THE **GLOBE** PROGRAM

A Worldwide Science and Education Program

GLOBE @University of Cologne

GLOBE Hydrosphären-Untersuchung

Messung der Wassertemperatur (Temperaturfühler)

Übersicht und Lernziele

Dieses Modul beschreibt die…

- Auswahl eines Standortes zur Untersuchung der Wassertemperatur.
- Vorgehensweise zur Entnahme von Wasserproben.
- Kalibrierung der erforderlichen Messinstrumente.
- die im GLOBE-Protokoll angewandten Methoden.

Nach der Bearbeitung kann man…

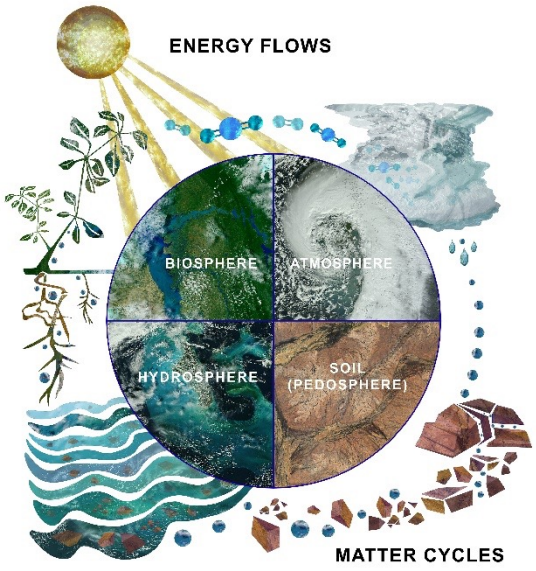
- erklären, welche Zusammenhänge zwischen der Messung der Wassertemperatur und anderen hydrologischen Messungen bestehen.
- Messinstrumente kalibrieren und Messungen durchführen.
- Daten in die GLOBE-Datenbank übertragen und veranschaulichen.

Die Hydrosphäre als Teil des System Erde

Die Hydrosphäre ist Teil des Systems Erde und umfasst Wasser, Eis und Wasserdampf. Wasser ist an vielen wichtigen chemischen Reaktionen in der Natur beteiligt und ein gutes Lösungsmittel.

Jede Veränderung hat unmittelbare Auswirkungen auf dieses System und seine einzelnen Komponenten zur Folge. So binden z. B. Regen und Schnee Aerosole aus der Luft, während gelöste Feststoffe durch sauren Regen ins Wasser gelangen.

Aktuelle Messkampagnen auf der ganzen Welt sammeln daher Daten zur Hydrosphäre, um die Auswirkungen von Umwelteinflüssen zu erforschen. Das GLOBE Programm bietet hierzu zahlreiche Hydrosphären-Protokolle an, um die Forschung mit zusätzlichen Daten zu unterstützen und zu einem besseren Verständnis des Wassersystems auf der Erde beizutragen.



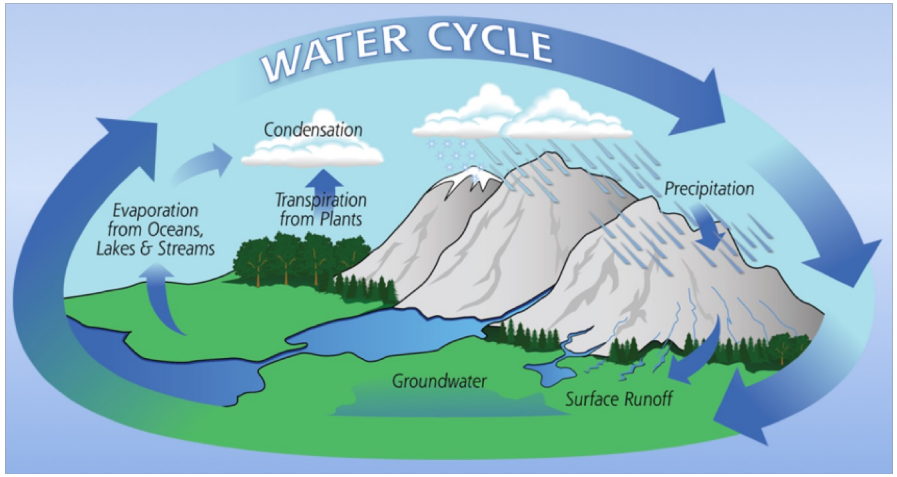
Energieflüsse und Stoffkreisläufe innerhalb des Systems Erde.

Wassertemperatur

- Durch die Messung der Wassertemperatur wird bestimmt, wie warm oder kalt das Wasser ist.
- Vereinzelt wird die Wassertemperatur auch als eine **Master Variable** angesehen, da beinahe alle Eigenschaften des Wassers, aber auch chemische Reaktionen unmittelbar hiervon betroffen sind. Dementsprechend muss bei einer Vielzahl der GLOBE Hydrosphären-Protokolle die Wassertemperatur gemessen werden.
- Plötzliche Änderungen der Wassertemperatur sind ungewöhnlich, da Wasser eine hohe Wärmekapizität (spezifische Wärme) besitzt. Da diese höher als die der Luft ist, kühlt Wasser langsamer ab und wird auch langsamer erhitzt.

Wassertemperatur

Die Wassertemperatur ist ein wichtiges Merkmal, um lokale und globale Wetterereignisse zu verstehen. Die höhere Wärmekapazität des Wassers hat zur Folge, dass sich Temperaturveränderungen auf Wasser und Luft unterschiedlich auswirken. Wasser kann überdies die Lufttemperatur durch Prozesse wie Kondensation und Evaporation beeinflussen. Energieflüsse, Wasserkreislauf und Wetter sind daher untrennbar miteinander verknüpft.



Quelle: NASA

Weshalb misst man die Wassertemperatur?

Menge und Diversität der im Wasser lebenden Flora und Fauna werden durch die Temperatur beeinflusst. Durch das Durchmischen der Seen mit mineralreichem bodennahem Wasser während des Frühlings und Sommers sowie durch die steigenden Temperaturen nehmen Anzahl und Diversität der Lebewesen und Pflanzen zu.

