

- Informationsverarbeitung
- Codierung von Schriftzeichen
- Codierung von Wahrheitswerten (Logische Operationen)
- Codierung von Bildern
- Analog-/Digital-(A/D-)Wandlung, Digital-/Analog-(D/A-)Wandlung
- Codierung von Tönen
- Codierung von Bewegtbildern
- Ablauf Programmerstellung

Rechnergestützte Verarbeitung von Information

Zur Informationsverarbeitung zählt hier jeder Vorgang, der sich auf die Erfassung, Speicherung, Übertragung und/oder Transformation (das sind auch Anzeige und Ausgabe) von Daten bezieht.

Bit

Die *kleinste Datenmenge*, bzw. *Informationseinheit*, die in einem digitalen Rechner gespeichert und verarbeitet werden kann, ist ein Bit.

„Bit“ steht für „Binary Digit“ - das ist eine Ziffer des binären Zahlensystems, mit dem ein digitaler Rechner arbeitet.

Eine binäre Einheit (= ein Bit) stellt die Wertaussprägungen 1 oder 0 dar, bzw. auch ja oder nein, wahr oder falsch;

bzw. unter dem technischen Gesichtspunkt ist ein Bit der Zustand eines Stromkreises zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Spannung vorhanden oder Spannung nicht vorhanden, bzw. Strom fließt oder Strom fließt nicht.

Bitfolge

Um mehr als zwei Entscheidungsmöglichkeiten darstellen zu können, werden so viele Bits miteinander kombiniert, wie an Auswahlmöglichkeiten notwendig ist.

Zum Beispiel erfordert die Darstellung der Haupthimmelsrichtungen die Unterscheidung von vier Möglichkeiten, die durch Verwendung von zwei Bits erreicht wird:

1. Bit	2. Bit	
0	0	Norden
0	1	Osten
1	0	Süden
1	1	Westen

Mit drei Bits kann man dann acht unterschiedliche Antworten darstellen.

⇒ jedes zusätzliche Bit verdoppelt die Anzahl der möglichen Kombinationen:

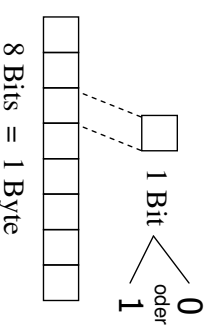
Es gibt genau 2^n unterschiedliche Bitfolgen, d.h. mögliche binäre Zahlen
(= alle Kombinationsmöglichkeiten von 0 und 1) bei einer Anzahl von n Bits.

Nibble

Eine Gruppe von vier Bits werden als ein Nibble bezeichnet, z.B.: 1011_2

Byte

Acht binäre Einheiten zusammen werden als ein Byte (ein Oktett) bezeichnet - es stellt eine binäre Zahl dar (und diese Bits werden daher in einem Schritt verarbeitet).



Wort

Ein Wort ist die - vom jeweiligen Rechnersystem abhängige - Breite einer binären Sequenz [in Bits], z.B. eine Adresse, ein Operand;

z. B. gelten für einen 32-Bit-Rechner folgende Bezeichnungen:

<u>Bezeichnung</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Darstellungsmöglichkeiten</u> <u>unterschiedlicher Werte</u>
Bit	1 Bit	$2^1 = 2$
Byte	8 Bit	$2^8 = 256$
Halbwort	16 Bit	$2^{16} = 65.536$
<u>Wort</u>	32 Bit	$2^{32} = 4.294.967.296$
Doppelwort	64 Bit	$2^{64} = 18.446.744.073.709.551.616$

Dateien

Eine wichtige Eigenschaft von Computern ist es, Programme und Daten speichern zu können;

sie werden als eine (beliebig lange) Folge von Bytes in Form einer *Datei* auf einem Speichermedium abgelegt.

Definition:

*Eine **Datei** ist ein in sich geschlossenes, mit einem Namen versehenes Datenpaket beliebiger Größe, das auf einem Datenträger in einer bestimmten Ablagestruktur gespeichert wird.*

Datenträger sind Mittel, mit denen digitale Daten dauerhaft aufbewahrt werden können, z.B. Disketten, Festplatten, CD-/DVD-ROMs, SolidState-Drives (SSDs).

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

5

Datei-, bzw. Speichergröße

Unter der Größe einer Datei versteht man die Anzahl der darin enthaltenen Bytes.

[Die Einheit ‚Byte‘ wird üblicherweise mit dem Buchstaben B abgekürzt.]

Folgende Größenfaktoren werden verwendet:

$$1 \text{ kB} = 1 \text{ Kilobyte} = 1024 = 2^{10} \text{ Bytes}$$

$$1 \text{ MB} = 1 \text{ Megabyte} = 1024 \times 1024 = 2^{20} \text{ Bytes}$$

$$1 \text{ GB} = 1 \text{ Gigabyte} = 1024 \times 1024 \times 1024 = 2^{30} \text{ Bytes}$$

$$1 \text{ TB} = 1 \text{ Terabyte} = 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 = 2^{40} \text{ Bytes}$$

$$1 \text{ PT} = 1 \text{ Petabyte} = 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024 = 2^{50} \text{ Bytes}$$

Vergleich der ungefähren Größe von Dateien sowie Kapazitäten von Speichermedien

Brief $\approx 3 \text{ kB}$

Musiktitel (MP3) $\approx 1 \div 5 \text{ MB}$

Notiz $\approx 200 \text{ Bytes}$

CD-ROM $\approx 700 \text{ MB}$

DOS-Programm $\approx 300 \text{ kB}$

DVD $\approx 5 \div 12 \text{ GB}$

Diskette $\approx 1,44 \text{ MB}$

Festplatte $\approx 40 \div 1000 \text{ GB}$

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

6

Darstellung von Information im digitalen Rechner

Bei der computerunterstützten Verarbeitung wird Information zunächst in Form verarbeitbarer Daten abgebildet und gespeichert;

diese Daten werden sodann be- und verarbeitet und, wenn notwendig, neuerlich gespeichert.

Diese neu entstandenen Daten (→ die Berechnungsergebnisse) werden wieder in (neue) Information überführt.

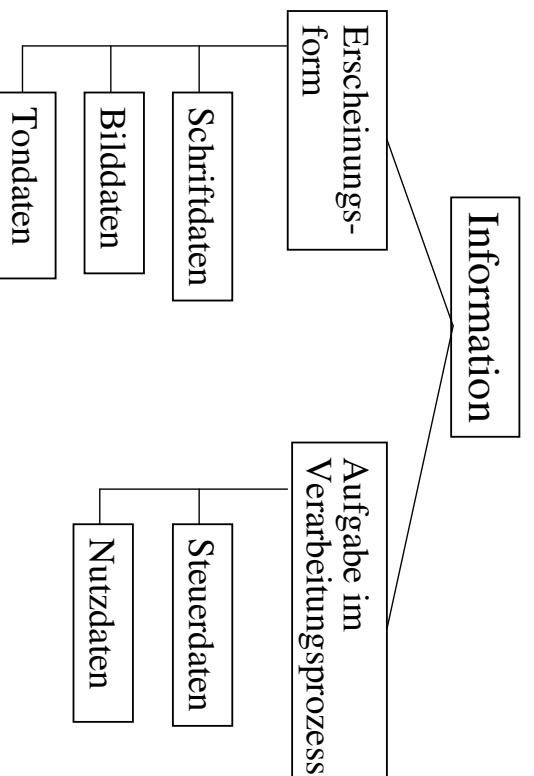
Der Informationsverarbeitungsprozess verläuft im Prinzip nach folgendem Schema:



⇒ EVA-Prinzip (der Datenbearbeitung durch Computer):

[Dateneingabe] [Datenverarbeitung (berechnen, kopieren, vergleichen, sortieren)] [Datenausgabe]

Darstellung von Information im digitalen Rechner



Zur Transformation von Information(en) in Daten, m.a.W. zur Codierung von Information, werden elementare **Datentypen** verwendet, die durch verschiedene Normen (Standards) oder Konventionen definiert sind.

