

STUDIENSEMINAR
Für das Lehramt für die Sekundarstufe II
- Leverkusen -

1. Unterrichtsentwurf im Fach Biologie

von
StdRef Carolin Garbe

Hauptseminarleiter:	...
Fachleiter Chemie:	Frau Dr. I. Schiedges
AKO:	...
Schulleiterin:	...
Fach:	Biologie
Fachlehrer:	...
Lerngruppe:	11/II
Unterricht in der Lerngruppe:	seit Ende Februar (mit Unterbrechungen)
Schule:	Gymnasium Genovevastr.
Datum:	15.05.2000
Zeit:	2 Unterrichtseinheiten

Thema der Unterrichtsreihe: Sportbiologie

Thema der Unterrichtsstunde:	Endoxidation und ATP-Synthese mit Hilfe eines Protonengradienten
-------------------------------------	---

Thema der Vorstunde:	Tricarbonsäurezyklus (TCC)
Thema der Folgestunde:	Milchsäuregärung „Wenn der Muskel sauer wird...“

Allgemeines Stundenziel

Die Lerngruppe soll erarbeiten, dass zum Aufbau von ATP ein Protonengradient an der inneren Mitochondrienmembran notwendig ist, und dass der Protonengradient durch schrittweise Elektronenabgabe über mehrere „Komplexe“ erzeugt werden kann.

Teilziele

Die Schüler sollen:

- rekapitulieren, dass bei dem Abbau von einem Molekül Glukose in Glycolyse und TCC nur 4 ATP gewonnen werden können
- erarbeiten, dass eine H^+ -Konzentrationsdifferenz nur aufgebaut werden kann, wenn O_2 anwesend ist
- erkennen, dass bei Anwesenheit eines Protonengradienten ATP hergestellt wird
- erschließen, dass ATP auch noch hergestellt werden kann, wenn kein O_2 mehr vorhanden ist
- herausfinden, dass durch die Hintereinanderschaltung von „Molekül-Komplexen“ Elektronen schrittweise von NADH zum Sauerstoff „weitergereicht“ werden
- feststellen, dass die Energie, die bei der „Elektronen-Weiterreichung“ frei wird, ausreicht, um H^+ -Ionen gegen ein Konzentrationsgefälle über die Innenmembran der Mitochondrien zu transportieren
- erkennen, dass $FADH_2$ aufgrund seines Redoxpotentials seine Elektronen erst „später“ in das System einbringen kann (vermutlich nicht Stundenziel – sondern Ziel der Hausaufgabe (HA))
- berechnen, dass pro $NADH + H^+$ 6 Protonen gepumpt werden können und somit zur Bildung von 3 ATP führen, bzw. pro $FADH_2$ 4 Protonen gepumpt werden, die zur Bildung von 2 ATP beitragen (Ziel der Hausaufgabe)

Darstellung des didaktisch-methodischen Schwerpunktes

Im Rahmen einer fachübergreifenden Unterrichtsreihe zum Thema Sportbiologie wird auch der Abbau der Glukose zum Zweck der Energiegewinnung in Form von ATP thematisiert. Erfahrungsgemäß fällt es einer Lerngruppe in der Jahrgangsstufe 11 – und auch noch später – schwer, einen tieferen Einblick in die biochemischen Hintergründe zu erlangen. Während bei der Glycolyse und dem Tricarbonsäurezyklus durch Vogabe der „schrecklichen“ Strukturformeln die „Ertüftelung“ der Reaktionswege in den Mittelpunkt gerückt werden kann, ist es bei der Atmungskette sehr viel schwieriger, ein Verständnis für die komplexen Vorgänge bei den Schülern hervor zu rufen. Dies liegt meines Erachtens nicht zuletzt daran, dass zusätzlich zu chemischen Grundlagen auch noch chemisch -physikalische Kenntnisse benötigt werden.

In der fachdidaktischen Literatur wird oft versucht dem Schüler die Thematik über Analogien näher zu bringen, indem Vergleiche zu einer Brennstoffzelle hergestellt werden. Ich habe mich bei dieser Lerngruppe gegen diese Vorgehensweise entschieden, da zum einen „Elektrochemie“ erst in der Jahrgangsstufe 12 in

der Chemie thematisiert wird, zum anderen viele Schüler seit der 10 keinen Chemieunterricht mehr haben. Eine Analogie wird aber nur dann als hilfreiches Erklärungsmodell angenommen, wenn die Analogie selbst weitgehend durchdrungen wird.

Ein für Schüler eindrucksvolleres und motivierenderes Verfahren besteht meines Erachtens darin, die Schüler stärker in die Rolle des Forschers zu versetzen und den Forschungsprozess im Unterricht stark vereinfacht nach zu stellen. Die Materialbearbeitung erfolgt in arbeitsgleicher Gruppenarbeit. Die Gruppenmitglieder sind Forscher, deren fleißige Assistenten schon viele Einzelergebnisse zusammen getragen und protokolliert haben (beteiligten Komplexe und Reaktionen, Ermittlung der jeweiligen Redoxpotentiale). Die Aufgabe der Forscher besteht in der sinnvollen Kombination der Einzelergebnisse, um somit den Ablauf der Atmungskette herauszufinden. Die ausgeteilten Materialien enthalten vergleichsweise viel Information, alleine deren Sichtung die Lerngruppe schon ein wenig Zeit kosten wird. Ich werde eine klare (und vermutlich knappe) Zeitvorgabe machen, wann ein Gruppensprecher das bis dahin erzielte Gruppenergebnis nach „vorne“ zu tragen hat, um sich mit den anderen Gruppensprechern am Overheadprojektor zu beraten und mit Hilfe der bereitgestellten Folienstücke ein vorläufiges Gesamtergebnis zu präsentieren. Dieses Gesamtergebnis soll als Diskussionsgrundlage für das folgende Unterrichtsgespräch (UG) dienen.

