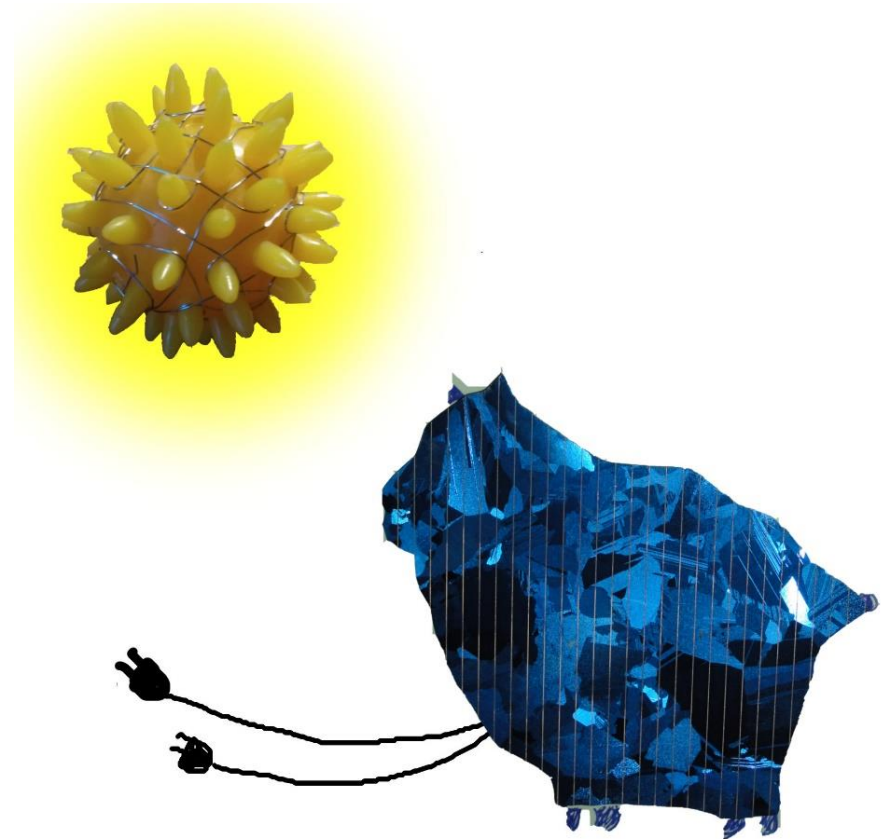


Webinar - Solarenergie für den Gemeinschaftsgarten!?



Wer wir sind

Lisa Häfner



- Ingenieurin & Bildnerin
- Wühlt mit Kindern im Kompost, baut Solarroboter und denkt über Klima-Kunst nach

Ariane Krause



- Ingenieurin & Forscherin
- Plant & baut Kompostklos, forscht zu Recycling-Düngern und lernt und erklärt gerne



- Berliner Kollektiv für angepasste Technik <https://kante.info/>
- Umwelt- und Technikbildung, Bauplanung & Ökoklo-Expertise
- Expert*innen in anstiftungs-Gartenforen: <https://urbane-gaerten.de/community/gruppen>
 - Gruppen: Düngung & Kompost; Kompostklo & Grauwasser

Worüber wir heute erzählen

1. Wie funktioniert ein Solarsystem?
2. Welche Nutzungsformen gibt es?
3. Wie kann sich ein Gemeinschaftsgarten mit Solarenergie versorgen?
4. Ökologischer Fußabdruck?

Bild: Armin Kübelbeck - own wafer scanned on a Canon Pixma MP 800, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1710862>



Worüber wir heute erzählen

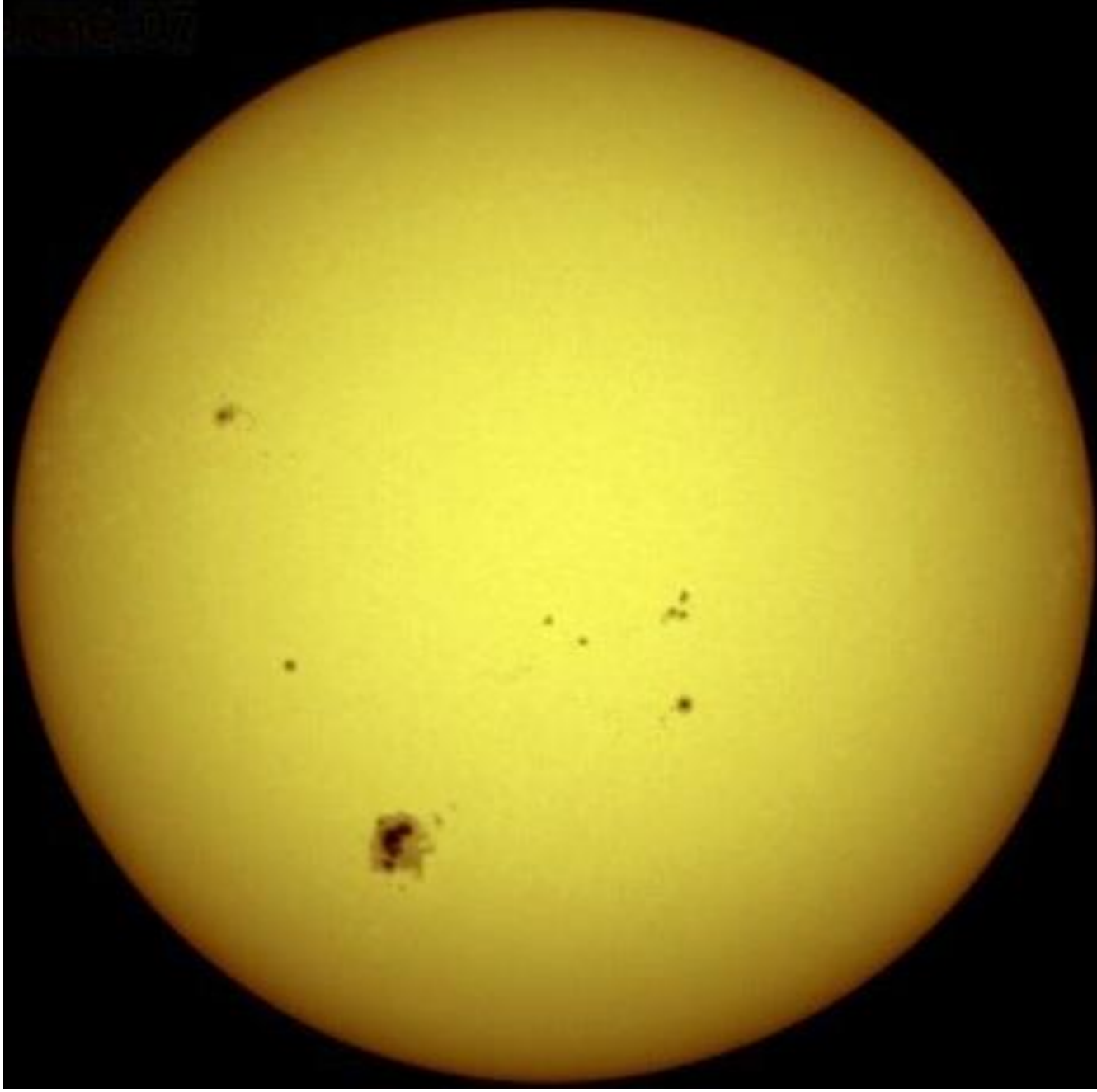
- 1. Wie funktioniert ein Solarsystem?**
2. Welche Nutzungsformen gibt es?
3. Wie kann sich ein Gemeinschaftsgarten mit Solarenergie versorgen?
4. Ökologischer Fußabdruck?

Bild: Armin Kübelbeck - own wafer scanned on a Canon Pixma MP 800, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1710862>



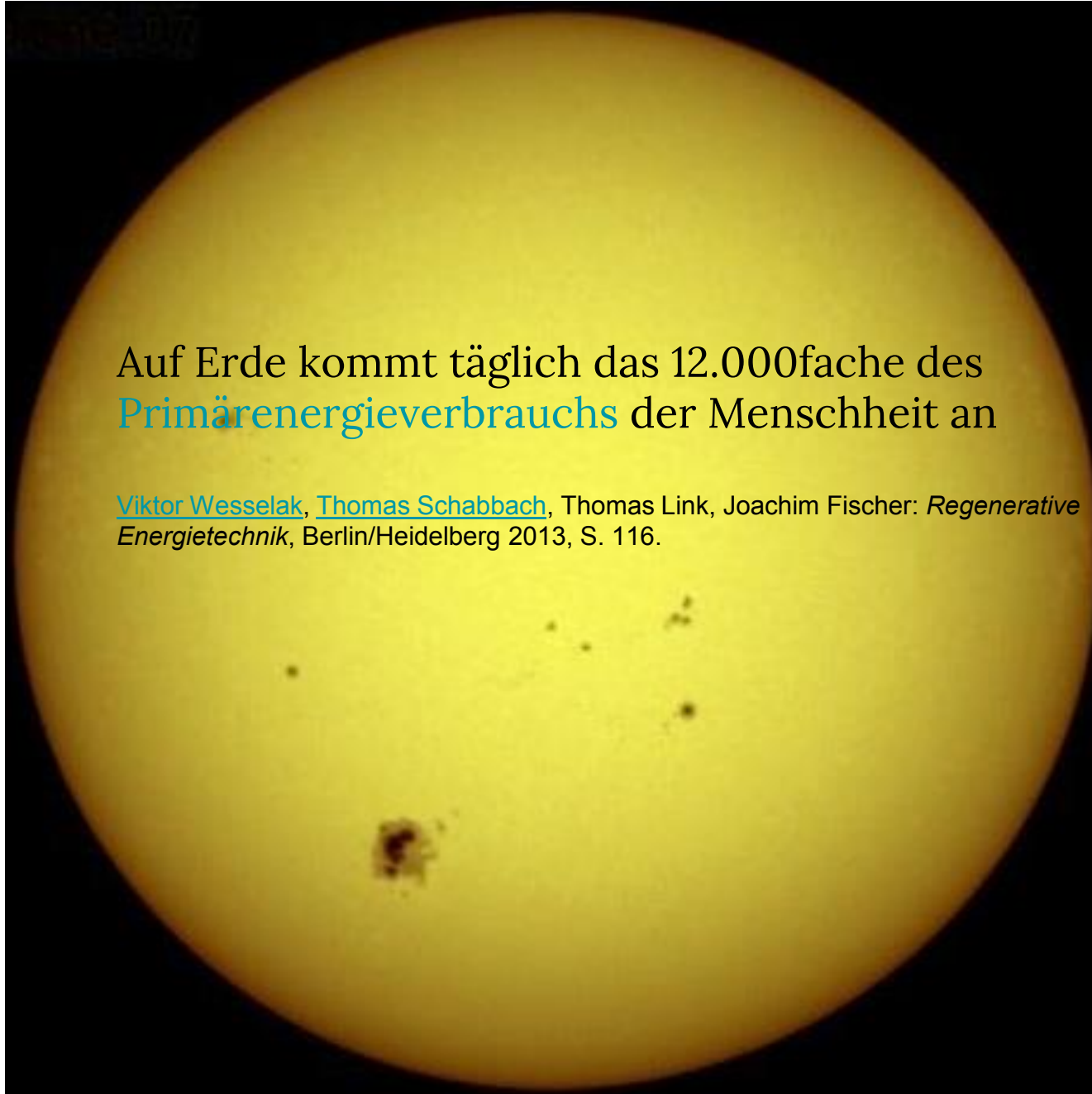
Potential!

Von NASA - <http://solarscience.msfc.nasa.gov/surface.shtml>,
Gemeinfrei,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=184248>



Potential!