Informationsdarstellung im digitalen Rechner

Datentyp

Da ein digitaler Rechner außer binären Zahlen keine anderen Werte verarbeiten kann, müssen die Werte aller anderen Datenarten (z.B. Dezimalzahlen, Schriftzeichen, Bilder,) durch Binärzahlen ausgedrückt werden.

Ein konkreter binärer Zahlenwert stellt also zu verschiedenen Zeitpunkten unterschiedliche Arten von Daten dar, die deshalb mit einem zusätzlichen Merkmal voneinander unterschieden werden müssen → das ist der ***Datentyp***:

Der Datentyp legt fest, welche Datenart der Wert der Binärzahl, die zu einem bestimmten Zeitpunkt verarbeitet wird, abbildet.

In der Programmierung werden Datentypen verwendet, um Speicherbereichen eine konkrete Semantik (= die Bedeutung des Inhalts) zuzuweisen. Diese Speicherbereiche werden ‚Variablen‘ oder ‚Konstanten‘ genannt.

Die Datentypen ermöglichen es einem Compiler oder der Laufzeitumgebung, die Typverträglichkeit der vom Programmierer angegebenen Operationen zu überprüfen.

Unzulässige Operationen werden zum Teil bereits beim compilieren erkannt, so dass beispielsweise die Division der Zahl ‚35‘ [Typ: integer] durch die Zeichenkette ‚Hans‘ [Typ: string] verhindert wird, da das nicht definiert und nicht sinnvoll ist.

Es gibt elementare und zusammengesetzte Datentypen:

Elementare (einfache) Datentypen nehmen jeweils genau einen Wert des entsprechenden Wertebereichs an. Sie umfassen eine festgelegte Anzahl von Werten sowie eine fix definierte Wertober- und untergrenze.

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

9

Darstellung von **Schriftzeichen** als Daten: der **ASCII-Code**

[→ Ein „Code“ bestimmt eindeutige Regeln für die Informationsdarstellung.]

Wichtigstes genormtes Codierungsschema für Schriftzeichen ist der ‚American Standard Code for Information Interchange‘ (ASCII-Code).

- a) Der **Standard-ASCII-Code** ist ein 7-Bit-Code für Schrift- und Steuerzeichen; somit umfasst der ASCII-Zeichensatz $2^7 = 128$ Zeichen (Werte $0 \div 127$) und reicht aus, um beliebige englischsprachige Texte darstellen zu können.

Die ersten 32 Zeichen (Werte $0 \div 31$) im ASCII-Zeichensatz werden zur Steuerung der Datenübertragung zwischen dem Prozessor und externen Geräten, bzw. zwischen Rechnern, verwendet.

Diese Steuerdaten sind nicht-druckbare Zeichen wie z.B. Wagenrücklauf (‘carriage return‘ -, CR) und Zeilenvorschub (‘line feed‘ -, LF) zur Zeilenschaltung →

→ wird verwendet, um das Zeilenende zu markieren (z.B. bei der Cursorsteuerung am Bildschirm) [ASCII-Code ‚CR‘, ‚LF‘; dezimale Werte ‚13‘, ‚10‘].

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

10

Standard-ASCII-Code (Darstellung von Schriftzeichendaten) – Fortsetzung:

Die restlichen 96 Zeichen umfassen die Groß- und Kleinbuchstaben des lateinischen Alphabets, die Ziffern $0 \div 9$ sowie die üblichen Satz- und Sonderzeichen.

Der 7-Bit-ASCII-Zeichensatz enthält keine Zeichen für die deutschen Umlaute.

b) Extended-ASCII-Code \Rightarrow

\Rightarrow Um auch länder- und sprachspezifische Zeichen darstellen zu können, wurde der Standard-ASCII-Code später auf 8 Bit Umfang erweitert.

Diese zusätzlichen Zeichenwerte $128 \div 255$, die das 8. Bit ermöglicht, werden je nach Sprachfamilie spezifisch definiert;

so standardisiert die Norm ISO-8859-1 den erweiterten Zeichensatz für die westlichen Sprachen (auch als Latin1 bezeichnet); damit können z.B. die Umlaute der deutschen Sprache abgebildet werden.

In Programmiersprachen werden einzelne Zeichen – also auch **Ziffernzeichen**, die einen Zahlenwert schrittlich darstellen - durch den **Datentyp „character“**, bzw. „**string**“ abgebildet; reine Zahlenwerte jedoch durch eigene **Datentypen**, z.B. „**integer**“ für **ganze Zahlen** \rightarrow
 \rightarrow Daher ist oft eine Konvertierung („Umwandlung“) zwischen diesen Datentypen notwendig !!!

[ASCII-Zeichen können über den numerischen Tastenblock einer Tastatur eingegeben werden. Durch Drücken der „Alt“-Taste und Eingabe des dreistelligen dezimalen ASCII-Codes wird das entsprechende Zeichen angezeigt.]

Darstellung von Schriftzeichendaten mit dem ASCII-Code

(in dezimalen Werten):

Zeichencode für die Taste ‚Leerschritt‘: 32_{10}
 engl.: ‚space‘

ASCII-Zeichensatz										
+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30				!	"	#	\$	%	&	'
40	(	)	*	+	,	-	.	/	0	1
50	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;
60	<	=	>	?	@	A	B	C	D	E
70	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
80	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
90	Z	[	\	\]	^	_	`	a	b	c
100	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
110	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
120	x	y	z	{	|	}	~			

ASCII-Code (Darstellung von Schriftzeichendaten) – Probleme in der Anwendung:

Bei der ursprünglichen ASCII-Codierung werden nur die ersten 7 Bit eines Bytes genutzt. Das achte Bit eines Zeichenbytes kann daher programm-technisch für andere Zwecke verwendet werden, z. B. für Formatierungsinformation.

Allerdings ist diese programmspezifische Verwendung des freien achten Bits nur beim 7-Bit-ASCII-Code möglich, weshalb es in der Praxis immer wieder zu Problemen kommt, wie zum Beispiel zum Verlust der deutschen Umlaute bei einer Textübertragung.

Ein Teil dieser Probleme ist darauf zurückzuführen, dass Programme, die für die Bearbeitung "reiner" 7-Bit-ASCII-Texte (d.h., englischsprachiger Texte) ausgelegt sind, annehmen, dass das achte Bit programmtechnisch genutzt oder ignoriert werden kann.

Ein weiterer Teil dieser Probleme resultiert daraus, dass unterschiedliche 8-Bit-Erweiterungen des ASCII-Zeichensatzes auf unterschiedlichen Rechnerplattformen eingesetzt werden.

Beispiele für Darstellungsprobleme der deutschen Umlaute:

Hochstraße, Räcksendung, Herzliche Grüße, Tänze, Älber, persönllich ;
Ich möchte ein Stück der bestellen.

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

13

Darstellung von Schriftzeichen als Daten:**Unicode**

Um die oben genannten Probleme der länderspezifischen Zeichendarstellung zu lösen, wurden in den letzten Jahren umfangreichere Zeichensätze auf der Basis von 16 Bit entwickelt.

Der von der ISO genormte Zeichensatz **Unicode** (ISO 10646) ist ein 16-Bit-Code zur Darstellung von Schrift- und Steuerzeichen sowie allen Sonderzeichen.