Viele Wassertiere laichen zu der Zeit, wenn die Temperaturen steigen, da dann vermehrt Nahrungsquellen verfügbar sind. Bei flachen Seen kommt es zu einer ganzjährigen Durchmischung der Wassermassen, weshalb diese eine Ausnahme bilden.

Überdies ist die Wassertemperatur von besonderem Interesse, da warmes Wasser schädlich für sensible Spezies wie z. B. die Forelle oder den Lachs sein kann. Diese benötigen eher eine kalte und sauerstoffreiche Umgebung. Warmes Wasser hingegen hat die Tendenz, weniger Sauerstoff zu lösen.

Welchen Beitrag leisten die Messungen

Die Messungen des GLOBE Programms unterstützen und ergänzen die von den NASA-Wissenschaftlern benötigten Umweltdaten.

- **Lokal**

  Überwachung und Aufzeichnung der Gewässertemperatur vor Ort.
- **Global**

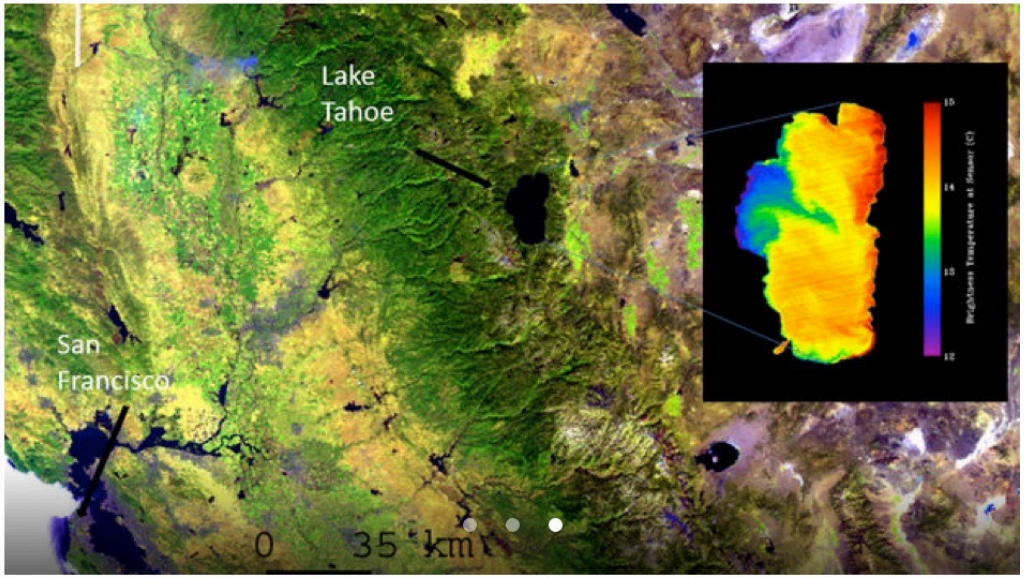
  Verständnis von weltweiten Wasserkreisläufen und Energieflüssen.

Temperaturanstieg durch den Klimawandel

Der Klimawandel führt zu einem Anstieg der Temperatur von Seen und bedroht das Süßwasservorkommen sowie die Ökosysteme der Welt.

Das Foto wurde durch den TERRA-Satelliten der NASA aufgenommen und zeigt Seen in der Grenzregion zwischen Kalifornien und Nevada.

Am Beispiel des Wärmebildes zum Lake Tahoe werden die abweichenden Gewässertemperaturen deutlich, die Werte von etwa **12 °C** bis zu **15 °C** aufweisen.

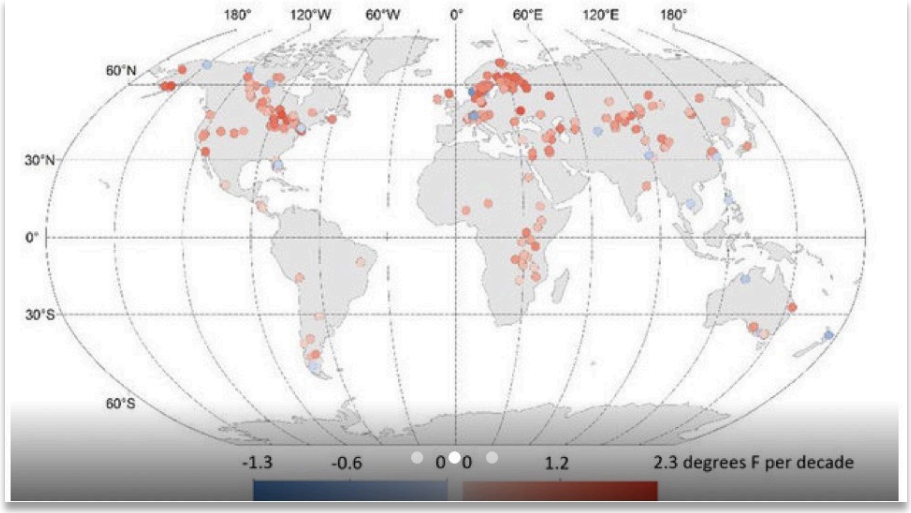


Quelle: NASA

Validierung von Satellitendaten

Die Abbildung zeigt die Veränderungen von Gewässertemperaturen über die letzten 5 Jahre. Rote Markierungen bedeuten eine Erwärmung der Gewässer, blaue ein Abkühlen.

Im Durchschnitt steigt die Gewässertemperatur alle zehn Jahre um 0,34 °C. Die Erwärmung ist somit höher als die der Ozeane oder der Atmosphäre.



Quelle:
Illinois State University/USGS/California University of Pennsylvania

Wiederholung – Frage 1

Weshalb verändert sich die Temperatur von Wasser langsamer als die Temperatur einer vergleichbaren Menge Luft?

a) Wasser hat eine höhere Wärmespeicherkapazität als Luft

b) Luft hat eine höhere spezifische Wärme als Wasser

c) Die Wassertemperatur ist eine „Master“-Variable

d) Antwort A und B sind richtig.

