GewässerCampus

ein Projekt von desklab in Kooperation mit der RPTU

Praxisleitfaden

für Lehrkräfte

Informationen und praktische Hinweise zur Planung, Durchführung und Auswertung der Untersuchung eines Gewässers durch Schüler:innen als Citizen Scientists

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Informationen — Seite 2
Citizen Science, Bildungspläne, Gewässergüteindices, Online-Portal

Planung und Vorbereitung der Exkursion — Seite 6
Auswahl des Gewässers, Packlisten

Durchführung der Gewässeranalyse — Seite 9
Unterstützung bei der Dokumentation, Ablaufpläne

Auswertung und Nachbesprechung — Seite 12
Interpretation der Ergebnisse

Sonstige Hinweise — Seite 14
Häufige Probleme & Fehler, Grundlagen der Berechnung

Literaturhinweise und weitere Materialien — Seite 15
Quellen, weitere Projekte, Hintergrundinformationen

Das Projekt GewässerCampus wird durch die **gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)** in Zusammenarbeit mit dem **Lehrgebiet für Bioverfahrenstechnik der RPTU** durchgeführt und durch die **Deutsche Bundesstiftung Umwelt** finanziell gefördert. Weitere Informationen sind unter **www.gewaessercampus.de** verfügbar.

PLF Praxisleitfaden

Informationen für Lehrkräfte

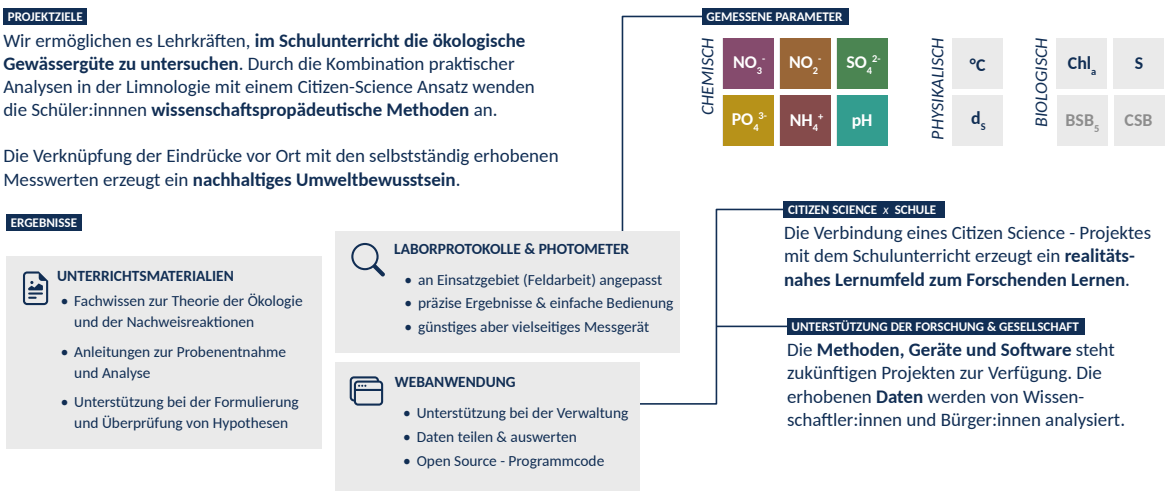
Motivation & Einführung

Gewässer sind als vielfältige Ökosysteme Teil der Landschaft in Deutschland. Über die vergangenen Jahrhunderte wurden Gewässer immer mehr vom Menschen verändert, um sie für Schifffahrt und wirtschaftliche Zwecke nutzbar zu machen. Durch den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft, sowie die Entsorgung von Industrieabwässern sammeln sich zudem eine Menge an Schadstoffen im Wasser.

Das Ziel dieser Unterrichtsmaterialien ist es, Gewässer praktisch für Schüler:innen untersuchbar zu machen. Im Fokus steht daher die Durchführung einer Exkursion und die selbsständige Messung und Auswertung von Parametern der Gewässergüte unter Nutzung verschiedener naturwissenschaftlicher Methoden. In diesem Praxisleitfaden findet sich ein Vergleich der Messprotokolle zu den messbaren Parametern, der dabei hilft, die passenden Parameter für Ihre Exkursion auszuwählen. Außerdem sind Szenarien dargestellt, wie die Exkursion ablaufen kann, um eine Reihe an Parametern zu erfassen.

Für den Unterricht bietet sich dabei vor allem die Möglichkeit an, eigene Fragestellungen zu untersuchen. Der Zustand eines Gewässers lässt sich durch die oberflächliche Beurteilung nur schwer erkennen. Durch die Messung von chemischen Parametern in Kombination mit der biologischen und geomorphologischen Bewertung wird ein detailliertes Bild vom Zustand des Gewässers erzeugt. Die Ergebnisse der Untersuchung werden gemeinsam interpretiert und können mit Hilfe der Daten anderer Gruppen eingeordnet werden.

Für die Schüler:innen bietet sich über die fachlichen Inhalte hinaus die Möglichkeit, ihre Region besser kennenzulernen. Schüler:innen erhalten durch die Unterrichtsreihe Gedankenanstöße sich mit Nachhaltigkeit zu beschäftigen, da sie erkennen, dass ihre Konsumentscheidungen ganz konkret einen Einfluss auf die Landschaft der Region, insbesondere auf die Oberflächengewässer, haben. Daraus können sie im Sinne der Bildung zur nachhaltigen Entwicklung Rückschlüsse auf ihr eigenes Handeln ziehen.



Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

1. Allgemeine Informationen

Über das Projekt

Citizen Science - "Ausbildung" für Schüler:innen

Citizen Science bedeutet übersetzt wörtlich übersetzt Bürgerwissenschaften. Das Ziel von Citizen Science - Projekten ist die Einbindung von Bürgerwissenschaftler:innen in den Forschungsprozess. Der Grad an Einbindung variiert in den verschiedenen Projekten von der Unterstützungen bei der Datenerhebung bis zur nahezu vollständigen Integration der Beteiligten in den gesamten Forschungsprozess. Durch die Einbettung von Citizen Science-Projekten in den Unterricht ergeben sich vielfältige Möglichkeiten für die Schüler:innen.

