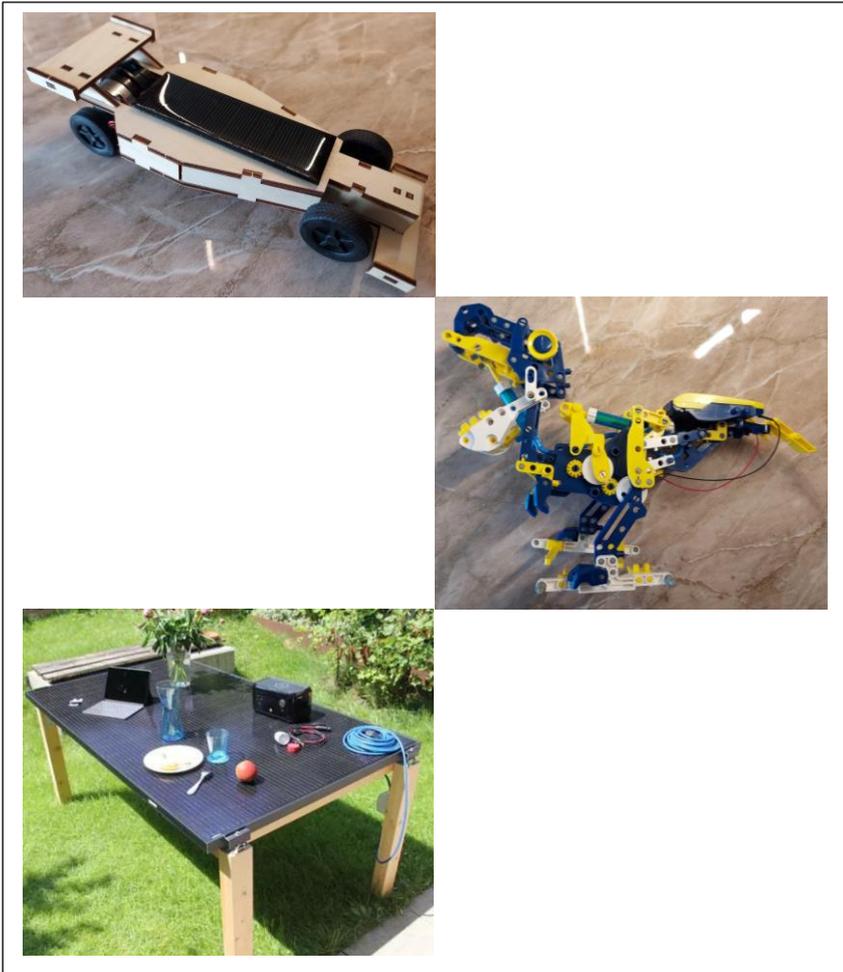


Planung einer Unterrichtseinheit in Arbeitslehre

Vom Solarmodell zum Solartisch – Projekt zur Nutzung von Solarenergie in der Schule



Sabrina Brixius
(Gemeinschaftsschule
Nohfelden-Türkismühle)

In Kooperation mit:

- der IoT-Werkstatt des Umwelt-Campus Birkenfeld und
- der Wirtschaftsförderungsgesellschaft St. Wendeler Land mbH

Inhaltsverzeichnis

1. <i>Vorbemerkungen</i>	S. 2
2. <i>Notwendigkeit/Bedeutung der Sonne und Solarenergie</i>	S. 3
3. <i>Möglichkeiten der Umsetzung des Projektes im Unterricht</i>	S. 6
4. <i>Angebotsplanung</i>	S. 13
5. <i>Benötigte Materialien/Werkzeuge</i>	S. 19
6. <i>Sonstige Voraussetzungen</i>	S. 21
7. <i>Bauanleitungen</i>	S. 21
8. <i>Arbeitsaufträge für die Schüler</i>	S. 27
9. <i>Mögliche Kriterien zur Benotung</i>	S. 28
10. <i>Evaluationsfragebogen</i>	S. 29
11. <i>Quellen und weiterführende Informationen</i>	S. 30

Aufgrund des besseren Leseflusses wird in den folgenden Ausführungen grundsätzlich nur die männliche Variante eines Begriffes verwendet. Selbstverständlich sind aber alle Geschlechter in den Betrachtungen miteingeschlossen.

1. Vorbemerkungen

Das Projekt bietet zahlreiche Vorteile gegenüber herkömmlichem Unterricht:

- **Interdisziplinär:** Der Bau eines Solarmodells und eines Solartisches verbindet zahlreiche Fächer miteinander. V.a. Naturwissenschaften (NW) bzw. Physik, Biologie und Chemie, Gesellschaftswissenschaften. (GW) bzw. Erdkunde und Politik, Beruf und Wirtschaft (BW) und Informatik spielen eine Rolle. Für den Bau des Solarmodells und des Tisches ist darüber hinaus Arbeitslehre (AL) von großer Bedeutung. Es werden durch dieses einzelne Projekt viele Aspekte in den Lehrplänen der unterschiedlichen Fächer abgedeckt.
- **MINT:** Die beteiligten Fächer ermöglichen auch die Förderung eines naturwissenschaftlichen und technischen Verständnisses bei den Schülern. Diesen Fächern kommt eine immer wichtigere Bedeutung zu. Viele Herausforderungen der Menschheit (Umweltschutz, Klimaschutz, Nachhaltigkeit, ...) werden nur durch Innovationen aus diesen Bereichen zu bewältigen sein.
- **Verbindung Schule und Hochschule:** Das Projekt wird in Kooperation mit dem Umweltcampus Birkenfeld durchgeführt. Somit wird hier schon frühzeitig eine Verbindung zwischen Schule und Hochschule hergestellt. Den Schülern wird dadurch ein Einblick in die Abläufe in der Forschung ermöglicht. Es bietet sich für die Schüler auch die Möglichkeit erste Kontakte für ihre schulische und berufliche Zukunft zu knüpfen.
- **Schülernähe, Gesellschaftsrelevanz, Zukunftsrelevanz:** Die Endlichkeit der fossilen Brennstoffe (v.a. Erdöl, Erdgas, Braunkohle und Steinkohle) und die negative Auswirkung ihrer Gewinnung und Verbrennung auf die Umwelt und auf das Klima (vgl. anthropogener Treibhauseffekt und Klimawandel) machen ein Umdenken in der Energieerzeugung und im Energieverbrauch dringend notwendig. Neben der Reduktion des Energieverbrauchs ist eine Steigerung bei der Erzeugung und Nutzung von regenerativen/erneuerbaren Energien (Solarenergie, Windenergie, Wasserenergie) zwingend erforderlich. Energie und elektrischer Strom bzw. Elektrizität sind im Leben der Schüler allgegenwärtig. Fast alle Schüler haben für die Schule ein Tablet oder Laptop. Viele Schüler besitzen ein Smartphone und

nutzen auch zuhause direkt viele Geräte, die nur mit elektrischem Strom funktionieren (Fernseher, Spielekonsole, Stereoanlage, Föhn, ...). Darüber hinaus befinden sich noch viele andere solche Geräte im unmittelbaren Umfeld der Schüler (Herd, Mikrowelle, Staubsauger, Waschmaschine, Trockner, ...). Schüler verbrauchen also auch jetzt schon selbst sehr viel Energie und können damit auch jetzt schon dazu beitragen Energie zu sparen oder v.a. erneuerbare Energien zu benutzen. Je früher die Schüler für einen verantwortungsvollen Umgang mit unseren Ressourcen sensibilisiert werden, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie auch im Erwachsenenalter nachhaltig handeln werden und damit einen entscheidenden Beitrag zum Erhalt unserer Umwelt beitragen. Denn je älter man ist, desto schwerer fällt einem die Änderung seiner Gewohnheiten.

- **Deutlich sichtbarer Nutzen des Solartisches**

2. Notwendigkeit/Bedeutung der Sonne und Solarenergie

Ohne die Sonne bzw. Sonnenergie/Solarenergie ist ein Leben auf der Erde nicht möglich. Durch die Strahlung der Sonne werden Luft, Boden und Wasser auf der Erde erwärmt. Durch die Atmosphäre bzw. die darin enthaltenen Treibhausgase (Kohlenstoffdioxid, Methan, ...) wird ein Großteil der reflektierten Wärmestrahlung auf der Erde zurückgehalten und gelangt nicht wieder ins Weltall. Diesen Prozess nennt man den natürlichen Treibhauseffekt. Er ist lebensnotwendig, da die Durchschnittstemperaturen auf der Erde ansonsten bei ca. -18°C anstatt bei ca. $+15^{\circ}\text{C}$ liegen würde und somit kein Leben auf der Erde möglich wäre.

Darüber hinaus nutzt der Mensch die Solarenergie auf sehr vielfältige Art und Weise mehr oder weniger direkt:

- Der menschliche Körper benötigt Sonnenlicht zur Synthese von Vitamin D. Dieses Vitamin ist wichtig für den Aufbau gesunder Knochen. „Sonnenbaden“ ist demnach in gewissem Maße für die Gesundheit förderlich. Zu viel Sonnenlicht kann allerdings auch schädlich sein. Durch die im Sonnenlicht enthaltene UV-Strahlung wird die Haut nicht nur gebräunt, es besteht kurzfristig die Gefahr eines Sonnenbrandes und langfristig erfolgt eine schnellere Hautalterung und es erhöht sich dadurch die Gefahr an Hautkrebs zu erkranken.

