur geschrieben wurden [70].

10.3 Probleme mit dem Hobbit

Wäre der Hobbit knapp zehn Jahre früher erschienen, hätte er wahrscheinlich ein erfolgreicher Rechner werden können. Anfang der 90er Jahre fand sich allerdings dafür kein großer Markt.

In der Sowjetunion war er zu teuer um als Heimcomputer verwendet werden zu können. Sein Preis war so hoch, dass ein Durchschnittsbürger derart viel Geld nur in mehreren Jahren verdienen konnte [70].

In Westeuropa hätten ausschließlich ZX Spectrum Fans Interesse an dem Hobbit. InterCompex versuchte den Rechner an solche Fans zu vermarkten, die Operation wurde aber bald wieder eingestellt. Die offizielle Begründung war, dass einige Kabel des Hobbit elektrische Sicherheitstest nicht bestanden hätten. Wahrscheinlich ist es aber, dass Sinclair die Erscheinung eines Spectrum Klones auf UK-Märkten kritisch betrachtete und Druck auf InterCompex ausgeübt wurde [56].

10.4 Einfluss des Hobbit

Geboren in einer Zeit, in der sich Politik und Wirtschaft täglich änderten, in einem Land, das sich in dem Prozess

des Zerfalls befinden hat, hatte der Hobbit vielleicht nie eine Chance als Heimcomputer.

Andererseits wurde er in den Schulen der Sowjetunion bzw. später den Schulen Russlands oft als Lernrechner verwendet, worauf Schüler ihre ersten Erfahrungen mit Programmieren machen konnten. Mehrere Hobbit Computers wurden dabei in ein Netzwerk zusammengeschaltet, während der Lehrer auf einem "Master-Hobbit" die Arbeit der Schüler beobachten und gegebenenfalls ihr Code debuggen konnte [70].

11. MACBOOK AIR

Name	MacBook Air
Erscheinung	Januar 2008
Prozessor	Intel Core 2 Duo @ 1,6 GHz
Technologie	64 bit
RAM	2 GB
Max. Auflösung	1280x800 Pixel
Farben	262'144
Betriebssystem	OS X 10.5 (später 10.6)

Tabelle 10: Technische Daten des MacBook Air [19, 12]



Abbildung 15: MacBook Air im Briefumschlag - Apples Marketing-Kampagne: das Notebook war so dünn, sodass es sogar in einen Briefumschlag passen kann [30].

11.1 Geschichte des MacBook Airs

Im Januar 2008 fand die Technik-Messe *Macworld* in San Francisco statt. Laut Steve Jobs eigenen Aussagen, empfand er, dass tragbare Computer zu viele Kompromisse eingingen. Sie seien designtechnisch zu dick, sie hätten ein zu kleines Display, meistens 8-Zoll bis 11-Zoll, eine ungewöhnlich kleine Tastatur und trotz all diesen Kompromissen hätten sie nicht genügend Rechenleistung. Als Konsequenz darauf veröffentlichte Apple auf dieser Messe ihre neueste Notebook-Reihe, das MacBook Air. Dies sollte neben ihrer MacBook-Reihe und MacBook-Pro-Reihe eine neue Kategorie eröffnen. Die Beweggründe waren, einen tragbaren Rechner zu schaffen, welcher eine gewisse Rechenleistung, eine normalgroße Tastatur, ein normalgroßes Display (laut Steve Jobs bedeutet das eine Diagonale ab 13-Zoll) und ein geringes Gewicht hat [31].

Das MacBook Air wurde mit der Grundausstattung für 1799 \$ verkauft. Mit allen optionalen Erweiterungen kostete der Rechner bis zu 3098 \$. Es wurde als das „dünnste

Notebook der Welt“ vermarktet und war an seiner dicksten Stelle immer noch dünner als die dünnste Stelle des nächsten Konkurrenten, bspw. der Sony Vaio TZ-Serie [2, 31, 11].

11.2 Merkmale des MacBook Air

11.2.1 MacBook Air - Hardware

Das MacBook Air wurde von einem 64 Bit *Intel Core 2 Duo* mit 1,6 GHz betrieben. Die eigentliche Größe dieses Chips war für das MacBook Air zu groß. Darum wurde dieser Prozessor von Intel nochmal überarbeitet, sodass es die identische Leistung in einer geringeren Größe auswies (40% weniger Volumen) [31].

