

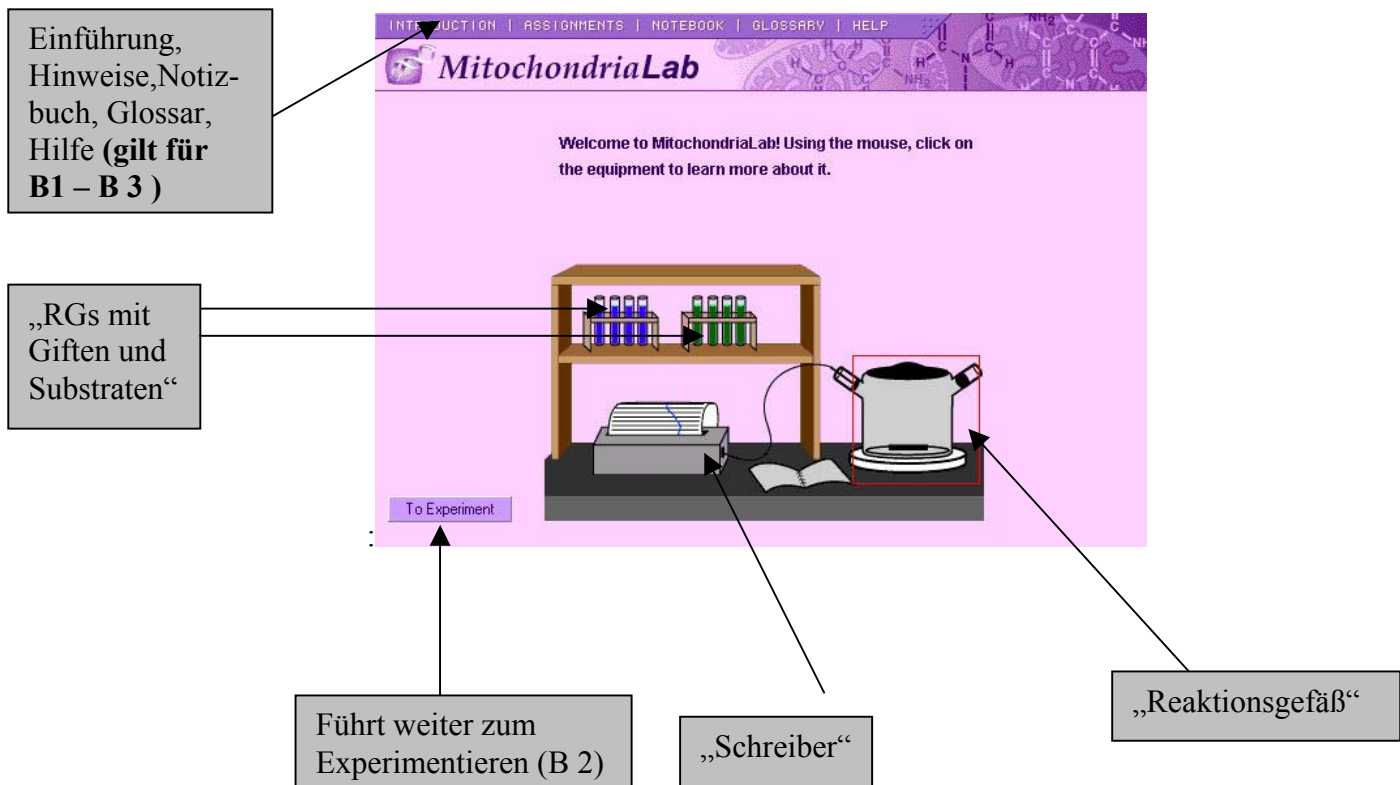
## Vorstellung des „Mitochondria – Lab“ und möglicher Einsatz im Unterricht

