



Name:

Schule:

Datum:

Solare Elektromobilität Solar- BluecarSCI

Solarfahrzeug mit Solarmodul 3,6 V + Elektromotor + Ladeschalter + Supercap- Energiespeicher 2x 8F+ Indikator-LED+ 2- stufiges Getriebe zum Einsatz in der Sekundarstufe I/II

Gerätebeschreibung + Bauanleitung + Experimente

Niveaivolles Projekt, nicht für Einsteiger geeignet!

QR solarBluecarSCI
Gerätebeschreibung
+ Bauanleitung
+ Experimente

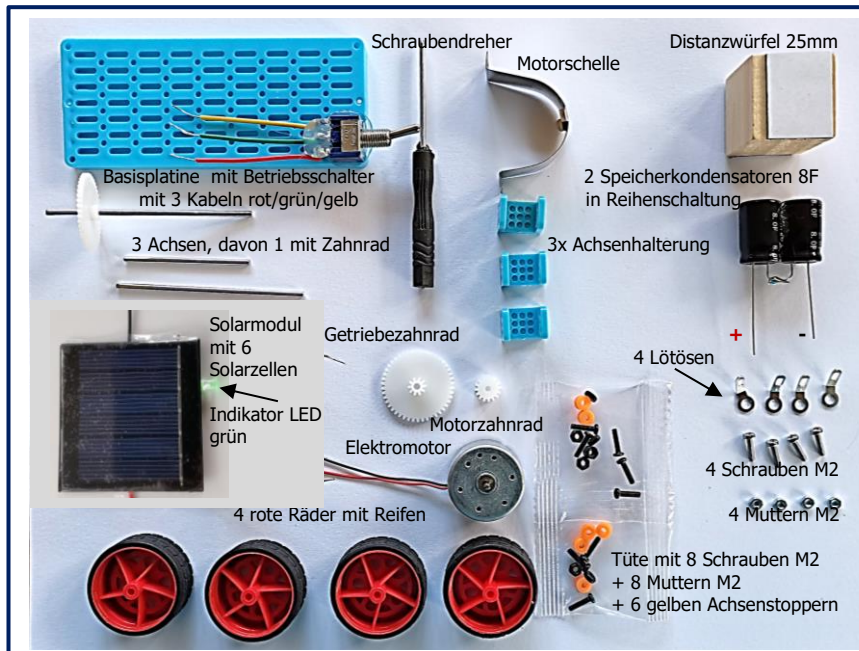


Die Bauteile des Bausatzes

Das Foto zeigt die Bauteile des Bausatzes BluecarSCI mit der Teilebeschriftung.

Notwendige Werkzeuge

- Schlitz- Schraubendreher (im Bausatz enthalten)
- Spitzzange
- Optional: Steckschlüssel für Mutter M2
- Optional: Silikonspray zur Schmierung von Getriebe und Achsen
- Lötstation mit bleifreiem Lötzinn
- Multimeter mit 2x Laborkabel und Krokodklemmen zum Test und für Experimente

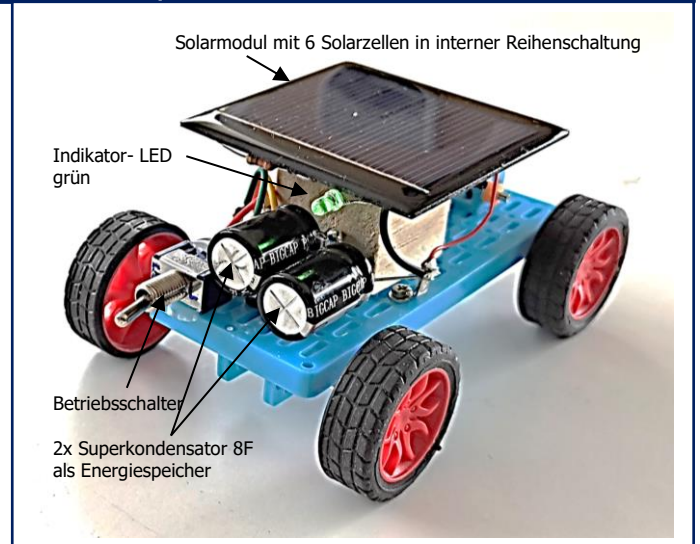


Solarfahrzeug SUSE BluecarSCI

Das Solarfahrzeug BluecarSCI ist ein E-Fahrzeug mit einem Solarmodul (6 Solarzellen in interner Reihenschaltung, mit max. 3,6 V) zur elektrischen Energiegewinnung aus Licht und einem Energiespeicher aus 2x Superkondensator 8F in Reihenschaltung.

