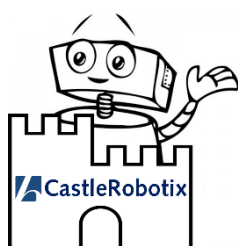
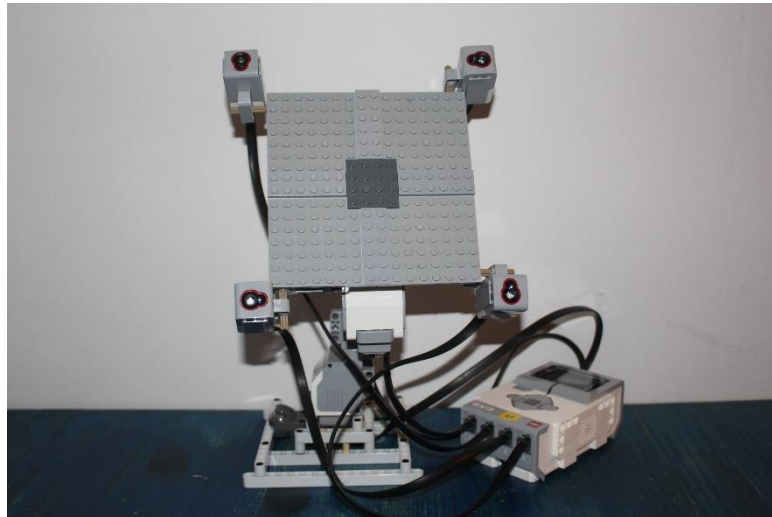


# World Robot Olympiad – Future Innovators

## Die Solarzelle der Zukunft



**CastleRobotix**

**Burggymnasium Essen**

**Yassmin Litime & Serafina Guadagni**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.0) Teampräsentation</b> .....	3
<b>2.0) Projektidee</b> .....	
2.1) Vorstellung der Gesamtidee .....	4
2.2) Erklärung der Problemstellung .....	4
2.3) Allgemeine Problemlösung .....	5
<b>3.0) Roboterpräsentation</b> .....	
3.1) Erklärung der Konstruktion.....	6
3.2) Programmierung und Funktion .....	6
3.3) Vergleich zum Prototyp .....	8
<b>4.0) Soziale Auswirkungen und Innovativität</b> .....	
4.1) Positiver gesellschaftlicher Einfluss .....	8
4.2) Negativer gesellschaftlicher Einfluss .....	9
4.3) Innovativität .....	10
<b>5.0) Unternehmensaspekte</b> .....	
5.1) Umsetzungsmöglichkeiten für Großkonzerne .....	
<b>6.0) Anhang</b> .....	
Abbildung 1 .....	
Abbildung 2.....	
<b>7.0) Quellenverzeichnis</b> .....	

## 1.0) Teampräsentation

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

in der vorliegenden Arbeit werden Wir, das Team *CastleRobotix*, Ihnen unser Projekt „Die Solarzelle der Zukunft“ vorstellen. Mit viel Zuversicht und Ehrgeiz haben Wir das Projekt durchdacht, umgesetzt und perfektioniert, sodass Ihnen nun Unser Modell vorliegen kann.

Unser Roboter-Team kommt aus der Essener Schule *Burggymnasium* und besteht aus zwei Schülerinnen der Jahrgangsstufe Q1. Leider ist Unser drittes Teammitglied *Rosana Noroz* kurzfristig ausgestiegen, sie trug jedoch auch zur Ideenentwicklung bei. Geleitet wird das Team von unserem Coach Frau Hülsbusch, der Wir an dieser Stelle herzlich danken wollen für ihre Unterstützung und die Ermöglichung der Teilnahme an diesen Wettbewerb.

Bereits in den vergangenen Jahren hat unsere Schule an den *World Robotics Olympiades* teilgenommen, belegt haben wir 2016 im Regionalwettbewerb den 4. Platz, 2022 im Regionalwettbewerb den 1. Platz und daraufhin den 20. Platz im Deutschlandfinale.