- Solarenergie findet auch zahlreiche Verwendungen in der Technik:
 - Solarzellen im Taschenrechner
 - Powerbanks mit Solarzellen
 - Fotovoltaikanlagen (viele Solarmodule, die wiederum aus vielen Solarzellen aufgebaut sind, die parallel geschaltet sind) auf Dächern, Feldern
 - Balkonkraftwerke (kleine Fotovoltaikanlagen)
 - Solarmodule zum Betrieb von elektrischen Schildern im Straßenverkehr
 - Solarmodule im Weltall zur Versorgung der Raumstation ISS und von Satelliten mit elektrischer Energie
 - Solarkollektoren zur Erwärmung von Wasser
 - Solarthermie-Anlagen/Kraftwerke (Verdampfen von Wasser durch Sonnenlicht mithilfe von Spiegeln → der Dampf treibt eine Turbine an, die dann elektrische Energie produziert)
 - Solarautos (noch im Versuchsstadium)
 - Solarflugzeuge (noch im Versuchsstadium)
 - ...
- Da sich Land- und Wassermassen unterschiedlich (schnell) erwärmen entstehen unterschiedliche Luftdruckgebiete. Durch den Druckausgleich zwischen diesen Gebieten entstehen Winde. Diese können wir über Windräder als Energiequelle nutzen.
- Durch die Sonnenstrahlen wird das Wasser auf der Erde sogar so weit erwärmt, dass es verdampft. In der Atmosphäre kondensiert der Wasserdampf und es bilden sich zunächst Wolken. Anschließend fällt das Wasser als Regen, Schnee oder Hagel zurück zur Erdoberfläche. Dort sammelt sich das Wasser u.a. in Flüssen, Bächen und Seen. Fließendes Wasser kann wiederum durch den Menschen als Energiequelle genutzt werden.
- Auch für Pflanzen ist die Sonne von zentraler Bedeutung. Bei der Fotosynthese stellen Pflanzen Traubenzucker/Glukose und Sauerstoff aus Wasser und Kohlenstoffdioxid mithilfe der Solarenergie her. Pflanzen ernähren sich somit mithilfe der Sonnen. Wir ernähren uns anschließend von den Pflanzen und nutzen somit indirekt die Solarenergie.

Bei der technischen Nutzung der Sonne spielen v.a. Solarmodule, die aus vielen Solarzellen (Halbleiter → positiv dotiertes/p-dotiertes Silicium, negativ dotiertes/n-dotiertes Silicium, Grenzschicht, positive Elektrode aus Metallfolie, negative Elektrode als Metallstreifen, Kunststoffschichten, entspiegelnde Glasplatte, Alurahmen, Anschlussdose) aufgebaut sind, eine Rolle. Sie wandeln die Solarenergie in elektrische Energie um, die anschließend zum Betrieb der unterschiedlichsten elektrischen Geräte genutzt werden kann (Solarzellen werden zu einer Spannungsquelle, da die Solarenergie Elektronen aus den Siliciumatomen löst, welche durch die Grenzschicht in die n-Schicht aber nicht in die p-Schicht wandern können, womit die n-Schicht aufgrund des Elektronenüberschusses negativ geladen wird und die p-Schicht aufgrund der Elektronenlücken positiv geladen wird). Der Einsatz von Solarenergie bietet einige Vorteile. Solarenergie ist erneuerbar bzw. regenerierbar und ist damit unerschöpflich. Bei der Stromerzeugung entstehen keine Treibhausgase. Die Solarmodule benötigen i.d.R. keine eigenen Bauflächen. Sie können auf bereits bestehenden Dachflächen, usw. installiert werden. Allerdings gibt es auch einige Nachteile. An bewölkten Tagen ist die Stromerzeugung deutlich niedriger. In der Nacht ist keine Stromerzeugung möglich. Es gibt aber viele elektrische Geräte, die auch in der Nacht betrieben werden müssen (z.B. medizinische Geräte, ...) Der tagsüber produzierte Strom muss demnach für die Verwendung in der Nacht gespeichert werden. Darüber hinaus ist die Stromerzeugung auch stark von der Ausrichtung der Solarmodule zur Sonne abhängig. Da die Sonne aber im Verlauf des Tages und auch im Verlauf des Jahres ihre Position immer wieder verändert, ist die richtige Ausrichtung der Solarmodule schwierig. In Deutschland ist v.a. im Winter der Energiebedarf nicht alleine durch Solarenergie zu decken.

Trotz der Nachteile ist es unmöglich auf die Nutzung der Solarenergie als erneuerbare Energiequelle zu verzichten. Weltweit wird immer noch ein großer Teil der Energie durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Erdgas, Erdöl, Braunkohle und Steinkohle gewonnen. Durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe werden sehr viele Treibhausgase (v.a. Kohlenstoffdioxid) freigesetzt. Diese verstärken den natürlichen Treibhauseffekt und tragen somit zum Klimawandel in Form der zunehmenden Erwärmung der Erde bei. Da dieser zusätzliche Treibhauseffekt von den Menschen verursacht wird, wird er auch anthropogener Treibhauseffekt genannt. Fossile Brenn-

stoffe sind nicht erneuerbar und damit endlich. Sie müssen in den nächsten Jahrzehnten also auf jeden Fall durch andere Energien ersetzt werden. Aufgrund der Regenerierbarkeit und dem nicht Vorhandensein eines Schadstoffausstoßes sind v.a. die Solar-, Wind- und Wasserenergie als neue nachhaltige Energiequellen geeignet.

3. Möglichkeiten der Umsetzung des Projektes im Unterricht

Die Zuordnung des Projektes zu einem einzelnen speziellen Fach ist nicht möglich. Die einzelnen Aspekte des Themas berühren sehr viele verschiedenen Fächer. Ein fächerübergreifender Unterricht ist zur Ausschöpfung des Potenzials des Projekts daher dringend anzuraten, wenn nicht sogar erforderlich.

Der tatsächliche Bau des Solarmodells und des Solartisches sollte im Rahmen des Arbeitslehre-Unterrichts erfolgen. Das Projekt tangiert dabei alle vier Kompetenzbereiche (Informieren, Strukturieren, Praktizieren, Reflektieren) sowie die Modulbänder blau (Montage und Demontage; Technische Produktion; Arbeitsteilung und industrielle Fertigung; Bau, Energie und Umwelt) und rot (Informationstechnische Grundbildung; Robotik und Programmieren)

Viele mit dem Projekt verbundenen Themen finden sich aber auch in weiteren Lehrplänen der Gemeinschaftsschulen im Saarland wieder:

Naturwissenschaften (NW):

- Klassenstufe 5/6:
naturwissenschaftliches Arbeiten (Fragestellungen + Hypothesen formulieren; Versuche/Experimente planen, durchführen, Beobachtungen + Ergebnisse festhalten + auswerten)
- Klassenstufe 7:
elektrische Ladung, elektrische Spannungsquellen, bewegte Ladungen, Wirkung des elektrischen Stroms, Gefahren durch Elektrizität, Elektrizität im Leben der Menschen, elektrischer Stromkreis
- Klassenstufe 8:
Energie (Formen, Speicherung, Umwandlung)

Biologie:

- Klassenstufe 10:
Belastungen der Umwelt, Ressourcenverbrauch, ökologischer Fußabdruck → Möglichkeiten der Reduktion und gleichzeitige Steigerung der Lebensqualität
- weitere zum Lehrplan passende Themen:
Treibhauseffekt (natürlich + anthropogen), Klimawandel, Umweltschutz, Nachhaltigkeit

Physik:

- Klassenstufe 9/10:
Energieformen, Spektrum des Lichts, Elektrizität (Stromstärke, Spannung, elektrische Leistung, Energie, Stromnetz, ...)
- Klassenstufe 11/12:
elektromagnetische Wellen
- weitere passende Themen:
Aufbau + Funktionsweise Solarzellen, Entstehung Sonnenenergie durch Kernfusion (Verschmelzung von Atomen → atomare Energie → Wärme + Licht)

Chemie:

- Klassenstufe 10:
Elektrochemie (Batterie, Reduktion, Oxidation, Pluspol, Minuspol, Spannung, ...), organische Chemie (fossile Brennstoffe)
- weitere passende Themen:
Aufbau + Funktionsweise Solarzellen, Entstehung Sonnenenergie durch Kernfusion (Verschmelzung von Atomen → atomare Energie → Wärme + Licht)

Gesellschaftswissenschaften (GW):

- Klassenstufe 5:
Wetter und Klima
- Klassenstufe 8:
Nachhaltigkeit, Klima und Klimawandel (Klimaveränderung → Ursachen, Folgen, Lösungsmöglichkeiten)

Erdkunde:

- Klassenstufe 11:
Klima, Energiewirtschaft
- Klassenstufe 12/13:
Energie, Klimawandel, Nachhaltigkeit

Politik:

- Klassenstufe 11:
Ursachen + Folgen Treibhauseffekt, Klimawandel als globale Herausforderung, politische Maßnahmen zum Klimaschutz

Informatik:

- Klassenstufe 7:
Hardware und Software, Kommunikation über weite Distanzen (Sender, Empfänger, Nachricht, Übertragungsweg), Daten darstellen (Tabellen, Diagramme, ...), Daten verarbeiten (Sortieren, Filtern, ...), Algorithmen und imperative Programmierung
- Klassenstufe 8:
Datenmodellierung und Datenbanksysteme, Algorithmen und imperative Programmierung

