

Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft
Fakultät für Maschinenbau und Mechatronik

Dokumentation Projektarbeit – Solarladestation

Planung und Bau einer wetterfesten und über eine Solaranlage energieautarke Ladestation für Notebooks und Mobiltelefone für den Campus der Hochschule Karlsruhe

- 20ws_KE_SolarladestationHSKA -

Projektteam:

Dennis Babuschkin - 60849

Janis Hartmann - 60921

Benedikt Schwär - 65163

Professor der Hochschule Karlsruhe

Prof. Dr. Maurice Kettner

Betreuer der Hochschule Karlsruhe

Dipl.- Phys. Ferhat Aslan

Karlsruhe, 28.05.2021

Eidesstaatliche Erklärung

Hiermit versichern wir eidesstattlich, dass die vorliegende Arbeit von uns selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe angefertigt wurde. Insbesondere, dass alle Stellen, die wörtlich oder annähernd wörtlich oder dem Gedanken nach aus Veröffentlichungen, unveröffentlichten Unterlagen und Gesprächen entnommen worden sind, als solche an den entsprechenden Stellen innerhalb der Arbeit durch Zitate kenntlich gemacht wurden. In den Zitaten wurde jeweils der Umfang der entnommenen Originalzitate kenntlich gemacht. Des Weiteren lag die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Fassung noch keiner Prüfungsbehörde vor und wurde bisher nicht veröffentlicht. Wir sind uns bewusst, dass eine falsche Versicherung rechtliche Folgen haben kann und wird.

Karlsruhe, 28.05.2021



Dennis Babuschkin - 60849



Janis Hartmann - 60921



Benedikt Schwär - 65163

Inhalt

1. Einführung	3
2. Pflichten- & Lastenheft – Blackbox & Funktionsstruktur.....	5
3. Erster Designentwurf	9
4. Kapazitätsberechnung	14
5. Morphologischer Kasten & Gewichtungsmatrix	21
6. Belastungsberechnungen & Umwelteinwirkungen.....	26
7. Stückliste	31
8. CAD Modell.....	33
9. Finale Solarladestation	38

1. Einführung

Die zu beschreibende Projektarbeit befasst sich mit der Zielsetzung zur Planung und zum Bau einer wetterfesten und über eine Solaranlage energieautarke Ladestation für Notebooks und Mobiltelefone am Campus der Hochschule Karlsruhe. Dabei wird im Rahmen des 6ten Studiensemesters des Studiengangs Maschinenbau agiert.

Der Hintergrund der Projektarbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung, dass die Energiesysteme der Zukunft Netzwerke aus einer Vielzahl von Technologien und Anwendungen sein werden. Wobei diese mit der Kombination aus dezentralen Lösungen einen deutlichen Effizienzgewinn, eine Steigerung der Flexibilität und eine bessere Ausnutzung der Ressourcen nach sich ziehen wird und diese auch nachhaltig auf einem hohen Niveau gehalten werden können. Vor dem Hintergrund des digitalen Wandels, der Energiewende und des Klimawandels wird in diesem Projekt eine wetterfeste Ladestation für Notebooks und Mobiltelefone entwickelt, welche autonom mit Hilfe eines Solarsystems betrieben wird. Hierbei sollte der Aufbau bzw. die Konstruktion auch Schnittstellen für eine Vielzahl weiterer studentischer Projektarbeiten bieten. Beispiel hierfür könnte eine Internetverbindung mit einer Raspberry Pi zur Visualisierung wichtiger Daten, die Einbindung einer mobilen Wetterstation oder auch die Erweiterung durch einen Fahrradcomputer (Heimtrainer bzw. Trimm-Dich-Rad) mit einem Generator sein.

Neben dem Hintergrund befasst sich die exakte Aufgabenstellung zuerst mit der Einarbeitung in das Thema einer Solarladestation und dem oben bereits erwähnten Hintergrund. Anschließend wird eine Standortbestimmung an der Hochschule Karlsruhe durchgeführt, um eine optimale Anwendungslokalität bestimmen zu können. Anschließend wird das Projekt in die Entwurfs- und Konstruktionsphase geleitet. Hierbei spielen vor allem die Konstruktion mit dem Blick auf ein wetterfestes und Vandalismus sicheres Design nach den Gestaltungsrichtlinien der Hochschule eine der primären Rollen. Aber auch der nachfolgende Aufbau und die Herstellung der Ladestation soll mit dem optimalen Preis-Leistungs-Verhältnis realisiert werden. Im Abschluss des Projekts wird eine Dokumentation und Präsentation der Ladestation und des Konstruktionsergebnisses erforderlich, um einen effektiven und ergebnisträchtigen Abschluss zu erreichen. Wobei die Dokumentation das Anfertigen eines Videos und Berichts beinhaltet, um den gesamten Entwicklungsprozess mit allen Konstruktionsschritten nachvollziehbar und nachhaltig zur Verfügung zu stellen.

Anhand der Aufgabenstellung ergeben sich die entsprechenden bzw. parallel zu erreichenden Ziele. Dazu zählt nicht nur eine optimale Standortbestimmung oder eine nachhaltige Nutzungsanalyse zur Bestimmung des Bedarfs, sondern auch eine korrekte Dimensionierung und Auslegung jeglicher Komponenten und ein repräsentatives und innovatives Design der gesamten Ladestation. Zusätzlich wird eine korrekte und vollständige Inbetriebnahme der Station mit allen elektrischen Bauteilen als Ziel vorausgesetzt. Falls sich zusätzliche Kapazitäten innerhalb der Projektgruppe und der Projektarbeit ergeben, wäre eine Implementierung von Wetterdaten und die Ausgabe über ein kleines Display per Raspberry Pi erwünscht.

Neben den inhaltlichen und strukturellen Punkten werden in diesem Abschnitt alle beteiligten und eingebundenen Personen erwähnt und dargestellt. Angefangen mit dem Aufgabensteller und Betreuer, unter dem die zu erledigende Projektarbeit stattfindet, Herrn

Prof. Dr. Maurice Kettner und dem inhaltlichen Ansprechpartner und Zweitbetreuer Herr Dipl.- Phys. Ferhat Aslan. Gefolgt von dem studentischen Entwicklungs- bzw. Konstruktionsteam, welches aus drei Studenten des Studiengangs Maschinenbau besteht. Hierbei sind die Hauptakteure bzw. Projektbearbeiter Benedikt Schwär, Dennis Babuschkin und Janis Hartmann aufzuzählen. Des Weiteren zählen zu den wichtigen Teilhabern und praktischem Umsetzungspersonal sowohl die Mitarbeiter der hauseigenen Werkstatt der MMT Fakultät als auch der studentische Mitarbeiter Herrn Sven Helms. Diesem kommt nochmals eine besondere Erwähnung zu, da dieser den Großteil der Schweißarbeiten durchführte und so die Herstellung der Ladestation maßgeblich beeinflusste und förderte.

2. Pflichten- & Lastenheft – Blackbox & Funktionsstruktur

Wie es bei einem jeden Projekt normalerweise üblich ist, wird aus der zuvor beschriebenen Aufgabenstellung ein sogenanntes Lastenheft abgeleitet. Hierbei wird festgelegt, was die Projektbetreuer von dem Erzeugnis erwarten. Definitionsgemäß werden somit die gesamten Anforderungen an das Projekt abgesteckt.

Mithilfe der Aufgabenstellung wird es auch den Bearbeitern der Solarladestation, unter Absprache mit den Betreuern, ermöglicht eine geeignete Anforderungsliste herauszuarbeiten. In dieser sind alle Anforderungen an die Ladestation beinhaltet und auch gekennzeichnet, ob diese eine Festanforderung sein müssen, oder nur ein optionaler Wunsch.

Ein wichtiger Aspekt dieser Anforderungsliste stellt dabei beispielweise die Funktion und das Konzept dar. Dieser Überpunkt beinhaltet zum einen die maximale Anzahl an Ladungsplätzen. Zu Beginn des Konzepts waren vier Ladeplätze für Smartphones und zwei Steckdosen für Notebooks in Planung. Da das Team allerdings nicht genügend Kapital zur Verfügung bekommen hat, wurden es dann schließlich nur 12 Ladeplätze für Smartphones. Ebenfalls wird die autarke Energiegewinnung innerhalb der Funktion beschrieben, welche aus Sonnenenergie gewonnen werden soll. Die Energiespeicherung wird dabei in einem passenden Akku vollführt. Ebenso muss die Erweiterbarkeit der Station gewährleistet werden, sodass zukünftig neue Projektarbeiten an der Solarladestation ausgeschrieben und ausgeführt werden können, wie zum Beispiel das Anschließen eines Fahrradergometers oder die Erweiterung um einen LCD-Display mit Raspberry Pi – Steuerung. Zuzüglich dieser Funktionen ist ebenfalls die Temperaturregulierung innerhalb des Korpus von enormer Bedeutung, damit ein Überhitzen der eingebauten elektrischen Komponenten ausgeschlossen werden kann. Dadurch ist eine ausreichende passive Kühlung von Nöten, die später durch Einbauen von Lüftungsschlitzen erzielt wird.

Neben der Funktion und dem Konzept ist auch der Gebrauch ein großer und wichtiger Bestandteil der Anforderungsliste. In der Abteilung Gebrauch ist unter anderem die Gerätekompatibilität enthalten, sodass alle verschiedenen auf dem Markt verfügbaren Devices erfolgreich an der Ladestation aufgeladen werden können. Zusätzlich sollte die Station auch von allen möglichen Leuten benutzt werden können, das bedeutete also frei zugänglich auf dem Campus der Hochschule sein. Des Weiteren ist es ein Wunsch, die Ladestation mobil zu entwerfen, sodass diese an einem beliebigen Standort immer wieder aufgestellt werden kann und somit flexibel verwendbar ist. Dies wird im Laufe der Arbeit mithilfe einer Betonpalette erzielt.

Wie bei jedem anderen technischen Produkt, steht selbstverständlich die Sicherheit der Bediener an vorderster Stelle. Somit spielt auch die Sicherheit eine zentrale Rolle in dem Lastenheft. Hiernach ist geregelt, dass die Station Vandalismus sicher sein muss, sodass eine lange Lebensdauer und Funktion erhalten bleiben kann. Infolgedessen muss ebenfalls eine verletzungsfreie Bedienung sichergestellt werden, sodass Design und Konstruktion sicher sowie kompatibel für jedermann ist.

Neben diesen drei zentralen Anforderungspunkten sind noch viele weitere Aspekte wie zum Beispiel Geometrie, Kinematik, Energie, Stoff, Ergonomie und viele weitere enthalten.

Nachdem die Anforderungsliste erfolgreich erstellt ist, wird zunächst eine sogenannte „Black Box“ (auch oft Funktionskasten oder schwarzer Kasten genannt) erstellt. Es handelt sich hierbei um ein einfaches und abstraktes Funktionsmodell, mithilfe dessen die Gesamtfunktion von einem Produkt schematisch dargestellt werden kann. Hierbei wird allerdings das genauere Betrachten der technischen Realisierung außen vorgelassen. Es gibt somit drei verschiedene Grundumsatzarten von Eingängen und Ausgängen welche als Pfeile dargestellt werden.

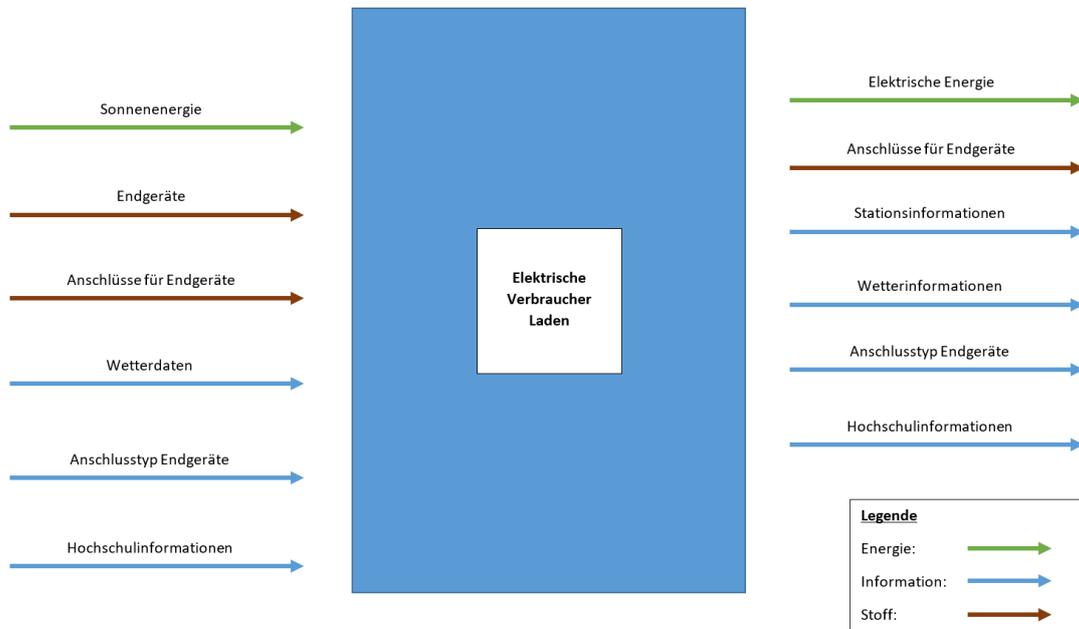


Abbildung 1: Black Box

Die Gesamtfunktion der Solarladestation beinhaltet das Laden von elektrischen Verbrauchern, wie in der oben abgebildeten Abbildung 1 zu sehen ist. Dabei ist die einstrahlende Sonnenenergie (Primärenergie) als Eingangsgröße zu sehen. Diese wird innerhalb der Ladestation gewandelt und als Nutzen wird die elektrische Energie herausgezogen. Als Stoffeingangsgrößen sind die Endgeräte der Nutzer sowie die jeweiligen Anschlüsse für die Endgeräte anzusehen. Zu Beginn der Projektarbeit wurde noch mit einem Raspberry Pi geplant, welcher allerdings aufgrund des mangelnden Budgets während der Arbeit gestrichen wurde. Aufgrunddessen sind in der obigen Black Box noch Informationseingangsgrößen wie die Wetterdaten, Hochschulinformationen oder die Anschlussarten der Endgeräte vermerkt. Die Informationsausgangsgrößen werden dabei von den Stations-, Wetter- und Hochschulinformationen dargestellt, welche ursprünglich für die Studierenden über den LCD-Display einsehbar wären.

