

StRef Nils Raschke



www.biologieunterricht.info

Entwurf für den **zweiten besonderen Unterrichtsbesuch** im Fach Biologie (Sekundarbereich II)

Eine Unterrichtsstunde mit dem Thema **Wirkung von Schwermetallen auf Enzyme** im Rahmen der Unterrichtseinheit Enzyme

Schule **Gymnasium Andreanum**
Lerngruppe ---
Zeit **Montag, 29. November 2004, 2. Stunde (8.40-9.25 Uhr)**
Raum **Bi1**

Teilnehmende

Fachleiter Pädagogik ---
Schulleiter ---
Fachleiterin Biologie ---
Fachlehrerin ---
Besucher ---

Sicherheitshinweis

Schwermetalle sind toxisch. Sehr viele Schwermetalle dürfen nicht im Unterricht eingesetzt werden. Selbst die erlaubten Stoffe sollten mit großer Vorsicht gehandhabt werden. Auf keinen Fall dürfen Sie von den Schülern aufgenommen werden.

Informieren Sie sich bitte über Gefahren und Handhabung und beachten Sie die für ihre Schule geltenden Sicherheitsvorschriften.

Ich kann keinerlei Haftung für Schäden übernehmen, die sich aus der Nutzung des hier angebotenen Materials ergeben.

Hinweise

Dieser Entwurf wurde für meinen zweiten besonderen Unterrichtsbesuch angefertigt. Die Unterrichtsstunde funktionierte so, wie ich sie mir vorgestellt hatte, insbesondere das Material erwies sich als tragfähig.

Personennamen wurden komplett aus dem Entwurf entfernt, um dem Datenschutz genüge zu tun.

Die zum Entwurf gehörenden Arbeitstransparente finden sich auf der Webseite:

<http://www.biologieunterricht.info>

Dieser Entwurf darf ohne Genehmigung nicht in andere Sammlungen von Unterrichtsentwürfen integriert werden. Insbesondere nicht, wenn für den Erhalt von Entwürfen irgendeine Gegenleistung erwartet wird oder Werbung jedweder Art irgendwo auf einer der zur Internetpräsenz gehörigen Seiten gezeigt wird. Ansonsten steht der Entwurf und das zugehörige Material unter folgender Lizenz: Namensnennung-Keine kommerzielle Nutzung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 Deutschland der Creative Commons. Hier der Link auf die Lizenz:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/de/>

Sie dürfen:



das Werk vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen



Bearbeitungen des Werkes anfertigen

Zu den folgenden Bedingungen:



Namensnennung. Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen (wodurch aber nicht der Eindruck entstehen darf, Sie oder die Nutzung des Werkes durch Sie würden entlohnt).



Keine kommerzielle Nutzung. Dieses Werk darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden.



Weitergabe unter gleichen Bedingungen. Wenn Sie dieses Werk bearbeiten oder in anderer Weise umgestalten, verändern oder als Grundlage für ein anderes Werk verwenden, dürfen Sie das neu entstandene Werk nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar sind.

- Im Falle einer Verbreitung müssen Sie anderen die Lizenzbedingungen, unter welche dieses Werk fällt, mitteilen. Am Einfachsten ist es, einen Link auf diese Seite einzubinden.
- Jede der vorgenannten Bedingungen kann aufgehoben werden, sofern Sie die Einwilligung des Rechteinhabers dazu erhalten.
- Diese Lizenz lässt die Urheberpersönlichkeitsrechte unberührt.

1 Anmerkungen zur Lerngruppe

[Abschnitt entfernt]

Der bisherige Unterricht erfolgte problemorientiert, so dass die Schüler mit diesem Unterrichtsverfahren gut vertraut sind. Die Erfahrung der Lerngruppe mit chemischen Experimenten erstreckt sich in diesem Kurs lediglich auf die vorausgegangene Stunde. Die mir aus dem eigenverantwortlichen Unterricht bekannten Schüler haben allerdings bereits Versuche mit Enzymen und Nachweismethoden durchgeführt.

2 Unterrichtszusammenhang

Zu Beginn der Einheit Enzyme erfolgte eine Wiederholung des im Sekundarbereich I erworbenen Wissens zu Enzymen (Substratspezifität, Wirkungsspezifität, Katalysatorfunktion, Schlüssel-Schloss-Prinzip). In den letzten beiden Stunden wurden die kompetitive Hemmung und die Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Substratkonzentration thematisiert. Daneben wurde mit Katalase aus Kartoffeln (siehe Sachanalyse) die Temperaturabhängigkeit der Enzymreaktion erarbeitet. Nach Behandlung der gesellschaftlichen Relevanz des Themas Schwermetalle, wird als dritte Form der Inhibition die allosterische Hemmung eingeführt. Davon ausgehend wird die genaue Struktur der Enzyme thematisiert.

3 Sachanalyse

Enzyme. Bei Enzymen handelt es sich um eine Klasse von Proteinen, die als Katalysatoren fungieren¹, sie setzen die Aktivierungsenergie für Reaktionen herab und liegen nach der katalysierten Reaktion unverändert vor. Enzyme sind sowohl substrats- als auch wirkungsspezifisch, jedes Enzym wirkt also immer nur auf bestimmte Substrate und katalysiert nur bestimmte Reaktionen. Diese Eigenschaften erklären sich aus ihrer komplexen und jeweils einzigartigen dreidimensionalen Struktur. Bei der Reaktion bindet das Substrat an einen bestimmten Bereich des Enzyms, das aktive Zentrum, welches komplementär zum Substrat ist (Schlüssel-Schloss-Prinzip).