Beruf und Wirtschaft (BW):

- Unternehmerisches Denken
- Bedeutung nachhaltigen Handelns
- Betriebserkundungen
- Berufsorientierung
- Reflexion

Wie die Vielzahl der betroffenen Fächer und Klassenstufen zeigt, besitzt das Projekt sehr viele Facetten. Dementsprechend ist die Umsetzung des Projektes auch in verschiedenen Klassenstufen mit unterschiedlichen Schwerpunkten möglich. Folgende Aspekte könnten beispielsweise in den einzelnen Klassenstufen in den Fokus genommen werden, bzw. sind in den jeweiligen Stufen dazu weniger geeignet:

Klassenstufe 5/6:

- eine möglichst frühe Beschäftigung mit Themen wie natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt, Klimawandel, Ressourcenschonung, Energie (erneuerbare Energien, Energieverbrauch, Energiegewinnung), Nachhaltigkeit und Umwelt- und Klimaschutz, erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die Schüler auch frühzeitig beginnen, nachhaltig und umwelt-/klimaschützend zu handeln und dies auch in ihrem späteren Erwachsenenleben fortführen
- Ziel ist also v.a. eine Sensibilisierung für die oben genannten Themen bei den Schülern zu erreichen
- der Schwerpunkt des Projekts liegt hier bei der Bedeutung der Sonne und Solarenergie für das Leben auf der Erde und in diesem Zusammenhang wie Solarenergie durch den Menschen genutzt werden kann, welche Vor- und Nachteile die Nutzung von Solarenergie mit sich bringt und weshalb eine Nutzung sinnvoll und notwendig ist
- somit rücken die Fächer NW (Biologie, Chemie, Physik) und GW (Erdkunde, Politik) in den Vordergrund
- die technischen Aspekte des Projekts sind hier nur wenig relevant, es ist ausreichend, dass die Schüler wissen, dass die Solarenergie mithilfe von Solarzellen in elektrische Energie umgewandelt wird, es ist nicht notwendig näher auf den Aufbau und die Funktionsweise von Solarzellen einzugehen, auf die weiter benötigten technischen Komponenten oder auf die Programmierung der Komponenten
- vielmehr ist es sogar sinnvoll, den Schülern aufzuzeigen, dass die Nutzung der Solarenergie auch ohne detaillierte technische Kenntnisse nutzbar ist
- die Bedeutung des Wetters (Lichtmenge und Temperatur) und der Ausrichtung der Solarmodule zur Sonne (Winkel der Einstrahlung) für die Stromerzeugung können durch einfache Versuche/Experimente anhand der Messung der erzeugten Spannung V und Stromstärke A überprüft werden
- dadurch werden auch naturwissenschaftliche Arbeitsweisen eingeübt
- der Zusammenbau des Solarmodells und des Solartisches aus vorgefertigten Bauteilen kann sehr gut von den Schülern geleistet werden, da nur grundlegende und einfache handwerkliche Kenntnisse dazu erforderlich sind
- es ist sinnvoll zum Einstieg in die Reihe zunächst ein Solarmodell, also eine Art Spielzeug, zu bauen, da durch diese spielerische Heranführung das Interesse der

Schüler viel leichter zu erreichen ist, v.a. wenn jeder Schüler sein eigenes Modell baut, individuell gestalten kann und anschließend auch behalten darf

- das ausgewählte Modell sollte relativ einfach zusammenzubauen sein, sodass dies jeder Schüler selbstständig bewältigen kann
- das Modell kann als Ausgangspunkt für alle weiteren Betrachtungen genommen werden
- ein Schwerpunkt auf der handwerklichen Tätigkeit und damit beim Fach Arbeitslehre ist aufgrund der vergleichsweise geringen eigenständigen handwerklichen Arbeit und des relativ einfachen Niveaus nicht zu empfehlen
- die Rolle der mit dem Projekt verbundenen Berufe, der Fachhochschule und der Forschung tritt, aufgrund der zeitlichen Ferne des Abiturs und eines eventuellen Studiums für die Schüler, deutlich in den Hintergrund

Klassenstufe 7/8:

- auch hier sollte der Fokus zunächst auf der Sensibilisierung der Schüler für die oben genannten Themen liegen, v.a., wenn sie in Klassenstufe 5 und 6 bisher kaum eine/keine Rolle gespielt haben
- es bietet sich an, die einzelnen Themen je nach Vorkenntnissen der Schüler zu vertiefen bzw. zu ergänzen
- Versuche/Experimente zur Bedeutung des Wetters (Lichtmenge und Temperatur) und der Ausrichtung der Solarmodule zur Sonne (Winkel der Einstrahlung) für die Stromerzeugung können von den Schülern je nach Vorwissen zunehmend selbst geplant, durchgeführt und ausgewertet werden
- die Fächer NW (Biologie, Chemie, Physik) und GW (Erdkunde, Politik) sind auch hier im Vordergrund
- es können aber auch zunehmend Informatik und BW eine Rolle spielen
- da Informatik erst in Klassenstufe 7 als eigenständiges Fach eingeführt wird, kann v.a. darauf eingegangen werden, welche Hardware- und Softwarekomponenten für die Betreuung einer Solaranlage überhaupt benötigt werden, wie diese Komponenten miteinander kommunizieren und wie eventuell erhobene Messdaten dargestellt werden können, die Funktionsweise der Komponenten und ihre Programmierung kann aufgrund ihrer Komplexität nicht näher betrachtet werden

- im Rahmen des BW-Unterrichts können Berufe, die im Zusammenhang mit dem Projekt stehen, vorgestellt werden (Energieberater, Heizungsbauer, Monteur, ...)
- zum Einstieg in die Reihe bietet sich auch hier an zunächst ein Solarmodell zu bauen
- das ausgewählte Modell sollte nicht zu einfach, aber auch noch nicht zu schwer zusammenzubauen sein, sodass jeder Schüler den Aufbau zwar selbstständig bewältigen kann, aber dennoch eine gewisse Herausforderung damit verbunden ist
- beim Bau des Solartisches können die Schüler zunehmend bei der Planung des Tisches, der Erstellung einer Bauanleitung, dem Zusägen der Bauteile aus Holz und ihrem Zusammenbau mit einbezogen werden
- ein Schwerpunkt auf der handwerklichen Tätigkeit ist dennoch nicht zu empfehlen, da sie nur einen kleinen Teil des Projekts ausmacht
- die technischen Aspekte des Projekts müssen hier noch nicht weiter vertieft werden, es ist weiterhin ausreichend, dass die Schüler wissen, dass die Solarenergie mithilfe von Solarzellen in elektrische Energie umgewandelt wird

Klassenstufe 9/10:

- die meisten Anmerkungen zur Klassenstufe 7 und 8 gelten grundsätzlich auch für die Klassenstufe 9 und 10
- da einige Schüler die Schule nach der 9. bzw. 10. verlassen und eine Ausbildung beginnen werden, sollte in BW neben den am Projekt beteiligten Berufen auch zunehmend auf unternehmerisches Denken und die Bedeutung eines nachhaltigen Handelns eingegangen werden
- es kann nun auch zunehmend auf die technischen Aspekte des Projekts eingegangen werden
- falls man sich auch hier zum Einstieg für den Bau eines Solarmodells entscheidet, solltet dies dementsprechend anspruchsvoll im Zusammenbau sein und schon viele technische Elemente repräsentieren
- in Physik und Chemie kann der Aufbau von Solarzellen, die Funktionsweise von Solarzellen, die Möglichkeiten zur Speicherung der Solarenergie (in Batterien/Akkus, in Form von Wasserstoff), Alternativen zu Solarzellen (Solarfolien aus Silicium oder Kunststoff), die Entstehung der Solarenergie durch Kernfusion, die

Funktionsweise von Solarkollektoren und Solarthermiekraftwerken, usw. thematisiert werden

Klassenstufe 11/12/13 – Oberstufe:

- die Sensibilisierung der Schüler für die oben genannten Themen sollte laut den Lehrplänen in der Unter- und Mittelstufe längst erfolgt sein und kann dementsprechend in der Oberstufe in den Hintergrund treten
- je nach Vorkenntnissen der Schüler kann ein erneutes Aufgreifen einiger Themen allerdings notwendig werden
- Klima, Klimawandel, Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit stehen in Erdkunde erneut in den Lehrplänen
- elektromagnetische Wellen (→ Sonnenstrahlen) finden sich im Lehrplan Physik
- alle Versuche/Experimente zur Stromerzeugung sollten von den Schülern selbst geplant, durchgeführt und ausgewertet werden
- es kann in der Oberstufe detaillierter auf die technischen Aspekte des Projekts eingegangen werden (Aufbau von Solarzellen, Funktionsweise von Solarzellen, Möglichkeiten zur Speicherung der Solarenergie (in Batterien/Akkus, in Form von Wasserstoff), Alternativen zu Solarzellen (Solarfolien aus Silicium oder Kunststoff), Entstehung der Solarenergie durch Kernfusion, Funktionsweise von Solarkollektoren und Solarthermiekraftwerken, weitere Möglichkeiten der klimafreundlichen Energieerzeugung, usw.)
- aber auch wirtschaftliche Aspekte und politische Aspekte (Verträge der Energieanbieter, grüner Strom/Ökostrom, Bundesnetzagentur, Klimaschutzpolitik, Umweltschutzpolitik, Nachhaltigkeit, ...) sollten betrachtet werden, v.a. da die Schüler unmittelbar vor dem Beginn eines eigenständigen, selbstverantwortlichen Lebens stehen
- die Programmierung der technischen Komponenten kann aufgrund der gestiegenen Kenntnisse der Schüler durch das Fach Informatik detaillierter thematisiert werden (Überwachung der Stromerzeugung, Analyse der Stromerzeugung und des Stromverbrauchs, Optimierung der Stromerzeugung, Steuerung der Verbraucher → Smart Home, ...)
- die eigenständige handwerkliche Tätigkeit der Schüler ist hier nur noch Mittel zum Zweck

- auf den Bau eines Solarmodells zum Einstieg kann hier verzichtet werden
- die Rolle der Hochschule und Forschung bei diesem Projekt sollte hier im Hinblick auf den zukünftigen Bildung- und Berufsweg der Schüler thematisiert werden

4. Angebotsplanung

Für die Umsetzung des Projektes im Unterricht bieten sich grundsätzlich verschiedene Varianten an. Die Durchführung innerhalb des regulären Unterrichts, ein einzelner Thementag oder eine ganze Themenwoche.