Von NASA - <http://solarscience.msfc.nasa.gov/surface.shtml>,
Gemeinfrei,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=184248>

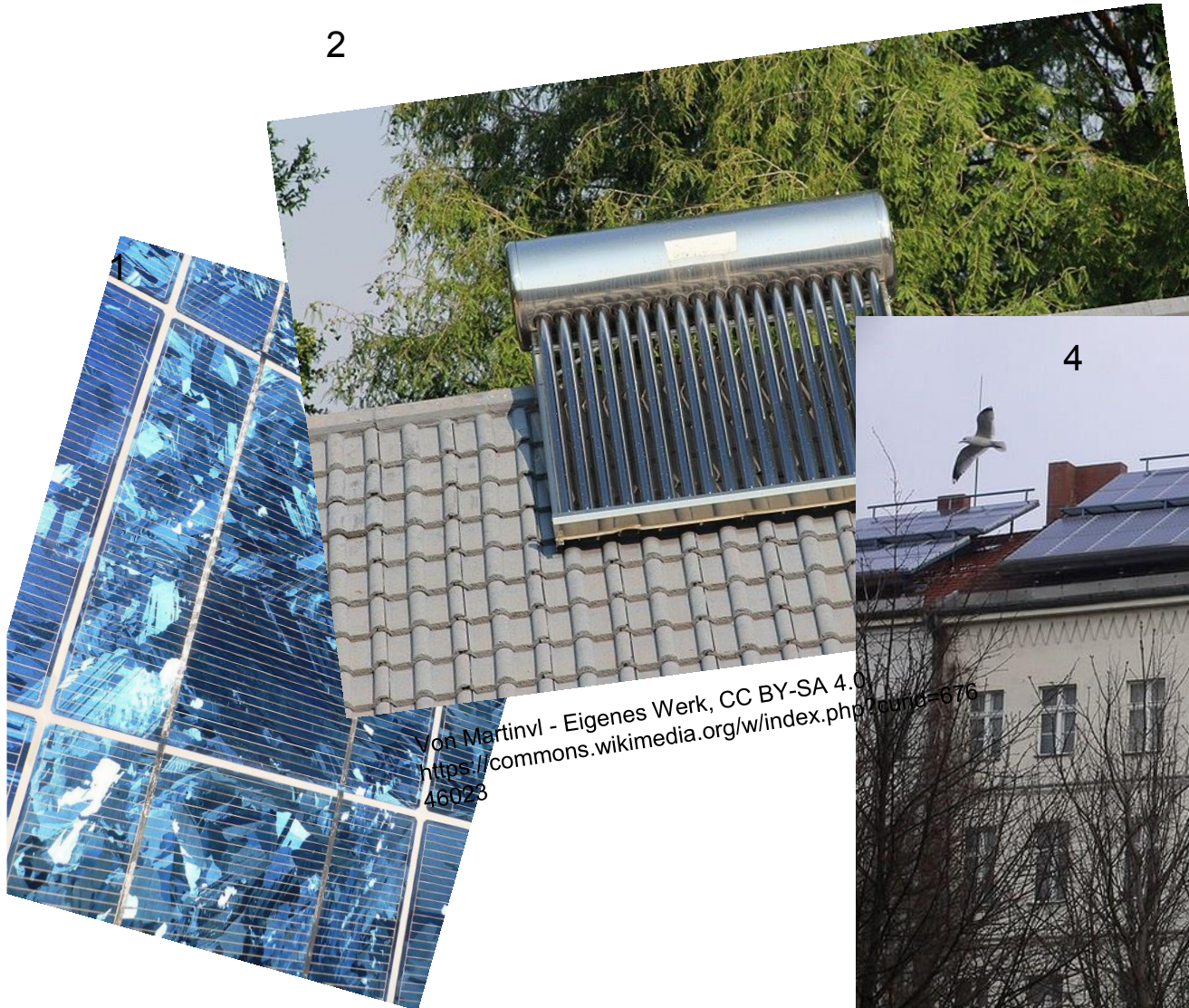


Auf Erde kommt täglich das 12.000fache des
Primärenergieverbrauchs der Menschheit an

[Viktor Wesselak](#), [Thomas Schabbach](#), Thomas Link, Joachim Fischer: *Regenerative Energietechnik*, Berlin/Heidelberg 2013, S. 116.

Solarthermie vs Photovoltaik - was ist was?

2



Von Martinvl - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=676>

Von Georg Slickers - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1013992>

3



Von Bodoklecksell - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7354914>

4

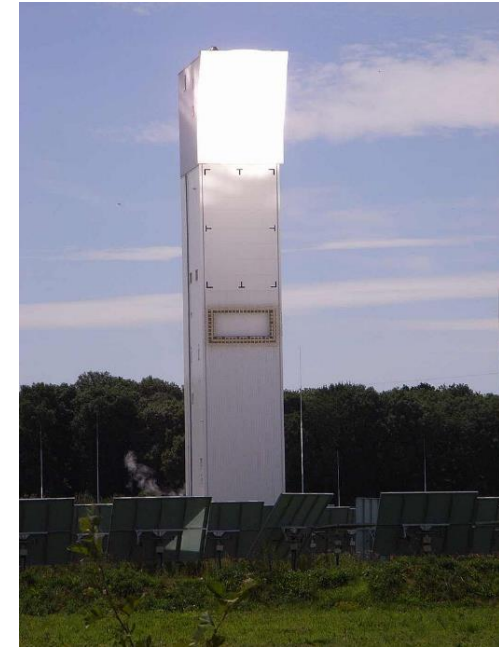


TB42; CC BY-SA 3.0; File:Berlin pv-system block-103 20050309 p1010367.jpg
Hochgeladen: 10. März 2005

Solarthermie



Licht -> Wärme



Licht -> Wärme -> Strom



Von ArséniureDeGallium - United States
Department of Energy:
http://www.nrel.gov/solar/parabolic_trough.html, Gemeinfrei,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=671862>

Solarthermie

Licht -> Wärme ->
lecker



Eigenes Foto



Von Stephan Zech, Sun and Ice GmbH - Sun and Ice GmbH, Bild-frei,
<https://de.wikipedia.org/w/index.php?curid=5253541>

Photovoltaik

Photo = Licht

Volta = Spannung

- Licht → Strom



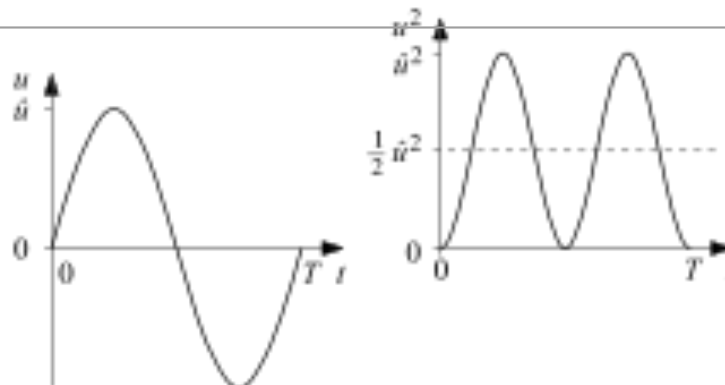
Eigenes Foto



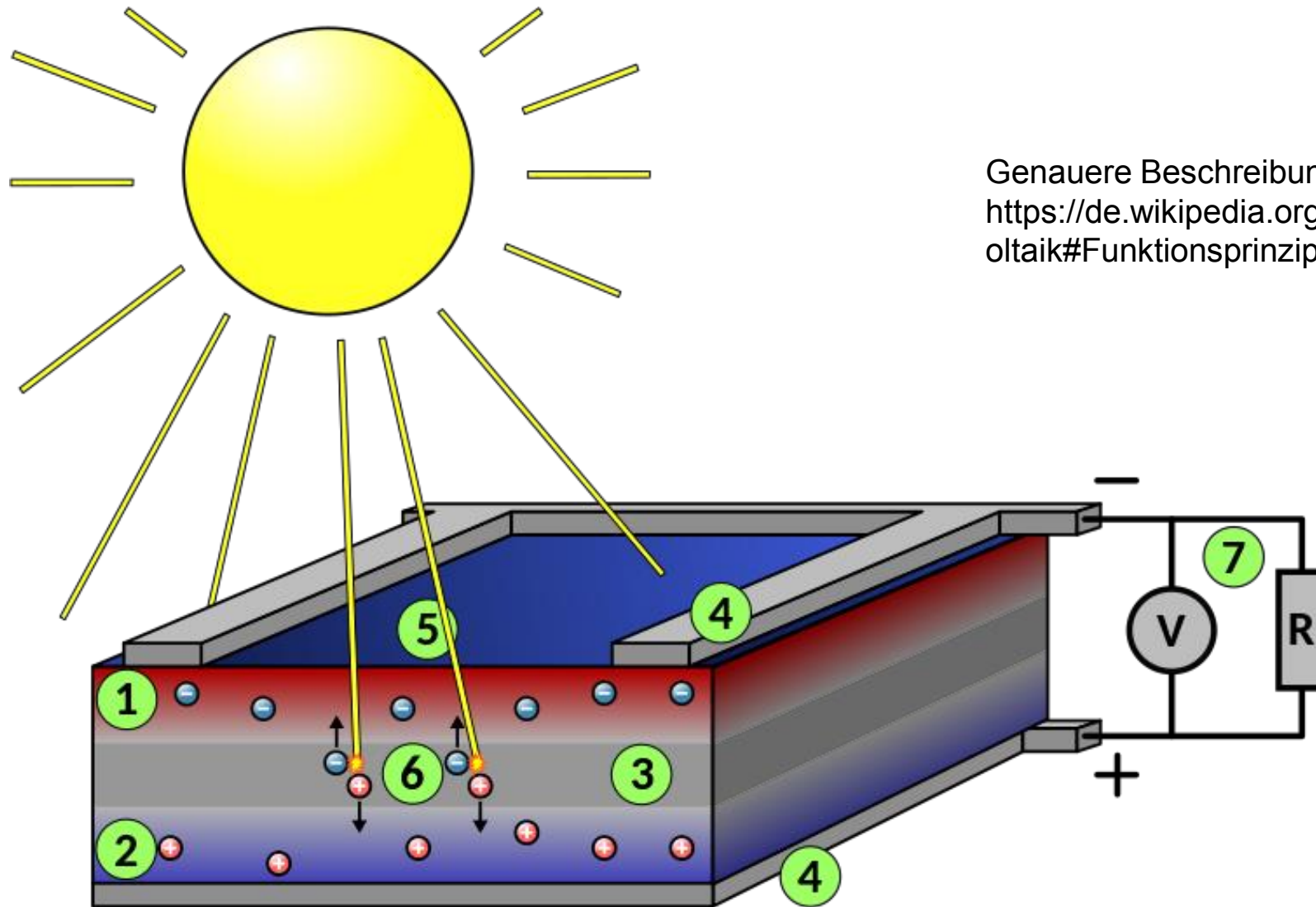
Spannung & Strom

- Licht trifft auf Solarzelle -> **Spannung** entsteht
 - Formelzeichen **U**; Einheit **Volt**
- **Spannung** ist Grundlage dafür, dass **Strom** fließen kann
 - Formelzeichen **A**; Einheit **Ampere**

Gleichspannung	Wechselspannung
Batterie; Autobatterie: 12 V (24 V) Photovoltaik : 0,5 V je Zelle	Haushalte: 230 V



Funktionsweise einer Solarzelle



Genauere Beschreibung 1 -7 :
<https://de.wikipedia.org/wiki/Photovoltaik#Funktionsprinzip>

Vertiefung

- **Produktion & Funktion Solarmodule - Sendung mit der Maus**
 - Teile 1 - 3: <https://www.youtube.com/watch?v=WU1fLFY6iM>
- **Youtube-Channel zu Erneuerbaren Energien & Erklärvideo Solarenergie - Volker Quaschnig** (Professor für Regenerative Energiesysteme an der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin)
 - Gesamter Youtube-Channel:
<https://www.youtube.com/c/VolkerQuaschnig/videos>
 - Solar-Energie:
<https://www.youtube.com/watch?v=ZAuifLwGVlQ&t=10s>

Worüber wir heute erzählen

1. Wie funktioniert ein Solarsystem?
- 2. Welche Nutzungsformen gibt es?**
3. Wie kann sich ein Gemeinschaftsgarten mit Solarenergie versorgen?
4. Ökologischer Fußabdruck?

