

Lernspirale: Enzyme – Moleküle des Lebens

Dr. Birgitt Aldermann, Köln

II/A2

Niveau: Sekundarstufe II

Dauer: 14 Unterrichtsstunden (Kürzungen sind möglich)

Ziele:

1. Fachkompetenz: Enzymreaktion, Substrat- und Wirkungsspezifität, Temperatur- und pH-Optimum, Cofaktoren, Regulation, Vergiftung sowie Wirkung von Antibiotika;

2. Methodenkompetenz:

- Bearbeiten von Texten, Tabellen und Grafiken;
- Fragen stellen und Hypothesen aufstellen;
- Anfertigen von Concept-Maps, Wandzeitung und Modellen;
- Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten;
- Sich über das Gelernte austauschen;
- Präsentieren der Arbeitsergebnisse in Form von Kurzvorträgen.

3. Sozialkompetenz: Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit.

Didaktisch-methodische Orientierung

Das **Konzept der Lernspirale** ist von H. Klippert im Rahmen seiner Überlegungen zum „Eigenverantwortlichen Arbeiten und Lernen“ im Fachunterricht entwickelt worden und zeichnet sich durch einen klaren Lehrplan- und Themenbezug aus (H. Klippert, 2002).

Die **Besonderheit der Lernspirale** liegt in ihrer konsequenten Ausrichtung auf **selbstständiges, eigenverantwortliches und kooperatives Lernen**. In einem regelmäßigen Rhythmus werden die Schülerinnen und Schüler über die Einzel- über die Partner- und Gruppenarbeit zur Ergebnispräsentation geführt.

Die vorliegende **Lernspirale (Makrospirale)** hat das **Thema „Enzymatik“** zum Gegenstand. Dabei werden im Hinblick auf molekulare, biologische und stoffwechselphysiologische Aspekte wichtige Grundlagen für die nachfolgenden Unterrichtsthemen gelegt. Der **fachdidaktischen Aufarbeitung** liegen die **Didaktikprinzipien** der **Anschaulichkeit** (Abbildung, Modell, Concept-Map), der **Problemorientierung** (Experiment, Analogiemodell, Mystery) und der **Wissenschaftspropädeutik** (Hypothesenbildung, Umgang mit Modell und Experiment) zu Grunde. Ein weiteres Prinzip sind die auftauchenden **Redundanzen**. Sie lassen einen Sachverhalt in immer wieder neuen Kontexten erscheinen, wodurch das Behalten und Begreifen gefördert wird.

Die Lernspirale gliedert sich in mehrere **Mikrospiralen**, den **Arbeitsinseln 1–8**, die jeweils einen Teilaspekt der Enzymatik umfassen. Diese erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler stets in demselben methodischen Rhythmus von Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit und einer abschließenden Präsentation. Des Weiteren werden die Arbeitsergebnisse im Plenum diskutiert.

Von ihrem **Anforderungsniveau** her gliedert sich die Makrospirale in drei aufeinanderfolgende Abschnitte (I–III), die intendieren eine **fachliche Lernprogression** sowie einen **Lernzuwachs in der Methoden- und Kooperationskompetenz**:

In der **Sensibilisierungsphase (Arbeitsinsel 1)** werden das Vorwissen und die Voreinstellungen der Schülerinnen und Schüler aktiviert. Die **Informationsphase (Arbeitsinseln 2–7)** dient der Aneignung neuer Fachinhalte, Fachmethoden und Verfahrensweisen. In der **Transferphase (Arbeitsinsel 9)** wenden die Schülerinnen und Schüler das Gelernte an, vertiefen und beurteilen es.

Im Rahmen der vorgestellten Lernspirale üben die Lernenden sich in der **Informationsbeschaffung, Informationsverarbeitung, Informationsstrukturierung** und **Ergebnispräsentation** sowie

Materialübersicht

Umfang: 9 Mikrospiralen (Arbeitsinseln 1–9)