Ein einzelner Thementag ist für den Bau des Solarmodells und des Solartisches ausreichend. Alle weiteren das Projekt betreffenden Themen finden hier aber kaum Platz. Um das Potenzial des Projekts nicht ungenutzt zu lassen ist es dennoch nötig noch weitere Unterrichtszeit darauf zu verwenden. Somit ist ein einzelner Thementag also nicht sinnvoll.

Die Durchführung einer Themenwoche eignet sich v.a. in höheren Klassenstufen (ca. Klasse 9 – 13). Hier findet sich dann auch die Zeit detailliert auf einzelne Aspekte einzugehen oder einen Tag für Besuche von Unternehmen, usw. einzuplanen. Für jüngere Schüler ist es dagegen schwierig über einen Zeitraum von mindestens sechs Schulstunden pro Tag, an fünf aufeinanderfolgenden Tagen die Aufmerksamkeit für ein Projekt und die damit verbundenen Themen aufrechtzuerhalten.

In unteren Klassenstufen (ca. Klasse 5 – 8) ist demnach die Umsetzung im regulären Unterricht am sinnvollsten. Die unterschiedlichen Fächer können über den Zeitraum mehrerer Wochen immer wieder für jeweils einzelne Stunden oder Doppelstunden die unterschiedlichen Themen des Projektes mit unterschiedlichen Schwerpunkten betrachten. Dabei müssen die einzelnen Fächer bzw. die einzelnen Fachlehrer allerdings eng zusammenarbeiten.

Da zunächst die Sensibilisierung der Schüler für die mit dem Projekt verbundenen Themen, wie z.B. natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt, Klimawandel, Ressourcenschonung, Energie, Nachhaltigkeit und Umwelt- und Klimaschutz zentral sein soll, wird hier ein mögliches Angebot in den unteren Klassenstufen (v.a. Klasse 5/6, z.T. auch Klasse 7/8) dargestellt.

Als Einstieg ist der Bau eines Solarmodells in AL durch jeden einzelnen Schüler sinnvoll, da sich dadurch das Interesse der Schüler viel einfacher wecken lässt. Schüler

finden zunächst wohl kein besonderes Interesse an einem Alltagsgegenstand wie einem Tisch. Ein Solarmodell, also eine Art Spielzeug, das selbst gebaut, individuell gestaltet und schlussendlich sogar behalten werden darf, bietet eine schülernahe, handlungsorientierte, spielerische Heranführung an das Thema Solarenergie. Die Schüler können beim Spielen mit dem Modell direkt den praktischen Nutzen der Solarenergie erkennen. Das Solarmodell kann anschließend als Ausgangspunkt für die Betrachtung aller weiteren damit verbundenen Themen in den anderen Fächern genutzt werden.

Auf dem Markt sind viele verschiedene Solarmodelle verfügbar. Allein der Hersteller SOL-EXPERTE group bietet über ein Dutzend Modelle an. Es gibt Holzmodelle ohne Akku (z.B. Doppeldecker, Dreidecker, Satellit, Walross, Wassermühle, Windanlagen, Windmühle), Holzmodelle mit Akku (z.B. Kirche, Leuchtturm, Rennwagen, Villa) und ein 12 in 1 Solar & Hydraulik Bausatz-Kit aus Kunststoff ohne Akku.

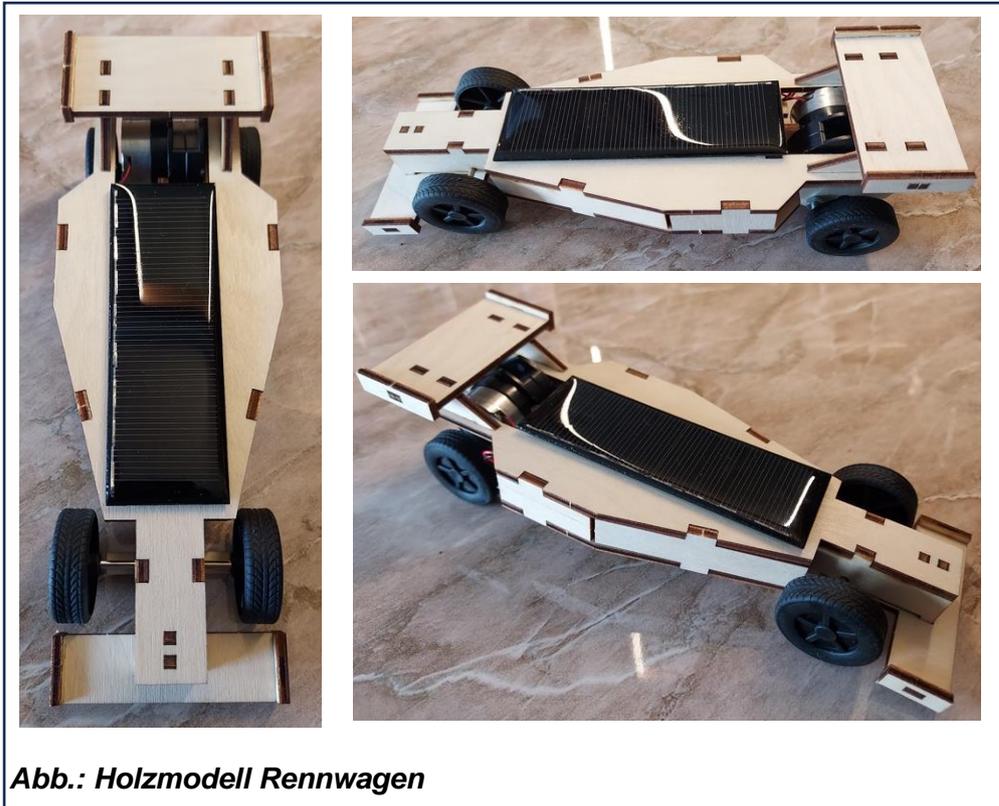
Das Walross ist ein reines Spielzeug und bietet keinerlei Bezug zur realen Nutzung der Solarenergie. Wassermühle, Windanlage und Windmühle sind ebenfalls unpassend, da hier mit Solarenergie eine Anlage betrieben wird, die in der Realität eine andere Form der regenerativen Energie (Wind- oder Wasserenergie) nutzt. Alle anderen Holzmodelle bieten dagegen einen direkten Bezug zur realen Nutzung der Solarenergie.

Hier sollen nun stellvertretend die Vor- und Nachteile eines Holzmodells (Rennwagen) und dem 12 in 1 Solar & Hydraulik Bausatz-Kit aus Kunststoff genauer betrachtet werden:

Holzmodell Rennwagen:

- Geringe Bauzeit von ca. 1h → gut als Einstieg nutzbar
- Einfacher Aufbau → geringe Anzahl an Bauteilen, kurze Bauanleitung, Verwendung von Originalbildern in der Anleitung
- mit Farbe individuell gestaltbar → kann auch zur Differenzierung bei unterschiedlich schnellen Aufbauzeiten durch die Schüler genutzt werden
- Akku → das Auto funktioniert auch bei schlechten Lichtverhältnissen und in Dunkelheit, wenn es vorher richtig aufgeladen wurde
- Der Stromfluss lässt sich mit einem Schalter unterbrechen, das Modell lässt sich also auch ohne Entfernung des Akkus ausschalten

- Bezug zur Realität/Lebenswirklichkeit einfach → Elektromobilität, Notwendigkeit der Speicherung der Energie, ...
- Holz → nachhaltiger Rohstoff
- Verloren gegangene Bauteile können mit Pappelholz einfach nachgefertigt und ersetzt werden



12 in 1 Solar & Hydraulik Bausatz-Kit:

- individuell durch 12 verschiedene Bauvarianten → Fahrzeug, Gabelstapler, Affe, Strauß, Bagger, Skorpion, Herr mit Hund, Elefant, Buggy, Krokodil, Pterosaur, T-Rex
- nicht alle Modelle, die die Schüler auswählen können, haben einen Bezug zur realen Nutzung der Solarenergie
- die Schüler müssen sich nicht direkt für ein Modell entscheiden → die ersten Schritte (Bau der Solar-, Getriebe- und Hydraulik-Einheit) sind bei allen Modellen gleich
- Schwierigerer Aufbau → sehr viele Einzelteile, nicht alle Einzelteile werden für jedes Modell benötigt, umfangreiche Bauanleitung, technische Zeichnungen anstatt Originalbilder in der Anleitung

