Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Technik der Informationsverarbeitung

**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

# Codewandlung

- 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 ⇒ 7-Segment:**

- 7-Segment Anzeigen
  -> effiziente Art, Zahlen digital anzuzeigen

- Der 7-Segment-Code ordnet jedem **Segment ein Bit** zu

- Umwandlung:

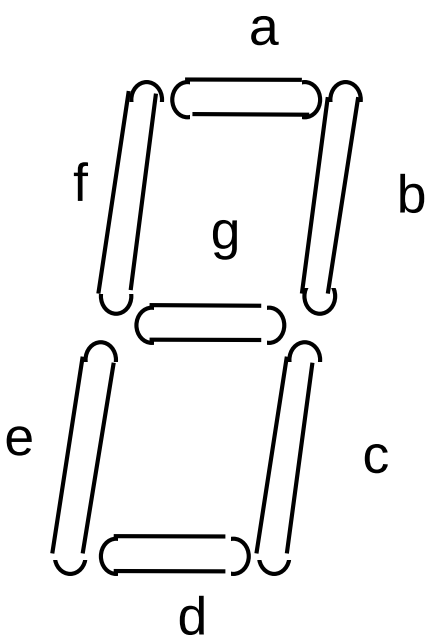
  → die **Zuordnung** der 7-Segment Bits (Ausgabe der Wandlung)
  zu dem Wert der Ziffer **im BCD-Code** (Eingabe der Wandlung )

# Codewandlung

## Beispiel 1: BCD ⇒ 7-Segment:

- **Zuordnung: BCD-Codewörter -> 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 |



# Codewandlung

**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 |

# Codeumschaltung

- **Verbreitete Code-Eigenschaft:**

  meistens ist die Anzahl der **Alphabetzeichen 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

# Codeumschaltung

- 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 |


KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft
Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV) | © 2017

# Codeumschaltung: Fernschreibercode

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

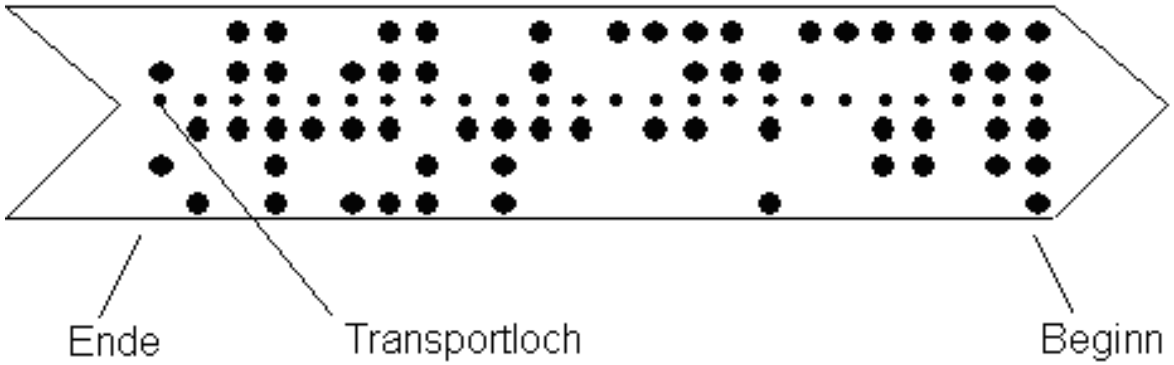
→ **kompletter Code**

| | Codeworte mit Umschaltung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 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 | 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 |
| | 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 | 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 |
| | 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 | 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 | WR | ZL | ZR | LZ |
| Zi | | | | | 3 | | | | 8 | | | | | | 9 | 0 | 1 | 4 | | 5 | 7 | | 2 | | 6 | | | | | | | |


KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft
Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV) | © 2017

# 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