

► **Physik am Bach**

Wie führe ich ein Feldversuch-Protokoll?

Wie kann ich einen Bach erstbeurteilen?

Welche Parameter sind für die Qualitätsbeurteilung von Bachwasser relevant?

Eine ganzheitliche Bestimmung der Gewässergüte eines Baches erfolgt unter anderem durch physikalische Klassifizierungsmethoden.

Nachdem das richtige Führen eines Protokolls erarbeitet wurde, werden Geruch- und Sehsinn als unsere wichtigsten Hilfsmittel in der Naturwissenschaft geschult. Anschließend folgt eine physikalische Wasseranalyse.



Ort

Bach

Schulstufe

ab der 9. Schulstufe

Gruppengröße

Klassengröße

Zeitdauer

1 Schulstunde

Lernziele

- Das richtige Führen eines Feldversuch-Protokolls erlernen
- „Guten Geruchssinn“ und „scharfes Beobachten“ als wichtige Hilfsmittel in der Naturwissenschaft erkennen
- Physikalische Parameter des Wassers kennen lernen und selbstständige Messungen durchführen können

Sachinformation

Die Physik eines Baches definiert sich über ein paar wenige sogenannte physikalische Parameter - Temperatur, pH-Wert und Leitfähigkeit - die leicht zu ermitteln sind und wesentliche Ergebnisse über den Ist-Zustand eines Gewässers liefern. Im Vorfeld werden mit einer Sichtkontrolle auch Geruch und Aussehen beurteilt.

Ist-Zustand eines Baches bedeutet: Welche Eigenschaften hat das Wasser, also wie gut ist die Wasserqualität zum Messzeitpunkt. Das bedeutet weiter, dass das Ermitteln der Parameter nur eine Momentaufnahme des Wasserzustandes ist. Aus dieser Momentaufnahme können aber Rückschlüsse auf die auf den Bach einwirkenden Umwelteinflüsse gezogen werden oder sogar Vorhersagen getroffen werden.

Man nennt das Ermitteln der Parameter auch eine physikalisch-chemische Ist-Zustands-Analyse. Diese ist eine sinnvolle Ergänzung zu anderen Gewässergüteuntersuchungen wie zB die ökomorphologische und biologische Untersuchung, um einen ganzheitlichen Überblick über den Zustand eines Fließgewässers zu bekommen.

Physikalische Parameter

Die Temperatur ...

ist ein wesentlicher Faktor für die Fauna und Flora eines Gewässers. Tiere und Pflanzen brauchen oft ganz bestimmte Bedingungen, damit sie in einer Umgebung leben können. Gerade die Wassertemperatur hat einen enormen Einfluss auf die in einem Gewässer anzutreffenden Arten. Temperaturschwankungen haben aber auch einen erheblichen Einfluss darauf, welche und vor allem wie viele Nährstoffe in einem Wasser gelöst sein können. Das Messen der Temperatur ist daher unumgänglich, vor allem wenn im Anschluss Vergleiche gezogen oder Güteklassen bestimmt werden sollen.

Der pH-Wert ...

ist der wohl wichtigste Parameter. Er gibt an, ob das Wasser zu sauer (pH-Wert unter 7,5) oder zu basisch (über 8,5) ist und ob dadurch für Fische und Pflanzen lebensfeindliche Bedingungen im Wasser entstehen können. Die pH-Wertskala reicht

von pH 1 super sauer bis zu pH 14 höchst basisch. Der pH-Wert des Bachwassers sollte zwischen 7,5 und 8,5 liegen, darf also nur in einem sehr geringen Bereich des Möglichen schwanken. Natürliche Gewässer enthalten Calcium und stehen in Kontakt mit dem Kohlendioxid der Atmosphäre. Beide Stoffe sind dafür verantwortlich, dass sich in unbelasteten Gewässern pH-Werte um 8,2 bis 8,3 einstellen, also nicht wie man erwarten würde um den Neutralpunkt pH 7. Außerhalb dieser pH-Wertgrenzen liegender Werte entstehen durch ungünstige Umwelteinflüsse oder den Eingriff des Menschen in die Gewässer (Landwirtschaft, Verkehr, Industrie, Abfälle ...). Der pH-Wert ist eine wichtige erste Alarmgröße. Einige Stoffe lösen sich bei unterschiedlichen pH-Werten unterschiedlich gut, man nennt den pH-Wert daher auch eine Kenngröße (zB bei der Messung von Ammonium- und Nitritwert wichtig) - siehe Stundebild „Chemie am Bach“ im Mai 2013.

