Magnus-Gottfried-Lichtwer-Gymnasium Wurzen

Fertigen eines Moduls zur Messung der Leistung von Lichtquellen in bestimmten Region in bestimmten Zeitraum

Und deren Anschluss an Internet mithilfe von ESP8266 Mikrokontroller

Komplexe Leistung in Schuljahr 2023/24

im Fach Physik

Vorgelegt von: Oleksandr Kolbeck

EN11 / Jahrgangsstufe 11

Betreuer: Frau Sarah Seifert

Fachlehrer: Frau Sarah Seifert

Wurzen, den [Abgabedatum]

# Inhalt

[Inhalt 2](#_Toc179298310)

[1. Einleitung 1](#_Toc179298311)

[State of the art (Состояния проблемы) 2](#_Toc179298312)

[2. Hauptteil 4](#_Toc179298313)

[2.1 Theorie 4](#_Toc179298314)

[2.1.1 Definitionen 4](#_Toc179298315)

[2.1.2 Bauteile 6](#_Toc179298316)

[2.2. Experiment 15](#_Toc179298317)

[2.2.1 Gesamtkonzept 15](#_Toc179298318)

[2.2.2 Blackbox-Verfahren 15](#_Toc179298319)

[2.2.3 Datenaufnahmemodul 18](#_Toc179298320)

[3. Zusammenfassung 19](#_Toc179298321)

[4. Dankschreiben 19](#_Toc179298322)

[5. Abbildungsverzeichnis 20](#_Toc179298323)

[6. Quellenverzeichnis 21](#_Toc179298324)

[7. Anhang 22](#_Toc179298325)

# Einleitung

Sehr häufig hrt man von endlichkeit der Rohstoffen. Vor allem von den fossilen Rohstoffen, die für Energiegewinnung genutzt werden. Eine mögliche Lösung des Problems stellen Atomkraftwerke dar. Aber es wird von vielen eine Lösung übersehen worden. Ein Kernfusionreaktor, den wir jeden Tag betrachten, aber kaum nutzen. Es ist nichts anderes als unsere Sonne! Durch die Kernfusion im inneren der Sonne wird eine riesige Menge an Energie freigesetzt. Genauer gesagtstrahlt die Sonne ung. J Energie jede Sekunde ins Weltall aus. Die Erde bekommt aber nur ung. ein Millionstel dieser Energie bekommt die Erde. Immer noch bleibt uns J Energie übrig[[1]](#footnote-1). Angenommen,

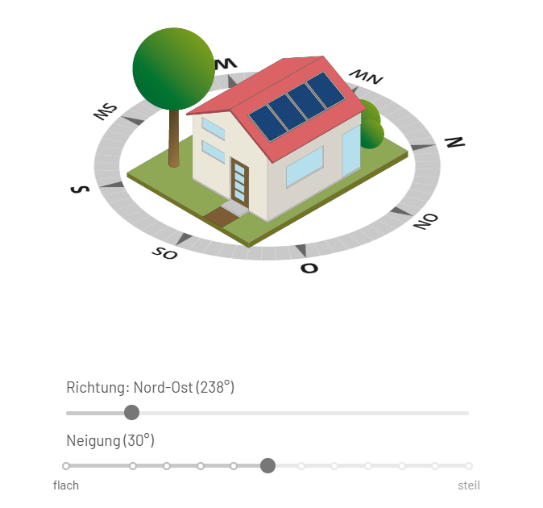
liegt der Jährliche Weltenergieverbrauch bei 15000 Mtoe.[[2]](#footnote-2) Das bedeutet, dass 2 Sekunden des Sonnenlichts, die ganze Menschheit einen Ganzen Jahr benutzen konnte.

Um Sonnenenergie möglichst effektiv zu verwenden, muss die Branche der Fotovoltaik weiter entwickelt und ausgebreitet werden.

Die Frage, die ich mir bei der Entwicklung meines Projektes gestellt habe, ist wie man die Solarzellen oder Solarthermalen Anlagen die beste Leistung erzeugen kann. Dafür müsste, in meiner Vorstellung ein Gerät erschaffen werden, der auf eine bestimmte Weise vorhersagen kann, welche Leistung eine Solarzelle an einer bestimmten Stelle und bei einem bestimmten Winkel zum Horizont und Himmelsrichtungen. Mit der Entwicklung eines solchen Geräten und dazugehörigen Algorithmen, habe ich mich in dieser Arbeit auseinandergesetzt.

Es ist wichtig zu bemerken, dass es auf dem Markt schon andere alternative Geräte und Service existieren, die ähnliche Aufgaben erfüllen. Zum Beispiel bietet die Webseite www.wegatech.de mit Ihrem Webservice „Wegatech Konfigurator“ die Möglichkeit, kostenlos anhand der Ausrichtung des Hauses, dessen Position (PLZ) und der Dachneigung (siehe Abb.1.3) zu bestimmen, wie effizient eine Photovoltaik oder Photothermieanlage bei einem Nutzer wird.

Abb.1.3: Screenshot aus dem Wagetech-Konfigurator



## State of the art (Состояния проблемы)

Wie man aus der Abb.1.1 [[3]](#footnote-3)sehen kann, ist es möglich geworden, in Deutschland mehr als 50% des Verbrauchs nur mit Sonnenenergie abzudecken. Während der Nachtzeiten muss aber die Energie Hauptsächlich mit konventionellen Methoden produziert werden.

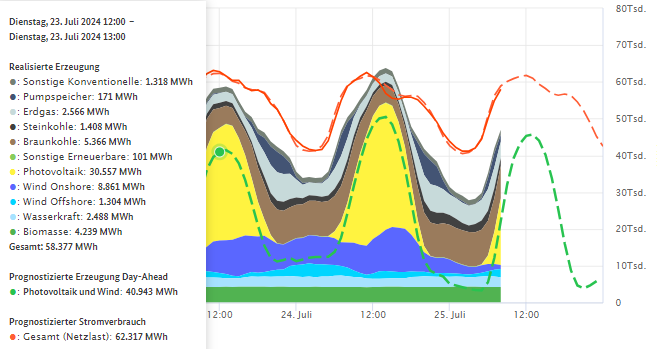


Abb.1.1: Stromerzeugung und -verbrauch in Deutschland

Der Energieverbrauch wird in der Zukunft weiter steigen. EIA (U.U. Energy Information Administration) prognosiert, dass in dem Jahr 2050 der Energieverbrauch um 50% im Vergleich zu 2020 wächst[[4]](#footnote-4). Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass dieser Wert viel höher legen wird, da es bei den Prognosen um eine „geschichtliche Projektion“ handelt. Im Moment erleben wir den unerwarteten Aufstieg des Stromkonsums auf Grund von Bitcoin-mining. Dies wird in der Zukunft sehr wahrscheinlich auch weiter seinen hohen Einfluss auf die Energetik behalten.

Die schon exestierenden Geräte und Service helfen dabei, die Leistung der PV-Anlagen einzuschätzen. Dennoch gibt es einige wichtige Unterschiede zu der Funktionsweise und den Aufgaben des von mir entwickelten Gerätes. Das Gerät bezieht sich, im Unterschied zu dem Webservice, nicht auf die durchschnittlichen Dateien aus einer Region (PLZ), sondern auf die von ihm selbst auf einer festen Stelle gemessenen Werte. Das resultiert in die Genauigkeit des Gerätes und Miteinrechnung unterschiedlicher Faktoren, die eine Bestimmte Stelle haben kann, die ein einem Region nicht miteinbezogen wird. Zum Beispiel: Bäume, Bergen, etc. die zum einen Bestimmten Zeitpunkt ein Teil der Solaranlage bedecken, und dadurch deren Leistung verringern. Außerdem basieren solche Statistiken auf der durchschnittlichen Anzahl der sonnigen Tage und der durchschnittlichen Lufttemperatur in der Region. Diese ändern sich aber mit jedem Jahr. Genauer gesagt wächst die Anzahl der sonnigen Tagen. Laut der vom Bundesstatistikamt veröffentlichten Statistik[[5]](#footnote-5) (Abb.1.4) steigt die durchschnittliche Sonnenscheindauer pro Monat in Deutschland in dem Zeitraum Juli 2023 bis Juli 2024. In September alleine hat es fast das Doppelte (170%) des Durchschnitts erreicht.