Zu Uns:

*Yassmin Litime*

*Ich bin die Verfasserin dieser schriftlichen Arbeit und half meiner Teampartnerin bei der Entwicklung Unseres Roboters. Ich bin 16 Jahre alt und komme aus Essen, ursprünglich jedoch aus Marokko. Besonderes Interesse an Naturwissenschaften begleitete mich bereits in meiner Kindheit, vor allem für Physik und Informatik. Konträr hierzu lese ich sehr gerne und beschäftige mich oftmals mit literarischen Werken und Philosophie.*



*Serafina Guadagni*



*Ich bin die Hauptprogrammiererin dieses Projektes und habe außerdem auch den Bau des Roboters zusammen mit Yassmin entwickelt. Auch ich bin 16 Jahre alt und in Essen geboren, wobei meine Eltern aber aus Japan und Italien kommen. Mein Interesse am Programmieren hat sich in der Schule entwickelt und wird seither stets auch dort gefördert, durch z.B. die Roboter AG meiner Schule.*

## 2.0) Projektidee

### 2.1) Vorstellung der Gesamtidee

Als die jüngere Generation, die nun mit dem gravierenden Problem des Klimawandels konfrontiert wird, wollen Wir die Zukunft aktiv mitgestalten und Überlegungen in Wettbewerben wie diese präsentieren. Da Photovoltaik-Anlagen nun in heißer Diskussion stehen, beispielsweise im EU-Parlament als es um die Neufassung von Gebäudeeffizienzrichtlinien ging<sup>1</sup>, haben Wir Uns diese genauer in Betracht genommen und Uns Optimierungsmöglichkeiten überlegt. Die aktuellen Herausforderungen, wie der begrenzte Wirkungsgrad und die Umweltauswirkungen der Produktion, motivieren uns nach neuen Lösungen zu suchen. Dies ist entscheidend, um die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren und den Klimawandel zu bekämpfen.

Unser Prototyp der *Solarzelle der Zukunft* hat bereits an dem ZDI-Wettbewerb *Open Robot 2023* teilgenommen und den 3. Platz erzielt. Dieser Prototyp wies jedoch auf einige Probleme auf bei Ihrer Umsetzung und stellte Unsere überlegte Lösung nicht gut genug dar.

Nähere Details zum letzten Prototyp finden Sie unter 3.4) *Vergleich zum Prototyp*.

### 2.2) Erklärung der Problemstellung

Die Frage nach einer nachhaltigen Innovationsmöglichkeit für Energiegewinnung, dessen Umsetzung nicht an komplexer Technik scheitern soll, ist bereits seit einigen Jahren im Umlauf. Ingenieurinnen und Ingenieure tüfteln an Möglichkeiten, um den Wirkungsgrad der Photovoltaik-Anlagen zu maximieren, sodass man den Gewinn der Lichtenergie so weit erhöht wie nur möglich.<sup>2</sup> Der Wirkungsgrad herkömmlicher Solarzellen liegt typischerweise zwischen 15% und 22%, was bedeutet, dass ein Großteil der Sonnenenergie ungenutzt bleibt.<sup>3</sup>

Darüber hinaus erfordert die Herstellung von Solarzellen oft energieintensive Prozesse und Materialien, die umweltschädlich sein können. Die Bauweise und Funktionsweise heutiger Solarzellen sind ebenfalls verbesserungswürdig: Silizium-basierte Solarzellen sind kostspielig in ihrer Herstellung. Dabei muss man zwischen drei Modulen von Solarzellen unterscheiden; Dünnschicht-Solarzellen, Polykristalline Solarzellen und Monokristalline Solarzellen.

Die Dünnschicht-Solarzellen sind hauchdünn und lassen sich leicht auf flexible Trägermaterialien (z.B. Folien und Kunststoffe) auftragen. Sie wiegen wenig und erfordern geringe Produktionskosten, was sie auf dem ersten Blick attraktiv macht. Dennoch erreichen sie einen geringeren Wirkungsgrad als die zwei differenzierenden Solarzellen-Arten und beanspruchen viel Fläche. Daher ist ein Verzicht auf Dünnschicht-Solarzellen seitens der Unternehmen nachzuvollziehen,

---

<sup>1</sup> [www.solarserver.de](http://www.solarserver.de): EU-Parlament beschließt Gebäudeeffizienzrichtlinie mit Solarpflichten

<sup>2</sup> [www.ingenieur.de](http://www.ingenieur.de): Wirkungsgrad erhöhen-Solarzellen und Batterien: 2021, ein Jahr der Rekorde

<sup>3</sup> [www.echtsolar.de](http://www.echtsolar.de): Wirkungsgrad Photovoltaik & Solarzellen (Beispiele und Rekorde 2023)

denn eine geringe Effizienz stellt eventuell keinen Vorteil zu fossilen Energiegewinnungsmethoden dar.