Um volle Kompatibilität mit dem weitverbreiteten ASCII-Code zu erreichen, entsprechen die ersten 256 Werte des Unicodes dem 8 Bit-ASCII-Zeichensatz → UTF-8 - Schema.

Neben den Zeichen der westlichen und slawischen Sprachen werden durch diese Norm unter anderem Zeichen für Arabisch und Hebräisch, Griechisch, Kyrrillisch und Armenisch, Indisch, Einheitszeichen aus dem Chinesischen, Koreanischen und Japanischen, technische und graphische Symbole sowie spezielle Zeichen für Anwendungen definiert.

Nähere Informationen zum Unicode findet sich unter
<http://www.unicode.org> .

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

14

Darstellung von Schriftzeichendaten:

Unicode - dezimale Werte 0 ÷ 255

Unicode-Zeichensatz | ANSI

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
32	.	!	"	#	\$	%	&	'	()	*	+	,	-	.	/
48	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
64	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
80	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[\]	^	_
96	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
112	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{	|	}	~	
128	€		¡	¢	£	„	…	†	‡	‰	Š	‹	CE		Ž	Ÿ
144		‘	’	“	”	•	—	—	~	™	Š	›	œ		ž	ÿ
160		¡	¢	£	¤	¥	¦	§	¨	©	ª	«	¬	-	®	¯
176	°	±	²	³	´	µ	¶	·	¸	¹	º	»	¼	½	¾	¿
192	À	Á	Â	Ã	Ä	Å	Æ	Ç	È	É	Ê	Ë	Ì	Í	Î	Ï
208	Ð	Ñ	Ò	Ó	Ô	Õ	Ö	×	Ø	Ù	Ú	Û	Ü	Ý	Þ	ß
224	à	á	â	ã	ä	å	æ	ç	è	é	ê	ë	ì	í	î	ï
240	ø	ñ	ò	ó	ô	õ	ö	÷	ø	ù	ú	û	ü	ý	þ	ÿ

Darstellung von Schriftzeichendaten:

Zeichenketten („Text“)

Eine häufige Aufgabe in der betrieblichen Informationsverarbeitung ist die Bearbeitung eines fortlaufenden Textes, der aus der Aneinanderreihung von einzelnen Zeichen zu gemeinsamen Einheiten entsteht (z. B. ein Wort, ein Name, eine Zeile). →

- Eine solche Zeichenkette wird in Programmiersprachen durch den **Datentyp „string“** abgebildet.

Zur Codierung einer Zeichenkette (engl.: string) fügt man einfach die Codes der einzelnen Zeichen aneinander; z.B. wird der Text "Hallo Welt" durch die Zeichenfolge H, a, l, l, o, , W, e, l, t repräsentiert.

Jedes dieser Zeichen (einschließlich des Leerzeichens , ') ersetzt man durch seinen entsprechende Wert aus der ASCII-Tabelle und erhält:

072 097 108 108 111 032 087 101 108 116 ;

alternativ kann man die ASCII-Nummern auch hexadezimal schreiben, also:

48 61 6C 6C 6F 20 57 65 6C 74 .

Daraus kann man auch die Repräsentation durch die Bitfolge entnehmen:

01001000 01100001 01101100 01101100 0110111100100000 0101011101100101 01101100 01110100 →

- Mit dieser Folge von Nullen und Einsen wird der Text "Hallo Welt" (im Speicher) dargestellt.

Darstellung von **Logikwerten**, bzw. **Wahrheitswerten** als Daten:

Verknüpfung von Bits (einzeln) durch logische Operationen

Logische Operationen sind die Verknüpfung der logischen Aussagen wahr, 'w' oder falsch, 'f' nach den Regeln der Boole'schen Algebra, das Ergebnis ist wieder ein Wahrheitswert ('w' oder 'f').

Die Grundfunktionen sind:

logisches UND (',AND')

“sowohl als auch”

logisches ODER (',OR')

“entweder eines oder alle”

logisches NICHT (',NOT')

“wenn [dann das] Gegenteil

exklusives ODER (',XOR')

“entweder {das eine} oder {das

andere} {aber nicht beides gleichzeitig}

AND		
E2	E1	A
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR		
E2	E1	A
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

XOR		
E2	E1	A
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NOT		
E	A	
0	1	
1	0	

falsch (false) ...entspricht..., 0' - wahr (true) ...entspricht..., 1'

Darstellung von **Logik-** bzw. **Wahrheitswerten** als Daten:

Verknüpfung einer Bitfolge durch **logische Operationen**:

Die UND-Verknüpfung ist nur dann ,1' (T), wenn alle Argumente ,1' (T) sind.

Die ODER-Verknüpfung ist dann ,1' (T), wenn auch nur eines der Argumente ,1' (T) ist.

Die XOR-Verknüpfung ist genau dann ,1' (T), wenn ein Argument unterschiedlich zu den anderen ist (z.B. 1 XOR 0 = 1).

Da es nur 2 Wahrheitswerte gibt (wahr oder falsch), könnte man diese durch ein Bit darstellen, z.B. durch 0 = **F** und 1 = **T**; da aber die kleinste Einheit zumeist ein Byte ist, in der ein Computer organisiert ist, verwendet man oft ein ganzes Byte für die Repräsentation eines Wahrheitswertes: eine gängige Codierung ist, dass **F** = 0000 0000 und **T** = 1111 1111 sind.

→ In Programmiersprachen werden Wahrheitswerte durch den **Datentyp „boolean“** abgebildet.

Man kann beliebig lange Bitketten auch als eine Folge logischer Werte interpretieren → Eine logische Verknüpfung ist dann für eine solche Bitkette als stellenweise Verknüpfung der jeweiligen Bits definiert.

So gilt z.B.: **NOT** 0111 0110 = 1000 1001

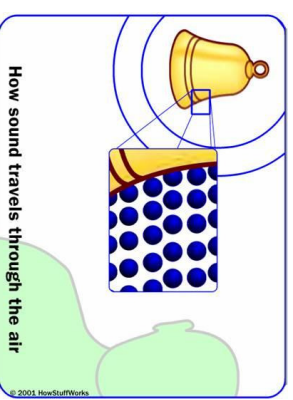
0111 0110 **AND** 1110 1011 = 0110 0010 → *bitweise Verknüpfung*

Darstellung von Bild- und Toninformation als Daten:

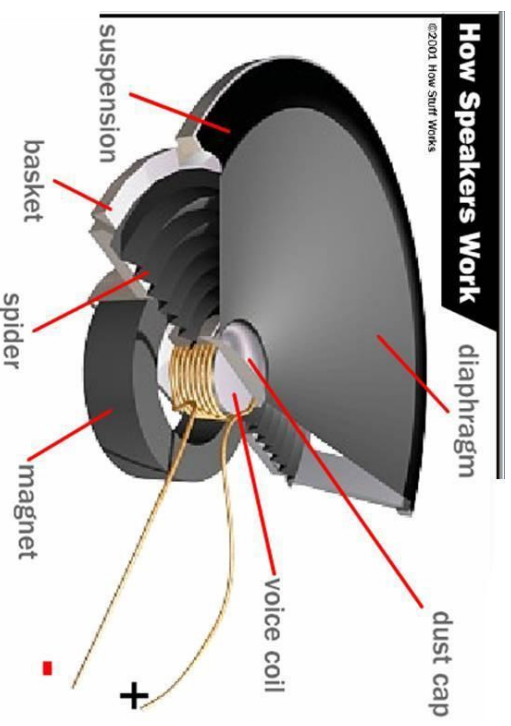
Bild- und Toninformation werden in der Natur durch Licht- und Schallwellen abgebildet und übertragen;

d.h., visuelle und akustische Informationsdarstellung ist vom Ursprung her analog.