Hemmung. Enzyme können auf unterschiedliche Arten gehemmt werden, d.h. in ihrer Wirksamkeit eingeschränkt werden. Bei der Kontrolle des Stoffwechsels spielt die allosterische Hemmung eine Rolle: Bestimmte Moleküle (Liganden) binden an einen spezifischen Bereich mitunter weit entfernt vom aktiven Zentrum des Enzyms und führen zu einer Konformationsänderung und so zu einer Aktivierung oder Hemmung des Enzyms. Eine weitere Form ist die kompetitive Hemmung: Dem Substrat ähnelnde Substanzen

32

¹ Campbell 1997, S.1331, im weiteren Verlauf nach Campbell 1997, S.106-112

konkurrieren mit ihm um den Eintritt in das aktive Zentrum. Wird die Konzentration des Substrats erhöht, wird die Hemmung geringer, da für das Enzym nun eine höhere statistische Wahrscheinlichkeit besteht auf ein Substratmolekül zu treffen. Dies ist möglich, da die Bindung reversibel ist, da sich Substrat und Hemmstoff nur über schwache Wechselwirkungen an das aktive Zentrum binden. Erfolgt die Bindung dagegen kovalent, ist die Hemmung normalerweise irreversibel, das Enzym bleibt auf Dauer inaktiv. Dies ist beispielsweise bei Schwermetallen der Fall, da sie mit den Schwefelatomen der Disulfidbrücken Komplexe bilden¹.

Schwermetalle sind definiert als Metalle, deren spezifisches Gewicht über 4,5g/cm³ liegt. Einige sind in geringer Menge lebensnotwendig², in höherer Konzentration sind sie auf Grund der oben beschriebenen Mechanismen aber toxisch und daher für Schülerversuche nur in einigen Fällen zugelassen (z.B. Kupfer- und Zinnverbindungen). Da Schwermetalle in größeren Mengen bei der Industrieproduktion anfallen und sich in vielen Fällen in der Nahrungskette anreichern, stellen sie eine Gefährdung der belebten Umwelt dar.

Bei Katalase handelt es sich um Enzym, das das Zellgift Wasserstoffperoxid (H₂O₂) zu Wasser und Sauerstoff umwandelt. Es findet sich beispielsweise in Leber und Kartoffeln. Gibt man H₂O₂ zu zerriebenen Kartoffeln, kommt es durch den bei der Reaktion $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ entstehenden Sauerstoff in Verbindung mit Proteinen der Kartoffeln zur Schaumbildung, die die Aktivität der Katalase anzeigt.

4 Didaktische Überlegungen

4.1 Relevanzanalyse

Die Rahmenrichtlinien sehen die experimentelle Erarbeitung von Enzymeigenschaften im Baustein „Realisation der genetischen Information“ der Vorstufe vor.³ Enzymhemmung ist im Kursstufenbaustein „Wirkung von Medikamenten und Drogen vorgesehen“.⁴

Die überragende Bedeutung von Enzymen für letztlich alle Stoffwechselfvorgänge begründet die Behandlung der Enzymhemmung als wichtiges Steuerungsinstrument. Kontrastierend zur reversiblen Hemmung kann daher auch die Hemmung durch Schwermetalle thematisiert werden, allerdings rechtfertigt sich dieses Thema hauptsächlich aus der hohen Gesellschafts- und Schülerrelevanz.

Die Umweltbelastung durch Schwermetalle wird die Gesellschaft in zunehmender Weise betreffen. Durch die Anreicherung von Schwermetallen in der Nahrungskette und weltweit

31

¹ Bickel et al. 1995a, S.14

² Umweltlexikon 2002

³ Niedersächsisches Kultusministerium 1999, S.16

⁴ Niedersächsisches Kultusministerium 1999, S.33

steigenden Schwermetallemissionen bleibt das Thema aktuell. Für eine kompetente Teilnahme am Diskurs ist es wichtig, dass die Bürger nicht nur diffus über die Schädlichkeit von Schwermetallen informiert sind, sondern ein vertieftes Verständnis der Problematik aufweisen.

5 Für die Schüler selbst ist in ihrer Lebenswelt eine Vielzahl von Berührungspunkten vorhanden. Neben der Problematik von Amalgamfüllungen in Zähnen, Berichte in den Medien (bspw. über die Schwermetallbelastung von Seefisch) und die Entsorgung von Altbatterien spielen selbst Aspekte wie das Kauen an lackierten Stiften¹ eine Rolle.

4.2 Schwerpunktsetzung und didaktische Konstruktion

10 Die Erlangung der Erkenntnis, dass Schwermetalle deshalb schädlich sind, weil sie Enzyme hemmen, bildet den Schwerpunkt in den ersten 30 Minuten. Daraufhin soll in einem zweiten Schwerpunkt die Irreversibilität der Hemmung näher beleuchtet werden.