Nach dem erfolgreichen Erstellen der Black Box folgt nun der nächste Schritt, nämlich das Kreieren einer Funktionsstruktur. Die Funktionsstruktur ist eine grafische Blockdarstellung der Gesamtfunktion der Solarladestation. Die einzelnen Blöcke spiegeln Teilfunktionen wieder, die durch Stoff-, Signal- und Energieflüsse (ähnlich wie in der Black Box) und verschiedenen Verknüpfungsregeln in Beziehung gesetzt werden. Hierbei müssen die heranwachsenden Ingenieure darauf achten eine allgemeine

Formulierung der Teilfunktionen anzustreben, um eine Fixierung auf konkrete Lösungsvorschläge zu vermeiden. Mithilfe der Funktionsstruktur ist es somit möglich die Zusammenhänge zwischen den Eingangs- und Ausgangsgrößen aufzuzeigen, was wiederum in ein übersichtliches Verständnis über das betrachtete System mündet.

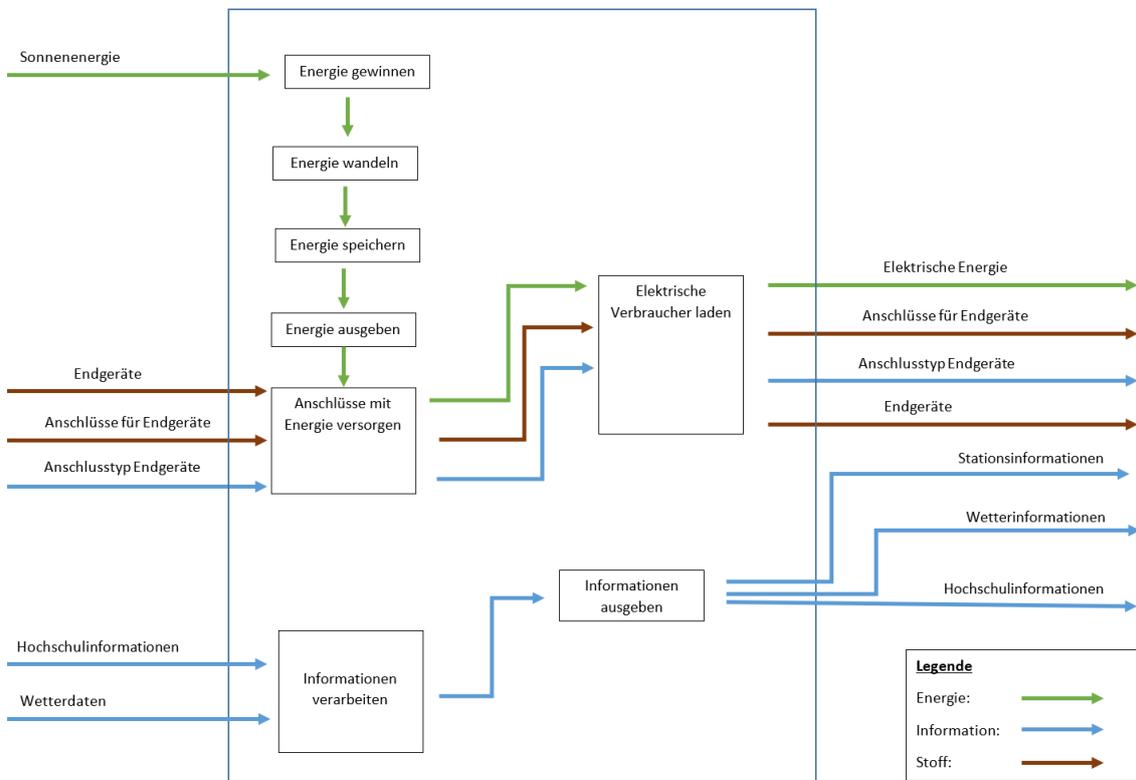


Abbildung 2: Funktionsstruktur

Wie in Abbildung 2 ersichtlich ist, besitzt die Solarladestation zwei voneinander unabhängige Stränge innerhalb des Systems. Zu Beginn wird die Energie in Form von Sonnenenergie binnen der Systemgrenzen gewonnen. Die nachfolgenden Aufgaben sind das Wandeln, Speichern und Ausgeben dieser zu Beginn gewonnen Primärenergie. Nach dem Ausgeben werden die USB-Anschlüsse für die Devices mit ausreichend Energie für die Devices versorgt. Als letzten Schritt dieses Energiestranges steht nur noch das Laden der elektrischen Verbraucher an. Eingangsgrößen sind demnach die Sonnenenergie, die Endgeräte inklusive Anschlüsse (Stoff), aber auch die Anschlusstypen der Endgeräte als Informationsfluss. Ausgangsgrößen sind abschließend die elektrische Energie, die Endgeräte und Anschlüsse und erneut die Anschlusstypen der Smartphones.

Neben dem Energiestrang ist auch noch ein Informationsstrang vorhanden, welcher allerdings im finalen Konstrukt nicht enthalten ist, da wie zuvor erwähnt kein Raspberry Pi eingebaut wird. In die Systemgrenzen würden allerdings die Hochschulinformationen und Wetterdaten einfließen. Innerhalb der Solarladestation würden diese Infos dann schließlich verarbeitet werden und im Anschluss daran über den LCD-Display an die Öffentlichkeit herausgegeben

Anforderungsliste

Version 1.0

(Pflichtenheft/Lastenheft)

für:	Solarladestation	Status:	In Bearbeitung
Datum:	22.10.20	Enddatum:	15.03.2021
Autor:	Benedikt, Dennis, Janis	Bearbeiter:	Benedikt, Dennis, Janis

Nr.	Kategorie	Forderung	Wert	Bemerkung / Verantwortlichkeit
1		Allgemeine Produktinformationen		
	FF	Produkt		Solarladestation Notebooks & Smartphones
	FF	Anwendungsbereich		Laden, Informationen teilen & Strom erzeugen
	FF	Umfeld		Campus der HSKA
10		Funktion und Konzepte		
	FF	Maximale Anzahl an Ladungsplätze	6 Plätze	4 Smartphones & 2 Notebooks
	FF	Autarke Energiegewinnung		aus Sonnenenergie
	FF	Energiespeicherung		in Akku
	FF	Erweiterbarkeit		z.B. durch Fahrradergometer oder Generator
	FF	Temperaturregulierung		ausreichende passive Kühlung, temperaturabweisendes Material
	FF	Dokumentation aller Entwicklungsschritte		Bauanleitung, Auswahl der Komponenten, Montageplan, Erklärung Funktionsweise
20		Geometrie		
	FF	Bauweise		CI der HSKA
	FF	Logo der HSKA		
30		Kinematik		
	W	Wirkungsgrad der Solarzelle	hoher Wirkungsgrad	
40		Energie		
	FF	Sonnenenergie		Darf gespeichert werden
50		Stoff		
	FF	wetterbeständiges Material		
	FF	kostengünstiges Design	max. 1500 €	
60		Sicherheit		
	FF	Vandalismus sicher		
	FF	Verletzungsfrei		Design/Konstruktion kompatibel und sicher für alle
	W	Material ohne Gefährdungspotential		z.B. Akku, Solarzelle
70		Ergonomie		
	W	intuitive Bedienung		
	W	Sitzmöglichkeiten		Bänke
	W	ergonomische Orientierung der Anwendungsbereiche		Berücksichtigung korrekter Körperhaltung
80		Fertigung		
	W	Herstellungsverfahren		Schweißen, Fräsen, 3D-Druck
	W	Zukaufteile		Normgerecht, Plug-n-Play
	W	Lackierung/Farbauswahl		CI der HSKA
90		Montage		
	FF	Reparatur		Einfache Wartung, sowie Erweiterungsmöglichkeiten
100		Gebrauch		
	W	Gerätekompatibilität		USB-C, Micro-USB, Lightning, Steckdose
	FF	Benutzung für Jedermann		
	W	Mobilität		
	W	Für Technik begeistern		Hervorheben der Hauptkomponenten z.B. durch Plexiglas & LED
110		Instandhaltung, Reparatur		
	FF	Zugänglichkeit für Service		Wartungsklappe
120		Kosten		
	FF	Gesamtkosten	max. 1500 €	
	FF	Zukaufteile		Normgerecht
	W	Eigenproduktion		HSKA Werkstatt

Abbildung 3: Anforderungsliste

3. Erster Designentwurf

Nachdem innerhalb der Anforderungsanalyse die wichtigsten Grundlagen, wie die Aufgabenstellung, das Pflichten- und Lastenheft, die Blackbox und damit verbunden auch die Funktionsstruktur und zuletzt eine Kapazitätsbetrachtung, definiert und ausführlich bearbeitet wurden, folgen in diesem Abschnitt die ersten Design Entwürfe und Design Konzepte zu der Solarladestation.

Bereits zu Beginn der detaillierteren Konzeptionsphase stand eine repräsentative Designsprache im Vordergrund der Konstruktion. Mit Blick auf diesen Aspekt rückte die bereits am Campus gebaute Fahrradreparaturstation in den Fokus des Designs. Um mögliche Diskrepanzen in einer konkurrierenden Designsprache zu vermeiden und somit das einheitliche Konzept der Hochschule zu missachten, wurden die vorhandenen Designpunkte in die eigenen Entwurfskonzepte implementiert.

Nichtsdestotrotz sollte die Solarladestation eine neuartige und eigene Konzeption werden, wodurch das schlussendliche finale Design immer noch in den größten Teilen dem ersten Konzept stark ähnelt. Das erste Design Konzept befasst sich mit 2 Hauptteilen, aus denen die Solarladestation zusammengebaut ist. Zum einen wäre da der Korpus, welcher im Zentrum der Ladestation zu finden ist und indem alle wichtigen elektrischen Komponenten, wie die Batterie, die Anschlüsse und die Verkabelung wiederzufinden ist. Zum anderen wäre die Metallbogenkonstruktion zu nennen, welche um den Korpus angebracht wird und über diesem das Solarpanel Richtung Himmel trägt. Infolge dieses Entwurfs ergeben sich verschiedene Fundamente, an denen die einzelnen Hauptteile befestigt werden. Eine direkte Verbindung beider Hauptteile über physisches Material, wie z.B. Metall, ist in dem ersten Design Entwurf nicht eingeplant. Der Grund hierfür stellt die eigenständige Stabilität beider Hauptteile dar.

Im Folgenden wird zuerst der Korpus der Ladestation näher betrachtet, welcher in Abbildung 1 dargestellt ist. Innerhalb des ersten Konzepts des Korpus befinden sich bereits auf den ersten Blick die wichtigsten Komponenten im Vordergrund. So ist das Display zur Ausgabe aller wichtiger Informationen zentral und etwa auf Kopfhöhe gelegen. Dieses Display wiederum ist im Inneren mit dem Raspberry Pi verbunden, welcher von der Batterie und der Solarzelle gespeist wird. Des Weiteren befinden sich die Ladeboxen für die Smartphones im Mittelpunkt des Korpus und damit auch im optimalen Griff- und Anwendungsbereich für ein gemütliches und ergonomisches Laden. Das erste Konzept beinhaltet dabei die Idee für jede Ladebuchse eines Smartphones eine abgeschottete Lade Box zur Verfügung zu stellen. Damit soll ein Missbrauch bei bereits ladenden Smartphones vorgebeugt werden. Die Ladeboxen könnten mit automatischen Schlössern versehen werden, welche z.B. über den NFC Sensor im Studenausweis personalisiert geöffnet werden könnte. Diese Idee wird im nachfolgenden Prozess leider verworfen, da auf Grund der begrenzten Kosten und des Projektumfangs auf eine abgespecktere Ladestation gesetzt werden muss. Unterhalb der Lade Boxen für die Smartphones ist eine Outdoorsteckdose zum Versorgen der Notebooks eingeplant. Diese soll alle gängigen Schutzklassen und Standards besitzen, um im Außenbereich ohne weiteren Schutz oder Abdeckung einwandfrei arbeiten bzw. Ladestrom zur Verfügung stellen können. Hierbei wird im finalen Design, wie auch in der Kapazitätsbetrachtung detaillierter veranschaulicht, mit Blick auf die Kosten-Nutzen Funktion verzichtet. Jedoch sieht der erste Entwurf

die erweiterten elektronischen Komponenten und Versorger vor, weshalb ein Wechselrichter unerlässlich ist. Dieser ist in dem Inneren des Korpus verplant und sorgt für ein Umrichten des Stroms. Neben den elektronischen Versorgern und Komponenten beinhaltet der Korpus, innerhalb des ersten Design Konzepts, ein drehbares Logo der Hochschule Karlsruhe. Dieses Logo sitzt mittig über dem Korpus und soll gemäß des Planungsfalls auf einer Drehachse sitzen, welche über einen kleinen Elektromotor zur Rotation angeregt wird. Mit diesem Konzept soll vor allem auch die Verbundenheit zur Technik und die Lust zum Verstehen und Konstruieren eines solchen technischen Entwurfs gefördert und angeregt werden.