Die Polykristalline Solarzellen sind die beliebtesten Photovoltaik-Anlagen unter privaten Haushalten und Solarkraftwerke. Diese bestehen aus unterschiedlich großen Siliziumkristallen (poly *altgriech.*: viele / mehrere), doch diese Größenunterschiede bedeuten gleichzeitig, dass für Leistungsverluste bei den Übergängen diesen Kristallen gesorgt wird. Die Solarzellen besitzen einen mittleren Flächenbedarf und relativ niedrige Produktionskosten. Trotz dessen ist der Wirkungsgrad ausreichend für Haushalte und kleineren Gebrauch.

Die Monokristalline Solarzellen besitzen den höchsten Wirkungsgrad mit einem geringen Flächenbedarf, dank dem reinen Silizium (mono *altgriech.*: eins), welcher den Energieverlust innerhalb der Kristallgitterstruktur minimiert. Der Grund dafür, weshalb diese optimale Alternative nicht oft benutzt wird, hat den Grund, dass hohe Kosten erfordert werden. Demnach wird oft auf die Polykristalline-Variante zurückgegriffen.

Angesichts dieser Herausforderungen ist die Entwicklung innovativer Lösungen entscheidend, um die Effizienz der Energiegewinnung zu steigern, die Nachhaltigkeit zu verbessern und die Herstellungskosten zu senken. Durch technologische Fortschritte könnten Solarzellen nicht nur leistungsfähiger, sondern auch umweltfreundlicher und wirtschaftlich rentabler werden, was ihre globale Akzeptanz und Anwendung weiter vorantreiben würde. Denn ein angestrebtes Ziel unsererseits wäre die Solarzelle nicht nur als Alternative für Energiegewinnung zu betrachten, sondern diese attraktiver zu präsentieren und die Nutzung von Photovoltaik-Anlagen als Hauptenergiequelle zu etablieren.

Wir haben uns detailliert mit der Notwendigkeit beschäftigt die Effizienz von Solarzellen zu maximieren, indem diese mehr Licht absorbieren. Ein höherer Wirkungsgrad ist entscheidend, um die Energieausbeute zu optimieren und die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen zu steigern. Durch intensive Recherche haben wir erkannt, dass die gegenwärtigen Solarzellen oft nur einen begrenzten Teil des Sonnenlichts in elektrische Energie umwandeln. Dies liegt unter anderem daran, dass herkömmliche Solarzellen sich nicht intuitiv zur Sonnenbahn bewegen und mögliche Schattenflecke nicht ausweichen können.

### 2.3) Allgemeine Problemlösung

Um dieses Problem zu lösen, haben Wir Uns Aspekte wie Material, Baustruktur und Bewegungsmöglichkeiten solch einer Solarplatte näher angeschaut. Um die Effizienz zu erhöhen, muss die Platte erkennen können, wo die Lichtintensität am höchsten vorhanden ist und sich zu dieser mit einem 360°-Mechanismus drehen können. So vermeidet sie Schatten und sucht nach möglich viel Licht, um diese zu absorbieren, in elektrischen Gleichstrom zu transformieren und schließlich

mithilfe eines Wechselrichters in Wechselstrom (AC) umzuwandeln. So ist die Lichtenergie für das häusliche Nutzen brauchbar ohne fossile Brennstoffe nutzen zu müssen.

Materialtechnisch würde man in unserer Lösung eine polykristalline Siliziumschicht präferieren, da der Wirkungsgrad auf motorischer Weise optimiert wird. Der entscheidende Grund für diese Wahl liegt hauptsächlich an den Kosten, denn dieses Modul ist nicht allzu kostenintensiv und besitzt das beste Preis-Leistungs-Verhältnis. Die Anwendung dieser ist meist gewerblich.

Unsere *Solarzelle der Zukunft* stellt vereinfacht unseren Lösungsansatz für die Realität dar. Mithilfe von Sensoren und zweier Motoren erkennt der Roboter das Umgebungslicht, misst diese und berechnet eigenständig die Richtung zu die er sich bewegen muss, um die Lichtabsorption zu maximieren.

Die Taschenlampe an Unserem Stand steht Ihnen offen zur Verfügung und bietet Ihnen die Möglichkeit eigenständig Unseren Roboter zu testen.

