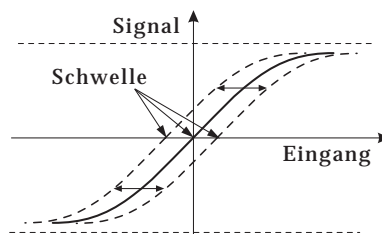


- ▷ Es erweist sich als günstig, **Schwellenparameter** einzuführen, die das Argument der Sigmoidfunktionen verschieben. Man behandelt die Schwellenparameter wie Gewichte für Verbindungen, die von einem Knoten mit konstantem Signal (meist 1) ausgehen.



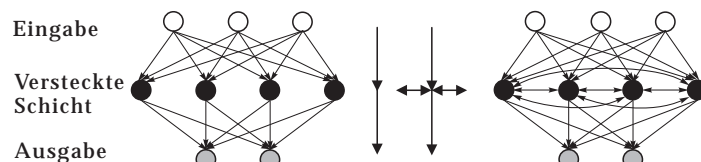
Wirkung einer Sigmoidfunktion bei verschiedenen Werten des Schwellenparameters

- **Lernen:** Neuronale Netze **lernen** aus Beispiel-Eingaben mit oder ohne Beurteilung ihrer jeweiligen Ausgaben (**überwachtes** bzw. **unüberwachtes Lernen**), indem sie ihre Gewichte verändern.
- ▷ Bei vielen Lernverfahren ist es sinnvoll, die Gewichte vor Beginn des Lernens mit (kleinen) Zufalls-werten zu belegen.

Struktur

Verbindungsstruktur eines Netzes, auch **Architektur**: Wichtigster Spezialfall sind **vorwärtsgerichtete** (engl. feedforward) Verbindungsstrukturen, wobei die Knoten meist in **Schichten** eingeteilt werden. Jeder Knoten gibt sein Signal jeweils nur an Knoten weiter, die in einer der nachfolgenden Schichten liegen (**Multilayer Perceptron**).

Kann dagegen mindestens ein Knoten (direkt oder indirekt) seinen eigenen Eingang beeinflussen, spricht man von **rückgekoppelten** (engl. recurrent) Netzen.



Links: vollständig verbundenes vorwärtsgerichtetes Netz mit einer versteckten Schicht;
rechts: Netz mit Rückkopplungen in der versteckten Schicht

- **Eingabe-Schnittstellen** sind zum Beispiel fest vorgegebene Signale von **Eingabe-Knoten**, die keine weitere Funktion haben. Informationen können dem Netz auch in Form seines **Anfangszustandes** eingegeben werden.
- **Ausgabe-Schnittstellen** sind meist **Ausgabe-Knoten**, deren Signale vom Anwender unmittelbar abgegriffen werden.

Alle Knoten, die weder Ein- noch Ausgabeknoten sind, werden **versteckte Knoten** genannt, da sich der Anwender nicht direkt damit befaßt.

27.2 Umsetzung des Neuronen-Modells

Zeitunabhängige Systeme

Die meisten neuronalen Anwendungen stützen sich auf den einfachen Fall zeitunabhängiger, vorwärtsgerichteter Netze. Hier nimmt jeder Knoten zu jeder Eingabe einen festen Zustand ein, der sich unmittelbar