Bild: Armin Kübelbeck - own wafer scanned on a Canon Pixma MP 800, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1710862>





Inselanlagen
Off-grid-Systeme



Stromnetz
grid

Inselanlagen

- Netzunabhängige, autarke Stromversorgung
- Einsatz dann, wenn Anschluss an ein öffentliches Netz nicht möglich oder teuer ist
- Beispiele: **Taschenrechner, Weltraumstation ISS, Parkscheinautomaten,**



Eigenes Foto



<https://www.astrogarten.de/ISS.htm>



<https://de.wikipedia.org/wiki/Inselanlage>

Inselanlagen



- Netzunabhängige, autarke Stromversorgung
- Einsatz dann, wenn Anschluss an ein öffentliches Netz nicht möglich oder teuer ist
- Beispiele: **Berghütten, abgelegene Dörfer, ...**



© Trombax - Fotolia
<https://www.photovoltaiik.org/ratgeber/inselanlage>



Eigenes Foto

Inselanlagen



Beispiele: **Solar-Wasserpumpe, Solar-Home-System, ...**

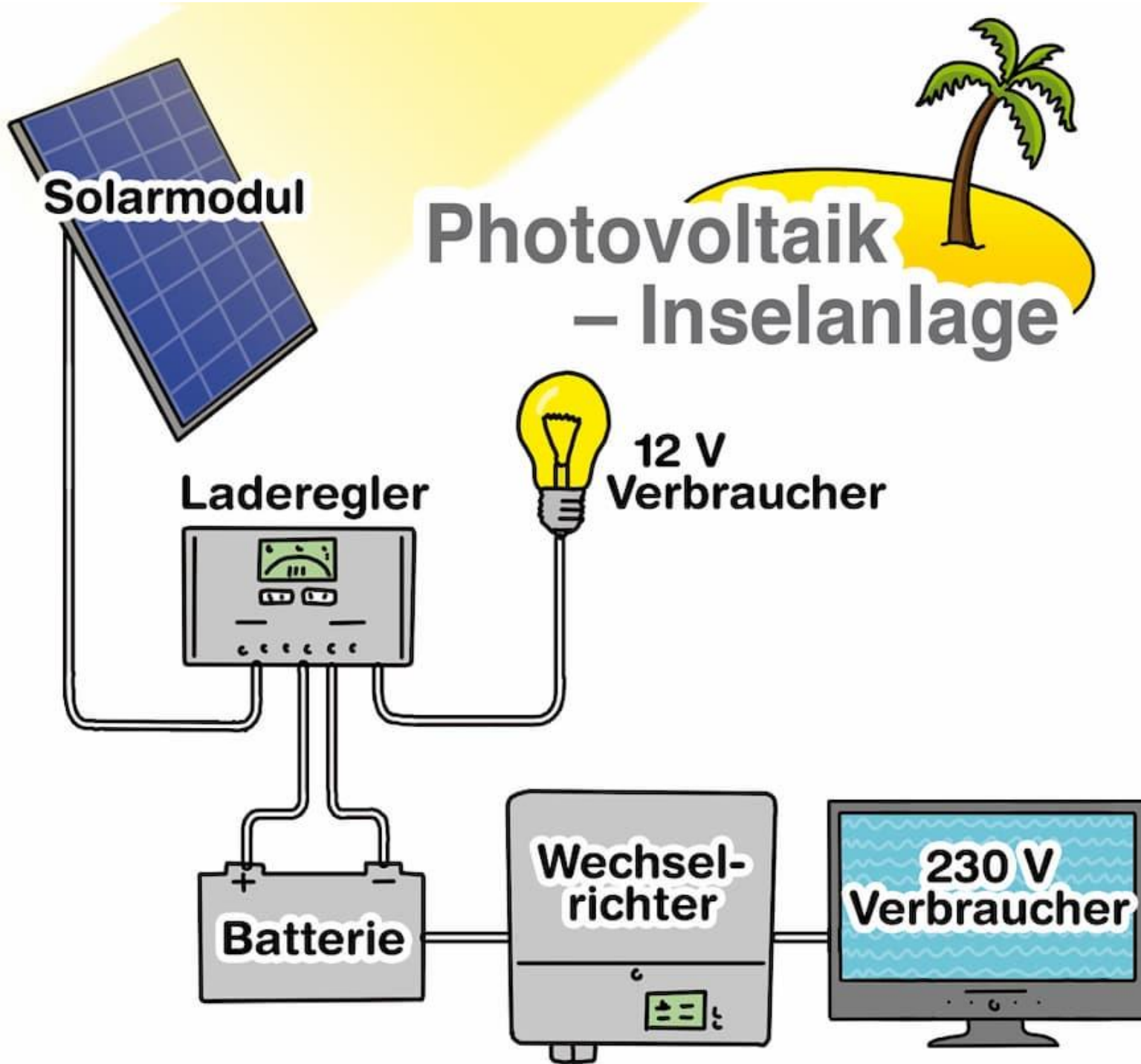
<https://tulimasolar.com/tulima-solar-water-products/>



<https://cleanleap.com/mobile-solar-power-growing-business-model-rwanda>

<https://reset.org/node/24511>

<https://www.ewb-swe.org/water-supply-chonyonyo>



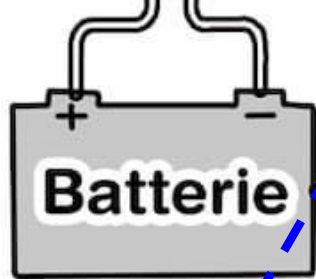


Energieeffizient !



12 V Verbraucher

Laderegler

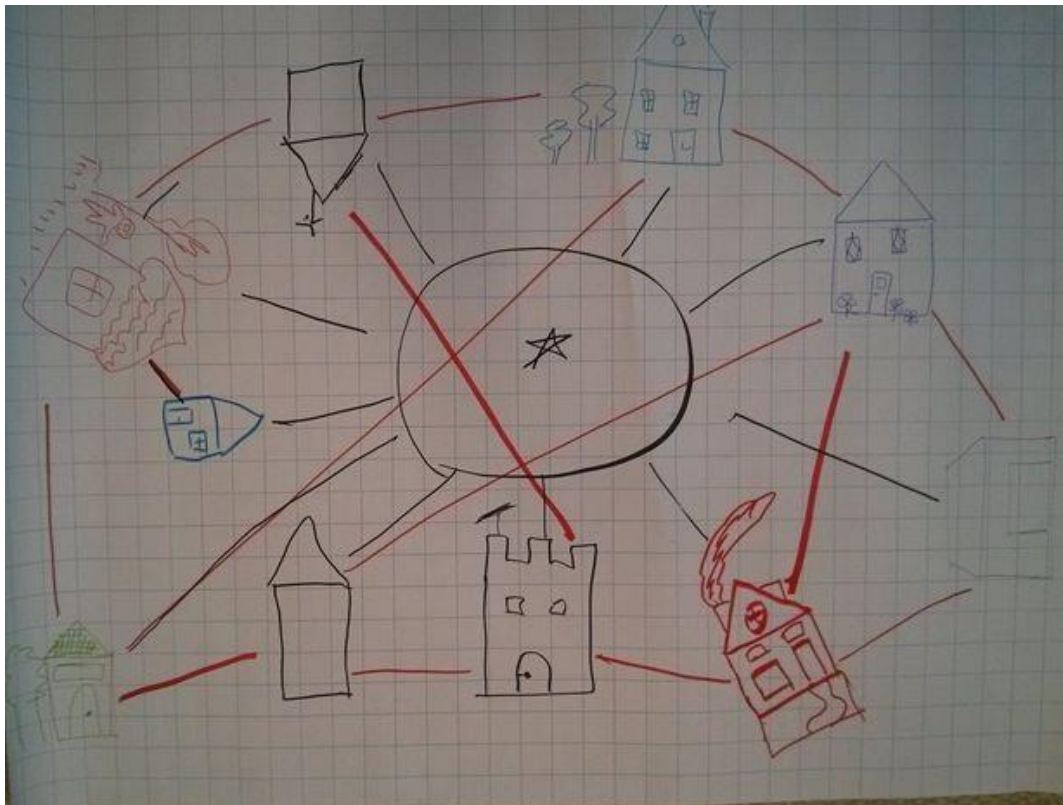


<https://zerohomebills.com/product-category/off-grid-home-appliances/appliances-dc/>

Inselanlagen

Beispiele: **Swarm electrification, Mini-grid, ...**

Strom teilen und tauschen → Batterie-Bedarf kollektiv verringern



Eigenes Foto

https://energypedia.info/wiki/Swarm_Electrification_-_A_Paradigm_Change:_Building_a_Micro-Grid_from_the_Bottom-up#What_is_Swarm_Electrification.3F

Inselanlagen

Beispiele: **Festivals, Open Airs, ...**



<https://www.bringhand.de>



<https://www.wikiwand.com/de/Inselanlage>



Photo: courtesy; <https://www.israel21c.org/take-a-solar-sound-bath-in-tel-aviv/>

Inselanlagen



- Netzunabhängige, autarke Stromversorgung
- Einsatz dann, wenn Anschluss an ein öffentliches Netz nicht möglich oder teuer ist
- Strom wird sofort verbraucht oder zwischengespeichert
- Speicherung mit Akkumulatoren - Akkus - wiederaufladbare Batterien
- Meist DC-Systeme mit 12 oder 24 V Gleichstrom
- DC-Systeme spielen wichtige Rolle bei ländlicher Elektrifizierung
- Wandlung in 230 V Wechselstrom möglich; braucht Wechselrichter, "kostet" Energie → Effizienz sinkt
- Kapazität der Speicherung begrenzt Nutzung

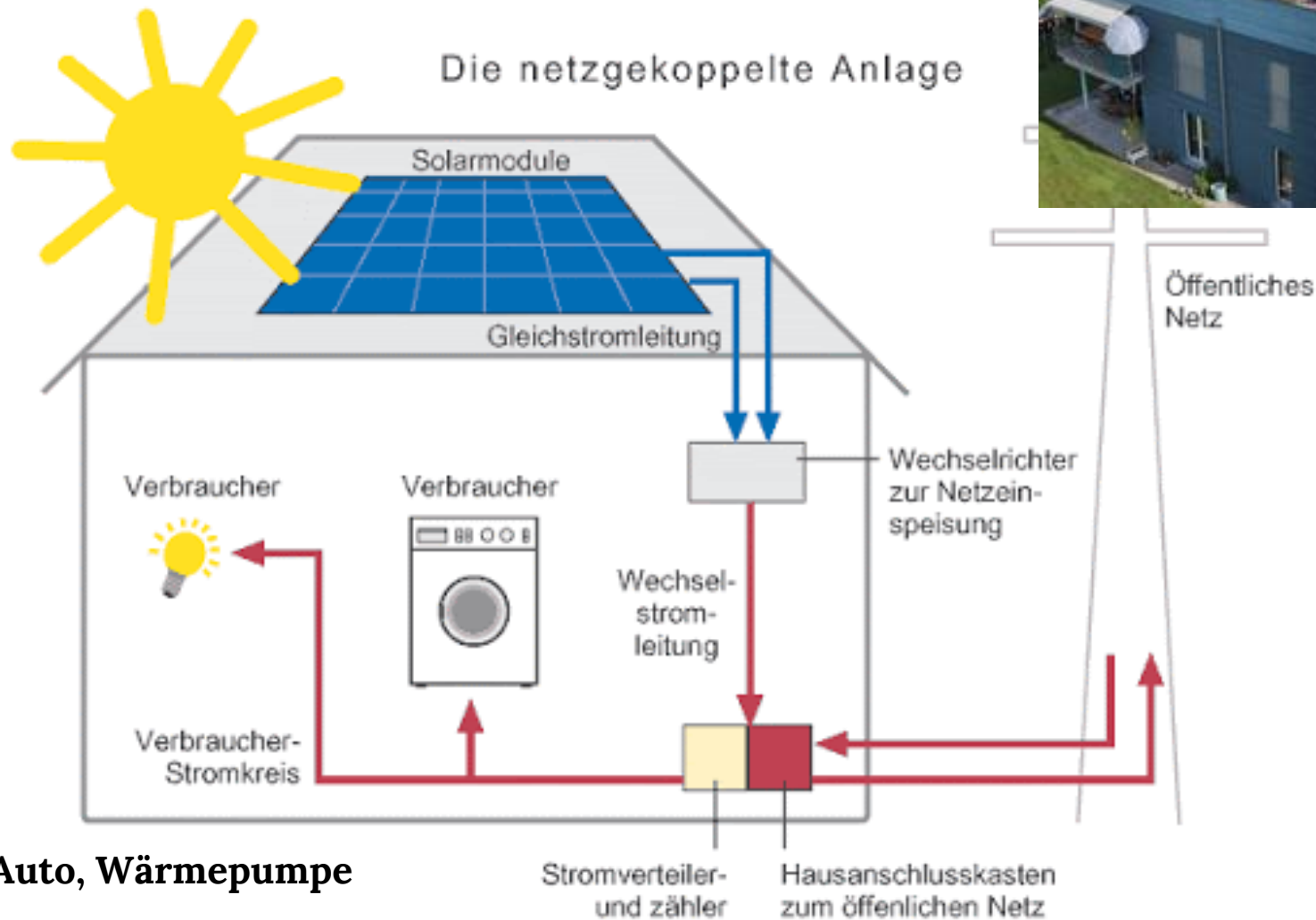


Inselanlagen
Off-grid-Systeme



Stromnetz
grid

Kleine PV-Anlagen mit Netzkopplung



Speicher: Auto, Wärmepumpe

Batterie-Speicher um Eigennutzung zu Erhöhen...