An Hand von Toninformation soll der rechnergestützte Verarbeitungsprozess analoger Information dargestellt werden.



A) Technische Umwandlung der analogen Toninformation, d.h. der Schallwellen, in elektrische Signale durch ein Mikrofon bei der Aufnahme und durch einen Lautsprecher bei der Wiedergabe →
→ Aufbau und Arbeitsweise eines Lautsprechers, bzw. eines Mikrofons:



September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

19

TINF

Kapitel 2 – Digitale Informationsverarbeitung

Darstellung von Bild- und Toninformation als Daten:

B) Die vom Mikrofon erzeugten elektrischen Signale werden einem elektronischen Baustein – dem Analog-Digital-Wandler [ADC (analog-to-digital converter)] - zugeführt, der die als Wechselspannung vorliegende analoge Toninformation in digitale Daten umwandelt. Diese Folge binärer Zahlenwerte werden vom Rechner in einer Datei gespeichert und weiter verarbeitet.

Nach der Verarbeitung/Speicherung wird diese Folge binärer Zahlenwerte durch einen anderen elektronischen Baustein – dem Digital-Analog-Wandler [DAC (digital-to-analog converter)] – zurückverwandelt in ein analoges elektrisches Signal, das entsprechend verstärkt mit Hilfe eines Lautsprechers (fast) wieder die ursprünglich vorliegenden Schallwellen erzeugt.

Das **Prinzip der A/D-Wandlung** ist es, aus der unendlich großen Menge analoger Signalwerte eine endliche Menge von konkreten Messwerten der Signalamplitude auszuwählen und jedem dieser (sogen.) diskreten Signalwerte je einen entsprechenden binären Zahlenwert zuzuordnen (gemäß einer festgelegten „Zuordnungstabelle“).

Die Präzision dieser Umwandlung (engl.: „sampling“) wird von zwei Parametern bestimmt:

- die Abtastrate („sampling rate“) sie steuert, wieviele Messwerte pro Sekunde gelesen werden
- die Abtastgenauigkeit („sampling precision“) sie bestimmt, wieviele unterschiedliche Abstufungen („Quantisierungsniveaus“ – engl.: quantization levels) je Messwert möglich sind;
m.a.W.: aus welcher Menge von Binärzahlen kann jedem einzelnen Messwert des analogen Signals ein konkreter Binärwert zugeordnet werden .

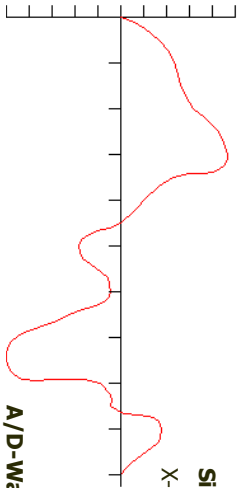
September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

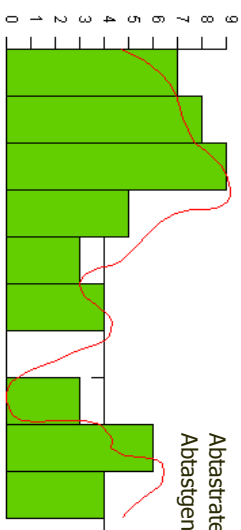
20

Darstellung von Bild- und Toninformation als Daten:

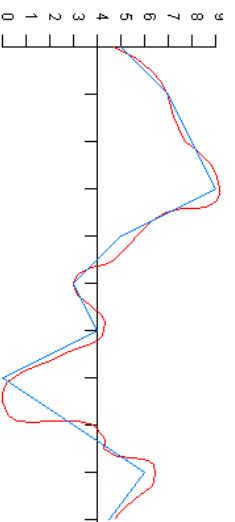
Signalverlauf eines Tons
X-Achse: 1/1000 sek

**A/D-Wandlung**

Abtastrate: 1000 Messungen/sek
Abtastgenauigkeit: 10 [Stufen]

**A/D-Wandlung**

Die Differenz zwischen
roter und blauer Linie
ist der Abtastfehler
(sampling error)



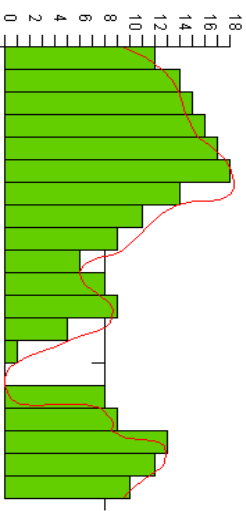
1 7 | 8 | 9 | 5 | 3 | 4 | 0 | 3 | 6 | 4 | 1
September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

21

A/D-Wandlung

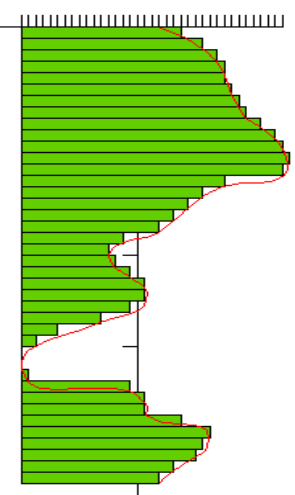
Abtastrate: 2000 Messungen/sek
Abtastgenauigkeit: 20 [Stufen]



1214151617181920111615141312101

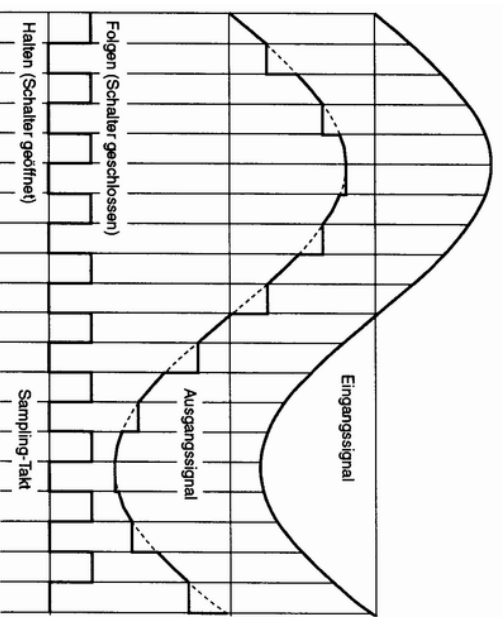
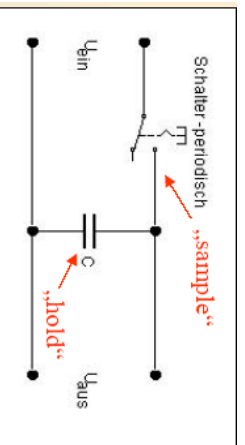
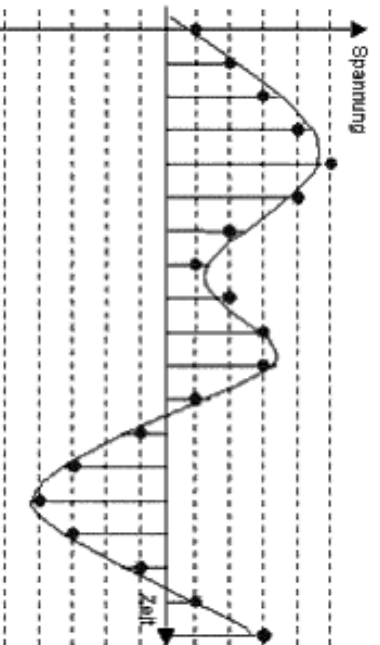
A/D-Wandlung

Abtastrate: 4000 Messungen/sek
Abtastgenauigkeit: 40 [Stufen]



Analog-Digital - Wandlung ⇒ „Digitalisierung“:

- 1.) Überführung eines analogen Signals in eine kontinuierliche Folge einzelner Amplitudenwerte durch Abtastung („sampling“). →



→ Diese sogen. „Diskretisierung“ des analogen Eingangssignals erfolgt normalerweise in fixen Zeitabständen (Abtastintervall) und liefert ein digitales Signal.

