

## Modulbeschreibung



<b>Schularten:</b>	Realschule; Gymnasium
<b>Fächer:</b>	Biologie (Gym); Fächerverbund Naturwissenschaftliches Arbeiten (RS)
<b>Zielgruppen:</b>	8 (Gym), 8 (RS)
<b>Autor:</b>	Joachim Drosdzol
<b>Zeitumfang:</b>	Acht Stunden

Die Unterrichtseinheit gliedert sich in fünf Abschnitte. Dabei wird zunächst auf historische Versuche zum Thema Pflanzenernährung eingegangen. Versuche der Schülerinnen und Schüler zur Fotosynthese, zum Blattaufbau und zur Atmung runden das Modul ab, das durch umfangreiches Material illustriert wird.

### **Voraussetzende Kompetenzen fachlich:**

Grundlegende biologische Prinzipien aus Klasse 5 und 6; Aufbau einer typischen tierischen oder pflanzlichen Zelle beschreiben; lichtmikroskopische Bilder interpretieren.

### **Voraussetzende Kompetenzen methodisch:**

Beschreiben von Abbildungen; Arbeiten mit Modellen; Experimente planen, durchführen und protokollieren; Arbeiten mit dem Mikroskop.

## Unterrichtsverlauf

### 1. Stunde – Historische Versuche zur Pflanzenernährung

#### Einleitung und Hinführung zum Thema "Ernährung der Pflanzen"

Zu Beginn dieser Unterrichtseinheit ist es sinnvoll, einen kleinen Unterrichtsgang in den Außenbereich der Schule durchzuführen. Durch eine kurze Betrachtung der dort vorhandenen Gewächse können die Schülerinnen und Schüler wieder an die Pflanzenkunde herangeführt werden.

Bei dem Unterrichtsgang lässt sich auch schon das Thema "Pflanzenernährung" ansprechen. Dabei kann thematisiert werden, dass Pflanzen nicht wie Tiere direkt Nahrung aufnehmen können. Sie besitzen ein großes Wurzelsystem zur Aufnahme von Wasser und Mineralien aus der Erde. Man kann daher die Frage stellen, ob sie auch andere Stoffe zu ihrer Ernährung mithilfe eben dieser Wurzeln aus dem Boden aufnehmen. Falls der Unterricht hier wieder im Unterrichtsraum stattfindet, können zur Erläuterung dieser Frage das Bild "**Pappel am Flussufer 1**" gezeigt und von der Klasse das **Arbeitsblatt "Ernährung der Pflanzen"** bearbeitet werden.

Zur Klärung der Frage der Pflanzenernährung haben bereits viele Forscher auch in früheren Jahrhunderten Überlegungen angestellt und Versuche durchgeführt. Näher eingegangen wird nun im Folgenden auf drei dieser Forscher, deren Forschungsergebnisse auch aus heutiger Sicht noch bedeutsam für das Thema Pflanzenernährung sind.

#### **Johan van Helmont und sein Langzeitversuch:**

Van Helmont lebte von 1580 bis 1644. Er führte ein Langzeitexperiment zur Pflanzenernährung durch, das auch heute oftmals zitiert wird. Dieses Experiment und sein Ergebnis werden durch das **Bild "Johan van Helmont"** und mithilfe des **Arbeitsblattes "Pflanzenaufbau – Stoffe"** der Klasse vorgestellt und in anschließender Diskussion bewertet. Ergänzend kann an dieser Stelle auch auf die Methodik der Pflanzenhydrokultur hingewiesen werden. In der Zusammenfassung kann nun festgehalten werden, dass die Ernährung der Pflanzen nicht wirklich aus dem Boden erfolgt, auch wenn die Pflanzen aus dem Boden Wasser und Mineralstoffe beziehen. Muss daher vermutet werden, dass die Stoffe, die die Pflanzen benötigen, aus der Luft stammen?

#### **Die Glasglockenversuche von Joseph Priestley:**

Joseph Priestley untersuchte 1771 die Eigenschaften der Luft. Dazu setzte er Tiere oder Pflanzen unter eine fest schließende Glasglocke. Durchführung und Ergebnisse seiner Versuche werden vereinfacht durch die **Bilder "Priestley-Versuch 1-5"** und dem **Arbeitsblatt "Glasglockenversuch"** wiedergegeben. Das Ergebnis wird in einer anschließenden Diskussion bewertet und zusammengefasst. Demnach ermöglichen Pflanzen einem Tier das Überleben unter einer Glasglocke. Tiere und Pflanzen erzeugen dabei unterschiedliche Gase, wobei Priestley einfach vermutete, dass Pflanzen "gute

Luft" und Tiere "schlechte Luft" erzeugen.

