

Naturwissenschaftliches Forschen

Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe II

Erste Forschungsschritte &
Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern



Ein Unterrichtskonzept von:

Eva Feldbacher
Aimie Jung
Gabriele Weigelhofer



WISSENSCHAFT · FORSCHUNG
NIEDERÖSTERREICH

FTI-STRATEGIE
NIEDERÖSTERREICH
2021-2027

GESELLSCHAFT FÜR
FORSCHUNG
FÖRDERUNG
NIEDERÖSTERREICH

GEFÖRDERT IM RAHMEN DER FTI-STRATEGIE NIEDERÖSTERREICH 2027

Impressum

INSE – Interdisziplinäres Netzwerk für Wissenschaftsbildung Niederösterreich

Gemeinsam das Verständnis für Wissenschaft steigern – gefördert durch die
Gesellschaft für Forschungsförderung Niederösterreich

<https://science-education.at>

Wissenschaftliche Partner:

WasserCluster Lunz, Projektleitung

Pädagogische Hochschule Niederösterreich

Österreichisches Kompetenzzentrum für Didaktik der Biologie



Diese Handreichung ist eine Open Educational Resource (OER) und wird unter der Creative Commons Lizenz CC BY-NC-SA 4.0 veröffentlicht.

Das bedeutet, dass Sie das Material frei nutzen, teilen und anpassen dürfen, solange Sie den Urheber nennen, das Material nicht für kommerzielle Zwecke verwenden und alle abgeleiteten Werke unter derselben Lizenz veröffentlichen.

Illustration & Layout-Vorlage: Bettina Planyavsky, www.planyavsky.com

Zitat: Feldbacher, E., Jung, A., Weigelhofer, G. (2025) Naturwissenschaftliches Forschen.

Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe II. Erste Forschungsschritte und Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern. Projekt Interdisziplinäres Netzwerk für Wissenschaftsbildung Niederösterreich.

DOI: **10.5281/zenodo.17591097**

© 2025 INSE



Inhalt - Gesamt

Naturwissenschaftliches Forschen –
Unterrichtsmaterialien für SEK II



Beide Aktivitäten bauen aufeinander auf und ergeben in Summe fünf bis sechs Unterrichtseinheiten (bzw. einen vierstündigen Workshop).

Aktivität I: Erste Forschungsschritte

Alles auf einen Blick

Kurzbeschreibung

Zeitplan

Ablauf im Detail

Einstieg: Beobachtung, Beschreibung, Interpretation & die fünf Forschungsschritte

Vertiefung - Schritt 1: Wissenschaftliche Frage versus allgemeine Frage

Vertiefung - Schritt 2: Von der Frage zur Hypothese

Vertiefung - Schritt 3: Das Experiment planen

Vertiefung - Schritt 4: Analyse der Ergebnisse

Abschluss - Schritt 5: Präsentation der Ergebnisse, Wissenschaftliches Schreiben & Abschluss

Aktivität II: Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern

Alles auf einen Blick

Kurzbeschreibung

Zeitplan

Ablauf im Detail

Einführung: Sauerstoffverbrauch & Selbstreinigung von Gewässern; Versuchsablauf

Forschungsfrage entwickeln & Hypothesen formulieren

Durchführung des Versuchs inkl. Dokumentation und Auswertung

Zusatzangebot: Naturwissenschaftliches Forschen

Abschluss: Präsentation der Ergebnisse & Reflexion

Anhang Kapitel I & II

Übersicht gesamt
Arbeitsblätter
Infoblätter

Literatur & Quellen

Aktivität I

Alles auf einen Blick – Zeitplan

Erste Forschungsschritte

Kurzbeschreibung

Ziel der Unterrichtseinheit ist es, den Schüler*innen (SuS) einen ersten Einblick in das naturwissenschaftliche Arbeiten zu geben.

Zur Einführung in den Forschungsprozess werden in Aktivität I die fünf Schritte der naturwissenschaftlichen Forschung an konkreten Beispielen diskutiert: Beobachtung, Hypothese, Experiment und Schlussfolgerung. Das Gelernte wird später in Aktivität II am Beispiel des mikrobiellen Sauerstoffverbrauchs in Gewässern angewandt und vertieft.

Dauer

Ca. 1 – 2 Unterrichtseinheiten (UE), Optionen zur Erweiterung

Schulstufe

Sekundarstufe II, ab 9. Schulstufe

Methoden

- Praktische Arbeit im Labor oder Klassenzimmer
- Gruppenarbeit (3 – 5 SuS)
- Lehrkraft-Input
- Präsentation & Diskussion der Ergebnisse

Medien und Materialien

Arbeitsblätter für Schüler*innen (im Anhang):

- Arbeitsblatt *TrickyTracks*

Infoblätter für Lehrkräfte (Im Anhang):

- Hypothese + Checkliste
- Messbare Daten
- Richtige Experiment-Planung
- Replikat, Kontrolle, Objektivität
- Praxisbeispiele - Objektivität
- KISS & Wissenschaftliches Schreiben

Schreibutensilien, evtl. digitale Endgeräte

[optional]: Laubblätter (siehe Infoblatt *Übungen - Naturwissenschaftliches Schreiben*)

Bildungsziele

SuS können folgende Fragen beantworten:

- Schritt 1: Was ist eine Forschungsfrage?
- Schritt 2: Wie sieht eine Hypothese aus?
- Schritt 3: Wie plane ich einen Versuch?
- Schritt 4: Wie interpretiere ich meine Ergebnisse?
- Schritt 5: Wie visualisiere & präsentiere ich meine Ergebnisse?

Der Zeitplan auf der nächsten Seite gibt einen Überblick über einen möglichen Ablauf.

Legende zum Zeitplan:

- | | |
|-------|--------------------------|
| ○ AB | Arbeitsblatt |
| ○ IB | Infoblatt |
| ○ HÜ | Hausübung |
| ○ PPP | PowerPoint-Präsentation |
| ○ SuS | Schüler und Schülerinnen |
| ○ UE | Unterrichtseinheit |

Aktivität I

Alles auf einen Blick – Zeitplan

Erste Forschungsschritte

Zeit in min	Themenblock	Tätigkeiten	Materialien
10	Einführung - Beobachtung, Beschreibung, Interpretation; Überblick über die 5 Forschungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kleingruppenarbeit ○ Lehrkraft-Input ○ Diskussion 	1 AB: <i>TrickyTracks,</i> <i>[Optional/HÜ: Kreislauf des</i> <i>Forschens]</i> 1 IB: <i>Forschungsschritte</i>
5	Schritt 1: Allgemeine versus wissenschaftliche Frage	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lehrkraft-Input ○ Frage-Antwort-Spiel/ Kleingruppenarbeit 	1 IB: <i>Forschungsfrage</i>
15	Schritt 2: Von der Frage zur Hypothese	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lehrkraft-Input ○ Frage-Antwort-Spiel/ Gruppenarbeit - Hypothesen prüfen 	4 AB: <i>Hypothesen I und II inkl.</i> <i>Lösungen</i> 2 IB: <i>Hypothese + Checkliste</i>
10	Schritt 3: Das Experiment planen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lehrkraft-Input ○ Praxisbeispiele ○ Diskussion 	3 AB: <i>Experiment-Planung,</i> <i>Sinkversuch + Lösung</i> 5 IB: <i>Messbare Daten;</i> <i>Experiment-Planung;</i> <i>Replikat-Kontrolle-Objektivität;</i> <i>Praxisbeispiele - Objektivität;</i> <i>Stichprobe</i>
5 [inkl. Option: 20]	Schritt 4: Ergebnisse analysieren & interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lehrkraft-Input ○ Diskussion im Plenum ○ [optional: einfache Diagramme erstellen] 	[Optional - Statistik-Spiel: Laptop/Excel oder Packpapier, buntes Papier für Plakate, Torten- oder Balkendiagramme]
10 [inkl. Option 20]	Schritt 5: Ergebnisse präsentieren & Abschluss	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lehrkraft-Input ○ Diskussion ○ Reflexion ○ [optional: Gruppenarbeit:] 	1 IB: <i>KISS</i> [Optional - <i>Laubblatt</i>]

Aktivität I - Ablauf im Detail I

Erste Forschungsschritte

Einstieg - Beobachtung, Beschreibung, Interpretation & die fünf Forschungsschritte

Ziel:

SuS unterscheiden zwischen Beobachtung, Beschreibung und Interpretation und kennen die fünf Schritte des naturwissenschaftlichen Forschens.

Ablauf:

Kleingruppen-Arbeit

mit dem Arbeitsblatt „TrickyTracks“.
Jede Gruppe beschreibt das Bild möglichst präzise und notiert Stichworte.

Diskussion im Plenum

Gruppen stellen ihre Beschreibungen vor, Diskussion der Ergebnisse. Abschließend Klärung und Definition: Beobachtung versus Interpretation.

Lehrkraft-Input

Die fünf Schritte des naturwissenschaftlichen Forschens:
1. Forschungsfrage, 2. Hypothese, 3. Experiment, 4. Analyse und Interpretation, 5. Visualisierung & Präsentation

Danach werden die einzelnen Schritte genauer durchgearbeitet und vertieft.

Schritt 1: Wissenschaftliche Frage versus allgemeine Frage

Ziel:

Die Schüler*innen kennen den Unterschied und formulieren eigene Forschungsfragen.

Ablauf:

Lehrkraft-Input mit Beispielen z. B.:

Alltagsfrage: „Warum ziehen Vögel in den Süden?“ versus wissenschaftliche Frage: „Sind Zugvögel ausdauernder als andere Vögel?“

Schüler*innen-Aktivität:

Im Plenum [oder in Kleingruppen] formulieren SuS eigene Alltagsfragen zu Forschungsfragen um.

[Optional]: Diskussion im Plenum, welche Fragen wissenschaftlich überprüfbar sind.

Schritt 2: Von der Frage zur Hypothese

Ziel:

SuS kennen Kriterien einer Hypothese und können sie anwenden.

Ablauf:

Lehrkraft-Input:

Vorstellen der Kriterien einer Hypothese: klar, überprüfbar, Nullhypothese, generalisierbar; sowie konkrete Beispiele.

Schüler*innen-Aktivität – Beispiele prüfen:

Die Schüler*innen prüfen Behauptungen und formulieren bei Bedarf neue Hypothesen.

Variante 1: Im Plenum, mit Hilfe einer Checkliste - in Form eines Frage-Antwort-Spiels - gemeinsam mit der Lehrkraft.

Variante 2: In Kleingruppen.

Beispiele für vier konkrete Behauptungen und deren Lösungen sowie eine Hypothesen-Checkliste sind im Anhang zu finden.

Aktivität I - Ablauf im Detail I

Erste Forschungsschritte

Schritt 3: Experimente planen

Die Schüler*innen verstehen die Grundprinzipien, der Versuchsplanung: **Einflussgrößen, Replikate, Kontrolle, Objektivität** und **Stichprobe**.