Eine grün leuchtende Indikator- LED zeigt die Betriebsbereitschaft an.

Mit dem Betriebsschalter in **Stellung L** können die Superkondensatoren mit dem Strom aus dem Solarmodul geladen werden, im natürlichen Tageslicht oder mit dem Licht von Halogen- oder Rotlichtlampen. Die Mittelstellung des Schalters ist **AUS**, in **Stellung F** fährt das Fahrzeug mit dem Strom aus den Superkondensatoren ca. 50m.



Der Selbstbau aus dem Bausatz ist sehr niveaivolll und nicht für Einsteiger geeignet!

Zeit für den Selbstbau ca. 1 Stunde. Aufladung des BluecarSCI draußen im Freien im natürlichen Sonnenlicht, im Innenraum kann die Solarzelle mit Licht aus Halogen- oder Rotlichtlampen bestrahlt werden. LED- Lampen sind wegen des „falschen“ Lichtspektrums weniger geeignet. (zu viel blaues Licht und zu wenig rotes Licht im Spektrum!)

Die Bauanleitung in 8 Schritten:

Lege die Bausatzteile in eine Schale oder auf ein Tablett, damit keine Kleinteile verloren gehen, sie sind genau abgezählt!

1. Montage der 3 Achsenhalterungen Fotos 1+2

Wir benötigen hier die 3 blauen Achsenwinkel, 6 schwarze Schrauben und 6 schwarze Muttern.

Wir beginnen mit dem Achsenwinkel vorne auf der Oberseite. Durch die beiden äußeren Löcher der mittleren Lochreihe im Achsenwinkel werden 2 schwarze Schrauben gesteckt, diese werden dann durch das 3.+ 4. Loch der ersten Lochreihe durch die Basisplatte gesteckt, siehe **Foto 1**. Auf der Unterseite wird der 2. Achsenwinkel auf die durchgesteckten Schrauben gesteckt, die Schrauben werden mit 2 Muttern fest verschraubt, siehe **Foto 2**. Die Länge der Schrauben ist genau passend! Die Muttern können mit einem M2- Steckschlüssel verschraubt werden, das ist oft einfacher als das Schrauben der schwarzen Schrauben mit dem Schraubendreher!

Der hintere Achsenwinkel wird entsprechend mit 2 Schrauben montiert, die Muttern werden auf der Oberseite angeschraubt. Die beiden Fotos zeigen die fertig verschraubten Achsenwinkel.

2. Montage des Elektromotors Fotos 3+4

Wir benötigen hier den Elektromotor mit seinen Anschlusskabeln rot/schwarz, die Motorschelle, 4 schwarze Schrauben und 4 schwarze Muttern.

Zuerst wird die Motorschelle links mit 2 schwarzen Schrauben und 2 Muttern in der 2. Langlochreihe festgeschraubt, siehe **Foto 3**.

Nun wird das kleine weiße Zahnrad 1 auf die Motorachse gesteckt, falls es klemmt, kann das Loch mit dem kleinen Schraubendreher am Anfang etwas aufgeweitet werden. Der Motor wird unter die Halterung gesteckt, wichtig ist, dass die beiden Motor- Leitungen rot/schwarz nicht unter die Halterung geklemmt werden, sondern unten an der blauen Basisplatte herausgeführt werden (siehe **Foto 4**). Die Motorhalterung wird um den Motor gelegt und unten in der 4. Langlochreihe mit 2 Schrauben und 2 Muttern verschraubt.

3. Montage des Getriebes und der Vorderachse Fotos 5 – 8

In die beiden rechten unteren Löcher der oberen Achsenhalterung wird die kurze Achse gesteckt und am Außenrand des Achsenwinkels und am Rand des Motors mit einem gelben Achsenstopper fixiert (**Fotos 4+5**). Wie das **Foto 6** zeigt, wird das große weiße Zahnrad 2 außen aufgesteckt (das angebaute kleine Zahnrad zeigt nach außen!). Das große weiße Zahnrad 2 muss leichtgängig in das Motorzahnrad eingreifen, ansonsten muss der Motor in seiner Halterung mit etwas Kraft etwas nach links oder rechts verschoben werden, evtl. Schrauben der Halterung etwas lösen.

