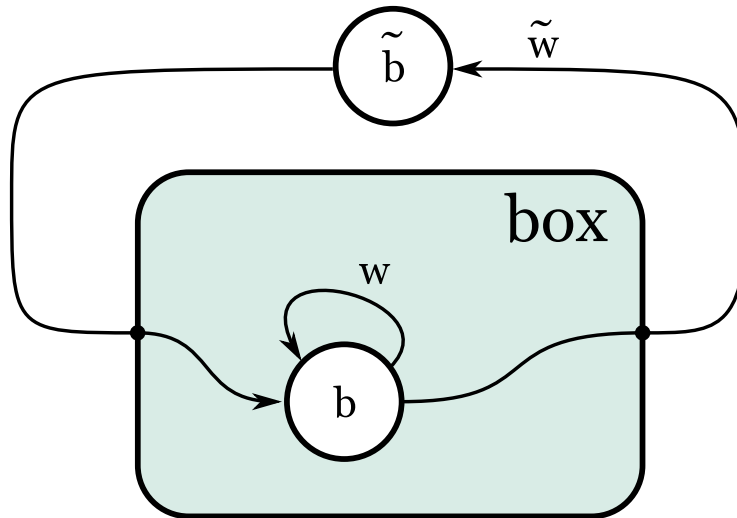


**A - Stabilisierung instabiler Fixpunkte (6 Punkte)**

Gegeben sei zunächst ein Einzelneuron mit Bias  $b$  und einer rekurrenten Verbindung  $w$  (so wie innerhalb der Box gezeigt, d.h. ohne das äußere Neuron). Wählen Sie sich geeignete individuelle Parameterwerte  $(w, b)$ , mit  $w \in [1.1; 1.6]$  und  $b \in [-0.5; 0.5]$ , so dass Hysterese auftritt und belegen Sie letztere grafisch. Berechnen Sie zu Ihrer Parameterwahl alle Fixpunkte und geben Sie diese sowie deren Stabilität an. Ziel ist



es nun, durch Hinzunahme eines äußeren Neurons ohne Selbstkopplung und ohne Veränderungen innerhalb der Box, den instabilen Fixpunkt  $x_i$  in einen stabilen zu verwandeln. Wählen Sie dazu geeignete Werte für  $\tilde{w}$  und  $\tilde{b}$ . Initialisieren Sie das Einzelneuron und warten Sie einige Zeitschritte ab, bis es in einen der stabilen Fixpunkte gelaufen ist. Dann schalten Sie das äußere Neuron hinzu, so dass man im zeitlichen Verlauf die Stabilisierung sieht (Grafik). Erstellen Sie eine zweidimensionale Grafik über den Parameterraum  $(\tilde{w}, \tilde{b})$ , in der die Bereiche erfolgreicher Stabilisierung farblich markiert sind und diskutieren Sie den Zusammenhang von  $(w, b)$  und  $(\tilde{w}, \tilde{b})$ . Für welche Wahl von  $(\tilde{w}, \tilde{b})$  wird für das zur Box führende Stabilisierungssignal am wenigsten Energie verbraucht (überlegen Sie sich ein geeignetes Maß für Energie und begründen Sie ihre Wahl)? Kehren Sie nun das Vorzeichen von  $w$  um, so dass ein Periode-2-Orbit und ein instabiler Fixpunkt vorliegen und wiederholen Sie die Stabilisierungsmethode. Gibt es Unterschiede? Überlegen Sie sich (schriftlich) welchen Sinn es haben kann, instabile Fixpunkte eines Systems (Körper in einer Umwelt) zu stabilisieren.