### **3.0) Roboterpräsentation**

#### 3.1) Erklärung der Konstruktion

Unsere einzelne Solarplatte besteht aus einem Lego EV3 Stein, zwei Lego EV3-Motoren, vier Lego EV3-Lichtsensoren und Lego-Bausteine, welche mit dem Lego Mindstorms EV3-Programm betrieben, wird. Die Motoren sind unterschiedlich ausgelegt, sodass dem Roboter eine 360°-Bewegung ermöglicht wird, was ein Kugelgelenk imitieren soll. Die vier Lichtsensoren, welche an den Seiten der Solarplatte befestigt sind, erkennen das reflektierte Licht und messen dieses. Die Messung erfolgt nicht nach physikalischen Einheiten, sondern nach der Intensität des Umgebungslichtes in einer Skala von 0 bis 100. Diese Skalierung ist im Lego-Programm inbegriffen, dabei steht 0 für kein Licht während 100 eine volle Lichtabsorption bedeutet. Die Werte aller Sensoren ist für die Berechnung der Richtungsbeziehung gravierend, denn nur so kann sich der Roboter bewegen. Bei Einwurf des Lichtes, ohne den Roboter einzuschalten, zeigt das Programm die Intensität, die alle vier Sensoren jeweils wahrnehmen. Lässt man das Programm des Roboters eigenständig laufen, während man mit Licht auf die Platte scheint, messen die einzelnen Sensoren dieses Licht und leiten diese Werte an dem geschriebenen Code weiter. Das kalkuliert die Differenz zwischen zwei Sensoren der jeweiligen Seite und schätzt ein, welche Richtung zur Bewegung nötig ist. Dann werden die einzelnen Motoren je nach Ausrichtung bewegt und die Platte kann sich passend zur Lichteinstrahlung drehen.

### 3.2) Programmierung und Funktion

Um den Code zu erklären, ist es notwendig die einzelnen verwendeten Blöcke zu erläutern. Für ein besseres Verständnis verweisen Wir Ihnen die Abbildung 2 im Anhang.

Der Aktionsblock (hier: grün) steuert den großen Motor in unterschiedlichen Modi-Varianten. Wir haben uns hierbei für den Modus „An“ entschieden, da so die Solarplatte sich so weit drehen kann, bis die maximale Lichtabsorption erreicht wird. Mit anderen Modi-Möglichkeiten hätte man die Bewegung der Platte von, beispielsweise, einen anzugebenen Winkel abhängig gemacht, was in Unserer Simulation nicht zu gebrauchen ist.

Der Datenblock (hier: rot) ermöglicht durch Unterblöcke, wie „Mathe“ oder „Vergleich“, die Kalkulation der Bewegungsrichtung. Die ermessenen Werte werden dabei miteinander verrechnet und verglichen, sodass der große Motor (aus dem Aktionsblock) bewegt wird.

Der Programmablaufblock (hier: orange) verfügt über einen Schalter und einer Schleife. Der Schalter wird in Unserem Fall verwendet, um Werte zu überprüfen. Dies kennt man auch aus anderen Programmiersprachen unter Bedingungsbeefehle. Die Schleife wiederum sorgt dafür, dass die Kalkulation und Prüfung immer wieder fortlaufend stattfinden, sodass der Roboter sein Prozess nicht stoppt.

Der Sensorblock (hier: gelb) gibt der programmierenden Person die Möglichkeit den Farbsensor in den Code zu integrieren. In Unserem Fall nutzen wir den Sensor zur Messung der Stärke der Umgebungslichts. So können die Sensoren die Lichtintensität angeben und mithilfe anderer Blöcke die Bewegungsrichtung bestimmen.

Die Sensoren des Roboters sind im Code nummeriert und determinieren die Bewegung der Motoren. Der Motor A sorgt für die Bewegung Rechts-links, während Motor B die Solarplatte nach vorne und hinten bewegt. Der erste und zweite Sensor kippt die Solarplatte mithilfe des Motors A beispielsweise nach links, wenn diese eine hohe Umgebungslichtintensität messen.

Für die Berechnung der Bewegung müssen die Messungswerte der beleuchteten Sensoren (in diesem Beispiel Sensor 1 und 2) und der unbeleuchteten Sensoren (hier: Sensor 3 & 4) jeweils addiert werden, was der Datenblock „Mathe“ übernimmt. Aus diesen Summen muss nun die Differenz ermittelt werden, denn wenn die Differenz sehr klein ist, so bedeutet das, dass der Unterschied zwischen den Intensitäten des Lichtes auf einer Seite der Platte nicht sonderlich groß ist. Daraufhin prüft der Roboter, ob die Differenz größer als der Wert 20 beträgt mithilfe des Vergleichsblock der Datenblöcke. Wenn nun der Unterschied zwischen der gemessenen Stärke des Umgebungslichtes größer als 20 ist, dann prüft der Roboter erneut das Vorzeichen des Wertes. Bei einem positiven Wert wird einer der Motoren aktiviert, um eine Lenkung in einer bestimmten

Richtung zu vollziehen. Der jeweils andere Motor wird für einen negativen Wert genutzt, um eine andere Bewegungsrichtung zu verfolgen.