- Bunt → ästhetisch für die Schüler ansprechend
- kein Akku → keine Nutzung bei schlechten Lichtverhältnissen oder bei Dunkelheit (eventuell nachrüstbar, das Problem der Energiespeicherung besteht aber auch in der Energiewirtschaft)
- bei ausreichend Licht bewegt sich das Modell dauerhaft, es lässt sich nur durch Entfernung der Kabel von den Kontakten ausschalten
- das Modell benötigt sehr viel Licht → normale Raumbelichtung ist nicht ausreichend
- Viel Plastikmüll bleibt übrig
- Plastik nicht nachhaltig
- Verlorene Bauteile können nicht nachgefertigt werden
- Hydraulik als weitere technische Komponente

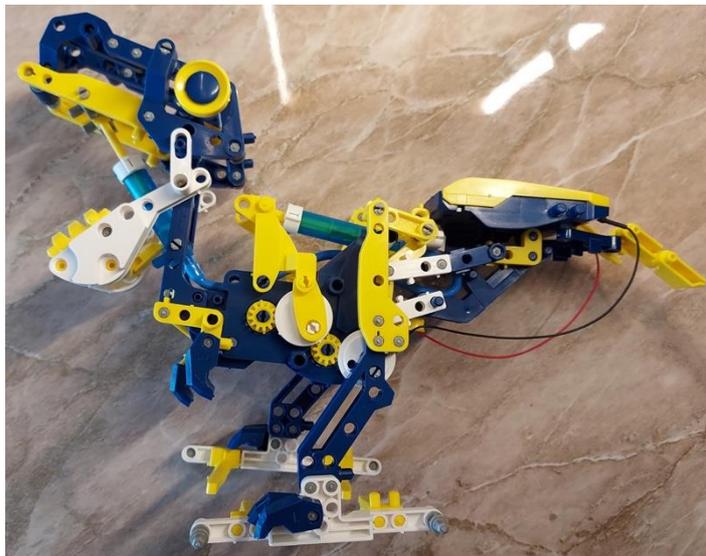


Abb.: 12 in 1 Solar & Hydraulik Bausatz-Kit

Für den Bau des Solartisches in AL wird neben den technischen Komponenten auch eine Unterkonstruktion benötigt. Diese kann bei ausreichend Erfahrung im handwerklichen Bereich, insbesondere auch im Möbelbau, selbst geplant und gefertigt werden. Je nach Alter und handwerklichen Fähigkeiten können die Schüler dabei beteiligt werden. Hier steht auch eine Bauanleitung von Guido Burger und Klaus-Uwe Gollmer (Umweltcampus Birkenfeld) zur Verfügung. Der Bau der Unterkonstruktion kann aber auch in Zusammenarbeit mit einem örtlichen/lokalen Schreiner/Tischler geplant und durchgeführt werden. Bei Schülern der Klassenstufe 5, die mehrheitlich kaum handwerkliche Vorkenntnisse haben, sind vorgefertigte Bauteile, die nur noch montiert

werden müssen sinnvoll. Je höher die Klassenstufe, desto mehr eigene handwerkliche Tätigkeiten der Schüler wird dagegen möglich.

Alternative zur Tischkonstruktion ist auch eine Wandkonstruktion denkbar.

Vorteile:

- Platzsparend
- keine Leitungen als Stolperfalle"
- Schüler können weniger kaputt machen, da die Konstruktion nicht im Weg ist und sie auch an die Komponenten nicht herankommen

Nachteile:

- Standort weniger flexibel
- Dauer der Sonneneinstrahlung eventuell zu gering

Für die Behandlung der theoretischen Themen des Projekts ist eine Stationenarbeit geeignet. Diese kann parallel zum Bau der Solarmodelle und des Solartisches (in AL) in NW und GW durchgeführt werden.

Vorteile Stationenarbeit:

- Sehr variabel, sowohl im zeitlichen Umfang als auch im Umfang der zu bearbeitenden Themen
- je nach Klassenstufe, Niveau der Klasse, Interesse der Klasse, eingeladenen Gäste, usw. ergänzbar, änderbar, differenzierbar
- Differenzierung sehr einfach durch zusätzliche Stationen möglich
- Leicht fächerübergreifend einsetzbar
- Ausfälle von Kollegen können einfach kompensiert werden, da die Schüler auch ohne Fachlehrer an den Stationen weiterarbeiten können

Mögliche Stationen:

- Bedeutung der Sonne für die Erde
 - Wärme
 - natürlicher Treibhauseffekt
 - anthropogener Treibhauseffekt
 - Entstehung Wind
 - Wasserkreislauf

- Nutzung der Sonnenenergie durch den Menschen
 - Solarzellen/Solarmodule/Fotovoltaik
 - Sonnenkollektoren
 - Solarthermie-Kraftwerke
 - Sonnenbaden → Vitamin-D-Synthese, Rachitis, Sonnenbrand, Hautalterung, Hautkrebsrisiko
- Eigener Energieverbrauch/-bedarf
- Gewinnung von Energie
 - Fossile Brennstoffe
 - Kraftwerkstypen
 - Erneuerbare/regenerative Energieformen
- Aufbau und Funktionsweise von Solarzellen
- Versuche zur Bedeutung des Wetters (Lichtmenge und Temperatur) und der Ausrichtung der Solarmodule zur Sonne (Winkel der Einstrahlung) für die Stromerzeugung
- Alternativen zu Solarzellen
- Elektrizität
 - Spannung
 - Strom
 - Gefahren
 - ...
- Klimawandel
 - Definition
 - Ursachen
 - Folgen
 - Klimaschutz
- Klima- und Umweltschutzpolitik
- Ökologischer Fußabdruck
- Nachhaltigkeit
- Entstehung der Solarenergie
 - Kernfusion
 - Sonnenstrahlen als elektromagnetische Wellen
 - Licht

- Fotosynthese
- ...

Ab der Mittelstufe spielt auch die Berufsorientierung eine immer größere Rolle. Es sollten hier also auch zunehmend Treffen zwischen den Schülern und Menschen, die beruflich mit dem Thema Solarenergie zu tun haben, ermöglicht werden. Möglich wären hier beispielsweise Besuche eines Heizungsbauers, der auch Solaranlage installiert oder von Mitarbeitern des Umweltcampus Birkenfeld, die auf dem Gebiet Solarenergie forschen. Mitglieder des EmC² Saar e.V. aus dem Landkreis St. Wendel, die in den letzten Monaten viele Balkonkraftwerke eingerichtet haben, wären ebenfalls passende Experten. Bei der Planung bietet es sich auch an eine Umfrage unter den Schülern durchzuführen, wessen Eltern, Verwandten oder Bekannten im Bereich der Solarenergie beschäftigt sind. Gegebenenfalls kann man durch diese Personen einfacher Kontakt zu den jeweiligen Unternehmen herstellen und somit auch einfacher ein Angebot für die Schüler vor Ort im Unternehmen oder in der Schule organisieren.

Nach Abschluss der Stationenarbeit und des Bau der Solarmodelle und des Solartisches sollten noch folgende Schritte erfolgen:

- Bewertung der Solarmodelle gemeinsam mit den Schülern anhand der bekannten Bewertungskriterien
- Bewertung der Stationenarbeit
- Reflexion der eigenen Leistung durch die Schüler
- Evaluation des Angebotes durch die Schüler (vgl. Evaluationsbogen)
- ggf. Vorstellung möglicher weiterer Berufsbilder, die mit dem Projekt in Verbindung stehen

5. Benötigte Materialien/Werkzeuge

Werkzeuge:

- Bits
- Bohrer
- Feilen
- Hammer
- Maßstab

- Säge (Kreissäge, Kapp- und Gehrungssäge oder Fuchsschwanz)
- Schraubendreher bzw. Akku-Schrauber
- Winkel
- Zange

Bei Auswahl des 12 in 1 Solar & Hydraulik Bausatz-Kits zusätzlich:

- Becher
- Seitenschneider oder Schere

Verbrauchsmaterial:

- Edelstahl-Schrauben 4,5x35 mm (ca. 50 Stück)
- Edelstahl-Unterlegscheiben (ca. 50 Stück)
- Edelstahl-Winkelverbinder 60x60 mm (4 Stück)
- Holzleim (eine kleine Packung liegt jeden Holzbausatz Solarmodell bei)
- Schleifpapier
- Wasserfarben oder Acrylfarben

Bei Auswahl des 12 in 1 Solar & Hydraulik Bausatz-Kits zusätzlich:

- Papiertücher
- Wasser

Komponenten Solartisch:

- 1x Solarpanel (ca. 168 x 100 x 3,5 cm) mit 325 W_{peak}
- 1x Wechselrichter für den Anschluss an eine Steckdose
- 1x Powerstation
- 1x Montageschienen-Set mit Modulklemmen (Wandhalterung)
- Kantholz/Rahmenholz/Latte, gehobelt, aus Fichten- oder Kiefernholz:
 - 2x 60x80x2500 mm (auf 4x 690 mm Beine sägen, in der Tinkercad-Anleitung rot dargestellt)
 - 2x 40x80x2500 mm (auf 2x 1470 mm Rahmenleisten, in der Tinkercad-Anleitung orange dargestellt und auf 2x 890 mm Querlatte, in der Tinkercad-Anleitung grün dargestellt, sägen)
 - 1x 18x60x98 mm (Querlatte, in der Tinkercad-Anleitung lila dargestellt)

Je nach Größe des zur Verfügung stehenden Solarpanels müssen die Maße der Unterkonstruktion eventuell angepasst werden. Hier wurden die Maße des Solartisches

von Guido Burger und Klaus-Uwe Gollmer (Umweltcampus Birkenfeld) als Orientierung zugrunde gelegt. Außerdem ist natürlich auch die Verwendung andere Holzarten möglich. Diese sind aber deutlich teurer.