Wiederholung – Antwort 1

Weshalb verändert sich die Temperatur von Wasser langsamer als die Temperatur einer vergleichbaren Menge Luft?

a) **Wasser hat eine höhere Wärmespeicherkapazität als Luft**

b) Luft hat eine höhere spezifische Wärme als Wasser

c) Die Wassertemperatur ist eine „Master“-Variable

d) Antwort A und B sind richtig.

Wiederholung – Frage 2

In warmem Wasser befindet sich _____ gelöster Sauerstoff?

a) mehr

b) weniger

Wiederholung – Antwort 2

In warmem Wasser befindet sich _____ gelöster Sauerstoff?

a) mehr

b) weniger

Wiederholung – Frage 3

Studien haben nachgewiesen, dass sich Gewässer rund um den Globus in den letzten 25 Jahren _____ haben.

a) erwärmt

b) abgekühlt

c) weder abgekühlt noch erwärmt

Wiederholung – Antwort 3

Studien haben nachgewiesen, dass sich Gewässer rund um den Globus in den letzten 25 Jahren _____ haben.

a) **erwärmt**

b) abgekühlt

c) weder abgekühlt noch erwärmt

Auswahl des Messstandortes

Hydrosphäre-Messungen (Wassertemperatur, pH-Wert, gelöster Sauerstoff, usw.) erfordern einen geeigneten Messstandort.

Bei **Fließgewässern** sollte die Probennahme dort erfolgen, wo das Wasser weder zu stark fließt noch steht. Nur so sind Messungen vergleichbar.

Bei **stehenden Gewässern** erfolgt die Probennahme im Abflussbereich oder in der Gewässermitte. Zuläufe sind dagegen zu vermeiden. Für die Probennahme eignen sich Brücken oder Stege. Enthält das Gewässer Brack- oder Salzwasser, so sollten die Tidenzeiten bekannt sein.

Wie wird gemessen?

Die GLOBE Protokolle sehen zwei verschiedene Messmethoden vor:

- Mit einem Flüssigkeitsthermometer
- Mit einem digitalen Temperaturfühler

Dieses Modul beschreibt die Verwendung eines **digitalen Temperaturfühlers** für den Messvorgang. Hierzu wird auch auf die Kalibrierung des Thermometers eingegangen.

Hinweise

Die Temperatur…

- muss direkt nach der Probennahme gemessen werden, um Abweichungen bzw. die Anpassung an die Umgebungstemperatur zu vermeiden.
- des Flüssigkeitsthermometers sollte abgelesen werden, solange es im Wasser ist. Ansonsten beeinflussen die Umgebungstemperatur, Luftzüge oder auch die Evaporation die Temperaturmessung.
- sollte immer an der gleichen Stelle gemessen werden, um Temperaturunterschiede zwischen dem Uferbereich oder der Gewässermitte zu vermeiden. Sonnige und schattige sowie flache und tiefe Bereiche beeinflussen ebenfalls die Messung der Wassertemperatur.

Umgang mit den Messinstrumenten

Der Messfühler…

- sollte in einer Schutzhülle aufbewahrt werden.
- wird nach Gebrauch mit destilliertem Wasser gereinigt, um eine Ansammlung von mineralischen Ablagerungen zu vermeiden.
- sollte in regelmäßigen Abständen mit Alkohol gereinigt werden.

Sicherheitshinweise

Bei der Durchführung von Probennahmen steht die Sicherheit an höchster Stelle. Neben der Auswahl eines geeigneten Standortes sind die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

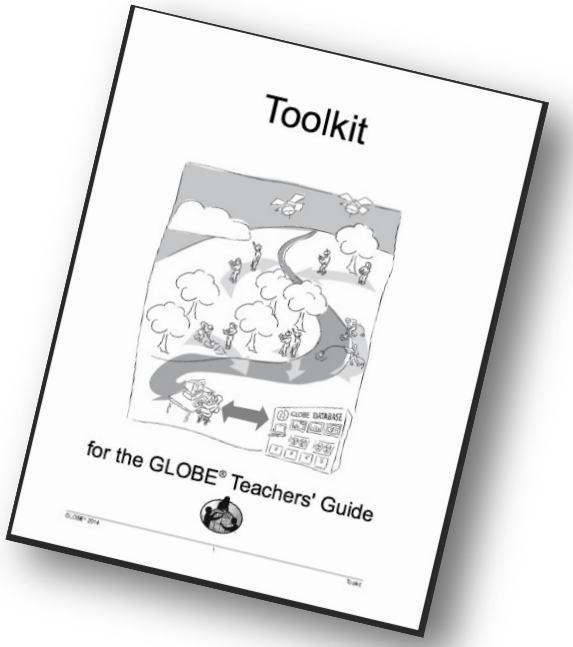
- Es sollen Schutzhandschuhe und -brillen getragen werden. Dies gilt insbesondere für den Umgang mit Wasserproben und Chemikalien.
- Es sollte auf eine geeignete Bekleidung geachtet werden, um die Verletzungsgefahr zu minimieren bzw. um Insektenstiche zu vermeiden. Während der Sommermonate empfiehlt sich die Verwendung eines Insektensprays

Während der gesamten Untersuchung sollte Schutzkleidung getragen werden!

Was wird für die Messungen benötigt?

Die nachfolgenden Anleitungen geben einen Überblick über die in den GLOBE-Protokollen benötigten Instrumente sowie über die allgemeinen Voraussetzungen. Darüber hinaus wird auf die durch die Instrumente zu erfüllenden Spezifikationen sowie auf Bezugsquellen hingewiesen.

- Where to find specifications for instruments used in GLOBE investigations
- Where to find scientific instruments used in GLOBE investigations



Was muss beachtet werden?