So ermöglicht man dem Roboter eine selbstständige Messung und Kalkulation seiner eigenen Bewegung, was ihn autonom und reaktionsfähig macht.

### 3.3) Vergleich zum Prototyp

Wie bereits angerissen, haben Wir vor einigen Monaten eine Solarzelle konstruiert und programmiert, welche Wir aufgrund von einigen Problemen verworfen haben. Schauen Sie sich ein Foto dieses Roboters an (siehe Anhang, Abb.1), so stellt man fest, dass dieser eine Imitation einer realen Solarzelle mit zwei beweglichen Panels darstellen soll. Diese Panels bewegen sich in Richtung der Sonnenbahn und verfolgen die Sonnenstrahlung.

Das Modell haben Wir mithilfe von zwei Lego EV3 Motoren, Lego Steinen und der Lego Mindstorms Software umgesetzt. Der Roboter reagiert jedoch nicht auf äußerliche Einflüsse und folgt dem Code strikt. Um die Sonne zu imitieren, haben wir einen kleinen orangenen Ball an die Konstruktion befestigt. Diese „Sonne“ bewegte sich nach programmierter Bahn langsam neben der Solarzelle. Die Panels bewegten sich in Richtung dieser, um zu simulieren, dass die Verfolgung des Lichtes die Effizienz steigern soll.

Problem war jedoch, dass die beiden Panels sich in einigen Positionen verschatten haben, weshalb die maximale Lichtabsorption nicht erreicht werden kann. Außerdem arbeitet der Roboter nicht intuitiv; er folgt der Sonnenbahn „blind“ und beachtet Faktoren, wie ein bewölkter Himmel, nicht.

Aus diesem Grund haben Wir unser Roboter neu konstruiert und optimiert, um das Ziel der Maximaleffizienz auch modellhaft zu erreichen. Außerdem war Uns die Interaktivität des Roboters wichtig, um das Modell realitätsnah zu präsentieren.

## 4.0) Soziale Auswirkungen und Innovativität

### 4.1) Positiver gesellschaftlicher Einfluss

Schauen Sie sich die Treibhausgasemissionen der letzten der letzten zehn Jahren an, so ist eine Senkung dieser Emissionen zu erkennen. Im Jahre 2023 betragen sie laut Schätzungen rund 674 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sup>4</sup>, was zwar vergleichsweise zu den vorherigen Jahren eine Besserung ist, nichts desto trotz bedeutet dies, dass Wir weiterhin eine Minderung der Emissionen anstreben sollten.

---

<sup>4</sup> de.statista.com: Höhe der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2023 (in Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent)



Die Nutzung von Solarenergie reduziert signifikant die Emission der Treibhausgasen, dank ihrer Sauberkeit und erneuerbarer Energiequelle. Die verstärkte Nutzung von Photovoltaik-Anlagen verringert die gesamte Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, was auch bedeutet, dass eine Unabhängigkeit von Ländern mit fossilen Ressourcen gefördert wird. So werden heimische Energiequellen benutzt und einer immer näher zukommende imperialistische Wende entwichen.

Ebenso werden Beschäftigungsmöglichkeiten in verschiedenen Sektoren geschaffen durch Forschung, Entwicklung, Produktion, Installation und Beratung.<sup>5</sup> Dies fördert das Wirtschaftswachstum und könnte strukturschwachen Regionen neue Einkommensmöglichkeiten bieten. Aus rein kapitalistischer Perspektive bedeutet die Weiterentwicklung und Forschung nach neuen Solartechnologien ebenso, dass die Wettbewerbsfähigkeit gefördert und so eine interbetriebliche Konkurrenz in diesem Metiers gesichert wird.

Die dezentrale Energieversorgung ermöglicht ländliche und abgelegene Gebiete, auf globaler Ebene, einen effizienten Gewinn an Energie und Strom, ohne auf Stromnetze angewiesen zu sein. So verbessert sich die Lebensqualität der Menschen und die lokale Ökonomie, was ein Stück weit die soziale Gerechtigkeit miteinbindet. Auf diese Art und Weise besitzen alle Bevölkerungsgruppen die Chance auf eine zuverlässige Versorgung, trotz Wohnortes und mangelnder Kostenbereitschaft. Die Investition einer Solarzelle mag zwar kostenintensiv wirken, jedoch ist zu bedenken, dass dies ein meist einmaliges Investment bedeutet und diese Anlagen bis 25 Jahre zu benutzen sind. So können sie für einige eine bessere Alternative sein zu sonstigen Stromanbietern, jedoch nur, wenn eine hohe Effizienz garantiert wird.