Material für Versuche:

- Messgerät für Spannung V und Stromstärke A (Multimeter)
- Thermometer
- Transparenzpapier, Tonpapier zur Veränderung der Lichtverhältnisse
- Winkelmesser

6. Sonstige Voraussetzungen

Ausstattung der Schule:

- Werkraum (mit oben genanntem Werkzeug und Verbrauchsmaterial)
- Computer, Laptop oder Tablets
- Internetverbindung

Lernvoraussetzungen der Schüler:

- Kenntnisse im Lesen von Bauanleitungen
- Kenntnis der Sicherheitsvorschriften im Werkraum
- Kenntnis der gängigen Werkzeuge → vgl. Liste der benötigten Werkzeuge oben
- Kenntnis der selbstständigen Handhabung der gängigen Werkzeuge
- Erfahrung in der eigenständigen Bearbeitung von Arbeitsaufträgen (Stationenarbeit)
- Erfahrung in Gruppenarbeit

7. Bauanleitungen

Bei allen Solarmodellen liegen detaillierte Bauanleitungen bei, die ein (größtenteils) eigenständiges Zusammenbauen der Modelle durch die Schüler ermöglichen. Die einzelnen Arbeitsschritte sind hauptsächlich in Bildern oder technischen Zeichnungen dargestellt und haben nur wenig Text. Damit ist ein Aufbau auch durch Schüler mit geringen Deutschkenntnissen gut möglich.

Anschließend ein paar Anmerkungen zu den Anleitungen bzw. zum Aufbau der Modelle, die ein Aufbau mit den Schülern im Unterricht erleichtern:

Rennwagenmodell aus Holz:

- grundsätzlich sind die einzelnen vorgefertigten Holz-Bauteile sehr einfach aus der Matrix herauszulösen, trotzdem sollte vorsichtig vorgegangen werden, damit keine wichtigen Zapfen, usw. abgebrochen werden

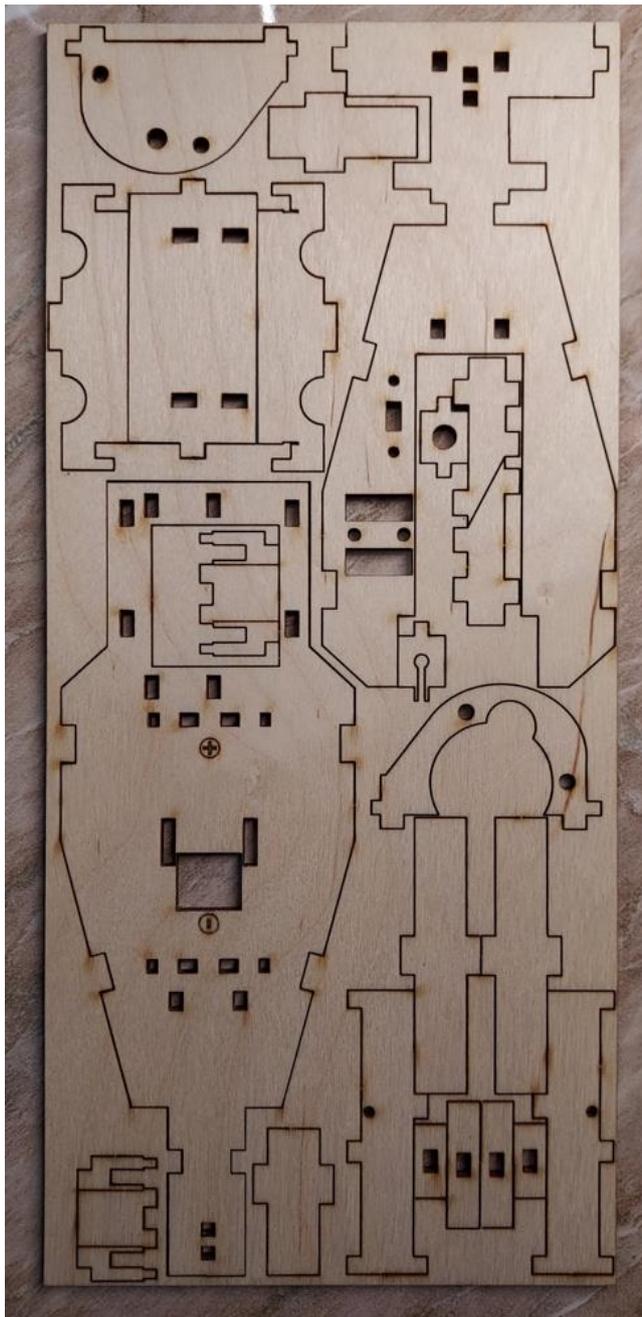


Abb.: Matrix mit Holzbauteilen des Rennwagenmodells

- bevor mit dem Zusammenbau begonnen wird und die leere Matrix von den Schülern entsorgt wird, sollte man zunächst die Vollständigkeit der Bauteile überprüfen

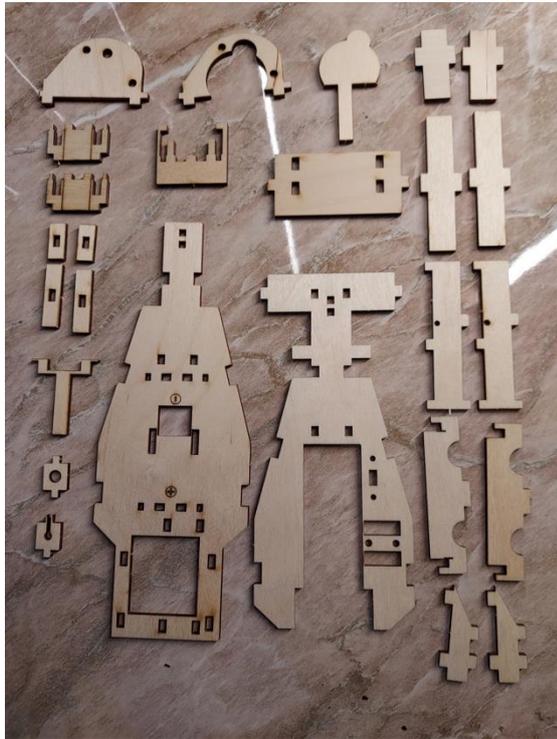


Abb.: Holzbauteilen des Rennwagenmodells

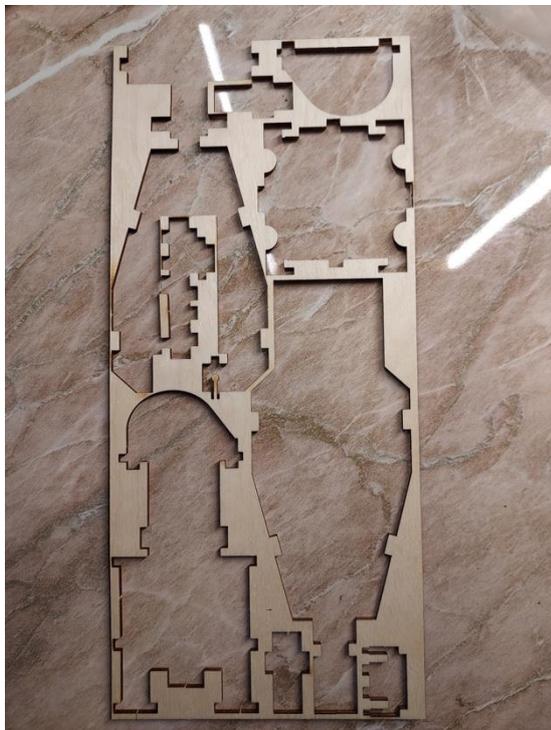


Abb.: Matrix nach dem Heraustrennen der Holzbauteile



Abb.: Bauteile des Rennwagenmodells, die nicht aus Holz bestehen

- Aus der Matrix können aber auch Teile herausgetrennt werden, die für den Zusammenbau des Modells nicht benötigt werden



Abb.: Holzteile, die nicht benötigt werden

- für jeden Schüler sollte ein verschließbares Kuvert oder eine andere verschließbare Hülle zur Aufbewahrung der Teile zur Verfügung gestellt werden:
 - durch eine Hülle wird die Gefahr erheblich verringert, dass einzelne Bauteile verloren gehen oder mit dem Nachbarn vertauscht werden
 - falls nur die einzelnen Teile aufbewahrt werden sollen, ist eine Hülle in DIN-A5-Format ausreichend
 - falls auch die Matrix und die Bedienungsanleitung in der Hülle aufbewahrt werden sollen, muss sie DIN-A4-Format haben
 - die Hülle sollte mit dem jeweiligen Schülernamen beschriftet werden

