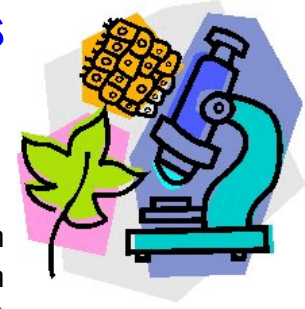




Erkundend-forschendes Experimentieren

Hinweise zu einer neuen Art des Experimentierens an Schulen



Statt den üblichen “Versuchsrezepten bzw. Kochbuchstil” gemäss “gib dem Schüler/Schülerin die Schritt-für-Schritt-Versuchsanleitung und lasse sie diese ausführen” soll in diesem Praktikumsteil ein eher an die Wirklichkeit angelehntes “Forschungsverfahren” erprobt werden!

Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten, aus denen Sie das für Ihre Fragestellung geeignete Verfahren auswählen und entsprechend dann erst die Versuchsanleitung für die Lernenden (L-Versuchshinweise) formulieren.

1 **Vertausch-Verfahren** der einzelnen Schritte einer Versuchsanleitung

Bei diesem Verfahren nimmt die Lehrperson ein vorgegebenes “Versuchsrezept” und bringt die Ablaufschritte durcheinander.

Vorgehensweise: Zerlegung der logischen Abfolgeschritte in

- Versuchsanleitung Teilschritt 5
- Versuchsanleitung Teilschritt 9
- Versuchsanleitung Teilschritt 1
- Versuchsanleitung Teilschritt 4
- Versuchsanleitung Teilschritt etc.

Nr.	Versuchsschritte in der richtigen Abfolge
1.	Teilschritt 4:
2.	Teilschritt 9:
3.	etc.
x.	

Kommentar:

Diese Methode verlangt von den S+S zunächst ein Überblickswissen, ein kritisches Nachvollziehen der richtigen Einzelsschritte.

② **Gib nur das Verfahren aber ohne Auswertungshinweise**

Bei diesem Verfahren erhalten die S+S zwar das "Versuchsrezept", aber ohne vorgegebene Auswertungshinweise wie z.B. Protokoll mit Datentabelle.

Vorgehensweise: Nach dem Lesen der Versuchsanleitung und vor der Materialbeschaffung erstellen die S+S Datentabellen im Protokoll zur Erfassung der erwarteten Beobachtungen, Messwerte etc.

Kommentar:

Diese Methode verlangt den S+S ein gründliches Verstehen des Prozesses ab, um die vermutlich zu gewinnenden Informationen zu verarbeiten. Sie denken sowohl über Ziel als auch über sinnvolle Datenerfassung nach.

③ **L-S-Rundentourier ("geführte" Expertenrunde)**

Bei diesem Verfahren wird die Problemlösung Schritt-für-Schritt zwischen Lehrpersonen und Lernenden erschlossen.

Vorgehensweise: Die "Frage an die Natur" wird vorgegeben und die Lehrperson schlägt den ersten Untersuchungsschritt vor. Ein S wird eingeladen, den nächsten Arbeitsschritt vorzuschlagen unter Mithilfe der übrigen "S-Experten/S-Expertinnen". Den dritten Schritt offeriert wiederum die Lehrperson usw.

Kommentar:

Diese Methode ist wirksam im Erfassen des S+S-Vorwissens und im geführten erkundenden Experimentierstil.

4 S-Rundentournier (Expertenrunde)

Bei dieser Methode wird den S+S-“Forschergruppen” nur die Problemstellung gegeben mit der Aufforderung, das experimentelle Verfahren der Erkundung selbst zu entwickeln (Bsp. für eine Aufgabenstellung: cf. Kasten)

Vorgehensweise: Bei beispielsweise 4 Gruppen schlägt die 1. Gruppe den ersten Untersuchungsschritt vor, die 2. Gruppe darauf aufbauend den 2. Versuchsschritt etc. Die nicht beteiligten Laborgruppen können jeweils die Gruppe, welche den nächsten Schritt vorschlägt, beraten und kritisch kommentieren.

Beispiel Alkoholische Gärung mit Bäckerhefe: Welche Faktoren (= sog. unabhängige Variablen) wie Temperatur, Zuckerart, Zucker- und Hefekonzentration beeinflussen die CO₂-Bildung bzw. die Alkoholbildung (= sog. abhängige Variable)?

① unabhängige Variablen (Faktoren) im Test	Vermutung (Hypothese): Wie wird die Gärung durch diese Variable beeinflusst?	Wie soll der Test durchgeführt werden?

② Wähle 2 Variablen für das Experiment aus und entwickle die passende Datensammeltabelle!

③ Schlussfolgerungen 1: Welcher Faktor beeinflusst die Gärung am stärksten?

Variable 1 (z.B. Temperatur):

Variable 2:

Variable 3:

③ Schlussfolgerung 2: Wie könnte man am meisten Alkohol produzieren (gemessen an der CO₂-Produktion)?

Kommentar:

Diese Methode erlaubt den S+S, eigene Ideen zu entwickeln, wie man naturwissenschaftlich forscht und diese auch auf ihre Wirksamkeit auszutesten. Auch verschafft sie Gelegenheit, unabhängige Variablen in einer offenen Fragestellung zu identifizieren.

5 Protokollmethode: nur Datentabelle

Bei diesem Verfahren wird das Schritt-für-Schritt-Vorgehen aus der Versuchsanleitung entnommen und nur das Protokoll (Datentabelle[n]) als einzige Informationsquelle belassen.

Vorgehensweise: Von der “normalen” Versuchsanleitung wird nur das Protokoll bzw. die Datentabelle ausgedruckt. Darauf aufbauend rekonstruieren die S + S den Versuchsablauf und damit die zu messenden bzw. beobachtenden Parameter.