Die Leitfähigkeit ...

ist jener Parameter der angibt, wie viele gelöste Salze im Wasser sind. Wenn die Leitfähigkeit in einem Bach sehr niedrig ist bedeutet das, dass kaum Mineralien und Salze im Wasser vorhanden sind. Diese dienen aber in jedem Ökosystem, so auch im Wasser als Puffer. Die Pufferkapazität des Wassers, ist ein wichtiger Parameter. Wenn diese Kapazität zu klein ist (also die Leitfähigkeit ganz gering ist), kann schon der kleinste Eintrag von Fremdstoffen bewirken, dass eine starke Änderung des pH-Wertes des Wassers auftritt. Viele Pflanzen und Tiere können dann nicht mehr überleben, weil sie meist an ganz bestimmte pH-Werte angepasst sind. (Vergleiche Blutpuffersystem des Menschen: geringste pH-Wert-Änderungen können zum Tod führen)

Art des Wassers	Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$
Destilliertes Wasser	5
Trinkwasser	40
Niederschlagswasser	60 - 100
Grundwasser	100 - 2500
Mineralwasser	500 - 2500
Salzwasser	53200

Erhebung der Parameter am Bach

Im Vorfeld muss ein passender Bach ausgewählt werden: gute Erreichbarkeit, niedriger Wasserstand (maximal gummistiefelhoch), gute Zugänglichkeit, abwechslungsreiche Umgebung ... Der/die GrundstücksbesitzerIn sollte um Erlaubnis gebeten oder die Gemeinde informiert werden. Um Verletzungen vorzubeugen (Aufschneiden der Fußsohlen durch evtl. im Bach vorhandene Gegenstände), sollten die SchülerInnen Gummistiefel tragen.

Es sollte der Zugang zum Bach so gewählt werden, dass man ohne Hilfe der Hände bis zum Wasser gelangen kann. So werden die Hände nicht nass oder schmutzig und die Messergebnisse nicht verfälscht.

Die SchülerInnen werden an den Bach begleitet und erst vor Ort durch die Lehrperson mit dem Thema Physik am Bach vertraut gemacht.

Zur Protokollführung

Die Führung eines guten, einfachen Protokolls ist ein fixer Bestandteil jeder physikalisch-chemischen Analyse. Die Momentaufnahmen müssen notiert werden, da sie oft ja nur Ausgangsparameter sind, die dann weiter interpretiert werden. Vor allem für Vergleiche müssen gemessene Parameter erst auf Normgrößen umgerechnet werden.

Vor dem Austeilen des Protokolls sollte besprochen werden, welche Parameter gemessen werden können. Im Anschluss sollten auch folgende Fragen geklärt werden:

- Warum ist es so wichtig, sich am Feldversuch-Protokoll das Datum und die Uhrzeit zu notieren?
 - Da sich die Parameter mit den Wetterverhältnissen an diesen und den vorhergehenden Tagen sehr stark ändern können, muss ich mir entweder die genauen Wetterbedingungen notieren oder sie vor allem bei der Analyse von auffälligen Werten nachprüfen.
 - Ein auffälliger Wert kann oft schon allein aus der Betrachtung der Wetterdaten erklärt werden.
 - Hat es am Vortag bzw. in den Stunden zuvor oder während der Messungen geregnet, können vor allem Salze aus den umliegenden Feldern eingeschwemmt worden sein und einen außergewöhnlich hohen Wert ergeben.
- Warum sollte ich mir den Ort (GPS-Daten) notieren?

- Die Qualität eines Fließgewässers hängt so stark von seiner Umgebung ab, dass über einen ganzen Flusslauf keine einheitliche Wassergüte erstellt werden kann. Die Ergebnisse gelten immer nur für einen definierten geologischen Bereich. Wenn die Qualität eines ganzen Gewässers beurteilt werden soll, muss verteilt über den gesamten Flusslauf immer wieder gemessen werden.

- Es muss, wie schon erwähnt, immer auch die Umgebung mit in die Beurteilung einfließen. Gibt es daneben Felder, Wälder, ist viel verbaut, liegt Müll herum, sind Fremdgesteine im Bach (zB Zement, Ziegelsteine)...

Tip: Wenn am Bach oder Wasser gearbeitet wird, empfiehlt es sich, das Protokoll auf einem Klippboard mitzuführen und Bleistifte zu verwenden!

Erstanalyse

Eine Geruchs- und Sichtprobe des Wassers sollte immer die erste Untersuchung sein! Dafür sollten die SchülerInnen ein kurzes Stück (50 m) im Bach oder entlang des Baches marschieren.

Sollte ein Geruch oder eine eindeutige Verfärbung des Gewässers wahrgenommen werden, müssen schon die Alarmglocken im Kopf läuten: „Halt, hier muss es irgendwo eine Verunreinigungsquelle geben!“

Diese sollte wenn möglich lokalisiert und schriftlich festgehalten werden. Eine Kamera ist in jedem Fall von Vorteil.

