

Ausblick (4 DS)

Eine Machbarkeitsstudie bezieht sich i.A. auf wirtschaftliche und rechtliche Faktoren. Im Schulfach NwT steht dieser Begriff aber für eine technische Machbarkeitsabschätzung, bei welcher Kosten nur am Rande eine Rolle spielen können. Vielmehr geht es darum, ob ein technisches Vorhaben unter geometrischen, energetischen, elektrischen, mechanischen, thermischen...Aspekten realisierbar ist und darum, dass die SchülerInnen ein Gefühl für Dimensionen bekommen. Solch eine Fragestellung eignet sich dann sehr gut für eine offene Klassenarbeitsaufgabe. (Dieses Aufgabenformat wird auch bei NwT-Abiturprüfungen ab 2021 vorkommen.)

Politische Entscheidung (2 DS)

Als Einstieg in die Unterrichtseinheit sollen die SchülerInnen drei Angebote von drei Firmen bewerten, die jeweils den Auftrag haben, eine Solaranlage für das Flachdach eines Feuerwehrgebäudes zu konzipieren.

Dazu machen sich die SchülerInnen zunächst anhand des Lernbausteins Energie 1 mit den grundlegenden Begrifflichkeiten von Energie und Leistung vertraut. (1 DS).

Dann schlüpfen Sie in die Rolle von Firmenvertretern und Gemeinderatsmitgliedern. Die 3 Vertretergruppen sichten jeweils ihr vorliegendes Angebot, um es nacheinander dem Gemeinderat vorzustellen. In einer anschließenden Sitzung soll sich dieser für ein Angebot entscheiden. Zum Abschluss verkündet und begründet der Bürgermeister öffentlich die getroffene Entscheidung.

Die Angebote thematisieren die Frage der Ausrichtung der Photovoltaik-Module ebenso wie die Frage nach dem Nutzen, den die Anlage entfalten soll, und den wirtschaftlichen Motiven.

Die SchülerInnen erfahren, dass es in der Unterrichtseinheit um ideal aufgestellte Solarmodule geht und entwickeln schon in dieser ersten Diskussion selbst die Idee, solche Module aktiv nachzuführen.

Machbarkeitsstudie (1 DS)

Eine der häufig auftauchenden Visionen zur Elektromobilität ist das persönliche Familienfahrzeug, dessen Akkus zuhause mit einer Photovoltaikanlage z.B. auf dem Carport geladen werden. Aber ist das wirklich machbar?

Auf Basis ihrer bisher erworbenen Kenntnisse und einer Recherche sollen die SchülerInnen nun in die Rolle von Experten schlüpfen und für einen politischen Entscheider eine begründete Einschätzung abgeben.

Einige der Einschätzungen werden präsentiert, dann zeigt die Präsentation u960Solarauto.pptx, welche weiteren Aspekte zu berücksichtigen wären und dass eine Machbarkeitsstudie häufig aus kalkulatorischen Überlegungen besteht, die dann in einem Demonstrator münden.

Qualifizierung (9 DS)

Praktikum „elektrische Größen“ (6 DS)

In einem Elektrik-Praktikum lernen die SchülerInnen im Umgang mit Schaltungen und dem Multimeter die Größen Spannung und Stromstärke kennen (LernBaustein Elektrik 2). In einem weiteren LernBaustein (Elektrik 3) wird die Definition der schon bekannten Größe elektrischer Widerstand $R = U/I$ und die Bestimmung der elektrischen Leistung durch $P = U \cdot I$ eingeführt.

Eine Präsentation zur Solarzellenkennlinie führt in weitere Experimente ein, in dem sie die Solarzelle als elektrisches Bauteil beschreibt: Sie definiert die Größen Kurzschlussstromstärke und Leerlaufspannung, erklärt wie man eine Solarzelle durch ihre U-I-Kennlinien charakterisieren kann und wie man Zellen zu Modulen verschaltet. Die SchülerInnen messen dann die Kennlinien einer Zelle oder eines Moduls für verschiedene

Einstrahlungswinkel (und Temperaturen), bestimmen den MPP (Maximum Power Point) und untersuchen, wie die Kennlinien von seriell- und parallelverschalteten Zellen aussehen. Mit dem Programm „PV-Teach“ kann dies auch simuliert und erweitert werden.

Aktoren und Sensoren (3 DS)

Mit den Grundlagen des LernBausteins Schaltung 2 bearbeiten die SchülerInnen im LernBaustein Arduino 2 die Seiten zur Verarbeitung von analogen Sensorwerten und die Seiten über die Ansteuerung von Schrittmotoren und Servos, so dass sie zur Realisierung der Nachführung neben den Motoren mit Getrieben weitere Optionen haben.

Projektphase (14 DS)

Der Projektauftrag für die Gruppen (ideal: 3-4 Personen) lautet: Entwickelt einen Demonstrator mit dem experimentell überprüft werden kann, ob die Nachführung einer Solarzelle mit einer günstigen Energiebilanz gelingen kann.

Die entstandenen Solarnachführungen werden am Ende auf einem Messstand (Rotationsplatte mit einer der Sonne entsprechend positionierter Lichtquelle) einerseits mechanisch getestet. Andererseits werden sie hier elektrisch vermessen. Dazu haben die SchülerInnen jeweils den ihrer Meinung entsprechend idealen Lastwiderstand angeschlossen. Ein programmierter Arduino (oder Datenlogger (z.B. LabQuest)) zeichnet die Spannung an diesem Widerstand sowie an einem identischen Widerstand an einer nicht mitgeführten, aber günstig ausgerichteten Solarzelle auf.