Die Möglichkeit, die unterschiedliche Hemmung durch verschiedene Schwermetalle ins Zentrum der Stunde zu stellen, wird verworfen. So sind gerade die Schwermetalle, von denen die Schüler am ehesten gehört haben könnten (Blei, Quecksilber), nicht für Schülerversuche zugelassen. Zudem würde eine quantitative Bestimmung wenig zur Klärung der Inhalte des zweiten Schwerpunktes beitragen, der sich zudem nur schwerlich organisch anschließen ließe. Dennoch werden zwei verschiedene Schwermetalle untersucht, um eine Allgemeingültigkeit der zu beobachtenden Hemmung durch Schwermetalle ableiten zu können. Durch arbeitsteilige Gruppenarbeit entsteht lediglich ein geringer Mehraufwand in der Auswertungsphase.

20 Eine Überprüfung verschiedener Enzyme wäre mit einem deutlich größeren Zeitaufwand verbunden und ist daher nur für eine Doppelstunde geeignet. Auf Grund der sehr heterogenen Vorerfahrungen bieten sich in dieser Lerngruppe aber auch eher kürzere, überschaubarere Experimente an.

25 Der Katalaseversuch hat darüber hinaus den Vorteil auf Grund der in der letzten Stunde erworbenen Schülervorkenntnisse eigenständig planbar zu sein. So sollten theoretisch alle Schüler die gleichen Grundlagen für die Lösungsplanung II aufweisen und nicht nur die leistungsstärkeren Schüler. Überhaupt lassen sich durch die experimentelle Erarbeitung Schüler aktivieren, die durch eine theoretische Erarbeitung (etwa durch Interpretation abstrakter Graphen) überfordert wären.

Grundsätzlich soll der erste Schwerpunkt durch weit gehende Eigentätigkeit von Lösungsplanung I bis zur experimentellen Erarbeitung die Problemlöse- und Methodenkompetenz.¹ der Schüler fördern.

Auf den zunächst nahe liegenden informierenden Einstieg durch den Lehrer oder etwa die Nutzung eines Zeitungsartikels, der die Gefahren von Schwermetallen darlegt, wird verzichtet. Er erfolgt stattdessen über eine Anweisung aus den Sicherheitsempfehlungen der Kultusministerkonferenz, die Lehrer dazu auffordert das „Stiftekaue“ bei Schülern zu unterbinden. Ich bin überzeugt, dass dieser Einstieg die Schüler stärker aktiviert, da er ohne eine Betroffenheit auslösende Problematisierung auskommt. Er spricht stattdessen die Schüler direkt an, da vermutlich jeder schon einmal auf einem Stift gekaut hat und nun überraschend auf nicht näher konkretisierte Gefahren (→ Problemfrage) hingewiesen wird. So führt der Einstieg direkt zur intendierten Fragestellung ohne weitergehende Diskussionen auszulösen. Eine Öffnung gegenüber verschiedenen Fragestellungen wird beim zweiten Stundenschwerpunkt ermöglicht.

Die Erkenntnis, dass Schwermetalle Enzyme hemmen, sagt wenig über den Mechanismus oder die Art der Hemmung aus. Es ergeben sich folglich verschiedene Fragestellungen und damit ein unterschiedlicher Unterrichtsverlauf.

Sollte die Frage gestellt werden, ob alle Schwermetalle auf alle Enzyme gleich wirken, erfolgt dazu ein kurzer Lehrervortrag, danach werden die Schüler aufgefordert weitere Fragen zu formulieren.

Den Schülern ist die Funktionsweise der kompetitiven Hemmung bekannt, die Frage ob es sich um bei der Hemmung durch Schwermetalle um eine derartige Hemmung handelt, können sie mit Hilfe einer Darstellung von Substratumsatzrate in Abhängigkeit von Substratkonzentration (AT Schwermetallhemmkurve) klären. Die Deutung des Materials ergibt die Irreversibilität der Enzymhemmung. Die Entwicklung von Modellvorstellungen zur Funktion dieser Hemmung ist im Arbeitsmaterial angelegt. Wegen des hohen Abstraktionsgrad werden hier vornehmlich die leistungsstärkeren Schüler gefordert, durch methodische Entscheidungen, sollen aber auch hier schwächere Schüler eingebunden werden (siehe Methodik).

Sollten die Schüler dagegen zuerst klären wollen, wie genau das Enzym inaktiviert wird, sollen sie ein Modell entwickeln, das ihre Hypothesen zur Inaktivierung beinhaltet. Zwei alternative Modelle sind denkbar. Eine Blockierung des aktiven Zentrums kann mit dem

AT-Schwermetallhemmkurve bestätigt werden, die Irreversibilität ist aus dem Arbeitsmaterial ableitbar. Die mögliche Vorstellung der Zerstörung des Enzyms durch das Schwermetall, ohne dass es zu einer dauerhafteren Bindung kommt, kann durch die Interpretation des AT-Enzymzugabe verneint werden. Die Schüler sind dann aufgefordert eine neue Modellvorstellung zu entwickeln, die wie oben mit dem AT-Schwermetallhemmkurve bestätigt werden kann.

4.3 Lehrziele

Die Schüler sollen die hemmende Wirkung von Schwermetallen auf Enzyme erläutern können. Dazu sollen sie im Einzelnen ...

... sich über die Empfehlung der Kultusministerkonferenz wundern. (aff.)

... die Frage aufwerfen können, weshalb Schwermetalle giftig sind. (kogn.)

... auf Grund ihres Wissens um die Wichtigkeit der Enzyme für den Stoffwechsel vermuten können, dass die Enzyme durch Schwermetalle gehemmt werden. (kogn.)

