



Das GLOBE-Programm[®]

„Hydrologie“

GLOBE-Lehrerhandbuch





Übersetzung des Kapitels „Hydrologie“ aus dem englischsprachigen Lehrhandbuch „GLOBE Program® Teachers Guide“ (Ausgabe 2000).

Das DLR besitzt das „copyright“ für die deutsche Übersetzung. Vervielfältigungen durch Fotokopie oder andere Verfahren bedürfen der schriftlichen Zustimmung des DLR (Projektleitung GLOBE Germany). Vervielfältigungen für den schulinternen Gebrauch sind ohne weitere Zustimmung zulässig.



„Hydrologie“

Inhalt

Willkommen beim Studienprogramm „Atmosphäre und Klima“

Anschreiben der Wissenschaftler an die Schüler	3-4
Dr. Roger C. Bales und Dr. Marth Corklin stellen sich vor	3-5
Willkommen zum Studienprogramm Hydrologie	3-14
Vorbereitung der Feldphase	3-21

Protokolle

Hinweise zur Durchführung der hydrologischen Messungen	3-25
Sammeln der Wasserproben	3-28
Sichttiefe	3-30
Wassertemperatur	3-34
Gelöster Sauerstoff	3-36
pH-Wert	3-41
Elektrische Leitfähigkeit	3-48
Salinität	3-52
Salinität mittels Titration	3-59
Alkalität	3-62
Nitrat	3-64

Lernschritte

Erkundung des Meßortes	3-68
Modell des Wassereinzugsgebiets	3-72
Wasserdetektive	3-76
Das pH-Spiel	3-81
Meßübungen	3-85
Überall gibt es Wasser! Aber wie läßt es sich vergleichen?	3-102
Wir entdecken die Welt der wirbellosen Wassertiere	3-124
Modell für die Wasserbilanz	3-137

Anhang

Protokollblätter für Hydrologiedaten	3-152
Datenblatt für die Kalibration	3-156
Höhenlinienkarte	3-158
Graphen zum Kopieren	3-159
Begriffsverzeichnis	3-171
GLOBE Eingabemasken	3-178



Studienprogramm „Hydrologie“ im Überblick

PROTOKOLLE



Monatliche Erfassung folgender Größen:

- ☞ Sichttiefe
- ☞ Wassertemperatur
- ☞ gelöster Sauerstoff
- ☞ pH-Wert
- ☞ Elektrische Leitfähigkeit
- ☞ Salinität
- ☞ Alkalität
- ☞ Nitrat

Empfohlener Ablauf

- ☞ Lektüre des Begrüßungstexts *Willkommen beim Studienprogramm Hydrologie*
- ☞ *Erkundung des Meßortes* schafft bei Schülern einen Anreiz sich für Wasserqualität und -chemie zu interessieren.
- ☞
- ☞ Das *Modell des Wassereinzugsgebietes* gibt einen Überblick über das eigene Wassereinzugsgebiet und dessen Bezug zur hydrologischen Meßstelle
- ☞ Durch *Üben der Protokolle* erlernen die Schüler den Gebrauch der Instrumente und die richtige Durchführung der Untersuchungen. Dies ist die Voraussetzung, daß verläßliche Daten gemessen werden.
- ☞ Beginn der Probennahmen: Ihre Schüler gehen zur Meßstelle und beginnen mit den monatlichen Erhebungen.
- ☞ Bei Durchführung der folgenden Lernaktivitäten sollten Sie den Schwerpunkt auf wissenschaftliche Grundbegriffe legen:



- *Wasserdetektive* und das *pH-Spiel* führen die Schüler in grundlegende Meßgrößen der Wasserchemie ein und machen den Nutzen von Instrumenten für bestimmte Messungen klar
 - *Überall gibt es Wasser! Aber wie läßt es sich vergleichen?* zeigt Schülern Tendenzen in den eigenen Daten zu analysieren und mit Daten anderer Schulen zu vergleichen. Diese Lernaktivität sollte wiederholt werden, sobald die eigene Datenmenge zugenommen hat.
 - Das *Modell eines Wassereinzugsgebietes* läßt die Schüler erfahren, wie eigene Daten in Modellen Verwendung finden können.
 - *Wir entdecken die Welt der wirbellosen Wassertiere* zeigt die Zusammenhänge zwischen hydrologischen Messungen und Leben im Wasser auf. Auch diese Aktivität kann mehrfach wiederholt werden, sobald sich die Randbedingungen ändern.
- ☞ Beginnen Sie den Bezug zwischen den Wasserdaten und anderen GLOBE-Daten herzustellen.



Anschreiben der Wissenschaftler an die Schüler

Liebe GLOBE-Schüler,

Wir sind die verantwortlichen Wissenschaftler für die hydrologischen und wasserchemischen Untersuchungen im GLOBE Programm und wir heißen Euch in diesem Programm willkommen. Ihr nehmt an einem Wissenschaftsprogramm teil, daß eine bedeutende Lücke in unserem Wissen um die Erde schließen soll.

Hydrologie ist die Lehre vom Wasser, eines der wichtigsten Ressourcen unserer Erde. Wasser ist lebensnotwendig. Ihr und alle anderen Schüler in der ganzen Welt werden den bisher größten und umfassendsten Datensatz zur Wasserqualität erstellen. Ich hoffe Ihr findet



diese Aufgabe spannend, herausfordernd und wichtig.

Wenn Ihr die Wasserqualität untersucht, werdet Ihr vieles über einen wichtigen Teil Eurer direkten Umgebung lernen und verfolgen, welche Änderungen im Laufe eines Jahres durchlaufen werden.

Für uns sind Eure Daten sehr wichtig und wir warten gespannt auf sie, um noch offenen Fragen über die globalen und lokalen Wassersysteme klären zu können. Bitte unterstützt uns dabei. Im Laufe des Jahres, werdet Ihr von uns Vorschläge bekommen, wie Ihr Euere Daten interpretieren könnt. Wir hoffen, gemeinsam mit Euch entscheidende Fragen bezüglich der Wasserqualität klären zu können.

Eure

Roger C. Bales & Martha H. Conklin
Professoren
Universität von Arizona
Tucson, Arizona, USA





Dr. Roger C. Bales und Dr. Martha H. Conklin stellen sich vor

Dr. Roger C. Bales und Dr. Martha H. Conklin lehren und forschen auf dem Gebiet der Hydrologie und Wassersysteme an der Universität von Arizona in Tucson, Arizona, USA

GLOBE: *Sie beide arbeiten gemeinsam für den Bereich „hydrologische Messungen“ im GLOBE-Programm, sind Sie miteinander verheiratet?*

Dr. Conklin: Ja, das sind wir. Wir haben eine zweijährige Tochter und unser kleiner Sohn wurde im Januar geboren.

GLOBE: *Wie haben Sie sich getroffen?*

Dr. Conklin: Wir haben uns an der Schule kennengelernt. Wir hatten uns beide für Wasserchemie interessiert.

GLOBE: *Wasser ist H₂O. Was ist so interessant an seiner Chemie?*

Dr. Bales: Es sind die Verunreinigungen im Wasser die interessant und bedeutsam sind.

Dr. Conklin: Sie werden nie reines Wasser in der Natur finden. Wasser ist ein universelles Lösungsmittel. Verschiedenste Stoffe befinden sich im Wasser oder sind darin gelöst. Ein Ziel von GLOBE ist es, zu verstehen, was im Wasser abläuft, wenn Substanzen wie Chemikalien eingebracht werden.

Dr. Bales: Laut Aussagen der amerikanischen Umweltschutzbehörde, kann in 40 % der Oberflächengewässer unseres Landes weder gebadet noch gefischt werden. Es sind häufig die kleineren Gewässer, insbesondere in landwirtschaftlich genutzten Gebieten, die den Anforderungen nicht genügen. Man würde denken, daß irgend jemand ständig deren Qualität überprüft. Das ist aber in den meisten Fällen nicht so.

Dr. Conklin: Durch GLOBE werden wir Informationen über viele weitere Bäche, Flüsse und Seen erhalten.

Es gibt unzählige Gewässer auf der ganzen Welt und jedes für sich ist einzigartig.



Die von den Schülern durchgeführten Wasserbestimmungen sind eine exzellente Möglichkeit, Informationen zu sammeln.

GLOBE: *Warum brauchen Sie die Schüler, um Daten zu messen? Warum sammeln diese Daten nicht Wissenschaftler oder Studenten?*

Dr. Bales: Wir Wissenschaftler sind verhältnismäßig wenige. Auch wenn wir doppelt so viele Gewässer wie bisher untersuchen könnten, wir würden dennoch nur einen geringen Teil abdecken können.

GLOBE: *Sind Sie darüber besorgt, welche Substanzen durch natürliche Quellen ins Wasser gelangen oder sind es mehr die durch den Menschen eingebrachten Stoffe, die Ihnen Sorgen bereiten?*

Dr. Bales: Sowohl als auch. Verunreinigungen - und unter der Bezeichnung Verunreinigungen verstehe ich nicht notwendigerweise etwas Schlechtes, sondern einfach etwas anderes als H₂O - können ins Wasser gelangen, weil Gestein, Staub und Gase sich darin lösen. Einige Verunreinigungen gelangen über Regen oder Schnee aus der Atmosphäre und werden von Flüssen und Seen aufgenommen. Andere Verunreinigungen gelangen beim Einleiten von Abwässern durch den Menschen in Flüsse und Seen.

GLOBE: *Sie erwähnten, daß Gestein Wasser ausgesetzt ist. Kann sich Gestein im Wasser lösen?*

Dr. Conklin: Ja, allerdings nur sehr langsam. Man kann in alten Gebirgen, wie den Apalachen diese Langzeiteffekte beobachten. Sie sind stark verwittert und daher nicht so hoch.

GLOBE: *Aus welchem Grund sollten Gewässer, die in der Nähe von Landwirtschaften liegen, verschmutzt sein?*

Dr. Bales: Beim Anbau von Getreide werden Düngemittel und Pestizide eingesetzt. Man möchte, daß Dünger und Pestizid im Feld bleiben, und das Wachstum des Getreides unterstützen bzw. Schädlinge fernhalten. Leider werden Sie durch Regen und Bewässerung ausgewaschen und gelangen in Flüsse und Seen oder ins Grundwasser.

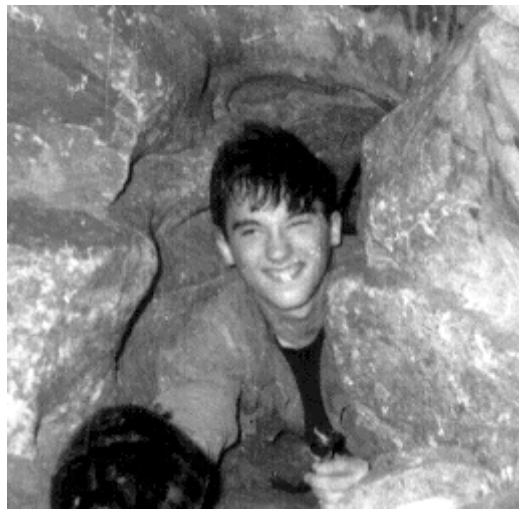
GLOBE: *Haben schon vorher einmal Schüler Daten für Hydrologen erhoben?*

Dr. Conklin: Schüler haben Bestimmungen bei Flüssen und Seen durchgeführt, aber nicht in dem Maßstab, wie es bei GLOBE passiert.



GLOBE: *Erzählen Sie uns ein etwas über sich selbst. Wo sind Sie geboren, wo sind Sie aufgewachsen?*

Dr. Bales: Ich bin in Lafayette, Indiana geboren und habe in Bloomington, Indiana die Schule abgeschlossen. An der Universität von Purdue habe ich Bau- und Umwelttechnik studiert. An der Universität von Kalifornien in Berkeley habe ich in diesen Fächern das Diplom gemacht.



Roger Bales mit 16 Jahren

Dr. Conklin: Ich bin in New Jersey geboren, aber meine Familie ist bald nach Illinois umgezogen. Dann übersiedelten wir nach Europa, was einen ziemlichen Kontrast darstellte. Wir haben fünf Jahre in Holland gelebt. Dort begann ich mich für die Naturwissenschaft zu interessieren. Anschließend war ich zwei Jahre in England im Internat, kam dann zurück in die USA und habe die Schule in der Nähe von Boston abgeschlossen.



Martha Conklin mit 15 an der Küste von Brighton



- GLOBE: *Hat jemand versucht Sie zu entmutigen, weil Sie als Frau einen wissenschaftlichen Beruf anstreben?*
- Dr. Conklin: Nein. Ich bin hauptsächlich in Mädchenschulen gewesen und dort wurde nie in Frage gestellt, daß Mädchen nicht gut in Mathematik oder naturwissenschaftlichen Fächern sein könnten.
- GLOBE: *Wann sind Sie zur Hydrologie gekommen?*
- Dr. Conklin: In der Oberstufe. Ich begann mich dafür zu interessieren, welche Reaktionen in den Tropfen, die sich in der Atmosphäre befinden ablaufen. Also habe ich mich mit Wasserchemie befaßt.
- GLOBE: *Wie kam es dazu?*
- Dr. Conklin: Wir hatten gerade entdeckt, daß es sauren Nebel gibt, der schlimmer ist als saurer Regen. Ein Regentropfen fällt relativ schnell durch die Atmosphäre und nimmt Verunreinigungen der Luft auf. Ein Nebeltröpfchen jedoch kann über Stunden in der Atmosphäre sein. Es kann viel mehr Verunreinigungen absorbieren und Tiere wie Menschen atmen die feinen Nebeltropfen mehr oder weniger ein.
- GLOBE: *Was machen Sie in Ihrer Freizeit?*
- Dr. Bales: Wir spielen mit unseren Kindern. Wir haben auch zwei Labradore und eine Hütte in den Bergen oberhalb von Tucson. Ich bin ein begeisterter Wanderer, Bergsteiger und Skifahrer und wir machen dies so oft wie möglich, ebenso wie Radfahren.
- GLOBE: *Haben Sie schon einmal eine großartige Entdeckung gemacht?*
- Dr. Conklin: Ich bin experimentelle Wissenschaftlerin, keine Theoretikerin. Ich mache Laborversuche und versuche die Prozesse, die ablaufen zu verstehen. Ich bin gespannt, wenn die Versuchsergebnisse nicht mit den erwarteten Ergebnissen übereinstimmen. Es macht mir Spaß herauszufinden, was tatsächlich passiert ist.
- GLOBE: *Wollen Sie damit sagen, daß Sie als Wissenschaftlerin mißlungene Experimente als nützlich ansehen?*
- Dr. Conklin: Genau. Mißlungene Experimente nützen mehr als solche, bei denen das erwartete Ergebnis eintritt. Wenn sich herausstellt, daß die Ergebnisse den Erwartungen widersprechen, bedeutet dies, daß



meine Hypothese falsch war und ich eine neue finden muß. Das ist das aufregende an der Wissenschaft.

GLOBE: *Wissenschaft wäre also langweilig, wenn die Hypothesen immer richtig wären?*

Dr. Conklin: Schrecklich langweilig!

GLOBE: *Wenn Sie einen Mechanismus verstehen, heißt dies, daß Sie vorhersehen können, was passieren wird?*

Dr. Bales: Genau das. Wenn wir einmal verstanden haben warum etwas passiert, können wir sagen „wenn Änderungen eintreten, wird ein Fluß auf diese oder jene Weise reagieren“. Ich beschäftige mich mit der Aufgabe herauszufinden, wie Flüsse oder Seen auf Dinge wie Variationen im Klima, globale Klimaänderungen oder Säureeintrag reagieren.

GLOBE: *Was versteht man unter Säureeintrag?*

Dr. Bales: Säureeintrag findet statt, wenn Regen oder Schnee einen sehr geringen pH-Wert haben, weil sich starke Säure, die durch den Menschen in die Atmosphäre gelangen, darin gelöst haben. Saurer Regen zerstört eine Reihe von ökologischen Nischen.

GLOBE: *Wenn ich an Säure denke, denke ich an etwas, das die Haut verätzt. Bisher fühlt sich saurer Regen nicht anders an als anderer Regen. Was ist es das den sauren Regen ausmacht?*

Dr. Bales: Saurer Regen ist eine starke Säure, die mit Wasser vermischt ist. Er hat einen niedrigeren pH-Wert als natürlicher Regen. Er ist nicht so sauer wie z. B. Zitronensaft oder Batteriesäure oder so etwas. Aber er kann so sauer wie Essig sein. In Extremfällen kann Nebel so sauer wie Zitronensaft sein. Die Hauptursache liegt in der Verbrennung von fossilen Brennstoffen wie Öl, Kohle und Erdgas.

GLOBE: *Und der Ausstoß, der bei der Verbrennung dieser fossilen Brennstoffe entsteht, gelangt in die Atmosphäre und reagiert dort mit Wassertropfen?*

Dr. Bales: Regen oder Schnee nehmen diese Säuren aus der Atmosphäre auf und so gelangen sie wieder auf die Erde. Was in die Atmosphäre geht, kommt irgendwann wieder herunter.



- GLOBE: *Wie belohnt Sie die Wissenschaft, was gibt Sie Ihnen?*
- Dr. Bales: Man hat das Gefühl zum Verständnis der Probleme unserer Gesellschaft beizutragen und man hofft, auch wirklich einen Beitrag dazu leisten zu können. Wir untersuchen die Vergangenheit, wie im Falle des Grönlandeises, um einen Anhaltspunkt zu bekommen, was uns in Zukunft erwartet, wie sich unsere Umwelt, unsere Atmosphäre und unsere Gewässer, verändern werden, wenn wir weiter fossile Brennstoffe benutzen.
- Dr. Conklin: Das aufregendste an der Wissenschaft ist, daß ich ständig neue Dinge lerne und während ich das tue lerne ich auch immer neue Leute kennen. Wenn ich nichts über ein Gebiet weiß, muß ich jemanden finden, der etwas weiß. Auf diese Weise finde ich auch neue Freunde.
- Dr. Bales: Menschen müssen intelligente Entscheidungen treffen, um die Erde zu bewahren, auch wenn sie selbst nur Wähler sind. Wenn Ich unterrichte und den Studenten etwas über die globale Erwärmung, Luft- und Wasserverschmutzung erzähle, so daß sie die Erde ein wenig besser verstehen, macht mich das sehr zufrieden.
- GLOBE: *Wissen Sie nicht genug? Was treibt Sie an, immer mehr wissen zu wollen?*
- Dr. Conklin: Umweltsysteme bestehen auf so vielen Komponenten, daß es für einen Menschen unmöglich ist jemals genug zu wissen, um sie alle zu verstehen. Aber je mehr man weiß, desto besser kann man abschätzen was in ihnen abläuft.
- GLOBE: *Hatten Sie in Ihrer Jugend Idole?*
- Dr. Conklin: Ein Grund, warum ich mich für die Umweltwissenschaften interessiere ist, daß ich immer das Bedürfnis hatte, die Erde zu einem besseren Ort zu machen. Wenn ich Idole habe, dann sind es Wissenschaftler, die dies versucht haben. Zwei davon sind Linus Pauling, der den Nobelpreis für Chemie und den Friedensnobelpreis erhalten hat und Albert Einstein.



- GLOBE: *Haben Sie internationale Kollegen?*
- Dr. Bales: Natürlich. Wir können nicht alles selbst machen und auch sie können nicht alles alleine tun, also arbeiten wir zusammen und tauschen Daten und Ressourcen aus.
- GLOBE: *Wie sehen die Tage eines Wissenschaftlers aus. Haben Sie ein Labor?*
- Dr. Conklin: Mein Durchschnittstag umfaßt Büroarbeit, Unterrichten, Vorbereiten von Unterrichtsstunden, die Daten meiner Studenten analysieren und mit ihnen darüber diskutieren. Ich arbeite sehr viel am Computer. Ins Labor gehe ich nur, um zu sehen, wie die Leute dort vorwärtskommen.
- GLOBE: *Wenn man das hört, erhält man den Eindruck, daß wissenschaftliche Arbeit am Computer passiert. Ist das richtig?*
- Dr. Conklin: Ja, Daten sammeln alleine ist nicht genug. Man muß sie auch verstehen. Und ein Großteil der Datenanalysen werden mit dem Computer durchgeführt.
- Dr. Bales: An den meisten Tagen unterrichte ich einige Stunden und bereite den Unterricht vor. Dann verbringe ich ein bis zwei Stunden am Computer, um mit anderen Wissenschaftlern zu kommunizieren, um zu lesen, die Arbeiten meiner Studenten zu kommentieren oder um etwas für meine Mitarbeiter zu skizzieren. Weitere ein bis zwei Stunden widme ich meinen Diplomanden. Der Rest teilt sich auf in Besprechungen und Verwaltungsgeschäfte.
- GLOBE: *Können Sie eine amüsante Anekdote über Ihre Arbeit erzählen?*
- Dr. Bales: Ich arbeite viel in Schneecamps im Gebirge, da der Hauptteil des Wassers dort als Schnee und nicht als Regen fällt, zumindest ist dies im Westen der USA der Fall. Es erscheint mir witzig, daß ich in all den Jahren, in denen ich an meiner Doktorarbeit gearbeitet habe, immer mit einer Schaufel in der Hand zur Universität gegangen bin und den Tag damit verbracht habe, Löcher in den Schnee zu graben. Meine Mutter hatte mir nicht erzählt, daß ich einmal Löcher graben werde, als sich mich aufs College schickte.



GLOBE:

Dr. Bales untersucht Eiskerne in Grönland.

Dr. Bales:

Wissenschaftler können also den Eintrag von Verunreinigungen in die Atmosphäre messen, wenn sie Eiskerne untersuchen, die 100, 10 000 oder gar 100 000 Jahre alt sind.

GLOBE:

Ja, letztes Jahr habe ich vier Wochen auf dem Grönlandeis verbracht und Eiskerne gebohrt. Ich habe 12 Tage in einem Zelt auf dem Eis geschlafen.

Dr. Bales:

Sie waren also von Eis umgeben. Gab es da sonst noch etwas?

Es ist dort alles weiß und blau. Überall Schnee und Himmel. Natürlich ging die Sonne nie unter. Da es Frühling bzw. Sommer war und wir uns weit im Norden befanden. Wir haben also Eiskerne gebohrt und wollten so bald als möglich damit fertig sein, um nicht noch durch einen Sturm überrascht zu werden. Man kann die Entstehung der industriellen Revolution im Eis verfolgen. Eine Periode von 300 Jahren läßt sich sehr deutlich im Eis erkennen, das wir letzten Sommer gebohrt haben. Wir sehen auch Anzeichen von Waldbränden im Eiskern.

GLOBE:

Dr. Conklin:

Wie glauben Sie können Schüler aus GLOBE einen Nutzen ziehen?

Ich hoffe, daß die Schüler lernen zu bestimmen, wie gesund ein Ökosystem ist. Die Gesellschaft nimmt an, daß wir weiter Abfälle in die Umwelt kippen können und die Natur schon damit fertig wird. Ich hoffe, daß die Schüler einen Sinn für die Gesundheit oder den Verschmutzungsgrad eines Wassersystems entwickeln, wenn sie ihre Messungen durchführen. Ich hoffe auch, daß sie lernen, wie man gute Messungen macht.

GLOBE:

Dr. Conklin:



Warum könnten Schüler in Erwägung ziehen, auf Ihrem Gebiet zu arbeiten?

Dr. Bales: Wasser ist eines unserer wichtigsten Grundstoffe. Die Hydrologie ist ein hervorragendes Gebiet und wird immer wichtiger werden, je knapper sauberes Wasser wird.

GLOBE: Schüler wollen etwas tun, was nicht nur interessant ist und wo sie im Freien sein können, sondern das auch zu einer besseren Umwelt und einer besseren Gesellschaft beiträgt. Unser Beruf erfüllt diesen Anspruch, weil Wasser die Grundlage allen Lebens auf der Erde ist.

Dr. Conklin: *Können Sie Schülern, die sich mit Umweltwissenschaften und besonders mit der Hydrologie beschäftigen wollen, einen Rat geben?*

GLOBE: Eigentlich hasse ich es zu sagen, aber lernt die Grundlagen! Mathematik, Physik, Chemie und Biologie. Lernt Fragen zu stellen, denn nur Menschen die die richtigen Fragen stellen werden wichtige Entdec??kungen machen. Und lernt zu schreiben.

Dr. Conklin:

Warum soll man schreiben lernen?

Dr. Bales: Man kann brilliant sein, aber wenn man nicht in der Lage ist anderen die eigenen Ergebnisse mitzuteilen, wird kein anderer wissen, daß es diese Ergebnisse gibt.

Und lernt so viel wie möglich durch direkte Erfahrung mit der Natur.



Willkommen zum Studienprogramm Hydrologie

Allgemeine Übersicht

Wir trinken nicht nur Wasser - wir *sind* Wasser. Wasser macht 50 - 90 % des Gewichts aller lebenden Organismen aus. Es ist eine der verbreitetsten und wichtigsten Substanzen der Erde. Wasser ermöglicht das Leben von Pflanzen und Tieren, es spielt die Hauptrolle bei der Wetterentstehung und es formt die Oberfläche unseres Planeten durch Erosion und andere Prozesse.

Wasser zirkuliert ständig zwischen Erde und Atmosphäre. Dies nennt man den „*hydrologischen Kreislauf*“. Der „*hydrologische Kreislauf*“, oder auch „*Wasserkreislauf*“, ist einer der wichtigsten Prozesse in der Natur. Durch das Einwirken der Sonnenwärme und anderen Faktoren verdunstet Wasser aus den Ozeanen, Flüssen, Seen, Böden und Pflanzen als Wasserdampf in die Luft.

Der Wasserdampf steigt in die Atmosphäre auf, kühlt sich ab, wird wieder zu flüssigem Wasser oder Eis und bildet Wolken. Sind die Wassertropfen groß genug, fallen sie in Form von Regen oder Schnee zurück auf die Erde. Ein Teil sickert in den Boden ein, wo es von Pflanzen aufgenommen werden kann oder die Bodenschicht passiert und in das Grundwasser gelangt. Ein anderer Teil fließt in Flüsse und Bäche, um dann von den Ozeanen aufgenommen zu werden. Das Oberflächenwasser verdunstet und der Kreislauf beginnt von vorne.

Das Wasser im nahegelegenen See, der Schnee auf einem fernen Berg, die feuchte Luft auf einer tropischen Insel oder auch der Morgentau sind allesamt Teile desselben Systems. Der jährliche Wasserverlust der Oberfläche unseres Planeten gleicht den jährlichen Niederschlag aus. Verändert man irgendeinen Faktor des Systems, wie z. B. die Vegetationsdichte in einer Region oder die Nutzung einer Fläche, so wirkt sich dies auf das Gleichgewicht des gesamten Systems aus.

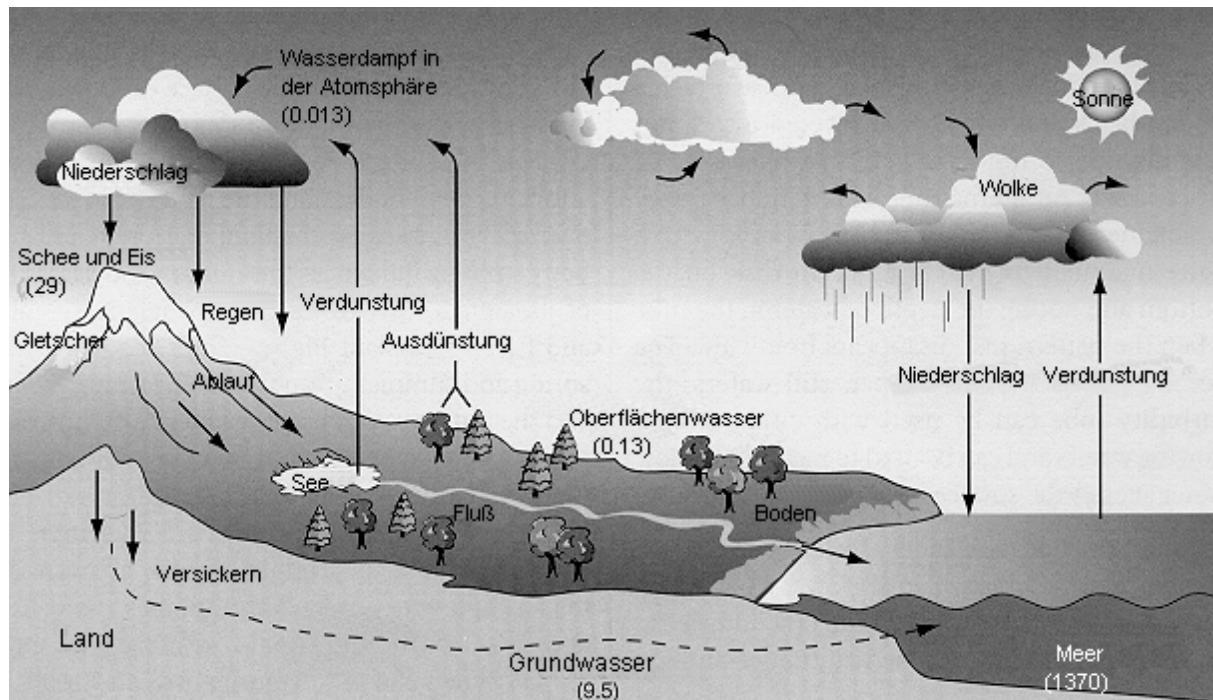
Wir können trotz des Wasserüberflusses auf der Erde den größten Teil des Wassers nicht nutzen. Wenn wir das Wasser der Erde als 100 l darstellen, wären 97 l davon Meerwasser und der größte Teil der restlichen 3 l wäre Eis. Nur etwa 3 ml der gesamten einhundert Liter wäre Wasser, das uns zum Verbrauch zur Verfügung stünde. Es wird aus dem Grundwasserreservoir oder aus Flüssen und Seen entnommen.

Wasser ist Teil vieler wichtiger Prozesse und viele Substanzen sind in Wasser löslich. Infolge seiner Wirksamkeit als Lösungsmittel kommt wirklich reines Wasser nur sehr selten in der Natur vor. Wasser trägt viele natürliche und durch menschliche Aktivitäten entstandene Verunreinigungen mit durch den hydrologischen Kreislauf. Diese Verunreinigungen geben Wasser verschiedene chemische Eigenschaften, geben seine „Qualität“ an. Regen und Schnee nehmen kleine Staubpartikel, sogenannte Aerosole aus der Luft auf und Sonnenlicht bewirkt, daß Emissionen, die beim Verbrennen von fossilen Brennstoffen entstehen mit Wasser zu Schwefel- und Salpetersäure werden. Diese Verunreinigungen kommen als saurer Regen oder Schnee auf die Erde zurück. Wenn das Wasser durch den Boden sickert, tritt es in sehr engen Kontakt mit Steinen und Mineralien, die sich in Wasser lösen. Säuren im Wasser lösen Gesteine, die dann als gelöste Feststoffe im Wasser vorliegen. Kleine, aber sichtbare Partikel aus Steinen und Böden gelangen als Schwebstoffe ins Wasser und bedingen die Wassertrübung.



Diese gelösten oder suspendierten Verunreinigungen bestimmen die Wasserqualität. In diesem Teil der GLOBE-Messungen werden die Schüler die folgenden Hauptindikatoren der Wasserqualität untersuchen.

Abb. HYD-I -1: Wasserkreislauf - Die Zahlen in Klammern geben verfügbares Wasser in 10^3 km^3 an



Nach Mackenzie und Mackenzie 1995, und Graedel und Crutzen, 1993

Sichttiefe

Licht, das für das Wachstum von Pflanzen essentiell ist, kann in klares Wasser tiefer eindringen als in trübes Wasser, welches Schwebeteilchen enthält oder gefärbt ist. Zur Bestimmung der Sichttiefe (Grad, wie weit Licht in Wasser eindringen kann) werden gewöhnlich zwei Methoden verwendet, die Bestimmung mit einer Secchi Scheibe oder mit einer speziellen Meßröhre.

Die Bestimmung der Sichttiefe mit Hilfe der Secchi Scheibe wurde erstmals 1865 von Pater Pietro Angelo Secchi, dem wissenschaftlichen Ratgeber des Papstes, durchgeführt. Diese einfache Methode gibt die Tiefe an, bis zu welcher eine 20 cm schwarz und weiß bemalte Scheibe in ein Gewässer abgesenkt und gerade nicht mehr gesehen werden kann. Wenn man sie leicht anhebt, wird diese wieder sichtbar.

Eine alternative Methode ist es, Wasser solange in eine Röhre zu gießen, bis das der Secchi Scheibe ähnliche schwarz-weiß Muster auf dem Boden der Röhre verschwindet.

Die Secchi Scheibe wird in tiefen, stehenden Gewässern verwendet; die Meßröhre kann zur Bestimmung bei stehenden oder fließenden Gewässern, aber auch bei seichten Gewässern oder zur Messung der Sichttiefe der oberen Schicht bei tiefen Gewässern eingesetzt werden.



Sonnenlicht stellt die Energie für die Photosynthese zur Verfügung, dem Prozeß, der zum Wachstum der Pflanzen führt, wobei sie Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor oder andere Nährstoffe aufnehmen und Sauerstoff abgeben. Daher bestimmt die Eindringtiefe des Sonnenlichts, bis zu welcher Tiefe und in welchem Umfang Algen oder Pflanzen wachsen können. Die Sichttiefe nimmt ab, wenn Farbstoffe, suspendierte Sedimente oder Algenreichtum zunehmen. Wasser wird durch Anwesenheit und Aktivität einiger Bakterien, Phytoplankton und anderer Organismen, durch chemische Verbindungen, die aus dem Boden gelöst wurden und durch Verfaulen von Pflanzen gefärbt. Daher beeinflusst die Menge an Nährstoffen, die über Abwässern, Düngung, oder Pflanzenmaterial, das über Wind- und Wasser in ein Gewässer gelangt, die Sichttiefe des Wassers. Suspendierte Sedimente sind bedingt durch Landwirtschaft, Baumaßnahmen, Aufwirbelungen bei Stürmen oder es handelt sich um neu aufgewirbelte Bodensedimente.

Die Sichttiefe natürlicher Gewässer liegt zwischen einem und mehreren Meter. Unter einem Meter Sichttiefe erwarten wird bei starkem Pflanzenwachstum oder bei einem hohen Anteil suspendierter Feststoffe. Sehr klare Seen oder Küstengewässer mit geringem Bewuchs, z. B. im Bereich von Korallenriffs, können Sichttiefen bis 30m/40 m beobachtet werden.

Wassertemperatur

Die Wassertemperatur ist abhängig von der Menge an Sonnenenergie, die vom Wasser sowie der angrenzenden Erde und Luft absorbiert wird. Stärkere Aufheizung durch Sonneneinstrahlung führt zu höheren Wassertemperaturen. Wasser, daß bei industriellen Prozessen, z. B. zur Kühlung, benutzt wurde und in einen See oder Fluß abgelassen wird, kann die Temperatur des Gewässers ebenfalls erhöhen. Wasser, das von der Oberfläche verdunstet, senkt die Wassertemperatur, allerdings nur in einer sehr dünnen Schicht an der Oberfläche.

Wir messen die Wassertemperatur, um die Veränderungsmuster während eines Jahres zu verstehen, weil die Wassertemperatur das Vorkommen und die Vielfalt des Unterwasserlebens sehr stark beeinflusst. Seen oder Flüsse, die im Winter sehr kalt sind und wenig Pflanzenbewuchs haben, blühen im Frühjahr und Sommer, wenn die Wassertemperatur steigt und das nährstoffreiche Wasser vom Grund sich mit dem der höheren Schichten vermischt. Manchmal wird die Vermischung der Wasserschichten auch im Herbst beobachtet. Aufgrund der Umschichtung und der höheren Wassertemperaturen folgt der „Umwälzung im Frühling“ eine Periode schnellen Wachstums mikroskopischer Wasserpflanzen und -tiere. Viele Fische und andere Wassertiere laichen in dieser Zeit des Jahres, weil aufgrund der erhöhten Wassertemperaturen genug Nahrung vorhanden ist. Schattige Seen stellen eine Ausnahme in diesem Kreislaufs dar, weil sie sich das ganze Jahr über durchmischen. Warmes Wasser ist als Lebensraum für verschiedene empfindliche Arten ungeeignet, z. B. für Lachs oder Forelle, die eine kalte und sauerstoffreiche Umgebung benötigen.

Gelöster Sauerstoff

Wasser ist ein Molekül, das aus zwei Wasserstoffatomen und einem Sauerstoffatom besteht, also H_2O . Doch zwischen den Wassermolekülen befindet sich auch gelöster gasförmiger Sauerstoff O_2 . Gelöster Sauerstoff stellt eine natürliche Verunreinigung im Wasser dar. Wassertiere, wie Fische und das Zooplankton, von dem sie sich ernähren, veratmen nicht den Sauerstoff aus den Wassermolekülen, sondern die gelösten Sauerstoffmoleküle aus dem Wasser. Ohne genügend



gelösten Sauerstoff im Wasser erstickt das Unterwasserleben. Sinkt die Menge gelösten Sauerstoffs unter 3 mg/l bedeutet dies Streß für fast alle im Wasser lebenden Organismen.

Eins von fünf Molekülen in der Atmosphäre ist Sauerstoff; im Wasser sind es ca. ein bis fünf Moleküle auf eine Millionen Moleküle Wasser. Ein kräftiges Mischen von Luft und Wasser, z. B. in reißenden Flüssen, verursacht die Zunahme von gelöstem Sauerstoff im Wasser. Auch die Photosynthese der Wasserpflanzen erhöht den Anteil. Gelöster Sauerstoff wird von Fischen, Zooplankton und Bakterien verbraucht, die organisches Material abbauen. Organisches Material, z. B. tote Pflanzen und Tiere, gelangen aus Wiesen und Wäldern mit dem abfließendem Regenwasser in die Flüsse. Eine andere Quelle von organischem Material ist das Abwasser. In langsam fließenden Flüssen, die in Kontakt mit organischen Material stehen, findet man üblicherweise, ungeachtet der Herkunft des Materials, niedrige Mengen gelösten Sauerstoff. Diese Menge kann weniger als die Hälfte der Sättigungskonzentration betragen. Übrigens enthält warmes Wasser weniger Sauerstoff als kaltes, demzufolge ist eine kritische Periode für Fische und Zooplankton der Sommer. Bei einer Temperatur von 25 °C liegt die Löslichkeit von Sauerstoff bei 8.3 mg/l, bei 4 °C beträgt sie 13.1 mg/l.

pH-Wert

pH ist ein Maß für den Säuregehalt des Wassers. Der pH-Wert des Wassers beeinflusst die meisten chemischen Prozesse. Destilliertes Wasser ohne Verschmutzungen hat einen pH-Wert von 7. Wasser hat einen pH-Wert von 7, wenn der Säuregehalt und der Basengehalt einander ausgleichen. Bei einem pH-Wert von unter 7 besteht ein Überschuß an Säure, bei einem pH-Wert von über 7 besteht ein Übermaß an Base im Wasser.

Die pH-Skala unterscheidet sich von der Konzentrationsskala, die wir zum Messen von anderen Verunreinigungen verwenden. Sie ist logarithmisch, d. h. daß eine Einheitsänderung des pH-Werts um eine Einheit, eine 10fache Veränderung im Säuregehalt des Wassers darstellt. Somit hat Wasser mit dem pH-Wert von 3 einen 10 mal höheren Säuregehalt als Wasser mit dem pH-Wert 4, welches wiederum einen 10 mal höheren Säuregehalt, als Wasser mit dem pH-Wert von 5 hat.

Natürlicher, unverschmutzter Regen hat einen pH-Wert zwischen 5 und 6, d. h. auch Regen in Reinluftgebieten enthält etwas Säure. Dieser natürlich bedingte Säuregehalt wird durch Kohlendioxid hervorgerufen, daß sich in den Regentropfen löst. Auch destilliertes Wasser, daß im Gleichgewicht mit der Luft steht, hat zeigt diesen pH-Wert. Der sauerste Regen hat einen pH-Wert von ca. 4, obwohl man auch schon im städtischem Nebel pH-Werte von 2 gemessen hat. Die meisten Flüsse und Seen haben einen pH-Wert in der Größenordnung von 6,5 - 8,5. In Gebieten mit bestimmten Arten von Mineralien (z. B. Sulfiden) im Boden kann man auch natürlich versaueretes Wasser finden. Auch durch Bergbau können versauernde Mineralien ins Wasser gelangen. Natürlich basische Gewässer findet man in Gebieten, wo die Erde Mineralien wie Kalzide oder Kalkstein enthält.

Der pH-Wert des Wassers hat einen starken Einfluß darauf, was in ihm leben kann. Salamander, Frösche und andere Amphibien sind besonders empfindlich gegenüber niedrigen pH-Werten. In Gewässern mit pH-Werten unterhalb 4 sind kaum Insekten, Amphibien und Fische zu finden.



Elektrische Leitfähigkeit

Reines Wasser ist ein schlechter elektrischer Leiter. Erst die Verunreinigungen im Wasser, z. B. gelöste Salze, ermöglichen es dem Wasser Bach zu leiten. Da wir weder Zeit noch Geld haben, Wasser auf jede einzelne Substanz hin zu untersuchen, dient die Leitfähigkeit als guter Indikator für Verunreinigungen. Je mehr Verunreinigungen sich im Wasser befinden, desto besser leitet es den Bach.

Für ländliches und städtisches Brauchwasser soll der Gehalt an löslichen Verunreinigungen bei unter 1000 - 1100 Gewichtsteilen Verunreinigungen pro einer Millionen Gewichtsteile Wasser liegen. Dieses Wasser hat dann eine elektrische Leitfähigkeit unter 1500 - 1800 mikroSiemens/cm (Bemerkung: 1ppm = 1 mg/l). Oberhalb dieser Werte ist eine Schädigung empfindlicher Pflanzen zu erwarten. Für den Gebrauch im Haushalt bevorzugt man Wasser mit einem gelösten Feststoffanteil unter ca. 500 ppm bzw. einer elektrischen Leitfähigkeit von unter 750 mikroSiemens/cm. Die Rückstände, die auf „sauberem“ Geschirr zurückbleiben, wenn es aus der Spülmaschine kommt, sind Rückstände der im Wasser gelösten Feststoffen. Wasser ohne jede Verunreinigung ist besonders bei der Produktion elektronischer Bauteile erforderlich. Schnee aus abgelegenen Bergregionen besitzt eine Leitfähigkeit von ca. 5-30 mikroSiemens/cm

Salinität

Meer ist salzig; es beinhaltet weit mehr gelöste Feststoffe als Süßwasser. Salinität ist ein Maß für den Salzgehalt und drückt die Anteile Verunreinigungen pro tausend Teilen Wasser aus. Im Durchschnitt liegt die Salinität der Ozeane bei 35 ppt (parts per thousand) und wird meistens als 35 ‰ geschrieben. Natrium und Chlorid, aus denen gewöhnliches Kochsalz besteht, tragen den größten Teil zur Salinität bei. Das Verhältnis von Chlorid zu den anderen Ionen im Meerwasser ist weitgehend konstant. Deshalb können wir die Salinität bestimmen indem wir den Chloridgehalt messen. In Buchten oder Flußmündungen können wir große Unterschiede in der Salinität feststellen, da dies Stellen sind, an denen sich Süß- und Meerwasser vermischen. Die Salinität von diesem sogenannten Brackwasser liegt zwischen der von Süßwasser mit einem Durchschnittswert von 0.5 ‰ und Meerwasser (35 ‰).

Auf jedem Kontinent finden wir auch Binnengewässer die salzig sind. Bekannte Beispiele sind das Kaspische Meer in Zentralasien, der große „Salt Lake“ in Nordamerika und verschiedenen Seen im Great Rift Valley Ostafrikas.

Einige dieser Seen besitzen eine noch größere Salinität als Meerwasser. Gewässer bauen Salinität auf, weil Flüsse Salze eintragen, die aus kontinentalem Gestein stammen und durch Verwitterungs- und Lösungsprozesse ins Wasser gelangen. Wenn Wasser verdunstet, bleiben die Salze zurück und der Anteil an gelösten Stoffen in einem Gewässer steigt an. An manchen Stellen wird das Wasser mit Feststoffen gesättigt, die Feststoffe fallen aus und lagern sich ab. Während sich die Salinität der Meere sich nur wenig über Jahrtausende hinweg ändert, kann sich die Salinität von Binnengewässern sehr viel schneller ändern, wenn Regen fällt oder der Verlauf der Schneeschmelze sich ändert.

Der Salzgehalt eines Gewässer ist entscheidend für die Arten der darin lebenden Organismen. Die Organismen, die in Süß- oder Salzwasser leben, sind sehr unterschiedlich. Grundsätzlich ist



der Salzgehalt in den Zellen der Pflanzen und Tiere, die in Süßwasser (unter 1ppt) leben oder Süßwasser benötigen, größer als der im sie umgebenden oder von ihnen aufgenommenen Wasser. Sie geben Abfallstoffe in Form von Salzen ab. Salzwasserpflanzen und -tiere haben einen geringeren Salzgehalt, als das sie umgebende Wasser und verwenden daher einen anderen Mechanismus, um ihr Salzgleichgewicht aufrecht zu erhalten. In Brackwasser (Salinität 1-10 ppt) finden wir Pflanzen und Tiere, die Schwankungen der Salinität ertragen können.

Alkalität (Säureaufnahmevermögen)

Das Säureaufnahmevermögen ist ein Maß der Widerstandskraft des Wassers gegen die Erniedrigung des pH-Wertes, wenn dem Wasser Säure zugegeben werden.

Säuren gelangen in der Regel aus Regen oder Schnee ins Wasser, obwohl in manchen Gebieten auch die Böden eine wichtige Rolle spielen. Wasser besitzt Alkalität wenn Gestein im Wasser gelöst vorliegt, welches Kalziumcarbonate, wie Kalzide oder Kalkstein enthält.

Wenn ein See oder ein Fluß eine zu geringe Alkalität besitzt, kann eine große Zufuhr von Säure aus einem starken Regenfall oder aus einer schnellen Schneeschmelze die gesamte Alkalität verbrauchen und den pH-Wert des Wassers so weit senken, daß empfindliche Amphibien und Fische oder Zooplankton nicht überleben können. In Gebieten mit kalkarmen Böden, zum Beispiel gebirgigen Gegenden, finden wir häufig Seen mit sehr geringe Alkalität. Diese Oberflächengewässer sind besonders im Frühling, zur Zeit der Schneeschmelze, sehr empfindlich. Da Verunreinigungen gewöhnlich dann ausgewaschen werden, wenn der Schnee zu schmelzen beginnt, ist besonders am Anfang der Schneeschmelze ein großer Zufluß an sauren Verunreinigungen nachzuweisen. Demzufolge ist der Frühling eine kritische Zeit für das Wachstum des Unterwasserlebens.

Nitrat

Sowohl Süß-, als auch Salzwasserpflanzen benötigen drei Grundnährstoffe zum Wachsen: Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor. In der Tat benötigen die meisten Pflanzen diese drei Nährstoffe in jeweils gleicher Menge und können nicht wachsen, wenn einer dieser drei Stoffe in nicht ausreichender Konzentration vorliegt. Kohlenstoff ist leicht zugänglich durch das Kohlendioxid der Luft, das sich im Wasser löst, d. h. der Mangel an Stickstoff oder Phosphor limitiert in der Regel das Wachstum von Wasserpflanzen. In einigen Fällen können auch fehlende Spurenelemente, z. B. Eisen das Wachstum begrenzen oder auch fehlendes Sonnenlicht. Stickstoff tritt im Wasser in verschiedenen Formen auf: gelöster molekularer Stickstoff (N_2), organische Verbindungen, Ammonium (NH_4^+), Nitrit (NO_2^-) und Nitrat (NO_3^-). Die wichtigste davon ist das Nitrat. Nitrit kommt nur in Gewässern mit Sauerstoffdefizit (geringe Mengen gelösten Sauerstoffs) vor.

Stickstoff, der in Form von Nitraten in natürlichen Gewässern gefunden wird, gelangt auf natürliche Weise von der Atmosphäre dorthin. Dies geschieht mit dem Regen, Schnee, Nebel oder Staub oder durch Verrottung organischer Materialien im Boden oder Sedimenten. Es kann ebenso durch Landwirtschaft eingetragen werden. Bauern düngen ihre Felder mit Stickstoffdünger. Ein Teil davon wird bei Regen ausgewaschen.

Gelangt ein wachstumswichtiger Nährstoff wie Stickstoff im Überschuß in einen See oder Bach, wird das Wasser angereichert und zusätzliches Wachstum von Algen und anderen Pflanzen ist möglich. Diesen Prozess der Anreicherung des Wassers nennen wir Eutrophierung. Das übermä-



Biges Wachstum von Pflanzen kann Geschmacks- und Geruchsprobleme in Seen und Trinkwasser hervorrufen, kann Gesundheitsprobleme beim Menschen, die das Wasser trinken bedingen und einen negativen Einfluß auf Fische und andere Lebewesen im Wasser haben. Überschuß von Stickstoff oder Phosphor in Seen oder Küstengebieten haben häufig mit Abwässern zu tun.

Stickstoffkonzentrationen werden immer als Mengenangabe des Elements Stickstoff ausgedrückt. Daher geben wir Nitrat als Nitratstickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$) in Milligramm pro Liter (das ist 14 g Stickstoff pro Mol $\text{NO}_3\text{-}$) und niemals als NO_3 (das wäre 62g pro Mol $\text{NO}_3\text{-}$) an. In den meisten natürlichen Gewässern liegen die Nitratwerte unter 1 mg/l Nitratstickstoff, aber in einigen Gebieten können Konzentrationen bis 10 mg/l gefunden werden.

Die Wichtigkeit der Messungen

Wie ist der Zustand der auf der Erde zahlreich auftretenden Oberflächengewässer - Bäche, Flüsse, Seen und Küsten? Wie verändern sich die Zustände im Laufe eines Jahres? Ändern sich die Zustände von Jahr zu Jahr? Die GLOBE-Wasseruntersuchungen können als regelmäßige, großflächige Beobachtung der Gewässer genutzt werden. Unser Wissen über die regionale und globale Wasserqualität beruht auf den Messungen einiger weniger repräsentativer Werte. Diese Messungen wurden nur einige wenige Male durchgeführt. Unsere Informationen über einen Großteil von beruhen beispielsweise auf Messungen die nur einmal, vor vielleicht 10 Jahren, durchgeführt wurden. Bevor wir Veränderungen beurteilen können, brauchen wir aber zuverlässige Informationen über die vorherrschenden Bedingungen. Sind Veränderungen schon eingetreten, können uns Vergleiche zwischen belasteten und unbelasteten Gebieten helfen, die Probleme zu verstehen.

Messungen des gelösten Sauerstoffs und des pH-Wertes zeigen direkt, wie „gastfreundlich“ ein Gewässer für das Unterwasserleben ist. Auch ist es interessant, die Veränderungen bei gelöstem Sauerstoff, Alkalität und pH-Wert im Laufe eines Jahres von verschiedenen Gewässern gegenüberzustellen und miteinander zu vergleichen. Wir können Fragen stellen wie: Sind maximale Werte von gelöstem Sauerstoff nur temperaturabhängig oder sind sie auch abhängig von der Jahreszeit? Wenn sie niedrig sind, möchten wir wissen, warum. Wir können beobachten, ob der pH-Wert nach einem starken Regen oder einer Schneeschmelze absinkt. Wenn wir eine Erniedrigung des pH-Wertes feststellen, erwarten wir eine geringe Alkalität des Gewässers. Aber um zu erfahren, ob dies wirklich der Fall ist, müssen wir Messungen vornehmen, die unsere Vermutungen bestätigen.

Schüler sollten während des Prozesses der GLOBE-Messungen vor allem zwei Ziele vor Augen haben. Einerseits wollen wir ein tieferes Verständnis über unsere lokalen Land- und Wasserressourcen entwickeln. Dieses Wissen kann uns dabei helfen, verantwortungsvollere Entscheidungen darüber zu treffen, wie wir die Ressourcen nutzen, verwalten und uns an ihnen erfreuen können.

Andererseits wollen wir die Auswirkung menschlichen Handelns abschätzen, welche die Wasserqualität beeinträchtigen und damit verhindern, daß wir es auch in Zukunft noch nutzen können. In den Vereinigten Staaten, wie in den meisten anderen Ländern der Erde, wird gegenwärtig nur einmal im Jahr die Wasserqualität einiger weniger Gewässer untersucht. Wir hoffen, daß die Messungen, die ihr für das GLOBE-Programm macht, dabei helfen, unser Verständnis für die Gesundheit der Gewässer unserer gesamten Erde zu verbessern.



Vorbereitung der Feldphase

Überblick

Schüler sollen Wasserproben aus einem ausgewähltem Gewässer entnehmen und diese Proben untersuchen, um ihre Zusammensetzung herauszufinden. Die Ergebnisse werden analysiert, um ein besseres Verständnis für die Qualität des Wassers und den Einfluß auf unsere Umwelt zu erlangen.

Tab. HYD-I-1 listet die empfohlenen Meßprotokolle auf. Bitte beachten Sie, daß die Protokolle für Fortgeschrittene spezielle Sicherheitsvorkehrungen erfordern. Die wichtigsten Messungen sind die des pH-Wertes und der Temperatur. Es gibt drei fakultative Protokolle, das des gelösten Sauerstoffs, das der Alkalität und das der elektrischen Leitfähigkeit.

Tabelle HYD-I-1: Niveau der hydrologischen Messungen

<u>Niveau:</u>	<u>Messungen:</u>
Anfänger	Sichttiefe Temperatur pH-Wert (Papier) Leitfähigkeit oder Salinität
Mittel / Fortgeschrittene	Sichttiefe Temperatur gelöster Sauerstoff pH-Wert (Stift oder pH-Meter) Leitfähigkeit oder Salinität Alkalität Nitrat

Zeitplan der Messungen

Die Messungen müssen einmal pro Monat durchgeführt werden und zwar am gleichen Tag im Monat und zur gleichen Tageszeit. Wöchentliche Messungen sind besonders zu den Jahreszeiten erwünscht, in denen rasche und starke Änderungen der hydrologischen Bedingungen erfolgen. Für alle Protokolle sollen die Proben der Untersuchung an derselben Stelle gesammelt werden.

Auswahl des Meßortes (in Reihenfolge der Brauchbarkeit)

1. Bach oder Fluß
2. See oder Reservoir
3. Teich
4. ein Bewässerungsgraben oder ein anderes Gewässer falls die o. a. Stellen für euch nicht erreichbar sind.

Schülergruppen



Die Messungen sollten durch Gruppen von 2 - 3 Schülern vorgenommen werden. Die Aufgabe einer Gruppe ist es, Proben zu sammeln und zu untersuchen und die Daten aufzuschreiben.