Ablauf

Lehrkraft-Input I: Einflussgrößen

Lehrkraft erklärt Grundsätze und verdeutlicht sie am *Sinkversuch*.

Beispiel I: Einflussgrößen – Sinkversuch

Im Anhang sind Details zu qualitativen und quantitativen Daten sowie zum Sinkversuch inkl. Lösung zu finden.

Lehrkraft-Input II mit Überblick über:

- Replikate: Wiederholte Messungen sichern die Verlässlichkeit der Ergebnisse. Man sollte zumindest 3 Wiederholungen pro Test haben.
- Kontrolle: Bei einem Versuch teste ich, wie sich eine Einflussgröße auf eine Testgröße auswirkt. Um zu sehen, ob Veränderungen auch wirklich durch die Einflussgröße verursacht werden, benötige ich eine Kontrolle, bei der sich nichts ändert. Bei dem Sauerstoffversuch in Aktivität II untersuche ich, ob die Zugabe von Pflanzenextrakt den Sauerstoffverbrauch steigert. Dazu benötige ich auch eine Kontrolle, bei der kein Extrakt dazugegeben wird.

Beispiele II: Praxisbezug – Objektivität

Die Lehrkraft erzählt konkrete Beispiele aus dem Alltag der naturwissenschaftlichen Forschung und welche Möglichkeiten es gibt, nach objektiven Kriterien Versuche durchzuführen, siehe Infoblatt im Anhang „Beispiele – Objektivität“

- Bach-Sedimente
- Pflanzen besammeln auf einer Wiese

Lehrkraft-Input III: Die Stichprobe

Die Lehrkraft erklärt den Zusammenhang zwischen Stichprobengröße, Verlässlichkeit der Ergebnisse und deren Repräsentativität.

Beispiele III: Die Stichprobe & Schulalltag

Mit den SuS wird ein konkretes Beispiel aus dem Schulalltag erarbeitet, bei dem eine Stichprobe zum Einsatz kommt, zum Beispiel im Anhang: Infoblatt Stichprobe - *Beispiel*.

Schritt 4: Analyse der Ergebnisse

Ziel:

SuS kennen die wichtigsten Begriffe und Schritte der Analyse wie Verifizierung und Falsifizierung.

Ablauf

Lehrkraft-Input:

Die Lehrkraft erklärt die wichtigsten Begriffe zur Überprüfung einer Hypothese wie Verifizierung und Falsifizierung sowie die Schritte: Ergebnisse darstellen & visualisieren, interpretieren & Schlussfolgerungen ziehen.

[Optional]: Schüler*innen-Aktivität:

Statistik-Spiel: In Kleingruppen erstellen die Schüler*innen Balken- und Tortendiagramme nach eigenen Umfragen mit Mitschüler*innen.

Danach, Vergleich mit österreich- und europaweiten Statistiken.]

Aktivität I - Ablauf im Detail I

Erste Forschungsschritte



Schritt 5: Ergebnisse präsentieren und wissenschaftlich Schreiben

Ziel:

Die Schüler*innen kennen die Grundprinzipien wissenschaftlichen Schreibens.

Ablauf

Lehrkraft-Input:

Die Lehrkraft präsentiert die wichtigsten Regeln des wissenschaftlichen Schreibens (klar, sachlich, Quellen zitieren, klare Struktur, KISS-Regel – Keep it smart and simple).

Praxisbeispiele:

Wissenschaftliche Paper, Fachzeitschriften, Diplom- und Masterarbeiten werden gezeigt.

[Optional]: Schüler*innen-Aktivität:

Laubblatt beschreiben – Kleingruppenarbeit:

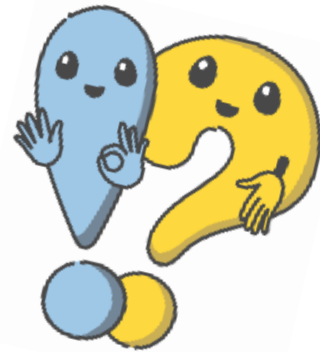
Die Schüler*innen erhalten den Auftrag, ein Laubblatt so genau wie möglich zu beschreiben. Siehe Infoblatt *Übungen – Naturwissenschaftliches Schreiben*.

Wiederholung & Abschluss:

Im Plenum werden gemeinsam die 5 Schritte des naturwissenschaftlichen Forschens wiederholt und die sieben wesentlichen Charakteristika der Naturwissenschaften präsentiert (siehe Infoblatt im Anhang).

[Optional]: Diskussion im Plenum

Welche konkreten Forschungsbeispiele interessieren oder kennen die SuS?]



Aktivität II

Alles auf einen Blick

Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern

Kurzbeschreibung

Die Schüler*innen führen selbstständig einen Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern durch und durchlaufen dabei alle fünf Schritte naturwissenschaftlicher Forschung – von der Fragestellung bis zur Interpretation der Ergebnisse. Dabei lernen sie auch über die Prozesse der Selbstreinigung in Gewässern.

Dauer

4 Unterrichtseinheit (UE)

Schulstufe

Sekundarstufe II, ab 9. Schulstufe

Methoden

- Experiment in der Gruppe (3 - 5 SuS)
- Lehrkraft-Input (z. B. PowerPoint, Wissenskarten)
- Datenerhebung & -auswertung (Diagramme, Tabellen)
- Plenumsdiskussion und Reflexion

Medien und Materialien

Arbeitsblätter für Schüler*innen (im Anhang):

- *Versuchsprotokoll Teil I & II*
- *Messprotokoll (2 Seiten)*
- *Auswertung*

Infoblätter für Lehrkräfte, als Input oder Zusatzinfo (im Anhang):

- *Checkliste zur Vorbereitung*
- *Vorschlag - Versuchsanordnung*
- *Fachbegriffe*
- *Übungen -Naturwissenschaftliches Schreiben*

Bachwasser, Extrakte, Geräte zur O₂-Messung:

- Bachwasser (ca. 1 Liter)
- Sedimente
- Kalter Extrakt („Tee“ aus unterschiedlichen Laubblättern und Nadeln zubereiten)
- Waage, Messzubehör (Messlöffel, -becher, Pipetten)
- Einfache Sauerstoff-Messgeräte (siehe im Anhang IB Checkliste zur Vorbereitung)
- Pro Gruppe 3-4 Stk. luftdicht verschließbare Gefäße (100 ml)
- Schreibutensilien, Laptops (Excel)/Diagramm

Bildungsziele

Die Schüler*innen

- können den Versuch planen und durchführen
- verstehen die Selbstreinigungskapazität von Gewässern und wissen, welche Kriterien den mikrobiellen Abbau beeinflussen
- können Forschungsfragen und Hypothesen formulieren, Experimente planen und Ergebnisse kritisch betrachten und präsentieren.

Der Zeitplan auf der nächsten Seite gibt einen Gesamtüberblick über einen möglichen Ablauf:

Legende zum Zeitplan:

- UE Unterrichtseinheit
- SuS Schüler und Schülerinnen
- PPP PowerPoint-Präsentation
- AB Arbeitsblatt
- IB Infoblatt

Aktivität II

Alles auf einen Blick - Zeitplan

Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern

Zeitplan – Überblick

ca. Zeit in min	Themenblock	Tätigkeiten	Materialien
10	Einführung: Sauerstoffverbrauch & Selbstreinigung von Gewässern; Versuchsablauf	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lehrkraft-Input 	3 IB: <i>Checkliste zur Vorbereitung, Vorschlag – Versuchsanordnung, Fachbegriffe</i>
10	Forschungsfrage entwickeln & Hypothesen formulieren	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kleingruppen bilden 	1 AB: <i>Versuchsprotokoll – Teil I</i>
130	Durchführung des Versuchs inkl. Überarbeitung der Forschungsfragen & Hypothesen sowie Auswertung & Analyse	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kleingruppenarbeit – Versuch durchführen ○ Austeilen der Materialien ○ Lehrkraft-Input ○ Betreuung & Kontrolle durch Lehrkraft ○ Pausen nutzen oder ○ Zusatzangebot anbieten in der Wartezeit zwischen den Messungen 	<p>3 AB: <i>Versuchsprotokoll – Teil II</i> <i>Messprotokoll</i> <i>Auswertung</i></p> <p>Bei Bedarf: <i>Laubblatt (siehe IB – Übungen – Naturwissenschaftliches Schreiben)</i> Wissenschaftliche Paper Fachzeitschriften Zeitungsberichte Schreibutensilien</p>
30	Abschluss: Präsentation & Reflexion	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aufbereitung der Ergebnisse ○ Präsentation 	Optional: Beamer, Speichermedien, Laptop

Aktivität II - Ablauf im Detail I

Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern

Einführung: Sauerstoffverbrauch & Selbstreinigung von Gewässern; Versuchsablauf

Ziel:

Die SuS wiederholen die fünf Schritte des wissenschaftlichen Arbeitens, lernen den Ablauf & die Arbeitsmaterialien für das Experiment kennen.

Ablauf

Die Lehrkraft erklärt die Grundsätze und den Versuchsablauf, optional diskutieren die SuS im Plenum unterschiedliche Praxisbeispiele:

Lehrkraft-Input: *Selbstreinigungskraft von Gewässern* (IB Fachbegriffe im Anhang)

Beispiele diskutieren: z.B.: „Welchen Einfluss haben Laubblätter im Bach auf die mikrobielle Aktivität?“

Lehrkraft-Input: *Versuchsablauf* (siehe AB *Versuchsprotokoll*, *Messprotokoll* und IB *Checkliste zur Vorbereitung* und *Vorschlag Versuchsanordnung* im Anhang)

Forschungsfrage entwickeln & Hypothesen formulieren

Ziel:

In Kleingruppen erarbeiten SuS ihre Forschungsfragen und Hypothesen.

Ablauf:

SuS formulieren für ihre Kleingruppe eine Forschungsfrage und Hypothese

- Beispiel für Forschungsfrage: „Steigt die mikrobielle Aktivität bei Zugabe von Weidenextrakt?“
- Beispiel für Hypothese: „Der O₂-Gehalt in der Probe mit Weidenextrakt sinkt im Verlauf von 2 h stärker als in der Kontrolle ohne Extrakt.“

Durchführung des Versuchs inkl. Dokumentation & Auswertung

Ziel:

Jede Kleingruppe organisiert sich anhand des Versuchsprotokolls selbst, führt das Experiment durch, erfasst die Werte in einem Messprotokoll & führt die Auswertung durch.

Zeit für Pausen und Zusatzaufgaben zur Vertiefung des naturwissenschaftlichen Forschens nutzen (siehe nächste Seite). Wichtig! Diese Aufgaben müssen jederzeit unterbrochen werden können, um die Messungen für den Versuch durchzuführen.

