

# Kurzvorstellung

Würzburg 27. Oktober 2023

# Unsere Idee

- Solar for Schools Bildung wurde am Gründonnerstag 2021 gegründet, mit dem Ziel die Nutzung von Solarenergie durch praktische Lehrmittel zu veranschaulichen und begreifbar zu machen.
- Wir entwickeln lehrplanorientierte Lehrinhalte und Workshops für alle Schularten, Jahrgangsstufen und Fächer - von MINT bis Geografie und Ethik. Unsere PV-Lernspiele und -Experimente stehen dabei als Lehrmittel im Zentrum.
- Wir möchten unseren Kindern das Werkzeug liefern, mit dem sie sich ein solides Wissensfundament im Bereich Nachhaltigkeit und Klima aufbauen können.

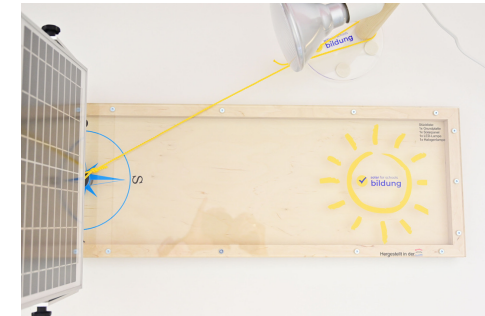
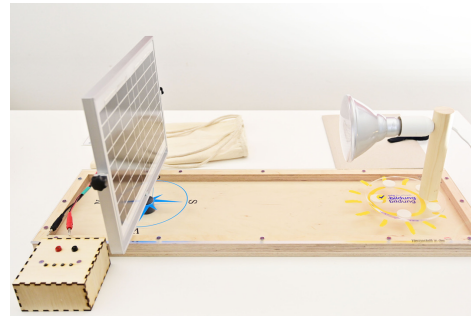
Die Energiewende sollte in den Köpfen der Menschen stattfinden, nicht nur auf den Dächern und Feldern

# Unser Team

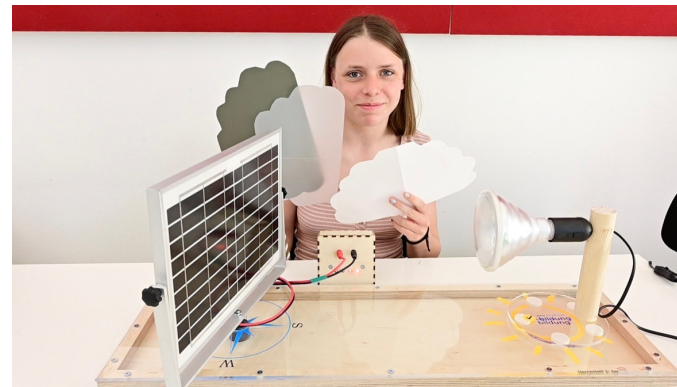


# Lehrmittel

# PV-Lernspiel

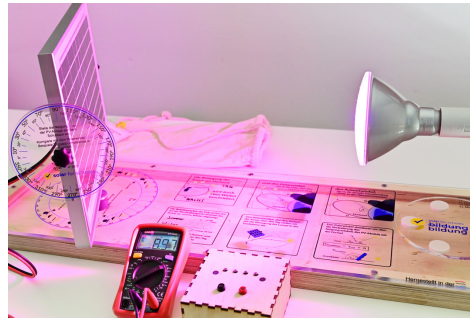


## PV-LERNSPIEL KURZBESCHREIBUNG



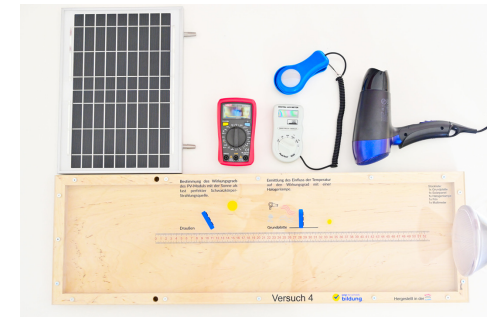
Lehrmittel

# PV-Experimente-Set



## PV-EXPERIMENTE-SET

### KURZBESCHREIBUNG



# Vorspann für Anleitungsvideos



[https://www.dropbox.com/scl/fi/m9w5e7sqxz164dhvlzxud/20231028\\_Solar-for-Schools-Bildung-Experimente-Trailer-social-HD-1080p.mp4?rlkey=hai0us3dq0rqkwxip7loh8gve&dl=0](https://www.dropbox.com/scl/fi/m9w5e7sqxz164dhvlzxud/20231028_Solar-for-Schools-Bildung-Experimente-Trailer-social-HD-1080p.mp4?rlkey=hai0us3dq0rqkwxip7loh8gve&dl=0)



