



JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN
PROFESSUR BWL – WIRTSCHAFTSINFORMATIK
UNIV.-PROF. DR. AXEL SCHWICKERT

Schwickert, Axel; Schramm, Laura; Brühl, Markus; Bodenbender,
Nicole; Balaman, Özlem; Freisler, Peter; Anderweit, Jochen;
Himmlesbach, Marina; Hilmer, Sabrina

**Zur Geschichte der Datenverarbeitung –
Reader zur WBT-Serie**

ARBEITSPAPIERE WIRTSCHAFTSINFORMATIK

Nr. 07 / 2021
ISSN 1613-6667

Arbeitspapiere WI Nr. 7 / 2021

- Autoren:** Schwickert, Axel; Schramm, Laura; Brühl, Markus; Bodenbender, Nicole; Balaman, Özlem; Freisler, Peter; Anderweit, Jochen; Himmlesbach, Marina; Hilmer, Sabrina
- Titel:** Zur Geschichte der Datenverarbeitung – Reader zur WBT-Serie
- Zitation:** Schwickert, Axel; Schramm, Laura; Brühl, Markus; Bodenbender, Nicole; Balaman, Özlem; Freisler, Peter; Anderweit, Jochen; Himmlesbach, Marina; Hilmer, Sabrina: Zur Geschichte der Datenverarbeitung – Reader zur WBT-Serie, in: Arbeitspapiere WI, Nr. 7/2021, Hrsg.: Professur BWL – Wirtschaftsinformatik, Justus-Liebig-Universität Gießen 2020, 39 Seiten, ISSN 1613-6667.
- Kurzfassung:** Das vorliegende Arbeitspapier dient als Reader zur WBT-Serie „Zur Geschichte der Datenverarbeitung“, die im E-Campus Wirtschaftsinformatik online zur Verfügung steht.
- Datenverarbeitungsprogramme sind für unseren Alltag mittlerweile essenziell. Der vorliegende Beitrag soll einen Überblick über die Entwicklung der einfachen Rechenmaschinen aus dem 17. Jahrhundert bis zur heutigen Computergeneration geben. Als Herzstück eines jeden Computers soll der Prozessor und der Verlauf seiner Generationen erläutert werden. Um alle wichtigen Meilensteine in der Datenverarbeitungshistorie zu erfassen, werden zudem die Gründungsgeschichten von Apple, Google und Co. berücksichtigt. Abschließend wird auf die Sprache des Computers, dem Zahlensystem, und die Darstellung dieser Informationen eingegangen, um seine Funktions- und Arbeitsweise zu verstehen.
- Schlüsselwörter:** Datenverarbeitung, Historie der Datenverarbeitung, Computergenerationen, Prozessorgenerationen, Zahlensysteme: Dezimal-, Binär- und Heximal-System, Digitale Signalverarbeitung

A Zur Einordnung der WBT-Serie

Die WBT-Serie richtet sich an Interessenten des Themenbereiches „Zur Geschichte der Datenverarbeitung“.

Für Ihr Selbststudium per WBT müssen Sie einen Internet-Zugang haben – entweder auf Ihren eigenen PCs, auf den PCs im JLU-Hochschulrechenzentrum, in den JLU-Bibliotheken oder dem PC-Pool des Fachbereichs.

B Die Web-Based-Trainings

Der Stoff zu diesem Thema ist in Lerneinheiten zerlegt worden und wird durch eine Serie von Web-Based-Trainings (WBT) vermittelt. Mit Hilfe der WBT kann der Stoff im Eigenstudium erarbeitet werden. Die WBT bauen inhaltlich aufeinander auf und sollten daher in der angegebenen Reihenfolge absolviert werden.

WBT-Nr.	WBT-Bezeichnung	Dauer
1	Zur Geschichte der Datenverarbeitung	45 Min.
2	Zahlensysteme und Informationsdarstellung	45 Min.

Tab. 1: Übersicht der WBT-Serie

Die Inhalte der einzelnen WBT werden nachfolgend in diesem Dokument gezeigt. Alle WBT stehen Ihnen rund um die Uhr online zur Verfügung. Sie können jedes WBT beliebig oft durcharbeiten. In jedem WBT sind enthalten:

- Vermittlung des Lernstoffes,
- Interaktive Übungen zum Lernstoff,
- Abschließende Tests zum Lernstoff.

Wenn Sie ein WBT vollständig durchgearbeitet haben, werden Ihre Testergebnisse individuell für Sie in Ihrem E-Campus-Bereich festgehalten. So können Sie jederzeit erkennen, welches WBT Sie wann, wie oft und mit welchen Testergebnissen absolviert haben.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A Zur Einordnung der WBT-Serie	I
B Die Web-Based-Trainings	II
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
1 Zur Geschichte der Datenverarbeitung.....	1
1.1 Anfänge der Datenverarbeitung	1
1.1.1 Einleitung	1
1.1.2 Wieso brauchen wir Datenverarbeitung?.....	1
1.1.3 Treiber der Datenverarbeitung	1
1.1.4 Datenverarbeitung – Begriffe	2
1.1.5 Historische Vordenker	3
1.1.6 Elektronische Rechenmaschinen	4
1.1.7 Pioniere der Datenverarbeitung	5
1.1.8 Zeitstrahl der frühen Rechenmaschinen.....	6
1.2 Computergenerationen	7
1.2.1 Die 1. Generation (1945 – 1958)	7
1.2.2 Die 2. Generation (1959 – 1964)	8
1.2.3 Die 3. Generation (1965 – 1980)	9
1.2.4 Die 4. Generation (1981 – 1999)	10
1.2.5 Die aktuelle Generation (ab 2000).....	11
1.2.6 Zeitstrahl der Computergenerationen	12
1.3 Prozessorgenerationen.....	12
1.3.1 Die Welt der Prozessoren.....	12
1.3.2 4- und 8-Bit Prozessoren.....	13
1.3.3 16-Bit Prozessoren	14
1.3.4 32-Bit Prozessoren	14
1.3.5 64-Bit Prozessoren	14
1.3.6 Prozessoren für mobile Geräte.....	14
1.3.7 Worauf wir bauen können.....	15
1.4 Unternehmerische Meilensteine.....	15
1.4.1 1972: SAP	15
1.4.2 1974: Altair 8800	17
1.4.3 1975: Microsoft.....	18

1.4.4 1976: Apple.....	19
1.4.5 1981: IBM.....	19
1.4.6 1995: AltaVista	20
1.4.7 1998: Google.....	20
1.4.8 Bis Morgen!	21
2 Zahlensysteme und Informationsdarstellung	22
2.1 Zahlensysteme.....	22
2.1.1 Einleitung.....	22
2.1.2 Was sind Zahlensysteme?.....	22
2.2 Stellenwertsysteme.....	24
2.2.1 Das Dezimalsystem.....	24
2.2.2 Das Binärsystem	25
2.2.3 Das Hexadezimalsystem	25
2.3 Übungsaufgaben Stellenwertsysteme.....	27
2.3.1 Sie sind an der Reihe!	27
2.3.2 Testaufgaben zum Umrechnen	27
2.4 Informationsdarstellung	27
2.4.1 Digitale Signalverarbeitung mit dem Binär-Code	27
2.4.2 Warum wir digitale Signale benutzen.....	28
2.4.3 8 Bit ergeben 1 Byte	28
2.4.4 Vom Nummerncode zu Schriftzeichen: ASCII	29
2.4.5 ASCII-Codierung.....	29
2.4.6 Der Unicode: Alle Schriften vereint	30
2.4.7 Bild-Codierung mit Code-Tabelle	30
2.4.8 Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!.....	31
2.4.9 Abschlusstest 1	31
Anhang: Lösungen der Abschlusstests.....	XI

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Zeitstrahl der frühen Rechenmaschinen.....	7
Abb. 2: Zeitstrahl der Computergenerationen.....	13
Abb. 3: Zeitstrahl der Intel-Prozessoren.....	13
Abb. 4: ARM Prozessoren für mobile Endgeräte.....	15
Abb. 5: Zeitstrahl Windows-Betriebssysteme.....	18
Abb. 6: Windows-Versionen im Überblick.....	18
Abb. 7: Zeitstrahl Googles Errungenschaften.....	20
Abb. 8: Beispiel des Additionssystems.....	22
Abb. 9: Beispiel für die Funktionsweise des Dezimalsystems.....	23
Abb. 10: Beispiel für die Funktionsweise des Binärsystems.....	24
Abb. 11: Beispiel für die Funktionsweise des Hexadezimalsystems.....	25

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: Übersicht der WBT-Serie.....	II
Tab. 2: Abschlusstest 1.....	32
Tab. 3: Lösungen Abschlusstest 1.....	XII

1 Zur Geschichte der Datenverarbeitung

1.1 Anfänge der Datenverarbeitung

1.1.1 Einleitung

Eddy Dataskus:

Wie schön, dass Sie den Weg in mein kleines Hobbymuseum gefunden haben. In den verschiedenen Räumen werden Sie einiges über die Historie der Datenverarbeitung erfahren.

Ich zeige Ihnen heute in einem Rundgang durch mein Museum, warum das Thema der Datenverarbeitung interessant für Sie ist, obwohl Sie weder Historiker noch Informatiker sind. Lassen Sie uns also beginnen.

Folgen Sie mir bitte!

1.1.2 Wieso brauchen wir Datenverarbeitung?

Eddy Dataskus:

2018 haben wir circa 2,5 Trillionen Bytes pro Tag erzeugt, eine schwer vorstellbare Zahl. Dies entspricht etwa der Speicherkapazität von 36 Millionen iPads und die Tendenz der Datenmassen ist weiter steigend.

Es liegt nahe, dass Menschen schon allein durch diese große Masse an Daten nicht mehr in der Lage sind, diese auszuwerten oder gar zu merken. Deshalb helfen uns Maschinen dabei die Daten zu verarbeiten.

1.1.3 Treiber der Datenverarbeitung

Eddy Dataskus:

Wie wir soeben festgestellt haben, können Menschen große Datenmengen nicht schnell genug verarbeiten. Wir sprechen hier von einer Erhöhung des Datendurchsatzes. Die Lösung des Problems der menschlichen Informationsverarbeitungskapazitäten bieten uns Maschinen.

