



Name:

Schule:

Datum:

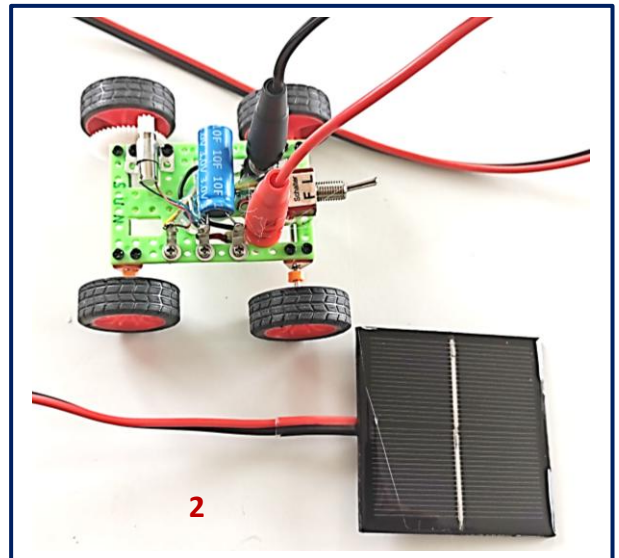
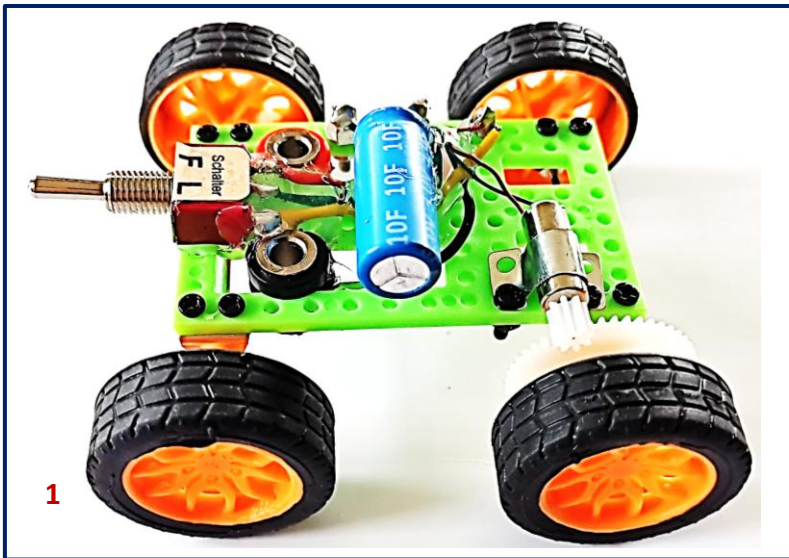
# Solare Elektromobilität Der Solarflitzer turboSB

## Solarfahrzeug mit Speicherkondensator 10F und Ladebuchsen

zum Anschluss an Solarmodule mit 1-2 Solarzellen als Solartankstelle  
SUSEmod8, CM319, CM630, 2x CM6MS/CM6B

### Gerätebeschreibung, Betriebsanleitung und Bauanleitung

QR Gerätedatei  
+Bauanleitung  
Solarflitzer  
turboSB



Das **Foto 1 links** zeigt das E- Auto SUSE Solarflitzer turboSB. Links befindet sich der Betriebsschalter, in der Mitte ist der Energiespeicher, ein Superkondensator mit 10F Kapazität. Zwischen Schalter und Superkondensator sind die beiden Ladebuchsen rot(+) und schwarz (-). Rechts über dem Rad erkennt man den kleinen Elektromotor mit dem 2-Zahnrad-Getriebe.

Im **Foto 2 rechts** ist der Solarflitzer turboSB zum Aufladen an die einfachste Solartankstelle, das Solarmodul SUSEmod8  $U = 1,28 \text{ V} / I_{\text{max}} = 480 \text{ mA}$  mit 2 Solarzellen angeschlossen, die 4mm- Bananenstecker passen in die Ladebuchsen.



Das **Foto 3** zeigt ein Voltmeter an den Ladebuchsen, hiermit lässt sich der Ladevorgang beobachten und messen.

Im Foto 3 (links) wird der Speicherkondensator gerade aufgeladen, die Ladespannung beträgt momentan 1,22 V und wird sich noch bis ca. 1,28 V steigern.

Als Solartankstelle dient (rechts im Versuchsaufbau) das Solarmodul SUSE CM319 mit 2 Solarzellen in interner Reihenschaltung.

## Das Solarfahrzeug SUSE Solarflitzer turboSB

Auf dem Chassis des bewährten Solarfahrzeuges SUSE Solarflitzer befinden sich 2 Ladebuchsen schwarz – und rot + zum Anschluss an die Solartankstelle mit 1-2 Solarzellen. Links ist der Betriebsschalter mit den 3 Positionen Laden L- Aus- Fahren F. In die Ladebuchsen passen handelsübliche 4mm Bananenstecker.

