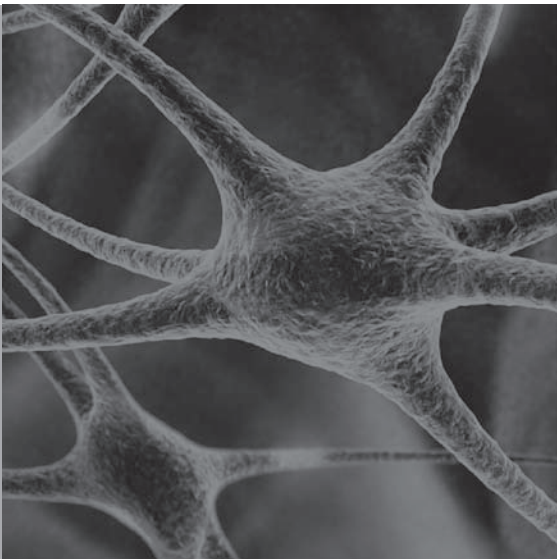
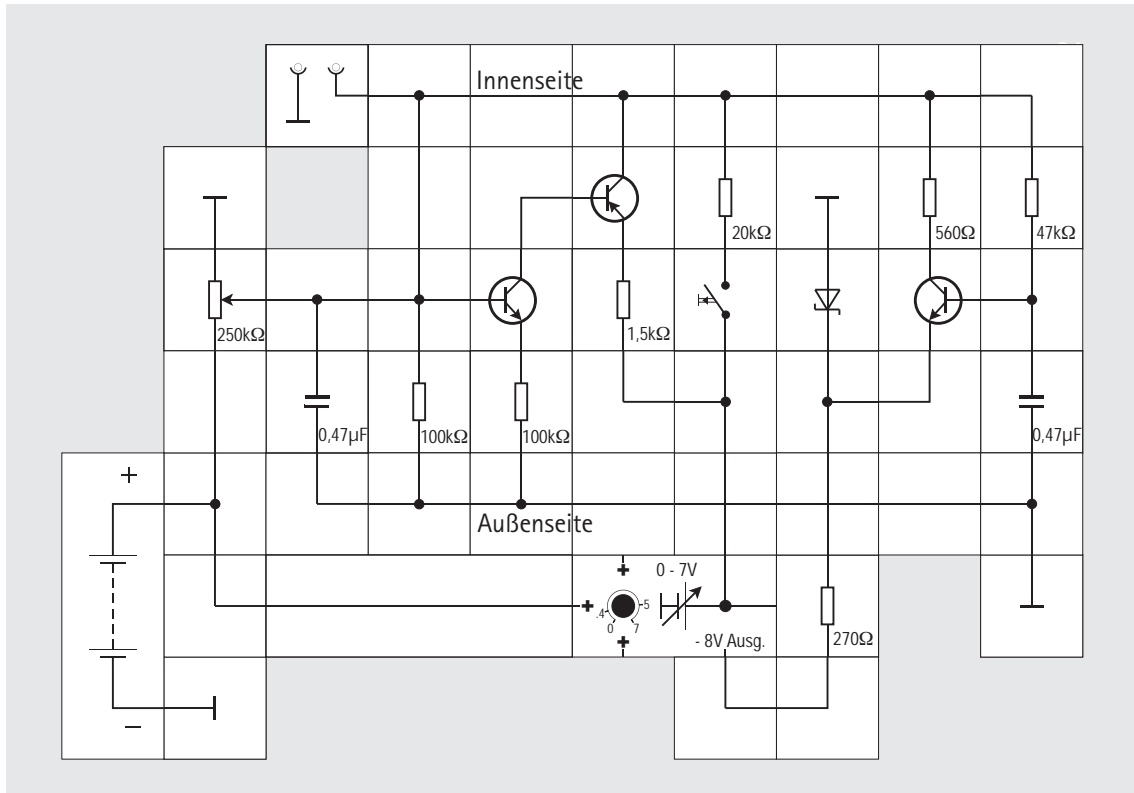


Technischer Brief
Nr. 01.07

Neurophysiologie





Modell eines Neurons

Thematischer Aufbau

Was passiert eigentlich in unserem Körper, wenn sich ein Muskel zusammenzieht, das Herz schlägt oder unser Gehirn arbeitet? All diese lebenswichtigen Aktivitäten entstehen dadurch, dass die Zellen des Körpers elektrische Spannungen erzeugen, weiterleiten und verrechnen können. Die Zellen erzeugen dabei Gleich- und Wechselspannungen: zu Verrechnungszwecken nutzen sie vorwiegend Gleich-, zu Weiterleitungszwecken (frequenzmodulierte) Wechselspannungen (sogenannte »Aktionspotentiale«). Diese Spannungen können zum Teil von der Körperoberfläche abgeleitet werden und gestatten etwa als EKG die Beurteilung der Herzaktivität oder als EEG Aussagen über die Funktion des Gehirns.