### **Kohlendioxid und Sauerstoff:**

Bei seinen Versuchen mit Maus und Pflanze kannte Priestley noch nicht die Luftbestandteile. Der holländische Arzt und Naturforscher Jan Ingenhousz entdeckte etwas später, dass es sich bei der "schlechten Luft" um Kohlenstoffdioxid und bei der "guten Luft" um Sauerstoff handelt. Er erkannte auch, dass nur grüne Pflanzen unter dem Einfluss von Licht Sauerstoff erzeugen (siehe **Arbeitsblatt "Glasglockenversuch"** und das **Bild "Ingenhousz-Versuch"**).

Wenn Maus und Pflanze für längere Zeit in einer Glasglocke zusammen eingesperrt sind, müssen sie sich gegenseitig "helfen". Tiere sind – wie bekannt ist – zum Atmen auf Luftsauerstoff angewiesen. Im Gegenzug produzieren sie Kohlendioxid, das von den Pflanzen "weggefiltert", also verbraucht wird. Pflanzen produzieren dafür Sauerstoff. Dabei ergibt sich also eine gegenseitige Abhängigkeit, die anhand der Abbildungen des **Arbeitsblattes "Glasglockenversuch"** diskutiert wird: Zur Ergebnissicherung werden von den Schülerinnen und Schülern die dazugehörigen Aufgaben bearbeitet (Hausarbeit).

## 2. bis 4. Stunde – Versuche zur Fotosynthese

Wiederholung und Kontrolle der Hausarbeit: Bei der Besprechung der Hausarbeit wird auch der Unterrichtsstoff der vergangenen Stunde wiederholt.

Kohlendioxidaufnahme und Ernährung der Pflanzen:

Jetzt lässt sich auch die Ausgangsfrage beantworten, woher Pflanzen den Stoff nehmen, den sie für ihr Wachstum benötigen. Bei diesem Stoff handelt es sich nämlich um das schon oben erwähnte Kohlen(stoff)dioxid, das in großen Mengen aus der Luft aufgenommen wird, was nur mithilfe der großen Blattoberfläche möglich ist (siehe **Bilder "Pappel am Flussufer 2"** und **"Pappel am Flussufer 3"** sowie die **Sachinformation "Stoffaufnahme und Stoffabgabe durch Pflanzen"**). Das aufgenommene Kohlendioxid dient den Pflanzen zum Aufbau anderer Stoffe (beispielsweise Holz). Dabei wird Sauerstoff produziert, der an die Umgebungsluft abgegeben wird. Diese Vorgänge sind nur unter Einwirkung von Sonnenlicht möglich.

Versuche dienen als Beweise für die Kohlendioxidaufnahme und Sauerstoffabgabe durch Pflanzen (siehe hierzu die **Sachinformation "Kohlendioxidaufnahme und Sauerstoffabgabe durch Pflanzen"**).

Mit den folgenden Versuchen (V1 – V4) lässt sich demonstrieren, wie wichtig das Vorhandensein von Kohlendioxid und Licht ist (siehe **Arbeitsblatt "Versuche Wasserpest"**).

Versuch 1: Ein Becherglas wird mit Wasser gefüllt, das frei von Kohlendioxid ist (abgekochtes Wasser oder destilliertes Wasser). Mehrere größere Sprossstücke Wasserpest werden hinzugegeben und anschließend beleuchtet (zum Beispiel durch Sonnenlicht oder den Tageslichtprojektor – siehe dazu die **Bilder "Wasserpest"** und **"Wasserpest-Versuch 1"**).

Versuch 2: Ein Becherglas wird mit kohlendioxidhaltigem (kohlesäurehaltigem) Wasser oder Sprudel gefüllt. Mehrere größere Sprosstücke Wasserpest werden hinzugegeben, jedoch nicht beleuchtet (siehe **Bild "Wasserpest-Versuch 2"**).

