



methodisch didaktische Grundlagen - Vorüberlegungen

In allen Lebensräumen in denen Leben zu finden ist, existieren auch Bakterien. Obwohl diese Bakterien einzeln betrachtet winzig klein sind, „ist ihr kollektiver Einfluss auf die Erde und alles Leben immens“ (Campbell N. & Reece J., 2003, S.628).

Diesem immensen Einfluss der Bakterien unterliegt jeder Mensch in seinem tagtäglichen Leben. Auch Schüler haben diesen bereits erfahren. Neben dem Kontakt mit Lebensmitteln, die durch Bakterien hergestellt wurden, kennt jeder die Auswirkungen einer Bakterieninfektion.

Der darauf folgende Arztbesuch ist für jedermann ein selbstverständlicher Lebensbestandteil. Trotz dieses alltäglichen Kontakts mit dem Arztberuf, bleibt uns dessen „Detektivarbeit“ zur Identifikation eines Krankheitserregers weitestgehend verborgen. Die anhand der Krankheitssymptome und der Krankengeschichte erstellte Diagnose des Arztes kennen wir. Dabei bleibt allerdings im Hintergrund, dass diese nur eine Verdachtsdiagnose darstellt.

Eine sichere Diagnose kann durch den Arzt nur gestellt werden, wenn der Krankheitserreger durch labortechnische Maßnahmen eindeutig identifiziert wurde. Die hierfür dem Patienten entnommenen Proben sind uns von den Arztbesuchen ebenfalls gegenwärtig. Was jedoch mit diesen Proben geschieht, bleibt uns als Patienten aber verborgen.

In dem vorgestellten Projekt und der damit verbundenen Unterrichtseinheit sollen die Schüler deshalb anhand ausgewählter, in der Medizin verwendeter Arbeitsmethoden Bakterien nachweisen und identifizieren. Hierdurch kann den Schülern ein Blick in die spannende Arbeit zur Diagnose eines Krankheitserregers gegeben werden.

Der rote Faden, und damit auch das Grundgerüst für die inhaltliche Gestaltung der Unterrichtseinheit, ist die diagnostische Strategie von Ärzten bei Infektionskrankheiten nach H. Renz-Polster und J. Braun (2000, S.1038). Kernpunkt des diagnostischen Vorgehens ist neben der Abklärung der Krankheitssymptome und der Lokalisation des Infektionsherdes, die Identifizierung des Erregers.

In der Medizin können Erreger über unterschiedliche Wege nachgewiesen werden. Einmal kann ein Erreger indirekt diagnostiziert werden, indem untersucht wird, ob und im welchem Maß Antigene und Antikörper im Blutserum vorkommen.

Außerdem kann ein Erreger über direkte Nachweismethoden identifiziert werden, indem Kulturen angelegt werden, durch Mikroskopie oder durch Gensonden. Bakterielle Infektionen werden nach Renz-Polster, Braun (2000, S. 1043) meist, im Gegensatz zu viralen und Pilzinfektionen, direkt, das heißt z.B. mikroskopisch im Abstrich oder durch Kultur, nachgewiesen. Der morphologische Erregernachweis mit dem Mikroskop, sowie der kulturelle Nachweis, bilden deshalb in der vorgestellten Unterrichtseinheit einen thematischen Schwerpunkt.

Dabei wird das diagnostische Vorgehen von Ärzten bei Infektionskrankheiten erarbeitet und an einem praktischen Beispiel nachvollziehbar dargestellt. Der Nachweis von Krankheitserregern soll vorerst an einem für den Schüler einfachen Beispiel erfolgen, nämlich an der durch Plaquebakterien hervorgerufenen bakteriellen Infektionskrankheit Karies. An ihr sollen die Schüler mit einfachen Mitteln den Erreger Plaque mit Hilfe der [Mikroskopie](#) und durch [Kultur](#) nachweisen. Ein Erregernachweis über Kulturen ist nur möglich, wenn optimale Wachstumsbedingungen für den Erreger geschaffen werden. Hierzu wird in der Regel ein [Brutschrank](#) benötigt, der mit den Schülern gebaut werden soll.

In den darauffolgenden Stunden sollen sie sich mit Nachweisverfahren beschäftigen, die in der medizinischen Diagnostik Anwendung erfahren. Die Schüler unterscheiden hierzu mit Hilfe einer [Gramfärbung](#), das Gram-negative Bakterium *Bacillus subtilis* vom Gram-positiven Bakterium *Escherichia coli* und können dadurch unbekannte Bakterien als Gram-positiv bzw. negativ identifizieren. In diesem Zusammenhang sollten mit Schülern die chemischen Grundlagen einer Färbung besprochen werden. Des Weiteren werden [Nährböden](#) hergestellt um den kulturellen Nachweis von Bakterien zu erbringen. Ein besonderen Themenschwerpunkt müssen dabei verschiedene Sicherheitsvorschriften bilden, an die sich die Schüler zu halten haben. Das sterile Arbeiten wird hierbei nicht nur als Grundvoraussetzung für ein fehlerfreies Diagnostizieren eingeführt, sondern ist auch eine Schutzmaßnahme vor den zu untersuchenden Bakterien. Den Schülern soll dabei verständlich werden, dass gerade beim Anlegen von Kulturen ein einziges Bakterium aufgrund der hohen Vermehrungsrate, Untersuchungsergebnisse enorm verfälschen kann.

