

Übung zur Vorlesung  
**Digitale Medien**

Dr. Alexander De Luca  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
Wintersemester 2013/2014

# LZW-Komprimierung

## Idee:

Nicht einzelne Zeichen werden günstig kodiert, sondern ganze Zeichenketten (*Wörterbuch-Kompression*).

abcdabcdabcdabcd

Huffman: [a][b][c][d][a][b][c][d][a][b][c][d][a][b][c][d][d][d]

=> 18 Symbole

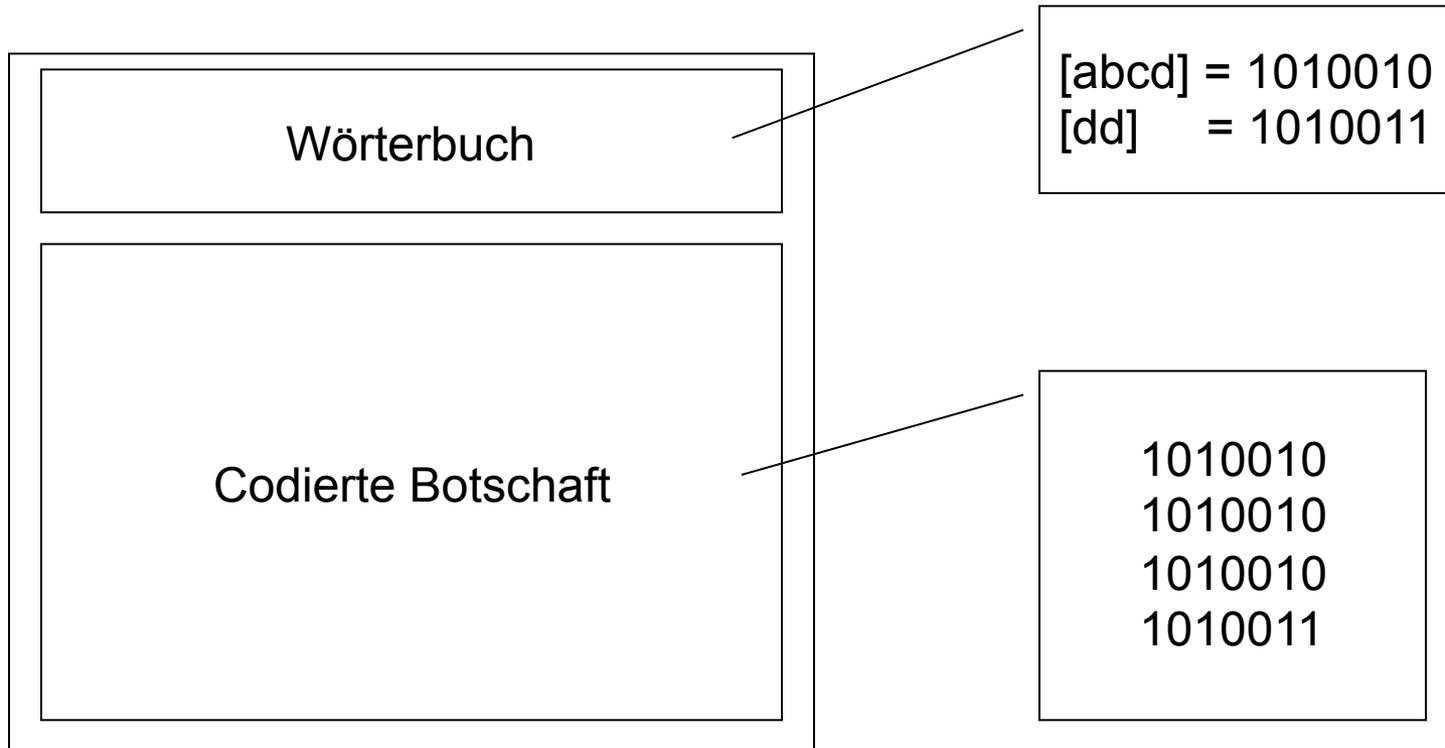
Wörterbuch: [abcd][abcd][abcd][abcd][dd]

=> 5 Symbole

Nachteil: Mehr Symbole nötig (jeder Eintrag ins Wörterbuch ist ein Symbol)

# LZW-Komprimierung

Weiterer Nachteil: Empfänger muss Wörterbuch kennen, um die Nachricht dekodieren zu können.