EEG-Vergütung ca. 9 ct / kWh

Strompreis ca. 30 ct / kWh → bei Selbst-Verbrauch ca. 21 ct / kWh Einsparung (Stand Juli 2020)

Mini PV-Anlagen mit Netzkopplung

Guerilla PV / Plug & Play – PV-Anlagen / Stecker-Solar-Geräte



<https://www.indielux.com/>

<https://www.oeko-energie.de/shop1/de/Solarstrom/Eigenstrom/Mini-Netzanlage/>



<http://www.bossonline.de/Mini-PV-Anlage.htm>

Bosswerk GmbH & Co. KG



Größere PV-Anlagen auf Dachflächen



Beispiele: Uni-Dach Uni, Wohnhaus-Dach. Scheunen-Dach. ...



<https://www.solarpowers.de>



<https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/erneuerbare-energien/photovoltaik-was-bei-der-planung-einer-solaranlage->



<https://www.wirmietendeindach.de/>

Größere PV-Anlagen auf Dachflächen



Beispiele: Mieter*innenstromprojekte, ...



<https://www.buerger-energie-berlin.de/informieren/buergerenergie-berlin-macht-mieterstrom/>

Große PV-Parks



Beispiele: auf Mülldeponien. Autobahnböschungen. ...

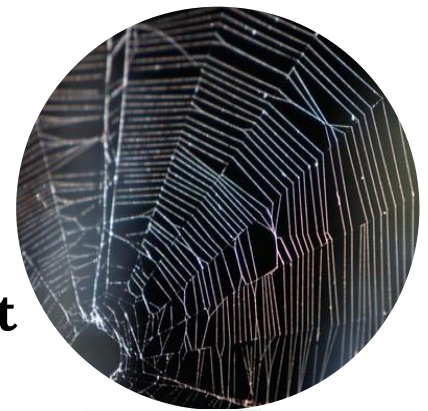


Foto: Goldbeck Solar



Foto: Nicole Gradl cc

Große PV-Parks



Beispiele: in Kombination mit Windrädern oder Landwirtschaft

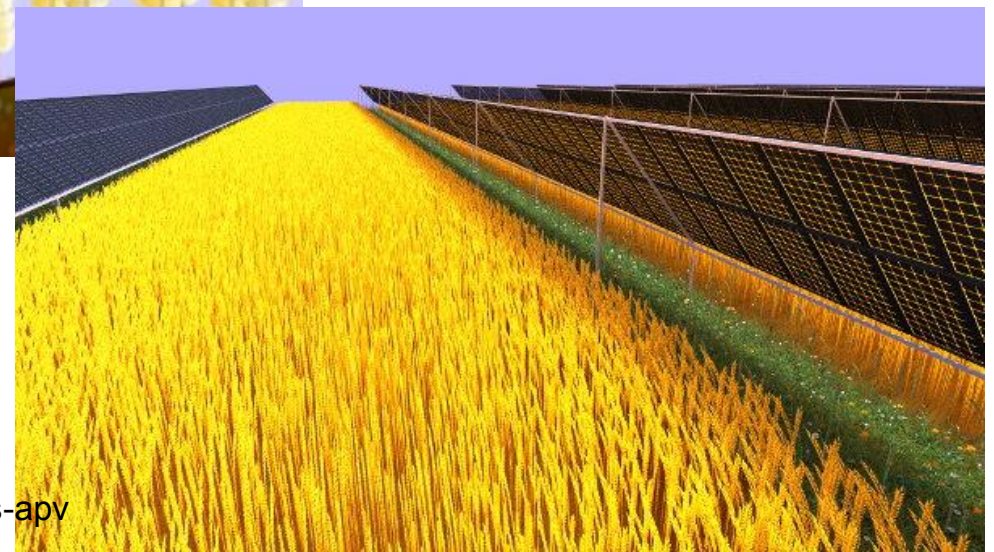
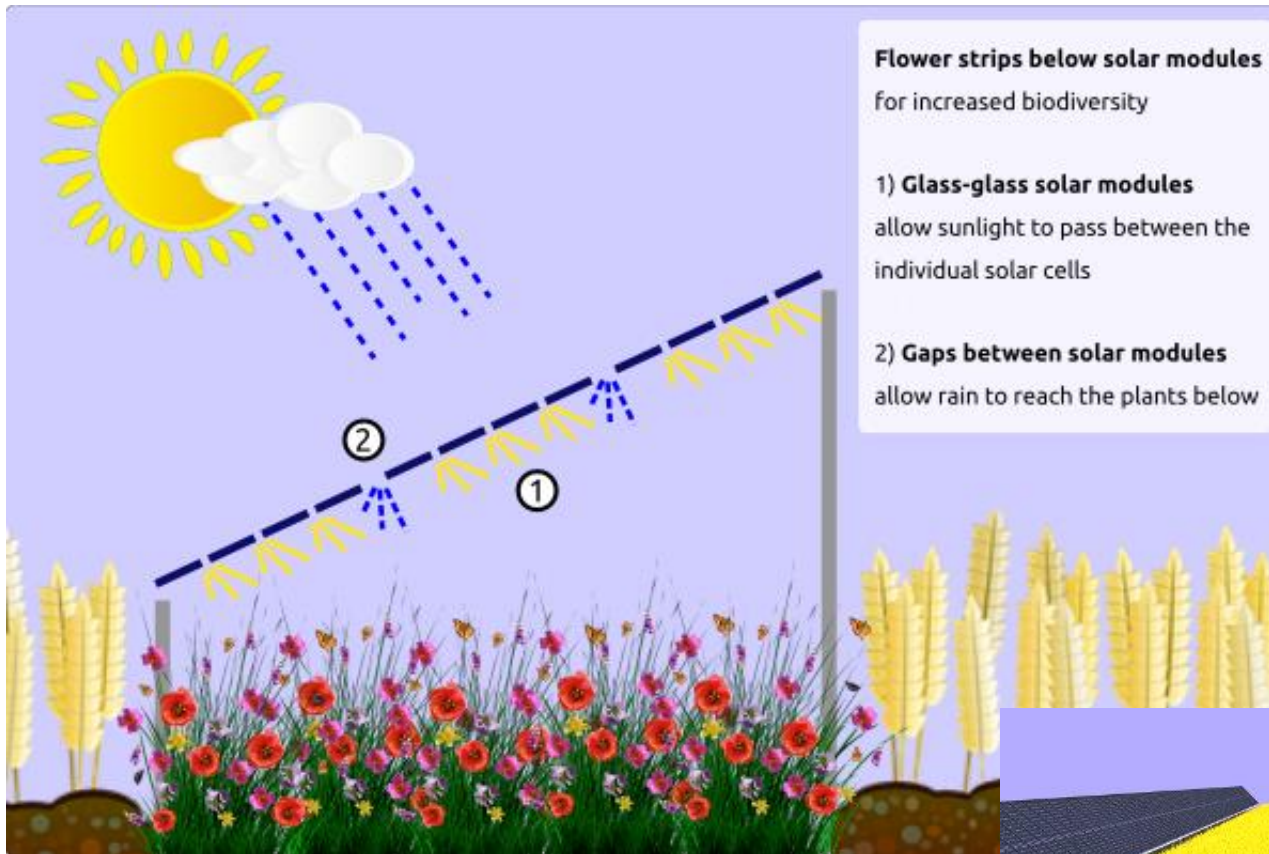


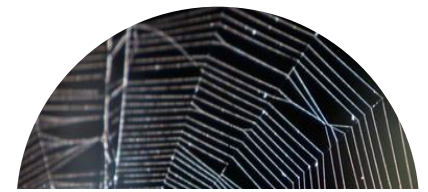
<https://www.ise.fraunhofer.de/en/key-topics/integrated-photovoltaics/agrophotovoltaics-apv.html>

Solarwärmekraftwerke



Agro PV-Parks





Agro PV-Parks

Separate Land Use on 2 Hectare Cropland



1 hectare

100% wheat

+



1 hectare

100% solar electricity = 100% wheat
100% solar electricity

Combined Land Use on 2 Hectare Cropland: Efficiency increases over 60%



1 hectare

80% wheat
80% solar electricity

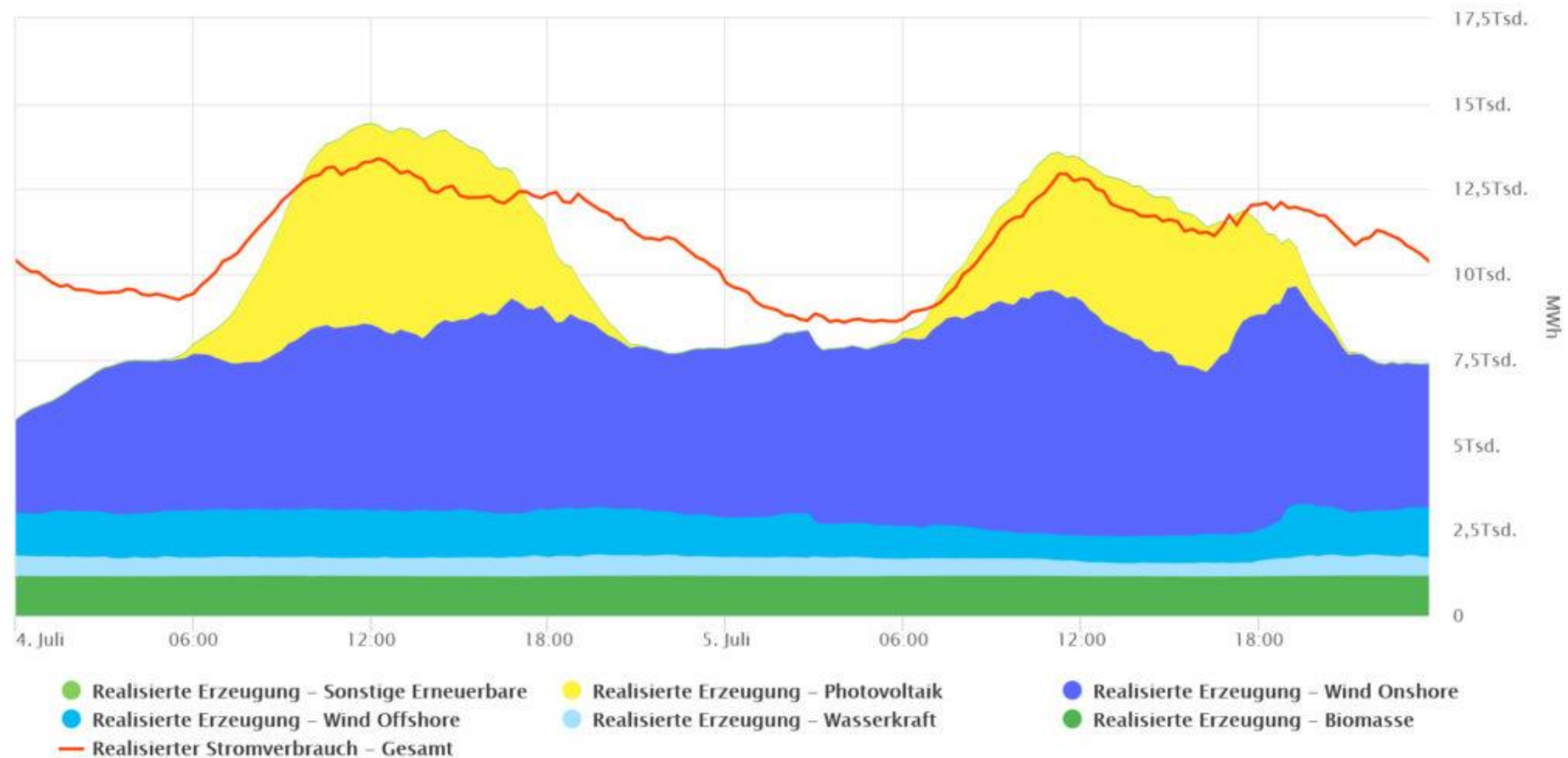
+



1 hectare

80% wheat
80% solar electricity = 160% wheat
160% solar electricity

100 % Erneuerbare elektrische Energie



“100 Prozent Erneuerbare an 17 Stunden am vergangenen Wochenende”

Vom 7. Juli 2020, laut Datenbank „Smard“ der Bundesnetzagentur (pv-magazine)

Anteil von Photovoltaik, Windkraft und Co: Vergangene Woche: 61,6 Prozent

Bisheriges Jahresmittel 2020 55,6 % (Corona: weniger Stromverbrauch) in 2019 46,3 % (Energy Charts des Fraunhofer ISE)

Worüber wir heute erzählen

1. Wie funktioniert ein Solarsystem?
2. Welche Nutzungsformen gibt es?
- 3. Wie kann sich ein Gemeinschaftsgarten mit Solarenergie versorgen?**
4. Ökologischer Fußabdruck?