Citizen Science in der Schule

Wissenschaftliches Arbeiten kennenlernen

Im Rahmen eines Citizen Science-Projekt bietet sich den Schüler:innen die Möglichkeit, Teil eines echten wissenschaftlichen Projektes zu sein. Sie tragen dazu bei, eine reale Forschungsfrage zu beantworten. Dabei sammeln sie nicht ausschließlich nach einem vorgegebenen Protokoll Daten, sondern entwickeln ein Verständnis für den wissenschaftlichen Prozess und die Arbeitsweise. Die vorgestellten Unterrichtsreihen bauen in diesem Kontext wissenschaftspropädeutische Elemente an verschiedenen Stellen ein. Die gewonnen Kompetenzen im wissenschaftlichen Arbeiten können in späteren Schuljahren für wissenschaftliche Arbeiten (bspw. in Facharbeiten oder besonderen Lernleistungen) genutzt werden. Sie stellen zudem eine gute Vorbereitung auf die Arbeitsweise im Studium dar.

Berufsbild Wissenschaftler:in erkunden

Nur wenige Schüler:innen können sich unter dem Berufsbild von Wissenschaftler:innen etwas konkretes vorstellen. Durch Citizen Science-Projekte im Unterricht können die Schüler:innen einen realistischen Einblick in das Berufsbild von Wissenschaftler:innen und ihren Berufsalltag erhalten. Durch die eigene Beteiligung wird aus dem für Schüler:innen abstrakten Vorgehen im Forschungsprozess ein transparenter Vorgang. Dies kann das Vertrauen der Schüler:innen in die Wissenschaft stärken.

Expertenwissen aufbauen

Innerhalb der Citizen Science-Projekte bietet sich die Möglichkeit aktuelle Forschung in die eigene Unterrichtsreihe zu integrieren. Durch die tiefe Auseinandersetzung mit dem Forschungsthema, der Kontaktmöglichkeit zu Expert:innen und dem Austausch mit anderen Schüler:innen durch das Online-Portal GewässerCampus bietet sich Schüler:innen die Chance in dem jeweiligen Feld Expertenwissen aufzubauen.

Eigenes Verhalten reflektieren

Indem sich die Schüler:innen mit ökologischen Fragestellungen beschäftigen, werden sie angeregt, ihr eigenes Verhalten zu reflektieren.

Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

Gewässergüte-Indizes

Um Aussagen über die Qualität eines Gewässers zu treffen ist es sinnvoll einzelne Beobachtungen und Messwerte zu Indizes zusammenzufassen. Im Rahmen des Projektes werden dazu die nachfolgend vorgestellten Inidzes genutzt, bei der Interpretation der Ergebnisse ist auch eine Kombination mehrerer Indizes möglich.

BACH - Index

chemische Gewässergüte nach E. Bach

Sauerstoffsättigung, BSB_5, Wassertemperatur, Ammonium, Nitrat, Phosphat, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit

Trophie - Index

chemisch-ökologische Gewässergüte

Chlorophyll, Sichttiefe, Phosphat

Saprobienindex

biologische Gewässergüte

Häufigkeit beobachteter Indikatororganismen mit Gewichtung nach ökologischer Funktion

Gewässerstrukturgüte

physikalisch-strukturelle Gewässergüte

Verlauf, Randstreifen, Uferbewuchs, Aue, Querschnitt, Uferstruktur, Strömungsbild, Tiefenvarianz, Sohle, Durchgängigkeit

Chemisch-physikalische Bewertung der Wasserqualität nach LAWA

Die Bundes/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat eine chemisch-physikalische Bewertung ergänzend zur biologischen Gewässergütebewertung etabliert. In der chemischen Gewässergüteklassifikation werden Gewässer in 7 Klassen eingeordnet. Die Klassifikation erfolgt pro Parameter, wobei einige Parameter auch zu Stoffgruppen (z.B. Schwermetalle) zusammengefasst werden können. Je Parameter sind Schwellwerte festgelegt, die unterschritten werden müssen, sodass ein Gewässer in eine Güteklasse eingeordnet wird. Zu den erfassten Parametern gehören die Temperatur, der Sauerstoffgehalt, einige Stickstoffparameter, Chlorid, Sulfat und Phosphor.

Gütebestimmung nach Bach

Der chemische Index nach Bach ist ein multiplikativer Index, bei dem einzelne Parameter mit einer Gewichtung versehen werden. Die Skala geht von 0 bis 100, wobei 100 der Gewässergüteklasse I entspricht. Die eingehenden Parameter sind die aktuelle Sauerstoffsättigung (in %), BSB5 (in mg/L), die aktuelle Wassertemperatur (in °C), die Konzentration von Ammonium, Nitrat, und Phosphat-Ionen (in mg/L), der pH-Wert und die Leitfähigkeit (in µS/cm).

Saprobienindex

Der Saprobienindex ist eine qualitative Methode, um die biologische Gewässergüte zu bestimmen. Dazu wird ein abgegrenztes repräsentatives Gebiet entlang eines Gewässers auf Organismen hin untersucht. Die Organismen werden bestimmt und gezählt. Diese Werte werden dann mittels Gewichtungen zu einem Gesamtindex verrechnet. Mit dem Index lässt sich die biologische Gewässergüte in 7 Klassen darstellen.

Gewässerstrukturgüte

In der Gewässerstrukturgüte wird betrachtet, wie stark der natürliche Verlauf eines Fließgewässers von Menschen verändert wurde. Sie wird in den Klassen I bis VII angegeben. In Klasse I werden Gewässer eingeordnet, die naturnah und unverändert sind. Klasse VII beschreibt Gewässer, die komplett verändert wurden.

Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

Bildungsplan

Die Angaben zur Klassenstufe und zum Fachbezug der einzelnen Unterrichtsreihen dienen der Orientierung. Natürlich können die Materialien auch in anderen Kontexten eingesetzt werden.