M 1	(Tx)	Beschreibung einzelner Methoden 1. Concept-Map; 2. Kartenabfrage; 3. Kurzvortrag; 4. Durcharbeiten von Texten – Exzerpierendes Lesen; 5. Wandzeitung; 6. Spickzettel; 7. Kugellager; 8. Gruppenpuzzle; 9. Mysterys; 10. Fishbowl
Arbeitsinsel 1	(Ab)	Die Rolle der Enzyme im Stoffwechsel <input type="checkbox"/> M 1 (1. Concept Map) <input type="checkbox"/> Abbildungen 1–3 vom Arbeitsblatt auf Folie kopieren <input type="checkbox"/> auf DIN A4 kopierte Aussagekarten <input type="checkbox"/> farbige Filzstifte, weiße und farbige Karten, große Papierbögen, Schere, Klebstoff, Klebeband
Arbeitsinsel 2	(Ab, Ex)	Enzymatischer Abbau von Wasserstoffperoxid – ein Zellgift <input type="checkbox"/> M 1 (2. Kartenabfrage) <input type="checkbox"/> Versuchsmaterialien (siehe Materialliste auf dem Arbeitsblatt für die Arbeitsinsel 2) <input type="checkbox"/> schwarze Filzstifte, blaue und rote Karten <input type="checkbox"/> Proteinmodelle: Perle (20 verschiedene Farben bzw. Formen), biegsamer Draht
Arbeitsinsel 3	(Ab)	Reaktionen benötigen Aktivierungsenergie <input type="checkbox"/> M 1 (3. Kurzvortrag) <input type="checkbox"/> Die unausgefüllte Tabelle zur Analogisierung zwischen einer Bergfahrt und einer chemischen Reaktion auf Folie kopieren <input type="checkbox"/> Folienstifte
Arbeitsinsel 4	(Ab)	Enzyme beschleunigen Reaktionen <input type="checkbox"/> M 1 (4. Durcharbeiten von Texten – Exzerpierendes Lesen) <input type="checkbox"/> weißer Klebstoff für die Papiermodelle <input type="checkbox"/> Der Ausschneidebogen für die Enzymklassen wird auf weiße Pappe kopiert <input type="checkbox"/> fertige dreidimensionale Proteinmodelle (Hausaufgabe von Arbeitsinsel 2)
Arbeitsinsel 5	(Ab, Ex)	Optimale Bedingungen für Enzymreaktionen <input type="checkbox"/> M 1 (5. Kartenabfrage) <input type="checkbox"/> Material für die Streihe (siehe Materialliste auf dem Arbeitsblatt zur Arbeitsinsel 5) <input type="checkbox"/> dick, farbige Filzstifte und Karten, große Bögen Papier, Klebstoff, Schere, Klebeband
Arbeitsinsel 6	(Ab)	Cofaktoren für enzymatische Reaktionen <input type="checkbox"/> M 1 (4. Durcharbeiten von Texten, 6. Spickzettel, 7. Kugellager) <input type="checkbox"/> Stuhlkreise für das Kugellager (Innen-/Außenkreis), Filzstifte, Karten, Klebstoff, Schere
Arbeitsinsel 7	(Ab)	Regulation des Stoffwechsels <input type="checkbox"/> M 1 (4. Durcharbeiten von Texten, 8. Gruppenpuzzle) <input type="checkbox"/> Papiermodelle für die Enzymreaktion aus der Arbeitsinsel 4, weiße Pappe, Schere, Klebstoff <input type="checkbox"/> Die Infomaterialien für die Expertengruppen A–D und die Tabelle auf DIN A4 kopieren.
Arbeitsinsel 8	(Ab)	Enzymhemmstoffe als Arzneimittel <input type="checkbox"/> M 1 (3. Kurzvortrag, 4. Durcharbeiten von Texten, 9. Mysterys) <input type="checkbox"/> Mystery-Kärtchen (auf DIN-A4-Pappe kopieren) <input type="checkbox"/> weiße Karten, Filzstifte, Schere
Arbeitsinsel 9	(Ab)	Systematisierung und Vermittlung des Gelernten <input type="checkbox"/> M 1 (1. Concept-Map, 10. Fishbowl) <input type="checkbox"/> Karten mit Begriffen und Definitionen aus der Enzymatik (aus der vorbereitenden Hausaufgabe von der Arbeitsinsel 8) <input type="checkbox"/> Stuhlkreise für die Fishbowl-Diskussion (siehe M 1) <input type="checkbox"/> farbige Filzstifte und Karten, große Papierbögen, Schere, Klebstoff.

Die Erläuterungen und Lösungen finden sich ab Seite 31.

M 1 Beschreibung einzelner Methoden

1. Concept-Map (CM)

Ziel: Eine Concept-Map (Begriffsnetz, Beziehungsgeflecht) dient der Zusammenfassung, Strukturierung und Visualisierung eines komplexen Sachverhaltes. Sie regt die Schülerinnen und Schüler zum Nachdenken und Sprechen über das eigene Wissen an. Der Lehrkraft gibt sie Hinweise über den Wissens- und Sprachstand der Lernenden. Auch kann die Arbeit mit Concept-Maps als Instrument zur Analyse der individuellen Begriffsentwicklung eingesetzt werden, wenn jeder Lernende sein eigenes Begriffsnetz zu Beginn und am Ende einer Unterrichtseinheit erstellt und vergleicht. Conceptmapping kann an jeder Stelle des Unterrichts verwendet werden, besonders eignet es sich am Anfang zur Einstimmung, am Ende zur Zusammenfassung oder bei der Wiederholung eines Themengebietes.