... einen Versuch zum Nachweis einer möglichen Enzymhemmung durch Schwermetalle entwickeln können (kogn.) und

... ihn gemäß der Versuchsanweisung durchführen können (instr.)

... und das Versuchsergebnis beschreiben können. (kogn.)

... das Versuchsergebnis deuten können, indem sie das Ausbleiben der Schaumentwicklung auf eine Hemmung der Katalase durch Schwermetalle zurückführen können. (kogn.)

Minimalziele ↑
Maximalziele ↓

... eine Modellvorstellung zur Hemmung durch Schwermetalle entwerfen können und

... diese an Hand von Daten aus Diagrammen überprüfen können und gegebenenfalls das Modell anpassen können. (kogn.)

... die Irreversibilität der Enzymhemmung durch Deutung eines Diagramms erklären können. (kogn.)

5 Überlegungen zur Methode

Der Einstieg erfolgt als stummer Impuls mittels eines Arbeitstransparentes, da so die Aufmerksamkeit vom Lehrer auf den projizierten Sachverhalt gelenkt wird. Diese Vorgehensweise sind die Schüler gewöhnt und sollte nicht zu Problemen führen. Einfache

Hilfsimpulse wie „Ihr seid dran“ können bei starker Zurückhaltung (etwa ausgelöst durch die Situation vor Zuschauern unterrichtet zu werden) zur Aktivierung genutzt werden.

Die Schüler übergehen oftmals die Stellung der Problemfrage und bilden gleich Hypothesen, dem wird begegnet, indem die Schüler aufgefordert werden, zu überlegen, welche Fragestellung durch die Hypothesen impliziert wird.

Eine ideale Gruppengröße für die Durchführung des Experiments wären drei Schüler. Da sie in den bisherigen Unterrichtsstunden aber sehr gut in festen Viererteams gearbeitet haben und bei Experimenten zu beobachten war, dass sich alle Schüler intensiv am Experimentieren beteiligt haben, wird die Gruppengröße auf vier festgelegt, was auch den räumlichen Gegebenheiten Rechnung trägt. Jennifer, Eva-Maria und Anja bildeten sonst immer eine eigene Gruppe, da es sich um etwas leistungsschwächere Schülerinnen handelt, ist diese Gruppe schon in beim Experimentieren in der letzten Stunde mit 2 anderen Gruppen vermischt worden.

Die experimentelle Erarbeitung von Enzymhemmung durch Schwermetalle ist mit vielen Enzymen und Nachweismethoden möglich. Die gewählte Methode zeichnet sich durch eine besonders einfache Durchführung aus. Die Ergebnisse sind durch die deutliche Schaumbildung sofort beobachtbar. Die Beobachtung des Entstehens des Schaums ist deutlich zugänglicher als beispielsweise die zur Kenntnisnahme eines Farbumschlags.

Im zweiten Stundenschwerpunkt geht es im Wesentlichen um die Interpretation von Diagrammen. Sprachliche Ungenauigkeiten erschweren hier oft die Kommunikation. Daher weisen die Diagramme im oberen Bereich Leerstellen auf, in denen die Verhältnisse an bestimmten Punkten des Graphen zeichnerisch dargestellt werden können. Durch die Leerstellen werden die Schüler aufgefordert ihre Vorstellungen zeichnerisch zu konkretisieren. Da die Interpretation abstrakter Graphen vielen Schülern Schwierigkeiten bereitet, wird hier bei ausreichend Zeit –gerade auch im Hinblick die Aktivierung schwächerer Schüler– eine Gruppenarbeitsphase eingeschoben, so dass die Schüler untereinander Lösungsmöglichkeiten diskutieren können und dann auch weniger leistungsstarke Schüler in der Lage sind, das Gruppenergebnis vorzutragen.