M01A	M01B	M01C	M01D
(fächerübergreifender) Projekttag	UR Biologie*: stehende Gewässer	UR Biologie*: Fließgewässer	UR Chemie*: Nachweisreaktionen und Photometrie
1 Tag (5 Zeitstunden)	12 UE + Exkursion	12 UE + Exkursion	6 UE (+ Exkursion)
SEK I & II	SEK I	SEK I	SEK I
wissenschaftliches Arbeiten Messprinzipien & Auswertung Ökologie & Nachhaltigkeit	Ökosystem See mit Fokus auf Stoffkreisläufe und Einflussfaktoren wissenschaftliches Arbeiten	Ökosystem Fließgewässer mit Fokus auf Struktur, Merkmale und Funktionen wissenschaftliches Arbeiten	Analysemethoden Photometrie Nachweisreaktionen

* wahlweise auch Fächer mit ähnlichem Schwerpunkt, z.B. WPF Ökologie

Unterrichtsreihen

M01A Projekttag

Beim Projekttag liegt der Fokus auf die Durchführung einer Exkursion, bei der mittels Photometrie ein Gewässer untersucht wird. Dazu wird die Exkursion in je einem kurzen Block theoretisch vor- bzw. nachbereitet. Insgesamt erstreckt sich der Projekttag über eine Zeitspanne von 5 Zeitstunden. Der Projekttag kann durchgeführt werden, wenn Gewässeranalyse im Unterricht schon behandelt wurde. Das ist jedoch keine zwingende Voraussetzung.

M01B Biologie (stehendes Gewässer)

Die Unterrichtsreihe Biologie (stehendes Gewässer) bereitet auf eine Exkursion zu einem stehenden Gewässer vor. Insgesamt werden für Vor- und Nachbereitung der Exkursion 12 Unterrichtsstunden benötigt. Es wird auf Eigenschaften des Ökosystems See eingegangen. Diese Unterrichtsreihe sollte gewählt werden, wenn in der Nähe der Schule ein stehendes Gewässer liegt, dass bei der Exkursion untersucht werden soll.

M01C Biologie (Fließgewässer)

In der Unterrichtsreihe Biologie (Fließgewässer) wird eine Exkursion zu einem fließenden Gewässer wie einem Bach oder einem Fluss vorbereitet. Insgesamt werden für Vor- und Nachbereitung 12 Unterrichtsstunden verwendet, in denen speziell auf das Ökosystem Fließgewässer eingegangen wird.

M01D Chemie

Der Fokus der Unterrichtsreihe Chemie liegt auf den Analysemethoden, die für die Gewässeranalyse verwandt werden können. Speziell bietet sich dort die Photometrie an. Insgesamt sind für die Unterrichtsreihe 6 Unterrichtsstunden geplant. Darin wird sowohl auf das Messprinzip Photometrie eingegangen als auch die die Exkursion nachbereitet und die Messwerte ausgewertet und interpretiert. Es ist empfehlenswert eine Exkursion zu einem Fließgewässer zu planen.

Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

Materialien & Messprotokolle

Photometer
Ab dem Schuljahr 2023/24 wird das GewässerCampus Projekt in das bereits bestehende Leihsystem für Schülerforscherkisten des Lehrgebiets für Bioverfahrenstechnik der RPTU integriert. Um die Vorbereitung und Durchführung des Projektes zu erleichtern werden außerdem Fortbildungsveranstaltungen durchgeführt. Die Termine und Möglichkeiten zur Anmeldung werden auf der Projektwebsite veröffentlicht.

Messprotokolle
In diesem Projekt verstehen wir unter Messprotokollen Anleitungen für die Versuche zur Bestimmung der chemischen Parameter. Pro messbaren Parameter steht ein Messprotokoll zur Verfügung, in dem beschrieben wird, welche Materialien für die Messung benötigt werden und wie sie durchzuführen ist.

Unterrichtsmaterialien
Die technischen Entwicklungen werden durch Unterrichtsmaterialien komplettiert, die einen Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht ohne großen Vorbereitungsaufwand ermöglichen. Die Dokumente können über das desklab-Lehrerportal (**www.gewaessercampus.de/docs**) heruntergeladen werden. Alle in diesem Projekt erstellten Unterrichtsmaterialien werden unter einer **CC-Lizenz** zur Verfügung gestellt und dürfen entsprechend dieser Bedingungen weiterverarbeitet und geteilt werden.

Online-Portal

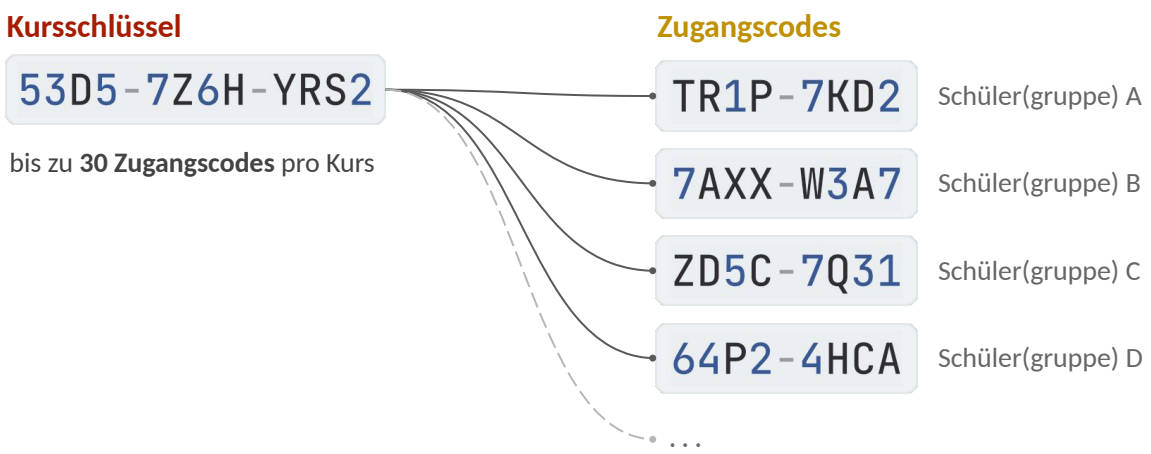
Neben den Materialien zur praktischen Durchführung wurde im Rahmen des Projektes eine Webanwendung entwickelt, um den Prozess der Auswertung und Veröffentlich der durch die Schüler:innen erhobenen Daten zu unterstützen. Diese Webanwendung ist unter **app.gewaessercampus.de** erreichbar und stellt insbesondere die nachfolgend dargestellte Funktionalität bereit.