### I Was ist das Mito – Lab ?

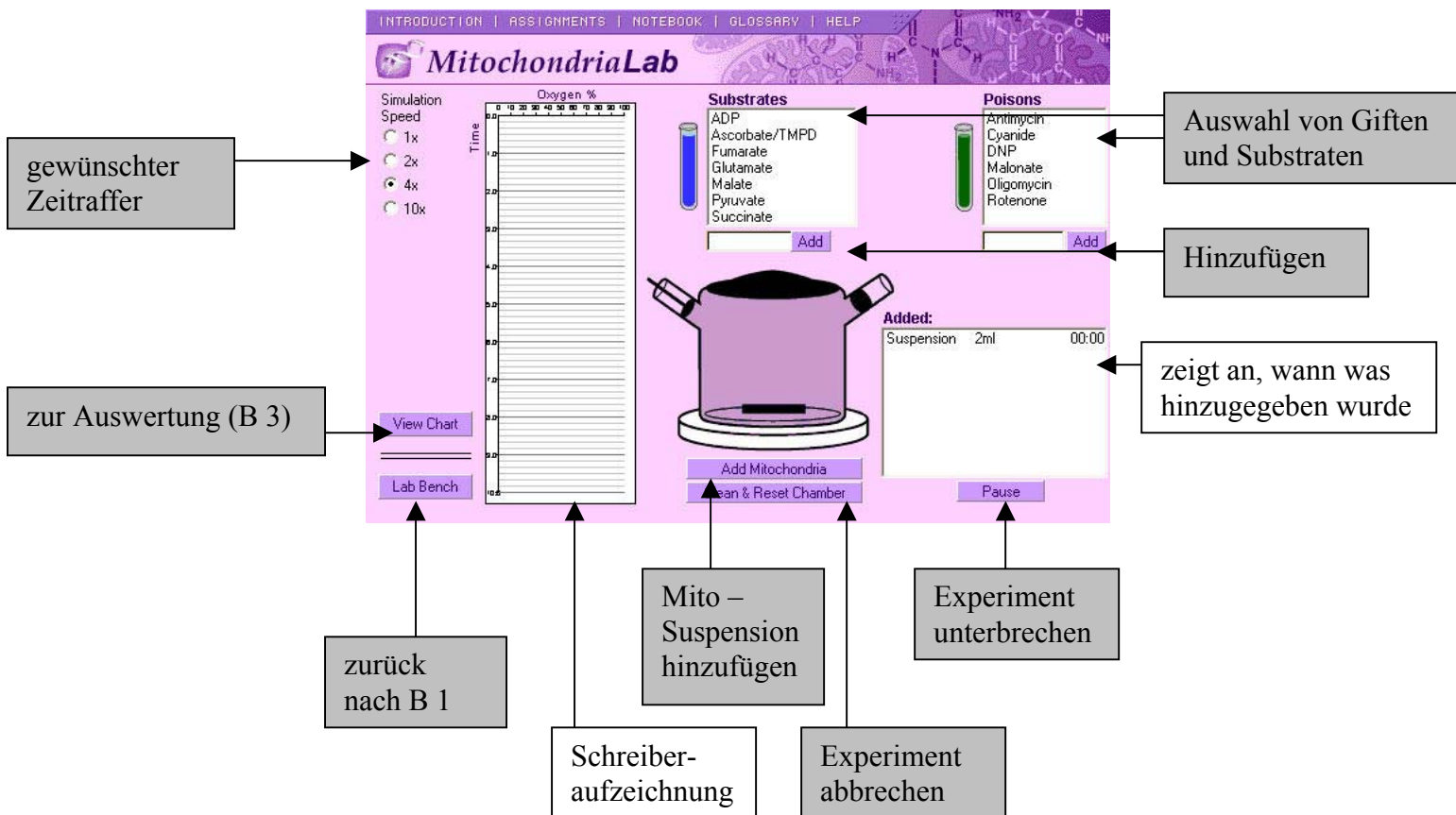
Bei dem Mitochondria – Lab von Biology – Labs Online (<http://biologylab.awlonline.com>) handelt es sich um ein interaktives Labor, indem verschiedene Versuche zum übergeordneten Thema „Mitochondrien“ durchgeführt werden können. Die einzelnen Versuche lassen sich verschiedenen Unterthemen zuordnen, wobei der Schwerpunkt bei der Atmungskette liegt. Man hat zum einen die Möglichkeit, vorgefertigte Versuche, die in dem Programm beschrieben werden, durchzuführen, bzw. durchführen zu lassen, zum anderen bietet sich aber auch die Möglichkeit, eigene Experimente zu entwickeln, um gegebenenfalls weitere Aspekte des Themenkomplexes genauer unter die Lupe zu nehmen oder eigene, sowie von Schülern vorgeschlagene Hypothesen zu untersuchen !

