

der Membran nach 1 Millisekunde wieder die negative Ladung, und es entsteht sogar kurzzeitig eine Hyperpolarisation. Danach ist der ursprüngliche Zustand, das Ruhepotential, wiederhergestellt. Diesen Vorgang bezeichnet man als **Repolarisation** (■ 7.4.4 Natrium-Kalium-Pumpe).

Während und unmittelbar nach dem Ablauf eines Aktionspotentials ist eine Nervenzelle nicht erneut erregbar. In dieser **Refraktärperiode** können einwirkende Reize oder eintreffende Erregungsimpulse aus vorgeschalteten Nervenzellen kein weiteres Aktionspotential auslösen. Die Refraktärphase stellt einen „Filter“-Mechanismus dar, der die Nervenzelle vor einer Dauererregung schützt und Erregungen nur in genau vorgegebenen Abständen zulässt.

Reizleitung an Nervenzellen

- An der Membran einer nicht erregten Nervenzelle besteht eine elektrische Spannung, das Ruhepotential: Innenseite negativ, Außenseite positiv.
- Durch Depolarisation kann das Membranpotential einen kritischen Wert erreichen, der bei Überschreiten eines Schwellenwerts nach dem Alles-oder-Nichts-Prinzip ein Aktionspotential auslöst. Während des Aktionspotentials kehren sich die Ladungsverhältnisse um: Innenseite positiv, Außenseite negativ.

- Das Aktionspotential breitet sich entlang dem Axon bis zu den Synapsen aus.
- Das Ruhepotential wird wiederhergestellt durch die Repolarisation.
- Während und unmittelbar nach einem Aktionspotential ist ein Neuron nicht erregbar (*refraktär*).

Die Zusammenarbeit von Neuronen

Informationen müssen jedoch nicht nur innerhalb einer einzelnen Nervenzelle weitergegeben werden, sondern es muss auch eine Übermittlung an andere Zellen stattfinden. Dies geschieht an den **Synapsen**. Synapsen verbinden benachbarte Nervenzellen miteinander (in der Regel das Axon einer Nervenzelle mit dem Dendriten einer anderen Zelle), aber auch Nervenzellen mit angrenzenden Muskel- oder Drüsenzellen.

Eine Synapse besteht aus drei Anteilen (■ Abb. 7.38):

- **präsynaptisches Neuron** (lat. prae = vor); ein am Ende vielfach verzweigtes, knopfförmig aufgetriebenes Axon, das die synaptischen Bläschen mit den Neurotransmittern enthält
- **postsynaptische Zelle** (lat. post = nach); diese nachgeschaltete Zelle mit der **postsynaptischen Membran** enthält die Rezeptoren für die Transmitter

- **synaptischer Spalt** zwischen prä- und postsynaptischer Zelle. Dieser ist mit Extrazellulärflüssigkeit gefüllt.

Trifft an den Endaufzweigungen des präsynaptischen Axons ein Erregungsimpuls ein, werden dort **Neurotransmitter** (Überträgerstoffe für die synaptische Informationsübermittlung) aus den synaptischen Bläschen in den synaptischen Spalt freigesetzt. Die Neurotransmitter passieren innerhalb einer tausendstel Sek. den synaptischen Spalt und binden sich an die Rezeptoren der postsynaptischen Membran. Dadurch ändert sich an der postsynaptischen Membran die Membranleitfähigkeit, und ein postsynaptisches Potential entsteht.

Nach der Reaktion mit dem Rezeptor wird der Neurotransmitter rasch wieder inaktiviert, indem er von Enzymen abgebaut oder wieder in den präsynaptischen Endknopf zurücktransportiert wird.

Je nach Art des Neurotransmitters und des Rezeptortyps können unterschiedliche Effekte an der postsynaptischen Membran auftreten. Bei **erregenden Synapsen** ist der Neurotransmitter in der Lage, eine Depolarisation und damit ein Aktionspotential an der postsynaptischen Membran auszulösen. An den **hemmenden Synapsen** bewirkt der Transmitter hingegen eine Hyperpolarisation. Dadurch wird das Ruhepotential weiter in den negativen Bereich hinabgesenkt und die Erregbarkeit an der postsynaptischen Membran herabgesetzt.

Übersicht über die Neurotransmitter

Neurotransmitter wirken entweder **erregend** oder **hemmend** auf die postsynaptische Membran. Sie sind an der Steuerung unseres Befindens und Verhaltens beteiligt und haben somit eine zentrale Bedeutung für den Körper. Es gibt zahlreiche verschiedene Neurotransmitter. Zu den wichtigsten zählen das Acetylcholin, die Katecholamine Noradrenalin, Serotonin und Dopamin sowie verschiedene Neuropeptide. Normalerweise besteht zwischen den unterschiedlichen Neurotransmittern ein ausgewogenes Gleichgewicht.