Zeitpunkt	Wöchentlich
Standort	Standort für Hydrosphärenmessungen
Dauer	10 Minuten
Vorbereitungen	Messstandort einrichten
Messinstrument	Digitaler Messfühler

Weiterführende Materialien:

- Hydrosphere Investigation Data Sheet
- Water Temperature Protocol for Thermometer Probes Field Guide
- Calibrating an Alcohol-filled Thermometer Lab Guide

Benötigte Materialien und Instrumente

Für die Messung

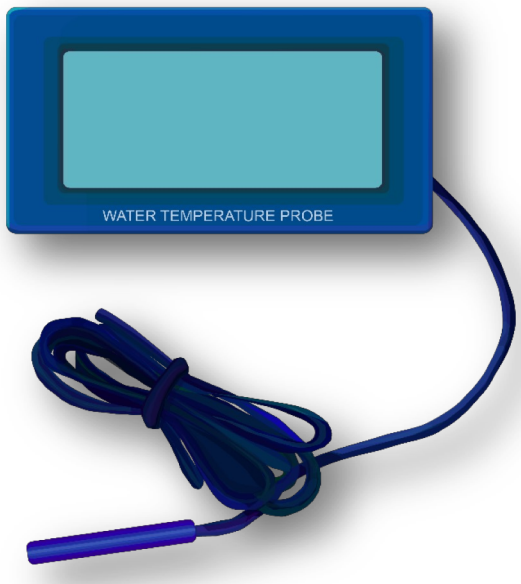
- Kalibriertes digitales Thermometer
- Laborhandschuhe und Schutzbrille
- (Stopp-)Uhr
- Bleistift oder Kugelschreiber

Für die Kalibrierung

- Flüssigkeitsthermometer
- Eis (400 ml)
- Destilliertes Wasser
- Messbecher (mindestens 500 ml)

Kalibrieren des digitalen Temperaturfühlers

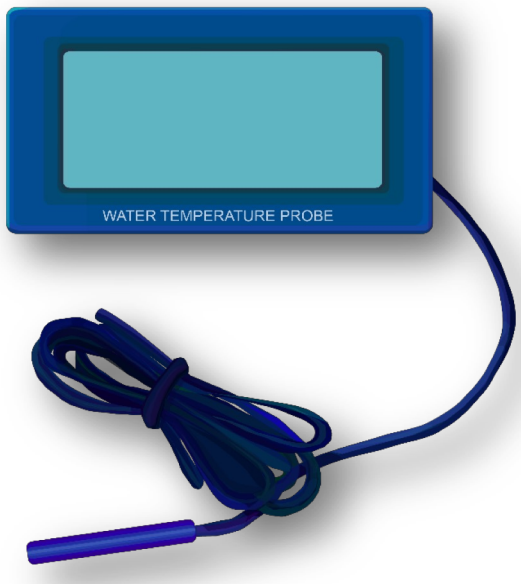
- Auch digitale Messinstrumente müssen vor dem Gebrauch kalibriert werden.
- Die Gebrauchsanweisung des Herstellers gibt Auskunft darüber, ob das Messgerät bzw. der Messfühler eine aktuelle Kalibrierung besitzt.
- Ist dies nicht der Fall, so muss eine Justierung gemäß der Anweisungen des Herstellers durchgeführt werden.



Die Kalibrierung muss möglichst sorgfältig durchgeführt werden. Sie ist erforderlich, um die Vergleichbarkeit mit anderen Daten und Messungen zu gewährleisten.

Messen der Wassertemperatur

- Das Messgerät und der Fühler sollten in den letzten 24 Stunden kalibriert worden sein.
- Der Temperaturfühler wird etwa 10 cm tief in das Wasser gehalten und sollte dort für etwa 3 Minuten ruhen.
- Beim Ablesen der Temperatur bleibt der Temperaturfühler im Wasser.
- Der Fühler wird für eine weitere Minute im Wasser belassen.
- Die Temperatur wird erneut abgelesen.
  Bei einer zu großen Abweichung muss die Messung nochmals wiederholt werden.



Messen der Wassertemperatur

- Die gemessene Temperatur wird auf dem **Hydrosphere Investigation Data Sheet** eingetragen.
- Es werden **zwei Vergleichsmessungen** durchgeführt.
- Der Mittelwert der drei Messungen wird berechnet.
- Die Temperaturen dürfen nicht mehr als ±1,0 °C vom Mittelwert abweichen. Andernfalls muss die Messung wiederholt werden.

Hydrosphere Investigation Data Sheet – Page 4

Water Temperature: Measured with (check one) __ alcohol-filled thermometer __ probe

Temperature Test 1: ____ °C

Temperature Test 2: ____ °C

Temperature Test 3: ____ °C

Comments: _____

_____

Wiederholung – Frage 4

Die Messung der Temperatur muss mit einem kalibrierten Thermometer erfolgen.

a) Die Aussage ist wahr.

b) Die Aussage ist falsch

Wiederholung – Antwort 4

Die Messung der Temperatur muss mit einem kalibrierten Thermometer erfolgen.

a) **Die Aussage ist wahr.**

b) Die Aussage ist falsch

Wiederholung – Frage 5

Die gemessenen Temperaturen dürfen im Durchschnitt…

a) bei drei Messungen 1,0 °C voneinander abweichen.

b) bei drei Messungen etwa 0,5 °C voneinander abweichen.

c) müssen identisch sein. Ansonsten muss die Messung wiederholt werden.

