



THE **GLOBE** PROGRAM

A Worldwide Science and Education Program

GLOBE
@University of Cologne



GLOBE Atmosphären-Untersuchung

Messung der relativen Luftfeuchtigkeit

Übersicht und Lernziele

Dieses Modul beschreibt die...

- Auswahl eines Standortes zur Untersuchung der relativen Luftfeuchtigkeit.
- Vorgehensweise bei der Durchführung der Untersuchung.
- Kalibrierung der erforderlichen Instrumente.
- im GLOBE-Protokolle angewandten Methoden.

Nach der Bearbeitung kann man...

- die relative Luftfeuchtigkeit gemäß der GLOBE Protokolle messen.
- Beschreiben wann, wie und wo die relative Luftfeuchtigkeit gemessen wird.
- Daten in die GLOBE-Datenbank übertragen und veranschaulichen, um eigene Forschungsfragen über das Wetter zu formulieren.

Die Atmosphäre

- Gasförmige Hülle der Erdoberfläche, die sich bis in eine Höhe von etwa 500 Kilometern und somit bis an den Rand des Weltraums erstreckt.
- Bietet Schutz vor Strahlung, die von der Sonne ausgeht.
- Besteht aus Gasen wie Stickstoff, Sauerstoff, Argon usw.



Quelle: NASA

Relative Luftfeuchtigkeit (RH)

- Bezeichnet die Menge an Wasserdampf in der Atmosphäre (Luftfeuchtigkeit) im Verhältnis zu der maximal möglichen Wassermenge in der Atmosphäre bei gleicher Temperatur.
- Beeinflusst das Erwärmen und Abkühlen der Luftmassen.
- Der Sättigungsdampfdruck warmer Luftmassen liegt höher als der von kalten, daher kann warme Luft mehr Wasserdampf speichern.
- Wasserdampf hat von allen Treibhausgasen in der Atmosphäre den größten Einfluss.
- Die spezifische Luftfeuchtigkeit gibt Aufschluss über die aktuelle Menge an Wasserdampf in der Luft.

Aerosole

Lufttemperatur

Albedo

Luftdruck

Wolken

Niederschlag

Relative Luftfeuchtigkeit

bodennahes Ozon

Oberflächentemperatur

Verdunstung

Wind

Weshalb wird die relative Luftfeuchtigkeit gemessen?

Die relative Luftfeuchtigkeit wird gemessen, um...

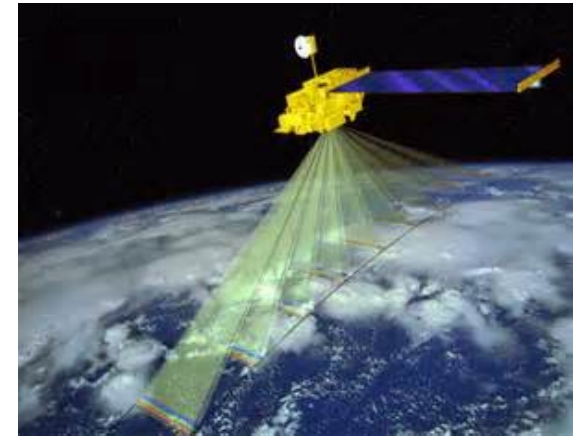
- Muster hinsichtlich ihrer Veränderung zu erkennen.
- Jahreszeitliche Veränderungen der relativen Luftfeuchtigkeit zu verstehen.
- Daten zur Klimaveränderung erfassen zu können.
- Den globalen Wasserkreislauf nachzuvollziehen.
- Eine Klassifizierung in aride (trockene) und humide (feuchte) Gebiete vorzunehmen.
- Nachzuvollziehen wann sich Wolken bilden und wann es zu Niederschlag kommt.
- das Wetter und die Veränderung des Klimas auf unserem Planeten besser verstehen zu können.
- Den Einfluss auf das Erwärmen und Abkühlen der Luftmassen zu verstehen.

Messungen mit Satelliten

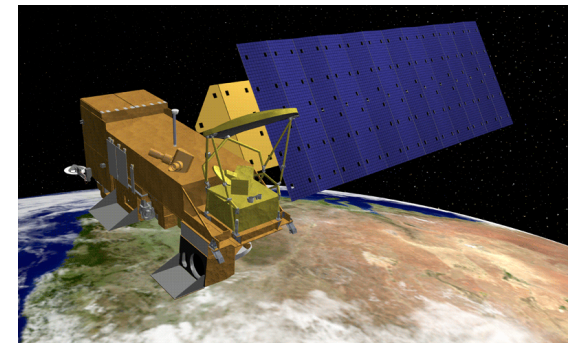
MODIS (**M**oderate Resolution **I**maging **S**pectroradiometer)

- Schlüsselinstrument der TERRA und AQUA Satelliten
- Nimmt die gesamte Erdoberfläche alle 1 bis 2 Tage auf
- Hilft beim Verständnis der globalen Prozesse der unteren Atmosphäre über dem Land und den Meeren

Das tagesaktuelle MODIS-Image kann [hier](#) abgerufen werden.