Wichtig ist, dass beide Zahnräder leicht laufen! Anschließend wird die große Achse mit dem Zahnrad 3 in die beiden Löcher unten außen des unteren Achsenwinkels so montiert, so dass das Zahnrad 3 leichtgängig in das kleine Zahnrad von Zahnrad 2 eingreift. Wenn man das kleine Motorzahnrad dreht, müssen sich die großen Zahnräder leichtgängig drehen! Zahnräder und Achsendurchgänge durch die blauen Winkel mit Silikonspray einsprühen!

Foto 1 Oberseite

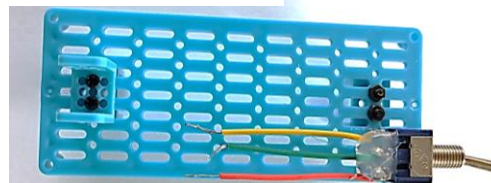


Foto 2 Unterseite



Foto 3

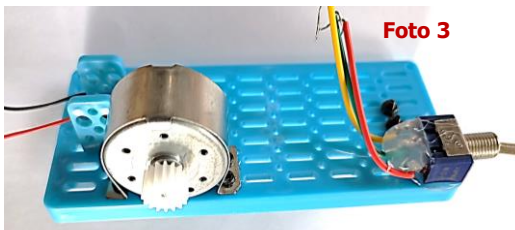


Foto 4

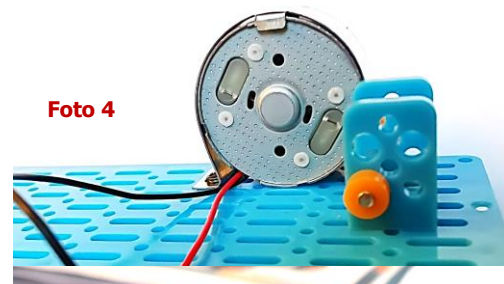


Foto 5

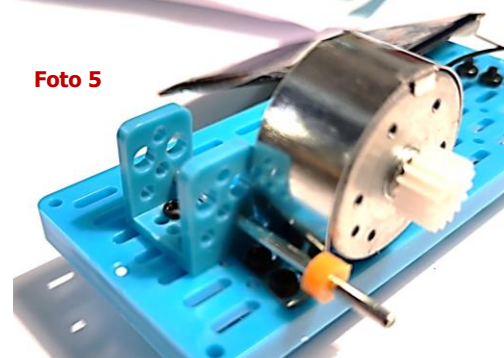
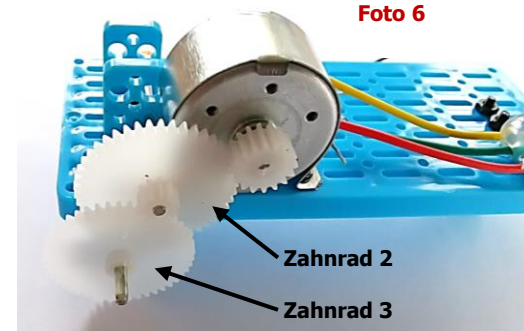


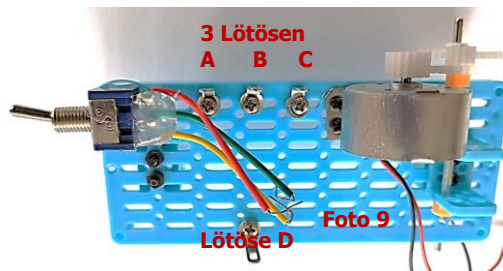
Foto 6



Es ist sehr wichtig, dass alle 3 Zahnräder leichtgängig laufen und nichts klemmt! Links und rechts des Achsenwinkels werden 2 gelbe Achsenstopper in ca. 0,5 mm Abstand zum Achsenwinkel aufgesteckt, siehe **Foto 8**. Nun prüfen wir noch einmal ob sich alle Zahnräder leicht drehen.

4. Montage der 4 Lötösen Foto 9

Auf der Motorseite werden jeweils im 1. Loch auf der 3.,4.+5. Langlochreihe je eine Lötöse **A,B,C** mit einer silbernen M2-Schraube +Mutter verschraubt, die Lötöse zeigt nach außen, sie wird senkrecht hochgebogen.



Auf der gegenüberliegenden Seite wird im letzten Loch der 4. Langlochreihe die **4. Lötöse D** eingeschraubt, Lötflanke zeigt nach außen und wird senkrecht hochgebogen.