Natürlich haben wir diese Maschinen nicht zum Spaß erfunden, sondern sie erfüllen alle einen bestimmten Zweck.

Klicken Sie doch kurz auf die Bilder, um Beispiele für die Treiber der Datenverarbeitung näher kennenzulernen:

1. **Statistik:** Quantitative Datenmengen in Größenordnungen, die kein Mensch mehr überblicken kann, abgeschliffen durch Analysemethoden. Aber auch Volkszählungen können durch maschinelle Datenverarbeitung erleichtert werden.
2. **Militärtechnik:** Flugbahnberechnungen zum Mond? Zeitkritische Berechnungen ballistischer Flugbahnen für den nächsten Raketenstart oder -abwurf? Kein Problem mit den dafür entwickelten Systemen.
3. **Automatisierung:** Haben Sie schon einmal etwas von Just-in-Time Abläufen gehört oder Industrie 4.0? Die Steuerung von automatischen Produktionsabläufen und Beschaffungsketten ist ein richtiger Treiber der Datenverarbeitung.
4. **Astronomie:** Die Erforschung der "unendlichen Weiten" erfordert komplizierte und aufwendige Berechnungen, auch hier kommen wichtige Datenverarbeitungssysteme zum Einsatz.

1.1.4 Datenverarbeitung – Begriffe

Eddy Dataskus:

Sie haben feststellen können, dass Datenverarbeitung wichtig ist. Sie wurden vor allem durch rechenintensive Vorgänge vorangetrieben, wie beim Militär oder der Astronomie.

Hier möchte ich Ihnen nun einen Überblick darüber geben, welche verschiedenen Definitionen und Begriffe es zur Datenverarbeitung gibt. Halten wir dennoch fest:

Daten sind erst durch ihre Verarbeitung sinnvoll nutzbar, um diese Verarbeitung so effizient wie möglich durchzuführen, nutzen wir Datenverarbeitungssysteme.

1. **Daten:** Daten stellen Informationen (das heißt Angaben über Sachverhalte und Vorgänge) aufgrund bekannter oder unterstellter Abmachungen in einer maschinell verarbeitbaren Form dar.
2. **Datenverarbeitung:** Datenverarbeitung ist jede Tätigkeit, die sich mit der Eingabe, Ausgabe, Verknüpfung oder sonstigen Ordnung von Daten befasst.

3. **Datenverarbeitungssysteme:** Ein Datenverarbeitungssystem ist eine Funktionseinheit (z. B. Computer) zur Verarbeitung von Daten, wobei als Verarbeitung die Durchführung mathematischer, umformender, übertragender oder speichernder Operationen definiert ist.

1.1.5 Historische Vordenker

Eddy Dataskus:

Wir wissen nun, was Datenverarbeitung ist und wozu wir diese benötigen. Wir wissen allerdings noch nicht, wie wir heute dazu in der Lage sind, große Mengen an Daten zu verarbeiten. Natürlich haben die Datenverarbeitungssysteme eine Entwicklung durchgemacht und diese startet sogar noch vor der Erfindung der Glühbirne. Heute haben ja sogar die Laptops Tastaturbeleuchtung! Wie dem auch sei... Klickt doch einfach auf die Buttons, dann gebe ich euch einen kleinen Einblick wie alles begann.

Wie beginnt also unsere Reise zu den heutigen Computern? Wir starten mit den mechanischen Rechenmaschinen. Wozu dienten diese vorzeitig anmaßenden Maschinen? Wilhelm Schickard (1692 - 1635) baute seine sogenannte Rechenuhr, um astronomische Berechnungen durchzuführen. Die Rechenuhr konnte addieren und subtrahieren, ein Glockenschlag deutete sogar darauf hin, wenn der "Speicher" überlief. Das alles bereits 1624, zu dieser Zeit wurde gerade New York von den Niederländern als Kolonie gegründet.

Haben Sie schon einmal von der Programmiersprache Pascal gehört? Der Namensgeber lebte ebenfalls im 17. Jahrhundert und konstruierte die mechanische Rechenmaschine für seinen Vater, der Steuerbeamter war. Die sogenannte Pascaline konnte einfache Additionen und Subtraktionen durchführen. Blaise Pascal (1623 - 1662) war nicht nur ein hilfreicher Sohn, sondern auch ein französischer Mathematiker, Physiker, Literat und christlicher Philosoph.

Wegbereitend für die heutigen Rechner war jedoch Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 - 1716). Er entdeckte, dass Rechenprozesse mit dem binären Zahlensystem umsetzbar waren. Ein Prinzip, das sich 230 Jahre später als sehr hilfreich herausstellen sollte. Seine 1673 vorgestellte Rechenmaschine konnte nicht nur Addieren und Subtrahieren, sondern beherrschte auch die Multiplikation und Division. Gottfried Wilhelm Leibniz war ein

deutscher Philosoph, Mathematiker, Jurist, Historiker und politischer Berater der frühen Aufklärung.

Erkennen Sie die Melodie? Es handelt sich hier um eine Spieluhr. 1805 entwickelte Joseph-Marie Jacquard (1752 - 1834) die ersten mechanisch programmgesteuerten Webstühle. Die Steuerung übernahmen Lochkarten nach dem gleichen Prinzip, wie die oben erwähnten Spieluhren. Joseph-Marie Jacquard war ein französischer Erfinder, der durch seine Weiterentwicklung des Webstuhls entscheidend zur industriellen Revolution beitrug und wahrscheinlich der erste, der Software und Hardware trennte.

1833 entwickelte Charles Babbage (1791 - 1871) seinen Universalrechen-Automaten. Eine drei Tonnen schwere Rechenmaschine. Die Rechenmaschine sollte helfen unzulängliche Rechentafeln zu ersetzen und es so Wissenschaftlern, Bankiers, Versicherungsmathematikern, Seefahrern und Ingenieuren genaue Berechnungen durchzuführen. Charles Babbage war ein englischer Mathematiker, Philosoph, Erfinder und politischer Ökonom. Er gilt als einer der Stammvater der modernen Computer.

1.1.6 Elektronische Rechenmaschinen

Eddy Dataskus:

Ich muss ehrlich sagen, das waren doch einige Errungenschaften. Doch ich denke, wir sollten die Elektrizität loben und uns mit der Grundsteinlegung heutiger Rechnersysteme beschäftigen. Wir schreiben das Jahr 1890, die 11. amerikanische Volkszählung steht vor der Tür. Normalerweise dauerte eine Zählung bis zu sieben Jahren. Nicht aber mit Hermann Hollerith, der die erste elektronische Sortier- und Zählmaschine erfand. Die Zählung dauerte somit nur noch 4 Wochen! Stellen Sie sich diese Zeitersparnis vor. Darüber hinaus ging aus dieser Entwicklung durch einen Zusammenschluss zweier Unternehmen die "International Business Machine Corporation" hervor. Kommt Ihnen der Name bekannt vor? Genau, wir sprechen hier von IBM, noch heute eines der bedeutendsten IT-Unternehmen der Welt.

Im Folgenden werden wir uns mit einigen bedeutenden Persönlichkeiten der Datenverarbeitung beschäftigen. Dank Ihnen sind wir heute in der Lage, frei programmierbare Computer zu betreiben, Digitalrechner zu bauen, wissen um die Leistungstärke der Großrechner und können sowohl Programme als auch Daten im selben Speicher speichern. Ich finde es immer wieder interessant, wozu wir heute durch unsere Technik in der Lage sind.

Stellen Sie sich doch einmal vor, Sie müssten alle mathematischen Berechnungen noch am Abakus durchführen. Wir könnten uns von unserer modernen Welt sofort verabschieden.

Im nächsten Raum werde ich Ihnen deshalb diese Pioniere vorstellen.

1.1.7 Pioniere der Datenverarbeitung

- Konrad **Zuse** war ein deutscher Bauingenieur, Erfinder und Unternehmer (Zuse KG). Er baute 1941 die Z3, ein programmgesteuertes elektromechanisches Rechenggerät mit Relaisstechnik. Die Z3 war die erste frei programmierbare, auf dem binären Zahlensystem basierende, funktionsfähige Rechenmaschine der Welt. Darüber war es möglich eine Tastatur anzuschließen, während der Rechenoperation zu interagieren und sowohl eine Pipeline an Operationen aufzubauen als auch diese parallel auszuführen.
- John Vincent **Atanasoff** war ein US-amerikanischer Computerpionier bulgarischer Abstammung. 1937 baute er zusammen mit dem Doktoranden Clifford Berry einen der ersten Digitalrechner, ein Atanasoff-Berry-Computer (ABC). Atanasoff formulierte vier Prinzipien für seinen digitalen Computer:
 1. Er wird Elektrizität und Elektronik als Medium benutzen...
 2. Er wird auf dem binären System beruhen...
 3. Er wird Kondensatoren als Speicher benutzen und wird einen regenerativen Prozess verwenden, um Fehler bei Stromausfällen zu vermeiden...
 4. Er wird "Rechnen durch direkte logische Handlungen und nicht durch Aufzählungen wie bei analogen Rechnern".
- Howard Hathaway **Aiken** war ein US-amerikanischer Computerpionier. Im Jahre 1944 entwickelte er mit Grace Hopper und zwei weiteren Mitarbeitern den ersten digitalen Großrechner der Welt, den Automatic Sequence Controlled Calculator (ASCC). Dieser wurde später in Harvard Mark I umbenannt. Aiken verwendete als Rechenelemente und zum Speichern elektrisch angetriebene, dekadische Zählräder. Das Programm war auf einen 24-spurigen Lochstreifen gespeichert. Dieses Projekt wurde zum Großteil von IBM finanziert.

