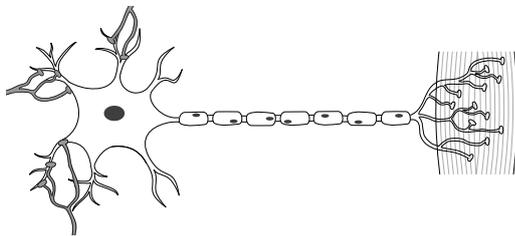
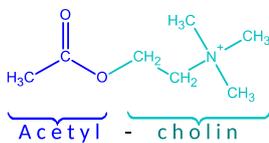


In einem Endknöpfchen führt die Depolarisation durch ein ankommendes Aktionspotential zur vorübergehenden Öffnung **spannungsaktivierter Calcium-Ionenkanäle**. Es kommt zu einem kurzzeitigen  $Ca^{2+}$ -Einstrom. Je höher die Frequenz der Aktionspotentiale, desto mehr  $Ca^{2+}$ -Ionen strömen ein. Die intrazellulär erhöhte  $Ca^{2+}$ -Konzentration bewirkt innerhalb von Sekundenbruchteilen die Ausschüttung eines **Botenstoffs** in den synaptischen Spalt. Bei Nervenzellen wird er als **Neurotransmitter** bezeichnet. Je nach Bereich des Nervensystems gibt es verschiedene dieser Verbindungen. Im peripheren Nervensystem und der *motorischen Endplatten der Motoneuronen, das sind die synaptischen Überänge zu den Muskeln*) ist es fast immer das **Acetylcholin**:

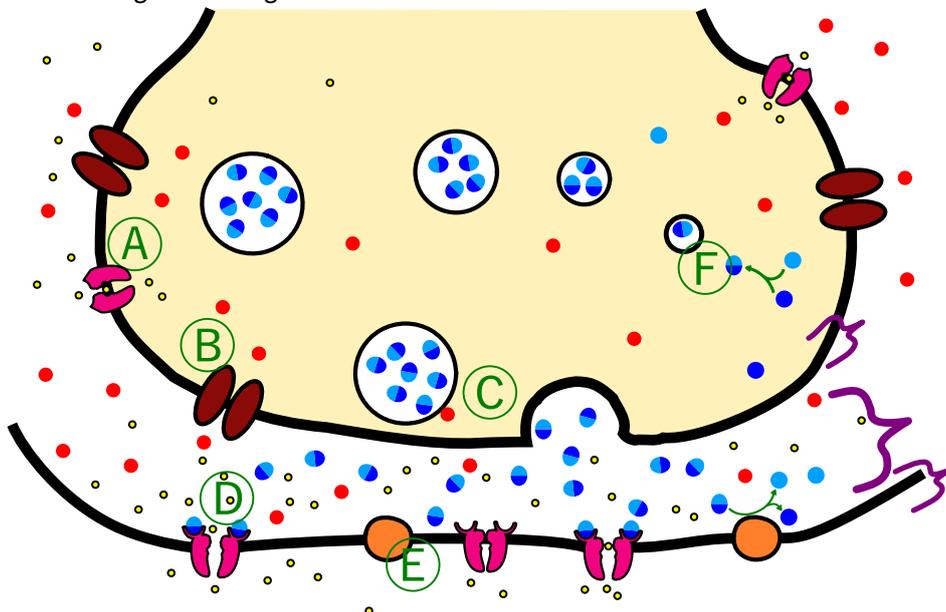


**Abb. 1:** Markieren Sie Synapsen und motorische Endplatten! Q: wikicommons. A: ChalkJunkie



Transmitter wie das Acetylcholin, werden nahe der **präsynaptischen Membran** in besonderen Vesikeln, den **synaptischen Bläschen**, vorrätig gehalten. Unter dem Einfluss der erhöhten  $Ca^{2+}$ -Konzentration verschmelzen die Biomembranen des synaptischen Bläschen mit der präsynaptischen Membran. Es kommt also zur **Exocytose** und damit zur Entleerung der Transmittermoleküle in den synaptischen Spalt.