- **frei nutzbare** Funktion
- Anmeldung als **Schüler:in (Zugangscode)** notwendig
- Anmeldung als **Lehrkraft (Kursschlüssel)** notwendig

Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

Zugangscodes und Kursschlüssel

Um die Ergebnisse der Exkursion im Online-Portal GewaesserCampus festhalten zu können, muss der **Kurs von der Lehrkraft im Vorfeld dort registiert** werden. (app.gewaessercampus.de/register/) Bei der Registrierung muss angegeben werden, wie viele Zugangscodes benötigt werden. Nicht jede:r Schüler:in benötigt einen eigenen Zugangscode, es genügt einen Zugangscode pro Schüler:innengruppe anzufordern.



Im Online-Portal wird dann ein Kurs erzeugt und die Zugangsdaten werden per E-Mail zugesendet. Der **Kursschlüssel** ist nur für die Lehrkräfte gedacht. Über ihn können alle Messungen des Kurses eingesehen und auch geändert werden, allerdings können keine eigenen Messungen eingetragen werden. Zusätzlich werden **Zugangscodes** erzeugt, die an die Schüler:innengruppen weitergegeben werden sollen. Wenn sich die Schüler:innen mit den Zugangscodes anmelden, können sie Messungen eintragen und die eigenen Messungen ändern.

Kursschlüssel *für Lehrkräfte*

53D5-7Z6H-YRS2

→ neue Zugangscodes erstellen
→ Zugangscodes (de)aktivieren
→ Messungen des Kurses bearbeiten

Zugangscode *für Schüler:innen*

64P2-4HCA

→ Messungen erstellen
→ eigene Messungen bearbeiten

Das Projekt GewässerCampus wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

2. Planung und Vorbereitung der Exkursion

Forschungsfrage

Vor der Exkursion sollte eine zu untersuchende Fragestellung (Forschungsfrage) formuliert werden. Dieser Schritt ist ein elementarer Bestandteil des wissenschaftlichen Arbeitens und eine wichtige Übung für die Schüler:innen. Daraufhin werden die zur Beantwortung notwendigen Messungen geplant, d.h. ein Gewässer für die Exkursion und die zu messenden Parameter ausgewählt. Nachfolgend sind beispielhaft für den Einsatz im Unterricht geeignete Fragestellungen beschrieben, diese sollten allerdings im Verlauf des Lernprozesses konkretisiert werden.

Im Allgemeinen ist es dabei empfehlenswert, nicht nur einzelne Parameter zu vergleichen, sondern die Parameter für die Auswertung zu Indizes zusammenzufassen, um aussagekräftigere Schlussfolgerungen zu ziehen. Begleitend können begründete Hypothesen zu den Ursachen der Messergebnisse aufgestellt werden, zum Beispiel warum die chemische Gewässergüte in einer Messung besser ausfällt als in der anderen. Dazu sollten die dokumentierten Beobachtungen vor Ort hinzugezogen werden. In vielen Fällen ist allerdings der Nachweis einer Kausalität nicht möglich, da dieser auf Basis von kontrollierte Versuchsbedingungen, die im Maßstab eines kompletten Gewässers nur sehr schwer zu erreich sind, erfolgen müsste.

In welchem Zustand ist das Gewässer?

Auswertung einzelner Messungen

Wie verändert sich die Gewässergüte im Laufe der Zeit?

Vergleich mehrerer Messungen über einen längeren Zeitraum

Wie unterscheidet sich die Gewässergüte von zwei Gewässern?

Vergleich von Messungen an verschiedenen Gewässern

Gibt es lokale Unterschiede der Gewässergüte?

Vergleich von zwei Messstellen in einem Gewässer

Auswertung einzelner Messungen: In welchem Zustand ist das Gewässer?

Generell sollte jede Messung zuerst einzeln ausgewertet werden. Dazu werden die Ergebnisse einzelner Parameter zu Indizes zusammengefasst, da so ein breiteres Bild vom Zustand des Gewässers entsteht. Die Berechnung der Indizes erfolgt im Online-Portal Gewässercampus nach Eintragung der gemessenen Werte automatisch. Zur Auswertung müssen die Ergebnisse der Indizebewertung dann mit den Beobachtungen vor Ort zusammengebracht werden. Liegt die Probeentnahmestelle in der Nähe von landwirtschaftlich genutztem Land? Werden Industrieabwässer in das Gewässer geleitet? Wie ist die Bebauung um die Probeentnahmestelle? Darüber hinaus ist die Auswertung mehrerer Messungen an der gleichen Stelle eine gute Möglichkeit, die Messgenauigkeit zu unterusuchen und zu thematisieren, indem Messungen verschiedener Gruppen verglichen und Mittelwerte und/oder Streuungsmaße gebildet werden.

Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

Forschungsfrage

Vergleich von zwei Messstellen im selben Gewässer: Ist die Gewässergüte im gesamten Gewässer gleich?
Es werden Messungen von zwei verschiedenen Stellen eines Gewässers verglichen. Unterschiede sind möglichweise zu erwarten, wenn ein See groß genug ist und beispielsweise an einer Seite der Zufluss eines Bachs befindet. Dazu müssen die Gruppen einer Klasse bei der Exkursion so aufgeteilt werden, dass Probenentnahmen an mindestens zwei verschiedenen Stellen eines Gewässers erfolgen. Wichtig ist dabei die detaillierte Dokumentation der Probenentnahmestelle, sodass in der Auswertung Rückschlüsse gezogen werden können. Alternativ können zum Vergleich auch Messungen aus Gewässercampus verwendet, die an einer anderen Stelle des selbst untersuchten Gewässers liegen (z.B. einige Kilometer weiter flussabwärts).