Es ist sehr nützlich, mehrere Gruppen zu haben, welche die gleiche Untersuchung durchführen (z. B. zwei Gruppen, die den gelösten Sauerstoff messen). Dies ermöglicht es mehr Schülern, an dem Projekt teilzunehmen und ergibt eine gewisse Qualitätskontrolle. Schülergruppen, die denselben Faktor untersuchen, sollten die Ergebnisse miteinander vergleichen und die Daten auf ihre Ähnlichkeit hin überprüfen. Bei unterschiedlichen Ergebnissen sollte die Meßdurchführung überprüft und wiederholt werden. Kontrolle der Datenqualität ist ein wichtiger Teil von Wissenschaft und eine Lernerfahrung.

Überblick über die Lernaktivitäten

Verknüpfen wir die Protokolle zur Durchführung der einzelnen Messungen mit den Lernaktivitäten aus Teil II, so können wir optimale Voraussetzungen für das Verständnis der Wasserchemie entwickeln. Für manche Schüler ist es möglicherweise interessant genug, Messungen durchzuführen und Daten in die GLOBE-Eingabemasken einzutragen. Viel wichtiger ist es, Wissen auszubauen und kritisches Denken zu fördern, ohne daß Schüler zu „Daten-Robotern“ werden. Die Lernaktivitäten werden dabei helfen, Zusammenhänge besser zu verstehen.

Lernziele

Die Untersuchungen fördern das Verständnis der Schüler für die Bedeutung von Wasser, seiner Eigenschaften und Inhaltsstoffe. Mit Hilfe der Wasseruntersuchungen lernen die Schüler, die Chemie des Wassers zu verstehen und begreifen, wie wichtig es ist, für die Gesundheit der aquatischen Umwelt zu sorgen.

Nachdem die Schüler alle Aktivitäten durchgeführt haben sollten ihnen folgende Begriffe und Fähigkeiten geläufig sein.

Begriffe

- Die Chemie des Wasser ist ein wichtiger Aspekt für das Unterwasserleben.
- Die Temperatur kann wasserchemische Parameter beeinflussen
- Die Chemie des Wassers bestimmt die Vielfalt der Organismen
- Geräte können die Information, die uns unserer Sinne über das Wasser liefern, ergänzen
- Auf Basis der Daten werden Fragen formuliert und beantwortet
- Genauigkeit und Präzision sind beim Durchführen der Messungen wichtig
- Vom Wassergehalt des Bodens und seiner Speicherfähigkeit hängt das Wachstum der Vegetation ab
- Wohin das Regenwasser gelangt, hängt von den Eigenschaften des Bestimmungsortes ab
- Höhere Temperaturen und längere Trockenperioden erhöhen die Evapotranspiration
- Die Wasserführung (Abfluß) ändert sich im Laufe der Zeit
- Das Gleichgewicht des Wassers kann mit Hilfe von Temperatur-, Niederschlags- und Breitendaten modelliert werden



Lernziele

- Richtiges Beobachten
- Anwenden der Techniken zur Probennahme
- Eichen wissenschaftlicher Instrumente
- Arbeiten nach Anleitungen
- Genaues Erfassen und Berichten von Daten
- Ablesen von Skalen
- Mündliche Kommunikation
- Schriftliche Kommunikation
- Entwickeln von Fragestellungen
- Aufstellen und überprüfen von Hypothesen
- Experimente, Geräte und Modelle entwerfen
- Verwendung von Meßgeräten zur Bestimmung der Wasserqualität
- Verwendung von Geräten um Sinneswahrnehmungen zu ergänzen
- Erstellen und Interpretieren von graphischen Darstellungen
- Berechnen von Mittelwerten
- Zeit- und ortsabhängig vergleichen
- Untersuchen von Daten auf Trends und Unterschiede
- Einsatz der GLOBE-Datenbank

Leistungsbeurteilung

Die Rolle, welche die einzelnen Schüler übernehmen, Gruppenarbeit und die Darstellung der Arbeit in den Unterlagen kann zur Beurteilung herangezogen werden. GLOBE Mappen sollten regelmäßig durchgesehen werden, um festzustellen in wie weit die Schüler die wissenschaftlichen Grundbegriffe, Prozesse und Ziele verstanden haben. Sie können auch dazu verwendet werden die mündliche und schriftliche Kommunikationsfähigkeit zu überprüfen. Berichte und Präsentationen können auf Basis der GLOBE-Mappen erfolgen.

Zusätzlich zu den Messungen und Eintragungen der Daten in den Server, sollten die Schüler auch die Daten analysieren und Berichte schreiben.

Die Schüler sollten Berichte über die Testparameter schreiben. Die einzelnen Beiträge könnten zu einem Gesamtbericht über den Meßort zusammengefaßt werden und z. B. lokalen und staatlichen Einrichtungen zugeschickt werden, die sich ebenfalls mit der Untersuchung von Wasser beschäftigen.

Literatur

T. E. Graedel und P. J. Crutzen (1994) Chemie der Atmosphäre: Bedeutung für Klima und Umwelt, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

F. T. Mackenzie and J. A. Mackenzie (1995) Our Changing Planet: An Introduction to Earth System and Science and Global Environmental Change, Prentice Hall, New Jersey



PROTOKOLLE



Hinweise zur Durchführung der hydrologischen Messungen Sammeln der Wasserproben

Sichttiefe

Als erstes bestimmen die Schüler die Sichttiefe

Wassertemperatur

Sofort nachdem die Schüler die Proben genommen haben, sollen sie die Wassertemperatur messen.

Gelöster Sauerstoff

Die Schüler bestimmen den gelösten Sauerstoffgehalt in ihren Wasserproben.

pH

Die Schüler messen den jeweiligen pH-Wert ihrer Proben unter Verwendung einer der folgenden drei Methoden: pH-Indikatorpapier, pH-Pens oder pH-Meter.

elektrische Leitfähigkeit

Die Schüler messen die elektr. Leitfähigkeit ihrer Proben.

Salinität

Die Schüler bestimmen die Salinität des Salz- oder Brackwassers mit einem Hydrometer

Optional: Salinität durch Titration

Fortgeschrittene Schüler messen die Salinität des Salz- oder Brackwassers durch Chloridtitration nach Mohr

Alkalität

Die Schüler bestimmen die Alkalität ihrer Proben.

Nitrat

Die Schüler bestimmen den Gehalt an Nitratstickstoff ihrer Wasserprobe



Hinweise zur Durchführung der hydrologischen Messungen

Vorbereitungen für die Messungen

Auswahl des Meßortes:

Im Idealfall befindet sich der Meßort für die Wasseruntersuchung in einem Wassereinzugsgebiet, welches innerhalb des 15 km mal 15 km großen GLOBE-Untersuchungsbereichs liegt. In diesem Wassereinzugsgebiet wird nun ein Meßort zur Durchführung der Wasseruntersuchungen (Wassertemperatur und pH-Wert und wahlweise Alkalität, elektrische Leitfähigkeit und gelöster Sauerstoff) ausgewählt. Falls ein für Sie wichtiges Oberflächengewässer in der Nähe sein sollte, nehmen Sie dieses unbedingt für die Wasseruntersuchungen. Ansonsten sind die Oberflächengewässer in folgender Reihenfolge zu bevorzugen:

1. Bäche oder Flüsse
2. Seen oder Reservoirs (Stauseen)
3. Teiche

Ein Wassergraben sollte nur dann benutzt werden, wenn es innerhalb Ihres GLOBE Untersuchungsbereichs keine Bäche, Flüsse, See, Talsperren oder Teichen gibt oder diese nicht zugänglich sind. Alle Wasserproben sollten stets an derselben Stelle gesammelt werden. Diese Stelle nennt man den Meßort. Wenn dieser an einem bewegten Oberflächenwasser, z. B. einem Bach oder Fluß liegt, soll der Meßort an einer Stelle an der das Wasser nur leicht bewegt wird, nicht an einer Bachschnelle oder an stehendem Wasser plaziert werden.

Wenn der Meßort an einem stehenden Gewässer liegt, z. B. an einem See oder einer Talsperre, wählen Sie eine Stelle im Abflußbereich oder der Mitte des Gewässers. Nehme Sie die Proben nicht am Zufluß. Eine Brücke oder Pier sind eine gute Wahl. Wenn das Brack- oder salzhaltige Gewässer durch Gezeiten beeinflusst werden sollte, müssen Sie sich die Zeiten von Flut und Ebbe einer möglichst nahegelegenen Stelle besorgen.

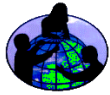
Beschreibung des Meßortes

Nach der Auswahl des Meßortes müssen dessen geographische Koordinaten mit einem GPS (-Receiver) bestimmt werden. Die Koordinaten und eine Beschreibung des Meßortes werden dann in das Datenblatt eingetragen. Für das Protokoll Salinität benötigen Sie auch die Angaben über Längen- und Breitengrad der Stelle, von der Sie die Informationen über die Zeiten von Ebbe und Flut erhalten haben. Sie können diese Koordinaten selbst mit dem GPS bestimmen Sie erhalten sie zusammen mit den anderen Informationen zu Flut und Ebbe.

Häufigkeit

Sammeln Sie Ihre Proben in wöchentlicher Folge jeweils zur gleichen Uhrzeit. Wenn Ihr Meßort im Winter zufriert oder im Sommer austrocknet, sollten Sie, solange aus diesen Gründen eine Probennahme nicht möglich ist, dies 1 mal pro Monat in Ihrem Datenblatt vermerken bzw. in den Datenserver eingeben.

Bemerkung: Seien Sie auf einige überraschende Meßergebnisse im Lauf eines Jahres gefaßt. Bei einem Hochwasser z. B. werden der erhöhte Wasserzufluß und der erhöhte Sedimentanteil die chemischen Parameter dramatisch verändern. Besonders nach Schneeschmelzen treten in Seen



drastische Änderungen auf, da sich dann die einzelnen Wasserschichten besonders stark mischen. Bodenwasserschichten gelangen an die Oberfläche und umgekehrt und führen zu überraschenden Meßergebnissen. Beobachten Sie also saisonbedingte und monatliche Veränderungen.

Qualitätssicherung und -kontrolle

Ein Qualitätssicherungs- und Qualitätskontrollplan (QA/QC) ist notwendig, um die Genauigkeit und Präzision der Meßergebnisse zu garantieren. Genauigkeit bedeutet, wie nah der Meßwert dem wahren Wert ist. Präzision bedeutet, wie konstant die Messung ist, d. h. ob man übereinstimmende Meßwerte erhält. Die Zuverlässigkeit in beiden Fällen wird erreicht durch:

- Sammlung der Wasserproben nach Vorschrift
- Sofortiges Durchführen der Tests nach der Probenentnahme
- Sorgfältige Eichung, Benutzung und Wartung der Testausrüstung
- Exakte Beachtung der Versuchsanleitungen
- Wiederholungen der Messungen zur Kontrolle der Streuung der Meßwerte und zur Fehlererkennung
- Minimierung der Verunreinigung der Vorratsreagenzien und der Testausrüstung
- Vergleich der Zahlen, die dem GLOBE Data Server angegeben werden mit denen, die in den Unterlagen vermerkt wurden

Kalibrierung

Durch Kalibrierung wird die Genauigkeit der Meßgeräte überprüft. Um beispielsweise sicherzustellen, daß die pH-Instrumente zuverlässig funktionieren, wird eine Lösung von bekanntem pH-Wert getestet. Die Einstellungsvorgänge variieren von Messung zu Messung und sind detailliert in jedem Protokoll beschrieben. Die Kalibrierungen müssen am selben Tag jeweils vor den Messungen durchgeführt werden. Manche Kalibrierungen lassen sich jedoch im Klassenraum, bevor man zum Meßort geht, vornehmen. In einigen Fällen sollte man unmittelbar vor der Probenuntersuchung das Meßgerät überprüfen (siehe Meßanleitungen).

Dauer und Reihenfolge bei der Durchführung der Messung:

Das Testen von Temperatur und gelöstem Sauerstoff sollte sofort am Messungsort, direkt nach der Entnahme der Wasserprobe erfolgen. Das Wasser im Eimer darf nicht länger als eine halbe Stunde stehen. Falls dies dennoch einmal vorkommt, sollte man eine neue Probe nehmen. Ist es nicht möglich die oben angeführten Messungen am Meßort vorzunehmen, füllen Sie die Proben in Flaschen ab und in führen die Messungen in der Schule durch. Die Abfülltechnik wird bei der Probenentnahme beschrieben. Grundsätzlich empfehlen wir Ihnen, all Ihre Tests direkt an Ort und Stelle vorzunehmen. Insbesondere sollte die Bestimmung des gelösten Sauerstoff sollten nicht erst in der Schule durchgeführt werden. Diese Untersuchung sollte innerhalb von 30 Min. nach der Probenentnahme abgeschlossen sein. Die Bestimmung des pH-Werts (innerhalb 2 Std.), der Alkalität und der elektr. Leitfähigkeit (24 Std.) können, falls nötig, später in der Schule vorgenommen werden.

Wichtig: Die Reihenfolge der Messungen ist wichtig. Als Erstes sollte die Sichttiefe bestimmt werden, direkt danach die Wassertemperatur, sofort im Anschluß der gelöste Sauerstoff, danach der pH-Wert, elektr. Leitfähigkeit oder Salinität, Alkalität und Nitrat.



Wichtig: Die Menge an gelöstem Sauerstoff ist abhängig von der Temperatur des Wassers. Messen Sie also zum gelösten Sauerstoff immer auch vorher die Wassertemperatur. Um die Messung des gelösten Sauerstoffs auswerten können, muß bei Brack- und Salzwasser die Salinität bestimmt werden.

Wiederholung der Messungen

Unterteilen Sie Ihre Klasse für jede Messung in mindestens zwei Gruppen. Sobald eine Gruppe Ihre Messungen beendet hat, sollte Sie der nächsten Gruppe die Ausrüstung weitergeben. Beide Gruppen sollen Wasser aus demselben Eimer für Ihre Messungen verwenden.

Falls sich die Werte später deutlich unterscheiden, sollten Sie oder eine weitere Gruppe die Messung noch einmal wiederholen. In der folgenden Tabelle werden die maximal tolerierten Abweichungen der einzelnen Untersuchungen aufgelistet:

Messung	Maximale Abweichung
Sichttiefe	1.0 cm
Wassertemperatur	0.5 °C
Gelöster Sauerstoff	0.4 mg/l (La Motte) 1.0mg/l (Hach)
pH-Wert (mit Indikatorpapier)	1.0 pH-Einheit
pH-Wert (pH-Pen oder pH-Meter)	0.2 pH Einheiten
Leitfähigkeit	2 % der vollen Skala (40 µS)
Salinität (Hydrometer)	0.4 ppt (tausendstel Gewichtsanteile)
Salinität (Titration)	0.4 ppt (tausendstel Gewichtsanteile)
Alkalität	4 mg/ L CaCO ₃ (La Motte) 1 Tropfen (Hach):
unempfindlich	17 mg/l CaCO ₃
empfindlich	6,8 mg/l CaCO ₃
Nitrat	1.0 mg/l

Jede Gruppe notiert die einzelnen Meßergebnisse. An den GLOBE Data Server werden die Mittelwerte geschickt, wenn die Abweichung der Einzelwerte geringer sind, als in der Tabelle oben angegeben. Werte, die größere Abweichungen angeben besitzen, werden nicht berücksichtigt. Bitte beachten Sie, daß bei der Sichttiefe alle Einzelergebnisse übermittelt werden müssen.

Abfallbeseitigung

Nach der Durchführung aller Tests sollten alle Lösungen und Flüssigkeiten (außer diejenigen von Nitrat- und Salinitätsbestimmung) in einem Plastikbehälter mit einer großen verschraubbaren Öffnung gesammelt und vorschriftsmäßig entsorgt werden.

Die Abfälle aus der Bestimmung von Nitrat und Salinität (welche die Cadmium und Chromat enthalten) sollten dementsprechend vorschriftsmäßig entsorgt werden.



Sammeln der Wasserproben

Materialien und Hilfsmittel

einen 4-l-Haushaltseimer mit einem starken Seil, das sicher befestigt ist
Papiertücher
500 ml Probenflaschen aus Polyethylen
GLOBE-Notizbücher, Stifte, Datenblätter
Latexhandschuhe

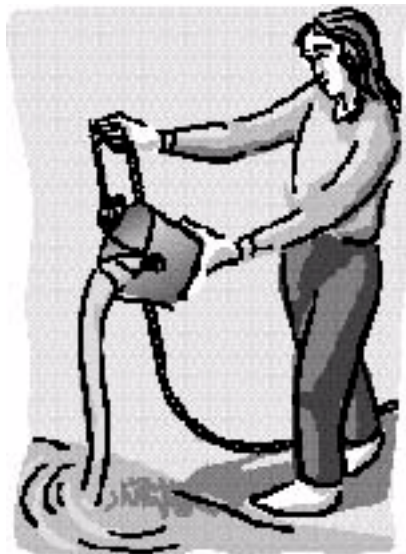
Wenn die Schüler die Wasserstelle SICHER (in Armreichweite) erreichen können, werden Temperatur-, pH-Wert, gelöster Sauerstoff und elektr. Leitfähigkeitswerte „in situ“ direkt am Ufer gemessen. Zur Bestimmung der Alkalität, der Salinität und des Nitratgehalts werden die Wasserproben mit Hilfe des Eimers genommen. Die Proben sollen sofort nach ihrer Entnahme getestet werden. Falls dies nicht möglich ist, sollten sie abgefüllt und später in der Schule untersucht werden. Der Sauerstoff im Wasser muß gebunden werden, bevor die Probe transportiert werden kann. Dazu werden die ersten Schritte des Protokolls „gelöster Sauerstoff“ durchgeführt.

Benutzen Sie die folgenden Techniken zur Entnahme der Wasserproben für die sofort durchgeführten Tests und zum Abfüllen der Proben für die Untersuchungen in der Schule.

Eine Probe des Gewässers kann zur Bestimmung der Sichttiefe mit der Meßröhre verwendet werden. Die Bestimmung mit der Secchi Scheibe ist nur bei tieferen Gewässern angebracht und werden gewöhnlich von einer Brücke, einem Pier oder dem Ufer durchgeführt.

Technik der Probenentnahme

1. Halten Sie den Eimer am Seil fest und bringen ihn schräg ins Wasser, so daß er sich teilweise füllt. Wenn der Eimer mit dem Boden aufsetzt, neigen Sie den Rand, damit genug Wasser in den Eimer fließen kann. Ziehen Sie gegebenenfalls etwas am Seil. Spülen Sie den Eimer mit dem Probenwasser aus. Verwenden Sie dazu kein destilliertes Wasser, da dies die Testergebnisse verändern würde.



Ausspülen des Eimers

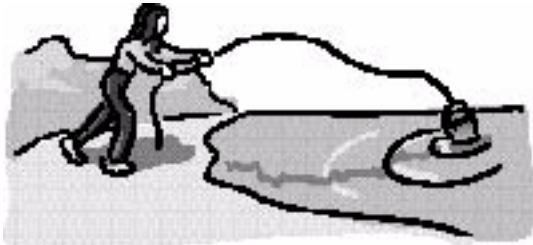
Der Eimer darf nur für Deine Messungen verwendet werden und niemals als Putzeimer oder ähnliches, da ansonsten ebenfalls die Testergebnisse beeinflusst werden.

Falls Ihr Meßort ein Bach oder Flußlauf sein sollte, werfen Sie den Eimer in einen gut vermischten Bereich in geringem Abstand zum Ufer aus. Im Idealfall sollte das Wasser sogar langsam fließen. Falls Sie jedoch die Proben aus einem schnell fließendem Bach entnehmen, achten Sie darauf die Schnur die ganze Zeit über fest in der Hand zu halten, so daß der Eimer nicht mitgerissen wird.



Werden Proben aus einem See, einer Bucht oder dem Meer entnommen, wird der Eimer so weit wie möglich ausgeworfen werden.

Die Wasserproben sollten stets von der Wasseroberfläche entnommen werden. Achten Sie darauf, daß der Eimer niemals ganz unter die Oberfläche sinkt.



Auswerfen des Eimers

2. Der Eimer wird zu ungefähr 2/3 oder 3/4 mit Wasser gefüllt und anschließend wieder aus dem Wasser gezogen.

Abfülltechnik

Obwohl die Bestimmungen möglichst am Meßort durchzuführen und auszuwerten sind, kann die Messung von pH, Alkalität, Nitrat und elektrische Leitfähigkeit oder Salinität im Schulgebäude durchgeführt werden. Nachdem der Sauerstoff gebunden wurde, kann der Rest der Bestimmung ebenfalls in der Schule vervollständigt werden.

Benutzen Sie zum Abfüllen der Wasserproben folgendes Verfahren:

1. Beschriften Sie eine 500 ml-Plastikflasche mit dem Namen der Schule, des Lehrers, Datum und Zeit der Probenentnahme.
2. Spülen Sie die Flasche und den Deckel mit etwas Wasser aus der Probe ab.
3. Füllen Sie die Flasche bis zum Rand mit Wasser, damit beim Verschließen keine Luft in der Flasche eingeschlossen wird.
4. Versiegeln Sie den Flaschendeckel mit einem Stück Klebeband.
Achtung: Das Klebeband dient als Markierung, um festzustellen, ob eine Flasche geöffnet wurde. Das Klebeband NICHT in Kontakt mit der Wasserprobe bringen.
5. Bewahren Sie die Proben bei ca. 4 °C im Kühlschrank auf, bis sie getestet werden können (pH und Nitrat innerhalb von 2 Stunden, Alkalität und elektrische Leitfähigkeit oder Salinität innerhalb von 24 Std.)
6. Nach Aufbrechen des Siegels, messen Sie erst den pH-Wert, dann die elektrische Leitfähigkeit oder Salinität, Alkalität und schließlich den Nitratgehalt. Es ist am besten, wenn alle Bestimmungen sofort nach dem Öffnen in einem Durchgang erfolgen.

Sicherheitshinweis:

Bei der Durchführung der Versuche sind die Sicherheitsbestimmungen einzuhalten. Hinweise befinden sich bei den verwendeten Chemikalien.

Immer dort wo Chemikalien zum Einsatz kommen wird die Benutzung von Latexhandschuhen und Sicherheitsbrillen empfohlen.



Protokoll: Sichttiefe

<p>Zweck Die Wassertrübung wird bei stehenden und tiefen Gewässern mit einer Secchi Scheibe, bei fließenden und seichten Gewässern mit Hilfe einer Meßröhre bestimmt.</p> <p>Übersicht Die Secchi Scheibe ist eine weithin angewandte Methode zur Bestimmung der Sichttiefe des Wasser. Die so gemessene Sichttiefe hängt von der Menge im Wasser vorhandener Schwebeteilchen und gefärbten Stoffe ab. Diese Stoffe stammen aus Sedimenten oder sind durch biologische Prozesse im Wasser entstanden. Die Meßröhre wird für fließende Gewässer verwendet oder dort wo die Secchi Scheibe aus anderen Gründen nicht eingesetzt werden kann.</p> <p>Zeitaufwand 10 - 15 min</p> <p>Niveau Alle Schüler</p> <p>Häufigkeit einmal pro Woche</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Bestimmung der Sichttiefe von Wasser mit einer Secchi Scheibe oder Meßröhre- Lichtstreuung- Schwebeteilchen- Lichtabsorption- Farbe des Wassers- Pflanzenwachstum	<p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Verwendung einer Secchi Scheibe oder Meßröhre- Planen der Vorgehensweise- Erfassen von Daten- Interpretation der Ergebnisse <p>Hilfsmittel</p> <p><u>Secchi Scheibe</u></p> <ul style="list-style-type: none">- ca. 5 m Seil (je nach Wassertiefe)- wasserfeste Farbe (Latex): schwarz und weiß- Bohrer- Metallrohr: 15 cm, ϕ 2.5 - 3 cm- Holzscheibe: 2.5 cm dick, ϕ 20 cm- 2 Hakenschrauben- 15 cm Schnur- kleine Tube Holzkleber oder Sekundenkleber- wasserfeste Filzstifte (rot, blau, schwarz)- Meterstab <p><u>Meßröhre</u></p> <ul style="list-style-type: none">- klare Plastikröhre, ca. 1 m lang (bei geringer Wassertrübung auch länger), ϕ 4.5 cm- weiße Kappe, mit der die Röhre dicht verschlossen werden kann- schwarzen, wasserfesten Filzstift- Meterstab <p>Vorbereitung</p> <p>Falls Sie die Secchi Scheibe nicht bestellen können, fertigen Sie die Scheibe an. Die Anleitung dazu finden Sie in diesem Kapitel. Wird die Meßröhre verwendet, muß diese vor dem Gang zum Meßort hergestellt sein.</p> <p>Voraussetzung</p> <p>Bevor die erste Messung durchgeführt wird, ist es ratsam den Schülern eine kleine Einführung in den Umgang mit Secchi Scheibe und Meßröhre und die Bestimmung der Sichttiefe mit dieser Methode zu gegeben.</p>
--	--

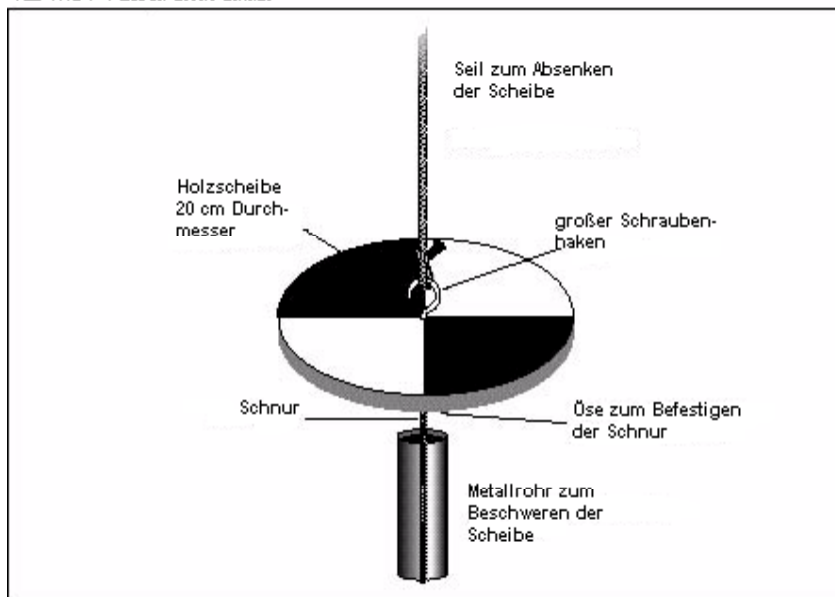


Anleitung für die Secchi Scheibe

1. Teilen Sie die Oberfläche der Holzscheibe mit Hilfe eines Bleistiftes in vier Quadranten (2 senkrecht aufeinander stehende Linien).
2. Streichen Sie zwei gegenüberliegende Quadranten schwarz, die anderen beiden weiß.
3. Schrauben Sie jeweils einen Haken auf jeder Seite der Scheibe in den Mittelpunkt. Befestigen Sie ein mindestens 5 m langes Seil am Haken, der sich an der Oberseite befindet.
4. Binden Sie ein kurzes Stück Schnur an den Haken der Unterseite und stecken es durch das Metallrohr. Machen Sie einen großen Knoten am Ende des Rohrs, um es zu befestigen.
5. Halten Sie das Seil, das an der Oberseite befestigt ist, fest und verwenden Sie den Meterstab, um den Abstand zur Scheibe zu bestimmen. Nehmen Sie einen schwarzen, wasserfesten Filzstift, um alle 10 cm eine Marke zu setzen. Markieren Sie alle 50 cm mit blau und jeden Meter mit rot. Fertig ist die Secchi Scheibe.

Abb HYD-P-1: Bau der Secchi-Scheibe

Abb · HYD-P-1 · Bau der Secchi-Scheibe





Anleitung zum Bau der Meßröhre

1. Befestigen Sie eine weiße PVC Kappe am einen Ende der klaren Plastikröhre. Die Kappe sollte dicht sitzen, damit das Wasser nicht auslaufen kann.
2. Schneiden Sie eine Scheibe, die den Durchmesser der Plastikröhre besitzt aus Holz, Plastik oder Pappe aus.
3. Teilen Sie die Scheibe in vier Quadranten auf und streichen Sie diese abwechselnd schwarz und weiß. Versiegeln Sie die Scheibe durch Überziehen mit einer Klebefolie oder Klarlack.
4. Kleben Sie die Scheibe mit der Bemalung nach oben (zur Öffnung zeigend) auf den verschlossenen Boden der Röhre.
5. Bringen Sie mit einem wischfesten Filzstift eine Meßskala auf der Röhre an. Der Nullpunkt liegt in Höhe der Scheibe.

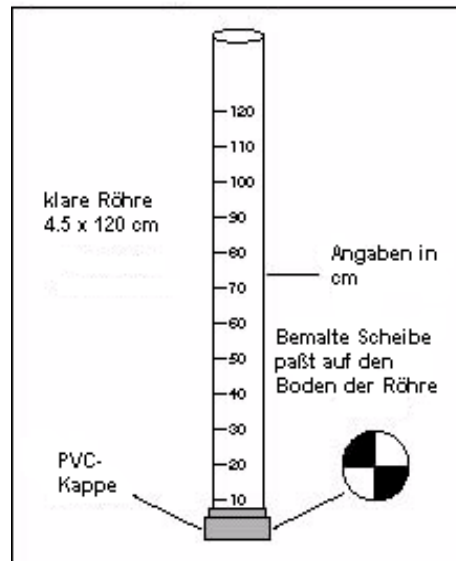


Abb HYD-P-2: Meßröhre (Sichttiefe)

Messen der Sichttiefe

Um genau und reproduzierbar ablesen zu können, sollten Sie die Messung stets im Schatten und mit dem Rücken zur Sonne durchführen. Falls kein Schatten vorhanden ist, können Sie sich mit einem Schirm oder einem großen Stück Karton behelfen. Wenn die Meßröhre verwendet wird, reicht der Schatten des Beobachters aus.

Verschiedene Menschen sehen die Secchi Scheibe bzw. den Boden der Meßröhre bei unterschiedlicher Tiefe. Daher sollte, soweit es möglich ist, die Bestimmung der Sichttiefe jeweils von drei Schülern durchgeführt werden. Diese drei Einzelwerte werden an den Datenserver geschickt.

Secchi Scheibe

Senken Sie die Scheibe langsam ins Wasser ab, bis Sie diese gerade nicht mehr sehen können. Falls möglich, halten Sie die Schnur an der Wasseroberfläche zwischen den Fingern oder markieren die Stelle mit einer Stecknadel. Falls Sie die Schnur nicht direkt an der Wasseroberfläche markieren können, markieren Sie das Seil in einem Abstand von der Oberfläche, der vorher bestimmt wurde, oder bekannt ist.



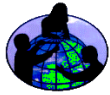
1. Ziehen Sie dann die Secchi Scheibe hoch bis zu dem Augenblick, da Sie die Scheibe wieder sehen können. Zwischen den Punkten „nicht mehr sehen“ und „wieder sehen“ sollten nur einige Zentimeter liegen. Markieren Sie die Wasseroberfläche (oder einen bekannten Abstand von der Wasseroberfläche) an der Schnur, sobald die Scheibe wieder sichtbar ist. Die Schnur hat nun zwei Markierungen.
2. Tragen Sie diese beiden Meßwerte (Abstände von der Wasseroberfläche zur Secchi Scheibe) mit 1 cm Genauigkeit in das Datenblatt ein.
3. Falls sich die beiden Werte um mehr als 10 cm unterscheiden, wiederholen Sie die Messungen und tragen Sie die neu bestimmten Werte ins Datenblatt ein.
4. Stellen Sie mit Hilfe des Protokolls „Bedeckungsgrad“ die Wolkendichte fest und tragen Sie diese mit ins Datenblatt ein. Bestimmen Sie die Abstände zwischen den Markierungen der einzelnen Beobachter und der Wasseroberfläche. Notieren Sie diese Werte auf dem Datenblatt. Falls die Markierungen an der Wasseroberfläche durchgeführt wurden, geben Sie als Abstand den Wert 0 ein.
5. Schicken Sie die gemessenen Tiefen, die Wolkendichte und den Abstand zwischen Beobachter und Wasseroberfläche an den Datenserver. **Bemerkung:** Geben Sie nicht Mittelwerte, sondern die Datensätze der einzelnen Beobachter ein.

Bemerkung: Falls die Secchi Scheibe auf den Boden des Gewässers gelangt und Sie die Scheibe aber noch immer sehen können, notieren Sie diesen Abstand bezogen auf die Wasseroberfläche und schreiben Sie „>“ vor diesen Wert. Übermitteln Sie so die Messung an den Datenserver.

Meßröhre

1. Gießen Sie solange Wasser in die Meßröhre, bis Sie das Muster der Scheibe am Boden der Röhre gerade nicht mehr sehen können. Drehen Sie dazu die Röhre und beobachten, ob der Farbwechsel von weiß und schwarz noch zu sehen ist.
2. Notieren Sie den Wasserstand in der Röhre auf 1 cm genau.
3. Auch diese Bestimmung soll von zwei weiteren Schülern wiederholt werden. Geben Sie einzeln die Werte aller Beobachter in den Datenserver ein. Bilden Sie keine Mittelwerte.

Bemerkung: Falls die Röhre vollständig gefüllt ist und Sie die Scheibe am Boden sehen können, markieren Sie dies indem Sie den Wert (Länge der Röhre) mit „>“ versehen.



Protokoll : Wassertemperatur

<p>Zweck Die Temperatur einer Wasserprobe soll gemessen werden.</p> <p>Übersicht Die Temperatur der Wasserprobe wird für die Messung des pH-Werts und des gelösten Sauerstoffs gebraucht, außerdem um globale Fragen aus dem Bereich der Hydrologie zu klären.</p> <p>Zeitaufwand 5 Minuten nach Eichen des Thermometers</p> <p>Niveau Alle Schüler</p> <p>Häufigkeit Wöchentlich Kalibration alle drei Monate</p>	<p>Wichtige Inhalte und Lernziele</p> <p>Inhalte Temperatur, Temperaturmessung, Wärmeübertragung, Leitfähigkeit, Genauigkeit, Präzision</p> <p>Lernziele Korrekt Gebrauch eines Thermometer, Lesen einer Skala, Aufzeichnung von Daten</p> <p>Hilfsmittel Ein alkoholgefülltes Thermometer, eine Uhr, eine 30 cm lange Schnur, Datenblätter</p> <p>Vorbereitungen Bringe alle Materialien zur Meßstelle</p> <p>Voraussetzungen keine</p>
---	--

Kalibration und Qualitätskontrolle

Diese Messungen nehmen nur wenige Minuten in Anspruch. Die Zeit ist ein wichtiger Faktor, damit sich das Gleichgewicht zwischen Thermometer und Temperatur des Wasser einstellen kann, also etwa 3-5 Minuten.

Das flüssigkeitsgefüllte Thermometer sollte mindestens alle drei Monate kalibriert werden, ebenso vor dem Erstgebrauch. Verwenden Sie zum Kalibrieren des Thermometers die Anleitungen aus dem Kapitel „Atmosphäre und Klima“.

Inhalt und Vorgehensweise

1. Knoten Sie ein Ende einer 30 cm langen Schnur an das Ende des Thermometers und das andere Ende der Schnur an ein Gummiband. Wickeln Sie das Gummiband um Ihr Handgelenk, so daß Sie es nicht verlieren können, wenn es aus Versehen ins Wasser fallen sollte.
2. Halten Sie das Ende des Thermometers (gegenüber dem Kolben) und schütteln es mehrere Male, um gegebenenfalls Luft aus der Flüssigkeitssäule zu entfernen. Notieren Sie die Temperatur.
3. Tauchen Sie das Thermometer für einige Minuten ungefähr 10 cm tief in das Probenwasser.
4. Ziehen Sie das Thermometer nur soweit aus dem Wasser, wie dies zum Ablesen der Temperatur nötig ist und lesen Sie den Wert schnell ab. Fall sich Luft- und Wassertemperatur erheblich unterscheiden oder wenn es sehr windig ist, kann es sein, daß sich die angezeigte Tempe-



ratur sehr schnell beim Entfernen des Thermometers aus dem Wasser verändert. Versuchen Sie daher die Temperatur abzulesen, während sich der Kolben des Thermometers noch im Wasser befindet. Senken Sie für eine weitere Minute das Thermometer noch einmal ab und vergleichen den Wert mit dem vorhergegangenen. Falls die Werte gleich sind, fahren Sie mit Schritt 5 fort.

5. Tragen Sie diese Temperatur zusammen mit Datum und Zeit auf das Datenblatt mit den übrigen Meßwerten ein.
6. Aus allen gemessenen Einzelwerten wird der Mittelwert gebildet. Weichen die Temperaturwerte mehr als $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ vom Mittelwert ab, muß die Messung wiederholt werden.



Quelle: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Einrichtung für Umwelterziehung, Tschechien



Protokoll: Gelöster Sauerstoff

<p>Zweck Messung des gelösten Sauerstoffs in der Wasserprobe</p> <p>Übersicht Gelöster Sauerstoff ist für die Tier- und Pflanzenwelt in Bächen, Flüssen und Seen sehr wichtig. Er wird von natürlichen Vorgängen und menschlichen Aktivitäten beeinflusst.</p> <p>Niveau Mittel bis fortgeschritten</p> <p>Zeitaufwand 15 Minuten für Kalibration 15 Minuten für die Bestimmung</p> <p>Häufigkeit wöchentlich Kalibration</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele Inhalte gelöster Sauerstoff, Vergleich mit einem Standardwert, Genauigkeit, Präzision</p>	<p>Lernziele Die Ausrüstung für den Test des gelösten Sauerstoffs richtig einsetzen, Aufzeichnen von Daten</p> <p>Hilfsmittel Meßbesteck für gelösten Sauerstoff</p> <p>Sicherheitshinweis: Bitte beachte, daß sich im Meßbesteck gefährliche Chemikalien befinden!</p> <p>Destilliertes Wasser, 250 ml Plastikflasche mit Deckel, Thermometer, Datenblätter, Latexhandschuhe, Schutzbrille</p> <p>Vorbereitung Führen Sie die Vorbereitung und Aufbewahrung der Proben gemäß den Beschreibungen im Protokoll durch. Bringen Sie die Geräte und Materialien an den Meßort</p> <p>Voraussetzungen keine</p>
--	---

Kalibrierung und Qualitätskontrolle

Die Kalibration sollte alle sechs Monate durchgeführt werden, um die ordentliche Durchführung der Bestimmung sicherzustellen und zu gewährleisten, daß die verwendeten Chemikalien noch in Ordnung sind.

1. Spülen Sie die 250 ml-Flasche zweimal mit destilliertem Wasser aus und messen 100 ml destilliertes Wasser im Meßzylinder ab.
2. Schütten Sie das Wasser in die 250 ml-Flasche, verschließen sie und schütteln 5 Minuten kräftig.
3. Öffnen Sie die Flasche und messen die Wassertemperatur. Achten Sie darauf, daß die Spitze des Thermometers nicht den Boden oder die Wand der Flasche berührt. Warten Sie 1 Minute bevor Sie die Temperatur ablesen.
4. Tragen Sie die Temperatur des destillierten Wassers in das Datenblatt ein.



5. Folge den Anleitungen zur Bestimmung des gelösten Sauerstoffs.

Tragen Sie den Wert als mg/l gelöster Sauerstoff für den Standard „destilliertes Wasser“ in das Datenblatt ein. Die mg/l gelösten Sauerstoffs, die Sie messen, müssen innerhalb einer 0,4 mg/l-Abweichung vom erwartetem Wert liegen (die Werte gelten für geschütteltes und daher mit Sauerstoff gesättigtes destilliertes Wasser).

So ermittelt man den zu erwartenden Wert für eine mit gelöstem Sauerstoff gesättigte destillierte Wasserprobe:

1. Schlagen Sie die Temperatur in Tabelle HYD-P-1 nach.
2. Schlagen Sie sich die dazugehörige Sauerstofflöslichkeit (mg/l) nach und tragen diese in das Kalibrationsdatenblatt ein. Beispiel: Eine Standardtemperatur von 22 °C hat eine entsprechende Sauerstofflöslichkeit von 8,7 mg/l.
3. Bestimmen Sie die Höhe Ihres Standortes über dem Meeresspiegel [m] und schlagen Sie den dazugehörigen Kalibrationsfaktor in Tabelle HYD-P-2 nach. Tragen Sie ihn in das Kalibrationsdatenblatt ein. Beispiel: Eine Höhe von 1544 m hat einen dazugehörigen Kalibrationsfaktor von 0,83.
4. Multiplizieren Sie die Löslichkeit des Sauerstoffs, die in Schritt 2 gefunden wurde, mit dem Kalibrationsfaktor aus Schritt 3. Beispiel: In einer Höhe von 1544 m und bei einer Temperatur von 22 °C multiplizierst Du $(8,7/\text{mg/l}) \times (0,83) = 7,25\text{mg/l}$
5. Dieser Wert (7,25mg/l in unserem Beispiel) ist Ihr erwarteter Wert für geschütteltes destilliertes Wasser.
6. Vergleichen Sie diesen Wert mit dem Wert, den Sie für geschütteltes destilliertes Wasser gemessen haben. Falls der Wert mehr als 0,4 mg/l (La Motte Kit) bzw. 1 mg/l (Hach Kit) abweicht, wiederholen sie die Messung mit dem destillierten Wasser noch einmal. Falls der Wert immer noch stark, jedoch weniger als 1 mg/l abweicht, tragen Sie diesen Wert ins Kalibrationsdatenblatt ein.
7. Falls der Unterschied mehr als 1 mg/l beträgt, übermitteln Sie den gefundenen Wert und erneuern Sie die Chemikalien in Ihrem Testbesteck bevor Sie weitere Messungen durchführen. Führen Sie die Kalibration für die frischen Chemikalien noch einmal durch.



Tabelle HYD-P-1: Löslichkeit von Sauerstoff in luftumgebenen Wasser bei 750 mmHg Druck

Temperatur °C	Löslichkeit mg/l	Temperatur °C	Löslichkeit mg/l	Temperatur °C	Löslichkeit mg/l
0	14.6	16	9.9	32	7.3
1	14.2	17	9.7	33	7.2
2	13.8	18	9.5	34	7.1
3	13.5	19	9.3	35	7.0
4	13.1	20	9.1	36	6.8
5	12.8	21	8.9	37	6.7
6	12.5	22	8.7	38	6.6
7	12.1	23	8.6	39	6.5
8	11.9	24	8.4	40	6.4
9	11.6	25	8.3	41	6.3
10	11.3	26	8.1	42	6.2
11	11.0	27	8.0	43	6.1
12	10.8	28	7.8	44	6.0
13	10.5	29	7.7	45	5.9
14	10.3	30	7.6	46	5.8
15	10.1	31	7.4	47	5.7



Inhalt und Vorgehensweise

Verfahren zur Probenentnahme

1. Spülen Sie die Probenflasche und Ihre Hände dreimal mit dem zu untersuchenden Wasser. Spülen Sie das Titriergefäß dreimal mit dem destillierten Wasser.
2. Verschließen Sie die Flasche.
3. Tauchen Sie die Flasche in das Probenwasser ein und entfernen unter Wasser den Deckel. Warten Sie bis sich die Flasche gefüllt hat.
4. Klopfen Sie gegen die Flasche, um Luftblasen zu entfernen.
5. Verschießen Sie die Flasche unter Wasser und nehmen die verschlossene Flasche aus dem Wasser.
6. Überprüfen Sie, daß keine Blasen mehr in der Flasche sind. Falls doch, wiederholen Sie den Füllvorgang.

Stabilisierung und Test der Probe

1. Benutzen Sie ein Meßbesteck zur Bestimmung des gelösten Sauerstoff, das die Spezifikationen im Anhang des GLOBE-Lehrer-Handbuches erfüllt. Folgen Sie den Anleitungen sorgfältig. Falls Sie einen Meßlöffel benutzen, um die Pulverchemikalien abzumessen, vermeiden Sie es, ihn mit Flüssigkeiten in Kontakt zu bringen.
2. Tragen Sie die Werte ins Datenblatt ein und schicken Sie sie an den GLOBE Datenserver.
3. Die einzelnen Meßwerte der Schüler werden gemittelt (wenn sie innerhalb der zulässigen Abweichung liegen) und der Mittelwert an den Datenserver geschickt.
4. Entsorgen Sie alle Flüssigkeiten vorschriftsgemäß.

Die Meßbestecke zur Bestimmung des gelösten Sauerstoff (DO) beinhalten Chemikalien zur Stabilisierung und zum Test der Probe. Die Stabilisierung wird mit einer Chemikalie (Mangansulfat) durchgeführt, die mit dem gelösten Sauerstoff einen Niederschlag bildet. Danach fügt man eine Substanz zu, die die Lösung färbt. Beim Testen fügt man tropfenweise solange eine Titrationslösung zu, bis die Lösung entfärbt ist. Die Menge an gelösten Sauerstoff wird über das Volumen der verbrauchten Titrationslösung berechnet.



Tabelle HYD-P-2: Kalibrationsfaktoren für verschiedene Höhen und Druckwerte

Druck [mm Hg]	Druck [kPa]	Höhe [m]	Faktor [%]	Druck [mm Hg]	Druck [kPa]	Höhe [m]	Faktor [%]
768	102.3	-84	1.01	631	84.1	1544	0.83
760	101.3	0	1.00	623	83.1	1643	0.82
752	100.3	85	0.99	616	82.1	1743	0.81-
745	99.3	170	0.98	608	81.1	1843	0.80
787	98.8	256	0.97	600	80.0	1945	0.79
730	97.3	343	0.96	593	79.0	2047	0.78
722	96.3	431	0.95	585	78.0	2151	0.77
714	95.2	519	0.94	578	77.0	2256	0.76
707	94.2	608	0.93	570	76.0	2362	0.75
699	93.2	698	0.92	562	75.0	2469	0.74
692	92.2	789	0.91	555	74.0	2577	0.73
684	91.2	880	0.90	547	73.0	2687	0.72
676	90.2	972	0.89	540	71.9	2797	0.71
669	89.2	1066	0.88	532	70.9	2909	0.70
661	88.2	1160	0.87	524	69.9	3203	0.69
654	87.1	1254	0.86	517	68.9	3137	0.68
646	86.1	1350	0.85	509	67.9	3253	0.67
638	85A	1447	0.84	502	66.9	3371	0.66



Protokoll: pH-Wert

<p>Zweck Messung des pH-Wertes</p> <p>Übersicht Der pH- oder Säurewert des Wassers ist ein Faktor, der bestimmt, welche Pflanzen und Tiere in diesem Gewässer leben können.</p> <p>Zeitaufwand 5 Minuten zur Messung 10-15 Minuten zur Kalibrierung in der Schule, 5 Minuten für die Kalibrierung am Meßort</p> <p>Häufigkeit Wöchentlich, einschließlich der Kalibrierung</p> <p>Grundbegriffe pH-Wert, pH-Messung, Temperatureinfluß auf den pH-Wert, Kalibrierung, Standard und pH-Puffer</p> <p>Lernziele Richtiger Gebrauch des pH-Papiers, pH-Pens, pH-Meters Aufzeichnen von Daten</p> <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Für Methode 1:- pH-Indikatorpapier (Anfänger)- 50 oder 100 ml Becherglas	<p><i>für Methode 2:</i></p> <ul style="list-style-type: none">- pH-Pen (mittlerer Schwierigkeitsgrad)- kleiner Schraubenzieher (für die Kalibrierung)- drei 100 mL Bechergläser- eine 50 mL-Plastikflasche mit Deckel pH-Pufferlösung (pH 7) oder- pH-Meter (für Fortgeschrittene)- Papiertücher- fünf Bechergläser 50 oder 100 ml- 50 oder 100 ml Meßzylinder mit Skalen- drei 50 ml Plastikflaschen mit Deckel- drei pH-Puffer -Lösungen (pH 4, 7, 10) für pH-Pen und pH-Meter Methode: 100 ml-Meßzylinder- weiche Papiertücher- destilliertes Wasser in einer Spritzflasche- Rührstab oder Löffel- Klebeband- wasserfester Stift- Latexhandschuhe, Schutzbrille <p>Vorbereitungen Bereiten Sie den pH-Pen oder das pH-Meter nach den Angaben des Herstellers vor. Setzen Sie die Pufferlösung zur Kalibrierung in der Klasse an. Kalibrieren Sie den Pen und das pH-Meter, bevor Sie zum Meßort gehen. Bringen Sie alle Geräte und Materialien mit zum Meßort, einschließlich der Pufferlösung.</p> <p>Voraussetzungen keine</p>
--	---



Quelle: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Einrichtung für Umwelterziehung, Tschechien

Hintergrund

Dieses Protokoll beschreibt die Bestimmung des pH-Wertes einer Wasserprobe Ihrer Meßstelle. Wir schlagen vor, daß Anfänger das pH-Indikatorpapier benutzen. Fortgeschrittene sollten einen pH-Pen, Profis ein pH-Meter verwenden.

Inhalt und Vorgehensweise

Methode 1: pH-Indikatorpapier

Anfänger:

1. Spülen Sie ein 50 ml oder 100 ml Becherglas mindestens zweimal mit dem Probewasser.
2. Füllen Sie das Becherglas ungefähr zur Hälfte mit dem zu testenden Wasser.
3. Tauchen Sie einen Streifen Indikatorpapier für mindestens 1 Minute in die Wasserprobe. Beachten Sie, daß die ganze Nachweiszone in die Wasserprobe eintaucht.
4. Entfernen Sie das Papier aus dem Wasser und vergleichen die Kontraststreifen mit der Tabelle auf der Rückseite der Packung des pH-Indikatorpapiers. Finden Sie einen pH-Wert bei dem alle vier Segmente des Testpapiers mit den Segmenten auf der Box übereinstimmen.
5. Falls die Farben nicht eindeutig sind, kann es sein, daß das Papier mehr Zeit braucht um zu reagieren. Das Indikatorpapier benötigt bei Wasser mit einer Leitfähigkeit unter 400 mikro-Siemens/cm länger, um zu reagieren (siehe Protokoll „Elektrische Leitfähigkeit“). In diesem Fall, tauchen Sie das Papier für eine weitere Minute in die Probe und überprüfen erneut das Ergebnis. Wiederholen Sie dies, bis ein genaues Ablesen möglich ist. Falls das Ablesen nach zehn Minuten noch immer ungenau ist, wiederholen Sie die Messung mit einem neuen Streifen pH-Papier. Falls der Test auch beim zweiten Mal nicht funktioniert, tragen Sie dies in das Datenblatt ein.



6. Lesen Sie den dazugehörigen pH-Wert ab und schreibe diesen Wert auf das Datenblatt. Übermitteln Sie diesen Wert dem GLOBE Daten Server.

Beachte: Indikatorpapier kann bei Proben mit einer Leitfähigkeit unter 300 mikroSiemens/cm ungenau messen (in diesem Bereich reagiert das Indikatorpapier nicht richtig)

Methode 2: pH-Pen und pH-Meter

Fortgeschrittene und Profis

Um den pH-Wert Deiner Wasserprobe mit dem pH-Meter zu messen, müssen Sie:

1. die Pufferlösung vorbereiten,
2. das pH-Meter kalibrieren,
3. das Gerät vor Ort noch einmal mit den Pufferlösungen überprüfen, und
4. vor Ort die Messung durchführen.

Kalibration

Die Kalibration sollte für jede Meßreihe durchgeführt werden. Dieses Verfahren kann in der Schule ausgeführt werden, bevor man dann zum Meßort geht.

Schritt 1: Ansatz der Pufferlösung

Die Pufferlösungen können wieder benutzt und für zwei bis drei Wochen aufbewahrt werden, solange sie nicht verunreinigt wurden. Falls Sie einen Puffer in Tablettenform oder als in Briefchen eingeschweißtes Pulver benutzen, lösen Sie ihn wie unten beschrieben in destilliertem Wasser auf. Falls Sie eine Pufferlösung benutzen, messen Sie 50 ml davon in einem Meßzylinder ab und fahren mit Schritt 4 fort.

Für jeden pH-Puffer (4, 7, 10)

1. Schreiben Sie den pH-Wert des Puffers und das Herstellungsdatum auf zwei Klebestreifen. Kleben Sie einen auf ein sauberes, trockenes 100 ml Becherglas und den anderen auf eine 50 ml Flasche.
2. Messen Sie 50 ml destilliertes Wasser mit einem Meßzylinder ab. Geben Sie es in ein Becherglas.
3. Schneiden Sie ein Ende eines Briefchens mit Pufferpulver über dem Becherglas auf und schütten den Inhalt vollständig ins Wasser. Rühren Sie mit dem Stab oder Löffel um, bis sich das Pulver vollständig aufgelöst hat.
4. Schütten Sie die Pufferlösung in die markierte Flasche. Verschließen Sie die Flasche sorgfältig. Nach einem Monat müssen die Lösungen erneuert werden.
5. Bereiten Sie die anderen Puffer auf die gleiche Weise zu. Wiederholen Sie dabei jeweils Schritt 1 bis 4 für jeden Puffer.

Schritt 2: Kalibrieren der Meßgeräte

6. Entfernen Sie den pH-Pen aus der Lösung.



A. Kalibrierung des pH-Pens

Wichtig: Falls der pH-Pen keinen automatischen Temperatureausgleich vornimmt, sollte die Pufferlösung 25 °C warm sein.

1. Bewahren Sie die Elektrode nach Angabe des Herstellers auf.
2. Spülen Sie die Elektrode zweimal mit destilliertem Wasser ab und tupfen sie nach jedem mal trocken.
3. Schalten Sie den pH-Pen an und tauchen ihn in die Pufferlösung mit dem pH-Wert 7 (Siehe Abb. HYD-P-3).
4. Warten Sie bis der angezeigte Wert stabil ist, während der pH-Pen leicht bewegt wird.
5. Benutzen Sie einen kleinen Schraubenzieher, um die kleine Schraube in dem Loch auf der Rückseite des Stiftes zu drehen, bis der pH-Pen genau 7,0 anzeigt

Verschließen Sie die Pufferlösung.

7. Waschen Sie die Elektrode zweimal mit destilliertem Wasser aus und tupfen sie nach jedem mal vorsichtig trocken.



Quelle: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Einrichtung für Umwelterziehung, Tschechien



B. Kalibration des pH-Meters

Befolgen Sie die Anweisungen des Herstellers genau.

