

Studienseminar für das Lehramt für die Sekundarstufe II Leverkusen

Unterrichtsentwurf im Fach Biologie

Name: Katrin Hellmund
Fach: Biologie
Schule: Hölderlin-Gymnasium
Lerngruppe: Grundkurs Biologie (12. Stufe)
Fachlehrerin: Frau Messer
Fachleiterin: Frau Dr. Schiedges
Hauptseminarleiter: Herr Behrmann
Datum: 05.06.2000
Zeit: 12.35h – 13.20h

Thema der Unterrichtsreihe: Bakteriengenetik

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Thema der Unterrichtsstunde: Planung und Durchführung eines Versuchs zum Nachweis der bakterienzerstörenden Wirkung von Antibiotika |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Thema der Vorstunde: Der Unterschied zwischen Eukaryoten- und Prokaryotenzelle

Thema der Folgestunde: Auswertung des Versuchs

Stundenziele:

Die Schüler/innen sollen:

- die bakterienzerstörende Wirkung von Bakterien in einem von ihnen entwickelten Versuch kennen lernen.
- durch den Nachvollzug von wissenschaftlichem Arbeiten erfahren, wie Forschung funktioniert.
 - erkennen, dass beim wissenschaftlichen Arbeiten das Problem auf seine wesentlichen Elemente reduziert werden muss.
 - einerseits erfahren, dass das Planen von Versuchen kreatives Denken fordert, andererseits jedoch auch das exakte Vorgehen bei der Planung und Vorbereitung eines Experimentes kennen lernen.
- lernen, in der Gruppe zu einem einheitlichen, präsentationsfähigen Ergebnis zu kommen und in der gemeinsamen Diskussion über die Versuchplanungen konstruktive Kritik sowohl üben als auch annehmen zu können.

Methodisch-didaktischer Schwerpunkt:

Zentrales Ziel der Stunde ist es, wissenschaftliches Arbeiten für die Schüler/innen nachvollziehbar zu machen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Planung eines Versuchs. Ein aus der Pharmaindustrie entlehntes Problem wird entworfen, das durch ein von den Schüler/innen eigenständig geplantes Versuch gelöst werden soll.

Das Arbeiten mit Agarplatten und Bakterienkulturen und das Ausstreichen von zu prüfenden Substanzen ist eine grundlegende Arbeitstechnik innerhalb der Gentechnik. Das Erarbeiten und spätere Durchführen eines Versuchs zur bakterienzerstörenden Wirkung von Antibiotika gibt demnach wichtige Einblicke in aktuelle wissenschaftliche Arbeitstechniken. Auf bestimmte, beim wissenschaftlichen Arbeiten obligatorische Operationen, wie zum Beispiel das Sterilisieren (Abflemmen) von allen eingesetzten Arbeitsgegenständen, muss jedoch aus Zeitgründen verzichtet werden. Gerechtfertigt werden kann das mit dem Auftrag der Schulen auf wissenschaftliches Arbeiten ‚lediglich‘ vorzubereiten. Bei Nachfragen durch die Schüler/innen oder auch bei exemplarischem Vertiefen eines speziellen Bereiches sollten Ungenauigkeiten der Vorgehensweise im Unterricht thematisiert werden.

Das selbstständige Planen, Reflektieren und Optimieren eines Versuchs durch die Schüler/innen gewährt jedoch nicht nur Einblicke in wissenschaftliches Arbeiten, die Schüler/innen werden darüber hinaus in vielfältiger Hinsicht gefördert:

- Die Auseinandersetzung damit, wie man beweisen kann, dass ein Antibiotikum bakterienzerstörend wirkt, im Zusammenhang mit dem ‚Hineinversetzen‘ in einen Entwickler eines neuen Antibiotikums, sensibilisiert die Schüler/innen für Fragen nach der Herkunft und den Wirkungsgründen von Dingen bzw. Phänomenen, die sie im Alltag umgeben und fördert dadurch das Problembewusstsein der Schüler/innen.
- Durch das selbstständige Planen eines Versuchs wird der kreative Umgang mit bereits erarbeiteten Lerninhalten unterstützt. Der Kurs hat im Rahmen der Beschäftigung mit Populationsökologie, Bakterienkulturen auf Agar gezogen, anhand derer Wachstumskurven von Populationen erarbeitet wurden. In dieser Stunde ist es wichtig, dieses Wissen zu aktivieren und in einem neuen Problemzusammenhang fruchtbar zu machen.
- Zusätzlich wird der/die Schüler/in darin unterstützt, sich als ein Subjekt wahrzunehmen, das selbst in der Lage ist ‚Forschung zu betreiben‘. Das Selbstvertrauen im Umgang mit dem angeeigneten Wissen des Faches ist besonders wichtig, da es in den Naturwissenschaften bei Schüler/innen oft durch die Fülle des zu lernenden Stoffes bei einem rein rezeptiven auswendig Lernen bleibt. Das Operieren mit dem angeeigneten Grundwissen ist jedoch eine Fähigkeit, die schon früh erlernt und immer wieder gefördert werden muss.
- Das eigenständige Planen des Versuchs fördert zusätzlich die Entwicklung der Neugierde auf das Ergebnis. Der Schüler ist am Versuchsprozess beteiligt, was zu erhöhter Aufmerksamkeit führt.