Mein Gerät hingegen, bezieht sich auf die Werte, die dem Durchschnitt am Ort entsprechen, welche das von dem Gerät selbst gemessen wurden.

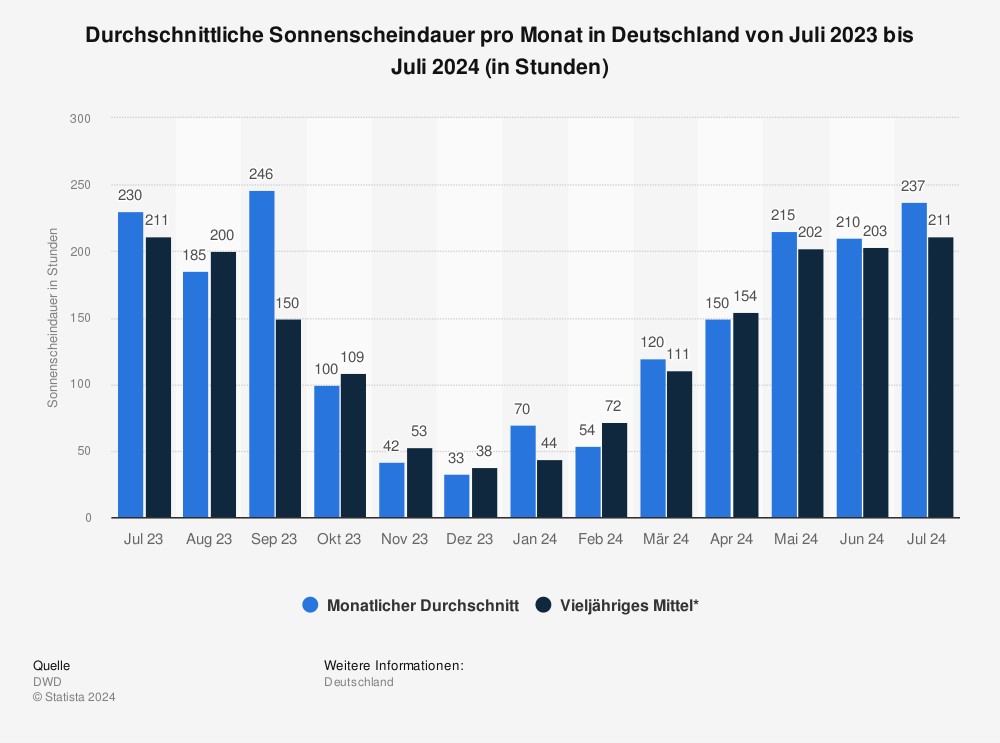


Abb.1.4: Durchschnittliche Sonnenscheindauer pro Monat in Deutschland von Juli 2023 bis Juli 2024 in Stunden

Wie früher erwähnt, muss das Gerät 3 Hauptkriterien erfüllen. Ein davon ist das Vermögen des Geräts möglichst autonom zu funktionieren. Damit wird gemeint, dass es keinen Anschluss an eine äußere Stromquelle zum Funktionieren benötigt. Um dieses Problem zu lösen, muss man erstmal überlegen, unter welchen Bedingungen das Modul benutzt wird, um mögliche Energiequellen zu finden.

Laut der zweiten Aufgabe muss das Messsystem die Leistung einer möglichen Solarzelle berechnen. Das bedeutet, dass es auf einer Stelle installiert sein soll, wo auch die Photovoltaikanlage installiert sein könnte, sprich auf dem Dach eines Hauses. Das gibt 3 mögliche Energiequellen zum Auswahl:

* Thermische Energie
* Sonnenenergie
* Windenergie

Beurteilen wir diese nach Effizienz: Thermische Energie wird erzeugt, wenn sich die Temperatur der Umgebung und somit des Moduls verändert. Diese Methode ist aber wenig in unserem Fall hilfreich, da die Materialien, die genügend Strom zur Versorgung eines Moduls durch thermoelektrische Effekte produzieren noch nicht genügend erforscht sind und nicht in den nächsten Jahren im Freiverkauf erscheinen . Windenergie scheint eine andere Möglichkeit zu sein aber Wind ist viel zu instabil für unseres System, da Wind aus unterschiedlichen Richtungen mit unterschiedlicher Kraft wirkt, und das außerdem noch relativ unabhängig von der Sonne. Deshalb hat man sich entschieden, Sonne als die Energiequelle zu verwenden.

# Hauptteil

## Theorie

### 2.1.1 Definitionen

#### Energie

Energie ist die Fähigkeit eines Systems, mechanische Arbeit zu verrichten, Wärme abzugeben oder Licht auszustrahlen.

Die Energie ist eine Zustandsgröße und in abgeschlossenen Systemen eine Erhaltungsgröße.[[6]](#footnote-6)

Energie kann in folgenden Formen existieren:

* Potentielle Energie;
* Rotationsenergie;
* Chemische Energie;
* Nukleare Energie;
* Lichtenergie;
* Kinetische Energie;
* Spannenergie;
* Elektrische Energie;
* Wärmeenergie.

#### Leistung

Die Leistung ist der Quotient aus der verrichteten Arbeit und der dafür benötigten Zeit.[[7]](#footnote-7)

#### Der elektrische Strom

Der elektrische Strom I ist die gerichtete Bewegung von Ladungsträgern Q, die durch einen Querschnitt des Leiters S und der Länge l mit Ladungsträgerdichte n in einer Zeit t fließen:

(1)

Oder, da Geschwindigkeit , gilt:

Wo *v* - die Geschwindigkeit der Landungsträger ist.

Da die Ladungsdichte , wo N – Anzahl der Ladungsträger in dem Leiter, V – das Gesamtvolumen des Leiters sind, kann man die Formel folgenderweise umwandeln:

(2)

Die Einheit der Stromstärke ist (), laut der Formel. Diese Verhältnis bezeichnet man aber in der Physik als „Ampere“:

In unterschiedlichen Leitern verhalten sich unterschiedliche Teilchen als die Ladungsträger:

|  |  |
| --- | --- |
| Leitertyp | Ladungsträger |
| Metalle (u. manche Stoffe im festen Zustand) | Elektronen |
| Elektrolyten  Gasen (Plasma) | Ionen (Kationen und Anionen)  Ionen (Kationen und Anionen) |

Als zu dem Leiter ein Ladungsunterschied angewendet wird (siehe [Spannung](#_Spannung)), stoßen sich die danebenliegende Ladungen in dem Leiter von den negativen ab, und ziehen sich den positiven Ladungen an. Dies führt dazu, dass die Teilchen anfangen, sich in die Richtung des positiv geladenes Kontaktes einer Spannungsquelle zu bewegen, wodurch der elektrische Strom erzeugt wird. Die positiv geladene Atomrümpfe bleiben dabei aber auf ihren Stellen in dem Metallgitter, und bewegen sich nicht in die entgegengesetzte Richtung, welches durch zahlreiche Experimente bewiesen wurde z.B.: . Trotzdem wird in der Elektronik die Stromrichtung als die entgegengesetzte der Richtung des Elektronenstroms bezeichnet. Also obwohl die Elektronen von einer Ort der Elektronenüberschuss (negativer Pol – „-“) zum Ort der Elektronenmangel (positiver Pol – „+“) bewegen, wird es angenommen, dass der Strom vom „+“ zu „-“ fließt.

#### Widerstand

In der Elektrotechnik ein Maß dafür, welche elektrische Spannung erforderlich ist, um eine bestimmte elektrische Stromstärke durch einen elektrischen Leiter fließen zu lassen.

#### Spannung

Um den Strom durch eine Schaltung zu erzeugen muss man, logischerweise, auf einer Seite der Schaltung die Elektronen rausnehmen, und auf der anderen Seite die „reinzupumpen“. Als diese „Pumpe“ gilt eine Spannungs- oder Stromquelle. Die wandelt ihre potentielle Energie (z.B. in Form der chemischen Energie) in die elektrische Energie, die dafür sorgt, dass die Elektronen innerhalb der Quelle von „+“ zu „-“ Pol bewegt werden.