Nachdem der Korpus und die damit in Verbindung stehenden Komponenten beschrieben wurden, folgt nun der zweite Hauptteil der Ladestation mit dem Metallbogen und dem Solarpanel. Dabei ist eine drei Säulen Haltekonstruktion geplant. Wobei sich die Säulen zentral oberhalb des Korpus bzw. des Logos treffen und zusammenlaufen sollen. Dort wird dann ein weiteres Rohr befestigt auf dem schlussendlich die Solarzelle befestigt wird. Neben den einzelnen Fundamenten für die Säulen wird mit 90° Winkeln konstruiert, da diese als Norm Teil deutlich billiger und leichter zu bekommen sind. Die Säulen an sich sollen aus einem Stangen Rohmaterial geschnitten werden und im Entwicklungsfall aus Aluminium bestehen. Dieses Material müsste im finalen Fall jedoch feuerverzinkt und weiter beschichtet werden. Auf Grund des begrenzten Kapitals wird dementsprechend auf Baustahl zurückgegriffen, welcher vielleicht nicht so schön aussieht, jedoch auch alle Anforderungen gut erfüllen kann. Das Solarpanel sitzt auf einem U-Profil und wird damit an die Haltekonstruktion und das Rohr befestigt. An sich kommt das Solarpanel fertig und montier bereit, da es sich dabei um ein Plug-and-Play System handelt und somit viel komplizierte Arbeit erspart. Wie in Abbildung 2 zu erkennen ist, sitzt das Solarpanel mittig in einem 30° Winkel Richtung Sonne zentral über dem Korpus. Infolgedessen dient das Solarpanel nicht nur als Schattenspender, sondern auch als Regenfang. Entsprechend wird die Station je nach Regenrichtung bereits von Haus aus von starken Regen und damit vor eindringender Nässe bewahrt. Im Gegensatz dazu sorgt der Schatten im Sommer bei hohen Temperaturen dafür, dass die im Korpus verbauten Komponenten nicht übermäßig aufgeheizt und damit anfälliger für ein thermisches Versagen werden.

Resümierend lässt sich sagen, dass der erste Design Entwurf der Solarladestation ein Optimum und eine wünschenswerte Darstellung der bestmöglichen Konstruktion abbildet. In der Realität und dem Anwendungsfall der studentischen Projektarbeit übersteigt dieses Konzept jedoch schnell die umzusetzenden Möglichkeitsspektren. Aus diesem Grund sind einige Überlegungen und konstruktive Finessen, wie z.B. die Lade Boxen und die angebrachten NFC Schlösser, als sehr unrealistisch anzusehen, um die gewünschte Preis- und Leistungskonfiguration zu erreichen und fertigzustellen. Die Änderungen hin zur endgültigen und finalen Solarladestation sind dem CAD-Modell und den abgeleiteten technischen Zeichnungen zu entnehmen. Dabei spielt der finanzielle restriktive Aspekt die größte Rolle der Limitierung, aber auch die zeitliche Spanne zur Vollständigkeit der Projektarbeit trägt zur Minderung der Ausstattungsformen der Station bei. Dennoch kann die Station alle geforderten und anwenderbezogenen Funktionen erfüllen und ist technisch gesehen auf demselben Niveau, wie das zuvor erdachte Idealmodell. Die größten Hauptunterschiede sind in den Materialien und den Bearbeitungs- bzw. Fertigungsmethoden wiederzufinden. Mit dem Hintergrund der Preis-Leistung und dem begrenzten Budget ist dieser Punkt jedoch auch als bestens ausgenutzt anzusehen.

Zum Abschluss ist zu erwähnen, dass jede Konstruktion und jeder Entwicklungsprozess mit Fehlschlägen oder neuen Einschränkungen zu kämpfen hat. So müssen zuvor entworfene Konzepte oftmals teilweise oder sogar nochmal ganz überdacht und überarbeitet werden. Dennoch zählen am Schluss das Ergebnis und das Erreichen der zuvor abgesteckten Erwartungen, sodass alle Beteiligten und betreffenden Parteien mit dem Endergebnis vollkommen zufrieden sind. Am Ende des Tages muss eine derartige Solarladestation allgemein dafür sorgen, dass unter der zu Hilfenahme von Solarenergie autark und ohne weitere Umweltbelastungen nachhaltig Strom für die Studenten und Anwender des Campus der Hochschule produziert und generiert wird. Ist dieses Ziel erfüllt, dann kann ein solch großes Unterfangen als erfolgreich gelöst und bearbeitet angesehen und gewürdigt werden.

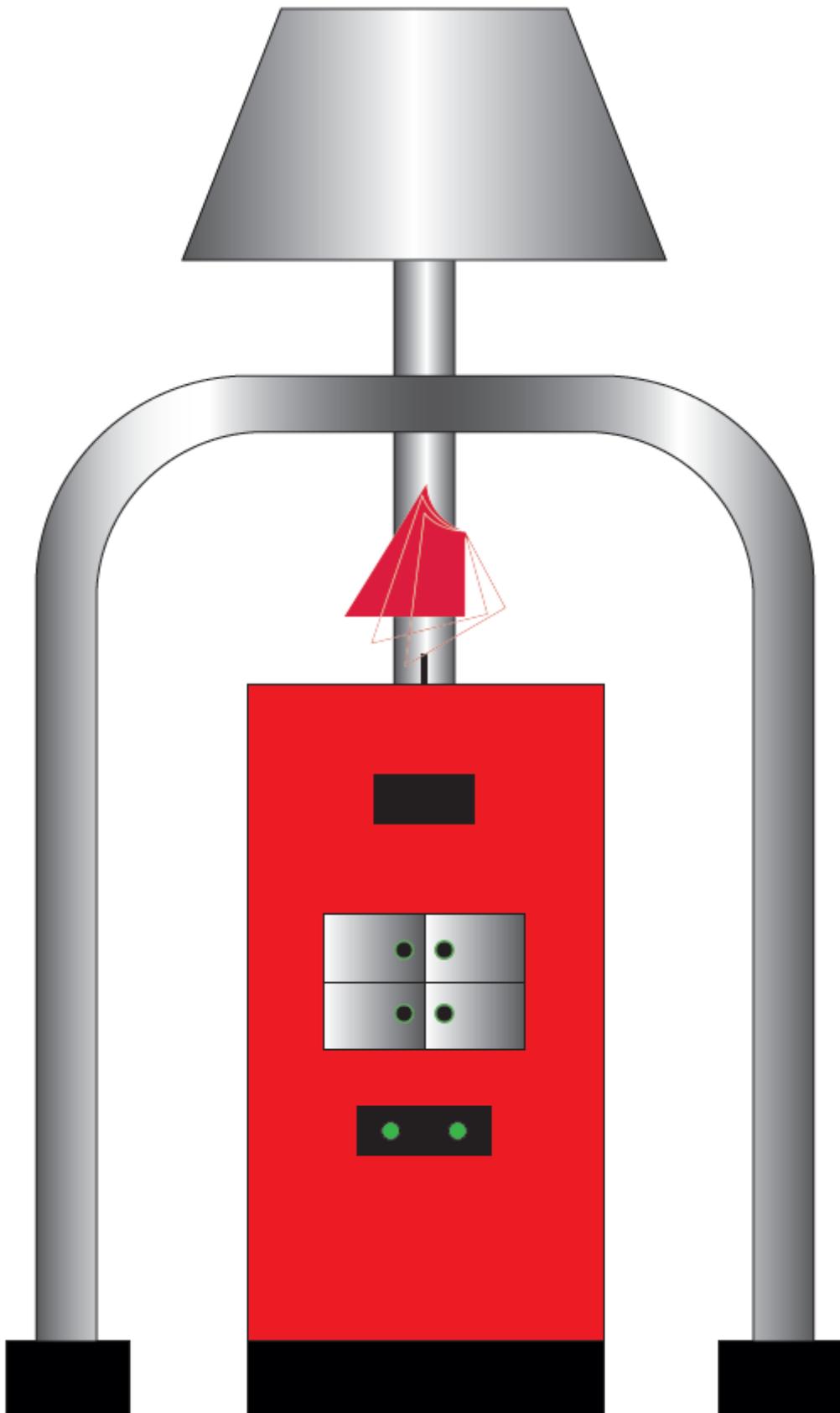


Abbildung 4: Erster Designentwurf Vordersicht

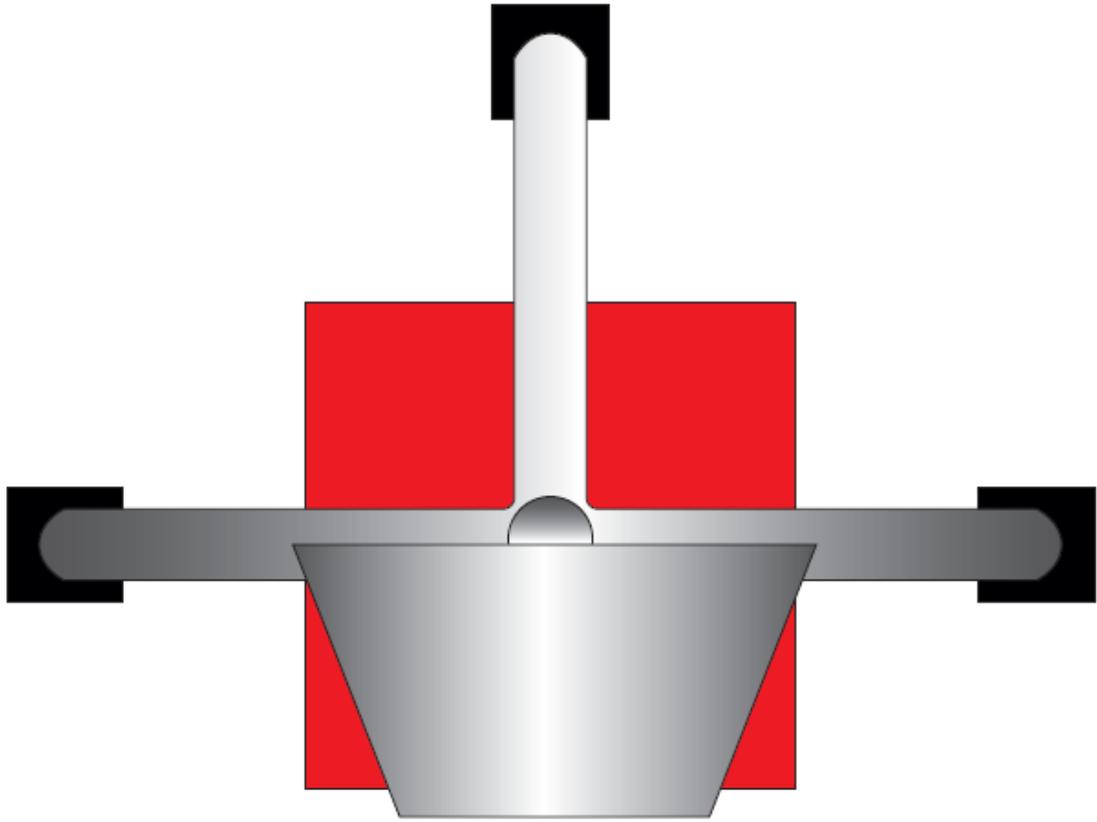


Abbildung 5: Erster Designentwurf Draufsicht

4. Kapazitätsberechnung

Der folgende Abschnitt beschäftigt sich mit der Kapazitätsberechnung der Solarladestation. Mit dem Hintergrund des Pflichten- und Lastenheft, der Blackbox und der Funktionsstruktur ergibt sich innerhalb des Entwicklungsprozesses die Frage zur Auslegung der elektrischen Komponenten und des zu generierenden Energiespektrums.

Die Basis einer solchen Kapazitätsberechnung beinhaltet zum einen die Hardware bzw. die elektrischen Komponenten der Solarladestation und zum anderen die Anwender bzw. die Verbraucher der jeweiligen Stationsnutzer.

Bei der Hardware sind die drei wichtigsten elektrischen Komponenten und Bauteile zu betrachten. Beginnend mit der Batterie der Ladestation. Diese Batterie dient als Speichermedium, welche die aufgenommene Sonnenenergie in elektrische Energie umwandelt und als Strom schlussendlich für die Nutzer bereitstellt. Aus diesem Grund kommt der Batterie eine wichtige Bedeutung dar, denn die maximale Kapazität der Batterie und die Zeit bis zur vollständigen Entladung verkörpert den Indikator für eine dauerhafte und autarke Bereitstellung von Strom. Wenn bei schlechtem Wetter, mit einer geringen Sonneneinstrahlung oder einer großen Beschattung zu rechnen ist, sorgt der Speicher dennoch für eine Gewährleistung der Versorgung mit Ladestrom. Hierbei stehen die Anforderungen an die Versorgung der Ladestation, welche innerhalb des Pflichten- und Lastenhefts festgesetzt wurden, in direkter Verbindung mit der notwendigen Kapazität der Batterie. Um eine nachhaltige und respektive Berechnung der Kapazitätsanalyse zu gewährleisten, wird im Nachfolgenden von einer Dauermindestversorgung von 6 bis 7 Stunden ausgegangen. Wobei die Betrachtungsparameter auf einen maximalen Verbrauch der Ladestation und einer Solarstromgewinnung von 0 Watt arretiert werden. Nachdem die Batterie ausführlich betrachtet wurde, folgt ein kurzer Abschnitt zum Wechselrichter. Wobei die Funktionsweise in späteren Betrachtungen bezüglich der fertigen Konstruktion und der Komponenten detaillierter erläutert wird. An dieser Stelle ist nur zu erwähnen, dass der Wechselrichter dafür gebraucht wird, um den gewonnenen Solarstrom von der Batterie in haushaltüblichen Wechselstrom zu richten, um die Steckdose versorgen zu können. Als letzte und wichtigste Komponente ist das Solarpanel zu sehen. Das Solarpanel besitzt je nach Größe und Art unterschiedliche Ladeleistungen. Diese Ladeleistungen sind durchschnitts und maximal Werte bzw. Angaben von den Herstellern. Weswegen mit einer schwankenden Leistung, über das Jahr bzw. die einzelnen Tage hinweg, zu rechnen ist. In der zu Grunde liegenden Kapazitätsberechnung wird von einer typisch erwarteten Tagesleistung bezogen auf die Monate von April bis Oktober in Deutschland ausgegangen. Denn innerhalb dieser Periode können die konstantesten und besten Leistungen erzielt werden. Wobei die wiederum maximale Ladeleistung nur an sonnigen Tagen mit den optimalen Begebenheiten und Umwelteinflüssen realisierbar bzw. erreichbar ist.

