**Plastizität des Gehirns auf unterschiedlichen Ebenen (Ebene 2+3)**

**Aufgaben**

1. EA: Stellen Sie die Vorgänge bzw. Veränderungen dar, die die Plastizität des Gehirns ausmachen, indem Sie auf dem Sicherungsarbeitsblatt stichwortartig die Musterbildung auf Ebene 2+3 beschreiben.
2. PA: Vervollständigen Sie gemeinsam die Abbildung (Sicherungsarbeitsblatt).
3. PA: Zeichnen Sie zu den jeweiligen Schritten entsprechend der Legende neben den jeweiligen Text schematisch die Bildung eines neuronalen Netzes (Tabelle rechts).

**Plastizität des Gehirns auf der zellulären und molekularen Ebene an der Synapse**Man geht davon aus, dass bei einem Lernvorgang aus zeitgleich aktiven Nervenzellen im Zentralnervensystem sogenannte neuronale Netze geschaffen werden. Bei dem Lernprozess aktivieren beteiligte Nervenzelle bislang wenig genutzte Synapsen oder werden sogar gänzlich neue Synapsen zu ihren Nachbarzellen ausgebildet. Synapsen von Neuronen, die unbeteiligt sind, können währenddessen sogar abgebaut werden.

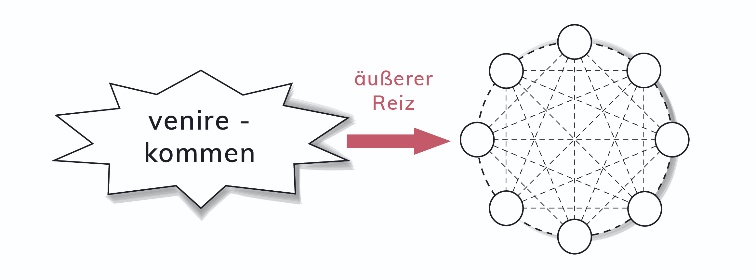
Neben der Synapsenbildung bzw. ihrer Auflösung zwischen Neuronen, wird beim Lernen auch die Erregungsweiterleitung an den Synapsen verbessert oder verschlechtert. Wenn Synapsen längere Zeit nicht erregt wurden, kommt es vor, dass geringe Erregungen nur ein geringes EPSP im postsynaptischen Neuron bewirken, sodass kein Aktionspotential mehr gebildet wird. Andersherum ist es jedoch möglich, dass nach wiederholten starken Erregungen die Synapse so umgebaut wurde, dass sogar eine anschließend schwache Erregung zu Aktionspotentialen führen kann. Diesen Prozess nennt man **Langzeitpotenzierung**. Auf zellulärer Ebene passiert dabei Folgendes: Eine starke Erregung im präsynaptischen Neuron hat Aktionspotentiale in hoher Frequenz zur Folge, die dann ein hohes EPSP im postsynaptischen Neuron ergeben. Diese Erregung wird dann in Form von Aktionspotentialen weitergeleitet. Folgt dann eine schwache Erregung im präsynaptischen Neuron, kann diese dennoch ein hohes EPSP im postsynaptischen Neuron auslösen, welches Aktionspotentiale veranlasst. Die generelle Effektivität der Synapse wird also durch erfolgreiche Aktivierungen des postsynaptischen Neurons verstärkt. Daher der Begriff Langzeitpotenzierung.