Zwischen den Elektroden einer Spannungsquelle misst man die elektrische Spannung U. Die Spannung ist damit der messbare Unterschied in der Elektronenbesetzung der beiden Elektroden. Die Spannung misst man in der Einheit Volt und wird geschrieben:

Da diese Spannung in einem Stromkreis „verbraucht“ wird, nennen wir diese „Verbraucher“. Der Verbraucher benötigt elektrische Energie, um ein Teil davon in meist eine adere Form der Energie umzuwandeln. Die Erzeuger machen genau das Gegenteil: Sei wandeln eine andere Form der Energie in die elektrische um. Z.B. der Dynamo wandelt die mechanische Energie des Fahrradrades in die elektrische Energie um, die später von einer LED oder einer Lampe in die Lichtenergie umgewandelt wird.

Die Spannung zwischen eine geladenen Körper und einem beliebig gewählten Bezugspunkt wird als Potential bezeichnet. Die Spannung zwischen zwei Punkten a und b lässt sich damit als die Differenz der Potentiale und dieser beiden Punkte angeben. Deshalb bezeichnet man auch Die Spannung als die Potentialdifferenz zw. dem Potential der einen Elektrode und dem Potential der anderen Elektrode:

#### Induktion

Induktionsspannungen Ui kann man beobachten, wenn sich in einer Induktionsanordnung (ein magnetisches Feld und eine Leiterschleife mit angeschlossenem Spannungsmesser) eine der folgenden Größe ändert:

* die magnetische Flussdichte B des magnetischen Feldes
* der Inhalt A der Fläche der Leiterschleife, die vom magnetischen Feld durchsetzt wird
* die Weite φ des Winkels zwischen dem magnetischem Feld und der Leiterschleife[[8]](#footnote-8)

### 2.1.2 Bauteile

#### Widerstand

Ein Widerstand (englisch Resistor) ist ein zweipoliges passives elektrisches Bauelement. Es realisiert einen ohmschen Widerstand in elektrischen und elektronischen Schaltungen. Widerstände werden beispielsweise verwendet, um:

den elektrischen Strom zu begrenzen

den elektrischen Strom in einer Schaltung aufzuteilen

den elektrischen Strom in eine Spannung umzuwandeln, um ihn (indirekt) zu messen

die elektrische Spannung in einer Schaltung aufzuteilen

elektrische Energie in Wärmeenergie umzuwandeln[[9]](#footnote-9)

#### Kondensator

Ein Kondensator speichert die Energie in Form eines elektrisches Feldes durch die Einlagerung der Ladungen an seinen Platten. Um den Ladungunterschied zu erzeugen, muss man eine Spannung an die Platten des Plattenkondensators anlegen. Dabei ist die Spannung an dem Kondensator gleich der Spannung einer Spannungsquelle, die an ihn angeschlossen ist.

#### Induktion (Solenoid)

Ist eine Spule, bei der die Drahtwicklung auf einem Zylindermantel liegt, also dünn gegenüber dem Zylinderdurchmesser ist. In der Regel ist sie einlagig. Einlagige Zylinderspulen haben einen helixförmigen Verlauf des Drahtes.[[10]](#footnote-10)

#### Halbleiter

Halbleiter sind die Stoffe, die unter den normalen Bedingungen den spezifischen Widerstand () zwischen den von den Metallen () und Isolatoren() hat. Außerdem fällt ihr spezifischer Widerstand schnell bei der Temperaturerhöhung[[11]](#footnote-11). Die Halbleiterelemente bilden in der Periodischen Tabelle eine Kompakte Gruppe (Abb. 2.1.N). Zu dieser gehören noch einige chemische Verbindungen, wie z.B.: PbS, CdS, CaP, ArGa, etc. ZU den am häufigsten verwendeten Elementen gehören Si, Ge und Te. Dies basiert auf ihrer spezifischen atomaren Struktur, da sie auf ihrer äußersten Elektronenschale 4 Elektronen besitzen. Diese Aufbau resultiert in einer starken, gesätigten kovalenten Bindung, auch Atombindung genannt, zwischen den Atomen in dermKristallgitter des Stoffes [[12]](#footnote-12). Trotzdem wirken viele solche Strukturen eher als Isolatoren, als Halbleiter, z.B. Die Diamanten besitzen genau das gleiche Kristallgitter, wie Silicium. Trotzdem besitzt Silicium bei der Raumtemperatur ein deutlich höheres Widerstand. Das liegt daran, dass es beim Kohlenstoff eine viel höhere Energie benötigt, die zum Zerstören der Kovalenten Verbindungen gebraucht wird (siehe Tabelle 2.1.1).

Tabelle 2.1.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Gebrauchte energie | Silicium () | Diamant() |
| Netto | 1,1 eV | 7,0 eV |
| - Thermale Energie bei 300K (0,04 eV) | 1,06 eV | 6,96 eV |

Wie man aus der Tabelle 2.1.1 feststellen kann, benötigt die Zerstörung der kovalenten Verbindungen zw. den Atomen von Kohlenstoff in der Form eines Diamanten um 6,566 mal mehr Energie als beim Silicium. Genau aus diesem Grund ist es angenommen, dass all die Stoffe, die zur Überwindung der kovalenten Verbindungen mehr als 2 eV Energie benötigen, als Dielektriken oder auch Isolatoren bezeichnet werden[[13]](#footnote-13).

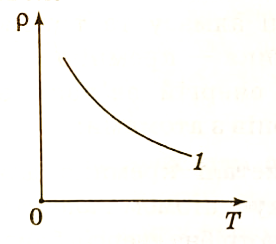


Abb. 2.1.N+1: Abhängigkeit des spezifischen Wiederstandes zu der Temperatur in einem Halbleiter

Wie schon vorher erwähnt – sinkt der spezifische Widerstand der Halbleiter mit der steigenden Temperatur (Abb. 2.1.N+1). Die Erklärung davon liegt in der Struktur des Halbleiters. Abbildung 2.1.N+2 zeigt die 2-Dimensionale Darstellung der Zuordnung der Silicium-Atome in einem Kristallgitter. Bei den niedrigen Temperaturen bleiben die kovalente Bindungen zwischen den Atomen fest, da die Elektronen nicht genug Energie haben, um diese Bindung zu überwinden. Da es in dem Leiter damit die Anzahl der freibeweglichen Leiter nah zu null ist, fließt durch den Leiter kein Strom, auch bei den großen Spannungen. Aus dem Ohmshen Gesetz: , also gilt . Natürlich ist es nur möglich, wenn die Temperatur T gegen den absoluten Nullpunkt strebt.

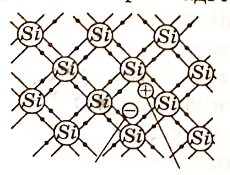


Abb. 2.1.N+2: 2-Dementionale Aufbau eines Si-Kristallgitters

Die Erhöhung der Temperatur bedeutet die Zufuhr der Energie. Diese Energie sorgt dafür, dass die Elektronen sich von ihren Stellen „befreien“ können. Dadurch steigt die Anzahl der freien Ladungsträgern und somit auch die Stromstärke, was schließlich in dem kleineren Widerstand resultiert. Es ist wichtig zu bemerken, dass bei einer „Befreiung“ des Elektrons von seiner Stelle ein sogenanntes *Loch* in dem Gitter entsteht, welches eine positive Ladung besitzt. An der Abbildung 2.1.N+2 ist dieses durch ein „+“ gekennzeichnet.

*Loch* - eine Stelle in dem Halbleitergitter mit Elektronenmangel. Aufgrund dessen ist es positiv geladen[[14]](#footnote-14).

In einem reinen Halbleiter ist die Anzahl der Löcher gleich der Anzahl der freibeweglichen Ladungsträger. Diese sind nicht stationär und bewegen sich ständig, da die Nachbarelektronen ständig versuchen das Loch zu schließen, indem sie ihre eigene Position verlassen und damit ein neues Loch erschaffen.