Aber: Muss das Wörterbuch wirklich mit übertragen werden?

Bei der [LZW-Komprimierung](#) wird das Wörterbuch *während* der Dekodierung aufgebaut!

# LZW-Komprimierung

Ausgegangen wird von einem Grundwörterbuch (z.B. ASCII-Code)

Algorithmus:

**SeqChar** p = < NächstesEingabezeichen >;

**Char** k = NächstesEingabezeichen;

**Wiederhole:**

**Falls** p & < k > in Tabelle enthalten

**dann** p = p & < k >

**sonst** trage p & <k> neu in Tabelle ein

        (und erzeuge neuen Index dafür);

        Schreibe Tabellenindex von p auf Ausgabe;

        p = < k >;

**Ende Fallunterscheidung;**

    k = NächstesEingabezeichen;

**solange bis** Eingabeende

Schreibe Tabellenindex von p auf Ausgabe;

a	97	h	104	o	111	v	118
b	98	i	105	p	112	w	119
c	99	j	106	q	113	x	120
d	100	k	107	r	114	y	121
e	101	l	108	s	115	z	122
f	102	m	109	t	116		
g	103	n	110	u	117		

# LZW-Komprimierung

Lesen (k)	Codetabelle schreiben (p & <k>)	Ausgabe	Puffer füllen (p)
			<l>
a	<la>, 256	108 (l)	<a>
b	<ab>, 257	97 (a)	<b>
a	<ba>, 258	98 (b)	<a>
l	<al>, 259	97 (a)	<l>
a			<la>
		256 (la)	<>

**SeqChar** p = < NächstesEingabezeichen >;

**Char** k = NächstesEingabezeichen;

**Wiederhole:**

**Falls** p & < k > in Tabelle enthalten

**dann** p = p & < k >

**sonst** trage p & <k> neu in Tabelle ein

            (und erzeuge neuen Index dafür);

            Schreibe Tabellenindex von p auf Ausgabe;

            p = < k >;

**Ende Fallunterscheidung;**

    k = NächstesEingabezeichen;

**solange bis** Eingabeende

Schreibe Tabellenindex von p auf Ausgabe;

# LZW-Komprimierung

**ballaballala**

a	97	h	104	o	111	v	118
b	98	i	105	p	112	w	119
c	99	j	106	q	113	x	120
d	100	k	107	r	114	y	121
e	101	l	108	s	115	z	122
f	102	m	109	t	116		
g	103	n	110	u	117		

Lesen (k)	Codetabelle schreiben (p & <k>)	Ausgabe	Puffer füllen (p)

**SeqChar** p = < NächstesEingabezeichen >;

**Char** k = NächstesEingabezeichen;

**Wiederhole:**

**Falls** p & < k > in Tabelle enthalten

**dann** p = p & < k >

**sonst** trage p & <k> neu in Tabelle ein

            (und erzeuge neuen Index dafür);

            Schreibe Tabellenindex von p auf Ausgabe;

            p = < k >;

**Ende Fallunterscheidung;**

    k = NächstesEingabezeichen;

**solange bis** Eingabeende

    Schreibe Tabellenindex von p auf Ausgabe;