Rechts neben den Ladebuchsen ist der Speicherkondensator (Superkondensator 10F) angeordnet, er kann die vom Solarmodul gelieferte Energiemenge von 8,2 J speichern und nach Umschalten zum Fahren nutzen. Nach dem Umschalten von Laden L auf Fahren F fährt das Auto mit dieser Energie mit hoher Geschwindigkeit ca. 50m, auch in lichtschwachen Räumen. Aufladen lässt sich der Speicherkondensator an einem Solarmodul mit 2 Solarzellen oder an 2 Solarmodulen mit je 1 Solarzelle in Reihenschaltung entweder Outdoor im Sonnenschein/ Tageslicht oder im Innenraum mit Halogen- oder Rotlichtlampe oder auf der Glasplatte eines Overheadprojektors. (Das Licht von LED- Lampen ist wegen des ungeeigneten Lichtspektrums nicht verwendbar).

### Die technischen Daten turboSB:

#### Fahrzeug:

Fahrzeuglänge: 90 mm

Fahrzeugbreite: 75 mm

Fahrzeughöhe: 40 mm

#### Antrieb:

Mini- Elektromotor mit Untersetzungsgetriebe

**Räder:** Robuste Kunststoffräder 30 mm mit Gummibereifung

**Energiespeicher:** Superkondensator  
10F / 3,0V

**Max. Ladespannung:** 1,8 V DC

**Solartankstellen:** Solarmodul SUSEmod8,  
SUSE CM630, SUSE CM630-OS, SUSE CM319.... oder 2 beliebige Solarzellen in Reihenschaltung  
oder Mignon- Batterie 1,5 V

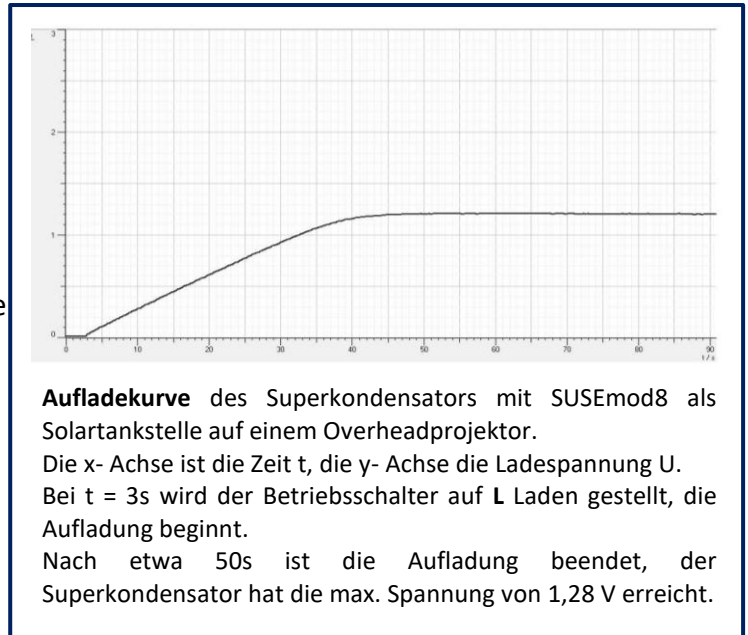
### Die Bedienungsanleitung:

#### Der Betriebsschalter hat 3 Positionen: links Fahren F – Mitte AUS – rechts Laden L

1. An die Ladebuchsen wird ein Solarmodul mit 2 Solarzellen (z.B. SUSEmod8, SUSE CM630 oder CM319) polrichtig angeschlossen, der Pluspol des Solarmoduls in die rote Ladebuchse, der Minuspol in die schwarze Ladebuchse. Bei Solarmodulen mit nur 1 Solarzelle (z.B. SUSE CM315 oder SUSE CM6MS/CM6B) werden 2 Module in Reihe geschaltet.
2. Der Betriebsschalter befindet sich in Normalposition in der Mitte = **AUS**, zum Laden wird er nach rechts, zur schwarzen Buchse hin, auf Position **L** geschaltet. Der Ladevorgang dauert ca. 1-2 Minuten je nach der Lichtintensität der Beleuchtung der Solarzellen.
3. Ist das Laden beendet, wird der Betriebsschalter wieder in die Mitte **AUS** gestellt.
4. Zum Fahren werden die Ladekabel abgezogen, das Fahrzeug auf eine ebene Fläche gestellt und der Betriebsschalter auf Position **F** geschaltet, das Fahrzeug flitzt nun schnell davon!
5. Zum Beobachten/Messen der Aufladung kann an die Ladebuchsen an die Ladekabel ein Multimeter im Messbereich 20V DC angeschlossen werden, man erkennt beim Laden den Anstieg der Spannung von etwa 0 V auf ca. 1,28 V, wie in Foto 3 erkennbar.