NASA's Terra-Satellit



NASA's Aqua-Satellit

GLOBE unterstützt die Arbeit von Wissenschaftlern

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

- **Wetter**

(Lufttemperatur, Regen, Luftfeuchtigkeit, Wolkenformationen, ...)

- **Klima**

(durchschnittliche und extreme Zustände der Atmosphäre)

- **Energiebilanz**

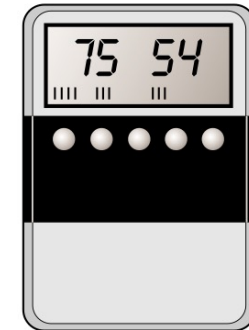
(Wechselwirkung zwischen Erdoberfläche und Atmosphäre)

- **Zusammensetzung der Atmosphäre**

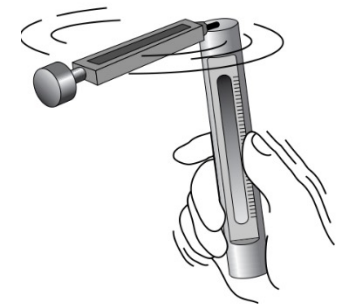
(Spurengase und Partikel in der Luft)

Benötigte Instrumente und Materialien

Instrumente	Digitales Hygrometer oder Schleuderpsychrometer (mit Anzeige), Kalibriertes Thermometer, (Mess-)Uhr
Datenblatt	Datenblatt zur Untersuchung der Atmosphäre
Zeitpunkt	Zur Zeit des örtlichen Sonnenhöchststandes (solarer Mittag), +/- 1 Stunde
Standort	Wetterhütte
Sonstiges	Notizbuch zur Datenerfassung sowie Computer mit Internetzugang zur Datenübermittlung



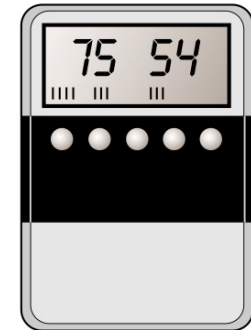
Digitales Hygrometer



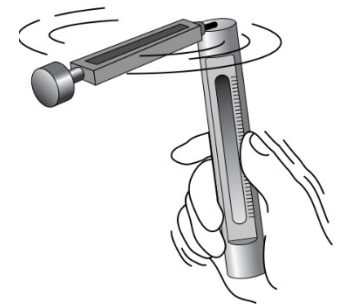
Schleuderpsychrometer

Benötigte Instrumente und Materialien

- Das digitale Hydrometer bietet sich an, wenn die Schülerinnen und Schüler wenig Zeit zum Messen der relativen Luftfeuchtigkeit haben
- Das Schleuderpsychrometer benötigt hingegen mehr Zeit, aktiviert die Schülerinnen und Schüler allerdings mehr als das digitale Hydrometer



Digitales Hydrometer



Schleuderpsychrometer

Beide Messinstrumente liefern für Wissenschaftler, Lehrkräfte und SchülerInnen nutzbare Messdaten. Die Auswahl des Messinstrumentes sollte daher von den Lehrkräften und den SchülerInnen gemeinsam entschieden werden.

Wetterhütte

- Das Hygrometer etwa 30 Minuten in der Wetterhütte ruhen.
- Die Wetterhütte sollte sich in einem offenen, gut zugänglichen Gebiet ohne Hindernisse, z. B. Bäume oder Gebäude, befinden.
- Die Wetterstation sollte sowohl von innen als auch von außen nicht verunreinigt sein.



Schülerinnen und Schüler an einer Wetterhütte

Atmosphären-Datenblatt

Die Daten werden direkt in das Datenblatt eingetragen.