- Dem Nachfolger Mark II verdankt die Computerwelt den Ausdruck Debugging (engl. "bug" für Wanze, Laus, Bazillus). Grace Hopper berichtete: "Der Sommer 1945 war sehr heiß, wir arbeiteten in einem Raum ohne Klimaanlage und ließen daher die Fenster offen. Plötzlich blieb Mark II stehen. Wir krochen natürlich sofort in die Maschine, um den Fehler zu lokalisieren. Nach langem Suchen fanden wir das defekte Relais: Drinnen steckte eine Motte, welche leider das Zeitliche gesegnet hatte."
- János Lajos **Neumann** war Chemie-Ingenieur ungarischer Herkunft, Mathematiker und Physiker. In den USA nahm er jedoch den Namen John von Neumann an. Nach ihm wurde die so genannte Von-Neumann-Architektur benannt, ein Computer, in dem Daten und Programme binär codiert im selben Speicher liegen. Dadurch, dass Daten und Programme binär codiert im selben Speicher liegen, lässt sich durch Sprungbefehle von der statisch festgelegten Reihenfolge der gespeicherten Anweisungen abweichen. Fast alle modernen Rechner beruhen auf von Neumanns Architektur.

1.1.8 Zeitstrahl der frühen Rechenmaschinen

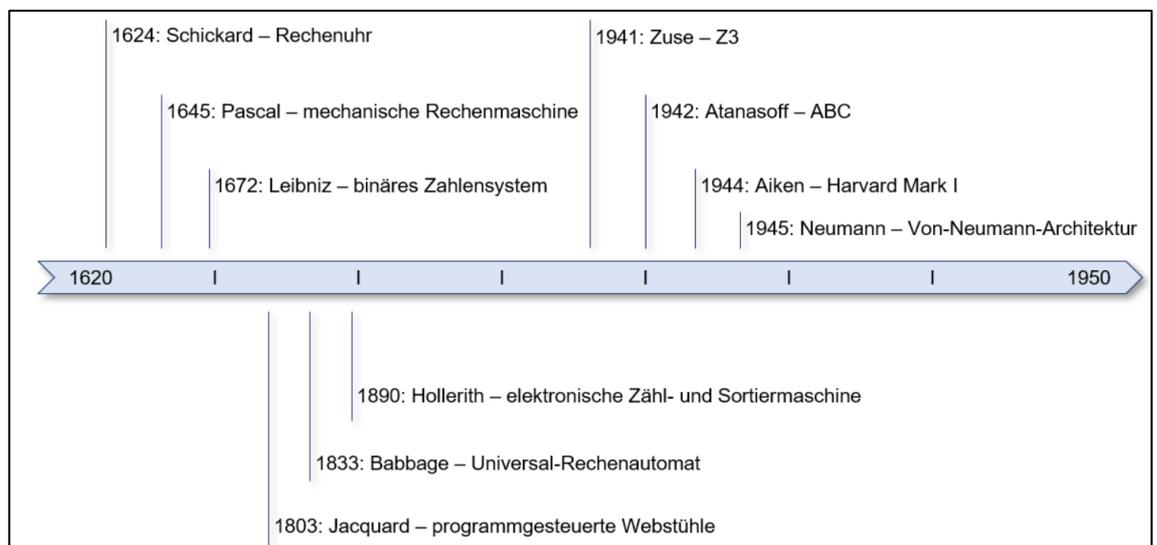


Abb. 1: Zeitstrahl der frühen Rechenmaschinen

1.2 Computergenerationen

1.2.1 Die 1. Generation (1945 – 1958)

Sie sind ja bereits im nächsten Raum!

Hier werde ich Ihnen zusammenfassend etwas über die Computergenerationen präsentieren, die durch die Pioniere der Datenverarbeitung entwickelt werden konnten.

Bitte beachten Sie, dass es hier wie in jeder historischen Entwicklung immer um eine Zeiträumbetrachtung geht. Die Grenzen zwischen den Generationen sind fließend.

Nun gut, ich lasse Ihnen mal etwas Raum, um sich umzusehen. Sprechen Sie mich bei Fragen gerne an.

- **Beschreibung:** Computer der 1. Generation waren vorwiegend mit Elektronenröhren ausgestattet, die durch kilometerlange, manuell verdrahtete Leitungen miteinander verbunden waren. Diese Anlagen waren dadurch gekennzeichnet, dass sie sehr kostspielig waren und enorm viel Platz beanspruchten. Die Rechner der ersten Generation schafften etwa 1.000 Additionen pro Sekunde und wurden hauptsächlich für wissenschaftliche Berechnungen eingesetzt. Die Computer der ersten Generation hatten kein Betriebssystem. Da es zu dieser Zeit keine (höheren) Programmiersprachen gab, erfolgte die Programmierung dieser Rechner über Steckbrett, Lochstreifen und Lochkarten.
- **Merkmale:**
 - Technologie: Elektronenröhren
 - Geschwindigkeit: 0,02 MIPS
 - Speicherkapazität: 1 - 2 KByte
 - Software: Maschinensprache
- **Beispiele:**
 - ENIAC
 - Z22
 - UNIVAC
 - IBM650

- SIEMENS704
- **MIPS:** MIPS bedeutet "Million Instructions Per Second" und steht somit für die Rechengeschwindigkeit eines Computers.
- **Maschinensprache:** Die Gesamtheit aller Befehle, die eine CPU ausführen kann, nennt man „Maschinensprache“. Maschinensprache ist die einzige Sprache, die der Prozessor unmittelbar versteht.

1.2.2 Die 2. Generation (1959 – 1964)

- **Beschreibung:** Die 2. Computergeneration wurde nicht mehr mit Röhrentechnik, sondern mit Transistoren bestückt. Die technisch revolutionären Halbleiter-Transistoren lösten somit die Elektronenröhren ab. Zudem ersetzten "gedruckte Schaltungen" die meisten Kabel und Verdrahtungen, wodurch die Computer wesentlich kleiner und vor allem schneller wurden. Die Rechner schafften bis zu 10.000 Additionen pro Sekunde und hatten eine Speicherkapazität von 100 Bit/cm³. Als externe Speicher wurden zu dieser Zeit Magnetbandgeräte eingesetzt. Zu dieser Zeit entstanden auch die ersten Betriebssysteme (DOS/360, OS/360) und Compiler für die ersten problem- orientierten Programmiersprachen: FORTRAN (1958), ALGOL 60 sowie COBOL (1960).
- **Merkmale:**
 - Technologie: Transistoren und Kernspeicher
 - Geschwindigkeit: 0,1 MIPS
 - Speicherkapazität: 32 KByte
 - Software: Assembler, FORTRAN, Stapelbetrieb
- **Beispiele:**
 - IBM1400
 - AEG TR
 - CDC6600
 - SIEMENS2002

- **Transistor:** Ein Transistor ist ein elektronisches Halbleiterbauelement, das zum Schalten und Verstärken von elektrischen Strömen und Spannungen verwendet wird. Die Bezeichnung ist eine Kurzform für die englische Bezeichnung Transformation Resistor, die den Transistor als einen durch Strom steuerbaren Widerstand (engl. resistor) beschreiben soll.

1.2.3 Die 3. Generation (1965 – 1980)

- **Beschreibung:** Die Verwendung von SLT (Solid Logic Technology), eine von IBM entwickelte Mikroschaltechnik, brachte Mitte der 60er Jahre die 3. Computergeneration hervor. Charakteristisch für die 3. Generation von Rechnern war die sogenannte "Dialog-Verarbeitung". Darunter verstand man die Kommunikation mit dem Rechner über Tastatur und Bildschirm, um mit einem Softwareprogramm zu interagieren. Zu dieser Zeit hatten die Transistoren die Größe eines Salzkornes. Die Rechengeschwindigkeit dieser Computer betrug 500.000 Additionen pro Sekunde und die Speicherkapazität belief sich auf 400 Bit/cm³.
- **Merkmale:**
 - Technologie: ICs und Halbleiter-Speicher
 - Geschwindigkeit: 5 MIPS
 - Speicherkapazität: 1 - 2 MByte
 - Software: Hochsprachen, C, Pascal
- **Beispiele:**
 - IBM370
 - PDP11
 - SIEMENS7000
 - Cray-1
- **SLT:** Bei SLT handelte es sich um Keramikmodule mit integrierten Schaltkreisen. Im Vergleich mit einzelnen Transistoren war diese Technik zuverlässiger, platzsparender und schneller.

1.2.4 Die 4. Generation (1981 – 1999)

- **Beschreibung:** Das Merkmal der 4. Computergeneration ist die Verwendung von Mikroprozessor-systemen. Mikroprozessorsysteme sind hoch integrierte Schaltkreise (Mikro-prozessoren) und Speicherchips, die es ermöglichten, eine Geschwindigkeit von 10 Mio. Additionen pro Sekunde zu erlangen. Die Entwicklung von Mikroprozessor-systemen ermöglichte den Bau von immer kompakteren Computern. Die neue Technologie machte es erstmals möglich, "Tischrechner" zu entwickeln, die nicht mehr die Größe eines Schrankes hatten oder gar einen ganzen Raum ausfüllten. Die Miniaturisierung ist inzwischen so weit vorangeschritten, dass Chipstrukturen lediglich die Größe eines menschlichen Haares haben. Theoretisch sind bereits Verfahren bekannt, die eine weitere Verkleinerung ermöglichen.
- **Merkmale:**
 - Technologie: Mikroprozessoren und Optische Speicher
 - Geschwindigkeit: 50 MIPS
 - Speicherkapazität: 8 - 32 MByte
 - Software: Sprachen der 4. Generation, Parallelisierung
- **Beispiele:**
 - PC
 - Cray X-MP
 - Sperry1100
 - VAX
 - IBM309x

Eddy Dataskus:

Ich glaube hier sollte ich noch einmal kurz einhaken.

Gordon Earle Moore sagte bereits 1965 voraus, dass sich die Dichte der Transistoren auf einem Chip bei einer Preishalbierung alle 18 bis 24 Monate verdoppeln würde. Die Transistorendichte verdoppelt sich fast alle zwei Jahre stetig.

Herr Moore ist im Übrigen auch Gründer von Intel. Er konnte also sein "Moore'sches Gesetz" in eine bis heute lukrative Unternehmung umsetzen.