Stichpunkte:

- Der Einsatz einer kreativ-entwickelnde Methode gegen „die schon fertige Versuchsplanung“ des Lehrers
- Das Arbeiten im Team: z.B. pro/contra: Aufteilung der Verantwortungsbereiche
- Gruppenvortrag: Gleichberechtigung der Gruppen

Literatur:

- Freytag, Kurt: Schulversuche zur Bakteriologie. Stuttgart: Aulis Verlag 1980.
- Materialien für den Sekundarbereich II. Biologie Genetik. Hrsg. von Lutz Hafner und Peter Hoff. Hannover: Schroedel Schulbuchverlag 2000.
- Schlegel, Hans G.: Allgemeine Mikrobiologie. Stuttgart: Thieme Verlag 1976.
- Sicherheit im Naturwissenschaftlich - technischen Unterricht. An allgemeinbildenden Schulen. Düsseldorf: Ritterbach Verlag 1995.
- Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe II – Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen . Biologie 1999.

CHECKLISTE FÜR DEN ORGANISATOR

Jede Gruppe hat:

- 2 Petri-Schalen
- je 3 Gruppen einen Erlenmeyerkolben mit Handtuch! (Aufpassen: heiß!!!)
- 1 Edding (Markierung der Petrischalen)
- eine Eistüte (Kühlung des gegossenen Agars)

Genaueres Vorgehen:

- jeweils 3 Fingerabdrücke auf die Agarplatten
- Die Platte mit A+ wird geschlossen, aber nicht zugeklebt -> Antibiotikum wird vom Lehrer vorne ausgestrichen
- Die Platte mit A- wird mit Crepband verschließen.
- Beide Platten werden nach vorne auf den Pult gestellt.

Arbeitsauftrag: Planen Sie innerhalb der Gruppe einen Versuch, der die zerstörende Wirkung von ‚Ihrem‘ Antibiotikum auf Bakterien zeigt. Füllen Sie die Tabelle stichwortartig aus, und bestimmen Sie einen aus der Gruppe, der Ihre Versuchsplanung vorstellen könnte.

(Kommentar: Die Schüler bekommen das natürlich unausgefüllt!)

| | |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hypothese: | Die Bakterien auf dem Agar ohne Antibiotikum (A) wachsen und bilden Kolonien aus. Die Bakterien auf dem Agar mit Antibiotikum (A+) werden durch das Antibiotikum am Wachstum gehindert und bilden keine Kolonien aus. |
| Material: Organismen (Herkunft): | <ul style="list-style-type: none"> - Agar (flüssig) in Erlenmeyerkolben - Handtücher - 2 Petri-Schalen - Antibiotikum-Tablette, Mörser, Aqua dest. - Spatel - Pipette - Drigalski-Spatel - Crepband <p>Organismen: Bakterien Herkunft: Finger</p> |
| Durchführung: (Methode) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Agar wird hergestellt. 2. Die Petri-Schalen werden mit Datum und Namen beschriftet. Eine Schale wird mit A+ (mit Antibiotikum) , die zweite mit A (ohne Antibiotikum) beschriftet. 3. Flüssiger Agar wird in die beiden Petri-Schalen gegossen (eine Schicht von ca. 3mm Dicke). 4. Die Agarplatten werden auf Eisbeutel gestellt. 5. Nachdem der Agar abgekühlt ist und dadurch fest ist, werden die Fingerabdrücke von den Mitgliedern der Gruppe gesetzt (auf jede Agarplatte 3 Abdrücke auf eingezeichnete Felder) 6. Die A- Platte wird geschlossen und mit Crepband zugeklebt. Die A+ Platte wird geschlossen, jedoch noch nicht zugeklebt. 7. Eine Tablette Antibiotikum wird im Mörser zerkleinert. Eine Spatelspitze wird in ein paar Tropfen Aqua. dest gelöst (Lehrer). 8. Auf die A+-Platte werden jeweils 1 bis 2 Tropfen des gelösten Antibiotikums aufgetropft und mit einem Drigalski Spatel gleichmäßig verteilt (Lehrer). 9. Auch diese Schale wird mit Crepband zugeklebt. 10. Beide Platten werden nun 2 Tage bei 37°C bebrütet (Brutschrank). |

Kärtchen zum Auswählen der Gruppen nach dem Prinzip des ...na?