Darstellung von Bild- und Toninformation als Daten:

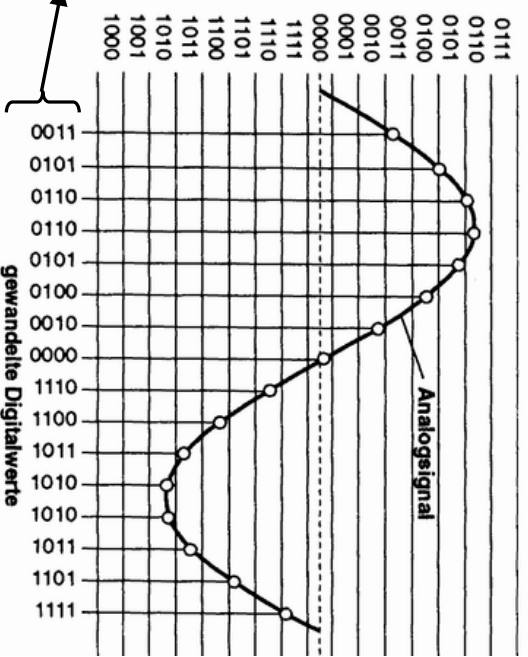
Analog-Digital - Wandlung \Rightarrow Lineare Amplitudenquantisierung:

- 2.)** Um ein digitales Signal z.B. in einem Speicher ablegen zu können, müssen die nach der zeitlichen Abtastung immer noch kontinuierlichen Amplitudenwerte ‚kategorisiert‘ werden. \rightarrow
 \rightarrow Bei dieser sogen. „Quantisierung“ wird den (unendlich) vielen möglichen Spannungswerten eine bestimmte (endliche) Anzahl von Zahlenwertintervallen zugeordnet – damit entspricht jedem Meßwert der Signalamplitude eine konkrete (Binär)zahl.

\Rightarrow Umwandlung eines kontinuierlichen Signalwertes in einen diskreten Wert:

-) Wertebereich des analogen Eingangssignals wird dazu in gleichgroße Intervalle eingeteilt
-) Jedem Intervall wird ein diskreter (binärer) Zahlenwert zugewiesen.
-) Alle Signalwerte, die im Intervall liegen, werden durch diesen diskreten Zahlenwert dargestellt; dadurch entsteht ein sogenannter „Quantisierungsfehler“ (\rightarrow Informationsverlust)

3.) Diese Zahlenwerte werden gemeinsam in einer Datei gespeichert und stellen so das Abbild des analogen Signals in digitaler Form dar.



September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

23

Darstellung von Bild- und Toninformation als Daten:

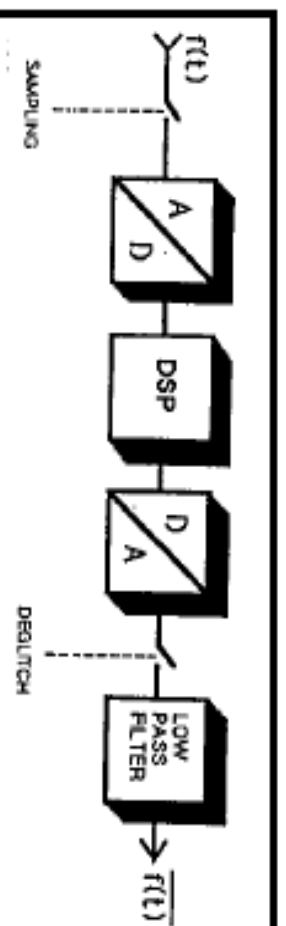
Digital-Analog - Wandlung:

Um wieder zu einem analogen Signal zu kommen, wird die digitalisierte Information mit einem D/A-Wandler in ein analoges Spannungssignal zurückverwandelt:

- 1.) Der D/A-Wandler enthält im Prinzip einen Zähler, der entsprechend dem jeweiligen Zahlenwert eines ursprünglichen Signalpunktes einen Kondensator zeitabhängig auflädt und so die einzelnen ‚Spannungspunkte‘ des ursprünglichen analogen Signals erzeugt.

- 2.) Das resultierende Analogsignal nach der D/A-Wandlung verläuft treppenförmig; über elektronische Schaltungen (\rightarrow Tiefpassfilter) wird der ursprüngliche kontinuierliche Signalverlauf rekonstruiert.

Signalverarbeitungskette:



September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

24

Darstellung von Bild- und Toninformation als Daten:

Digital-Analog - Wandlung:

D/A-Wandlung bezeichnet die Umwandlung von digitalen Datenströmen in analoge, zeitkontinuierliche (und somit für den Menschen sichtbare/hörbare) Vorgänge.

Diese Umsetzung erfolgt durch periodisches Auslesen der Binärzahlen aus der Ton- oder Bilddatei und deren Umwandlung in diskrete Signalfzustände (d.h., in jeweilige Amplitudenwerte einer elektrischen Spannung entsprechend den ursprünglichen Abtastwerten) und die Rekonstruktion des analogen Signals durch Interpolation des Amplitudenverlaufs zwischen diesen Signalgrößen.

Ein Digital-Analog-Wandler (DAC) erzeugt aus digitalen Eingangswerten (Binärzahlen) ein diskretes, analoges Ausgangssignal, das proportional zum digitalen Wert der Eingangsgröße ist.

Ein DA-Wandler erzeugt das analoge Signal mit 2^n Stufen (n steht für die Auflösung des Wandlers in Anzahl von Bits);
ein DAC mit 10 Bit Auflösung kann also 1024 verschiedene Spannungsstufen erzeugen.

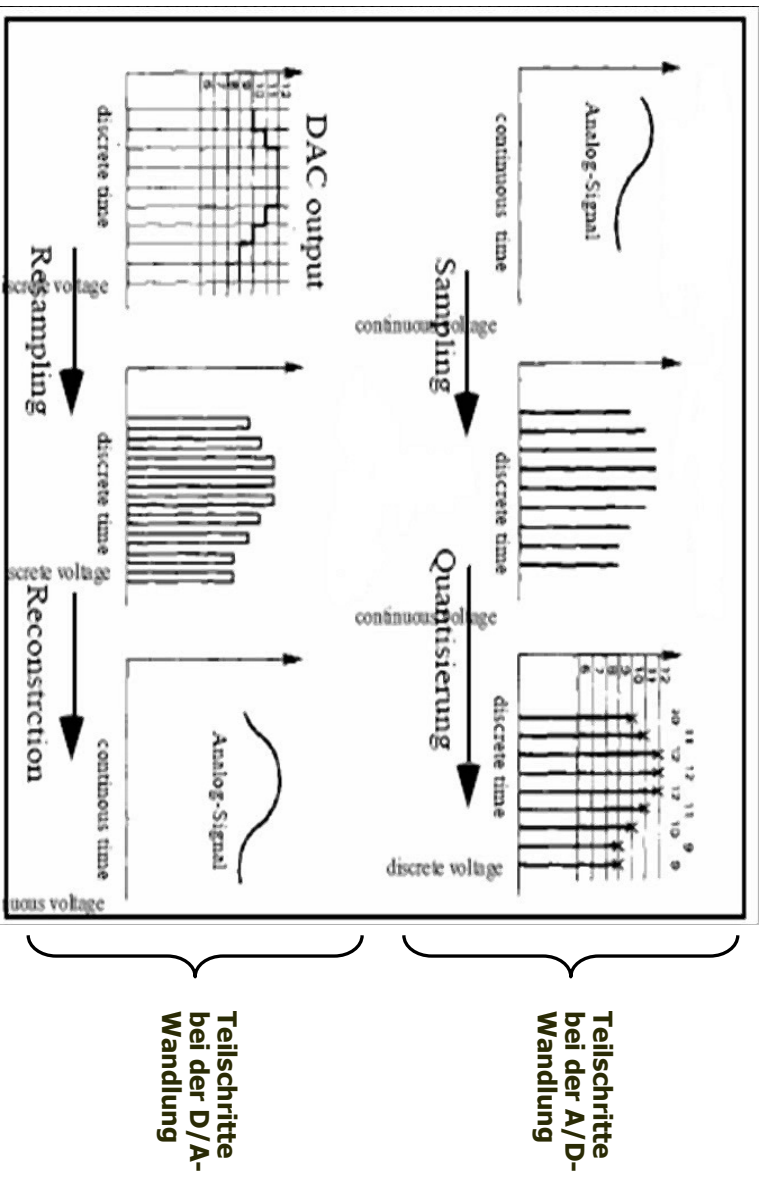
September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