Zeitlicher Vergleich: Wie verändert sich die Gewässergüte im Laufe der Zeit?
Es werden Messungen der selben Stelle, des selben Gewässers von zwei verschiedenen Zeitpunkten verglichen. Dazu werden Daten zum Vergleich herangezogen, die bereits im Online-Portal Gewässercampus existieren. Es sollte vorher nachgeschaut werden, welche Messungen an welchen Stellen dort eingetragen wurden, sodass in der Exkursion Proben der gleichen Stelle entnommen werden. Je nachdem wie weit die Messungen zeitlich auseinanderliegen ergibt sich ein Vergleich der Gewässergüte aus verschiedenen Jahren, wodurch eine Aussage über die Veränderung des Gewässerzustands getroffen werden kann, oder ein Vergleich der Gewässergüten zu unterschiedlichen Jahreszeiten.

Vergleich von zwei Gewässern: Wie unterscheidet sich die Gewässergüte von zwei Gewässern?
Es werden die eigenen Messdaten mit Daten anderer Gewässer verglichen, die dem Online-Portal entnommen werden. Am sinnvollsten ist es dabei, Messungen für den Vergleich auszuwählen, die möglichst vollständig sind, also viele Parameter umfassen. Bei der Auswertung sollte darauf geachtet werden zu welcher Jahreszeit die jeweiligen Messungen erfasst wurden.

Auswahl des Gewässers

Gewässertypen
Die Exkursion kann sowohl an stehenden als auch an Fließgewässern durchgeführt werden. Eine Beschreibung des Gewässertyps sollte bei der Messung notiert werden, sodass sie bei der Auswertung und Übertragung in das Online-Portal berücksichtigt werden kann. Die bereitgestellten Protokolle und Materialien wurden zur Untersuchung von Binnengewässern entwickelt, die Übertragbarkeit auf marine Gewässer ist nicht gewährleistet und in den meisten Fällen nicht möglich.

Checkliste zur Auswahl eines Gewässers für die Exkursion

notwendige Anforderungen

- Zu Fuß oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln **erreichbar**?
- **Zugang zum Ufer** möglich?

optionale Anforderungen

- Möglichkeit zum **Abstellen der Materialien** (z.B. Sitzgelegenheit)
- Möglichkeit eine **Probe aus der Mitte des Gewässers** zu entnehmen, z.B. durch Brücke und/oder Steg
- bekannter **problematischer Zustand des Gewässers** (z.B. beobachtete Eutrophierung oder Fischsterben) oder **fachlich begründete Hypothese** für problematischen Zustand (z.B. Einleitung aus Kläranlage oder benachbarte intensive Landwirtschaft)

Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

Zeitpunkt

Um repräsentative Messergebnisse zu erhalten, sollten die Probenahme und die Untersuchungen **bei normalem Wasserstand** (nicht bei Hochwasser) durchgeführt werden. **Stärkere Regenfälle sollten mindestens 24 Stunden zurückliegen**.

Da diese Umstände bei der Planung einer Exkursion zum Teil nur eingeschränkt berücksichtigt werden können, sollten ersatzweise die **Schüler:innen für den entsprechenden Einfluss sensibilisiert** und die Situation zusammen mit der Analyse **dokumentiert** werden.

Parameter

Auswahl der Parameter

Die Messprotokolle für die einzelnen Parameter unterscheiden sich in Dauer und Schwierigkeit. Die folgende Tabelle soll dabei helfen auszuwählen, welche Parameter bei der Exkursion gemessen werden. Probenentnahme und Filtrierung der Gewässerprobe erfolgt bei jedem Messprotokoll analog.

lokale Besonderheiten?
Auswahl der Parameter nach besonderen bzw. zu untersuchenden lokalen Auffälligkeiten

zeitliche Gestaltung?
Auswahl der Parameter anhand der zur Verfügung stehenden Zeit bei der Exkursion

thematischer Schwerpunkt?
Auswahl der Parameter entsprechend der Vorbereitung im Unterricht und des fachlichen Schwerpunkts

	Schwierigkeit	Dauer	Material
Ammonium	●●○	●○○	●●○
Nitrat	●●○	●●●	●●○
Nitrit	●●○	●●●	●●○
Phosphat	●●○	●●○	●●○
Sulfat	●●○	●●○	●●○
pH	●●○	●○○	●●○
Chlorophyll-Gehalt	●●●	●●●	●●●
Sichttiefe	●○○	●○○	●○○
Temperatur	●○○	●○○	●○○
Strukturgüte	●○○	●●○	●○○
Saprobienindex	●●○	●●●	●●○

Materialien

Checkliste Materialien für Exkursionstag

- Ausgedruckte Unterrichtsmaterialien (Bezeichnung MXX, Übersicht im Unterrichtsentwurf laufsplan)
- Zugangscodes zum Online-Portal für Schüler:innen mit Anleitung zur Dokumentation (Export aus der Kursübersicht im Online-Portal)
- Chemikalien & Verbrauchsmaterialien
- Photometer
- Gefäße zur Probenentnahme & Entsorgung

Das Projekt GewässerCampus wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

3. Durchführung der Exkursion

Varianten der Exkursion

Die Durchführung der Exkursion und die Untersuchung des Gewässers vor Ort ist maßgeblich von der zur Verfügung stehenden Zeit abhängig. Die verschiedenen Unterrichtsentwürfe können dabei z.B. mit einem der folgenden Exkursionsszenarien kombiniert werden.