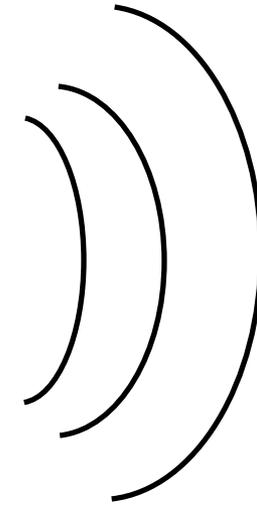
# LZW-Komprimierung

Lesen (k)	Codetabelle schreiben (p & <k>)	Ausgabe	Puffer füllen (p)
			<b>
a	<ba>, 256	98 (b)	<a>
l	<al>, 257	97 (a)	<l>
l	<ll>, 258	108 (l)	<l>
a	<la>, 259	108 (l)	<a>
b	<ab>, 260	97 (a)	<b>
a			<ba>
l	<bal>, 261	256 (ba)	<l>
l			<ll>
a	<lla>, 262	258 (ll)	<a>
l			<al>
a	<ala>, 263	257 (al)	<a>
		97 (a)	<>

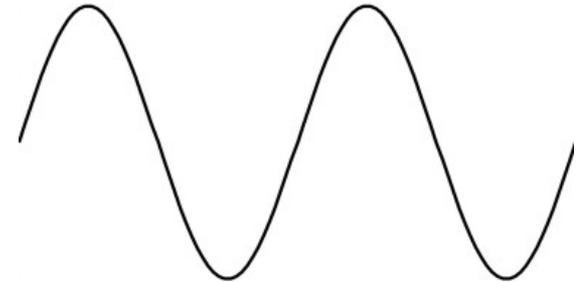
Ergebnis: 98 – 97 – 108 – 108 – 97 – 256 – 258 – 257 - 97