25

Darstellung von Bild- und Toninformation als Daten -

Prinzip der A/D- und D/A-Wandlung:



September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

26

Darstellung von Bild- und Toninformation als Daten -

Speicherbedarf bei der A/D-Wandlung:

Je höher die Abtastrate bei der Aufzeichnung, desto höher ist die Qualität des reproduzierten Analogsignals bei der Wiedergabe, andererseits wird umso mehr Platz für die digitale Speicherung benötigt:

Speicherbedarf bei Tonaufzeichnungen in Stereo			
Abtasttiefe	Abtastrate		
	11 kHz	22 kHz	44 kHz
4 Bits	11 kB/s	22 kB/s	43 kB/s
8 Bits	22 kB/s	43 kB/s	86 kB/s
16 Bits	43 kB/s	86 kB/s	172 kB/s

Unter der Abtasttiefe versteht man die Auflösungshöhe einer Aufnahme; die Abtasttiefe bestimmt die Anzahl der pro Meßwert unterscheidbaren Informationsabstufungen:

z.B. kann ein 16 Bit-A/D-Wandler ein analoges Signal mit einer maximalen Abtasttiefe von 2^{16} Quantisierungsniveaus auflösen, das sind also 65536 unterschiedliche Meßwerte je Meßpunkt (je zeitlicher Abtasteinheit) --> je Meßpunkt (durch die Abtastrate festgelegt) müssen hier somit 2 Bytes gespeichert werden.

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

27

Darstellung von Tondaten (Audioverarbeitung) -

Audio-Information (Töne):

Die Wahrnehmung von Tönen wird durch die Frequenz und die Amplitude der Schallwellen bestimmt.

Die Amplitude der Schallwelle (des Ton-signals) bestimmt die **Lautstärke**, die Frequenz einer Schallwelle die **Tonhöhe**.

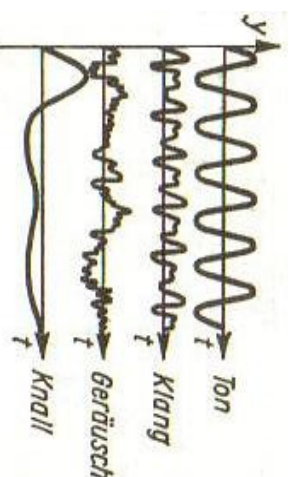
Der Frequenzbereich, den das menschliche Ohr wahrnehmen kann, liegt zwischen 15 Hertz (Hz) bis 20 Kilohertz; die meiste Energie ist auf den Bereich unter 1.500 Hz konzentriert.

Die **Bandbreite** bezeichnet die Differenz zwischen der niedrigsten und der höchsten möglichen Frequenz eines Übertragungskanal.

Z.B. wird bei der analogen Telephonie eine Bandbreite von 3,1 kHz verwendet. Das ist die Differenz zwischen der niedrigsten (300 Hz) und der höchsten (3.400 Hz) übertragene Frequenz.

Zur rechnergestützten Verarbeitung von Audiodaten werden die Tonsignale über ein Mikrofon erfasst, einer Analog-Digital-Wandlung zugeführt und danach als Tondatei (m. a. W.: als Audiodatei) gespeichert.

Bei der Wiedergabe einer Tondatei werden die Audiodaten durch einen D/A-Wandler in analoge Spannungssignale umgewandelt, verstärkt und über Lautsprecher entsprechende Schallwellen erzeugt.



September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

28

Darstellung von Tondaten (Audioverarbeitung)

Audiodateiformate:

WAVE (.wav - ,waveform audio format') ist ein verbreitetes Audiodateiformat. Es wurde von Microsoft und IBM entwickelt und ist für Stereoqualität (16 Bit Abtasttiefe; 44,1 kHz Abtastrate) ausgelegt.

Klangtabellen-Technik (waveable-technique) ist ein Verfahren zur Musik-synthese, bei dem digital gespeicherte Klangmuster von Instrumenten (.sound samples') verwendet und per Software verändert werden können.

MIDI (.mid - ,musical instrument digital interface') ist ein internationaler Standard für die Kommunikation von elektronischen Instrumenten verschiedener Herkunft und Bauart wie z. B. Synthesizer und Keyboards.

Der *General MIDI Standard* definiert eine Klangbibliothek mit 128 verschiedenen Instrumenten, die über 16 Kanäle angesprochen werden können.

MP3 (.mp3 - ,MPEG Audio Layer 3') ist ein Verfahren zur verlustbehafteten Komprimierung von Audiodaten. Bei einem Kompressionsgrad von 12:1 wird trotzdem fast CD-Qualität erreicht, was dazu beigetragen hat, dass es das verbreitetste Format für den Austausch von Musikstücken im Internet ist.

z.B.: Stereo-Aufnahme $\Rightarrow 44,100 \text{ Samples/sek} * 16 \text{ Bits/Sample} * 2 \text{ Kanäle} =$

$1.411.200 \text{ Bits/Sekunde} = 176.400 \text{ Bytes/sek} \rightarrow$

\rightarrow d.h. für ein 3 Minuten-Lied: $31.752.000 \text{ Bytes} \approx 32 \text{ MB}$ für CD-Klangqualität

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

29

Darstellung von Bilddaten (Graphikverarbeitung)

Bilder (Grafiken) liegen als analoge Information in der Form von elektromagnetischen Lichtwellen vor; auch hier muss eine A/D-Wandlung geschehen – sie erfolgt nach dem gleichen Prinzip, wie es für akustische Informationen dargestellt wurde, wobei hier zum Lesen eines Bildes lichtempfindliche Sensoren eingesetzt werden. Diese Messfühler wandeln die Lichtenergie in elektrische Spannung um.

(Für technische Details siehe Kapitel ,Eingabegeräte – Scanner').

Für die Darstellung zur Verarbeitung der digitalen Daten von Bildern / Graphiken gibt es zwei unterschiedliche Möglichkeiten:

a) Pixelgrafik

\rightarrow wird auch als Rastergraphik (engl.: bitmapped graphics) bezeichnet.

Pixelgrafik stellt Bilder als eine Matrix von Punkten dar, diese Bildpunkte werden als Pixel bezeichnet (engl.: "picture element").

Jeder einzelne Bildpunkt - d.h. jedes Pixel - drückt einen bestimmten Farb- oder Graudichtewert sowie den Helligkeitswert aus.