5. Montage des Holzwürfels und Lötarbeiten 1 Fotos 10 + 11

Der Holzwürfel kann vor dem Einbau farblich gestaltet werden. Von der Unterseite des Holzwürfels wird die Schutzfolie des doppelseitigen Klebbandes abgezogen und der Würfel passgenau zwischen die Lötösen direkt an den Elektromotor platziert und festgeklebt. Die **Plusleitung!** der Superkondensatoren und der grüne Draht werden in die **Lötöse A** gelötet, die gelbe Leitung und die schwarze Motorleitung werden in die **Lötöse B** gelötet, die rote Leitung wird in die **Lötöse C** gesteckt, aber noch nicht verlötet. Auf der gegenüberliegenden Seite werden die **Minusleitung!** (markiert!) der Superkondensatoren und die rote Motorleitung in **Lötöse D** gesteckt, aber noch nicht verlötet.

Achtung! Polung der Superkondensatoren nicht verwechseln, die werden sonst beim Aufladen zerstört! Der Minuspol ist deutlich aufgedruckt, siehe Foto 12.

6. Montage des Solarmoduls und Lötarbeiten 2 Foto 12

Die Schutzfolie auf der Oberseite wird abgezogen, das Solarmodul wird obendrauf so platziert, dass seine rote Leitung auf der Seite der **Lötöse C** liegt und seine schwarze Leitung auf der Seite der **Lötöse D**, nun wird es mittig auf den Würfel aufgedrückt und verklebt. Die beiden roten Leitungen werden nun in **Lötöse C** verlötet, in **Lötöse D** werden die Minusleitung der Superkondensatoren, die rote Motorleitung und die schwarze Solarmodulleitung gemeinsam verlötet.

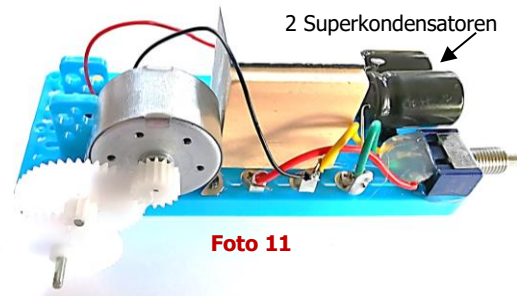
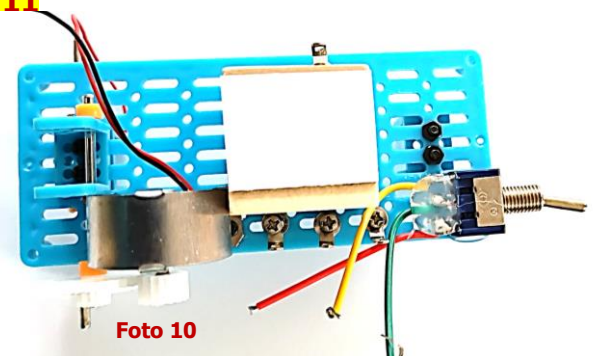
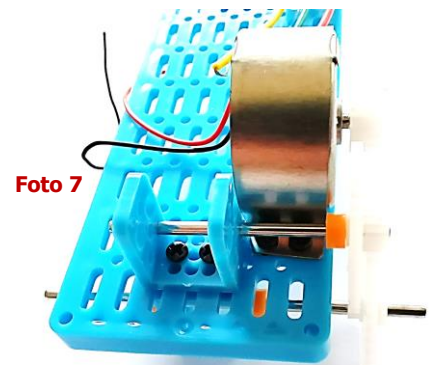
7. Montage der Hinterachse Foto 8

Links in Foto 8: Durch die beiden unteren äußeren Löcher des hinteren Achsenhalters wird die lange Achse durchgeschoben, an beide Seiten des Achsenwinkels wird mit ca. 0,5 mm Abstand zum Winkel je 1 gelber Achsenstopper aufgeschoben, so dass sich die Achse leicht drehen lässt.

8. Montage der Räder Foto Seite 1

Auf die 4 Achsenenden stecken wir die roten Räder auf, wir prüfen, ob sich Vorder- und Hinterachse mit den Rädern leicht drehen lassen, dazu schieben wir das Auto zum Test auch einer Tischplatte vorsichtig hin und her. Alle weißen Zahnräder und die Achsendurchgänge alle Achsen durch die blauen Winkel mit Silikonspray einsprühen, das sorgt für einen leichten Lauf!

Hat alles gut geklappt, nun ist der Selbstbau fertig, im nächsten Schritt testen wir die Funktion!