1. Spülen Sie die Glaselektrode und die sich umgebende mit destilliertem Wasser ab. Verwenden Sie dazu eine Spritzflasche. Tupfen Sie die Elektrode anschließend mit einem weichen Papiertuch trocken. Spülen Sie das Wasser in ein leeres Becherglas. Lassen Sie es nicht in die pH-Pufferlösung fließen. Berühren Sie die Glaselektrode nicht mit den Fingern.
2. Schalten Sie das Meßgerät ein, indem Sie den ON/OFF-Knopf drücken und entfernen Sie die Schutzkappe der Elektrode. Drücken Sie den CAL-Knopf zur Kalibration des Geräts.
3. Tauchen Sie die Glaselektrode in die Pufferlösung mit dem pH-Wert 7,0. Achten Sie darauf, daß die Elektrode vollständig eingetaucht ist. Tauchen Sie die Elektrode nicht weiter als nötig ein.
4. Rühren Sie die Pufferlösung vorsichtig um und warten, bis sich der angezeigte Wert stabilisiert. Hat sich die Anzeige stabilisiert, drücken Sie den HOLD/CON-Knopf, um den Wert anzunehmen und die erste Kalibrierung zu beenden. Solange die Elektrode noch in die Pufferlösung eingetaucht ist, wird sie die Werte der jeweiligen Pufferlösung anzeigen (z. B. 4, 7, 10).
5. Nehmen Sie die Elektrode aus der Pufferlösung, spülen sie mit destilliertem Wasser ab und tupfen sie mit einem weichen Papiertuch trocken.

6. Wiederholen Sie die Schritte 3-6 mit der Pufferlösung pH 4 und pH 10.
7. Stellen Sie die Lösung auf ein Papiertuch bei Seite und schalten das pH-Meter ab (ON/OFF Knopf drücken).
8. Schütten Sie die Pufferlösung in die markierte Flasche. Verschließen Sie die Flasche fest.



Quelle: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Einrichtung für Umwelterziehung, Tschechien

Schritt 3: Messen Sie den pH-Wert der Probe vor Ort



1. Nehmen Sie die pH-Pufferlösungen mit zum Meßort. Behandeln Sie sie wie eine Probe. Testen Sie den pH-Wert der Pufferlösungen und tragen diese Werte auf dem Datenblatt ein. Falls die Werte der Pufferlösungen mehr als $\pm 0,2$ pH-Einheiten vom wahren Wert abweichen, führen Sie das Kalibrierungsverfahren noch einmal durch.
2. Nachdem Sie das Gerät nochmals überprüft haben, können Sie mit der Messung der Wasserproben beginnen

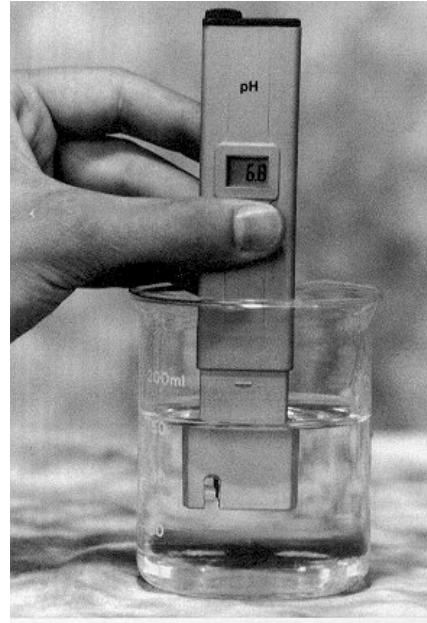
Meßanleitung pH-Wert

1. Spülen Sie die Elektrode und den Bereich um die Elektrode mit destilliertem Wasser aus einer Spritzflasche ab. Tupfen Sie die Elektrode vorsichtig mit einem Papiertuch trocken.
2. Geben Sie 50 ml Probenwasser in ein sauberes, trockenens 100 ml Becherglas
3. Tauchen Sie die Elektrode in das Wasser, so daß die ganze Glaselektrode bedeckt ist. Achten Sie darauf, den Tester nicht weiter als nötig einzutauchen.
4. Rühren Sie einmal und lassen den angezeigten Wert sich dann stabilisieren.
5. Lesen Sie den pH-Pen oder pH-Meter ab, sobald sich der Wert stabilisiert hat und tragen ihn ins Datenblatt ein.
6. Wiederholen Sie Schritt 1 - 5 für weitere Proben als Qualitätskontrolle. Die beiden Werte sollten bei dieser Meßmethode noch mehr als 0.2 voneinander abweichen.
7. Spülen Sie die Elektrode mit destilliertem Wasser ab und tupfen sie trocken, verschließen das Gerät mit der Schutzkappe und schalten es aus (ON/OFF-Knopf drücken).
8. Bilden Sie den Mittelwert aus den Messungen der verschiedenen Schüler/Schülergruppen. Der einzelnen Werte sollten nicht mehr als 0.2 vom Mittelwert abweichen. Gibt es einen „Ausreißer“ (ein Wert der sich von den anderen stark unterscheidet), verwerfen Sie diesen und berechnen den Mittelwert erneut aus den verbleibenden Werten. Falls nun alle innerhalb eines Bereichs von 0.2 um den neuen Mittelwert liegen, übermitteln Sie diesen Mittelwert an den GLOBE Server. Weichen die gemessenen Werte alle stark voneinander ab, so diskutieren Sie die Meßprozedur und mögliche Fehlerquellen und geben die Daten nicht zum Server weiter. Wenn möglich, bitte das Meßprotokoll wiederholen.



Bemerkung: pH-Pen und -Meter können ungenaue Werte anzeigen, wenn die elektrische Leitfähigkeit der Wasserprobe unterhalb von 100 mikroSiemens/cm (die Geräte funktionieren in diesem Bereich nicht richtig) liegt (siehe Protokoll „Elektrische Leitfähigkeit“).

Abb. HYD-P-3: Verwendung des pH-Pens





Protokoll: Elektrische Leitfähigkeit

<p>Zweck Die Messung der Leitfähigkeit des Wassers an der Meßstelle.</p> <p>Überblick Die Leitfähigkeit ist ein Maß der Gesamtmenge der gelösten Feststoffe im Wasser.</p> <p>Niveau Alle</p> <p>Zeitbedarf Tatsächliche Messungsdauer 5 Minuten</p> <p>Häufigkeit Wöchentlich, einschließlich der Kalibration</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Leitfähigkeit und Faktoren, die die Leitfähigkeit beeinflussen:- Standardisierung, Kalibrierung,- Genauigkeit, Präzision	<p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- richtiger Umgang mit einem Leitfähigkeitsmeßgerät- Daten aufzeichnen <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Leitfähigkeitsmeßgerät- Standardlösung- destilliertes Wasser- Spritzflasche- weiche Papiertücher- drei 50 ml- oder 100 ml- Bechergläser- 1 kleinen Schraubenzieher (zur Kalibrierung) <p>Vorbereitung Führen Sie den untenstehenden Kalibrierungsvorgang durch. Bringen Sie die Geräte und Materialien zur Meßstelle</p> <p>Voraussetzungen keine</p> <p>Bemerkung: Diese Protokoll ist nur für Süßwasser. Bei Salz- und Brackwasser wird stattdessen die Salinität bestimmt.</p>
--	--

Hintergrund

Die Leitfähigkeit wird in mikroSiemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$) gemessen. Ein mikroSiemens entspricht einem mikromho.

Die Leitfähigkeit einer Wasserprobe ist ein Maß für seine Fähigkeit elektrischen Strom zu transportieren. Je mehr Verunreinigungen (Gesamtmenge gelöster Feststoffe) in einer Wasserprobe vorhanden sind, desto größer ist seine elektrische Leitfähigkeit. Über die elektrische Leitfähigkeit kann die Gesamtmenge der im Wasser gelösten Feststoffe bestimmt werden. Um die Leitfähigkeit (mikroSiemens/cm) in Konzentration der im Wasser gelösten Feststoffmenge umzurechnen (ppm), muß die Leitfähigkeit mit einem Faktor, der bei natürlichen Gewässern zwischen 0.54 und 0.96 liegt, multipliziert werden. Dieser Faktor ist abhängig von der Art der gelösten Feststoffe. Wenn die Art nicht bekannt ist, wird häufig der Wert 0.67 verwendet.

$\text{TDS (Gesamtmenge im Wasser gelöster Feststoffe) (ppm)} = \text{Leitfähigkeit (mikroSiemens/cm)} \times 0.67$



Kalibrierung

Das Leitfähigkeitsmeßgerät sollte vor jeder Meßreihe kalibriert werden. Vor dem Erstgebrauch und dann jeweils alle sechs Monate sollte die Temperaturkompensation des Gerätes überprüft werden. Die Standardlösungen zur Kalibration sollten jährlich erneuert werden.

1. Die Standardlösung sollte stets fest verschlossen und gekühlt sein. Ein Aufkleber auf der Flasche sollte Angaben über die Art der Lösung und das Herstellungs- oder Kaufdatum enthalten.
2. Entfernen Sie die Schutzkappe vom Prüfgerät.
3. Füllen Sie zwei saubere 100 ml Bechergläser mit gerade soviel Standardlösung, daß die Elektrode darin eintauchen kann. **Anmerkung:** Auch andere Standardlösungen sind erhältlich und können verwendet werden. Kalibrieren Sie das Instrument entsprechend den vorgegebenen Werten für die verwendete Lösung.
4. Drücken Sie den ON/OFF-Schalter, um das Gerät einzuschalten.
5. Spülen Sie die Elektrode (am unteren Ende) mit destilliertem Wasser aus einer Spritzflasche. Spülen Sie nicht oberhalb der braunen Markierung. Tupfen Sie die Elektrode mit einem Papiertuch vorsichtig trocken.
6. Tauchen Sie die Elektrode für ein bis zwei Sekunden in das erste Becherglas mit Standardlösung. Nehmen Sie die Elektrode aus dem ersten Becherglas heraus und tauchen sie in das zweite Becherglas mit Standardlösung ohne die Elektrode zu spülen.
7. Rühren Sie einige Sekunden lang vorsichtig um und warten, bis sich die Anzeige stabilisiert.
8. Falls die Anzeige nicht den Wert der Standardlösung anzeigt, muß das Gerät kalibriert werden. Benutzen Sie einen kleine Schraubenzieher und drehen die winzige, flache Schraube auf der Rückseite des Geräts bis die Anzeige den korrekten Wert anzeigt.
9. Schütten Sie die in den beiden Bechergläsern befindliche Standardlösung weg, nicht zurück in die Vorratsflasche!
10. Spülen Sie die Elektrode mit destilliertem Wasser und tupfen sie trocken. Spülen Sie die Bechergläser gründlich aus.
11. Drücken Sie den ON/OFF-Knopf um das Prüfgerät auszustellen. Befestigen Sie die Schutzkappe.



Überprüfen der Temperaturkompensation

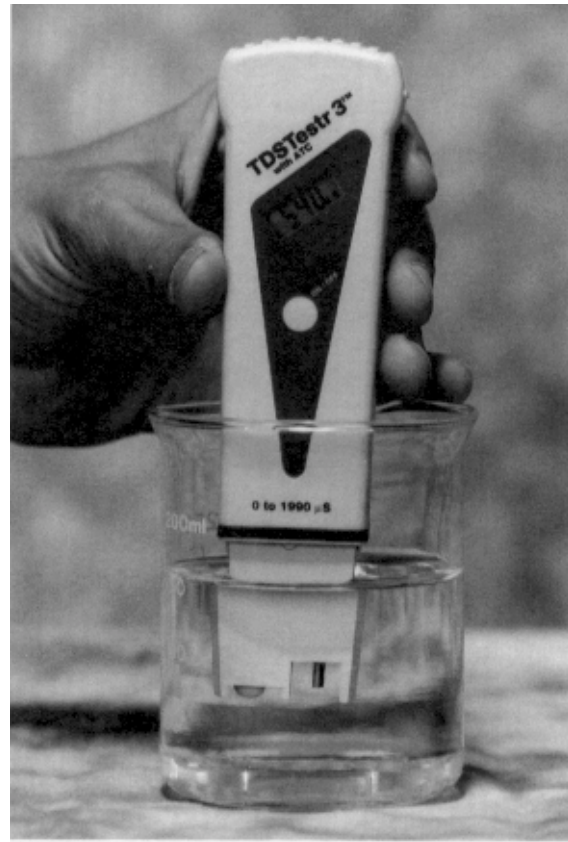
Abb. HYD-P-4: Verwendung des Leitfähigkeitsmeßgerät

Die Leitfähigkeit einer Probe ist abhängig von seiner Temperatur. Daher sollte das Meßgerät, Meßwerte für eine Temperatur von 25 °C anzeigen.

Bestimmen Sie die Leitfähigkeit Ihres Standards bei 5, 15, 25 und 35 °C. Liegen die vom Gerät für Ihre Standardlösung gemessenen Werte außerhalb des angegebenen Bereichs ($\pm 40 \mu\text{S}/\text{cm}$), wenden Sie sich an den Hersteller.

Qualitätskontrolle im Freien

Egal ob das Gerät im Klassenzimmer oder im Freien kalibriert wird, die Standardlösung muß gemäß dem Protokoll wie eine Wasserprobe behandelt werden. Wenn der Standard geprüft wird, sollte das Gerät den entsprechenden Wert anzeigen, im allgemeinen 450 mikro Siemens. Falls die Standardlösung nicht diesen Wert anzeigt, muß das Instrument neu kalibriert und die Messung noch einmal durchgeführt werden.



Meßanleitung für die elektrische Leitfähigkeit

1. Entfernen Sie die Schutzkappe vom Prüfgerät und drücken den ON/OFF-Knopf, um das Gerät anzustellen.
2. Spülen Sie die Elektrode mit destilliertem Wasser und tupfen sie trocken.
3. Füllen Sie ein sauberes, trockenes 100 ml Becherglas mit dem zu testenden Wasser.
4. Tauchen Sie die Elektrode in die Wasserprobe ein (siehe Abb. HYD-P-4).
5. Rühren Sie die Probe einige Sekunden lang vorsichtig um und warten bis sich der Wert der Anzeige stabilisiert.
6. Lesen Sie den angezeigten Wert ab und tragen ihn auf dem Datenblatt für die elektrische Leitfähigkeit ein.



7. Bilden Sie den Mittelwert aus den von verschiedenen Schülergruppen bestimmten Werten. Liegen diese Werte weniger als $40 \mu\text{S}$ vom Mittelwert entfernt, übermitteln Sie den Wert an den Datenserver. Falls mehr als drei Schülergruppen die Messung durchgeführt haben und ein Ausreißer zu verzeichnen ist (ein Wert, der weit von den anderen weg liegt), verwerfen Sie diesen Wert und berechnen den Mittelwert erneut aus den verbleibenden Meßwerten. Unterscheiden sich nun die Werte um weniger als $40 \mu\text{S}$ vom Mittelwert, übermitteln Sie das Ergebnis (Mittelwert) an den Datenserver. Liegen die Werte weit gestreut, besprechen Sie die Vorgehensweise und mögliche Fehlerquellen mit den Schülern, aber schicken die Daten nicht an den Datenserver. Wenn möglich wiederholen Sie die Messungen, bis Sie reproduzierbare Werte erhalten.



Protokoll: Salinität

<p>Zweck Die Salinität wird mit einer Spindel (Hydrometer) bestimmt.</p> <p>Übersicht Der Salzgehalt (Salinität) eines Gewässers bestimmt weitgehend die darin lebenden Organismen. Die Dichte des Wasser hängt mit der Menge darin gelöster Salze zusammen. Mit der Spindel wird die Dichte des Wassers bestimmt. Die Salinität kann aus der Dichte und der Wassertemperatur abgeleitet werden.</p> <p>Zeitaufwand Die Messung an sich dauert ca. 10 min</p> <p>Niveau Alle Schüler</p> <p>Häufigkeit einmal pro Woche</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Ebbe und Flut- Bestimmen der Salinität aus der Dichte- Spezifisches Gewicht- Salinität des Wassers- Standardisierung- Genauigkeit- Präzision	<p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Umgang mit Spindel und Thermometer- Lesen von Konvertierungstabellen- Durchführung von Messungen planen- Daten erfassen- Interpretation der Ergebnisse <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Spindel- Konvertierungstabelle- 500 ml klarer Plastik Meßzylinder- Alkoholthermometer- Kochsalz (NaCl)- Destilliertes Wasser- Waage- Zwei 1-Liter-Plastikflaschen- beschreibbares Klebeband <p>Vorbereitung Führen Sie die unten beschriebenen Eichungen vollständig durch. Bringen Sie alle nötigen Geräte zum Meßort.</p> <p>Voraussetzung Besprechen Sie die Salinität des Wassers und seinen Bezug zur Dichte.</p> <p>Üben Sie, indem Sie die Eichungen durchführen</p> <p>Bemerkung: Diese Messung wird nur bei Meer- und Brackwasser durchgeführt. Bei Süßwasser messen Sie stattdessen die Leitfähigkeit</p>
--	---

Kalibration und Qualitätskontrolle

Das von Ihnen verwendete Meßverfahren sollte mindestens zweimal pro Jahr mit Standardlösungen überprüft werden. Einmal im Jahr sollte ein frischer Standard hergestellt werden.



Standard für Salinität

Standardlösungen für die Salinität werden nicht mit der Spindel (Hygrometer) mitgeliefert und müssen auf folgende Weise hergestellt werden:

1. Fügen Sie Wasser zu Kochsalz und stellen Sie einen 35 ppt Standard her. Verwenden Sie diesen Standard und eine Blindprobe (dest. Wasser) um die Genauigkeit Ihres Hygrometers zu bestimmen.

35ppt Standardlösung:

- 1.1 Wiegen Sie mit einer Analysenwaage 17.5 g Kochsalz ab und geben Sie es in den 500 ml Meßzylinder.
- 1.2 Füllen Sie den Zylinder bis zur 500 ml Marke mit destilliertem Wasser.
- 1.3 Schütteln Sie die Lösung vorsichtig, bis sich alles Salz gelöst hat.
- 1.4 Füllen Sie die Lösung in eine 1-l-Plastikflasche und beschriften sie.

Blindprobe:

- 1.5 Messen Sie 500 ml destilliertes Wasser ab, füllen es in eine 1-l Plastikflasche und beschriften diese.
2. Führen Sie das Protokoll „Salinität“ sowohl für die Standardlösung, als auch für die Blindprobe durch.
3. Tragen Sie die gemessenen Werte für diese beiden Proben in das Kalibrationsdatenblatt ein.
4. Falls die Blindprobe einen von Null abweichenden Wert ergeben sollte, spülen Sie alle Glasgeräte und Meßzylinder mindestens dreimal mit destilliertem Wasser und wiederholen Sie die Messung. Weicht der neu gemessene Wert immer noch von Null ab, besorgen Sie sich anderes destilliertes Wasser.
5. Weicht das Ergebnis der Standardlösung mehr als 2 ppt (von 35 ppt) ab, stellen Sie eine neue Lösung her und wiederholen Sie die Messung.

Zeiten von Ebbe und Flut

Versuchen Sie die Zeiten von Ebbe und Flut von einer Stelle zu erhalten, die möglichst nahe an Ihrem Meßort liegt. Die angegebenen Zeiten sollten für Ebbe und Flut möglichst genau sein und direkt nach den festgelegten Meßzeiten liegen. Tragen Sie diese Zeiten ins Datenblatt ein und schicken Sie diese an den Datenserver.



Meßanleitung Salinität

Bemerkung: Bevor Sie für dieses Protokoll das Thermometer einsetzen, überprüfen Sie dessen Genauigkeit anhand der Instruktionen des Protokolls Lufttemperatur aus dem Kapitel Atmosphäre und Klima.

1. Spülen Sie einen klaren 500 ml Plastikmeßzylinder zweimal mit dem Probenwasser.
2. Befüllen Sie den Zylinder bis 2-3 cm unterhalb der Kante mit dem Probenwasser.
3. Bestimmen Sie die Temperatur (siehe Protokoll „Wassertemperatur“) und tragen Sie den Wert ins Datenblatt ein.
4. Tauchen Sie die Spindel in den Zylinder und warten bis sie sich beruhigt. Folgen Sie den beigefügten Anleitungen des Herstellers. Die Spindel sollte die Wand des Zylinders nicht berühren. Achten Sie darauf, am tiefer gelegenen Teil des Mensiskus abzulesen. Lesen Sie das spezifische Gewicht von der Hydrometerskala ab. Das Ablesen von drei Dezimalstellen ist ausreichend. Ältere Schüler können versuchen, vier Dezimalstellen abzulesen und zwischen den Werten den Tab. HYD-P-3 zu interpolieren. Tragen Sie diesen Wert in das Datenblatt ein.
5. Lesen Sie aus Tab. HYD-P-3 die Salinität der Probe unter Verwendung der Temperatur und des spezifischen Gewichtes ab. Finden Sie auf folgende Weise den Wert der Salinität.
 - 5.1. Sehen Sie die Temperatur und das spezifische Gewicht in der Tabelle nach.
 - 5.2. Lesen Sie die korrespondierende Salinität (ppt) ab und tragen diesen Wert ins Datenblatt ein, z. B. eine Wasserprobe mit der Temperatur 22 °C und einem spezifischem Gewicht von 1.0070, hat eine Salinität von 10.6 ppt.
6. Wiederholen Sie die Schritte 2 bis 5 für mindestens zwei weitere Proben.
7. Bestimmen Sie den Mittelwert aus den einzelnen Werten für die Salinität. Falls alle Werte weniger als 2 ppt vom Mittelwert abweichen, fahren Sie mit Schritt 8 fort. Falls nicht, müssen die Schüler die Messungen mit frischen Proben wiederholen. Tragen Sie den Mittelwert der neu gemessenen Werte ein. Gibt es noch einen „Ausreißer“ (ein Wert, der von den anderen weit entfernt liegt), verwerfen Sie diesen Wert und bilden den Durchschnitt aus den verbleibenden Werten. Liegen diese Werte innerhalb 2 ppt vom Mittelwert, fahren Sie mit Schritt 8 fort. Liegen die Werte noch immer weit gestreut, diskutieren Sie die Durchführung und mögliche Fehlerquellen mit den Schülern und wiederholen Sie gegebenenfalls die Messungen noch einmal.
8. Übermitteln Sie folgende Parameter an den Datenserver: Temperatur, spezifisches Gewicht und Salinität. Nehmen Sie jeweils den Wert, der dem Mittelwert am nächsten kommt. Falls nur zwei Werte zur Berechnung des Mittelwerts eingesetzt werden können, geben Sie die Temperatur, das spezifische Gewicht und die Salinität der beiden Messungen einzeln an.

Abb. HYD-P-5: Ablesen des spezifischen Gewichts

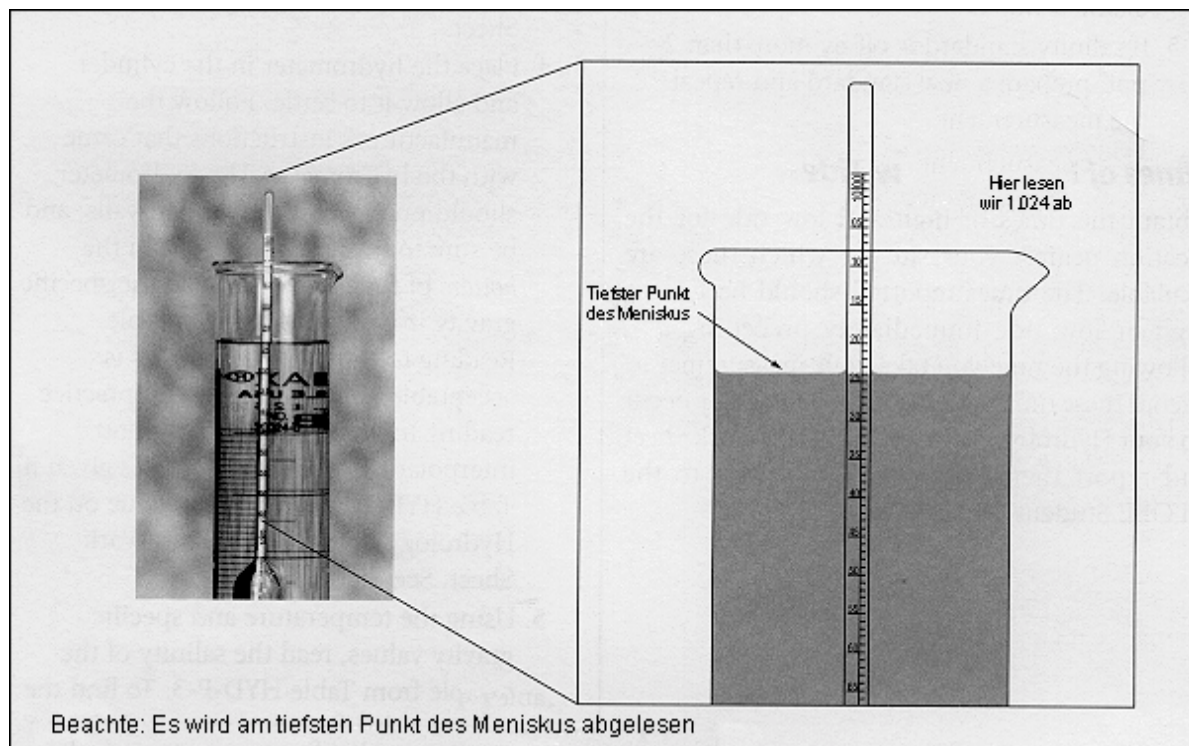




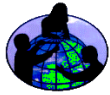
Tabelle HYD-P-3: Salinität (Tausendstel Gewichtsanteile) als eine Funktion der Dichte und der Temperatur

Ablesewert	Wassertemperatur im Zylinder (°C)																
	-2.0	-1.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0
0.9980																	
0.9990																	
1.0000																	
1.0010	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8
1.0020	2.0	1.9	1.9	1.8	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1	2.3
1.0030	3.3	3.2	3.1	2.9	2.9	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	2.9	3.1	3.2	3.3	3.4	3.6
1.0040	4.5	4.4	4.2	4.2	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.2	4.2	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9
1.0050	5.8	5.7	5.5	5.4	5.4	5.4	5.3	5.3	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.7	5.8	5.9	6.2
1.0060	7.0	6.8	6.8	6.7	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.7	6.7	6.8	6.8	7.0	7.1	7.2	7.5
1.0070	8.1	8.1	8.0	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	8.0	8.1	8.1	8.3	8.4	8.5	8.8
1.0080	9.4	9.3	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.3	9.3	9.4	9.6	9.7	9.8	10.0
1.0090	10.6	10.5	10.5	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5	10.6	10.6	10.7	10.9	11.0	11.1	11.3
1.0100	11.9	11.8	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.8	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.6
1.0110	13.1	13.0	13.0	12.8	12.8	12.8	12.8	13.0	13.0	13.1	13.1	13.2	13.4	13.5	13.6	13.7	13.9
1.0120	14.3	14.3	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.3	14.3	14.4	14.5	14.7	14.8	14.9	15.0	15.2
1.0130	15.6	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	15.6	15.7	15.8	15.8	16.0	16.2	16.3	16.5
1.0140	16.7	16.7	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.7	16.7	16.9	17.0	17.0	17.1	17.3	17.5	17.7	17.8
1.0150	18.0	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	18.0	18.0	18.2	18.3	18.4	18.6	18.8	19.0	19.1
1.0160	19.2	19.2	19.1	19.1	19.1	19.1	19.2	19.2	19.3	19.3	19.5	19.6	19.7	19.9	20.1	20.3	20.4
1.0170	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.5	20.5	20.6	20.8	20.9	21.0	21.2	21.3	21.6	21.7
1.0180	21.7	21.7	21.7	21.6	21.6	21.7	21.7	21.7	21.8	22.0	22.1	22.2	22.3	22.5	22.6	22.9	23.0
1.0190	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	23.0	23.0	23.1	23.3	23.4	23.5	23.6	23.8	23.9	24.2	24.3
1.0200	24.2	24.2	24.2	24.0	24.2	24.2	24.2	24.3	24.3	24.4	24.6	24.7	24.8	25.1	25.2	25.5	25.6
1.0210	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	25.5	25.5	25.6	25.6	25.7	25.9	26.0	26.1	26.4	26.5	26.8	26.9
1.0220	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.8	26.8	26.9	27.0	27.2	27.3	27.4	27.7	27.8	28.1	28.2
1.0230	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.9	27.9	28.1	28.2	28.3	28.5	28.6	28.7	28.9	29.1	29.4	29.5
1.0240	29.1	29.1	29.1	29.1	29.1	29.1	29.2	29.4	29.5	29.5	29.8	29.9	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8
1.0250	30.3	30.3	30.3	30.3	30.4	30.4	30.6	30.6	30.7	30.8	30.9	31.1	31.3	31.5	31.7	31.9	32.1
1.0260	31.6	31.6	31.6	31.6	31.6	31.7	31.7	31.9	32.0	32.1	32.2	32.4	32.6	32.8	33.0	33.2	33.4
1.0270	32.8	32.8	32.8	32.9	32.9	32.9	33.0	33.2	33.3	33.4	33.5	33.7	33.9	34.1	34.3	34.5	34.7
1.0280	33.9	34.1	34.1	34.1	34.1	34.2	34.3	34.5	34.5	34.7	34.8	35.0	35.1	35.4	35.6	35.8	36.0
1.0290	35.2	35.2	35.2	35.4	35.4	35.5	35.5	35.6	35.8	35.9	36.2	36.3	36.4	36.7	36.8	37.1	37.3
1.0300	36.4	36.5	36.5	36.5	36.7	36.7	36.8	36.9	37.1	37.2	37.3	37.6	37.7	38.0	38.1	38.4	38.6
1.0310	37.7	37.7	37.7	37.8	37.8	38.0	38.1	38.2	38.4	38.5	38.6	38.9	39.0	39.3	39.4	39.7	39.9

* aus: LaMotte Hydrometer Gebrauchsanweisung



		Temperatur im Zylinder (°C)															
Ablesewert	15.0	16.0	17.0	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5
0.9980																	
0.9990										0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	
1.0000		0.0	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0
1.0010	1.0	1.2	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1	2.3	2.4	2.5	2.5	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2
1.0020	2.4	2.5	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.4	3.6	3.7	3.8	4.0	4.1	4.2	4.4	4.6	4.8
1.0030	3.7	3.8	4.1	4.2	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0	5.1	5.3	5.4	5.5	5.8	5.9	6.1
1.0040	5.0	5.1	5.4	5.5	5.7	5.8	5.9	6.1	6.2	6.3	6.4	6.6	6.7	7.0	7.1	7.2	7.4
1.0050	6.3	6.6	6.7	7.0	7.1	7.1	7.2	7.4	7.5	7.6	7.7	7.9	8.1	8.3	8.4	8.5	8.7
1.0060	7.6	7.9	8.0	8.3	8.4	8.5	8.7	8.8	8.9	9.1	9.2	9.3	9.4	9.6	9.7	9.8	10.1
1.0070	8.9	9.2	9.3	9.6	9.7	9.8	10.0	10.1	10.2	10.4	10.5	10.6	10.7	10.9	11.0	11.3	11.4
1.0080	10.2	10.5	10.6	10.9	11.0	11.1	11.3	11.4	11.5	11.7	11.8	11.9	12.0	12.2	12.4	12.6	12.7
1.0090	11.5	11.8	11.9	12.2	12.3	12.4	12.6	12.7	12.8	13.0	13.1	13.2	13.4	13.6	13.7	13.9	14.0
1.0100	12.8	13.1	13.2	13.5	13.6	13.7	13.9	14.0	14.1	14.3	14.4	14.5	14.8	14.9	15.0	15.2	15.3
1.0110	14.1	14.4	14.5	14.8	14.9	15.0	15.2	15.3	15.4	15.6	15.7	16.0	16.1	16.2	16.3	16.5	16.7
1.0120	15.4	15.7	15.8	16.1	16.2	16.3	16.5	16.6	16.7	17.0	17.1	17.3	17.4	17.5	17.7	17.9	18.0
1.0130	16.7	17.0	17.1	17.4	17.5	17.7	17.8	17.9	18.0	18.3	18.4	18.6	18.7	18.8	19.1	19.2	19.3
1.0140	18.0	18.3	18.6	18.7	18.8	19.0	19.1	19.3	19.5	19.6	19.7	19.9	20.0	20.1	20.4	20.5	20.6
1.0150	19.3	19.6	19.9	20.0	20.1	20.4	20.5	20.6	20.8	20.9	21.0	21.2	21.3	21.6	21.7	21.8	22.0
1.0160	20.6	20.9	21.2	21.3	21.4	21.7	21.8	22.0	22.1	22.2	22.3	22.5	22.7	22.9	23.0	23.3	23.4
1.0170	22.0	22.2	22.5	22.7	22.9	23.0	23.1	23.3	23.4	23.5	23.6	23.8	24.0	24.2	24.3	24.6	24.7
1.0180	23.3	23.5	23.8	24.0	24.2	24.3	24.4	24.6	24.7	24.8	24.9	25.2	25.3	25.5	25.6	25.9	26.0
1.0190	24.6	24.8	25.1	25.3	25.5	25.6	25.7	25.9	26.0	26.1	26.4	26.5	26.6	26.8	27.0	27.2	27.3
1.0200	25.9	26.1	26.4	26.6	26.8	26.9	27.0	27.2	27.3	27.4	27.7	27.8	27.9	28.2	28.3	28.5	28.6
1.0210	27.2	27.4	27.7	27.9	28.1	28.2	28.3	28.5	28.6	28.9	29.0	29.1	29.2	29.5	29.6	29.8	30.0
1.0220	28.5	28.7	29.0	29.2	29.4	29.5	29.6	29.8	30.0	30.2	30.3	30.4	30.7	30.8	30.9	31.2	31.3
1.0230	29.8	30.0	30.3	30.6	30.7	30.8	30.9	31.2	31.3	31.5	31.6	31.7	32.0	32.1	32.2	32.5	32.6
1.0240	31.1	31.3	31.6	31.9	32.0	32.1	32.2	32.5	32.6	32.8	32.9	33.2	33.3	33.4	33.7	33.8	33.9
1.0250	32.4	32.6	32.9	33.2	33.3	33.4	33.7	33.8	33.9	34.1	34.2	34.5	34.6	34.7	35.0	35.1	35.2
1.0260	33.7	33.9	34.2	34.5	34.6	34.7	35.0	35.1	35.2	35.4	35.6	35.8	35.9	36.0	36.3	36.4	36.7
1.0270	35.0	35.2	35.5	35.8	35.9	36.2	36.3	36.4	36.5	36.7	36.9	37.1	37.2	37.5	37.6	37.8	38.0
1.0280	36.3	36.5	36.8	37.1	37.2	37.5	37.6	37.7	37.8	38.1	38.2	38.4	38.5	38.8	38.9	39.1	39.3
1.0290	37.6	37.8	38.1	38.4	38.6	38.8	38.9	39.0	39.1	39.4	39.5	39.7	39.9	40.1	40.2	40.5	40.6
1.0300	38.9	39.1	39.4	39.7	39.9	40.1	40.2	40.3	40.6	40.7	40.8	41.0	41.2	41.4	41.6	41.8	41.9
1.0310	40.2	40.5	40.7	41.0	41.2	41.4	41.5	41.8	41.9	42.0	42.1	42.3	42.5				



		Temperatur im Zylinder															
Ablesewert	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0
0.9980			0.1	0.2	0.3	0.6	0.7	0.8	1.1	1.2	1.5	1.6	1.9	2.0	2.3	2.4	
0.9990	0.8	1.0	1.2	1.4	1.5	1.8	1.9	2.0	2.3	2.4	2.5	2.8	2.9	3.2	3.4	3.6	3.8
1.0000	2.1	2.4	2.5	2.7	2.9	3.1	3.2	3.4	3.6	3.7	4.0	4.1	4.4	4.5	4.8	4.9	5.1
1.0010	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.5	4.8	4.9	5.1	5.1	5.4	5.5	5.8	5.9	6.2	6.4
1.0020	4.9	5.0	5.1	5.4	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.5	7.6	7.9
1.0030	6.2	6.3	6.6	6.7	6.8	7.1	7.2	7.4	7.6	7.7	8.0	8.1	8.4	8.5	8.8	9.1	9.2
1.0040	7.5	7.7	7.9	8.0	8.3	8.4	8.5	8.8	8.9	9.2	9.3	9.6	9.7	10.0	10.1	10.4	10.5
1.0050	8.9	9.1	9.2	9.3	9.6	9.7	10.0	10.1	10.2	10.5	10.6	10.9	11.0	11.3	11.5	11.7	11.9
1.0060	10.2	10.4	10.5	10.7	10.9	11.0	11.3	11.4	11.7	11.8	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.1	13.2
1.0070	11.5	11.7	11.9	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.0	13.1	13.4	13.6	13.7	14.0	14.1	14.4	14.7
1.0080	12.8	13.0	13.2	13.4	13.6	13.7	13.9	14.1	14.3	14.5	14.7	14.9	15.2	15.3	15.6	15.7	16.0
1.0090	14.1	14.4	14.5	14.7	14.9	15.0	15.3	15.4	15.7	15.8	16.1	16.2	16.5	16.6	16.9	17.1	17.3
1.0100	15.6	15.7	15.8	16.1	16.2	16.5	16.6	16.7	17.0	17.1	17.4	17.5	17.8	18.0	18.2	18.4	18.7
1.0110	16.9	17.0	17.3	17.4	17.5	17.8	17.9	18.2	18.3	18.6	18.7	19.0	19.1	19.3	19.6	19.7	20.0
1.0120	18.2	18.3	18.6	18.7	19.0	19.1	19.3	19.5	19.6	19.9	20.1	20.3	20.5	20.6	20.9	21.2	21.3
1.0130	19.5	19.7	19.9	20.0	20.3	20.4	20.6	20.8	21.0	21.2	21.4	21.6	21.8	22.1	22.2	22.5	22.7
1.0140	20.9	21.0	21.2	21.4	21.6	21.8	22.0	22.2	22.3	22.6	22.7	23.0	23.1	23.4	23.6	23.8	24.0
1.0150	22.2	22.3	22.5	22.7	22.9	23.1	23.3	23.5	23.6	23.9	24.0	24.3	24.6	24.7	24.9	25.2	25.3
1.0160	23.5	23.6	23.9	24.0	24.3	24.4	24.7	24.8	25.1	25.2	25.5	25.6	25.9	26.1	26.3	26.5	26.8
1.0170	24.8	25.1	25.2	25.3	25.6	25.7	26.0	26.1	26.4	26.5	26.8	27.0	27.2	27.4	27.7	27.8	28.1
1.0180	26.1	26.4	26.5	26.8	26.9	27.2	27.3	27.6	27.7	27.9	28.1	28.3	28.5	28.7	29.0	29.2	29.4
1.0190	27.6	27.7	27.8	28.1	28.2	28.5	28.6	28.9	29.0	29.2	29.5	29.6	29.9	30.0	30.3	30.6	30.8
1.0200	28.9	29.0	29.2	29.4	29.6	29.8	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	30.9	31.2	31.5	31.6	31.9	32.1
1.0210	30.2	30.3	30.6	30.7	30.9	31.1	31.3	31.5	31.7	32.0	32.1	32.4	32.5	32.8	33.0	33.3	33.4
1.0220	31.5	31.7	31.9	32.0	32.2	32.5	32.6	32.9	33.0	33.3	33.4	33.7	33.9	34.1	34.3	34.6	34.8
1.0230	32.8	33.0	33.2	33.4	33.5	33.8	33.9	34.2	34.5	34.6	34.8	35.0	35.2	35.5	35.6	35.9	36.2
1.0240	34.2	34.3	34.5	34.7	35.0	35.1	35.4	35.5	35.8	35.9	36.2	36.4	36.5	36.8	37.1	37.2	37.5
1.0250	35.5	35.6	35.9	36.0	36.3	36.4	36.7	36.8	37.1	37.2	37.5	37.7	37.8	38.1	38.4	38.6	38.8
1.0260	36.8	36.9	37.2	37.3	37.6	37.7	38.0	38.2	38.4	38.6	38.8	39.0	39.3	39.4	39.7	39.9	40.2
1.0270	38.1	38.4	38.5	38.8	38.9	39.1	39.3	39.5	39.8	39.9	40.2	40.3	40.6	40.8	41.0	41.2	41.5
1.0280	39.4	39.7	39.8	40.1	40.2	40.5	40.7	40.8	41.1	41.2	41.5						
1.0290	40.8	41.0	41.2	41.4	41.6	41.8											



Optional: Protokoll Salinität mittels Titration

<p>Zweck Bestimmung der Salinität mit dem genaueren Titrationsverfahren</p> <p>Übersicht Das Verhältnis der im Meerwasser gelösten Salze ist weitgehend konstant. Wird die Konzentration einer der Komponenten einer Meerwasserprobe bestimmt, in diesem Fall Chlorid, kann die Salinität daraus abgeleitet werden.</p> <p>Zeitaufwand 10-15 min</p> <p>Niveau Mittel, fortgeschritten</p> <p>Häufigkeit einmal pro Woche Kalibration alle sechs Monate</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Bestimmen der Salinität durch Messen einer chemischen Komponente des Meerwassers- Konstanz der Meerwasserzusammensetzung- Standardisierung- Genauigkeit- Salinität des Wassers- Gezeiten- Präzision	<p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Durchführen des Titrationsverfahrens anhand einer Testanleitung- Planen der Meßdurchführung- Datenerfassung- Interpretation der Ergebnisse <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Meßbesteck zur Chloridtitration (s. Zusatzmaterial)- Datenblätter- Latexhandschuhe- 1-l-Plastikflasche- Kochsalz- destilliertes Wasser- beschreibbares Klebeband- 500 ml klarer Plastikmeßzylinder <p>Vorbereitung Durchführung der Kalibration wie unten beschrieben</p> <p>Voraussetzung Besprechen Sie mit den Schülern den Zusammenhang zwischen Salinität und Chloridgehalt und wie die Titration für die Bestimmung eingesetzt wird. Üben Sie das Verfahren durch Kalibration.</p> <p>Bemerkung: Dieses Protokoll ist nur für Meer- und Brackwasser. Bei Süßwasser führen stattdessen das Protokoll Leitfähigkeitsmessung durch.</p>
--	---

Achtung: Hintergrundinformationen über Brack- und Salzwassergebiete entnehmen Sie bitte dem Protokoll Salinität.

Kalibration und Qualitätskontrolle

Die Kalibration soll mindestens alle sechs Monate durchgeführt werden, um zu überprüfen, ob die Bestimmung richtig durchgeführt wird und ob die Chemikalien noch in Ordnung sind. Neue Standardlösungen sollten jährlich erstellt werden.



Standardlösung für die Salinität

Die Standardlösungen werden nicht mit den Meßbestecken mitgeliefert und müssen demzufolge selbst hergestellt werden.

1. Fügen Sie Wasser zu Kochsalz, um die Salzwasserstandardlösung für die Titration mit einer Konzentration von 38,6 ppt herzustellen. Verwenden Sie diesen Standard, um die Genauigkeit des Meßbesteckes zu überprüfen.
 - 1.1 Wiegen Sie 17.5 g NaCl (Kochsalz) mit der Analysewaage ab und geben Sie es in einen 500 ml Meßzylinder.
 - 1.2 Füllen Sie den Zylinder bis zur 500 ml Marke mit destilliertem Wasser auf.
 - 1.3 Schütteln Sie die Lösung vorsichtig, um das Salz vollständig aufzulösen.
 - 1.4 Gießen Sie die Lösung in eine 1-l-Plastikflasche und beschriften sie mit Inhalt und Datum.
2. Folgen Sie den Anleitungen des Protokolls, um den Standard zu messen. Anstelle der Wasserprobe verwenden Sie die Standardlösung.
3. Tragen Sie die Werte des Standards ins Datenblatt ein.
4. Weicht der Wert mehr als 0.4 ppt (von 38.6 ppt) ab, verwerfen Sie die Lösung und stellen einen neuen Standard her.

Bemerkung: Für Meerwasser muß der für die Standardlösung gemessene Wert bei der Titrationsmethode nachkorrigiert werden, z. B. um die Salinität von 17.5 g NaCl in 500 ml Wasser (35 ppt NaCl) zu berechnen, müssen Sie die molekulare Zusammensetzung von Na Cl (das Verhältnis des Molekulargewichts von Cl zu NaCl = 0.61) berücksichtigen: $35 \text{ ppt} \times 0.61 = 21.35$. Die Salinität des Standards ist $21.35 \times 1.80655 = 38.6 \text{ ppt}$. Der Faktor 1.80655 bedeutet, daß Chloridionen 55.354 Gew % der insgesamt im Meerwasser gelösten Salze ausmachen.

Zeiten von Ebbe und Flut

Versuchen Sie die Zeiten von Ebbe und Flut von einer Stelle zu erhalten, die möglichst nahe an Ihrem Meßort liegt. Die angegebenen Zeiten sollten für Ebbe und Flut möglichst genau sein und direkt nach den festgelegten Meßzeiten liegen. Tragen Sie diese Zeiten ins Datenblatt ein und schicken Sie diese an den Datenserver.

Bestimmung der Salinität

1. Verwenden Sie ein Meßbesteck, das den GLOBE-Spezifikationen entspricht. Die Verfahren basieren auf der Verwendung eines Farbindikators, der zur Probe hinzugefügt wird und mit Säure bis zum Farbumschlag titriert wird.
2. Folgen Sie den Anleitungen des Herstellers. Titrieren Sie Wasser, das eine höhere Salinität als 20 ppt besitzt, müssen Sie den Titrator erneut mit Säure füllen. Beachten Sie den Gesamtverbrauch an Säure.



- 3.
3. Tragen Sie den Wert für die Salinität ins Datenblatt ein.
4. Verwenden Sie dafür den Mittelwert der durch verschiedene Schülergruppen bestimmt wurde, falls alle Werte innerhalb von 0.4 ppt um den Mittelwert liegen. Ist dies nicht der Fall, müssen die Schüler die Titration wiederholen und den Mittelwert aus den neuen Titrationen bestimmen. Gibt es immer noch einen „Ausreißer“ (ein Wert der weit von den anderen entfernt liegt) verwerfen Sie diesen Wert und bilden den Mittelwert aus den restlichen Werten. Liegen alle innerhalb 0.4 ppt vom Mittelwert, übermitteln Sie diesen an den Datenserver. Sind die Werte weit gestreut (mehr als 0.4 ppt), diskutieren Sie die Durchführung und mögliche Fehlerquellen mit Ihren Schülern, aber übermitteln Sie diese Werte nicht. Wiederholen Sie die Titration, bis Sie reproduzierbare Werte erhalten.
5. Geben Sie alle verwendeten Lösungen in Chemikalienbehälter. Bitte nicht in den Ausguß schütten!



Protokoll Alkalität

<p>Zweck Bestimmung der Alkalität einer Wasserprobe</p> <p>Überblick Die Alkalität eines Gewässers beeinflusst die Arten der im Wasser lebenden Organismen</p> <p>Zeit 15 min</p> <p>Niveau Mittel, Fortgeschritten</p> <p>Häufigkeit wöchentlich, Kalibration alle sechs Monate</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Alkalität, natürliche Faktoren, die die Alkalität beeinflussen- Meßmethode zur Bestimmung der Alkalität- Standardisierung- Genauigkeit, Präzision <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Richtige Durchführung der Testmethode - Alkalität- Datenerfassung	<p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Meßbesteck Alkalität- Haushaltsnatron (Natriumbicarbonat)- Flasche für destilliertes Wasser- destilliertes Wasser- 500 ml Becherglas- 100 ml Meßzylinder- 500 ml Meßzylinder- Rührstab- Datenblätter- Probenflasche- Latexhandschuhe, Schutzbrille- Waage <p>Vorbereitung Komplette Durchführung der Kalibration/Qualitätskontrolle. Bringen Sie alle Materialien zum Meßort</p> <p>Voraussetzungen keine</p>
--	--

Kalibration und Qualitätskontrolle

Zubereitung des Standards mit Haushaltsnatron (NaHCO_3)

1. Wiegen Sie 1.9 g NaHCO_3 ab und geben es in einen 500 ml Meßzylinder. Achten Sie darauf, daß Natron vollständig in den Zylinder zu überführen.
2. Füllen Sie ihn bis zur 500 ml Marke mit destilliertem Wasser auf.
3. Gießen Sie die Lösung in ein 500 ml Becherglas und rühren Sie so lange mit dem Rührstab, bis sich alles Soda aufgelöst hat.
4. Entnehmen Sie 15 ml von dieser Lösung und geben sie in einen 100 ml Meßzylinder.



5. Spülen Sie den 500 ml Meßzylinder mit destilliertem Wasser. Geben Sie 15 ml der NaHCO_3 Lösung in den Zylinder.
6. Füllen Sie den Meßzylinder bis zur 500 ml Marke mit destilliertem Wasser auf.
7. Diese Lösung im Meßzylinder ist Ihre Standardlösung.

Die tatsächliche Alkalität des NaHCO_3 Standards ist 68 mg/L CaCO_3 . Die tatsächliche Alkalität von destilliertem Wasser liegt gewöhnlich unter 14 mg/l CaCO_3 .

Anleitung zur Qualitätskontrolle

1. Führen Sie das Protokoll Alkalität durch und verwenden Sie anstelle der Wasserprobe die Standardlösung.
2. Tragen Sie die Alkalität in mg/l in das Kalibrationsdatenblatt ein.
Liegt das Ergebnis der Natron Standardlösung mehr als das mg/l Äquivalent eines Tropfens oder eines Teilstriches beim Titrator des Meßbesteckes daneben, stellen Sie eine neue Standardlösung her und achten Sie darauf, daß die Einwaage genau ist und alles Soda vollständig in Lösung gegangen ist. Treten noch immer Abweichungen von mehr als das mg/l Äquivalent eines Tropfens oder eines Teilstriches beim Titrator auf, benötigen Sie für Ihr Meßbesteck neue Chemikalien.

Bestimmen der Alkalität

Falls dem Meßbesteck verschiedene Anleitungen für geringeren und höheren Gehalt beigelegt sind, verwenden Sie die Anleitung für den geringeren Gehalt, außer Sie erwarten eine Alkalität von mehr als 125 mg/l CaCO_3 . Auf diese Weise messen Sie genauer.

1. Verwenden Sie ein Testbesteck, das den GLOBE-Spezifikationen (Kap. „Zusatzmaterialien“) genügt. Folgen Sie der beigelegten Anleitung des Herstellers. Die Methoden basieren darauf, daß ein Farbindikator zur Probe hinzugefügt wird. Dann wird mit Säure tropfenweise titriert, bis ein Farbumschlag erfolgt.
2. Notieren Sie die Gesamtalkalität in mg/l CaCO_3 auf dem Datenblatt.
3. Nehmen Sie den Durchschnitt der Alkalitätswerte, die von den einzelnen Schülergruppen bestimmt wurden. Befinden sich alle Werte innerhalb des Äquivalents eines Tropfens oder eines Teilstriches beim Titrator, übermitteln Sie diesen Wert an den Datenserver. Falls Sie mehr als drei Schülergruppen haben und sich ein Ausreißer bei den Werten zeigt, verwerfen Sie diesen Wert und berechnen Sie den Durchschnitt aus den anderen Werten. Liegen die Werte nun innerhalb der genannten Grenze, übermitteln Sie diesen Wert. Sind die Werte weit gestreut (mehr als das Äquivalent eines Tropfens oder eines Teilstrichs bei Titrator), diskutieren Sie die Durchführung und mögliche Fehlerquellen mit Ihren Schülern. Wiederholen Sie die Bestimmungen, bis Sie reproduzierbare Ergebnisse bekommen.



Protokoll Nitrat

<p>Zweck Bestimmung des Nitrat-Stickstoffs</p> <p>Überblick Die Bestimmung des Nitratgehalts eines Gewässers ist ein wichtiger Schritt bei der Bestimmung der Wasserqualität. Stickstoff tritt im Wasser in einer Vielzahl von Formen auf, zwei davon sind Nitrat (NO₃-) und Nitrit (NO₂-). Das Nitrat ist dabei die wichtigste Form, es wird auch in sauerstoffarmen Gewässern gefunden. Nitrat ist ein lebenswichtiger Nährstoff für das Wachsen von Algen und Wasserpflanzen und kann aus verschiedenen Ursachen sehr hoch liegen. Nitrat ist schwierig direkt zu bestimmen, daher wird es zum Nitrit reduziert und die resultierende Nitritkonzentration gemessen. Diese ist ein kombinierter Wert aus der Nitrit- (sofern anwesend) und Nitratkonzentration. Da wir vor allem an der Bestimmung des Nitrats interessiert sind, müssen die Hintergrundwerte des Nitrits vorab bestimmt werden. Nitrat wird in Form von Nitrat-Stickstoff (mg/l) angegeben. Nitrit wird als Nitrit-Stickstoff angegeben (mg/l).</p> <p>Niveau Mittel, Fortgeschritten</p> <p>Zeitbedarf ca. 15 min</p> <p>Häufigkeit einmal pro Woche Kalibration alle sechs Monate</p>	<p>Wichtige Inhalte und Lernziele</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Kolometrisches Verfahren für Wasseruntersuchungen- Nitrat in Wasser <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Durchführung einer kolometrischen Bestimmung- Planung der Durchführung- Datenerfassung <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- 50 ml Becherglas oder Flasche- Nitrat Meßbesteck (falls Sie Salz- oder Brackwasser haben, versichern Sie sich, daß Sie das richtige Meßbesteck verwenden)- 100 ml Meßzylinder- 500 ml Meßzylinder- 3 500 ml Flaschen- destilliertes Wasser <p>Vorbereitung Lesen Sie die beigelegte Anleitung sorgfältig durch bevor Sie beginnen. Überprüfen Sie, daß das Meßbesteck alle Komponenten enthält, die Sie benötigen. Lesen Sie nach, welche Nitratkonzentrationen im Trinkwasser zulässig sind (10 mg/l in Trinkwasser)</p> <p>Voraussetzungen Kurze Besprechung, welche Bedeutung der Nitratgehalt im Wasser hat. Diskussion über die Bedeutung des Nitrats im Wasser und über den Unterschied zwischen Nitrat und Nitrit Üben Sie mit der Kalibration</p>
---	---

Kalibration und Qualitätskontrolle

Standardproben sollten mindestens alle sechs Monate untersucht werden, um die Durchführung und die Chemikalien zu überprüfen. Jedesmal sollten frische Standardlösungen hergestellt werden wenn die Lösung nicht konserviert wurde. Untersuchung des Standards wird auch helfen, die Anleitung der Meßbestecke besser zu verstehen, an Stellen wo die Beschreibung unklar ist.



