

### 3.4.2.3 BCD-Zahlen

#### • Grundlagen

Um den dezimalen Wert einer Dualzahl zu erfassen, ist man besonders bei großen Zahlen auf umständliche Berechnungen oder die Benutzung des Taschenrechners angewiesen.

Eine geschicktere Methode der Zahlendarstellung besteht darin, ein Binärwort so aufzubauen, dass man den dezimalen Wert ziffernweise ablesen kann. Bei der nachfolgend beschriebenen Zahlendarstellung wird unterstellt, dass man die Dualzahlen von 0000...1111 direkt lesen und verstehen kann.

Binär-codierte Dezimalzahlen werden abgekürzt als *BCD-Zahlen* bezeichnet. Eine vorliegende Dezimalzahl wird ziffernweise codiert, wobei nur der binäre Zeichenvorrat (0, 1) verwendet wird. Für die Darstellung der 10 Dezimalziffern werden mindestens 4 Binärstellen (1 Tetrade) benötigt.

Es gibt mehrere BCD-Codes, der bekannteste ist der BCD-8421-Code. Die Ziffernfolge 8421 benennt die Stellenwertigkeit der Binärstellen innerhalb einer Tetrade. Nachfolgend werden Zahlen, die im BCD-8421-Code codiert sind, auch einfach als BCD-Zahlen bezeichnet.

Tabelle: BCD-Zahlen für 1 Dezimalstelle

Dezimalzahlen	BCD-8412-Zahlen
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
	1010
	1011
Nicht verwendete Kombinationen	1100
(sog. Pseudotetraden)	1101
	1110
	1111

Mit 4 Tetraden = 16 Bit lässt sich ein Zahlenumfang von 0 bis  $10^4 - 1 = 9999$  darstellen.

**Zahlenbeispiel:** BCD-codierte Zahl schreiben

Die Darstellung des dezimalen Wertes 7254 im BCD-Code ergibt:

7	2	5	4	dezimal
0111	0010	0101	0100	BCD-Zahl

**Zahlenbeispiel:** BCD-codierte Zahl lesen

Wie lautet der dezimale Zahlenwert der gegebenen BCD-codierten Zahl?

1001	0011	1000	0110	BCD-codiert
9	3	8	6	dezimal

**Zahlenbeispiel:** Ziffernanzeige

Eine BCD-codierte Ziffernanzeige zeigt die Zahl 80 an.

- a) Welches Bitmuster weist das anliegende Binärwort auf?
- b) Welche Zahl würde eine geeignete dual-codierte Ziffernanzeige beim gleichen Bitmuster wie bei a) anzeigen?
- c) Welches Ergebnis würden eine BCD-codierte Ziffernanzeige ausgeben, wenn sie mit dem Bitmuster 0111 1111 angesteuert werden würden?
- d) Welche Zahl würde eine geeignete dual-codierte Ziffernanzeige beim gleichen Bitmuster wie bei c) anzeigen?

Lösung:

a) Bit-Nr. 7 6 5 4 3 2 1 0

1	0	0	0	0	0	0	0
8				0			

(4 Signalleitungen je Stelle)  
BCD-codierte Ziffernanzeige

b) Bit-Nr. 7 6 5 4 3 2 1 0

1	0	0	0	0	0	0	0
1			2		8		

Dual-codierte Ziffernanzeige

c) Bit-Nr. 7 6 5 4 3 2 1 0

0	1	1	1	1	1	1	1
7				dunkel			

BCD-codierte Ziffernanzeige

Das Bitmuster 1111 der niederwertigen Stelle kann nicht als Ziffer angezeigt werden, da es 9 übersteigt. Die Anzeige schaltet auf "dunkel".

d) Bit-Nr. 7 6 5 4 3 2 1 0

0	1	1	1	1	1	1	1
1			2		7		

Dual-codierte Ziffernanzeige

- **BCD-Zahlen in der S7-SPS:**

Das BCD-Zahlenformat kommt im technischen Prozessbereich vor bei Zahleneinsteller und Ziffernanzeigen sowie programmintern bei der Vorgabe von Zeitwerten bei Zeitgliedern und Zählwerten bei Zählern.

Weder in der SPS-Norm noch in STEP 7 existiert ein Datentyp für BCD-Zahlen. Um trotzdem BCD-Zahlen darstellen zu können verwendet man das hexadezimale Zahlenformat und verwendet nur die Ziffern 0...9.

Man unterscheidet nach dem Zahlenformat 16-Bit-BCD-Zahlen und 32-Bit-BCD-Zahlen und nach der Verwendung vorzeichenlose und vorzeichenbehaftete BCD-Zahlen.

Eingabe einer vorzeichenlosen 16 Bit-BCD-Zahl, die auch als solche im Programm verarbeitet wird.

**Zahlenbeispiel:** Dezimalzahl 1234

Im Programm als Konstante: W # 16 # 1234

Mit BCD-Zahleneinsteller: **1234**

Bitmuster: 0001 0010 0011 0100

Eingabe einer vorzeichenbehafteten 16 Bit-BCD-Zahl, die auch als solche im Programm verarbeitet wird, z.B. bei der Umwandlungsfunktion 16-Bit-BCD TO INT. Diese Funktion wertet die links außen stehende Dekade als Vorzeichenstelle und hat dann nur noch 3 Dekaden für den Betrag:

0xxx = positiv

1xxx = negativ

**Zahlenbeispiel:** Dezimalzahl +234

Im Programm als Konstante: W# 16 # 0234

Mit BCD-Zahleneinsteller: **0234**

Bitmuster: = 0000 0010 0011 0100

**Zahlenbeispiel:** Dezimalzahl -234

Im Programm als Konstante: W # 16 # 8234

Mit BCD-Zahleneinsteller: **8234**

Bitmuster: = 1000 0010 0011 0100

### 3.4.2.4 Hexadezimalzahlen

#### • Grundlagen

Kennzeichen der *Hexadezimalzahlen* ist, dass die aufsteigenden Stellenwerte Potenzen der Basis 16 sind und ein Zeichenvorrat von 16 Zeichen zur Verfügung steht. Da 16 verschiedene einstellige Ziffern unterschieden werden müssen, reicht der Vorrat der Ziffern 0...9 nicht aus und muss durch die „Ziffern“ A...F ergänzt werden.

Zeichenvorrat: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

**Zahlenbeispiel:** Hexadezimalzahl

Wie heißt die Dezimalzahl für das Hexadezimal-Zahlwort  $Z = 12C$ ?

$$\text{Hex-Zahlwort} \quad Z = Z_2 + Z_1 + Z_0$$

$$\text{Hex-Zahlwort} \quad Z = 1 \cdot 16^2 + 2 \cdot 16^1 + 12 \cdot 16^0$$

$$\text{Dezimalzahl} \quad Z = 256 + 32 + 12 = 300$$

Die Bedeutung der hexadezimalen Darstellung von Zahlen in der Steuerungstechnik besteht darin, dass sie eine weitverbreitete Kurzschreibweise für Dualzahlen der Wortlänge 4, 8, 16