Das Modell stellt die reale Situation eines E-Fahrzeugs und einer heimischen Photovoltaikanlage dar. Das E- Fahrzeug wird mit der elektrischen Energie der Photovoltaikanlage geladen, die elektrische Energie wird von der PV- Anlage in den Fahrzeug- Akku übertragen, mit der Energie des Fahrzeug- Akkus fährt dann das E- Fahrzeug.

Das Fahrzeug SUSE Solarflitzer turboSB wird als Fertiggerät oder als Bausatz geliefert, auch im Set mit der Solartankstelle SUSEmod 8 mit 1m Kabel und 2 Büschelsteckern.



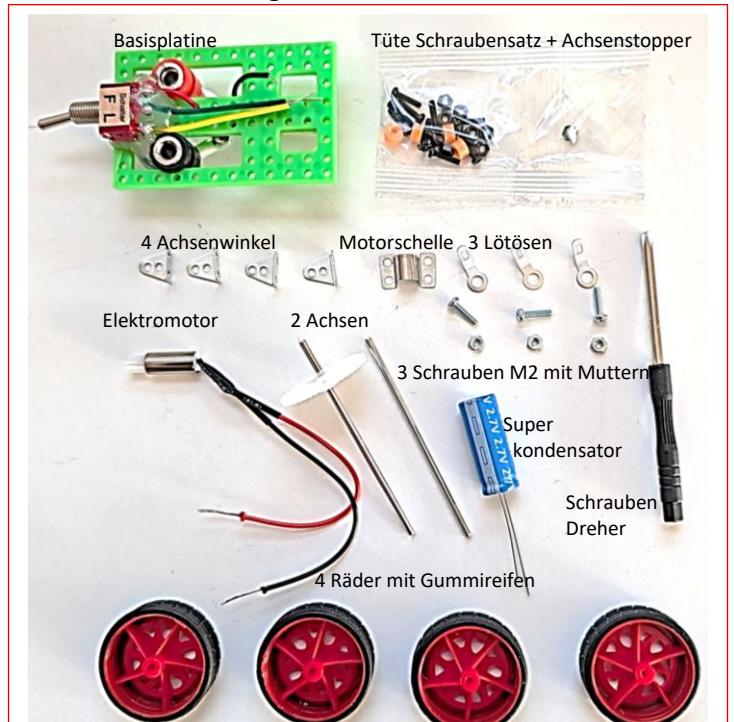


# Die Bauanleitung zum Solarflitzer turboSB Dauer des Selbstbaus ca. 60 min

## Die Bauteile in einer Tüte (Foto 1)

- 1 Grüne Basisplatte mit vormontiertem Schalter und 2 Ladebuchsen mit Leitern rot/grün/gelb/schwarz
- 2 Fahrzeugbauteile: Schraubensatz 10 schwarzen Schrauben M2x8 mit Muttern (oder 3 Blechschrauben) + 4 orange Achsenstopper, 4 Achsenwinkel, 1 Motorschelle, 1 Elektromotor, 2 Achsen, davon 1 Achse mit großem Zahnrad, 3 silberne Schrauben M2x8 mit 3 Muttern, 3 Lötösen M3
- 3 4 Räder für 2mm- Achse zum Aufstecken mit Gummibereifung
- 4 1 Superkondensator 10F/2,7 V

Foto1 die Bauteile



## Notwendige Werkzeuge:

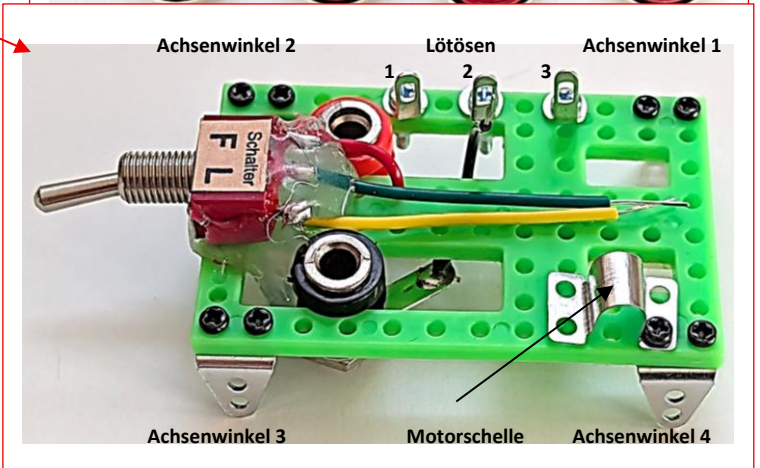
- Kreuzschlitzschraubendreher (im Bausatz enthalten)
  - Spitzzange
  - Seitenschneider
  - Pinzette
  - Lötstation mit bleifreiem Lötzinn
  - Optional Abisolierzange
  - Optional Steckschlüssel für Mutter M2
  - Optional Sekundenkleber
- **Der Selbstbau in 4 Arbeitsschritten**
  - **Bitte Text und Fotos verwenden,**
  - **Bitte Reihenfolge einhalten!**

