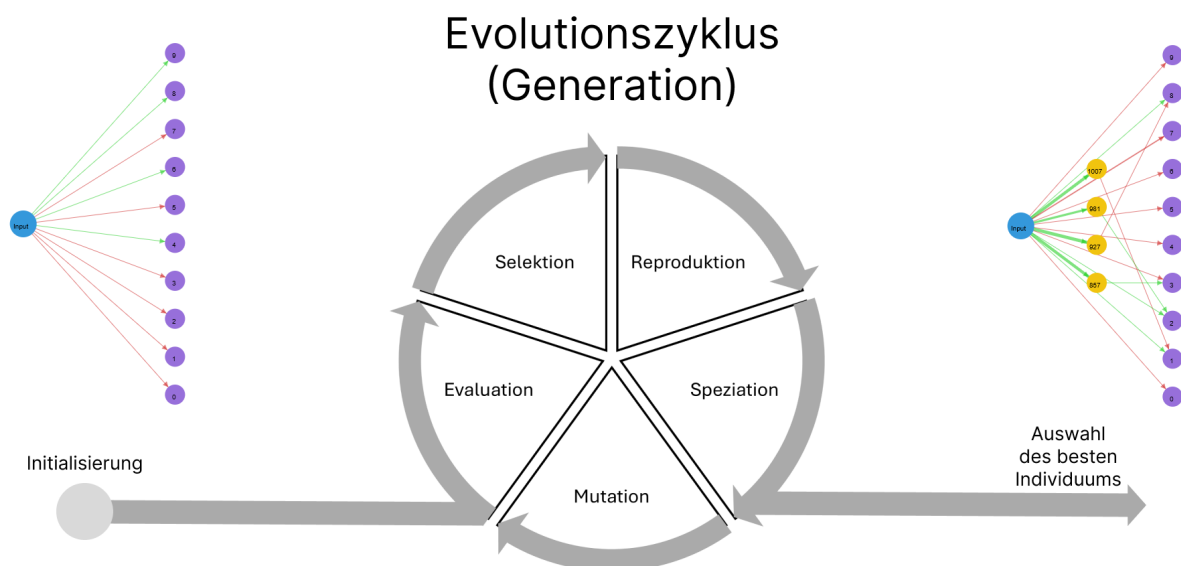


NEAT

NEAT (NeuroEvolution of Augmenting Topologies) ist ein evolutionärer Suchalgorithmus zur Entwicklung und Optimierung von neuronalen Netzen. Im Gegensatz zu traditionellen Methoden, bei denen die Struktur eines neuronalen Netzes meist festgelegt ist und nur die Gewichte der Verbindungen angepasst werden, kann NEAT sowohl die Struktur als auch die Gewichte eines Netzes dynamisch verändern. Das bedeutet, dass NEAT in der Lage ist, Netze zu entwickeln, die im Laufe der Zeit komplexer werden und sich besser an die zu lösende Aufgabe anpassen.

Als evolutionärer Algorithmus nutzt NEAT Prinzipien der natürlichen Selektion und genetischen Variation, um Netzwerke zu optimieren. Netzwerke werden wie Individuen in einer Population behandelt, die durch Prozesse wie Kreuzung, Mutation und Selektion weiterentwickelt werden. Diese evolutionären Prozesse ermöglichen es NEAT, eine Vielzahl von Netzwerktopologien und -konfigurationen zu erkunden, um die bestmögliche Lösung für ein gegebenes Problem zu finden.

Neben der Kreuzung, bei denen neue Netzwerke basierend auf bestehenden Elternnetzen erzeugt werden, erlaubt NEAT auch die zufällige Generierung von Netzwerken. Diese zufällig erzeugten Netzwerke dienen dazu, den Suchraum zu erweitern und neue, möglicherweise innovative Strukturen in die Population einzuführen. Durch diese Methode wird sichergestellt, dass der Algorithmus nicht in lokalen Optima stecken bleibt, sondern weiterhin neue Ansätze erkundet, um optimale Lösungen zu finden.

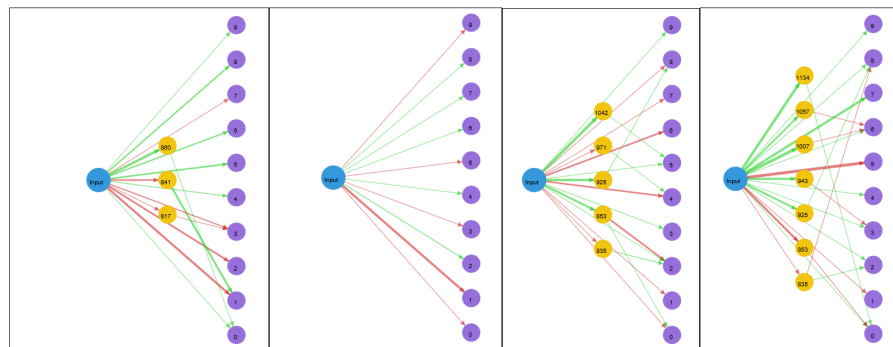


Visualisierung der Prozessschritte, welche in jeder Generation durchlaufen werden.

Wie funktioniert NEAT?

1. **Initialisierung:** Der Prozess beginnt mit einer Population von einfachen neuronalen Netzen, die zufällig erzeugt werden. Diese Netze bestehen nur aus Eingabe- und Ausgabeschichten, ohne versteckten Schichten.
2. **Evaluation:** Jedes Netz in der Population wird auf eine bestimmte Aufgabe getestet, beispielsweise die Klassifizierung von Bildern. Die Leistung wird durch eine Fitnessfunktion bewertet, die misst, wie gut das Netz die Aufgabe löst.
3. **Selektion:** Die Netze mit der besten Leistung (höchste Fitness) werden ausgewählt, um in die nächste Generation überzugehen. Dabei werden weniger erfolgreiche Netze aussortiert.
4. **Reproduktion:** Die leeren Plätze in der Population, welche durch den Selektionsprozess entstanden sind, werden wieder aufgefüllt.
5. **Speziation:** NEAT gruppiert Netze in sogenannte Spezies, um die Vielfalt innerhalb der Population zu erhalten. Netze, die ähnliche Eigenschaften haben, werden in dieselbe Spezies eingeordnet. Diese Mechanik verhindert, dass neuartige und potenziell wertvolle Strukturen in den frühen Phasen der Evolution verloren gehen, bevor sie sich bewährt haben.
6. **Mutation:** Bei der Mutation können verschiedene Änderungen am Netz vorgenommen werden, wie das Hinzufügen neuer Neuronen oder Verbindungen, das Ändern der Gewichte oder das Entfernen bestehender Verbindungen. Diese Veränderungen ermöglichen es dem Netz, neue Strukturen auszuprobieren und potenziell leistungsfähigere Architekturen zu entwickeln.

Iterative Evolution: Dieser Zyklus aus Bewertung, Selektion, Reproduktion, Speziation und Mutation wird wiederholt, wobei die Netze von Generation zu Generation immer leistungsfähiger werden. Mit der Zeit entstehen immer komplexere und effektivere Netzstrukturen, die besser in der Lage sind, die zu lösende Aufgabe zu meistern.



Verschieden Netzwerktopologien, welcher sich durch Anwendung von NEAT über Generationen evolviert haben.