Ablauf

Kleingruppenarbeit:

Rollenaufteilung, Versuchsablauf selbständig studieren und planen, Materialien beschaffen & Einwiegen, Messungen organisieren, durchführen, protokollieren und kontrollieren (AB im Anhang - *Versuchsprotokoll*, *Messprotokoll*, *Auswertung*)

Lehrkraft-Tätigkeit:

Materialien austeilen, „fliegende“ Kontrolle & Unterstützung der Kleingruppen bezüglich Formulierung der Forschungsfragen & Hypothesen, Erstellung der Messprotokolle und deren Auswertung (*IB im Anhang – Checkliste zur Vorbereitung*, *Fachbegriffe*, *Übungen – Naturwissenschaftliches Schreiben*)

Aktivität II - Ablauf im Detail I

Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern

Zusatzangebot: Naturwissenschaftliches Forschen

Ziel:

Die Zeit zwischen den Messungen kann genutzt werden, um naturwissenschaftliches Forschen besser zu verstehen und Beispiele aus der Praxis kennenzulernen (einzeln, zu zweit oder in der Kleingruppe).

Vorschläge

Kleingruppen- / Einzelarbeit:

- **Praktische Beispiele I - Naturwissenschaftliche Paper**
SuS stöbern in unterschiedlichen wissenschaftlichen Publikationen und filtern aus einer Publikation die Forschungsfrage(n) & Hypothese(n) heraus.
- **Praktische Beispiele II - Forschungsbeispiele aus Zeitungen analysieren**
- **Wissenschaftliches Schreiben** (siehe im Anhang Info *Übungen - Naturwissenschaftliches Schreiben*)

Externer Input - Plenumsdiskussion

- **Kolleg*innen, Master- oder PhD-Studierende** stellen ihre aktuelle Arbeit vor. SuS können inhaltliche Fragen stellen und Einblicke in die Arbeit von Forschenden gewinnen.

Abschluss: Präsentation und Reflexion

Ziel:

SuS präsentieren ihre Ergebnisse anschaulich und argumentieren sie.

Ablauf

Kleingruppenarbeit: Jede Gruppe bereitet die Ergebnisse auf und präsentiert, argumentiert und verteidigt sie.

Im Plenum: Diskussion, Vergleich und Zusammenfassung:

Wo gibt es Unterschiede? Wird die Hypothese bestätigt oder widerlegt? Welche Faktoren beeinflussen die Ergebnisse?

ANHANG - Übersicht gesamt – Aktivität I & II

Arbeits- & Infoblätter - Übersicht -

Arbeitsblätter & Lösungen

Zum Ausdrucken. Für SuS zum Erarbeiten, Wiederholen & Festigen von Inhalten.

<i>Tricky Tracks</i> _____	S. 14
<i>Der Kreislauf des Forschens (opt)</i> _____	S. 15
<i>Arbeitsblatt - Hypothesen I</i> _____	S. 16
<i>Arbeitsblatt - Hypothesen II</i> _____	S. 17
<i>Lösungen zu Hypothesen I</i> _____	S. 18
<i>Lösungen zu Hypothesen II</i> _____	S. 19
<i>[optional]: Experiment-Planung</i> _____	S. 20
<i>Sinkversuch</i> _____	S. 21
<i>Lösung - Sinkversuch</i> _____	S. 22

Zusätzlich zu Aktivität II:

<i>Versuchsprotokoll – Teil I</i> _____	S. 23
<i>Versuchsprotokoll Teil II</i> _____	S. 24
<i>Messprotokoll</i> _____	S. 26
<i>Auswertung</i> _____	S. 27

Infoblätter

Als Hintergrundinfo für Lehrende und Vorschlag für Wissenskärtchen/Power-Point-Präsentationen (PPP)/Plakate oder als Zusatzinfo für SuS.

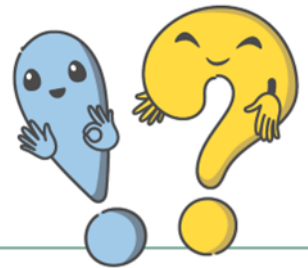
<i>Forschungsschritte</i> _____	S. 28
<i>Forschungsfrage</i> _____	S. 29
<i>Hypothese</i> _____	S. 30
<i>Hypothese-Checkliste</i> _____	S. 31
<i>Das Experiment - Messbare Daten</i> _____	S. 32
<i>Experiment-Planung</i> _____	S. 33
<i>Replikat, Kontrolle, Objektivität</i> _____	S. 34
<i>Praxisbeispiele - Objektivität</i> _____	S. 35
<i>Stichprobe</i> _____	S. 36
<i>Stichprobe -Beispiel</i> _____	S. 37
<i>Grundprinzipien - Naturwissenschaftliches Schreiben</i> _____	S. 38

Zusätzlich zu Aktivität II – Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern

<i>Checkliste zur Vorbereitung</i> _____	S. 39
<i>Vorschlag – Versuchsanordnung</i> _____	S. 40
<i>Fachbegriffe</i> _____	S. 41
<i>Übungen - Naturwissenschaftliches Schreiben</i> _____	S. 42

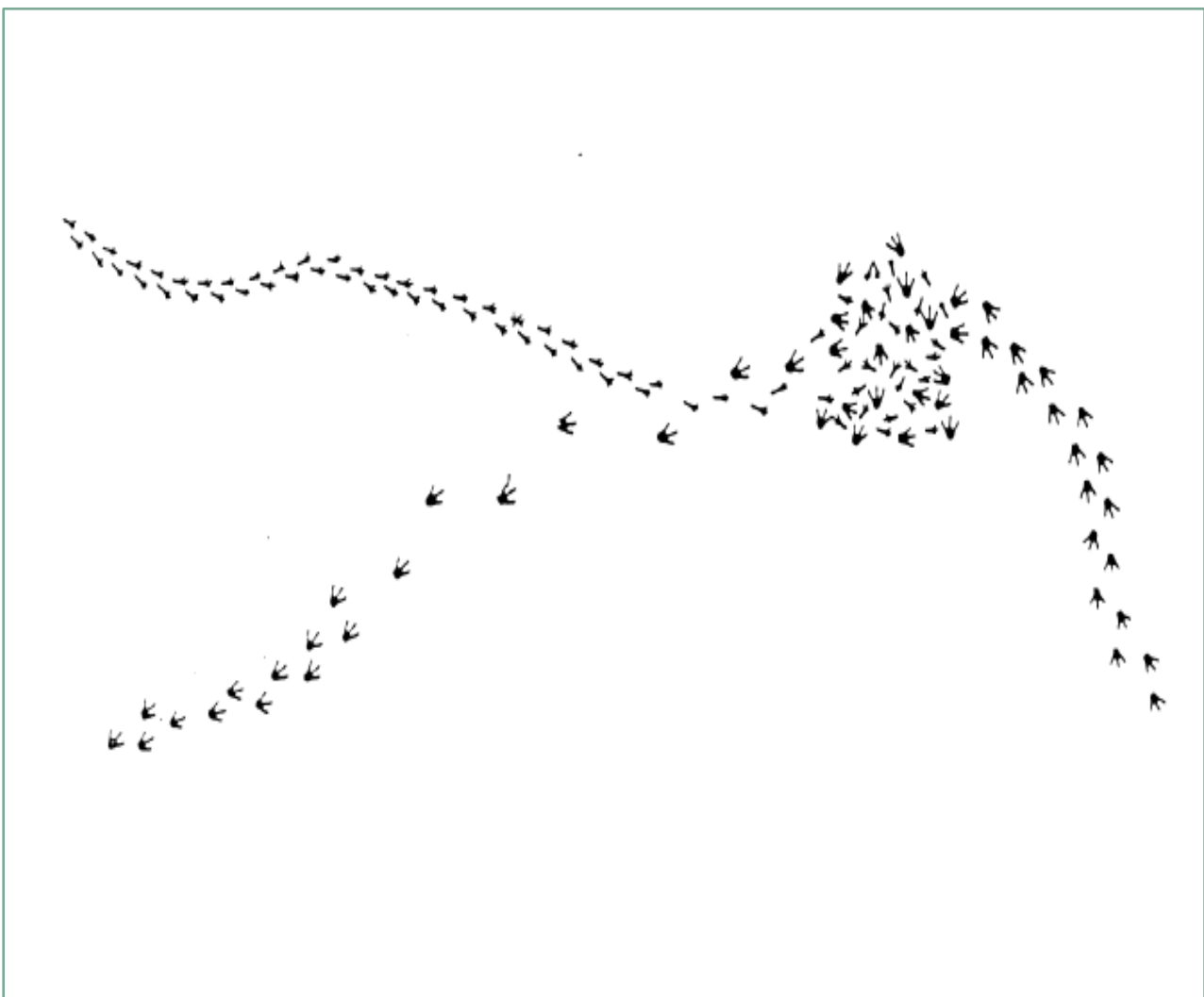
Arbeitsblatt

TrickyTracks



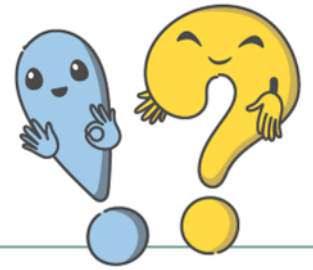
Was siehst Du hier?

Schreibe es in Stichworten auf!