Mit Hilfe einer Kultur kann neben einer Erregeridentifikation auch eine Erregerzahlbestimmung durchgeführt werden. Da diese entscheidend für den Verlauf einer bakteriellen Infektionskrankheit ist, führen die Schüler eine [Lebendzellzahlbestimmung einer unbekanntes Bakterienlösung mittels einer Kultur](#)

durch. Als alternative Methode zur Gesamtzellzahlbestimmung einer unbekanntes Bakterienlösung, wird den Schülern die [Trübungsmessung mit dem Fotometer](#) vorgestellt. Diese soll im Anschluss daran von den Schülern praktiziert werden. Die dem Fotometer zugrundeliegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten werden den Schülern in diesem Zusammenhang vermittelt. Zusätzlich besteht die Möglichkeit ein Fotometer mit den Schülern selbst zu bauen. Eine entsprechende Bauanleitung wird im Projekt „Herstellung und Eigenschaften von Titandioxid-Nanopartikeln“ vorgestellt. Der große Vorteil eines kulturellen Nachweises von Bakterien ist, dass „eine Art-Definition möglich ist und dass antibiotische Sensitivitäten bestimmt werden können“ (Renz-Polster, Braun, 2000, S.1044). Diese antibiotische Sensitivität von Bakterien soll durch die Schüler mittels eines [Plattentests/Antibiogramms](#) untersucht werden. Damit dies möglich ist, ist es eine Grundvoraussetzung das Bakterium in einer Reinkultur vorliegen zu haben. Deshalb sollen die Schüler mit Hilfe des [13-Strich-Verfahrens, auch 3-Strich-Ausstrich](#) genannt, eine Bakterienkultur ausstreichen und so isoliert liegende Kolonien auf einer Agarplatte erhalten. Wendet man diese Methode erneut mit einer so entstandenen isolierten Kolonie an, erhält man schnell Reinkulturen. Zur Überprüfung ist eine makroskopische und mikroskopische Untersuchung der Kolonien nötig.

Das Antibiogramm und der 3-Strich-Ausstrich werden in einem Labor der Universität Karlsruhe unter der Anleitung des Universitätspersonals durchgeführt. Den Schülern soll in diesem Zuge auch verdeutlicht werden, wie in einem professionell ausgestatteten Labor unter sterilen Bedingungen mit Hilfe einer Clean Bench gearbeitet werden kann. Ziel ist dabei ebenfalls, den Schülern aufzuzeigen, dass diese sterilen Bedingungen in der Schule niemals zu erreichen sind.

Da Arbeitsplätze im Universitätslabor begrenzt sind, ist es sinnvoll die Schülergruppe zu teilen. Die eine Schülergruppe arbeitet praktisch im Labor, während die andere Schülergruppe in einem Seminarraum ein [Arbeitsblatt](#) bearbeitet. Die Gruppen werden dann während der Exkursion durchgehend gewechselt, so dass jeder Schüler die Versuche im Labor durchgeführt hat.

Die Auswertung der an der Universität angesetzten Versuche erfolgt an der Schule. Dabei sollte nochmals gezielt auf die Bedeutung des sterilen Arbeitens und die Funktionsweise der Clean Bench eingegangen werden. Die Auswertung des Antibiogramms sollte dann wieder die Brücke zum diagnostischen Vorgehen bei Infektionskrankheiten schlagen.

Bei der erfolgreichen Durchführung eines Antibiogramms ist es dem Arzt möglich, eine gezielte Therapie gegen den verursachenden Erreger mit einer zugeschnittenen Auswahl des Antibiotikums einzuleiten.

Im Verlauf der Exkursion ist auch die Gefahr der Ausbildung von Resistenzen bei Bakterien aufgrund von unbedachtem Antibiotikaeinsatz zu thematisieren. Darauf aufbauend soll den Schülern verdeutlicht werden, dass es durchaus sinnvoll ist, in manchen Fällen auf eine Antibiotikatherapie zu verzichten und dem Immunsystem das „Auskurieren“ der Krankheit zu überlassen. In diesem Zusammenhang wird den Schülern die Funktionsweise des Immunsystems veranschaulicht. Anhand dieses sollen die Vorteile bei der Bekämpfung einer Krankheit durch das Immunsystem, in Form von Gedächtniszellenbildung, erläutert und klar werden.

Als thematischen Abschluss der Unterrichtseinheit und für einen nahtlosen Übergang in ein neues Themengebiet kann mit den Schülern die Herstellung von Medikamenten behandelt werden, und so zum Projekt „Coating“ übergeleitet werden. Um den Materialbedarf für die unterschiedlichen Versuche an den Schulen zu decken, wird von dem Institut für Technischen Biologie Karlsruhe ein [Materialkoffer](#) bereitgestellt, der ausgeliehen werden kann.