Wichtig sind auch folgende Informationen:

- Name der Schule
- Messstandort
- Beobachtername
- Datum und Uhrzeit (Ortszeit oder UTC)

Atmosphere Investigation

Integrated 1-Day Data Sheet * Required Field

School Name: _____ Study Site: _____

Observer names: _____

Date: Year _____ Month _____ Day _____ Universal Time (hour:min): _____

Air Temperature

Current Temperature (°C): _____

Maximum Temperature (°C): _____ (record only when collected at Local Solar Noon)

Minimum Temperature (°C): _____ (record only when collected at Local Solar Noon)

Comments: _____

Barometric Pressure

(Check one): ☐ Sea Level Pressure ☐ Station Pressure

Pressure (mb): _____

Comments: _____

Relative Humidity

(Select instrument used):

☐ Sling Psychrometer	☐ Digital Hygrometer
Dry bulb temperature (°C): _____	Ambient air temperature (°C): _____
Wet bulb temperature (°C): _____	Relative Humidity (%): _____

Comments: _____

Precipitation (record only when collected at Local Solar Noon)

Days of accumulation: _____

Rainfall select one: ☐ Measurable ☐ Trace ☐ Missing
(if measurable is selected, complete the following fields)

Accumulation (mm): _____

Rain pH Measured With (select one): ☐ pH Paper ☐ pH Meter

pH of Rain: _____ (pH measurements only allowed when liquid amount is 3.5 mm or more)

Comments: _____

GLOBE® 2014 Appendix - 10 Atmosphere

Messung mit dem digitalen Hygrometer

1. Etwa eine Stunde um den lokalen Sonnenhöchststand wird das Hygrometer in dem Wetterhäuschen für eine halbe Stunde platziert.
2. Nach einer halben Stunde sollte zunächst die Uhrzeit (lokal und UTC) und das Datum auf dem Datenblatt festgehalten werden.
3. Ablesen der relativen Luftfeuchtigkeit mit einer Genauigkeit von 1% und festhalten des genutzten Instruments.
4. Ablesen der aktuellen Lufttemperatur.
5. Das Hygrometer anschließend im Klassenraum an einem sicheren und vor allem trockenen Platz lagern.

Wann sollten keine Messungen durchgeführt werden?

- Bei Regen oder Nebelbildung wird eine relative Luftfeuchtigkeit von 100 % angegeben. Im Kommentarfeld wird zusätzlich der Hinweis „Kondensation findet statt“ vermerkt.



Messung mit dem Schleuderpsychrometer

1. Sicherheitsabstand zu Personen, Wetterstation oder Hindernissen beachten, damit diese nicht durch das Schleuderpsychrometer getroffen werden. Die Messung sollte im Schatten durchgeführt werden. Sofern dies nicht möglich ist, sollte ein möglichst schattiger Ort in direkter Nähe zur Wetterstation aufgesucht werden.
2. Das Schleuderpsychrometer sollte möglichst weit vom Körper gehalten werden, sodass der Einfluss der Körperwärme möglichst gering gehalten wird und damit die Temperaturangabe nicht verfälscht wird. Dies ist besonders wichtig, wenn es kalt ist. Der Temperaturfühler des Psychrometers darf nicht berührt werden und auch nicht angeatmet werden. Dies würde die Messung beeinflussen.
3. Das Schleuderpsychrometer wird geöffnet, indem der Schieberegler mit den zwei Thermometern ausgeklappt wird.
4. Drei Minuten warten, damit das Thermometer die aktuelle Temperatur angibt und anschließend die Temperatur von dem trockenen Kolben (ohne Docht) auf $0,5^{\circ}\text{C}$ genau ablesen. Wichtig: Um die Temperatur genau abzulesen, sollte sich die Säule auf Augenhöhe befinden.