### 3.1 Arbeitsschritt 1:

#### Montage der 4 Achsenwinkel 1-4 + Motorschelle + 3 Lötösen 1,2,3 Foto 2

Mit je 2 schwarzen Schrauben werden die Achsenwinkel 1-4 an die grüne Platte geschraubt, **Schrauben fest anziehen**, beim Festschrauben Muttern mit Spitzzange oder Steckschlüssel festhalten. Bei Achsenwinkel Nr. 4 die Motorschelle mit anbauen. **Die linke Schraube der Motorschelle wird erst nach dem Motoreinbau montiert.**

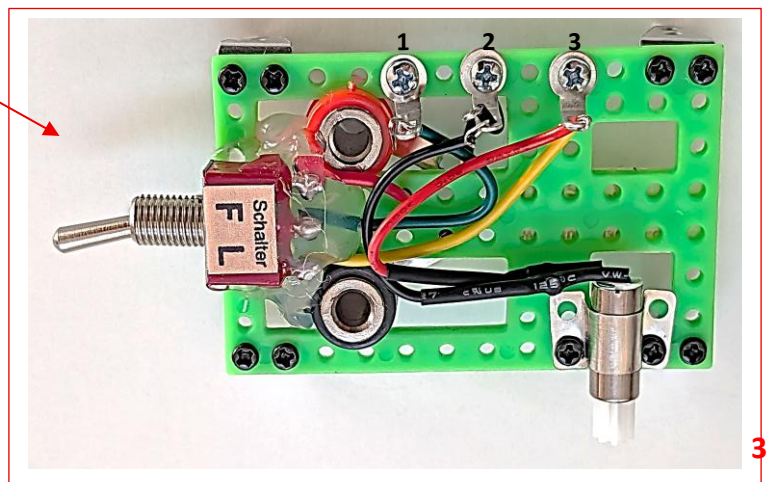
Im 5.,7.,9. Loch wird je eine Lötöse mit einer silbernen Schraube (oder Blechschraube) plziert und von unten fest verschraubt (Lötösen 1,2,3, siehe Foto) Blechschraube ohne Mutter! Lötösen anschließend senkrecht hochbiegen!



### 3.2 Arbeitsschritt 2:

#### Montage des Elektromotors Foto 3 Montage der 5 Kabel

Der Elektromotor wird von oben durch die Motorschelle geschoben, das kleine weiße Zahnrad schaut aus der Schelle heraus. Dann wird in das linke Loch der Motorschelle eine schwarze Schraube gesteckt und von unten mit einer schwarzen Mutter fest verschraubt.



**Montage der 5 Kabel:** Die silbernen abisolierten Kabelenden werden durch die Lötösen gesteckt und umgebogen, damit sie nicht herausrutschen:

**In Lötöse 1: grünes Kabel      in Lötöse 2: Schwarzes Kabel und schwarzes Motorkabel**

**In Lötöse 3: gelbes Kabel und rotes Motorkabel**

**Die Motorkabel vorsichtig behandeln, damit nicht die dünnen Kabel am Motor abreißen!!**

### 3.3 Arbeitsschritt 3: Montage des Superkondensators Lötarbeiten

Foto 4

Der Superkondensator ist gepolt, er hat einen Plus- und einen Minuspol, diese dürfen nicht verwechselt werden. Der Minuspol ist das kürzere Drahtstück und seitlich mit - - - markiert!

Stecke den Plusdraht durch Lötöse 1 und den Minusdraht durch Lötöse 2, biege die Drähte jeweils um und schneide die überstehenden Stücke ab.

Nun kannst Du die Drähte in den Lötösen vorsichtig verlöten.

### 3.4 Arbeitsschritt 4: Montage der Achsen und der Räder Fotos 5 + 6

Die Achse mit dem weißen Zahnrad so durch die unteren Löcher der Achsenwinkel 1 und 4 stecken, dass das große weiße Zahnrad in das kleine Motorzahnrad eingreift und sich beide leicht drehen lassen. Schiebe einen orangen Achsenstopper eng auf das große, weiße Zahnrad, schiebe auf der anderen Seite bei Achsenwinkel 1 den Achsenstopper bis kurz vor den Winkel, so dass sich die Achse leicht drehen lässt und sie nicht klemmt.

Schiebe durch die unteren Löcher der Achsenwinkel 2 und 3 ebenfalls eine Achse und schiebe von beiden Seiten einen orangen Achsenstopper bis ca. 1mm vor den Achsenwinkel, so dass sich die Achse leicht drehen lässt und sie nicht klemmt.

Drücke nun vorsichtig die 4 Räder auf die Enden der Achsen und achte darauf, dass sich die Achsen weiterhin leicht und frei drehen! Evtl. die Achsenstopper korrigieren!

Nun ist das Fahrzeug fertiggestellt!

