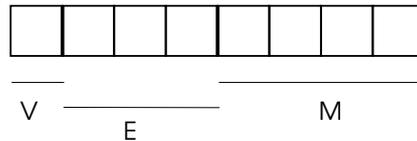


## Multiplikationen von Fließkommazahlen in Binärdarstellung

Es wird der Übersicht halber folgende Darstellung einer Fließkommazahl gewählt (vgl. IEEE-Fließkommazahl):



Für alle möglichen binären Belegungen ergibt sich der Dezimalwert  $Z$  aus folgender Formel :

$$Z_D = (-1)^V \cdot 2^{E-3} \cdot (1, M)$$

Um eine Multiplikation  $Z_r = Z_A \cdot Z_B$  in Binärdarstellung durchzuführen kommen unterschiedliche Arten der Datenverarbeitung zum Einsatz. Eine einfache Variante stellt folgendes Verfahren dar.

### Vorzeichenberechnung

Sind die Vorzeichen  $V_A, V_B$  der beiden Multiplikatoren gleich, so erhält man als Ergebnis eine positive Zahl. Sind  $V_A, V_B$  unterschiedlich erhält man als Ergebnis eine negative Zahl. Somit kann das Vorzeichen  $V_R$  direkt über  $V_A \oplus V_B$  bestimmt werden.

### Exponentenberechnung

Der Exponent  $E_R$  des Ergebnisses ergibt sich aus der Addition der Exponenten der Multiplikatoren  $E_A + E_B$ .

### Mantissenberechnung

Die Mantissenberechnung erfolgt durch binäre Multiplikation über den Shift&Add Algorithmus:

Dazu werden die Mantissen  $M_A$  und  $M_B$  um eine ,1' als MSB ergänzt (ergibt sich aus  $M = 1, M$ ). Im Anschluss erfolgt ein Linksschieben der beiden Mantissen um 4 Stellen. Dies entspricht dem 5 Bit langen Binärvektor  $(1, M) \rightarrow M_4 M_3 M_2 M_1 M_0 \cdot 2^{-4}$ ; mit  $M_4 = 1$ .

Die Stellen  $M_{A,4} M_{A,3} M_{A,2} M_{A,1} M_{A,0}$  werden bitweise mit  $M_{B,0}$  verknüpft. Anschließend wird  $M_A$  um eine Stelle nach links verschoben. Alle Stellen  $M_{A,4..0}$  werden bitweise mit  $M_{B,(0+1)}$  verknüpft und das Ergebnis zum bestehenden Zwischenergebnis addiert. Dieses Vorgehen wird wiederholt bis alle Stellen von  $M_B$  in die Berechnung eingeflossen sind.

Um das Ergebnis wieder auf Standarddarstellung zu bringen, wird das Linksschieben beider Mantissen um jeweils 4 Stellen ( $Mantisse_{A,B} \cdot 2^{-4}$ ) über ein 8-fach rechtsschieben des Ergebnisses korrigiert ( $Mantisse_R \cdot 2^8$ ). Dadurch erhält man das Ergebnis  $M_{R,10} M_{R,9} M_{R,8} M_{R,7} M_{R,6} M_{R,5} M_{R,4} M_{R,3} M_{R,2} M_{R,1} M_{R,0}$ . Die Stellen  $M_{R,4} - M_{R,0}$  werden abgeschnitten. Kam es bei der Multiplikation zu einem Überlauf in der Stelle  $M_{R,10}$  so wird dieser mit einem weiteren rechtsschieben korrigiert und der Exponent um 1 inkrementiert ( $E_R - 1$ ).