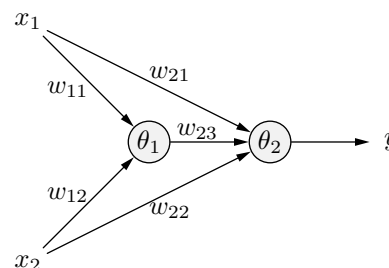


### 3. Übungsblatt

#### Aufgabe 11 Netze von Schwellenwertelementen

Bestimmen Sie die Parameter  $w_{ji}$  und  $\theta_j$  des in der nebenstehenden Skizze gezeigten neuronalen Netzes aus Schwellenwertelementen so, daß dieses Netz das Exklusive Oder der Booleschen Variablen  $x_1$  und  $x_2$  berechnet (d.h.  $y = x_1 \dot{\vee} x_2$  bzw.  $y = x_1 \oplus x_2$ )!

(Hinweis: Gehen Sie von einer geometrischen Interpretation der Berechnung im Eingaberaum des rechten Neurons aus und überlegen Sie, wie Sie die Ausgabe des linken Neurons verwenden können, um die Punkte  $(x_1, x_2)$ , für die 1 bzw. 0 geliefert werden soll, so anzuordnen, daß sie durch eine Ebene trennbar werden.)



#### Aufgabe 12 Schwellenwertelemente: Darstellung Boolescher Funktionen

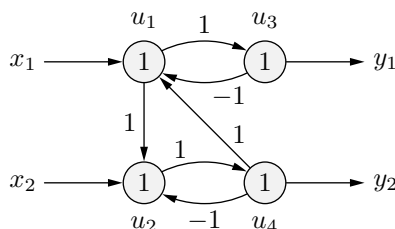
In der Vorlesung wurde ein Algorithmus besprochen, mit dem man zu einer beliebigen Booleschen Funktion  $y = f(x_1, \dots, x_n)$  ein Netz aus Schwellenwertelementen konstruieren kann, das diese Funktion berechnet. Dieser Algorithmus basierte auf der Darstellung der Booleschen Funktion in disjunktiver Normalform. Geben Sie einen dualen Algorithmus an, der auf der Darstellung der Booleschen Funktion in *konjunktiver* Normalform beruht!

#### Aufgabe 13 Trainieren von Schwellenwertelementen

Geben Sie den Ablauf des Lernvorgangs (Delta-Regel) eines Schwellenwertelementes für die Boolesche Funktion  $x_1 \rightarrow x_2$  an! (Am besten mit Hilfe einer Tabelle, die Spalten für die Werte von  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $o = x_1 \rightarrow x_2$ ,  $\vec{x} \cdot \vec{w}$ ,  $y$ ,  $e$ ,  $\Delta\theta$ ,  $\Delta w_1$ ,  $\Delta w_2$ ,  $\theta$ ,  $w_1$  und  $w_2$  enthält.) Verwenden Sie als Anfangsbelegung des (erweiterten) Gewichtsvektors  $\vec{w} = (0, 0, 0)$  und als Lernrate 1. Geben Sie eine geometrische Interpretation des Lernergebnisses an!

#### Aufgabe 14 Aktualisierungsreihenfolge

Gegeben sei das folgende Netz aus Schwellenwertelementen:



Zeigen Sie, daß es von der Aktivierungsreihenfolge der Schwellenwertelemente abhängt, ob das Netz in einen stabilen Zustand gelangt, wenn die Eingaben  $x_1 = 0$  und  $x_2 = 1$  angelegt werden!