### II Wie funktioniert das Mito – Lab, wie ist es aufgebaut ?

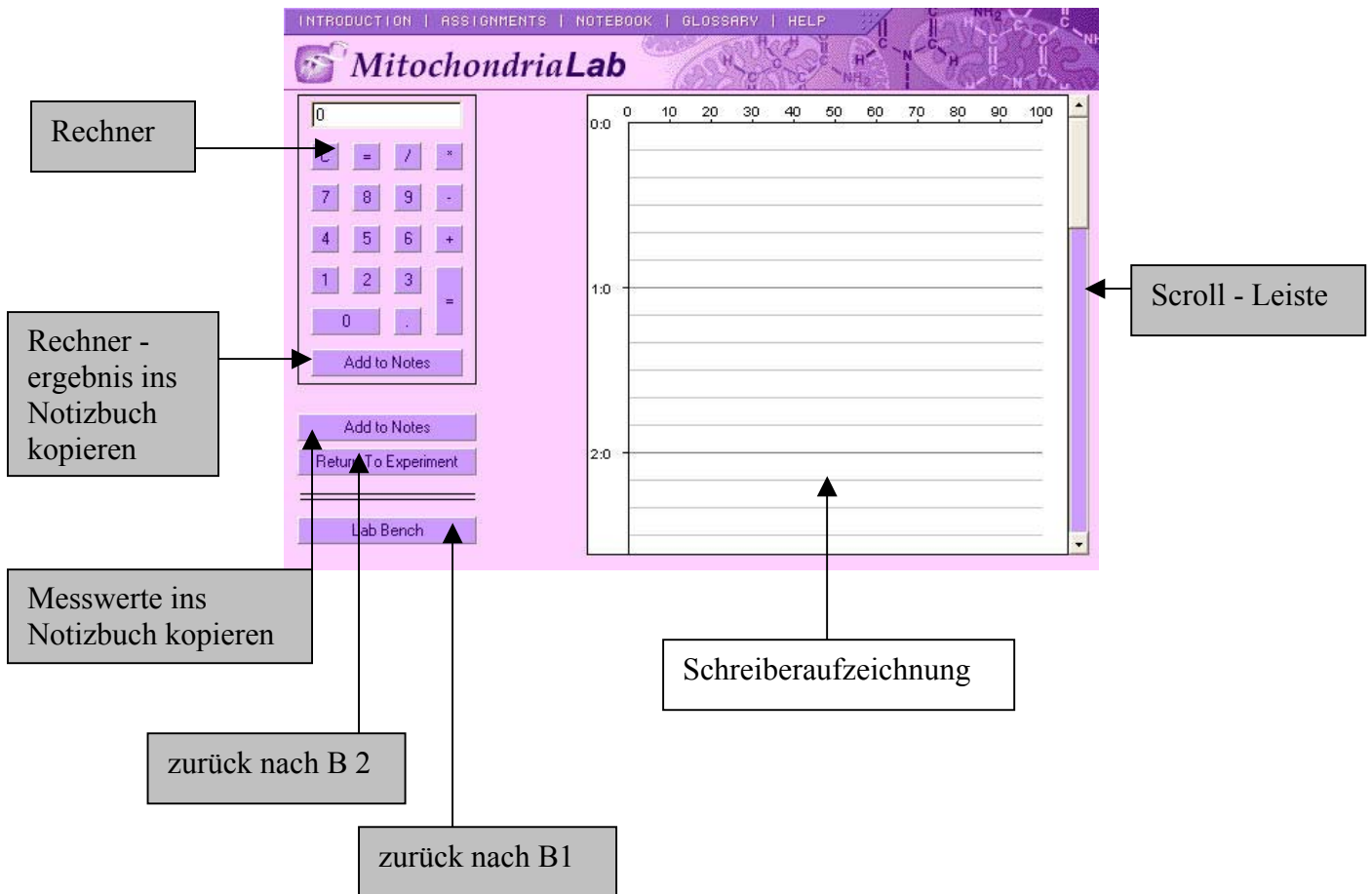
Das Mito – Lab besteht im Prinzip aus 3 Bildschirmen ( B 1 – 3). Der erste Bildschirm ( B 1) dient dazu, sich vorzustellen, wo und mit welchem Gerät man eigentlich „experimentiert“ : Die beschrifteten Bereiche sind Buttons, die beim Anklicken „Text“ zeigen oder beschriebene Funktionen haben !