# PV-Lehrmittelanlage (in Entwicklung)

## Lieferumfang

- 2 Photovoltaik-Module
- Unterkonstruktion für Bodenaufstellung
- Wechselrichter
- Datenerfassung
- GSM-Modul
- 50m Anschlusskabel

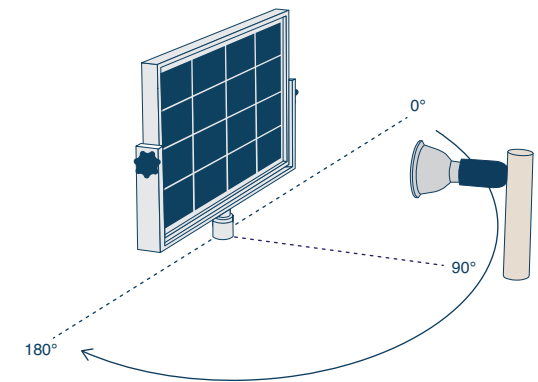




# Lehrinhalte

# Übersicht

- ab Jahrgang 5 II Ethik II Künstliche Füllhörner II Knappheit II Das Füllhorn Sonne
- Jahrgang 3,4 II Sachkunde II Elektrizität! Verwendung im Alltag vor 150 Jahren bis Heute
- Jahrgang 3,4 II Sachkunde II Energiequellen! Woher kommt der Strom?
- Jahrgang 4,5 II Physik II Grundverständnis Energieverbrauch
- Jahrgang 4,5 II Physik II Photovoltaik-Livestream
- Jahrgang 8,9 II Physik II Untersuchungen an PV-Zellen
- Jahrgang 11,12 II Mathematik II Integralrechnung mit PV-Live-Daten
- Jahrgang 5-10 II Geografie II Woraus besteht eine PV-Anlage
- Jahrgang 8-10 II Chemie II Solarer Wasserstoff



# Integralrechnung mit PV-Live-Daten

Kurzbeschreibung des PV-Fitting-Interface



## Handbuch PV-Fitting-Interface

### „Nützliche“ Integralrechnung?

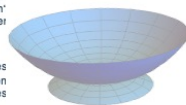
Unser pädagogisches Konzept und Umsetzung in Software

Die Physik und Ingenieurwissenschaften leben von Integration. Integration ist ein elementares Werkzeug der Infinitesimalrechnung, dass Mengen, Wahrscheinlichkeitsräumen und Funktionen „Volumen“ zuordnet. Darüber hinaus ist die Integralrechnung fundamental mit der „Änderung“ kontinuierlicher Funktionen verknüpft.

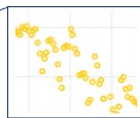
So lässt sich im Erststudium eines MINT-Fachs das Volumen eines Rotationskörpers durch Integration (und Wahl eines geeigneten Koordinatensystems) einfach finden – Das ist ein Beispiel des praktischen Nutzens der Integration.

Integration beschränkt sich natürlich nicht nur auf geometrische Figuren. Auch in einheitenbehafteten Räumen hat die Integration einen realitätsnahe und praktische Interpretation.

Photovoltaik-Anlagen sind aufgrund ihrem vielfältigen Einsatz ein nicht wegzudenkendes Element einer erfolgreichen Energiewende. Die meisten PV-Anlagen haben interne Datenlogger, die die gewonnene Leistung der Anlage in gewissen Zeitabständen sampeln. Ein typischer Graph schaut wie folgt aus:



1. Abb.: Eine Obstschale als Rotationskörper eines Polynoms



Kurzbeschreibung des



2. Abb.: Typische Leistungspunkte einer PV-Anlage. In Gelb Erzeugung, in Blau Verbrauch.

Ein beliebiges Flächenelement hat die Einheit

$$[A] = [P] \cdot [t] = \text{Watt} \cdot \frac{1}{\text{s}} \cdot \text{s} = [E]$$

Leistung      Zeit      Watt      Joule      Energie

Das heißt, dass die Gesamtfäche unter der Kurve des Zeit-Leistung-Diagramms der gewonnenen Gesamtenergie entspricht. Ein realitätsnahes und zukunftsrelevantes Beispiel des Nutzens der Integralrechnung!

Aber wie integriert man eine Kurve von diskreten Datenpunkten? (Fernab von Näherungen wie der Simpsons Regel).

Man muss eine kontinuierliche Funktion finden, die den Datensatz beschreibt und ihn somit, bildlich gesprochen, „bearbeitbar“ macht.

Unsere Lösung: Das PV-Fitting-Interface. Schüler:innen können verschiedene mathematische Modelle auswählen um die „Lücken im Datensatz zu füllen“. Das Python-Skript im Hintergrund erledigt den Rest. Die Schüler:innen können sich darauf konzentrieren, welche mathematische Funktion am besten auf ihren Datensatz passt und können anschließend, je nach Niveau, den gefundenen Funktionsterm integrieren, um die Gesamtenergie zu berechnen.