Analyse im Klassenzimmer
eine Doppelstunde

Entnahme der Probe als Hausaufgabe oder durch Lehrkraft
Diskussion der **Bedingungen vor Ort in Vor- und Nachbereitung**

Exkursion im Rahmen des Unterrichts
3 Zeitstunden (2 DS + Pause)

Exkursion zu einem **Gewässer in Schulnähe**
Aufteilung der Parameter auf die Gruppen

Projekt- bzw. Exkursionstag
ein Schultag (5 Zeitstunden)

Messung mehrerer Parameter durch alle Gruppen
Untersuchung der **Strukturgüte oder Saprobienindex möglich**

Projektwoche
3 - 5 Tage

Untersuchung **verschiedener Gewässer** und/oder des gleichen Gewässers an **verschiedenen Standorten**

thematische Schwerpunkte pro Tag und/oder Gewässer

Analyse im Klassenzimmer
Die Schüler:innen erhalten entweder innerhalb einer Gruppe verschiedene Hausaufgaben (Probe entnehmen, Gewässerstrukturgüte bestimmen, Protokolle lesen) oder die Lehrkraft bringt einer Gewääserprobe mit, die untersucht werden soll. Die Parameter werden auf Gruppen bzw. innerhalb der Gruppe aufgeteilt, sodass insgesamt möglichst viele Parameter gemessen werden.

Exkursion im Rahmen des Unterrichts
Die für die An- und Abreise benötigte Zeit fällt in diesem Szenario besonders ins Gewicht und es sollte darauf geachtet werden, ein möglichst schulnahes Gewässer auszuwählen, damit die praktische Arbeitszeit möglichst lang ist. Die chemischen Parameter werden auf Gruppen aufgeteilt, so dass insgesamt möglichst viele Parameter gemessen werden.

Projekt- bzw. Exkursionstag
Steht für die Exkursion ein kompletter Schultag zur Verfügung können alle Parameter von jeder Gruppe gemessen und zusätzlich auch der Saprobienindex und/oder die Gewässerstrukturgüte bestimmt werden.

Projektwoche
Im Rahmen einer Projektwoche wird empfohlen, mehrere Gewässer zu besuchen und je dieselben Parameter zu messen, um diese vergleichen zu können. Durch die zur Verfügung stehende Zeit bietet es sich hier besonders an, die Messstellen so auszuwählen, dass eine der im Abschnitt "Auswertung" beschriebenen Forschungsfragen durch die Schüler:innen untersucht werden kann. Die Woche kann dann z.B. wie folgt gegliedert werden:
1. Tag: Einführung und Theorie zur Gewässergütebestimmung
2.- 4. Tag: Messungen an verschiedenen Gewässern
5. Tag: Auswertung und Vergleich der Messungen

Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

Projekttag

Der vorgeschlagene Projekttag ist in drei Abschnitte gegliedert, wobei die Vorbereitung und Auswertung nach Möglichkeit im Klassenzimmer durchgeführt werden sollen und zusammen mit der Praxisphase ein abgeschlossenes Projekt bilden.

Vorbereitung und Motivation — 80 Minuten
- **Motivation und Kontext**
- **Theoretischer Hintergrund**
- **Messprotokolle** und **Photometrie**

Praxisphase am Gewässer — 150 Minuten
- Einteilung in **Gruppen**
- Durchführung der **Messungen**
- **Dokumentation** der Messstelle

Auswertung und Reflektion — 70 Minuten
- **Sammeln der Daten**
- **Auswertung** der Messergebnisse
- **Reflektion** und **Diskussion**

Ablauf am Gewässer

Die Durchführung der Praxisphase am Gewässer ist dabei in allen Unterrichtsentwürfen ähnlich und kann den örtlichen und zeitlichen Rahmenbedingungen zum Beispiel durch die Auswahl der zu untersuchenden Parameter angepasst werden.

Gewässerprobe
Entnahme und Filterung der Gewässerprobe

erste Analyse
Untersuchung eines ausgewählten Parameters in Gruppenarbeit

Besprechung
Abgleich der Messergebnisse und Klären offener Fragen zum weiteren Vorgehen

weitere Analyse
Schüler:innen analysieren in Gruppen eigenständig weitere Parameter

Dokumentation
Messergebnisse und Beobachtungen werden schriftlich dokumentiert

ergänzende Parameter
evtl. weitere Analysen werden durchgeführt

Die Messung der verschiedenen chemischen Parameter kann dabei auf die Gruppen aufgeteilt werden, so dass innerhalb einer kürzeren Zeit das Gewässer umfassend analysiert wird.

Gruppe A & E	Gruppe B & F	Gruppe C & G	Gruppe D & H
Probenahme & Filtrierung	**Probenahme & Filtrierung**	**Probenahme & Filtrierung**	**Probenahme & Filtrierung**
pH-Wert + gemeinsame Besprechung	**pH-Wert** + gemeinsame Besprechung	**pH-Wert** + gemeinsame Besprechung	**pH-Wert** + gemeinsame Besprechung
Pause	Pause	Pause	Pause
Ammonium + Temperaturmessung	**Nitrat** + Temperaturmessung	**Phosphat** + Dokumentation	**aktueller Sauerstoff**
Nitrit + Dokumentation	**Sulfat** + Dokumentation	**Ammonium** + Temperaturmessung	**Sulfat** + Temperaturmessung
			Dokumentation

Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar.

Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

Probenentnahme

Entnahme der Gewässerprobe

Für die Durchführung aller bereitgestellten Messprotokolle werden pro Gruppe je **150 mL der Gewässerprobe** benötigt. Diese sollte an einer Stelle entnommen werden, die

- gut zugänglich ist
- nicht im unmittelbaren Einflussbereich von Kläranlagen oder anderen künstlichen Zuflüssen liegt (es sei denn, man möchte diesen Aspekt gezielt untersuchen)
- repräsentativ für den zu untersuchenden Gewässerabschnitt ist

Bei der Probenahme sollte außerdem darauf geachtet werden, dass **Ufer und Pflanzenbestände nicht beschädigt** werden und die **Stelle bzw. das Vorgehen durch die Schüler:innen dokumentiert** wird.

Entsorgung

Entsorgung der Proben und Chemikalien

Die mit Chemikalien versetzten Wasserproben **dürfen nicht im Gelände entsorgt werden**, sondern müssen in entsprechenden Gefäßen (benötigtes Volumen: 2x 1L) gesammelt und sachgerecht entsorgt werden.