In den reinen Halbleiter bezeichnet man die Elektronen – die Hauptladungsträger, und die Löcher – die Nebenladungsträger oder virtuelle Ladungsträger.[[15]](#footnote-15)

Um die Anzahl der Elektronen oder der Löcher in einem Halbleiter unproportional zu erhöhen fügt man zusätzliche Stoffe in geringen Konzentrationen(0,01-0,1%) hinzu. Dadurch entstehen die p- und n- Halbleiter.

Die n-Typ Halbleiter sind die Halbleiter, bei den die Zusatzstoffe jeweils ein zusätzliches Elektron erzeugen, welches freibeweglich ist. Solche Halbleiter dienen als ein „Elektronendonator“. Dies entsteht durch das Hinzufügen der Stoffe, die ein Elektron mehr auf ihrer äußeren Elektronenschale haben, als der Halbleiter selbst z.B.: Phosphor , Arsen , etc. Die Abbildung 2.1.N+3 zeigt an einem Beispiel von Germanium und Phosphor als Zusatzstoff, wie sich die Elektronen und Atome in dem Gitter positionieren.

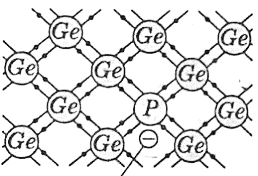


Abb. 2.1.N+3: 2-Dementionale Aufbau eines Germanium-Kristallgitters mit der Zugabe von Phosphor-Atomen.

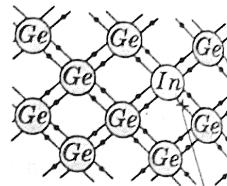
Wie man aus der Abbildung sehen kann, ist das zusätzliche Elektron von Phosphor nicht kovalent mit den Nachbaratomen gebunden und ist deswegen freibeweglich. Deshalb erfolgt durch die Zugabe des Phosphor-ähnlichen Stoffes eine unabhängige Erhöhung der Anzahl der freibeweglichen Ladungsträgern. Dadurch entsteht die Leitfähigkeit des n-Typs.

Die n-typische Leitfähigkeit oder die elektrische Leitfähigkeit ist durch die Donorelektronen der Zusatzstoffe erzeugt.

Die p-Typ Halbleiter sind die Halbleiter, bei den die Zusatzstoffe jeweils ein zusätzliches Loch erzeugen, also ein Elektron weniger als der Basishalbleiter besitzen. Solche Halbleiter dienen als ein „Elektronenakzeptor“. Dies entsteht durch das Hinzufügen der Stoffe, die ein Elektron weniger auf Ihrer äußeren Elektronenschale haben, als der Halbleiter selbst z.B.: Indium , Gallium , etc. Die Abbildung 2.1.N+4 zeigt auf einem Beispiel von Germanium und Indium als Zusatzstoff, wie sich die Elektronen und Atome in dem Gitter positionieren.

Wie man aus der Abbildung sehen kann, dass der Indium Atom ein Loch erzeugt, dadurch, dass er einen Elektron weniger als Germanium besitzt. Deshalb erfolgt durch die Zugabe des Indium-ähnlichen Stoffes eine unabhängige Erhöhung der Anzahl der freibeweglichen Ladungsträger in Form der positiv geladenen Löchern. Dadurch entsteht die Leitfähigkeit des p-Typs.

Abb. 2.1.N+4: 2-Dementionale Aufbau eines Germanium-Kristallgitters mit der Zugabe von Indium-Atomen.



Die p-typische Leitfähigkeit oder die Löcher-Leitfähigkeit ist die Leitfähigkeit der Halbleiter, die sich auf der Bewegung des Lochs in dem Halbleiter basiert.[[16]](#footnote-16)

#### Diode

Eine Diode ist aus zwei Halbleiter aufgebaut. Einmal des p- und einmal des n-Typen, die miteinander verbunden sind (Abb. 2.1.N+5). In der Realität, kann man die beiden Halbleiter nicht miteinander zusammenschmelzen, da es zu Defekten in dem Kristallgitter an der Grenze führen würde. Dies hat den unkotrolliert erhöhten Widerstand als die Folge, welcher ungewünscht ist. Deshalb werden die beiden Halbleitertypen an den beiden Seiten einer Verbindungstelle „gewachsen“. Die Details des technischen Prozess sind im Moment aber von der geringer Wichtigkeit.

n-Typ

p-Typ

Elektron

Loch

Gefülltes Loch

Abb. 2.1.N+5: Aufbau eines p-n-Übergangs

Verarmungsbereich

Wie vorher erwähnt, dient der n-Halbleiter als ein Elektronendonator und der p-Typ als Elektronenakzeptor. Wenn also die beiden Halbleiter verbunden werden, fließen die Löcher und Elektronen zusammen, wobei die Löcher mit den Elektronen „gefüllt“ werden. Dadurch entsteht zwischen den beiden Halbleiter ein sogenanntes *Verarmungsbereich*, der fast keine freibewegliche Ladungen in Form weder Elektronen noch Löchern besitzt und somit einen hohen Widerstand besitzt. Versucht man zu dem Leiter eine Spannungsquelle anzuschließen, passiert folgendes, abhängig davon, wie die Spannungsquelle angeschlossen wurde (Abb. 2.1.N+6 a, b):

Wenn man eine Spannung an die Diode so anschließt, dass das positive Pol der Spannungsquelle an den n-Halbleiter angeschlossen wird (Abb. 2.1.N+6, a), bewegen sich die Hauptladungsträger in den beiden Leitern weg von dem Verarmungsbereich. Dadurch sinkt die Anzahl der Ladungsträger in diesem Bereich immer mehr. Dadurch wächst ständig auch der Widerstand des gesamten Halbleiters. Deshalb fließt durch die Diode auch kein Strom, obwohl eine Spannung anwesend ist.

Wenn man aber die Spannung umgekehrt verbindet (Abb. 2.1.N+6, b), dann wird der Stromtransport in dem Halbleiter durch Hauptladungsträger erfüllt. Also aus dem n-Bereich mit p-Elektronen, und aus dem p-Bereich mit n-Löchern. Praktisch gesehen kann man es sich vorstellen, als die Verschmalung des Verarmungsbereichs. Dadurch fällt das Widerstand des Halbleiters und es kann ein Strom mit der großen Stromstärke fließen. [[17]](#footnote-17)

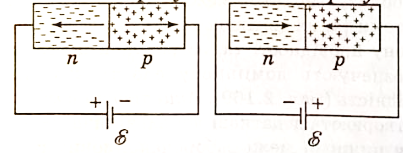


Abb. 2.1.N+6: Verhalten eines p-n-Übergangs abhängig von der Spannungsrichtung

a)

b)

Das verhalten eines idealen Dioden kann man wie auf der Abbildung 2.1.N+7 darstellen. Nichtsdestotrotz, verhalten sich die Dioden eher, wie auf der Abbildung 2.1.N+8. Das liegt daran, dass die reale Stoffe unterschiedliche „parasitische“ Effekte besitzen. Wie aber später dargestellt, kann man solche Effekte aufbessern und sogar ausnutzen.

Eins der parasitischen Effekten lässt sich auf der Abbildung relativ schnell erkennen. Genauer gesagt besteht das erste Effekt aus 2. Das erste ist, dass die Stromstärke ab einer bestimmten Stell nah zu linear wächst. Das liegt daran, dass die Diode immer noch einen Widerstand besitzen, der sich ähnlich zu einem Ohmischen Widerstand mit konstanter Temperatur des Halbleiters verhält. Das zweite teil des ersten Effekts lässt sich auf einem Abschnitt zw. den Stellen mit der Spannung „=“ 0 und der Stelle, ab der der Strom anfängt, linear zu wachsen. Da kann man sehen, dass trotz der „richtigen“ (Vorwärts-) Spannung es trotzdem ein großes Widerstand zu erkennen ist. Dies liegt daran, dass es bei dieser geringen Spannung, normalerweise bis 0.6 Volt, in dem Verarmungsbereich, wegen den Abwesenheit der Ladungsträgern, um einen riesigen Widerstand handelt. Und das Verarmungsbereich wird nur erst ab dieser Grenzspannung so klein, dass es praktisch keinen zusätzlichen Widerstand besitzt.