1.2.5 Die aktuelle Generation (ab 2000)

- **Beschreibung:** In der fünften Generation ist zu beobachten, dass die Mikroprozessoren immer leistungsfähiger werden und der Stromverbrauch dieser abnimmt. Die Sprache ist hier von dem Übergang der VLSI-Technologie (very large scale integration) zur ULSI-Technologie (ultra large scale integration). Die immer kleiner werdenden Chipsätze haben auch die Einführung mobiler Rechner und des Smartphones ermöglicht. Darüber hinaus wird erwartet, dass die Programmiersprachen sich in eine menschen-ähnliche Sprache entwickeln hin zur "Künstlichen Intelligenz".
- **Merkmale:**
 - Technologie: Pentium, PowerPC, Netze
 - Geschwindigkeit: ab 100 MIPS
 - Speicherkapazität: ab 1 GByte
 - Software: Netzsoftware, OO-Sprachen, C++, JAVA
- **Beispiele:**
 - Workstations
 - Hochleistungs-PCs
 - Mobile Computer

1.2.6 Zeitstrahl der Computergenerationen

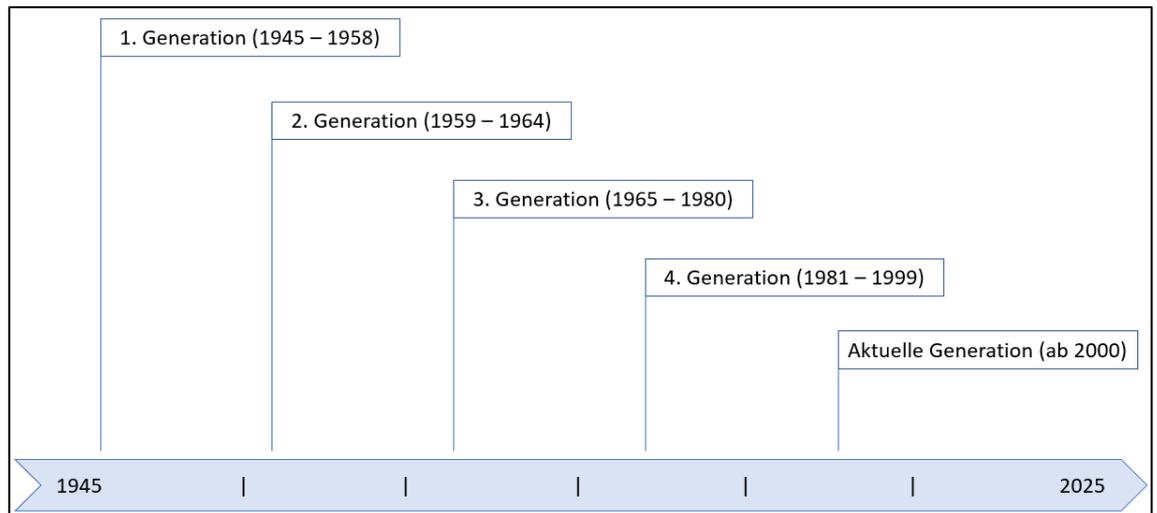


Abb. 2: Zeitstrahl der Computergenerationen

1.3 Prozessorgenerationen

1.3.1 Die Welt der Prozessoren

Eddy Dataskus:

Sie haben bereits einiges über die Anfänge der Datenverarbeitung erfahren. Nun wenden wir uns einer technischen Komponente eines jeden modernen Computers zu, die dessen Leistungsfähigkeit beschreibt.

Unten sehen Sie einen Zeitstrahl mit einigen ausgewählten Prozessoren von Intel. Behalten Sie sich dabei das vorher diskutierte Mooresche Gesetz im Hinterkopf.

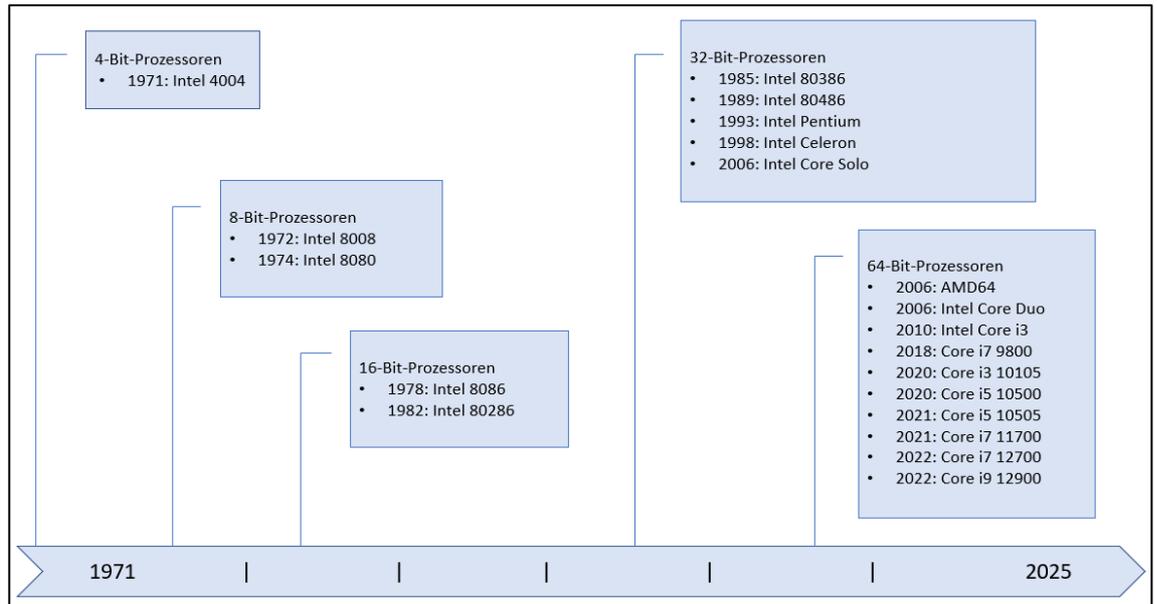


Abb. 3: Zeitstrahl der Intel-Prozessorgenerationen

1.3.2 4- und 8-Bit Prozessoren

Eddy Dataskus:

Wir gehen hier explizit auf Intel durch den historischen Verlauf und durch den Erfinder Herrn Moore ein, obgleich es auch andere Hersteller gibt. Erwähnenswert ist hier sicherlich Intels größter Konkurrent AMD.

Im Herbst 1971 wurde der "Intel 4004" von Intels Ingenieuren Ted Hoff und Federico Faggin fertiggestellt. Der Mikroprozessor verfügte lediglich über eine Datenbreite von 4 Bit, welche für den Einsatz in Taschenrechnern und zur Steuerung von elektronischen Geräten ausreichte.

Der Intel 4004 wurde damals als „erster Computer auf einem einzigen Chip“ gefeiert.

Gleichzeitig zum 4004 entwickelte Intel bereits den 8008. Dieser 8-Bit-Prozessor besaß 3.500 Transistoren und wurde hauptsächlich in der Fertigungsindustrie zum Beispiel in Verpackungsmaschinen eingesetzt.

Das Nachfolgemodell 8080 hingegen besaß bereits über 6.000 Transistoren und wurde zunächst in Ampeln verbaut. Durch den ersten Mikrocomputer Altair 8800 fand der 8080 jedoch Einzug in Unternehmen und bei Heimanwendern.

1.3.3 16-Bit Prozessoren

Eddy Dataskus:

Die bekannteste Baureihe von Intel ist die der x86er-Mikroprozessoren, deren erstes Modell 1978 mit dem 8086 bzw. 8088 erschien. Durch den Einsatz dieses Prozessors im ersten IBM-PC erlangte Intel eine marktbeherrschende Stellung in der CPU-Industrie. Zeitweise stellte Intel 85 % der PC-CPU's her. Der erste 16-Bit Prozessor 8086 war dabei bis zu 10-Mal schneller als sein Vorgänger 8080 mit 8-Bit.

1.3.4 32-Bit Prozessoren

Eddy Dataskus:

Mit dem 80386DX brach bei Intel das 32-Bit-Zeitalter an. Der Prozessor war mit 275.000 Transistoren bestückt und trotz seiner 32-Bit blieb der Prozessor kompatibel zu seinen 16-Bit Vorgängern.

1988 stellte Intel den 80386SX vor, der kostengünstiger zu produzieren war. Dieser Prozessor wurde vor allem in PCs und tragbaren Computern des unteren Preissegmentes verwendet.

1.3.5 64-Bit Prozessoren

AMD war 2006 schon weiter in der Prozessorentwicklung. Mit der 8. Prozessor-Generation, dem AMD64 war die Umstellung auf die 64-Bit Architektur bereits vollzogen. Mitte 2006 stellte Intel den Core Duo vor. Diese CPU verfügt über zwei zusammenschaltete Prozessorkerne.

Erst mit dessen Nachfolge-Prozessor, dem Core 2 Duo, realisierte Intel kurz nach AMD die Umstellung auf 64-Bit und bietet einen Prozessor mit 291 Mio. Transistoren an.

1.3.6 Prozessoren für mobile Geräte

Ich muss Sie in diesem Raum noch auf einen speziellen Sektor hinweisen, der unsere kleinen Alltagshelfer, die Smartphones betrifft.

Hier kommen nicht die gewohnten Chips von Intel oder AMD zum Einsatz, sondern circa 13-Mal kleinere Prozessoren. Der Markt wird auch von anderen Herstellern dominiert.

Die Hauptprozessoren werden dabei meist von ARM entwickelt, die wiederum Lizenzen an Apple, Samsung oder Nvidia vergeben.

Die kleinen Prozessoren kommen dabei nicht nur in ihrem Smartphone zum Einsatz, sondern auch in mobilen Spielekonsolen, Fernsehern und sogar in Autos. So wird bspw. das Infotainment-System von Audi mit kleinen Prozessoren angetrieben.