### 3.5 Arbeitsschritt 5: Funktionstest

Verwende die Bedienungsanleitung von Seite 2 und teste so das selbstgebaute Fahrzeug. Nach dem Aufladen, dem Lösen der Ladekabel und dem Umschalten auf F wird der Flitzer mit hoher Geschwindigkeit davonfahren!

**Tipp: Gib an jede der 12 Muttern auf der Unterseite ein kleines Tröpfchen Sekundenkleber, das fixiert die Muttern, so dass sie sich durch Vibrationen beim Fahren nicht lockern können! Siehe Foto 7**

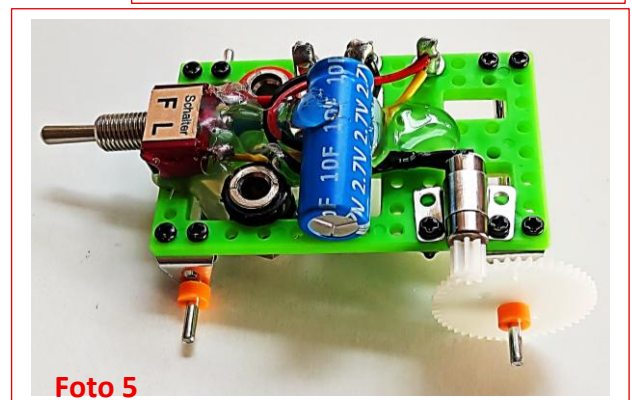
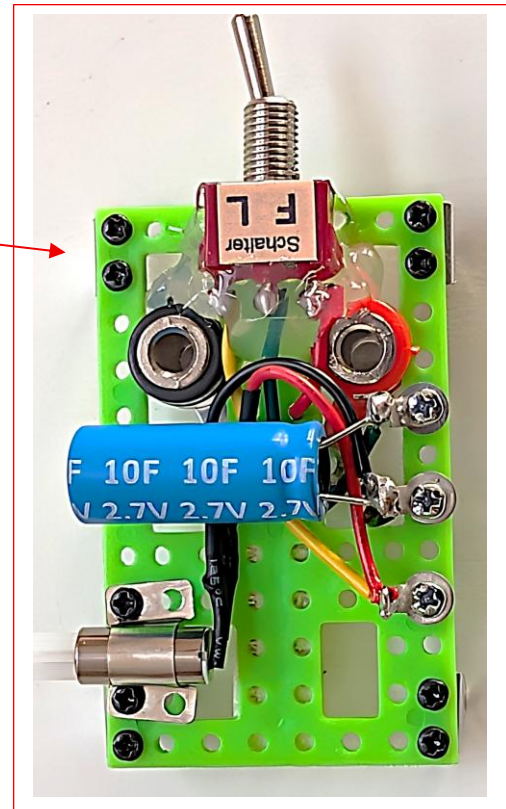


