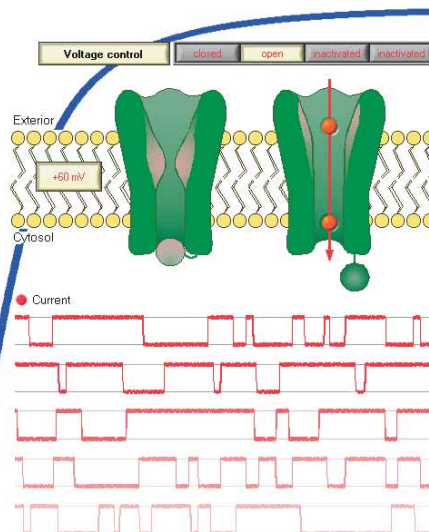
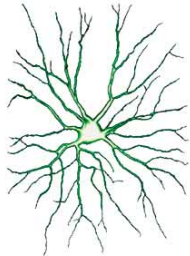




# cLABs

## Neuron



## Neurobiologische Experimente im virtuellen Labor

Lebende Organismen sind dynamische Systeme von hoher Komplexität, deren Verständnis besondere Anforderungen stellt. Bei der Vermittlung dynamischer Funktionszusammenhänge kommen Lehrbücher, als prinzipiell statische Medien, sehr schnell an ihre Grenzen. Hier können interaktive Computer-Simulationen von großem Vorteil sein.

**cLABs** bietet multimediale, virtuelle **Computer Labors** mit nutzerfreundlicher Oberfläche zum eigenen Experimentieren „fast wie im richtigen Leben“. Die **cLABs** Programme wollen nicht primär Fakten vermitteln sondern vor allem die Anwendung von Wissen üben und das Verständnis biologischer Funktionszusammenhänge fördern. Genau in diesen Punkten sieht die erst kürzlich veröffentlichte „PISA“-Studie wesentliche Schwachstellen der Schulausbildung.

**cLABs** Programme eignen sich für die Lehre an Universitäten (medizinische, biologische und verwandte Fakultäten), für den Biologieunterricht an Schulen und auch für das Selbststudium.

**cLABs-Neuron** ist ein typisches Beispiel dieser Serie. Hier geht es um das Erlernen grundlegender Mechanismen der Neurophysiologie (z. B. Membran- und Aktionspotentiale, Ionenkanäle und -ströme, etc).

## Neurobiological Experiments in the virtual Lab

Living organisms are highly complex, dynamic systems; understanding them can be a very demanding undertaking. Textbooks, per se, are static media, and therefore can only have limited impact in demonstrating dynamic interrelations. Here, interactive compute-simulation can have major advantages.

**cLABs** offers multimedial virtual **computer laboratories** for experimentation almost like in the real world. **cLABs** programs are not primarily made for teaching factual knowledge but to practise how to make use of knowledge and thereby to improve the understanding of biological functions and their interrelations. At exactly these points the “Program for International Student Assessment” (**PISA**) only recently detected major educational deficiencies.

**cLABs** programs are equally suitable for universities (medical, biological and related faculties) and biology classes at high schools or for private studies.

**cLABs-Neuron** is a typical example of this series and can be used to learn basic mechanisms of neurophysiology (e. g. membrane and action potentials, ion channels and currents etc.).

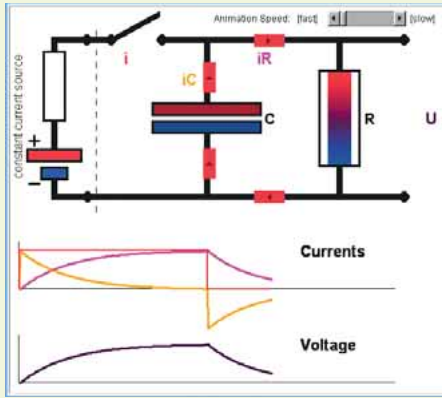
Dr. Hans Albert Braun  
Braun@mail.uni-marburg.de

Dr. Horst Schneider  
Horstschneider@mail.uni-marburg.de  
Bastian Wollweber  
Wollwebe@stud-mail.uni-marburg.de  
Prof. Dr. Karlheinz Voigt  
Voigt@mail.uni-marburg.de

Klinikum der Philipps-Universität Marburg  
Physiologisches Institut  
Deutschhausstraße 2  
D-35037 Marburg  
Telefon +49 (0) 64 21 / 2 86-23 05  
Telefax +49 (0) 64 21 / 2 86-69 67

www.clabs.de

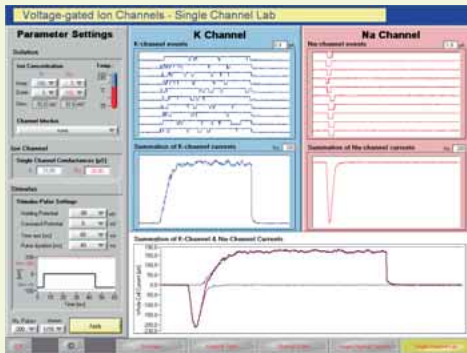
1



„Experimente“ an einer virtuellen RC Parallel-Schaltung zeigen Strom- und Spannungsänderungen beim Auf- und Entladen des Schaltkreises als Abbild passiver neuronaler Membraneigenschaften. Andere Applikationen ermöglichen beispielsweise systematisches Experimentieren mit einstellbaren Strompulsen bei veränderbaren Widerständen und Kapazitäten.

