

Solarzellen

Funktion und Stand der Technik bei
Stand-Alone-Anlagen

Erik Bünnig
18.2.2021

Projektarbeit zur alternativen Prüfungsleistung im
Kurs Elektrotechnik

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	1
2	Einleitung	1
2.1	Begrifflichkeiten	1
2.1.1	Photovoelektrischer Effekt	1
2.1.2	Photovoltaischer Effekt	1
2.1.3	Photovoltaische Zelle	1
2.2	Historie	1
2.2.1	Entdeckung	1
2.2.2	Nennenswerte Ereignisse	1
3	Grundlegender Aufbau und Funktionsweise	2
3.1	Aufbau	2
3.2	Funktionsweise	2
3.3	Effizienz	2
4	Anwendungsgebiete	2
4.1	IoT-Sensoren	2
4.2	Weltraum	2
4.3	Alternative zu fossilen Brennstoffen	2
4.3.1	Deutschland	2
4.3.2	Kalifornien, USA	2
5	Anwendungsbeispiel	4
5.1	Problemstellung	4
5.2	Entwurf	4
5.3	Konklusion	4
6	Zusammenfassung	4
7	Quellen	5

1 Vorwort

Links (in [cyan](#)) und Referenzen (als [n] dargestellt) beinhalten *hyper links* oder *hyper references* zu ihren jeweiligen Herkünften um das Navigieren einfacher zu machen. Zusätzlich sind alle Sektionen im Inhaltsverzeichnis ebenfalls verlinkt. Diese Arbeit wurde mit L^AT_EX erstellt, eine Variante mit angenehmeren Farben für Lesen bei Dunkelheit ist bereitgestellt.

2 Einleitung

2.1 Begrifflichkeiten

2.1.1 Photovoelektrischer Effekt

Wechselwirkung von Photonen mit baryonischer Materie, getrennt in inneren und äußeren photovoelektrischen Effekt und die Photoionisation. [2]

2.1.2 Photovoltaischer Effekt

Sonderfall des inneren photoelektrischen Effekts, beschreibt Bildung eines Photostroms, also Trennung von Ladungsträgerpaaren an der p-n-Schicht einer Photodiode entgegen der Durchlassrichtung des Übergangs als Folge von elektromagnetischer Strahlung auf eine Photodiode. Der photovolatische Effekt baut auf der Photoleitung auf, einem weiteren innerem photoelektrischen Effekt. [2] Der photovoltaische Effekt dient als Grundlage für die Funktionsweise von Solarzellen.

2.1.3 Photovoltaische Zelle

Elektrisches Bauelement das auf Grundlage des photovoltaischen Effekts, Strom erzeugt und aus Halbleitermaterialien (vorwiegend Silizium) besteht.

2.2 Historie

2.2.1 Entdeckung

Die Effekte der Photovoltaik wurden erstmals in 1839 von Andre Edmond Becquerel entdeckt, aber erst weit später praktisch angewendet. [4]

2.2.2 Nennenswerte Ereignisse

- 1876 - Beweis der direkten Konversion von elektromagnetischer Strahlung in elektrische Energie durch William Grylls Adams und Richard Evans Day
- 1907 - Theoretische Erklärung des photoelektrischen Effekts auf Basis der Lichtquantenhypothese (1905) durch Albert Einstein

- 1912 - 1916 - Experimentelle Bestätigung von Einsteins Erklärung durch Robert Adndrews Millikan
- 1958 - Erste Verwendung von Solarzellen zur Versorgung eines Satelliten der NASA (Vanguard I) [5]

3 Grundlegender Aufbau und Funktionsweise

3.1 Aufbau

3.2 Funktionsweise

3.3 Effizienz

4 Anwendungsgebiete

4.1 IoT-Sensoren

Solarzellen eignen sich hervorragend zur Energieversorgung für vorwiegend bedienungsfreie Applikationen wie eigenständige Sensoren (z.B.: Wetterstation, Luft- oder Wasserqualitätssensoren), da diese oft einen geringen stetigen Energieverbrauch aufweisen, welcher bei Nacht oder schlechten Wetterverhältnissen mit einer Batterie überbrückt werden kann.

4.2 Weltraum

Auch für die Stromversorgung von Satelliten oder Raumstationen eignen sich Solarzellen hervorragend, gerade deshalb weil das Auffangen elektromagnetischer Strahlung nicht durch atmosphärische Effekte behindert wird wie auf der Erde.

4.3 Alternative zu fossilen Brennstoffen

4.3.1 Deutschland

Ungeachtet zuvor genannter Vor- und Nachteile bieten Solarzellen eine Alternative zu fossilen Brennstoffen. In Deutschland wird Solarenergie seit 2000-2004 zunehmend Ausgebaut und staatlich gefördert, von 2000 bis 2011 stieg der Solarenergieanteil von 64GWh auf 19TWh. [3]

4.3.2 Kalifornien, USA

Der US-Bundesstaat Kalifornien bietet ein gutes Beispiel für sowohl Vorteile als auch Nachteile von Solarenergie. In hinreichend sonnigen Regionen wie Kalifornien reicht die durchschnittliche durch Solar produzierte Energie zum Decken des durchschnittlichen Energieverbrauchs aus. Allerdings sind sowohl Produktion

als auch Verbrauch von Energie nicht so flach wie ihr Durchschnitt. Solarzellen produzieren ihre Energie hauptsächlich zwischen 7 Uhr und 18 Uhr.