Gegebenenfalls (starke Schaumbildung, Gerüche, Verfärbungen ...) muss die Erhebung an die Verhältnisse angepasst und Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Schutzmaßnahmen wären zB Schutzhandschuhe anziehen, vermeiden, dass Wasser auf die Haut gelangt, vorsichtiges Probenziehen. Die Proben wenn möglich kühlen und zur weiteren Untersuchung im Labor mitnehmen.

Wenn nichts dergleichen gesehen oder gerochen wurde, kann beruhigt „unauffällig“ notiert und mit den weiteren Untersuchungen begonnen werden.

Messen der physikalischen Parameter

Die Bachumgebung sollte bereits erkundet und die Hände solltentrocken sein. Im Protokoll sollten Zeit, Ort, gegebenenfalls Wetterverhältnisse und die Beobachtungen der Erstanalyse eingetragen sein.

Für die Temperatur- und Leitfähigkeitsmessung kann auch in Gruppen gearbeitet werden. Für die

Qualität und Vergleichbarkeit der Ergebnisse bei der Nachbesprechung ist allerdings zu empfehlen, an unterschiedlichen Punkten des Baches alle drei Parameter messen zu lassen. Achtung: Ort im Protokoll notieren!

Wenn mit dem Leitfähigkeitsgerät gearbeitet wird, sollte die Lehrperson vor Verwendung die Anzeige und die Akkuleistung des Gerätes überprüfen. Eichlösungen zur Überprüfung des Messwertes

werden meist mit den Geräten mitgeliefert oder man überprüft die Richtigkeit des angezeigten Messwertes mit Leitungswasser. Sollte die Schule kein eigenes Gerät besitzen (Physikkabinett), können Geräte sehr oft bei örtlichen Kläranlagen ausgeliehen werden.

pH-Papier ist sehr günstig, kann man für viele weitere Anwendungen verwenden und in jedem guten Chemiezubehör-Handel kaufen.

Didaktische Umsetzung

Die SchülerInnen werden an den Bach begleitet und erst vor Ort durch die Lehrperson mit dem Thema Physik am Bach vertraut gemacht. In einer einführenden Fragerunde sollen die SchülerInnen auf die wichtigsten Elemente beim Führen eines Feldversuch-Protokolls hingeführt werden. Vor dem Messen der physikalischen Parameter erfolgt eine kurze Erstanalyse des Baches durch eine Sicht- und Geruchskontrolle. Zum Abschluss werden Messungen, Messgenauigkeit, Zusammenhänge und Bedeutung der Parameter in der Gruppe diskutiert.

Inhalte	Methoden
10 Minuten	
<p>Protokollführung</p> <p><i>Erarbeitet werden Parameter, die auf einem Feldversuch-Protokoll nicht fehlen dürfen.</i></p> 	<p><u>Material</u> Beilage „Feldversuch-Protokoll“, Klippboards, Bleistifte, Gummistiefel</p> <p>Die SchülerInnen werden an den Bach begleitet und über ihre heutige Aufgabe, die Physik des Baches zu erkunden, aufgeklärt.</p> <p>In einer einleitenden Fragerunde werden die wichtigsten Informationen erarbeitet und jedem/r SchülerIn wird ein eigenes Protokoll ausgeteilt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Parameter können gemessen werden? • Warum ist es so wichtig, sich am Feldversuch-Protokoll das Datum und die Uhrzeit zu notieren? • Warum sollte ich mir den Ort (GPS-Daten) notieren?
10 Minuten	
<p>Erstanalyse</p> <p><i>Erste Einschätzung des Gewässerzustandes</i></p> 	<p><u>Material</u> kein weiteres</p> <p>Unter dem Motto „Für die Erstanalyse benötigt selbst ein Physiker keine Messgeräte!“ werden die SchülerInnen das erste Mal an den Bach geschickt und sollen durch Sehen und Riechen den Zustand des Baches beurteilen. Dabei sollte nicht nur das Wasser, sondern auch die Umgebung (zB Äcker, Wälder, Müllablagerungen, starke Verbauung) berücksichtigt werden.</p>