Bild: Armin Kübelbeck - own wafer scanned on a Canon Pixma MP 800, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1710862>

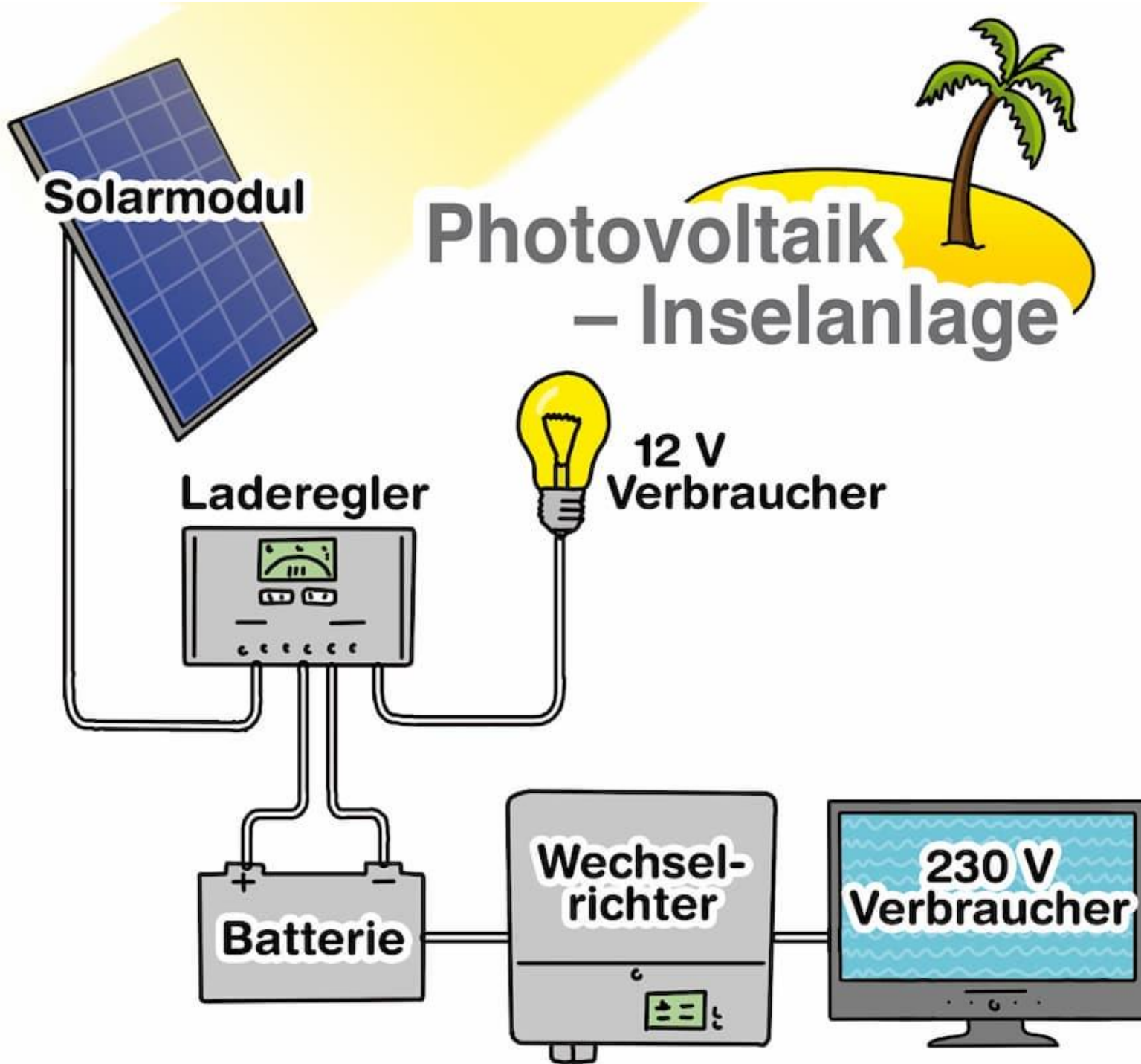




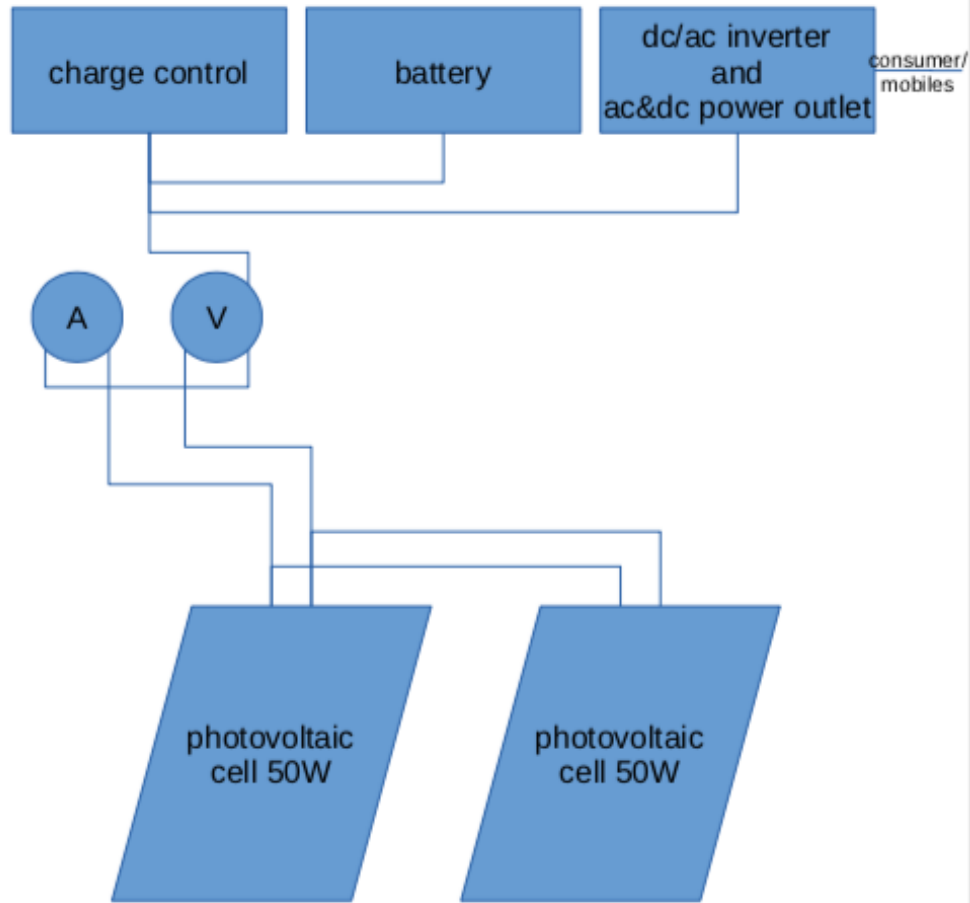
Ohne Netzanschluss



Mit Netzanschluss



Der Solarladen



Laderegler = charge control
Wechselrichter = inverter

Eigene Fotos

Komponenten



Solarpanel 100 W
(Aufständerung)