6 Hausaufgaben

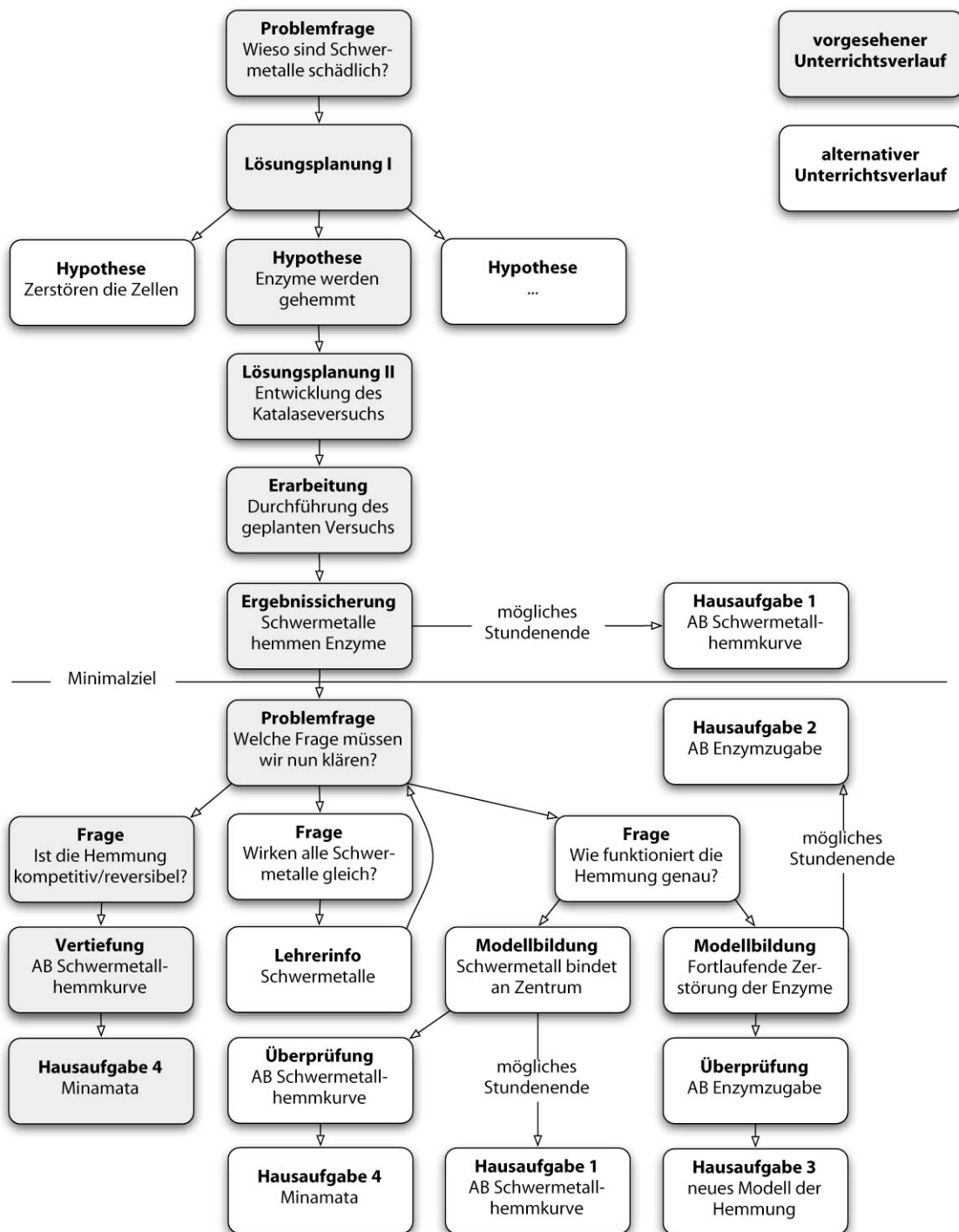
Je nach erreichten Lernzielen und Stundenverlauf ergeben sich vier mögliche Hausaufgaben. Hausaufgabe eins (AB Schwermetallhemmkurve) kann zur Überprüfung des Modells eines blockierten Zentrums eingesetzt werden oder bei Erreichen des Minimalziels als Vorbereitung der kommenden Stunde genutzt werden. Hausaufgabe zwei (AB

Enzymzugabe) ermöglicht die Überprüfung des anderen Modells, bei dem davon ausgegangen wird, dass das Schwermetallion nur die Enzyme zerstört, sich aber nicht bindet. Falls diese Überprüfung bereits im Unterricht geleistet werden konnte (und damit das Modell falsifiziert wurde), fordert Hausaufgabe 3 zur erneuten Modellbildung auf, die den bisher erarbeiteten Ergebnissen Rechnung trägt. Hausaufgabe 4 ist vorgesehen, wenn die irreversible Hemmung bereits im Unterricht erarbeitet werden konnte. Die Schüler sollen sich selbsttätig über die „Minamata-Krankheit“ informieren und damit in der nächsten Stunde die Thematisierung der Kumulation von Schwermetallen ermöglichen.

7 Verlaufsübersicht

7.1 Mögliche Unterrichtsverläufe

Da der tabellarische Verlaufsplan sich nicht für die Darstellung von Planungsalternativen eignet, ist dort nur der vorgesehene bzw. von mir als am wahrscheinlichsten angesehene Unterrichtsverlauf dargestellt. Ergänzend dazu dient die folgende Darstellung dem Nachvollzug möglicher Alternativen zum vorgesehenen Unterrichtsablauf.