Foto 5

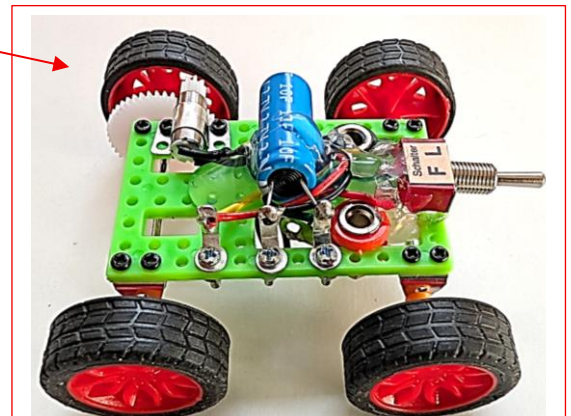


Foto 6

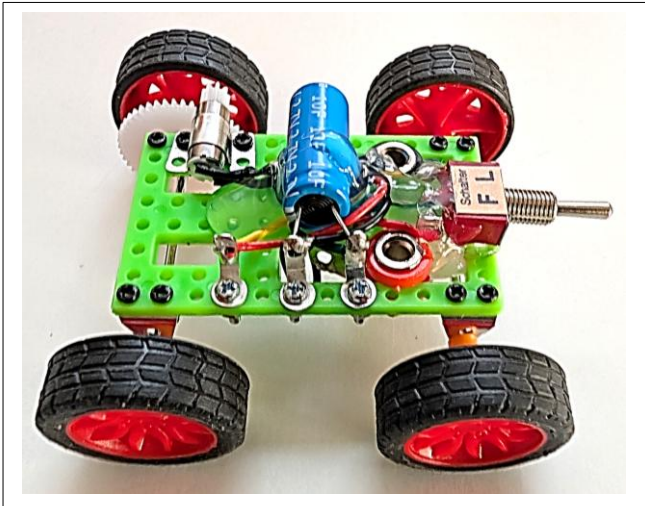






# Experimente mit dem SUSE Solarflitzer turboSB

Experimente mit dem Solarfahrzeug und einem Solarmodul als Solartankstelle



Passende Solartankstellen



SUSEmod8



SUSE CM630 mit SUSEmod8

## Der SUSE Solarflitzer turboSB

Auf dem Chassis befinden sich hinter dem Betriebsschalter 2 Ladebuchsen schwarz – und **rot +** zum Anschluss an die Solartankstelle mit 1-2 Solarzellen in Reihenschaltung. Der Betriebsschalter hat 3 Positionen Laden L- Aus- Fahren F. In die Ladebuchsen passen handelsübliche 4mm Bananenstecker. Links neben den Ladebuchsen ist der Speicherkondensator (Superkondensator 10F) angeordnet, er kann die vom Solarmodul gelieferte Energiemenge von 8,2 J speichern und nach Umschalten zum Fahren nutzen.

Nach dem Umschalten von Laden L auf Fahren F fährt das Auto mit dieser Energie mit hoher Geschwindigkeit ca. 50m, auch in lichtschwachen Räumen. Optimal aufladen lässt sich der Speicherkondensator an einem Solarmodul mit 2 Solarzellen in Reihenschaltung entweder Outdoor im Sonnenschein/Tageslicht oder im Innenraum mit Halogen- oder Rotlichtlampe oder auf der Glasplatte eines Overheadprojektors. (Das Licht von LED- Lampen ist wegen des ungeeigneten Lichtspektrums nicht verwendbar). Auch eine Mignon-Batterie mit 1,5 V kann zum Aufladen verwendet werden.

## Die 4 Experimente

1. Solare Elektromobilität: Tanken und Fahrbetrieb, Berechnung der gespeicherten Energie
2. Messung der Geschwindigkeit in m/s und in km/h
3. Experimente zum „Tanken“ (Aufladung des Speicherkondensators) des E-Fahrzeugs
4. Experimente zum Entladen des Speicherkondensators beim Fahren
5. Die elektrische Schaltung des Solarfahrzeugs

### 1. Tanken und Fahrbetrieb

Vor Beginn der Fahrt muss der Speicherkondensator mit Strom aus dem Solarmodul aufgeladen werden. Dazu geht man mit dem Fahrzeug ins Freie und richtet das Solarmodul zur Sonne oder bei bedecktem Himmel nach Süden aus. Je nach Lichtintensität dauert die Aufladung 30 Sekunden bis 1 Minute.

Im Ruhemodus steht der Betriebsschalter in der Mitte auf **AUS**, zum Aufladen wird der Schalter auf **LADEN L** gestellt. Nach ca. 30 Sekunden bis 1 min. ist die Ladung vollendet, der Schalter wird wieder auf **AUS** gestellt.

Im Innenraum kann die Aufladung durch Bestrahlung mit einer Halogenlampe oder einer Rotlichtlampe aus ca. 40 cm Abstand durchgeführt werden, richte die Solarzelle zum Licht aus, die Ladung dauert ca. 1 Minute.

Nun wird das Fahrzeug auf eine ebene Fläche gestellt, anschließend der Schalter auf **FAHREN F** gestellt, das Fahrzeug flitzt mit hoher Geschwindigkeit davon!

### Wieviel Energie speichert der Superkondensator nach dem Auftanken?

Für die Energie  $W$  eines geladenen Kondensators gilt:  $W = \frac{1}{2} CU^2$ . Die Kapazität 10F ist auf dem Superkondensator aufgedruckt, die Spannung  $U$  ist 1,26 V, die max. Spannung der beiden Solarzellen.

Berechne die gespeicherte Energie  $W$  in J (Joule):

.....

### 2. Messung der Geschwindigkeit in m/s und in km/h

Markiere eine Messstrecke  $s$  von 2m und bestimme mit der Stoppuhr im Smartphone die **Zeit  $t$ , die das Fahrzeug für diese Strecke 2m**. Wenn Du nun die Messstrecke  $s = 2m$  durch die gemessene Zeit  $t$  teilst, bekommst Du die Geschwindigkeit  $v$  in der Maßeinheit m/s. Wiederhole das Experiment für die Messstrecke 4 m.

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 erkläre hier:

### 3. Messungen zum Auftanken (Aufladung) des E- Fahrzeugs:

Die Aufladung kann mit einer Spannungsmessung beobachtet und gemessen werden.

In die Ladebuchsen werden 2 Laborkabel eingesteckt, rotes Kabel in + (rot), schwarzes Kabel in – (schwarz). Das Multimeter wird in Messbereich 20V DC geschaltet.

**Vor dem Aufladen verbinde die beiden Kabel am Multimeter für 3 Sekunden miteinander, damit sich der Speicherkondensator vor der Messung vollständig entleert.**

Der Betriebsschalter steht in der Mitte auf AUS.