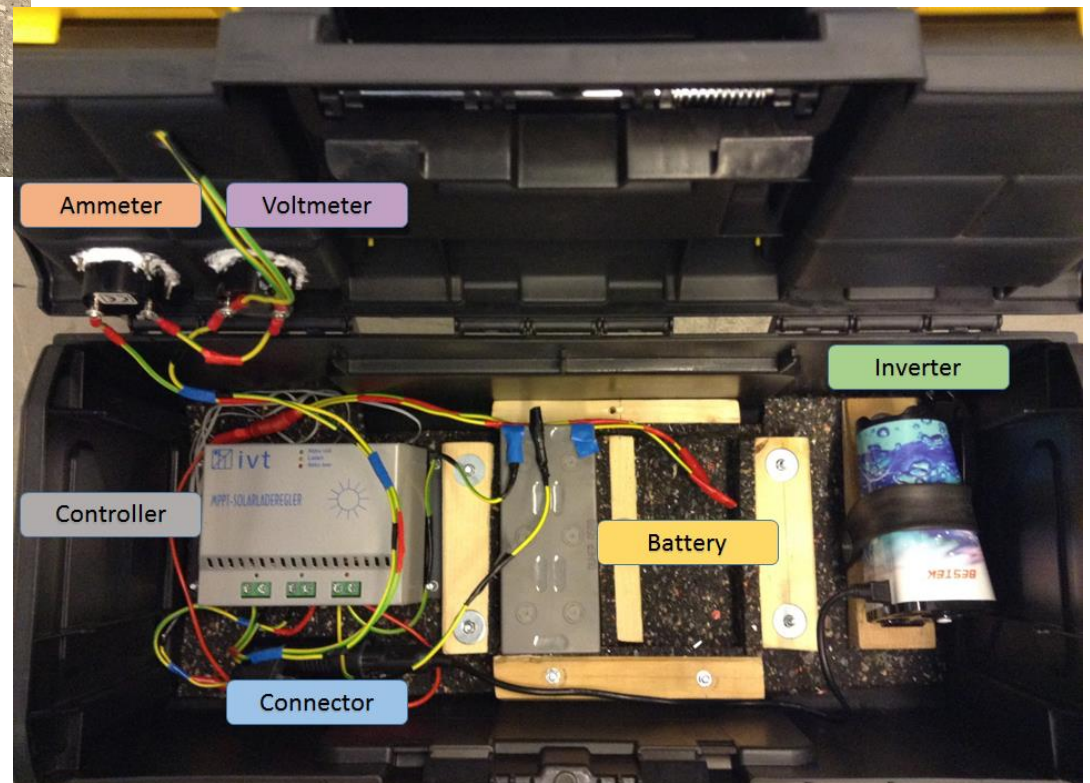
Wasserdichte, nicht zu schwere Box

Messgeräte für A und V

Laderegler, 2 Batterien, Wechselrichter

Kabel, Kabelschuhe

Schrauben, Hölzer, Fahrradschlauch



Komponenten



60 Ah Battery



Power Converter



6.6 Ah Battery



UV-Resistant Wire



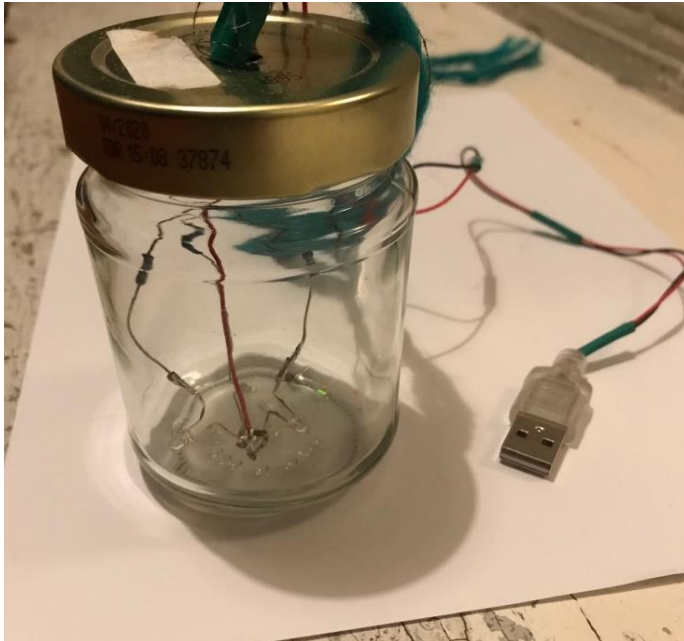
Charge Controller

Einsatz

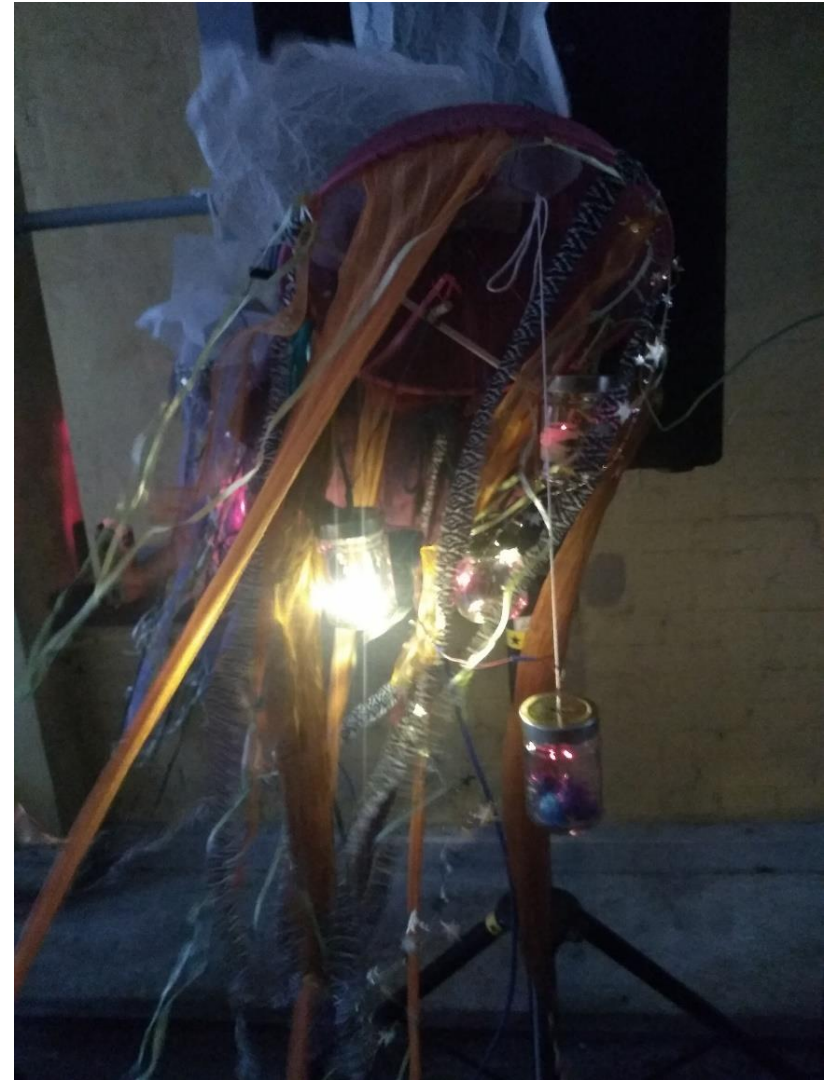
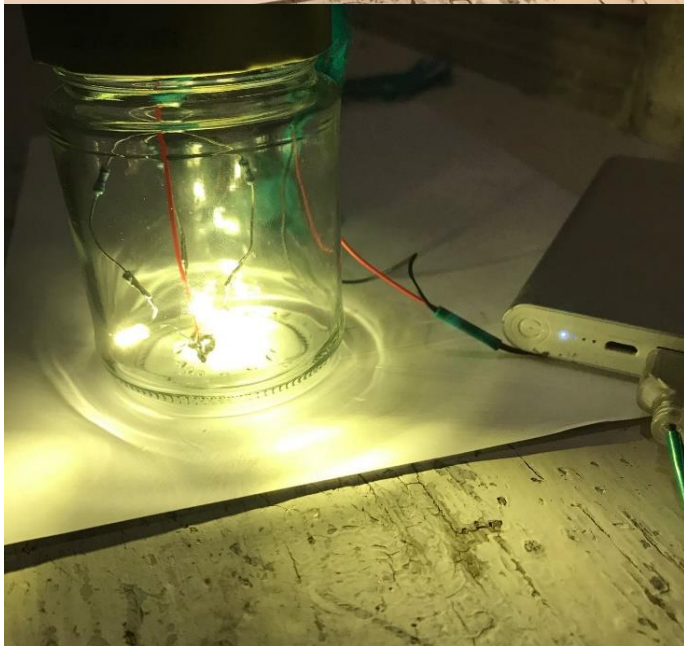


Zum Handys laden, auch
1 Laptop (kurz) laden
oder 2-3 Tablets

Einsatz



Beleuchtung mit
selbst-gebauten
LED-Lampen
mit USB-Stecker



Eigene Fotos

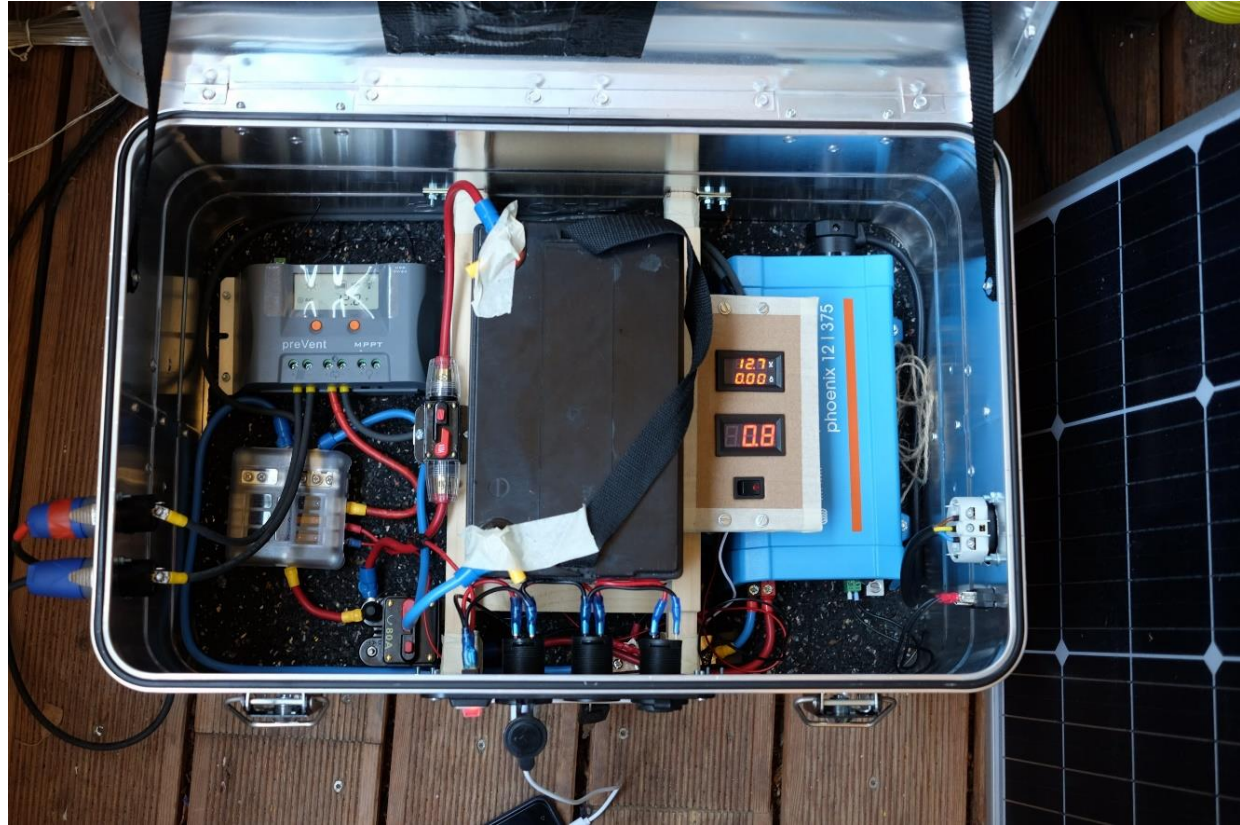


Modul 100 Wp
Akku 50 Ah

Anzeige für Batterie-Spannung,
erzeugter PV-Strom und
verbrauchter Strom (0,8 A)

2x USB, 1x 12 V Kfz, 1x 230 V

Reicht gut zu für **Laptop, Handy,**
Lichterkette, Radio und
anderen Kleinkram



Fotos: Ricky

Produkte zum Kaufen



<https://www.solarversand.de/>

<https://www.amazon.de/>

Solarlampen selber bauen



Eigene Fotos



Ohne Netzanschluss



Mit Netzanschluss



<https://kante.info/category/photovoltaik/>



<https://www.dgs.de/aktuell/>

Links für **Plug & Play Anlagen** Infos & Vergleich (!!!)

<https://www.dgs.de/service/solarrebell/pvplug/>

<https://www.pvplug.de/marktuebersicht/>

<https://www.pv-magazine.de/2019/09/16/pv-magazine-marktuebersicht-zu-stecker-solar-geraeten-aktualisiert/>



<https://www.greenomicsworld.com/agrop-hotovoltaics-or-agrovoltaics-the-future-of-modern-farming/>



<https://www.ise.fraunhofer.de/en/key-topics/integrated-photovoltaics/agrophotovoltaics-apv.html>



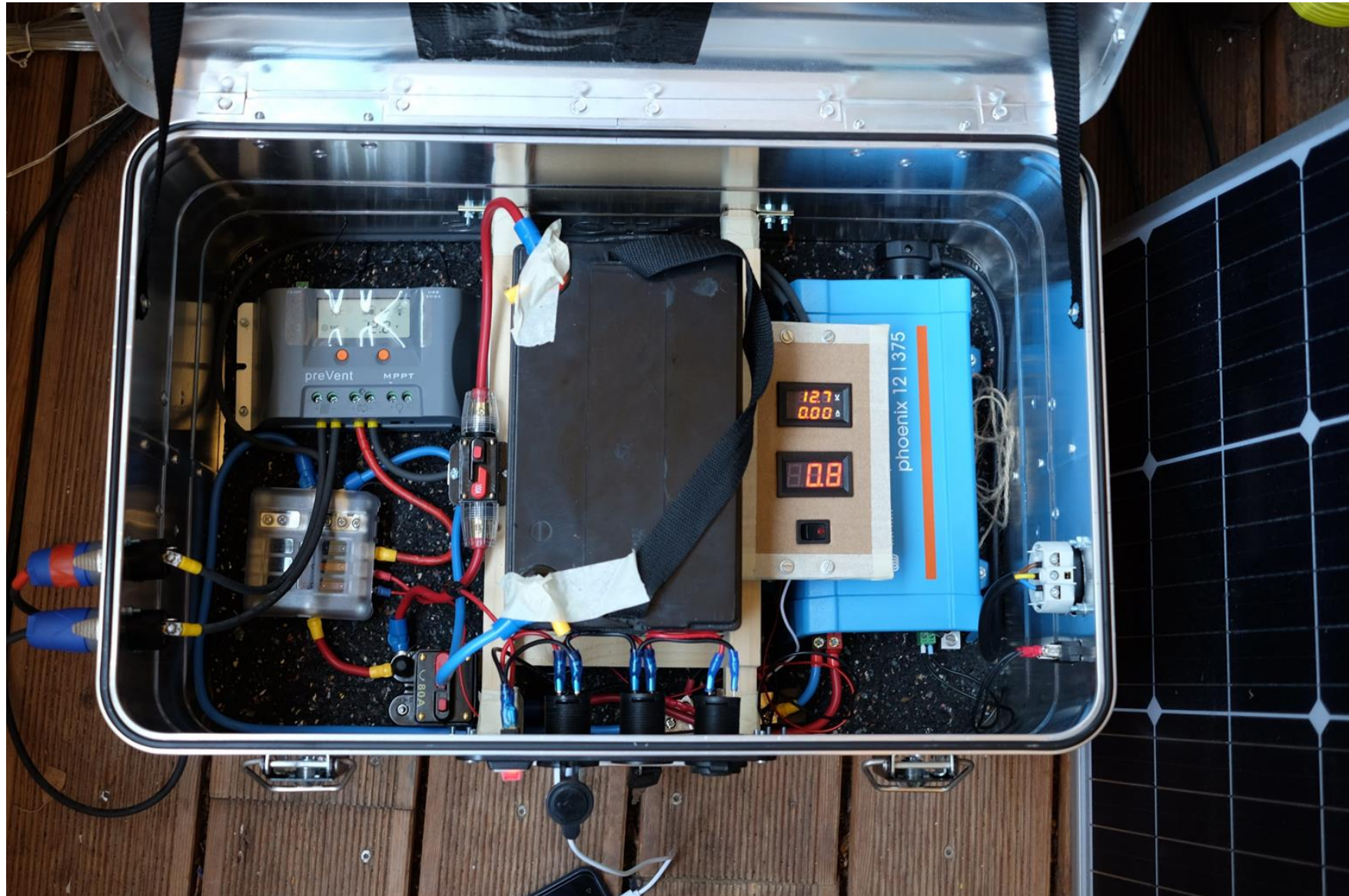
<http://www.allmende-kontor.de/index.php>