# Digitalisierung

physikalische Signale



elektrische Signale

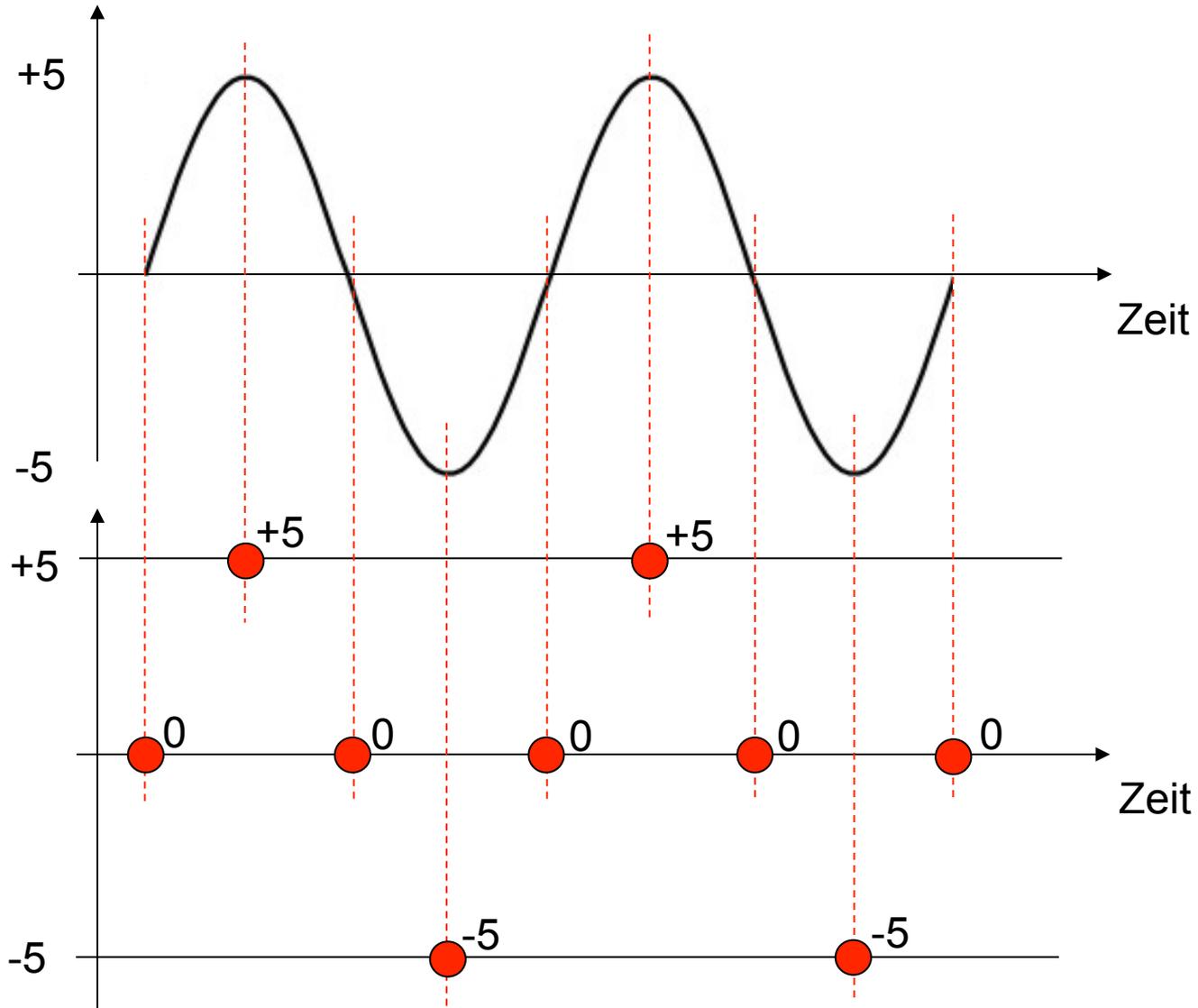


digitale Signale



10100100101111010111101

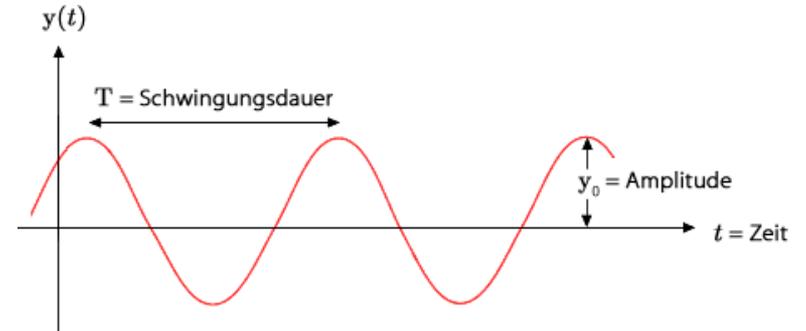
# Digitalisierung



# Wellen

Eine Welle wird beschrieben durch:

$A$	Amplitude (z.B. Lautstärke dB)
$c$	Ausbreitungsgeschwindigkeit
$f$	Frequenz ( $f = 1/T$ ) bzw.
$\lambda$	Wellenlänge ( $\lambda = c / f$ )



Frequenz  $f$  wird in Hertz ( $Hz$ ) gemessen.

1 Hz = 1 Schwingung / Sekunde

Schwingungsdauer  $T$  ist die Zeit bis sich das Wellenmuster wiederholt.

# Umrechnung

...von Schwingungsdauer und Frequenz

Welle mit Schwingungsdauer  $T = 2 \text{ ms}$ . Wie hoch ist die Frequenz  $f$  ?

$$T = 2 \text{ ms} = 2 * 10^{-3} \text{ s} = 0,002 \text{ s}$$

$$f = 1 / T = 1 / 0,002 = 500 \text{ Hz}$$

Welle mit Frequenz  $f = 500 \text{ MHz}$ . Bestimme Schwingungsdauer  $T$ .

$$f = 500 \text{ MHz} = 500.000.000 \text{ Hz}$$

$$f = 1 / T \quad \Rightarrow \quad T = 1 / f$$

$$T = 1 / 500.000.000 \text{ Hz} = 0,000000002 \text{ s} = 0,000002 \text{ ms} = 0,002 \text{ } \mu\text{s}$$

