

**Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. J. Becker**

**becker@kit.edu**

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV)

**Digitaltechnik**

**Codewandlung/Umschaltung**

- Bei der Entwicklung **unabhängiger Teilsysteme** ist es oft der Fall, dass diese mit unterschiedlichen Codes arbeiten.  
Daher benötigt man diverse **Codewandlungen**
- **Hohe Systemzahl -> viele unterschiedliche Codewandlungen**

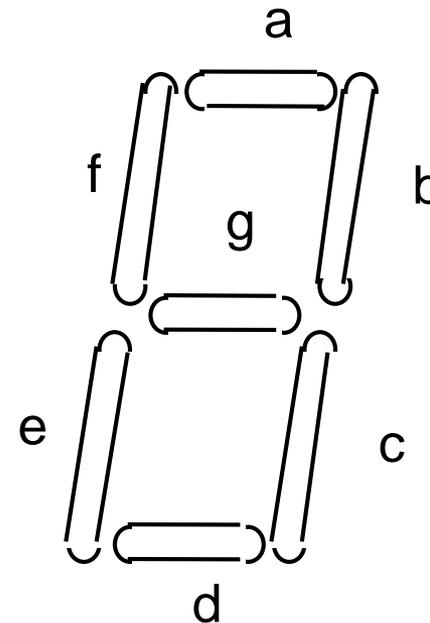
## Beispiel 1:    **BCD $\Rightarrow$ 7-Segment:**

- 7-Segment Anzeigen  
-> effiziente Art, Zahlen digital anzuzeigen
- Der 7-Segment-Code ordnet jedem **Segment ein Bit** zu
- Umwandlung:  
    → die **Zuordnung** der 7-Segment Bits    (Ausgabe der Wandlung)  
        zu dem Wert der Ziffer **im BCD-Code** (Eingabe der Wandlung )

## Beispiel 1: BCD $\Rightarrow$ 7-Segment:

### ■ Zuordnung: BCD-Codewörter $\rightarrow$ Segmentbitwerte

Ziffer	BCD	7-Segment (abcdefg)
0	0000	1111110
1	0001	0110000
2	0010	1101101
3	0011	1111001
4	0100	0110011
5	0101	1011011
6	0110	1011111
7	0111	1110000
8	1000	1111111
9	1001	1111011



## Beispiel 2: Gray-Code nach Dualzahl:

Gray-Code	000	001	011	010	110	111	101	100
Dualzahl	000	001	010	011	100	101	110	111

## Beispiel 3: ASCII nach BCD für Dezimalzahlen 0 ... 9:

Zeichen:	0	1	2	3	4
ASCII-Code:	0110000	0110001	0110010	0110011	0110100
BCD-Code:	0000	0001	0010	0011	0100

Zeichen:	5	6	7	8	9
ASCII-Code:	0110101	0110110	0110111	0111000	0111001
BCD-Code:	0101	0110	0111	1000	1001

## ■ Verbreitete Code-Eigenschaft:

meistens ist die Anzahl der **Alphabetezeichen höchstens  $2^m$** ,  
wenn  $m$  die zur Codierung verwendeten Binärstellen sind

## ■ Jedoch: **Kostenmäßige**, **zeitliche** und **geometrische** Randbedingungen

→ **Anzahl an Binärstellen nicht ausreichend**

## ■ Mögliche Lösung: **Codeumschaltung**

→ **Codewörter** werden **mehrfach belegt**

→ **Codewortbedeutung** durch spezielle Umschaltzeichen **änderbar**

■ Solche Umschaltcodes arbeiten genauso wie die Umschalttasten auf der Tastatur oder beim Taschenrechner (shift, ctrl, 2nd,...)

## ■ Besonders effizient:

→ **Umschaltcodes:** eine Gruppe von Zeichen kommt sehr selten vor,  
oder Zeichen aus einer Gruppe treten häufig auf

- Bei der Codeumschaltung gibt es **drei verschiedene Arten** von Codewörtern:
  - Codewörter, deren **Bedeutung umgeschaltet** wird
  - Spezielle Codewörter, die eine **Umschaltung der Zeichengruppen** bewirken
  - Codewörter, die **unabhängig** von der Umschaltung **immer gleich** sind
- Die notwendige **Anzahl** der **speziellen Umschalt-Codewörter**, entspricht der **Anzahl** der **Gruppen** von Zeichen

# Codeumschaltung: Fernschreibercode

## Beispiel: Fernschreibercode (5 Bit, 32 Codewörter)

- **Gruppen à 26 Codewörter** (hier zunächst ein Auszug dargestellt)
  - Buchstaben (A-Z)
  - Ziffern, Sonderzeichen,...
- **Fernschreibcode** nach CCITT Nr.2:
  - **2 Hauptgruppen:** 2 spezielle **Umschaltzeichen** notwendig
    - Umschaltung auf Buchstaben, Umschaltung auf Ziffern
  - **4 feste Codewörter:** unabhängig von Umschaltung immer gleich
    - **Wagenrücklauf, Zeilenvorschub, Leerzeichen, unbenutztes Codewort**

### Code-Auszug:

CW	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Bu	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Zi					3				8						9	0

# Codeumschaltung: Fernschreibercode

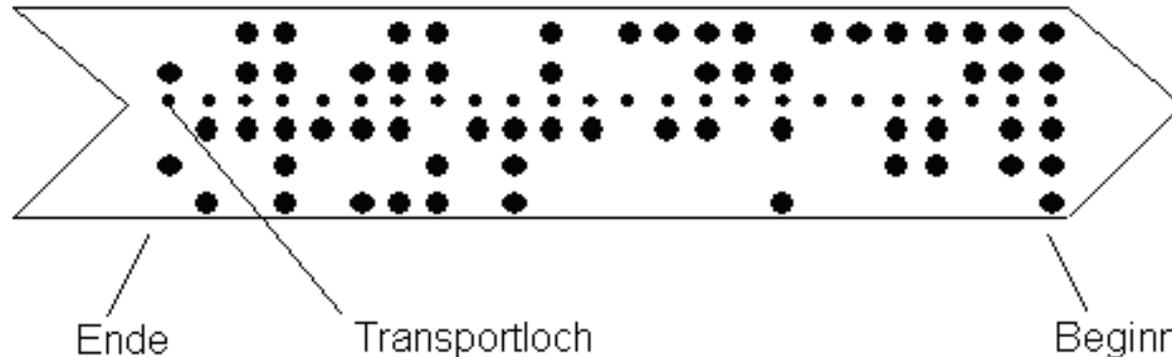
Beispiel: **Fernschreibercode** (5 Bit, 32 Codewörter)

→ kompletter Code

		Codeworte mit Um schaltung																									Steuerzeichen												
		1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0			
		1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
		0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
		0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
		0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32						
Bu		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	Bu	Zi	NR	ZL	ZR	LZ						
Zi					3					8						9	0	1	4		5	7		2		6													

# Umschaltcodes: Anzahl Codewörter

Beispiel: **Darstellung im Fernschreibcode**



## Zahl der möglichen Codewörter

- N    Zahl der Codewörter
- m    Anzahl der Binärstellen der Codewörter
- i    Zahl der allen Gruppen gemeinsamen Zeichen
- j    Zahl der Gruppen und damit Umschaltzeichen
- N'    Zahl der nutzbaren Codewörter je Gruppe
- N''    Zahl der mit Umschaltung darstellbaren Zeichen

• Es gilt:                       $N' = 2^m - i - j$                       und                       $N'' = j * N' + i$

■ **Gesucht:** ist ein Code mit  $N'' \geq N$  mit minimalem j