Wiederholung – Antwort 5

Die gemessenen Temperaturen dürfen im Durchschnitt…

a) **bei drei Messungen 1,0 °C voneinander abweichen.**

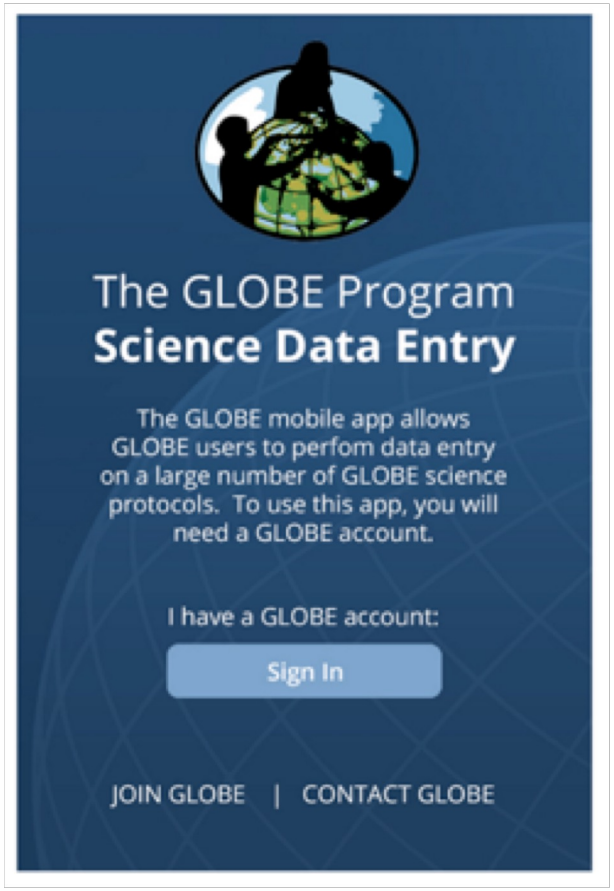
b) bei drei Messungen etwa 0,5 °C voneinander abweichen.

c) müssen identisch sein. Ansonsten muss die Messung wiederholt werden.

Übermittlung der Daten an GLOBE

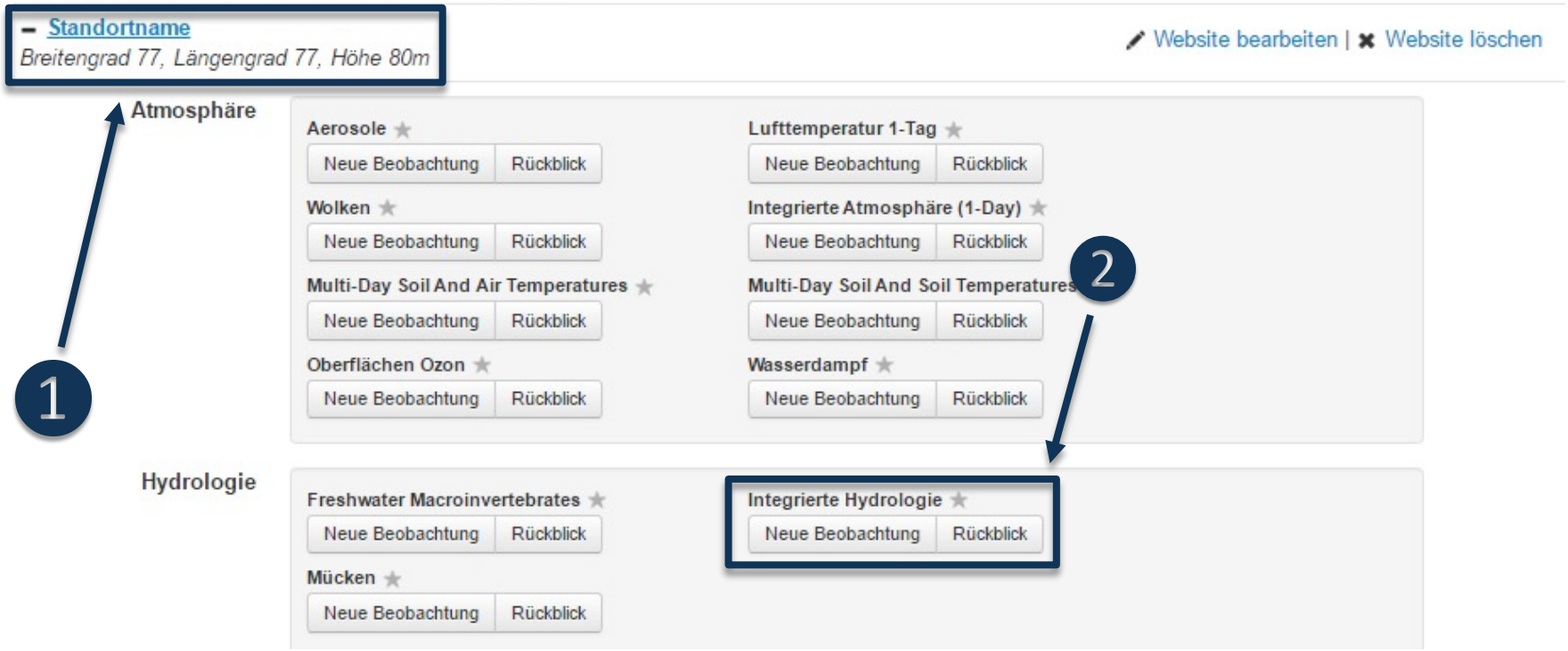
Es gibt drei verschiedene Möglichkeiten, um Messergebnisse in die Datenbank von GLOBE einzupflegen:

- Per manueller Dateneingabe auf der GLOBE Homepage mit der Live Data Entry Funktion.
- Per E-Mail an die Adresse data@globe.gov. Nähere Details finden sich in der Anleitung.
- Über die für iOS und Android erhältliche GLOBE Mobile Data App.



Dateneingabe über die GLOBE Homepage

- Zunächst erfolgt die Auswahl eines Messstandortes ①.
- Danach wird die Schaltfläche **Neue Beobachtung** betätigt ②.