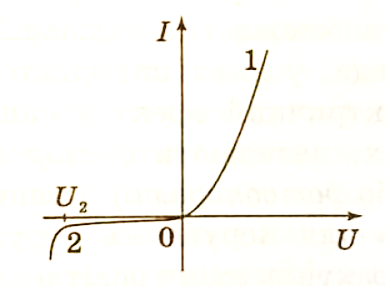


Abb. 2.1.N+8: Verhalten einer realen Dioden

I

U

Abb. 2.1.N+7: Verhalten eines idealen Dioden

Das zweite parasitische Effekt ist auch auf dem Bild zu erkennen. Bei einer Rückwärtsspannung U2 fängt der Halbleiter plötzich auch das Strom zu **leiten**. Das liegt daran, dass das Elektrische Feld, welches durch die Pannung der Spannungsquelle erzeugt ist, so viel Energie besitzt, dass es fähig ist, die Elektronen des Halbeliters aus den Kovalenten Bindungen auszureißen, wodurch zusätzliche Ladungsträger entstehen. Deshalb kann das elektrische Strom wieder fließen.

Abb. 2.1.N+9: Die Diode

In den elektrischen Schemas zeigt man die Diode mit einem Dreieck mit einem Strich (Abb. 2.1. N+9), das die Stromrichtung zeigt.

##### Z-Diode

Durch das hinzufügen der unterschiedlichen Zusatzstoffen zu den p- und n-Halbleitern kann man auch das Verhalten des Dioden manipulieren. Eine der Varianten, was man daraus bekommen kann, ist die Zener-Diode.

Durch die Erhöhung der Konzentration an unterschiedliche Zusatzstoffe, minimiert man die Durchschnittliche Energie, die zum zerstören der atomaren Bindungen benötigt ist. Dadurch sinkt auch die gebrauchte Rückwärtsspannung, ab der die Diode anfängt, Strom zu Leiten.

Auf den Schemas zeigt man eine Z-Diode folgenderweise:

Abb. 2.1.N+9: Die Z-Diode

##### Triode(BJT Transistor)

Ein Transistor oder eine Triode ist ein elektronisches Komponent, welches seinen Widerstand bei der Zuführung des Stroms ändert. Besteht der Transistor aus drei miteinander zusammengeschweißten Halbleiter. Je nach deren Reihenfolge unterscheiden sich die BJT-s in NPN und PNP Transistoren. Die Name zeigt auch diese Reihenfolge.

Zu jedem der drei Halbleiterschichten ist jeweils ein Kontakt eingeschlossen. Die Kontakten nennen nennen sich: Basis(B), Kollektor(C), Emitter(E). Abhängig davon, welcher Strom durch den Transistor zwischen B und C fließt, kann durch C und E um eine bestimmte Zahl mehr Strom fließen. Diese Zahl nennt sich oder .

##### Photodiode (Photovoltaikanlagen)

Wie man bei einer Diode gemerkt hat, kann durch das zuführen der Energie zu einem p-n-Übergang einige Spannung erzeugt werden. Durch die Zumischeng aanderer Halbleiter, kann man diesen Effekt günstiger ausnutzen. Durch die Zuführung der Energie in Form der Strahlung wird auf den Enden des Halbleiters Spannung erzeugt. Dabei verhält sich ein solcher Erzeuger weder wie eine Spannungs- noch eine Stromquelle.

##### LED

Man kann sich fragen, was würde passieren, falls man zu einer PV-Anlage Strom zuführt. Die Beobachtungen aus solchen Experimenten war erwartet: Die PV-Anlage leuchtet, aber sehr trüb und meist in Infrarot-spektrum. Wenn man aber die Gemischsubstanzen ändert, kann man die Fähigkeiten des Halbleiters so beeinflussen, dass es in unterschiedlichen Farben ausstrahlt.

Die LEDs kann man sowohl für einfache Indiktion, als auch als Pixel für einen LED-Bildschirm aber auch als sehr günstige Lichterzeuger , da sie ein großteil Ihrer Energie in Licht umwandeln, im Unterschied zu den normalen Lampen, die für die Wärme nah zu 80% verlieren.

#### Shift register

##### Datenübertragung

Alle Signalübertragungen beruhen auf elektromagnetischen Feldern. Das elektrische Feld spielt eine wichtige Rolle bei der Übertragung von Signalen durch Drähte.

Stellen Sie sich vor, es gibt zwei Geräte, die durch einen Leiter verbunden sind. Dieser Leiter wird als Kanal bezeichnet. Und die Geräte werden je nach ihrer Funktion als Empfänger und Sender bezeichnet. In diesem Fall werden die Daten zwischen den Geräten mit Hilfe von elektrischen Impulsen übertragen, die durch Spannungsänderungen in der Leitung erzeugt werden. Wenn Daten übertragen werden sollen, erzeugt eines der Geräte auf seiner Seite des Leiters eine bestimmte Ladung, was zur Entstehung eines elektrischen Feldes im Leiter führt. Dies wiederum bewirkt eine Spannungsänderung auf dem Leiter zwischen den beiden Geräten. Diese Spannung wird von dem zweiten Gerät erfasst. Man kann sich das wie zwei Personen vorstellen, die ein gespanntes Kabel zwischen sich halten. Einen Impuls kann man sich als die Spannung dieser Schnur vorstellen. Auf diese Weise wird 1 Bit an Daten zwischen den Geräten übertragen. Mit anderen Worten: ein Impuls mit einer bestimmten Amplitude. Normalerweise werden Daten zwischen Geräten über eine Leitung mit Hilfe eines digitalen Signals übertragen, d. h. in Form von Einsen und Nullen, wobei 1 ein Impuls oder ein logisches HIGH-Signal ist und 0 seine Abwesenheit oder ein Signal mit geringer Amplitude, genannt logisches LOW. In der Regel hat ein solches Signal eine feste Länge. Ein Impuls zwischen zwei Geräten sieht zum Beispiel wie folgt aus:

HIGH

LOW

1

0

0

0

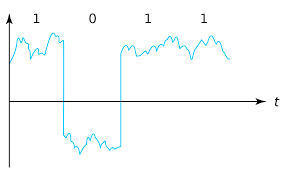
0

0

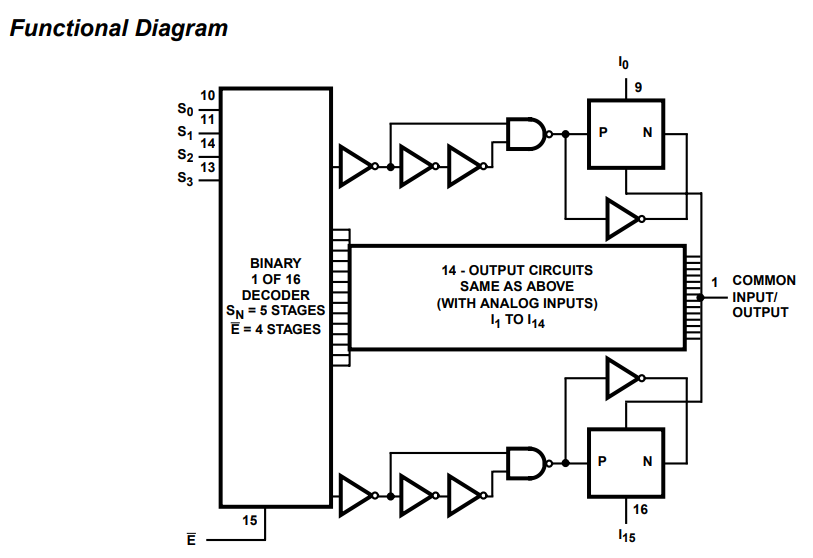
0

t

Dies ist aber nur eine vereinfachte Abbildung. In realität ist es fast unmöglich, absolut gerade linien zu erzäugen. Außerdem ist es moistens nicht nötig. In der wirlichkeit sieht das Signal folgender Weise aus:

Die digitalen Signale sind aber nicht die einzigen. Es existieren in der Elektronik noch sogenannte analoge Signale. Ein unterschied zu den digitalen liegt daran, dass man mithilfe von diesen, einen analogen Wert übermitteln kann. Das bedeutet dass man nicht nur An- oder Abwesenheit der Spannung, sondern deren Wert in einem Kanal feststellen kann. Dieses Wert wird durch einen sogenannten ADC (Analog-to-digital Converter) in digitalen Signal übersetzt, der die Computer verstehen können. Z.B. die meisten Mikrokontroller-ADCs, wie der von Arduino oder ESP8266, wandeln eine Spannung zw. 0-3.3V in einem Wert zw. 0 und 1024 entsprechend. [[18]](#footnote-18)

#### Multiplexer

Da der benutzte Mikrokontroller nur einen Analogen Kanal hat, der fähig ist, Spannung zu messen, brauch man ein Bauteil, das diese Anzahl erweitert. Seins von dazu fähigen Bauteilen ist ein Multiplexer. Der Multiplexer CD74HC4067 hat 16 äußere Kanäle, die nacheinander an den einzigen analogen Kanal des Mikrokontrollers angeschaltet werden können. Dafür muss man mithilfe von den weiteren 4 digitalen Kanälen, also die fähig sind entweder 1 oder 0 zu kommunizieren, die Adresse des Gebrauchten Kanals angeben. Die Abbildung zeigt die Innerliche Aufbau eines solchen Multiplexer.

#### DS18B20[[19]](#footnote-19)

Das Digitalthermometer DS18B20 bietet 9-Bit- bis 12-Bit-Celsius

12-Bit-Celsius-Temperaturmessungen und verfügt über eine

Alarmfunktion mit nichtflüchtigen, benutzerprogrammierbaren oberen

und unteren Auslösepunkten. Das DS18B20 kommuniziert

über einen 1-Wire-Bus, der per Definition nur eine Datenleitung

Datenleitung (und Masse) für die Kommunikation mit einem zentralen

Mikroprozessor.

Das Thermometer verfügt über eine Reihe von Funktionen und Merkmalen, von denen einige unten aufgeführt sind:

* Misst Temperaturen von -55°C bis +125°C
* (-67°F bis +257°F)
* ±0,5°C Genauigkeit von -10°C bis +85°C
* Programmierbare Auflösung von 9 Bits bis 12 Bits
* Keine externen Komponenten erforderlich

#### ESP8266

## 2.2. Experiment

### 2.2.1 Gesamtkonzept

Bevor man mit der Analyse der Funktionsweise des Geräts beginnt, muss die wichtigsten Aufgaben ermitteln, die es erfüllen soll. Später werde ich die Funktionsweise des Geräts vertiefen und die Aufgaben hervorheben, die die einzelnen Teile des Geräts in der Blackbox-Phase erfüllen müssen, um dann die Funktionsweise jedes einzelnen Teils zu beschreiben.

Das Gerät muss an einem bestimmten Ort installiert werden, an dem die Installation von Sonnenkollektoren geplant ist. Auf dieser Grundlage möchte ich die Hauptfunktion des Projekts im Allgemeinen hervorheben, nämlich die Bestimmung der potenziellen Leistung von Solarmodulen unter den Bedingungen des Standorts des Geräts, wie z. B.: Neigungswinkel gegenüber dem Horizont, Richtung gegenüber den geografischen Polen, Umweltmerkmale des Gebiets (Vorhandensein von Bergen, Bäumen usw.), besondere Temperaturphänomene am Installationsort.

Neben der Hauptfunktion müssen auch die Nebenfunktionen ermittelt werden, nämlich:

1. Autonomer Betrieb, sofern keine kontrollierte Stromversorgung vorhanden ist.
2. Abspeichern der eingestellten Daten.
3. Austausch von Daten mit Geräten von Drittanbietern über WLAN, auf denen deren Stromanalyse stattfindet.

Wie Sie sehen können, führt das Gerät selbst keine Berechnungen durch. Seine Hauptaufgabe besteht darin, Daten zu sammeln und sie an ein anderes Gerät zu senden, das zum Beispiel ein Computer oder ein Telefon sein kann. Die Gründe für diese Aufteilung der Aufgaben werden später deutlich, wenn jeder Teil des Funktionsmechanismus des Geräts im Detail betrachtet wird. Für den Moment wollen wir sie nur als Hauptfunktion des Geräts hervorheben:

1. Das Sammeln von Daten für die weitere Analyse des Leistungspotenzials der Fotovoltaik.

### 2.2.2 Blackbox-Verfahren

Zunächst einmal müssen wir die Bedeutung des Begriffs „Blackbox“ in diesem Fall erklären. „*Eine Blackbox ist ein geschlossenes System, dessen interne Funktionsweise unbekannt ist oder nicht berücksichtigt wird. Das System erhält Eingaben, verarbeitet diese und generiert ein Ergebnis. Die Abläufe und Prozesse im Inneren bleiben verborgen. Das Gegenteil einer Blackbox ist die Whitebox*“[[20]](#footnote-20). Ein mögliches Beispiel ist ein Fleischwolf: Der Nutzer legt Fleisch rein und gibt einen Drehmoment. Das Ergebnis ist Hackfleisch, und als Benutzer interessiert es uns nicht, aus welchen Teilen der Fleischwolf besteht oder wie seine Einzelteile funktionieren. Ein anderes, komplexeres Beispiel aus dem Bereich der Informatik sind Bilderkennung-KIs. Das KI wird mit einem Bild gefüttert, und die Ausgabe ist eine Tabelle mit Wahrscheinlichkeiten für das, was auf dem Bild abgebildet ist. In diesem Fall braucht der Benutzer die Einzelheiten des internen Aufbaus des KIs nicht zu kennen, denn aufgrund seiner Komplexität und seiner unglaublich großen Struktur hilft dieses Wissen nicht direkt bei der Lösung von Problemen oder Störungen innerhalb des neuronalen Netzes oder bei seiner Analyse. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Blackbox im Falle meines Geräts eine bestimmte Einheit ist, sei es eine Elektronik oder später ein Code, die bestimmte Daten als Eingabe akzeptiert und mit ihnen arbeitet (z. B. diese Daten verarbeitet und später an die nächste Blackbox überträgt), und die Art und Weise, wie diese Arbeit ausgeführt wird, ist für uns in diesem Stadium nicht wichtig.

**Fleischwolf**

Fleisch

Energie

Hackfleisch

**KI**

Bild

Entscheidung

Nachdem man nun herausgefunden hat, was eine Blackbox ist, werde ich nun die Aufgaben von der Abstraktionsebene auf die Ebene der konkreten Aufgaben übertragen. So kann man ein Blackbox-Modell des Geräts und seiner Teilmodule erstellen.

Betrachtet man zunächst die Hauptfunktion des Geräts, nämlich die Datenerfassung. Überlegt man, welche Daten relevant sein könnten:

1. Helligkeit des Lichts
2. Lichtintensität
3. Leistung des Lichts
4. Einfallswinkel des Lichts in Bezug auf das Gerät
5. Position des Geräts
6. Temperatur des Mediums
7. Zeitpunkt der Messwerterfassung

Da Punkt 5 statisch ist, erfordert er keine Messung durch das Gerät selbst und bezieht sich daher nicht auf dessen direkte Funktionalität.

Darüber hinaus sind die Punkte 1 und 2 nicht so wichtig wie Punkt 3, da sie dessen Ursachen sind, und daher ist nur Punkt 3 für den Benutzer wichtig.

Somit hat man die Liste der Daten, die das Gerät erfassen sollte, um fast die Hälfte reduziert:

1. Die vom Solarmodul erzeugte Leistung
2. Der Einfallswinkel der Strahlung relativ zum Gerät
3. Die Temperatur der Umgebung
4. Zeitpunkt, zu dem die Messungen vorgenommen wurden

Betrachtet man nun die Hauptaufgaben, die in 2.2.1 erwähnt wurden, von denen die erste der autonome Betrieb ist, was nichts anderes bedeutet, als dass das Gerät selbst genügend Strom erzeugen muss, um seine eigene Funktionsfähigkeit zu erhalten. In dem Kapitel „State of Problem“ hat man sich schon entschieden, dass das Gerät am günstigsten mit Solarstrom versorgt werden kann. Deshalb konnte man die zweite Aufgabe des Gerätes folgendermaßen formulieren:

* Das Gerät muss ausreichend Strom durch Photovoltaik erzeugen, um sich selbst ausreichend zu versorgen.