Durchführung:

Die Lernenden schreiben ihre Gedanken bzw. Ideen zu einem Thema auf Zettel. Es können ihnen aber auch Aussagen oder Begriffe als Wortliste oder Stichwörter vorgegeben werden. Die Ideen werden dann auf einem Blatt zu einem ungeordneten Netz angeordnet. Dabei werden diejenigen, die zusammengehören, nahe zusammengeordnet.

Die einzelnen Aussagen setzt man dann durch Beschriftete Verbindungslinien, Pfeile oder Erklärungen miteinander in Beziehung. Gegebenenfalls können den Lernenden neben der Wortliste auch Beschriftungshilfen gegeben werden (z. B. je kleiner desto größer, verbrauchen, liefern, schädigen, usw.).

Arbeitsanweisung zur Anfertigung einer Concept-Map:

- 1. Sortieren:** Schauen Sie sich die Begriffe (Kärtchen) an und legen Sie diejenigen weg, die Sie nicht verstehen oder nicht gebrauchen können.
- 2. Strukturieren:** Ordnen Sie die Kärtchen auf einem Blatt zu einem Netz. Legen Sie dazu die Begriffe zusammen, die zusammengehören, näher zusammen.
- 3. Kleben** Sie die Begriffskärtchen auf das Papier.
- 4. Beschriften und erklären:** Zeichnen Sie Pfeile zwischen denjenigen Begriffen, die miteinander in einer bestimmten Beziehung stehen. Schreiben Sie Erklärungen an die Pfeile, die diese Beziehung verdeutlichen.

2. Kartenabfrage

Ziel: Die Kartenabfrage ist ein Verfahren, um alle Ideen und Fragen zu einem Thema/Problem zu sammeln, miteinander zu vergleichen und zu sortieren.

Durchführung:

Möglichst viele Ideen, Fragen und Anregungen aus der ganzen Lerngruppe werden gesondert auf Karten geschrieben. Die einzelnen Karten werden dann aufgehängt, miteinander verglichen und sortiert.

Reihe 3	Verlauf	Material S 8	LEK	Glossar	Mediothek
----------------	----------------	------------------------	------------	----------------	------------------

Bildimpulse für die Gedankensammlung und die Concept-Map

II/A2

Abb. 1:
Organismus-Ebene

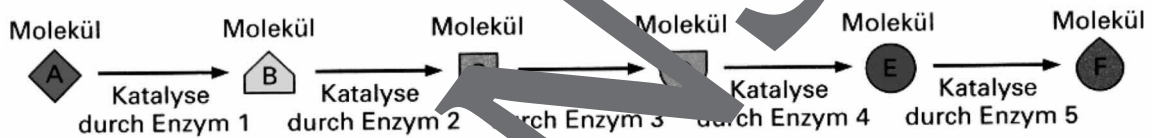
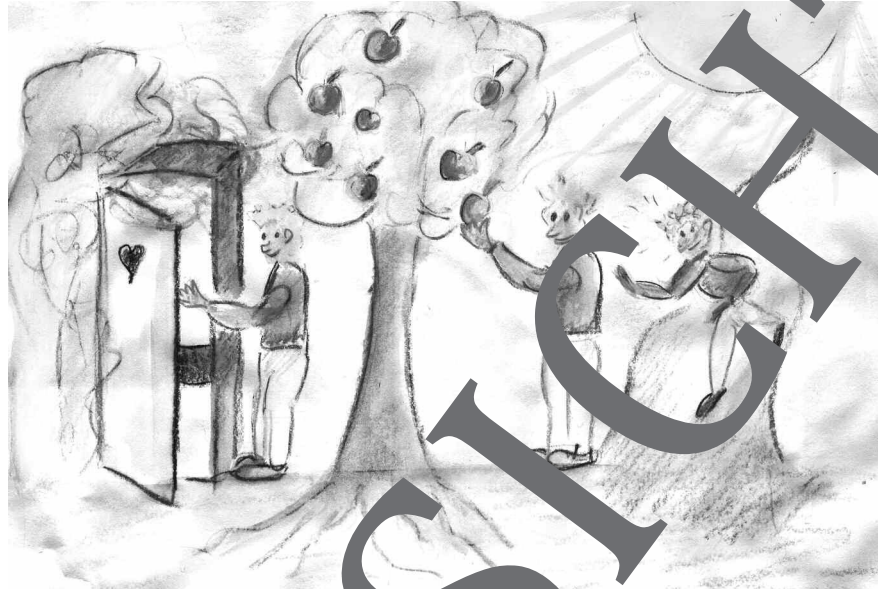