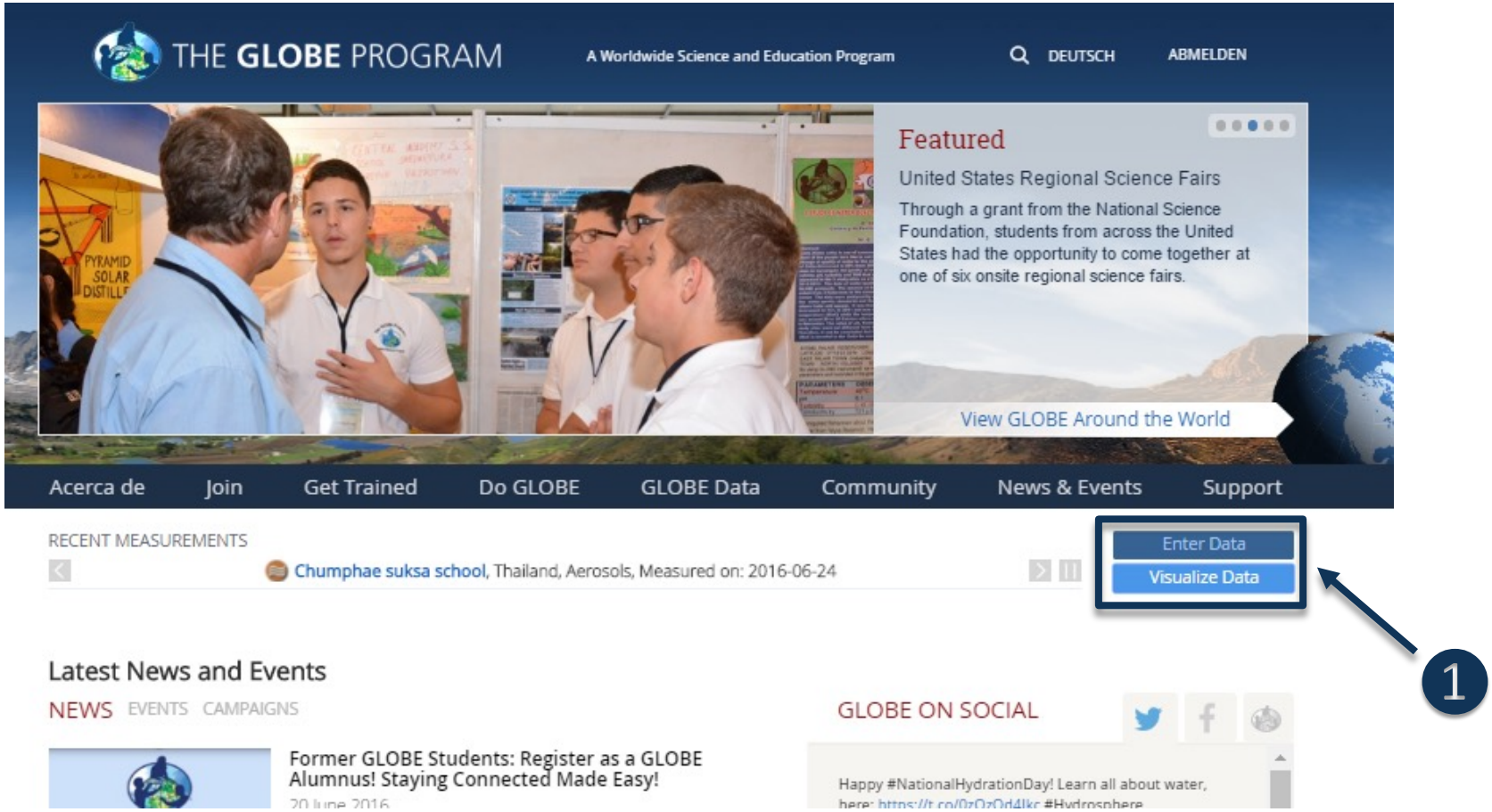


Dateneingabe über die GLOBE Homepage

- Datum und Uhrzeit der Messung werden angegeben ③.
- Das Symbol für die **Wassertemperatur** wird ausgewählt ④.