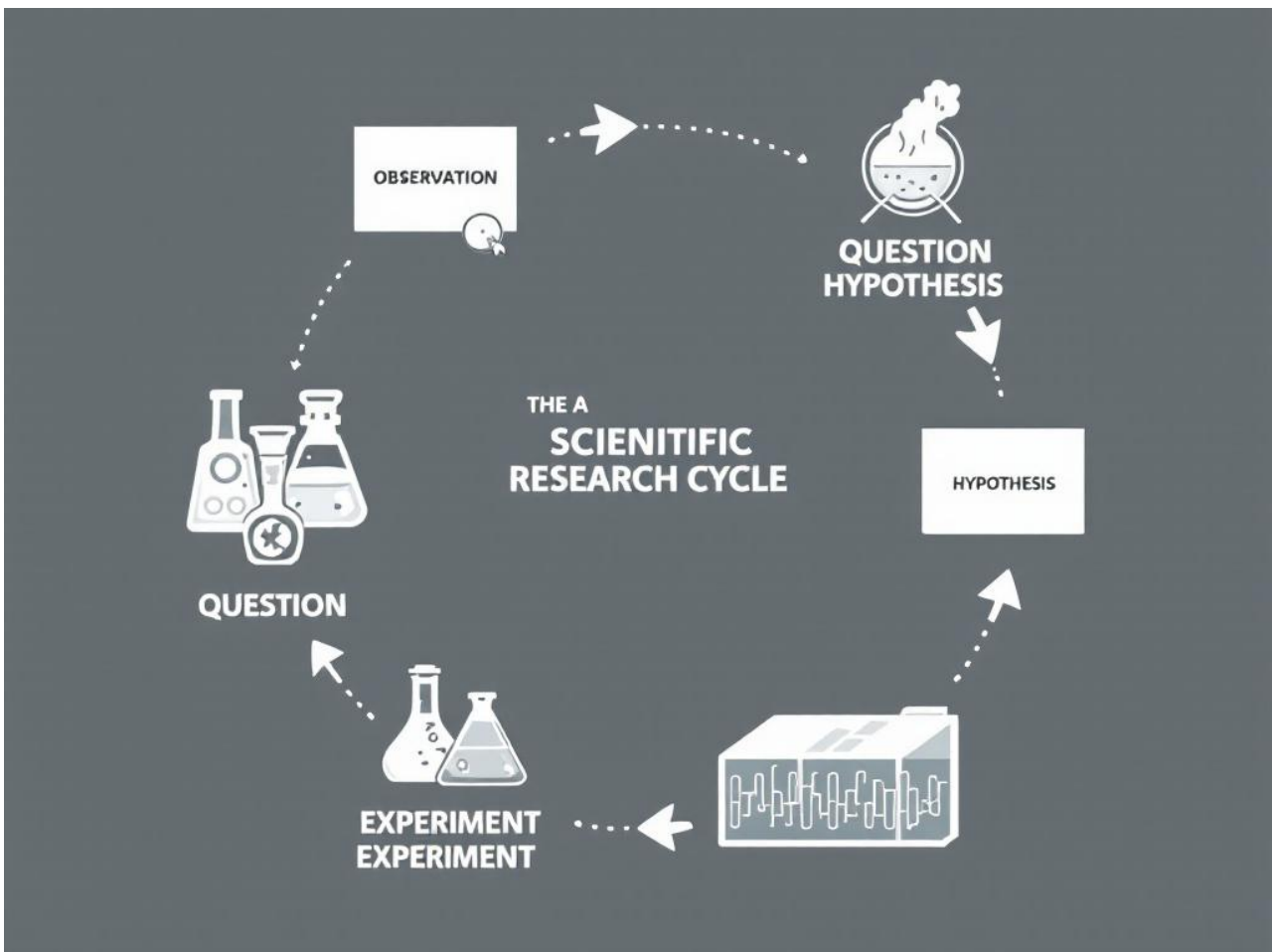
Arbeitsblatt - Kreislauf des Forschens

Richtig oder falsch?



Eine KI-Anwendung hat auf den „prompt“ (die Anweisung): „Stelle den Kreislauf des naturwissenschaftlichen Forschens grafisch dar.“, die untenstehende Grafik erstellt. –

Ist die Darstellung richtig oder falsch? - Korrigiere sie, falls nötig!



Arbeitsblatt - Hypothesen I

Welche der folgenden Behauptungen sind wissenschaftliche Hypothesen?



Überprüfe anhand der 4-Punkte-Hypothesen-Checkliste, welche der folgenden Behauptungen wissenschaftliche Hypothesen sind!

Begründe es! Wenn die Hypothese nicht alle Punkte erfüllt, verbessere sie!

1. Europäische Männer sind im Durchschnitt größer als Frauen.

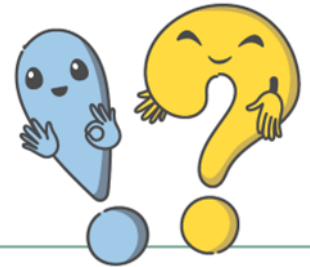
Punkt lt. Checkliste	Antworten
1. Genau	
2. Ja/Nein	
3. Messbar	
4. Allgemein	

2. Der Klimawandel hat einen Effekt auf die Wassertemperaturen.

Punkt lt. Checkliste	Antworten
1. Genau	
2. Ja/Nein	
3. Messbar	
4. Allgemein	

Arbeitsblatt - Hypothesen II

Welche der folgenden Behauptungen sind wissenschaftliche Hypothesen?



Überprüfe anhand der 4-Punkte-Hypothesen-Checkliste, welche der folgenden Behauptungen wissenschaftliche Hypothesen sind!

Begründe es! Wenn die Hypothese nicht alle Punkte erfüllt, verbessere sie!

3. Mädchen sind gescheiter als Burschen.

Punkt lt. Checkliste	Antworten
1. Genau	
2. Ja/Nein	
3. Messbar	
4. Allgemein	

4. Im letzten Jahrhundert ist das durchschnittliche Gewicht von Österreicher*innen angestiegen.

Punkt lt. Checkliste	Antworten
1. Genau	
2. Ja/Nein	
3. Messbar	
4. Allgemein	

Lösungen zu Hypothesen I

Welche der folgenden Behauptungen sind wissenschaftliche Hypothesen?



1. Europäische Männer sind im Durchschnitt größer als Frauen.

Punkt lt. Checkliste	Antworten
1. Genau	Sie ist genau und eindeutig formuliert? -> JA!
2. Ja/Nein	Sie kann nur mit JA oder NEIN beantwortet werden? -> JA!
3. Messbar	Sie kann durch Messungen überprüft werden? -> JA!
4. Allgemein	Sie kann verallgemeinert werden? Das bedeutet, dass ich aus einer kleinen Stichprobe auf die gesamte Menge zurückschließen kann. -> JA! Wichtig! Die Stichprobe muss groß genug sein.

2. Der Klimawandel hat einen Effekt auf die Wassertemperaturen.

Punkt lt. Checkliste	Antworten
1. Genau	Sie ist genau und eindeutig formuliert. -> NEIN! -> Die Behauptung ist für eine wissenschaftliche Hypothese zu ungenau. Welche Einflussgröße wird unter „Klimawandel“ verstanden? Welcher „Effekt“ ist gemeint? Was ist die Messgröße? Für eine wissenschaftliche Überprüfbarkeit muss die Frage genauer definiert werden
2. Ja/Nein	-
3. Messbar	-
4. Allgemein	-
Beispiel für eine Umformulierung zu einer wissenschaftlichen Hypothese:	Die zunehmende Lufttemperatur der letzten 50 Jahre führte zu einem Anstieg der Wassertemperaturen (Jahresmittel) der österreichischen Seen. -> danach evtl. Start zur neuen Überprüfung nach der 5-Punkte-Checkliste!

Lösungen zu Hypothesen II

Welche der folgenden Behauptungen sind wissenschaftliche Hypothesen?



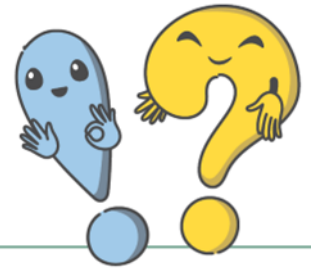
3. Mädchen sind gescheiter als Burschen.

Punkt lt. Checkliste	Antworten
1. Genau	Sie ist genau und eindeutig formuliert. -> NEIN!
2. Ja/Nein	Sie kann nur mit ja oder nein beantwortet werden. -> JA!
3. Messbar	Sie kann durch Messungen überprüft werden. -> NEIN!
4. Allgemein	Sie kann verallgemeinert werden? Das bedeutet, dass ich aus einer kleinen Stichprobe auf die gesamte Menge zurückschließen kann. -> JA! Wichtig! Die Stichprobe muss groß genug sein.
Was fehlt?	-> Konkretisierung der Messgröße: z.B. IQ-Messung, Anzahl von 1ern bei Schularbeiten, in Zeugnissen, ...
Beispiel für eine Umformulierung zu einer genauen wissenschaftlichen Hypothese:	Mädchen haben einen höheren IQ als Burschen. Mädchen haben eine höhere Anzahl von „Sehr gut“ bei Schularbeiten als Burschen.

4. Im letzten Jahrhundert ist das durchschnittliche Gewicht von Österreicher*innen angestiegen.

Punkt lt. Checkliste	Antworten
1. Genau	Sie ist genau und eindeutig formuliert. -> JA
2. Ja/Nein	Sie kann nur mit ja oder nein beantwortet werden. -> JA!
3. Messbar	Sie kann durch Messungen überprüft werden. -> JA!
4. Allgemein	Sie kann verallgemeinert werden? Das bedeutet, dass ich aus einer kleinen Stichprobe auf die gesamte Menge zurückschließen kann. -> JA! Wichtig! Stichprobe muss groß genug sein.

Arbeitsblatt - Experiment-Planung



So plane ich einen Versuch richtig! - Ergänze die Aussagen oder korrigiere sie, wenn nötig!

1. Ich muss sicherstellen, dass der Effekt messbar ist, weil

.....
.....
.....
.....
.....

2. Qualitative Daten sind zum Beispiel Körpergröße, Augenfarbe, Gewicht, Religion und Geburtsort.

Richtig oder falsch?

.....

3. Ich muss dafür sorgen, dass sich die Einflussgrößen ändern.

Richtig oder falsch?

.....

Warum?

.....
.....
.....
.....

4. Ich muss Messungen zur Kontrolle durchführen, damit

.....
.....
.....
.....

5. Ich muss eine ausreichende Anzahl an Parallelmessungen durchführen.

Richtig oder falsch?

.....

Warum?

.....
.....
.....
.....
.....

6. Subjektive Messungen sind wichtig, weil sie dann einzigartig sind.

Richtig oder falsch?

.....

Warum?

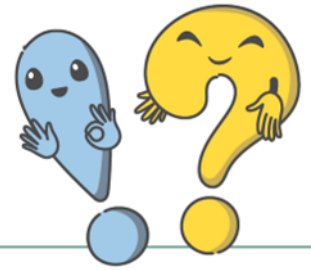
.....
.....
.....
.....

7. Ich muss dafür sorgen, dass die Stichprobe groß genug ist, weil

.....
.....
.....
.....

Arbeitsblatt - Sinkversuch

So plane ich einen Versuch richtig!



Aufgabe A:

Sabine meint, dass das Gewicht einen Einfluss hat. Sie nimmt einen Würfel aus Holz und einen gleich großen Würfel aus Eisen und legt beide auf das Wasser. Der Eisenwürfel geht unter.

Ist Sabines Versuchsansatz korrekt?

Antwort:

Aufgabe B:

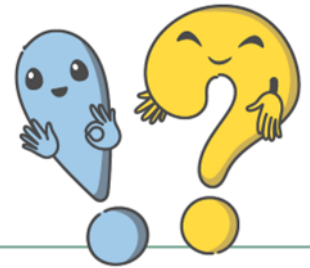
Selim meint, dass sich die Form des Körpers auf das Sinken auswirkt. Er nimmt einen Apfel und eine Feder und legt beide auf das Wasser. Der Apfel sinkt.

Ist Selims Versuchsansatz korrekt?

Antwort:

Arbeitsblatt - Sinkversuch

So plane ich einen Versuch richtig!



Aufgabe A:

Sabine meint, dass das Gewicht einen Einfluss hat. Sie nimmt einen Würfel aus Holz und einen gleich großen Würfel aus Eisen und legt beide auf das Wasser. Der Eisenwürfel geht unter.

Ist Sabines Versuchsansatz korrekt?

AUFLÖSUNG - Antwort:

- ✓ KORREKT!
- ✓ Gewählte Einflussgröße: Gewicht wird geändert!
- ✓ Andere Einflussfaktoren: Größe und Form bleiben gleich!

ERKLÄRUNG: Der Ansatz von Sabine ist korrekt, weil sie nur eine einzige Einflussgröße ändert, das Gewicht. Alle anderen Einflussgrößen bleiben unverändert. Somit weiß sie genau, ob die gewählte Einflussgröße eine Auswirkung hat.