Nachdem die zu verbauenden Komponenten beschrieben wurden, folgen nun die Anwender und Verbraucher. Hierbei sind zum einen die beiden Hauptanwender, das Notebook und die Smartphones und zum anderen den eventuellen Daueranwender, den Raspberry Pi, zu nennen. Zuerst wird der eventuelle Raspberry Pi beschrieben, bei dem mit einer Dauerleistung bzw. einem Dauerverbrauch von 15 Watt gerechnet wird. Da dieser im Falle der Implementierung dauerhaft aktiv sein müsste, um die Daten der

Solarladestation anzuzeigen und zu verarbeiten, muss mit einer permanenten Verbrauchsquelle bemessen werden. Im Gegensatz zu dem konstanten Verbrauch des Raspberry Pi verzeichnet man bei den beiden Hauptanwendern eine sich stetig verändernde Ladeleistung. Denn die meisten Angaben zu Verbräuchen beziehen sich auf die maximalen Werte der Endnutzengeräte. Um auf alle Eventualitäten ausgelegt zu sein und mit einem entscheidenden Sicherheitsfaktor wird für die Kapazitätsberechnung gleichermaßen ein maximaler Verbrauchswert während des Ladevorgangs angenommen. Speziell beim Notebook wird dieser Wert nur erreicht, wenn das Gerät während des Ladevorgangs zusätzlich beansprucht wird und mit maximaler Leistung einen maximalen Verbrauch generiert. Je nach Endnutzengerät und Hersteller bzw. Ausstattung der Geräte wird von schwankenden Leistungen ausgegangen, welche nachfolgend mit Hilfe der Maximalwert Betrachtung jedoch abgefangen und negiert werden können. Schlussendlich wird eine Ladeleistung von 90 Watt für Notebooks und 12 Watt für Smartphones berücksichtigt.

Bevor die eigentlichen Kapazitätsberechnungen durchgeführt werden können, muss die nutzbare bzw. zur Verfügung stehende Kapazität erfasst werden. Hierbei bildet das Speichermedium die Grundlage für die Kapazität der Ladestation. Entsprechend wird von einem Gel-Akku mit einer Kapazität von 1300 Watt Stunden ausgegangen, da dieser das beste Preis-Leistungs-Verhältnis für die vorausgeplanten Belastungsfälle haben sollte. Mit Blick auf das Worst-Case-Szenario muss mit einem Solarstrom von 0 Watt gerechnet werden und dennoch muss die Station, gemäß den Anforderungen, mindestens 6 bis 7 Stunden unter Dauerauslastung Strom speisen können. Somit ergibt sich die endgültige Kapazität der Ladestation aus der Kapazität der Batterie wovon der Dauerverbrauch des Raspberry Pis abgezogen werden muss. Bei einer Dauerversorgung würde sich ein Verbrauch von etwa 360 Watt Stunden bezogen auf den Raspberry Pi einstellen. Gemäß aller Begebenheiten folgert dadurch eine Gesamtkapazität von 940 Watt Stunden für die Versorgung aller Endnutzengeräte und Verbraucher. Innerhalb der ersten Kapazitätsbetrachtung, welche in Abbildung 6 detaillierter zu betrachten sind, werden zwei verschiedene Ausstattungskonzepte beurteilt. Wobei das erste Konzept vier Smartphones und zwei Notebooks vorsieht. Bei einem Dauerverbrauch, gemäß aller Anforderungen und Rahmenbedingungen, ergibt sich ein maximaler Stromverbrauch von etwa 1482 Watt Stunden. Vergleichend mit der zur Verfügung stehenden Kapazität der Solarladestation würde sich ein zu hoher Verbrauch ergeben und entsprechend kann das Ausstattungskonzept nicht angewendet bzw. konstruiert und später implementiert werden. Parallel zum ersten Konzept beinhaltet das zweite Ausstattungskonzept ebenso vier Smartphones, jedoch nur Platz für ein Notebook. Infolgedessen würde sich ein maximaler Verbrauch bzw. eine Belastung der Kapazität von etwa 897 Watt Stunden einstellen. Gemäß aller Umstände könnte die Solarladestation mit den zuvor dargestellten Bedingungen und Eigenschaften dieses zweite Ausstattungskonzept versorgen können. Durch die Bewältigung des Verbrauchs mit einem zusätzlichen Puffer von etwa 43 Watt Stunden wird die weitere Entwicklung mit diesem Konzept vollzogen. Schließlich liegt damit ein passendes und realisierbares Ausstattungskonzept für die Solarladestation und ihre Endnutzeranschlüsse vor, welches zur besseren Veranschaulichung in Abbildung 6 in tabellarischer Form dargelegt ist.

Kapazitätsbetrachtung der Solarladestation				
Hardware / Komponenten	Wichtige Kennzahlen		zusätzliche Anmerkungen	
Batterie	1300 Wh	Kapazität	maximale Kapazität der Batterie, bis zur vollständigen Entladung	
Wechselrichter	300 W	Dauerleistung		
Solarpanel	300 W	Ladeleistung	1200 Wh / Tag	erwartete Tagesleistung von April bis Oktober in Deutschland
			max. 2400 Wh / Tag	an sonnigen Tagen mit optimalen Begebenheiten und Umwelteinflüssen
Anwender / Verbraucher	Kennzahlen zum Verbrauch		zusätzliche Anmerkungen	
Notebook	90 W	Ladeleistung	maximale Ladeleistung bzw. maximaler Verbrauch bei maximaler Auslastung / Beanspruchung des Geräts	
Smartphone	12 W	Ladeleistung	typische Ladeleistung eines Smartphones	
Raspberry Pi	15 W	Dauerleistung	Dauerleistung bzw. Dauerverbrauch des Raspberry Pi zur Darstellung aller wichtigen Daten der Solarladestation (muss permanent aktiv sein)	
Anforderung an die Versorgung der Ladestation				
mindestens 6 - 7 Stunden Dauer-versorgung der Ladestation bei maximaler Auslastung		bei der nachfolgenden Berechnung wurde mit einer Ladeleistung von 0 W bezüglich des Solarpanels ausgegangen (z.B. bei schlechtem Wetter, fehlender Sonne)		
Kapazitätsberechnung				

Nutzbare Kapazität zur Bereitstellung für Anwender / Verbraucher	nutzbare Kapazität = Gesamtkapazität - Dauerleistung des Raspberry	nutzbare Kapazität 1300 Wh - 360 Wh = 940 Wh	Dauerleistung des Raspberry: 15 W * 24 Stunden = 360 Wh
1. Kapazitätsberechnung	<i>4 Smartphones 2 Notebooks</i>		
maximaler Verbrauch bzw. Belastung der Kapazität	228 W Ladeleistung	6,5 h * 228 W = 1482 Wh	zu hoher Verbrauch
2. Kapazitätsberechnung	<i>4 Smartphones 1 Notebook</i>		
maximaler Verbrauch bzw. Belastung der Kapazität	228 W Ladeleistung	6,5 h * 228 W = 897 Wh	Verbrauch kann bewältigt werden

Abbildung 6: Erste Kapazitätsberechnung

Vorausgreifend zum Ergebnis der gesamten Entwicklung wurde ein passendes und optimales Konzept mit einer guten Preis-Leistung entworfen und fertig auskonstruiert. Jedoch ergaben sich einige Probleme im Zusammenhang mit dem zur Verfügung stehenden Kapital. Denn die zuvor angedeutete Erhöhung des Budgets von 1500 Euro konnte durch das Rektorat nicht genehmigt werden. Entsprechend war das erste Konzept, welches deutlich über der 1500 Euro Marke lag, in der Praxis nicht realisierbar und mit den vorhandenen Möglichkeiten nicht umzusetzen. Mit dieser Erkenntnis bzw. Entscheidung von oberster Ebene folgt die Umplanung bzw. das Überarbeiten von großen Teilen des Entwicklungsprozesses. Neben einschneidenden Entschlüssen im Design und einigen konstruktiven Veränderungen, werden auch kostentechnische Einsparungen innerhalb der Hardware vorgenommen. Damit soll die Grenze von 1500 Euro eingehalten und die Solarladestation dennoch vollständig konstruiert und aufgebaut werden.

Folglich wurde auf der Hardware und Komponenten Seite auf ein neues Solarpanel gesetzt, welches neben deutlich reduzierten Kosten auch eine verringerte Solarladeleistung hervorbringt. Parallel zu den vorherigen Angaben des Herstellers und den gleichen Voraussetzungen und Umwelteinflüssen kann das Solarpanel eine Ladeleistung von 150 Watt verzeichnen. Entsprechend sind somit über den Tag hinweg ein durchschnittlicher Ertrag im Sommer von 600 Watt Stunden und ein maximaler Ertrag von 1200 Watt Stunden zu generieren. Diese Veränderung wirkt sich vor allem auf das nachfolgend berechnete Ausstattungskonzept der Ladestation aus. Eine Versorgung von Notebooks ist infolge des reduzierten Budgets und der reduzierten Leistung nicht mehr im realisierbaren Rahmen, weshalb im Folgenden nur noch auf Smartphone Ladeplätze gesetzt wird. Aus diesem Grund ist die Notwendigkeit eines Wechselrichters überflüssig, wodurch weitere Kosten eingespart werden können. Mit den bisherigen Einsparungen ist es nicht

notwendig an der Batterie große Veränderungen vornehmen, zumal das bisherige Speichermedium bereits eine gute Preis-Leistung erfüllt. Entsprechend wurde lediglich auf eine etwas reduzierte Kapazität von 1200 Watt Stunden gesetzt. Mit dieser kleinen Senkung der Kapazität steigt nochmals das Preis-Leistungs-Verhältnis der Gel-Batterie, anhand reduzierter Anschaffungskosten, weiter an.

Auf der Seite der Anwender und Verbraucher ändert sich, wie oben bereits angesprochen, nur die Tatsache, dass Notebooks gänzlich als Anwender aus der Entwicklung ausgeschlossen werden. Wegen einem zu hohen Leistungsbedarf und einer veränderten Lage, mit dem Bedürfnis an einer größeren Anzahl an USB-Buchsen, wird die Leistung des jetzigen Konzepts Preis- und Leistungstechnisch besser verteilt. Wie bereits beim ersten Konzept bleiben die Rahmenbedingungen und Einflüsse auf die Ladekapazität unverändert, sodass mit einer typischen maximalen Ladeleistung von 12 Watt pro Smartphone auszugehen ist. Daneben bleibt die Anforderung der 6 bis 7 Stunden Versorgung auch bei einem völligen Batteriebetrieb weiterhin bestehen und muss in den Kapazitätsberechnungen ausreichend berücksichtigt werden. Der letzte und entscheidendste Punkt ist das Weglassen des Raspberry Pi, wodurch ein vorausgeplanter dauerhafter Stromverbrauch von etwa 360 Watt Stunden eingespart werden kann.

Im Sinne der Änderungen im Budget und innerhalb der gesamten Konstruktion der Ladestation ergeben sich zwei neue Ausstattungskonzepte. Beginnend mit einem Konzept, bei dem von 4 USB-Buchsen auf 12 Buchsen erhöht wird. Dabei lässt sich ein prognostizierter maximaler Verbrauch von etwa 936 Watt Stunden errechnen, welcher sich mit einer großzügigen Toleranz und Sicherheitsfaktoren für gut realisierbar und anwendbar herauskristallisiert. Auch auf der preislichen Seite ist dieses Konzept innerhalb des 1500 Euro Rahmens gut durchzuführen. Im Gegensatz dazu steht das zweite Ausstattungskonzept, bei dem die Anzahl an USB-Buchsen auf 16 Stück angehoben wird. Für die Seite des Stromverbrauchs bedeutet das eine Belastung im maximalen Fall von rund 1248 Watt Stunden. Diesen Verbrauch könnte das eingebaute Speichermedium gerade so versorgen und somit würde auch dieses Konzept auf der technischen Seite funktionieren. Wenn sich der Blickwinkel jedoch Richtung Preis und Budget von 1500 Euro wendet, wird schnell ersichtlich, dass 16 USB-Buchsen den kostentechnischen Rahmen sprengen werden. Folglich ist das zweite Konzept für den speziellen Anwendungsfall der Solarladestation für die Hochschule Karlsruhe unpassend und ungeeignet. Für detailliertere Angaben und eine bessere Anschaulichkeit sind in Abbildung 7 die zweiten Kapazitätsberechnungen für das 1500 Euro Konzept zu finden.