Der zweite Bildschirm (B 2) ist nun das virtuelle Labor, indem man nach Herzenslust Experimente mit Mitochondriensuspension + Substrate + Gifte durchführen kann. Bei all den Experimenten geht es darum, die ATP – Synthese , also die Aktivität der Mitochondrien, über den Sauerstoffverbrauch zu messen. Zu Beginn werden gewünschte Substrate und/oder Gifte in das Reaktionsgefäß gefüllt, die Messung startet nach Zugabe von Mito – Suspension. Der Schreiber protokolliert den Sauerstoffgehalt im Reaktionsgefäß in Abhängigkeit von der Zeit, wobei man die Möglichkeit hat, von Echtzeit auf verschiedene Zeiträffer umzuschalten. Während der Messung hat man weiterhin die Möglichkeit, Gifte und Substrate hinzuzufügen, die Zugaben werden vom Schreiber mit Zeitangabe vermerkt : (graue Felder : Buttons)



Der dritte Bildschirm ( B 3) dient der Auswertung des Versuchs. Man sieht eine scrollbare Vergrößerung der Schreiberaufzeichnung, in der zusätzlich die oben erwähnten Zugaben von Giften und Stoffen eingetragen sind, obendrein ist der Sauerstoffanteil im Reaktionsgefäß an markanten Stellen als Zahl genau vermerkt, was der Auswertung dient. Man hat die Möglichkeit, das Ergebnis des Versuchs in das Notizbuch zu kopieren, allerdings werden nur einige Messwerte, nicht aber die Schreiberaufzeichnung selbst notiert. Weiterhin ist ein Rechner vorhanden, der dazu dient, Umrechnungen vorzunehmen oder Ergebnisse zu berechnen. Die Ergebnisse können dann ins Notizbuch kopiert werden. Das Notizbuch dient das ganze Programm durch (also von B1 – B3) dazu, Informationen zu speichern, was für die spätere Auswertung sicherlich von Bedeutung ist :



### III Einsatz im Unterricht

Generell eignet sich das Mito – Lab zum Einsatz in der Oberstufe während des Themas „Stoffwechselphysiologie“, allerdings ist der verstärkte Einsatz eher in Leistungskursen zu empfehlen, da Details ausgearbeitet werden, die den normalen Rahmen des Schulunterrichtes sprengen.

Das Mito – Lab eignet sich dazu, die verschiedensten Aspekte der Atmungskette genauer zu untersuchen und quantitative Aussagen über sonst im Unterricht nur qualitativ angesprochene Sachverhalte herauszuarbeiten, wie zum Beispiel den Aufbau von ATP pro Sauerstoffmolekül.

Weiterhin hat der Lehrer die Möglichkeit, durch gezielte Arbeitsanweisung und mehr oder weniger eingeschränkte Experimente das Niveau zu variieren. So ist es möglich, die Schüler in die Rolle von Forschern zu versetzen und es ihnen zu überlassen, auf welchem experimentellem Wege sie die Antwort auf vorgegebene Fragen versuchen zu finden.

Da dies sicherlich nur in Leistungskursen mit einem wirklich gehobenen Wissensstand und hoher Motivation möglich ist, bietet sich daneben natürlich auch die Möglichkeit, die Versuche stark einzugrenzen. Die Schüler führen einen fest vorgegebenen Versuch aus, beobachten und deuten die Beobachtungen im Hinblick auf die gegebene Fragestellung, wie in jedem klassischen Schulexperiment auch.

Gedacht ist an Arbeit in Gruppen von 2-4 Schülern.

#### **IV Einsatz der Arbeitsblätter im Unterricht**

Die Arbeitsblätter sind konzipiert für eine komplett interaktive Bearbeitung, das heißt, sie sollen wirklich am Computer bearbeitet werden. Sie enthalten Tipps, die per Mausklick angezeigt werden und Felder für Hypothesen und Ergebnisse, die auch per Mausklick aktiviert werden und ausgefüllt werden können. Nach Bearbeitung sowie erfolgter Besprechung und Korrektur können sie dann komplett oder auch nur teilweise ausgedruckt werden. Sinn dieser interaktiver Arbeitsblätter ist es, dass die Schüler sie gleichzeitig mit dem Mito – Lab in einem weiteren Fenster geöffnet haben können und sofort in der Lage sind, Beobachtungen und Ergebnisse in den dafür vorgesehen Feldern einzutragen; unleserliche handgeschriebene Notizen werden vermieden und die Schüler beobachten gezielter. Ein weiterer Sinn soll sein, dass die Schüler Labor und Versuchsanweisung auf einen Blick sehen, die Schüler wissen zu jeder Zeit, was zu tun ist und worauf sie achten müssen. Die Tipps unterstützen die Schüler beim Bearbeiten der Aufgaben, aber jeder nimmt nur so viele Tipps in Anspruch, wie er braucht; weiterhin bekommt der Lehrer lediglich die Rolle des Beraters; er moderiert schließlich die Abschlussbesprechung.