- sollte ein Bauteil aus Holz verloren gehen, kann dies einfach aus Pappelholz (3mm dick) nachgefertigt werden (Matrix oder Bauteil eines anderen Schülers als Vorlage verwenden)
- die einzelnen Steckverbindungen sind derart gestaltet, dass ein falsches Zusammenbauen fast unmöglich ist → die Schüler brauchen außer der Bauanleitungen kaum weitere Hinweise zum Zusammenbau
- der Aufbau dauert ca. 60 min
- für Vorbereitung, Zusammenbau, gegenseitige Hilfe und individuelle Gestaltung sollten 2 Doppelstunden ausreichend sein

12 in 1 Solar & Hydraulik Bausatz-Kits:

- Schüler müssen sich beim Baubeginn noch nicht entschieden haben, welche Modellvariante sie bauen wollen, da die ersten Schritte (Bau der Solar-, Getriebe- und Hydraulik-Einheit) bei allen Modellen gleich sind
- Zum Heraustrennen der Bauteile muss nicht unbedingt ein Seitenschneider verwendet werden, eine Schere funktioniert ebenfalls
- Für den Bau der Hydraulikeinheit liegt jedem Bausatz ein Päckchen Öl bei. Dies enthält sehr viel mehr Öl als benötigt wird. Um ein Verschütten und ein anschließendes Verteilen des restlichen Öls im ganzen Raum zu vermeiden, ist es sinnvoll die Päckchen alle einzusammeln und das Öl nur zentral am Lehrerpult zu Verfügung zu stellen.
- Der Aufbau dauert mindestens 120 min
- Laut Anleitung sollen zum Bau der Solareinheit am Anfang Bauteile (A9 und A12) verwendet werden, die bei einigen Modellvarianten später aber an anderer Stelle verwendet werden müssen. Darauf sollten ein Schüler hingewiesen werden um Verwirrung oder Verzweiflung bei der Suche nach den entsprechenden Teilen zu vermeiden.
- In der Bauanleitungen wird zunächst angeraten die einzelnen Bauteile erst herauszutrennen, wenn sie benötigt werden. Nach dem Bau der Solar-, Getriebe- und Hydraulik-Einheit sollen die restlichen Teile dann aber alle herausgetrennt werden und in der Verpackung des Modells sortiert aufbewahrt werden. Es ist allerdings deutlich besser weiterhin bei der ersten Variante zu bleiben. Die Gefahr, dass Bauteile verloren gehen oder mit Mitschülern vertauscht werden, ist sehr viel

geringer, wenn immer nur die gerade benötigten Teile herausgetrennt sind. Darüber hinaus werden je nach Modellvariante nicht alle Bauteile benötigt. Für einen später eventuell stattfindenden Umbau des Modells sollten diese aber sicher verwahrt werden.

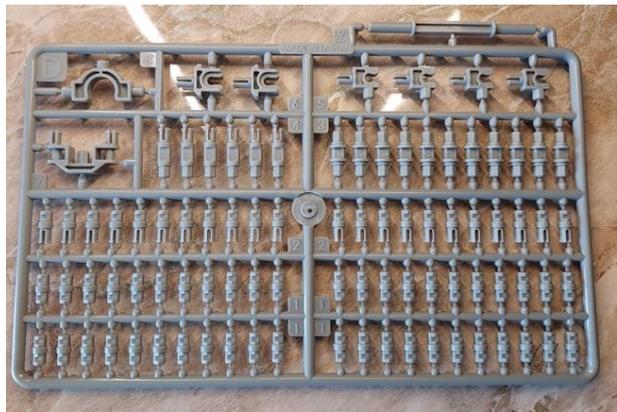
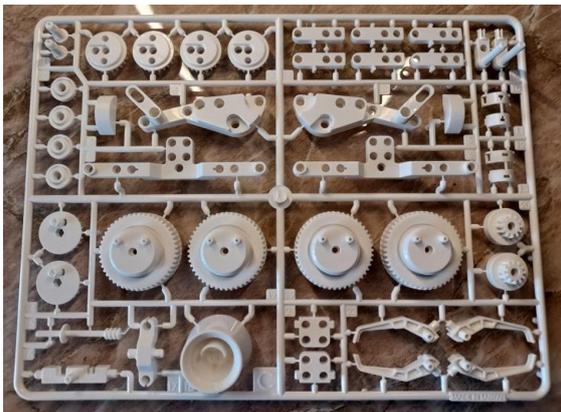
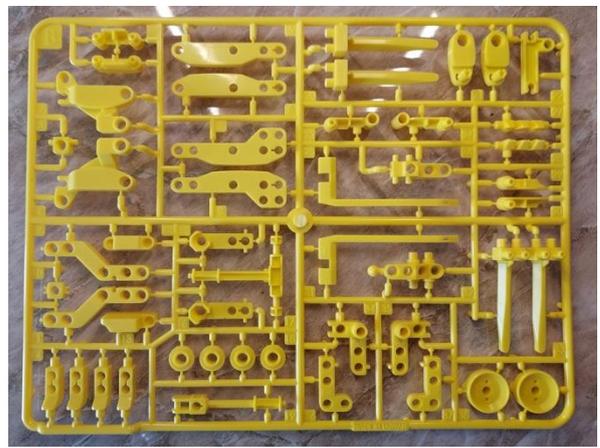
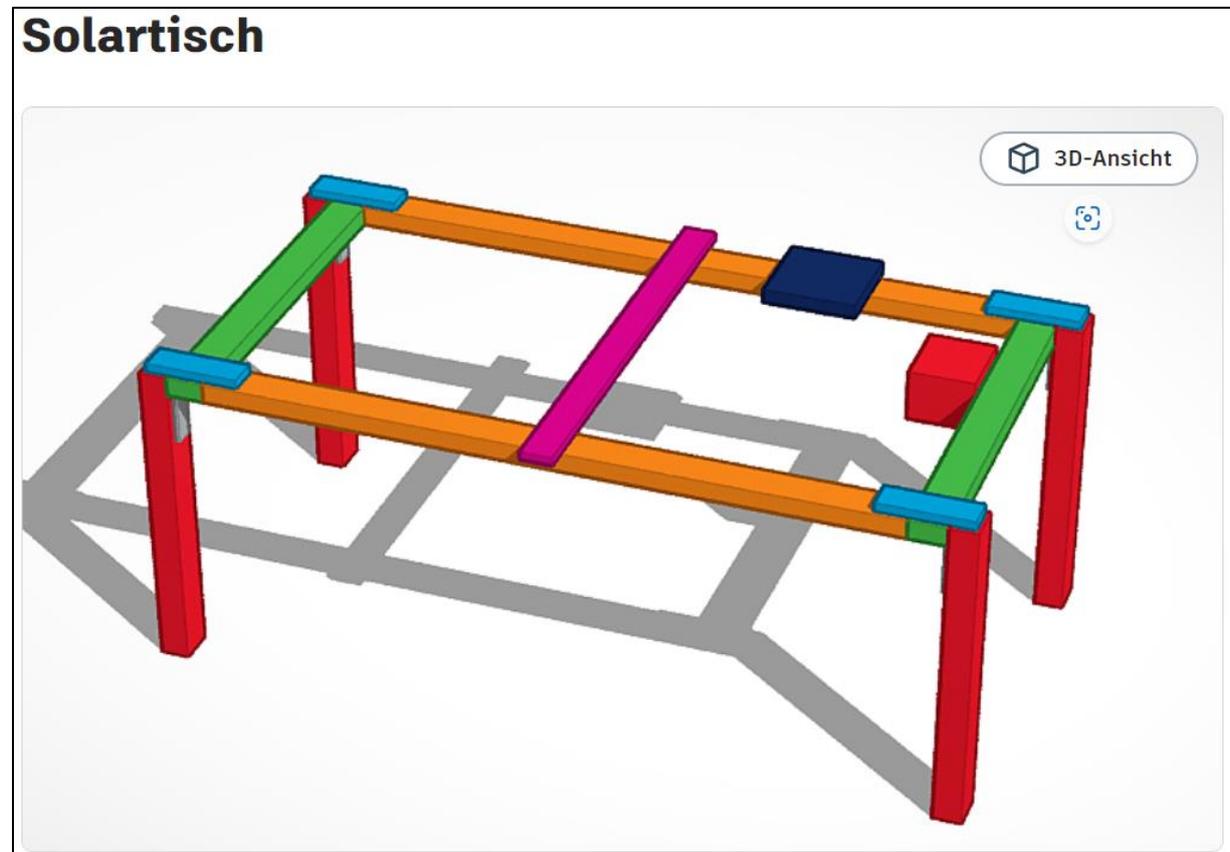


Abb.: Bauteile des 12 in 1 Solar & Hydraulik Bausatz-Kits

Für den Bau des Solartisches von Guido Burger und Klaus-Uwe Gollmer (Umweltcampus Birkenfeld) gibt es eine Tinkercad-Datei, die alle Maße für die Unterkonstruktion aus Holz enthält und auch die Anordnung der einzelnen Bauteile durch die Verwendung von unterschiedlichen Farben sehr übersichtlich darstellt.



Quelle: <https://www.tinkercad.com/things/hHsPlie2SS3-solartisch>

8. Arbeitsaufträge für die Schüler

Es wird hier auf die Erstellung von eigenen Arbeitsmaterialien und Arbeitsaufträge für die einzelnen Stationen verzichtet, da die bekannten Schulbuchverlage mittlerweile zahlreiche passende Materialien anbieten. Diese sind häufig sogar im WORD-Format verfügbar, so dass sie bei Bedarf noch individuell angepasst werden können. Online sind ebenfalls zahlreiche fertige Materialien zu finden. Bei Planet Schule (<https://www.planet-schule.de/schwerpunkt/total-phaenomenal-energie/sonnenenergie-unterricht-100.html>) und der Bundeszentrale für politische Bildung (www.bpb.de) stehen diese z.B. kostenlos zur Verfügung. Aus lizenzrechtlichen Gründen können hier leider keine konkreten Arbeitsblätter dargestellt werden.