Mithilfe Unserer Idee wäre das Ziel einer für jeden zugänglichen Energieversorgung nicht allzu weit wegzudenken.

#### 4.2) Negativer gesellschaftlicher Einfluss

Wie bei jeder Ideenumsetzung müssen auch hier die negativen Faktoren berücksichtigt und abgewogen werden. Denn die Produktion dieser Solarzellen beansprucht viel Energie, die immer noch auf fossile Wege generiert wird. Dies belastet die Umwelt enorm und das nicht nur aufgrund der Produktionsschwierigkeiten, sondern auch durch von Rohstoffabbau wie Silizium, Bor und Phosphor. Die Zerstörung von ökologischen Lebensräumen und Verschmutzung von Wasserquellen bedeutet, dass man der Natur immer noch ökologische Schäden zufügt, obwohl dies das Erreichen des Ziels einer nachhaltigeren Energiewirtschaft behelfen soll.

Außerdem erfordert die Erstinstallation der Solarzelle viel Geld, obwohl die Preise dieser Solaranlagen in den letzten Jahren gesunken ist. Das kann für sowohl Privatpersonen als auch für

---

<sup>5</sup> solarenergie.de: Arbeitsplatz Solarindustrie: Jobs und Karrierechancen

Unternehmen eine finanzielle Belastung sein. Auch wenn sich die Kosten über die Lebensdauer der Anlage amortisieren, können die hohen Startkosten eine Barriere darstellen.

Am Ende ihrer Lebensdauer müssen diese Solarzellen entsorgt oder recycelt werden. Da jedoch der Recycling-Prozess kostspielig und komplex ist, werde man mit hoher Wahrscheinlichkeit diese Anlagen auf anderem Wege entsorgen müssen. Denn aufgrund der vielen Chemikalien, die Solarzellen enthalten, könnten giftige beim Recyclen freigesetzt werden. Das könnte zu Gesundheitsrisiken führen und allgemein zu Umweltverschmutzung. Wenn sich für eine Entsorgung entschieden wird, dann sind die Solarzellen nicht nachhaltig genug für ihre kurze Funktionszeit.<sup>6</sup>

Auch wenn Wir mit Unserer Idee versuchen die Lichtabsorption und den gesamten Wirkungsgrad zu maximieren, kann solch eine Solarzelle schwer in stark bewölkten Wetterbedingungen effizient arbeiten. Regionen mit geringer Sonneneinstrahlung können sich somit nicht auf diese Art von Energiegewinnung zuverlässig vertrauen. Man benötigt demnach ergänzende Maßnahmen, die die Energiespeicherung gewährleistet.

#### 4.3) Innovativität

Als Team ist Uns nicht bekannt, dass solch eine Form von Solarzellen bereits existiert und vermarktet wird. Nach Unserer Recherche haben wir außerdem festgestellt, dass bisher Solarzellen in ihrem Material optimiert wurden und nicht in ihrem Bau und ihrer Funktionsweise.

Herkömmliche Solarzellen haben nämlich den Nachteil, dass sie entweder keine Möglichkeit zur Bewegung haben oder, falls doch, dann nur begrenzten Bewegungsfreiraum ohne die Fähigkeit intuitiv auf Licht zu reagieren. Das Kugelgelenk, was in diesem Modell vereinfacht mithilfe zweier Motoren dargestellt wird, ermöglicht der Solarzelle eine maximale Lichtabsorption, die sonst von anderen Modellen nicht erreicht werden kann.

---

<sup>6</sup> senec.com: Recycling und Entsorgung von Photovoltaikanlagen

## **5.0) Unternehmensaspekte**

### 5.1) Umsetzungsmöglichkeiten für Großkonzerne

Die Umsetzung dieser Idee für den Gebrauch von Großunternehmen scheint zunächst schwierig, doch durch eine systematische und strategische Herangehensweise kann dieses Ziel erreicht werden.