Abb. 2: Molekül-Ebene

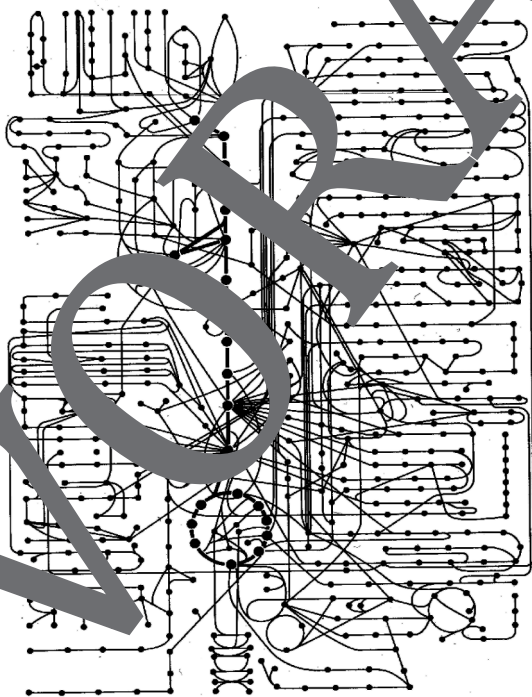


Abb. 3: Zell-Ebene

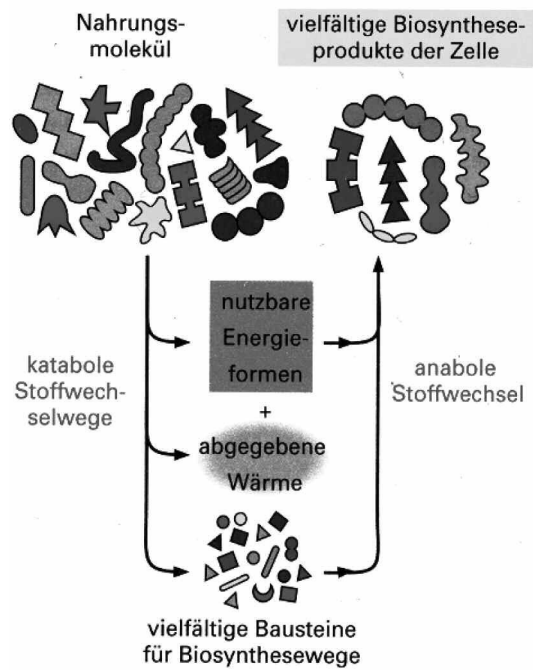
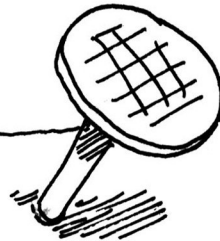
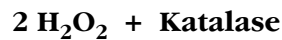


Abb. 4: Molekül-Ebene

Information**Versuchsdurchführung – Enzymatischer Abbau von Wasserstoffperoxid****1. Vorbemerkungen:**

Wasserstoffperoxid (H_2O_2) ist ein starkes Zellgift und muss vom Organismus durch Abbau unschädlich gemacht werden. Das diesen Abbau katalysierende Enzym ist die Katalase. Sie ist in jeder lebenden Zelle enthalten. Enzyme gehören zur Stoffklasse der Proteine.

**2. Material für das Experiment:**

- H_2O_2 (5–10 %)
- 6 Reagenzgläser (**RG1–RG6**), Reagenzglasständer
- Holzspan, Streichhölzer
- 1 % Bleiazetatlösung (alternativ Kupfersulfat- oder Quecksilbernitratlösung)
- Kartoffel: kleine Stücke (1 cm x 1 cm) in einer Schwermetalllösung gelegten Kartoffel
- Braunersteinpulver (MnO_2)
- Schutzbrille; Einweghandschuhe

3. Gefahrenhinweise:

- Einweghandschuhe und Schutzbrille tragen!
- Spritzer von H_2O_2 auf die Haut und die Kleidung vermeiden!
- RG6** ist nur von der Lehrkraft anzusetzen!