Versuch 3: Ein Becherglas wird mit kohlenensäurehaltigem Wasser oder Sprudel gefüllt. Mehrere größere Sprosstücke Wasserpest werden hinzugegeben und beleuchtet (zum Beispiel durch Sonnenlicht oder den Tageslichtprojektor – siehe **Bild "Wasserpest-Versuch 3"**).

Ergebnis: Nur bei Versuch 3 kann die Bildung von Sauerstoffbläschen beobachtet werden.

Versuch 4: Die bei Versuch 3 beobachteten Bläschen sind Sauerstoffbläschen. Zum Beweis müssen sie aber mithilfe eines Trichters und eines Reagenzglases über mehrere Tage aufgefangen werden (siehe **Bild "Wasserpest-Versuch 4"**). Der Nachweis des im Reagenzglas gesammelten Sauerstoffs erfolgt durch das Aufglühen eines glimmenden Holzspans beim Einführen in das Reagenzglas.

Die oben genannten Versuche werden mit der Klasse diskutiert und zusammengefasst. Als Ergebnis könnte festgehalten werden, dass Pflanzen unter dem Einfluss von Sonnenlicht und unter Verwendung von Kohlendioxid Sauerstoff und Kohlenhydrate (beispielsweise Stärke) produzieren.

### **Schülerpraktikum zur Fotosynthese:**

Die Sauerstoffbildung von Pflanzen lässt sich an Sprosstückchen der Wasserpest leicht beobachten, weil hier der gebildete Sauerstoff als Bläschen sichtbar die Pflanzen verlässt und über das die Pflanzen umgebende Wasser nach oben entweicht. Ein einfaches Abzählen der Sauerstoffbläschen an Sprosstückchen der Wasserpest für eine bestimmte Zeiteinheit erlaubt also eine Aussage über die Intensität der Sauerstoffbildung durch die Pflanze (also eigentlich der Fotosyntheseaktivität). Mit der Klasse werden jetzt Experimente geplant, die die oben erstellten Aussagen (V 1 – V 4) untermauern beziehungsweise auch quantitative Aspekte berücksichtigen. Die in dem **Arbeitsblatt "Schülerpraktikum zur Fotosynthese"** erläuterten Versuchsreihen bieten sich an, sollten aber vorher unter den gegebenen Bedingungen ausgetestet werden.

### **Versuchsauswertung:**

Die Schülerinnen und Schüler erstellen zu den Versuchen 1 und 3 (wenn verwertbare Daten vorliegen) Wertetabellen und unter Anleitung ein Diagramm. Im Anschluss an die Versuchsreihen werden die Versuchsergebnisse beziehungsweise die erstellten Diagramme ausgewertet. In der anschließenden Ergebnissicherung wird festgehalten, wie stark die gemessene Sauerstoffbildung mit den Einzelfaktoren wie Lichtintensität, Temperatur und Kohlendioxidgehalt korrelieren. Hierbei kann ergänzend darauf hingewiesen werden, dass Landpflanzen mit einem Kohlendioxidgehalt von lediglich 0,035 Prozent der Luft auskommen müssen.

### **Begriffsdefinition "Fotosynthese":**

Die Versuche des **Arbeitsblattes "Schülerpraktikum zur Fotosynthese"** haben gezeigt, dass Pflanzen Kohlendioxid und Wasser aufnehmen und Sauerstoff abgeben.

Sie bauen aber auch Stoffe wie Stärke oder andere Kohlenhydrate auf, aus denen dann Baustoffe wie Holz entstehen. Nun lässt sich folgende schematische Zusammenfassung erstellen:

Kohlenstoffdioxid + Wasser --- (Licht) ---> Stärke (Pflanzensubstanz) + Sauerstoff

Diesen Prozess, bei dem Pflanzen Stoffe wie Stärke, Holz, Zucker und so weiter aufbauen und für diesen Vorgang Licht benötigen, nennt man "Fotosynthese" (gr. etwa "Stoffproduktion unter dem Einfluss von Licht" – siehe **Arbeitsblatt und Bild "Fotosynthese"**). Fotosynthesevorgänge erfolgen hauptsächlich in den großen Blattflächen der Pflanzen (siehe **Bild "Pappel am Flussufer 4"**).