7.2 Verlaufsplan

Zeit/Phase	Inhalte	Funktion des Unterrichtsschrittes	Methode (Sozialform/Medien)
Einstieg (8:40)	L projiziert AT Einstieg SuS stellen Problemfrage „Wieso sind Schwermetalle schädlich?“ L übernimmt Frage an TA	Aufwerfen der Problemfrage	OHP, AT Einstieg, UG
Lösungsplanung I	L schreibt „Hypothesen“ an TA SuS nennen: • Schädigen das Erbgut • Schädigen die Enzyme • Zerstören die Zellen • ... L übernimmt Hypothesen	Vertiefte Auseinandersetzung mit der Frage Verknüpfung mit dem Vorwissen	TA, UG
Lösungsplanung II	L wählt Hypothese „schädigt Enzyme“ aus <i>Schlagt eine Überprüfungsmöglichkeit für diese Hypothese vor!</i> SuS schlagen Versuch mit Katalase vor: Vergleich einer mit Schwermetallen versetzten Probe und einer unbelasteten Probe.	Aktivierung problemlösenden Denkens	
Erarbeitung (8:50)	<i>Wir werden diesen Versuch nun durchführen, lest bitte zuerst leise für euch die Versuchsanleitung durch und erklärt danach, was ihr tun sollt!</i> L verteilt AB Versuchsanleitung SuS lesen AB Versuchsanleitung Erklären Versuchsdurchführung, stellen evtl. Fragen zur Durchführung <i>Bitte findet euch in den Gruppen vom letzten Mal zusammen, holt euch euer Arbeitsgerät am Lehrertisch ab und führt den Versuch durch!</i> SuS führen Versuch durch	Klärung des Vorgehens vor der Erarbeitung Schnelle Herstellung der Arbeitsfähigkeit	AB Versuchsanleitung
Auswertung (9:05)	<i>Bitte beschreibt das Versuchsergebnis</i> SuS beschreiben deutliche Schaumbildung bei Probe ohne Schwermetallzusatz, geringe bis ausbleibende Schaumbildung bei Probe mit Schwermetallzusatz Beide Proben mit Schwermetallen zeigen ähnliche Ergebnisse <i>Bitte deutet das Versuchsergebnis</i> SuS deuten Ergebnis: Die Enzyme werden durch Schwermetalle gehemmt, da die O ₂ -Produktion (=Schaumbildung) ein Maß für die Aktivität der Katalase ist. L notiert Ergebnis an TA, verifiziert Hypothese	Phase wird genutzt zur Aktivierung schwächerer Schüler	GA, Material siehe AB Versuchsanweisung UG TA
mögliches Stundenende, Minimalziele erreicht			

Zeit/Phase	Inhalte	Funktion des Unterrichtsschrittes	Methode (Sozialform/Medien)
Vertiefung (9:15)	<i>Welche Frage müssen wir nun klären?</i>	Öffnung	
	Für weitere alternative Verlaufmöglichkeiten siehe den Punkt „Mögliche Unterrichtsverläufe“		
	SuS fordern Klärung, ob die Hemmung reversibel bzw. kompetitiv ist <i>Wie können wir das herausbekommen?</i> SuS fordern Diagramm, das die Umsatzrate bei steigender Substratkonzentration zeigt	Anbringen von Vorwissen	
	L teilt AB Schwermetallhemmung aus <i>Bitte bearbeitet in euren Gruppen den Arbeitsauftrag, Zeitvorgabe 5 Minuten.</i>	Aktivierung aller Schüler durch Gruppenarbeit	GA, AB Schwermetallhemmung
	projiziert AT Schwermetallhemmung, SuS tragen ihre Ergebnisse vor: Umsatzrate ist niedriger, Sättigung auf niedrigerem Niveau. Deutung: Schwermetallionen blockieren einen Teil der Enzyme, keine kompetitive Hemmung, da Substratkonzentrationserhöhung keine Steigerung der Umsatzrate bringt <i>Findet einen Begriff für diese Art der Hemmung</i> SuS nennen irreversible Hemmung L ergänzt TA	Sicherung der Erarbeitung	UG, AT Schwermetallhemmung TA
Stundenende (9:25)	HA: Minamata: Kumulation von Schwermetallen	Resümee Bezug auf die gesellschaftliche Relevanz des Themas	

8 Geplantes Tafelbild

Wieso sind Schwermetalle schädlich?

5 Hypothesen: -Sie schädigen das Erbgut
-Sie zerstören die Zellen
-Sie hemmen die Enzyme

10 Überprüfung: Vergleich der Schaumbildung beim Katalaseversuch: Eine Probe mit Schwermetallionen versetzt, die andere nicht.

Beobachtung: Bei den Proben mit den zugesetzten Schwermetallionen (egal ob Kupfer- oder Zinnionen) kommt es nur zu einer sehr geringen Schaumbildung.

15 Deutung: Schwermetalle hemmen Enzyme. Dies geschieht irreversibel.

9 Kommentierter Sitzplan

Abschnitt entfernt

10 Anhang

10.1 Verwendete Literatur

5 Bickel, H., Knauer, B., Lichtner, H.-D. & Tischler, W. 1995a: Natura. Stoffwechsel. Lehrerband. Klett.

Bickel, H., Knauer, B., Lichtner, H.-D. & Tischler, W. 1995b: Natura. Stoffwechsel. Schülerband Klett.

Campbell, N. A. (1997): Biologie. Spektrum.

10 Kultusministerkonferenz (Hrsg.) 2003: Richtlinien für die Sicherheit im Unterricht. Empfehlungen der Kultusministerkonferenz. Ohne Verlagsangabe.

Meisert, A. 2004: Wie kann Biologieunterricht geplant werden? In: Spörhase-Eichmann, U. & Ruppert, W. (Hrsg.) 2004: Biologiedidaktik. Cornelsen.

15 Niedersächsisches Kultusministerium (Hrsg.) 1999: Rahmenrichtlinien für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe, die Gesamtschule – gymnasiale Oberstufe, das Fachgymnasium, das Abendgymnasium, das Kolleg. Ohne Verlagsangabe.