Diese Methode, die sich in den Grundzügen an das „forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren“ anlehnt, erscheint mir vielversprechend, da sie den Bedürfnissen der Gruppe, die gerne „einfach mal asprobiert“ und daraus ihre Schlüsse zieht, gerecht wird.

Weitere didaktisch-methodische Aspekte

- Aufbau und Ziel des Projektes „Sportbiologie“
- Soziale und fachliche Voraussetzungen der Lerngruppe
- Konsequenzen einer engen Zeitplanung während einer Unterrichtsreihe
- Fachsprache (laissez-faire oder pingelig?)
- Gruppenbildung, Wahl des Gruppensprechers
- Funktion der Hausaufgabe

Verwendete Literatur

- Richtlinien und Lehrpläne für das Gymnasium - Sekundarstufe II - in Nordrhein-Westfalen: Biologie, 1999
- „Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren“, H. Schmidkunz u. H. Lindemann, Westarp Wissenschaften, Magdeburg 1995
- Natura „Stoffwechsel“, Klett-Verlag, 1995
- Materialien für den Sekundarbereich II Biologie, Stoffwechselphysiologie, Schroedel Verlag, 1987
- Biologie des Sports, Unterricht Biologie, Friedrich Verlag, 1978
- Stoffwechselwege der Zelle, Aulis Verlag
- Energiefreisetzung bei der Endoxidation, Unterricht Biologie, 153/14. Jahrg. April 1990.

Geplanter Stundenverlauf

Phase	Inhalt	Methode	Medien
Einstieg	Über bereits Bekanntes: Bilanz der Glycolyse + TCC: Glukose + 6 H ₂ O + 10 NAD ⁺ + 2 FAD + 4 ADP + 4 Phosphat → 6 CO ₂ + 2 FADH ₂ + 10 (NADH + H ⁺) + 4 ATP	UG – S.Vortr. alternativ: Vorgabe des Ergebnisses	Folie
Problemstellung	4 ATP - wenig Sportbiologie: Ziel Muskelkontraktion – mehr ATP	UG	
Erarbeitungsphase 1	Intro AB: <i>um herauszufinden, wo und wann einen weitere ATP-Bildung stattfindet, hat man verschiedene Untersuchungen an Zellen und daraus gewonnenen Mitos gemacht – Hier sind einige Versuchsergebnisse dargestellt.</i>	Einzelarbeit – in Endphase Partnerarbeit	AB 1
Sicherungsphase 1	Die Resultate des AB 1 werden auf Folie festgehalten: Mögliche Antworten sind: 1. H⁺-Konzentration sind unter anaeroben Bed gleich, der ATP-Gehalt nahe Null 2. Bei Sauerstoffzufuhr sinkt die H⁺-Konz in der Matrix und steigt im Intermembranraum. Gleichzeitig steigt der ATP-Gehalt an. 3. Nach Entfernung des O₂ wird der Konz-Unterschied sofort kleiner, ATP-Gehalt steigt aber noch kurz weiter... Deutung: Eine Konzentrationsdifferenz kann nur aufgebaut werden, wenn O₂ anwesend ist. Wenn Konzentrationsdifferenz aufgebaut, dann wird auch ATP hergestellt. ATP kann auch noch hergestellt werden, wenn kein O₂ mehr da ist; vermtl. solange bis der Gradient abgebaut ist.	UG	OHP AB 1 Folie 1
Erarbeitungsphase 2	Es stellt sich die Frage: Wie schafft es das Mitochondrium einen Konzentrationsdifferenz von H ⁺ -Ionen aufzubauen. Erläuterung des Arbeitsblattes <i>Durch zeitaufwendige Forschungen hat man verschiedene Transmembranproteine und Reaktionen entdeckt, die mit der Bildung des Gradienten zu tun haben. Für jede Komponente konnte ein Redoxpotential bestimmt werden.</i> S. ist Forscher – Ergebnisse fleissiger Assisten Herausbekommen, wie ein H ⁺ -Gradient aufgebaut wird. Fokus auf NADH-Oxidation (wenn noch ausreichend Zeit, dann auch FADH ₂ berücksichtigen – ggf. HA)	GA	AB 2 und AB 3 Schere (Klebstoff)
Ergebnispräsentation	Gruppensprecher stellen <u>bisheriges</u> Ergebnis am OHP zusammen.	Schülervorträge	Folie 2 und 3 OHP
Sicherungsphase 2	Diskussion über das Ergebnis. Von wo nach wo fließen die Elektronen? An welchen Stellen kann H ⁺ transportiert werden? Welche Rolle spielt der Sauerstoff (terminaler e ⁻ -Akzeptor)? (Wo „steigt“ FADH ₂ ein?) - 1961 Mitchell-Hypothese (chemiosmotische Hypothese) Voraussichtliches Stundenende	UG	Folie 2 und 3 OHP
Sicherungsphase 3 durch HA	Quantifizierung des Glukoseabbaus: Wieviel ATP werden gewonnen? Warum läuft die Atmungskette nicht ohne O ₂ ab?		