4. Durchführung des Experimentes:

Die Reagenzgläser (**RG**) werden beschriftet. In jedes Reagenzglas gibt man je 3 ml H_2O_2 . Die Reaktion wird jeweils bei Raumtemperatur gestartet durch die Zugabe von:

- RG1:** Sand (sehr wenig, 1/3 Spatelspitze);
- RG2:** kein Zusatz, das Reagenzglas wird in ein Wasserbad mit 60°C gestellt;
- RG3:** ca. 3 Körnchen Braunerstein;
- RG4:** 1 Stück eines trockenen Kartoffel;
- RG5:** 1 Stück eines gekochten Kartoffel;
- RG6:** 1 Stück einer vorher in eine der Schwermetalllösungen eingelegten Kartoffel (wird von der Lehrkraft angesetzt!)

5. Nachweis von O_2 : Nach Ablauf der Reaktionen die Glimmspanprobe durchführen.

Arbeitsinsel 5 Optimale Bedingungen für Enzymreaktionen

Aufgaben – zur Unterstützung von Leni und Lea

1. Lesen Sie das Problem und die Informationen durch. Markieren Sie insbesondere die hier auftretenden Widersprüche. Formulieren Sie in Einzelarbeit Fragen, die sich aus diesen Widersprüchlichkeiten ergeben.
2. Vergleichen Sie Ihre Fragen mit einem Partner bzw. einer Partnerin. Einigen Sie sich auf eine zentrale Fragestellung für eine mögliche Testreihe. Lassen Sie sich dabei durch die Materialliste leiten, aus der zu ersehen ist, welche Geräte und Lösungen Ihnen für diese Testversuche zur Verfügung stehen.
3. Planen Sie mit einem anderen Partnerteam, das eine entsprechende Fragestellung hat, eine Testreihe. Achten Sie darauf, dass diese einfach durchzuführen ist und zur Aufklärung der Widersprüche beiträgt. Entwickeln Sie einen Versuchsplan mit genauen Angaben zum Materialbedarf, Zeitablauf und zu der Rollenverteilung innerhalb der Gruppe.
4. Stellen Sie Ihre Versuchsplanung Ihrer Lehrkraft vor und erkundigen Sie sich bei ihr nach eventuell zu beachtenden Sicherheitsbestimmungen. Richten Sie sich Ihren Arbeitsplatz ein und führen Sie die Testreihe durch.
5. Werten Sie die Testreihe aus und stellen Sie den Versuchsaufbau und die Versuchsergebnisse auf einer Wandzeitung übersichtlich dar. Die anderen Gruppen müssen nachvollziehen können, wie Sie vorgegangen sind. Hängen Sie Ihre Wandzeitung aus und schauen Sie sich die Ergebnisse der anderen Gruppen an.

Problem und Handlungsbedarf

Leni und Lea wollen auf der Oberstenofete selbst gemachte Pizza verkaufen. Beide sind im Kochen und Backen sehr unerfahren. Sie erkundigen sich nach einem Rezept und lassen sich Tipps für die Pizzaherstellung geben. Sie erfahren, so schwierig ist es gar nicht. Das Komplizierteste ist wohl der richtige Umgang mit der Hefe, denn dazu haben sie widersprüchliche Informationen erhalten. Sie erhoffen sich, in ihrem Biologiekurs von den Mitschülerinnen und Mitschülern oder der Lehrkraft Hilfen zu bekommen.

Hier erhalten sie tatsächlich wertvolle Informationen, doch die Lehrkraft ist der Meinung, dass ihnen für die Praxis Testversuche erst wirklich weiterhelfen können. Beide sind allerdings in der Durchführung von Versuchen unerfahren und somit sehr unschlüssig. Sie alleine schaffen das nicht, sie brauchen dringend Unterstützung von den Mitschülerinnen und Mitschülern aus dem Biologiekurs.

Informationen

Grundrezept für den Pizzateig:

Zutaten: 400 g Mehl, 1 gestrichener Teelöffel Salz, 20 g frische Bäckerhefe, Wasser

Zubereitung: Mehl in eine Schüssel geben, Salz darüberstreuen, eine Mulde in das Mehl drücken, die Hefe hineinbröckeln und mit Wasser verrühren. Mehl darüberstreuen und zugedeckt 15 Minuten „gehen“ lassen. Danach alles gut durchkneten, bis der Teig elastisch ist und nicht mehr klebt. Der Teig wird wieder zugedeckt. Den Teig 30 Minuten „gehen“ lassen.

Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



Über 5.000 Unterrichtseinheiten
sofort zum Download verfügbar



Webinare und Videos
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung



Attraktive Vergünstigungen
für Referendar:innen
mit bis zu 15% Rabatt



Käuferschutz
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de