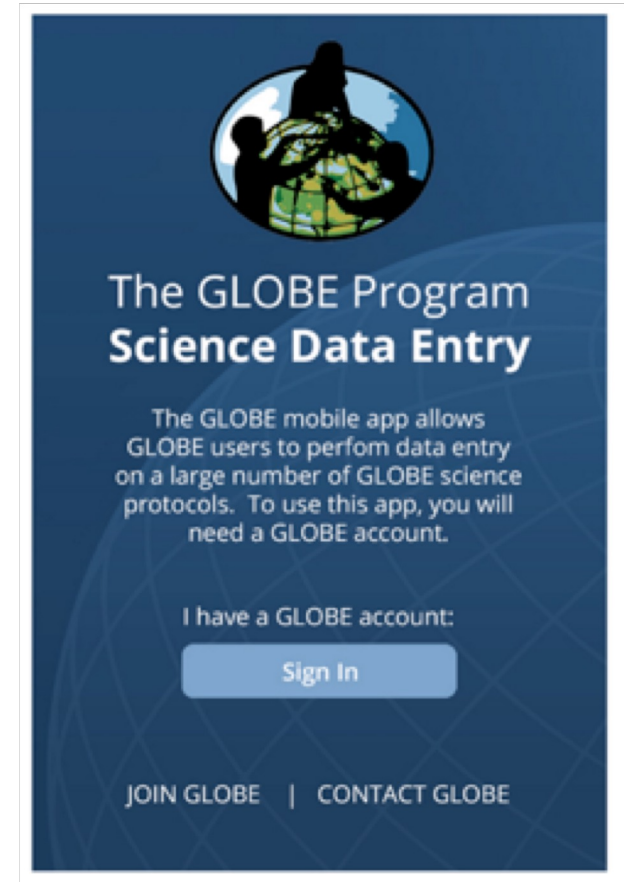
Messung mit dem Schleuderpsychrometer

5. Notieren der Temperatur an dem trockenen Kolben.
6. Überprüfen, ob in dem Behältnis noch destilliertes Wasser vorhanden ist. Andernfalls muss dieses mit destilliertem Wasser aufgefüllt werden.
7. Schleudern des Schleuderpsychrometers für 3 Minuten.
8. Das Psychrometer von alleine ausschwingen lassen und nicht mit der Hand oder ähnlichem anhalten.
9. Ablesen der Temperatur an dem feuchten Kolben (mit Docht) mit einer Genauigkeit von $0,5^{\circ}\text{C}$.
10. Temperatur des feuchten Kolbens auf dem Datenblatt vermerken.
11. Mit einem „psychrometric chart“ oder einer Skala, die bei vielen Psychrometern mitgeliefert wird, die relative Luftfeuchtigkeit bestimmen. Es ist auch möglich diese Angabe auszulassen, sodass GLOBE den genauen Wert bestimmt.
12. Wenn die Messung durchgeführt wurde, sollte das Instrument zusammengepackt werden und zurück in die Wetterstation gelegt werden.

Übermittlung der Daten an GLOBE

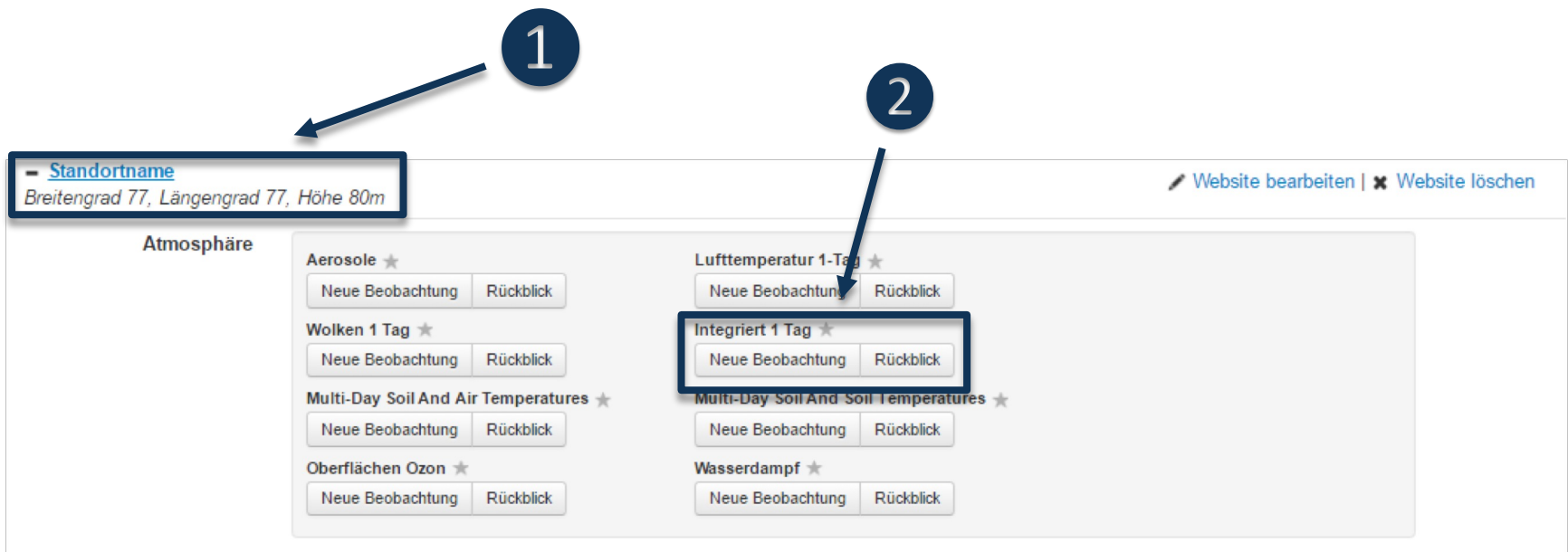
Es gibt drei verschiedene Möglichkeiten, um Messergebnisse in die Datenbank von GLOBE einzupflegen:

- 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.