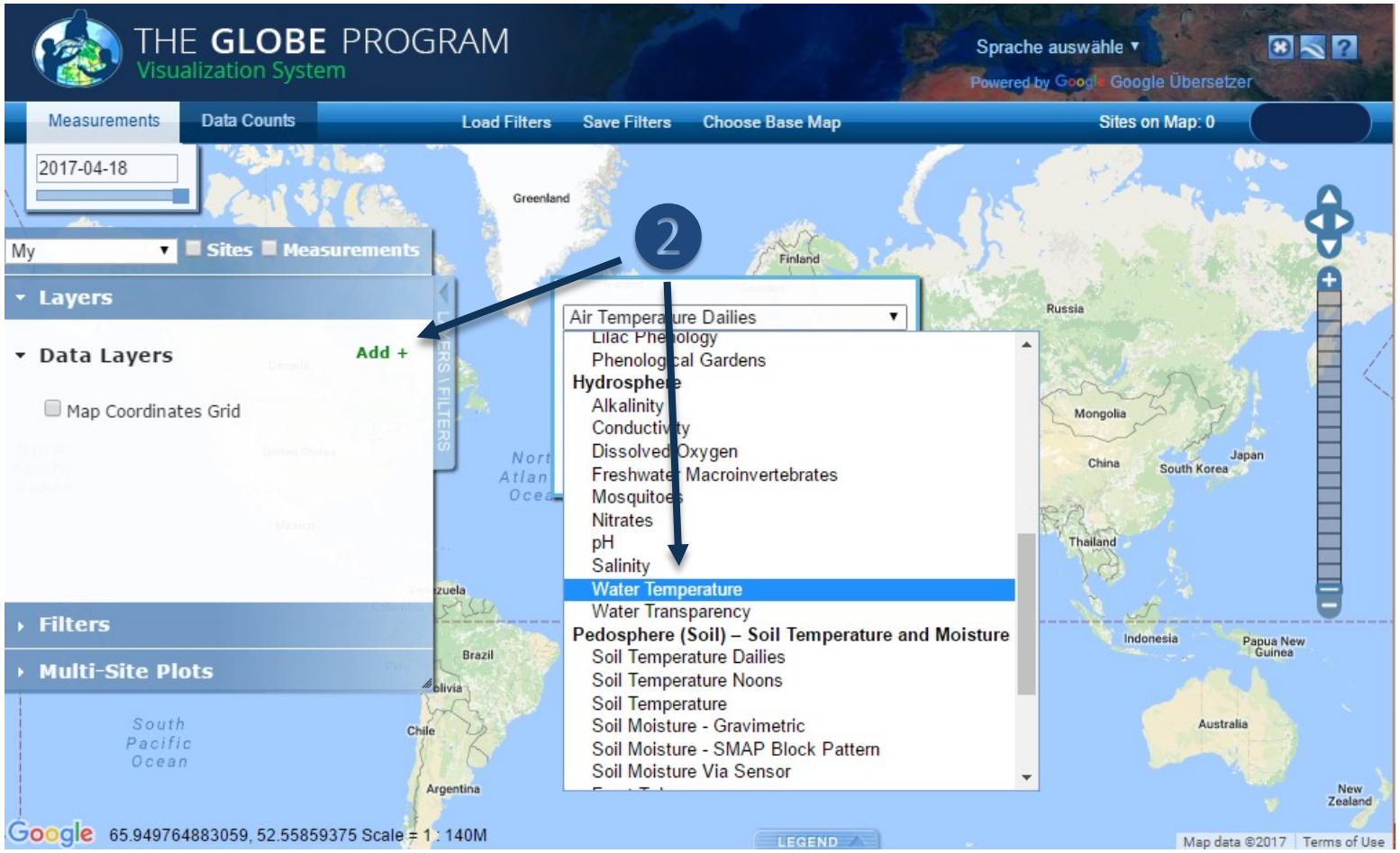
Visualisieren der Daten

- Auf www.globe.gov wird das Visualization System aufgerufen ①.



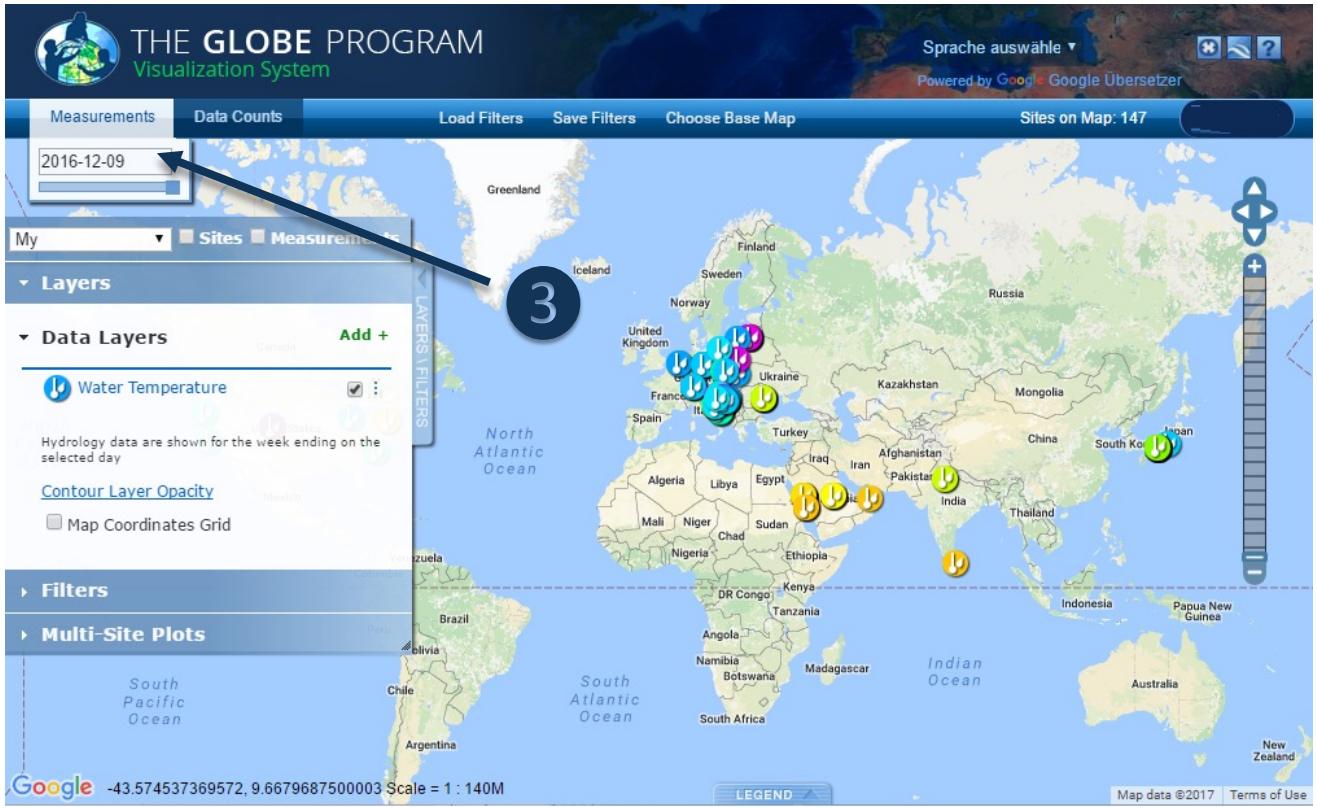
Visualisieren der Daten

- Mit **Add +** wird eine Ebene zur Wassertemperatur hinzugefügt ②.