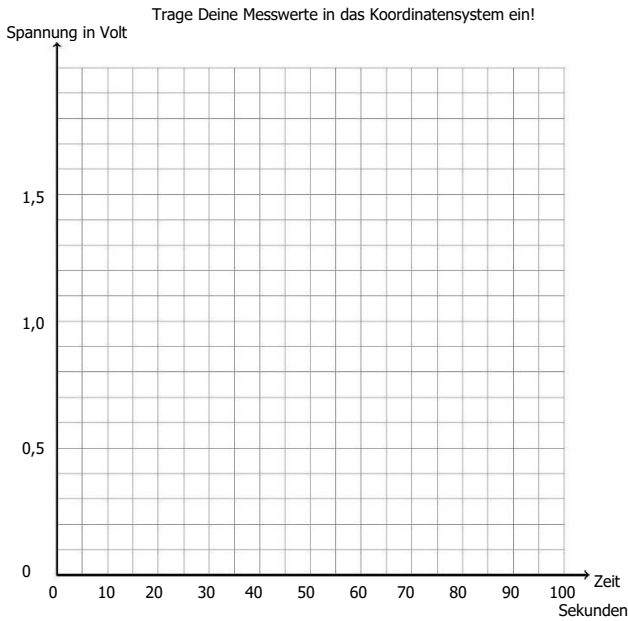


#### Versuchsaufbau zur Messung der Aufladung

Links ist das E- Fahrzeug Solarflitzer turboSB, in der Mitte das Multimeter, rechts die Solartankstelle

Mit dem Umschalten von **AUS** auf **LADEN** startet das Tanken, die Aufladung, die Spannungssteigerung kann nun beobachtet und gemessen werden. Für die Messung der Zeit verwendest Du wieder Dein Smartphone.

<b>Zeit in s</b> Ab dem Start	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>
Strahlender Sonnenschein oder sehr helles Licht, Abstand 20 cm zur Lampe <b>Spannung in V</b>									
Bedeckter Himmel oder größerer Abstand 40 cm zur Lampe <b>Spannung in V</b>									



**Was fällt Dir auf, notiere Deine Beobachtungen und Entdeckungen hier!**

- Welche Energieumwandlungen finden beim Aufladen statt?
- Wie lange dauert das vollständige Aufladen?

**4. Experimente zum Entladen des Speicherkondensators beim Fahren**

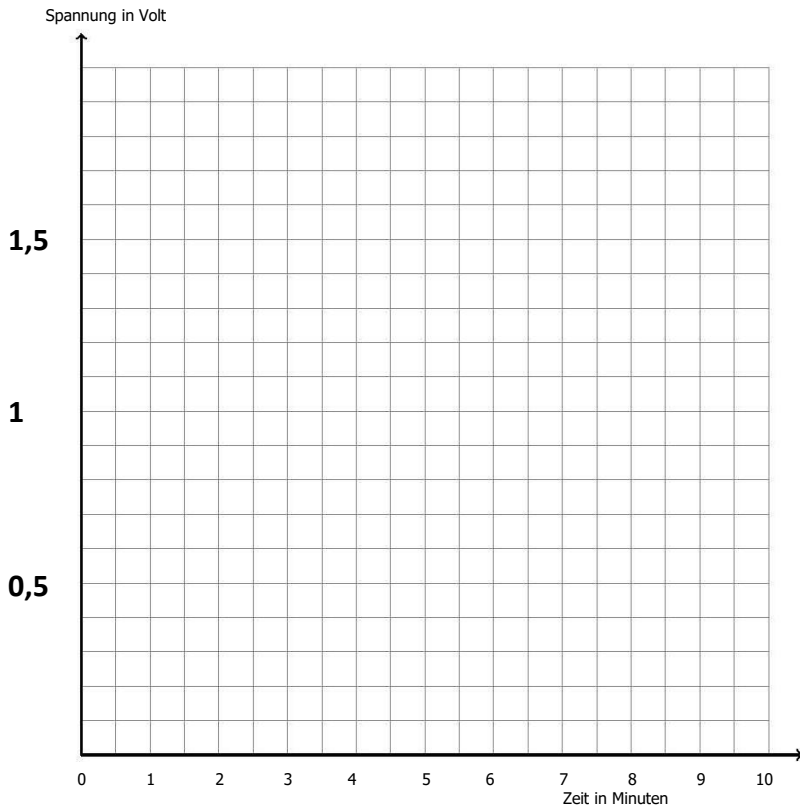
Da wir beim Fahren selbst mit dem Multimeter keine Messungen durchführen können, greifen wir zu einem Trick, wir legen das Auto auf eine Unterlage, so dass sie Räder frei drehen, so können wir die Spannung beim Entladen gut messen.

Versuchsaufbau wie bei Experiment 3. Das Auto steht auf einer Unterlage, die Räder müssen sich in der Luft frei drehen können. Wir laden das Auto in Schalterposition L mit dem Solarmodul 1 Minute voll auf, schalten den Schalter auf AUS und trennen anschließend das Solarmodul vom Multimeter ab. Zum Start der Messungen schalten wir den Schalter auf F, die Räder drehen sich nun frei in der Luft. Wir lesen alle 30 Sekunden den Wert der Spannung am Multimeter ab und tragen die Werte in die Tabelle ein.