The screenshot shows the GLOBE website interface for data entry. At the top, there is a header with the GLOBE logo and navigation links. Below the header, there is a section for selecting a measurement location. A blue circle with the number 1 points to the location selection field, which contains the text "Standortname" and "Breitengrad 77, Längengrad 77, Höhe 80m". To the right of this field, there are two links: "Website bearbeiten" and "Website löschen". Below the location selection field, there is a section titled "Atmosphäre" (Atmosphere). This section contains several measurement categories, each with a "Neue Beobachtung" (New Observation) button and a "Rückblick" (Review) button. The categories are: Aerosole, Wolken 1 Tag, Multi-Day Soil And Air Temperatures, Oberflächen Ozon, Lufttemperatur 1-Tag, Integriert 1 Tag, Multi-Day Soil And Soil Temperatures, and Wasserdampf. A blue circle with the number 2 points to the "Neue Beobachtung" button for the "Integriert 1 Tag" category.

Dateneingabe über die GLOBE Homepage

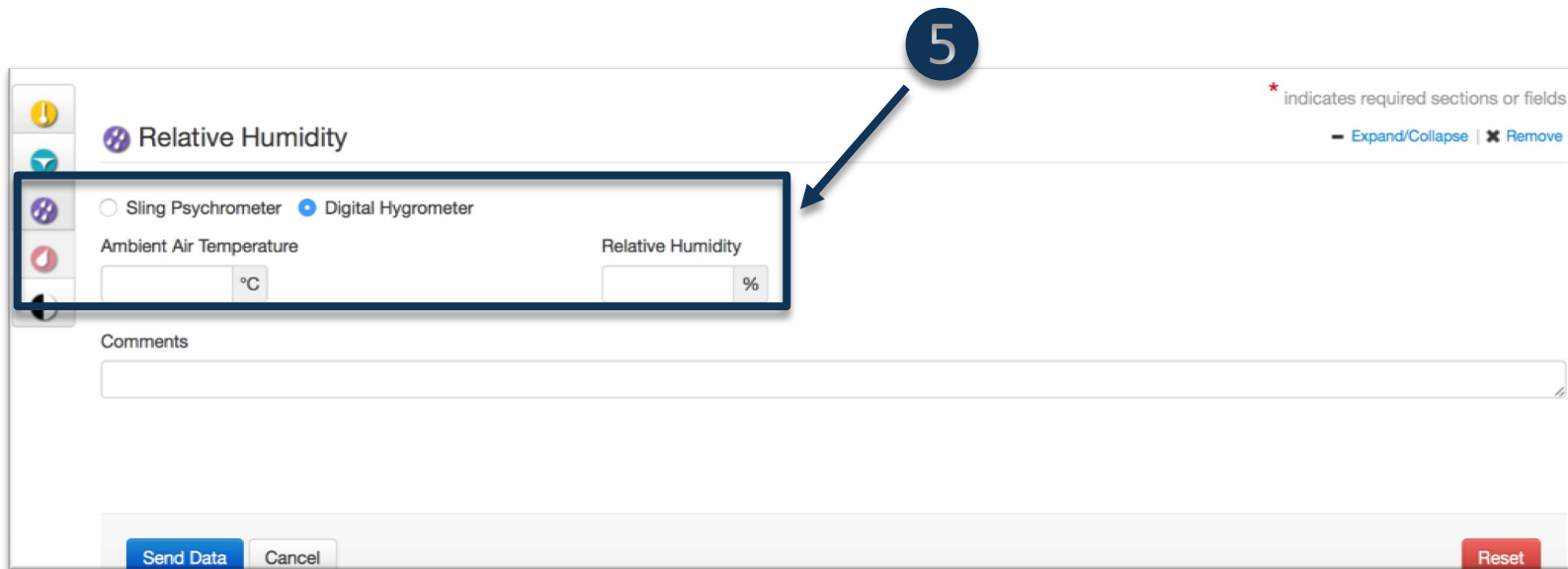
- Datum und Uhrzeit der Messung werden angegeben ③.
- Das Symbol für die **relative Luftfeuchtigkeit** wird ausgewählt ④.