Aufgabe B:

Selim meint, dass sich die Form des Körpers auf das Sinken auswirkt. Er nimmt einen Apfel und eine Feder und legt beide auf das Wasser. Der Apfel sinkt.

Ist Selims Versuchsansatz korrekt?

AUFLÖSUNG - Antwort:

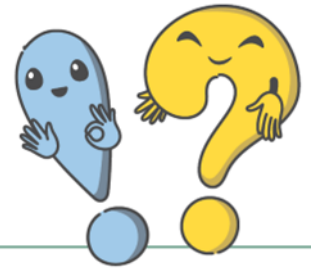
- !! NICHT KORREKT!
- !! Gewählte Einflussgröße: Form wird geändert
- !! Andere Einflussfaktoren: Größe, Gewicht ändern sich auch!

ERKLÄRUNG: Der Ansatz von Selim ist falsch, weil er Objekte mit mehreren Einflussgrößen gewählt hat. Er kann daher nicht feststellen, ob das Gewicht oder die Form eine Auswirkung auf das Sinken haben.

Der richtige Ansatz wäre, zwei gleich schwere Körper mit unterschiedlichen Formen zu testen: z. B. eine Plastikkugel aus Knetmasse à 500 g und ein Boot aus Knetmasse à 500 g. – Die Kugel wird sinken, das Boot, obwohl es gleich schwer wie die Kugel ist, auf dem Wasser schwimmen. Prinzip des Auftriebs: Ist das Gewicht des vom Objekt verdrängten Wassers größer als das Gewicht des Objekts, schwimmt es. Ist das Gewicht des verdrängten Wassers leichter als das Objekt, sinkt es.

Versuchsprotokoll - Teil I

Sauerstoffverbrauch in Gewässern



Gruppe:

Datum:

1. Überlegt euch eine Forschungsfrage und stellt eine Hypothese auf!

FORSCHUNGSFRAGE:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

HYPOTHESE:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Vor dem Start! Zuerst das Versuchsprotokoll bis zum Schluss durchlesen! (siehe nächste Seite!)



Versuchsprotokoll - Teil II

Sauerstoffverbrauch in Gewässern



Gruppe:

Datum:

1. Erstellt eine Versuchsanordnung:

Eine Versuchsanordnung beschreibt genau, welche Pflanzenextrakte ihr testen wollt, wie viele Replikate ihr verwendet und was eure Kontrollen sind.

Was ist ein Replikat?

Ein Replikat ist eine Wiederholung einer Messung oder eines Versuches, um sicherzustellen, dass euer Ergebnis nicht zufällig ist.

Für jeden Versuch und jede Kontrolle sollen mindestens 3 Replikate, also 3 Wiederholungen, durchgeführt werden. Das bedeutet, dass ihr jeweils 3 Gläser mit denselben Materialien befüllt: also 3 Gläser mit Wasser, 3 Gläser mit Wasser und Sediment,

Was ist eine Kontrolle?

Ihr wollt untersuchen, ob der Sauerstoffverbrauch in euren Versuchsgefäßen durch die Zugabe eines Pflanzenextrakts ansteigt? Dann müsst ihr aber auch wissen, wie stark der Sauerstoffverbrauch ist, wenn kein Extrakt dazugegeben wird. Das ist die Kontrolle.

Eine Kontrolle ist also ein Versuch, bei dem nichts verändert wird. Sie zeigt euch, ob Veränderungen zufällig sind oder vom Pflanzenextrakt verursacht wurden.

Wie kann eine Versuchsanordnung aussehen?

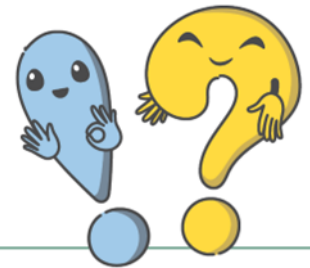
Versuche	Wasser (Kontrolle Wasser)	Wasser + Sediment (Kontrolle Sediment)	Wasser + Extrakt 1 (Versuch1 Wasser)	Wasser + Sediment + Extrakt 1 (Versuch 1 Sediment)
Replikate	3 Gläser	3 Gläser	3 Gläser	3 Gläser
Frage:	Wie viel Sauerstoff wird im Wasser verbraucht?	Wie viel Sauerstoff wird im Wasser und Sediment verbraucht?	Wird durch Extrakt 1 mehr Sauerstoff im Wasser verbraucht?	Wird durch Extrakt 1 mehr Sauerstoff im Wasser und im Sediment verbraucht?

Wollt ihr noch ein zweites Extrakt messen, müsst ihr noch 2 Spalten hinzufügen: eine für Wasser und Extrakt 2 und eine für Wasser, Sediment und Extrakt 2.

Bildet nun **Gruppen** und teilt die Versuche untereinander auf. Die einfachste Aufteilung ist, wenn jede Spalte von einer Gruppe übernommen wird.

Versuchsprotokoll - Teil II

Sauerstoffverbrauch in Gewässern



Gruppe:

Datum:

2. Versuch vorbereiten:

- Der Versuch ist für **100-ml-Gläser** ausgerichtet. Falls eure Gläser ein anderes Volumen haben, müsst ihr die Zugaben von Wasser, Extrakt und Sediment anpassen.
- Nehmt euch die Anzahl an Gläsern, die ihr benötigt und beschriftet sie mit eurem Gruppennamen und einer Nummer (1, 2, 3)
- Notiert in eurem Protokoll, was die Nummern bedeuten: z.B. 1=Wasser, 2=Wasser und Extrakt1, ... ; oder: Wasser1, Wasser2, Wasser3; ...

3. Start des Versuches:

Befüllt die Gläser entsprechend eurer Versuchsanordnung:

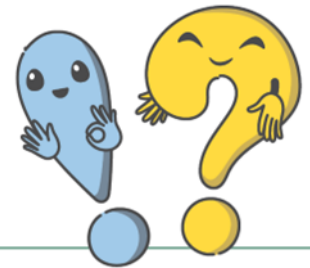
- **Wasser:** Füllt die Gläser vollständig mit Bachwasser und verschließt sie. Versucht dabei, möglichst keine Luftblasen einzuschließen. **Notiert die Zeit und stellt die Gläser an einen dunklen Ort.**
- **Wasser + Sediment:** Füllt ca. 20 g Sediment in die Gläser. Füllt die Gläser anschließend vollständig mit Bachwasser auf und verschließt sie. Versucht dabei, möglichst keine Luftblasen einzuschließen. **Notiert die Zeit und stellt die Gläser an einen dunklen Ort.**
- **Wasser + Extrakt:** Füllt die Gläser mit 70 ml Bachwasser. Fügt nun 30 ml Extrakt vorsichtig dazu und verschließt sie. Versucht dabei, möglichst keine Luftblasen einzuschließen. **Notiert die Zeit und stellt die Gläser an einen dunklen Ort.**
- **Wasser + Sediment + Extrakt:** Füllt ca. 20 g Sediment in die Gläser. Füllt die Gläser anschließend mit 60 ml Bachwasser auf. Fügt nun 30 ml Extrakt vorsichtig dazu. Falls die Gläser noch nicht vollständig befüllt sind, fügt vorsichtig Bachwasser bis zum Rand hinzu und verschließt sie. Versucht dabei, möglichst keine Luftblasen einzuschließen. **Notiert die Zeit und stellt die Gläser an einen dunklen Ort.**

4. Sauerstoffmessung Anfangswert:

Anfangswert: Die erste Gruppe, die ihre Gläser gefüllt hat, misst den Sauerstoffgehalt des Bachwassers. Füllt ein Gefäß mit 100 ml Bachwasser und eines mit 30 ml Extrakt und 100 ml Bachwasser. Diese Werte werden als Anfangswert für alle Versuche verwendet.

Versuchsprotokoll - Teil II

Sauerstoffverbrauch in Gewässern



Gruppe:

Datum:

5. Versuchsdauer:

Die Dauer des Versuchs hängt davon ab, ob euer Bachwasser aus einem sauberen oder einem schmutzigen Bach stammt. Bei einem schmutzigen Bach sind mehr Bakterien im Wasser; daher sinkt der Sauerstoff schneller.

Auch die Temperatur spielt eine Rolle. Je wärmer es ist, desto aktiver sind die Bakterien im Wasser und desto schneller verbrauchen sie den Sauerstoff.

Wir schlagen eine ungefähre Versuchszeit von 2 Stunden vor. Ihr könnt eure Replikate auch zu unterschiedlichen Zeiten messen (z.B. nach 1 Stunde, 1,5 Stunden und 2 Stunden). Wichtig ist, dass ihr die genaue Zeit notiert, wann ihr die Gefäße öffnet und den Sauerstoffgehalt messt.

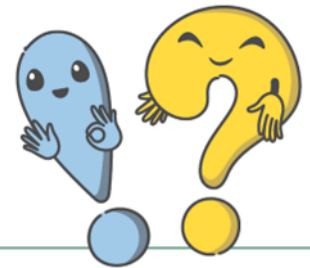
6. Ende des Versuchs:

Am Ende des Versuchss misst jede Gruppe den Sauerstoffgehalt in ihren Gefäßen. Schüttelt die Gefäße vorher, lasst sie 3 Minuten stehen und öffnet sie anschließend. **Notiert die Zeit und den Sauerstoffgehalt.**

Messprotokoll:

Probenbezeichnung	Uhrzeit	Sauerstoff in mg/l

Auswertung – Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern



Gruppe:

Datum:

7. Auswertung:

- Berechnet für jedes Gefäß die **Versuchsdauer** in Minuten (Differenz zwischen Start und Ende)

$$\text{Versuchsdauer } T = \text{Ende} - \text{Anfang (min)}$$

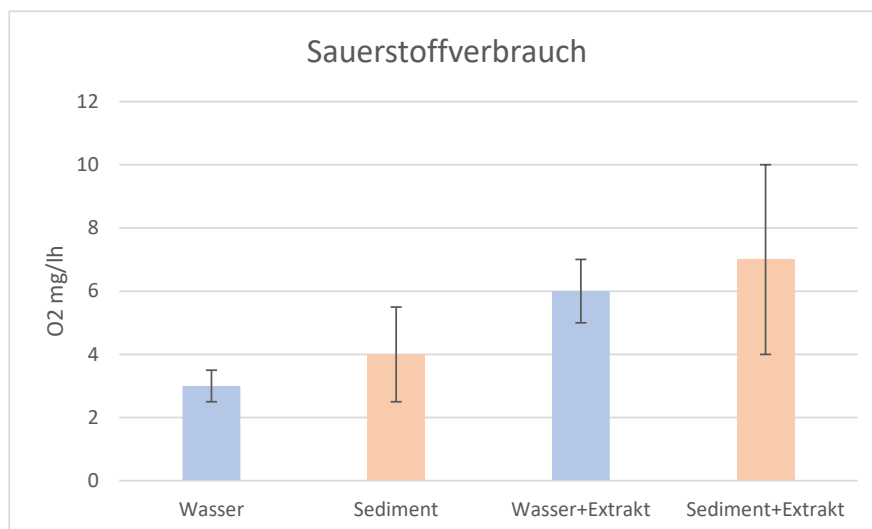
- Berechnet für jedes Gefäß die Differenz zwischen dem Anfangswert im Bachwasser (bzw. Bachwasser + Extrakt) und dem Endwert. Das ist der **Sauerstoffverbrauch O₂** über die gesamte Versuchsdauer.