Minuspol Superkondensator

9. Funktionstest

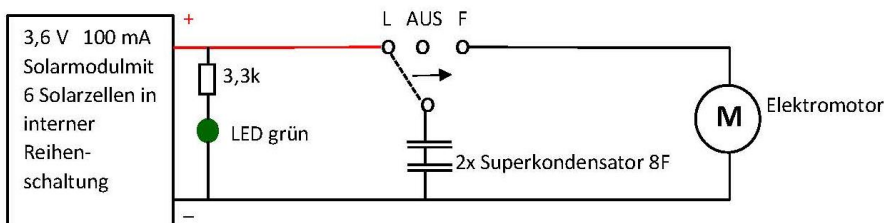
Im Freien: Wir stellen den **Betriebsschalter in Mittelposition AUS** und gehen mit dem Solarauto hinaus ins Freie, dort suchen wir uns eine sonnige, ebene Fläche. Wir stellen nun den **Betriebsschalter auf Position L Laden**, das Solarmodul erzeugt Strom und lädt die Superkondensatoren aus, Dauer je nach Intensität der Sonnenstrahlung 1- 4 Minuten. Nun schalten wir den Schalter wieder auf **Mittelposition AUS**, stellen das Auto auf eine ebene Fläche und stellen den **Betriebsschalter auf Position F Fahren**: Das Auto fährt zügig davon! Der Elektromotor erhält Strom aus den Superkondensatoren, es fährt auch im lichtschwachen Innenraum!

Im Innenraum:

Wir stellen den **Betriebsschalter in Position L** und bestrahlen das Solarmodul im Abstand von 30 cm mit einer Halogenlampe oder Rotlichtlampe (wie man sie zur Schnupfenbehandlung verwendet!) LED- Lampen sind wegen des „falschen“ Lichtspektrums weniger geeignet! Dauer ca. 3-5 Minuten. Danach stellen wir den **Betriebsschalter auf Mittel- Position AUS**. Nun stellen wir das Auto auf eine ebene Fläche und stellen den **Betriebsschalter auf Position F Fahren**: Das Auto fährt zügig davon! Der Elektromotor erhält Strom aus den Superkondensatoren.

Gibt's Probleme? Die NILS- Lehrkräfte oder www.SUNdidactics.de lösen das Problem!

Funktion des Solarfahrzeugs, solartechnische Grundlagen und Stromlaufplan



Stromlaufplan SUSE BluecarSCI

Der Stromlaufplan zeigt die elektrische Schaltung mit Solarmodul, LED mit Vorwiderstand, Betriebsschalter, 2 Superkondensatoren als elektrischer Energiespeicher und den Elektromotor, der über 3 Zahnräder die Vorderachse dreht.

Betriebsanleitung

Der Schalter hat 3 Positionen und ist beschriftet.

In **Position L (Laden)** sind die Superkondensatoren mit dem Solarmodul verbunden und laden sich auf, bis zur maximalen Modulspannung von 3,6 V. Dabei muss das Solarmodul beleuchtet werden, im Freien mit natürlichem Tageslicht, im Innenraum mit Halogenlampe oder Rotlichtlampe.

In **Mittelposition AUS** sind die Superkondensatoren weder mit dem Solarmodul noch mit dem Elektromotor verbunden.

In **Position F (Fahren)** sind die Superkondensatoren mit dem Elektromotor verbunden, das Fahrzeug fährt.

Technische Daten:

Fahrzeug: Länge 120 mm, Breite 80 mm, Höhe 50 mm
Antrieb durch Elektromotor RF300 mit 2- stufigem Getriebe

Solarmodul: 55x 55 mm, 6 Solarzellen in interner Reihenschaltung, $U_{oc} = 3,6 \text{ V}$ $I_{sc} = 100 \text{ mA}$ bei $25^\circ\text{C}/\text{AM } 1,5$

Energiespeicher: 2 Superkondensatoren 8F in Reihenschaltung
gespeicherte Energie bei $U = 3,6 \text{ V}$ ($W = 1/2 \cdot C \cdot U^2$) = 25,92 J

Indikator- LED: LED 3mm grün, mit Vorwiderstand 3,3k, zeigt Betriebsbereitschaft des Solarmoduls an.

5 Experimente mit dem BluecarSCI

Mit einem Multimeter können umfangreiche Experimente zum Solarmodul, Aufladen, Entladen durchgeführt werden. Mit 2x Laborkabel mit Krokodilklemmen können an den Lötösen die elektrischen Messungen durchgeführt werden.