Umweltlexikon 2002: <<http://www.umweltlexikon-online.de/fp/archiv/-RUBwerkstoffmaterialssubstanz/Schwermetalle.php>>

20 10.2 Arbeitstransparente

AT Einstieg

Aus den **Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht**

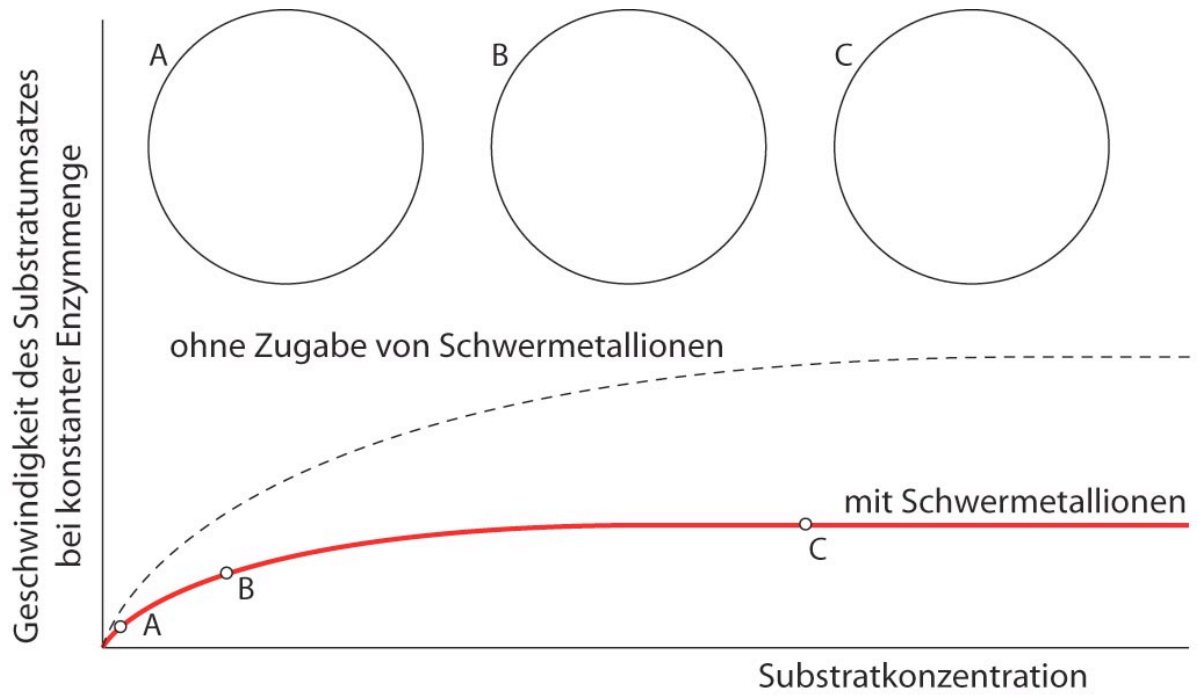
25 (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 28. März 2003)

30 Veranlassen Sie, dass lackierte Holzfassungen von Blei- oder Buntstiften nicht in den Mund genommen werden (Farben können schwermetallhaltige Verbindungen enthalten).

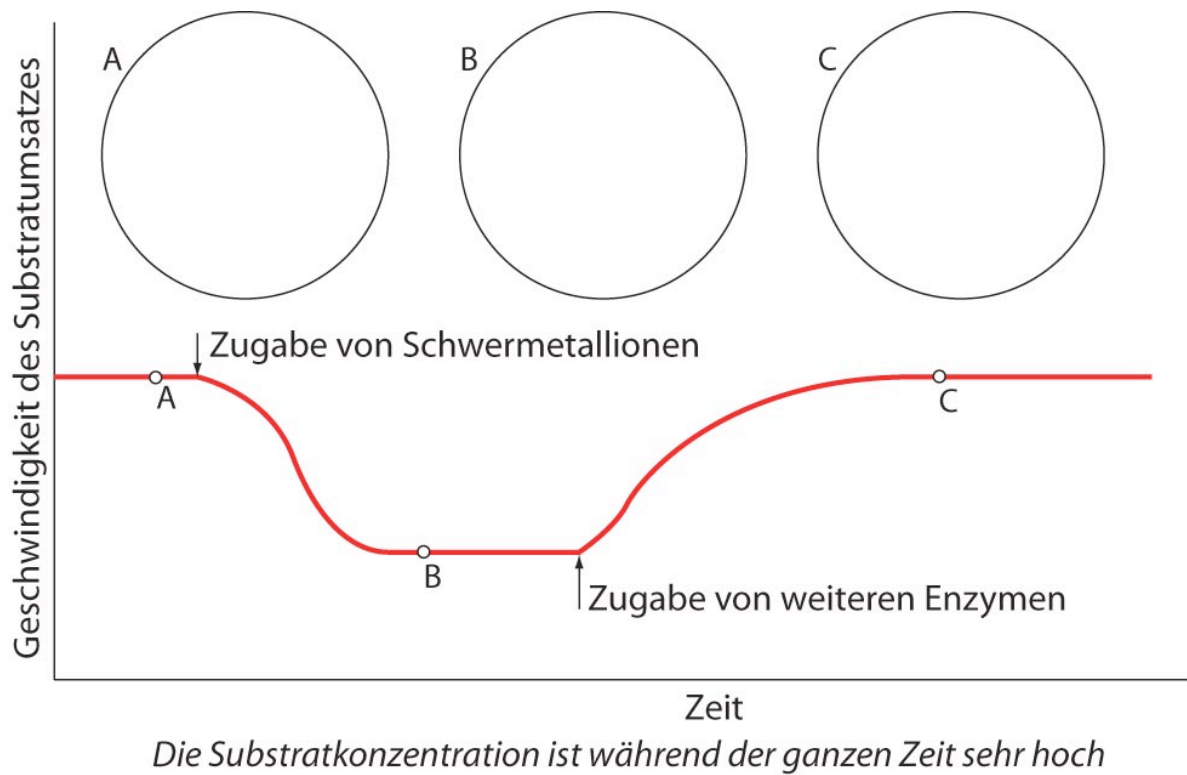


35

AT Schwermetallhemmkurve¹



5 AT Enzymzugabe



7

¹ Diagramme in Anlehnung an Bickel et al. 1995b, S. 21 und 24.