Kapazitätsbetrachtung der Solarladestation				
Hardware / Komponenten	Wichtige Kennzahlen		zusätzliche Anmerkungen	
Batterie	1200 Wh	Kapazität	maximale Kapazität der Batterie, bis zur vollständigen Entladung	
Solarpanel	150 W	Ladeleistung	600 Wh / Tag	erwartete Tagesleistung von April bis Oktober in Deutschland
			max. 1200 Wh / Tag	an sonnigen Tagen mit optimalen Begebenheiten und Umwelteinflüssen
Anwender / Verbraucher	Kennzahlen zum Verbrauch		zusätzliche Anmerkungen	
Smartphone	12 W	Ladeleistung	typische Ladeleistung eines Smartphones	
Anforderung an die Versorgung der Ladestation				
mindestens 6 - 7 Stunden Dauer-versorgung der Ladestation bei maximaler Auslastung	bei der nachfolgenden Berechnung wurde mit einer Ladeleistung von 0 W bezüglich des Solarpanels ausgegangen (z.B. bei schlechtem Wetter, fehlender Sonne)			
Kapazitätsberechnung				
Nutzbare Kapazität zur Bereitstellung für Anwender / Verbraucher	nutzbare Kapazität = Gesamtkapazität - Dauerleistung des Raspberry		nutzbare Kapazität = 1200 Wh	
1. Kapazitätsberechnung				
maximaler Verbrauch	144 W Ladeleistung		6,5 h * 144 W = 936 Wh	Verbrauch kann bewältigt werden

Belastung der Kapazität			
2. Kapazitätsberechnung	<i>16 Smartphones</i>		
maximaler Verbrauch bzw. Belastung der Kapazität	192 W Ladeleistung	$6,5 \text{ h} * 192 \text{ W} = 1248 \text{ Wh}$	<i>Verbrauch kann bewältigt werden, aber zu hohe Kosten bei 16 Anschlüssen</i>

Abbildung 7: Finale Kapazitätsberechnung

Resümierend ergibt sich grundsätzlich nur ein real anwendbares und funktionierendes Konzept, um die Bedürfnisse und Anforderungen des Projekts der Solarladestation für den Campus der Hochschule zu erfüllen. Dementsprechend wird die zweite Entwicklungs- und Konstruktionsphase mit dem Ausstattungskonzept von 12 USB-Buchsen zum Laden von Smartphones durchgeführt. Das Konzept bietet somit trotz verminderter Kosten eine gute Lösung, um vor allem auch eine breitere Masse an Studenten oder Anwender zufrieden zu stellen und mit Ladestrom versorgen zu können. Da die oben beschriebene Berechnung bzw. Kapazitätsbetrachtung in vielen Fällen mit maximalen Werten rechnet und in der Realität oft schwankende Leistungen anliegen, wird die Dauer bzw. Kapazität der Ladestation in der Praxis nochmal deutlich besser sein. Somit sind das Preis-Leistungs-Verhältnis und die geforderte Mindestanwendungsdauer vollständig erfüllt. Ob das Ausstattungskonzept für die Praxis das Optimum verkörpert ist abzuwarten. In allen Fällen kann die Ausstattung der Ladestation auch später noch gut verändert und angepasst werden, sofern sich innerhalb eines längeren Zeitraums bestimmte Defizite bzw. Muster ergeben und beobachten lassen. Für das Konzept und die Entwicklung ist die Kapazitätsbetrachtung dennoch sehr wichtig, um eine Dimension für die Möglichkeiten und technischen Ausstattungsplätze zu schaffen.

5. Morphologischer Kasten & Gewichtungsmatrix

Der morphologische Kasten ist eine methodische Lösungsstrategie, bei der verschiedene Lösungen parallel miteinander verglichen und erarbeitet werden können, ohne zu sehr ins Detail zu gehen. Ziel ist es, vollständige Lösungsvarianten aufzubauen. Zum Erstellen des morphologischen Kastens wird die Anforderungsliste und Funktionsstruktur benötigt. Mit ihnen werden die jeweiligen Teilfunktionen herausgearbeitet. Diese bilden die erste Spalte des morphologischen Kastens. In den weiteren Spalten werden Lösungen zu den einzelnen Teilfunktionen vorgeschlagen. Dabei gehören die Lösungsvorschläge einer Zeile zur jeweiligen Teilfunktion. Somit nimmt der morphologische Kasten die Form einer Matrix an, wie in den Abbildungen 8 zu sehen ist.

Nun können die Lösungsvorschläge der einzelnen Zeilen mit einer Linie verbunden werden, um abschließend eine Gesamtlösung zu entwickeln. Im Rahmen unseres Projektes ergaben sich insgesamt 3 Gesamtlösungen. Hierbei beschreibt die gelbe Linie die Premium-Variante mit jeglichem Komfort, wohingegen die blaue Linie die Basic-Variante darstellt, die am günstigsten wäre. Die grüne Linie, die Eco-Variante bildet eine Zwischenlösung bzw. einen Kompromiss der beiden anderen Varianten.

Morphologischer Kasten			Teillösung Nr.			
			1	2	3	4
Energie gewinnen	1	Sonnenenergie wandeln Eingang	Eine Solarplatte 	Zwei Solarplatten 		
	2	Verbindungen Ausgang	Steckverbindung 	Klemmen 	Verlöten 	
	3	Befestigung	Schraubverbindung 	Klebenen 		
Energie wandeln	4	Wandeln	Wechselrichter mit Display 	Wechselrichter ohne Display 		
	5	Verbindungen Eingang	Steckverbindung 	Klemmen 	Verlöten 	
	6	Verbindungen Ausgang	Steckverbindung 	Klemmen 	Verlöten 	
	7	Befestigung	Schraubverbindung 	Klebenen 		

Energie speichern	8	Speichern	Speicher	Gel Batterie 	Lithium Batterie 		
	9	Verbindungen	Eingang	Steckverbindung 	Klemmen 	Verlöten 	
	10		Ausgang	Steckverbindung 	Klemmen 	Verlöten 	
	11	Befestigung		Schraub-verbindung 	Klebenen 	Klemmen	
Energie ausgeben	12	Energie ausgeben		Spannungswandler	Spannungswandler 300W 		
	13	Verbindungen	Eingang	Steckverbindung 	Klemmen 	Verlöten 	
	14		Ausgang	Steckverbindung 	Klemmen 	Verlöten 	
	15	Befestigung		Schraub-verbindung 	Klebenen 		
Anschlüsse mit Energie versorgen	16	Anschlüsse		12 USB AC Adapter	2 Steckdosen 4 USB AC Adapter		
	17	Verbindungen	Eingang	Steckverbindung 	Klemmen 	Verlöten 	
	18		Ausgang	Steckverbindung 	Klemmen 	Verlöten 	
	19	Befestigung		Schraub-verbindung 	Klebenen 		
Elektrische Verbraucher laden	20	Anschlüsse		12 USB	1 Steckdose 4 USB Ladestationen	2 Steckdosen 4 USB Ladestationen	
	21	Verbindungen	Eingang	Steckverbindung 	Klemmen 	Verlöten 	
	22		Ausgang	12USB Ladestationen in der Solarladestation	1 Steckdose 4 USB Ladestationen in der Solarladestation	2 Steckdosen 4 USB Ladestationen in der Solarladestation mit verschlissbarer Klappe	
	23	Befestigung		Schraub-verbindung 	Klebenen 		

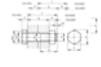
Informationen verarbeiten	24	Verarbeiten	Eingang	Raspberry Pi® 8GB 	Raspberry Pi® 2GB 	Raspberry Pi® 4GB 	Nicht vorhanden
	25	Verbindungen	Eingang	W-Lan			
	26		Ausgang	USB 			
	27	Befestigung		Schraub-verbindung 	Klebenen 		
Informationen ausgeben	28	Ausgabe		LCD Display 	LED Tafel 		Nicht vorhanden
	29	Verbindungen	Eingang	USB 			
	30	Befestigung		Schraub-verbindung 	Klebenen 		

Abbildung 8: Morphologischer Kasten

Nachdem die Gesamtlösungen erstellt wurden, muss entschieden werden, welche der drei Varianten in der nächsten Konstruktionsphase verfolgt und vertieft wird. Dafür werden die einzelnen Lösungsvarianten gegenübergestellt und miteinander verglichen. Die stärkste Variante, d.h. hierbei gewinnt die marktfähigste Variante. Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten, um diese zu ermitteln. Als Entscheidungsgrundlage dient für diese Konstruktion die Wertigkeitsanalyse in Kombination mit der Gewichtungsmatrix. Dabei werden Einzelkriterien aus der Konstruktion bzw. der Anforderungsliste gegeneinander gewichtet, wie in Abbildung 9 der Gewichtungsmatrix zu sehen ist. Dabei werden die Gewichtungen einzelner Kriterien ermittelt. Im nächsten Schritt wird das Bewertungsschema (zweite Tabelle in Abbildung 9) für die Ladestation erstellt. Demnach errechnet sich die Technische Wertigkeit. Die einzelnen Kriterien von den jeweiligen Varianten erhalten entsprechend ihrer Qualität Punkte von 0 bis 4. 0 Punkte verkörpert ein „unbedeutendes“ und 4 Punkte ein „sehr wichtiges“ Kriterium (dritte Tabelle in Abbildung 9). Anschließend wird die Gewichtung „g“ mit den vergebenen Punkten „P“ multipliziert. Dies wird mit allen einzelnen Kriterien durchgeführt. Im Endeffekt werden die Ergebnisse aufsummiert. Aus den maximal erreichbaren Punkten werden die prozentualen Anteile der Summen einzelner Kriterien errechnet. Daraus ergibt sich die Technische Wertigkeit der einzelnen Varianten. Die Lösungsvariante mit der höchsten technischen Wertigkeit, welche demnach die beste Erfüllung der Zielvorgaben hinsichtlich aller Bewertungskriterien bei einer vorab festgelegten Gewichtung realisiert, gewinnt den Auswahlprozess. Gemäß Abbildung 9 verzeichnet die Eco-Variante einen Wert von 60%, die Basic-Variante einen Wert von 91,7% und die Premium-Variante einen Wert von 75%. Aufgrund des preislichen Rahmens ist eine reale Konstruktion der Premium-Variante in keinem Fall möglich. Dementsprechend können lediglich die ECO- und Basic-Varianten weiterverfolgt werden.

Gewichtungsmatrix:

Kriterium	Nr.:	1	2	3	4	5
Energiegewinnung durch Sonnenenergie	1		0	0	1	1
Kosten	2	1		0	1	0
Informationsweitergabe	3	1	1		1	1
Vandalismussicher	4	0	0	0		0
Stylish	5	0	1	0	1	
	$\sum P_i$:	3	3	1	5	3
	g_{UPM} :	60	60	20	100	60

Legende
1: Wichtiger
0: Nicht so wichtig

Bewertungsschema :

Bewertungskriterium	Gewichtung g	ECO		Basic		Premium	
		Punkte P	P × g	Punkte P	P × g	Punkte P	P × g
Energiegewinnung durch Sonnenenergie	60	2	120	4	240	4	240
Kosten	60	4	240	3	180	1	60
Informationsweitergabe	20	2	40	2	40	3	60
Vandalismussicher	100	2	200	4	400	3	300
Stylish	60	2	120	4	240	4	240
	\sum :		720		1100		900
	Technische Wertigkeit:		60,0%		91,7%		75,0%

Maximal erreichbare Punkte $P_{ges,ideal}$:	1200
--	------

Gewichtungsfaktoren	
unbedeutend	0
geringe Bedeutung	1
normale Bedeutung	2
wichtig	3
sehr wichtig	4

$$\text{Technische Wertigkeit : } W_{t,j} = \frac{P_{j,ges}}{P_{ges,ideal}}$$

6. Belastungsberechnungen & Umwelteinwirkungen

Im Anschluss an die Bewertung der verschiedenen Entwürfe, folgen Belastungs- und Festigkeitsberechnungen. Diese dienen zur realen Dimensionierung der stark beanspruchten Bauteile der Solarladestation. Dabei stehen die Aspekte der Sicherheit und Vandalismus Sicherheit an primärer Stelle.

Annahmen

Die Annahmen für die Belastungsberechnungen sind zum einen die maximale Windgeschwindigkeit und zum anderen die Dichte der Luft.

Die Maximale Windgeschwindigkeit in Karlsruhe beträgt durchschnittlich 61km/h oder 16,6667 m/s.

Bei der Dichte Von Luft wird angenommen, dass sie konstant ist und bei 20°C 1,2041 kg/m³ beträgt.

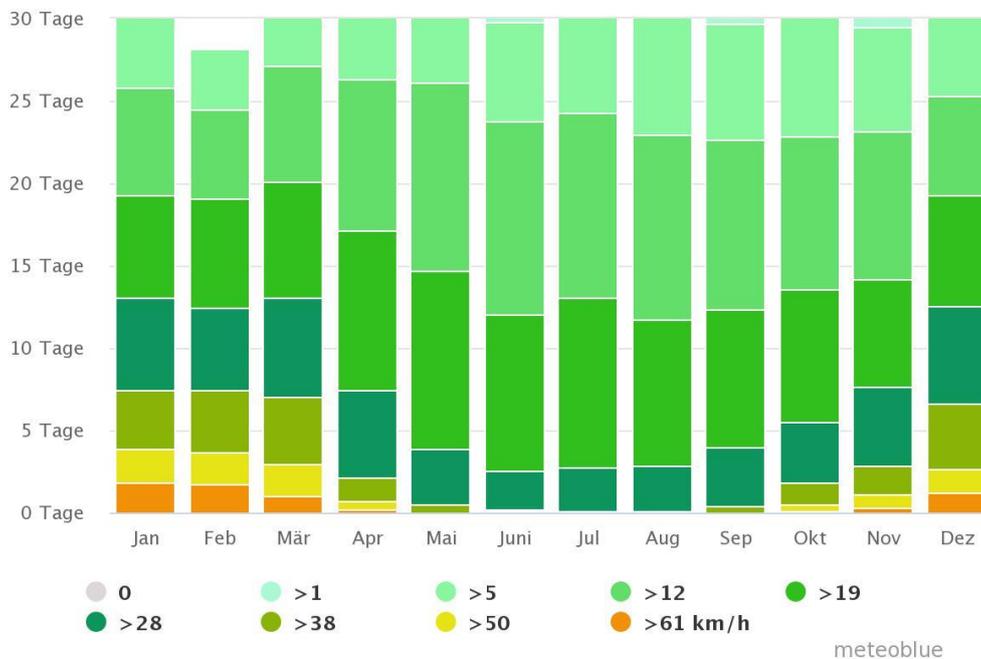


Abbildung 10: Windgeschwindigkeiten in KA

Quelle: https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/karlsruhe_deutschland_2892794

Letzter Zugriff: 22.05.2021 um 15.21 Uhr

Auslegungsgrundlage Solarplatte / Umwelteinwirkung Sonne

Zur Verifizierung der Sonneneinstrahlung und des möglichen Ertrags einer Solarplatte in Karlsruhe werden die nachfolgenden Werte herangezogen. Die Werte beziehen sich auf eine Seite der Europäischen Kommission für photovoltaische und geographische Informationen.

