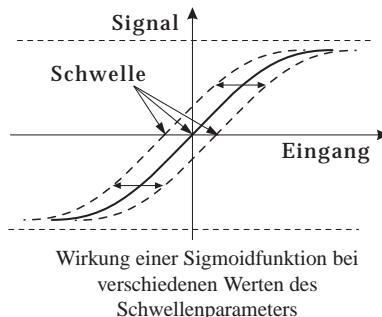


- ▷ Es erweist sich als günstig, **Schwellenparameter** einzuführen, die das Argument der Sigmoidfunktionen verschieben. Man behandelt die Schwellenparameter wie Gewichte für Verbindungen, die von einem Knoten mit konstantem Signal (meist 1) ausgehen.

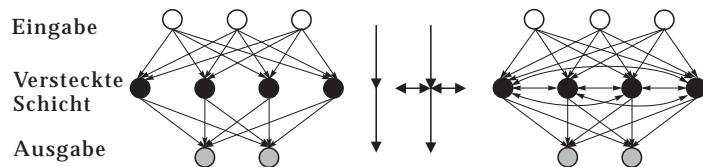


- **Lernen:** Neuronale Netze **lernen** aus Beispiel-Eingaben mit oder ohne Beurteilung ihrer jeweiligen Ausgaben (**überwachtes** bzw. **unüberwachtes Lernen**), indem sie ihre Gewichte verändern.
- ▷ Bei vielen Lernverfahren ist es sinnvoll, die Gewichte vor Beginn des Lernens mit (kleinen) Zufallswerten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