Die Qualität der digitalen Bildarstellung wird v.a. beeinflusst durch:

- Bildgröße
- Farbtiefe
- Auflösung
- Kompressionsgrad der Daten

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

30

TINF

Kapitel 2 – Digitale Informationsverarbeitung

Darstellung von Bilddaten (Graphikverarbeitung)

Die **Bildauflösung** bestimmt die erreichbare Feinzeichnung von den Details eines Bildes.

Je mehr Punkte zur Repräsentation verwendet werden, desto höher ist die Auflösung und damit die Klarheit und Genauigkeit der Darstellung.

Die Bildauflösung wird in **ppi** (engl.: pixel per inch; deutsch: Bildpunkte pro Zoll) gemessen.

[1 Zoll (Inch) = $\frac{1}{12}$ Fuß = 2,54 cm]

Je größer ein Bild und je feiner die Auflösung ist, desto mehr Bildpunkte sind zur digitalen Darstellung notwendig und desto höher ist der Speicherbedarf sowie der Zeitaufwand bei der Datenübertragung.

Die **Geräteauflösung** betrifft Ein- und Ausgabegeräte; sie wird gemessen in **dpi** (engl.: dots per inch).

Damit wird angegeben, wie klein die Punkte sind, die gerätespezifisch erfasst oder ausgegeben (d.h., durch ein Gerät erzeugt) werden können.

Je höher die Auflösung eines Gerätes ist, desto mehr und desto kleinere Punkte können verarbeitet werden und desto besser ist die Darstellungsqualität.

(Ein 600 dpi-Drucker ist also besser als ein 300 dpi-Drucker.)

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

31

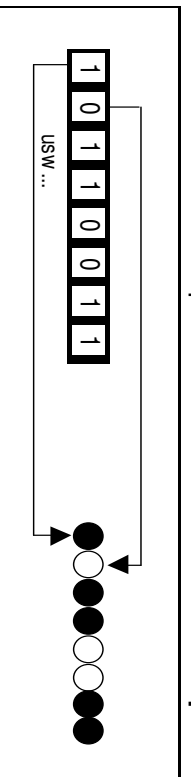
TINF

Kapitel 2 – Digitale Informationsverarbeitung

Darstellung von Bilddaten (Graphikverarbeitung)

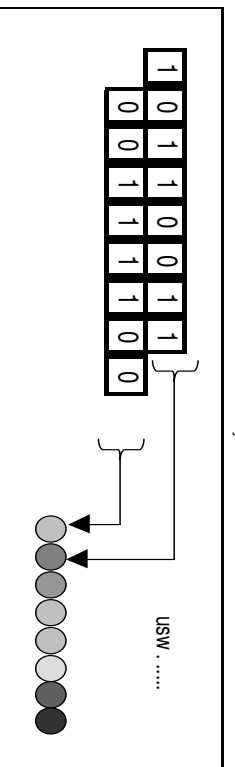
Speicherbedarf für Pixelgraphiken

- a) Schwarz/Weiß-Bild: es müssen (nur) 2 Farbwerte dargestellt werden;
zur Repräsentation dieser Daten wird **pro Pixel ein Bit** benötigt;



Jeder Bildpunkt
kann nur eine von
zwei möglichen
Farben annehmen.

- b) Graustufen-Bild: mit 8 Bit = **1 Byte pro Pixel** sind 256 (2^8) Graustufen,
bzw. Farbwerte, darstellbar:



Jeder Bildpunkt kann
eine von 256 möglichen
Farben/ Grauwerten
annehmen.

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

32

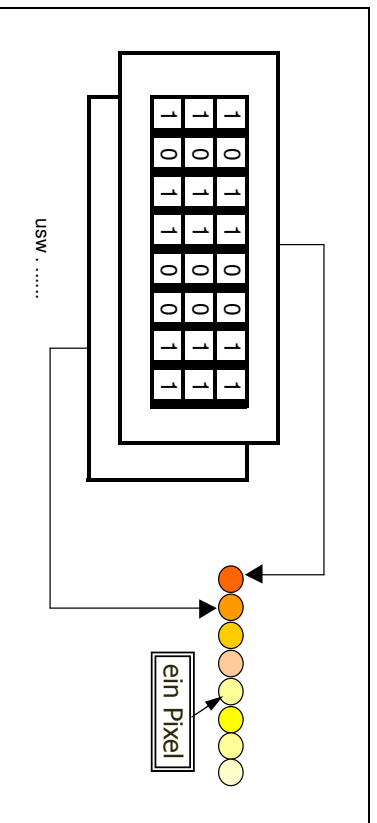
Speicherbedarf für Grafiken

c) Farbbild: beim **RGB-Farbmодell** werden die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau in unterschiedlicher Intensität übereinander projiziert und addieren sich zu einem bestimmten Farbwert.

Je höher die Farbtiefe, desto feiner ist die Differenzierung von einer Farbe zur nächsten.

Strahlen Rot, Grün und Blau mit voller Leuchtkraft übereinander, so ergibt sich die Farbe Weiß; eine Nulllichte der drei Farben führt zu Schwarz.

Bei 256 Dichtestufen für jede der drei Grundfarben sind **pro Pixel 24 Bits (3 Bytes)** Speicherplatz erforderlich; es sind $256 \times 256 \times 256 = 2^{24} = 16,8$ Millionen unterschiedliche Farben möglich.



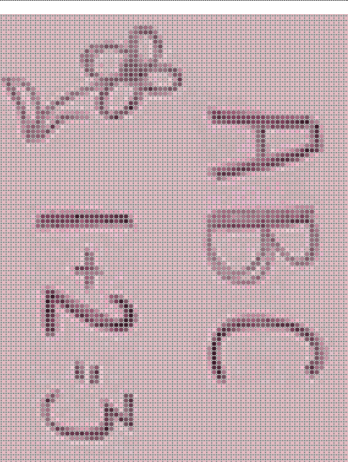
Jeder Bildpunkt wird durch drei Bytes (Rot-, Grün- und Blau-Wert) repräsentiert. Jeder Bildpunkt kann eine von 16,8 Mio. Farben annehmen.

TINF

Kapitel 2 – Digitale Informationsverarbeitung

Darstellung von Bilddaten (Graphikverarbeitung)

Demonstration der Pixel-Graphik → mit unterschiedliche Auflösungen



Darstellung von Bilddaten (Graphikverarbeitung)

Dateiformate für Pixel-Graphiken

Extension	Bezeichnung	Kurzbeschreibung
*.BMP	Windows Bitmap	Ist ein proprietäres Pixeldateiformat für PC, das bis 8 Bit Farbtiefe eine einfache Komprimierung bietet.
*.EPS	Encapsulated Post Script	Ein Satz von Post Script Befehlen; speichert die Pixel im Format 1:1 ab.
*.GIF	Graphics Interchange Format	Entwickelt von CompuServe zum schnellen Austausch von Pixelgrafiken, ist deshalb auf 8 Bit Farbtiefe beschränkt.
*.JPEG	Name kommt von "Joint Photographic Expert Group."	Bietet für feste Pixelbilder verlustfreie und verlustbehaftete Kompressionsverfahren. Letztere haben sich verbreitet durchgesetzt; Datenmengen können stufenweise bis zum Faktor 25 reduziert werden.
*.TIFF	Tagged Image File Format	Verbreitetes Dateiformat für Pixelbilder; es existieren verschiedene Varianten.

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

35

Darstellung von Bilddaten (Graphikverarbeitung)

b) Vektorgraphik

→ wird auch als Strichgraphik (engl.: vector-based graphics) bezeichnet.

Bei der Vektorgraphik wird ein Bild nicht als Muster einzelner Punkte dargestellt, sondern durch geometrische Formen (Objekte) aus Linien und/oder Kurven und Füllungen beschrieben, die mathematisch definiert sind.