Kurzbeschreibung des PV-Fitting-Interface



### Zugriff auf das Fitting Interface

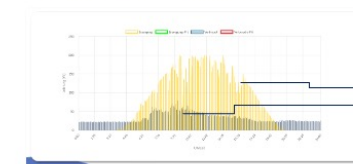
Geben Sie hier Ihre ID ein: ●●●●

Um auf das Fitting Interface zugreifen zu können, geben Sie die ID ein, die Sie von uns bekommen haben. Anschließend wird Ihre Arbeitsfläche initialisiert.



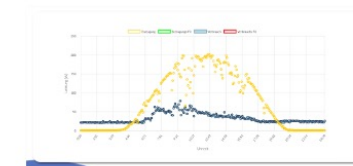
Auf der linken Seite sind die Menü-Unterpunkte hellblau schattiert. Die wichtigsten Unterpunkte sind 1 und 2. 3 ist die Datumsauswahl. Es werden zu diesem Datum Daten angezeigt und bearbeitet.

### Die wichtigsten Untermenüs: „Übersicht“ und „Fitting“



Menü-Unterpunkt 1: „Übersicht“. Es werden Leistungsdaten des ausgewählten Tages im Plot-Typ „Balken“ gezeigt.

Erzeugungsdaten  
Verbrauchsdaten



Menü-Unterpunkt 2: „Fitting“. Der Plot-Typ wird zu „Punkt“ gewechselt und das Einstellungsmenü zum Fit wird aufgeklappt.

# Integralrechnung mit PV-Live-Daten

Kurzbeschreibung des PV-Fitting-Interface



## Die Einstellungen zum Fit



Auf der rechten Seite 4 befinden sich Einstellungen. Dazu gehören die Auswahl der Funktion, die an den Erzeugungsdaten und an den Verbrauchsdaten gefittet werden soll.

In der derzeitigen Version werden nur Tagessätze (keine Wochenaggregate) beschrieben. Verbrauchsdaten können mit folgenden Funktionen gefittet werden:

$$g(x) = \sum_{i=0}^8 b_i x^i \quad \text{Polynomfunktion Grad 0-8}$$

Erzeugungsdaten können mit folgenden Funktionen gefittet werden:

$$f(x) = m \cdot x + t \quad \text{Lineare Funktion}$$

$$f(x) = ax^2 + bx + c \quad \text{Quadratische Funktion}$$

$$f(x) = a \cdot e^{-b(x+c)^2} + d \quad \text{Gauss-Ähnliche Funktion}$$

Sowie mit den restlichen Polynomen vom Grad drei bis zehn.

Sind Sie mit Ihren Einstellungen zufrieden, führen Sie den Fit durch, indem Sie auf den Button drücken:



5: Der Fit-Button

© 2023 Solar für Kinder Bildung gGmbH Version 01

4

Kurzbeschreibung des PV-Fitting-Interface



## Ergebnis



Letztendlich erscheinen im Plot die gefitteten Funktionen und im Bereich 6: Ergebnisse Daten zu den ausgewählten Einstellungen und dem Fit-Prozess, wie z.B. der letztendliche Funktionsterm, der integriert werden kann.

Ergebnisse

- Energie Kontrollergebnis 1729.25 Wh
- Abweichung des Integrals 4.73 %
- x: Nullstellen 4.21 h (links) und 20.26 h (rechts)
- Grenzen Fitintervall 3.83 h (links) und 20.58 h (rechts)

$$f(x) = a \cdot \cos(bx + c) + d$$

$a = -139$   
 $b = +0.235$   
 $c = +6.55$

$$g(x) = 0.01x^3 - 0.06x^2 + 9.8x + 7$$

$a = +0.01$   
 $b = -0.6$   
 $c = +9$

Die Energiemenge, die sich ergibt, wenn man die Erzeugungskurve als Treppenfunktion nähert. Eine Treppe hat die Länge eines fünf Minuten Intervalls. Die Höhe der Treppe ist gegeben durch den y-Wert des Datenpunkts, der sich in diesem Intervall befindet.

Die Differenz zwischen dem „Kontrollergebnis“ und dem Integralwert, dividiert durch das Kontrollergebnis. Der Integralwert wird hier mittels der ausgewählten Funktion numerisch berechnet. Die Ober- und Untergrenze für die Integration sind die „Grenzen Fitintervall“.

Numerisch berechnete „Nullstellen“ der Funktion. Keine Berechnung für Polynome von Grad kleiner gleich zwei.

Das Zeit-Intervall, in dem der Computer den Fit berechnet. Entspricht ca. der Zeit des Sonnenaufgangs und Sonnenuntergangs.

Funktionsterm und Parameter für Erzeugung  $f(x)$  und Verbrauch  $g(x)$ .

Lege eine Kopie der Parameter in die Zwischenablage ab.

© 2023 Solar für Kinder Bildung gGmbH Version 01

5

<https://www.solarbildung.org/live-solar-data>