Elektrische Modelle

Da es sich bei diesen Vorgängen im weitesten Sinne um das Bewegen von elektrischen Ladungen handelt, muss man zunächst gar nicht am lebenden Objekt messen, sondern kann die Vorgänge im Körper durch geeignete Modelle nachbilden und an ihnen die Messungen vornehmen. Man hat dann den Vorteil, dass man relativ einfach messen und auch Parameter leicht verändern kann. Würde man beispielsweise direkt an der Zelle messen, müsste man eine Elektrode in ihrem Inneren und die andere im umliegenden Gewebe platzieren. Dies erfordert einen erheblichen technischen Aufwand und große experimentelle Erfahrung und ist im Schulunterricht kaum möglich. Modelle, die das Wesentliche z. B. eines Neurons, also einer Nervenzelle, wiedergeben, sind erstaunlich einfach aufgebaut; ihre Schaltungen lassen sich mit bereits vorhandenen LECTRON Bausteinen leicht zusammen legen, wie der oben abgebildete Aufbau zeigt.

Neuronenmodell

Der Aufbau zeigt das Modell eines Neurons nach *Maeda* und *Makino*. Speist man hochohmig Strom über das 250kΩ Potentiometer in die Schaltung ein und vergrößert ihn kontinuierlich, so erzeugt die Schaltung beim Überschreiten einer bestimmten Schwelle Impulse, die am Anschlussbaustein gemessen werden können und die Form natürlicher Aktionspotentiale perfekt simulieren. Dies entspricht dem »Feuern« einer Nervenzelle, wenn sie gereizt wird und der Reiz eine gewisse Ansprechschwelle überschreitet. Der Masseanschluss stellt dabei die Zellenaußenseite, der andere Messpunkt am Anschlussbaustein die Innenseite der Zelle dar.

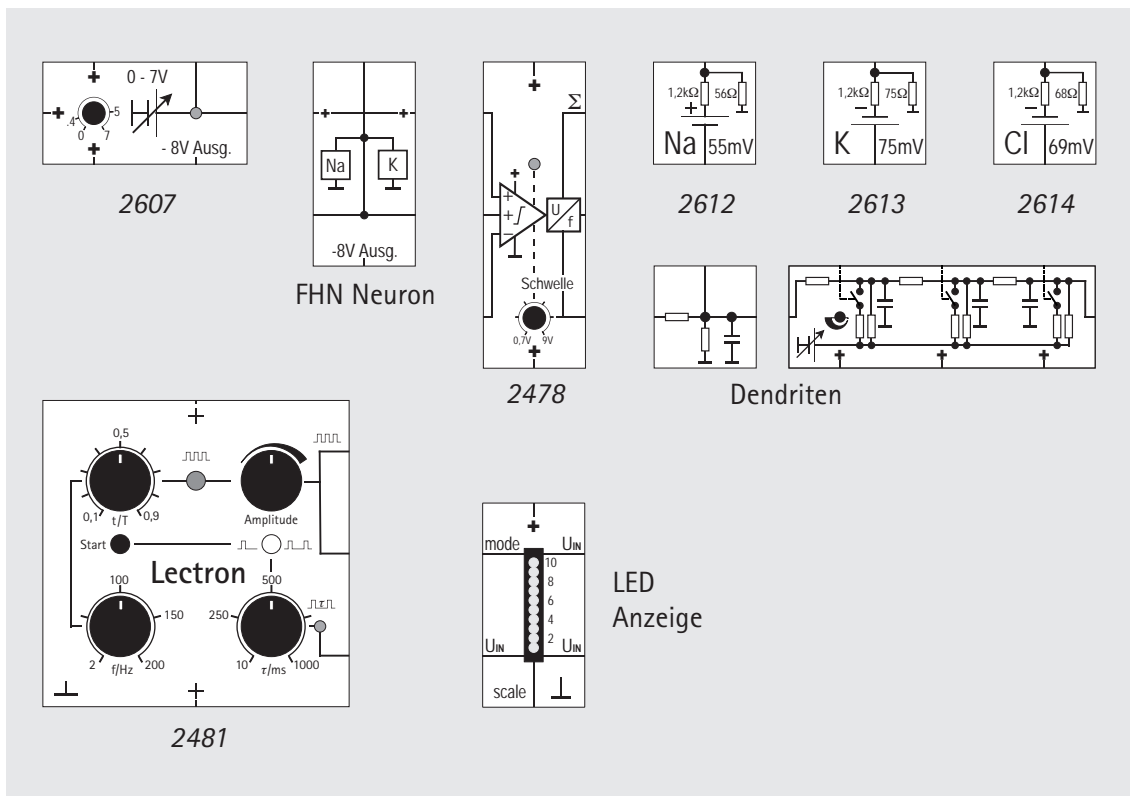
Besonders interessant ist aber die Tatsache, dass jedes Bauteil der Schaltung einer biologischen Funktion zugeordnet und diese damit experimentell untersucht werden kann. So stellen etwa die beiden äußeren Transistoren die spannungsgesteuerten Natrium- und Kaliumionenkanäle dar, die in der Zelle eine Spannung aufbauen können.