#### **V ...schließlich eine Unterrichtsreihe in groben Zügen**

Die Arbeit mit dem Mito – Lab soll den Abschluss der Unterrichtsreihe über Mitochondrien und Energiegewinnung bilden, wobei die Schüler ihr Wissen festigen, Zusammenhänge verstehen und sich vertiefendes Wissen selbständig erarbeiten sollen.

Am Anfang der Unterrichtsreihe sollte der Aufbau der Mitochondrien besprochen werden, außerdem sollten Glykolyse und Citratzyklus zumindest in groben Zügen besprochen worden sein, da sonst der Zusammenhang zwischen dem Abbau von Kohlenhydraten und Aufbau von ATP nicht erkannt werden kann. Die Atmungskette muss soweit besprochen sein, dass folgende Punkte bekannt sind :

- Durch eine ATPase wird ATP gebildet
- Die notwendige Energie wird über einen elektrochemischen Protonengradienten über der inneren Mitochondrienmembran gewonnen
- Der Gradient wird durch eine Elektronentransportkette erzeugt
- Finaler Elektronenakzeptor ist  $O_2$ , dieser reagiert mit Protonen zu  $H_2O$

Der erste Versuch dient dazu, den Umgang mit dem Mito – Lab zu erlernen, sich das Gelernte zum Thema „Atmungskette“ noch mal zu vergegenwärtigen und außerdem die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Citratzyklus, Substraten und Atmungskette zu verstehen.

##### 1. Stunde „Mito-Lab“ – Arbeitsblatt 1 :

Zunächst werden Gruppen von 2-4 Schülern (je nach Verfügbarkeit von PCs) gebildet. Die Arbeit mit dem Mito – Lab beginnt damit, dass der Lehrer das Programm vorstellt: entweder wird das Lab mit einem Beamer vorgestellt oder aber die einzelnen Bildschirme werden als Folien mit dem OHP vorgestellt und erklärt. Anschließend erfolgt das Hochfahren der Computer sowie die „Ausgabe“ der Arbeitsblätter durch Öffnen der jeweiligen Datei. Nachdem die Schüler die Arbeitsblätter durchgelesen haben und genau wissen, was zu tun ist (ggf. nachfragen !), gehen sie online und beginnen selbständig mit der Arbeit. Gegen Ende der

Stunde sollten alle Gruppen das AB bearbeitet haben und fertig sein, so dass noch 5 Minuten zum Runterfahren der Computer bleiben.

2.Stunde:

In der 2. Stunde fahren die Schüler die Computer direkt hoch und öffnen die von ihnen bearbeiteten Arbeitsblätter. Der Lehrer sollte als Moderator die Diskussion über die Ergebnisse leiten, jede Gruppe soll ihre Ergebnisse vortragen und gegebenenfalls direkt Veränderungen auf dem AB vornehmen.

Die Versuche 2 und 3 gehen dann mehr in die Tiefe und verlangen deutlich mehr vom Schüler. Im zweiten Versuch soll das erlernte aus Versuch 1 angewandt werden, um selbständig fundierte Hypothesen zur Wirkungsweise von DNP und Olygomycin aufzustellen. Das Verständnis der Zusammenhänge während der Atmungskette soll erheblich gesteigert werden.

Im dritten Versuch soll dann die Effizienz der Atmungskette in Abhängigkeit von verschiedenen Substraten quantitativ bestimmt werden; der Zusammenhang von Substrat, Enzymkomplex und quantitativer ATP – Synthese soll verstanden werden.

Der Ablauf der Bearbeitung soll im Prinzip gleich sein wie der bei Versuch 1, lediglich die Einleitung fällt weg und zur Bearbeitung eignet sich eine Doppelstunde, da doch deutlich mehr von den Schülern verlangt wird.

Den Abschluss des Ganzen sollte die Lernkontrolle bilden...Quiz wird so was ja ganz gerne mal genannt !