Inhalte	Methoden
Messung physikalischer Parameter 10 Minuten	
<p><i>Die drei wichtigsten physikalischen Parameter eines Gewässers werden gemessen.</i></p> 	<p><u>Material</u> Beilage „Anleitung - Messung physikalischer Parameter“, Leitfähigkeitsmessgerät, Thermometer, pH-Papier</p> <p>Die Messgeräte werden für die weiteren Versuche ausgeteilt und deren Handhabung erklärt.</p> <p>Die SchülerInnen werden je nach Anzahl der Geräte in Gruppen an unterschiedlichen Stellen in den Bach geschickt.</p> <p>Der Zugang zum Bach sollte so gewählt werden, dass man ohne Hilfe der Hände zum Wasser gelangen kann. Schmutzige Hände könnten die Messergebnisse verfälschen.</p>
Abschlussbesprechung 15 Minuten	
<p><i>Die Messergebnisse werden verglichen und besprochen.</i></p> 	<p><u>Material</u> ausgefüllte Protokolle</p> <p>Im LehrerInnen/SchülerInnen-Gespräch werden folgende Fragen erörtert:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Bedeutung haben die Messungen der einzelnen Parameter? • Wurden auffällige Ergebnisse erhalten? • Wenn ja, welche Ursachen könnte das haben? Standort, Messungenauigkeit, Einträge ... <p>Wurde keine Erklärung für einen „auffälligen“ Wert gefunden, werden die SchülerInnen angehalten, die entsprechende Messung zu wiederholen, um Messfehler auszuschließen. Eine kurze Diskussion zum Thema Messgenauigkeit kann folgen.</p> <p>Sollten nach einer Wiederholungsmessung immer noch auffällige Werte gemessen werden, vor allem ein auffällig hoher oder niedriger pH-Wert, sollte zur Sicherheit eine Wasserprobe gezogen und zur weiteren Untersuchung in einem Labor mitgenommen werden.</p>

Beilagen

- ▶ Feldversuch-Protokoll
- ▶ Anleitung - Messung physikalischer Parameter

Weiterführende Themen

- ▶ Richtiges Probenziehen
- ▶ Messung chemischen Parameter im Feldversuch
- ▶ Ökomorphologische Gewässergütebestimmung
- ▶ Messung chemischer Parameter im Labor

Weiterführende Informationen

- Links

www.ubz-stmk.at

www.wasserland.steiermark.at

www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/wasser/oberfl_gewaesser/fliessgew/bioguetete

- Aktionstag „Wasser“

Wassertage können beim UBZ entweder in Form von Bacherkundungen oder als Projekttag mit dem Schwerpunkt „Wasserkreislauf“ gebucht werden. Bei speziellen Anfragen (Das Leben im Wassertropfen, Gewässerökologie, Fische sezieren, Krebsaquarium) werden qualifizierte ReferentInnen vermittelt.

Informationen bei: *Dipl.Päd.ⁱⁿ Mag.^a M. Krobath* | martina.krobath@ubz-stmk.at | 0316/835404-5



Noch Fragen zum Thema?

Mag.^a Denise Gaal

Projekt „Wasserland Steiermark“

Bereiche Physik und Chemie

Telefon: 0043-(0)316-835404

E-Mail: denise.gaal@ubz-stmk.at



www.ubz-stmk.at

Feldversuch-Protokoll

Daten

Name/Gruppe: _____

Name des Gewässers: _____

Datum/Uhrzeit: _____

Ort/GPS-Daten: _____

Wetterverhältnisse: _____

Erstanalyse

Geruch des Wassers normal ätzend faulig

chlorig fischig _____

Farbe des Wassers klar trüb schäumend

bräunlich gelblich grünlich

Sonstige, nicht natürliche Einflüsse: _____

Physikalische Parameter

Temperatur (°C): _____

Leitfähigkeit (µs/cm): _____

pH-Wert: _____

sauer (1-6) neutral (7) alkalisch (8-14)

Messwiederholung:

Parameter: _____ Wert: _____

Begründung: _____

Messung physikalischer Parameter

Temperatur

Das Thermometer muss 10 Sekunden ins Wasser gehalten werden (bei herkömmlichen Quecksilberthermometern dauert es ein bisschen länger). Den Wert ablesen, wenn das Thermometer noch ins Wasser reicht!



Leitfähigkeit

Das Gerät einschalten (den Wert der Anzeige notieren, sollte er von Null abweichen, muss er nach der Messung vom erhaltenen Wert abgezogen werden). Die Sonde des Gerätes so tief ins freie Wasser halten, bis die Löcher unter Wasser sind; auf den HOLD-Knopf drücken. Der angezeigte Wert wird im Protokoll notiert! Achtung: Einheit mitnotieren (μs oder s)!



pH-Wert

Einen Indikatorstreifen (Papierstreifen) aus der Verpackung nehmen, diese wieder schließen und den Streifen mit dem Testfeld für 1 Sekunde ins Wasser halten. Das Wasser abschütteln und mit der Farbskala auf der Außenseite der Dose vergleichen. Den Indikatorstreifen zuerst bei der Farbskala von pH-Wert 7 anlegen und entlang der Dose wandern, bis die Farbmuster übereinstimmen. Dort liest man den pH-Wert ab und trägt ihn ins Protokoll ein.