Spannungsregler

Besitzer von LECTRON Baukästen werden in dem Versuchsaufbau lediglich einen neu entwickelten Baustein, den Spannungsregler (2607), bemerken, der im Übrigen auch gut für andere Versuche eingesetzt werden kann. Er gibt eine von 0V bis 7V einstellbare Spannung und eine negative 8V Festspannung ab, wenn er mit 9V betrieben wird.

Neuronen Bausteine

Damit Versuchsaufbauten mit mehreren Neuronen nicht zu aufwendig werden, wird es die abgebildete Schaltung in einem Zweierbaustein »FHN - Neuron« (*FitzHugh - Nagumo-Nervenzelle*) geben.



Neue Bausteine (Bei bereits erhältlichen ist die Bestellnummer angegeben)

Ein anderes Neuron - Modell im Dreierbaustein (2478) addiert drei Potenziale vorzeichenrichtig und gibt in Abhängigkeit von der Höhe der gebildeten Summe Σ eine Impulsfolge im Bereich 10 - 100 Hz ab, wenn zusätzlich eine einstellbare Schwelle überschritten ist. Dieser Baustein ist ein Modell eines Neurons, an dem die Verrechnungsfähigkeiten der Zellen demonstriert werden können.

Potenzial Bausteine

Weitere neue Bausteine sind die Potenzial Bausteine für Natrium -, Kalium - und Chlor - Ionen (2612 - 2614). Sie enthalten jeweils einen Akku und geben die charakteristischen Potenziale 55mV (Na⁺), -75mV (K⁺) bzw. -69mV (Cl⁻) ab, wie sie in lebenden Zellen vorkommen.

Dendriten Bausteine

Im Körper werden diese Spannungen über die Dendriten der Nervenzellen weitergeleitet, die sich im Modellaufbau leicht durch Widerstands - und Kondensator - Bausteine modellieren lassen. Damit auch hier ein platzsparender Aufbau möglich ist, wird es Dendritenbausteine mit Längs- und Querwiderstand sowie Kondensator geben, die jeweils einen Abschnitt der Zellmembran darstellen und zur Verlängerung des Dendriten aneinander gelegt werden können. Auch ein Dreierabschnitt mit veränderbarem Querwiderstand (zur Demonstration von Summationsvorgängen) ist geplant.

Stimulator

Ein »Highlight« ist der Stimulator Baustein im Neunergehäuse (2481). Es ist ein spezieller Funktionsgenerator, der ein Rechtecksignal mit kontinuierlich einstellbarer Frequenz von 2 bis 200 Hz abgibt und der speziell zur Untersuchung von Nervenzellbausteinen, aber auch zur Durchführung elektrischer Reizungen (etwa von Regenwürmern) eingesetzt werden kann. Tastverhältnis t/T und Am-

plitude können davon unabhängig zusätzlich gewählt werden. Manuell kann man aus der Impulsfolge auf Tastendruck einen Einzel- oder einen Doppelimpuls auswählen; der zeitliche Abstand τ der Doppelimpulse ist einstellbar. Zwei Leuchtdioden machen die einzelnen Vorgänge sichtbar.

Weitere Neuentwicklungen

Für die zweite Jahreshälfte 2007 sind weitere Bausteine geplant: Im Viererbaustein ist ein Verstärker mit Filter zur Verarbeitung von EKG - Signalen vorgesehen.

Als weitere Neuentwicklung wird es einen LED - Anzeigebaustein mit 10 LEDs geben, die eine anliegende Spannung wahlweise als Punkt oder als Band anzeigen. Der Messbereich ist über einen externen Widerstand einstellbar. Mit diesem Baustein können die Versuche auch einer größeren Gruppe demonstriert werden.

Zielgruppe

Der neue Lectron Baukasten ist für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II sowie für Studentinnen und Studenten der Anfangssemester im Fach Medizin gedacht. Die neuen Bausteine ergänzen die LECTRON Baukästen, aus denen sich die notwendigen Grundkenntnisse in Elektronik leicht praktisch erarbeiten lassen. Erstmals werden die Versuche nicht nur in einem ausführlichen Anleitungsbuch »Neurophysiologie« beschrieben werden, sondern auch in einem multimedialen Lernprogramm, das auch die biologischen und elektronischen Hintergründe darstellt. Im Übrigen sind alle Bausteine wie üblich auch einzeln bei LECTRON erhältlich. Kontaktadressen sind auf der hinteren Umschlagseite aufgeführt. Der speziell für den Schulunterricht entwickelte Teil des LECTRON - Angebots wird kontinuierlich ausgebaut; so wird im Herbst 2007 ein Photometerbaukasten erscheinen.

Lectron

Eschersheimer Landstraße 26a
60322 Frankfurt am Main
Telefon 0 69 | 90 50 12 82
Telefax 0 69 | 90 50 12 83
email lectron@frankfurter-verein.de
Internet www.lectron.de

Stand 1. April 2007
Technische Änderungen vorbehalten | Sonderwünsche auf Anfrage