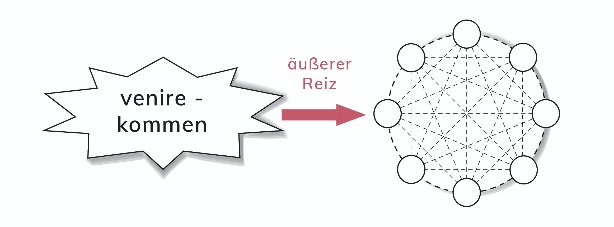
Erregende Synapsen, an denen Glutamat als Neurotransmitter aktiv ist, sind besonders effektiv in der Langzeitpotenzierung. Im Anfangszustand findet man nur wenig **Glutamat-Rezeptoren** in der postsynaptischen Membran, wodurch eine nur geringe Wirkung bei der Übertragung an einer solchen Synapse besteht. Bei erfolgreicher Aktivierung des postsynaptischen Neurons werden postsynaptische Aktionspotentiale ausgelöst, die auch eine Signalkaskade im Neuron aktivieren. Diese Signalkaskade bewirkt den Einbau weiterer Glutamat-Rezeptoren in die postsynaptische Membran, wodurch die Effektivität bei der nächsten Erregung erhöht wird. Des Weiteren wird eine Proteinbiosynthese initiiert, die auch die Herstellung weiterer **Synapsen** veranlasst. Als dritter Punkt ist die erhöhte Herstellung und Ausschüttung des **Neurotransmitters** in den synaptischen Spalt zu nennen, die von Botenstoffen der postsynaptischen Zelle aktiviert werden. Die zahlreichen Veränderungen durch die Langzeitpotenzierung bei einem Lernprozess lassen die speziellen Nervennetze entstehen.

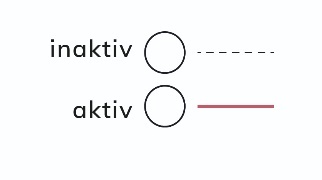
Langzeitpotenzierungen finden vor allem dadurch statt, dass mehrere erregende Synapsen an einem Neuron gleichzeitig aktiv sind und sie daher zusammen die Aktivierung bewirken. Durch die gemeinsame Wirkung bilden diese Synapsen und ihre zugehörigen Neurone ein Nervennetz aus. Die Entstehung von **Assoziationen** kann mit dieser Vorstellung dargelegt werden. Dabei werden zum Beispiel Informationen sowohl vom Bild eines Hundes von einer Gruppe von Synapsen, als auch über das Hundegebell von einer weiteren Gruppe von Synapsen genau auf ein Neuron – zum Beispiel im Hippocampus – übertragen, so dass die Effektivität dieser gleichzeitigt aktiven Synapsen sich erhöht und die Synapsen miteinander verschaltet. Die aktiven Neuronen gehören somit zu einem Nervennetz. Ab dem Zeitpunkt der Bildung des Nervennetzes reicht sowohl das Bild eines Hundes oder allein das Gebell aus, um im Gehirn die Wahrnehmung „Hund“ zu vollziehen. Das heißt die zwei Sinnesreize „sehen“ und „hören“ werden durch assoziatives Lernen verknüpft.

Assoziationen führen dazu, dass bestehende Nervennetze im Gehirn erweitert werden und damit **Lernprozesse** stattfinden. Neues kann umso besser im Gehirn verankert werden, je mehr Assoziationen zu bereits Gelerntem hergestellt werden und somit viele Synapsen durch den Lernprozess aktiviert werden. Etwas Neues lernen ist demzufolge umso leichter, je mehr man schon weiß, womit es sich um einen selbst verstärkenden Prozess handelt.

Die Effektivität der Erregungsübertragung der neu verschalteten Synapsen in den Nerven wird durch das wiederholte Üben des neu Gelernten verstärkt. Wenn jedoch auf das neu Gelernte nicht regelmäßig und oft zugegriffen wird, bilden sich die Synapsen wieder zurück.

**Bildung von neuronalen Netzen bei Lernprozessen**

Ausgangslage Legende:



Reiz

Neuronales Netz

|  |  |
| --- | --- |
| Schritt | Abbildung |
| Ein Reiz aktiviert gleichzeitig bestimmte Nervenzellen. Dadurch bildet sich ein Nervennetz. |  |
| Auch im Anschluss an die bewusste Wahrnehmung bleibt dieses Nervennetz eine Zeit lang aktiv und festigt sich (Langzeitpotenzierung). |  |
| Ein neuer Reiz trifft ein, der Teile des Netzes aktiviert. |  |
| Durch die Aktivierung eines Teils des Netzes wird nun das gesamte Netz aktiviert. |  |