## 5. und 6. Stunde – Blattaufbau und Energieumwandlung

### Blattaufbau:

Nachdem jetzt die Fotosynthesevorgänge im Schema erklärt worden sind, muss nun der Frage nachgegangen werden, wie die Blätter prinzipiell aufgebaut sein müssen, um die Fotosynthese durchführen zu können. Die Ideen der Schülerinnen und Schüler dazu können möglicherweise zu folgendem Tafelbild führen:

- Blätter müssen zusammen eine riesige Oberfläche aufweisen, um möglichst viel Licht aufzunehmen.
- Blätter müssen flach sein, denn in dicke Blätter kann das Licht nicht tief genug eindringen, um alle Zellen zu erreichen.
- Blätter müssen nach außen abgeschlossen sein. Sie müssen aber Poren besitzen, die einen Gasaustausch mit der Umgebung ermöglichen.
- Die Zellen in den Blättern müssen ebenfalls eine riesige Oberfläche aufweisen, um möglichst viel Licht zu erhalten.

Genauere Kenntnisse über den Bau von Blättern können aber nur mikroskopische Untersuchungen erbringen. Es bietet sich an, die Schülerinnen und Schüler an dieser Stelle selbst mikroskopieren zu lassen (siehe hierzu das **Unterrichtsmodul "Zellen – Grundbausteine des Lebens"**). Hierbei empfiehlt sich die Verwendung von Fertigpräparaten von Blattquerschnitten.

Bei der mikroskopischen Betrachtung von Blattquerschnittspräparaten erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass Blätter in ihrem Aufbau eine schematische Gliederung mit einem typischen Schichtenaufbau aufweisen (siehe das **Arbeitsblatt "Blattaufbau: Fotosynthese und Gasaustausch"** und die **Bilder "Fliederblatt", "Fliederblatt – Schema"**). Bei diesen Schichten handelt es sich um:

- die obere Epidermis mit Kutikula
- die Palisadenschicht
- die Schwammschicht
- die untere Epidermis mit Kutikula und Spaltöffnungen

Innerhalb dieser Schichten sind die Zellen jeweils gleich oder ähnlich aufgebaut, da sie auch gleiche Aufgaben wahrnehmen. Bei einem Verband gleichartig gebauter Zellen mit gleichen Aufgaben spricht man von einem Gewebe. Die untersuchten Blätter bestehen also aus folgendem Gewebe:

- die obere Epidermis mit Kutikula
- die Palisadenschicht
- die Schwammschicht
- die untere Epidermis mit Kutikula und Spaltöffnungen

Die einzelnen Gewebe und Schichten haben unterschiedliche Funktionen (siehe **Sachinformation "Gewebe – Funktionen"**). Hier bietet es sich an, auch die Spaltöffnungen eines Laubblattes mikroskopieren zu lassen, um die Funktion der Spaltöffnungen deutlicher zeigen zu können. Dazu wird die untere Epidermis (beispielsweise von einem Blatt der Christrose) vorher vorsichtig vom Rest des Blattes abgezogen. Die sich darauf befindenden Spaltöffnungen lassen sich nun gut mit dem Mikroskop erfassen (**Bild "Christrose – Spaltöffnungen"**). Anhand der neu erworbenen Kenntnisse über den Blattaufbau können die Vorgänge der Fotosynthese nochmals vertieft werden (**Bild "Fliederblatt – Schema Sonnenlicht"**) und in das **Arbeitsblatt "Blattaufbau: Fotosynthese und Gasaustausch"** nachgetragen werden. Das **Bild "Christrose – Blattquerschnitt"** zeigt den Schichtenaufbau eines anderen Blattes und kann den Schülerinnen und Schülern auch als Arbeitsblatt (siehe hierzu das **Arbeitsblatt "Blattaufbau – Christrose"**) ausgeteilt werden. Eine Bearbeitung durch die Schülerinnen und Schüler kann in Stillarbeit während des Unterrichts oder als Hausarbeit erfolgen.

### **Energieumwandlung bei der Fotosynthese:**

Mikroskopische Untersuchung von Chloroplasten: Das Licht, das über die obere Epidermis das Palisadengewebe der Blätter erreicht, trifft dort auf Zellen mit vielen Chloroplasten. Für die mikroskopische Betrachtung von Chloroplasten eignen sich beispielsweise Präparate der Wasserpest oder von Moosblättchen. Bei der Betrachtung fällt die grüne Farbe der Chloroplasten und ihre große Anzahl auf (siehe **Bild "Moosblättchenzellen"**).