Nitrat-Standardlösungen

Die Standardlösungen werden nicht mit den Meßbestecken mitgeliefert und müssen daher auf folgenden Weise selbst hergestellt werden:

Mutterlösung für Nitratstandard

Trocknen Sie KNO_3 (Kaliumnitrat) für 24 Stunden bei $105\text{ }^\circ\text{C}$ im Ofen. Dann lösen Sie 3.6 g KNO_3 in destilliertem Wasser auf. Geben Sie diese Lösung in einen 500 ml Meßzylinder und füllen diesen mit destilliertem Wasser bis zur 500 ml Marke auf. Rühren Sie die Lösung vorsichtig (nicht schütteln). Bewahren Sie diese Lösung in einer 500 ml Flasche auf. Beschriften Sie die Flasche mit Inhalt und Datum. Sie haben eine 7200 mg/l KNO_3 Lösung.

Anmerkung: Um den Nitrat-Stickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$) zu berechnen, muß man die molekulare Zusammensetzung von KNO_3 berücksichtigen (das Verhältnis der Molekulargewichte von N zu KNO_3 ist 0.138): $7200\text{ mg/l } \text{KNO}_3 \times 0.138 \approx 1000\text{ mg/l Nitrat-Stickstoff } (\text{NO}_3\text{-N})$

Standardlösung Nitrat:

Messen Sie 50 ml der Mutterlösung (Stocklösung) ab. Benutzen Sie dazu einen 100 ml Meßzylinder. Schütten Sie die Lösung in einen 500 ml Meßzylinder und füllen diesen bis zur 500 ml Marke mit destilliertem Wasser auf. Rühren Sie die Lösung vorsichtig. Sie erhalten eine 100 mg/l Nitrat-Stickstoff Standardlösung (N). Bewahren Sie die Lösung in einer 500 ml Flasche auf. Beschriften Sie diese mit Inhalt und Datum.

Falls die Mutterlösung nicht konserviert wurde, müssen Sie für jede Kalibration eine neue Lösung herstellen. Die Standardlösung sollte für jede Kalibrierung neu hergestellt werden, unabhängig davon, ob die Mutterlösung konserviert war oder nicht. Die Mutterlösung kann für sechs Monate mit Chloroform (CHCl_3) tiefer konserviert und stabilisiert werden, sofern Sie Zugang zu dieser Chemikalie haben. Um eine Mutterlösung zu konservieren, fügen Sie 1 ml CHCl_3 zu 500 ml Mutterlösung.

Qualitätskontrolle

1. Verdünnen Sie den 100 mg/l Standard, um eine 2 mg/l Standardlösung herzustellen. Verwenden Sie diesen Standard um die Genauigkeit Ihres Meßbestecks zu überprüfen:

Messen Sie 10 ml des 100 mg/l Standards mit einem 100 mL Meßzylinder ab. Geben Sie diese Lösung in eine 500 ml Flasche oder Becherglas. Messen Sie mit dem 500 ml Meßzylinder 490 mL destilliertes Wasser ab und geben es ebenfalls in die Flasche. Rühren Sie die Lösung vorsichtig. Beschriften Sie die Flasche mit Inhalt und Datum.

2. Folgen Sie der Anleitung des Protokolls um den Standard zu messen. Verwenden Sie anstelle der Wasserprobe die Standardlösung.
3. Tragen Sie den Wert der verdünnten Standardlösung nach der Testmessung in das Datenblatt ein.
4. Liegt der Standard mehr als 1 mg/l daneben, stellen Sie eine neue verdünnte Standardlösung her. Liegt der Wert noch immer daneben, stellen Sie eine neue Mutterlösung her und wiederholen Sie die Bestimmung.



Bestimmung des Nitratgehaltes

1. Verwenden Sie ein Nitrat-Meßbesteck, das die GLOBE-Spezifikation erfüllt. Spülen Sie die Probenbehälter des Meßbestecks mindestens drei Mal mit dem Probenwasser, bevor Sie mit der Bestimmung beginnen.
2. **Bestimmung des Nitrat- und des Nitrit-Stickstoffs.** Folgen Sie den Anleitungen des Herstellers. Die Meßbestecke basieren darauf, daß eine Reagenz zugefügt wird, welches Nitrat in Nitrit überführt. Das Nitrit reagiert mit einer zweiten Substanz, mit der es eine Farbreaktion eingeht. Die Intensität dieser Farbe ist proportional zur Menge an Nitrat in der Probe. Die Konzentration wird durch Vergleich der Farbe der Probe mit einer Farbtabelle, die dem Meßbesteck beigelegt ist, gemessen. Falls die Anleitung besagt, daß die Probe geschüttelt werden muß, achten Sie darauf, daß Sie diese Zeit genau einhalten. Wird die Zeit nicht eingehalten, kann es sein, daß Ihr Ergebnis ungenau ist.
3. Lassen Sie mindestens drei Schüler den Farbvergleich durchführen. Notieren Sie die Konzentrationsangabe jeder Schülergruppe und tragen Sie diese auf dem Datenblatt ein. (**Bemerkung:** Halten Sie die Vergleichsskala gegen eine Lichtquelle, z. B. ein Fenster, den Himmel oder eine Lampe, jedoch nicht direkt gegen die Sonne).
4. Bilden Sie den Mittelwert aus den drei abgelesenen Werten. Liegen diese Werte mehr als 1 mg/l vom Mittelwert entfernt, müssen die Schüler noch einmal ablesen. Notieren Sie die neuen Ergebnisse und bilden Sie aus diesen den Mittelwert (Bemerkung: Falls mehr als fünf Minuten vergangen sind, macht ein erneutes Ablesen keinen Sinn). Liegen die Werte nun weniger als 1 mg/l um den Mittelwert, notieren Sie den Mittelwert auf dem Datenblatt. Gibt es noch immer einen „Ausreißer“ (ein Wert, der sich von den anderen stark unterscheidet), verwerfen Sie diesen Wert und berechnen Sie aus den verbleibenden Werten einen neuen Mittelwert. Liegen die Werte noch immer weit gestreut (mehr als 1 mg/l) um den Mittelwert, diskutieren Sie die Durchführung und mögliche Fehlerquellen mit den Schülern. Übermitteln Sie diesen Wert nicht an den Datenserver. Wiederholen Sie die Bestimmung, um ein reproduzierbares Ergebnis zu erhalten.
5. **Nitrit-Stickstoff:** Folgen Sie den Anleitungen des Herstellers zur Bestimmung von Nitrit. Es ist die selbe Vorgehensweise, nur die Substanz, die Nitrat in Nitrit überführt wird nicht verwendet.
6. Führen Sie die Schritte 3 und 4 zur Bestimmung der Nitritwerte durch.

Bemerkung: Das Ergebnis soll als mg/l Nitrat-Stickstoff übermittelt werden ($\text{NO}_3^- - \text{N}$; die selben Einheiten wie Ihr Standard) und nicht als mg/l Nitrat (NO_3^-).

Allgemeine Information: Um mg/l Nitrat in mg/l Nitrat-Stickstoff umzurechnen, teilen Sie das Ergebnis durch 4,4. Dies ist das Verhältnis der Molekulargewichte. Zum Beispiel: 44 mg/l NO_3^- entspricht 10 mg/l $\text{NO}_3^- - \text{N}$. Um mg/l Nitrit in mg/l Nitrit-Stickstoff umzurechnen wird durch 3,3 dividiert. Das ist das Verhältnis ihrer Molekulargewichte.

Molekulargewichte: Stickstoff: 14,0067, Sauerstoff: 15,999, Nitrat: 62,0037 Nitrit: 46,0047



Lernschritte



Erkundung des Meßortes

Die Schüler werden mit der Hydrologiemeßstelle vertraut gemacht und arbeiten ihre charakteristischen Merkmale heraus

Modell des Wassereinzugsgebietes

Die Schüler werden ihre eigenen Beobachtungen vor Ort mit einer topographischen Karte und mit Satellitenaufnahmen kombinieren, um ein dreidimensionales Modell ihres Wassereinzugsgebietes herzustellen.

Wasserdetektive

Die Schüler untersuchen, wie sie ihre Sinne für Untersuchungen nutzen und warum man Meßinstrumente benutzt.

Das pH-Spiel

Die Schüler werden ein Spiel kennenlernen, das ihnen die Wichtigkeit der pH-Werte verständlich macht.

Meßübungen

Im Klassenraum üben die Schüler den Umgang mit den Instrumenten, Meßbestecken und Protokollen. Sie sollen herausfinden, in welchen Bereichen gemessen wird und die Ursachen der Schwankungen und Fehler der Meßwerte erklären.

Überall gibt es Wasser! Aber wie läßt es sich vergleichen?

Die Schüler beginnen GLOBE Daten zusammen mit den Hydrologie-Wissenschaftlern zu analysieren.

Wir entdecken die Welt der wirbellosen Wassertiere

Die Schüler entdecken, wie die Chemie des Wassers das Leben im Wasser beeinflusst.

Modell des Wassergleichgewichts

Die Schüler werden an einem Modell die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens im Jahresverlauf untersuchen.



Erkundung des Meßortes

<p>Zweck Die Schüler sollen sich mit der Meßstelle vor Ort vertraut zu machen</p> <p>Überblick Die Schüler werden die Hydrologiemeßstelle besuchen und eine Besichtigung durchführen, um Informationen über die lokale Landnutzung und Wasserqualität zu sammeln. Sie werden ihre Erkenntnisse dokumentieren, indem sie das Gewässer kartographieren und im Einzelnen beschreiben. Sie werden aufgrund dieser Eingangsuntersuchung Fragen zur Landnutzung und zur Chemie des Wassers entwickeln. Das kann unter Umständen weitere Untersuchungen zur Folge haben.</p> <p>Zeitbedarf Zeit für die Exkursion plus eine Unterrichtsstunde</p> <p>Niveau Alle Schüler</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Oberflächenwasser kommt in vielen Formen vor, z. B.: Teiche, Seen, Flüsse, Schneedecke, usw.- Die Charakteristika von Wasser stehen in enger Verbindung zu den Eigenschaften des Umlandes.- Wasser bewegt sich von einem Ort zum anderen.- Wasser an der Oberfläche hat viele Merkmale die man beobachten kann, z. B.: Farbe, Geruch, Fließgeschwindigkeit, Form, usw.	<p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Beobachtung des Wassers an der Meßstelle;- Beschreibung des Wassers an der Meßstelle;- Organisation der Beobachtungen;- Aufwerfen von Fragen, die auf Beobachtungen an der Meßstelle beruhen;- Das Erkennen von Beziehungen zwischen den Charakteristika des Erdreiches und den Eigenschaften des Wassers;- Austausch der Beobachtungen und Deutungen in mündlicher, schriftlicher und in Form von graphischen Darstellungen;- Kartographieren der Hydrologie der Meßstelle. <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Zeichenmaterial und Ausrüstung zum Erstellen von Bildern und Karten- „GLOBE-Kladde“ und Stifte- Fotoapparat oder Videokamera zum Fotografieren- Kompaß und Meßstäbe oder Bindfäden- Durchsichtige Plastiktassen oder -flaschen zur Beobachtung der Trübung und der Farbe des Wassers <p>Vorbereitung Beschaffen Sie sich topographische Karten und Satellitenbilder ihrer Meßstelle.</p> <p>Vorraussetzungen keine</p>
---	---



Hintergrund

Ihr Gewässer ist Teil eines Wassereinzugsgebietes. Ein Wassereinzugsgebiet ist das Gebiet, das von einem Fluß und seinen Nebenflüssen entwässert wird. Die Topographie dieses Gebietes bestimmt die Grenzen und die Form des Wassereinzugsgebietes. Das Umland und die Nutzung dieses Landes - Kleinstädte, Großstädte, Autobahnen, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Viehzucht, natürliche Vegetation, usw. beeinflussen die Chemie der Gewässer innerhalb des Wassereinzugsgebietes.

Viele Faktoren können die Eigenschaften des Wassers in einem Flußsystem, einem See oder einem Teich beeinflussen. Wassereigenschaften sind: Temperatur, Farbe, Form, usw. Wie in den Protokollen beschrieben, werden Sie folgende Messungen der Wasserqualität durchführen. Sie messen z. B. den im Wasser gelösten Sauerstoff, den pH-Wert, die Alkalität und die elektrische Leitfähigkeit. Die Messung der Wasserdaten erhöht die Fähigkeiten der Schüler, Verbindungen zwischen den Eigenschaften des Erdreiches und denen des Wassers zu formulieren. Diese Lernaktivität ist eine Einführung in die Wassermeßstelle und legt das Fundament für die folgenden Lernaktivitäten zu Hydrologie und für die Hydrologieprotokolle.

Inhalt und Vorgehensweise

1. Fragen Sie die Schüler nach ihrem Wissen über örtliche Gewässer. Beginnen Sie mit Fragen wie: Gibt es einen See, Fluß, Teich oder Bach zu dem Du manchmal gehst? Was ist Deine Lieblingsbeschäftigung an diesem Ort? Warum ist dieses Gewässer für Dich wichtig?
2. Gehen Sie mit ihren Schülern zur Wassermeßstelle. Erinnern Sie die Schüler an Sicherheitsbestimmungen.



Studenten der Universität von Arizona führen pH-Wert-, Leitfähigkeits- und Alkalitätsbestimmungen durch

Für jüngere Schüler

3. Bei jüngeren Schülern ist das Ziel, daß die Schüler herumgehen, beobachten und Fragen nach dem Wasser in ihrem GLOBE-Einzugsgebiet stellen. Dies beinhaltet Fragen nach der Fließgeschwindigkeit von Flüssen oder Bächen, dem Vorhandensein von Teichen oder Seen, nach Wasserrückständen, die sich nach Niederschlägen bilden, nach Quellen und nach der Bodenfeuchtigkeit. Ermutigen Sie ihre Schüler, sich auf Wasser in all seinen Formen zu konzentrieren, während sie an der Meßstelle herumgehen. Nehmen Sie mit einem Gefäß eine Probe des Wassers. Fordern Sie die Schüler auf zu beschreiben, welche Farbe das Wasser hat, was Sie im Wassers sehen, ob sich das Wasser bewegt und wie schnell, ob sich etwas in der Nähe des



Wassers befindet, ob sie das Wasser hören können, wenn sie sich ruhig verhalten, ob das Wasser einen Geruch hat, ob das Wasser klar oder getrübt ist, usw.

4. Lassen Sie ihre Schüler die Lage und Größe der Meßstelle zeichnen und/oder beschreiben. Vergleichen Sie die Lage des Gewässers mit anderen Merkmalen des GLOBE-Untersuchungsgebietes z. B.: Bäumen, Hügeln, usw. Lassen Sie ihre Schüler Fragen nach der Herkunft des Wassers stellen.

Für ältere Schüler

3. Teilen Sie die Schüler in Gruppen ein, um verschiedene Gebiete der Meßstelle zu untersuchen. In Gruppen, die aus einem Journalisten, einem Kartographen, einem Zeichner und einem Fotografen bestehen, sollten die Schüler anfangen zu dokumentieren, was sie in ihrem Teil beobachten. Wie ist die Erscheinung, der Geruch, die Beschaffenheit des Wassers in ihrem Abschnitt? Das Ufer sollte beachtet werden: städtisch, landwirtschaftlich, industriell, Wohngebiet, bewaldet, Sumpf, usw. Die Schüler sollten die groben Umrisse und Charakteristika ihres Teils kartographieren und die Flora und Fauna im und um das Wasser aufzeichnen. Wie ist das Gefälle des an ihren Teil des Wassers angrenzenden Ufers?
4. Zurück im Klassenraum sollten die Schüler eine Übersichtskarte aus allen Aufzeichnungen anfertigen. Achten Sie auf Ähnlichkeiten und Unterschiede und diskutieren Sie beobachtete Muster. Fordern Sie die Schüler auf, aufgrund ihrer Beobachtungen darüber nachzudenken, wie das Wasser an diese Stelle gelangt ist, wie es die Meßstelle durchfließt, wo es von dort aus hinfließt, wie die Umgebung des Wassers die Wasserqualität beeinflusst, besonders während Regenperioden, der Schneeschmelze, Überschwemmungen, usw. Welche Fragen haben sie? Halten Sie die Fragen auf einem Poster an der Wand des Klassenzimmers fest.
5. Bitten Sie die Schüler außerdem, einige der folgenden Punkte zu besprechen:
 - Welche Landnutzung und Landschaftsgestaltung habt ihr beobachtet und aufgelistet? Wie, glaubt ihr, können diese Aktivitäten die Eigenart des Gewässers beeinflussen? Können diese Aktivitäten die Wasserqualität beeinflussen?
 - Welche Eigenschaft des Wassers wurde am häufigsten genannt und was könnte das über die Wasserqualität aussagen?
 - Gab es Anzeichen von Wassernutzung durch den Menschen, Anzeichen für Nutzung des Wassers durch Wild oder andere Tiere?

Weitere Untersuchungen

1. Wenn die Schüler monatlich zur Meßstelle kommen, um die Wasserdaten zu messen, erinnern Sie die Schüler an ihre Beobachtungen während dieser Aktivität und bitten Sie sie, Veränderungen in ihren Journalen zu notieren.



2. Die Quantität und Qualität von Wasser ist ein globales Thema. Verfassen Sie aus allen Informationen über Ihren Hydrologie-Meßort eine schriftliche Beschreibung der Eigenschaften und Charakteristika inkl. Graphiken und Hydrologiedaten. Kontaktieren Sie andere Schulen, die Hydrologiedaten erheben und tauschen sich aus. Diskutieren Sie die Beschreibungen und Daten.

Leistungsbeurteilung

Lassen Sie die Schüler ein Schaubild ihres Wissens über ihr Wassereinzugsgebiet anfertigen. Dabei soll die Nutzung des Umlandes und ihre Folgen für die Wasserqualität (positiv und negativ) sowie für Fische und Tiere (Menschen eingeschlossen), die vom Wasser abhängen, aufgezeigt werden. Machen sie ihre Ergebnisse an der Schule und in Ihrer Gemeinde publik.

Quellen:

Übernommen aus „The Aspen Global Change Institute´s Ground Truth Studies Teacher Handbook, River Walk“ und „Project WET´s, Stream Sense“.



Modell des Wassereinzugsgebietes

<p>Zweck Den Schülern soll das Wassereinzugsgebiet und seine Funktion vorgestellt werden.</p> <p>Überblick Anfänger konstruieren ein dreidimensionales Modell des Wassereinzugsgebietes und experimentieren mit dem Fließverhalten des Wassers im Modell. Fortgeschrittene und Profis benutzen topographische Karten und Landsat-Bilder, um ein dreidimensionales Modell des Wassereinzugsgebietes zu konstruieren und überprüfen Hypothesen über das Fließverhalten des Wassers im Modell.</p> <p>Zeitbedarf <i>Für Anfänger:</i> 1 Unterrichtsstunde <i>Für Fortgeschrittene und Profis:</i> 2 - 3 Unterrichtsstunden</p> <p>Niveau Alle Schüler</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele Inhalte Ein Wassereinzugsgebiet führt allen Niederschlag und das ganze abfließende Wasser (Schneeschmelze) zu einem gemeinsamen Wasserlauf oder Gewässer. Die Hydrologiemeßstelle ist Teil des Wassereinzugsgebietes. Die Beschaffenheit des Wassereinzugsgebietes wird durch die physikalischen Merkmale der Landschaft bestimmt.</p>	<p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Anfertigen eines Modells des Wassereinzugsgebietes.- Vorhersage des Wasserverlaufs.- Verstehen von Karten und Bildern um ein dreidimensionales Modell des Wassereinzugsgebietes herzustellen. <p>Hilfsmittel <i>Für Anfänger:</i></p> <ul style="list-style-type: none">- Sperrholzplatte (etwa 1 m x 1m)- Steine in verschiedenen Größen- Plastikfolie- Sprühflasche <p><i>Für Fortgeschrittene und Profis:</i></p> <ul style="list-style-type: none">- Topographische Karte ihrer Hydrologiemeßstelle und der Umgebung- Landsat-Bilder ihrer GLOBE-Meßstelle (von GLOBE zur Verfügung gestellt)- Sperrholzplatte (etwa 1 m x 1 m)- Gips, Ton oder ähnliches Material- Wasserdichtes Material oder eine Haushaltsplastikfolie <p>Vorbereitung Stellen Sie die Materialien zusammen. Beschaffen Sie topographische Karten (siehe „Wie man Karten und Satellitenbilder beschafft“ im Kap. „Zusatzmaterial“)</p> <p>Voraussetzungen <i>Für Fortgeschrittene und Profis:</i> Grundverständnis von Landkarten, Vertrautheit mit topographischen Karten und Landsat-Bildern. Hintergrundinformationen über Höhenlinienkarten finden Sie unter „Höhenlinien Grundlagen“ im Anhang dieses Kapitels.</p>
---	--



Hintergrund

Ein Wassereinzugsgebiet ist ein System. Es ist das Auffangbecken, das allen Niederschlag und alles abfließende Wasser (Wasser, Sedimente und gelöste Stoffe) zu einem gemeinsamen Wasserlauf oder Gewässer führt. Eine Wasserscheide ist ein Höhenrücken zwischen zwei Wassereinzugsgebieten. Sie haben vielleicht von der kontinentalen Wasserscheide gehört, dem Höhenrücken, der die USA zerteilt und der alle Flußsysteme östlich von ihm in den Atlantik, und alle westlich von ihm in den Pazifik fließen läßt. Diese großen Wassereinzugsgebiete bestehen aus mehreren kleineren. Bei der hier durchgeführten Lernaktivität werden die Schüler die Grenzen ihres lokalen Wassereinzugsgebietes erkennen und von ihm ein Modell schaffen, das ihnen bei der Untersuchung ihres Süßwassersystems nützlich sein wird.

Menschliche Aktivitäten wie ein Dammbau, um Wasser zurückzuhalten, das Umleiten von Wasser von einem Wassereinzugsgebiet in ein anderes, oder die Änderung der Topographie des Landes, um z. B. Straßen zu bauen, können Wassereinzugsgebiete verändern. Etwas über ein Wassereinzugsgebiet zu lernen und ein Modell anzufertigen ist ein Weg, der den Menschen hilft, die Zusammenhänge des Wassersystems, von dem sie abhängen zu begreifen. Sie lernen zu begreifen, woher das Wasser kommt, wohin es geht, und welche Entscheidungen getroffen werden können, um es verantwortungsvoll zu nutzen und zu bewahren.

Inhalt und Vorgehensweise

Für Anfänger:

1. Plazieren Sie verschieden große und geformte Steine auf der Spanplatte. Legen Sie eine Plastikfolie über die Steine, drücken Sie die Folie fest, so daß sie eine Form erhält und es hohe und tiefe Stellen gibt.
2. Lassen Sie ihre Schüler Vermutungen anstellen, was passieren wird, wenn sie Wasser auf verschiedene Stellen des Modells laufen lassen.
3. Lassen Sie dann die Schüler eine Sprühflasche benutzen, um Wasser auf die Oberfläche des Modells zu sprühen. Sprühen Sie solange bis das Wasser fließt. Beobachten Sie, welchen Weg das Wasser nimmt und wo es sich sammelt.
4. Diskutieren Sie mit den Schülern was sie beobachtet haben, insbesondere die Frage, wie die Form des Modells den Wasserlauf beeinflußt.
5. Fragen Sie Ihre Schüler, was passieren würde, wenn sie die Steine an andere Stellen legen würden? Fragen Sie die Schüler, wie sie die Steine legen könnten, um eine schnellere oder langsamere Fließgeschwindigkeit des Wassers zu erreichen oder damit sich mehr oder weniger Wasser an einer bestimmten Stelle sammelt.
6. Lassen Sie Ihre Schüler die Steine neu arrangieren, um ihre Ideen zu überprüfen. Wiederholen Sie diese Änderungen mehrmals.



Für Fortgeschrittene und Profis:

1. Fragen Sie die Schüler:
Was ist ein Wassereinzugsgebiet?
Warum sind Wassereinzugsgebiete wichtig?
2. Versorgen Sie die Schüler mit topographischen Karten und Landsat-Aufnahmen ihres Gebietes. Helfen Sie den Schülern dabei, sich darüber zu orientieren, was auf der topographischen Karte und den Landsat-Aufnahmen dargestellt ist und in welcher Beziehung die beiden Darstellungsformen stehen. Assistieren Sie den Schülern beim Gebrauch der Satellitenbilder als gleichwertiges Medium. Bitten Sie die Schüler, ihr Wassereinzugsgebiet mit Namen zu identifizieren und seine Grenzen zu finden. Höhenlinien und Höhenunterschiede auf der topographischen Karte sind hilfreich beim Festlegen der Grenzen des Wassereinzugsgebietes. Durch Markierung von Hügeln, Gipfeln und Kämmen können die Schüler einen brauchbaren Grundriß ihres Wassereinzugsgebietes herstellen.

Zu Anfang sollten die Schüler einen einfach zu erkennenden Punkt, z. B. eine Flußmündung, wählen. Von diesem Punkt aus arbeitet man rückwärts und markiert andere einfach zu findende Punkte, z. B. Gipfel oder Käme, die Nebenflüsse trennen. Fragen Sie: „Welchen Weg würde das Wasser von dieser Stelle aus nehmen?“ Lassen Sie die Schüler Pfeile malen, um die Fließmuster zu verdeutlichen. Das Bild des Wassereinzugsgebietes wird klarer werden, je mehr Punkte identifiziert werden.

3. Versorgen Sie die Schüler mit Materialien, um ein Modell des Wassereinzugsgebietes anzufertigen. Gips, Ton und/oder andere Werkstoffe sind geeignet. Bitten Sie die Schüler, Modelle in kleineren Gruppen herzustellen. Die Modelle sollten mit Plastikfolie überzogen werden.
4. Bitten Sie die Schüler, Wasser über das fertige Modell zu sprühen und verfolgen Sie den Weg, den ein Wassertropfen durch das Wassereinzugsgebiet in den Wasserlauf zurücklegt.
5. Diskutieren Sie die Beziehung zwischen den physikalischen Merkmalen des Wassereinzugsgebietes und den Orten menschlicher Aktivität. Beachten Sie besonders das Fließverhalten des Wassers in Ihrem Wassereinzugsgebiet.

Weitere Untersuchungen

1. Zu welchem nächst größeren Wassereinzugsgebiet gehört Ihr Wassereinzugsgebiet? Zu welchem größeren Wassereinzugsgebiet gehört dieses größere Wassereinzugsgebiet? Stellen Sie sich diese Frage in Bezug auf immer größere Wassereinzugsgebiete. Welches ist das größte Wassereinzugsgebiet von allen?
2. Vergleichen Sie neue Satellitenbilder mit älteren. Inwiefern hat sich das Wassereinzugsgebiet verändert?



Leistungsbeurteilung

1. Bitten Sie Schüler, einen Aufsatz über die Bedeutung von Wassereinzugsgebieten zu schreiben.
2. Lassen Sie die Schüler beschreiben, inwieweit jedes der Hydrologie-Protokolle wichtig für das Verständnis von Wassereinzugsgebieten ist.
3. Lassen Sie Schüler einige natürliche physikalische Merkmale und einige vom Menschen verursachte Merkmale auf der topographischen Karte und den Satellitenbildern finden. Bestimmen Sie die entsprechenden Stellen im Wassereinzugsgebiet-Modell.
4. Bitten Sie die Schüler zu erklären und vorausszusagen, wie die physikalische Merkmale des Wassereinzugsgebietes jetzige und zukünftige Aktionen des Menschen beeinflussen könnten.
5. Lassen Sie die Schüler erklären, wodurch der Mensch die Form des Wassereinzugsgebietes verändert und wie als Folge davon der Weg aussieht, den das Wasser fließt.

Quellen:

Aus „Make A Watershed Modell“ (Aspen Global Change Institute's Teacher Handbook), mit zusätzlicher Information aus „Understanding Watersheds“ von Tennessee Valley Authority.



Wasserdetektive

<p>Zweck Die Schüler sollen verstehen, daß viele Stoffe im Wasser enthalten sind, die sich mit ihren Sinnen erfassen lassen, und daß es weitere Stoffe gibt, die nur mit weiteren Hilfsmitteln festgestellt werden können.</p> <p>Überblick Schüler werden versuchen durch Gebrauch ihrer Sinne, Substanzen im Wasser zu erkennen. Dann werden sie GLOBE Meßinstrumente einsetzen, um Substanzen im Wasser zu finden.</p> <p>Zeit eine Unterrichtsstunde</p> <p>Niveau Anfänger</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Deine fünf Sinne erzählen über die Welt.- Deine Sinne stellen unterschiedliche Dinge fest.- Du verwendest Hilfsmittel, um Deine Sinne zu unterstützen. <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Antworten auf Fragen erhalten- Antworten auf Fragen finden (Hypothesen)- Durchführen eines Experiments- Beobachtungen machen- Daten erfassen- Zählen (oder addieren)	<p>Hilfsmittel Für jedes Team (vier bis fünf Schüler)</p> <ul style="list-style-type: none">- fünf klare Plastikbecher- fünf Plastiklöffel- wasserfeste Filzstifte, um die Becher zu beschriften- Stoffe, die mit Hilfe der Sinne im Wasser festgestellt werden können (alle Sinne sollen repräsentiert werden), z. B.<ul style="list-style-type: none">° Sehen - ein Tropfen gelbe Lebensmittelfarbe, Zitronensaft, kohlenstoffhaltiges Wasser° Tasten - Haushaltsnatron° Geruch - Zitronensaft, Essig° Geschmack* - Salz, Zucker, destilliertes Wasser, Leitungswasser° Hören - kohlenstoffhaltiges Wasser- Arbeitsblatt <p>* nach Ermessen des Lehrers</p> <p>Vorbereitung Bereiten Sie die Wasserproben für das Experiment vor und kopieren Sie die Arbeitsblätter</p> <p>Voraussetzungen keine</p>
---	---

Hintergrund

Unzählige Tonnen Material (im Durchschnitt 30 cm/Jahr) werden kontinuierlich mit der Strömung in größere Fließgewässer, Flüsse und vielleicht auch in die Weltmeere getragen. Viele dieser Materialien sind natürliche Stoffe, z. B. Sand, Schluff und Lehm, Kiesel und Salz. Die Substanzen können von gelöstem Kalkstein bis zu gelösten Mineralien, die Schwermetalle wie Blei, Kadmium und Zink enthalten, variieren. Andere Stoffe gelangen durch Handeln der Menschen in das System. Öl, Abwasser und chemische Düngemittel oder Pestizide sind Beispiele dafür. Es ist klar,



daß immer dann, wenn Stoffe in das Wasser gelangen alle Lebewesen, die das Wasser benutzen, von diesen Substanzen beeinträchtigt werden.

Wissenschaftler haben Tests entwickelt, mit denen verschiedene Substanzen nachgewiesen werden können, unabhängig davon, ob schädlich oder nützlich, natürlich vorkommend oder künstlich erzeugt. Bei diesen Tests werden Hilfsmittel verwendet, mit denen Substanzen oder Eigenschaften gemessen werden können, die von unseren Sinnen nicht direkt erfassbar sind.

Vorbereitung

- Bereiten Sie für jede Gruppe in den Plastikbechern Wasserproben vor, die geringe Mengen einer „Fremdschubstanz“ enthalten (Salzwasser, kohlen säurehaltiges Wasser, etc:). Verwenden Sie auch Leitungswasser und destilliertes Wasser in den Testbechern.
- Legen Sie Löffel aus. Sie werden ins Wasser getaucht, um Wasser zu fühlen und zu schmecken.
- Numerieren Sie die Becher.
- Kopieren Sie für jeden Schüler das Arbeitsblatt.

Vorgehensweise

Diskutieren Sie mit den Schülern wie sie ihre Sinne einsetzen können, um Dinge in der Umgebung zu erfassen. Diskutieren Sie Vorteile und die Grenzen jedes Sinns.

Die Schülern könnten über folgende Fragen nachdenken wollen:

1. Wie verwenden wir unsere Augen, um Gefahren zu erkennen? Wann „sehen“ wir etwas schlecht (wenn etwas sich außerhalb des Blickfeldes befindet, im Dunkeln, unsichtbar ...)?
2. Wie benutzen wir unsere Ohren, um Gefahren zu erkennen? Wann können wir mit unseren Ohren nicht richtig hören (wenn Dinge keine Geräusche machen, wenn wir nicht zuhören, nicht aufpassen ...)?
3. Wie benutzen wir unseren Geruchssinn, um Gefahren zu erkennen? Wann können wir schlecht riechen (wenn Dinge geruchlos sind, wenn wir Schnupfen haben ...)?
4. Wie verwenden wir unseren Tastsinn, um Gefahren zu erkennen? Wann können wir etwas nicht ertasten (wenn etwas weit weg ist, wenn Anfassen gefährlich ist ...)?
5. Wie benutzen wir unseren Geschmackssinn, um Gefahren zu erkennen? Wann können wir unseren Geschmackssinn nicht einsetzen (wenn etwas giftig oder schmutzig sein könnte)?
6. Halten Sie einen Becher mit präpariertem Wasser hoch. Stellen Sie sich die Frage, mit welchem Sinn man am besten herausfinden könnte, ob es sich um Leitungswasser handelt. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile jedes Sinns.



- Überlegen Sie sich, ob ein Sinn ausreichen würde, um herauszufinden, welcher Becher Leitungswasser enthält. Raten Sie (Hypothese), welcher der Sinne am häufigsten Fremdstoffe im Wasser entdecken könnte.
- Kreuzen Sie im Arbeitsblatt an, mit welchen Sinnen Sie dies herausfinden können.



Versuchsdurchführung

- Zeigen Sie den Schülern die verschiedenen Packungen mit „Fremdstoffen“, die Sie für die Wasserproben verwendet haben (Salz, Haushaltsnatron ...). Sagen Sie ihnen, daß dies Lebensmittel sind, die in das Wasser vor ihnen gemischt wurden. Wir werden unsere Sinne einsetzen, um festzustellen, welches dieser Lebensmittel sich in den Bechern befindet.
- Lassen Sie die Schüler die Becher mit Wasser betrachten und auf das Arbeitsblatt neben die Nummer des Bechers ein X schreiben wenn sie glauben, es handelt sich nicht um Leitungswasser und ein W, wenn sie glauben, es handelt sich um Leitungswasser.
- Lassen Sie die Schüler an den Bechern horchen. Sie sollen im Arbeitsblatt dort ein X eintragen wo sie glauben, es sei kein Leitungswasser und ein W, dort wo sie Leitungswasser vermuten.
- Lassen Sie die Schüler an jedem Becher riechen und im Arbeitsblatt dort ein X eintragen, wo sie kein Leitungswasser, ein W wo sie Leitungswasser vermuten.
- Lassen Sie die Schüler mit dem Löffel ein paar Tropfen aus den Bechern entnehmen und das Wasser fühlen. Dort wo es sich nicht wie Leitungswasser anfühlt, sollen sie ein X eintragen, dort wo es sich wie Leitungswasser anfühlt, ein W.
- Lassen Sie die Schüler nochmals den Löffel eintauchen und das Wasser in den Bechern schmecken. Die Schüler sollen darauf achten für jeden Becher einen anderen Löffel zu verwenden. Für die Becher, deren Inhalt nicht wie Leitungswasser schmeckt, wird auf dem Arbeitsblatt ein X eingetragen, deren Inhalt wie Leitungswasser schmeckt erhalten ein W.
- Lassen Sie die Schüler die Anzahl der „X“ für jeden Sinn zusammenzählen. Welcher Sinn hat die meisten „X“ bekommen? Dies ist der Sinn, der am besten geeignet ist festzustellen, was Leitungswasser ist.
- Lassen Sie die Schüler berichten, welcher Sinn für sie der beste war, um Wasser zu untersuchen. War es der Geschmack? Erinnern Sie die Schüler daran, daß es in Ordnung war heute das Wasser mit dem Geschmacksinn zu untersuchen. Würden sie Wasser schmecken, wenn sie überhaupt nicht wüßten was darin ist?



9. Fragen Sie die Schüler, welche anderen Wege es geben könnte, um herauszufinden, was im Wasser ist. Führen Sie den Gedanken ein wie man Hilfsmittel verwenden könnten, die unseren Sinnen helfen. Fragen Sie nach Beispielen und wie die genannten Hilfsmittel unterstützen könnten. Sie könnten zum Beispiel an Rauchdetektoren denken oder Mikroskope, Hörgeräte etc.
10. Führen Sie das Indikatorpapier als Hilfsmittel zur Wasserbestimmung ein. Lassen Sie die Schüler den Inhalt der Becher mit dem pH-Papier testen. Was kann das pH-Papier feststellen?

Bemerkung: Eine weitere Aktivität für den pH-Wert ist das pH-Spiel. Schüler können verschiedene pH-Werte von unterschiedlichen Substanzen in ihrer Umgebung erfahren.

Anpassung für ältere Schüler:

1. Lassen Sie die Schüler fortgeschrittene Tests durchführen, um Unterschiede im Wasser zu bestimmen (Alkalität, Leitfähigkeit, Salinität oder spezifisches Gewicht).
2. Fordern Sie die Schüler auf, sich Hilfsmittel für eigene Tests zu suchen, um die Unterschiede im Wasser festzustellen (z. B. schütteln des Wassers, hinzufügen weiterer Chemikalien, die mit denen im Wasser reagieren könnten ...)

Leistungsbeurteilung

Bitten Sie die Schüler:

- alle Substanzen, die sie im Wasser gefunden haben, aufzulisten;
- zu erklären, warum Instrumente Hilfsmittel sind die manchmal benötigt werden, um Substanzen zu bestimmen
- zu überlegen (Hypothesen), welche verschiedenen Substanzen Lebewesen im Wasser beeinflussen könnten;
- zu erklären, wie gut jeder einzelne Sinn ist, um verschiedene Arten von Stoffen zu untersuchen.
- das Arbeitsblatt zu verwenden, um ihre Informationen festzuhalten und sehen wie das Arbeitsblatt helfen kann, Ergebnisse zu erklären.


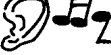

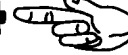

Weitere Untersuchungen

Lassen Sie die Schüler untersuchen, ob verschiedene Pflanzen und Tiere unterschiedliche Wassertypen vertragen.



Arbeitsblatt Wasserdetektive

Name: _____

Becher	Sehen	Hören	Riechen	Tasten	Schmecken	pH-Test
						
1						
2						
3						
4						
5						
Gesamt						

Anleitung zum Ausfüllen des Arbeitsblattes:

Setzen Sie unter die Spalte jedes Sinnes in der Reihe der einzelnen Becher ein „X“, wenn Sie meinen, die Flüssigkeit im Becher ist kein Wasser. Setzen Sie ein „W“ dort ein, wo Sie Wasser vermuten.

Es darf jeweils nur der Sinn benutzt werden, der in der Spalte aufgeführt ist.

Nach Abschluß des Tests sollte die Zeile mit den meisten „W's“ die Tasse sein, die Wasser enthält.



Das pH-Spiel

<p>Zweck Die Schüler sollen über den Säure- und Laugencharakter von Flüssigkeiten und Stoffen aus dem Umfeld ihrer Schule informiert werden, um ihnen zu verdeutlichen was der pH-Wert über den Zustand der Umwelt aussagt.</p> <p>Überblick Das pH-Spiel soll Schüler für die Sammlung und Messung von pH-Werten im Wasser, in der Erde, in Pflanzen und anderen natürlichen Stoffen von verschiedenen Orten begeistern. Die Schüler sollen Stoffgemische herstellen, mit dem Ziel, so viele verschiedene pH-Messungen wie möglich zu sammeln.</p> <p>Niveau Alle Schüler</p> <p>Zeitbedarf Eine Schulstunde für die Vorbereitung Eine Schulstunde für das eigentliche Spiel</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele Inhalte Messungen von pH-Werten</p> <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Meßwerte nehmen- Analysen durchführen- Ergebnisse deuten- Die Zusammenhänge in der Natur verstehen	<p>Hilfsmittel <i>Für jedes Team (je 4 Schüler):</i></p> <ul style="list-style-type: none">- 20 pH-Meßstreifen- 3 bis 5 kleine Behälter- Papier und Stift um die Ergebnisse zu registrieren- Aufkleber, um die Ergebnisse auf die Ergebnistafel zu übertragen <p><i>Für die ganze Klasse:</i></p> <ul style="list-style-type: none">- eine Ergebnistafel für alle Teams (eine Reihe von pH-Werten von 2 bis 9 für jedes Team)- Schaubild mit Regeln- zusätzliche pH-Streifen <p>Vorbereitung Der Lehrer sollte verschiedene saure und alkalische Mischungen/Lösungen aus natürlichen und prozessiertem Material bestellen. Diese Lösungen sollten beschriftet sein mit Inhalten und einem Buchstaben, jedoch nicht mit ihrer alkalischen oder sauren Charakteristik. Saure Lösungen entstehen z. B. mit fermentiertem Gras, Zitronensaft, schwarzem Kaffee, Essig, Orangensaft und anderen Fruchtsäften.</p> <p>Alkalische Lösungen könnten Salzwasser, Shampoo, Backpulver, Chlorbleiche, Haushaltsammoniak, Backofenreiniger enthalten.</p> <p>Lokale Bodenproben in Wasser sollten ebenso wie lokale Wasserproben getestet werden. Man kann ebenso Lösungen mit Material aus der Umgebung der Schule herstellen (z. B. Öltropfen, die aus einem Fahrzeug tropfen, Flüssigkeiten aus einer weggeworfenen Flasche etc.).</p> <p>Voraussetzungen keine</p>
---	--



Hintergrund

Der Säuregrad (pH) beeinflusst deutlich die Vegetation und Tierwelt in einem Lebensbereich. Der Säuregrad kann durch verschiedene Dinge beeinflusst werden. Das kann einmal der saure Regen sein, aber den Haupteinfluß haben die Alkalität des Bodens und des Gesteins, der Wasseranteil in der Umgebung und auch menschliche Aktivitäten (Straßenverkehr, Gebäude, planierte Oberflächen, etc.). Es ist wichtig, diese Beziehungen zu verstehen und durch dieses einfache Beispiel können die Abhängigkeit zwischen den verschiedenen Teilen der Natur und den Einwirkungen des menschlichen Handelns begreifbar werden.

Bemerkung: Machen Sie die Schüler auf den Unterschied zwischen Vermutung und Beobachtung aufmerksam. Ermutigen Sie die Schüler, Vermutungen aufzustellen und diese zu überprüfen (Stellen Sie Literatur, frühere Meßergebnisse usw. zur Verfügung).

Matrix HYD-L-1

pH-Wert									
Teams	2	3	4	5	6	7	8		
9 Gesamt									
Team 1									
Team 2									
Team 3									

Matrix HYD-L-2

pH-Wert									
Teams	2	3	4	5	6	7	8		
9 Gesamt									
Team 1	1	1			1	1			4
Team 2		1	1				1		3
Team 3	1				1		1		3

Die Spielregeln

1. Bereiten Sie die Schüler auf das pH-Spiel vor. Erklären Sie ihnen, daß es die Aufgabe eines jeden Teams ist, die pH-Werte von Lösungen zu identifizieren, die pH-Werte zwischen 2 und 9 besitzen.
2. Es gibt je einen Punkt für jedes gefüllte Feld, auch wenn ein Team zwei Proben für ein Feld findet.
3. Die Schüler sollen gemäß der Beschriftung der Proben die Zusammensetzung der Proben, die Art der Herstellung der Proben und den pH-Wert der Proben aufschreiben.



4. Wenn die Schüler ihre Messungen beendet haben, sollen sie zunächst dem Lehrer ihre Aufzeichnungen und Proben zeigen. Zusammen mit ihm sollen sie den pH-Wert mit einem neuen Indikatorstreifen messen. Wenn der pH-Wert mit dem von den Schülern selbst gemessenen Wert übereinstimmt, gilt die Messung als überprüft und ein Punkt wird in die Ergebnistafel eingetragen (s. Matrix HYD-L-2). Die Schüler können eine kurze Beschreibung der Probe und ihren pH-Wert mit einem Aufkleber der Ergebnistafel hinzufügen.
5. Der Lehrer verteilt je einen neuen pH-Meßstreifen für jeden Meßwert, welcher der Ergebnistafel hinzugefügt wird.

Vor Beginn des Spiels werden die Spielregeln diskutiert, so daß alle Teams sie verstehen. Geben Sie den Teams 5 Minuten Zeit, um Ihre eigenen Strategien zu entwickeln und Proben zu sammeln. Setzen Sie ein Zeitlimit für das Spiel. Das Minimum sollte 30 Minuten sein, es kann sich jedoch auch über eine ganze Schulstunde erstrecken.

Veränderungen für die jeweiligen Altersstufen

Anfänger

Für die Entwicklung eines Grundverständnisses der Begriffe „sauer“ und „basisch“ benutzen Sie Salz und Zucker und erklären Sie den Schülern, daß salzig nicht unbedingt sauer und daß süß nicht unbedingt basisch bedeutet. Coca-Cola ist ein gutes Beispiel für eine süße und sehr saure Flüssigkeit.

Fortgeschrittene

Geben Sie dem Spiel Wettbewerbscharakter. Zum Beispiel erhält das Team, das als erstes eine Probe eines bestimmten pH-Wertes findet fünf Punkte; weitere Proben mit diesem pH-Wert erhalten nur einen Punkt.

Erschweren Sie das Spiel, indem Sie nur natürliche Stoffe für die Proben zulassen.

Beschränken Sie die den einzelnen Gruppen zur Verfügung stehenden pH-Streifen und führen Sie eine Regel ein, die den Schülern die Möglichkeit gibt, einen neuen pH-Streifen mit je einem Spielpunkt zu kaufen.

Profis

Fordern Sie die Schüler dazu auf, die Neutralisationskapazität, das Säureaufnahmevermögen (Alkalität) verschiedener Stoffe zu untersuchen und setzen Sie dies in Beziehung zur Alkalität hydrologischer Untersuchungsorte.

Geben Sie den Schülern Stoffproben aus anderen Teilen des Landes (oder der Welt) und lassen Sie die Schüler beschreiben, wie diese Stoffproben den pH-Wert unterschiedlich beeinflussen können.

Untersuchen Sie in gleicher Weise verschiedene Stoffproben von anderen Gebieten der Umgebung oder des Schulgeländes.

Bemerkung: Für ältere Schüler ist es empfehlenswert, einen Experten einzuladen, der ihre Fragen beantworten kann.



Weitere Untersuchungen

Erforschen Sie ihre Wasseruntersuchungsstelle hinsichtlich der Stoffe im Boden, in den Steinen und Pflanzen, die den pH-Wert des Wassers beeinflussen.

Versuchen Sie vorübergehende Einflüsse am Meßort, wie Niederschlag oder Ereignisse die sich Bachaufwärts vom Meßort abspielen, zu identifizieren und zu messen.

Leistungsbeurteilung

Setzen Sie sich nach dem Spiel mit den Schülern vor der Ergebnisstafel zusammen und überprüfen Sie, welche Proben sie gefunden haben und wo und welchen pH-Wert sie besitzen. Ermutigen Sie die Schüler ihre eigenen Ideen zu präsentieren und zu erklären, warum verschiedene Stoffe unterschiedliche pH-Werte haben. Betonen Sie die Unterschiede von Wasserproben aus unterschiedlichen Quellen, z. B. Erde, Gestein, künstlichen Oberflächen, Seen, Flüssen, etc. Weisen Sie auf die Neutralisationskapazitäten (Alkalität) der verschiedenen Stoffe und den sauren Einfluß mancher Gesteine hin. Fragen Sie die Schüler, warum es schwierig war, Proben für manche pH-Werte zu finden und für andere wiederum einfach.

Quelle:

Das pH-Spiel wurde von einem Team des Verbandes für Umwelterziehung aus Tereza in der Tschechischen Republik erarbeitet und getestet.



Meßübungen

<p>Zweck Die Schüler sollen</p> <ol style="list-style-type: none">1. lernen, wie die Meßgeräte bei der Wasseruntersuchung richtig verwendet werden.2. die Meßmöglichkeiten kennenlernen, welche die einzelnen Instrumente bieten.3. lernen, jedes Meßgerät so zu benutzen, wie es im Meßprotokoll beschrieben ist.4. die Notwendigkeit einer Qualitätskontrolle erkennen. <p>Überblick Gruppen von Schülern sollen sich an den einzelnen Meßstationen für jedes der Protokolle nach dem Rotationsprinzip abwechseln. Sie werden die Benutzung des betreffenden Meßgerätes oder des Testkits des entsprechenden Protokolls üben und so die möglichen Fehlerquellen kennenlernen. Die Aktivitäten werden mit dem Testen verschiedener Wasserproben (Haus, Hof, Pfütze, Bach usw.) durch die Schüler beendet. Falls Sie genug Meßgeräte und Meßbestecke haben, können Sie für eine Schulstunde den Schwerpunkt der Wasseruntersuchung auf ein Thema richten, um die Diskussion zu vereinfachen.</p> <p>Zeitbedarf Drei bis vier Schulstunden</p> <p>Niveau Je nach Protokoll verschieden</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele Inhalte Qualitätssicherung, Qualitätskontrolle Zuverlässigkeit, Genauigkeit, Meßprotokoll Kalibrierung</p> <p>Lernziele Vorgaben sorgfältig einhalten Durchführen von Messungen</p>	<p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Schauen Sie in den Protokollen für die Wasseruntersuchung nach, um Informationen über die Instrumente und Meßbestecke zu erhalten, die für die einzelnen Protokolle benötigt werden.- Ein Eimer mit Leitungswasser- Kopien der Arbeitsblätter zur Wasseruntersuchung <p>Zusätzlich werden Sie für bestimmte Protokolle folgende Materialien benötigen:</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>Sichttiefe</i>: grüne Lebensmittelfarbe, ein Löffel Schlick/Schwemmsand- <i>pH</i>: Essigwasser, destilliertes Wasser, Milch, Saft, Limonade etc.- <i>Temperatur</i>: Eis- <i>Leitfähigkeit</i>: destilliertes Wasser, Salz <p>Vorbereitung Bitten Sie die Schüler, Wasserproben von Zuhause und/oder aus dem Garten mitzubringen. Planen Sie Meßstationen für jedes Protokoll das Ihre Schüler bearbeiten werden. Für jede Station wird Folgendes gebraucht:</p> <ul style="list-style-type: none">- Testkit oder Instrumente und Materialien, um die Messungen durchzuführen- Eine Kopie des Protokolls, um es an der Station anzubringen- Kopien der Hydrologie-Arbeitsblätter <p>Füllen Sie einen Eimer mit Leitungswasser und lassen Sie ihn bis zu Beginn des Unterrichts stehen. Notieren Sie die Zeit auf einem Zettel, der an dem Eimer befestigt ist. Füllen Sie eine Probenflasche für die Messung des gelösten Sauerstoffs zur selben Zeit und bewahren Sie die Probe, wie im Protokoll beschrieben, auf. Notieren Sie die Zeit auf dem Aufkleber der Probenflasche.</p> <p>Voraussetzungen keine</p>
---	--



Hintergrund

Ein Plan zur Qualitätssicherung und -kontrolle (QA/QC) ist notwendig um sicherzustellen, daß die Ergebnisse so genau und präzise wie möglich sind. Genauigkeit bezieht sich darauf, wie nah ein Meßwert dem wirklichen Wert ist. Präzision steht für die Fähigkeit, konstante Ergebnisse zu erzielen. Die gewünschte Genauigkeit, Präzision und Zuverlässigkeit werden sichergestellt durch:

- sorgfältige Kalibrierung, Benutzung und Wartung der Meßausrüstung
- genaues Befolgen der Anweisungen eines Protokolls
- Wiederholen von Messungen um sicherzustellen, daß sie innerhalb einer akzeptablen Toleranz liegen
- Minimierung der Verunreinigung der Proben, der Testchemikalien und der Testausrüstung
- Aufmerksamen Umgang mit den Proben

Alle diese Maßnahmen zusammen helfen, richtige, wertvolle und aussagekräftige Meßwerte zu sammeln.

Kalibrierung

Kalibrierung ist ein Vorgang zur Prüfung der Genauigkeit der Meßausrüstung. Um sicherzustellen, daß die Ausrüstung einwandfrei funktioniert, wird eine bekannte Lösung durchgemessen. Die Kalibrierungsvorgänge variieren für die verschiedenen Messungen und sind in den Protokollen detailliert beschrieben.

Sicherheit

Beachten Sie bei der Durchführung der Messungen die Sicherheitsmerkbblätter der Meßbestecke und die Sicherheitsrichtlinien für den Umgang mit Chemikalien!

Inhalt und Vorgehensweise

1. Teilen Sie die Schüler in kleine Gruppen ein. Optimal sind drei Schüler pro Gruppe. Ihre Arbeit gegenseitig kontrollierend, sollten die Schüler abwechselnd aus der Anleitung lesen, Messungen durchführen und Daten aufnehmen.
2. Die Schüler rotieren durch jede der Stationen und lernen dabei den Umgang mit Instrumenten und Protokollen.
3. Versammeln Sie die Gruppe wieder.

Für jede Messung

- 3.1 lassen Sie alle Meßwerte als Hilfe für die Schüler zur Erkennung des Prinzips der Präzision aufschreiben. Wenn Messungen präzise sind, liegen die Werte nah beieinander. Diskutieren Sie die Bandbreite der Messungen und Abweichungen unter ihnen.



- 3.2 klären Sie den Sachverhalt, woher Abweichungen bei den Messungen kommen. Dies ist der Zeitpunkt, Begriffe wie „Kalibrierung“ (Eichung) gegen einen Standard, Zuverlässigkeit, Genauigkeit und das Befolgen der Versuchsanleitung (des Protokolls) zur Sprache zu bringen. Verbinden Sie die Erklärungen mit einer Begründung der einzelnen Schritte in den Protokollen (Versuchsanleitungen). Betonen Sie die Wichtigkeit sorgfältiger Messungen, damit verschiedene Proben vergleichbar werden.
4. Vergleichen Sie die Ergebnisse, die sich für Proben von unterschiedlichen Stellen ergaben. Helfen Sie den Schülern, die Resultate sinnvoll auszuwerten, indem Sie die Meßwerte in eine Landkarte des untersuchten Gebietes eintragen, unter Berücksichtigung der Herkunft der Proben und sie mit Begriffen wie Brunnenwasser, Stadtwasser, Schwimmbadwasser, Wasser aus Teichen, Pfützen oder Bächen etc. belegen. Jetzt kann man auch die Wichtigkeit sorgfältiger Messungen betonen, da ja vergleichende Messungen mit einer Streuung vorliegen. Sind die Unterschiede real oder ist die Messung fehlerhaft? An dieser Stelle kann auch diskutiert werden, warum wir diese Proben nicht auf gelösten Sauerstoff und die Temperatur testeten und wann es sinnvoll wäre, diese Messungen durchzuführen.