Worüber wir heute erzählen

1. Wie funktioniert ein Solarsystem?
2. Welche Nutzungsformen gibt es?
3. Wie kann sich ein Gemeinschaftsgarten mit Solarenergie versorgen?
- 4. Ökologischer Fußabdruck?**

Bild: Armin Kübelbeck - own wafer scanned on a Canon Pixma MP 800, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1710862>





Elektronik/Steuerung

Akku

Solarmodul

Ökologischer & sozialer Fußabdruck *light*

Welche **ökologischen** & **sozialen** Folgen hat die Nutzung von Solartechnik?

Cradle-to-Cradle (*Cradle: engl für Wiege*)

= Auswirkungen in allen Lebensphasen
Betrachten (*monetär: externe Kosten*)

Lebensphasen

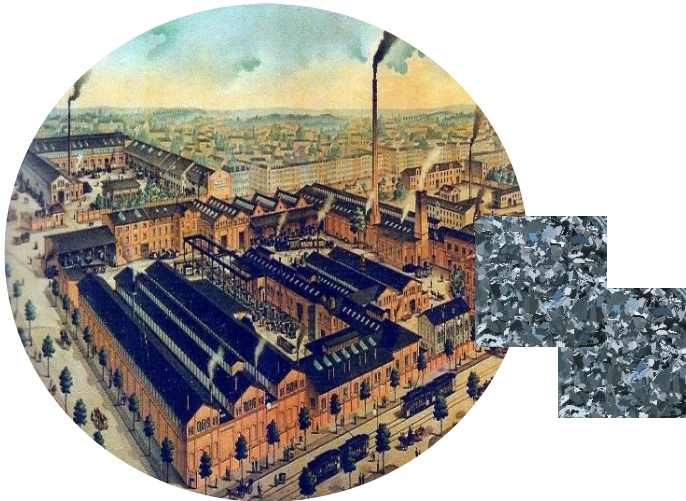
- 1) Herstellung (+ Transport)
- 2) Nutzung
- 3) Entsorgung bzw. Recycling

Schadstoffe
Eingriffe in
Ökosysteme
Lebensverhältnisse

...



Energetische Amortisationszeit (oder EROI*)



VS.

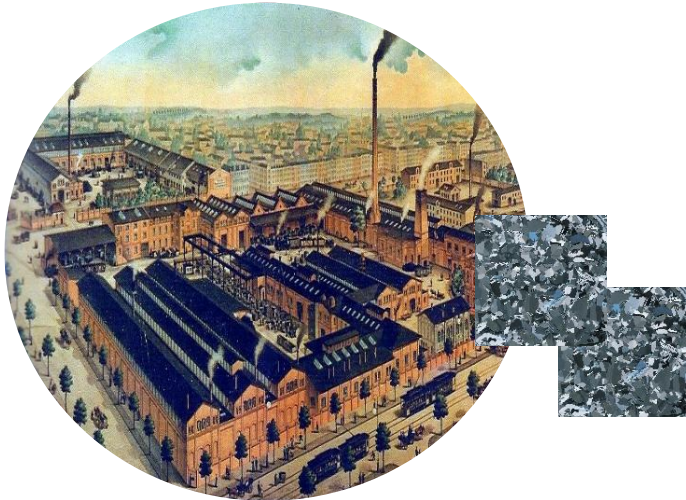


Energieverbrauch (Produktion)

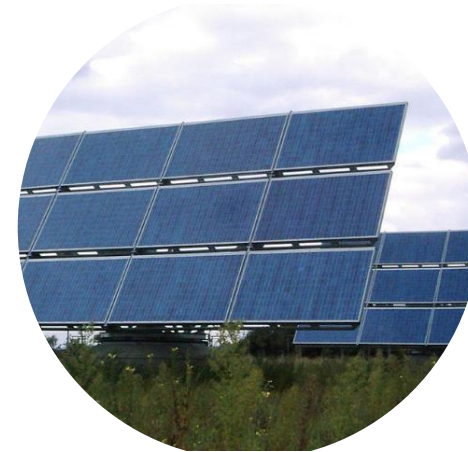
Energieerzeugung (Nutzung)

* Energy return on energy invested

Energetische Amortisationszeit (oder EROI*)



VS.



Energieverbrauch (Produktion)

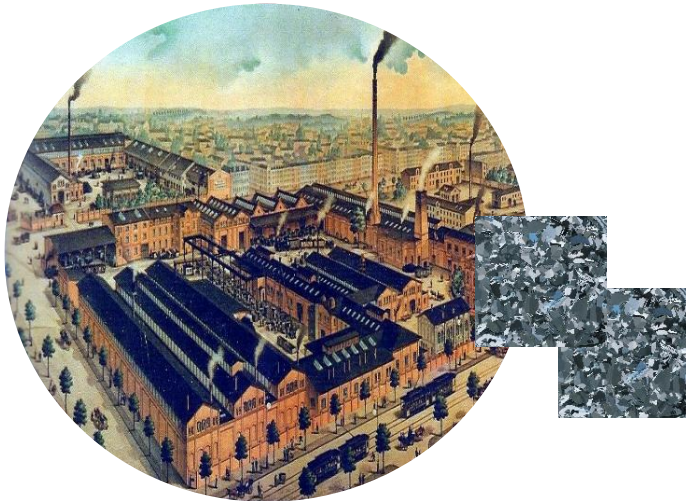
zB 12.000 kWh
120.000 kWh (30 a)

Energieerzeugung (Nutzung)

zB

-> nach drei Jahren “amortisiert”

Energetische Amortisationszeit (oder EROI) komplex



VS.



Energieverbrauch (Produktion)

-> abhängig vom Strommix
Technologie

-> von Produktionsweise

-> produzierter Technologie

-> ...

Energieerzeugung (Nutzung)

-> abhängig von

-> von Standort

-> ...

Solarmodul

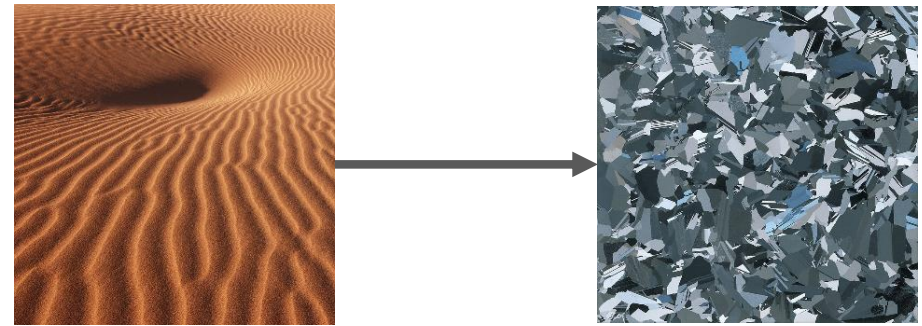


Bild: Von Rosino on Flickr - 84527213, CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=586901>

Material

Solarzelle

- Dickschichtsolarzellen (kristallines *Silizium*; weltweit ca 90 % (2014))
- Dünnschichtsolarzellen (bisher nur ca 10 %)
 - amorphes *Silizium* (a-Si)
 - *Kupfer-Indium(Gallium-)Diselenid* (CIGS)
 - *Cadmium-Tellurid* (CdTe)

Drumherum

- Glas, Metalle (Alu, Kupfer, Zinn, ..), Kleber

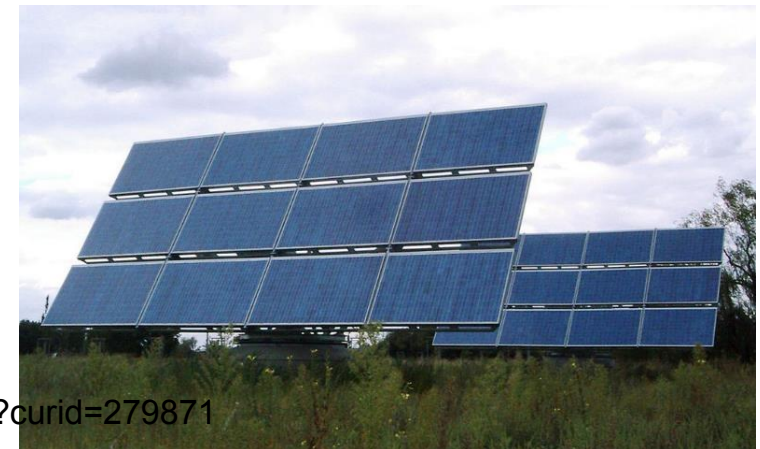


Bild: gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=279871>

Lebensdauer

- 20 - 30 Jahre, je nach Technik [Rydh 2003; Wikipedia]

Energiebilanz

- Energetische Amortisation 1,6 - 3,0 Jahre [Rydh 2003]

Co2 Bilanz

- abhängig von Strommix zur Produktion!

Weiteres

- Eingriff in Ökosysteme! -> Sandabbau heute schon Problem!



Batterie/ Akku

Material



Solarakku Blei-Säure-Akkus (Valve Regulated Lead-Acid (VRLA) und Blei-Gel-Akkus)

Nickel-Metallyhydrid-Akkus



Von Der ursprünglich hochladende Benutzer war Anton in der Wikipedia auf Deutsch - Übertragen aus de.wikipedia nach Commons mithilfe des CommonsHelper., CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10344255>

Lithium-Ionen-Akkus (leicht)



Von Phrontis - Selbst fotografiert, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=50841161>

Nickel-Cadmium-Akkus



CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=58403>

Batterie/ Akku

Schadstoffe
Eingriffe in
Ökosysteme
Lebensverhältnisse
...