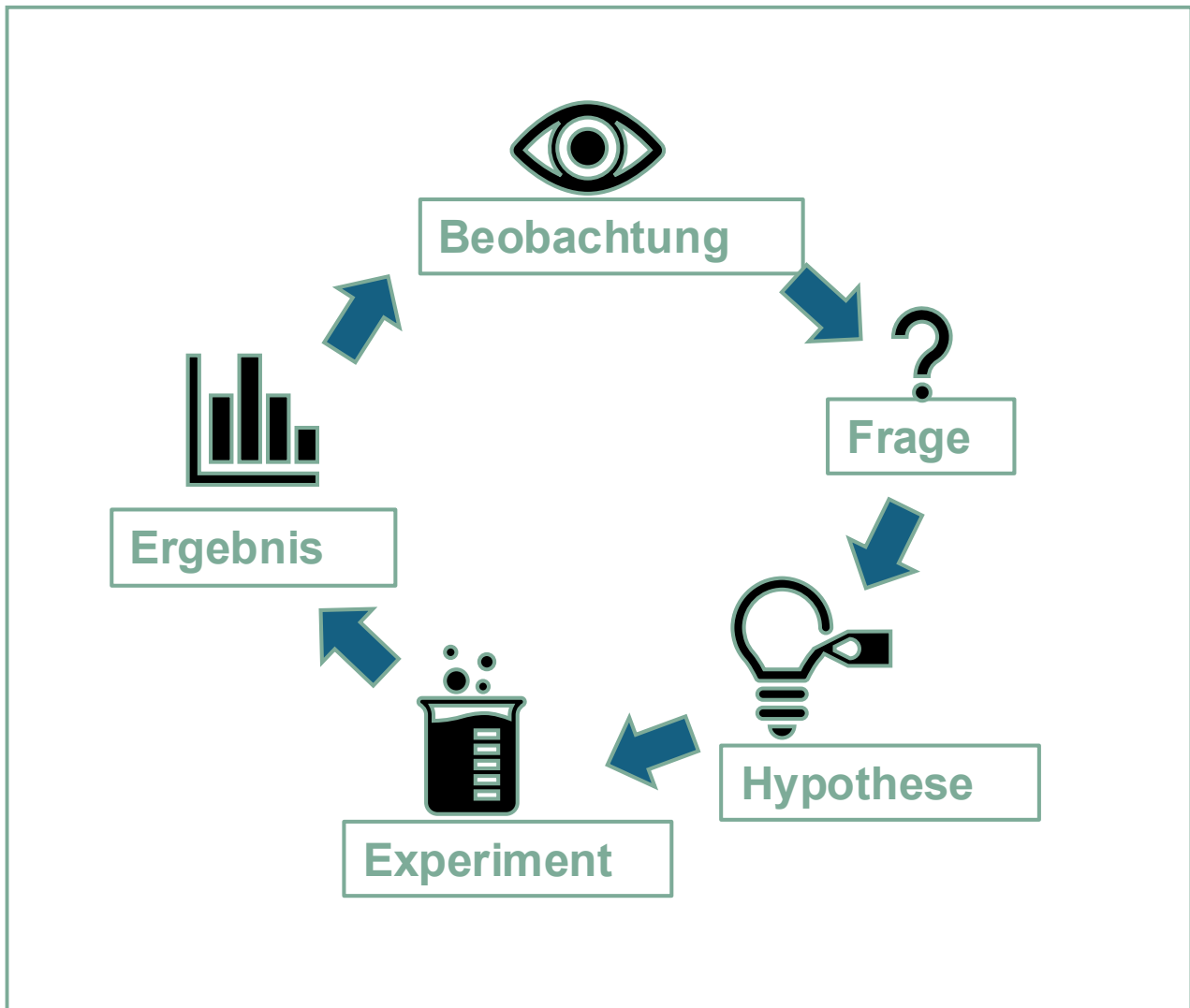
$$\text{Sauerstoffverbrauch } V = \text{Endkonzentration} - \text{Anfangskonzentration}$$

- Dividiert nun den Sauerstoffverbrauch durch die Versuchsdauer und multipliziert das Ergebnis mit 60. Ihr habt nun den Sauerstoffverbrauch pro Stunde berechnet und könnt eure Werte vergleichen.

$$\text{O}_2\text{Verbrauch} = V \div T \times 60 \quad (\text{mg/l h})$$

- Für den Vergleich berechnet den **Mittelwert und die Standardabweichung aus euren Replikaten**. Zeichnet ein Balkendiagramm in Excel. Überschneiden sich die Standardabweichungen nicht, dann habt ihr wahrscheinlich einen signifikanten Unterschied zwischen euren Proben (in der Abbildung wäre das zwischen Wasser und Wasser + Extrakt). Überschneiden sich die Standardabweichungen, dann habt ihr keinen Unterschied gemessen. Das kann bedeuten, dass es entweder keinen Effekt gibt oder dass ihr zu wenige Replikate hattet, um ihn nachzuweisen (Sediment und Sediment + Extrakt).





Info - Forschungsfrage



Schritt 1: Was ist eine Forschungsfrage?

Die allgemeine Frage

entsteht aus der Beobachtung im Alltag. Sie bezieht sich oft auf ein sehr großes Forschungsthema und kann meist nicht so einfach beantwortet werden. Zum Beispiel:

- Was passiert, wenn Wasser friert?
- Wie ernähren sich Blumen?
- Warum ziehen Vögel in den Süden?

Die wissenschaftliche Frage

ist sehr genau. Sie betrifft nur einen kleinen Teil des Forschungsthemas. Sie ist die Voraussetzung für eine wissenschaftliche Hypothese und kann mit ja oder nein beantwortet werden. Zum Beispiel:

- Friert Wasser langsamer als Öl?
- Ist Sonne notwendig für das Wachstum von Pflanzen?
- Sind Zugvögel ausdauernder als andere Vögel?



Info – Hypothese



Schritt 2:
Wie sieht eine Hypothese aus?

Eine Hypothese

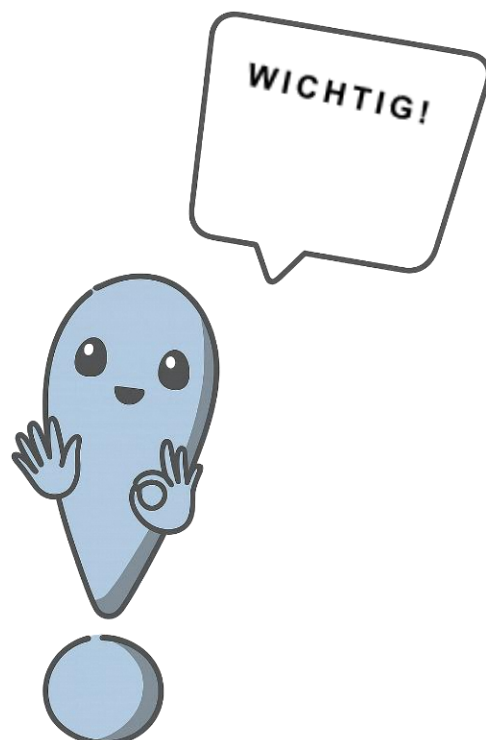
ist eine Annahme darüber, wie ein wissenschaftliches Experiment ausgehen wird.

Sie wird im Unterschied zur Forschungsfrage stets als Behauptung formuliert.

Sie hilft der Wissenschaftlerin und dem Wissenschaftler das Experiment oder die Untersuchung so zu planen, dass das Richtige gemessen wird.

Wichtig!

1. Hypothese formulieren,
dann -
2. das Experiment planen!



Info – Hypothese – 4-Punkte-Checkliste



Schritt 2: Wie sieht eine Hypothese aus?



1. GENAU!

Eine Hypothese ist genau und eindeutig formuliert.

Es bleibt keine Frage offen, was gemeint ist bzw. was konkret überprüft werden soll.

2. JA/NEIN

Eine Hypothese kann nur mit JA oder EIN beantwortet werden.

3. MESSBAR

Eine Hypothese kann durch Messungen überprüft werden.

4. ALLGEMEIN

Eine Hypothese kann verallgemeinert werden. Das bedeutet, dass du aus einer kleinen Stichprobe auf die gesamte Menge zurückschließen kannst.

Info - das Experiment – Messbare Daten



Schritt 3: So plane ich meinen Versuch!



MESSBARKEIT prüfen

Zuerst ist zu klären, wie ich einen Effekt messbar machen kann.

Und -

ich muss beachten, dass sich in einem Experiment nur die zu untersuchende Einflussgröße ändern darf.



DATEN kennen

Es gibt verschiedene Arten, Effekte zu beschreiben bzw. zu messen - qualitativ oder quantitativ:

Qualitative Daten

sind Eigenschaften, sie beschreiben, „wie ein Ding ist“, beispielsweise wie es aussieht, schmeckt oder sich anfühlt. Eigenschaftswörter wie lieb, süß, rot, flauschig, rau, rund, eckig, groß oder klein beschreiben qualitative Daten.

Quantitative Daten

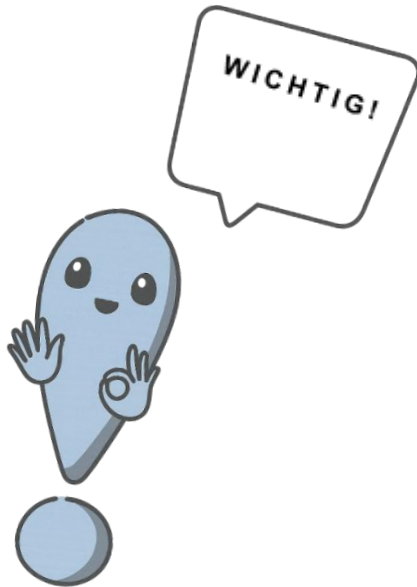
sind Messgrößen.

Sie enthalten immer eine Zahl, z. B.: 30 cm, 50 kg oder 10/km/h.

Info - Experiment-Planung



Schritt 3:
So plane ich meinen Versuch!



Bevor ich
mit dem Experiment starte,
denke ich es
Schritt für Schritt
durch!



So plane ich meinen Versuch nach naturwissenschaftlichen Kriterien:

1. Ich stelle sicher, dass der Effekt messbar ist.
2. Ich Sorge dafür, dass sich nur die zu untersuchende Einflussgröße ändert.
3. Ich führe eine ausreichende Anzahl an Parallelmessungen durch.
4. Ich führe Messungen zur Kontrolle durch.
5. Ich Sorge für eine Messung nach objektiven Kriterien.
6. Ich Sorge dafür, dass die Stichprobe groß genug ist.