<b>Zeit in min</b> ab dem Start	<b>0</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>2,5</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>4</b>	<b>4,5</b>	<b>5</b>	<b>5,5</b>	<b>6</b>	<b>6,5</b>	<b>7</b>	<b>7,5</b>	<b>8,0</b>	<b>8,5</b>	<b>9</b>
<b>Spannung in Volt</b>																			

Zeichne die Messwerte in das Koordinatensystem auf der nächsten Seite ein!

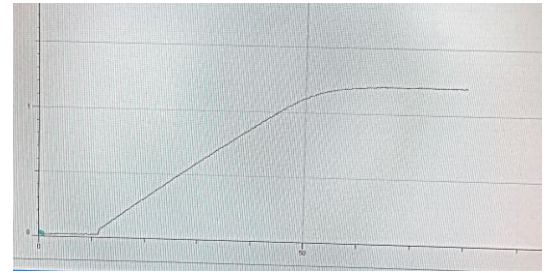
- Welche Energieumwandlungen finden beim Entladen statt?
- Wie lange dauert das vollständige Entladen?



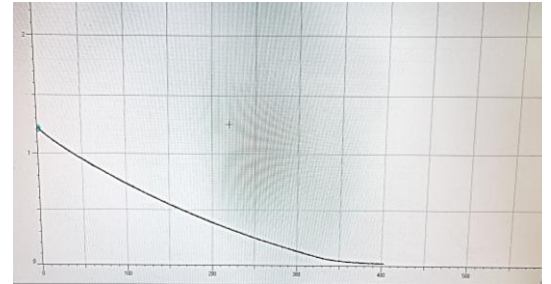
**Beispiele für Kennlinienaufnahmen**

Gemessen mit CassyLab im NILSlabor des ISFH

**Aufladekurve**

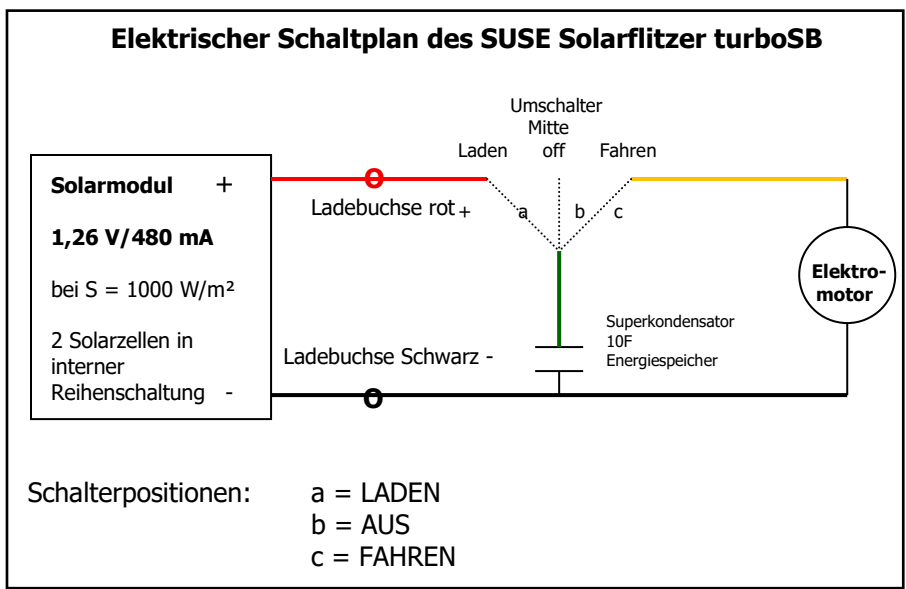


**Entladekurve**



**Was fällt Dir bei Experiment 4 auf, notiere Deine Beobachtungen, Ideen und Entdeckungen hier!**

Wenn Du Excel oder ein ähnliches Programm auf dem Smartphone installiert hast, kannst Du die Graphen auch auf dem Smartphone oder Tablet darstellen!



**Elektrische Schaltung des SUSE Solarflitzers turboSB.**

Von der roten Ladebuchse + geht die rote Plusleitung zum Kontakt a des Umschalters.

Die grüne Leitung vom Umschalter geht zum Pluspol des Superkondensators.

Vom Umschalter geht die gelbe Leitung zu + des Motors, ebenso die schwarze Minusleitung zum Elektromotor.

Bei Schalterposition **a LADEN L** fließt der Ladestrom vom Solarmodul zum Speicherkondensator.

Bei Schalterposition **b AUS** sind Solarmodul, Superkondensator und Elektromotor elektrisch getrennt.

Bei Schalterposition **c FAHREN F** fließt der Strom aus dem Superkondensator zum Elektromotor, das Auto fährt.