Vertiefung

Anfänger

Konzentrieren Sie sich immer nur auf eine Messung, den oben gegebenen Anweisungen folgend.

Fortgeschrittene

Schüler zeichnen ihre eigene Datendiagramme und interpretieren sie.

Weitere Untersuchungen

Wiederholen Sie die obigen Untersuchungen, aber variieren Sie dabei einen Parameter - z. B. die Temperatur durch Kühlung bzw. Erhitzen von je einem Drittel der Wasserprobe, mit dem übrig bleibenden Drittel bei Raumtemperatur. Vergleichen Sie dann den Effekt der Wassertemperatur auf die anderen Messungen.



Hydrologie

Arbeitsblatt: Sichttiefe

Hintergrund

Die Sichttiefe ist ein Maß dafür, wie klar Wasser ist. Wie klar das Wasser Ihrer Meßstelle ist, hängt von der Menge der im Wasser suspendierten Bodenpartikeln und der Menge an Algen und anderen Pflanzen ab. Die Sichttiefe kann sich abhängig von den Jahreszeiten mit den Wachstumsraten, als Reaktion von Wasserabfluß nach Niederschlägen („Runoff“) oder aus anderen Gründen verändern. Die Klarheit des Wassers bestimmt, bis in welche Tiefe Licht eindringen kann. Da Pflanzen Licht benötigen, ist die Sichttiefe ein wichtiger Faktor zur Bestimmung der Produktivität einer Stelle.

Es gibt zwei Alternativen, um die Sichttiefe vor Ort zu bestimmen; mit einer Secchi-Scheibe bei tiefen, ruhigen Gewässern oder mit einer Meßröhre bei flachen und fließenden Gewässern. In der Schule oder im Labor wird die Meßröhre verwendet.

Inhalt und Vorgehensweise

1. Bitten Sie jeden Schüler, die Meßröhre mit Leitungswasser zu füllen bis das Muster am Boden der Röhre nicht mehr sichtbar ist. Der Wasserstand in der Röhre wird in cm notiert.
2. Vergleichen Sie die Ergebnisse mehrerer Schüler. Bitten Sie die Schüler Hypothesen aufzustellen, warum die Daten variieren.
3. Testen Sie mit der Meßröhre den Einfluß folgender Variablen: die Menge an Licht im Raum, Meßröhre im Schatten oder Sonnenlicht, Testen mit oder ohne Sonnenbrille, Beobachten des Musters beim Drehen der Röhre oder nachdem die Röhre 15 - 20 Sekunden stehen gelassen wurde.
4. Nachdem die Schüler die Sichttiefe bei Leitungswasser untersucht haben, schütten Sie den Inhalt der Röhre in einen Eimer und vermischen das Wasser mit einigen Gramm Schluff.
5. Bitten Sie die Schüler, die Röhre erneut zu befüllen bis das Muster am Boden verschwindet. Notieren Sie den Wasserstand in der Röhre in cm. Vergleichen Sie die Ergebnisse der einzelnen Schüler.
6. Geben Sie einige Tropfen grüne Speisefarbe in Leitungswasser.
7. Lassen Sie jeden Schüler die Röhre mit dem gefärbten Wasser befüllen bis das Muster verschwindet.



Schüler	Probe	cm



Schülerarbeitsblatt: Temperaturmessung

Hintergrund

Die Wassertemperatur ist die Temperatur eines Gewässers, z. B. die eines Bachs, eines Flusses, eines Teichs, eines Sees, eines Brunnen oder eines Entwässerungsgrabens wie er in der Natur vorkommt. Gewässertemperaturen können stark variieren, je nach Ausdehnung, Höhenlage, Tages- und Jahreszeit, Wassertiefe und vielen anderen Variablen. Die Wassertemperatur ist wichtig, weil sie eine Schlüsselrolle für chemische, biologische und physikalische Wechselwirkungen innerhalb eines Gewässers spielt. Zum Beispiel können hohe Temperaturen ein Auslöser für erhöhtes Pflanzenwachstum sein. Die Wassertemperatur bestimmt, welche Wasserpflanzen und -tiere vorhanden sein könnten, da alle Arten ihre natürlichen Grenzen in Bezug auf Verträglichkeit von höheren und tieferen Temperaturen haben. Die Wassertemperatur ermöglicht es, Aussagen über ein Gewässer zu machen, ohne dafür Hunderte verschiedenartige Messungen am Gewässer durchzuführen.

Inhalt und Vorgehensweise

1. Den Schritten des Wassertemperatur-Protokolls folgend, soll jeder Schüler eine Temperaturmessung derselben Wasserprobe mit demselben Thermometer durchführen. Jeder Schüler der Gruppe soll das Thermometer ablesen können. Überprüfen Sie, ob die Temperatur richtig abgelesen ist! Vergleichen Sie die abgelesenen Werte. Ist die Abweichung größer als 0,5 °C? Warum? Warum nicht? Wenn nicht, wiederholen Sie diese Übung mit einer weiteren Wasserprobe, bis sich Abweichungen von maximal 0,5 °C ergeben.
2. Bei dieser Übung der Temperaturmessung, entsprechend den Schritten die im Wassertemperatur-Protokoll vorgegeben sind, soll nun jeder Schüler die gleiche Probe messen, jedoch ein anderes Thermometer benutzen. Liegen die Abweichungen innerhalb eines Bereichs von 0,5 °C? Warum? Warum nicht? Wenn nicht müssen die Thermometer kalibriert werden.
3. Entsprechend den Schritten des Protokolls (der Versuchsanleitung) zur Messung der Wassertemperatur, sollen nun verschiedene Wasserproben untersucht werden und zwar aus dem Hahn für warmes und für kaltes Wasser, Eiswasser und das Wasser, das im Eimer gestanden hat. Listen Sie die untersuchten Proben und die gemessenen Temperaturen auf.
4. Ermitteln Sie den für jedes Thermometer möglichen Meßbereich. Können Sie Temperaturen unter dem Gefrierpunkt messen. Warum? Warum nicht? Können Sie mit dem verfügbaren Thermometer Temperaturen von kochendem Wasser messen? Warum? Warum nicht?

Schüler	Probe	Temperatur



Schülerarbeitsblatt: Messung des gelösten Sauerstoffs:

Hintergrund

Alles Lebende braucht Sauerstoff, um zu überleben. In einem Gewässer sind Sauerstoffmoleküle im Wasser gelöst. Diese werden gelöster Sauerstoff genannt (**DO = dissolved oxygen**). In der Luft sind von 100 Molekülen etwa 20 Sauerstoffmoleküle. Im Wasser sind es nur 1 - 5 Moleküle von 1 000 000 Molekülen. Daher wird der gelöste Sauerstoff in ppm (parts per million) gemessen. Unterschiedliche im Wasser lebende Organismen benötigen unterschiedliche Sauerstoffgehalte, aber im Durchschnitt benötigen sie mindestens 6 ppm, um normal zu wachsen und sich zu entwickeln.

Wassertemperatur und -tiefe beeinflussen, wieviel Sauerstoff sich im Wasser befinden kann; d. h. wann ein Gleichgewicht besteht. Allgemein kann kaltes Wasser mehr Sauerstoff enthalten als warmes. Vergleichbar enthält auch Wasser in höheren Lagen, z. B. im Gebirge, weniger gelösten Sauerstoff, als in tieferen Lagen. Sehen Sie sich diese Abhängigkeiten in den Tabellen für die Temperaturabhängigkeit und die Höhenabhängigkeit der Sauerstoffkonzentration im Sauerstoffprotokoll an. Aus diesem Grund verwenden wir den Standard mit destilliertem Wasser im Protokoll für die Wasseruntersuchung und korrigieren den erhaltenen Wert für die Temperatur und die Höhe.

Der tatsächliche Gehalt an gelöstem Sauerstoff kann geringer oder höher sein, als es der Gleichgewichtskonzentration entspricht. Bakterien verbrauchen Sauerstoff, wenn sie abgestorbene pflanzliche oder tierische Materialien verdauen. Dies kann den Sauerstoffgehalt des Wassers senken. Im Gegensatz dazu produzieren Algen Sauerstoff, wenn sie die Photosynthese durchführen, was im Sommer manchmal zu erhöhten Sauerstoffkonzentrationen führt.

Inhalt und Vorgehensweise

1. Wie im Protokoll angegeben, mißt jedes Mitglied einer Gruppe einmal dieselbe Wasserprobe. Vergleichen Sie dann die Ergebnisse. Liegen die Abweichungen untereinander unter 0,4 mg/l? Überlegen Sie, warum dies so ist oder warum dies nicht der Fall ist. Wenn nicht, wiederholen Sie den Versuch mit einer anderen Wasserprobe, bis Abweichungen unter 0,4 mg/l zwischen den einzelnen Messungen erreicht sind.
2. Vergleichen Sie eine frisch gezogene Probe mit einer Probe die einen Tag über ungestört gestanden hat und derjenigen, die zur selben Zeit genommen aber ungestört Probenbehälter gehalten wurde. Wie lang ist es her, seit der Belüftung? Vergleichen Sie die Ergebnisse. Sind sie unterschiedlich und warum oder warum nicht? Woher könnten die Unterschiede kommen?



Schüler	getestete Probe	Zeit	gelöster Sauerstoff



Schülerarbeitsblatt: pH-Messung

Hintergrund

Der pH-Wert ist ein Maß für den Säuregehalt des Wassers. Die pH-Werte erstrecken sich von 1 (sauer) bis 14 (alkalisch/basisch), wobei 7 neutral ist. Die pH-Skala ist logarithmisch, so daß ein Unterschied von 1 pH einen zehnfach veränderten Säuregehalt bedeutet. Ein Unterschied von 6 zu 7 bedeutet daß eine Lösung mit einem pH-Wert von 6 zehnmal mehr Säure enthält als eine Lösung mit dem pH-Wert von 7; ein Unterschied von 5 zu 7 bedeutet, daß eine Lösung 100 mal mehr Säure enthält. Je geringer der pH-Wert ist, desto mehr Säure ist im Wasser. Der pH-Wert eines Gewässers hat einen starken Einfluß darauf, was darin leben kann. Noch junge Entwicklungsstadien von Salamandern, Fröschen oder anderen Wasserbewohnern reagieren besonders sensibel auf niedrige pH-Werte.

Inhalt und Vorgehensweise

1. Wie im Protokoll angegeben, mißt jeder Schüler einer Gruppe einmal dieselbe Wasserprobe. Vergleichen Sie dann die Ergebnisse. Liegen die Abweichungen untereinander unter 1,0 pH? Überlegen Sie, warum dies der Fall ist oder warum nicht. Wenn nicht, wiederholen Sie den Versuch mit einer anderen Wasserprobe, bis Sie Abweichungen unter 1,0 pH zwischen den einzelnen Messungen erreichen.
2. Meßen Sie nun, ohne das Meßgerät zu kalibrieren, aber weiter den Schritten des Protokolls folgend, den pH-Wert einer anderen Wasserprobe und tragen Sie die Ergebnisse in Ihr Notizheft ein.
3. Kalibrieren Sie den pH-Pen und wiederholen Sie die Messungen sorgfältig dem Protokoll folgend. Achten Sie darauf, daß Sie die Proben nicht verunreinigen. Alternativ kann eine Gruppe einen kalibrierten pH-Pen und eine andere Gruppe einen nicht kalibrierten pH-Pen verwenden, wenn genügend Geräte vorhanden sind. Notieren Sie die Meßwerte.
4. Vergleichen Sie die Daten, die Sie mit den verschiedenen Meßmethoden erhalten haben. Diskutieren Sie mögliche Gründe für die Unterschiede.
5. Messen Sie die pH-Werte bekannter Flüssigkeiten wie destilliertes Wasser, Leitungswasser, Essig, Milch, Saft etc. und messen Sie mit Indikatorpapier, unkalibrierten sowie kalibrierten Meßgeräten.

Listen Sie die Proben auf, die Sie gemessen haben, und tragen Sie die Werte, die Sie mit den verschiedenen Methoden erhalten haben in die Tabelle ein.

Welche Methode gab die genauesten Resultate? Ist es wirklich die Verlässlichste?

6. Stellen Sie eine pH-Wert Skala auf und tragen die Durchschnittswerte für jede Probe ein.



Gemessene Probe	pH-Papier	unkalibrierter pH-Pen	kalibrierter pH-Pen



Schülerarbeitsblatt: Leitfähigkeitsmessung

Hintergrund

Die Leitfähigkeit ist ein Maß für die Fähigkeit einer Wasserprobe, elektrischen Strom zu transportieren. Destilliertes Wasser ist ein schlechter elektrischer Leiter. Es sind die Verunreinigungen des Wassers, wie gelöste Salze, die Wasser leitfähig machen. Deshalb wird die Leitfähigkeit oft genutzt, um den Gehalt der im Wasser gelösten Feststoffe abzuschätzen, da dies viel leichter ist, als das ganze Wasser zu verdunsten und die übrigbleibenden Feststoffe zu wiegen.

Die Leitfähigkeit wird in der Einheit mikro Siemens/cm gemessen. Empfindliche Pflanzen können eingehen, wenn sie mit Wasser versorgt werden, welches Leitfähigkeiten von mehr als etwa 2 200 - 2 600 mikro Siemens hat. Für den Haushalt wird Wasser bevorzugt, dessen Leitfähigkeiten unter 1 100 mikro Siemens beträgt. Die Industrie, insbesondere die Hersteller von Elektronikartikeln benötigen wirklich reines Wasser.

Inhalt und Vorgehensweise

1. Dem Meßprotokoll folgend, mißt jedes Mitglied der Gruppe die Leitfähigkeit derselben Probe Leitungswasser. Vergleichen Sie die Ergebnisse. Liegen die Abweichungen unter 40 mikro Siemens? Warum? Warum nicht? Wenn nicht, wiederholen Sie den Versuch, bis Ihre Abweichungen unter 40 mikro Siemens/cm erhalten.
2. Meßen Sie ohne das Meßgerät zu kalibrieren, aber dem Protokoll folgend, die Leitfähigkeit von destilliertem Wasser, Leitungswasser und destilliertem Wasser, dem Sie eine Prise Salz zugeben haben. Notieren Sie die Ergebnisse.
3. Kalibrieren Sie die Meßgeräte und wiederholen Sie die Messungen sorgfältig dem Protokoll folgend und achten Sie darauf, daß Sie die Proben nicht verunreinigen. Notieren Sie die Ergebnisse in der Tabelle.
4. Vergleichen Sie die Meßwerte, die Sie mit dem kalibrierten und dem unkalibrierten Meßgerät erhalten haben. Unterscheiden sie sich? Diskutieren Sie mögliche Gründe für die Unterschiede. Sind die Werte einer Messung durchgehend höher oder niedriger als die der anderen? Ist der Unterschied immer gleich hoch?
5. Messen Sie die Leitfähigkeit bekannter Flüssigkeiten wie Essig, Leitungswasser, Milch, Saft, Mineralwasser usw. Listen Sie die Proben die Sie gemessen haben auf und notieren Sie die Ergebnisse.
6. Wie groß ist der Meßbereich Ihrer Leitfähigkeitsmessungen? Fertigen Sie eine Leitfähigkeitsskala an und tragen die von Ihnen erhaltenen Werte ein.



Getestete Probe	unkalibriertes Gerät	kalibriertes Gerät
Wasser		
Leitungswasser		
Salzwasser		



Hydrologie

Arbeitsblatt: Salinität bei Salz- und Brackwasser

Hintergrund

Salinität ist ein Maß für die im Salz- oder Brackwasser gelösten Salze. Sie wird in tausendstel Gewichtsanteilen (ppt = part per thousand) angegeben. Die Salinität kann sich durch Niederschläge, Schneeschmelze oder in der Nähe einer Flußmündung verändern.

Das Hydrometer ist ein Gerät, das das spezifische Gewicht oder die Dichte einer Flüssigkeit mißt. Es beruht auf dem Prinzip, das der griechische Mathematiker Archimedes entdeckte: Der Gewichtsverlust eines Körpers, der in eine Flüssigkeit eintaucht, entspricht dem Gewicht der von diesem Körper verdrängten Flüssigkeit. Je dichter daher die Flüssigkeit ist, desto weniger muß ein Körper bekannten Gewichts in die Flüssigkeit eintauchen, um das eigene Gewicht zu verdrängen.

Warum muß zusammen mit dem Wert des Hydrometers auch die Temperatur angegeben werden? Wasser wird dichter je mehr es sich dem Gefrierpunkt nähert - als Eis besitzt es dann wieder eine geringere Dichte. Da wir den Einfluß von gelösten Salzen auf die Dichte untersuchen wollen, müssen wir die Temperatur als Variable mitkontrollieren.

Inhalt und Vorgehensweise

1. Füllen Sie in einen 500 ml Meßzylinder bis zur 500 mL Marke Wasser.
2. Tauchen Sie vorsichtig das Hydrometer in den Zylinder (nicht hinein fallen lassen).
3. Lesen Sie die Skala des Hydrometers an der Untergrenze des Meniskus ab und notieren den Wert.
4. Nehmen Sie das Hydrometer heraus, geben noch 7.5 g Salz in den Zylinder und rühren um.
5. Verwenden Sie ein Thermometer, um die Temperatur 10 cm unterhalb der Oberfläche zu bestimmen. Notieren Sie den Wert.
6. Verwenden Sie das Hydrometer um die Dichte der Flüssigkeit im Meßzylinder zu bestimmen. Notieren Sie diesen Wert ebenfalls.
7. Schlagen Sie in der entsprechenden Tabelle mit Hilfe des Hydrometerwerts und der Temperatur den Wert für die Salinität nach und notieren den Wert.
8. Fügen Sie weitere 10 g Salz zur Lösung.
9. Bestimmen Sie die Temperatur und Salinität der Lösung. Notieren Sie den Wert.



10. Geben Sie ein paar Eiswürfel in den Zylinder.

11. Bestimmen Sie Temperatur und Salinität und notieren Sie die Ergebnisse.

Überprüfen Sie die festgehaltenen Daten. Die Salinität von Süßwasser sollte 0 sein. Wenn Sie Salz hinzufügen, sollte die Salinität ansteigen. Die Temperaturänderung sollte sich auf die Dichte des Wassers auswirken, aber keinen Einfluß auf die daraus abgeleitete Salinität besitzen. Diskutieren Sie alle Variationen mit Ihren Schülern. Wiederholen Sie die Tests, wenn Sie Abweichungen von mehr als 2 ppt haben.

Probe	Temperatur	Hydrometer	Salinität	Schüler
Süßwasser				
7.5 g Salz				
17.5 g Salz				



Hydrologie

Arbeitsblatt: Alkalität

Hintergrund

Alkalität gibt die Widerstandsfähigkeit eines Gewässers gegenüber pH-Wertänderungen an, wenn Säuren in Wasser eingetragen werden. Üblicherweise gelangen Säuren über Regen oder Schnee in Gewässer, in einigen Gebieten ist aber auch der Eintrag über den Boden von Bedeutung. Alkalität entsteht, wenn Wasser Gestein, wie Kalzit und Kalkstein löst. Die Alkalität von natürlichen Gewässern schützt Fische und andere Wasserlebewesen von plötzlichen pH-Wertänderungen.

Inhalt und Vorgehensweise

1. Arbeiten Sie nach dem Protokoll Alkalität. Jede Schülergruppe mißt die Alkalität derselben Leitungswasserprobe. Vergleichen Sie die Ergebnisse. Liegen die Unterschiede innerhalb eines Tropfens Titrationslösung oder eines Teilstrich des Titrators? Wenn ja, warum? Wenn nein, warum nicht? Falls nicht, wiederholen Sie diese Übung mit einer anderen Probe Leitungswasser solange, bis alle das gleiche Ergebnis innerhalb der vorgegebenen Toleranzen erreichen.
2. Testen Sie Wasserproben anderer Herkunft. Erstellen Sie eine Liste, die die Herkunft des Wassers und die erhaltenen Ergebnisse zeigt. Vergleichen Sie die Alkalität dieser Proben. Wie weit reicht die Ergebnisskala? Was ist die Ursache für diese Variationen?

Schüler	Probe	Ergebnis



Hydrologie

Arbeitsblatt: Nitrat

Hintergrund

Stickstoff in einer der drei von Pflanzen benötigten Hauptnährstoffe. Die meisten Pflanzen können Stickstoff nicht in seiner molekularen Form (N_2) verwenden. In aquatischen Ökosystemen können blau-grüne Algen N_2 in Ammoniak (NH_3) und Nitrat (NO_3^-) umwandeln, die nun von Pflanzen aufgenommen werden können. Tiere essen diese Pflanzen als Stickstoffquelle für den Aufbau von Proteinen. Wenn Pflanzen oder Tiere sterben, werden die Proteinmoleküle von Bakterien zu Ammoniak abgebaut. Andere Bakterien oxydieren das Ammoniak zu Nitrit (NO_2^-) und Nitrat (NO_3^-). Unter sauerstoffarmen Bedingungen können Nitrate wieder durch andere Bakterien in Ammoniak (NH_3) überführt werden. Damit beginnt der Stickstoffzyklus von vorne.

In natürlichen Gewässern ist das Stickstoffniveau typischerweise gering (unter 1ppm Nitrat-Stickstoff). Stickstoff, der durch Zersetzung tierischer Ausscheidungen, toter Pflanzen oder Tiere entsteht, kann schnell von den Pflanzen verbraucht werden. In Gewässern mit hohem Stickstoffniveau kann es zur „Eutrophierung“ kommen. Durch natürliche Prozesse oder Aktivitäten des Menschen kann das Stickstoffniveau zunehmen. Enten oder Gänse tragen stark zum Stickstoffgehalt in den Gewässern, in denen sie leben, bei. Künstliche Stickstoffquellen umfassen Abwässer, die in die Flüsse abgelassen werden, Dünger die in Bäche geschwemmt werden oder ins Grundwasser gelangen und Abfluß von Fütterungs- und Aufzuchtanlagen. Nitrat wird in Milligramm pro Liter Nitrat-Stickstoff angegeben.

Inhalt und Vorgehensweise

1. Folgen Sie dem Protokoll Nitrat, um den Nitratgehalt der Wasserproben zu bestimmen. Vergleichen Sie die Ergebnisse mehrerer Schüler untereinander. Liegen sie innerhalb von 0.2 mg/l? Falls nicht, diskutieren Sie mögliche Fehlerquellen. Wiederholen Sie die Bestimmungen bis die Werte innerhalb von 0.2 mg/l liegen.
2. Wiederholen Sie das Protokoll mit derselben Wasserprobe, aber schütteln Sie die Probe eine halbe Stunde lang.
3. Wiederholen Sie das Protokoll mit derselben Wasserprobe, aber lassen Sie die Probe über die angegebene Zeit hinaus weitere fünf Minuten stehen.
4. Bestimmen Sie den Nitratgehalt in einer Reihe verschiedener Wasserproben: Ablauf eines Golfplatzes, Teichwasser, Vorratstank, Fluß etc. Listen Sie die Herkunft und Ergebnisse der einzelnen Wasserproben auf.
5. Geben Sie einige Körner Dünger zu Ihrer Wasserprobe. Testen Sie erneut. Welchen Unterschied stellen Sie fest?
6. Diskutieren Sie, woher der Stickstoff in Ihrer Wasserprobe kommen könnte.



Probe	Ergebnis	Schüler



Überall gibt es Wasser! Aber wie läßt es sich vergleichen?

<p>Zweck Schüler sollen beobachten, wie Wassereigenschaften von Ort zu Ort variieren können. Sie sollen ermutigt werden, Meßorte und -ergebnisse anderer Schulen mit den eigenen zu vergleichen. Schülern soll gezeigt werden wie Wissenschaftler begonnen haben, ihre Daten zu untersuchen und die Schüler sollen ermutigt werden, mit der Analyse ihrer selbst bestimmten Daten zu beginnen.</p> <p>Überblick Wissenschaftler haben GLOBE Datensätze herausgesucht. Schüler sollen damit beginnen, diese auszuwerten. Nachdem die Schüler die Kommentare der Wissenschaftler gelesen haben, werden sie aufgefordert, weitere auswertbare Datensätze zu finden und zu analysieren.</p> <p>Zeit 1 Unterrichtsstunde für die Anfangsaktivitäten, dann fortschreitend</p> <p>Niveau Fortgeschrittene und Profis</p>	<p>Wichtige Inhalte und Lernziele</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Variation der Wassereigenschaften (innerhalb gewisser Grenzen);- Daten werden verwendet, um Fragen zu entwickeln;- Daten werden verwendet, um Fragen zu beantworten. <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Graphische Darstellung von Daten- räumlich/zeitlicher Vergleich von Daten- Analyse von Trends und Unterschieden- Aufstellen von Hypothesen- Überprüfen der Hypothesen- Nutzung der GLOBE Datenbank <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Bleistift und Millimeterpapier oder Graphikprogramme- Computer und GLOBE-Datenserver- GLOBE-Mappen <p>Vorbereitung Sammeln von GLOBE Daten</p> <p>Voraussetzungen keine</p>
---	---

Hintergrund

Auch wenn es manchmal Jahre dauern kann, von einem Meßort Datensätze zu erhalten, um die richtigen Fragestellungen zu entwickeln und die aufgeworfenen Fragen zu beantworten, haben GLOBE Wissenschaftler damit begonnen, die ständig wachsende Menge an Hydrologiedaten zu untersuchen. Sie wollen Anzeichen für interessante Trends früh erkennen und die Datenqualität beobachten. Hier teilen die Wissenschaftler ihre ersten Erkenntnisse und Beobachtungen mit, um den Schülern den Einstieg zu erleichtern, sowohl die eigenen Daten, als auch die Daten anderer Schulen zu analysieren. Unten finden Sie die ersten Ergebnisse bezüglich pH- und Temperaturdaten sowie interessante Fragen, die die Auswertung dieser Daten aufwirft. Da diese Untersuchungen weitergehen, wird es Ergänzungen geben, wenn neue Daten hereinkommen. Diese werden in der Rubrik „Scientists Corner“ auf dem GLOBE-Datenserver veröffentlicht. Sie können auch zusätzliche Informationen zu regionalen Analysen auf den Internetseiten finden.

Je mehr Daten im Archiv des Datenservers verfügbar sind, desto mehr Gelegenheit haben die Wissenschaftler, weitere interessante Trends festzustellen und zu hinterfragen. Schüler können



die Wissenschaftler dabei unterstützen, indem sie die Daten ihrer eigenen Meßstellen und auch die anderer Schulen beobachten, die zeitlichen Veränderungen analysieren und ihre Ideen und Erkenntnisse über das GLOBE Netzwerk mitteilen.

Durchführung

Im Abschnitt I finden Sie eine Reihe von Graphen, die mit GLOBE GM pH-Wert- und Temperatur-Daten erstellt worden sind. Diese wurden ausgewählt, um Fragen, die üblicherweise von Schülern gestellt werden oder Probleme zur Datenqualität, die von den Wissenschaftlern beobachtet werden, zu veranschaulichen. Jeder Satz an Graphen kann als Einstieg für weitere Untersuchungen, Diskussionen und Analysen verwendet werden.

Beginnen Sie damit, den Schülern die Darstellung von „typischen“ pH- und Temperaturdaten zu zeigen. Diskutieren Sie erwartete Trends und ermutigen Sie die Schüler, zu Fragen und Kommentaren zu den Daten abzugeben.

Lassen Sie die Schüler anschließend mit Hilfe der darauffolgenden Kurven die Daten untersuchen. Sie sollen Hypothesen entwickeln und Fragen zu dem was sie beobachten, stellen. Notieren Sie die Beobachtungen der Schüler. Wenn die Schüler die Graphen analysiert haben und ihre Beobachtungen und Hypothesen niedergeschrieben haben, vergleichen sie deren Ergebnisse mit den Kommentaren der Wissenschaftler. Diese Notizen sollten in den GLOBE Wissenschafts-Notizbüchern erfolgen. Die Schüler können dann mit weiteren Untersuchungen fortfahren, um ihre und die Daten anderer Schulen zu analysieren.

Im Abschnitt II haben die GLOBE Wissenschaftler mit ersten Auswertungen der neuen GLOBE Protokolle begonnen: gelöster Sauerstoff, Alkalität und Leitfähigkeit. Die Schüler können die abgedruckten Graphen analysieren und selbst versuchen, Trends und Probleme bei den neuen Messungen zu finden.

Die unten gezeigten Graphen finden Sie auch im Internet in der „Scientist Corner“. Lehrer können diese in gedruckter Form (siehe unten) für Overheadfolien verwenden oder Schüler am Computer damit arbeiten lassen. Zudem sind weitere graphische Darstellungen und Informationen über die Arbeit der GLOBE Wissenschaftler im Internet vorhanden und können heruntergeladen werden.

Anmerkung: In größerem Format zum Kopieren sind die Graphen auch im Anhang zu finden.

Beispiel für typische GLOBE Datensätze

Typische Eigenschaften

- pH-Werte steigen und fallen, jedoch innerhalb vernünftiger Grenzen
- Temperaturwerte springen etwas, folgen jedoch einem saisonalen Trend

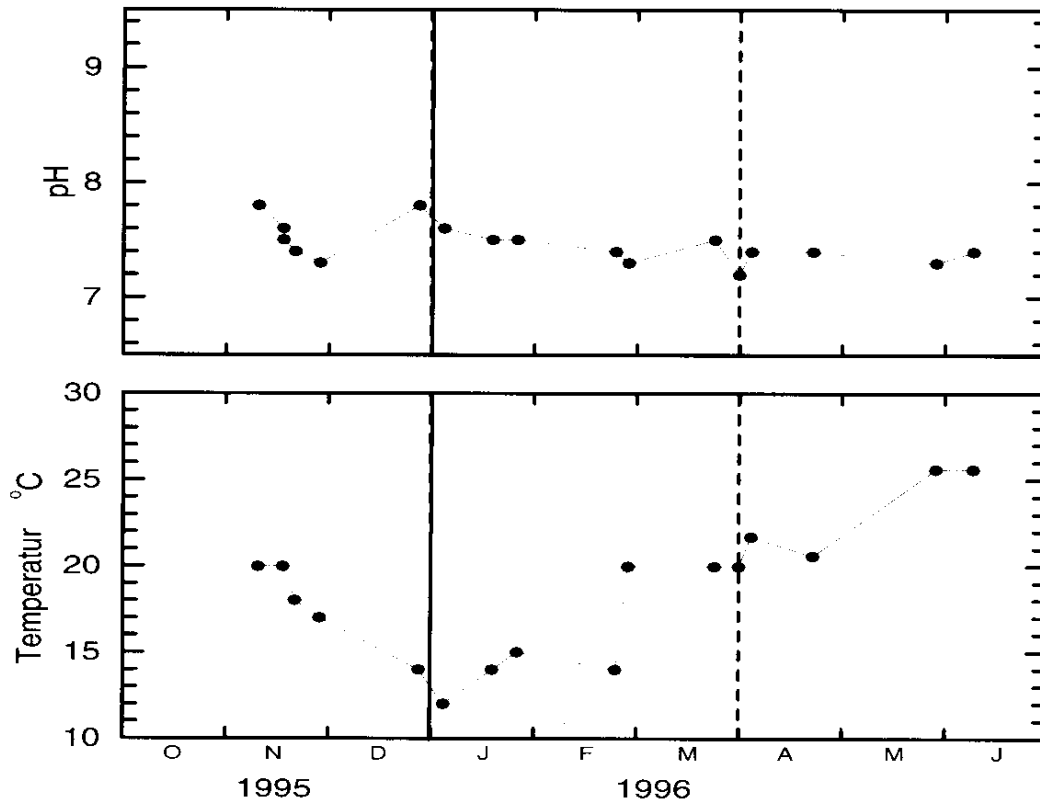
Gibt es selbst in diesem Datensatz ungewöhnliche Beobachtungen?

Selbstverständlich! Werfen Sie einen weiteren Blick auf die Graphiken in Abbildung HYD-L-1. Sehen Sie etwas Ungewöhnliches? Betrachten Sie den Sprung im pH-Wert von Dezember auf Januar! Er könnte durch die Testmethode verursacht sein, aber es könnte sich auch um einen



tatsächlichen Sprung handeln! Wenn das Meßinstrument kalibriert war, der Wert reproduziert werden konnte, sollten die Schüler über weitere Faktoren nachdenken, die diesen starken Anstieg verursacht haben könnten.

Abb. HYD-L-1: GLOBE-Schule in Kalifornien, USA



Abschnitt I - pH- und Temperaturdaten

Teil 1 - Wie stellen wir „Ausreißer“ fest

1. Zeigen Sie den Schülern die Graphen in Abb. HYD-L-2 und HYD-L-3. Nachdem sie die Gelegenheit hatten, die Graphen zu untersuchen und ihre Beobachtungen aufzuschreiben, bitten Sie die Schüler, nach außergewöhnlichen Datenwerten zu suchen.
2. Diskutieren Sie mit den Schülern wie wichtig die Qualität der Daten ist. Fragen Sie die Schüler, was sie mit Datenpunkten machen würden, die weit aus dem Bereich der anderen Punkte abweichen (sind diese Punkte „Ausreißer“?).
3. Diskutieren Sie die Beobachtungen und Vorschläge der Schüler.



Anmerkung der Wissenschaftler

Wir haben diese Daten als Funktion der Zeit dargestellt. Bevor wir auf Trends achten und die Daten von verschiedenen Schulen vergleichen, untersuchen wir die Daten sorgfältig auf Ausreißer. Sehen Sie z. B. in Abb. HYD-L-2, daß ein Temperaturpunkt außerhalb des Bereichs der anderen Werte liegt, so ist dieser Wert vermutlich ein Fehler und so wird dieser Punkt nicht in die weitere Analyse mit einbezogen. Weiterhin sind pH-Werte, die signifikant vom Durchschnittswert abweichen, verdächtig. Betrachten Sie in Abb. HYD-L-3 den einzelnen pH 4 Wert. Die übrigen Werte liegen im Bereich 6 - 9.5.

Wir können weitere interessante Dinge beim Betrachten der graphischen Darstellungen erkennen. Abbildung HYD-L-3 scheint ständig steigende pH-Werte wiederzugeben. Die pH-Werte scheinen aber stark gestreut zu sein. Warum denken wir das in diesem Falle? In Abb. HYD-L-2 sehen wir eine typische Veränderung des pH-Werts mit einem allmählichen Anstieg der Werte. Das Problem könnte durch eine kaputte Pufferlösung verursacht sein, es könnte sich aber auch um realistische Änderungen handeln!

Weitere Analysen

Ermuntern Sie die Schüler, die eigenen Daten zu betrachten. Zeitabhängige Graphen können erstellt werden, wenn die Daten in eine Funktionstabelle eingezeichnet werden oder mit dem neuen GLOBE Graphikprogramm dargestellt werden. Dieses Programm können Sie über die Visualisierungseiten auf dem GLOBE Server erhalten. Anleitungen dazu sind im Kapitel „Zusatzmaterial“ vorhanden. Lassen Sie die Schüler ihre eigenen Daten auf Ausreißer hin überprüfen, um die Wahrscheinlichkeit herabzusetzen, daß Kalibrationsfehler oder Inkonsistenzen im Meßverfahren die Daten beeinflussen.



Sie können auch die GLOBE Visualisierungen verwenden, um ungewöhnliche Beobachtungen in den täglichen Daten festzustellen. Betrachten Sie Abb. HYD-L-4. Die Schüler sollen eine Punkt- oder Konturendarstellung der wöchentlichen Messungen anfertigen und versuchen ungewöhnliche Muster zu erkennen, z. B. ein hellblauer Punkt (sehr niedrige Temperatur) in einem Gebiet von orangen und roten Punkten (warme Temperaturen). Falls Schüler fragwürdige Daten entdecken, könnten sie den Meßort identifizieren und versuchen, einen Grund für die Anomalie zu finden. Sie können auch Kontakt zu den Schülern dieser Meßstelle aufnehmen (GLOBEMail) und Fragen zu den Daten stellen.

Abb. HYD-L-2 GLOBE Schule in Kalifornien, USA

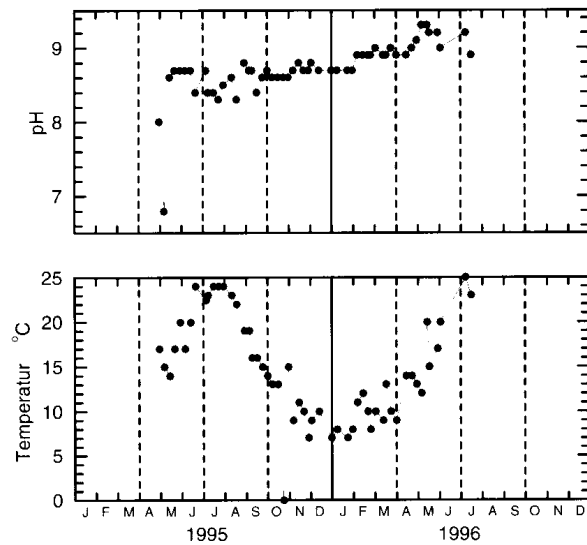
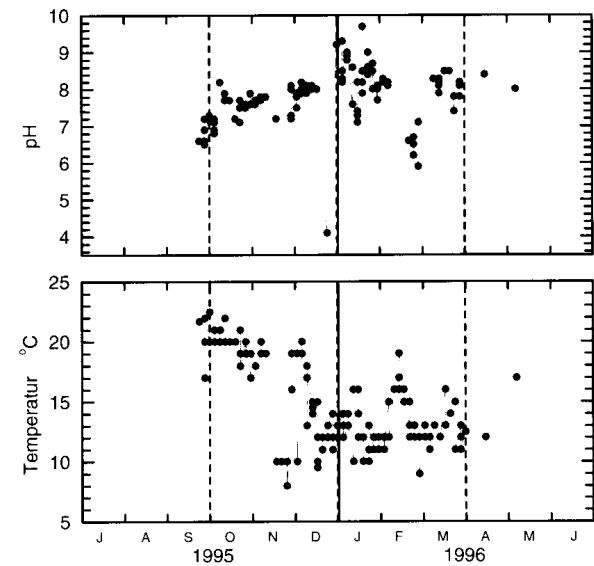


Abb. HYD-L-3 GLOBE Schule in Kalifornien, USA





Teil 2 - Untersuchungen zum Bereich der pH-Werte

Meine pH-Werte springen unvorhersehbar herum. Ist das richtig? Sollten meine pH-Werte so gestreut liegen?

Abb. HYD-L-4: GLOBE-Schule in Florida, USA

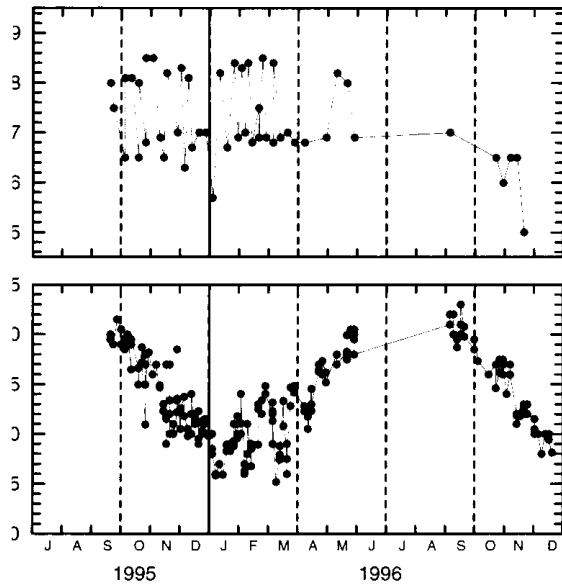
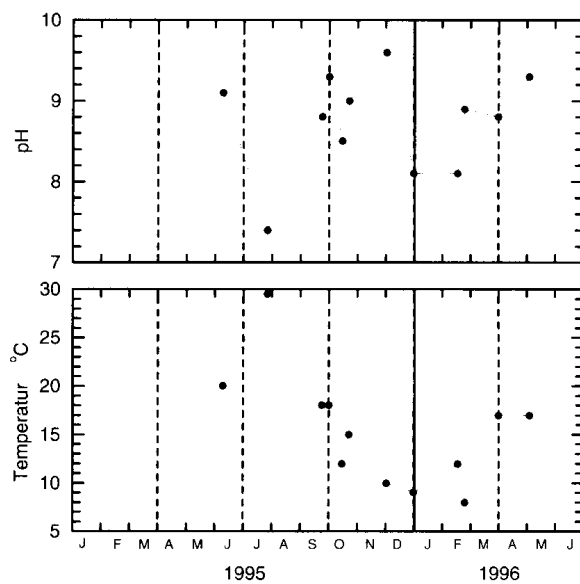


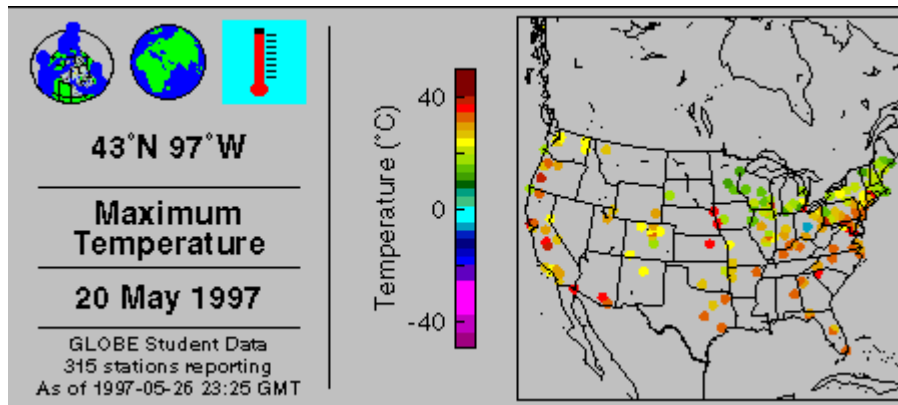
Abb. HYD-L-5: GLOBE-Schule in Washington, USA



1. Zeigen Sie den Schülern die Darstellungen in Abb. HYD-L-4 und HYD-L-5. Nachdem sie die Gelegenheit hatten, die Graphen zu untersuchen und ihre Beobachtungen aufzuschreiben, bitten Sie die Schüler nach ungewöhnlichen Trends zu suchen.
2. Diskutieren Sie den Bereich des pHs, den die Schüler an der eigenen Meßstelle gefunden haben. Wie stark variieren die Werte?
3. Lassen Sie die Schüler mit Hilfe des GLOBE Graphikprogramms ihre eigenen Werte und die einiger anderer Schulen auftragen. In welchem Bereich liegen die Werte?
4. Diskutieren Sie Beobachtungen und Vorschläge.



Abb. HYD-L-6: Temperatur, GLOBE Datenserver



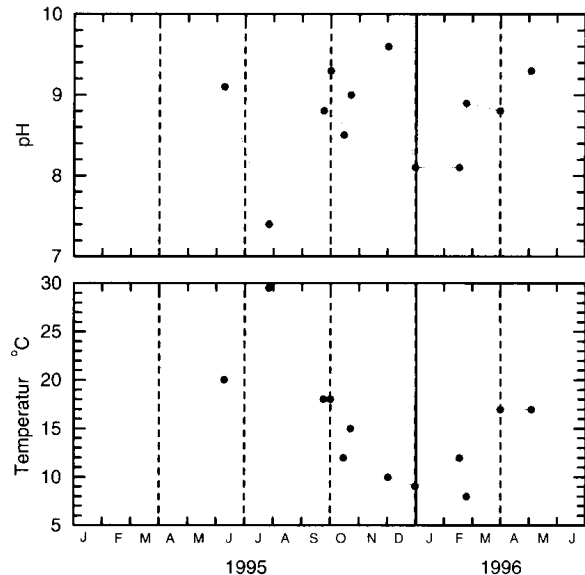
Anmerkung von den Wissenschaftlern

Die Darstellungen in Abb. HYD-L-4 und HYD-L-5 sind gute Beispiele für seltsame pH-Werte in Datensätzen. Die Werte scheinen in einem Bereich der sich über 3 pH-Einheiten erstreckt, vor- und zurückzuspringen. Was denken Sie geht hier vor? Denken Sie daran, daß pH-Werte gewöhnlich relativ stabile Messungen sind, außer es liegen größere Störungen vor, z. B. wiederholtes Einleiten von Abwässern, starke Regenfälle, massive Algenblüte oder eine Änderung der Flußrate aufgrund von Schneeschmelze bachaufwärts. Ein gutes Beispiel für sich wiederholende Änderungen in der Flußrate könnte auch die Entleerung eines Wasserreservoirs bachaufwärts sein. Dies hätte signifikanten Einfluß auf die bachabwärts gemessenen pH-Werte. Diese Reihe von Temperaturdaten zeigt nette vorhersehbare saisonal bedingte Trends. Liegen hier größere Störungen vor oder spiegeln die Daten einen Teil des Lernprozesses wieder?



Ich frage mich warum wir so niedrige pH-Werte messen.

1. Zeigen Sie den Schülern die Graphen Abb. Hyd-L-7: GLOBE-Schule in New Jersey, USA. Nachdem die Schüler die Gelegenheit hatten, die Graphen zu untersuchen und Beobachtungen aufzuschreiben, sollen sie versuchen, ungewöhnliche Trends festzustellen. Würden sie so niedrige pH-Werte erwarten? Warum nicht? Die Schüler sollen ihre Erklärungen mit Daten und Hintergrundinformation über den pH-Wert belegen.
2. Bitten Sie die Schüler, eine Hypothese zu formulieren, warum die pH-Werte an diesem Meßort so niedrig liegen.
3. Fragen Sie die Schüler wie sie ihre Hypothese testen könnten.
4. Suchen Sie die Daten anderer Schulen in der Nähe auf dem Datenserver. Laden Sie die Daten dieser Schulen herunter und vergleichen Sie diese



Anmerkung der Wissenschaftler

Dieser Graph in Abb. HYD-L-7 ist ein hervorragendes Beispiel einer Hydrologie-Meßstelle mit niedrigen pH-Werten. Die Frage ist, wie wahrscheinlich ist es, daß die Werte tatsächlich so niedrig liegen. Die Darstellung zeigt Werte im Bereich 3 bis 4.5. Natürliches Wasser zeigt normalerweise Werte im Bereich 6 bis 8.

Möglichkeiten

- Es ist dies tatsächlich so! Wenn Sie dies glauben, fragen Sie sich als nächsten Schritt selbst und Ihre Klassenkameraden, warum der pH-Wert so niedrig liegt. Was sagt dies über den Weg aus, den das Wasser bis zur Meßstelle genommen hat?
- Die Meßwerte sind der Testdurchführung Ergebnis hängt davon ab, wie Du Deinen Test durchgeführt hast. Leider, auch wenn wir alle stets versuchen unser Bestes zu geben, kommt es immer wieder vor, daß wir einen Schritt bei der Messung der Daten vergessen haben, der dann zu einem Fehler führt. In anderen Fällen sind die Materialien mit denen wir arbeiten nicht mehr in Ordnung. Im Falle von niedrigen pH-Werten sind wahrscheinlich die Lösungen zur Kalibration nicht in Ordnung. Daher sollten diese Lösungen zunächst einmal getestet werden.



Testen der Standardlösungen

Um zu überprüfen, ob die Standardlösungen nicht mehr in Ordnung sind, gibt es eine Reihe von Möglichkeiten:

- Kaufen Sie neue Lösungen und vergleichen Sie die alten Lösungen damit.
- Kalibrieren Sie den pH-Meter mit Ihren Lösungen, dann testen Sie den pH-Wert einer frisch geöffneten Limonade oder Cola. Diese Produkte haben aufgrund des Herstellungsverfahrens stets den gleichen pH-Wert und können dazu verwendet werden, um festzustellen, ob Ihr pH-Meter korrekt mißt. Hier sind einige pH-Werte verschiedener Getränke bei Raumtemperatur:

Coca-Cola	2.5
RC-Cola	2.5
Pepsi-Cola	2.5
Sprite	3.2

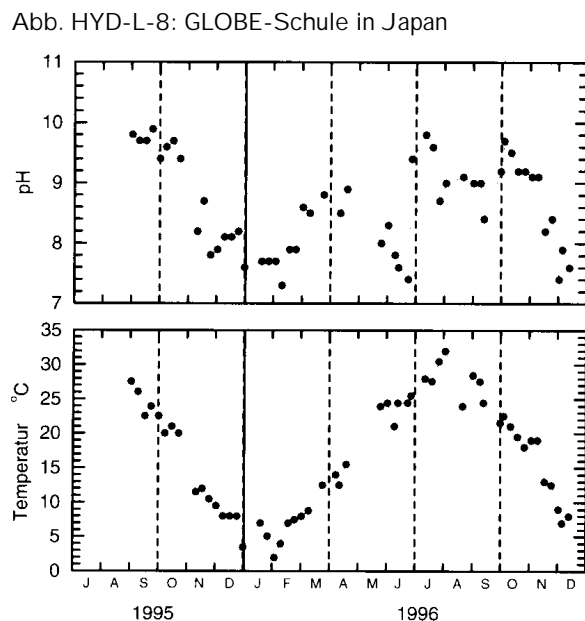
Weitere Untersuchungen

Lassen Sie die Schüler die Instrumente mit Hilfe der Informationen oben testen.

Teil 3 - Identifizieren von Mustern bei pH- und Temperaturdaten

So ist es richtig! Meine pH- und Temperaturwerten steigen und fallen gleichmäßig!

1. Zeigen Sie den Schülern die Graphen in Abb. HYD-L-8. Nachdem die Schüler die Gelegenheit hatten, die Graphen zu untersuchen und ihre Beobachtungen aufzuschreiben, bitten Sie sie nach ungewöhnlichen Trends zu suchen.
2. Bitten Sie die Schüler, Hypothesen über den Verlauf des Temperaturgraphen zu formulieren. Folgt der pH-Wert der Temperatur wirklich so stark?
3. Stellen Sie die eigenen Daten und die Daten anderer Schulen mit dem GLOBE Graphikprogrammms dar und vergleichen Sie die Daten.



Anmerkung der Wissenschaftler



Manchmal scheint es, als hätten Sie alles richtig gemacht und was Sie beobachten scheint ein ordnungsgemäßer Trend in Ihren Daten zu sein. Da Sie zur wissenschaftlichen Forschung beitragen ist es wichtig, daß Sie sich Ihre Daten ansehen und ständig überprüfen, um sicher zu sein, daß sie genau sind. In Abb. HYD-L-8 sehen wir die Daten einer Schule in Japan. Wir sehen etwas, das wie ein übereinstimmender Trend im pH-Wert aussieht. Er scheint, dem Verlauf der Temperatur bemerkenswert nahe zu folgen und scheint auch in einem mehr oder weniger akzeptablen Bereich zu liegen.

Die Daten sehen gut aus! Warum weitere Gedanken?

Die Daten sehen gut aus, weil keine größeren Sprünge in den Messungen auftreten. Die Daten wurden regelmäßig eingegeben und die Temperaturmessungen zeigen einen gemäßigten, vorhersehbaren Trend. Beachten Sie aber folgenden Beobachtungen:

- Es ist sehr ungewöhnlich für natürlichen Vorgänge, daß sich der pH-Wert um mehr als 1 oder 1.5 Einheiten verändert. Auch sind pH-Werte über pH 9.0 in Seen oder Flüssen nicht sehr verbreitet. Es wäre interessant zu sehen, ob andere Schulen in der gleichen Gegend den gleichen Trend beobachten.
- Auch wenn Temperatur und pH-Wert in gewissem Maße voneinander abhängen, würden wir keine so starke Abhängigkeit der Ergebnisse erwarten. Die pH-Meter sollten automatisch Temperaturkorrekturen vornehmen. War dies hier wirklich der Fall? Wahrscheinlich nicht.

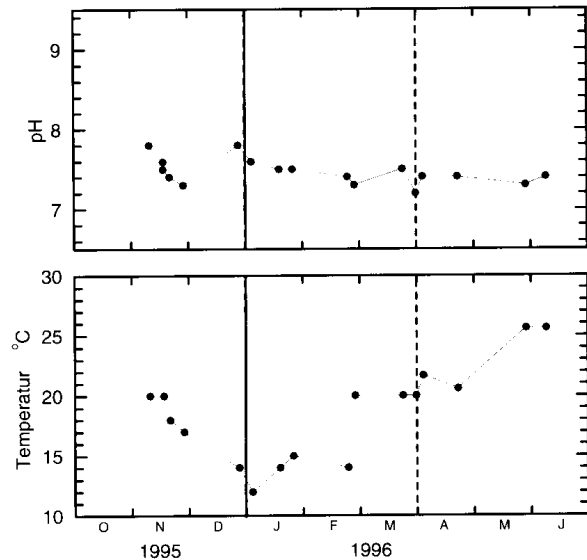
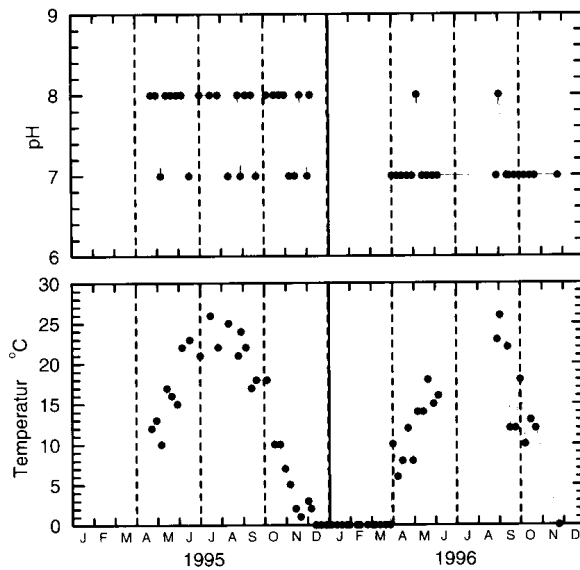
Teil 4 - Wie unterscheiden sich die Werte von Indikatorpapier und pH-Meter?

Was wurde zur Bestimmung des pH-Wertes verwendet: pH-Meter oder Indikatorpapier?

1. Erklären Sie den Schülern, daß in den einzelnen Schulen z. T. Indikatorpapier, pH-Pens oder pH-Meter zur Erhebung der pH-Daten verwendet werden.
2. Zeigen Sie den Schülern die Graphen in Abb. HYD-L-9 und HYD-L-10. Nachdem die Schüler die Gelegenheit hatten, die Graphen zu untersuchen und ihre Beobachtungen aufzuschreiben, bitten Sie die Schüler, Hypothesen über die Art der Instrumente, die zur pH-Bestimmung verwendet wurden zu formulieren.
3. Fragen Sie die Schüler, wie sie diese Hypothesen belegen oder unterstreichen können.