Cytomembron

Cytomembrin

Cytomembrin

Cytomembron

Cytomembrin

Cytomembron

Cytomembron

Murelyson

Murelyson

Murelysin

Murelysin

Murelysin

Ribostöron

Ribostöron

Ribostöron

Ribostörin

Ribostörin

Ribostörin

**Versuch zum Nachweis der bakterienzerstörenden Wirkung von Antibiotika
(Folie für Lehrer)**

| Hypothese: | | | | |
|------------------------------------|----------|----------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Gruppe A | Gruppe B | Gruppe C | Konsens |
| Material: | | | | -Agar-Nährboden -Handtücher -2 Petri-Schalen - Antibiotikum -Mörser -Aqua dest. -Spatel -Pipette - Drigalski-Spatel - Crepband -Pipette |
| Organismen: | | | | -Bakterien |
| Herkunft: | | | | -Finger |
| Durchführung: (Methode) | | | | 1. Agar herstellen 2. Zwei Petri-Schalen beschriften (Datum, Namen, A+ und A-). 3. in beide Schalen flüssiges Agar gießen. 4. Agar-Platten auf Eis zum Abkühlen/Erhärten 5. auf jede Platte jeweils 3 Fingerabdrücke 6. A- Platte schließen, mit Crepband zukleben; A+ Platte schließen, <u>nicht!</u> zukleben 7. Antibiotikum ausstreichen |
| Ansätze | | | | |
| Gabe von Antibiotikum | | | | 8. Antibiotikum-Tablette zerkleinern, in Aqua dest. auflösen. 9.1 Tropfen auf A+-Platte gleichmäßig verteilen. (LRHRER) |
| Temperatur | | | | 37°C |
| Dauer | | | | 2 Tage |

**Versuch zum Nachweis der bakterienzerstörenden Wirkung von Antibiotika
(Folie)**

| | | | | |
|------------------------------------|----------|----------|----------|---------|
| Hypothese: | | | | |
| | Gruppe A | Gruppe B | Gruppe C | Konsens |
| Material: | | | | |
| Organismen: | | | | |
| Herkunft: | | | | |
| Durchführung: (Methode) | | | | |
| Ansätze | | | | |
| Gabe von Antibiotikum | | | | |
| Temperatur | | | | |
| Dauer | | | | |

Die darauffolgende Stunde

Ziele:

Die S. sollen die Geschichte der Entstehung von Antibiotika kennen lernen.

Die S. sollen die Wirkungsweise verschiedener Antibiotika kennen lernen.

Die S. sollen Hypothesen zur Resistenzentwicklung von Bakterien formulieren.

Durch den Nachvollzug des Versuchs von Delbrück und Luria nachvollziehen, was Antibiotikaresistenz bedeutet.

| Phase | Inhalt/Methoden | Medien |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Einstieg | Wiederholung des Versuchs, der Versuchsergebnisse, Diskussion Wann hat man das Antibiotikum entdeckt? Welches war das erste Antibiotikum? | |
| Erarbeitungsphase | Es werden 4 verschiedene Zettel ausgeteilt, mit Beschreibungen von Funktionen von 4 verschiedenen Antibiotika. Immer zwei S. erklären sich gegenseitig die Funktion ihrer Antibiotika. Durch Rückfragen sollte die Funktionsweise des Antibiotikums des Nachbarn verstanden werden. An die Tafel wird von einem S. ein Bakterium gemalt. Die S. die die Funktion eines Antibiotikums erklärt bekommen haben, sollen sie für alle erklären. Ein anderer S. geht dann nach vorne und schreibt die Funktion stichwortartig an die entsprechende Stelle auf die Tafel. | Zettel |
| Sicherungsphase | Die Schüler schreiben/malen das Tafelbild ab. | Tafel |
| 2. Stunde Einstieg | Wieso warnen einige Ärzte vor dem Einsatz von Antibiotika? -Resistenz -Darmbakterien | |
| Erarbeitung | Erarbeitung des Fluktuationstestes nach Delbrück und Luria Was passiert? | Arbeitsblatt |
| Sicherung | Festhalten der Ergebnisse an der Tafel | Tafel |
| Hausaufgabe | Nachschlagen, was ihr unter „genetische Rekombination bei Bakterien“ findet. | |

Arbeitsmaterial

Antimikrobielle Wirkung durch Hemmung der Zellwandsynthese

Antibiotika wie Betalactam, Bacitracin, Cycloserin, und Vancomycin hemmen die Biosynthese der Zellwand, in dem sie die terminale Verknüpfung linearer Glykopeptide in der Zellwand unterbinden. Die geringe Toxizität dieser Antibiotika gegenüber der menschlichen Zelle beruht auf der Tatsache, dass beim Menschen die für die Bakterienzelle so typische Zellwand aus Peptidoglycan (Murein) fehlt.