Dazu sollten die beiden Gefäße mit **"Abfall A" (saure Flüssigkeiten)** und **"Abfall B" (alkalische Flüssigkeiten)** beschriftet werden. Alle Flüssigkeiten die zur Bestimmung der Ammonium-Konzentration verwendet werden, müssen in Gefäß A entsorgt werden. Die Chemikalien und Proben aller anderen Messprotokolle müssen in Gefäß B entsorgt werden.

Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

4. Auswertung und Nachbesprechung der Ergebnisse

Umrechnung

Umrechnung der Optischen Dichte in die Konzentration

Die Umrechnung der Optischen Dichte in die Konzentration des gemessenen Parameters erfolgt über eine lineare Kalibrierung. Sollte im Rahmen der Unterrichtsreihe die Durchführung einer eigenen Kalibrierung nicht geplant und/oder nicht möglich sein, wird im Online-Portal GewaesserCampus ein Werkzeug zur Umrechnung anhand von dort hinterlegten Kalibrierungen angeboten. Mit diesem können Schüler:innen während der Dokumentation der Ergebnisse im Online-Portal die gemessene Optische Dichte einfach umrechnen, ohne dass die vorherige Messung einer Verdünnungsreihe notwendig ist.

Falls die Schüler:innen die Ergebnisse als Hausaufgabe eintragen sollen, sollte vorher abgefragt werden, ob auch alle Schüler:innen die notwendigen Endgeräte dazu besitzen. Pro Gruppe sollte ein digitales Endgerät, am besten ein Laptop, PC oder Tablet, vorhanden sein.

Export

Exportieren und Bearbeiten von Messungen im Online-Portal

Die Messungen des eigenen Kurses können im Online-Portal gesammelt eingesehen werden. Nach einer Anmeldung mit dem **Kursschlüssel** kann rechts oben **Messungen des Kurses** ausgewählt werden. Es werden alle Messungen angezeigt, die über die Zugangscodes eingegeben wurden. Über die Symbole neben dem Filter können die Messungen als Daten (im Excel oder CSV - Format) oder in einer Zusammenfassung in Form eines PDFs heruntergeladen werden.

Korrekturen

Umgang mit problematischen Einträgen Online-Portal

Neben den Möglichkeiten zur direkten Bearbeitung der Messungen des eigenen Kurses gibt es eine Möglichkeit Messungen zu melden. Darüber hinaus können Messungen werden Messungen mit extrem ungewöhnlichen Werten mit einer Warnung markiert.

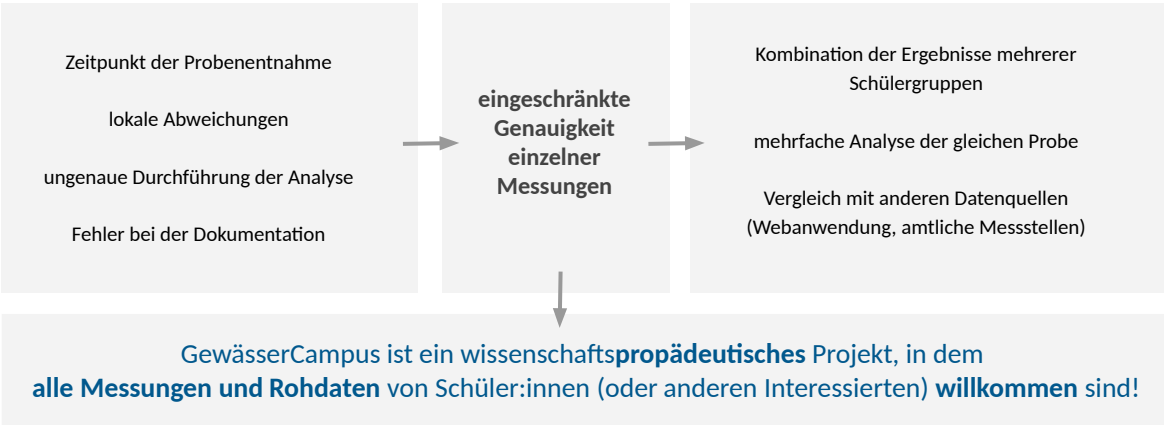
Messungen des eigenen Kurses	gemeldete Messungen	Messungen mit Datenqualitäts-Warnung
Nach der **Anmeldung mit dem Kursschlüssel** können Messungen des eigenen Kurses **bearbeitet** oder **gelöscht** werden.	**Benachrichtigung** des Gewässer-Campus Teams, das daraufhin die gemeldete Messung **manuell prüft**.	**Anzeige einer Warnung** in der Detailansicht der Messung nach **manueller Prüfung** durch das GewässerCampus Team.
Verwaltung mit Kursschlüssel	*Meldung ohne Anmeldung möglich*	*Markierung durch GewässerCampus Team*

Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

Gültigkeit und Genauigkeit der Ergebnisse

Bei der Auswertung und Interpretation der Ergebnisse und insbesondere beim Vergleich mit z.B. amtlichen Analysewerten müssen **eventuelle Messungenauigkeiten und die Umstände der Probenahme berücksichtigt** werden. Die chemische Gewässeranalyse hat nur eine **enge zeitliche und räumliche Gültigkeit** und repräsentiert lediglich den Zustand des Gewässers zum Zeitpunkt der Messung an der bestimmten Probestelle.

Diesen Effekten kann man durch eine **Probenahme an verschiedenen Stellen durch die verschiedenen Schüler:innengruppen** oder den Vergleich mit Zeitreihen desselben Gewässers begegnet werden. Dazu bietet sich insbesondere die **Nutzung des Online-Portals** an. Eventuellen Messungenauigkeiten kann begegnet werden, indem mehrere Schüler:innengruppen an der selben Stelle eine Gewässerprobe entnehmen, sodass Mittelwerte zu den Parametern gebildet werden können.