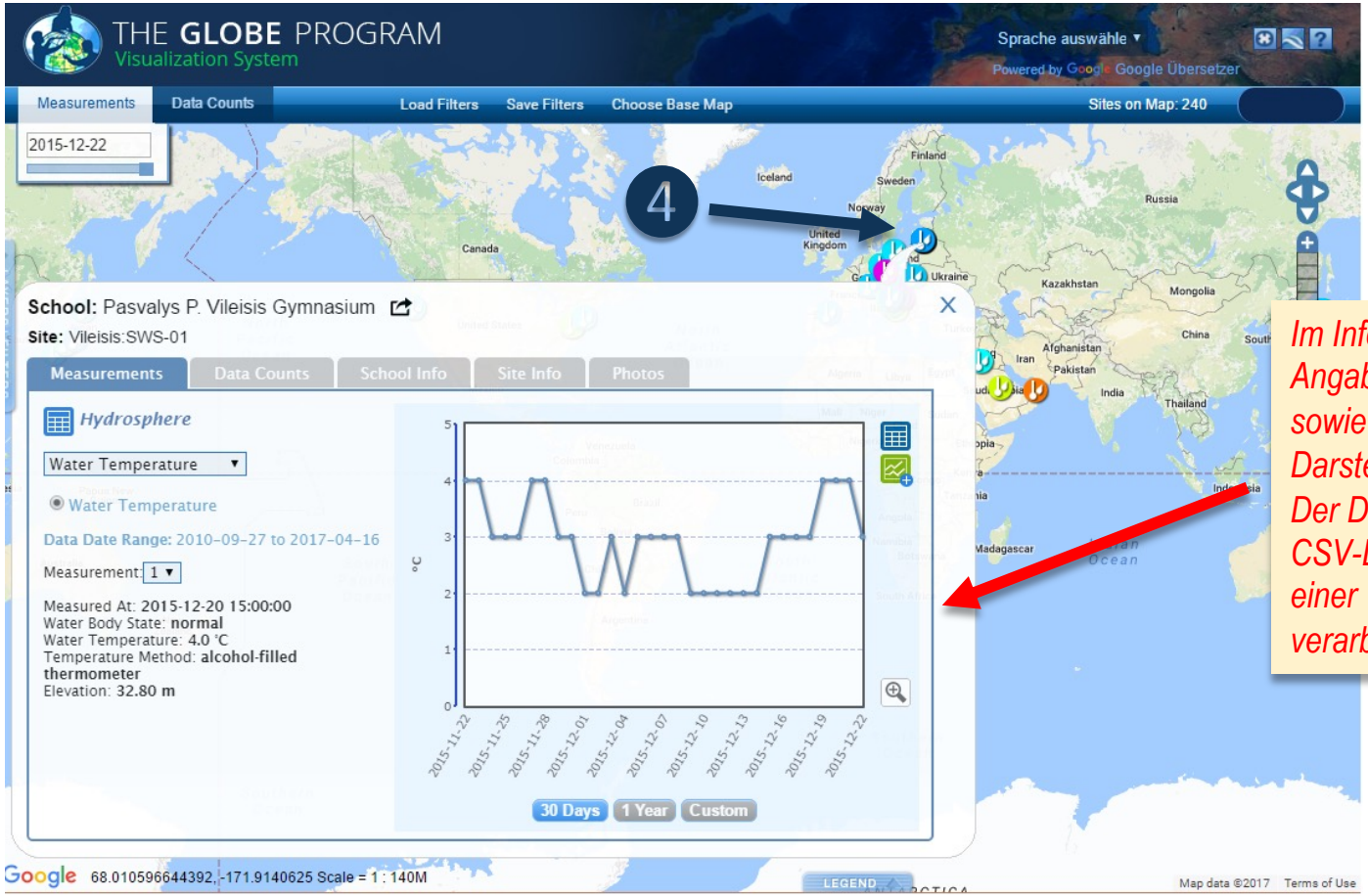
Visualisieren der Daten

- Messwerte lassen sich für einen Tag oder Zeitraum einstellen ③.
- Die Symbole geben den jeweiligen Messstandort an.



Visualisieren der Daten

- Der Klick auf ein Symbol öffnet das zugehörende Info-Fenster ④.



Im Info-Fenster finden sich Angaben zum Messstandort sowie eine grafische Darstellung der Messwerte. Der Datensatz kann als CSV-Datei geladen und in einer Tabellenkalkulation verarbeitet werden.

Wiederholung

- Welche Messungen sollten für die GLOBE Hydrosphärenprotokolle zunächst abgeschlossen werden?
- Wo sollte die Temperatur abgelesen werden?
- Welche Schritte sind vor der Temperaturmessung erforderlich?
- Wie groß darf die Abweichung der drei Messungen höchstens sein?
- Wasser hat eine größere/kleinere Wärmespeicherkapazität als Luft, sodass es sich schneller/langsamer erwärmt und abkühlt.
- Warmes Wasser tendiert dazu mehr/weniger Sauerstoff zu lösen.
- Wo sollte die Messung der Wassertemperatur durchgeführt werden, um vergleichbare und aussagekräftige Werte zu erhalten?
- Welche Sicherheitsvorkehrungen müssen beachtet werden?

GLOBE Zertifikat

- Nach der Anmeldung auf der GLOBE Homepage besteht die Möglichkeit, einen e-Test zu diesem Modul zu absolvieren
- Es empfiehlt sich, diese Trainingseinheit vor dem e-Test nochmals zu bearbeiten, um die Inhalte zu verinnerlichen.
- Nach dem erfolgreichen Abschluss des e-Tests können Messungen zur Wassertemperatur durchgeführt und Messwerte in die GLOBE Datenbank übertragen werden.

Häufig gestellte Fragen (FAQs)

Einige Schulen haben Wassertemperaturen unter 0 °C gemessen und in die Datenbank eingetragen. Ist das möglich?

- Ja, das ist möglich. Destilliertes Wasser friert zwar bei 0 °C, doch durch gelöste Partikel (z. B. Salze) kann ein Absinken des Gefrierpunktes herbeigeführt werden.

Weshalb ist die Wassertemperatur manchmal wärmer und manchmal kälter als die Umgebungstemperatur?

- Wasser hat eine höhere spezifische Wärme als Luft. Es benötigt daher länger, um aufzuwärmen bzw. abzukühlen. Infolgedessen ändert sich auch die Temperatur der Luft schneller als die des Wasserkörpers.

Über diese Folien

Autoren Rusanne Low, Ph.D. (University of Nebraska)
Rebecca Boger, Ph.D. (Brooklyn College)

Zeichnungen Jenn Glaser (Scribe Arts)

Unterstützung

Deutsche Bearbeitung