Der Rechner hatte einen Arbeitsspeicher von 2 GB und einen Festplattenspeicher von 80 GB HDD. Dieser konnte gegen einen Aufpreis von 999 \$ auf 64 GB SSD erweitert werden. Dies war damit Apples erster Computer, welcher mit einer SSD ausgestattet werden konnte. Erweiterungsslots gab es keine [3, 34].

Der Monitor war ein 13.3-Zoll LED-backlit-Display mit einer Auflösung von 1280x800 Pixeln. Die Anschlüsse des Rechners waren ein USB-Typ-A-Anschluss, ein Kopfhöreranschluss und ein Micro-DVI, welches ein Apple-eigener Anschluss ist. Mithilfe von Adaptern kann über diesen Anschluss Videoinformation auf VGA übertragen werden. Alle drei Anschlüsse waren hinter einer Klappe an der Seite des Notebooks versteckt, wodurch diese sowohl geschützt, als auch optisch retuschiert wurden. Ein DVD/CD-Laufwerk, Anschlüsse wie VGA oder Ethernet gab es nicht [3].

Das integrierte Trackpad war erstmals dazu fähig, Multi-Touch erkennen zu können. Bewegungen, welche von Smartphones bereits bekannt waren, bspw. Rotation und Zoom durch zwei Finger, sowie Wischen/Swiping mit drei bis vier Fingern, waren im MacBook Air integriert. Damit sollten viele Aktionen, die man durch diese Bewegungen erzeugt, natürlicher werden, da man sie nicht nur auf den Smartphone, sondern jetzt auch noch auf dem Notebook kennt [31].

Als weiteres Feature bot das MacBook Air eine Akkulaufzeit von bis zu 5 Stunden [3].



Abbildung 16: MacBook Air - Gehalten von dem damaligen CEO und Mitgründer von Apple, Steve Jobs, während der Technik-Messe Macworld 2008 in San Francisco [35].

11.2.2 MacBook Air - Software

Von den Software-Aspekten lässt sich nicht viel Besonderes berichten. Das verwendete Betriebssystem ist OS X 10.5 bzw. später OS X 10.6. Hierbei handelt es sich um das selbe Betriebssystem wie auf sämtlichen MacBook-Modellen, als auch iMac-Modellen [3].

11.3 Probleme mit dem MacBook Air

Die Kritiken über das MacBook Air waren weitestgehend von gleichem Ausmaße. Aufgrund des dünnen Designs waren viele verbreitete Anschlüsse nicht mehr verfügbar. Dadurch mussten Adapter verwendet werden. Für den Endnutzer bedeutete das allerdings extra Kosten und extra Equipment, welches ständig mitgenommen werden musste [34].

Ein weiteres Problem war die langsame HDD. Zwar konnte dieses Problem insofern behoben werden, indem man die Upgrade-Version mit einer eingebauten SSD benutzt, dennoch war es für viele Nutzer sehr frustrierend, da der Speicher nicht mehr im Nachhinein getauscht werden konnte bzw. ein Umstieg auf SSD weniger nutzbaren Speicher und dafür aber mehr Kosten bedeutete [3].

11.4 Einfluss des MacBook Airs

Sowohl Apple selber als auch andere Firmen benutzten das neue kompromisslosere Design, welches eine normalgroße Tastatur, ein normalgroßes Display, dafür aber gleichzeitig leichtes und auch dünnes Design mitbrachte. Dieser Einfluss lässt sich heutzutage an so gut wie allen tragbaren Rechnern wiedersehen.

Bereits zwei Jahre später stieg Apple dauerhaft von HDD auf SSD um, um so eine schnellere Performanz zu garantieren. Das Multitouch Trackpad sorgte bei Nutzern für gute Reaktionen. Daher wurde es auch in späteren MacBook-Modellen wiederverwendet [36].

12. AUSBLICK

Heutzutage wird der Markt für Heimcomputer (und allgemein für Computer) immer weiter fragmentierter. Allein die Firma Apple hat unzählbar viele Rechnerreihen, wie MacBook, MacBook Air, MacBook Pro, iMac, iMac Pro, Mac Pro, etc. Außerdem ist der Computer gar nicht mehr die einzige oder die wichtigste informationstechnische Maschine in dem Haus des Menschen des frühen 21. Jahrhunderts. Smartphones, Smartwatches, Tablets und diverse andere Geräte, wie Google Glasses, übernehmen die Aufgaben, die in den 70er und 80er Jahren noch von Rechnern erledigt wurden.