Die Tatsache, dass diese Antibiotika nicht zur Bekämpfung aller Bakterien eingesetzt werden können beruht auf dem unterschiedlichen Aufbau ihrer jeweiligen Zellwände. Es gibt grampositive und gramnegative Bakterien (Der Name rührt von einer Färbemethode, bei der die Bakterien aufgrund des unterschiedlichen Aufbaus der Zellwand unterschiedlich gefärbt werden). Die grampositiven Bakterien enthalten viel Peptidoglycan (Murein), das die Bakterienzelle umgibt, und können durch ein mureinsynthesehemmendes Antibiotikum gut bekämpft werden, die gramnegativen Bakterien enthalten weniger Peptidoglycan, das zusätzlich noch zwischen zwei Phospholipidmembranen liegt, und dadurch nicht angreifbar ist.

Antimikrobielle Wirkung durch Störung der Permeabilität der Plasmamembran

Die Plasmamembran ist die osmotische Schranke der Bakterienzellen und reguliert den Eintritt und Austritt von Stoffen. Hier greifen Antibiotika wie Polymyxin, Colistin und Nystatin an. Sie blockieren den Stoffaustausch an der Zytoplasmamembran der Bakterien. Diese Antibiotika wirken jedoch nur bei einer Art von Bakterien, den gramnegativen Bakterien, die grampositiven Bakterien werden nicht zerstört. Der Name grampositiv bzw. gramnegativ bezieht sich auf eine Färbemethode, bei der die Bakterien aufgrund des unterschiedlichen Aufbaus der Zellwand verschieden gefärbt werden. Die Zellwand der grampositiven Bakterien besteht aus einer dicken Schicht Peptidoglycan (Murein), die die Bakterienzelle umhüllt. Bei den gramnegativen Bakterien hingegen ist das Murein zwischen zwei Plasmamembranen eingelagert. Die die Zytoplasmamembran auflösenden Antibiotika können somit bei den grampositiven Bakterien nicht an der Plasmamembran ansetzen, wirken bei diesen Bakterien demzufolge auch nicht bakterienzerstörend.

Antimikrobielle Wirkung durch Hemmung der Proteinsynthese

Hierzu gehören Chloramphenicol, Makrolidantibiotika (z.B. Erythromycin), Tetracycline und Aminoglykoside (z.B. Streptomycin). Diese Substanzen gehen einen Komplex mit den Ribosomen der Bakterien ein und verändern dadurch das Ribosom. Die Translation ist gestört, da sich die m-RNA nicht anlagern kann. Die Frage ist nun, warum diese Antibiotika nicht auch die Funktion der eukaryotischen, also z.B. unserer menschlichen Ribosomen hemmen? Die Erklärung liefert eine genaue Betrachtung der Ribosomen – der procaryotischen und der eucaryotischen- unter dem Elektronenmikroskop. Die prokaryotischen Ribosomen sind 70S Ribosomen und bestehen aus einer 50S- Untereinheit und einer 30S-Untereinheit (S ist die Sedimentationskonstante; durch Zentrifugation von Ribosomen läßt sich die unterschiedliche Dichte der Ribosomen-Untereinheiten ermitteln und einer Sedimentationskonstante zuordnen). Die eucaryotischen Zellen hingegen bestehen aus 80S-Ribosomen, einer 40S-Untereinheit und einer 60S-Untereinheit. Der unterschiedliche Aufbau macht ein Angreifen der Antibiotika an die Ribosomen menschlicher Zellen unmöglich.

Antimikrobielle Wirkung durch Hemmung der Nukleinsäuresynthese

Zu dieser Gruppe von Antibiotika gehören Nalidixinsäure und deren Nachfolgesubstanzen, die auch unter dem Sammelbegriff "Gyrase-Hemmer" bekannt geworden sind. Durch diese Verbindungen wird die bakterielle Nukleinsäuresynthese in unterschiedlicher Weise gehemmt. Einige dieser Antibiotika hemmen die Gyrase, ein für den Aufbau des DNS-Doppelstranges notwendiges bakterielles Enzym. Während der Zweiteilung bei der Replikation wird somit der Aufbau des Doppelstranges verhindert. Die DNS kann von der m-RNS nicht mehr abgelesen werden, die Zelle kann die für sie lebensnotwendigen Stoffe nicht synthetisieren und stirbt.