Acetylcholin ist der Neurotransmitter für die Übertragung des Nervensignals vom efferenten Neuron auf den Muskel. Es wirkt also typischerweise an der motorischen Endplatte. Darüber hinaus spielt es eine große Rolle im vegetativen Nervensystem (■ 23.2.4): Die Mehrzahl der Syn-

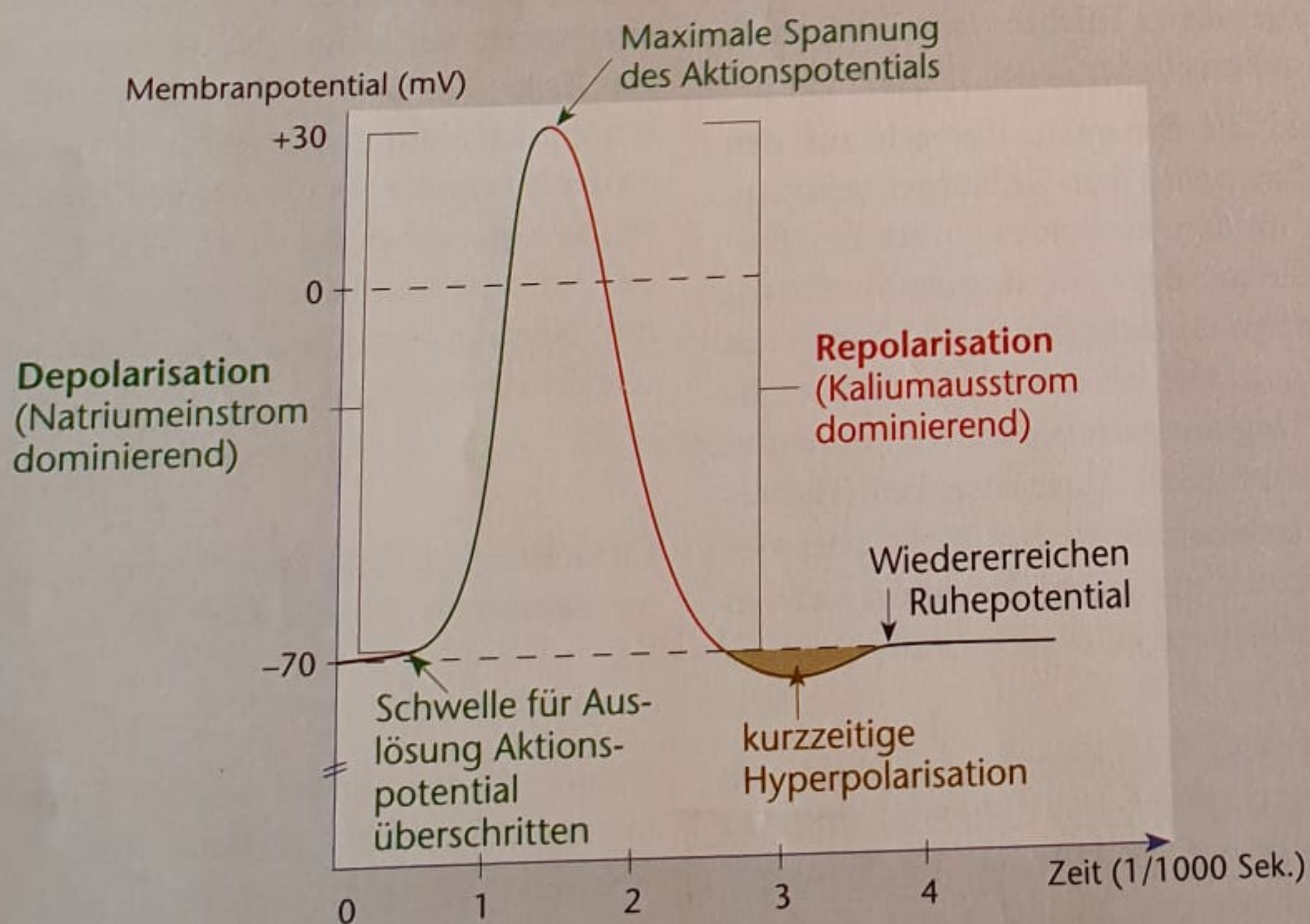


Abb. 7.37: Der Spannungsverlauf an der Zellmembran eines Neurons bei Ablauf eines Aktionspotentials. Während des Ruhepotentials, das im Wesentlichen durch Diffusion von Kalium durch die Zellmembran nach außen verursacht wird, ist das Zellinnere negativ gegenüber dem Außenraum geladen. Bei ausreichender Reizstärke nimmt plötzlich die Membranleitfähigkeit für Natrium zu, und ein Aktionspotential entsteht. Am Höhepunkt dieser Ladungsumkehr nimmt die Membranleitfähigkeit für Natrium wieder ab, und es kommt zu einem verstärkten Kaliumausstrom: Die Ladungsverhältnisse kehren sich wieder um (Repolarisation). [A400]