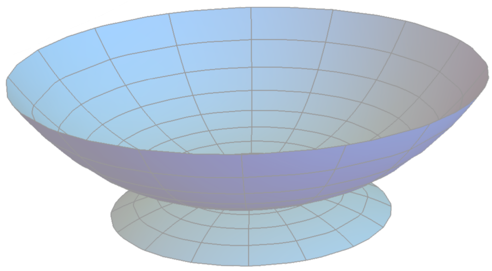
Solar for schools Bildung

Handbuch PV-Fitting-Interface

„Nützliche“ Integralrechnung?

Unser pädagogisches Konzept und Umsetzung in Software

Die Physik und Ingenieurswissenschaften 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.

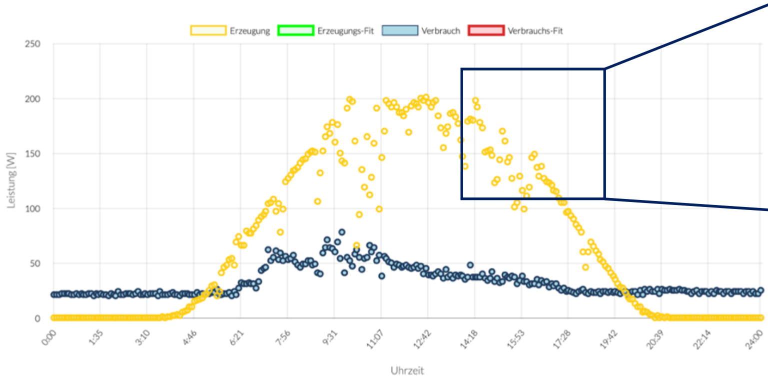


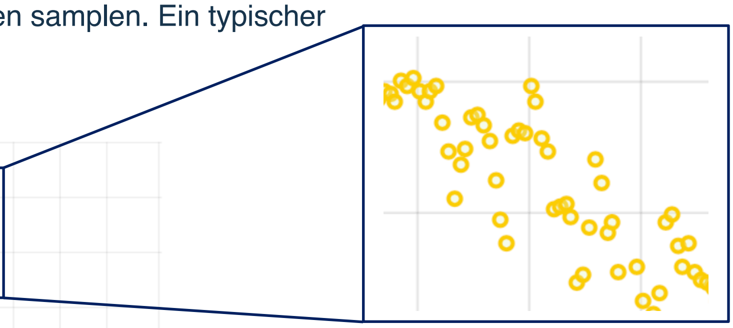
1. Abb.: Eine Obstschale als Rotationskörper eines Polynoms

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 eine realitätsnahe und praktische Interpretation.

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





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

Ein beliebiges Flächenelement hat die Einheit

$$\underbrace{[A] = [P]}_{\text{Leistung}} \cdot \underbrace{[t]}_{\text{Zeit}} = \underbrace{\mathrm{W}}_{\text{Watt}} \cdot \mathrm{s} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}} \cdot \mathrm{s} = \underbrace{\mathrm{J}}_{\text{Joule}} = \underbrace{[E]}_{\text{Energie}}$$

Das heißt, dass die Gesamtfläche 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 oder die Fläche elementargeometrisch berechnen, um die Gesamtenergie zu finden.

Solar for schools
Bildung

Beschreibung der Funktionalitäten und Q&A

1. **Wo finde ich das Fitting-Interface?**
   Unter dem Link https://www.solarbildung.org/bildung/fitting-interface .

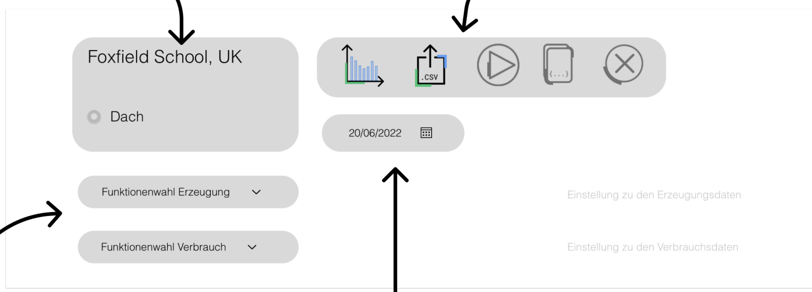
2. **Wie bekomme ich Zugriff?**
   A priori haben Sie Zugriff auf den Datensatz eines Tages über die auf der Web-Page aufgeführten Ausprobier-PIN. Bei Erwerb unserer Mathe-Stunde schicken wir Ihnen eine automatisierte E-Mail mit einer DEMO-ID, mit der nicht nur auf einen Tag, sondern auf ein ganzes Jahr (2022) einer Testschule zugegriffen werden kann. Haben Sie unsere Lehrmittelanlage erworben, so haben Sie von uns eine personalisierte PIN gekriegt, mit der Sie Ihre Daten im Fitting-Interface betrachten und analysieren können. Zeichnet der Datenlogger der Lehrmittelanlage keine Verbrauchsdaten mit, so zeichnen wir in das Fitting-Interface Standard-Verbrauchskurven ein.