$$f = 1/T$$

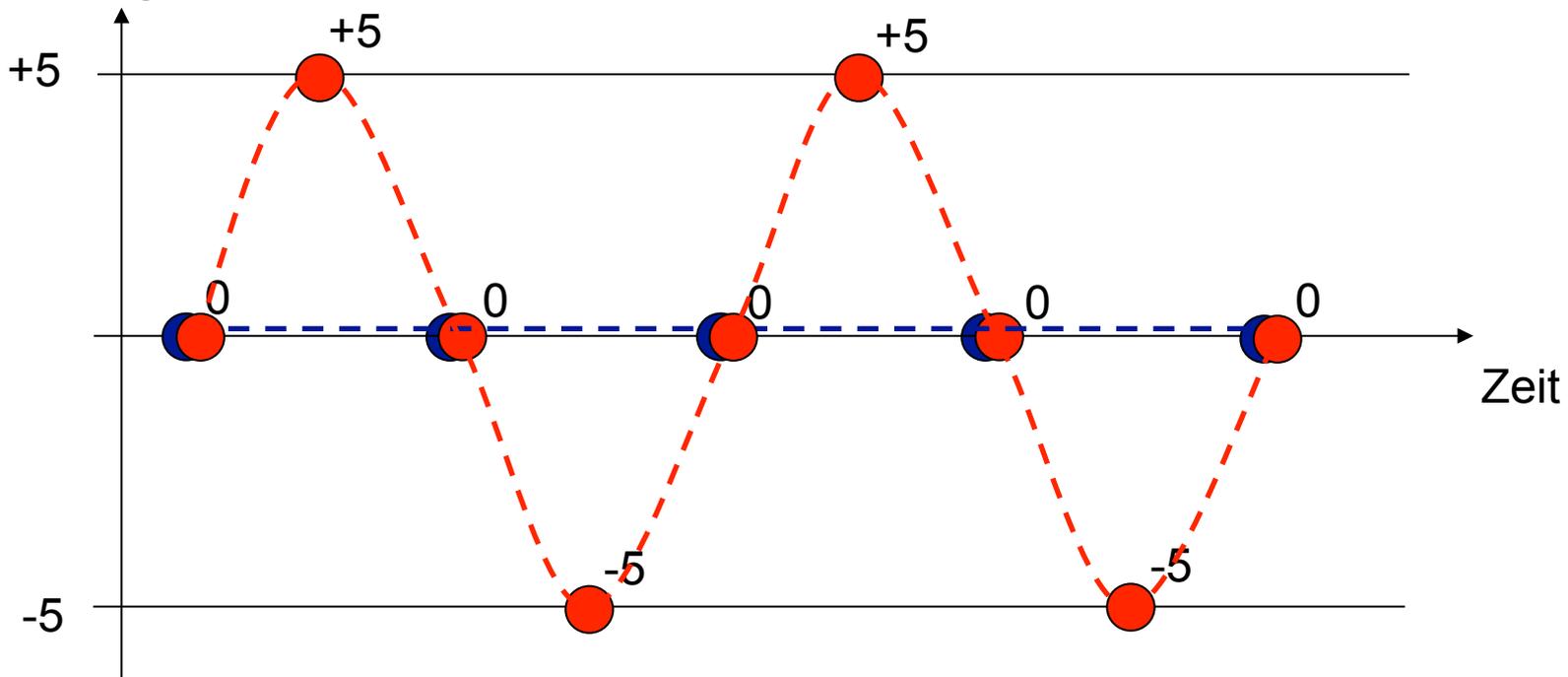
1 Millisekunde (ms) =

$$1 * 10^{-3} \text{ Sekunden} = 0,001 \text{ Sekunden}$$

1 Mikrosekunde ( $\mu\text{s}$ ) =

$$1 * 10^{-6} \text{ Sekunden} = 0,000001 \text{ Sekunden}$$

# Nyquist Theorem



Aus den Samples wird versucht, das Originalsignal zu rekonstruieren.  
Je höher die Abtastrate desto besser die Rekonstruktion.

Doppelte Frequenz der Welle (blau) reicht nicht!

Abtastrate  $f_A$  muss größer als die doppelte Frequenz  $f$  sein:

$$f_A > 2 * f \quad (\text{Nyquist-Theorem})$$

z.B. Audio-CD: Frequenz  $f$  maximal 20 kHz, Abtastrate 44,1 kHz