9. Mögliche Kriterien zur Benotung

Stationenarbeit:

Die Benotung kann gemäß der aktuell gültigen Notentabelle anhand der erreichten Punkte bei der Bearbeitung der einzelnen Arbeitsaufträge erfolgen.

Da die Anzahl der Stationen und Arbeitsaufträge je nach Vorwissen und Leistungsni-veau der Schüler variable ist, ist auch die zu erreichende Maximalpunktzahl nicht ein-
deutig festgelegt.

Bau des Solarmodells:

- Auswahl geeigneter Werkzeuge
- richtiger und sicherer Umgang mit dem ausgewählten Werkzeug
- Genauigkeit/Sorgfalt
- „Stabilität“ des Modells
- Funktionalität/Zweckmäßigkeit
- Übersichtlichkeit (v.a. bzgl. der Kabel)
- Ästhetik (farbliche Gestaltung, ...)
- ...

Bau Solartisch:

Da der Zusammenbau des Solartisches in Gruppenarbeit erfolgt, ist es schwierig je-
dem beteiligten Schüler eine Note auf das fertige Werkstück zu geben. V.a., da der
individuelle Anteil eines jeden Schülers am Gesamtobjekt kaum feststellbar ist. Daher
bietet sich hier v.a. eine individuelle Benotung der Mitarbeit an. Allerdings können
nicht alle Schüler einer Klasse/eines Kurses zeitgleich am Tisch arbeiten. Einige
Schüler werden während des Zusammenbaus des Tisches eventuell noch mit dem
Zusammenbau und der farblichen Gestaltung ihres eigenen Solarmoduls oder der
Fertigstellung der Stationenarbeit beschäftigt sein. Somit ist es überhaupt nicht mög-
lich, dass sich alle Schüler gleichermaßen am Zusammenbau des Tisches direkt be-
teiligen.

10. Evaluationsfragebogen

Name: _____ Klasse: _____

Name des Angebots: _____

1. Was habe ich mir von dem Angebot erwartet?

2. Meine Erwartungen haben sich:

- in besonderem Maße erfüllt
- erfüllt
- teilweise erfüllt
- nicht erfüllt

Begründung: _____

3. Was ist mir gut gelungen?

4. Was ist mir weniger gut gelungen? Was würde ich in Zukunft besser machen?

5. Was habe ich neu gelernt?

6. Welche Berufe passen zu diesem Angebot?

- Ich kann mir vorstellen in einem dieser Berufe zu arbeiten.
- Ich kann mir nicht vorstellen in einem dieser Berufe zu arbeiten.

7. Das Angebot war:

	<i>sehr</i>	<i>ziemlich</i>	<i>weniger</i>	<i>gar nicht</i>
<i>spannend</i>				
<i>interessant</i>				
<i>anstrengend</i>				
<i>herausfordernd</i>				
<i>wichtig für die Zukunft</i>				
<i>lehrreich</i>				

11. Quellen und weiterführende Informationen

Internet:

- <https://www.umwelt-campus.de/forschung/projekte/workshop-balkonkraftwerk>
- <https://www.heise.de/hintergrund/Der-Solartisch-und-die-gruene-Steckdose-7179286.html>
- <https://www.umwelt-campus.de/iot-werkstatt/news-detailansicht/iot-werkstatt-in-der-make-4-22>
- <https://www.heise.de/news/Balkonkraftwerke-Einfach-Strom-7193665.html>
- <https://www.tinkercad.com/things/hHsPlie2SS3-solartisch>
- <https://solar.htw-berlin.de/rechner/stecker-solar-simulator/>
- <https://www.umwelt-campus.de/iot-werkstatt/tutorials/klimaschutz-iot-stromboerse-und-co2>
- <https://www.umwelt-campus.de/iot-werkstatt/news-detailansicht/datenpuls>
- <https://www.sol-expert-group.de/>
- <https://www.planet-schule.de/schwerpunkt/total-phaenomenal-energie/sonnenenergie-unterricht-100.html>
- www.bpb.de

Schulbücher:

NW (alle Themen):

- Klett: Naturwissenschaften Kompakt. Gymnasium. Sekundarstufe I, 1. Auflage, 2007
- Klett: PRISMA Naturwissenschaften 1. Ausgabe A, 1. Auflage, 2013
- Klett: PRISMA Naturwissenschaften 2. Ausgabe A, 1. Auflage, 2014
- Klett: PRISMA Naturwissenschaften 3. Ausgabe A, 1. Auflage, 2014
- Westermann: ERLEBNIS Naturwissenschaften 3. Allgemeine Ausgabe, 2022

Biologie (Themen: Fotosynthese, Klimawandel, Nachhaltigkeit, ...):

- Cornelsen: Biosphäre (alle Klassenstufen)
- Cornelsen: NATUR UND TECHNIK Biologie. 7. - 10. Schuljahr. Baden-Württemberg, 2017
- Klett: Markl Biologie (alle Klassenstufen)
- Klett: Natura Biologie (alle Klassenstufen)

- Klett: PRISMA Biologie (alle Klassenstufen)
- Westermann: Biologie HEUTE (alle Klassenstufen)
- Westermann: Bioskop (alle Klassenstufen)
- Westermann: Erlebnis Biologie (alle Klassenstufen)
- Westermann: Linder Biologie (alle Klassenstufen)

Physik (Themen: Solarenergie, Solarzellen, ...):

- Cornelsen: NATUR UND TECHNIK Physik. 7. - 10. Schuljahr, Baden-Württemberg, 2017
- Europa Lehrmittel: PHYSIK für Schule und Beruf, 3. Auflage, 2010
- Schroedel: Erlebnis Physik. Gesamtband. differenzierte Ausgabe, 2016

GW (Themen: Treibhauseffekt, Klimawandel, Nachhaltigkeit, ...):

- Cornelsen: Menschen Zeiten Räume 2. Gesellschaftslehre Rheinland-Pfalz und Saarland, 1. Auflage, 2016
- Westermann: Heimat und Welt Gesellschaftswissenschaften 7/8. Saarland, 2021

Erdkunde (Themen: Treibhauseffekt, Klimawandel, Nachhaltigkeit, ...):

- Schroedel: Seydlitz Geographie 7/8. Berlin/Brandenburg, 2016
- Schroedel: Seydlitz Geographie Oberstufe, 2016
- Westermann: Diercke Geographie 5/6. Realschule. Baden-Württemberg, 2015
- Westermann: Diercke Geographie 7/8. Gymnasium. Berlin/Brandenburg, 2016

Politik (Themen: Treibhauseffekt, Klimawandel, Klimaschutzpolitik, Umweltschutzpolitik, Nachhaltigkeit, ...):

- C. C. Buchner: Buchners Kompendium Politik. Politik und Wirtschaft für die Oberstufe, 2018
- Schöningh: Politik im Fokus, 2014
- Westermann: Mensch & Politik. Sozialkunde. Sekundarstufe II, 2022

Lehrpläne:

- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Lehrplan Naturwissenschaften. Gemeinschaftsschule Klassenstufe 5 und 6. Erprobungsphase, 2014
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Lehrplan Naturwissenschaften. Gemeinschaftsschule Klassenstufe 7 und 8. Erprobungsphase, 2014

- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Lehrplan Biologie. Gemeinschaftsschule. Erprobungsphase, 2016
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Lehrplan Physik. Gemeinschaftsschule. Erprobungsphase, 2023
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Physik. Lehrplan Gymnasiale Oberstufe. Grundkurs, 2016
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Physik. Lehrplan Gymnasiale Oberstufe. Leistungskurs, 2016
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Lehrplan Chemie. Gemeinschaftsschule. Erprobungsphase, 2016
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Lehrplan Gesellschaftswissenschaften. Gemeinschaftsschule Klassenstufe 5 und 6. Erprobungsphase, 2014
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Lehrplan Gesellschaftswissenschaften. Gemeinschaftsschule Klassenstufe 7 und 8, 2021
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Lehrplan Sozialkunde. Gymnasiale Oberstufe. Einführungsphase, 2021
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Lehrplan Erdkunde. Gymnasiale Oberstufe. Einführungsphase. Erprobungsphase, 2015
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Lehrplan Erdkunde. Gymnasiale Oberstufe. Grundkurs. Hauptphase. Erprobungsphase, 2019
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Lehrplan Erdkunde. Gymnasiale Oberstufe. Leistungskurs. Hauptphase. Erprobungsphase, 2019
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Informatik. Lehrplan Gemeinschaftsschule Klassenstufe 7, 2023
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Informatik. Lehrplan Gemeinschaftsschule Klassenstufe 8, 2023
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Lehrplan Beruf und Wirtschaft. Gemeinschaftsschule. Erprobungsphase, 2014
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland: Lehrplan Arbeitslehre. Gemeinschaftsschule Klassenstufe 5 und 6. Entwurf, 2012

Alle Lehrpläne des Saarlandes finden sich auf folgender Internetseite:

https://www.saarland.de/mbk/DE/portale/bildungsserver/themen/unterricht-und-bildungsthemen/lehrplaenehandreichungen/lehrplaenehandreichungen_node.html