Abb. HYD-L-9: GLOBE-Schule aus dem Mittelwesten der USA Abb. HYD-L-10: GLOBE-Schule in Kalifornien, USA



Anmerkung der Wissenschaftler

In Abb. HYD-L-9 können wir sehen, daß die Schule die pH-Bestimmungen höchst wahrscheinlich mit dem Indikatorpapier durchführt. Dies erklärt die hohe Anzahl an Sprüngen einer pH-Einheit im Zeitverlauf. Es ist sehr gut möglich, daß der tatsächliche pH-Wert des Gewässers, der Schule im Mittelwesten der USA, Werte zwischen pH 7 und pH 8 zeigt. Wir denken, daß die pH-Werte leicht schwanken und verursachen, daß die mit Indikatorpapier bestimmten pH-Daten zwischen diesen beiden Werten hin- und herspringen.

In Abb. HYD-L-10 sehen wir das Beispiel einer GLOBE Schule, die pH-Meter zur Durchführung der Messungen verwendet hat. Die Temperaturdaten zeigen einen begründbaren gleichmäßigen Temperaturverlauf.

Weitere Untersuchungen

1. Lassen Sie die Schüler die pH-Linie in der Weise neu zeichnen, als hätten sie Indikatorpapier verwendet. Jeder Punkt wird zu einem ganzzahligen pH-Wert auf- oder abgerundet.
2. Können Trends mit diesem neuen Graphen genauso gut erkannt werden, als mit dem ursprünglichen Graphen?



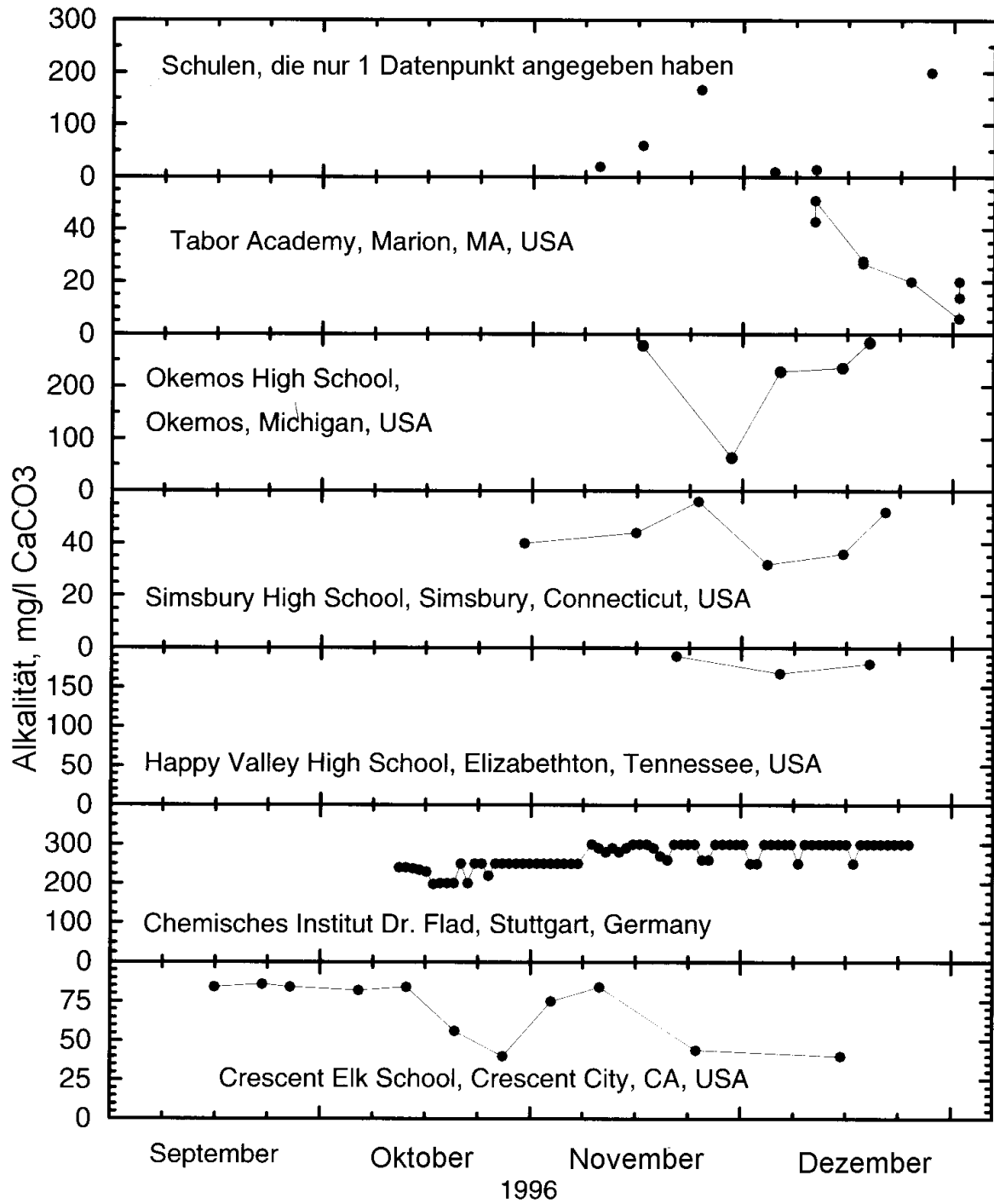
Abschnitt 2 - Analyse neuer GLOBE-Daten

Im September 1996 wurde das Protokoll „Alkalität“ dem Meßprogramm hinzugefügt. Hier sind einige Gedanken aus der näheren Betrachtung der ersten Daten, die GLOBE Schulen bislang eingegeben haben.

1. Lassen Sie die Schüler die Graphen untersuchen. Wie unterscheiden sich die Daten?
2. Lassen Sie die Schüler Fragen aus ihren Beobachtungen ableiten. Zum Beispiel:
 - Welcher Trend läßt sich erkennen? Würdet Ihr saisonale Änderungen erwarten?
 - Scheinen die Daten im normalen Bereich zu liegen?
 - Gibt es außergewöhnliche Datenpunkte?
3. Lassen Sie die Schüler weitere Trends in den Datensätzen vorhersagen.
4. Notieren Sie die Beobachtungen, Fragen und Vorschläge.
5. Lassen Sie die Schüler über Wege nachdenken, ihre Fragen zu beantworten.



Abb. HYD-L-11: GLOBE Alkalitätsdaten, September, Dezember 1996





Anmerkung der Wissenschaftler

Crescent City, CA (USA) liefert relativ niedrige Alkalitätswerte, die aber starke Änderungen im zeitlichen Verlauf erkennen lassen. Diese Änderungen könnten mit Regenfällen, die üblicherweise die Alkalität herabsetzen, zusammenhängen. Es wird interessant sein, diese Daten mit anderen GLOBE-Daten aus dem Bereich Hydrologie und Atmosphäre zu ergänzen, um ein Gesamtbild zu erhalten.

Stuttgart (Deutschland) hat sehr schöne Zeitkurven gemessen, die sogar tägliche Änderungen in der Alkalität zeigen. Anfang November zeigen sie einen leichten Anstieg, sonst sind die Werte weitgehend stabil. Die relativ hohen Werte zeugen von einem gut gepufferten Oberflächengewässer. Die täglichen Änderungen können mit Regenfall zusammenhängen.

Elizbethton, TN (USA). Die Werte liegen zwischen denen der Crescent Elk Schule und dem Chemischen Institut Dr. Flad sind in sich sehr konsistent. Wir sind neugierig, ob die Alkalität sich über den Winter und zum Frühling hin ändern wird.

Simsbury, CT (USA) berichtet ebenso relativ niedrige Alkalitätswerte, die einige zeitliche Änderungen enthalten. Eigentlich ist es überraschend, daß die zeitlichen Änderungen in diesem Bereich so gering sind. Es wird interessant sein zu sehen, ob die Werte während Regen oder der Schneeschmelze noch weiter fallen.

Okemos, MI (USA) berichtet Alkalitätswerte, die einen interessanten Abfall von 300 mg/l zu 70 mg/l zeigen. Wir müssen diese Beobachtung mit Hydrologie-, Boden- und Atmosphärendaten ergänzen, um ein Gesamtbild, von dem was vorgefallen ist, zu erhalten.

Marion, MA (USA). Die Werte sind sehr gering und zeigen einen steten Abfall im Zeitverlauf. Wir empfehlen dieser Schule, die Berechnungen zu überprüfen, da die Daten, wenn sie korrigiert sind, einen sehr interessanten Verlauf zeigen könnten. Vielleicht sehen wir den Einfluß der Gezeiten bei dieser an der Küste gelegenen Meßstelle?

Im September 1996 wurde das Protokoll „**Elektrische Leitfähigkeit**“ dem Meßprogramm hinzugefügt. Hier sind einige Gedanken aus der näheren Betrachtung der ersten Daten, die GLOBE Schulen bislang eingegeben haben.

1. Lassen Sie die Schüler die Graphen untersuchen. Wie unterscheiden sich die Daten?

- In welchem Bereich liegen die Daten einer Meßstelle?
- Wie ist der Bereich, wenn man alle Meßstellen betrachtet?
- Welche Trends zeigen die Daten, nehmen sie ab, zu, sind sie konstant?

2. Lassen Sie die Schüler Fragen aus ihren Beobachtungen ableiten.

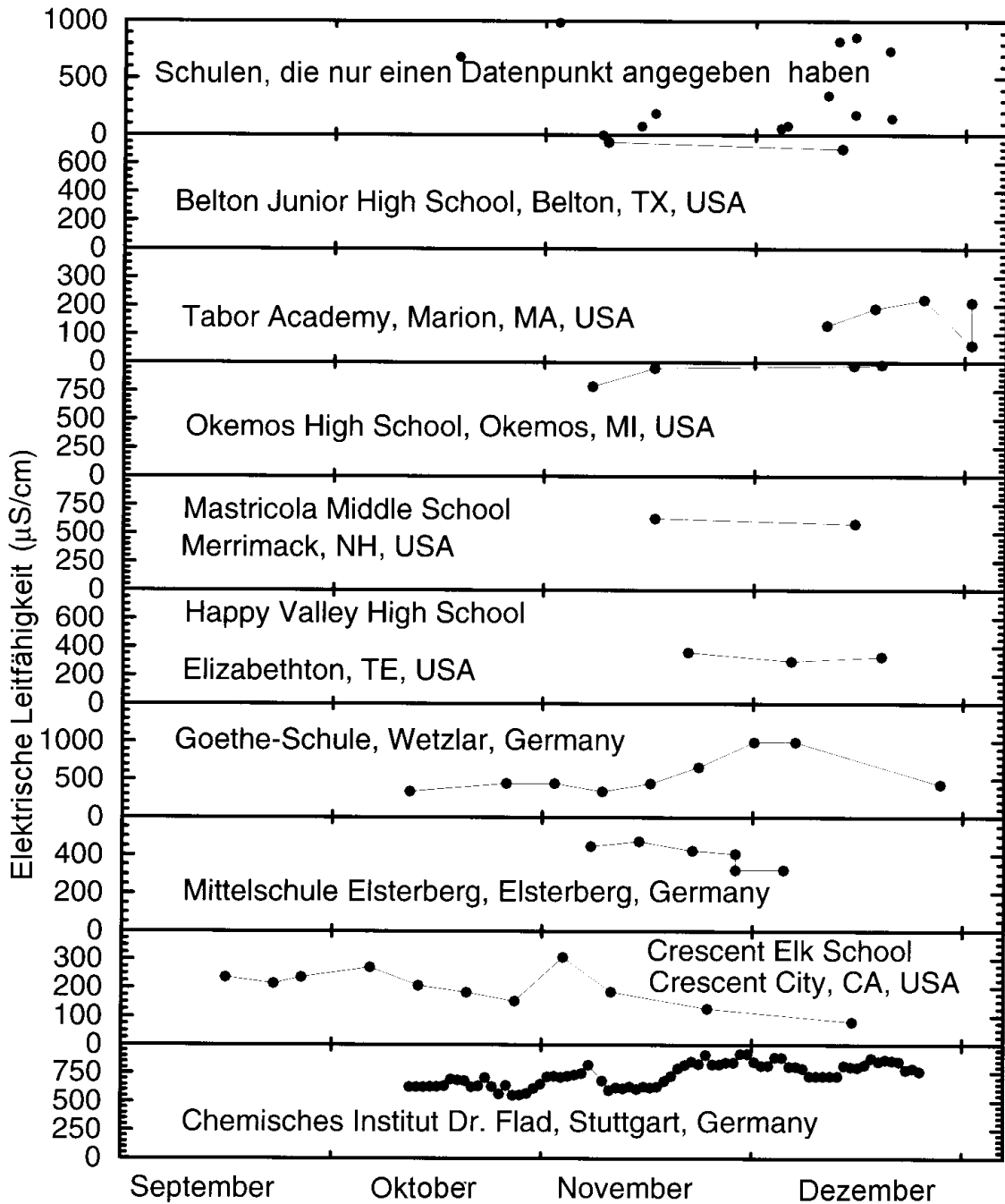
3. Lassen Sie die Schüler weitere Trends in den Datensätzen vorhersagen.

4. Notieren Sie die Beobachtungen, Fragen und Vorschläge.



5. Lassen Sie die Schüler über Wege nachdenken, eine Antwort auf ihre Fragen zu erhalten, indem sie Hypothesen aufstellen und diese Hypothesen unterstützen oder belegen.

Abb. HYD-L-12: GLOBE Leitfähigkeitsdaten, September, Dezember 1996



Anmerkung der Wissenschaftler



Belton, TX (SA) berichtet zwei Datenpunkte für die Leitfähigkeit von ihrem Meßort. Beide zeigen normale Werte für einen Bach (700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 745 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Es wird interessant sein zu sehen, welche weiteren Werte gemessen werden!

Marion, MA (USA) hat festgestellt, daß ihre Gewässer relativ reines Wasser mit relativ geringen Leitfähigkeitswerten (60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ - 22 $\mu\text{S}/\text{cm}$) enthält. Vergleichen Sie diese Daten mit den Werten der Okemos High School und Sie werden sehen, welchen Grad der Verunreinigung natürliche Wassersysteme haben können!

Okemos, MI (USA) hat Leitfähigkeitswerte von 790 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bis 980 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen! Dies bedeutet, daß ihr Gewässer permanent mit einer großen Menge an gelösten Chemikalien belastet ist.

Merrimack, NH (USA) hat zwei Werte eingegeben, 590 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 630 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Betrachten Sie die anderen Darstellungen und stellen Sie fest, wo die Schule mit diesen Werten in etwa liegt. Was sagen diese Werte über das Gewässer aus? Denken Sie daran, daß die elektrische Leitfähigkeit ein Indikator dafür ist, welche Ionen im Wasser gelöst sind und könnte daher einen Hinweis auf das Gestein geben, über das das Wasser fließt.

Elizabethton, TN (USA) mißt die Leitfähigkeit eines Gewässers mit relativ konstanten, niedrigen Werten (300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ - 360 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Wir ermuntern diese Schule, weitere Daten zu messen, damit wir mehr über Gewässer in Tennessee und deren Veränderung im Laufe eines Jahres erfahren!

Wetzlar (Deutschland) zeigt den weitesten Bereich bei den Leitfähigkeitsmessungen, verglichen mit allen anderen Schulen, deren Daten wir betrachtet haben (339 $\mu\text{S}/\text{cm}$ - 993 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Sie messen regelmäßig im etwa zweiwöchigen Abstand und haben einen hochinteressanten Verlauf bei ihrem Probengewässer gefunden! Über ein Monat hinweg stiegen die Leitfähigkeitswerte an. Was könnte diese Veränderung im Chemismus des Wassers hervorgerufen haben?

Elsterberg (Deutschland) zeigt, daß ihr hydrologisches Gewässersystem ein ziemlich konstantes Niveau im Hinblick auf Verunreinigungen aufweist. Die Werte liegen zwischen 322 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 472 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Im Verlauf der Meßkurve sehen wir einen leichten Abfall der gemessenen Leitfähigkeitswerte. Was bedingt diesen Abfall?

Grescent City, CA (USA) hat regelmäßig Daten über den 3-monatigen Zeitraum erhoben. Ihre Leitfähigkeitswerte erscheinen relativ niedrig. Wir meinen, einen ganz leichten Abfall der Werte zu erkennen. Sie auch? Vergleichen Sie den Trend von Alkalitäts- und Niederschlagswerten mit denen der Leitfähigkeitsmessungen von Crescent City, USA. Sehen Sie bestimmte Muster?

Stuttgart (Deutschland) hat bei den Hydrologiewissenschaftlern aufgrund der Vielzahl gelieferter Daten beachtliches Ansehen erlangt. Ihre Leitfähigkeitswerte sind nicht ungewöhnlich und zeigen, daß ihr Gewässersystem sich nicht nur im Verlauf von drei Monaten ändert, sondern auch tägliche Änderungen aufzeigt. Ihre Daten liegen im Bereich von 552 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bis 920 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Wir glauben, einige Unwetter in den Daten nachweisen zu können möglicherweise einen saisonalen Trend. Was ist Ihre Meinung? Vergleichen Sie diese Trends mit den Niederschlags- und Alkalitätswerten.

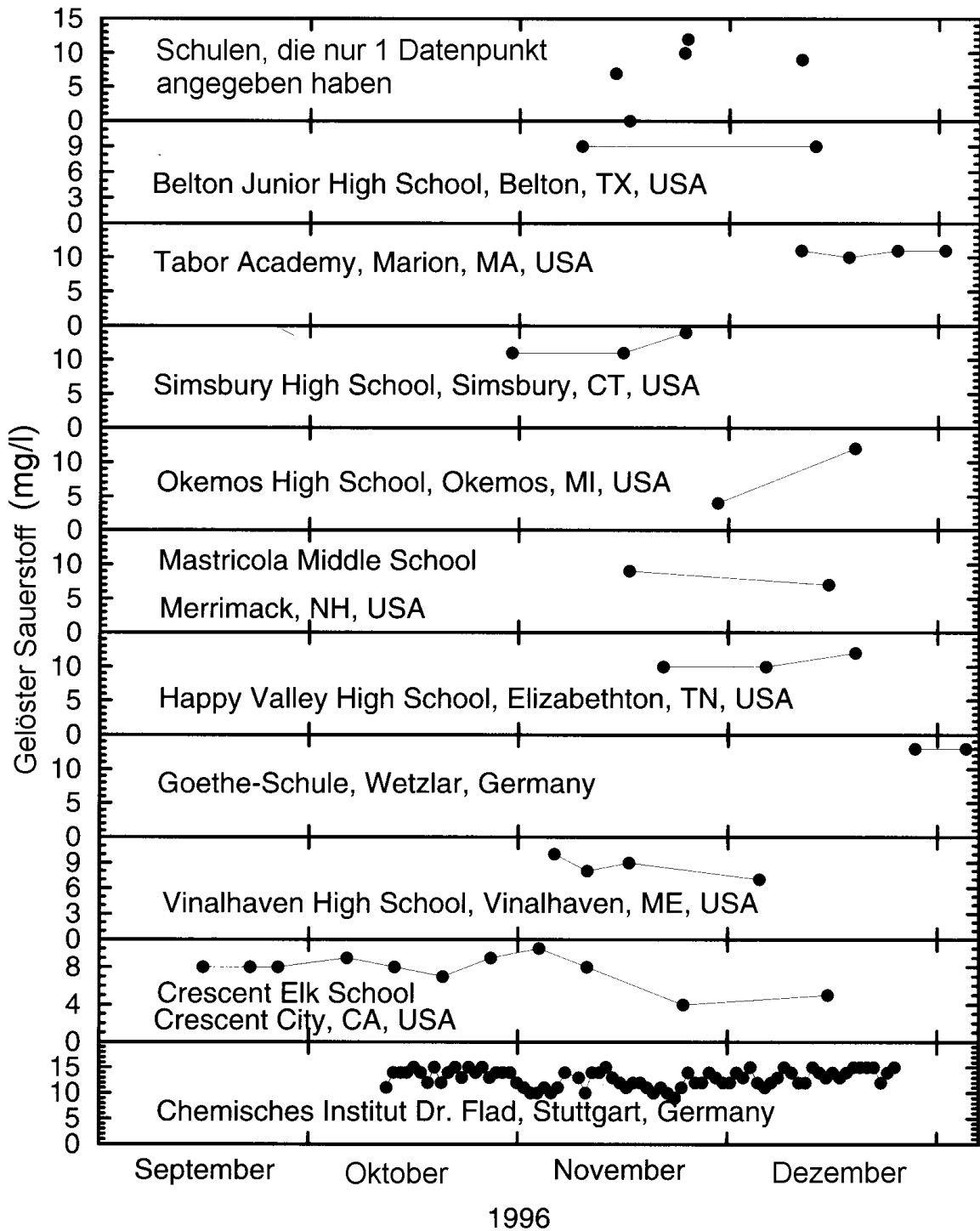


Im September 1996 wurde das Protokoll „gelöster Sauerstoff“ dem Meßprogramm hinzugefügt. Im folgenden finden Sie einige Gedanken aus der näheren Betrachtung der ersten Daten, die GLOBE Schulen bislang eingegeben haben.

1. Lassen Sie die Schüler die Graphiken in Abb. HYD-L-13 untersuchen.
 - Wie unterscheiden sich die Daten?
 - Wie ist der Meßbereich bei den einzelnen Meßorten?
 - Welche Trends zeigen die Daten, nehmen sie ab, zu, sind sie konstant?
 - Sieht es so aus, als ob alle Daten im normalen Bereich liegen? Welche weiteren Informationen sollten Sie heranziehen, um zu beurteilen, welcher Bereich bei gelöstem Sauerstoff „normal“ ist?
2. Lassen Sie die Schüler Fragen aus ihren Beobachtungen ableiten.
3. Lassen Sie die Schüler weitere Trends aus den Datensätzen vorhersagen.
4. Notieren Sie die Beobachtungen, Fragen und Vorschläge.
5. Lassen Sie die Schüler über Wege nachdenken, eine Antwort auf ihre Fragen zu erhalten.



Abb. HYD-L-13: GLOBE gelöster Sauerstoff, September, Dezember 1996





Anmerkung der Wissenschaftler

Belton, TX (USA) berichtet über zwei Datenpunkte bei 9 mg/l. Diese Menge gelösten Sauerstoffs weist auf ein gesundes Gewässer hin, in dem Fische und Pflanzen leben können. Wie ermutigen Belton mit ihren Messungen fortzufahren, um zu sehen, ob sich über den Winter und Frühling das Niveau des gelösten Sauerstoffs ändert.

Marion, MA (USA) mißt ein Gewässer, dessen Niveau an gelöstem Sauerstoff bei 10 - 11 mg/l liegt. Dieser Sauerstoffwert bedeutet für einen Temperaturbereich um 11 °C bei einer Höhe von 0 m eine Übersättigung. Gleichzeitig mit diesen Sauerstoffwerten berichtet Tabor von Temperaturwerten von 6 - 8 °C. Was könnte deart hohe Sauerstoffwerte verursachen?

Simsbury, CT (USA). Simsbury High School berichtet, daß ihr Gewässer einen Gehalt an gelöstem Sauerstoff von 11 mg/l im Oktober zeigt. Mitte November tritt ein starker Anstieg auf 14 mg/l auf. Bis auf die letzte Eingabe sind alle Daten sehr übereinstimmend. Wir würden gerne erfahren, warum die letzte Eingabe höher liegt. Die Temperaturen, die von Simsbury HS gemessen wurden, bewegen sich während des gesamten Zeitraums im Bereich von 1 - 9 °C. Die Temperatur von 3 °C, die gleichzeitig zum Sauerstoffgehalt von 14 mg/l gemessen wurde, warnt uns. Die Sauerstoffkonzentration ist für diese Temperatur übersättigt. Dies könnte darauf hinweisen, daß das von Simsbury verwendete Meßbesteck nicht mehr kalibriert ist.

Okemos, MI (USA) zeigt einen überraschenden Sprung von 4 mg/l nach 12 mg/l. Falls das Meßbesteck sorgfältig kalibriert war und dieser Trend richtig ist, könnte es sich hier um eine Kombination aus Temperaturabfall und einem Abfall des biologischen Sauerstoffbedarfs während des Winters handeln.

Merrimack, NH (USA) zeigt einen Abfall der Sauerstoffkonzentration von 9 mg/l auf 7 mg/l im Laufe eines Monats November bis Dezember. Dieser Abfall könnte einen interessanten Vorgang im Gewässer widerspiegeln und es ist unserer Meinung nach wichtig, für die Schule nachzudenken, was diesen Abfall bewirkt haben könnte.

Elizabethton, TN (USA) messen Werten für gelösten Sauerstoff im Bereich von 10 bis 12 mg/l im Verlauf eines Monats. Dies könnte durch einen Abfall der Wassertemperatur bedingt sein, aber könnte auch einen anderen Effekt widerspiegeln. Es wird für uns interessant sein, ihre Wassertemperaturwerte mit diesen Messungen zu vergleichen.

Wetzlar (Deutschland) berichtet zwei Werte die anzeigen, daß ihr Gewässer ein sehr hohes Niveau an gelöstem Sauerstoff besitzt (13 mg/l). Es ist interessant anzumerken, daß die Temperatur, die gleichzeitig berichtet wurde, 3.8 °C beträgt, das Gewässer also nahezu gesättigt ist. Dieses Gewässer wird wahrscheinlich aktiv belüftet.

Vinalhaven, Island, ME (USA) hat anfänglich Werte in Höhe von 10 mg/l gemessen. Dann zeigte sich ein Abwärtstrend über die nachfolgenden eineinhalb Monate hinweg, bis schließlich ein Wert von 7 mg/l gemessen wurde. Was könnte diesen Abfall der Sauerstoffkonzentration verursacht haben? Möglicherweise haben bestimmte Algenarten, die zu Beginn des Jahres Sauerstoff produzierten, begonnen, zu diesem Zeitpunkt abzusterben und damit aufgehört, Sauerstoff abzugeben. Eine andere Möglichkeit wäre, daß der Sauerstoffwert auf ein niedrigeres Niveau zurückgeht, nachdem sich etwas ereignet hatte, das einen Anstieg des Wertes bedingte.



Crescent City, CA (USA) mißt sehr regelmäßig und die Daten zeigen Änderungen, die sich alle zwei Wochen wiederholen. Ihr Sauerstoffniveau steigt und sinkt gleichmäßig in einem Bereich von 5 - 10 mg/l. Interessant zu bemerken ist weiterhin der scheinbare Abfall über den Gesamtzeitraum von drei Monaten. Dies könnte den Beobachter zur Annahme verleiten, daß das Niveau an gelösten Sauerstoff mit der Temperatur sinkt. Aber gibt das einen Sinn? Eigentlich nicht. Wir erwarten einen Anstieg des Sauerstoffwertes mit sinkender Temperatur, da kaltes Wasser mehr Sauerstoff lösen kann als warmes Wasser. Was könnte diesen Trend bedingen? Als Wissenschaftler hätte wir gerne Informationen über die Aktivität der Pflanzen und Niederschlagsmessungen in diesem Zeitraum und wie sich die (Wasserabflußwerte) sich in diesem Zeitraum geändert haben.

Stuttgart (Deutschland) zeigt die umfangreichste und konsistenteste Meßreihe aller GLOBE-Schulen. Die Werte des gelösten Sauerstoff schwanken über einen Bereich von 10 bis 18 mg/l. Als wir versuchten festzustellen, was diese hohen Werte verursacht haben könnte, stellte das Hydrologieteam fest, daß Stuttgart nicht immer die Wassertemperatur mit den Daten des gelösten Sauerstoffs eingibt. Da der Gehalt an gelöstem Sauerstoff stark temperaturabhängig ist, fordern wir alle Schulen auf, immer dann, wenn sie gelösten Sauerstoff messen, den Temperaturwert mit einzugeben.

Fahren Sie mir der Analyse der Daten fort

Lesen Sie die Berichte der Hydrologiewissenschaftler, die Sie im Internet in der „Science Corner“ finden. Diese Berichte werden regelmäßig ergänzt.

Weitere Untersuchungen

1. Ermutigen Sie die Schüler aktuelle Datensätze der o. g. Schulen herunterzuladen und diese mit Hilfe des GLOBE-Graphikprogramms darzustellen. Oder verwenden Sie ein Millimeterpapier, um die Daten graphisch darzustellen. Welche der angeführten Fragen werden durch einen umfangreicheren Datensatz beantwortet?
2. Welche Fragen werfen andere Daten auf, z. B. Temperaturen oder Niederschläge. Lassen Sie die Schüler Daten finden, von denen sie glauben, daß sie für einen Vergleich mit den Hydrologiedaten relevant wären, z. B.:
 - Hilft die Bodencharakterisierung bei der Interpretation der Leitfähigkeitsdaten?
 - Wie hängen Temperatur und gelöster Sauerstoff zusammen? Sind andere Messungen von der Temperatur abhängig?
 - Unterliegt der Gehalt an gelöstem Sauerstoff saisonalen Schwankungen? Welche anderen Daten unterliegen solchen Schwankungen?
 - Untersuchen Sie die pH-Werte bei Schulen, deren Alkalitätswerte sich unterscheiden. Schwankt der pH-Wert mehr bei hohen oder mehr bei niedrigen Alkalitätswerten?



- Stellen Sie die Niederschlagswerte Ihrer Schule graphisch dar. Welche hydrologischen Messungen ändern sich, wenn Sie starke Regenfälle hatten? Verwenden Sie die Konturen- oder Punktkarten, die Sie auf dem Datenserver finden, um andere Gebiete zu finden, die an einem bestimmten Tag ebenfalls starken Regenfall verzeichnen. Was geschieht im Chemismus des Wassers nach Regenfällen?

Werden bei einer langfristigeren Beobachtung der Daten weitere Fragen aufgeworfen? Notieren Sie diese Fragen und ermuntern Sie die Schüler, Ideen für weitere Untersuchungen zu entwickeln.

Vorschlag: Verwenden Sie die GLOBE-Karten um Meßorte mit ähnlichen Längen- und Breitengraden zum Vergleich zu finden. Bestimmen Sie „Kontrollmeßstellen“ oder solche, die den Meßstellen, die Sie untersuchen, ähnlich sind mit Ausnahme des Parameters, an dem Sie interessiert sind. Zum Beispiel:

1. Verwenden Sie die GLOBEMail, um bei einer Schule zusätzlich Informationen, die sich nicht auf dem Server befinden, zu erfragen und um Ihre Gedanken mit anderen Schulen auszutauschen.
2. Verwenden Sie das GLOBE-Graphikprogramm, um die Daten zweier Schulen im Vergleich darzustellen.
3. Verwenden Sie topographische Karten, um Wasserscheiden zu finden. Zoomen Sie sich in die Region bei der GLOBE Visualisierung ein und finden Sie Meßorte, die an diesen Wasserscheiden liegen. Tragen Sie die Ergebnisse der wasserchemischen Untersuchungen innerhalb dieser Wasserscheiden auf und versuchen Sie über den Weg, den das Wasser zurücklegt, Veränderungen festzustellen.

Wenn weitere Datensätze in den Server eingetragen wurden, fahren Sie damit fort nach Schulen zu suchen, die Sie interessieren. Finden Sie Schulen an Orten, die Gemeinsamkeiten mit Ihrer Schule aufweisen. Sind die Hydrologiedaten mit den Ihren vergleichbar?

Bitten Sie die Schüler, die eigenen Daten kritisch zu durchleuchten. Verwenden Sie Karten und graphische Darstellungen, um Muster oder ungewöhnliche Daten zu finden. Stellen Sie Fragen, finden Sie Wege, die Daten auf die gestellten Fragen hin zu untersuchen und beginnen Sie, den eigenen Meßort zu erforschen.

Leistungsbeurteilung

Die Schüler sollten in der Lage sein, Trends zu erkennen sowie Anomalien und Probleme in den Datensätzen zu finden. Diese Fähigkeit kann in Diskussionen mit der Klasse demonstriert werden. Geben Sie den Schülern dazu Beispielgraphen und bitten Sie, dargestellte Trends, Anomalien und Folgen zu erklären, die sie bei der Analyse der Daten feststellen. Lassen Sie die Schüler ihre Beobachtungen niederschreiben. Sie sollten ebenso in der Lage sein, zu erkennen wo die Grenzen bei der Interpretation eines Datensatzes liegen. Sie sollten in der Lage sein mit dem GLOBE-Graphikprogramm umzugehen um Graphiken zu erstellen und Daten zu analysieren, die sie selbst finden und aufbereiten.



Im Laufe dieser Aktivität sollten die Schüler auch ein Verständnis für die GLOBE Parameter, z. B. pH-Wert, Temperatur und Alkalität entwickeln. Wieviel die Schüler vom wissenschaftlichen Hintergrund verstanden haben kann bei ihrer Interpretation, wie die Datensätze beurteilt werden.



Wir entdecken die Welt der wirbellosen Wassertiere

<p>Zweck Bestimmen der Vielfalt von benthischen (am Boden lebender) wirbelloser Tiere am Meßort und Untersuchung von Zusammenhängen zwischen dessen Arten und der Wasserchemie</p> <p>Überblick Die Schüler werden den Index für benthische wirbellose Wassertiere aufstellen, indem sie die am Meßort gesammelten Tiere sortieren und zählen. Dabei werden sie mit der Taxonomie wirbelloser Wassertierarten vertraut und untersuchen den Zusammenhang zwischen den gefundenen Arten und wasserchemischen Untersuchungen.</p> <p>Zeitaufwand Eine Schulstunde zum Üben Eine Schulstunde um die Probe zu sammeln und eine Stunde um die Tiere zu zählen und den Index zu erstellen</p> <p>Niveau Alle</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Artenvielfalt im Zusammenhang mit der Wasserchemie- verschiedenen Arten haben unterschiedliche Ansprüche an den Lebensraum- Zufallsproben können verwendet werden, um Artenvielfalt zu bestimmen <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Berechnen des Artenvielfaltsindex- Zufallsproben nehmen- Bauen von Geräten- Identifizieren von Arten- Erkennen der Anforderung verschiedener Arten an den Lebensraum- Durchführen von wasserchemischen Untersuchungen	<p>Materialien und Hilfsmittel</p> <p><u>Zum Üben</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Flaches, weißes Tablett oder Schale (z. B. Styroporteller aus Fleischverpackungen) - ungefähr 60 x 40 cm- schwarzer Marker- Lineal- kleine Süßigkeiten, z. B. bunte Kuchendekoration oder andere Dinge, verschiedene Farben und Formen haben- Arbeitsblatt „Wirbellose Wassertiere“- Eiswürfelform zum Sortieren- kleine Papierzettel, die von 1 - 50 durchnummeriert sind <p><u>Für die Bestimmung vor Ort</u> Probennahme- und Sortierset (3 Sets erforderlich):</p> <ul style="list-style-type: none">- flache, weiße Schale zum Sortieren, ungefähr 30 x 20 cm- flache, weiße Schale zum Zählen, ungefähr 60 x 40 cm- schwarzer, wasserfester Filzstift- Eiswürfelform zum Sortieren der Arten- 10-20 ml Saugpipette (das Ende sollte einen Durchmesser von ca. 5 mm haben)- Große Plastikzange- Vergrößerungsglas- 3ml Pasteurpipette (von Augentropfen) (das Ende sollte einen Durchmesser von ca. 2 mm haben)- 4-l-Probenbehälter mit Deckel (der 4 1-l Probenbehälter)- Set nummerierter Kacheln oder Papierbögen- Eimer, um das Wasser durch das Netz zu schütten- Zusätzliche Behälter mit Deckel, falls die Wassertiere mit in die Schule gebracht werden sollen.- Arbeitsblatt „Wirbellose Wassertiere“
--	--



<p>Des weiteren: Typ 1</p> <ul style="list-style-type: none">- Fangnetz (für Fließgewässer mit felsigem Untergrund)- 91 x 122 cm Nylonnetz (2mm Maschengröße)- 2 Stäbe (122 cm lang, 1-2 cm Durchmesser)- Heftklammern- Nadel und Faden oder stabiles, wasserfestes Klebeband- Verstärkungsband (2x 8cm x 122 cm) <p>oder: Typ 2</p> <ul style="list-style-type: none">- Fangnetz (für schlammigen Untergrund, bei ruhigen Gewässern)- 2 Stücke Fliegengitter aus Nylon (36 x 53 cm)- 3 Drahtbügel- 2 Stücke Jeansstoff oder anderem schweren Stoff (8 x 91 cm)- Nadel und Faden oder stabiles, wasserfestes Klebeband152 cm Stäbe (z. B. Besenstiel)- 4 cm Schlauchklemmen	<p>Vorbereitung</p> <ul style="list-style-type: none">- Basteln Sie oder kaufen Sie ein geeignetes Netz- Kopieren Sie das Arbeitsblatt „Wirbellose Wassertiere“- Beschaffen Sie das Material für die Probenahme- Sammeln Sie Bilder und Bücher, welche die Wirbellosen Wassertiere in Ihrer Gegend beschreiben <p>Voraussetzungen</p> <p>Die Schüler sollten mit der Bestimmung der wasserchemischen Parameter (GLOBE) beginnen</p>
---	--

Hintergrund

Benthische wirbellose Wassertiere sind klein und haben keine Wirbelsäule. Sie können ohne Mikroskop beobachtet werden und sind größer als ein mm. Sie leben im Schlamm oder Kies am Boden von Gewässern. Zu ihnen gehören viele Insektenlarven, wie z.B. von Stechmücken, Libellen oder Köcherfliegen, die ihr Leben im Wasser beginnen und, wenn sie ausgewachsen sind, als Landinsekten leben. Weitere Beispiele für wirbellose Tiere sind Schalentiere, wie Flußkrebse, Schnecken, Würmer und Bluteigel. Diese Lebewesen vermehren sich im Schlamm oder Kies am Boden von Teichen oder Bächen in überraschend hoher Anzahl - häufig mehrere Tausend pro Quadratmeter. Oft sind sie ein entscheidendes Glied in der Nahrungskette.

Wirbellose Wassertieren geben uns Aufschluß über den Zustand eines Gewässers. Viele dieser Wassertiere sind sehr empfindlich gegenüber Änderungen im pH-Wert, an gelösten Sauerstoff, von Temperatur, Salinität oder anderen für den Lebensraum wichtigen Parametern. Die einzelnen Organismen benötigen eine stabile Wasserqualität, um leben zu können.

Für die Lernaktivität „Wir entdecken die Welt der Wassertiere“ möchten wir einen Index für Ihre hydrologische Meßstelle einführen. Die Biologische Vielfalt ist ein Maß für die Anzahl verschiedener Organismen in einem Ökosystem. Sie ist kein Maß für die Gesamtzahl an Organismen in einem System. So kann es z. B. sein, daß Sie die gleiche Anzahl Organismen in einem Bach mit niedrigen pH und in einem Bach mit neutralem pH finden. Da aber einige Arten in einem Bach mit niedrigen pH nicht überleben könnten, ist die Vielfalt, also die Anzahl verschiedener Arten geringer. Sie finden in diesem Bach ganz einfach nur eine große Anzahl von Organismen, die gegen niedrige pH-Werte resistent sind.



Inhalt und Vorgehensweise

Es gibt eine Reihe guter Unterlagen, zur Bestimmung wirbelloser Wassertiere. Einige sind am Ende dieser Lernaktivität aufgelistet.

1. Lassen Sie die Schüler die Umweltbedingungen untersuchen, unter denen die verschiedenen Wassertiere leben. Sie können eigene Beobachtungen, andere Referenzen oder die Tabellen am Ende dieser Aktivität dazu heranziehen.
2. Lassen Sie die Schüler Hypothesen aufstellen, welche Wassertiere sie zur momentanen Jahreszeit finden werden. Lassen Sie die Schüler ihre Untersuchungen, ihre Hypothesen und Begründungen in der GLOBE Mappe notieren. Vielleicht können sie einige bekannte Arten skizzieren und Identifikationsmerkmale aufschreiben.

Berechnen der Vielfalt vor Ort

Vorbereitung

Sammeln Sie das Material zusammen, das Sie für die Probennahme und zur Bestimmung des Artenindex benötigen. Falls erforderlich, bauen Sie ein Netz anhand der Anleitung am Ende dieses Kapitels. **Bemerkung:** Es gibt zwei Netzarten, um Wassertiere zu sammeln. Die Verwendung hängt von der Beschaffenheit des Meßortes ab. Bei Gesteins- oder Kiesuntergrund sollten Sie bei Fließgewässern den Netztyp 1 verwenden. Ist der Boden des Meßortes mit Schlamm bedeckt und es ist keine Strömung vorhanden, sollten Sie Netztyp 2 benutzen.

Bevor Sie nach draußen gehen, sollten die Schüler die Bestimmung des Artenindex üben. Auf diese Weise erhalten sie etwas Übung und haben die Gelegenheit das Konzept der Zufallsprobe besser zu verstehen.

Probennahme

Führen Sie die wasserchemischen Untersuchungen durch. **Bemerkung:** Beachten Sie, daß der Zugang zum Wasser sicher ist und folgen Sie den Sicherheitshinweisen.

Probennahme mit Hilfe eines Netzes Typ 1

1. Teilen Sie die Klasse in Gruppen von 3-4 Schülern auf und geben jeder Gruppe einen Eimer, ein Netz und ein Probenset.
2. Jede Gruppe soll eine Meßstelle auswählen. Diese sollten wenige Meter voneinander entfernt liegen, aber möglichst unterschiedliche Gegebenheiten des Baches aufzeigen, z. B. ein feuchtes Gebiet oder ein steiniges Gebiet.
3. Beginnen Sie mit der Gruppe, die sich am weitesten stromabwärts befindet. Jeweils ein Schüler einer Gruppe soll den Boden mit Hilfe eines Steckens oder der Hand aufwühlen, während 2 Leute 1 - 2 m flußabwärts davon das Netz ins Wasser halten. Das Aufwühlen sollte mindestens eine Minute gemacht werden. Drehen Sie auch Steine um und schaben die Unterseite ab. Aus Sicherheitsgründen sollten Sie nicht im Wasser stehen, wenn das Wasser in diesem Bereich tiefer als einen halben Meter ist.



4. Heben Sie das Netz aus dem Wasser indem Sie den Boden des Netzes langsam am Boden des Gewässers entlang führen, damit nichts aus dem Netz entkommen kann. Verwenden Sie 100 - 200 ml Wasser, um das Material aus dem Netz in die Sortierschale zu spülen.
5. Lassen Sie jeweils zwei Schüler einer Gruppe die Organismen mit Hilfe eine Saugpipette oder der Zange herausnehmen und in mit Wasser gefüllte Behälter geben.
6. Wiederholen Sie die Schritte 3-5 für jede Schülergruppe um eine repräsentative Probe zu erhalten. **Bemerkung:** Ist das Gewässer flach genug, nehmen Sie über den ganzen Bereich Proben.

Verwenden eines Netzes Typ 2

1. Teilen Sie die Klasse in Gruppen von 3-4 Schülern ein und geben jeder Gruppe einen Eimer, ein Netz und ein Probenset.
2. Lassen Sie jede Gruppe eine Stelle auswählen. Die Stellen sollten nicht mehr als ein paar Meter voneinander entfernt liegen, aber verschiedene Bedingungen des Gewässers wiedergeben; zum Beispiel ein feuchtes Gebiet oder ein steiniges Gebiet.
3. Lassen Sie die erste Gruppe, das Netz bis zum Bodensubstrat ins Wasser tauchen. Mit dem Netz wird das Substrat über eine Länge von 30 cm aufgewühlt. Gleiten Sie mit dem Netz über den aufgewühlten Bereich und bringen es zur Oberfläche zurück.
4. Ziehen Sie das Netz so aus dem Wasser, das nichts herausfallen kann. Verwenden Sie 100-200ml Wasser, um das Material aus dem Netz in die Sortierschale zu spülen.
5. Lassen Sie je zwei Schüler jeder Gruppe die Organismen mit Hilfe einer Saugpipette oder einer Zange aufnehmen und in die mit Probenwasser gefüllten Behälter geben.
6. Wiederholen Sie die Schritte 3-5 für jede Schülergruppe, um repräsentative Proben zu sammeln. **Bemerkung:** Falls der Probenbereich flach genug ist, versuchen Sie Proben über den gesamten Bereich zu sammeln.

Berechnen des Artenvielfaltsindex:

1. Zeichnen Sie auf die Auszählchale ein Gitter von Quadraten mit 4 cm Kantenlänge.
2. Numerieren Sie die Quadrate der Reihenfolge nach durch.
3. Schütten Sie Ihre Probe auf das Tablett so, daß sie mehr oder weniger gleichmäßig über das Tablett verteilt ist. Das Wasser sollte ca. 1mm hoch in der Schale stehen.
4. Lassen Sie einen Schüler eine Nummer ziehen.



5. Ein anderer Schüler soll diese Nummer auf dem Tablett finden und einen Organismus von dort mit Hilfe einer Zange wegnehmen. Dieser Organismus (Organismus 1) wird in eine Schale mit Wasser gegeben. **Bemerkung:** Falls sich kein Organismus in dem Quadrat mit der gezogenen Zahl befindet, ziehen Sie eine neue Nummer.
6. Kreuzen Sie auf dem Arbeitsblatt die Nummer an, um den Organismus 1 zu kennzeichnen.
7. Nehmen Sie aus dem gleichen Quadrat einen zweiten Organismus 2 oder falls sich dort kein zweiter befindet, ziehen Sie eine neue Nummer und nehmen die Probe vom neuen Quadrat.
8. Geben Sie Organismus 2 neben Organismus 1 in die Schale.
9. Falls es sich bei Organismus 2 um den gleichen wie Organismus 1 handelt, machen Sie auf dem Arbeitsblatt ein Kreuz. Handelt es sich um einen anderen Organismus, kennzeichnen Sie dies mit einem O.
10. Geben Sie Organismus 1 in einen Abschnitt der Eiszülfelform oder in Artenbehälter.
11. Nehmen Sie Organismus 3 vom gleichen Quadrat, oder ziehen Sie ein neues Quadrat, falls nötig.
12. Geben Sie Organismus 3 in die Schale neben Organismus 2.
13. Machen Sie die entsprechende Eintragung auf dem Arbeitsblatt. Ist Organismus 3 der gleiche wie 2, verwenden Sie ein X, falls nicht O.
14. Geben Sie Organismus 2 in die Eiszülfelform. Handelt es sich um die gleiche Art wie Organismus 1, geben Sie ihn auch die selbe Vertiefung, falls nicht, geben Sie ihn in eine andere Abschnittvertiefung.
15. Fahren Sie fort Nummern zu ziehen und entsprechend die Proben zu entnehmen, markieren jede Probe mit X oder O und sortieren die Arten in die Vertiefungen, bis 50 Proben genommen wurden.
16. Zählen Sie die Anzahl der Durchläufe und notieren Sie dies auf Ihrem Arbeitsblatt (siehe Beispiel unten).
17. Teilen Sie die Anzahl der Durchläufe durch die Anzahl der gezählten Organismen (50) und notieren Sie diese Zahl.
18. Zählen Sie die Anzahl der verschiedenen Arten in Ihrer Probe und notieren Sie dies.
19. Multiplizieren Sie die beiden Zahlen und notieren Sie das Ergebnis. Dies ist der Artenvielfaltsindex.
20. Lassen Sie die Schüler so viele Arten wie möglich identifizieren.

Beispiel für das Arbeitsblatt:



XX OOO X OO X

1---2-----3—4—5

Dieses Beispiel zeigt 5 Durchläufe.

Weitere Untersuchungen

1. Die Schüler sollen so viel verschiedene Arten wie möglich in Ihrer Probe identifizieren.
2. Vergleichen Sie ihre Hypothesen mit den tatsächlich identifizierten Arten.
3. Stellen Sie Hypothesen auf, welche Bedingungen für das Vorkommen bestimmter Arten verantwortlich sind oder warum bekannte Arten nicht auftreten.
4. Finden Sie über den GLOBE Datenserver andere Schulen, bei denen ähnliche Bedingungen an den Meßorten vorherrschen. Suchen Sie dazu Schulen, die sich im selben Wassereinzugsbereich, dem gleichen Breitengrad, auf gleicher Höhe befinden und ähnliche pH-Werte, Temperaturwerte, Werte für gelösten Sauerstoff und Salinität messen.
5. Nehmen Sie über GLOBE Mail Kontakt mit diesen Schulen auf und fragen Sie sie, welche Arten sie gefunden haben.



Lebensbedingungen ausgewählter Wirbelloser

pH-Wertbereich ausgewählter Wirbelloser*

Art	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Eintagsfliege							XXXX							
Köcherfliege							XXXX							
Schnecken							XXXXXXXX							
Venusmuschel							XXXXXXXX							
Miesmuschel							XXXXXXXX							

* Die pH-Wert Bereiche 1-6 und 10-14 sind den meisten Organismen unzutraglich

Temperaturbereich für ausgewählte Wirbellose

Art	Kalt < 12.8 °C	Mittel 12.8 - 20 °C	Warm > 20°C
Köcherfliege	X	X	X
Eintagsfliege	X	X	
Wasserkäfer		X	
Libelle		X	X

Mindestmengen gelöster Sauerstoff für ausgewählte Wirbellose

Art	hoch 8 - 10 ppm	mittel 4 - 8 ppm	niedrig 0 - 4 ppm
Köcherfliege	X	X	
einige Eintagsfliegen	X	X	
Libelle		X	
echte Wanzen		X	
Seejungfer		X	
Moskito			X
Mücke			X
Tubifex			X
Blasenschnecke			X
Rattenschwanzlarve			X

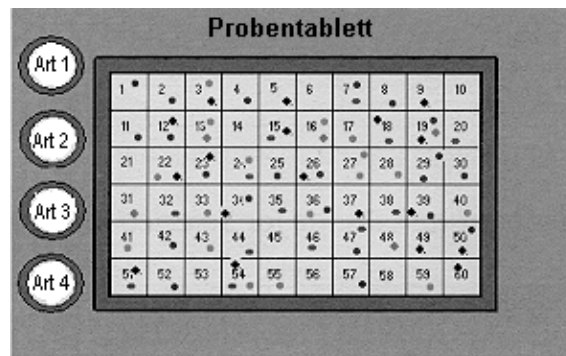


Üben der Aktivität Artenvielfaltsindex

1. Zeichnen Sie auf die Auszählschale ein Gitter mit Quadraten von 4 cm Kantenlänge.
2. Numerieren Sie die Quadrate der Reihenfolge nach durch.
3. Schütten Sie Ihre Probe auf das Tablett so, daß sie mehr oder weniger gleichmäßig über das Tablett verteilt ist. Das Wasser sollte ca. 1mm hoch in der Schale stehen.
4. Lassen Sie einen Schüler eine Nummer ziehen.
5. Ein anderer Schüler soll diese Nummer auf dem Tablett finden und ein Teil von dort mit Hilfe einer Zange wegnehmen. Dieses Teil (Teil 1) wird in eine Schale gegeben. **Bemerkung:** Falls sich kein Teil in dem Quadrat mit der gezogenen Zahl befindet, ziehen Sie eine neue Nummer.
6. Kreuzen Sie auf dem Arbeitsblatt die Nummer an, um Teil 1 zu kennzeichnen.
7. Nehmen Sie aus dem gleichen Quadrat ein zweites Teil oder falls sich dort kein zweites befindet, ziehen Sie eine neue Nummer und nehmen die Probe vom neuen Quadrat.
8. Geben Sie Teil 2 in die nehmen Teil 1 sich befindende Schale.
9. Falls es sich bei Teil 2 um das gleiche wie Teil 1 handelt, machen Sie auf dem Arbeitsblatt ein Kreuz. Handelt es sich um ein anderes Teil, kennzeichnen Sie dies mit einem O.
10. Geben Sie Teil 1 in eine Vertiefung der Eiszürfelform oder in Artenbehälter.
11. Nehmen Sie Teil 3 vom gleichen Quadrat, oder ziehen Sie ein neues Quadrat, falls nötig.
12. Geben Sie Teil 3 in die Schale neben Teil 2.
13. Machen Sie die entsprechende Eintragung auf dem Arbeitsblatt. Ist Teil 3 das gleiche wie 2 verwenden Sie ein X, falls nicht O.
14. Geben Sie Teil 2 in die Eiszürfelform. Handelt es sich um die gleiche Art wie Teil 1, geben Sie in auch in dieselbe Vertiefung, falls nicht, geben Sie ihn in eine andere Vertiefung.
15. Fahren Sie fort Nummern zu ziehen und entsprechend die Proben zu nehmen, markieren Sie jede Probe mit X oder O und sortieren Sie die Arten in die Vertiefungen, bis 50 Proben genommen wurden.
16. Zählen Sie die Anzahl der Durchläufe und notieren Sie dies auf Ihrem Arbeitsblatt (siehe Beispiel unten).
17. Teilen Sie die Anzahl der Durchläufe durch die Anzahl der gezählten Teile (50) und notieren Sie diese Zahl.
18. Zählen Sie die Anzahl der verschiedenen Arten in Ihrer Probe und notieren Sie dies.



19. Multiplizieren Sie die beiden Zahlen und notieren Sie das Ergebnis. Dies ist der Vielfaltsindex.



Weitere Übungen

Lassen Sie die Schüler den Vielfaltsindex bestimmen, indem sie weniger Arten oder eine andere Verteilung der Nummern wählen. Vergleichen Sie die Ergebnisse.

Beispiel eines Arbeitsblattes

Notizen XX OOO X OO X

Proben# 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Durchlauf 1---2-----3—4—5

Das oben aufgeführte Beispiel zeigt, daß die Proben 1 und 2 gleich waren. Probe 3 unterschied sich von Probe 2. Die Proben 4 und 5 entsprachen Probe 3. Probe 6 unterschied sich von Probe 5 etc. Es fanden 5 Durchläufe statt.



Literatur über benthische Wirbellose

Caduto, M.J. (1990). Pond and Brook: A Guide to Nature Study in Freshwater Environments. 2nd ed. Prentice-Hall, NJ

Cromwell, Mare et al. (1992) Investigating Streams and Rivers. GREEN, University of Michigan, Ann Arbor.

Maitland, Peter S. (1990). Biology of Fresh Waters. Blackie, Glasgow and London.

Merritt, R.E. and K.W. Cummins (1988). An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Dendall-Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa.

Mitchell, Mark K. and Stapp, William B. (1996). Field Manual for Water Quality Monitoring, Ann Arbor, Michigan 48104.

McCafferty, P.W. (1981). Aquaticentomology: The Fishermen's and Ecologist's Guide to Insects and Their Relatives. Jones and Barlett Publishers, Inc. California.

Needham, James G. (1962). A Guide to the Study of Fresh-Water Biology. Holden-Day, Inc. San Francisco.

Pennok, Robert. (1973). Freshwater Invertebrates of the United States. Ronald Press, NY.

River Watch Network, 153 State St., Montpelier, Vermont 05602.