Erfolgskriterien werden auch mehr und mehr. Zu den Aspekten Rechengeschwindigkeit, Benutzbarkeit, Preis-Leistung Verhältnis kommen neue, wie Sicherheit, Cloudcompatibility und uneingeschränkte Portabilität dazu.

Die Welt hat sich seit dem ersten PET 2001 unheimlich viel verändert. In dieser Veränderung haben die Heimanwendersrechner, darunter die zehn, die in dieser Arbeit behandelt wurden, eine entscheidende Rolle gespielt. Sie haben entscheidend beeinflusst, wie wir über Technik, Kommunikation, Fortschritt, Design, Marketing, usw. nachdenken. Somit lohnt es sich heute noch zurückzuschauen und zu erfahren, wo und wie diese Prozesse vor mehr als 40 Jahren angefangen haben und wie sie sich später weiterentwickelten.

13. REFERENCES

- [1] 1. macintosh 128k – the first macintosh (1984). <https://www.smashinglists.com/15-unforgettable-mac-computers-old-is-gold/>. Abgerufen am 06.06.19.
- [2] 10 jahre macbook air: 2008 krempelte steve jobs den notebook-markt um. <https://t3n.de/news/10-jahre-macbook-air-2008-912366/>. Abgerufen am 09.06.19.
- [3] 13 macbook air (early 2008). <http://lowendmac.com/2008/13-macbook-air-early-2008/>. Abgerufen am 09.06.19.
- [4] The 19 most expensive products apple has ever sold. <https://www.businessinsider.de/most-expensive-apple-products-full-list-photos-2017-3/?r=US&IR=T>. Abgerufen am 07.06.19.
- [5] 40 jahre apple ii: Der computer für jedermann. <https://www.heise.de/mac-and-i/meldung/40-Jahre-Apple-II-Der-Computer-fuer-jedermann-3685934.html>. Abgerufen am 19.05.19.
- [6] Apple ii. https://www.c64-wiki.de/wiki/Apple_II. Abgerufen am 19.05.19.
- [7] Apple ii. <http://www.oldcomputers.net/appleii.html>. Abgerufen am 19.05.19.
- [8] Apple ii computer history and review. <https://www.youtube.com/watch?v=Mjd7pN57nU4>. Abgerufen am 02.06.19.
- [9] Apple ii: Macintosh-vorgänger feiert 40. geburtstag. <https://www.computerbild.de/artikel/cb-News-PC-Hardware-Apple-II-Macintosh-40-Geburtstag-17957279.html>. Abgerufen am 19.05.19.
- [10] Apple ii review. https://www.youtube.com/watch?v=2_iNKWO3RXY&list=LLf9Z6bLJ3_0lsiOjtnwDWsA&index=16&t=121s. Abgerufen am 02.06.19.
- [11] Apple store (u. s.) - macbook air. http://web.archive.org/web/20080731062723/http://store.apple.com/us/browse/home/shop_mac/family/macbook-air. Abgerufen am 10.06.19, Originale Verkaufsseite des MacBook Air (31.07.08) via WAYBACK MACHINE.
- [12] Apple sued: Can 262,144 colors be considered ‘millions’? <http://lowendmac.com/2007/apple-sued-can-262144-colors-be-considered-millions/>. Abgerufen am 09.06.19.
- [13] The birth of the ibm pc. https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/pc25/pc25_birth.html. Abgerufen am 24.05.19.