1. Beschriften Sie die Abbildung vollständig.



**Abb. 2:** Vorgänge an der Synapse. Q: eigenes Werk.

Die Transmittermoleküle diffundieren durch den synaptischen Spalt. Auf der **postsynaptischen Membran** der Zielzelle finden sich die entsprechenden **rezeptor-gesteuerten Ionenkanäle**.

Dort wo *Acetylcholin* als Transmitter genutzt wird, sind es meist **Acetylcholin-gesteuerte Natriumionenkanäle („Acetylcholin-Rezeptor“)**. Sie öffnen sich, wenn an beide Bindungsstellen jeweils ein Acetylcholin-Molekül gebunden hat. Es kommt dann zum  $Na^+$ -Ionen-Einstrom und zur Depolarisation. Damit ist das Erregungssignal an die nächste Zelle übermittelt worden..

Aufgrund der allgemeinen Wärmebewegungen lösen sich die Acetylcholin-Moleküle nach wenigen Millisekunden wieder von selbst von dem Rezeptor ab. Sie können allerdings an einen anderen Acetylcholin-Rezeptor erneut gebunden werden. Freie Acetylcholin-Moleküle werden aber nach einer gewissen Zeit durch das **Abbauenzym Acetylcholinesterase**, das in der postsynaptischen Membran verankert ist, in Acetat und Cholin gespalten:



Damit sind die Acetylcholin-Moleküle in ihrer Wirkung zeitlich begrenzt. Die Cholinmoleküle werden über die präsynaptische Seite wieder aufgenommen und erneut für die Synthese von Acetylcholin genutzt. Es wird wieder in den synaptischen Bläschen gespeichert.

**2. Webquest zu Synapsengiften:** Die oben in der Abbildung bezeichneten Strukturen ① bis ⑥ sind Angriffspunkte zahlreicher Wirkstoffe, vor allem von Giftstoffen, die die Erregungsweiterleitung beeinflussen. Recherchieren Sie jeweils einen solchen Wirkstoff und seine konkreten Folgen und tragen Sie hier tabellarisch zusammen. Teilen Sie mit ihrer Klassengruppe ergiebige Weblinks oder Abbildungen! Sie können die Abb. hier ggf. mit Copy-and-Paste übernehmen und zusätzlich kommentieren.

### Exzitatorische und inhibitorische Synapsen

Bei dem oben beschriebenen Typ, kommt es auf der postsynaptischen Seite durch Öffnung der Acetylcholin-gesteuerten Natriumkanäle zur Depolarisation.

3. Es gibt auch Abschnitte auf der Nervenzell-Membran, bei denen auf der postsynaptischen Membran statt dessen Acetylcholin-gesteuerte Chloridionenkanäle vorhanden sind. Welche Auswirkungen sind zu erwarten?

Begründen Sie!

Je nach der Ionensorte, für welche dieser Kanal durchlässig ist, wird das Membranpotential in der postsynaptischen Region durch den Ionenstrom dann entweder angehoben oder aber abgesenkt.

Die über chemische Synapsen übertragenen Signale haben eine biochemisch festgelegte Wirkung. Je nach Ausstattung der postsynaptischen Membran, auf die das sendende Neuron Einfluss nimmt, wird entweder eine erregende (*exzitatorische*) oder aber eine hemmende (*inhibitorische*) Wirkung erzielt. Die mit ihren Endknöpfchen einwirkenden Neuronen kann man entsprechend in **exzitatorische Neuronen und inhibitorische Neuronen** einteilen. Gewöhnlich erhält eine Zielzelle innerhalb des zentralen Nervensystems von sehr vielen verschiedenen Neuronen Signale - auch gegensätzliche. Die einzelnen Einflüsse addieren sich zu einem Gesamtpotential. Nur wenn am Axonhügel dieser Nervenzelle einen bestimmten Schwellenwert überschritten wird, bilden sich ein oder mehrere Aktionspotentiale und werden dann gemäß der *Alles-oder-Nichts-Regel* über das Axon und die Synapsen an die folgende(n) Nervenzelle(n) übertragen.