Weil die Bildobjekte einzeln und mathematisch beschrieben sind, können sie unabhängig voneinander editiert (z.B. Farbe festlegen), geändert (z.B. stufenlos vergrößern / verkleinern) oder verschoben werden.

Vektorgraphik ist aus diesen Gründen besonders gut geeignet für technische Zeichnungen, rechnergestützte Konstruktion (CAD) oder die Modellierung von 3D-Objekten.

Weil Vektorgrafiken-Bilder mathematisch beschrieben sind, lassen sie sich im Gegensatz zu Pixelgrafiken platzsparender abspeichern und rascher über Datennetze übertragen.

Außerdem können Vektorgrafiken immer in der höchstmöglichen Auflösung eines Ausgabegerätes ausgegeben werden, da hier die Graphik nicht durch ihre Bildpunkte repräsentiert wird, sondern durch die Befehle zum Erzeugen der Graphik.

Für Fotos ist diese Darstellungsform nicht geeignet, da die definierten Konturen und Füllflächen eine Photographie zu glatt wirken lassen.

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

36

Darstellung von Bewegtbild-Daten (Videoverarbeitung)

Die analogen Videosignale müssen ebenso digitalisiert werden; das geschieht bei einem Film Bild für Bild – dementsprechend hoch ist auch der dafür notwendige Speicherbedarf.

Videodateiformate:

AVI (.avi - ,audio video interleave) ist ein von Microsoft entwickeltes, weit verbreitetes Videodateiformat (24 Bit RGB). Es verfügt über eine Audiospur im WAVE-Format, womit Stereoton in hoher Qualität ermöglicht wird.

MPEG-1 wurde durch die Motion Picture Experts Group (MPEG) der ISO entwickelt. MPEG-1 dient zur Kompression und Dekompression bewegter Bilder und zugehörigen Tons für digitale Speichermedien mit bis zu 1,5 Mbit/s Transferate.

MPEG-2 ist wesentlich komplexer als MPEG-1, aber zu diesem kompatibel. MPEG-2 ist der Kompressionsstandard für Video-DVD's und das digitale Fernsehen mit höheren Datentransferraten von 2 bis 16 Mbit/s. Für die traditionelle Fernsehqualität sind 4 bis 6 Mbit/s nötig. Ausgezeichnete TV-Darstellungsqualität wird bei etwa 9 Mbit/s erreicht.

QuickTime ist ein von Apple entwickelter umfassender, plattformübergreifender Multimedia-Werkzeugkasten. Es beinhaltet neben den eigenen Dateiformaten Import- und Exportfunktionen aller gängigen Formate für feste und bewegte Bilder (Grafik und Video) sowie für Ton und Text.

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

37

Verarbeitung digitaler Daten

Programmiersprachen sind exakte, künstliche Sprachen zur Formulierung, d.h. zur Erstellung von Programmen.

Folgende Merkmale legen eine (Programmier)Sprache fest:

- **Lexikalik:** definiert die gültigen Zeichen und Wörter, aus denen sich die (Programmier)Sprache zusammensetzt;
- m.a.W.: die Lexikalik legt den jeweiligen Zeichenvorrat der Sprache fest.
- **Syntax:** definiert die Struktur der Sprache, also den korrekten Aufbau von Sätzen aus gültigen Zeichen und Wörtern; d.h., in welcher Reihenfolge lexikalisch korrekte Zeichen und Wörter im Programm (bzw. in einem Satz) auftreten dürfen.
- **Semantik:** definiert die Bedeutung syntaktisch korrekter Sätze, d.h. sie beschreibt den Inhalt (den Sinn) der Wörter und der Zusammenhänge zwischen den Wörtern; z.B. was passiert, wenn eine bestimmte Programmanweisung ausgeführt wird.
- **Pragmatik:** definiert den Einsatzbereich einer Programmiersprache, d.h. sie beschreibt, für welche Arten von Anwendungen diese Programmiersprache besonders gut geeignet ist.

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

38

Programme

Eine zentrale Eigenschaft von Rechnern ist, dass sie programmierbar sind.

Das heißt, dem Rechner muss mitgeteilt werden, welche Arbeitsschritte er verrichten soll. Die Summe der Arbeitsschritte zur Verrichtung ("Erladigung") einer Aufgabe wird als *Programm* bezeichnet.

⇒ **Die vollständigen Anweisungen an einen Rechner zur Lösung einer Aufgabe bezeichnet man als Programm.**

Auch für die einzelnen Instruktionen eines Programms benutzt man eine vorher festgelegte Codierung, die jedem Befehl eine bestimmte Bitfolge (= Maschinensprache) zuordnet.

Allerdings kann man als Mensch kein Programm erstellen, indem man diese bestimmten Bitfolgen, die bestimmte Anweisung an den Prozessor bedeuten, anschreibt, da dieser Text dann nicht mehr überblickbar wäre.

Programme werden daher so erstellt, dass die Befehle in normalen Textzeichen geschrieben und dann von einem Übersetzungsprogramm in diese bestimmten Bitfolgen übersetzt werden, die ein Rechner dann als Maschinenbefehle versteht und somit verarbeiten kann.

So ein Übersetzungsprogramm heißt „Kompilierer“ (engl.: Compiler) und übersetzt ein in einer höheren Programmiersprache (z.B. Java, C#, Python) abgefasstes Quellprogramm in die Sprache, die der Prozessor versteht, das ist die Maschinensprache.

Ein **Compiler überprüft** beim Übersetzen die **syntaktische Richtigkeit** des Programms; er kann jedoch **nicht die Semantik** der Befehlsfolge auf ihre „Korrektheit“ hin prüfen.

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

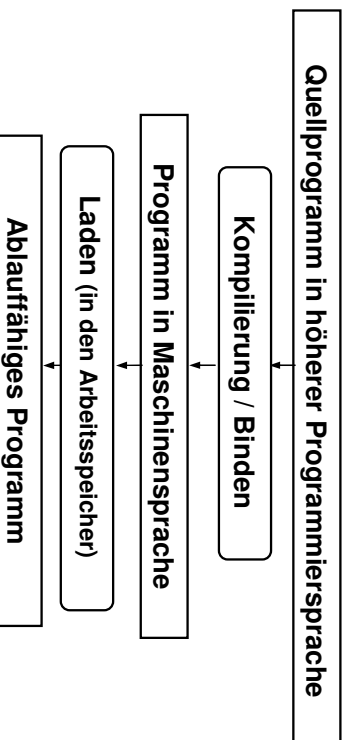
39

TINF

Kapitel 2 – Digitale Informationsverarbeitung

Verarbeitung digitaler Daten

Zeitlicher Ablauf der Verarbeitung eines Computerprogramms:



Datenhierarchie

0, 1 1 Bit Binary Digit: eine binäre Ziffer ('0' oder '1')

"A" 1 Byte = 8 Bits 256 unterschiedliche Zeichen darstellbar

Feld "Anna," Ein Datenfeld ist ein abgegrenzter Datenbereich mit ganz bestimmten Eigenschaften (numerisch, String, Anzahl der Dezimalstellen,)

SATZ "Anna", "Maier", 17, 3B Ein Datensatz ergibt sich aus mehreren zusammengehörigen Feldern. „Schlüssel“ sind eine besondere Gruppe von Feldern, mit deren Hilfe einzelne Datensätze identifiziert werden können.

DATEI Durch die Zusammenfassung von Datensätzen, die ein gemeinsames Format haben, entstehen Dateien.

DATENBANK Dateien werden zu einer höheren Organisationsform zusammengefasst.

September 2017

Dr. Werner Birkelbach-Baumgartner

40