

# Das Zweierkomplement

David Vajda

9. Dezember 2014

## 1 Einerkomplement

Beim Einer-Komplement kann die 0 auch durch  $111\dots 111$  dargestellt werden.  $0 - x$  muss die negative Zahl von  $x$  ergeben. Wenn wir also 1010 von 0 abziehen müssen wir  $-1010$  erhalten.  $11111 - 01010 = 10101$  und dies ist die negative Zahl.

## 2 Zweierkomplement

Anstatt von  $11111\dots$  abzuziehen, wird hier von  $100000\dots 00$  abgezogen. Betrachtet man nun die schriftliche Subtraktion und fängt beim niederwertigsten Bit an abzuziehen, dann unterscheidet sich die Subtraktion von 01010 von  $00000000\dots 00000$  und  $10000000\dots 00000$  solange nicht, solange nicht die führende 1 erreicht ist. Das Ergebnis ist  $\dots 111111111111110110$ , wenn wir von 0 1010 abziehen. Ziehen wir von 1000000 brechen die führenden Einsen irgendwann ab und werden durch Nullen ersetzt:  $10000000000 - 1010 = 000000111110110$ . Das Ergebnis stimmt also nur an den höchstwertigen Stellen nicht. Dies wird aber mit Modulo so oder so abgeschnitten, weil unsere Register gar nicht so viel aufnehmen.

Wenn wir aber von  $1000\dots 000$  abziehen, ziehen wir aber auch von  $111111111\dots 1111 + 1$  ab. Damit können wir die negative Zahl bilden, indem wir alle Bits invertieren und eine 1 dazu addieren. Und genau das machen wir bei der Umwandlung einer Binärzahl in eine negative, beim Zweierkomplement.

Haben wir nun die negative Zahl gebildet, ist es kein Problem mehr, Zahlen zu subtrahieren: Wir müssen lediglich addieren.

## 3 Warum diese Betrachtungen mit den Dezimalzahlen nicht funktionieren!

Wir haben gesehen: Ob wir von 0 oder 100 abziehen ist für die hinteren Stellen egal. Machen wir das gleiche Experiment mit den Dezimalzahlen: Ziehen wir von 100 und von 000, 99 ab.  $100 - 99 = 1$ ,  $000 - 99 = -99$ ! Hier scheint die Logik nicht mehr auf zu gehen.

Aber dieses Problem sollte bekannt sein: In der Informatik gibt es drei Möglichkeiten eine Zahl zu bilden: Das Einerkomplement, das Zweierkomplement und eben Betrag und Vorzeichen. Und genau so bilden wir im Dezimalsystem eine

negative Zahl: Mit Betrag und Vorzeichen. 99 ist der Betrag, – das Vorzeichen.  
Hier geht die oben genannte Logik also nicht auf!