- [14] Commodore pet 2001 computer. <http://www.oldcomputers.net/pet2001.html>, 2016-08. Abgerufen am 18.05.19.
- [15] Datasette. <https://www.c64-wiki.de/wiki/Datasette>. Abgerufen am 03.06.19.
- [16] History of computer design: Macintosh. <http://www.landsnail.com/apple/local/design/macintosh.html>. Abgerufen am 06.06.19.
- [17] Ibm pc. <https://www.britannica.com/technology/personal-computer#ref61213>. Abgerufen am 24.05.19.
- [18] Ibm pc. http://www.vintage-computer.com/ibm_pc.shtml. Abgerufen am 07.06.19.
- [19] Ibm pc - model 5150. http://oldcomputermuseum.com/ibm_5150.html. Abgerufen am 24.05.19.
- [20] Ibm pc-dos. https://betawiki.net/wiki/IBM_PC-DOS. Abgerufen am 10.06.19.
- [21] Ibm personal computer. <https://www.britannica.com/technology/computer/History-of-computing#ref724637>. Abgerufen am 24.05.19.
- [22] Ibm personal computer (pc). <http://www.oldcomputers.net/ibm5150.html>. Abgerufen am 24.05.19.
- [23] Inflation calculator. <https://www.dollartimes.com/inflation/>. Abgerufen am 21.05.19.
- [24] Mac 128k. <http://lowendmac.com/1984/macintosh-128k/>. Abgerufen am 06.06.19.
- [25] Mac os and the 128k macintosh. <http://www.vectronicsappleworld.com/archives/macintosh/0001.php>. Abgerufen am 07.06.19.
- [26] Macintosh. <http://www.knubbelmac.de/modelle/mac-128k.html>. Abgerufen am 19.05.19.
- [27] Macintosh - 1984 by apple computer. <http://oldcomputers.net/macintosh.html>. Abgerufen am 19.05.19.
- [28] Macintosh 128k: Technical specifications. https://support.apple.com/kb/SP186?locale=de_DE. Abgerufen am 24.05.19.
- [29] The macintosh in 1984. <http://toastytech.com/guis/macos1.html>. Abgerufen am 07.06.19.
- [30] The mac’s second act: From obscurity to ubiquity. <https://www.vox.com/2014/11/19/11633022/the-macs-second-act-from-obscurity-to-ubiquity>. Abgerufen am 10.06.19.
- [31] Macworld san francisco 2008-the macbook air intro (pt. 1). <https://www.youtube.com/watch?v=OIV6peKMj9M>. Abgerufen am 09.06.19.
- [32] Pc dos 1.x. <https://winworldpc.com/product/pc-dos/1x>. Abgerufen am 10.06.19.
- [33] Personal computers; hardware review: Apple weighs in with macintosh. <https://www.nytimes.com/1984/01/24/science/personal-computers-hardware-review-apple-weighs-in-with-macintosh.html>. Abgerufen am 07.06.19.
- [34] Review: Macbook air (first-generation). <https://www.macworld.com/article/1131864/macbookair.html>. Abgerufen am 10.06.19.
- [35] Steve jobs’un tanıtıldığı macbook air bugün 10 yaşında [video]. <https://www.log.com.tr/steve-jobsun-tanittigi-macbook-air-bugun-10-yasinda-video/>. Abgerufen am 09.06.19.
- [36] What is the historical evolution of the use of ssd hard drives in apple laptops? <https://www.quora.com/What-is-the-historical-evolution-of-the-use-of-SSD-hard-drives-in-Apple-laptops>. Abgerufen am