Experiment 1: Messung der Geschwindigkeit des Fahrzeugs

Experiment 2: Experimente zur Solartechnik mit dem Solarmodul

Experiment 3: Messung der Stärke der Sonnen/Licht- Strahlung in W/m²

Experiment 4: Experimente zum Aufladen

Experiment 5: Experimente zum Entladen (Fahren)

Experiment 1: Messung der Geschwindigkeit des Fahrzeugs

Notwendige Materialien: 1 Fahrzeug BluecarSCI, Halogenlampe oder Rotlichtlampe, Stoppuhr des Smartphones, Zollstock

Markiere outdoor oder im Innenraum eine Messstrecke von 2 m mit dem Zollstock. Lade nun das Fahrzeug auf, stelle den Schalter auf Mittelposition, halte es nun 2cm über dem Boden, schalte auf Fahren und stelle es auf dem Boden auf den Startpunkt, dabei wird auch die Stoppuhr gestartet.

Wenn Du nun die Messstrecke $s = 2\text{m}$ durch die gemessene Zeit t teilst, bekommst Du die Geschwindigkeit v in der Maßeinheit m/s. Wiederhole das Experiment für eine Messstrecke von 4m.

| Messstrecke s | Gemessene Zeit t in s | Geschwindigkeit v in m/s | Geschwindigkeit v in km/h |
|-----------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 2m | | | |
| 4m | | | |

Wenn Du die Geschwindigkeit in m/s mit 3,6 multiplizierst, hast Du die Geschwindigkeit in km/h.

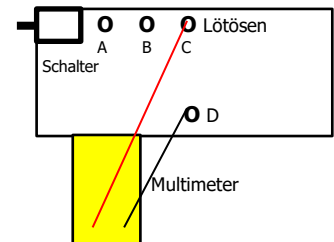
Wie kommt man auf diese Zahl 3,6? Entdecke die Lösung und notiere das Ergebnis hier:

Experiment 2: Experimente zur Solartechnik mit dem Solarmodul

Notwendige Materialien: 1 Fahrzeug BluecarSCI, 1 Multimeter mit 2 Messkabeln und 2x Krokodilklemmen, Halogenlampe oder Rotlichtlampe, optional: Overheadprojektor als Lichtquelle

Wir messen die Spannung des Solarmoduls bei verschiedenen Lichtverhältnissen, der **Betriebsschalter steht dazu ständig in Mittelposition AUS**.

Das Multimeter stellen wir auf 20V DC und klemmen das rote Pluskabel an die Lötöse A und das schwarze Minuskabel an die Lötöse D, damit messen wir die elektrische Spannung des Solarmoduls. Wir messen die Spannung bei verschiedenen Lichtverhältnissen und tragen die Werte in die Tabelle ein.



| Beleuchtung des Solarmoduls | Spannung in V |
|--|---------------|
| Draußen im Sonnenschein, Modul zur Sonne ausgerichtet | |
| Draußen bei Sonnenschein im Schatten, Modul zum Himmel ausgerichtet | |
| Draußen bei bedecktem Himmel, Modul nach Süden ausgerichtet | |
| Im Innenraum, Modul in 30 cm Abstand bestrahlt mit Halogenstrahler oder Rotlicht | |
| Im Innenraum, Modul in 60 cm Abstand bestrahlt mit Halogenstrahler oder Rotlicht | |
| Im Innenraum, normale Raumbeleuchtung | |

Was fällt Dir auf, notiere Deine Auswertung hier:

Experiment 3: Messung der Stärke der Sonnen-/Licht- Strahlung in W/m²

Notwendige Materialien: 1 Fahrzeug BluecarSCI, 1 Multimeter mit 2 Messkabeln und 2x Krokodilklemmen, Halogenlampe oder Rotlichtlampe, optional: Overheadprojektor als Lichtquelle

Basisinfo: Mit dem Kurzschlussstrom des Solarmoduls kann die Intensität der Solarstrahlung oder der Lichtstrahlung von Lampen bestimmt werden, es ist die **Bestrahlungsstärke S in W/m²**. 1000 W/m² ist die Stärke des Sonnenlichts im Sommer mittags bei wolkenlosem, blauem Himmel, 0 W/m² ist totale Dunkelheit. Der **Kurzschlussstrom einer Solarzelle oder eines Solarmoduls ist direkt proportional zur Bestrahlungsstärke S**. Bei unserem Solarmodul ist der Kurzschlussstrom bei S= 1000 W/m² genau 0,11 A. Messen wir im Freien mit einem Multimeter den Kurzschlussstrom I_{sc} (oder im Innenraum mit Licht von Lichtquellen), können wir mit einer einfachen Dreisatzrechnung die Bestrahlungsstärke S_x bestimmen: Es gilt:

$$\frac{1000 \text{ W/m}^2}{0,11 \text{ A}} = \frac{S_x \text{ W/m}^2}{I_{sc} \text{ A}} \quad \text{nach } S_x \text{ umgestellt: } S_x = \frac{1000 \text{ W/m}^2 * I_{sc} \text{ A}}{0,11 \text{ A}} = 9090 * I_{sc} \text{ W/m}^2$$