Info – Replikat, Referenz, Objektivität

Schritt 3: So plane ich meinen Versuch!



Replikate sind Parallelmessungen:

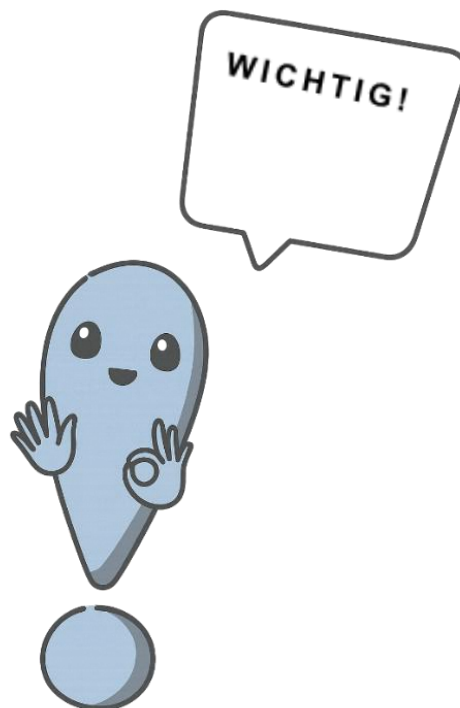
Eine einzige Messung hat noch keine Aussagekraft. Das Messergebnis kann ungenau sein oder auf Zufall beruhen. In einem wissenschaftlichen Experiment muss die Messung so oft wiederholt werden, dass trotz Fehler das Ergebnis eindeutig ist.

Kontrolle:

Eine Kontrolle ist eine Gruppe oder eine Versuchsanordnung, bei der nichts verändert wurde. Sie ist notwendig, damit du siehst, ob Veränderungen tatsächlich auf das Experiment zurückzuführen sind oder sich vielleicht von selbst eingestellt haben.

Objektivität

Ich muss sicherstellen, dass ich ein Experiment nach objektiven Kriterien durchführe und nicht beeinflusse! Standardisierte Messungen oder Messungen nach einem Zufallsprinzip unterstützen eine objektive Probenahme.





Schritt 3: So plane ich meinen Versuch!

Praxisbeispiel 1: Probennahme von Sedimenten aus einem Bach

Wenn in einem Bach 80 % der Fläche schnell strömend und 20 % langsam strömend sind, dann solltest du dies berücksichtigen.

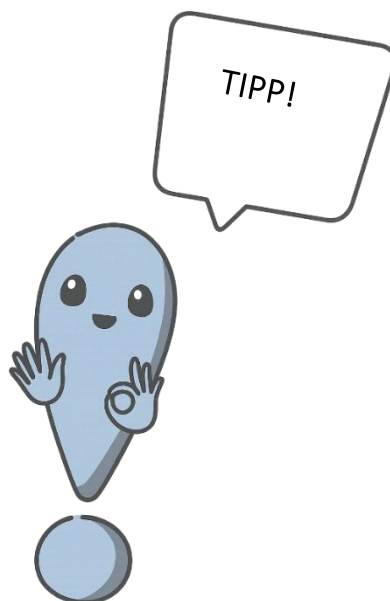
Von 10 Probennahmen sollten dann 8 im schnell strömenden Bereich und 2 im langsam strömenden Bereich sein. Innerhalb der Bereiche solltest du die Stellen wieder nach dem Zufallsprinzip auswählen.

Praxisbeispiel 2: Besammeln von Pflanzen auf einer Wiese

Zufallsprinzip

Unterschiedliche Beispiele vorstellen, wie nach dem Zufallsprinzip Pflanzen auf einer Wiese gesammelt werden können, z.B.:

- Ein Maßband spannen und jede Pflanze nehmen, die auf einer Halbmeter-Markierung steht.
- Mit geschlossenen Augen durch die Wiese gehen, bei jedem 3. Schritt stehen bleiben und die Pflanze nehmen, die genau vor der Schuhspitze ist.
- Die Wiese in Quadrate teilen und die Zahl würfeln, für die senkrechte und waagrechte Position der Quadrate, die dann genauer analysiert wird.



Info – Stichprobe

Schritt 3: So plane ich meinen Versuch!



Die Stichprobe

Die Stichprobengröße ist die Anzahl der Teilnehmenden oder der Dinge (z.B. Proben), die untersucht werden. Mit einer größeren Stichprobe sind die Ergebnisse genauer und verlässlicher.

Das hilft, zufällige Fehler zu vermeiden, die bei einer kleinen Gruppe eher vorkommen.

Die Stichprobengröße ist entscheidend für die Qualität und Verlässlichkeit der Ergebnisse eines Experiments.

Eine angemessene Größe hilft, die Ergebnisse besser zu verstehen und sicherzustellen, dass sie auf die Grundgesamtheit übertragbar sind.

Ich muss beachten, dass sich in einem Experiment nur die zu untersuchende Einflussgröße ändern darf.

Info – Stichprobe - Beispiel

So gelingt's!



Beispiel: Schule mit 500 Schüler*innen

Wie viele Schüler*innen sollten befragt werden, damit ein sinnvolles (repräsentatives) Ergebnis herauskommt?

Merke Dir 3 Dinge!

Prinzipiell gilt, je mehr Personen befragt werden, desto breiter ist die Palette von Meinungen, die erfasst werden, kann.

Wichtig! Die Grundgesamtheit muss repräsentiert sein (alle Klassen/ Altersgruppen/ Geschlechter...)

Faustformel: 10% -> wäre hier 50 Schüler*innen



Info – Grundprinzipien des naturwissenschaftlichen Schreibens

Nature of Science (NOS)



Grundprinzipien des naturwissenschaftlichen Schreibens

- ✓ **Klare Fragestellung**
- ✓ **Sachlich und objektiv** - Fakten und Beweise
- ✓ **Quellen zitieren** - Bücher, Studien, seriöse Websites
- ✓ **Klare Struktur der Arbeit**
 - Einleitung mit Fragestellung
 - Methoden
 - Ergebnisse
 - Diskussion/Interpretation
 - Zusammenfassung & Schlussfolgerungen
- ✓ **Klarer und präziser Schreibstil – KISS** - KISS – Keep It Smart & Simple

Veröffentlichung der Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Zeitung:

- ✓ Title: Short and informative
- ✓ Abstract (graphical abstract)
- ✓ Introduction
- ✓ Methods
- ✓ Results Discussion
- ✓ Conclusion
- ✓ Figures
- ✓ Table



Info – Checkliste zur Vorbereitung

Aktivität II:
Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern



Vorab vorzubereiten:

Bachwasser mit feinem Sediment:

ca. 1 Liter im Gurkenglas, kühl und dunkel lagern

Mind. 1 Extrakt:

Zubereitung: Wie „Tees“ Laubblätter und/oder Nadeln mit heißem Wasser überbrühen, mind. 15. Minuten ziehen und danach abkühlen lassen.

Beispiele:

Vertreter der Weichen Au (leicht abbaubar):
Ufergehölze wie Weidenarten, Gemeine Esche, Schwarzpappel oder -Erle

Vertreter der harten Au (schwer abbaubar, antibakterielle Stoffe): z. B. Hasel, Ahorn, Rotbuche, Eiche

Nadelgehölze (schwer abbaubar, antibakterielle Stoffe): Eibe, Tanne, Fichte, Kiefer

Vertreter der jeweiligen Arten haben unterschiedliche Eigenschaften und können unterschiedliche Ergebnisse erzielen. Siehe auch Info im Anhang: *Fachbegriffe*: C:N-Verhältnis.

Materialien:

Test-Kits zur O₂-Messung (z.B. der Firma HANNA instruments) (wir empfehlen keine Sauerstoffsonden mit Membran)

Wichtig! Dauer für die Messungen einplanen. – Bei mehreren Gruppen empfiehlt es sich zwei Mess-Kits für die O₂-Messung bereitzustellen.

Jede Probe kann mit dieser Art der Messung nur einmal verwendet und muss danach entsorgt werden.

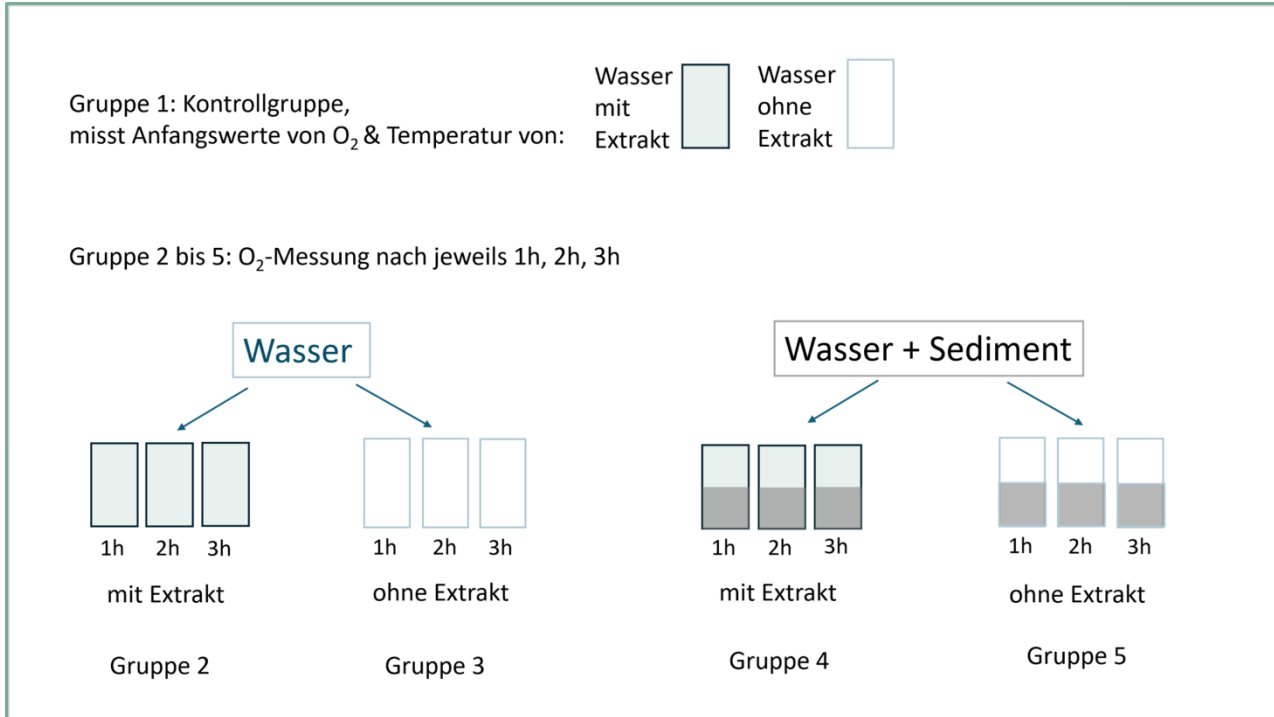
Luftdicht verschließbare Gefäße (100 ml), z. B. mit Deckel verschraubbare Gurken- oder Marmeladegläser

Messgeräte und -zubehör wie Waage, Messlöffel, -becher, Pipette u.a.