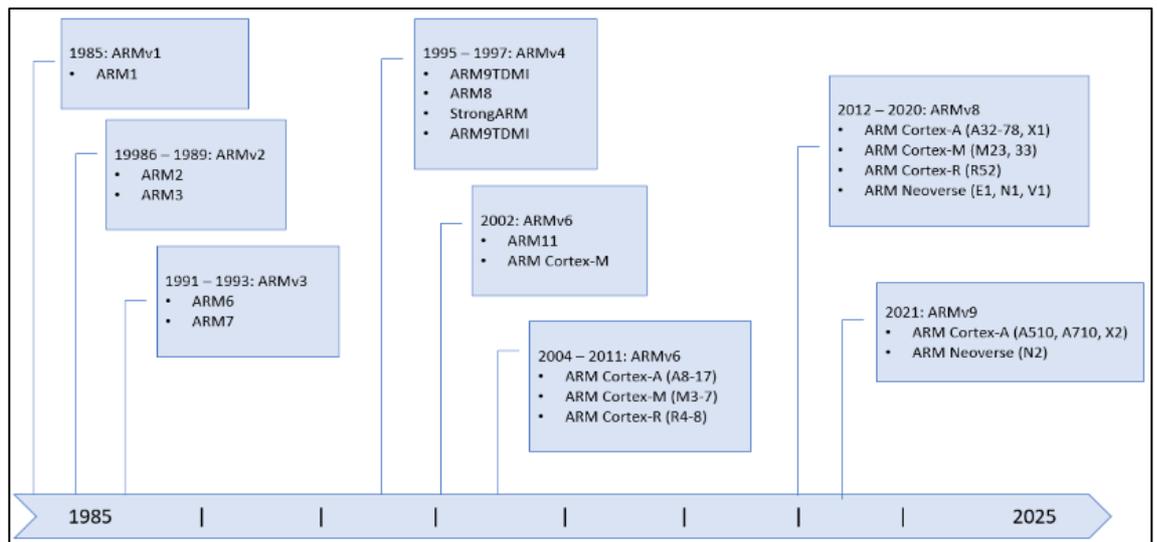


Abb. 4: ARM Prozessoren für mobile Endgeräte

1.3.7 Worauf wir bauen können

Eddy Dataskus:

Wir haben gesehen, dass heutige Computergenerationen zum größten Teil auf der x86er Baureihe von Intel basieren.

Wir wissen also um die technische Komponente der Datenverarbeitung Bescheid.

Ich möchte Sie aber nun in einen Raum mitnehmen, der Ihnen einige wichtige Unternehmen zeigt. Diese sind natürlich nicht die einzigen herausragenden Firmen, sondern nur eine freie Auswahl.

1.4 Unternehmerische Meilensteine

1.4.1 1972: SAP

Eddy Dataskus:

Jeder von Ihnen, der Wirtschaft studiert oder studiert hat, kennt sicherlich diesen Namen: SAP, Systemanalyse und Programmentwicklung.

SAP entstand 1972 aus fünf ehemaligen IBM-Mitarbeitern, die es zur Unternehmensvision machten, Standard-Anwendungssoftware für die Echtzeitverarbeitung ("Real Time") zu entwickeln. Klickt euch doch kurz durch den Zeitstrahl, um die größten Errungenschaften kurz aufzuzeigen.

- Die Anfänge von SAP (1972 bis 1980)

Die Anfangsjahre von SAP waren wegbereitend für den Erfolg der Software. SAP ist modulbasiert, das heißt, es bietet verschiedene Module für unterschiedliche Funktionen an. In den Anfangsjahren entwickelte SAP ein System für die Finanzbuchhaltung, den Einkauf, die Bestandsführung, die Rechnungsprüfung, die Anlagenbuchhaltung und die Auftragsabwicklung.

Wie Sie sehen, waren die Entwickler fleißig und es zeichnete sich ein Markenzeichen heraus: die Integration aller Anwendungen eines Unternehmens.

- Die Ära SAP R/2 (1981 bis 1990)

SAP R/2 ist, was wir heute eine klassische ERP-Software nennen. SAP führte die Modularität fort und erweiterte sein Angebot auf die Funktionen der Kostenrechnung, der Materialwirtschaft, der Produktionsplanung und -steuerung, sowie der Personalwirtschaft.

Für die Echtzeitverarbeitung wurden dafür Mainframes verwendet, die sich durch ihre hohe Leistung ideal dafür eigneten. Die Mainframes stammten von IBM, Siemens und DEC. Darüber hinaus begann SAP mit der Entwicklung der nächsten Software-Generation: SAP R/3.

- Die Ära SAP R/3 (1991 bis 2000)

1991 präsentiert SAP erste Anwendungen des Systems R/3: Ein Client/Server-Konzept mit einer einheitlichen Gestaltung grafischer Oberflächen, konsequenter Nutzung relationaler Datenbanken und dem Betrieb auf Rechnern unterschiedlicher Hersteller.

Im Jahr 1996 schließt SAP eine Partnerschaft mit Microsoft, die Internetstrategie hervorbringt. Über offene Schnittstellen und der E-Business-Plattform wird es Mitarbeitern, Kunden, Lieferanten und Geschäftspartnern ermöglicht unternehmensübergreifend und erfolgreich zusammenzuarbeiten.

- Echtzeitdaten immer und überall (2001 bis 2010)

SAP eignet sich in diesem Jahrzehnt durch Akquisitionen technologisches Wissen im Bereich des Cloud-Computing an und fokussiert sich auf die Integrierbarkeit von Dritt-Software in seine verschiedenen Module. Durch die Partnerschaft mit Microsoft ist es u. a. möglich, Office-Anwendungen in SAP zu nutzen.

Datenverarbeitung wird nun scheinbar schnittstellenfrei angeboten. Durch die Akquisitionen wird das Produktprogramm ausgebaut und der Grundstein für Cloud-Computing, mobile Geräte und In-Memory Computing gelegt. Es können dadurch die Daten nicht nur am festen Arbeitsplatz abgerufen werden.

- In-Memory-Technologie, Cloud-Computing und Geschäftsnetzwerke (2011 bis Heute)

Durch die rasanten technologischen Entwicklungen und strategischen Partnerschaften mit Apple, Amazon und Google, ist es SAP möglich, seine Anwendungen auf alle namenhaften Plattformen auszuweiten. Dadurch wird Kunden ein weitreichendes Netzwerk eröffnet.

Darüber hinaus werden Technologien wie Blockchain auf ihre Anwendungsfälle überprüft. Die Technologie des In-Memory Computing wird bereits auf der SAP HANA Plattform betrieben.

1.4.2 1974: Altair 8800

Eddy Dataskus:

Logbuch des Ed Roberts: Wir schreiben das Jahr 1974. Ich entwarf eine neue Rechenmaschine, die Erste, die tragbar ist. *räusper* Entschuldigen Sie bitte.

Der erste Mikro-Rechner wurde von Ed Roberts entwickelt, der Altair 8800. Ed Roberts soll auf der Suche nach einem Namen für seinen Computer seine Tochter gefragt haben, wie denn der Computer auf der Enterprise hieße. Da dieser keinen Namen hatte, jedoch die Enterprise gerade zum Altair flog, wurde der Rechner eben nach diesem Stern benannt.

Der Altair bestand aus dem von Ed Roberts selbst entwickelten S-100-Bus mit vier Steckplätzen für Erweiterungskarten, einer mit 2 MHz getakteten Intel 8080-CPU und 256 Byte

Arbeitsspeicher. Das Gerät verfügte zunächst nicht über die heute übliche Peripherie, nicht einmal über eine Tastatur.

Erfolgreich wurde der Altair 8800 besonders durch sein erweiterbares System. Bald gab es Massenspeicher (Lochstreifen und Datasette), Ein-Ausgabe-Geräte und Speichererweiterungen. Von den Gründern von Microsoft Paul Allen und Bill Gates wurde der Altair mit einem BASIC-Interpreter ausgerüstet.

1.4.3 1975: Microsoft

Eddy Dataskus:

Sie werden sich sicher fragen, wieso wir im Raum der unternehmerischen Meilensteine so explizit den Altair erwähnen.

Neben der Tatsache, dass dies der erste eigentliche Mikro-Rechner war, startet hier auch die Erfolgsgeschichte von Microsoft. 1975 entwickelten Bill Gates und Paul G. Allen einen BASIC Interpreter für den Altair. Dies war die Geburtsstunde von Microsoft (hergeleitet von microcomputer und software).

Fünf Jahre später, 1980, modifizierten die beiden das erste Betriebssystem für den ersten PC von IBM: MS-DOS (Microsoft Disk Operating System). Ab 1990 folgte die erfolgreiche Windows-Reihe, die bis heute fortgesetzt wird.

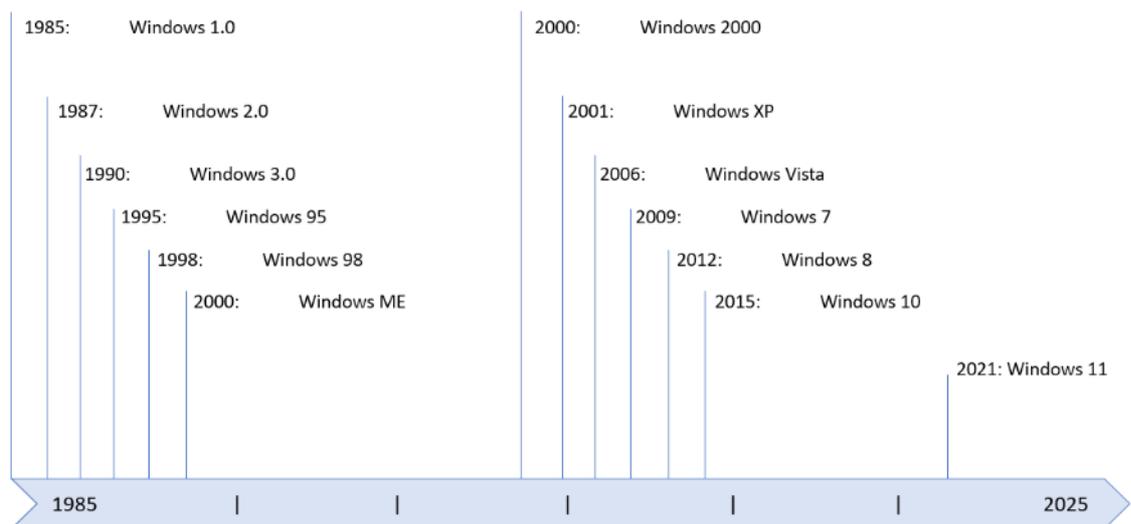


Abb. 5: Zeitstrahl Windows-Betriebssysteme

1.4.4 Drei Jahrzehnte Windows: Versionen im Überblick (1983 - 2015)

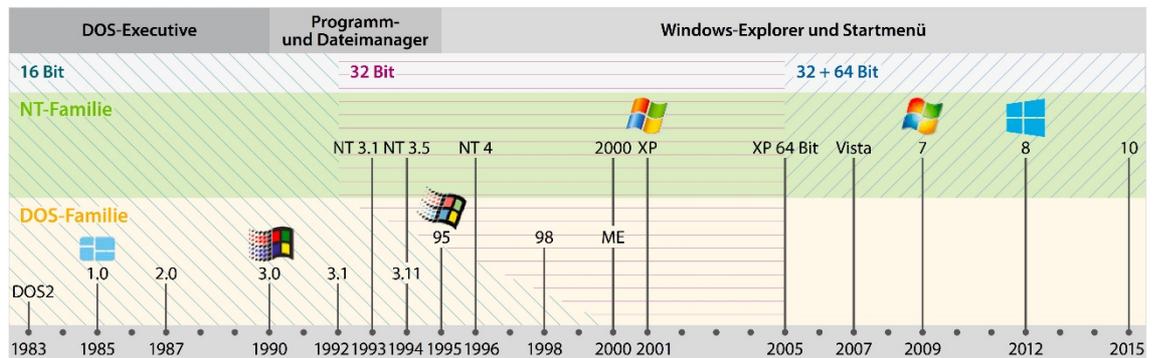


Abb. 6: Windows- Versionen im Überblick

1.4.5 1976: Apple

Eddy Dataskus:

