



Pharmakologie-Unterricht am Computer

Daniel Keller

Stiftung *Fonds für versuchstierfreie Forschung* (FFVFF) Zürich

Das Macintosh-Programm *PharmaTutor* zeigt fünf Experimente, wie sie für Studierende der Medizin und der Pharmazie durchgeführt werden. *PharmaTutor* wurde geschrieben, um im Pharmakologie-Praktikum auf Tiere verzichten und die Experimente trotzdem spannend, realitätsnah und instruktiv gestalten zu können.

Während der Ausbildung in Medizin und Pharmazie werden oft Experimente an Tieren oder isolierten Organen ausgeführt. Besonders in den Fächern Physiologie und Pharmakologie sollen Vorgänge, die sonst unsichtbar im Körper ablaufen, demonstriert werden können. Das Ziel dieser Tierversuche ist somit das Vertiefen des theoretischen Wissens der Studierenden

Es stellt sich hier die Frage, inwieweit solche Tierversuche gerechtfertigt sind, denn Experimente am Tier sollten nur dann durchgeführt werden, wenn "... der Tierversuch zum Erreichen des Versuchsziels unerlässlich ist" und wenn er sich nicht "... durch andere Verfahren ersetzen lässt" (Zitate aus: Schweiz. Tierschutzverordnung Art. 61). Somit stehen die Tierexperimente während der Ausbildung von Medizinern und Pharmazeuten im Widerspruch zur geltenden Rechtslage, denn es stehen alternative Methoden zur Verfügung, ganz abgesehen von der Ermessensfrage, ob die Tierversuche für das Erreichen der jeweiligen Lernziele "unerlässlich" sind. Als Ersatz für die Tierversuche im Unterricht können Filme, Videoaufnahmen, Computersimulationen, Zellkulturen und auch Selbstversuche der Studierenden eingesetzt werden.

Eine erste Computersimulation von Tierexperimenten für den Unterricht wurde von Robert D. Purves (University of Otago, New Zealand) auf einem Apple-II geschrieben. *PharmaTutor* ist nun eine Weiterentwicklung dieses Programmes; auf dem Macintosh können viel detailliertere Graphiken dargestellt werden, auch ist die Benutzerführung entschieden einfacher.

Die Experimente

Die fünf Teile von PharmaTutor sind voneinander unabhängige Unterrichtseinheiten, die von den Studierenden selbständig in je etwa 20 Minuten durchgearbeitet werden können. Zu jedem Teil gibt es eine Anleitung für das Experiment, dazu Fragen, die das eben Erarbeitete zu dem bereits vorhandenen Wissen in Beziehung bringen.

Die Bedienung des Programmes ist - wie bei den meisten Programmen auf dem Macintosh - denkbar einfach. Reichen die einfachen und deskriptiven Menu-Befehle nicht aus, so können zusätzliche Hinweis-Texte abgerufen werden, welche auch Hintergrund-Informationen anbieten; selbstverständlich wird dabei aber weder ein Lehrbuch noch eine Vorlesung in Pharmakologie ersetzt.

Ein Beispiel

Zur Illustration der Arbeitsweise mit PharmaTutor wird der Ablauf eines Experiments näher erläutert:

Blutdruck und Katecholamine. Diese Simulation zeigt ein Experiment, in dem von einer anästhesierten Maus kontinuierlich Blutdruck und Puls gemessen werden. Zu diesem Zweck ist ein Druck-Sensor an die Halsschlagader angeschlossen worden. Der Schreiber zeigt den systolischen und den diastolischen Blutdruck an; jeder Pulsschlag wird als Strich registriert. Im Ruhezustand sind Blutdruck und Puls gleichbleibend (Fig. 1).

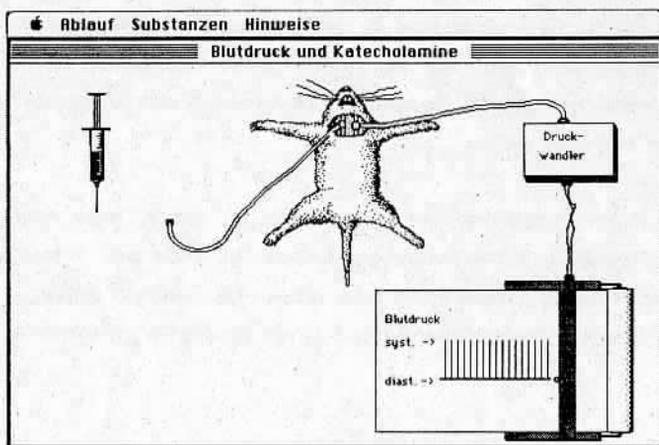


Fig. 1

Jetzt kann das Experiment starten: Dosen von Adrenalin, Noradrenalin und Isoprenalin (Repräsentanten der Gruppe 'Katecholamine') werden nun in die vorbereitete Kanüle eingespritzt.