Auswertung, Präsentation und Wettbewerb (2 DS)

Auf der Basis aller Datensätze erstellen und präsentieren die SchülerInnen einen Studienteil, der die Erfahrungen mit den Demonstratoren auswertet. Für die Hochskalierung auf Großanlagen müssen die SchülerInnen auch recherchieren und lernen dabei den Unterschied zwischen Effektivität und Effizienz kennen. Gleichzeitig wird diejenige Gruppe in einem Abschlusswettbewerb prämiert, welche das nachgeführten Solarmodul mit der größten Energieausbeute (Effektivität) entwickelt und gebaut hat.

CAD und CNC

Die Unterrichtseinheit eignet sich sehr gut, um auch CAD/CAM-Werkzeuge zu nutzen.

Will man sich aus zeitlichen Gründen auf CAD beschränken, so können die von den SchülerInnen entworfenen Pläne quasi als Auftragsarbeit an den Lehrer oder Schülerexperten z.B. zum CNC-Fräsen übergeben werden.

Benötigtes Material pro Vierergruppe in der Projektphase

- Holzplatte Din A3 6 mm
- 1-2 Aktoren, z.B. Schrittmotor, Servo- oder Getriebemotor
- ggf. L298-Motortreiber, Endschalter
- 1 Arduino
- LDRs, bis zu 4 pro Gruppe
- Solarzelle
- Diverse Getriebeteile, Achsen, Zahnräder, Schnecken, Stellringe, Lager etc. - hier bietet sich ein gut gefüllter Sortimentskoffer an

Steuern und Regeln

Auch wenn sich der „Sonnenfolger“ nicht besonders dazu eignet, in die Begrifflichkeiten und formalen Strukturen des Themas „Steuern und Regeln“ einzuführen, so zeigt er doch sehr schön die prinzipiellen Unterschiede, die man beachten muss, wenn man sich für eine der beiden technischen Lösungen entscheidet.

Reflexion (3 DS)

Gemeinsame Abschätzung der Sinnhaftigkeit einer Großanlage

Warum sieht man so selten nachgeführte Solaranlagen? Wenn sie sich nicht lohnen sollten, warum sieht man sie dann aber manchmal doch?

Anhand dieser Fragen reflektieren die SchülerInnen noch einmal ihre Erkenntnisse. Sie lernen, dass es neben den ihnen bekannten Solarzellen auch die Bauart der sogenannten Konzentratorzellen gibt, also hochwertige Solarzellen hinter einer Linse, die auf diese Art und Weise zu geringeren Kosten höhere Wirkungsgrade ermöglichen. Bei diesen ist die aktive Nachführung lohnend.

Supergrid?

Wird das Projekt in Klasse 10 unterrichtet, so können die SchülerInnen die im ThemenBaustein Energieversorgung empfohlene Diskussion über die Idee eines europäischen Supergrids (z.B. <https://www.zeit.de/zeit-wissen/2011/03/Supergrid>), das Norwegens Pumpspeichermöglichkeiten mit Spaniens Einstrahlungsdaten und der Windhöflichkeit an den Küsten verknüpfen könnte.

- Hätte die dann ökologisch sehr günstige Energie Folgen für unser tägliches Leben?
- Müssten wir umgekehrt in den Zeiten, in denen Energiegewinnung die Umwelt belastet, anders mit Energie umgehen?

Wenn die Zeit es erlaubt, dann kann man hier oder schon auch früher auf weitere naturwissenschaftliche Aspekte, die nicht zwingend notwendig für die Durchführung des Projektes sind, wohl aber zur gymnasialen naturwissenschaftlichen Grundbildung gehören, eingehen:

Helligkeit und das Spektrum...

In den Berechnungen dieser Unterrichtseinheit werden sinnvollerweise vereinfachte Leistungswerte wie die Solarkonstante mit ca. 1000 W/m^2 verwendet. Eine Präsentation zeigt ausgehend vom Sonnenspektrum, dass es nicht so einfach ist, in Abhängigkeit vom Empfänger ein genaueres Maß für die Intensität der Strahlung zu finden. Absorptionskurven von Silizium-Zellen, V-Lambda-Kurve und Weber-Fechnersches Gesetz für das menschliche Auge spielen dabei eine Rolle.

...und der Sonnenstand

Die SchülerInnen lernen die Grundbegriffe zur Beschreibung des Sonnenstands kennen und können sich als gute Übung mit einer Anleitung zum Sonnenstandsrechner im Umgang mit der Tabellenkalkulation eine eigene Kalkulationstabelle aufbauen.

Wie funktioniert eine Solarzelle?

Welche Ursache hat die Form einer Absorptionskurve? An dieser Stelle kann man auf die Funktionsweise einer Halbleiterdiode eingehen, welche neben vielen anderen Anwendungen auch die Basis der Photovoltaik ist.

Neben den naturwissenschaftlichen Aspekten bietet sich hier auch ein technisches Mündigkeitsthema an:

Wie objektiv ist ein Messstand?!

Bildet der Messstand die Wirklichkeit ab? Welche Effekte werden berücksichtigt? Welche nicht? Wie ist das bei Profi-Messständen (Beispiel Abgasmessstände für Dieselaautos)?