### **Extraktion des Blattfarbstoffs:**

Nachdem grüne Blätter im Mörser bei Zusatz von Seesand zerrieben wurden, lässt sich anschließend mit Alkohol leicht der grüne Blattfarbstoff extrahieren. Nach der Filtration des Extraktes zeigt sich die starke Grünfärbung der Alkohollösung. Diese enthält als Hauptfarbstoff Chlorophyll ("Blattgrün"). Chlorophyll ist der Farbstoff, der den Chloroplasten der Blattzellen ihre grüne Farbe gibt und damit die Blätter insgesamt grün aussehen lässt.

## 7. und 8. Stunde – Energieumwandlung

### **Energieumwandlung bei der Fotosynthese:**

Die Chloroplasten sind also die Orte innerhalb der Pflanzenzelle, in denen die Fotosynthese erfolgt. Sie enthalten in ihrem Inneren gefaltete Membrane (große Oberfläche), in denen das Chlorophyll eingelagert ist. Chlorophyll spielt dabei die entscheidende Rolle bei der Absorption von Licht. Zum weiteren Verständnis wird nun eine Analogie herangezogen: In einem Demonstrationsversuch wird gezeigt, wie eine Solarzelle einen kleinen Motor mit Propeller betreiben kann, wenn sie ausreichend beleuchtet wird (**Bilder "Solarzelle im Schatten" und "Solarzelle in der Sonne"**). Die Wirkung des Lichts zeigt sich darin, dass die Propellerflügel sich drehen. Licht enthält also Energie. Diese sogenannte Lichtenergie wird durch die Solarzelle in eine andere Energieform umgewandelt, nämlich elektrische Energie, mit deren Hilfe der Motor mit Propeller betrieben wird.

Wie die Solarzelle kann auch eine grüne Pflanze mit dem Chlorophyll der Chloroplasten die Energie des Lichts nutzen. Auch hier kommt es zur Energieumwandlung. Aus der einfallenden Lichtenergie wird aber kein elektrischer Strom erzeugt, der für die Pflanzen nutzlos wäre. Die zur Verfügung stehende Energie wird genutzt, um Traubenzucker herzustellen, der Ausgangsstoff für Stärke und andere Verbindungen ist. In den Chloroplasten wird also die aufgenommene Lichtenergie in sogenannte chemische Energie umgewandelt (siehe **Bild "Energieumwandlung in Chloroplasten"**).

### **Stoffumwandlung bei der Fotosynthese:**

Darüber hinaus findet in den Chloroplasten auch eine Stoffumwandlung statt. Hierbei wird aus den energiearmen Ausgangsstoffen Kohlendioxid und Wasser das energiereiche Fotosyntheseprodukt Traubenzucker hergestellt. Traubenzucker ist Ausgangsstoff für die Herstellung von Stärke, Holz und anderem (siehe **Bild "Stoffumwandlung in Chloroplasten"**). All diese Stoffe haben die Energie des Sonnenlichts gespeichert. Sie sind Energieträger. Zur Ergebnissicherung bearbeiten die Schülerinnen und Schüler abschließend das **Arbeitsblatt "Energieumsatz bei der Fotosynthese"**.

### **Energieumwandlung bei der Atmung:**

Energie- und Stoffumwandlung bei der Zellatmung: Wie oben gezeigt, sind Pflanzen für die Fotosynthese auf Sonnenlicht angewiesen. Wie können sie aber Phasen der Dunkelheit überbrücken? Dies gelingt den Pflanzen, indem sie auf die von ihnen produzierten, energiereichen Stoffe zurückgreifen. Diese Energienutzung kann aber nicht mithilfe der Chloroplasten erfolgen, weil diese allein auf die Fotosynthese spezialisiert sind.

Diese Funktion übernehmen die sogenannten Mitochondrien. Falls noch nicht auf die Mitochondrien eingegangen wurde, kann dies hier mithilfe der **Bilder "Pflanzenzelle – Schema", "Pflanzenzelle – Schema beschriftet"** und dem **Arbeitsblatt "Aufbau einer Pflanzenzelle"** geschehen. Aus den Abbildungen geht hervor, dass die Pflanzenzellen Mitochondrien in großer Zahl aufweisen. In den Mitochondrien wird Traubenzucker unter Aufnahme von Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser abgebaut. Die im Traubenzucker enthaltene chemische Energie steht dann für die Lebensvorgänge der Zelle zur Verfügung (siehe **Bild "Atmung"**). Da die Zellen bei diesem Vorgang Sauerstoff aufnehmen und Kohlendioxid abgeben, nennt man diesen Vorgang auch Zellatmung:

Traubenzucker + Sauerstoff ---> Kohlenstoffdioxid + Wasser (+ Energie für Lebensvorgänge)

Zellatmungsvorgänge in den Mitochondrien finden immer statt, also auch dann, wenn eine Pflanze während der Phasen der Lichtaufnahme Fotosynthese durchführt.