The screenshot shows the GLOBE Science Data Entry interface. At the top, a blue header contains the text "Integriert 1 Tag *selbst entwickelt*". Below this, a form for entering observation data is shown. A blue box highlights the date and time input fields, which are set to "2016-06-16" and "10:06". A blue arrow points from the number "3" to this box. Below the date and time fields, there are radio buttons for "UTC" (selected) and "Local". A blue link "Sehe die aktuelle UTC-Zeit" is visible. Below the date and time fields, the text "Deine UTC-zeit übertragen zu lokaler Zeit (tzAbAbr) ist 2016-06-16 12:06" is displayed. Below this, the text "Sonnenhöchststand: 6:52 UTC" is shown. Below the text, a warning message states: "Niederschlag und max / min Temperaturen können nicht eingegeben werden, da die Zeit der Beobachtung nicht innerhalb von 1 Stunde zum Sonnenhöchststand stattfand".

Below the date and time fields, there is a green box containing instructions and a list of measurement icons. The instructions are: "Benutzen Sie die Schaltflächen links, um auszuwählen, welche Messungen Sie in die GLOBE Science Datenbank eintragen möchten." and "Betätigen Sie den 'Send Data' Knopf, wenn Sie fertig sind". Below the instructions, there is a list of measurement icons: "Icon - Schlüssel" (a key icon), "Lufttemperatur" (a thermometer icon), "Luftdruck" (a barometer icon), "Relative Luftfeuchtigkeit" (a water droplet icon), "Precipitation" (a rain cloud icon), and "Cloud" (a cloud icon). A blue box highlights the "Relative Luftfeuchtigkeit" icon, and a blue arrow points from the number "4" to this box. Below the green box, there are three buttons: "Daten senden", "löschen", and "zurücksetzen".

Dateneingabe über die GLOBE Homepage

- Die gemessene relative Luftfeuchtigkeit sowie die zugehörige Minimal- und Maximaltemperatur und das ausgewählte Messinstrument werden in die Maske eingetragen. ⑤
- **Hinweis:** Sofern für den Vortag keine Messung vorliegt, können auch keine Minimal- oder Maximaltemperaturen eingetragen werden.



The screenshot shows the 'Relative Humidity' data entry form. A blue circle with the number 5 and an arrow points to the 'Digital Hygrometer' radio button. The form includes the following elements:

- Relative Humidity** (Section Header)
- Measurement Type:** ☐ Sling Psychrometer, ☒ Digital Hygrometer
- Ambient Air Temperature:** Input field with a °C unit.
- Relative Humidity:** Input field with a % unit.
- Comments:** Text area for additional notes.
- Buttons:** 'Send Data' (blue), 'Cancel' (grey), and 'Reset' (red).

A red asterisk (*) indicates required sections or fields. Links for 'Expand/Collapse' and 'Remove' are also present.



Visualisieren der Daten

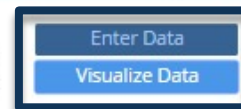
- Auf www.globe.gov wird das Visualization System aufgerufen ①.



RECENT MEASUREMENTS



Chumphae suksa school, Thailand, Aerosols, Measured on: 2016-06-24



Latest News and Events

NEWS EVENTS CAMPAIGNS



Former GLOBE Students: Register as a GLOBE Alumnus! Staying Connected Made Easy!
20 June 2016

GLOBE ON SOCIAL



Happy #NationalHydrationDay! Learn all about water, here: <https://t.co/0zOzOrd4kc> #Hydrosphere



Visualisieren der Daten

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



RECENT MEASUREMENTS

Chumphae suksa school, Thailand, Aerosols, Measured on: 2016-06-24

Latest News and Events

NEWS EVENTS CAMPAIGNS

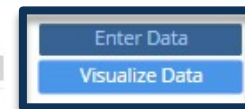


Former GLOBE Students: Register as a GLOBE Alumnus! Staying Connected Made Easy!
20 June 2016