Save Our Streams, The Izaak Walton League of America, 1800 North Kent Street, Suite 806, Arlington, Virginia 22209.

Video (17 min.): Identification of the Benthic Macroinvertebrates; Edward A Deschuytner, Northern Essex Community College, Elliott Way, Haverhill, MA 01830-2399.

Brehm, J., Meertinus P.D. Meijering: Fließgewässerkunde, Einführung in die Ökologie der Quellen, Bäche und Flüsse, Biologische Arbeitsbücher, Quelle und Meyer, Wiesbaden, 1996.

Naglschmid/ Xylander, Gewässerbeobachtung - Gewässerschutz, Stuttgart 1981.



Anleitung zum Bau der Netze

Netztyp 1

1. Legen Sie die 8 x 122 cm großen Verstärkungsbänder übereinander und nähen Sie diese entlang der langen Kante der Netze und den beiden angrenzenden Ecken zusammen. Verstärken Sie die Ecken.
2. Wiederholen Sie das für die andere lange Kante des Netzes.
3. Tackern Sie das Netz an den beiden Stäben fest, so daß die Stäbe eine Ebene mit der Unterseite des Netzes bilden. Die oberen Teile der Stäbe dienen als Griffe.
4. Wickeln Sie den Stoff mehrmals um die Stäbe und tackern ihn erneut fest, um die Ecken zu verstärken.

Netztyp 2

1. Schneiden Sie, wie im Diagramm gezeigt die Netzform aus zwei 36 x 53 cm Stücken Fliegengitter aus und nähen diese zusammen.
2. Verschließen sie die offenen Enden des Netzes mit einem schweren Stoff, lassen aber eine Öffnung, an der der Drahtbügel eingeschoben wird.
3. Schneiden Sie den Haken vom Drahtbügel ab und drehen die Drahtenden auf.
4. Umwickeln Sie den Draht mit Isolierband, um den Rahmen zu verstärken.
5. Schieben Sie den Draht durch die Öffnung und drehen die Enden an der Öffnung zusammen.
6. Bohren Sie in die Spitze der Holzstange eine Loch, das groß genug ist um die Enden des Bügels zu befestigen. Sichern sie den Bügel mit Hilfe des abgeschnittenen Hakens unter Verwendung einer Schlauchklemme oder einem Tape.

Abb. HYD-L-14: Anleitung Netz 1

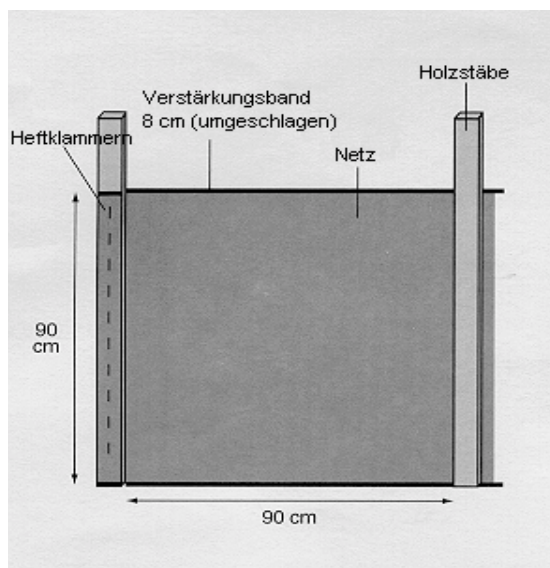
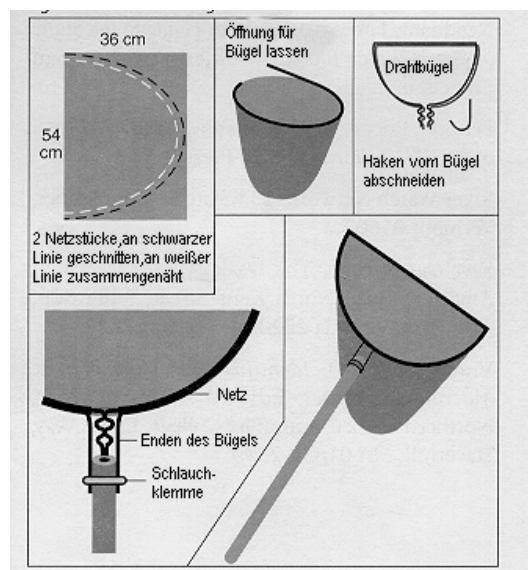


Abb. HYD-L-15: Anleitung Netz 2





Köcherfliegenlarve (Trichoptera)	Echte Wanzen (Hemiptera)
Eintagsfliegenlarve (Ephemeroptera)	Schnecken
Würmer und Egel	Mücke, Schnake, Moskito (Diptera)
Libelle (Odonata)	Krustentiere (Flohkrebs, Flußkrebs etc.)
Wasserkäfer (Coleoptera)	Maden (Arachnidn)

Folgende Beobachtungen bitte mit notieren: Wassertiefe, hat es kürzlich geregnet, steinig, sumpfig etc.



Bestimmung wirbelloser Wassertiere: Modell für die Wasserbilanz

<p>Zweck Temperatur-, Längengrad- und Niederschlagsdaten werden verwendet um ein Modell der Wasserspeicherung im Boden im Jahresverlauf zu erstellen. Das Ergebnis wird mit den Bodenfeuchte- und Biometriedaten aus GLOBE verglichen.</p> <p>Überblick Die Schüler erstellen ein physikalisches Modell mit Hilfe von Wassergläsern, die den Wassergehalt des Bodens darstellen. Sie benutzen die Daten vom GLOBE Datenserver, um die potentielle Evapotranspiration (die Menge an Wasser, die benötigt wird, um den Ansprüchen des jeweiligen Monats gerecht zu werden), die monatliche Durchschnittstemperatur und den Durchschnitt für Niederschlag zu ermitteln. Sie erstellen mit diesen Informationen ein Modell, das den Wasserhaushalt des Bodens vor Ort wiedergibt.</p> <p>Zeitaufwand Eine Unterrichtsstunde zur Berechnung der Werte Eine Unterrichtsstunde zum Erstellen des Modells Eine Unterrichtsstunde zum Überprüfen von Hypothesen</p> <p>Niveau mittel bis fortgeschritten</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Boden speichert Wasser- Boden besitzt eine Speicherkapazität- Hohe Temperaturen und längere Tageslichtperioden erhöhen die Evapotranspiration	<ul style="list-style-type: none">- Niederschlag entspricht nicht der Menge des im Boden gespeicherten Wassers.- Die Menge des im Boden gespeicherten Wassers steht im Zusammenhang mit dem Vegetationswachstum <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Messen von Volumen und Länge- Arbeiten nach Anleitung- Bauen von Modellen- Abrufen der Daten vom GLOBE-Datenserver- Lesen von Graphen- Berechnen von Durchschnittswerten- Testen von Hypothesen mit Hilfe von Modellen- Erstellen von Graphen <p>Material und Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- 14 Bechergläser, Wassergläser oder Standzylinder (ca. 20-25 cm hoch, oder so hoch, daß darin die Niederschlagsmenge des feuchtesten Monats bei Ihnen Platz hat)- Wasser oder ein anderes Medium zum Darstellen von Niederschlag (z. B. Reis)- Roter und schwarzer Marker- Lineal- Daten zum Beispiel von GLOBE Datenserver <p>Vorbereitung Für ältere Schüler: Holen Sie sich GLOBE-Daten über Temperatur, Niederschlag, GPS, Bodenfeuchte, Biomasse, sowie Hydrologiedaten</p> <p>Voraussetzung Einfache mathematische Rechenoperationen, Lesen von Graphen, Umgang mit dem GLOBE-Datenserver</p>
---	---



Hintergrund

Die Menge des Wassers, das im Boden an der Meßstelle gespeichert wird, kann abgeschätzt werden, wenn man eine Wasserbilanz für das betroffene Gebiet aufstellt. Der Wassergehalt des Bodens hängt vom Gleichgewicht zwischen dem durch Niederschlag gewonnenen Wasser und dem Verlust an Wasser durch Evaporation und Transpiration ab. Der Wasserverlust durch Evaporation und Transpiration wird als Evapotranspiration bezeichnet. Die maximale Evapotranspiration dann findet statt, wenn permanent Wasser zur Verfügung steht. Sie wird als potentielle Evapotranspiration bezeichnet. Der Wassergehalt des Bodens ist ein Schlüsselfaktor, um die Vegetation in einem Gebiet zu bestimmen. Verschieden Faktoren kontrollieren den Wassergehalt des Bodens, wie Temperatur, Dauer des Sonnenscheins, die Dichte der Bodenbedeckung und die Menge an Niederschlag. Man könnte meinen, daß in den Monaten mit den meisten Niederschlägen auch der Wassergehalt des Bodens am höchsten ist. Das könnte so sein - vielleicht aber auch nicht - falls die Temperaturen so hoch sind, daß ein Großteil des Wassers verdunstet! Wissenschaftler untersuchen das Wassergleichgewicht in einem Gebiet um vorherzusagen, welche Pflanzen dort wachsen werden und wann sie unter Streß aufgrund von Wassermangel gelangen.

Vorbereitung

Besprechen Sie mit den Schülern wie wichtig es ist, daß Wasser im Boden gehalten wird. Sie können den Schülern die unterschiedliche Speicherkapazität der verschiedenen Böden demonstrieren. Kopieren Sie für die Schüler alle verwendeten Arbeitsblätter.

Inhalt und Vorgehensweise

Untersuchen Sie die Daten in Abbildung HYD-L-16

Niederschlag = Gesamtmenge Niederschlag in einem Monat

Wasserbedarf (PE) = Potentielle Evapotranspiration ist die Gesamtmenge an Wasser die durch Evaporation und Transpiration verloren ginge, wenn permanent Wasser zur Verfügung stünde

Zusätzliches Wasser = Niederschlag übersteigt das benötigte Wasser

Zusätzlicher Wasserbedarf = Wasser, das aus dem Speicher benötigt wird, um geringen Niederschlag auszugleichen

Gespeichertes Wasser = Wasser, das im Boden gespeichert wird und den Pflanzen zur Verfügung steht (kann nicht mehr als 100 mm sein, da das die max. Kapazität an diesem Ort ist)

Wasserverringerung = Wasser, das über Niederschlag und Grundwasser hinaus benötigt wird.

Abfluß = Wasser, das durch Abfließen in die Gewässer verloren geht, wenn mehr Niederschlag fällt, als benötigt wird und die Speicherkapazität des Bodens ausgelastet ist.

Temperatur = Durchschnittstemperatur eines Monats

Abb. HYD-L-16: Wasserbilanztafel, Mt. Lemmon, AZ, Practice Data



Monat	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Total
Niederschlag (mm)	69	23	98	56	9	23	183	71	23	32	68	54	
Wasserbedarf (PE in mm)	13	7	16	33	64	99	101	96	86	60	27	7	
Zusätzl. Wasser													
Zusätzl. Wasserbedarf													
gespeicher-tes Wasser													
Wasser-mangel													
Ablauf													
Tempera-tur (Mittel-wert C)	2	2	4	8	12	17	18	17	16	12	7	3	

1. In welchem Monat ist der meiste Niederschlag gefallen? In welchem der wenigste?
2. Welcher Monat war der wärmste? Welcher der kälteste?
3. In welchem Monat wird der Wasserbedarf den Niederschlag übersteigen (PE)?
4. In welchen Monaten könnten wir erwarten, daß Wasser abläuft?

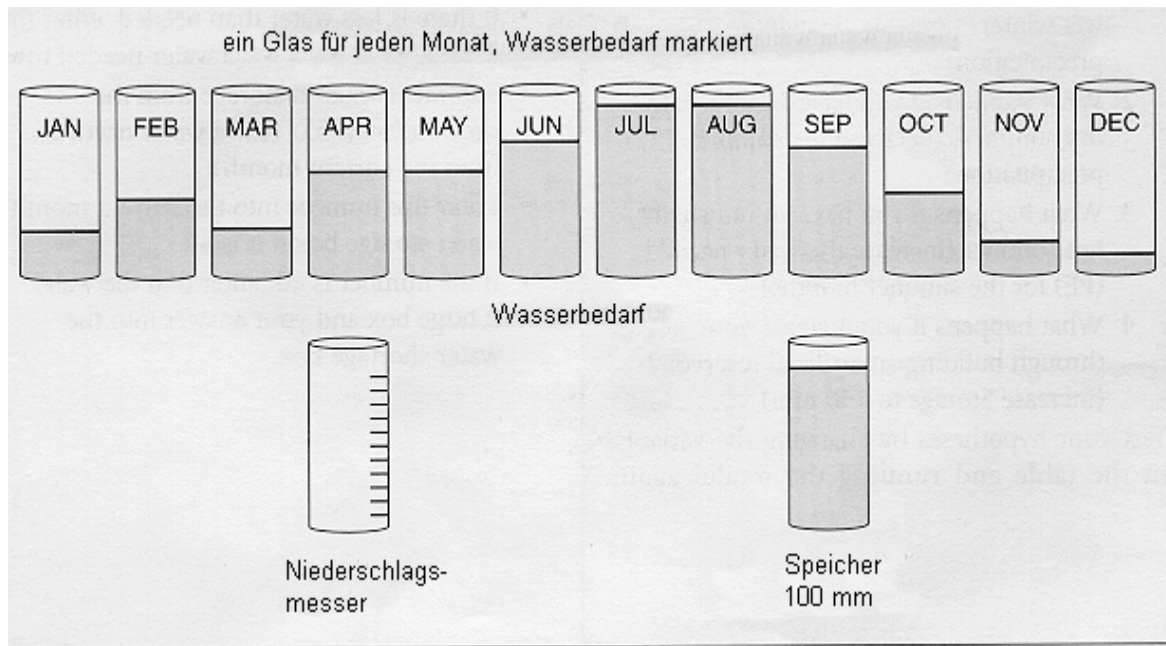
Notieren Sie Ihre Hypothesen und die Begründung Ihrer Hypothesen in Ihrer GLOBE Mappe.

Vorbereitung des Modells

1. Stellen Sie 12 Wassergläser auf, von denen jedes Glas einen Monat repräsentiert. Markieren Sie die Gläser mit den Monatsnamen (Siehe Abb. HYD-L-17).
2. Suchen Sie für jeden Monat aus der Tabelle den Wert für den Wasserbedarf (PE). Markieren Sie Anzahl der mm mit einer Linie (wasserfester Filzstift) auf den Gläsern.
3. Verwenden Sie ein 13. Wasserglas als Speicher. Kennzeichnen Sie 100 mm durch eine Linie. Diese Linie zeigt an, daß der Speicher voll ist.



Abb. HYD-L-17: Vorbereiten des Modells



Wie funktioniert das Modell

1. Beginnen Sie damit, die im Januar gefallene Menge Niederschlag abzumessen. Verfahren Sie dann folgendermaßen:
 - Ist mehr Niederschlag, als benötigt gefallen, füllen Sie das Glas für Januar bis zur PE-Linie auf. Das restliche Niederschlagswasser geben Sie in das Glas „Speicher“
 - Das Glas „Speicher“ kann nur bis zur 100 mm - Marke befüllt werden. Überschüssiges Wasser ist „Ablauf“ und kann weggeschüttet werden.
 - Steht für den Monat nicht genügend Niederschlag zur Verfügung um die PE-Linie zu erreichen, geben Sie zunächst die gesamte Niederschlagsmenge ins Glas. Nehmen Sie dann das Speicherglas und füllen das Januarglas bis zur PE-Linie auf.
 - Reicht das Wasser noch immer nicht aus um die PE-Linie zu erreichen, markieren Sie den Wasserstand mit einer roten Linie, um zu kennzeichnen, daß Wassermangel herrscht.
2. Füllen Sie alle nötigen Daten in das Wasserbilanz Arbeitsblatt ein. Verwenden Sie die Wasserbilanz Tabelle als Vorlage.
3. Wiederholen Sie die oben aufgelisteten Schritte für jeden Monat. Halten Sie die Reihenfolge der Monate ein, damit Sie eine Aussage über das gespeicherte Wasser machen können.



Bemerkungen

1. Anstelle von Wasser können Sie auch Sand, Reis oder anderes Material verwenden.
2. Beginnen Sie mit dem Monat Januar. Führen Sie anschließend die Wasserbilanz noch einmal durch, beginnen aber mit dem Monat Oktober. In den USA und einigen anderen Ländern wird das „Wasserjahr“ von den Hydrologen beginnend mit Oktober, vor der Schneefallperiode, definiert. Unterscheiden sich die Ergebnisse?

Diskussion der Ergebnisse

1. Welche Monate zeigen Wassermangel? Stimmt das mit Ihrer Hypothese überein? Gibt es Variablen, die Sie nun zusätzlich für Ihre Hypothese bezüglich Wassermangel mit heranziehen werden?
2. Tritt Wassermangel immer in Monaten auf, in denen am wenigsten Niederschlag gefallen ist?
3. Tritt Wassermangel immer in den Monaten auf, in denen die höchsten Temperaturen gemessen wurden?
4. In welchen Monaten würden Sie Überschwemmungen erwarten? Überprüfen Sie Ihre Hypothese.

Testen weiterer Hypothesen

Stellen Sie Hypothesen auf, um vorherzusagen, wie sich die Wasserbilanz ändert, wenn die einzelnen Variablen sich ändern.

1. Was passiert, wenn der Winter besonders feucht war (Anstieg des Niederschlags im Winter)?
2. Was passiert, wenn der Sommer besonders trocken war (Abnahme des Niederschlags im Sommer)?
3. Was passiert, wenn der Sommer besonders heiß war (Anstieg des Wasserbedarfs, PE, in den Sommermonaten)?
4. Was passiert, wenn Sie den Speicher durch Anlegen eines künstlichen Wasserreservoirs erweitern (erhöhen Sie die Kapazität des Speichers auf 150 mm).

Testen Sie durch Variieren der Parameter in Ihrem Modell die Gültigkeit Ihrer Hypothesen.



Anpassung für ältere Schüler

Lassen Sie die Schüler jeweils das Arbeitsblatt und die Tabelle Wasserbilanz mit Daten der eigenen Meßstelle und mit Daten einer anderen GLOBE-Schule ausfüllen.

1. Berechnen Sie für jeden Monat den durchschnittlichen Niederschlag und notieren Sie sie entsprechend in der Tabelle.
2. Bilden Sie für jeden Monat die Durchschnittstemperatur und tragen sie diese in die Tabelle ein.
3. Sehen Sie für Ihre Meßstelle den Breitengrad nach und tragen den Wert in die Tabelle ein.
4. Bestimmen Sie für jeden Monat die PE und notieren sie in der Tabelle (zur Berechnung der PE können Sie das PE Arbeitsblatt im Anhang verwenden).
5. Bestimmen Sie den Unterschied zwischen Niederschlag und der benötigten Wassermenge (PE) eines Monats.
 - Falls mehr Wasser als benötigt vorhanden ist, geben Sie die Differenz in einer eigenen Spalte an.
 - Tragen Sie diese Differenz auch in die Spalte für gespeichertes Wasser ein und addieren Sie den Wert zu der im Speicher aus dem Vormonat vorhandenen Wassermenge. Bemerkung: beim ersten Monat, ist für den Speicher noch kein Wert eingetragen, zu den Sie Ihren Wert addieren können. Daher tragen Sie für den ersten Monat direkt die Differenz ein.
 - Die Wassermenge im Speicher kann weder <0 noch > 100 sein. Tragen Sie alles was 100 mm übersteigt in die Spalte „Ablauf“ ein.
 - Falls weniger Wasser als benötigt vorhanden ist, tragen Sie die Differenz in die Spalte „zusätzlicher Wasserbedarf“ ein.
 - Subtrahieren Sie (Wasser im Speicher aus dem Vormonat) - (zusätzlich benötigtes Wasser im aktuellen Monat)
 - Tragen Sie diese Werte unter „Wasserspeicher des aktuellen Monats“ ein, wenn der Wert > 0 ist.
 - Falls der Wert < 0 ist , tragen Sie als Wert 0 unter „gespeichertes Wasser“ und „Wassermangel“ ein.
6. Die Schüler sollen auch den tatsächlichen Wasserverlust durch Evapotranspiration berechnen:

Wenn Niederschlag $>$ PE: tatsächl. Evapotranspiration = PE

Wenn Niederschlag $<$ PE (so lange Wasser im Speicher ist): tatsächl. Evapotranspiration = Niederschlag + zusätzl. benötigtes Wasser

Sie können nur die Wassermenge hinzufügen, die sich im Speicher befindet.

Tragen Sie den Niederschlag, die tatsächliche Evapotranspiration und PE in mm (y-Achse) gegen die Monate (x-Achse) auf (siehe Abb. HYD-L-18). Untersuchen Sie den Graph und schraffieren

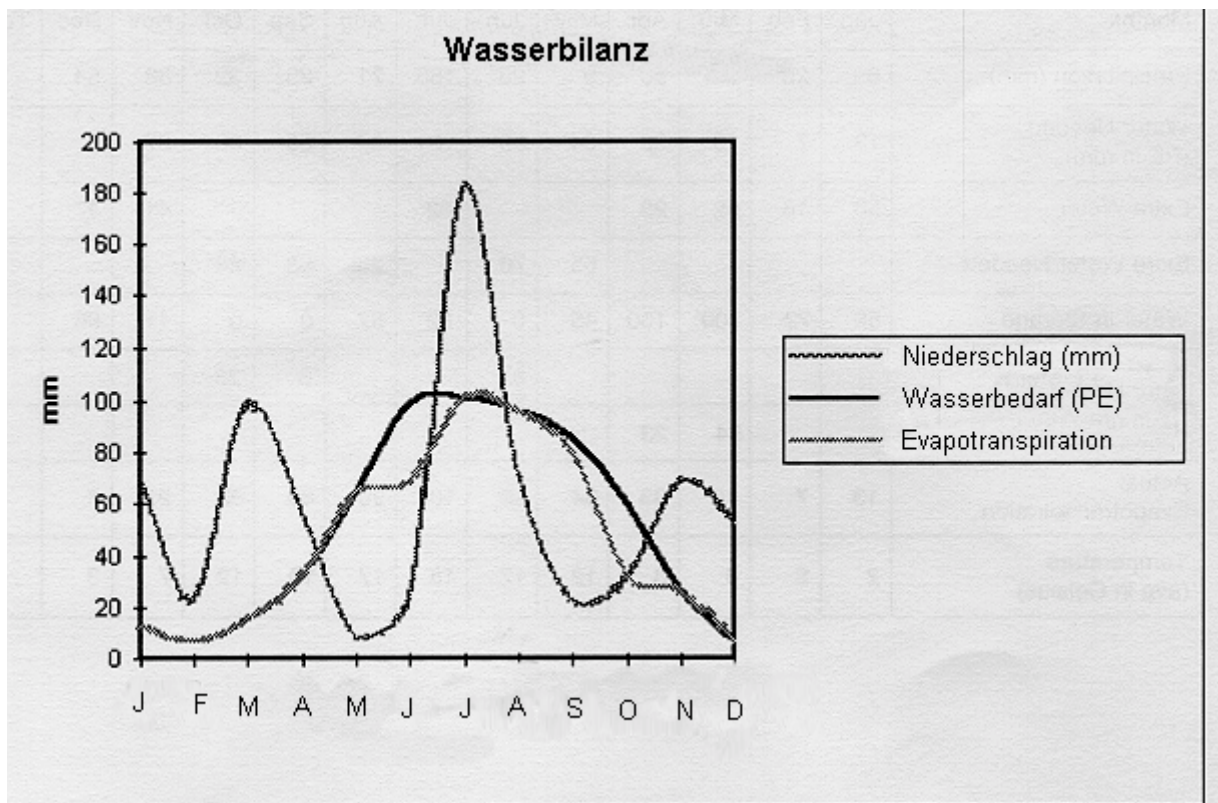


Sie die Gebiete mit Wasserüberschuß, Wassermangel, Ablauf, und die mit Wassermangel und wo Zufuhr von Wasser benötigt werden würde.

Stellen Sie Hypothesen auf wie stark andere Variablen mit der Wasserbilanz in Zusammenhang stehen. Verwenden Sie Daten des GLOBE Datenservers, um die Gültigkeit Ihrer Hypothesen zu bestätigen.

1. Untersuchen Sie die GLOBE-Bodenfeuchtedaten des Meßorts, von dem Sie die Wasserbilanz modelliert haben. Welchen Korrelationen können Sie zwischen dem Modell und den Bodenfeuchtedaten erkennen?
2. Vergleichen Sie die GLOBE-Biomassedaten des Meßorts, dessen Wasserbilanz Sie modelliert haben. Wie stark hängen sie voneinander ab? Finden wir die höchste Biomasse dann, wenn auch am meisten Wasser zur Verfügung steht?
3. Tragen Sie die Ergebnisse Ihrer wasserchemischen Untersuchungen auf. Gibt es irgendwelche Anzeichen, daß Änderungen in der Wasserbilanz Einfluß auf die Wasserqualität besitzen?

Abb. HYD-L-18 Beispielgraph für Niederschlag, PE und tatsächlicher Evapotranspiration





Hydrologie

Arbeitsblatt Wasserbilanz

Monat	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Total
Niederschlag (mm)													
Wasserbedarf (PE in mm)													
Zusätzl. Wasser													
Zusätzl. Wasserbedarf													
gespeicher-tes Wasser													
Wasser-mangel													
Ablauf													
Tempera-tur (Mittel-wert C)													



Beispiel: Daten vom Mt. Lemmon, AZ, USA

Monat	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez	Total
Nieder-schlag (mm)	69	23	98	56	9	23	183	71	23	32	68	54	
Wasserbe-darf (PE in mm)	13	7	16	33	64	99	101	96	86	60	27	7	
Zusätzl. Wasser	56	16	82	23			82				41	47	
Zusätzl. Wasser-bedarf					55	76		25	63	28			
gespeicher-tes Wasser	56	72	100	100	45	0	82	57	0	0	41	88	
Wasser-mangel						31			6	28			
Ablauf			54	23									
tats. Evapo-transpira-tion	13	7	16	33	64	68	101	96	80	32	27	7	
Temperatur (Mittelwert C)	2	2	4	8	12	17	18	17	16	12	7	3	



Hydrologie

Arbeitsblatt: Berechnung der Potentiellen Evapotranspiration

Dieses Arbeitsblatt hilft Ihnen die potentielle Evapotranspiration für jeden beliebigen Meßort mit Hilfe der Temperatur- und Breitendaten vom GLOBE Datenserver zu berechnen (PE). Die potentielle Evapotranspiration kann dann bei der Aktivität „Wasserbilanz“ eingesetzt werden.

Schritt 1

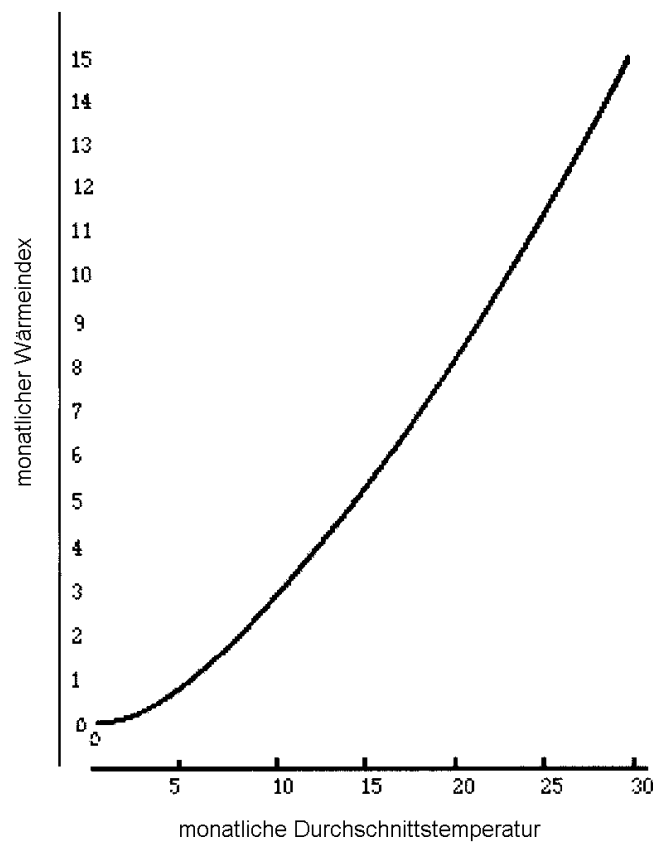
Bestimmen Sie die monatliche Durchschnittstemperatur Ihrer Meßstelle mit Hilfe des GLOBE Datenservers.

Durchschnittstemperaturen:

Jan. _ Feb. _ März _ Apr. _ Mai _ Juni _ Juli _ Aug. _ Sep. _ Okt. _ Nov. _ Dez. _

Schritt 2

Bestimmen Sie mit Hilfe des unten angegebenen Graphs für jeden Monat den **Wärmeindex**.





Monatlicher Wärmeindex:

Jan. _ Feb. __ März __ Apr. __ Mai __ Juni __ Juli __ Aug. __ Sep. __ Okt. __ Nov. __ Dez. __

Schritt 3

Addieren Sie die Indizes aller Monate. Sie erhalten den Jahreswärmeindex.

Jahreswärmeindex: _____

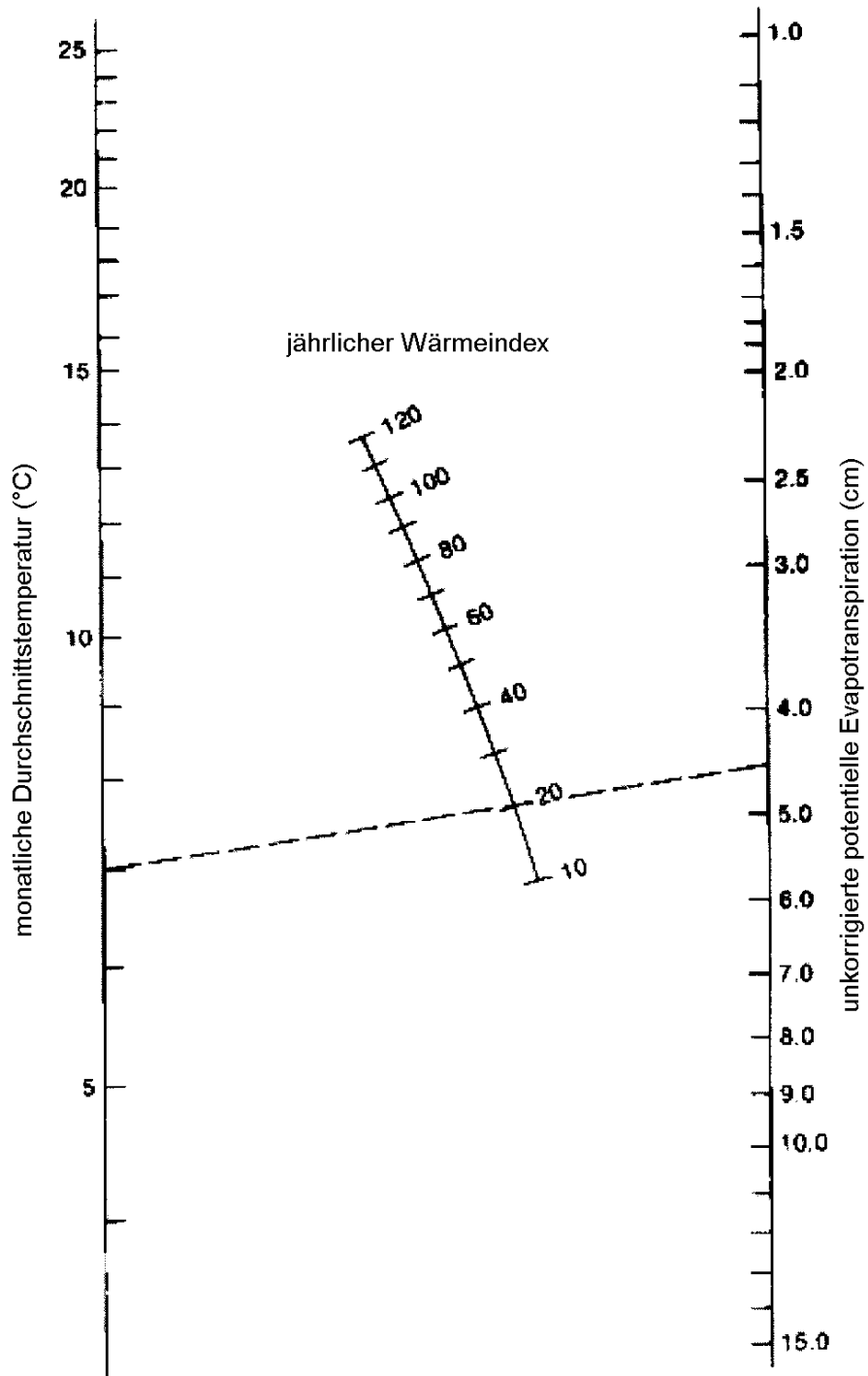
Schritt 4

Verwenden Sie den Jahreswärmeindex und die Durchschnittstemperatur eines jeden Monats, um die unkorrigierte potentielle Evapotranspiration aus dem unten angegebenen Graphen zu bestimmen.

Anmerkung: Falls die Durchschnittstemperatur eines Monats unter 0 liegen sollte, ist die unkorrigierte potentielle Evapotranspiration eines Monats 0. Falls die Durchschnittstemperatur eines Monats größer als 26.5 ist, nehmen Sie die Werte aus dem zweiten Graphen für hohe Temperaturen.

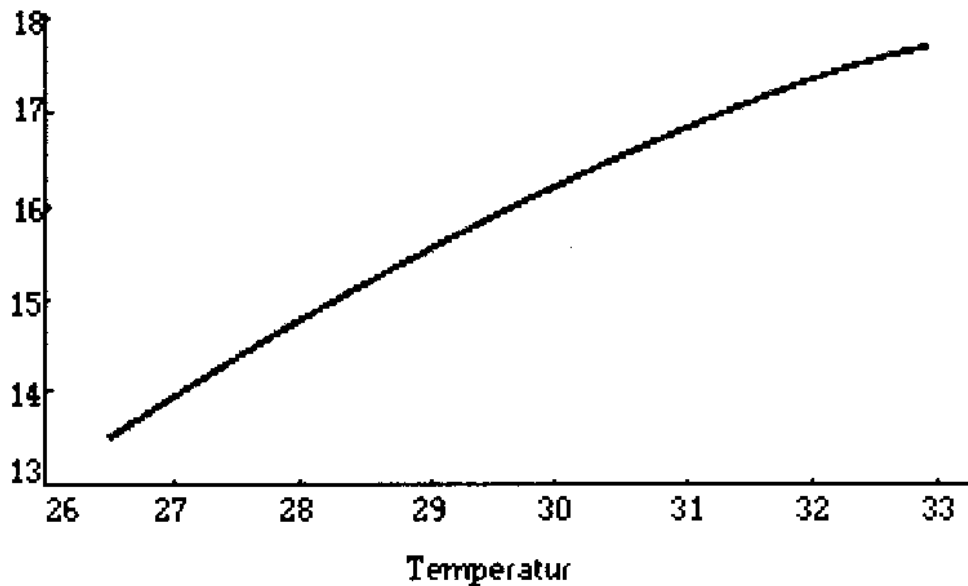


Unkorrigierte Potentielle Evapotranspiration





Bemerkung: Gehen Sie folgendermaßen vor: Suchen Sie die monatliche Durchschnittstemperatur auf der Linken Seite und den jährlichen Jahresindex in der Mitte. Verbinden Sie beide Punkte mit einer Linie und verlängern Sie diese Linie, bis sie die Auftragung des unkorrigierten PE schneidet. Notieren Sie den PE-Wert des Schnittpunkts. Verwenden Sie bei hohen Temperaturen die zweite Abbildung und bestimmen Sie die PE direkt aus der Temperatur.



Unkorrigierte Potentielle Evapotranspiration der einzelnen Monate

Jan. _ Feb. _ März _ Apr. _ Mai _ Juni _ Juli _ Aug. _ Sep. _ Okt. _ Nov. _ Dez. _

Schritt 5

Bestimmen Sie aus der Tabelle den jeweiligen **Korrekturfaktor**

Jan. _ Feb. _ März _ Apr. _ Mai _ Juni _ Juli _ Aug. _ Sep. _ Okt. _ Nov. _ Dez. _

Schritt 6

Sie erhalten die **potentielle Evapotranspiration** durch Multiplizieren des **Korrekturfaktors** mit der unkorrigierten potentiellen Evapotranspiration.

Potentielle Evapotranspiration

Jan. _ Feb. _ März _ Apr. _ Mai _ Juni _ Juli _ Aug. _ Sep. _ Okt. _ Nov. _ Dez. _

Tageslichtkorrekturfaktoren für die potentielle Evapotranspiration



Breiten-grad	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
10 N	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
20 N	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.94
30 N	0.90	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
40 N	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
50 N	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.70
10 S	1.08	0.97	1.05	0.99	1.01	0.96	1.00	1.01	1.00	1.06	1.05	1.10
20 S	1.14	1.00	1.05	0.97	0.96	0.91	0.95	0.99	1.00	1.08	1.09	1.15
30 S	1.20	1.03	1.06	0.95	0.92	0.85	0.90	0.96	1.00	1.12	1.14	1.21
40 S	1.27	1.06	1.07	0.93	0.86	0.78	0.84	0.92	1.00	1.15	1.20	1.29
50 S	1.37	1.12	1.08	0.89	0.77	0.67	0.74	0.88	0.99	1.19	1.29	1.41

Verwendung der Tabelle: Suchen Sie den Breitengrad Ihrer Meßstelle und lesen Sie dann für jeden Monat den zugehörigen Korrekturfaktor ab.

Bemerkung: Die Korrekturfaktoren für den Breitengrad 50 N werden auch für alle anderen weiter nördlich liegenden Breitengrade verwendet. Die Korrekturfaktoren für den Breitengrad 50 S werden für alle weiter südlich liegenden Breitengrade verwendet.

Schritt 7

Notieren sie die PE Werte in Ihre Wasserbilanztablelle

Literatur: Nach Muller, Rober A und Oberlander, T. (1978) *Physical Geography Today: A Portrait of a Planet*, Random House.



Anhang

Protokollblätter für Hydrologiedaten

Datenblatt für die Kalibration

Höhenlinienkarte

Graphen zum Kopieren

Begriffsverzeichnis

GLOBE Eingabemasken



Protokollblatt Hydrologie

Schule: _____

Schülergruppe: _____

Meßort: _____

Datum der Probennahme: _____ Zeit: _____ (Std./Min), Ortszeit: ____ / UT: _____

Lichtdurchlässigkeit

Wolkenbedeckung (nur eines ankreuzen):

wolkenfrei: __ vereinzelt (1-10%): __ gering (11-25%): __ zerstreut (25-50%): __
aufgebrochen (50-90%): __ geschlossen (> 90%): __ verdunkelte Wolkendecke: __

Secchi Scheibe:

Beobachter 1: Länge des Seils:

wenn Scheibe nicht mehr sichtbar: ____ m wenn Scheibe wieder sichtbar: ____ m

Beobachter 2: Länge des Seils:

wenn Scheibe nicht mehr sichtbar: ____ m wenn Scheibe wieder sichtbar: ____ m

Beobachter 3: Länge des Seils:

wenn Scheibe nicht mehr sichtbar: ____ m wenn Scheibe wieder sichtbar: ____ m

Abstand **Wasseroberfläche** und Beobachter 1 (Punkt, an dem der Beobachter 1 das Seil festhält): ____ m

Abstand Wasseroberfläche und Beobachter 2 (Punkt, an dem der Beobachter 2 das Seil festhält): ____ m

Abstand Wasseroberfläche und Beobachter 3 (Punkt, an dem der Beobachter 3 das Seil festhält): ____ m

Meßröhre:

Wasserstand in der Röhre, bei dem das schwarz-weiß Muster am Boden der Röhre nicht mehr sichtbar ist:

Beobachter 1: ____ cm Beobachter 2: ____ cm Beobachter 3: ____ cm



Wassertemperatur

Beobachter 1: _____ °C Beobachter 2: _____ °C Beobachter 3: _____ °C

Mittelwert: _____ °C

Gelöster Sauerstoff

Beobachter 1: _____ mg/l Beobachter 2: _____ mg/l Beobachter 3: _____ mg/l

Mittelwert: _____ mg/l

Hersteller und genaue Bezeichnung des Meßbestecks: _____

pH

Meßmethode: Indikatorpapier _____ pH-Pen _____ pH-Meter _____

Meßwerte für die Pufferlösungen am Meßort: pH4: _____ pH7: _____ pH10: _____

Beobachter 1: _____ Beobachter 2: _____ Beobachter 3: _____ Mittelwert: _____

Leitfähigkeit

Standardlösung: _____ Mikro Siemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Beobachter 1: _____ $\mu\text{S}/\text{cm}$ Beobachter 2: _____ $\mu\text{S}/\text{cm}$ Beobachter 3: _____ $\mu\text{S}/\text{cm}$

Mittelwert: _____ $\mu\text{S}/\text{cm}$



Salinität

Zeit von Ebbe/Flut vor Messung: _____ Std: u. Min.: _____

1. Check: Flut: _____ Ebbe: _____ 1. Check UT _____ Ortszeit: _____

Zeit von Ebbe/Flut nach Messung: _____ Std: u. Min.: _____

1. Check: Flut: _____ Ebbe: _____ 1. Check UT _____ Ortszeit: _____

Salinität (Hygrometer)

	Beobachter 1	Beobachter 2	Beobachter 3
Temp. des Wassers im Meßzylinder	_____ °C	_____ °C	_____ °C
Spezifisches Gewicht			
Salinität der Probe	_____ ppt	_____ ppt	_____ ppt
Mittelwert _____ ppt			

Optional: Bestimmen der Salinität durch Titration

Salinität der Probe:

Beobachter 1: _____ ppt Beobachter 2: _____ ppt Beobachter 3: _____ ppt

Mittelwert Salinität: _____ ppt

Hersteller und genaue Bezeichnung des Meßstecks: _____

Alkalität

Für Meßbestecke, bei denen die Salinität direkt abgelesen wird

Beobachter 1: _____ mg/l CaCO₃ Beobachter 2: _____ mg/l CaCO₃

Beobachter 3: _____ mg/l CaCO₃ Mittelwert: _____ mg/l CaCO₃



Für Meßbestecke, bei denen die Tropfen Titrator gezählt werden:

	Beobachter 1	Beobachter 2	Beobachter 3	Mittelwert
Anzahl Tropfen				
Umrechnungskonstante (siehe Angabe des Herstellers))	x	x	x	x
Alkalität [mg/l CaCO ₃]	= mg/l	= mg/l	= mg/l	= mg/l

Hersteller und genaue Bezeichnung des Meßbestecks: _____

Nitrat

Beobachter 1: _____ mg/l NO₃⁻ - N + NO₂-N _____ mg/l NO₂⁻ - N

Beobachter 2: _____ mg/l NO₃⁻ - N + NO₂-N _____ mg/l NO₂⁻ - N

Beobachter 3: _____ mg/l NO₃⁻ - N + NO₂-N _____ mg/l NO₂⁻ - N

Mittelwert: _____ mg/l NO₃⁻ - N + NO₂-N _____ mg/l NO₂⁻ - N

Hersteller und genaue Bezeichnung des Meßbestecks: _____



Hydrologie

Datenblatt für die Kalibration

Schule: _____

Schülergruppe: _____

Datum: _____

Gelöster Sauerstoff

Temperatur des destillierten Wassers: _____ °C, Höhe des Meßortes: _____ m

Gelöster Sauerstoff für geschütteltes destilliertes Wasser:

Beobachter 1: _____ mg/l Beobachter 2: _____ mg/l Beobachter 3: _____ mg/l

Mittelwert: _____ mg/l

Löslichkeit von Sauerstoff im Wasser für die gemessene Temperatur bei 0m (Meeresspiegel) siehe Tabelle HYD-P-1 _____mg/l x	Kalibrationswert für die Höhe des Meßortes, siehe Tabelle HYD-P-2 _____ =	Erwarteter Wert DO (gelöster Sauerstoff) für das verwendete destillierte Wasser _____mg/l
--	--	--

Hersteller und genaue Bezeichnung des Meßbestecks: _____

Salinität

Salinität des Standards:

Beobachter 1: _____ ppt Beobachter 2: _____ ppt Beobachter 3: _____ ppt

Mittelwert Salinität: _____ ppt

Hersteller und genaue Bezeichnung des Meßbestecks: _____



Alkalität

Haushaltsnatron Standard

Für Meßbestecke, die direkt die Alkalität anzeigen:

Beobachter 1: _____ mg/l CaCO₃ Beobachter 2: _____ mg/l CaCO₃

Beobachter 3: _____ mg/l CaCO₃ Mittelwert: _____ mg/l CaCO₃

Für Meßbestecke, bei denen die Tropfen Titrator gezählt werden:

	Beobachter 1	Beobachter 2	Beobachter 3	Mittelwert
Anzahl Tropfen				
Umrechnungskonstante (siehe Angabe des Herstellers)	x	x	x	x
Alkalität [mg/l CaCO ₃]	=	=	=	=