- 10.06.19.
- [37] Who invented the macintosh? <https://www.thoughtco.com/who-invented-the-macintosh-4072884>. Abgerufen am 06.06.19.
 - [38] 80-u.s. interviews bill gates of microsoft. *80-U.S.*, IV(3):8–13, Mai/Juni 1981.
 - [39] B. Bagnall. *Volkscomputer - Die Geschichte von Pet und VC-20 und Amiga: Aufstieg und Fall des Computer-Pioniers Commodore*. Gameplan Verlag, 2010. Originaltitel: On the Edge; Deutsche Fassung von B. Kretzinger und W. Forster. Seite 26-28.
 - [40] B. Bagnall. *Volkscomputer - Die Geschichte von Pet und VC-20 und Amiga: Aufstieg und Fall des Computer-Pioniers Commodore*. Gameplan Verlag, 2010. Originaltitel: On the Edge; Deutsche Fassung von B. Kretzinger und W. Forster. Seiten 138-148.
 - [41] B. Bagnall. *Volkscomputer - Die Geschichte von Pet und VC-20 und Amiga: Aufstieg und Fall des Computer-Pioniers Commodore*. Gameplan Verlag, 2010. Originaltitel: On the Edge; Deutsche Fassung von B. Kretzinger und W. Forster. Seiten 233-252.
 - [42] B. Bagnall. *Volkscomputer - Die Geschichte von Pet und VC-20 und Amiga: Aufstieg und Fall des Computer-Pioniers Commodore*. Gameplan Verlag, 2010. Originaltitel: On the Edge; Deutsche Fassung von B. Kretzinger und W. Forster. Seiten 253-272.
 - [43] R. Bianchini. Computer design: Commodore pet 2001 (1977). <https://www.inexhibit.com/case-studies/computer-design-commodore-pet-2001-1977/>, 2018-08. Abgerufen am 21.05.19.
 - [44] G. Bisson. Getting down to business - using the st in an ibm world. *STart Magazine*, 2(6), 1988. Verfügbar auf <https://www.atarimagazines.com/startv2n6/gettingdowntobusiness.html>, Abgerufen am 03.06.2019.
 - [45] P. Cervasio. Trs-80 home page. <http://www.classiccmp.org/cpmarchives/trs80/mirrors/kjsl/www.kjsl.com/trs80/index.html>. Abgerufen am 03.06.2019.
 - [46] R. Cohen. A \$78 million year: Steve ross defends his paycheck. *The New York Times*, 03 1992. Verfügbar auf <https://www.nytimes.com/1992/03/22/magazine/a-78-million-year-steve-ross-defends-his-paycheck.html?pagewanted=all>, Abgerufen am 03.06.2019.
 - [47] F. Covitz. Commodore pet 2001 review from 1980 creative computing december 1980. <https://www.commodore.ca/commodore-pet-2001-review-from-1980-creative-computing-december-1980/>, 1980-12. Abgerufen am 18.05.19.
 - [48] A. Dykes. The hobbit. *Sinclair User*, August 1992. Verfügbar auf <https://www.sinclairuser.com/126/hobbit.htm>, Abgerufen am 05.06.2019.
 - [49] Elowar. Amiga developer docs. <http://amigadev.elowar.com/>. Abgerufen am 04.06.2019.
 - [50] L. Greenfield. The fujitsu fm-7. <http://www.nausicaa.net/~lgreenf/fm7page.htm>. Abgerufen am 03.06.2019.
 - [51] C. F. C. History. Atari 520 stfm. <http://www.computinghistory.org.uk/det/2578/Atari-520-STFM/>. Abgerufen am 03.06.2019.
 - [52] S. Hölting. *RESUME - Hands-on Retrocomputing*. Projekt Verlag, 2016. Seiten 26-27, 124-129.
 - [53] S. Hölting. *RESUME - Hands-on Retrocomputing*. Projekt Verlag, 2016. Seiten 140-143.
 - [54] S. Hölting. *RESUME - Hands-on Retrocomputing*. Projekt Verlag, 2016. Seiten 26-27, 206-211.
 - [55] S. Institution. Commodore pet 2001 personal computer. https://www.si.edu/object/nmah_334374, 2001. Abgerufen am 21.05.19.
 - [56] V. Khachaturov. Hobbit. <http://www.tarunz.org/~vassilii/Hobbit/>. Abgerufen am 05.06.2019.
 - [57] G. Knight. The twists and turns of the amiga saga. <https://web.archive.org/web/20080511145416/http://www.amigahistory.co.uk/ahistory.html>. Archiviert am 11.05.2008, abgerufen am 04.06.2019.
 - [58] J. Maher. *The Future Was Here: The Commodore Amiga*. MIT Press, 2012.
 - [59] A. Mpitiopoulos. Computer history: From the antikythera mechanism to the modern era. <https://www.tomshardware.com/reviews/history-of-computers,4518-31.html>. Abgerufen am 04.06.2019.
 - [60] A. Museum. Confidential atari-amiga agreement. <http://www.atarimuseum.com/articles/mickey.html>. Abgerufen am 04.06.2019.
 - [61] A. Museum. The st computer line from atari: Technology so advanced, it's affordable. <http://www.atarimuseum.com/computers/16bits/stmenu/atarist.htm>. Abgerufen am 03.06.2019.
 - [62] Old-Computers. Fujitsu fm-7. <http://www.old-computers.com/museum/computer.asp?st=1&c=325>. Abgerufen am 03.06.2019.
 - [63] Old-Computers. Fujitsu fm-8. <http://www.old-computers.com/MUSEUM/computer.asp?c=377>. Abgerufen am 03.06.2019.
 - [64] Oldcomputers. Commodore amiga 500. <http://www.oldcomputers.net/amiga500.html>. Abgerufen am 04.06.2019.
 - [65] G. O'Regan. *Introduction to the History of Computing - A Computing History Primer*. Springer International Publishing Switzerland, 2016. Seiten 134-135.
 - [66] G. O'Regan. *Introduction to the History of Computing - A Computing History Primer*. Springer International Publishing Switzerland, 2016. Seite 140.
 - [67] G. O'Regan. *Introduction to the History of Computing - A Computing History Primer*. Springer International Publishing Switzerland, 2016. Seite 139.
 - [68] B. Patterson. Atari 520st system. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atari_520ST_system.jpg, 2008. Abgerufen am 03.06.2019.
 - [69] PC-History. Commodore up to amiga. <http://www.pc-history.org/comm.htm>. Abgerufen am 30.05.2019.
 - [70] K. Pomfret. Rage hard! *Your Sinclair*, September 1990. Verfügbar auf <https://web.archive.org/web/20040819190407/http://www.ysnry.co.uk/articles/ragehard0990.htm>, Abgerufen am 05.06.2019.
 - [71] J. Reimer. Personal computer market share:

