Das Arbeitsblatt kann zur Überprüfung der Studierendenkompetenzen am Ende der Unterrichtseinheit eingesetzt werden, aber auch zur Erarbeitung der neuronalen Verrechnung dienen. In jedem Fall können hier auch noch einmal die Vorgänge bei der Erregungsübertragung an einer chemischen Synapse wiederholt und vertieft werden (Aufgabe 1).

Für eine Erarbeitung der neuronalen Verrechnung empfiehlt sich folgende Vorgehensweise.

Der gesamten Lerngruppe wird die Abbildung eines Neurons mit zahlreichen Synapsen gezeigt:

* Bewusstmachung, dass eine Nervenzelle viele Informationen von vielen anderen Nervenzellen erhält und dass ein einzeln eintreffendes AP die postsynaptische Zelle meist nicht zu einer Weiterleitung des Impulses veranlasst.
* Einführung des Begriffes „postsynaptisches Potenzial (PSP)“ (spätere Differenzierung in erregendes PSP und inhibitorisches PSP 🡒 EPSP und IPSP)

Darauf folgt eine Auswertung des Arbeitsblattes in Partnerarbeit:

Partner A: Versuch 1 zur zeitlichen Summation

Partner B: Versuch 2 zur räumlichen Summation

Bei Versuch 3 bietet sich eine Auswertung im Plenum an. In diesem Zusammenhang ist die Einführung von hemmenden Synapsen gut möglich.

**Lösung:**

1. Als erstes kommt ein Aktionspotenzial über das Axon des Neurons in seiner präsynaptischen Endigung an. Dadurch öffnen sich nun spannungsgesteuerte Calciumkanäle in der Membran und Calcium-Ionen strömen in das Zellinnere. Der Anstieg der Calcium-Ionenkonzentration führt dazu, dass synaptische Vesikel, die die Transmitter enthalten, mit der präsynaptischen Zellmembran verschmelzen und ihren Inhalt in den synaptischen Spalt ausschütten. Je mehr Aktionspotenziale an der präsynaptischen Membran ankommen, desto mehr Calcium-Ionen strömen in die Zelle, desto mehr Vesikel verschmelzen mit der präsynaptischen Membran und desto mehr Transmittermoleküle gelangen in den synaptischen Spalt. Die Transmittermoleküle, wie etwa Acetylcholin, diffundieren sehr rasch über den synaptischen Spalt zur postsynaptischen Membran.
In dieser befinden sich ligandengesteuerte Natrium-Ionenkanäle, die sich nur dann öffnen, wenn der passende Transmitter (der Ligand) kurzfristig an sie bindet. Dadurch können Natrium-Ionen in die postsynaptische Zelle einströmen. Das Membranpotenzial in diesem Bereich verändert sich. Es entsteht das postsynaptische Potenzial (PSP). Seine Höhe ist von der Zahl der geöffneten Ionenkanäle und somit von der Menge des ausgeschütteten Transmitters abhängig. Da die Transmitter sehr schnell durch Enzyme (Acetylcholinesterase = ACh-Esterase) wieder gespalten werden, bleiben die Ionenkänale nur so lange offen, wie Transmitter im synaptischen Spalt vorliegen und es entsteht keine Dauererregung.
Die Spaltprodukte der Transmitter werden wieder aktiv in die präsynaptische Zelle zurück transportiert und zur Synthese neuer Transmittermoleküle genutzt.
2. Versuch 1:
Nur ein Axon mit in kurzer Zeit aufeinander folgenden Aktionspotenzialen ist für das PSP verantwortlich. Die Aktionspotenziale summieren sich in ihrer Wirkung auf das postsynaptische Neuron. Das PSP baut sich auf, der Schwellenwert wird überschritten und am Axonhügel entsteht ein Aktionspotenzial **🡒 zeitliche Summation.**

Versuch 2:
Es wird nur bei gleichzeitig eintreffenden Aktionspotenzialen von Neuron 1 und Neuron 2 der Schwellenwert beim PSP erreicht wird. Es entsteht daher am Axonhügel nur ein einziges Aktionspotenzial **🡒 räumliche Summation**

Versuch 3:
Dieser Versuch zeigt das Ergebnis einer räumlichen Summation unter Beteiligung einer hemmenden Synapse. Das ankommende Aktionspotenzial von Neuron 3 führt zu einem IPSP, das die Wirkung der erregenden Synapse von Neuron 1 abschwächt.

Die Verrechnung insgesamt ergibt dann am Axonhügel nur einmal eine Überschreitung des Schwellenwertes, so dass nur ein Aktionspotenzial entsteht.