3. **Aufbau des Fitting-Interface**

Allgemeine Informationen

Werkzeugleiste

Bereich 1



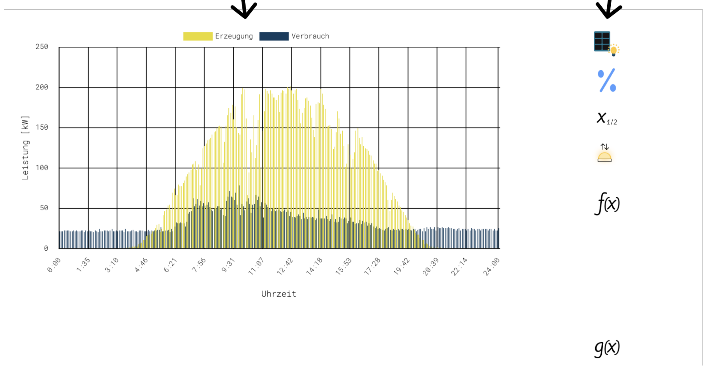
Funktionenauswahl
für Erzeugungsfit
und Verbrauchsfit

Kalenderelement

Diagramm: Zeigt
Datenpunkt + Fit-
Funktionen an

Ergebnis-Ecke

Bereich 2



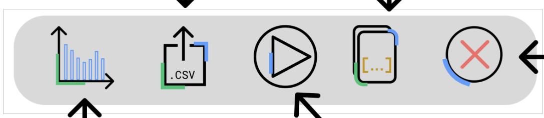
Solar for schools **Bildung**

4. Werkzeugleiste

Die Werkzeugleiste besteht aus fünf Elementen, mithilfe deren die Daten anders dargestellt, abgespeichert und die Fits erzeugt werden können.

Fitting-Daten kopieren:
- Liste der Erzeugungsparameter oder Verbrauchsparameter kopieren
- GeoGebra Code kopieren, mithilfe dessen die Daten in GeoGebra importiert werden können

Datenexport:
- Daten als .csv Datei herunterladen
- Bild des Diagramms als .png Datei herunterladen



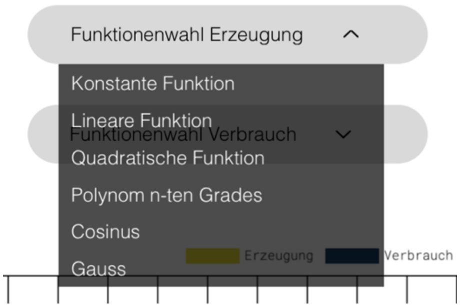
Einstellungen löschen

Darstellungsoptionen:
- Daten als Punktwolken oder Säulendiagramm darstellen
- Verbrauchsdaten sichtbar / unsichtbar schalten

Skript ausführen:
Den Fit ausführen

5. Funktionenauswahl

Es ist möglich folgende Funktionen für die Erzeugung zu fitten:



$$f(x) = m \cdot x + t$$

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

$$f(x) = a \cdot e^{-(bx+c)^2} + d$$

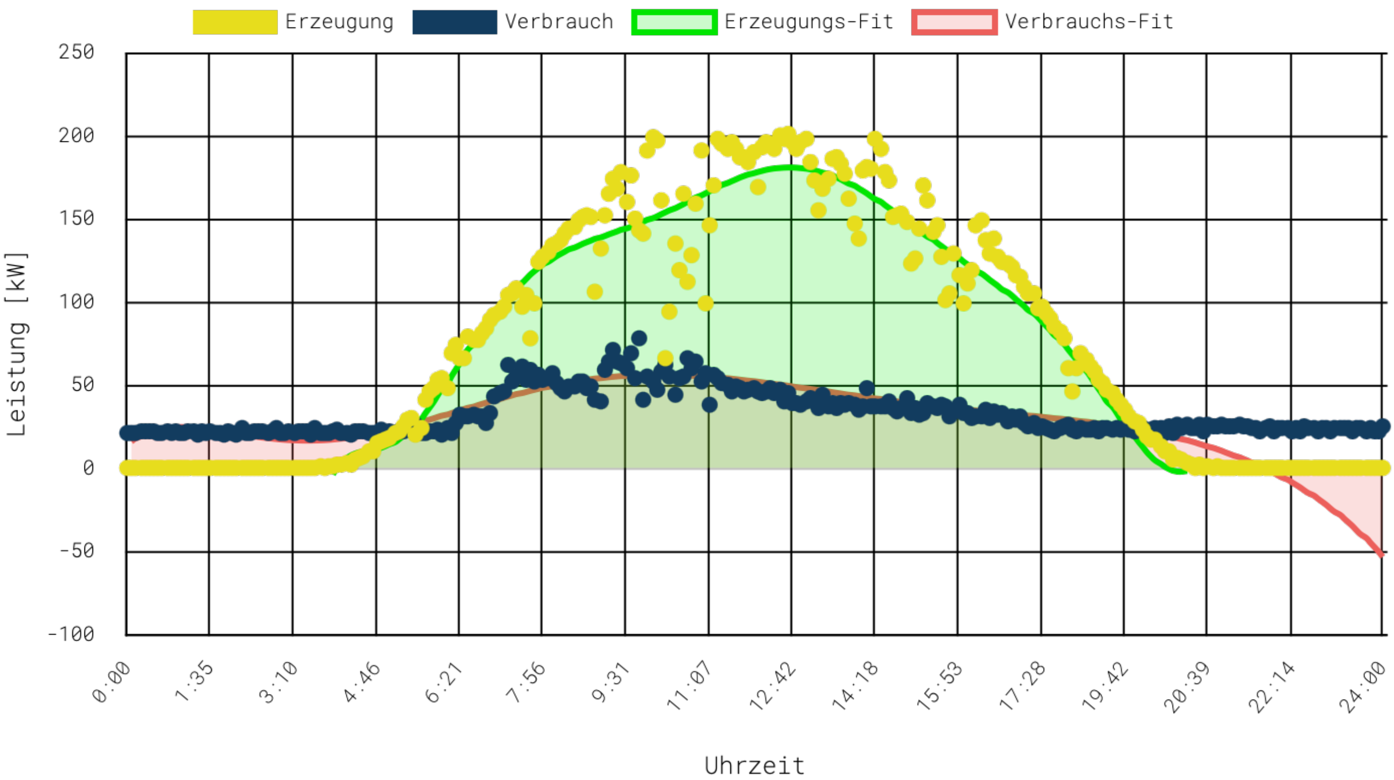
$$f(x) = \sum_{i=1}^{10} a_i x^i$$

Der Verbrauch lässt sich ebenfalls mit Polynomen des Grades null bis acht fitten.

$$g(x) = \sum_{i=1}^{8} a_i x^i$$

6. **Ergebnis-Plot**

Im Diagramm sind die Leistungspunkte der Erzeugung und des Verbrauchs eingezeichnet, als auch die jeweilig berechneten Fits.



7. **Ergebnis-Ecke**

Die Ergebnis-Ecke enthält zusätzliche Informationen, die aus dem Fit-Prozess hervorgehen.

Kontrollergebnis

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.

Abweichung

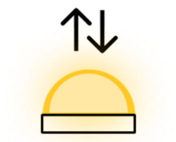
Die Differenz zwischen dem „**Kontrollergebnis**“ und dem Integralwert, dividiert durch das Kontrollergebnis.

Der Integralwert wird hier mittels der ausgewählten Funktion numerisch berechnet. Die Ober- und Untergrenze für die Integration sind die „**Grenzen Fitintervall**“.

$x_{1/2}$

Nullstellen

Numerisch berechnete Nullstellen der Funktion. Keine Berechnung für Polynome von Grad kleiner gleich zwei, da analytische Lösungen existieren.



Grenzen Fitintervall

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

$f(x)$

Funktionsterm f(x)

und Parameter für Erzeugung.

$g(x)$

Funktionsterm g(x)

und Parameter für Verbrauch.