### **Pflanzenwurzeln:**

Da zu den Wurzelzellen kein Sonnenlicht gelangt, besitzen sie auch keine Chloroplasten. Sie sind folglich auf die Versorgung mit energiereichen Stoffen angewiesen. Dazu transportiert der Spross Zuckerstoffe von den Blättern zu den Wurzeln, wo sie die Zellen über die Atmung mit Energie versorgen.

### **Versuche zur Atmung bei Pflanzen:**

Folgende Versuche sind geeignet, die Atmungsaktivität von Pflanzenzellen aufzuzeigen:

- Die Kohlendioxidabgabe keimender Samen lässt sich mithilfe von Kalkwasser einfach nachweisen.
- Eine Temperaturmessung an keimenden Pflanzensamen zeigt die Wärmeentstehung bei der Atmung.

### **Auch Tiere wandeln Energie um:**

Tiere sind für ihre Lebensvorgänge ebenfalls auf Energieumwandlung angewiesen. Sie nutzen dabei die chemische Energie energiereicher Stoffe, die sie in den Mitochondrien ihrer Zellen umsetzen (siehe **Bild "Schema einer Tierzelle"**). Dabei laufen die gleichen Vorgänge wie in den Pflanzenmitochondrien ab. Beispielsweise wird wie in den Mitochondrien der Pflanzenzellen Kohlendioxid gebildet, das von den Tieren mit der ausgeatmeten Luft abgegeben wird (siehe oben "Glasglockenversuche von Joseph Priestley"). Das Kohlendioxid der Ausatemluft lässt sich in einem Demonstrationsversuch mit Kalkwasser nachweisen. Die aus der Atmung erhaltene Energie dient Tieren und Menschen für alle Lebensvorgänge (Bewegung, Wachstum, Körperwärme und so weiter). Allerdings können diese im Gegensatz zu den Pflanzen die von ihnen benötigten energiereichen Stoffe nicht selbst herstellen. Prinzipiell sind Tiere und Menschen vielmehr auf die energiereiche Biomasse angewiesen, die von Pflanzen durch Fotosynthese aufgebaut wird. Die gegenseitige Abhängigkeit von Pflanzen und Tieren wird von den Schülerinnen und Schülern mithilfe des **Arbeitsblattes "Energieumwandlung bei der Atmung"** in einer Stillarbeitsphase herausgearbeitet.

## Bildungsplanbezug

### Gymnasium (auch geeignet für Realschule; Bezüge siehe unten)

#### Biologie

Zelluläre Organisation der Lebewesen

Die Schülerinnen und Schüler können

- qualitative und quantitative Experimente zum Gaswechsel und zur Stärkesynthese bei der Fotosynthese durchführen.
- die Wortgleichung der Fotosynthese angeben.
- erklären, dass bei der Fotosynthese Lichtenergie in chemische Energie umgewandelt wird.

(Aus: Bildungsplan Baden-Württemberg 2004 – Gymnasium, Klasse 8: Kompetenzen und Inhalte für Biologie; Seite 206)

## Realschule

#### Naturwissenschaftliches Arbeiten

Kompetenzerwerb im grundlagenorientierten Unterricht der Klassen 8 und 9

In den Klassen 8 und 9 steht die Erarbeitung von fachspezifischen Grundlagen im Vordergrund. Hier kann sowohl in Themeneinheiten als auch systematisch unterrichtet werden. Die Module des Fächerverbundes "Naturwissenschaftliches Arbeiten" (Biologie, Chemie, Physik) können dabei nacheinander oder nebeneinander oder integrativ realisiert werden.

(Aus: Bildungsplan Baden-Württemberg 2004 – Realschule, Klassen 5 bis 10: Kompetenzen und Inhalte für Naturwissenschaftliches Arbeiten; Seite 102)

Ausführliche Informationen zum Bildungsplan Baden-Württemberg 2004 gibt es unter [Bildung stärkt Menschen](#).