Apple Computer wurde am 1. April 1976 von Steve Jobs, Steve Wozniak und Ronald Wayne in der Garage von Jobs Eltern gegründet. Das Startkapital bestand aus dem Erlös von Jobs VW Bulli und dem Texas-Instruments-Taschenrechner von Wozniak.

Jobs und Wozniak entwarfen die ersten Computer in Los Altos. Dort produzierten sie 1976 auch den Apple I, der für 666,66 US-Dollar über die Ladentheke der Computerkette Byte Shop ging. Anfang 1977 wurde Apple Computer in eine Gesellschaft umgewandelt und die Partnerschaft der beiden Firmengründer Steve Jobs und Steve Wozniak mit Ronald Wayne aufgelöst.

Nach dem verhältnismäßig schwachen Erfolg des Apple I folgte der mit den Mitteln des Erlöses finanzierte Apple II. Dieser verkaufte sich bis 1985 knapp zwei Millionen Mal und gilt als einer der erfolgreichsten Personal-Computer seiner Zeit. Im Gegensatz zur heute bekannten Apple-Benutzeroberfläche, waren der Apple I und II noch kommandozeilenorientiert.

Mit dem Lisa (1983) und dem Macintosh (1984) führte Apple die grafische Benutzeroberfläche auf dem PC-Massenmarkt ein.

1.4.6 1981: IBM

Eddy Dataskus:

Der IBM 5150 kam am 12. August 1981 auf den Markt und war im Zuge der schnellen Entwicklung der Mikro-Computer als Konkurrenzprodukt zum Apple II geplant.

Bis Ende der 70er Jahre existierten ausschließlich Zentralrechner beziehungsweise Mainframes. Erst mit dem IBM 5150 tauchten die ersten Personal Computer auf, wie wir sie heute kennen.

Obwohl die Entwicklung des IBM 5150 in kürzester Zeit und unter Verwendung der preiswertesten verfügbaren Komponenten erfolgte, wurde er ein voller Erfolg.

Der IBM-PC war ebenso wie der Apple II erweiterbar. Durch Steckkarten, welche nachträglich in den Computer eingebaut wurden, konnte der Computer aufgerüstet werden.

Der IBM-PC entwickelte sich zu einem inoffiziellen Industriestandard, weil er ohne Lizenzierung durch IBM von anderen Herstellern nachgebaut werden konnte. Dies sorgte im Jahre 1983, durch diverse Nachbauten in Fernost (auch IBM-PC-Clones genannt), für eine weite Verbreitung dieser Systemarchitektur.

1.4.7 1995: AltaVista

Eddy Dataskus:

Viele von Ihnen werden diesen Namen schon nicht mehr kennen oder auch nur einordnen können: AltaVista.

AltaVista ging 1995 aus einem Forschungsprojekt der Digital Equipment Corporation hervor. Sie ermöglichte vor Google die Volltextrecherche. Ähnlich wie später Google, baute der Ranking-Algorithmus auf den Meta-Tags der HTML- Beschreibungssprache auf.

AltaVista wurde schlussendlich von Yahoo übernommen und 2013 eingestellt.

- **Meta-Tags:** Meta-Tags werden eingesetzt, um Metadaten in der Beschreibungssprache HTML (Hypertext Markup Language) zu kennzeichnen.

1.4.8 1998: Google

Eddy Dataskus:

Google ging zunächst aus einem Forschungsprojekt von Sergey Brin und Larry Page hervor. 1996 erforschten die beiden eine Suchmaschine "BackRub" an der Stanford University.

Der Such-Algorithmus war jedoch anderen überlegen und so entwickelte sich Google zur bis heute führenden Suchmaschine. Die Google LLC umfasst darüber hinaus über andere Webanwendungen wie Google Maps oder Google Ads.

Das Unternehmen bekundet dabei, dass es Ziel sei "die Informationen dieser Welt zu organisieren und allgemein zugänglich und nutzbar zu machen". Google hat somit die Datenverarbeitung im Internet strukturiert und zu einem Geschäftsmodell entwickelt.

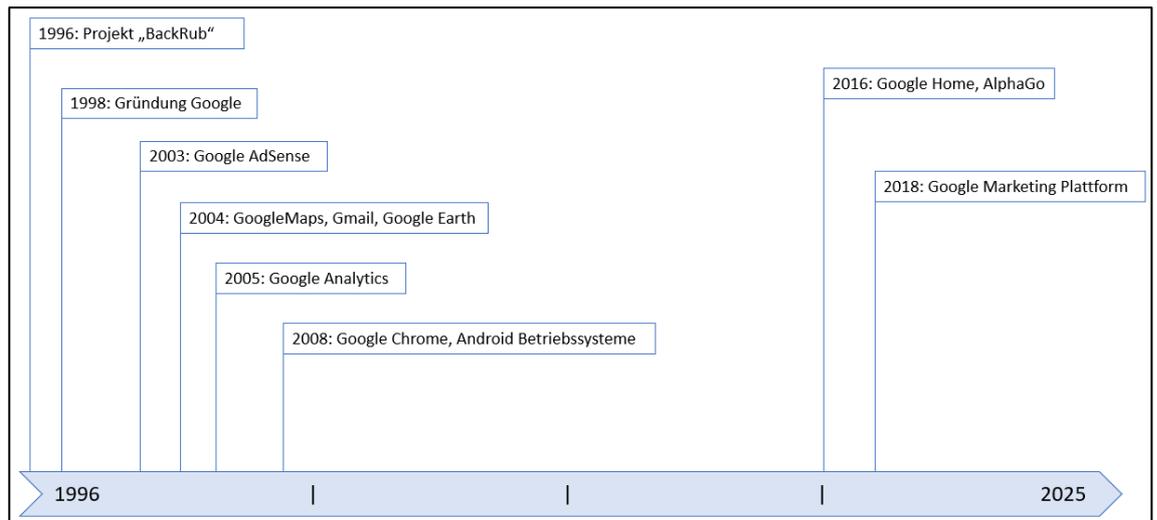


Abb. 7: Zeitstrahl Googles Errungenschaften

1.4.9 Bis Morgen!

Eddy Dataskus:

So wie es aussieht war es das erst einmal für Heute.

Denken Sie aber gerne darüber nach, wieso wir bei Google erst einmal einen Schlusstrich ziehen. Sind in den letzten 20 Jahren "große Player" hinzugekommen, die maßgebliche Erfindungen entwickelt haben? Stellen Sie sich bei Beantwortung die Frage, ob es nicht vielmehr Nutzer sind, die das Internet als Erweiterung des Geschäftsmodells betrachten.

Morgen beschäftigen wir uns dann mit den Zahlensystemen und der Informationsdarstellung in einem anderen Gebäude.

Also bis Morgen in alter Frische!

2 Zahlensysteme und Informationsdarstellung

2.1 Zahlensysteme

2.1.1 Einleitung

Eddy Dataskus:

Guten Morgen!

Schön, dass ich Sie wieder in meinem Museum begrüßen darf. Heute kümmern wir uns zunächst um Zahlensysteme und beschäftigen uns daraufhin im letzten Raum mit der Informationsdarstellung. Um das Funktionsprinzip eines IT-Systems zu verstehen, muss man wissen, wie und womit ein Computer arbeitet. Ein Computer arbeitet aus technischer Sicht nur mit einem System aus Zahlen. Diese werden verarbeitet, um für uns verständliche Informationen darzustellen. Einige Grundlagen zu Zahlensystemen und zur Informationsdarstellung sind daher notwendig, um die Arbeitsweise von Computern nachvollziehen zu können. Widmen wir uns deshalb zunächst den Zahlen.

2.1.2 Was sind Zahlensysteme?

Eddy Dataskus:

Können Sie die römische Uhr lesen? Nein? Dann lassen Sie uns doch zunächst in diesem Seminarraum Platz nehmen. Hier kann ich Ihnen verdeutlichen,

1. was Zahlensysteme sind und,
2. welche Zahlensysteme wir unterscheiden können.

Ein Zahlensystem wird zur Darstellung von Zahlen verwendet. Eine Zahl entsteht nach den Regeln des Zahlensystems aus einer Folge von einzelnen Ziffern (Notation). Bei Zahlensystemen wird hierbei zwischen Additionssystemen und Stellenwertsystemen unterschieden.

In einem Additionssystem wird eine Zahl als Summe der Werte ihrer Ziffern dargestellt. Das bekannteste Beispiel hierfür ist das römische Zahlensystem mit Ziffern. In dem Beispiel wird die Zahl 1876 in das römische Zahlensystem übertragen, hier wird schnell die Schwäche eines Additions-systems deutlich: Bereits "kleine" Zahlen wachsen zu einer beträchtlichen Länge heran.