10.3 Arbeitsblätter und Hausaufgaben

AB Versuchsanweisung

Versuch: Die Wirkung von Schwermetallionen auf Enzyme

5 **Sicherheitshinweis: Die Person, die mit den Chemikalien arbeitet, muss eine Schutzbrille und Handschuhe tragen!**

Material:

- 2 leere Reagenzgläser
- 10 1 Reagenzglas mit gelösten Schwermetallionen (Kupferionen oder Zinnionen, Angabe auf dem Reagenzglas)
- 1 Spatel
- 1 wasserfester Stift
- 1 Reagenzglasständer
- 1 Schutzbrille
- 15 2 Latexhandschuhe
- 1 Mörser
- Masse aus zerriebenen Kartoffeln

Versuchsanweisung:

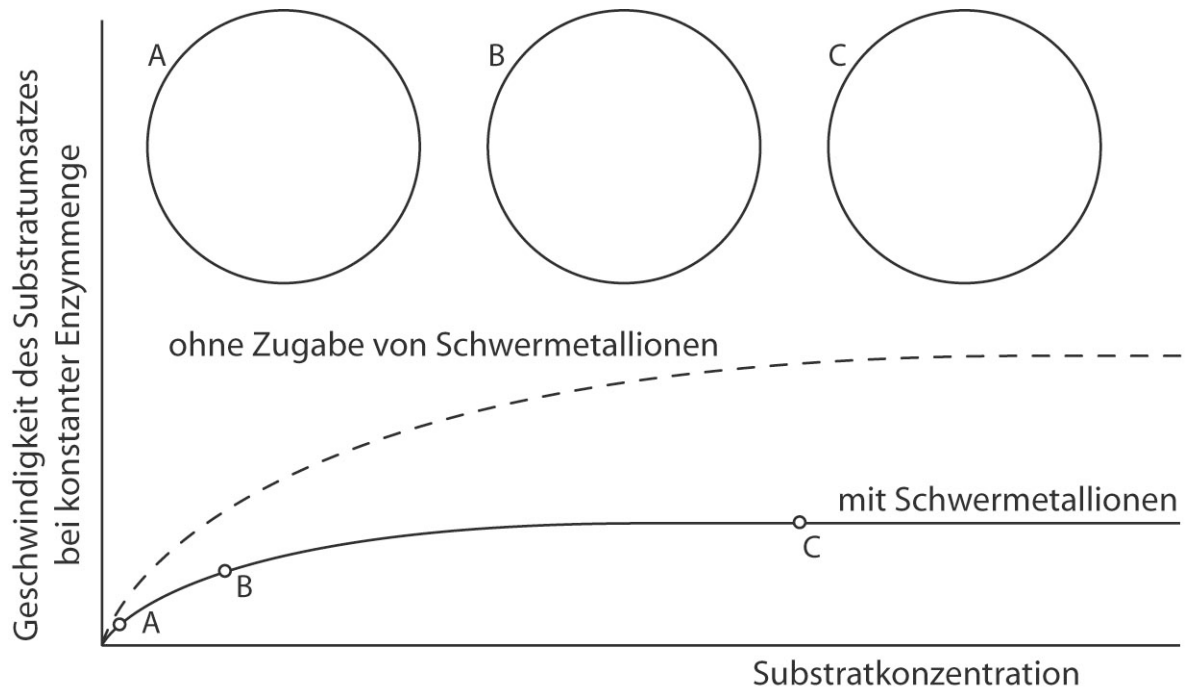
- 20 1. Markiert die Reagenzgläser mit einem Strich in 1 cm Höhe.
- 2. Füllt Kartoffelmasse bis zur Markierung in eines der Reagenzgläser.
- 3. Vermischt einen Teil der restlichen Kartoffelmasse im Mörser mit der Schwermetalllösung. Füllt danach das andere Reagenzglas mit dieser Masse bis zur Markierung
- 4. Gebt nun mit der Pipette je 3 ml Wasserstoffperoxyd in die Reagenzgläser.
- 25 5. Markiert nach einer Minute die Schaumhöhe.
- 6. Protokolliert das Ergebnis und bringt euer Arbeitsgerät wieder zum Lehrertisch.

Zeitvorgabe: 8 Minuten

30 **Beobachtung:**

AB Schwermetallhemmkurve

Arbeitsauftrag: Erkläre den Verlauf der Kurve und fülle die Leerstellen A-C. Überprüfe, ob die dabei gewählte Modellvorstellung sich mit dem Diagrammverlauf in Einklang bringen lässt.



5 AB Enzymzugabe

Arbeitsauftrag: Erkläre den Verlauf der Kurve und fülle die Leerstellen A-C. Überprüfe, ob die dabei gewählte Modellvorstellung sich mit dem Diagrammverlauf in Einklang bringen lässt.