Die nächste Aufgabe ist die Datenspeicherung. Sie kann in der gleichen Form belassen werden:

* Das Gerät muss in der Lage sein, Daten zu speichern.
* Die letzte Aufgabe ist der Austausch mit anderen Geräten über das WLAN.

Da nun alle Aufgaben klar definiert sind, wollen wir eine allgemeine Blackbox des Geräts erstellen:

**Das Gerät**

Sonnenenergie

Gespeicherte Messergebnisse

Geschickte Messergebnisse

Sonnenstrahlen

Verteilen wir nun die aufgelisteten Aufgaben zwischen einzelnen Bestandteilen des Gerätes, die als getrennte Blackboxen dargestellt sind:

**Das Gerät**

Sonnenenergie

Gespeicherte Messergebnisse

Geschickte Messergebnisse

Sonnenstrahlen

**Solarzellen (Energiequelle)**

**Speichermodul**

**Kontroller**

**Datenaufnahmemodul**

**Absendemodul**

Stromleitung. Richtung Quelle -> Verbraucher

Informationsstrom. Richtung Sender -> Empfänger

Das Diagramm zeigt, dass jede der Funktionen einem eigenen Modul zugeordnet ist. Darüber hinaus sind alle Module mit einem Controller verbunden. In meinem Fall ist dieser Controller ein ESP8266-Mikroprozessor von der Firma ESPIFF auf dem ESP8266EX-Board, auf dem bereits eine Wi-Fi-Antenne installiert ist. Dieser Chip ist auf WLAN-Interaktionen spezialisiert, so dass der Controller im eigentlichen Design mit einem Datenübertragungsmodul kombiniert ist. Darüber hinaus erfüllt der Controller zwei wichtige Aufgaben: Er dient als Stromquelle für das Funktionieren aller Module, mit Ausnahme der primären Quelle - dem Photovoltaikmodul. Außerdem ist er für die Steuerung aller Module mit Ausnahme der Quelle zuständig und ist die Datenquelle für das Speichermodul und das Datenübertragungsmodul. Zusätzlich erfüllt das ESP8266 noch eine weitere Aufgabe, und zwar – Datenspeicherung, denn es hat 4MB On-Board Flashspeicher. Soweit werde ich auch dies benutzen. Falls es sich aber nicht als ausreichend herausstellt, kann man einen SD-Karte Modul anbinden.

Weil 3 von 5 Komponenten sich schon innerhalb von ESP8266 befinden, muss man sich nicht um ihre Verbindung kümmern, sondern nur um Algorithmen, die Ihr Kommunizieren ermöglichen. Stattdessen konzentriert man sich auf erschaffen der weiteren 2 Komponenten, die sind: die Energiequelle und das Datenaufnahmemodul.

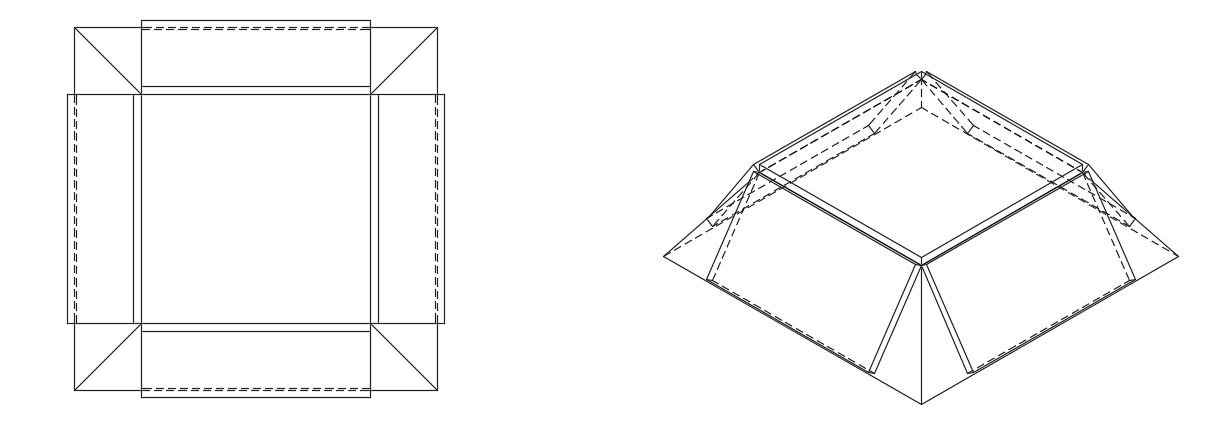
### 2.2.3 Datenaufnahmemodul

Datenaufnahmemodul ist ein Modul, der folgende Parameter aufnehmen muss:

1. Die vom Solarmodul erzeugte Leistung
2. Der Einfallswinkel der Strahlung relativ zum Gerät
3. Die Temperatur der Umgebung

Betrachtet man zuerst den ersten Parameter. Wie schon früher erwähnt, ist die Spannung USC in einer PV-Anlage von der Lichtleistung abhängig. Deshalb kann man zum feststellen der Strahlenleistung eine oder mehrere PV-Anlagen verwenden.

Betrachtet man jetzt die Lösung zum messen des 2. Parameter. Meine Idee besteht daran, die PV-Anlagen dafür zu benutzen. Und dabei nicht nur eine, sondern vier, die wie folgend, auf den Seiten eines Trapezes installiert werden sollen:



Das wird dazu führen, dass die Sonnenstrahlen zu keinem Zeitpunkt zu allen 4 Flächen orthogonal wird, und deshalb an allen 4 PV´s die maximale Leistung erzeugen wird. Sondern, sollte man immer einen Gradient beobachten. Außer, wenn die Sonnenstrahlen orthogonal zur oberen Fläche fallen. Dann werden alle 4 Panellen gleich stark beleuchtet. Aus der Verhältnis dieser Dateien, die darstellen, welches Anteil der Normalbeleuchtung die Solarzelle akzeptiert, kann man die Position der Sonne und außerdem noch die Leistung der Normalbeleuchtung feststellen.

In dieser Wiese ist es möglich geworden, die ersten beiden Punkten zu erledigen. Zumindest soll das Gerät die zur weiterer Errechnung benötigte Dateien bereitstellen. Die Analyse der Messergebnisse können nachher auf dem Gerät von dem Nutzer (PC, Handy, etc.) stattfinden, um Platz und Energie zu speichern.

Ein weiteres Messwert, was das Gerät bereitstellen muss, ist die Temperatur der Umgebung. Für diesen Zweck nutze ich DS18B20 1-Draht digitalen Thermometer. Laut seinem Datasheet kann der Thermometer mit bis zu 0.0625 °C Genauigkeit die Temperatur messen[[21]](#footnote-21). Diese ist auch einstellbar. Die automatische Genauigkeit beträgt 0.5°C

#### JSON-Config

In Programmieren gibt es ein konkretes Datentyp, der yum Dataaustausch benutzt ist. Dieser Datentyp ist JSON(JavaScript Object Notation). Die meisten Programmiersprachen haben eine Möglichkeit, diesen zu lesen und zu benutzen. Der JSON-File selbst ist praktisch eine Sammlung von Objektbeschreibungen oder ein Wörterbuch. Deshalb wird es am meisten als ein Configuration-File (weiter „Config“) benutzt. Ein Programm kann aus diesem File ablesen, wie unterschiedliche Parametern des Programms aufgestellt werden sollen. Außerdem wird es zum Austausch zw. unterschiedlichen Geräten mit auf unt. Sprachen geschriebenen Programmen benutzt, weil JSON universell ist und von allen Programmen auf die gleiche Art abgelesen und aufgeschrieben wird.