1975–2004.

<https://web.archive.org/web/20121024141749/http://jeremyreimer.com/postman/node/329>. Archiviert am 24.10.2012, abgerufen am 30.05.2019.

- [72] M. Rothman. Atari st software development. *Byte Magazine*, 11(09):223–236, September 1986.
- [73] D. Shaw. Commodore 64 turns 30: What do today's kids make of it? <https://www.bbc.com/news/av/technology-19055707/commodore-64-turns-30-what-do-today-s-kids-make-of-it>, 2012. Abgerufen am 30.05.2019.
- [74] M. Steil. How many commodore 64 computers were really sold? <https://www.pagetable.com/?p=547>. Abgerufen am 30.05.2019.
- [75] P. W. Tekla S. Perry. Design case history: the commodore 64. *IEEE Spectrum*, pages 48–58, März 1985.
- [76] M. Weisberger. The bizarre history of 'tetris'. <https://www.livescience.com/56481-strange-history-of-tetris.html>, 2016. Abgerufen am 05.06.2019.
- [77] Wikipedia. Amiga 500. https://en.wikipedia.org/wiki/Amiga_500. Abgerufen am 04.06.2019.
- [78] Wikipedia. Atari st. https://en.wikipedia.org/wiki/Atari_ST. Abgerufen am 03.06.2019.
- [79] Wikipedia. Commodore 64. https://en.wikipedia.org/wiki/Commodore_64. Abgerufen am 30.05.2019.
- [80] Wikipedia. Fm-7. <https://en.wikipedia.org/wiki/FM-7>. Abgerufen am 03.06.2019.
- [81] Wikipedia. History of computing in the soviet union. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_computing_in_the_Soviet_Union. Abgerufen am 05.06.2019.
- [82] Wikipedia. Hobbit (computer). [https://en.wikipedia.org/wiki/Hobbit_\(computer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Hobbit_(computer)). Abgerufen am 05.06.2019.
- [83] Wikipedia. Japanese writing system. https://en.wikipedia.org/wiki/Japanese_writing_system. Abgerufen am 03.06.2019.
- [84] Wikipedia. Vertikale integration. https://de.wikipedia.org/wiki/Vertikale_Integration. Abgerufen am 30.05.2019.
- [85] Wikipedia. Video game crash of 1983. https://en.wikipedia.org/wiki/Video_game_crash_of_1983. Abgerufen am 03.06.2019.
- [86] Wikipedia. Zx spectrum. https://en.wikipedia.org/wiki/ZX_Spectrum. Abgerufen am 05.06.2019.
- [87] C. Williams. Commodore 64 at 30: computing for the masses. <https://www.telegraph.co.uk/technology/news/9449764/Commodore-64-at-30-computing-for-the-masses.html>, 2012. Abgerufen am 30.05.2019.
- [88] G. Williams. *Byte Magazine Volume 09 Number 02*. BYTE Publications Inc., 1984.