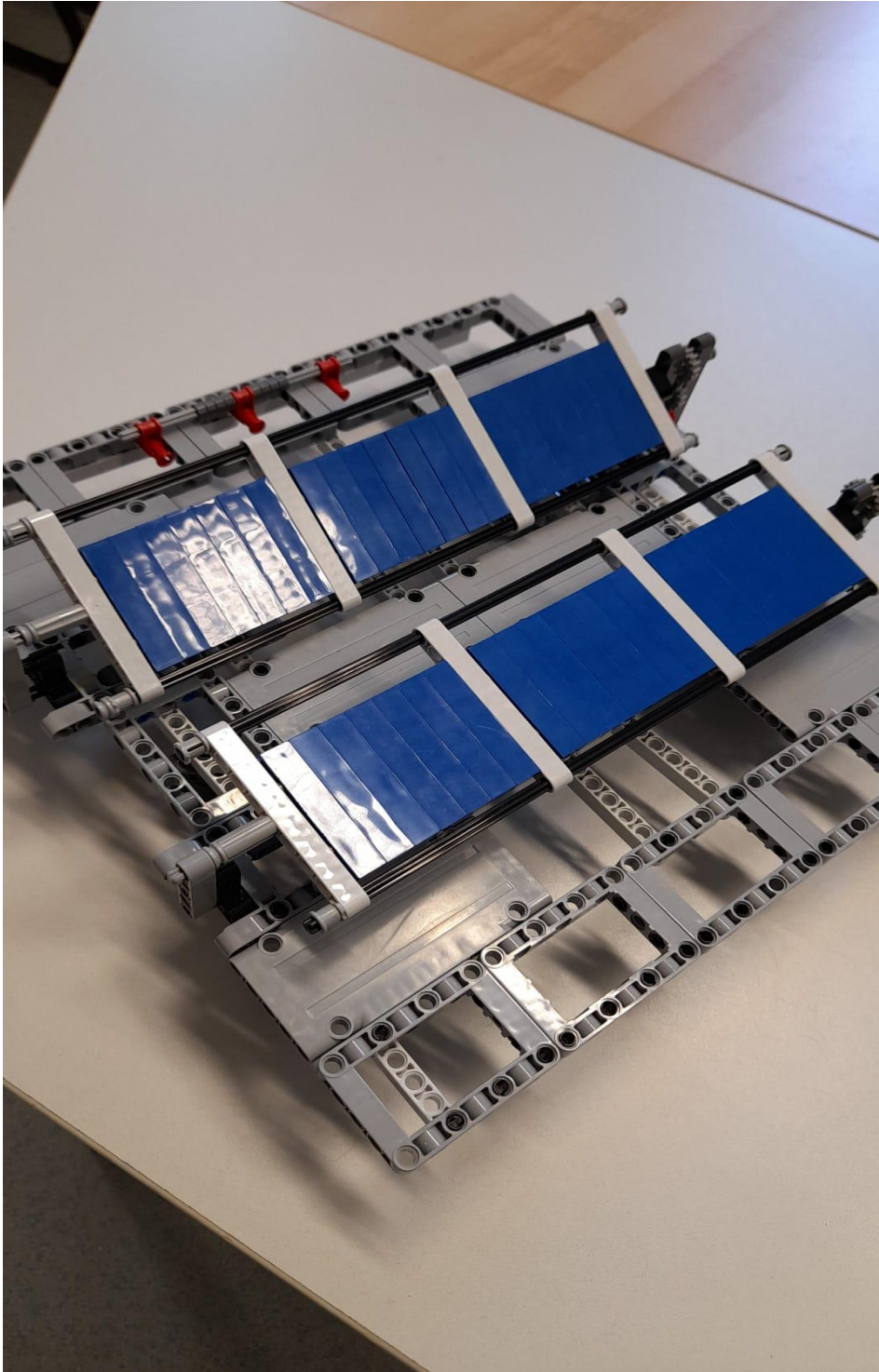
Die Finanzierung ist ein zentraler Aspekt der Umsetzung, weshalb Großkonzerne differenzierende Finanzierungsmodelle im Blick behalten sollten, wie Eigenkapital, Fremdkapital, usw.. Außerdem muss der Staat in diesem Fall eingreifen und mit Zuschüssen die Arbeit mit Solaranlagen attraktiver gestalten. Dabei ist nicht von nicht fiskalischen Umweltauflagen die Rede, die als ordnungsrechtliche Instrumente einem Unternehmen seine Aktivität verbietet, aufgrund von Weigerung der Nutzung von Solarenergie. Die Umwelt- und Klimapolitik solle hierbei Umweltauflagen einfordern, um die Attraktivität von solch einer Energiegewinnung zu stärken.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Umweltauflagen und -ablagen aus: Vahlens Kompendium der Wirtschaftstheorie und Wirtschaftspolitik