Im Angang 1 ist die auf dem Gerät hochgeladene Konfigurationsdatei vorgestellt. Dieser Config legt fest, welche Rechte welcher Benutzer haben kann und welcher Passwort dafür verwendet werden muss. Außerdem enthält er Data dazu, welche WLAN-Netzwerke zur Verfügung stehen und wie groß die Pause zwischen Messungen und Netzwerkverbindungen. Zusätzlich enthält es Informationen über unterschiedliche zusätzliche Funktionen des Gerätes, wie z.B. nutzen von einem OLED-Display oder die Erlaubnis, für den Nutzer als Admin einzuloggen.

# Zusammenfassung

Text

# Dankschreiben

Ich will mich bei der Magnus-Gottfried-Lichtwer-Gymnasium Wurzen bedanken, für das bereitstellen eines Oszillographen für Forschungsziele. Das Gerät hat mir sehr geholfen bei der Erforschung des Verhaltens unterschiedlicher Bauteile, wie, z.B. Kondensator.

# Abbildungsverzeichnis

* Abb. 2.1.N+1 – N+6: Diachenko, Halyna / Svechnikova Oksana : Neues Nachschlagewerk: Mathematik. Physik. 5. Aufl., Kyiv 2012, S.598-602
* Abb. 1.4
* Abb. Multiplexer: Texas Instruments: CD74HC4067, CD74HCT4067: High-Speed CMOS Logic 16-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer. Februar 1998, Revisiert 2003. S. 2

URL: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd74hc4067.pdf> Abruf am 10.08.2024

# Quellenverzeichnis

* Deutscher Wetterdienst: „Deutschlandwetter im Juli 2024“ 30.07.2024

URL: <https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2024/20240730_deutschlandwetter_juli2024_news.html;jsessionid=E7DEADB2BC95D0B20E85A87B6D51D6F9.live21062?nn=16210>, Abruf am 3.8.2024

* SMARD: „Stromerzeugung und -verbrauch in Deutschland“, Stream

URL: <https://www.smard.de/home>. Abruf am 25.07.2024

* Destatis: „Preiseentwicklung in den EU-Staaten“, 2024

URL: <https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Wirtschaft-Finanzen/Inflation.html>. Abruf am 25.07.2024

* Agentur für Erneuerbare Energien: „“ 30.11.2023

URL:<https://www.unendlich-viel-energie.de/themen/akzeptanz-erneuerbarer/akzeptanz-umfrage/erneuerbare-energien-in-deutschland-zwischen-akzeptanz-und-unsicherheit>. Abruf am 3.08.2024

* Wagetech: „Wagetech-Konfigurator“

URL:[https://forms.wegatech.de/wegatech\_de?\_gl=1\*15j1fek\*\_gcl\_au\*MTA4MjE4MzUxMC4xNzIyNTA5NDg5](https://forms.wegatech.de/wegatech_de?_gl=1*15j1fek*_gcl_au*MTA4MjE4MzUxMC4xNzIyNTA5NDg5). Abruf am 25.07.2024

* Lernhelfer.de:

URL: <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik> Abruf am 09.08.2024

* Chemie.de: „Weltrekord-Material macht aus Wärme Elektrizität“ 15.11.2019

URL: <https://www.chemie.de/news/1163718/weltrekord-material-macht-aus-waerme-elektrizitaet.html#:~:text=Thermoelektrische%20Materialien%20können%20Wärme%20direkt,generiert%20und%20Strom%20kann%20fließen>. Abruf am 11.1.2024

* Diachenko, Halyna / Svechnikova Oksana : Neues Nachschlagewerk: Mathematik. Physik. 5. Aufl., Kyiv 2012.
* Enerdata: „Globales Energie- und Klimastatistik – Jahrbuch 2024: Gesamter Energieverbrauch“ 2024

URL: <https://energiestatistik.enerdata.net/gesamtenergie/welt-verbrauch-statistik.html> Abruf 06.10.2024

* Sunplanets.info: „Welche Leistung hat die Sonne?“[von Russisch] 15.02.2020

URL: [https://sunplanets.info/solncze/kakova-obshhaya-moshhnost-izlucheniya-solncza Abruf 06.10.2024](https://sunplanets.info/solncze/kakova-obshhaya-moshhnost-izlucheniya-solncza%20Abruf%2006.10.2024)

* Maxim Integrated Products, Inc.: „DS18B20: Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer“ 3.07.2007, Redaktion 07.2019

# Anhang

#### Anhang 1: Config.json

{

"\_\_comment\_\_":[

{

"RIGHTS":[

{"0":"call data"},

{"1":"edit clients"},

{"2":"edit networks"},

{"3":"edit statics"},

{"4":"pull config"},

{"5":"load config"}

]

}

],

"network":[

{"ID":0, "SSID":"Magical Device", "PASSWORD":"groob123"},

{"ID":1, "SSID":"Labor2", "PASSWORD":"DasIstGeheim321!"},

{"ID":2, "SSID":"Fake", "PASSWORD":"nonoe"}

],

"clients":[

{"HOST":"admin", "PASSWORD":"admin", "RIGHTS":[

true,

true,

true,

true,

true,

true

]},

{"HOST":"Guest", "PASSWORD":"none", "RIGHTS":[

false,

true,

false,

false,

false,

false

]},

{"HOST":"Test2", "PASSWORD":"none", "RIGHTS":[

true,

false,

false,

false,

false,

true

]},

{"HOST":"Jujin", "PASSWORD":"1r31731", "RIGHTS":[

true,

false,

false,

true,

true,

true

]}

],

"statics":[

{

"timers":[

{"MEASURE\_STEP":59},

{"WAIT\_FOR\_CONNECTION":11},

{"NETWORK\_STEP":29}

],

"allow":[

"allow\_admin",

"allow\_oled",

"allow\_change\_master"

]

}

]

}

1. SunPlanets, „Wie viel Energie produziert die Sonne“ 15.02.2020 [↑](#footnote-ref-1)
2. Enerdata, „Globales Energie- und Klimastatistik – Jahrbuch 2024: Gesamter Energieverbrauch“, 2024 [↑](#footnote-ref-2)
3. SMARD, Stromerzeugung und -verbrauch in Deutschland, 2024 [↑](#footnote-ref-3)
4. EIA, EIA projects nearly 50% increase in world energy use by 2050, led by growth in renewables, 2021 [↑](#footnote-ref-4)
5. Bundesstatista, Durchschnittliche Sonnenscheindauer pro Monat in Deutschland von Juli 2023 bis Juli 2024 in Stunden, 2024 [↑](#footnote-ref-5)
6. Lernhelfer Lexikon, Energie [↑](#footnote-ref-6)
7. Lernhelfer Lexikon, Mechanische Leistung [↑](#footnote-ref-7)
8. LEIFIphysik, Elektromagnetische Induktion [↑](#footnote-ref-8)
9. Wikipedia, Widerstand (Bauelement) [↑](#footnote-ref-9)
10. Wikipedia, Zylinderspule [↑](#footnote-ref-10)
11. Vgl. Diachenko/ Svechnikova, 2012, S.597. [↑](#footnote-ref-11)
12. Vgl. Ebd. S.598 [↑](#footnote-ref-12)
13. Vgl. Ebd. S.598 [↑](#footnote-ref-13)
14. Vgl. Ebd. S.598 [↑](#footnote-ref-14)
15. Vgl. Ebd. S.599 [↑](#footnote-ref-15)
16. Vgl. Ebd. S. 600 [↑](#footnote-ref-16)
17. Vgl. Ebd. S. 602 [↑](#footnote-ref-17)
18. Random Nerd Tutorials, Rui Santos: „ESP8266 ADC – Read Analog Values with Arduino IDE, MicroPython and Lua“ 29.10.2015 [↑](#footnote-ref-18)
19. Maxim Integrated, „Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer DS18B20 Datasheet“ 07.2019 [↑](#footnote-ref-19)
20. Dipl.-Ing. (FH) Stefan Luber, „Was ist eine Blackbox?“ 05.06.2024 [↑](#footnote-ref-20)
21. Maxim Integrated Products Inc., DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer, 2019, S.5 [↑](#footnote-ref-21)