1876		
Berechnung	Kumulativer Wert	Kumulative Ziffer
1*1.000	1.000	M
1*500	1.500	MD
3*100	1.800	MDCCC
1*50	1.850	MDCCCL
2*10	1.870	MDCCCLXX
1*5	1.875	MDCCCLXXV
1*1	1.876	MDCCCLXXVI

Abb. 8: Beispiel des Additionssystems

In einem Stellenwertsystem (auch Positionssystem genannt) gibt die Stelle (Position) einer Ziffer in einer Zahl den Wert der dazugehörigen Ziffer an. Die Position mit dem niedrigsten Wert steht dabei im Allgemeinen rechts. Ein Stellenwertsystem hat eine Basis b sowie Ziffern, die von 0 bis $b-1$ laufen. Die Ziffernposition hat einen Wert, der einer Potenz der Basis entspricht. Für die n -te Position ergibt sich der Wert von b^{n-1} . Heutzutage ist die Nutzung von Stellenwertsystemen üblich. Im Anschluss werden Ihnen die die folgenden Stellenwertsystemen näher erläutert:

- Dezimalsystem
- Binärsystem
- Hexadezimalsystem

Folgen Sie mir bitte, Sie werden Gelegenheit bekommen die Stellenwertsysteme besser zu verstehen, wenn Sie selbst Hand anlegen dürfen.

2.2 Stellenwertsysteme

2.2.1 Das Dezimalsystem

Eddy Dataskus:

Sie fragen sich jetzt sicher, was ein Handschlag mit dem Dezimalsystem zu tun haben soll, das zu den eben erwähnten Stellenwertsystemen gehört. Hier geht es aber vielmehr um die Finger unserer Hände, als den Handschlag. Vermutlich hat das Dezimalsystem seinen Ursprung dem Umstand zu verdanken, dass der Mensch zehn Finger hat, welche man zum Zählen einsetzen kann. Das Dezimalsystem oder auch Zehnersystem soll ursprünglich aus Indien stammen. Die 10 ist dabei die Basis und es werden die Ziffern 0 (null) bis 9 (neun) verwendet.

Unser Beispiel hier ist die Zahl 1584d, schauen wir uns die Berechnung Schritt für Schritt an:

1. Unsere Zahl hat 4 Stellen: 1 5 8 4. Wir zählen dabei von rechts nach links. Jede Stelle wird nun einzeln betrachtet.
2. Jeder Stelle werden aufsteigende Zehnerpotenzen zugeordnet, beginnend mit 0 (null).
3. Jede Zehnerpotenz wird nun mit ihrem Stellenwert gewichtet. Die entspricht bei der dritten Stelle: $5 * 10^2$.
4. Letztendlich können wir somit das Ergebnis durch Addition berechnen: 1584.

0. Stellenwerte	1	5	8	4
1. Stellen	4	3	2	1
2. Zehnerpotenzen	10^3	10^2	10^1	10^0
3. Gewichtung der Potenzen	$1 * 10^3$	$5 * 10^2$	$8 * 10^1$	$4 * 10^0$
4. Ergebnis	= 1000	= 500	= 80	= 4

Abb. 9: Beispiel für die Funktionsweise des Dezimalsystems

2.2.2 Das Binärsystem

Eddy Dataskus:

Ich nutze nun einfach mal den Bildern, den Ihnen alle im Kopf rumschwirren: Willkommen in der Matrix! Unsere Welt besteht hier nur aus 0 und 1.*räusper* In Wirklichkeit wurde das Binärsystem, oder auch Dualsystem, von dem gestern vorgestellten Gottfried Wilhelm Leibniz erfunden. Durch die 0 und die 1 können die für die Computer-Technik typischen zwei Schaltzustände: "Ein" und "Aus" einfach abgebildet werden. Lassen Sie uns das Ganze am Beispiel von 1101b durchgehen.

1. Zunächst ermitteln wir wieder die Stellen unserer Zahl: Hier sind es vier Stück: 1 1 0 1.
2. Jeder Stelle einer Binärzahl werden aufsteigende Zweierpotenzen zugeordnet. Wir beginnen auch hier wieder mit der 0 (null) und zählen von rechts nach links.
3. Die Zweierpotenzen werden nun mit dem dazugehörigen Stellenwert gewichtet.
4. Die daraus resultierenden Ergebnisse werden addiert und ergeben eine Dezimalzahl!

0. Stellenwerte	1	1	0	1
1. Stellen	4	3	2	1
2. Zweierpotenzen	2^3	2^2	2^1	2^0
3. Gewichtung der Potenzen	$1 * 2^3$	$1 * 2^2$	$0 * 2^1$	$1 * 2^0$
4. Ergebnis	8	4	0	2
= 14d				

Abb. 10: Beispiel für die Funktionsweise des Binärsystems

2.2.3 Das Hexadezimalsystem

Eddy Dataskus:

Kommen wir nun zum letzten Stellenwertsystem, das ich Ihnen zeigen möchte: Das Hexadezimalsystem.

Das Hexadezimalsystem hat die Basis 16 und besteht demzufolge aus einer Kombination der Ziffern 0 (null) bis 9 (neun), sowie aus den Buchstaben A bis F.

Das Hexadezimalsystem wird neben dem Binärsystem (Basis 2) und dem Oktalsystem (Basis 8) in der Computertechnik verwendet, um eine knappere und übersichtlichere Notierung zu gewährleisten. Dies ist ein deutlicher Vorteil gegenüber dem Dezimalsystem.

Zur Verdeutlichung möchte ich auch hier wieder ein Beispiel geben.

0. Stellenwerte	2 9 F B			
1. Stellen	4	3	2	1
2. Sechzehner-Potenzen	16^3	16^2	16^1	16^0
3. Gewichtung der Potenzen	$2 * 16^3$	$9 * 16^2$	$15 * 16^1$	$11 * 16^0$
4. Ergebnis	8192	2304	240	11
= 10747 _d				

Abb. 11: Beispiel für die Funktionsweise des Hexadezimalsystems

Wir haben also dieses Mal Zahlen: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 und

Buchstaben: A, B, C, D, E, F.

Die Buchstaben stehen dabei für die Zahlen

- A = 10,
- B = 11,
- C = 12,
- D = 13,
- E = 14 und
- F = 15.

Unser Beispiel hier ist die Zahl 29FB_h, schauen wir uns die Berechnung Schritt für Schritt an:

1. Unsere Zahl hat vier Stellenwerte: 2 9 F B. Jede Stelle wird nun einzeln betrachtet.

2. Jeder Stelle werden Sechzehner-Potenzen von rechts nach links zugeordnet, beginnend mit 0 (null).
3. Jede Sechszehner-Potenz wird nun mit ihrem Stellenwert gewichtet. Die entspricht bei der ersten Stelle: $B (=11) * 16^0$.
4. Letztendlich können wir somit das Ergebnis durch Addition berechnen: 10747d.

2.3 Übungsaufgaben Stellenwertsysteme

2.3.1 Sie sind an der Reihe!

Eddy Dataskus:

Nun sind Sie an der Reihe. Nach meinem langen Monolog zu Stellenwertsystemen und wie man diese umrechnet, juckt es Ihnen bestimmt schon in den Fingern einmal selbst Hand anzulegen. Ich habe für Sie ein paar Übungsaufgaben zusammengestellt. Halten Sie also Stift und Blatt bereit!

2.3.2 Testaufgaben zum Umrechnen

- Rechnen Sie die Binärzahl 1010_b in das Dezimalsystem um.
- Rechnen Sie die Dezimalzahl 14_d in eine Binärzahl um.
- Rechnen Sie die Hexadezimalzahl $ABCD_h$ in das Dezimalsystem um.
- Rechnen Sie die Dezimalzahl 49068_d in eine Hexadezimalzahl um.

2.4 Informationsdarstellung

2.4.1 Digitale Signalverarbeitung mit dem Binär-Code

Eddy Dataskus:

Ich hoffe, Sie konnten alle Übungsaufgaben erfolgreich abschließen!

Nachdem Sie nun Profis in den Stellenwertsystemen sind, möchte ich Sie nun einladen, ein Anwendungsfeld des Binärsystems kennenzulernen: Den Binär-Code und die digitale Signalverarbeitung. Der Binär-Code übernimmt eine zentrale Rolle bei der Verarbeitung digitaler Signale, mit denen heutige Computer arbeiten. Dahingehend haben Sie sich si-

cherlich schon einmal gefragt, wie Computer eigentlich Schrift, Ton und Bilder verarbeiten. Diese müssen binär codiert sein, um sie verarbeiten zu können. Der Binär-Code lässt dabei nur zwei Signalwerte zu: 1 oder 0, Strom an oder aus, magnetisiert oder nicht magnetisiert.

2.4.2 Warum wir digitale Signale benutzen

Falls Sie sich jetzt zu Recht fragen, warum wir digitale Signale anstatt analoger Signale verwenden, lassen sie mich anhand dieses Beispiels das Problem verdeutlichen: Die auf einer CD digital gespeicherten Informationen ändern sich auch nach Jahren nicht. Auch bei beliebig häufigem Abspielen der CD werden die Daten nicht verändert wie bei einer Schallplatte aus Vinyl: Dort „schleift“ die Nadel des Tonabnehmers bei jeder Wiedergabe ein wenig Material weg und glättet die Kanten mit der Folge, dass die hohen Frequenzanteile verschwinden. Digitale Signale unterliegen also keinem Verschleiß.

2.4.3 8 Bit ergeben 1 Byte

Eddy Dataskus:

Nun wissen wir, dass wir mit digitalen Signalen und dem Binär-Code in der Computertechnik arbeiten. Wir codieren alle Informationen auf Basis zweier Zustände: 0 und 1. Eine binäre Informationseinheit wird als Bit (Binary Digit = Binärziffer) bezeichnet. Ein Bit ist die kleinste Informations- bzw. Speichereinheit in der Datenverarbeitung. Ein Bit kann genau zwei Zustände anzeigen. Dies können zum Beispiel sein:

- ein Lichtschalter mit den Funktionen "an" und "aus",
- der Schaltzustand eines Transistors mit "geringem" oder "hohem" Widerstand und
- das Vorhandensein einer Spannung, die größer oder kleiner als ein vorgegebener Wert ist.

Je mehr Bit man hat, desto mehr Zustände lassen sich beschreiben. Mit n Bit lassen sich 2^n Zustände beschreiben. Fasst man 8 Bit ($2^8 = 256$ Zustände) zusammenerhält man 1 Byte.