Beispiel: Wir messen im Freien bei leicht bewölktem Himmel I_{sc} = 0,06 A, dann ist S = 9090*0,06 = 545 W/m²

Messungen: Anschluss an C und D wie in Experiment 2

am Multimeter den Messbereich 10A verwenden, im Innenraum Messbereich 200 mA oder 20 mA

| Beleuchtung des Solarmoduls | Kurzschlussstrom in A | Bestrahlungsstärke S in W/m ² |
|--|-----------------------|--|
| Draußen im Sonnenschein, Modul zur Sonne ausgerichtet | | |
| Draußen bei Sonnenschein im Schatten, Modul zum Himmel ausgerichtet | | |
| Draußen bei bedecktem Himmel, Modul nach Süden ausgerichtet | | |
| Im Innenraum, Modul in 30 cm Abstand bestrahlt mit Halogenstrahler oder Rotlicht | | |
| Im Innenraum, Modul in 60 cm Abstand bestrahlt mit Halogenstrahler oder Rotlicht | | |
| Im Innenraum, normale Raumbeleuchtung | | |

Was fällt Dir auf, notiere Deine Beobachtungen und Auswertung hier:

Experiment 4: Experimente zum Aufladen

Notwendige Materialien: 1 Fahrzeug BluecarSCI, 1 Multimeter mit 2 Messkabeln und 3x Krokodilklemmen, Halogenlampe oder Rotlichtlampe, Smartphone- Stoppuhr, optional: Overheadprojektor als Lichtquelle

Basisinfo: Wenn das Solarmodul mit Licht bestrahlt wird, entsteht elektrische Energie, die Spannung beträgt bei 1000 W/m² 3,6 V. Wenn nun der Schalter auf L gestellt wird, fließt die elektrische Energie in die Superkondensatoren und wird dort gespeichert, solange bis die Spannung an den Superkondensatoren genau so groß ist wie am Solarmodul. Den Spannungsverlauf an den Superkondensatoren messen wir in Abhängigkeit von der Zeit und tragen die Messwerte in die Tabelle und das Koordinatensystem ein.

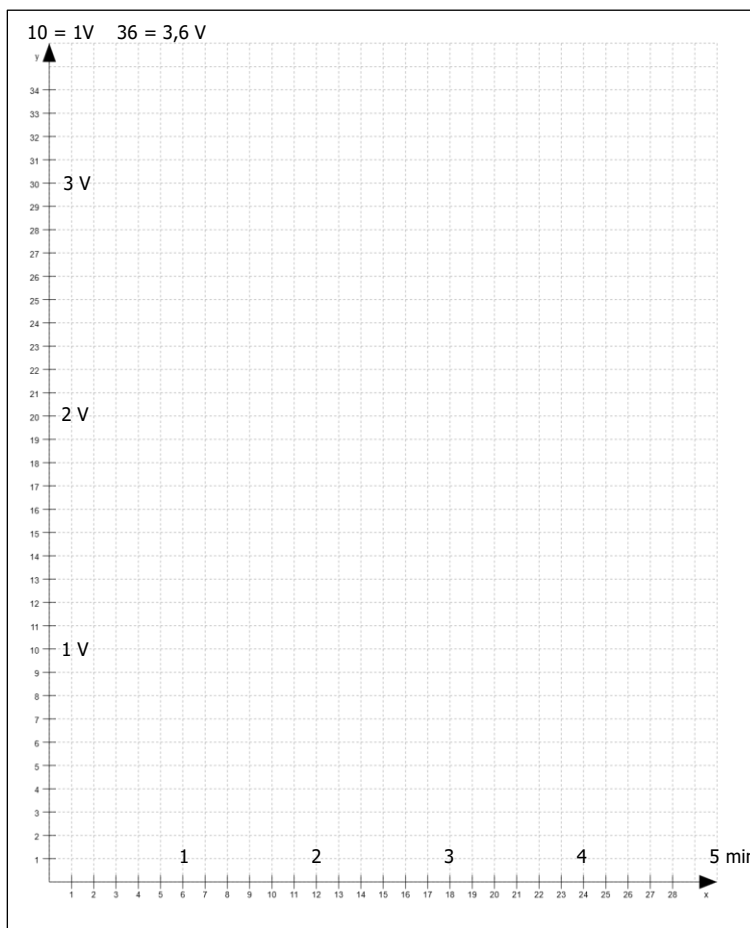
Experiment- Durchführung: Wir schließen das Multimeter mit dem **roten Pluskabel an Lötöse A** an und mit dem **schwarzen Minuskabel an Lötöse D**, der Messbereich ist 20V DC. Der Schalter steht noch auf AUS. Zu Beginn muss der Superkondensator ganz entladen werden, dazu stecken wir die beiden Stecker rot + schwarz am Multimeter kurz ineinander (Kurzschluss) für 5 Sekunden.