Zuerst wird Adrenalin verabreicht (dabei wird der/die Studierende instruiert, die Auswirkungen genau zu beobachten und auf dem beigelegten Blatt zu protokollieren): der Blutdruck geht erst hoch und der Puls wird schneller, später folgt ein Abfall des diastolischen Blutdrucks (Fig. 2).

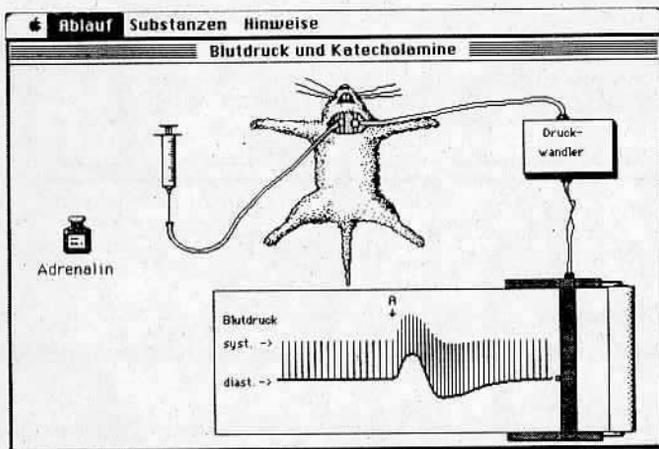


Fig. 2

Danach wird ein Beta-Blocker verabreicht, anschliessend wird die Adrenalingabe wiederholt. Diesmal sind die Auswirkungen - bedingt durch den Beta-Blocker - anders (Fig. 3).

Analoge Experimente werden nun mit Noradrenalin, Isoprenalin und einem Alpha-Blocker durchgeführt. Die Studierenden sind dabei aufgefordert, eine Tabelle auszufüllen, in der die Auswirkungen in Bezug zu den Medikamenten und die dadurch beeinflussten Rezeptortypen gesetzt werden.

Durch diese Experimente kann die sonst eher trockene Theorie über die Alpha- und Beta-Rezeptoren und deren Einflüsse auf den Blutkreislauf plastisch dargestellt werden.

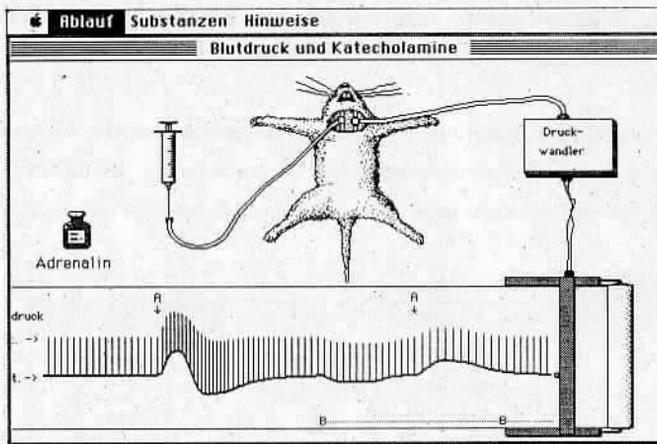


Fig. 3

Die anderen Experimente

Hier eine kurze Beschreibung der vier anderen in PharmaTutor realisierten Experimente.

- *Blutdruck und Acetylcholin:* Analog zum eingangs beschriebenen Experiment wird hier die Wirkung einer anderen Stoffklasse auf den Blutkreislauf studiert.
- *Dosis-Wirkungs-Beziehungen:* Ein Streifen der Darmmuskulatur eines Meerschweinchens wird im Organ-Bad aufgehängt (Fig. 4). Das Organ-Bad versucht die Bedingungen zu erhalten, unter denen der Muskel eine beschränkte Zeit weiter funktionsfähig bleibt (Temperatur, natürlicher pH, Salzgehalt, etc).

Nun wird eine Substanz dem Bad zugegeben, die den Muskel zu einer Kontraktion veranlasst. Die Stärke der Kontraktion wird gemessen und angezeigt. Verschieden hohe Dosen verursachen unterschiedlich starke Kontraktionen. Diese Dosis-Wirkungs-Beziehung ist aber nicht linear. Genau diesen Sachverhalt möchte dieses Experiment anschaulich machen.

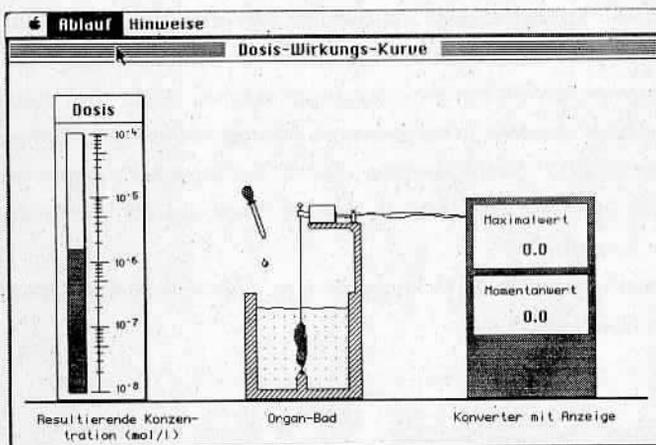


Fig. 4

- *Einfache Pharmakokinetik*: Aufnahme, Verteilung und Elimination eines Medikaments im Körper werden in Abhängigkeit von den verschiedenen Verabreichungsformen (oral, i.v. Injektion und Tropf-Infusion) gezeigt (Fig. 5). Dabei können auch die Auswirkungen einer Niereninsuffizienz studiert werden.