Beispiel Fotosyntheserate als Sauerstoffproduktion in Abhängigkeit von den Umweltfaktoren Licht und CO₂-Gehalt

Lichtansatz 1. weisses Licht im Abstand z.B. 5cm 10cm 15cm 20cm 25cm 30cm	CO ₂ -Medium: dest. Wasser Anzahl O ₂ -Bläschen pro l Elodeaspross/min	CO ₂ -Medium: NaHCO ₃ -Zugabe Anzahl O ₂ -Bläschen pro l Elodeaspross/min
2. Farblight z.B. Farbe = Blau	CO ₂ -Medium: dest. Wasser Anzahl O ₂ -Bläschen pro l Elodeaspross/min	CO ₂ -Medium: NaHCO ₃ -Zugabe Anzahl O ₂ -Bläschen pro l Elodeaspross/min

Kommentar:

Bei dieser Methode müssen die S+S das Protokoll/ die Datentabelle als eine Art Advance Organizer (“Lernlandkarte”) interpretieren und denken rückwärts, wie die erforderlichen Daten gewonnen werden könnten.

6 Konzeptkarte

Anstelle einer Versuchsanleitung wird eine Konzeptkarte (“[Begriffslandkarte](#)” bzw. “Ablauflandkarte”) eingesetzt.

Vorgehensweise: Die Schritt-für-Schritt-Versuchsanleitung wird in ein Flussdiagramm ([Flow chart](#)) eher mit Bildern statt mit Text umgesetzt.

Kommentar:

Bei der Interpretation von Konzeptkarten internalisieren die S+S den Prozess und sehen die Absicht (das “grössere Bild”) des Experimentes.

7 Abhängige und unabhängige Variablen

Bei dieser Methode werden die Beziehungen zwischen den Variablentypen “abhängig” und “unabhängig” selbst entdeckt und als Ursache-Wirkungsbeziehung dargestellt.

Vorgehensweise: S + S erhalten die unabhängige(n) Variable(n) [Stellgrösse] und die abhängige Variable [Messgrösse] mit dem Auftrag, die Ursache-Wirkungsbeziehung zwischen diesen **Variablen*** herauszufinden. Dazu müssen sie das Verfahren zur Bestimmung dieser Wechselbeziehung als Versuchsablauf beschreiben und danach ausprobieren.

Beispiel Fotosynthese: Finde die Beziehung (Beeinflussung) zwischen der Lichtmenge und der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest heraus! [Die Lichtmenge, z.B. Lichteinstrahlung mittels einer Spotlampe aus verschiedener Distanz ist die unabhängige Variable, die daraus resultierende Sauerstoffmenge, gemessen als z.B. Anzahl Sauerstoffbläschen pro Zeiteinheit aus dem Elodeaspross heraus oder (genauer) in einem Messzylinder aufgefangen und in mL gemessen ist die abhängige Variable].

Kommentar:

Diese bereits anspruchsvolle Methode gleicht einer offenen Problemstellung und ist bereits nahe an der Forschungsrealität.

* In der Sprache der Lernenden sprechen Sie natürlich nicht von Variablen, sondern einfach von z.B. veränderlichen Grössen oder Faktoren.

8 Starthilfe: nur die ersten Schritte

Bei dieser Methode wird nur eine “Starthilfe” bezüglich Fragestellung und der zu wählender Verfahren gewährt, damit die Richtung des Experimentes stimmt.

Vorgehensweise: S + S erhalten nur gerade die Problemstellung und die ersten Verfahrensschritte. Aufgrund dieser Information entwickeln sie das weitere Vorgehen inkl. Protokoll/ Datentabellen.

Beispiel Gärung - Problemstellung: Alkohol wird in riesigen Mengen gebraucht und nur gerade zwei Zuckerarten sind billige Ausgangsstoffe, nämlich Haushaltszucker (Saccharose) und Traubenzucker (Glukose). Mit welchem Zucker kann man in kürzerer Zeit Alkohol produzieren? Gärung - Methode: Gärung kann als CO₂-Produktion in kleinen Messzylindern gemessen werden (Eichhorn-Gärröhrchen). Schritt 1: genau abgewogene Mengen der Zuckerarten lösen; 2. Genau definierte Hefemengen in Wasser lösen; 3. ?????

Kommentar:

Diese anspruchsvolle Methode der “geführten entdeckend-forschenden” Erkundung verlangt eine intensive Auseinandersetzung mit der Problemstellung auf einem vorgezeichneten Versuchspfad, damit der Erfolg infolge methodischer Probleme nicht ausbleibt.

9 Forschendes Lernen: nur die Problemstellung alleine

Bei dieser Methode wird nur gerade die Problemformulierung skizziert.

Vorgehens: S+S erhalten nur gerade die Problemstellung und müssen daraus das weitere Vorgehen inkl. Protokoll/ Datentabellen entwickeln. Die einzige Unterstützung kann im Bereitstellen des erforderlichen Materials evtl. im Aufzeigen des experimentellen "Machbaren" des entsprechenden Labors bestehen.

Beispiel Gärung - Problemstellung: Alkohol wird in riesigen Mengen gebraucht und nur gerade zwei Zuckerarten sind billige Ausgangsstoffe, nämlich Haushaltszucker (Saccharose) und Glukose (Traubenzucker). Mit welchem Zucker kann man in kürzerer Zeit Alkohol produzieren?

Kommentar:

Diese anspruchsvollste Methode des "problemgeführten entdeckend-forschenden" Experimentierens kommt sehr nahe an die Welt der echten Forschung heran. Die Lehrperson kann noch als Consultant (Beratungsperson auf Anfrage hin) agieren, damit experimentelle Sackgassen vermieden werden können.