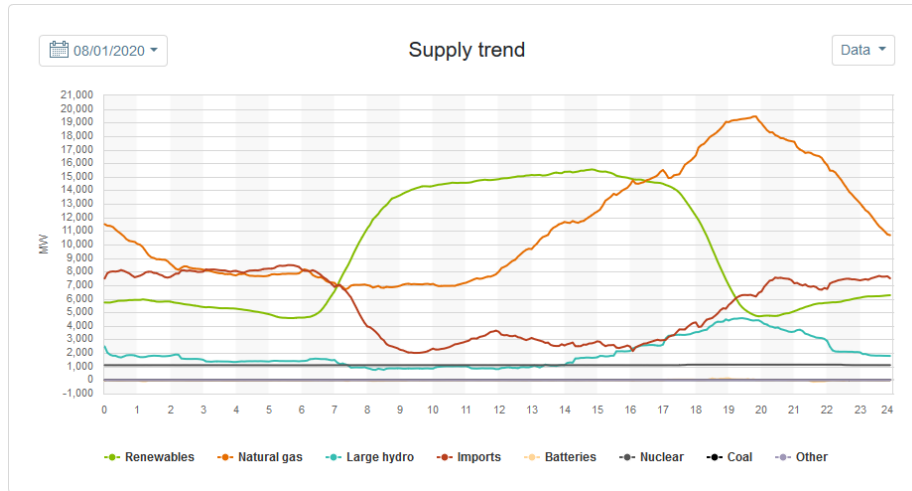


Abbildung 1: Angebot an Energie in Kalifornien, USA, 01.08.2020 [9]

Der tägliche Verbrauch erreicht vor allem um 17 Uhr bis 22 Uhr Höchstwerte. Nächte und Schlechtwettertage müssen dann durch gespeicherte, importierte oder lokale nicht-Solarenergie überbrückt werden, trotz der großartigen Voraussetzungen für Solarenergie. [6] [11]

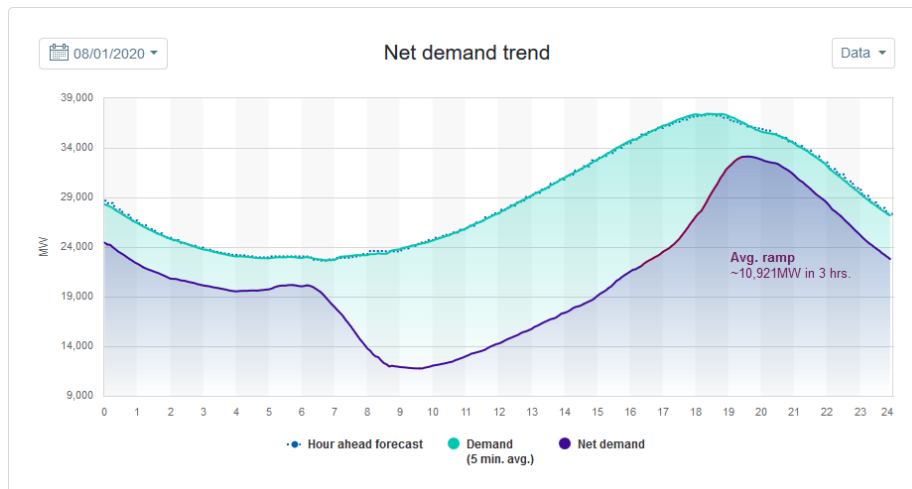


Abbildung 2: Nachfrage an Energie in Kalifornien, USA, 01.08.2020 [8]

5 Anwendungsbeispiel

5.1 Problemstellung

Gegeben sei eine Wetterstation in einem abgelegenen Teil der Sahara, welche eine Leistungsaufnahme zwischen 1W und 2W besitzt. Wie kann eine solche Anlage kostengünstig und relativ wartungsfrei betrieben werden?

5.2 Entwurf

5.3 Konklusion

6 Zusammenfassung

7 Quellen

- [1] [Wikipedia: Solarzelle](#)
[Wikipedia: Solarcell \(Englisch\)](#)
- [2] [Wikipedia: Photoelektrischer Effekt](#)
- [3] [Wikipedia: Photovoltaik in Deutschland](#)
- [4] [Wikipedia: Geschichte der Photovoltaik](#)
- [5] [Wikipedia: Vanguard-Projekt](#)
- [6] [Caiso: California ISO \(Englisch\)](#)
- [7] [Wikipedia: Symbol einer Photodiode](#)
- [8] [Caiso: California ISO Demand \(Englisch\)](#)
[Datei Öffnen](#)
- [9] [Caiso: California ISO Supply \(Englisch\)](#)
[Datei Öffnen](#)
- [10] [YouTube: Real Engineering - The Mystery Flaw of Solar Panels](#)
- [11] [YouTube: Real Engineering - California's Renewable Energy Problem](#)