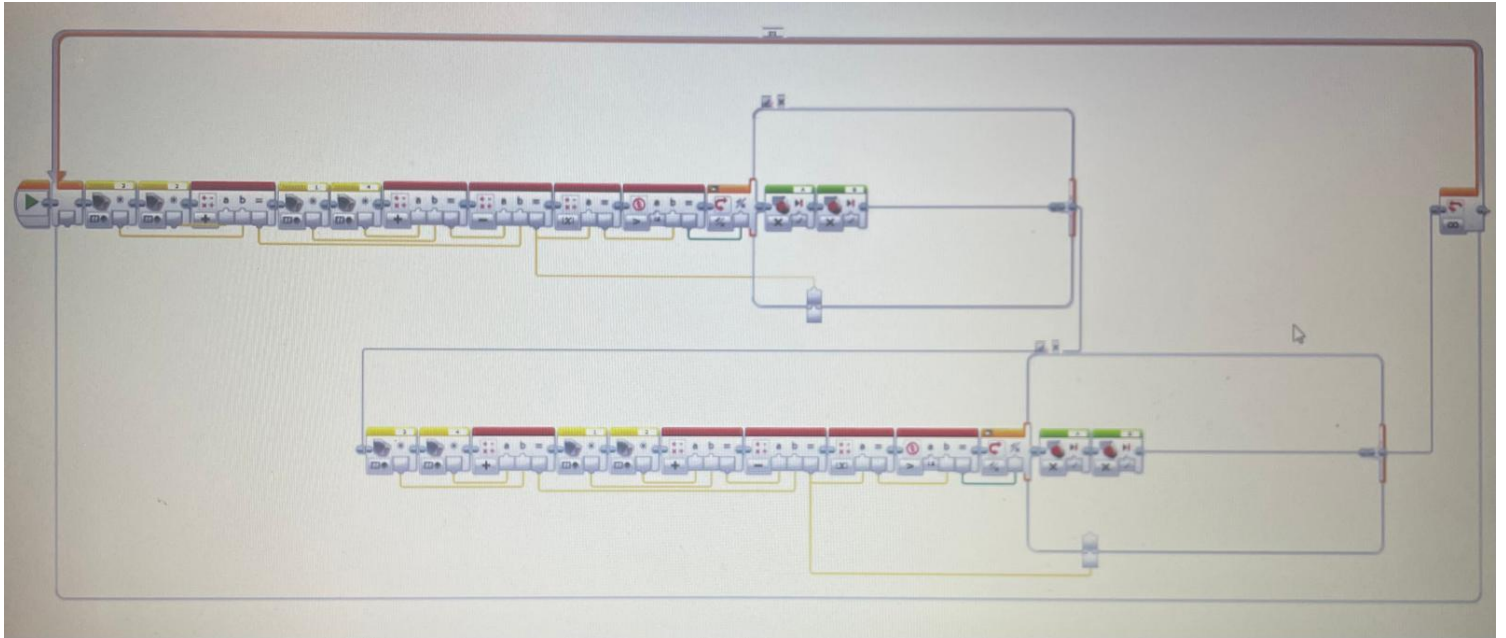
## 6.0) Anhang

Abbildung 1:



*Prototyp: Solarzelle der Zukunft*

Abbildung 2:



*Code für unseren Roboter*

## 7.0) Quellenverzeichnis

Vahlens Kompendium der Wirtschaftstheorie und Wirtschaftspolitik, Bd.2, 8. Auflage, 2003, S.149 f.

<https://www.ingenieur.de/fachmedien/vdi-energie-umwelt/umwelt/energiewende-und-solarenergie/solarzellen-und-batterien-2021-ein-jahr-der-rekorde/> (30.05.2024)

[https://germany.representation.ec.europa.eu/news/neue-vorgaben-zur-energieeffizienz-von-gebauden-endgultig-beschlossen-2024-04-12\\_de](https://germany.representation.ec.europa.eu/news/neue-vorgaben-zur-energieeffizienz-von-gebauden-endgultig-beschlossen-2024-04-12_de) (30.05.2024)

<https://www.solarserver.de/2024/03/13/eu-parlament-beschliesst-gebaeudeeffizienzrichtlinie-mit-solarpflichten/> (30.05.2024)

<https://www.energie-experten.org/erneuerbare-energien/solarenergie/solarzelle/wirkungsgrad> (30.05.2024)

<https://vilter-solar.de/solardachziegel?msclkid=6b69692311ab1fb8d2c10f7b90433b27> (31.05.2024)

<https://senec.com/de/magazin/recycling-von-pv-modulen> (31.05.2024)

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/76558/umfrage/entwicklung-der-treibhausgas-emissionen-in-deutschland/> (31.05.2024)