“Experiments” with a virtual RC-parallel Circuit visualize current flows and potential changes across a resistor and a capacitor which here represent “passive” neuronal membrane properties. Other applications, for example, allows to change the values of the resistor and capacitor and to do experiments with a variable number of current pulses of pre-selectable amplitude and duration.

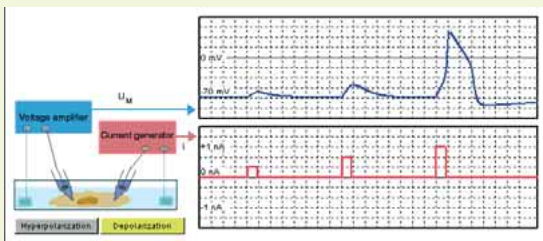
2



Screenshot eines Experiments im virtuellen „Einzelkanal-Labor“. Eine vorwählbare Zahl von Ionenkanälen wird durch einen depolarisierenden Spannungssprung aktiviert und man sieht, wie sich die Einzelkanal-Ströme zum Gesamtstrom aufaddieren. Zur detaillierten Untersuchung des Neurons lässt sich eine Vielzahl von Parametern voreinstellen, z. B. Halte- und Sprungpotential oder intra- und extrazelluläre Ionenkonzentrationen (d. h. das Nernst Potential).

Screenshot of experimentation in the virtual “Single Channel Lab”: The user stimulates a pre-selected number of single Na- and K-channels with a depolarizing voltage command and can see how the ion currents of single channels are summing up to the whole cell currents. For detailed examination of the neuron’s characteristics a manifold of parameters can be changed, e.g. holding and command potential, ionic concentrations of the intra- and extracellular media (i.e. the Nernst potential).

3



Mittels Reiz- und Ableitelektroden, die sich in ein virtuelles Neuron einstecken lassen, werden Current- und Voltage-Clamp Experimente erklärt. Hier dargestellt ist eine Spannungsregistrierung (blaue Linie) bei depolarisierenden Reizströmen zunehmender Amplitude (rote Linie).

Recording and stimulating electrodes can be inserted into virtual neurons for voltage and current clamp experiment. Here, application of depolarizing stimuli of different amplitudes (red trace) illustrate the transitions from purely passive to active neuron responses (blue trace).

cLABs-Neuron zeigt die funktionell relevanten Eigenschaften der Nervenzellmembran und führt die Anwender interaktiv mit einfachen virtuellen Experimenten Schritt für Schritt zum Verständnis auch komplexer Membranprozesse.

Die drei Programm-Module von cLABs-Neuron:

## 1. Eigenschaften der Zellmembran

Interaktive Computer Animationen und Simulationen erklären grundlegenden Membraneigenschaften anhand einfacher elektrischer Komponenten (s. Abb. 1). Diese Applets stehen zu wesentlichen Teilen auch über das Internet zur Verfügung ([www.clabs.de](http://www.clabs.de)).

## 2. Ionenkanäle

Dieses Modul erklärt Aufbau, Funktion, Kinetik und pharmakologische Beeinflussbarkeit von spannungsabhängigen Na- und K-Kanälen, die zu den funktionell wichtigsten Strukturen bei der Aktionspotential-Entstehung zählen. Ein virtuelles Labor für Registrierungen von Einzelkanalströmen gibt die Möglichkeit zu eigenständigen Experimenten (s. Abb. 2).

## 3. Voltage-/Current-Clamp Experimente

Dieser Programmteil erklärt Aufbau und Hintergrund von Current- und Voltage-Clamp Experimenten (s. Abb. 3). Ein virtuelles Labor erlaubt die Registrierung von Membranpotentialen und Ionenströmen von unterschiedlichen Neuronen bei frei wählbaren Reizparametern. Die Neuron-Parameter lassen sich verändern, so daß die Anwender eigene Neurone erstellen (und speichern) können.

cLABs-Neuron presents the functional relevant properties of the nerve membrane and the user is guided step-by-step with simple virtual and interactive experiments through membrane processes of increasing complexity.

cLABs-Neuron consist of three modules:

## 1. Membrane Properties

Interactive computer animations and simulations explain basic functions of neuronal membrane properties in simple terms of their electrical equivalents (see fig. 1). There is free access to major parts of these applets also via the internet ([www.clabs.de](http://www.clabs.de)).

## 2. Ion Channels

This module embraces the structure, gating mechanisms and pharmacological sensitivity of voltage dependent Na and K ion channels, which are the major parts of action potential generation. Single channel patch-clamp experiments can be done in a virtual lab that allows the user to change a manifold of neuronal parameters and stimulus settings (see fig. 2).

## 3. Voltage-/Current-Clamp Experiments

This part explains background and concepts of voltage-/current-clamp experiments (see fig. 3). Current and voltage recordings from different types of neurons can be done in a virtual lab with pre-selectable stimulus parameters and pharmacological ion channel blockers. The neuron-parameters can be changed so that the user can develop (and save) his/her own favorite neurons.