Quelle: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ - letzter Zugriff am 26.05.2021 um 11.48 Uhr

The screenshot displays the PVGIS web application interface. On the left is a map of Karlsruhe, Germany, with a blue location pin and a search bar at the bottom. The search bar contains the address 'Eg Ispra, Italy' and shows coordinates 'Lat/Lon: Eg. 45.815 | Eg. 8.611'. On the right is the configuration panel for 'PERFORMANCE OF OFF-GRID PV SYSTEMS'. The panel includes a 'Cursor' field with the value '49.017, 8.394', a 'Selected' field with '49.016, 8.391', and an 'Elevation (m)' field with '121'. There are checkboxes for 'Use terrain shadows' (checked) and 'Calculated horizon' (checked). Below these are buttons for 'Download CSV' and 'Download JSON'. The main configuration area has a dropdown for 'Solar radiation database' set to 'PVGIS-SARAH'. Other fields include 'Installed peak PV power [Wp]' (150), 'Battery capacity [Wh]' (1200), 'Discharge cutoff limit [%]' (0.00), and 'Consumption per day [Wh]' (360). There are also fields for 'Slope [°]' (35) and 'Azimuth [°]' (0). At the bottom of the panel are buttons for 'Visualize results', 'Download CSV', and 'Download JSON'.



European Commission

Performance of off-grid PV systems

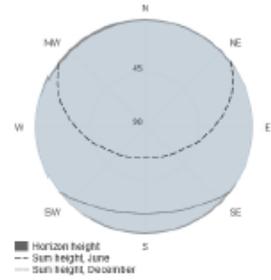
PVGIS-5 estimates of solar electricity generation

Provided inputs

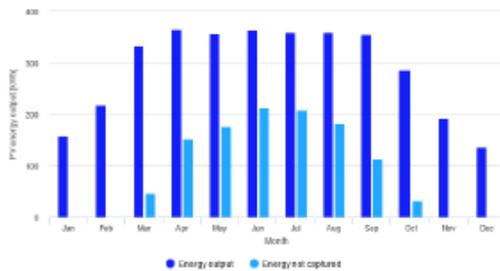
Latitude/Longitude: 49.016, 8.391
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-SARAH
 PV installed: 150 Wp
 Battery capacity: 1200 Wh
 Cutoff limit: 0.001 %
 Consumption per day: 360 Wh

Slope angle: 35 °
 Azimuth angle: 0 °
Simulation outputs
 Percentage days with full battery: 34.59 %
 Percentage days with empty battery: 35.46 %
 Average energy not captured: 272.99 Wh
 Average energy missing: 195.72 Wh

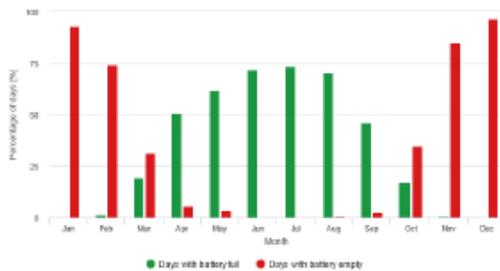
Outline of horizon at chosen location:



Power production estimate for off-grid PV:



Battery performance for off-grid PV system:



Probability of battery charge state at the end of the day:



Monthly average performance

Month	E_d	E_n	f_f	f_e
January	157.2	0.0	0.0	93.1
February	218.8	2.0	1.5	74.4
March	331.9	47.0	19.4	31.2
April	365.2	152.0	50.6	5.6
May	356.8	176.7	61.8	3.5
June	363.2	213.0	71.9	0.0
July	358.8	208.6	73.7	0.0
August	359.8	182.1	70.4	0.5
September	354.7	114.4	46.1	2.5
October	285.6	32.1	17.2	35.0
November	193.0	0.1	0.6	85.0
December	137.2	0.0	0.0	96.5

E_d: Average energy production per day [Wh/day],
 E_n: Average energy not captured per day [Wh/day],
 f_f: percentage of days when battery became full [%],
 f_e: percentage of days when battery became empty [%].

Cs	Cb
0-10	31.0
10-20	5.0
20-30	4.0
30-40	3.0
40-50	3.0
50-60	3.0
60-70	4.0
70-80	6.0
80-90	21.0
90-100	20.0

Cs: Charge state at the end of each day [%],
 Cb: percentage of days with this charge state [%].

The European Commission initiates this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will fix the content quickly.
 However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.
 This information is:
 (i) of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity,
 (ii) not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date,
 (iii) sometimes linked to external sites over which the Commission neither has nor control and for which the Commission assumes no responsibility,
 (iv) not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Joint Research Centre

PVGIS ©European Union, 2001-2021.
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2021/05/24

Abbildung 11: PV-Ertrag Karlsruhe

Kraft auf die Solartplatte

Um die Kraft auf das Solarpanel, welches um 35° geneigt ist, zu berechnen, wird die projizierte Fläche des Solarpanel senkrecht zur Windströmung benötigt.

$$A = a \times \sin \alpha \times b$$

$$A = 680\text{mm} \times \sin 35^\circ \times 1140\text{mm} = 444636,45\text{mm}^2 = 0,44463645\text{m}^2$$

Anschließend kann die Kraft mithilfe der Annahmen errechnet werden.

$$F = A \times \delta \times c^2$$

$$F = 0,44463645\text{m}^2 \times 1,2041 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \left(16,6667 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 148,72\text{N}$$

Mit Einbeziehung der Höhe des Bogens von 2,4 Metern, lässt sich das Drehmoment, welches an den beiden Flanschen wirkt, ermitteln.

$$M = F \times L$$

$$M = 148,72 \times 2,4\text{m} = 356,93\text{Nm}$$

Die Bohrungen im Flansch haben einen Abstand von 100mm und somit ergibt sich ein Abstand zur Mitte von exakt 50mm. Daraus berechnet sich die Belastung für die Bolzenanker.

$$F = \frac{356,93\text{Nm}}{0,05\text{m}} = 7138,52\text{N}$$

Da 4 Bolzenanker pro Richtung verbaut sind beträgt die Last pro Bolzenanker ein Viertel des obigen Wertes.

$$F_B = \frac{7138,52\text{N}}{4} = 1784,63\text{N}$$

Gemäß den zulässigen Belastungen eines einzelnen Bolzenankers von 4300 N, wird ein Sicherheitsfaktor von 2,4 jederzeit gewährleistet.

LASTEN

Bolzenanker FAZ II, FAZ II K und FAZ II GS (HBS)

galvanisch verzinkter Stahl / nicht rostender Stahl / hochkorrosionsbeständiger Stahl

Zulässige Lasten eines Einzeldübeln in gerissenem Normalbeton (Betonzugzone) der Festigkeit C20/25 (~B25) ¹⁾²⁾³⁾⁹⁾										Minimale Abstände bei gleichzeitiger Reduzierung der Last	
Typ	Werkstoff Befestigungselement	Mindestbauteildicke h_{min} [mm]	Effektive Verankerungstiefe h_{ef} ⁴⁾ [mm]	Montagedrehmoment T_{inst} [Nm]	Zulässige Zuglast N_{zul} ⁶⁾ [kN]	Zulässige Querlast V_{zul} ⁶⁾ [kN]	Erforderlicher Randabstand (bei einem Rand) für		Erforderlicher Achsabstand für Max. Last s [mm]	Min. Achsabstand s_{min} ⁷⁾ [mm]	Min. Randabstand c_{min} ⁷⁾ [mm]
							Max. Zuglast c [mm]	Max. Querlast c [mm]			
FAZ II 6	gvz	80	40	8	0,7	3,4	45	80	120	35	45
	A4					5,0		125			
	C										
FAZ II 8	gvz	80	35 ⁵⁾	20	2,6	7,8	40	200	105	35	40
		90	45		3,8		45	185	135		
		80	35 ⁵⁾		2,6		40	105			
	A4	90	45		3,8	45	135				
		80	35 ⁵⁾		2,6	40	105				
		90	45		3,8	45	135				
FAZ II 10	gvz	90	40	45	4,3	11,3	60	275	120	40	45
		110	60		6,2		65	255	180		
		90	40		4,3		60	275	120		
	A4	110	60		6,2	65	325	180			
		90	40		4,3	60	275	120			
		110	60		6,2	65	325	180			
FAZ II 12	gvz	100	50	60	6,1	17,5	75	400	150	50	55
		120	70		9,5		100	350	210		
		100	50		6,1		75	435	150		
	A4	120	70		9,5	100	450	210			
		100	50		6,1	75	435	150			
		120	70		9,5	100	450	210			
FAZ II 16	gvz	140	65	110	9,0	28,7	100	545	195	65	65
			85		13,4		130	585	255		
			65		9,0		100	545	195		
	A4		85		13,4	130	760	255			
			65		9,0	100	545	195			
			85		13,4	130	760	255			
FAZ II 20	gvz	170	100	200	17,1	44,6	150	745	300	95	85
	A4										
	C										
FAZ II 24	gvz	210	125	270	24,0	57,5	170	840	375	100	100
	A4										
	C										

Für die Bemessung ist die gesamte Bewertung ETA 05/0069, vom 03.07.2017 zu beachten.⁸⁾

¹⁾ Es sind die in der ETA 05/0069 geregelten Teilsicherheitsbeiwerte der Widerstände sowie ein Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkung von $\gamma_F = 1,4$ berücksichtigt. Als Einzeldübel bei Zuglast und Querlast ohne Randeinfluss gilt z. B. ein Dübel mit einem Achsabstand $s \geq 3 \cdot h_{ef}$ und einem Randabstand $c \geq 1,5 \cdot h_{ef}$. Bei Querlasten unter Randeinfluss und für exakte Daten siehe ETA-05/0069.

²⁾ Bei höheren Betonfestigkeiten bis C50/60 sind eventuell höhere zulässige Lasten möglich.

³⁾ Bohrverfahren Hammerbohren, Hammerbohren mit Absaugung bzw. Diamantbohren.

Abbildung 12: Bolzenanker-Tabelle

Quelle: https://content.fischer.de/cbfiles/fischer/verkaufsunterlagen/vku_fazii_f_%23sde_%23aip_%23v4.pdf

Letzter Zugriff: 22.05.2021 um 15.27 Uhr

7. Stückliste

Position	Menge	Benennung	Sachnummer
1	1	Beton Palette	LS-2021-03-01
2	2	Blech Front	DIN EN 10130/10131 - 1000/2000/2
3	1	Deckel	DIN EN 10130/10131 - 480/610/2
4	2	Flansch	DIN 59200/EN 10025 -
5	8	Versteifungen Flansch	DIN 59200/EN 10025 -
6	2	Rohr Vertikal	DIN 2458/1615 - 60,3x2000
7	2	Rohr Bogen	DIN 2605
8	1	Rohr Horizontal	DIN 2458/1615 - 60,3x500
9	1	Rohr Solar	DIN 2458/1615 - 60,3x150
10	1	Rohr 35 Schräge	DIN 2458/1615 - 60,3x20
11	1	U Stahl Solar	DIN 1026/EN 10279/EN 10025 - 40/35/5/680
12	1	Rohr Kabel Führung	DIN 2458/1615 - 21.25x 300
13	6	Halter Seite Horizontal	DIN 2458/1615 - 21.25x 20
14	6	Halter Seite Quer	EN59200/EN10025 - 20X20X60
15	2	Lade Box U	DIN EN 10130/10131 -
16	2	Lade Box Seite Rechts	DIN EN 10130/10131 -
17	2	Lade box Seite Links	DIN EN 10130/10131 -
18	2	L Stahl Front	EN 10056-2/EN10025 - 30/30/5/500
19	2	L Stahl Seite	EN 10056-2/EN10025 - 30/30/5/250
20	2	L Stahl Kurtz Rechts	EN 10056-2/EN10025 - 30/30/5/125
21	2	L Stahl Kurtz Links	EN 10056-2/EN10025 - 30/30/5/125
22	18	Bolzenanker	94981
23	18	Senkschrauben	ISO 10642 M8x16 - 10.9
24	24	M 4 Schrauben	ISO 10642 M4x10 - 10.9
25	6	Sechskantmutter	ISO 4033-M8
26	24	Sechskantmutter	ISO 4033-M4
26	3	Kabelkanal	1812

27	1	Doppelseitiges Klebeband	
	1	Silikon	
28	1	Dichtung	
29	1	Solarzelle 150W	
30	1	Solar Regler	
31	1	Batterie	
32	1	12 Volt Verteiler	
33	3	4 Fach USB-Ladegerät	
34	6	USB-Ladekabel 1M	
35	6	USB-Ladekabel 1,8M	
36	12	USB-Tafelmontage	
37	4	Aufkleber	LS-2021-03-02

8. CAD Modell

Im Folgenden sind verschiedene Ansichten der beiden konstruierten Solarladestationen in Form von CAD-Modellen enthalten.

Begonnen wir mit der ECO Variante. Diese beinhaltet 12 USB-Ladebuchsen und wird nur von einer Solarplatte gespeist. Die Besonderheit dabei ist, dass sowohl auf der Vorder- als auch auf der Rückseite Lademöglichkeiten in Boxen angeboten werden.



Abbildung 13: CAD-Modell Front- und Hinteransicht

Der Bogen wird mit 2 Flanschen an der Betonpalette verschraubt. Um genügend Stabilität zu erreichen, werden zusätzliche Versteifungen zwischen den Flanschen und den Bögen angefügt.