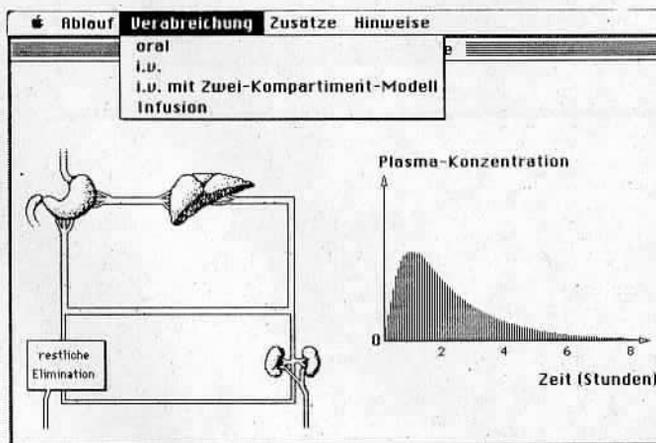


Fig. 5

Neuro-muskuläre Signalübertragung: Das Zwerchfell einer Maus wird herausoperiert und in einem Organ-Bad (siehe oben) aufgehängt. Das Zwerchfell - ein kräftiger Muskel - und der noch daranhängende Nerv werden abwechslungsweise elektrisch gereizt. Der Muskel zieht sich dann zusammen und diese Zuckungen werden gemessen und auf einem Schreiber sichtbar gemacht (Fig. 6). Curare-Substanzen, die jetzt dem Organ-Bad zugegeben werden, beeinflussen die Signalübertragung zwischen Nerv und Muskel, was sich in reduzierten Kontraktionen ausdrückt.

Mit diesem Experiment werden die Wirkungen von in der Anästhesie häufig eingesetzten Substanzen sichtbar gemacht.

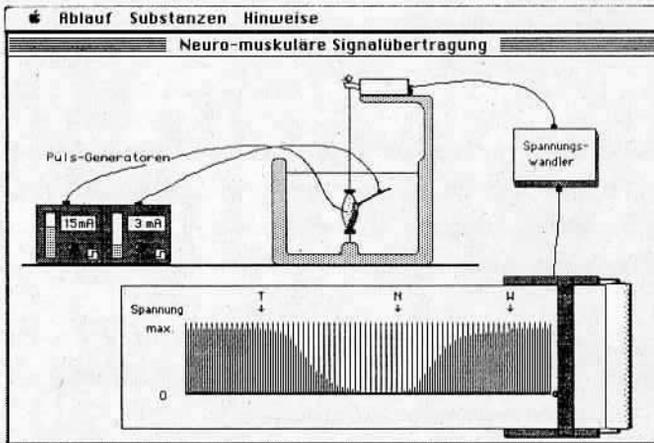


Fig. 6



Einsatz

Über 20 Kopien dieses Programms wurden bis jetzt schon an Universitäten verteilt. Ich hoffe, dass der Einsatz von PharmaTutor zwei Dinge bewirkt:

- a) Das Programm wird direkt dazu beitragen, die Zahl der im Unterricht zu Versuchen eingesetzten Tiere zu verringern.
- b) Die Akzeptanz für Alternativmethoden zu Tierexperimenten wird sowohl bei den Studierenden als auch bei den Unterrichtenden zunehmen.

Eine brauchbare Alternative ist das beste Argument gegen einen Tierversuch.

Dank

Das Erstellen des Programms PharmaTutor wurde zur Gänze durch die Stiftung *Fonds für versuchstierfreie Forschung* (FFVFF), Biberlinstr. 5, 8032 Zürich bezahlt. Danke!

Besten Dank auch an die Professoren W.H. Hopff, R.D. Purves und H. Wunderli für ihre Unterstützung, Kritik und anregenden Ideen.

Daniel Kellers PharmaTutor, ein Unterrichtsprogramm am Computer für die Studierenden im Pharmakologie-Praktikum, wurde erstmals im Mai in Versailles an einem internationalen Kongress über Alternativen zu Tierexperimenten als Poster vorgestellt. Es fand lebhaftes Interesse der Wissenschaftler, was sich später auch in Form vieler Bestellungen bestätigte. Als Anerkennung für seine Pionierleistung wurde Daniel Keller mit einem Tierschutzpreis der französischen Organisation ADAC (Association de Défense des Animaux de Compagnie) ausgezeichnet. Red.