Schreibutensilien; Laptops (optional: Excel)

Info – Vorschlag Versuchsordnung

Aktivität II: Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern



Vorschlag für eine Versuchsordnung für 5 Kleingruppen à 3 bis 5 SuS

Wichtig – gilt für alle Gruppen!

Jede Probe, jedes Replikat, jede Kontrolle kann nur einmal gemessen und muss danach entsorgt werden. Erklärung: Die Gefäße müssen für den Messvorgang geöffnet werden. Das kann den Sauerstoffgehalt beeinflussen. Prinzip: Die unterschiedlichen Gruppen ergänzen einander in der Aussage, weil sie gemeinsam eine vollständige Versuchsordnung bestehend aus Proben, Replikaten und Kontrollen ergeben.

Gruppe 1: Kontrollgruppe, 2 Anfangsmessungen;

Ablauf & Tätigkeiten:

Gleich zu Beginn 2 Messungen durchführen! Danach fungiert sie als Kontrollgruppe für das Zeitmanagement und die korrekte Eintragung in die Messprotokolle aller anderen Gruppen. Die Anfangsmessungen kann auch jene Gruppe übernehmen, die am schnellsten ihren Versuch hergestellt hat

Material:

2 Gefäße (100 ml): 1x mit Bachwasser, 1x mit Bachwasser + Extrakt

Gruppen 2 bis 5: Proben & Kontrollen

Ablauf & Tätigkeiten:

Die Gruppen 2 bis 5 haben denselben Ablauf und dieselben Tätigkeiten. Sie unterscheiden sich nur durch den Inhalt ihrer Proben bzw. Replikate oder Kontrollen.

Jede Gruppe führt 3 Messungen durch: die erste Messung erfolgt nach 1h, die zweite nach 2h, die dritte nach 3h.

Gruppe 2: Wasser + Extrakt,

Gruppe 3: Wasser ohne Extrakt
(Kontrolle zu Gruppe 2)

Gruppe 4: Wasser + Sediment + Extrakt

Gruppe 5: Wasser + Sediment ohne Extrakt
(Kontrolle zu Gruppe 4)

Info – Fachbegriffe

Aktivität II: Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern



Selbstreinigung = die Fähigkeit eines Gewässers, selbstständig organische Stoffe abzubauen zu können

Durch Mikroorganismen (Bakterien und Pilze) werden komplexe organische Komponenten (Pflanzenteile, Tierreste) in einfache Moleküle und schließlich in anorganische Nährstoffe und Gase (CO₂, Methan) umgewandelt. Dabei wird Sauerstoff verbraucht.

Mikrobieller Abbau

findet meist an der Grenzschicht Sediment/Wasser statt und ist abhängig von:

- Sedimentart -> je sandiger das Sediment, desto besser das Oberflächen-/Volumen-Verhältnis -> mehr Platz für Mikroorganismen,
- Sauerstoffgehalt des Wassers,
- Temperatur -> je höher die Temperatur, desto schneller der Abbau,
- Quantität und Qualität der organischen Stoffe,
- C:N-Verhältnis -> Viele pflanzliche Materialien, wie Äste oder Blätter, weisen aufgrund ihres hohen Zelluloseanteils ein hohes Kohlenstoff:Stickstoff-Verhältnis (C:N-Verhältnis) von weit über 30:1 auf. Im Gegensatz dazu liegt das C:N-Verhältnis von Mikroorganismen bei ca. 10:1. Daher ist pflanzliches Material für sie eher schlecht verwertbar, weil es zu wenig Stickstoff enthält.
- Beispiel:
Wer schon einmal einen Apfel zu lange liegen gelassen hat, kennt das: Während die Frucht mit einem C:N-Verhältnis von ca. 13:1 relativ schnell von Schimmelpilzen zersetzt wird, bleibt der verholzte Stängel mit einem C:N-Wert von ca. 100:1 lange Zeit unversehrt.

Zusatzinfo für die Extrakt-Herstellung:

Je härter die Pflanzenteile sind, desto größer ist das C:N-Verhältnis.

Die weichen Erlen- oder Eschenblätter der Ufervegetation weisen ein C:N-Verhältnis von 25:1 auf.

Die Blätter von Buchen oder Eichen, welche an trockeneren Standorten leben und daher einen besseren Verdunstungsschutz benötigen, zeigen Werte von 60-80:1, während holzige Anteile bei ungefähr 100-130:1 liegen. Wachse, Harze, Gerbstoffe oder Lignine sind ebenfalls schwer verwertbar und setzen die Abbauleistung der Mikroorganismen herab.

N-Zugabe kann C:N-Verhältnis verbessern und so den organischen Abbau beschleunigen (z. B. Stickstoff-Dünger aus Landwirtschaft), aber auch den O₂-Haushalt des Gewässers belasten.

Indirekte Messung mikrobieller Aktivität:

Sauerstoffverbrauch in geschlossenen Gefäßen!

Wird auch im Rahmen der Gewässergütebestimmung angewandt!

Info – Übungen - Naturwissenschaftliches Schreiben



Aktivität II: Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern

Ziel:

SuS gewinnen an Schreibpraxis, wissen um unterschiedliche Schreibstile, können diese vom wissenschaftlichen Schreiben abgrenzen und lernen Methoden kennen, wie sie mit Schreibblockaden umgehen können und losstarten.

Materialien:

- Schreibutensilien, A-4 Schreibblock liniert (evtl. Laptops)
- Zeitmesser (Handy, Stoppuhr)
- Laubblätter, Messinstrumente
- Zeitungsartikel

1. Freies Schreiben - Einzelarbeit

Ziel ist es, so schnell wie möglich so viel wie möglich auf das Papier zu bringen.

Ablauf:

- SuS erhalten ein weißes A4-Blatt (liniert) und bekommen den Auftrag, innerhalb einer Minute alles so schnell wie möglich niederzuschreiben, was ihnen in den Sinn kommt – unabhängig von Satzzeichen, Inhalt, Wiederholungen oder Grammatik.
- Die Lehrkraft stoppt die Zeit, informiert nach einer halben Minute und ermuntert bei Bedarf, einfach loszulegen.

Hintergrund-Info: In der Psychologie und beim Kreativitätstraining wird das Freie Schreiben eingesetzt, um Schreibblockaden zu lösen und den Kopf freizubekommen. Über einen längeren Zeitraum angewandt, wird *Free Writing* auch zu therapeutischen Zwecken genutzt oder, um in einen kreativen Flow zu kommen und neue Ideen zu generieren (siehe auch unter Quellen).

2. Laubblatt beschreiben – Kleingruppenarbeit

Ziel ist es, in wenigen Worten das Blatt akkurat zu beschreiben. Jemand, der es nicht gesehen hat, soll eine klare Vorstellung davon haben bzw. imstande sein, es nachzeichnen können.

Ablauf:

- SuS erhalten den Auftrag, ein Laubblatt so genau wie möglich zu beschreiben. Laubblätter sowie Materialien wie Waage, Maßband, Lupe stehen ihnen zur Verfügung.
- Im Plenum werden die Ergebnisse präsentiert, Unterschiede diskutiert und die beste Version gekürt.

3. Wissenschaftliches Schreiben im Unterschied zu anderen Schreibstilen

Ziel ist es, unterschiedliche Schreibstile anhand eines vorgegebenen Themas zu erarbeiten und beim Ausprobieren und Kennenlernen unterschiedlicher Schreibstile noch besser die Anforderungen an das wissenschaftliche Schreiben zu verstehen und die Charakteristika festmachen zu können.

Ablauf:

- Sammlung oder Präsentation von Themenvorschlägen über die geschrieben werden soll wie z.B.: Meine Hand, Der Großglockner, Die Kuh, Der Wienerwald, Der Hund – je konkreter, desto besser!
- Stil oder Form wird von SuS selbst gewählt oder nach dem Losprinzip gezogen wie z.B.: Zeitungsartikel, Blog, Gedicht, Liebesbrief, Naturwissenschaftliche Beschreibung
- Präsentation der Ergebnisse
- Diskussion

LITERATUR & QUELLEN

Erste Forschungsschritte & Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern

TRICKY TRACKS

Naturwissenschaftliches Forschen.
Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe -
Charakteristika der Naturwissenschaften (Nature
of Science) – 5 Interventionen für ein
Wissenschaftsverständnis. Intervention 4: Tricky
Tracks

[Resources – Science Education Network Lower
Austria](#)

Versuch zum Sauerstoffverbrauch in Gewässern

WARKENTIN, M et al (2007): New and fast
method to quantify respiration rates of bacterial
and plankton communities in freshwater
ecosystems by using optical oxygen sensor spots

SCHREIBEN – Freies und Wissenschaftliches Schreiben

CAMERON, J (2020): The Artist's Way. A Spiritual
Path to Higher Creativity, Profile Books

NICOLINI, M. (2012): Das unterschätzte
Vergnügen. Schreiben im Studium, Drava Verlag

NICOLINI, M. (2011): Wissenschaft ist Sprache.
Form und Freiheit im wissenschaftlichen
Gebrauch, Wieser Verlag



Danksagung

WISSENSCHAFT · FORSCHUNG
NIEDERÖSTERREICH

FTI-STRATEGIE
NIEDERÖSTERREICH
2021 – 2027

GESELLSCHAFT FÜR
FORSCHUNGS
FÖRDERUNG
NIEDERÖSTERREICH

GEFÖRDERT IM RAHMEN DER FTI-STRATEGIE NIEDERÖSTERREICH 2027



INSE dankt dem Fördergeber und seinen Partnern für die gute Zusammenarbeit!

INSE – Interdisziplinäres Netzwerk für Wissenschaftsbildung Niederösterreich

Gemeinsam das Verständnis für Wissenschaft steigern – gefördert durch die
Gesellschaft für Forschungsförderung Niederösterreich

Wissenschaftliche Partner:

WasserCluster Lunz, Projektleitung
Pädagogische Hochschule Niederösterreich
Österreichisches Kompetenzzentrum für Didaktik der Biologie

Kooperationspartner:

Bildungsdirektion Niederösterreich, Bildungsregion 3
BORG Wiener Neustadt
Haus der Wildnis, Lunz
Volksschule und NÖ Mittelschule Lunz am See





WISSENSCHAFT · FORSCHUNG
NIEDERÖSTERREICH 

FTI-STRATEGIE 
NIEDERÖSTERREICH
2021 – 2027

GESELLSCHAFT FÜR
FORSCHUNGS
FÖRDERUNG 
NIEDERÖSTERREICH

GEFÖRDERT IM RAHMEN DER FTI-STRATEGIE NIEDERÖSTERREICH 2027