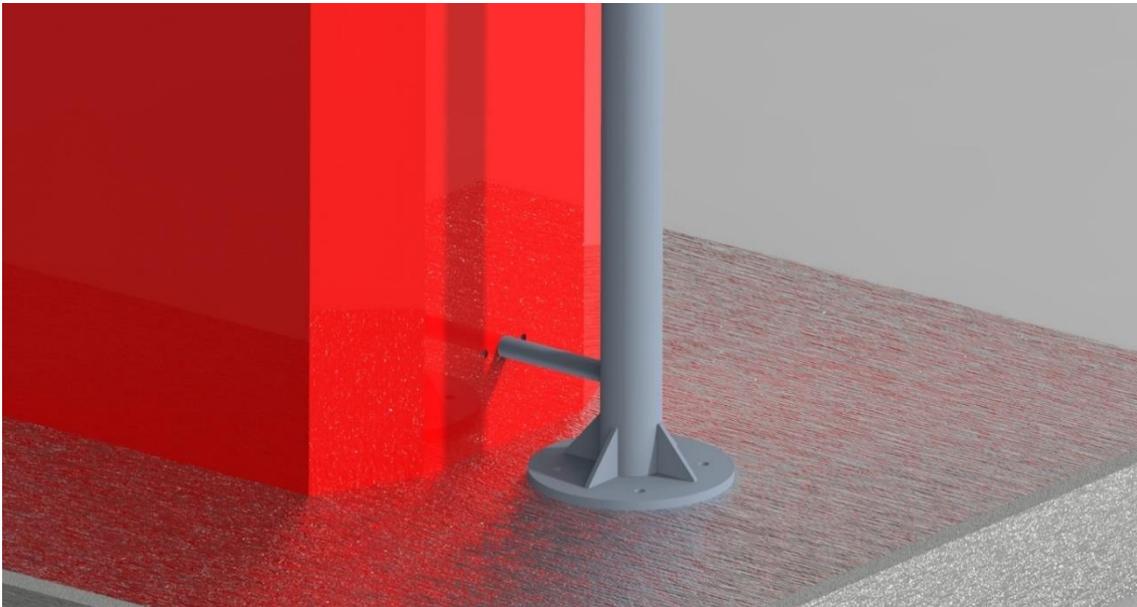


Abbildung 14: Flanschverbindung

Um eine einfache Montage zu gewährleisten ist das Solarpanel an einen U-Stahl geschraubt. Dieser ist wiederum mit dem Bogen verschweißt. Die Kabel des Solar Panels werden durch ein Rohr an der hinteren Seite geführt, um den Aspekt der Vandalismus Sicherheit zu wahren.

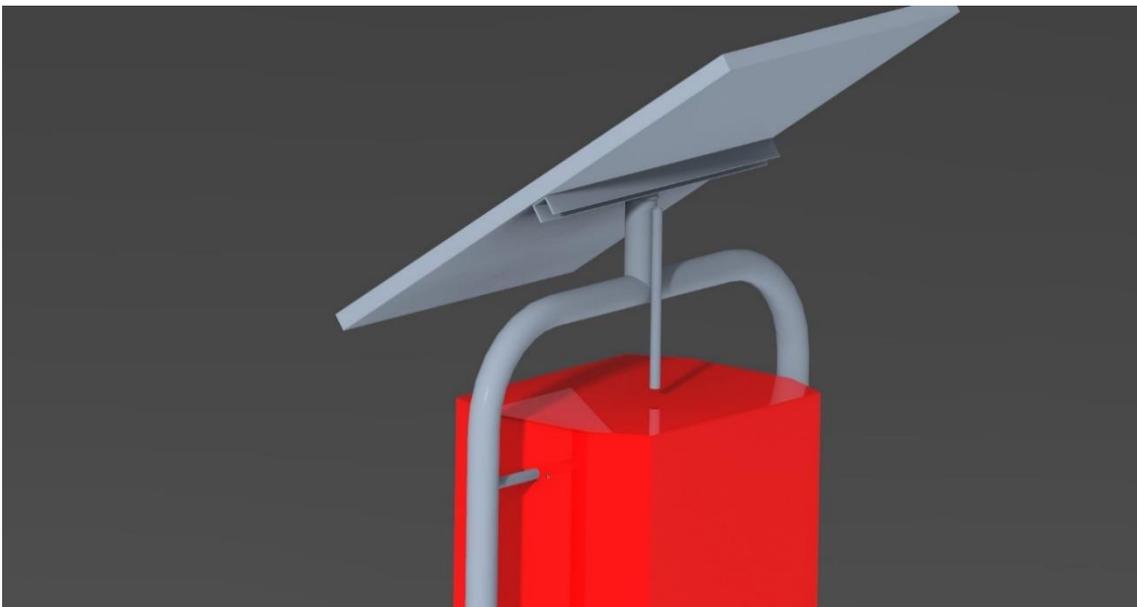


Abbildung 15: Kabelführung

Die Verbindung zwischen dem Bogen und dem inneren Korpus wird mithilfe von kleinen Haltern realisiert. Über eine Schraubverbindung kann eine Seite des Korpus komplett entfernt werden. Somit ist eine einfache Wartung jederzeit gewährleistet. Die andere Seite des Korpus wird formschlüssig mit dem Deckel verschweißt.

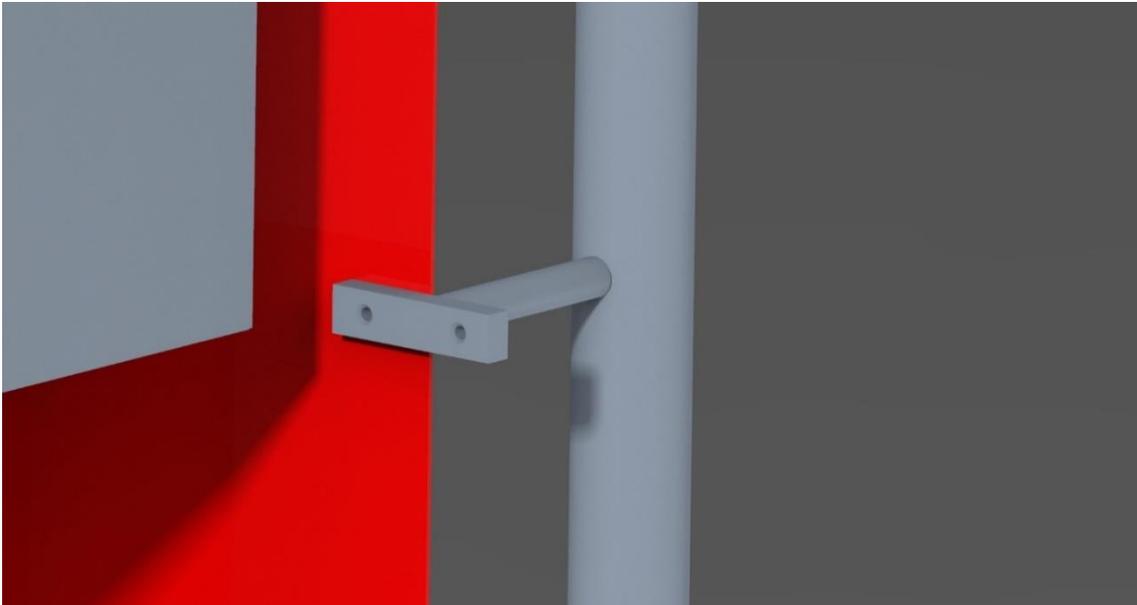


Abbildung 16: T-Halter

Um die Dichtigkeit am Boden zu gewährleisten, wird eine L-Schiene angebracht, welche den Abschluss zur Betonpalette darstellt. Neben der Verschraubung mit dieser, sorgt eine Silikonnaht für zusätzliche Abdichtung.

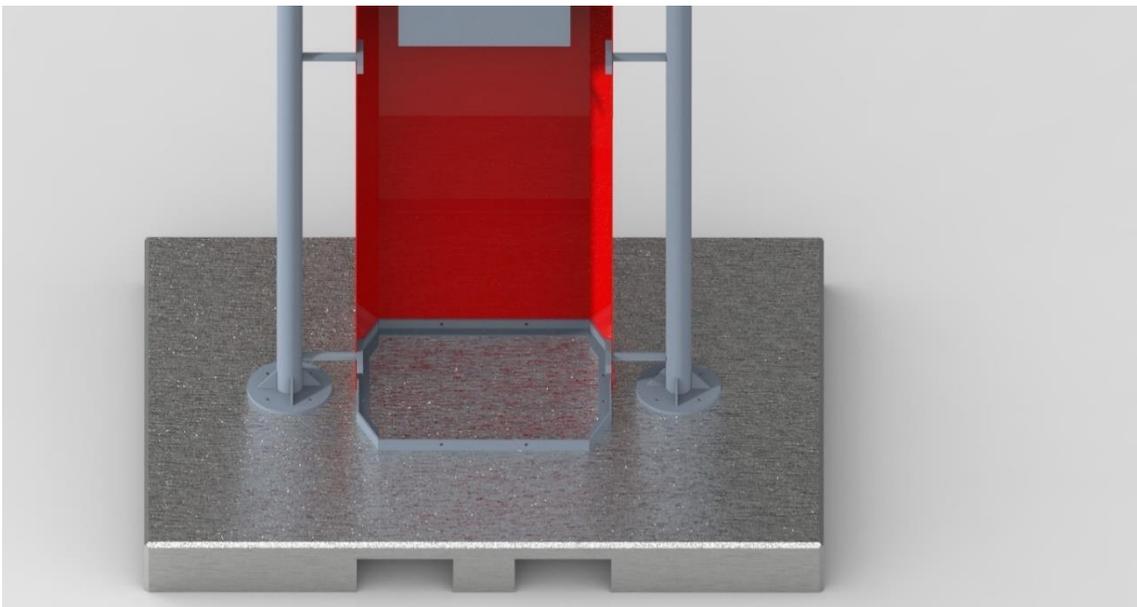


Abbildung 17: L-Stahl-Konstruktion

Im Gegensatz zur ECO-Variante trumpft die Basic-Variante mit differenzierten Features auf. Dazu zählen zum Beispiel eine 230 Volt Steckdose, ein zusätzliches Solarpanel oder auch ein Display, welches zur Informationsweitergabe gedacht ist. Mit Blick auf die begrenzten Mittel sind hierbei nur 4 USB-Steckplätze auf einer Seite der Station angebracht.



Abbildung 18: Basic-Variante

Die Befestigungen des Bogens und des inneren Korpus sind identisch mit der ECO Variante. Einzig die Dimensionen der Station ist größer konzipiert.

Des Weiteren sind die Solarpaneele dreh- und schwenkbar, um immer eine optimale Ausrichtung zur Sonne zu gewährleisten. Dies wird mithilfe eines Bosch Profils und einem passenden Gelenk realisiert.

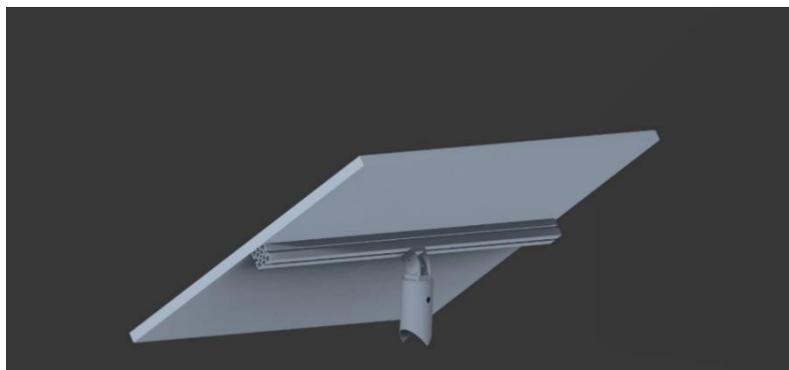


Abbildung 19: Gelenk-Konstruktion

Das Display ist über der Ladebox angebracht, um dem Benutzer ergonomisch die wichtigsten Informationen zu übermitteln.

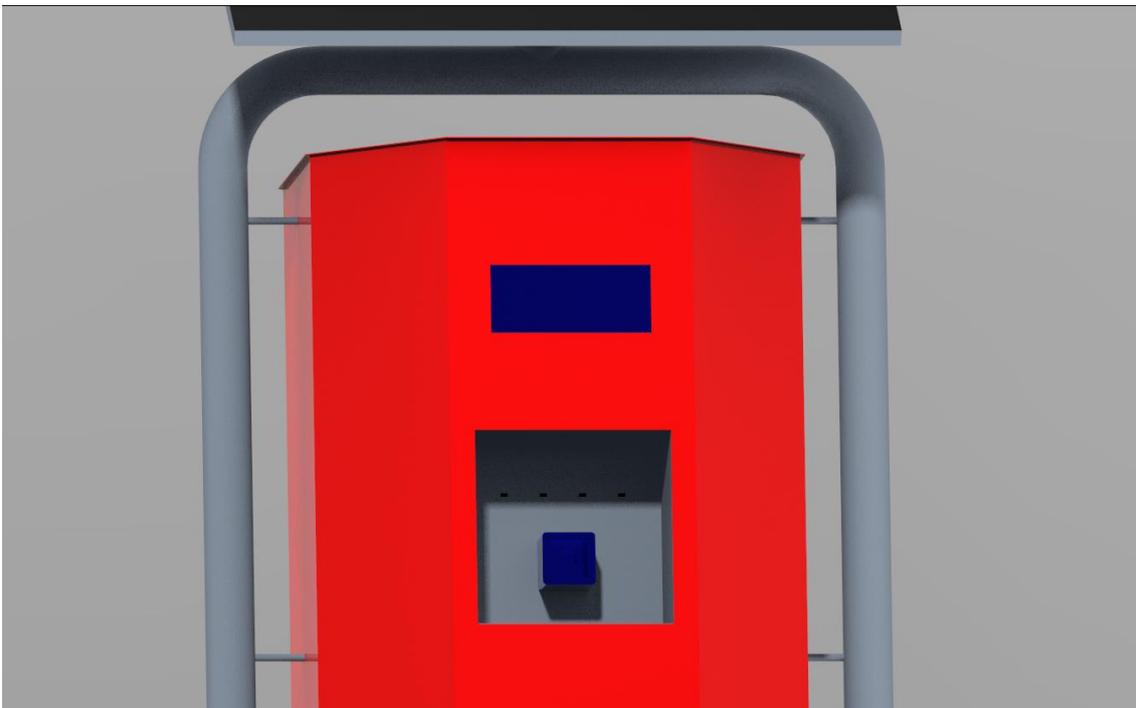


Abbildung 20: Display

9. Finale Solarladestation

Mit der vollständigen Konzeptionierung und Konstruktion beider Varianten der Solarladestation, endet der Entwicklungsprozess. Aufgrund des stark beschränkten zur Verfügung stehenden Kapitals kann lediglich die Realisierung der ECO-Variante durchgeführt werden. Folglich mündet die abgeschlossene Entwicklungsphase in die Produktionsphase. Hierbei werden alle Konstruktionsteile von dem Studierendenteam oder institutionellen Helfern bzw. Organen wie zum Beispiel der MMT-Werkstatt in Eigenproduktion hergestellt. In Anwendung gängiger Fügemechanismen wie dem Schweißen oder unter der Verwendung von Schraubverbindungen entsteht aus den Konstruktions- und Zukaufteilen das finale Produkt. Nach einer abschließenden Qualitäts- und Funktionskontrolle wird die Solarladestation an die MMT-Fakultät und den auftragsstellenden Professor übergeben. Hiermit gilt die Projektarbeit als erfolgreich abgeschlossen.

