



Hochschule Anhalt
Anhalt University of Applied Sciences

emw
Fachbereich
Elektrotechnik, Maschinenbau
und Wirtschaftsingenieurwesen

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Engineering (B. Eng.)

Hua Xu

Vorname Nachname

Maschinenbau, 2012, 4059633

Studiengang, Matrikel, Matrikelnummer

Thema:

**Entwicklung einer mechanisch-
verschlussgesicherten Koppelvorrichtung mit
integriertem elektrischem Lademechanismus für
Elektroroller**

Prof. Dr. -Ing. Heiko Rudolf

Vorsitzende(r) der Bachelorprüfungskommission/1. Prüfer(in)

B.Eng. René Sturm

2. Prüfer(in)

24.06.2016

Abgabe am

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass die Arbeit selbstständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt wurde und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen, einschließlich der angegebenen oder beschriebenen Software, verwendet wurden.

Ort, Datum, Unterschrift

Kurzzusammenfassung

Hochschule Anhalt	Fachbereich 6 EMW-Elektrotechnik Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen
Thema der Bachelorarbeit:	Entwicklung einer mechanisch-verschlussgesicherten Koppelvorrichtung mit integriertem elektrischem Lademechanismus für Elektroroller
Verfasser:	Xu Hua, 2016

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit Konstruktion über die Verbunden verschlussgesicherte Koppelvorrichtung mit Ladegerät. Zurzeit wird die verschlussgesicherte Koppelvorrichtung für E-Roller entwickelt und angewandt. Es wird der Zustand der Techniken recherchiert und bewertet. Anschließend werden eigenen Lösungen mit Hilfen von Computer Aided Design (CAD) Programm dargestellt. Dann werden die alle Lösungen bewertet um eine primäre Lösung zu bekommen.

Aufgabenstellung für die Bachelorarbeit

Name der Studentin: Xu, Hua (MB2012)
Studiengang: Maschinenbau (EMW)

Betreuer Hochschule: Prof. Dr.-Ing. H. Rudolf
Betreuer Hochschule: B.Eng. René Sturm



Thema: Entwicklung einer mechanisch-verschlussgesicherten Koppelvorrichtung mit integriertem elektrischem Lademechanismus für Elektroroller

Durch Gesetzesvorgaben werden Automobilhersteller gezwungen nach alternativen Lösungen für die Mobilität vom Morgen zu suchen. Gleichzeitig wird der Wunsch der Menschen nach umwelt- und ressourcenschonender Mobilität immer größer. Eine Lösung, insbesondere für die urbane Mobilität, bieten Fahrzeugleihstationen. Hier können unterschiedliche Fahrzeuge (Fahrräder, Elektroroller, Automobile) ausgeliehen und genutzt werden. Ein Besitz der Fahrzeuge wird überflüssig, da lediglich die Nutzung von Interesse ist.

Beim Verleihen von Elektrorollern muss der Gebrauch erfasst und die Nutzung sichergestellt werden. Des Weiteren müssen die Elektroroller nach dem Gebrauch mit elektrischer Energie wieder aufgeladen werden. Das erfordert ein Sicherungs- und Ladesystem. Im Rahmen der Bachelorarbeit soll eine Lösung für eine mechanisch-verschlussgesicherten Koppelvorrichtung mit integriertem elektrischem Lademechanismus für Elektroroller entwickelt werden. Dazu sind folgende weitere Aspekte zu berücksichtigen.

Die Aufgabenschwerpunkte der Bachelorarbeit beinhalten:

1. Literaturrecherche zum Stand der Technik von elektrischen Ladestationen für Zweiräder und insbesondere für den mechanischen Diebstahlsicherungsschutz, elektrische Ladevorrichtungen, Nutzungsabrechnungssystemen und die strategische Ausrichtung
2. Klärung der Randbedingungen und Bewertung der jeweiligen Lösungen
3. Erstellung einer Bedarfsanalyse für das System der Hochschule Anhalt
4. Entwicklungen von eigenen Lösungen
5. Konstruktion und Bewertung eigener Lösungen
6. Ausführliche Darstellung des kinematischen Ablaufes der mechanisch-verschlussgesicherten Koppelvorrichtung
7. Bewegungs- und Ladezyklen-Analyse
8. Nachweis der Nutzungstauglichkeit der Koppelvorrichtung
9. Bewertung der Ergebnisse und Dokumentation der Arbeit


.....
Prof. Dr.-Ing. H. Rudolf
Hochschule Anhalt, EMW

Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung	II
Inhaltsverzeichnis	IV
Ausbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Formelzeichen und Abkürzungsverzeichnis.....	VIII
1. Einleitung	1
1.1 Aufgaben	1
1.2 Vorstellung von REVOLUZZER/REVOLUZZI	1
1.3 Bedarfsanalyse für das System der Hochschule Anhalt	3
2. Gegenwärtiger Stand der Technik von elektrischen Ladestationen für Zweiräder.....	4
2.1 Strom tanken in drei Schritten.....	4
2.2 Nutzungsabrechnungssystemen.....	5
2.3 Elektrisches Ladesystem und Diebstahlsicherungsschutz	7
2.3.1 Elektrisches Ladesystem.....	7
2.3.2 Diebstahlsicherungsschutz.....	7
3. Nutzungsabrechnungssystemen	11
3.1 Betreiber.....	11
3.2 Kunden	12
4. Lösungsfinder	13
4.1 Morphologischer Kasten	13
4.2 Teil-Lösungen	16
4.2.1 Arretierung	16
4.2.2 Krafteinbringung	17
4.2.3 Halterung.....	17
4.2.4 Anzeigen	18
4.2.5 Koppelvorrichtung mit integriertem elektrischem Lademechanismus (Hauptbauteil)	20
4.2.6 Laden	27
4.2.7 Position	28
4.2.8 Befestigung an Vorrichtung	29
4.2.9 Material	30
4.3 Analyse durch Wertigkeitsverfahren	33
4.4 Anmerkung zur gewählten Lösung	40
5. Festigkeitsnachweis	41