GLOBE ON SOCIAL

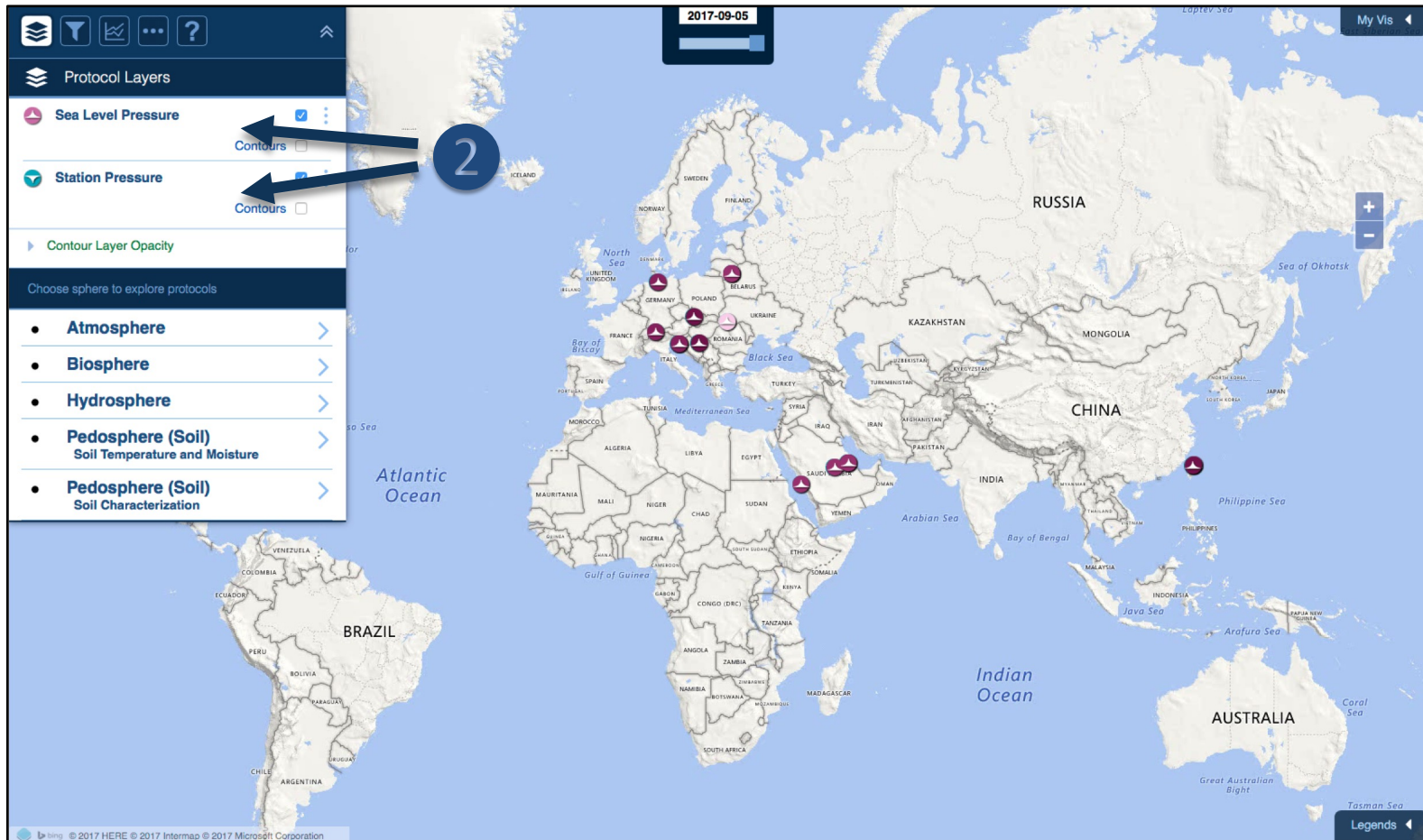


Happy #NationalHydrationDay! Learn all about water, here: <https://t.co/0zOzOrd4kc> #Hydrosphere



Visualisieren der Daten

- Die Daten zum Luftdruck werden als Ebene eingefügt ②.





Mögliche Forschungsfragen

- Wie hängt die relative Luftfeuchtigkeit mit der Lufttemperatur zusammen?
- Gibt es andere GLOBE-Standorte mit der selben geographischen Breite ,die näher oder weiter entfernt von größeren Wasserkörpern liegen? Wie ist dort die relative Luftfeuchtigkeit und gibt es einen Zusammenhang in Bezug auf die Lang der Orte?
- Beeinflusst die relative Luftfeuchtigkeit andere nicht-atmosphärische Teile der lokalen Umwelt? Wenn ja, wie?
- Zu welchem Zeitpunkt am Tag ist die relative Luftfeuchtigkeit am höchsten bzw. an niedrigsten?
- Gibt es einen Zusammenhang der relativen Luftfeuchtigkeit mit den Phänologie-Beobachtungen?