Im Weiteren finden sich Bilder von der finalen Solarladestation wieder, welche natürlich in natura auf dem Gelände der Hochschule Karlsruhe besichtigt und benutzt werden kann.



Abbildung 21: Solarladestation HKA Vorderseite

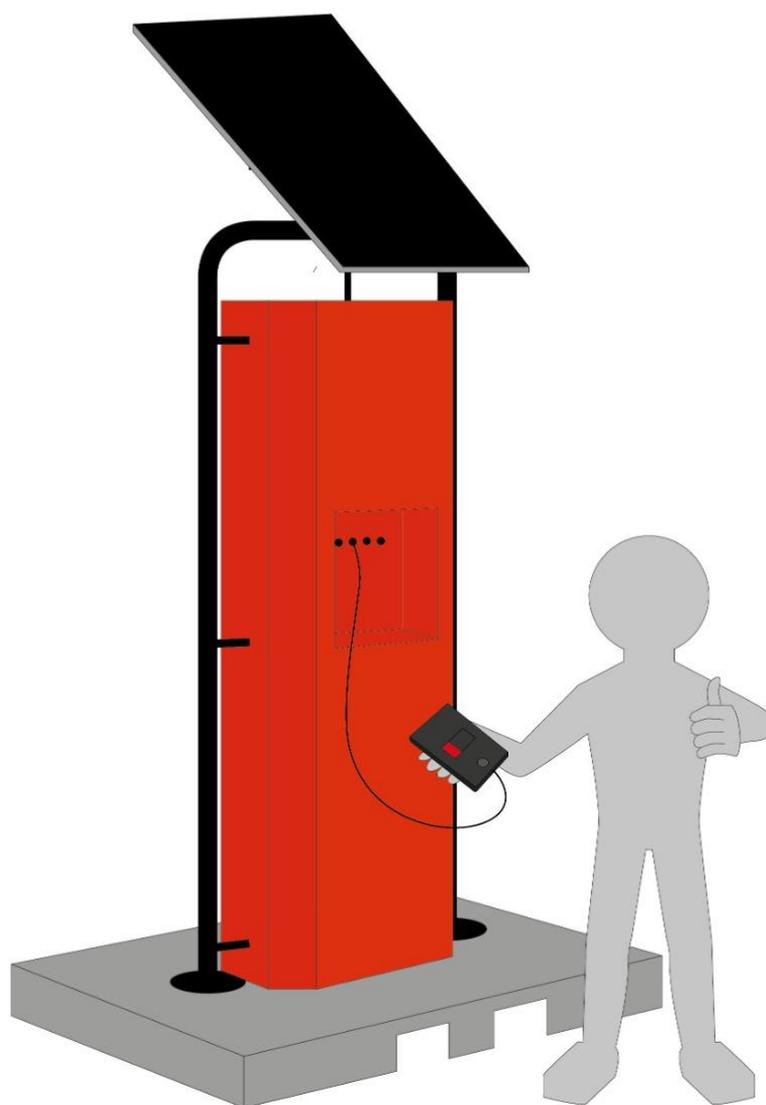


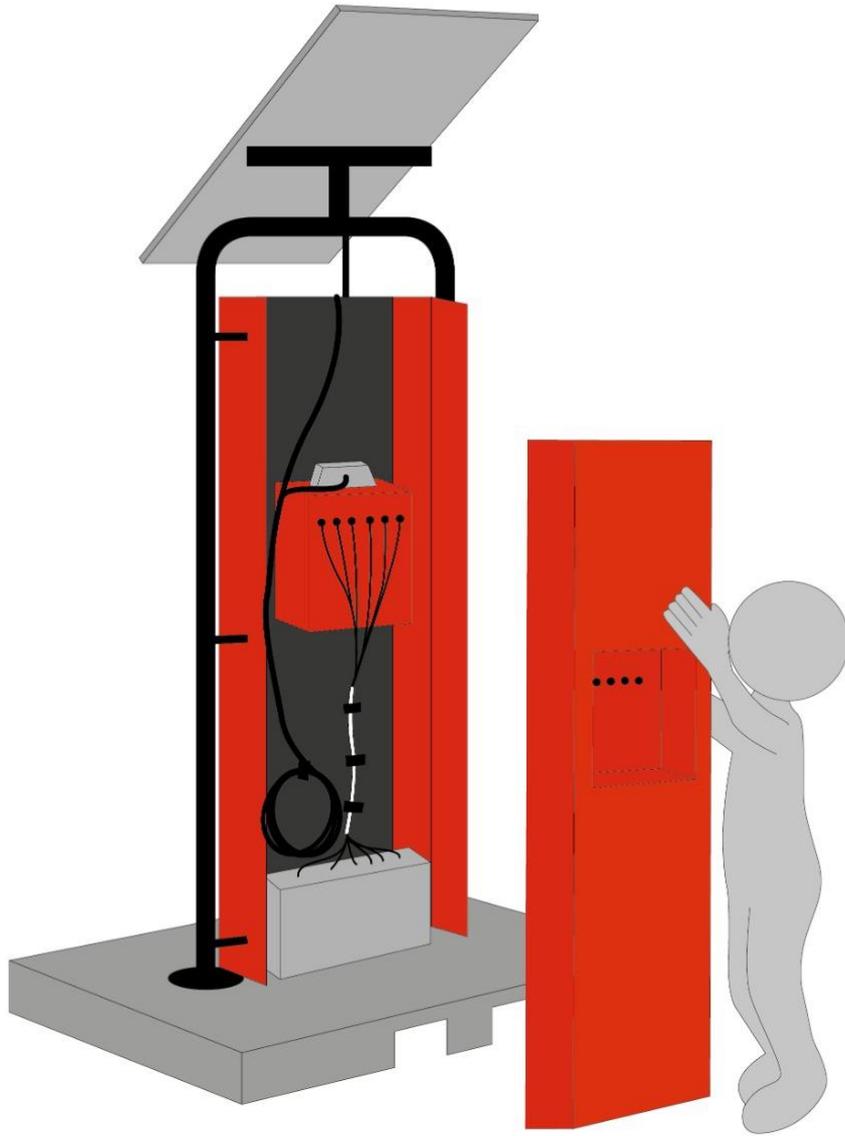
Abbildung 22: Solarladestation HKA Rückseite



Abbildung 23: Solarladestation HKA Innenleben

Storybook für Youtube Video





Anforderungsanalyse und Design

Projekt: 20ws_KE_SolarladestationHSKA
Protokoll

MMT

Protokoll: Dennis Babuschkin
Datum / Zeit 21.12.2020 um 10:00 Uhr
Ort: Digital via Webex
Maurice Kettner
Ferhat Aslan
Teilnehmer: *Janis Hartmann*
Benedikt Schwär
Dennis Babuschkin

Verteiler: Teilnehmer

Verschickt am: 21.12.2020

Zusammenfassung

Am 21.12.2020 treffen sich die oben erwähnten Teilnehmer, um das Design und die Komponenten der Ladestation zu besprechen. Zunächst wird das Design näher beleuchtet, gefolgt von der Kapazitätsbetrachtung und der Budgetauflistung.

Nachdem die oben erwähnten Gesichtspunkte ausführlich mit Herr Kettner und Herr Aslan diskutiert werden, kristallisieren sich die nächsten Schritte für die Studenten heraus. Zu Beginn muss eine grobe Budgetliste erstellt werden, die möglichst alle Bauteile und Fertigungsverfahren beinhaltet, welche für den Bau der Ladestation vorgesehen sind. Des Weiteren steht nun die Konstruktionsphase in den Startlöchern, welche Hand in Hand mit genauer Recherche von den benötigten Bauteilen (z.B. Normteile, Halbzeuge etc.) geht. Den vorerst letzten Schritt bildet dann das Erstellen einer Präsentation. Hiernach sollen alle wichtigen Infos bezüglich Kapazität, Design sowie Standortbestimmung enthalten sein, damit dieses Dokument schließlich durch Herrn Kettner an den Dekan sowie das Gebäudemanagement weitergeleitet werden kann.

Thema	Zuständig/Termin
<p>1 Thema 1 Abnahme der Anforderungsanalyse und Standortbestimmung + Einigung auf Mobilitätseigenschaften</p>	
<p>2 Thema 2 Abnahme der Anforderungsanalyse und Abnahme des Entwurfs der wetterfesten und vandalismussicheren Ladestation nach den Designvorgaben der Hochschule und der Fakultät MMT für die Außendarstellung. Das Design der Studierenden wird Herrn Kettner nahegelegt und genauer erklärt. Ebenfalls wird die Kapazitätsbetrachtung der Solarladestation dem Professor vorgezeigt und besprochen. Zusätzlich wird das Budget für das gesamte Modell diskutiert.</p> <p>3 Offen, ToDo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion (CAD) und Recherche • Budgetliste mit plausibler Kostenabschätzung (grob) • Präsentation mit möglichen Szenarien bezüglich der Platzierung der Station am Campus. Ebenfalls soll die Präsentation einen gesamten Überblick über die Ladestation umfassen. Diese Datei soll als nächsten Step an das Gebäudemanagement und den Dekan weitergeleitet werden. <p>4 Termine Die offenen ToDo-Punkte sind so schnell wie möglich abzuarbeiten.</p>	

Virtuelle Abgabe der Projektarbeit

Projekt: 20ws_KE_SolarladestationHska
Protokoll



Protokoll: Dennis Babuschkin
Datum / Zeit 21.05.2021 14:00 Uhr
Ort: Digital via BigBlueButton
Maurice Kettner
Ferhat Aslan
Teilnehmer: *Janis Hartmann*
Benedikt Schwär
Dennis Babuschkin

Verteiler: Teilnehmer

Verschickt am: 21.05.2021

Zusammenfassung

Am 21.05.2021 treffen sich die oben erwähnten Teilnehmer, um die letzten Feinschliffe der Projektarbeit zu besprechen. Dieses virtuelle Meeting soll vor allen Dingen den Studierenden dienen, um mögliche Fehlerquellen vor der offiziellen Abgabe am 28.05.2021 auszumerzen.

Ein besonderes Thema war hierbei der Zusammenbau der Solarladestation. Demnach wurde dem Betreuer und dem Professor der aktuelle Stand der Dinge mithilfe von Bildern visualisiert. Allgemein befanden sich beide bereits auf dem aktuellen Stand, da sie bei den Arbeiten an der HKA vor Ort mit dabei waren. Schließlich wurden die nächsten notwendigen Schritte in der Verarbeitung der Ladestation besprochen. Demnach muss noch die aktuelle Farbe nach dem neuen CI der Hochschule lackiert werden mit abschließender Politur. Die elektrische Funktionskontrolle ist zuzüglich auch nicht außer Acht zu lassen, damit eine vollständige Funktion der Ladestation für die Studierenden der HKA gegeben ist.

Neben der Fertigstellung der Solarladestation sollte auch die Dokumentation der Projektarbeit in diesem Meeting nicht zu kurz kommen. Somit wurden die bestehenden Berichte für die eigene Seite auf der HKA-Website (über Genlab) den Vorgesetzten präsentiert. Resümierend muss bei den Berichten nur noch Kleinigkeiten geändert werden, wie zum einen das Einfügen einer Eigenständigkeitserklärung oder die Dokumentation des Zusammenbaus in Form von verschiedenen Bildern.

Schlussendlich lässt sich sagen, dass durch das Meeting jegliche Stolpersteine beseitigt wurden und somit eine fristgerechte und ordentliche Übergabe der Projektarbeit am 28.05 gewährleistet ist.

Thema	Zuständig/Termin
<p>1 Thema 1 Der aktuelle Status des Zusammenbaus und der Lackierung der Solarladestation wird mithilfe von Bildern den Betreuern nahegelegt und genauer erklärt.</p>	
<p>2 Thema 2 Die digitale Dokumentation der Projektarbeit soll besprochen und genauer analysiert werden. Genauer betrachtet wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der Aufbau der Internetseite sowie • Das Design der Internetseite <p>Die notwendigen Berichte und Materialien werden folglich dem Betreuer Ferhat Aslan weitergeleitet, damit dieser die nötigen Dokumente in die Internetseite einpflegen kann.</p> <p>3 Offen, ToDo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fertigstellung der mechanischen/elektrischen Arbeiten an der Solarladestation • Endgültige Lackierung der Solarladestation nach CI • Elektrische Funktionskontrolle: Kann man sein Telefon an allen USB-Steckdosen laden? • Youtube-Video anfertigen • Feinschliff und Beendigung der Dokumentation • Weiterleiten der Dokumentation an Ferhat Aslan <p>4 Termine</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übergabe der fertigen Dokumentation zum Einpflegen auf die Homepage von Ferhat Aslan am 26.05.2021 • Hochladen des Youtube-Videos der formalen Abgabepflichten der Projektarbeit am 26.05.2021 • Endgültige Abgabe der Solarladestation sowie Abnahme und elektrische Funktionskontrolle am 28.05.2021 vor Ort 	