Lebensdauer

- Solarkkus Blei-Gel/Blei-Säure **3-5 a**
- -> 4-7 x neuer Akku pro Solarpanel

Energiebilanz

1. Studie zu “Solar Home Systems” [Alsema 2000]
 - als ländliche Energieversorgung (anstelle eines Generators)
Energetische Amortisation 10- 11 Jahre; ohne Batterie-Recycling 15 - 20 Jahre
1. Studie zu Batterie-Recycling [Rydh 2003]
 - **Energetische Amortisation 0.55-43 Jahre**

!!!! Bilanz stark abhängig von **Technologie, Recycling und Strommix**

Recycling - bspw. in Europa: 71% des Bleis zu neuen Batterien recycelt;
Lithium wird kaum recycelt (Ressourcenfluch-Pub)

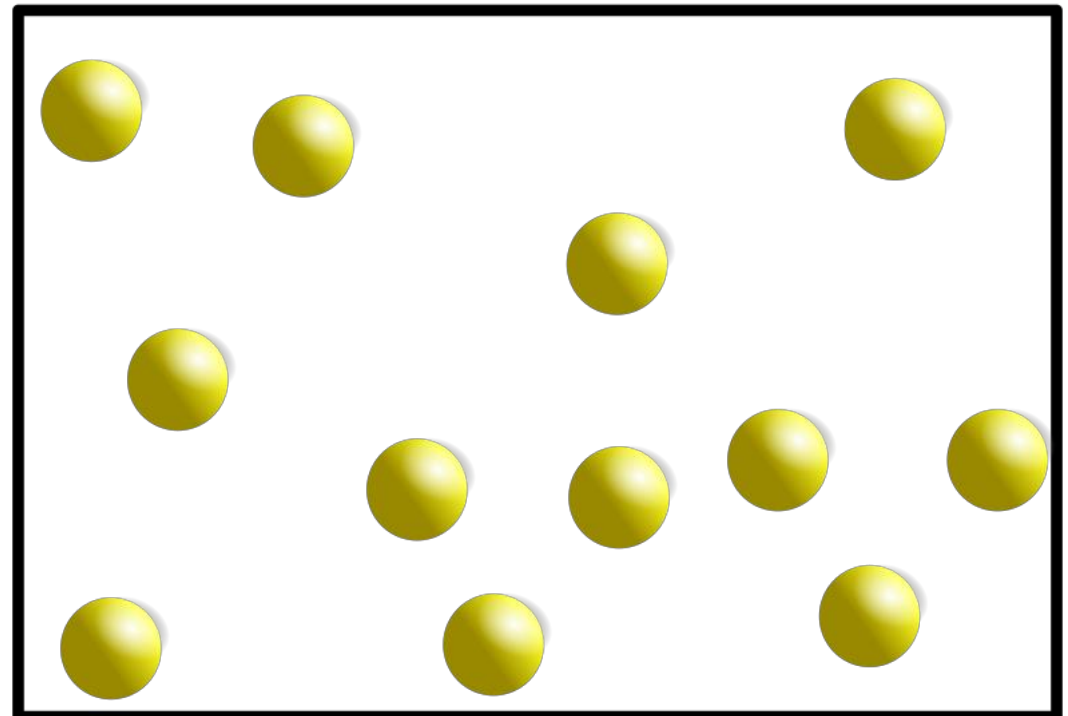


Batterie/ Akku



CO2 Bilanz

- “Solar Home Systems” [Alsema 2000]
 - Als Alternative zur Kerosin-Lampe & Batterie: **Treibhausgas-Amortisation 0,5 - 2 Jahre**
 - als Alternative zum Generator: **Treibhausgas-Amortisation 6-8 Jahre mit Recycling; 10 - 13 Jahre ohne Recycling**

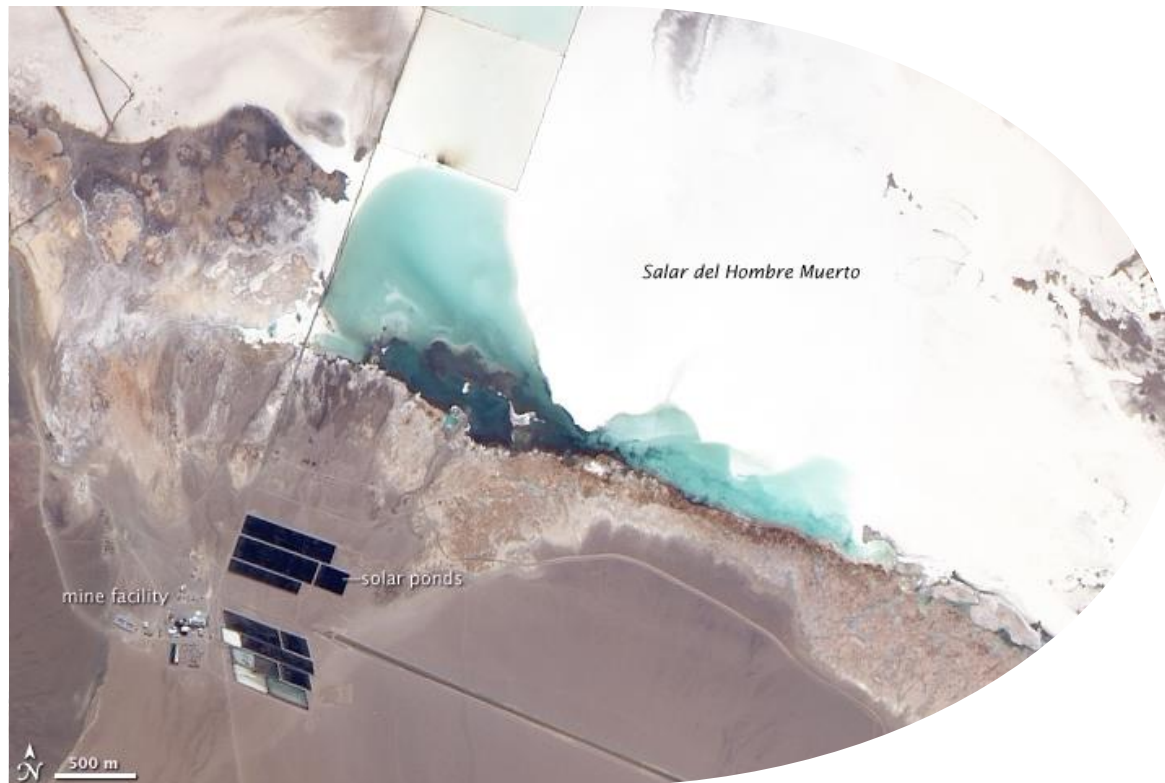


Von Kaneiderdaniel, CC BY-SA
3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8669998>

Ökologische Auswirkungen

- versalzenes Grundwasser durch *Lithium*-Abbau in in Salzwüsten in Südamerika (Argentinien, Bolivien, Chile - 70 % weltweiten Vorkommens)

Schadstoffe
Eingriffe in
Ökosysteme
Lebensverhältnisse
...



Von Yaca2671 - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16480431>

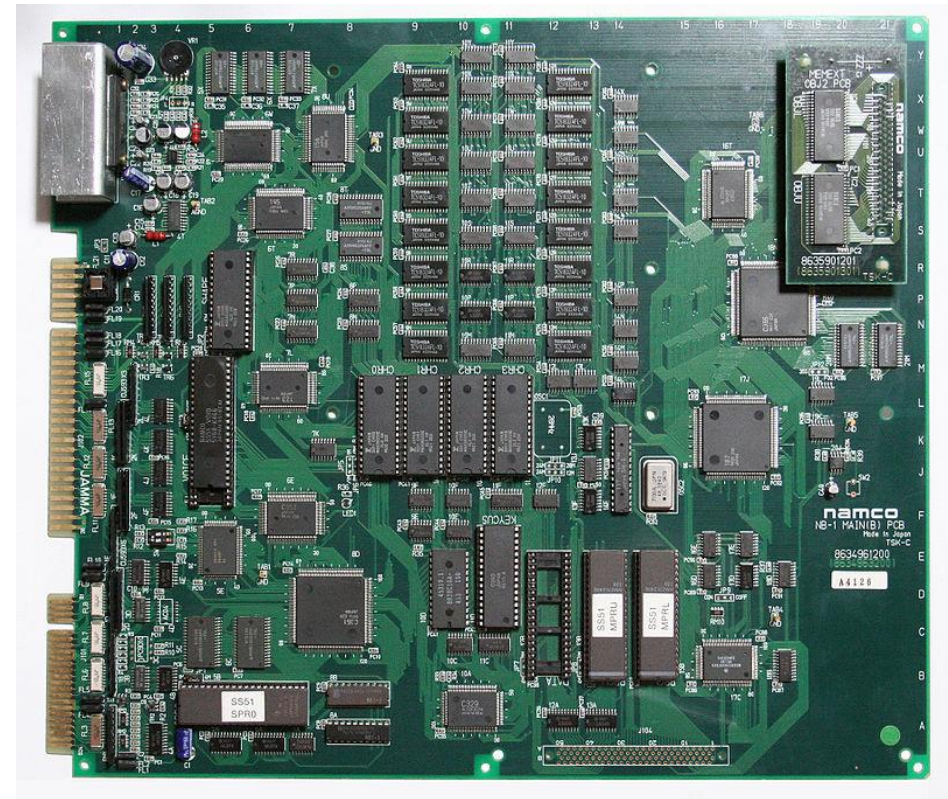
Lebensverhältnisse

- Wertschöpfungsketten
Lithium-Batterien größtenteils
Europa (75%), soziale und
Umweltauswirkungen aber in
Abbauländern
- Indigene Bevölkerung stark
betroffen von
Umweltauswirkungen
- *Kobalt* in Lithium-Ionen-
Akkus aus Kongo teils ohne
Arbeitsschutz

Steuerungselektronik/Platinen

Verbaute Materialien:

- Glasverstärktes Plastik >70%
- Kupfer 16% (Leitungen)
- Zinn 4% (Leitungen)
- Eisen, Ferrit 3%
- Nickel 2%
- Silber 0,05%
- Gold 0,03%
- Palladium 0,01%
- Andere (Bismuth, Antimon, Tantal, etc) <0,01%



Von Yaca2671 - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16480431>

Ein paar Beispiele

Schadstoffe
Eingriffe in
Ökosysteme
Lebensverhältnisse
...



Kupfer

- Abbau im Tagebau (Chile, China, Peru) hat negative Umweltauswirkungen (SM Konzentrationen in Luft)
- Arbeitsbedingungen oft gesundheitsschädigend



Gold

- Ökologisch: hochgiftige Stoffe wie Quecksilber oder Zyanid ein- und freigesetzt.
- Sozial
 - Gold ist ein Konfliktmineral (z.B. DR Kongo, bewaffnete Gruppen finanzieren sich durch Goldhandel)
- Zerstörung landwirtschaftlicher Nutzfläche



Kupfer: Von Jurii - <http://images-of-elements.com/copper.php>, CC BY 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7431386>

Gold: Von Rob Lavinsky, iRocks.com – CC-BY-SA-3.0, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10465029>

Schadstoffe
Eingriffe in
Ökosysteme
Lebensverhältnisse
...



Allgemein

- Recycling schwierig, weil sehr kleinteilig
- Stark steigender Bedarf weltweit!!
- Umwelt- und soziale Standards beim Abbau oftmals problematisch
- Abbau in Konfliktregionen verschärft Konflikte

+ 1000 %



... und jetzt?

Status quo CO₂-Emissionen Energieerzeugung (nur Erzeugung)

- Strommix Deutschland: 476 g/kWh
- Ökostrom: 0 g/kWh (?)

... Ökostrom!

Status Quo Rohstoffe

Strom-Infrastruktur (Netz) wird natürlich auch mit problematischen Rohstoffen versorgt!

... am besten bleibt jede **nicht genutzte kWh**

Fazit

Batterie nur dann, wenn sie auch gebraucht wird...

Gesamt-Dimensionierung muss stimmen (Panel- und Batteriegröße zueinander passen) um Batterie im optimalen Arbeitspunkt zu halten → erhöht Lebensdauer

Solarbatterien eignen sich besser als Autobatterien.

Solarbatterien sind oft Blei-Säure Batterien oder Lithium-Ionen-Batterien.

Blei-Säure-Batterien immer in hohem Ladezustand halten;

→ wichtig, dass Panel groß genug und Batterie gut aufgeladen wird;

→ vor Lagerung möglichst voll laden.

Lithium-Ionen-Batterien mögen lieber mittleren Ladezustand.

Beide Batterien mögen nicht volle Sonne oder Frost (extrem Temperaturen).

Wenn Netz: Plug & Play Systeme für 100% Erneuerbare für Alle und Regenwasser-Auffangen & Beschattung für euren Garten.

Quellen

[Rydh 2003] Carl Johan Rydh, Department of Technology, University of Kalmar: Environmental Assessment of Battery Systems: Critical Issues for Established and Emerging Technologies, Göteborg, Sweden 2003

[Alsema 2000] E.A. Alsema, Department of Science Technology and Society Utrecht University, Environmental Life Cycle Assessment of Solar Home Systems, in Research Gate, 2000

Ressourcenfluch 4.0 - Die sozialen und ökologischen Auswirkungen von Industrie 4.0 auf den Rohstoffsektor
Herausgeber PowerShift - Verein für eine ökologisch-solidarische Energie- & Weltwirtschaft e. V.; Berlin, Februar 2017 © PowerShift e. V

Lithium-Abbau in Südamerika: https://www.deutschlandfunk.de/lithium-abbau-in-suedamerika-kehrseite-der-energiewende.724.de.html?dram:article_id=447604

Danke für's Kommen!

Habt ihr noch Fragen?

Ihr erreicht uns auch hier:
kontakt@kante.info