Aus der Zusammenfassung von 8 Bit(Schaltern) ergibt sich ein Byte (Schalter-block). Mehrere Bit können zu einer Einheit zusammengefasst werden. Werden 8 Bit zusammengefasst, wird von 1 Byte (Binary term) gesprochen. 1 Byte besteht also aus 8 einzelnen Bit, die jeweils 2 Zustände annehmen können (0 oder 1).

2.4.4 Vom Nummerncode zu Schriftzeichen: ASCII

Eddy Dataskus:

Nun möchte ich mit Ihnen einen kleinen Versuch starten:

- Öffnen Sie ein Textdokument wie MS Word oder LibreOffice.
- Halten Sie die **ALT-Taste** gedrückt und geben Sie folgende Zahlenreihenfolge auf ihrem Nummernblock ein: **169**.

Überrascht vom Ergebnis? Der American Standard Code for Information Interchange (ASCII) wird benötigt, um Schriftzeichen für Ein- und Ausgabegerätedarstellen zu können. Beim Betätigen einer Taste wird dem Computer ein eindeutiger Nummerncode übermittelt. Den ASCII schauen wir uns auf der nächsten Seite nochmal genauer an.

2.4.5 ASCII-Codierung

Eddy Dataskus:

Der American Standard Code for Information Interchange (ASCII), ist ein so genannter 8-Bit-Code. Das heißt, es können $2^8 (=256)$ verschiedene Kombinationen durch 0 und 1 gebildet werden. Damit lassen sich die 10 Ziffern, alle 26 Buchstaben in Groß- und Kleinschreibweise, landesspezifische Buchstaben vieler westlicher Sprachen sowie alle gebräuchlichen Sonderzeichen darstellen. Die ersten abgebildeten Zeichencodes sind dabei "Steuerzeichen", diese sind lediglich zur Steuerung von Geräten, wie z. B. Drucker vorgesehen.

Ich stelle Ihnen als PDF eine vollständige Liste als Download zur Verfügung.

2.4.6 Der Unicode: Alle Schriften vereint

Eddy Dataskus:

Sie erinnern sich, ich hatte eben erwähnt, dass es mit dem ASCII möglich ist, die Zeichen der westlichen Schriftkulturen darzustellen. Aber was ist mit beispielsweise den thailändischen oder chinesischen Schriftzeichen? Unicode ist ein 16-Bit-Code. Mit diesen 16-Bit lassen sich 65.536 Zeichen darstellen. Mit Unicode ist es daher möglich, die Zeichen oder Elemente aller bekannten Schriftkulturen und Zeichensysteme darzustellen. Durch dieses System wird es möglich, einem Computer "weltweit" zu sagen, welches Zeichen dargestellt werden soll. Voraussetzung ist natürlich, dass der Computer bzw. das ausgeführte Programm das Unicode-System unterstützt. Das Unicode-System läuft von 0 bis 65.535. Die Zahlen selbst werden in der Form "UXXXX" notiert. Das U steht für Unicode, und die X für je eine hexadezimale Zahl. Die einzelnen Zeichen im Unicode-System sind nicht wahllos angeordnet. Das gesamte System ist in Zeichenbereiche aufgeteilt. Die Zeichenbereiche spiegeln jeweils eine bestimmte Schriftkultur oder ein Set von Sonderzeichen wieder.

2.4.7 Bild-Codierung mit Code-Tabelle

Eddy Dataskus:

Ein Computer kann natürlich nicht nur Zeichen in schwarz-weiß abbilden, sondern auch farbige Bilder. Dies funktioniert wie folgt: Über das Bild wird ein rechteckiges Raster gelegt und danach wird für jedes Teilquadrat festgehalten, welche Farbe in diesem Teil des Bildes vorherrscht. Ein Teilquadrat heißt Pixel. Daher werden diese Bilder auch als Pixelgrafiken bezeichnet. Für die Codierung der Farben wird wie bei allen Codierungen

eine Code-Tabelle benötigt. Die Codetabelle baut dabei auch auf dem Hexadezimalsystem auf. Die Codetabelle weist allen Farben einen bestimmten Code zu. Meine Krawatte hat zum Beispiel den Farbcode c74648.

2.4.8 Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Eddy Dataskus:

Liebe Museumsbesucher,

vielen Dank, dass Sie mich auf dieser Reise durch die Geschichte der Datenverarbeitung begleitet haben. Ich hoffe Sie hatten auch am zweiten Seminar-Tag viel Spaß und Sie konnten nützliche Erkenntnisse gewinnen. Der nächste Seminar-Tag in meinem Museum dreht sich rund um die Entstehung des Internet.

Schauen Sie gerne vorbei!

2.4.9 Abschlusstest 1

Testen Sie Ihr Wissen. Kreuzen Sie dazu die richtigen Antwortmöglichkeiten an.

Nr.	Frage	Richtig	Falsch
1	In wie vielen Zuständen kann sich eine Einheit aus 2 Bit befinden?		
2	Wie viele Bit sind 3 Byte?		
3	Wie viele Zustände kann ein Bit annehmen?		
	• Ein Bit kann 16 Zustände haben.		
	• Ein Bit kann 2 Zustände haben.		
	• Ein Bit kann 8 Zustände haben.		
4	Was können 2 Byte darstellen?		
	• Eine Zahl		
	• Ein Wort		
	• Beides		
	• Nichts von beidem		

5	Ein Byte ist die kleinste Informationseinheit in der Datenverarbeitung.		
6	ASCII ist...		
	• ... ein Code zur Zeichendarstellung.		
	• ... eine Programmiersprache		
	• ... ein 8-Bit Code		
	• ... ein 256-Bit-Code		
7	Mit Unicode können im Vergleich zum ASCII...		
	• ... weniger Zeichen dargestellt werden.		
	• ... genauso viele Zeichen dargestellt werden.		
	• ... mehr Zeichen dargestellt werden.		
8	In der Computer-Technik wird gewöhnlich im Dezimalsystem gerechnet.		
9	Mit einem Bit kann...		
	• ... ein Wort dargestellt werden.		
	• ... eine Zahl dargestellt werden.		
	• ... der Zustand „An“ oder „Aus“ dargestellt werden.		
10	Der Unicode ist ein 16-Bit Code.		

Tab. 2: Abschlusstest 1

Anhang: Lösungen der Abschlusstests

Lösungen Abschlusstest 1

Nr.	Frage	Richtig	Falsch
1	In wie vielen Zuständen kann sich eine Einheit aus 2 Bit befinden?	4	
2	Wie viele Bit sind 3 Byte?	24	
3	Wie viele Zustände kann ein Bit annehmen?		
	• Ein Bit kann 16 Zustände haben.		x
	• Ein Bit kann 2 Zustände haben.	x	
	• Ein Bit kann 8 Zustände haben.		x
4	Was können 2 Byte darstellen?		
	• Eine Zahl		x
	• Ein Wort		x
	• Beides	x	
	• Nichts von beidem		x
5	Ein Byte ist die kleinste Informationseinheit in der Datenverarbeitung.		x
6	ASCII ist...		
	• ... ein Code zur Zeichendarstellung.	x	
	• ... eine Programmiersprache		x
	• ... ein 8-Bit Code	x	
	• ... ein 256-Bit-Code		x
7	Mit Unicode können im Vergleich zum ASCII...		
	• ... weniger Zeichen dargestellt werden.		x
	• ... genauso viele Zeichen dargestellt werden.		x
	• ... mehr Zeichen dargestellt werden.	x	
8	In der Computer-Technik wird gewöhnlich im Dezimalsystem gerechnet.		x

9	Mit einem Bit kann...		
	• ... ein Wort dargestellt werden.		x
	• ... eine Zahl dargestellt werden.		x
	• ... der Zustand „An“ oder „Aus“ dargestellt werden.	x	
10	Der Unicode ist ein 16-Bit Code.	x	

Tab. 3: Lösungen Abschlusstest 1

Impressum



- Reihe:** **Arbeitspapiere Wirtschaftsinformatik** (ISSN 1613-6667)
- Bezug:** <https://wi.uni-giessen.de>
- Herausgeber:** Prof. Dr. Axel Schwickert
Prof. Dr. Bernhard Ostheimer
- c/o Professur BWL – Wirtschaftsinformatik
Justus-Liebig-Universität Gießen
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
Licher Straße 70
D – 35394 Gießen
Telefon (0 64 1) 99-22611
Telefax (0 64 1) 99-22619
eMail: Axel.Schwickert@wirtschaft.uni-giessen.de
<https://wi.uni-giessen.de>
- Ziele:** Die Arbeitspapiere dieser Reihe sollen konsistente Überblicke zu den Grundlagen der Wirtschaftsinformatik geben und sich mit speziellen Themenbereichen tiefergehend befassen. Ziel ist die verständliche Vermittlung theoretischer Grundlagen und deren Transfer in praxisorientiertes Wissen.
- Zielgruppen:** Als Zielgruppen sehen wir Forschende, Lehrende und Lernende in der Disziplin Wirtschaftsinformatik sowie das IT-Management und Praktiker in Unternehmen.
- Quellen:** Die Arbeitspapiere entstehen aus Forschungs-, Abschluss-, Studien- und Projektarbeiten sowie Begleitmaterialien zu Lehr-, Vortrags- und Kolloquiumsveranstaltungen der Professur BWL – Wirtschaftsinformatik, Prof. Dr. Axel Schwickert, Justus-Liebig-Universität Gießen sowie der Professur für Wirtschaftsinformatik, insbes. medienorientierte Wirtschaftsinformatik, Prof. Dr. Bernhard Ostheimer, Fachbereich Wirtschaft, Hochschule Mainz.
- Hinweise:** Wir nehmen Ihre Anregungen zu den Arbeitspapieren aufmerksam zur Kenntnis und werden uns auf Wunsch mit Ihnen in Verbindung setzen.
- Falls Sie selbst ein Arbeitspapier in der Reihe veröffentlichen möchten, nehmen Sie bitte mit einem der Herausgeber unter obiger Adresse Kontakt auf.
- Informationen über die bisher erschienenen Arbeitspapiere dieser Reihe erhalten Sie unter der Web-Adresse <https://wi.uni-giessen.de/>