Nun gehen wir mit dem Fahrzeug ins Freie in den Sonnenschein oder beleuchten es im Innenraum mit Halogen- oder Rotlichtlampe aus 30 cm Abstand (**Abstand während des Experiments nicht verändern!!**), die Stoppuhr ist bereit! Zum Start schalten wir den Schalter auf L und lesen zu den Zeiten der Tabelle die Zeit und die Spannung ab und tragen die Werte in die Tabelle ein. Evtl. Overheadprojektor als Lichtquelle verwenden, siehe Seite 8! Danach zeichnen wir den Graphen der Aufladung in das Koordinatensystem.

Für die **Entladung (Experiment 5)** wird dieselbe Tabelle und dasselbe Koordinatensystem verwendet!

Die Messungen:

| Zeit in s | Aufladung Spannung in V | Entladung Spannung in V |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 Start | | |
| 20 | | |
| 40 | | |
| 60 1 Minute | | |
| 80 | | |
| 100 | | |
| 120 2 Minuten | | |
| 140 | | |
| 160 | | |
| 180 3 Minuten | | |
| 200 | | |
| 220 | | |
| 240 4 Minuten | | |
| 260 | | |
| 280 | | |
| 300 5 Minuten | | |



Notiere Deine Beobachtungen und Auswertung hier:

Experiment 5: Experimente zum Entladen

Notwendige Materialien: 1 Fahrzeug BluecarSCI, 1 Multimeter mit 2 Messkabeln und 2x Krokodilklemmen, Halogenlampe oder Rotlichtlampe zum Aufladen, Smartphone- Stoppuhr, optional: Overheadprojektor als Lichtquelle zum Aufladen.

Basisinfo: Wenn der Speicherkondensator voll aufgeladen ist, kann das Fahrzeug mit dieser elektrischen Energie fahren. Beim Entladen sinkt die Spannung bis zu einem Mindestwert $>0V$, bei dem der Elektromotor stehen bleibt. Da wir während der Fahrt keine Messungen durchführen können, legen wir das Fahrzeug auf den Rücken, auf sein Solarmodul, so dass sich die Räder in der Luft frei drehen können.

Experiment- Durchführung: Wir schließen das Multimeter mit dem **roten Pluskabel an Lötöse A** an und mit dem **schwarzen Minuskabel an Lötöse D**, der Messbereich ist 20V DC. Der Schalter steht noch auf AUS. Zu Beginn muss der Superkondensator voll aufgeladen werden, wie in Experiment 4 beschrieben. Nach der Aufladung stellen wir den Betriebsschalter auf AUS. **Zum Start der Entladung stellen wir den Schalter auf F** (Fahren) und starten gleichzeitig die Smartphone- Stoppuhr. Lies nach jeweils 20 Sekunden den Spannungs- Messwert am Multimeter ab und trage die Zahl in die Tabelle auf S. 7 ein. Für die **Entladung (Experiment 5)** wird dieselbe Tabelle und dasselbe Koordinatensystem wie für Experiment 4 verwendet! Nach Ende der Messungen kannst Du mit den Spannungswerten über der Zeit den Graphen zeichnen.

Notiere Deine Beobachtungen und Auswertung zur Entladung hier, vergleiche die Entladung mit der Aufladung:

Foto: Messungen zur Aufladung auf einem Overheadprojektor und im Sonnenlicht.

Die Krokodilklemmen wurden an die Schraubstutzen der Lötösen A und D geklemmt. Die Aufladung ist bei $U = 3,64V/3,60V$ gerade abgeschlossen.



Bild links: Aufladen im natürlichen Sonnenlicht, zur besseren Ausrichtung zur Sonne wurde das Fahrzeug aufgebockt.

Bild rechts: Aufladen auf der Platte eines Overheadprojektors. Das Solarmodul wurde nach unten ausgerichtet.