Die meisten der Messungen im Online-Portal wurden von Schüler:innen durchgeführt. Das bedeutet es werden auch Messungen eingetragen, die nicht mit größter wissenschaftlicher Sorgfalt durchgeführt wurden. Der Fokus dieses Projekts ist es aber, Schüler:innen zu ermöglichen Gewässer in einer praktischen Exkursion zu erleben und mit dem Citizen Science-Gedanken Daten zu sammeln. Wir freuen und deshalb über alle Messungen, die im Online-Portal eingetragen werden.

Wichtig ist es, dieses Thema auch im Unterricht zu thematisieren und dort auf Messungenauigkeiten einzugehen. Schlussfolgerungen und Notizen können bei jeder Messung eingetragen werden und erleichtern dadurch die Interpretation der Messwerte durch andere.

Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

5. Sonstige Hinweise

Häufige Probleme & Fehler

Häufige Fehler bei der Nutzung des Online-Portals

- **Eintragen des falschen Datums:** Es soll das Datum eingetragen werden, an dem die Messung durchgeführt wurde. Dabei ist darauf zu achten speziell das Jahr als z.B. 2022 einzutragen. Über den Kursschlüssel können alle Messungen des Kurses eingesehen werden und so gegebenenfalls auch das Datum geändert werden.
- **Eintragen der Optischen Dichte und nicht des errechneten Werts:** Der gemessene Wert mit dem Photometer ist die Optische Dichte (OD). Diese muss noch umgerechnet werden, um die Konzentration des jeweiligen Parameters bzw. den pH-Wert zu erhalten. Dazu kann die zur Verfügung gestellte Kalibrierung im Online-Portal verwendet werden. Der errechnete Wert soll dann in das Online-Portal als Messwert eingetragen werden.

Häufige Probleme bei der Messung der Parameter

- **Verwirrung beim Ergebnis 0:** Es kann vorkommen, dass das Ergebnis mancher Messungen 0 ist. Schüler:innen schließen daraus oft, dass sie bei der Messung etwas falsch gemacht haben. Es bedeutet jedoch lediglich, dass dieser Parameter hier nicht nachgewiesen wurde. Das ist durchaus möglich. Die Ergebnisse sollten in der Nachbesprechung diskutiert und eingeordnet werden.

Grenzwerte

Verwendung der angegebenen Grenzwerte

Die in den Unterrichtsmaterialien benannten Grenzwerte beziehen sich auf die in der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGew) zur Einstufung des ökologischen Zustands von Gewässern festgesetzten Werte. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in der OGew die Grenzwerte für Nitrit und Ammonium in Nitrit-Stickstoff (Nitrit-N) und für Phosphat in Phosphat-Phosphor (ortho-Phosphat-P) angegeben sind, sodass zur Umrechnung folgende Umrechnungsfaktoren genutzt wurden:

- ortho-Phosphat = Phosphat-Phosphor x 3,066
- Ammonium = Ammonium-Stickstoff x 1,29
- Nitrit = Nitrit-Stickstoff x 3,29

Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.

6. Literaturhinweise und weitere Materialien

Literatur

Gewässeranalyse an stehenden Gewässern
Klee, O. (1993). Wasser untersuchen. Einfache Analysemethoden und Beurteilungskriterien (2. überarbeitete Aufl.). Heidelberg, Wiesbaden: Quelle und Meyer.

Gewässeranalyse an Fließgewässern
Graw, M. und Borchardt, D. (2003). Ein Bach ist mehr als Wasser... - Materialien für einen fächerverbindenden, projektorientierten Unterricht zum Thema Ökologie und Schutz von Fließgewässern (überarbeitete Aufl.). Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, Ref. Öffentlichkeitsarbeit.

Umweltbundesamt. (2016). Die Wasserrahmenrichtlinien – Deutschlands Gewässer 2015. Bonn, Dessau.

Schreiben einer Publikationen (UR Chemie SEK I)
Kühtz, S. (2016). Wissenschaftlich formulieren - Tipps und Textbausteine für Studium und Schule (Vol. 4., erweiterte). UTB GmbH - Ferdinand Schöningh.

Citizen Science in der Schule
Kruse, K., Knickmeier, K., Honorato-Zimmer, D., Gatta-Rosemary, M., Weinmann, A., Kiessling, T., Schöps, K., Thiel, M., und Parchmann, I. (2020). Dem Plastikmüll auf der Spur: Ein internationales Citizen Science-Projekt zur Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung von Schülerinnen und Schülern. Chemie konkret - Forum für Unterricht und Didaktik, 27(7), 328-336. https://doi.org/10.1002/ckon.201800093

Helmholtz Gemeinschaft. (2017, 16. Oktober). Was ist Bürgerwissenschaft? [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=cE1kpXLkGbo
Handgezeichneter Erklärfilm über Citizen Science. Es wird erklärt, wie sich Citizen Science entwickelt hat, welche Mehrwerte Citizen Science für Wissenschaft und Gesellschaft hat und wie man sich als Bürgerinnen und Bürger in Deutschland, Österreich und der Schweiz einbringen kann.

Bürger schaffen Wissen. (o. D.). Bürger schaffen Wissen - Mitforschen. Abgerufen am 16. Mai 2022, von https://www.buergerschaffenwissen.de/projekte
Bürger schaffen Wissen ist die zentrale Plattform für Citizen Science in Deutschland und präsentiert, vernetzt und unterstützt seit November 2013 Citizen Science-Projekte. Ziel ist es, die Bürgerforschung in Deutschland weiterzuentwickeln, bekannter zu machen und über Projekte zum Mitforschen zu informieren. Bürger schaffen Wissen ist ein Gemeinschaftsprojekt von Wissenschaft im Dialog (gGmbH) und dem Museum für Naturkunde Berlin. Gefördert wird es vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Das Projekt **GewässerCampus** wird durch die *gemeinnützige desklab UG (haftungsbeschränkt)* in Zusammenarbeit mit dem *Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik der RPTU* durchgeführt und durch die *Deutsche Bundesstiftung Umwelt* finanziell gefördert. Weitere Unterrichtsmaterialien und Informationen zu diesem Projekt sind unter **www.gewaessercampus.de** abrufbar. Dieses Dokument wird unter der **CC BY-SA 4.0 Lizenz** zur Verfügung gestellt.