Wiederholung

- 1) Was ist die relative Luftfeuchtigkeit?
- 2) Wieso ist es wichtig die relative Luftfeuchtigkeit zu messen?
- 3) Womit kann man die relative Luftfeuchtigkeit bestimmen?
- 4) Wo sollten die Instrumente platziert werden?
- 5) Wann sollten die Messungen durchgeführt werden?
- 6) Welches Datenblatt muss benutzt werden?
- 7) Wie misst man die relative Luftfeuchtigkeit?
- 8) Wie gibt man die Daten bei GLOBE ein?
- 9) Was für mögliche Forschungsfragen kann man mit den eigenen Daten und denen aus der GLOBE-Datenbank genauer untersuchen?
- 10) Welcher Daten-Layer muss beim visualisieren der Daten hinzugefügt werden?

Häufig gestellte Fragen (FAQ)

Warum gibt es zwei verschiedene Methoden, um die relative Luftfeuchtigkeit zu bestimmen?

- Es gibt zwei Methoden damit die Schülerinnen und Schüler mit dem Lehrer gemeinsam überlegen, wie lange die Untersuchung dauern soll. Eine Methode ist komplexer als die andere. Beide Methoden liefern jedoch Messergebnisse, die für GLOBE sinnvoll sind.

Warum muss das Hygrometer immer wieder zum Messstandort mitgebracht werden und 30 Minuten in diesem ruhen?

- Die empfindliche Elektronik des Hygrometers darf dem Kondenswasser nicht lange ausgesetzt werden. Es sollten daher Situationen vermieden werden, in denen sich Kondenswasser bilden kann (z. B. Nebel oder Niederschläge). Ist dies der Fall ist, sollte eine relative Luftfeuchtigkeit von 100% angegeben werden.

Häufig gestellte Fragen (FAQ)

Bei der Definition der trockenen und der feuchten Kolben gibt es die Taupunkttemperatur. Was ist das?

- Die Taupunkttemperatur ist die Temperatur, auf die die Luft abgekühlt werden muss, um eine Sättigung ($RH = 100\%$) mit dem aktuellen Wassergehalt zu erreichen. Der Taupunkt ist ein Maß für den tatsächlichen Wasserdampfgehalt. An ruhigen, klaren Nächten fällt die Temperatur schnell auf den Taupunkt. Wenn sich kein Tau bildet, so kann es dann zur Nebelbildung kommen. Wenn dieser sich bildet, wird die Taupunkttemperatur fallen, weil es weniger Wasserdampf in der Luft gibt.

Wieso kann man das Schleuderpsychrometer nicht nutzen, wenn die Temperatur unter dem Gefrierpunkt liegt?

- Das Verhältnis zwischen Verdunstungsrate und Temperatur ist unter dem Gefrierpunkt komplexer als über diesem. Es gibt aber auch weitaus teurere Schleuderpsychrometer, die unter dem Gefrierpunkt funktionieren.

Häufig gestellte Fragen (FAQ)

Wie genau sind die Angaben zu der relativen Luftfeuchtigkeit, verglichen mit teureren Geräten?

- Der Hygrometer bestimmt die relative Luftfeuchtigkeit mit einer Abweichung von 2 – 4 %. Das Schleuderpsychrometer hat eine Genauigkeit von etwa 0,5 °C, insofern die Kalibrierung der Thermometer korrekt ist. Somit ist im gängigen Bereich einer relativen Feuchtigkeit von 20 – 95 % eine Abweichung von weniger als 5 % gegeben.

Das Reservoir an dem feuchten Kolben meines Psychrometers ist gebrochen. Kann man das Instrument dennoch benutzen?

- Ja, die Endklappe des Behälters, die den Docht innen hält, kann brüchig werden. Man kann das Instrument weiterhin nutzen, allerdings sollten Reparaturarbeiten durchgeführt werden. So hilft es mit Pappe das Ende abzukleben, sodass der Docht weiter nach innen gehalten wird.

Häufig gestellte Fragen (FAQ)

Gibt es eine besondere Art und Weise auf die das Psychrometer gelagert werden sollte?

- Es bietet sich an, das Psychrometer in einem doppelwandigen Gefäß aufzubewahren, sodass das Thermometer nicht durch die geringeren Temperaturen am Boden beeinflusst wird.

Ergänzende Informationen

- [GLOBE Lernaktivitäten](#) (in englischer Sprache)
- Informationen, Daten und Lernaktivitäten der NASA zu den Bereichen [Wetter und Klima](#) (in englischer Sprache)
- [Bezugsquellen für Messinstrumente](#) (in englischer Sprache)



Über diese Folien

Autoren Kevin Czajkowski
Janet Struble
Mikell Lynne Hedley
Sara Mierzwiak

Fotos Kevin Czajkowski

Unterstützung



Deutsche Bearbeitung