Hersteller und genaue Bezeichnung des Meßbestecks: _____

Nitrat

Beobachter 1: _____ mg/l NO₃⁻ - N Beobachter 2: _____ mg/l NO₃⁻ - N

Beobachter 3: _____ mg/l NO₃⁻ - N Mittelwert: _____ mg/l NO₃⁻ - N

Hersteller und genaue Bezeichnung des Meßbestecks: _____

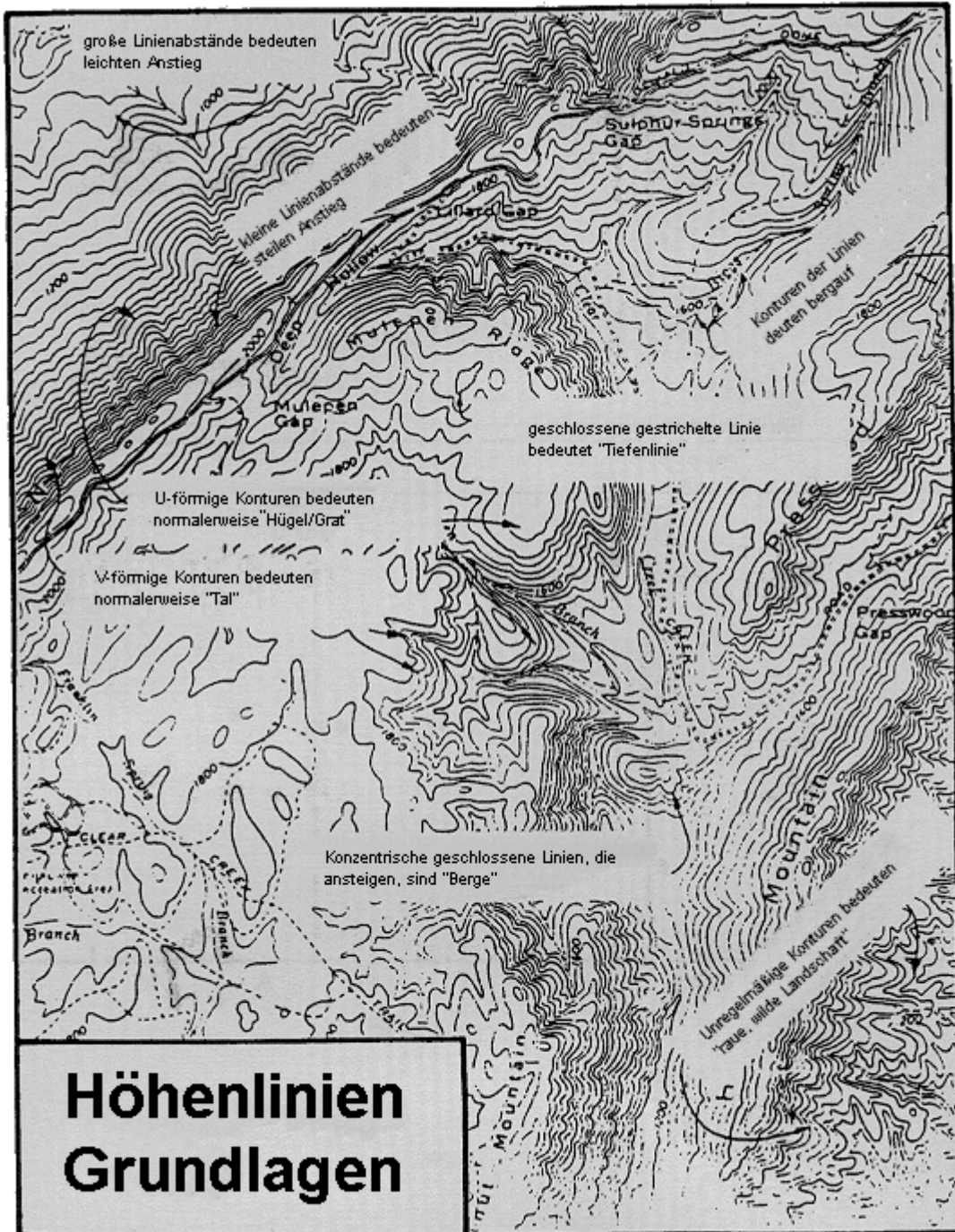




Abb. HYD-A-1: GLOBE-Schule in Kalifornien, USA

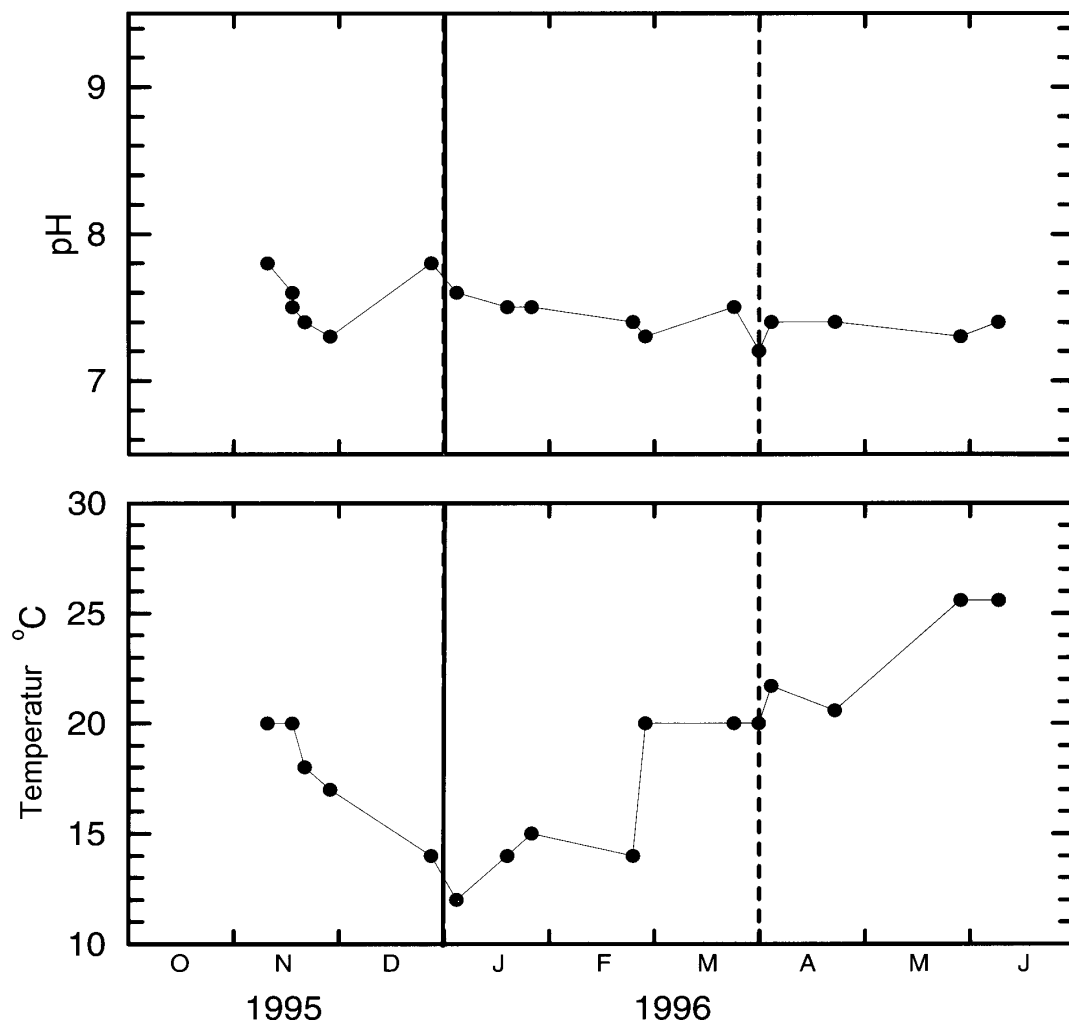




Abb. HYD-A-2: GLOBE-Schule in Kalifornien, USA

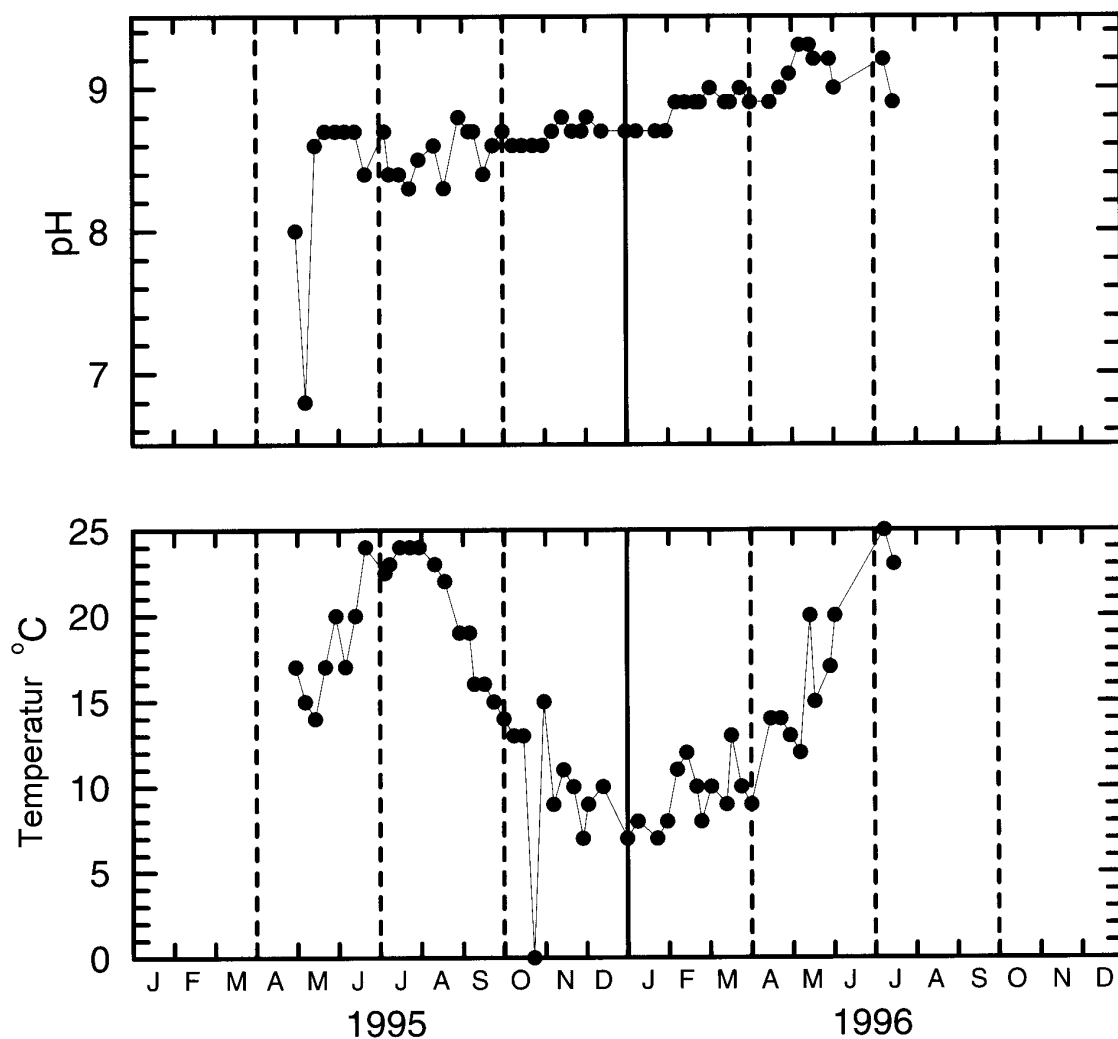




Abb. HYD-A-3: GLOBE-Schule in Kalifornien, USA

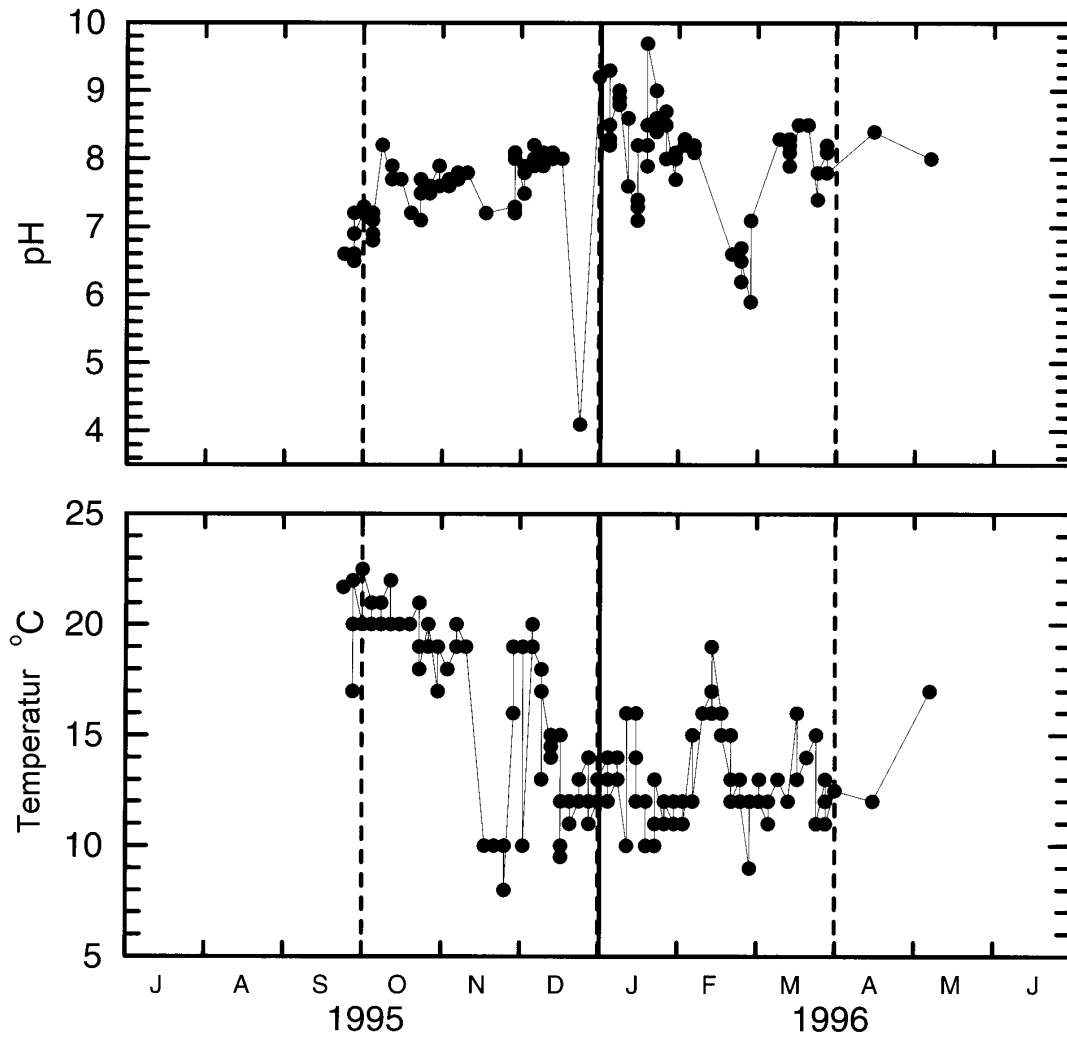




Abb. HYD-A-4: GLOBE-Schule in Florida, USA

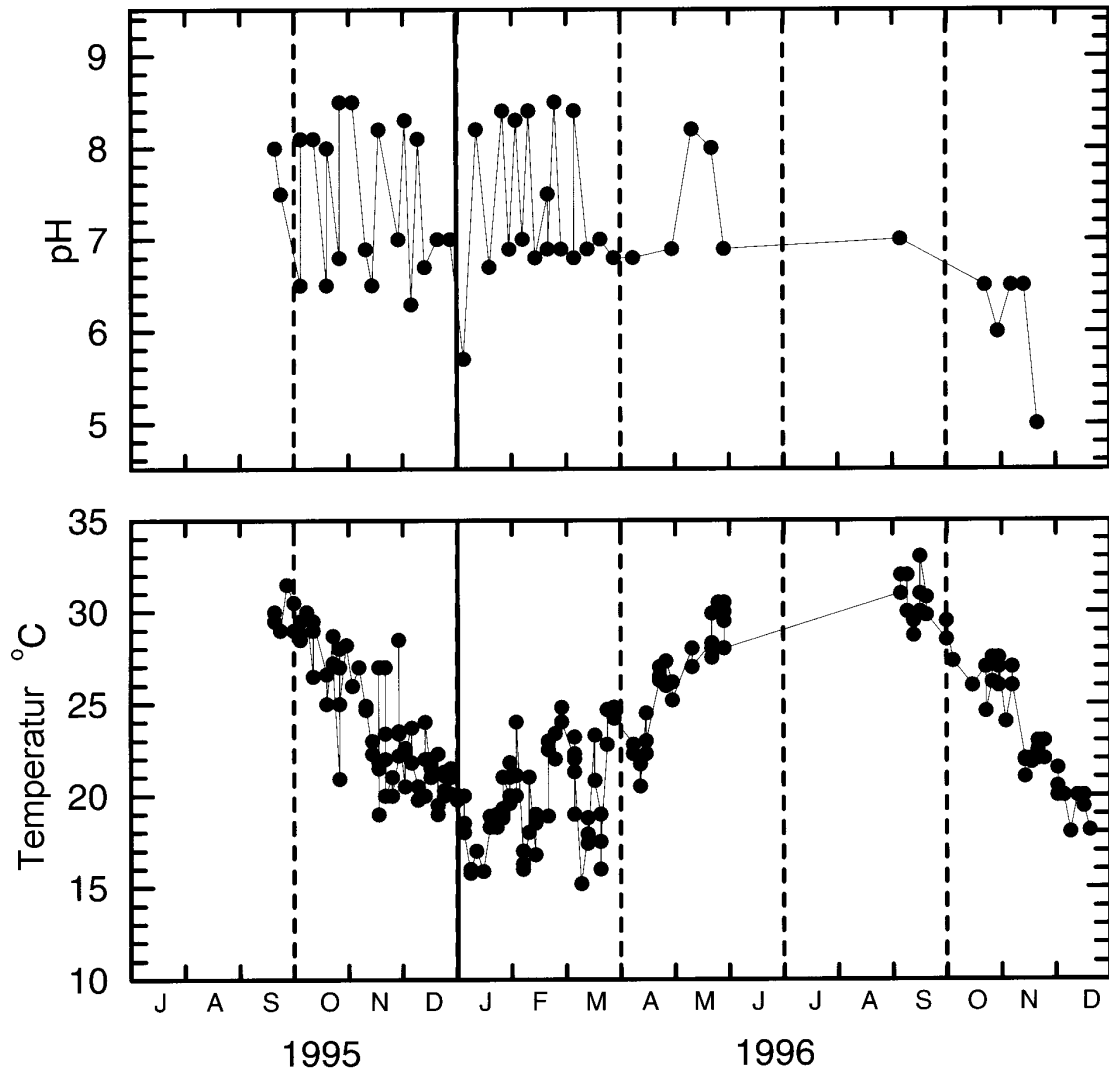




Abb. HYD-A-5: GLOBE-Schule in Washington, USA

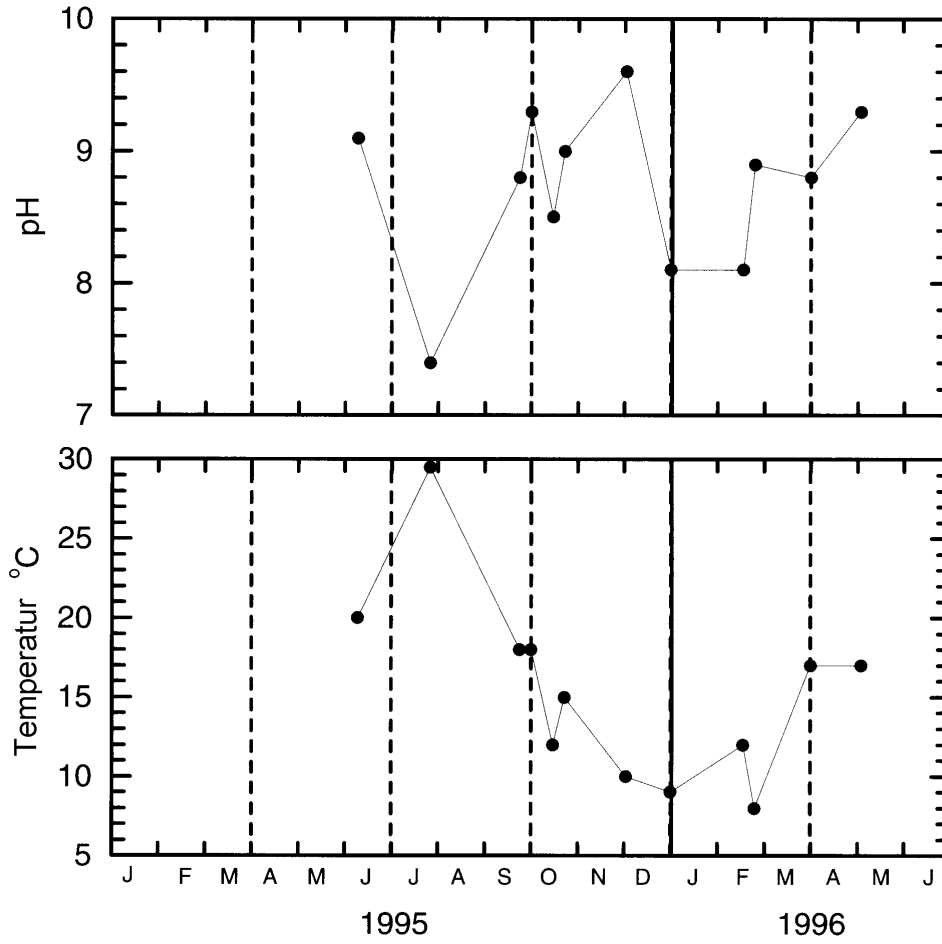




Abb. HYD-A-7: GLOBE-Schule in New Jersey, USA

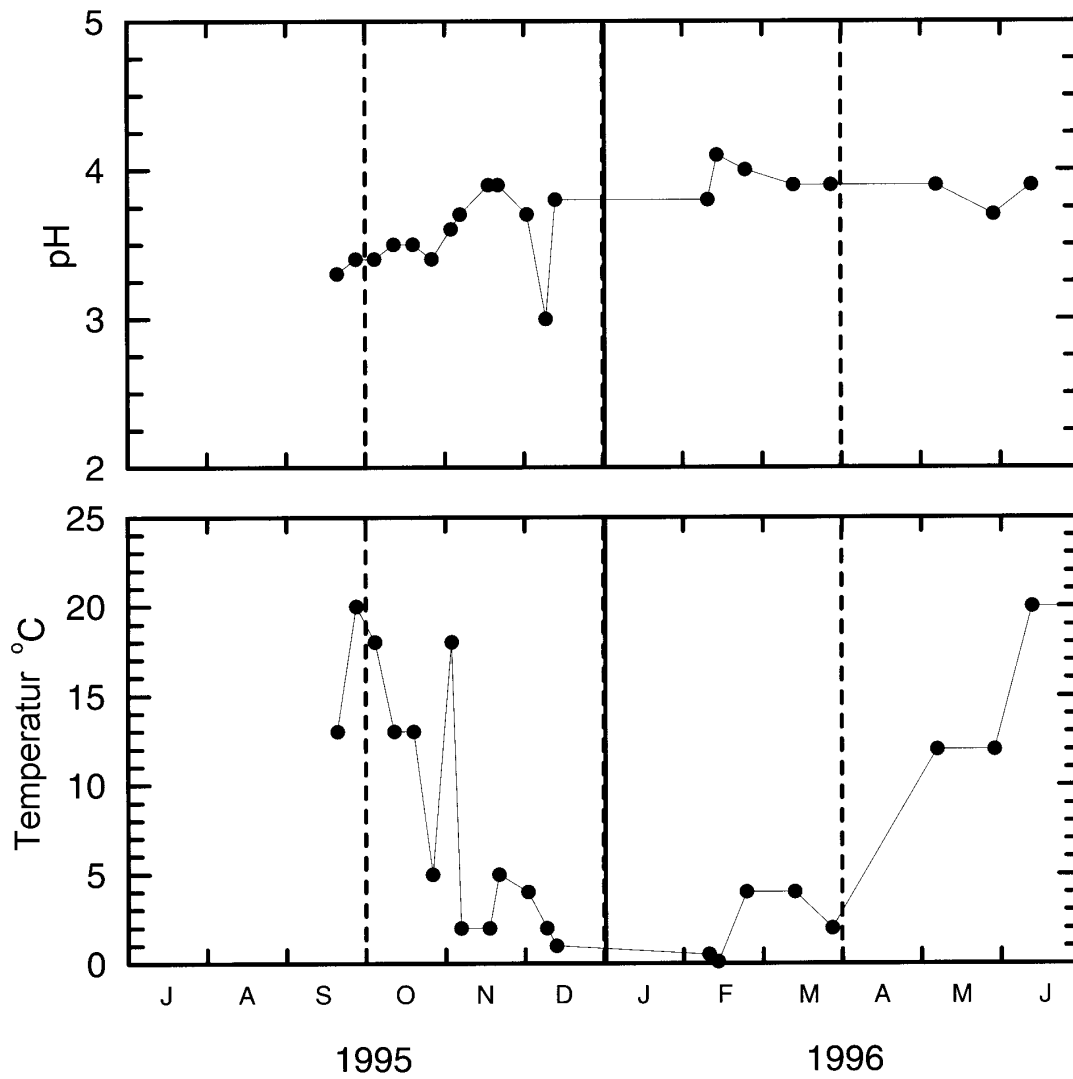




Abb. HYD-A-8: GLOBE-Schule in Japan

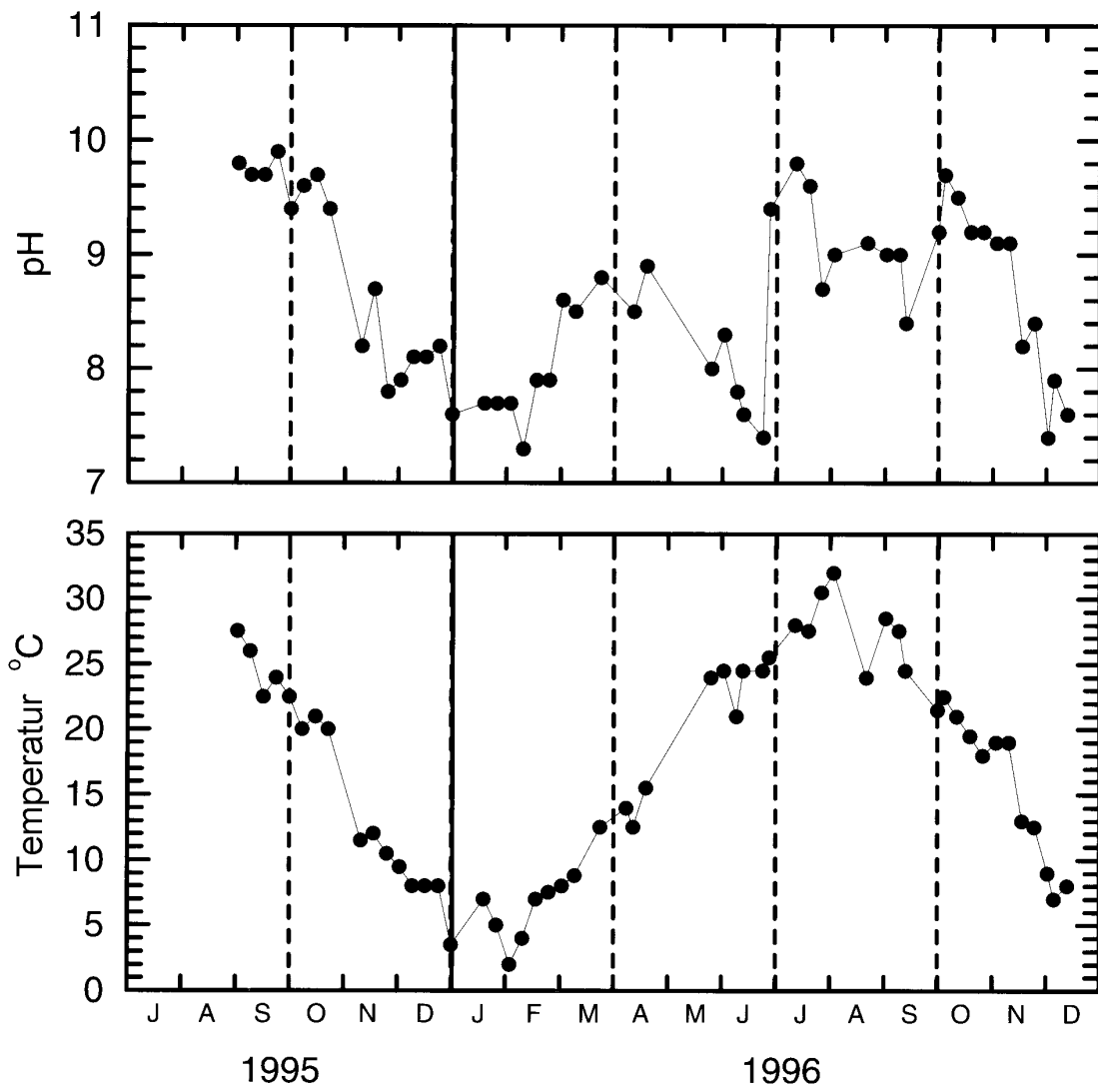




Abb. HYD-A-9: GLOBE-Schule im Mittelwesten, USA

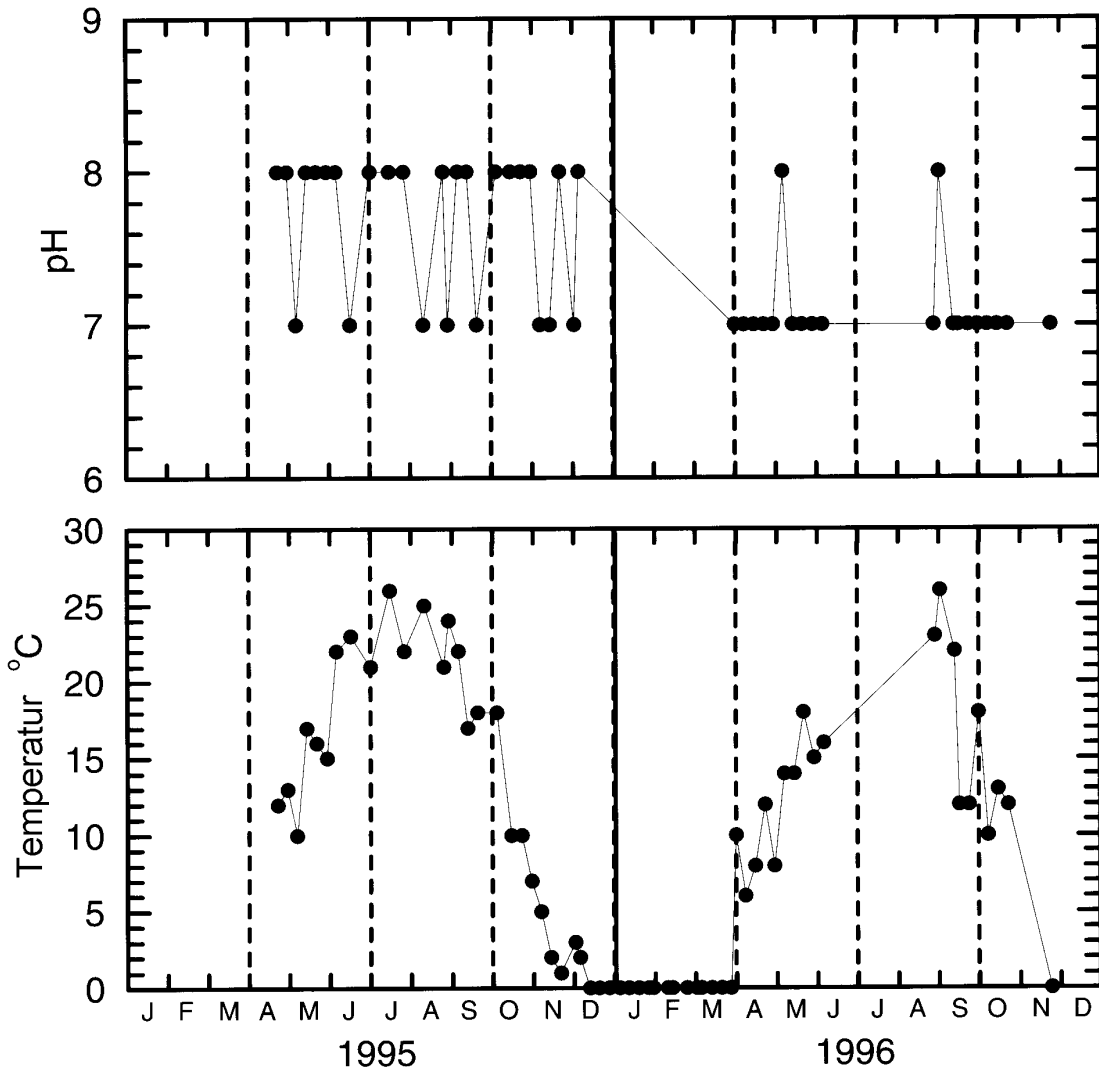




Abb. HYD-A-10: GLOBE-Schule in Kalifornien, USA

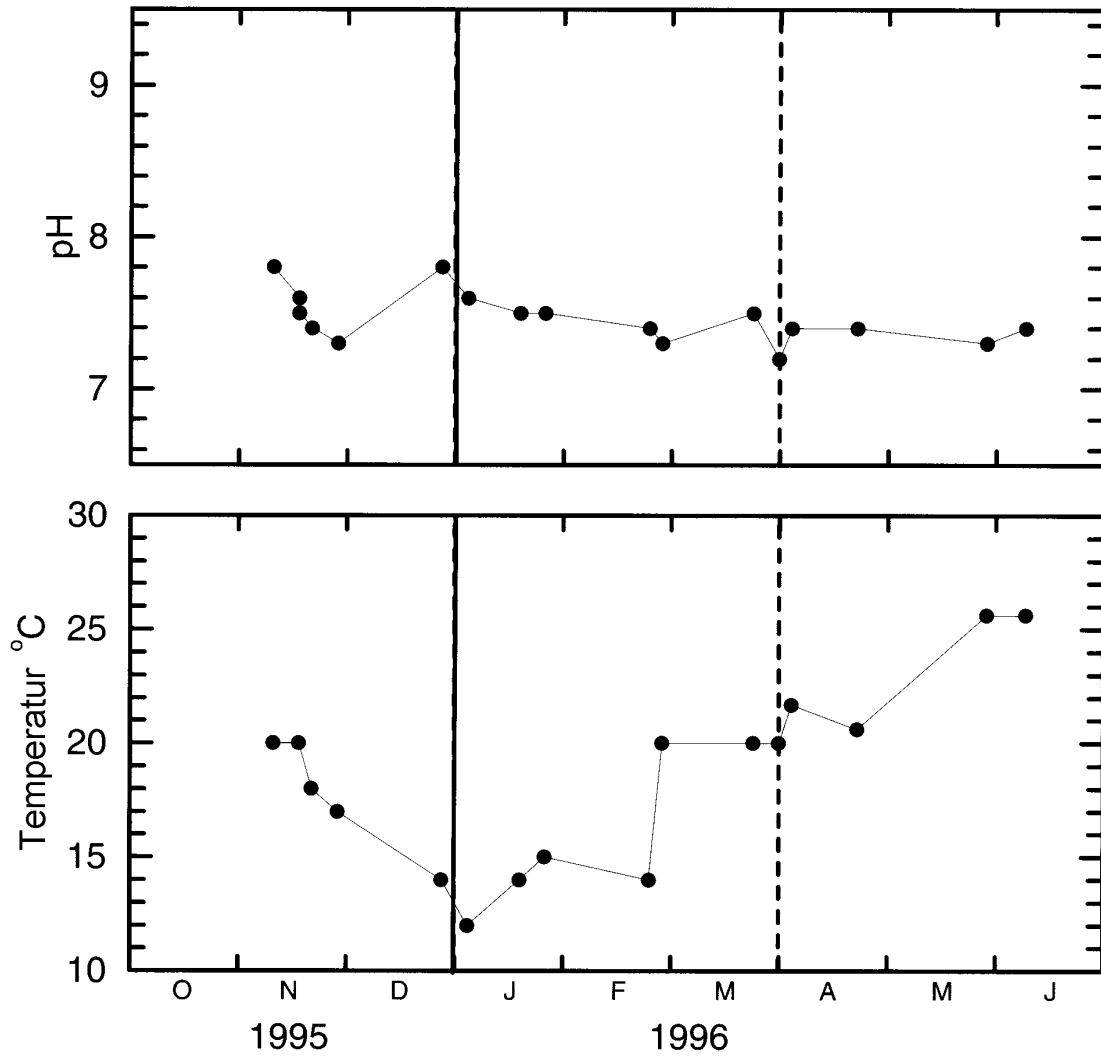




Abb. HYD-A-11: GLOBE Alkalitätsdaten, September-Dezember 1996

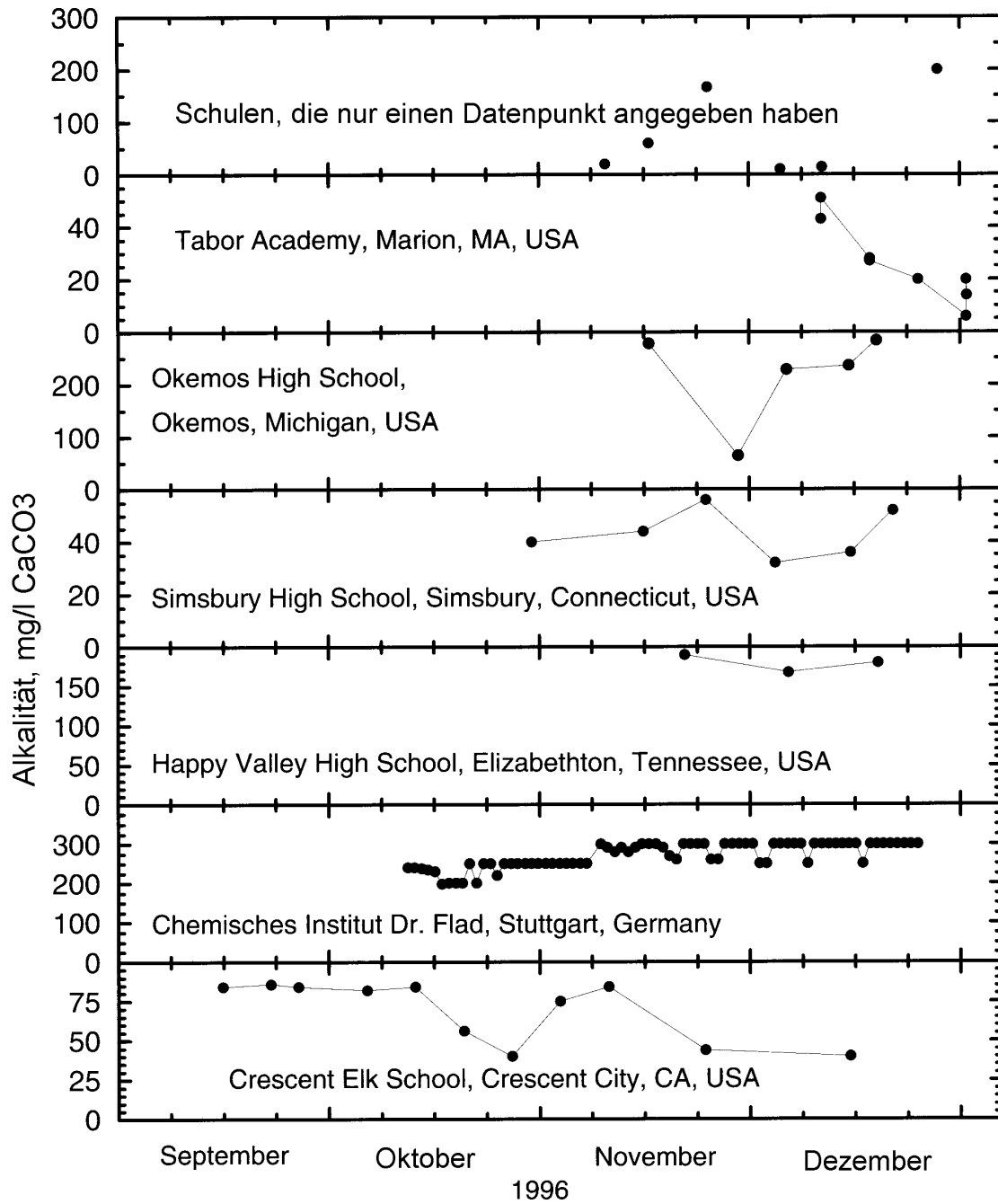




Abb. HYD-A-12: GLOBE Leitfähigkeitsdaten, September-Dezember 1996

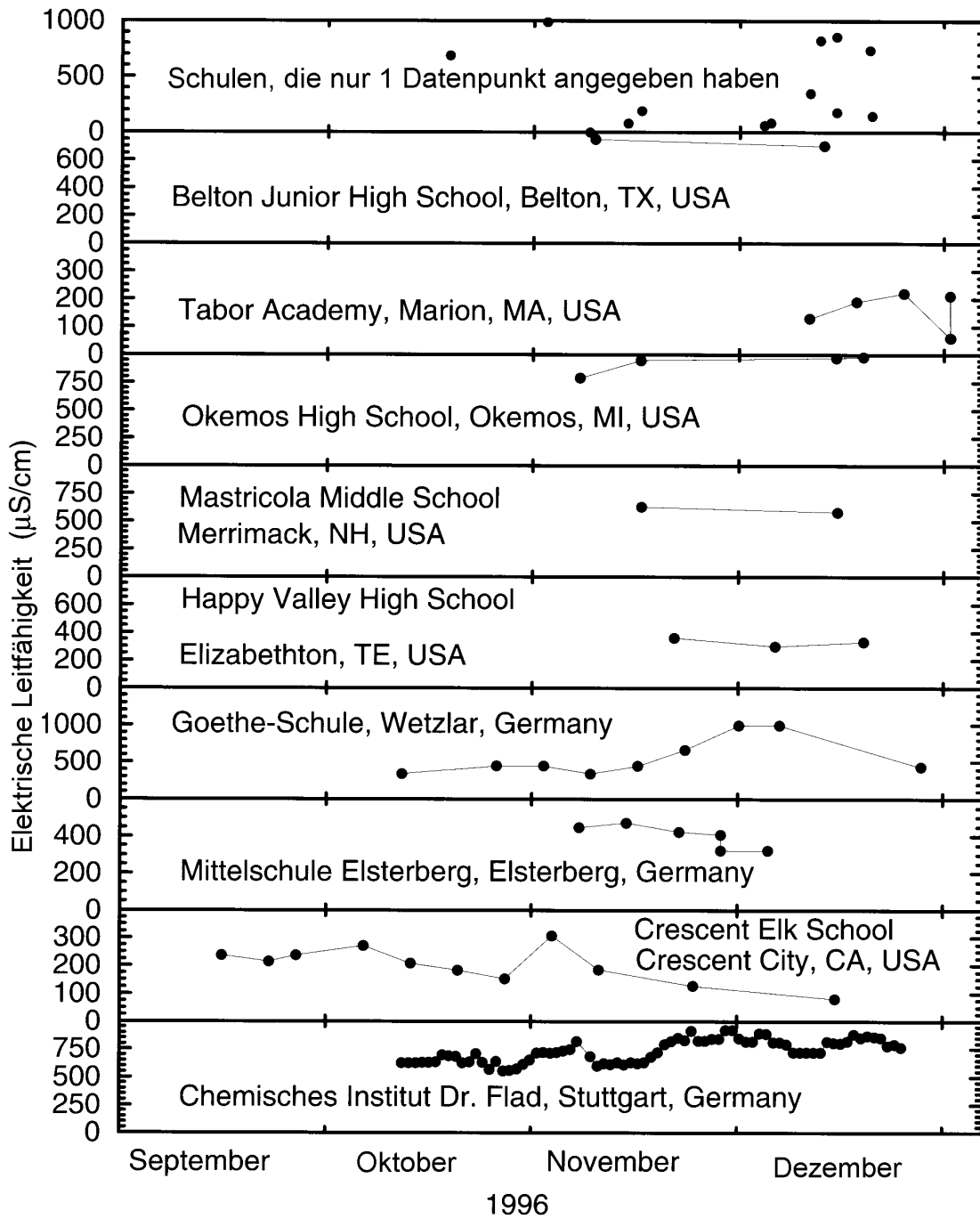
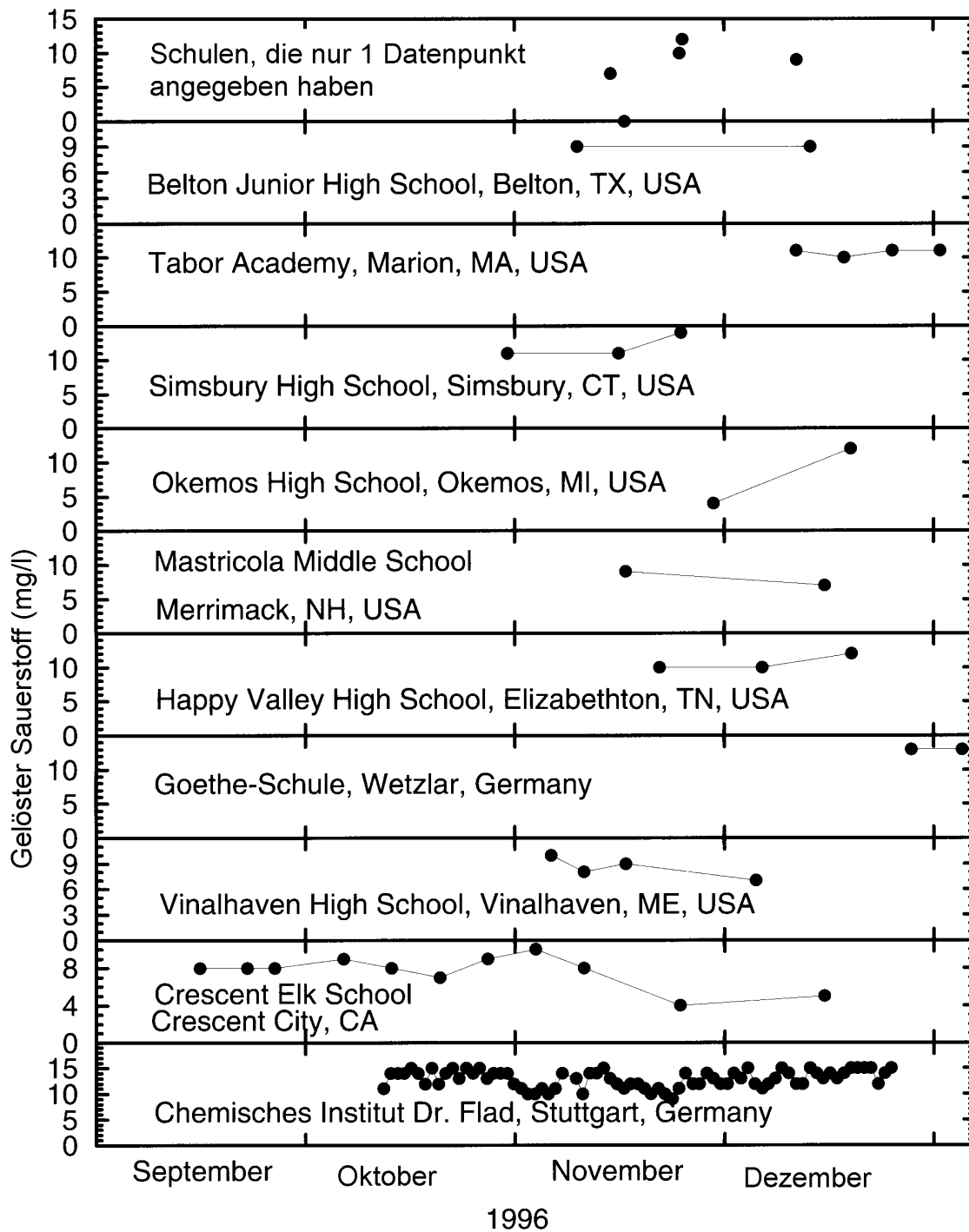




Abb. HYD-A-13: GLOBE gelöster Sauerstoff, September-Dezember 1996





Begriffsverzeichnis

Aerosole

Flüssige oder feste Partikel, die in der Luft schweben oder in ihr verteilt sind.

Alkalität

Die Menge an starker Säure (z.B. Salzsäure), die nötig ist, um eine Probe auf einen pH-Wert von 4.5 zu titrieren. Sie zeigt an wieviel Säure das Wasser neutralisieren kann und wird in ppm CaCO₃ angegeben.

Anreicherung

Bedingt, daß ein Gewässer produktiver wird (z.B. bei der Zugabe von Nährstoffen)

Azidität

1. Die Menge an starker Base (z.B. Natriumhydroxid), die nötig ist, um eine Probe auf einen pH-Wert von 10.3 zu titrieren; sie gibt an wieviel Base das Wasser neutralisieren kann.
2. Gibt den Säurezustand an (übliche Gebrauchsweise)

Base

Stoffe, die Protonen (H⁺) aufnehmen können

benthisch

Enthält am Boden lebende Wasserpflanzen und -tiere

Brackwasser

Wasser, das gelöste Salze in einer Konzentration unterhalb der von Meerwasser, aber über der von Süßwasser enthält. Die Konzentration gelöster Salze liegt normalerweise zwischen 1000 und 10 000 ppm

Chloridgehalt

Die Konzentration an Chlorid in einer Lösung

Denitrifikation

Prozess der Nitrat zu Ammoniak reduziert. Dabei kann Nitrit als Zwischenprodukt auftreten.

Dichte

Das Verhältnis der Masse einer Substanz zu seinem Volumen

Gelöste Feststoffe

Feste Partikel, die sich im Wasser aufgelöst haben (z. B. Salze)



Gelöster Sauerstoff

Menge an molekularem Sauerstoff, der in einem bestimmten Volumen Wasser gelöst ist. Die Löslichkeit von Sauerstoff ist nichtlinear von der Temperatur abhängig. In kaltem Wasser kann mehr Sauerstoff gelöst werden, als in warmen Wasser. Die Löslichkeit des Sauerstoffs in Wasser hängt auch vom Luftdruck und der Salinität ab. Salinität reduziert die Löslichkeit des Sauerstoffs in Wasser.

Genauigkeit

gibt an wie nah der gemessene Wert am tatsächlichen Wert liegt (siehe Präzision)

gesättigte Lösung

Eine Lösung, die die maximale Menge an gelösten Substanzen bei bestimmten Temperatur und Druck enthält

Gesamtmenge gelöster Feststoffe

Die Gesamtmasse von Feststoffen, die zurückbleiben, wenn man ein gegebenes Volumen gefiltertes Wasser nach einer anerkannten Vorschrift bis zur Trockene verdampft.

Gezeiten

Periodisches Ansteigen und Abfallen des Wasserstands eines Ozeans oder seiner Zuflüsse, das durch die Anziehungskraft zwischen Mond und hervorgerufen wird. Sie treten ungefähr alle 12 Std. auf.

Hintergrundkonzentration

Mengen an Chemikalien im Wasser, die aus natürlichen Prozessen stammen und nicht durch den Menschen eingetragen wurden.

Hypothese

Vorläufige Behauptung, die dazu dient dessen logische Folgen oder Auswirkungen auf Meßergebnisse zu testen.

in situ

befindet sich am Ort seines Ursprungs (lateinisch)

Kalibration

Ein Gerät auf einen bekannten Wert oder Standard zu setzen oder daraufhin zu überprüfen. Dies geschieht mit Hilfe von proportionaler oder statistischer Beziehung.

Kolorimetrische Methode

Viele Anleitungen zur Bestimmung gelöster Substanzen beruhen auf Farbbestimmung. Die Grundlage ist, daß die Farbintensität direkt proportional zur Konzentration der im Wasser gelösten Substanz ist.



Leitfähigkeit

Das Vermögen von wässrigen Lösungen elektrischen Strom zu transportieren. Sie hängt von der Konzentration an gelösten Salzen (Ionen) ab, der Art der Ionen und der Temperatur der Lösung. Gewöhnlich wird sie in mikroSiemens/cm oder mikromhos/cm angegeben (diese Maßeinheiten sind äquivalent).

Lentisch

Bezogen auf oder lebend in stehenden Gewässern (Seen, Teichen oder Sumpf)

Löslichkeit

Die relative Fähigkeit in Lösung zu gehen.

Lösung

Homogene Mischung, die zwei oder mehrere Substanzen enthält

Lösungsmittel

Eine Substanz, die eine andere löst um eine Lösung zu bilden

logarithmische Skala

eine Skala, in der jede Einheit einen zehnfachen Anstieg oder Abnahme darstellt.

lotisch

Bezogen auf oder lebend in fließenden Gewässer (Bächen oder Flüssen)

mikroSiemens/cm

Metrische Einheit als Maß der Leitfähigkeit. Ist der Maßeinheit Mikromhos/cm äquivalent.

mikromhos/cm

Standardeinheit als Maß der Leitfähigkeit. Ist der Maßeinheit MikroSiemens/cm äquivalent.

molar

Maßeinheit für die Konzentration (Mol pro Liter einer Lösung)

Molekül

Kleinste Grundeinheit (gewöhnlich eine Gruppe von Atomen) einer chemischen Verbindung, die sich an einer chemischen Reaktion beteiligen kann.

natürliche Gewässer

Systeme die typischerweise aus Sedimenten/Mineralien, der Atmosphäre wie dem aquatischen Teil bestehen. Meistens ist auch ein Teil Biosphäre mit einbezogen.



neutral

gekennzeichnet durch einen $\text{pH} = 7$

Niederschlag

1. Produkte, die aufgrund von Kondensationsprozessen aus der Atmosphäre fallen z. B. Regen, Schnee, Hagel
2. Ausfallen von Feststoffen aus einer flüssigen Lösung aufgrund von chemischen oder physikalischen Änderungen (z.B. Zufügen eines Reagenz oder Absenken der Temperatur)

Nitrat

Salz der Salpetersäure. Nitrate sind häufig sehr gut löslich und können zu Nitrit und Ammoniak reduziert werden.

Nitrat-Stickstoff

Die Konzentration von Nitrat (NO_3^-) wird häufig als Menge Stickstoff pro Volumeneinheit angegeben.

Nitrit

Salz der Salpetrigen Säure (HNO_2). Nitrite sind häufig sehr gut löslich und können zum Nitrat oxidiert und zu Ammoniak reduziert werden.

Nitrit-Stickstoff

Die Konzentration von Nitrit (NO_2^-) wird häufig als Menge Stickstoff pro Volumeneinheit Wasser angegeben.

pH

Der negative Logarithmus der molaren Konzentration von Protonen (H^+) in einer Lösung

Photosynthese

Der Prozess, bei dem Energie des Sonnenlichts von Organismen verwendet wird, z.B. grünen Pflanzen, um Kohlehydrate aus Kohlendioxid und Wasser herzustellen.

ppm

Millionstel Gewichtsanteile (äquivalent zu mg/l bei den Berechnungen in GLOBE)

ppm Chloridgehalt

Gewichtsangabe Chlorid, ist äquivalent zu Milligramm Chlorid pro Liter, unter der Annahme, daß ein Liter Wasser ein Kilogramm wiegt.



ppt

Tausendstel Gewichtsanteile (äquivalent zu Gramm pro Liter bei den GLOBE Berechnungen)

Präzision

Ein Maß für die Übereinstimmung häufig durchgeführter Analysen einer Probe (siehe Genauigkeit)

Proton

Ein positiv geladenes Elementarteilchen, das in allen Atomkernen zu finden ist. Das positiv geladene Wasserstoffion.

Pufferlösung

Lösungen, deren pH-Wert sich bei der Zugabe von Hydroxid (OH⁻) oder Protonen (H⁺) nicht ändert. Der bekannte, stabile pH-Wert dieser Lösung wird dazu verwendet, pH-Meßsysteme zu kalibrieren.

Reagent

Eine Substanz, die eine Reaktion hervorruft und insbesondere dazu verwendet wird um eine andere Substanz zu messen

reduzieren

Im chemischen Sinn, das Überführen eines hohen Oxidationszustands in einen niedrigeren (z.B. durch Aufnahme an Elektronen).

Runoff

Der Anteil des Niederschlags, der in Gewässer, wie Bäche und Flüsse gelangt

Säure

Jede Substanz, die in der Lage ist ein Wasserstoffion oder Proton (H⁺) abzugeben

salines Wasser

Wasser, das Salz oder Salze enthält

Salinität

Ein Maß für die Konzentration von gelösten Salzen, hauptsächlich Natriumchlorid, in Brack- oder Salzwasser.

Salze

Ionische Verbindungen, die sich in Wasser als positiv geladene (außer H⁺) und negativ geladene (außer OH⁻) Ionen lösen; die am häufigsten beschriebene Verbindung ist Natriumchlorid (Kochsalz)



sauer

gekennzeichnet durch einen pH-Wert < 7

Verdunstung (von Wasser)

Übergang vom flüssigen Zustand in Dampf bei einer Temperatur, die unterhalb des Siedepunkts liegt.

sauerstoffarmes Wasser

Sehr geringe Mengen an gelösten Sauerstoff; Denitrifikation tritt auf (Nitrat wird in Ammoniak umgewandelt)

saurer Regen

Regen mit einem pH-Wert unter 6

Solvent

Eine Substanz, die sich in einer anderen unter Bildung einer Lösung löst.

spezifisches Gewicht

Das Verhältnis von Dichte einer Substanz zur Dichte des Wassers (bei 25°C und 1 atm)

Standardisierung

Aufstellen eines Standards

Standard

Vorgegebener Wert zur Kalibrierung; bekannte Referenz

Suspendierte Feststoffe

Feste Partikel in einer Flüssigkeit, die sich weder absetzen noch lösen.

Suspension

Mischung in der sehr kleine Partikel eines Festkörpers suspendiert bleiben, aber sich nicht lösen.

Titrand

Das Reagenz, das bei der Titration hinzugefügt wird.

Titration

Prozess zur Bestimmung der Menge eines bestimmten Bestandteil durch Zugabe eines flüssigen Reagenz von bekannter Stärke. Es wird das Volumen bestimmt, das erforderlich ist, um den Bestandteil durch eine bekannte Reaktion umzusetzen.

Topography

Die Oberflächenstruktur eines Gebiets



Transparenz

Eigenschaft einer Substanz, Lichtstrahlen durchzulassen, so daß Körper, die sich hinter der Substanz befinden genau erkannt werden können.

trübe

nicht klar oder transparent aufgrund von aufgewirbelten Sedimenten

wässrig

enthält Wasser oder ist im Wasser enthalten

Wasserdampf

Wasser in der Gasphase

Wasserkreislauf

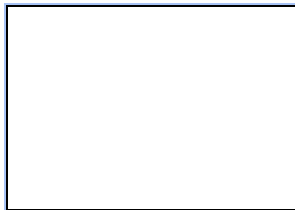
Die Folge von Stationen, die Wasser bei seinem Weg von der Atmosphäre zur Erde und wieder zurück durchläuft. Dazu gehören Kondensation, die zur Wolkenbildung führt, Niederschlag, Ansammlung in Boden oder Gewässer und erneuter Verdunstung.

Wasserqualität

Ein definiertes Attribut oder Charakteristikum von Wasser, das durch physikalische, chemische und biologische Eigenschaften beschrieben wird.

Wasserscheide

1. Trennungslinie zwischen Gewässern, die zu unterschiedlichen Flüssen, Becken oder Meeren fließen.
2. Die Bezeichnung eines Gebiets, daß von einem Fluß oder Bach trockengelegt wird (übliche Verwendung)



SCIENCE and EDUCATION

- [Teacher's Guide](#)
- [Measurements](#)
- [Student Investigations](#)
- [School Collaboration](#)
- [Scientists' Corner](#)
- [Educators' Corner](#)
- [Teacher Workshops](#)
- [Program Evaluation](#)

GLOBE DATA

- [Data Entry](#)
- [Visualizations](#)
- [Data Archive](#)

GLOBE PARTNERS

- [GLOBE Countries](#)
- [Schools](#)
- [U.S. Partners](#)
- [Other Partners](#)

LIBRARY

- [Resource Room](#)
- [GLOBE Stars](#)
- [GLOBE Bulletins](#)
- [News and Events](#)
- [GLOBEMail](#)

INFO and HELP

- [GLOBE Help Desk](#)
- [FAQs](#)

ADMINISTRATION

- [Administration](#)



Sven Baerwalde

***Measurement Time:**

Year: Month: Day: Hour: Minute:
 UT

Current Time: 2001 11 , 11 : 42 UT

***Study Site Location:**

Please remember to update information for your study sites!

***Water Source:**

TRANSPARENCY

Cloud Cover: No Clouds Clear Isolated Scattered
 Broken Overcast Obscured

Enter data below, depending on whether you used the Secchi Disk or the Turbidity Tube method.

First Secchi Disk Test:

Distance from observer to where disk disappears (m):

Distance from observer to where disk reappears (m):

Distance from observer to water surface (m): meters

Secchi Disk reaches the bottom and does not disappear.
 If checked please enter depth to the bottom of the water site
 (m):

Second Secchi Disk Test:

Distance from observer to where disk disappears (m):



Distance from observer to where disk reappears (m):

Distance from observer to water surface (m): meters

Secchi Disk reaches the bottom and does not disappear.
If checked please enter depth to the bottom of the water site
(m):

Third Secchi Disk Test:

Distance from observer to where disk disappears (m):

Distance from observer to where disk reappears (m):

Distance from observer to water surface (m): meters

Secchi Disk reaches the bottom and does not disappear.
If checked please enter depth to the bottom of the water site
(m):

Turbidity Tube:

Note: If the image is still visible when the tube is full, input the length of the tube and check the "Greater than" box.

Test 1 (cm): Greater than depth of Turbidity Tube?

Test 2 (cm): Greater than depth of Turbidity Tube?

Test 3 (cm): Greater than depth of Turbidity Tube?

WATER TEMPERATURE

WATER TEMPERATURE: degrees Celsius

DISSOLVED OXYGEN

Average Dissolved Oxygen of water sample: mg/L (equivalent to ppm)

WATER PH

Average Water pH: Measured With

CONDUCTIVITY

Average Conductivity of water sample: microSiemens/cm



SALINITY

Location of Tide:

Location Name:

Latitude: deg North South of the Equator
(Enter the data in the format 56.8462 deg and mark whether it is North or South.)

Longitude: deg East West of the Prime Meridian
(Enter the data in the format 102.9073 deg and mark whether it is East or West.)

Time of High or Low Tide before Salinity Measurement (UT):

Hour: Minute: High Tide Low Tide

Time of High or Low Tide before Salinity Measurement (UT):

Hour: Minute: High Tide Low Tide

Enter data below, depending on whether you used the Secchi Disk or the Turbidity Tube method.

Hydrometer Method:

Average Salinity of water sample: ppt

Note: The next three fields are for the sample having a salinity closest to the average salinity.

Temperature of water sample in 500mL tube (degrees C):

Specific Gravity of water sample:

Salinity of water sample: ppt

Salinity Titration Method:

Salinity of water sample: ppt

ALKALINITY

Average Alkalinity of water sample: mg/L as CaCO₃

NITRATE

Average Nitrate and Nitrite of water sample:

mg/L nitrate nitrogen + nitrite nitrogen

Average Nitrite of water sample: mg/L nitrite nitrogen

Method (Comment):



* These inputs are required.

<input type="button" value="Send"/>	<input type="button" value="Erase"/>
-------------------------------------	--------------------------------------

[Privacy Statement](#)

Menu : [**On**] [[Off](#)]

Server locations : [**US-East**] [[Germany](#)]

Languages : [[Deutsch](#)] [**English**] [[Español](#)] [[Français](#)]

NOAA/Forecast Systems Laboratory, Boulder, Colorado USA

[Questions/Comments regarding the GLOBE Program](#)