5.1 Materialwerte	41
5.2 Klebeverbindung	46
6. Zusammenfassung und Ausblick	48
Quellenverzeichnis.....	49

Ausbildungsverzeichnis

Abb.1.1: Scooter (E-Fahrrad) von REVOLUZZER/REVOLUZZI	1
Abb.1.2: 3-polige Ladestecker	2
Abb.1.3: Hochschule Anhalt und Köthen	3
Abb.2.1: Schritten	4
Abb.2.2.1: Ladekarte	5
Abb. 2.2.2 schnelle Ladengerät auf einem privaten Zeitungstand.....	6
Abb.2.3.1: Ladegerät.....	7
Abb.2.3.2: Schuko Stecker.....	7
Abb.2.3.3: Fahrradschloss	8
Abb.2.3.4: Diebstahlsicherung in der USA	8
Abb.2.3.5: Diebstahlsicherung in China	9
Abb.2.3.6: andere Diebstahlsicherung in China.....	9
Abb.3.1: Ablauf von Betreiber.....	11
Abb.3.2: Ablauf der Benutzung	12
Abb.4.1: Mindmap der Funktionen	14
Abb.4.2.1: Stift	16
Abb.4.2.2: Haken.....	16
Abb.4.2.3: Halterung A	18
Abb.4.2.4: Halterung B	18
Abb.4.2.5 Position des Bildschirms.....	19
Abb.4.2.6: Anzeigen/Bildschirm/Induktionsbereich	19
Abb.4.2.7: Konstruktion A.....	20
Abb.4.2.8 (a): Ladenmechanismus in der Halterung.....	21
Abb.4.2.8 (b): Positiver Pol in der Halterung	21
Abb. 4.2.9 Ablauf der Konstruktion A.....	22
Abb.4.2.10 (a): Konstruktion B	23
Abb.4.2.10 (b): Ladenmechanismus in der Halterung.....	23
Abb. 4.2.11 Ablauf der Konstruktion B	24
Abb.4.2.12 (a): Konstruktion C	25
Abb.4.2.12 (b): Ladenmechanismus in der Halterung.....	25
Abb.4.2.13 Ablauf der Konstruktion C	26
Abb.4.2.14: Blockschaltbild einer Drahtlos-Energie-Übertragung.....	27
Abb.4.2.15: Ladegerät	28

Abb.4.2.16: Senkrechte Position (links)	28
Abb.4.2.17: Mutter (links) und Bolzen(rechts).....	29
Abb.4.2.18: Zusätzliche Aufbau.....	30
Abb.4.3: Werteskala für Nutzwertanalyse und Richtlinie VDI 2225.....	38
Abb.5.1.1: Auswahl von Baustählen	41
Abb.5.1.2: K_t für Walzstahl	43
Abb.5.2: Schubbeanspruchung	47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1 Technische Daten.....	2
Tabelle.2.1: Abrechnungssystem	5
Tabelle.4.1: Prinzip des morphologischen Kastens.....	13
Tabelle.4.2: Morphologischer Kasten	15
Tabelle 4.3: Unlegierte Qualitätsstähle.....	31
Tabelle 4.4: Morphologischer Kasten mit Lösungsvarianten	35
Tabelle 4.5: Bestimmung durch paarweisen Vergleich	37
Tabelle 4.6: Wertigkeitsverfahren.....	39
Tabelle 5.1: Mechanische Eigenschaften der Flach- und Langerzeugnisse	42

Formelzeichen und Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Einheit	Begriffsdefinition
R_{mN}	N/mm^2	Zugfestigkeit für die Normabmessung
$R_{p0,2N}, R_p$	N/mm^2	Dehngrenze, Streckgrenze des Bauteils
R_{eN}	N/mm^2	Streckgrenze für die Normabmessung
E	N/mm^2	Elastizitätsmodul
K_t	1	Technologischer Größeneinflussfaktor
d	mm	Durchmesser
R_e	N/mm^2	Streckgrenze des Bauteils
σ_F, τ_F	N/mm^2	Bauteilfestigkeit gegen Fließen
K_B	1	Statischer Konstruktionsfaktor
n_{pl}	1	Plastische Stützzahl
α_k	1	Kerbformzahl
σ_{zul}, τ_{zul}	N/mm^2	Zulässige Spannung
σ_{vzul}	N/mm^2	Vergleichungsspannung
DIN		Deutsches Institut für Normung
GmbH		Gesellschaft mit beschränkter Haftung

1. Einleitung

1.1 Aufgaben

Weil in Zukunft die Menschen umwelt- und ressourcenschonende Mobilität immer mehr erfordern, dann werden Fahrzeugeleihstationen für die urbane Mobilität geboten. Hier geht die Bachelorarbeit um ein Sicherungs- und Ladesystem der Fahrzeugeleihstationen. Besonderes befasst die Arbeit sich primär mit elektrischem Roller (E-Scooter) von REVOLUZZER. Der Inhalt zeigt ausführlich die Entwicklung einer Lösung für eine mechanischen-verschlussgesicherte Koppelvorrichtung. Damit wird der elektrische Lademechanismus für Elektroroller integriert. Diese Lösungen werden an der Hochschule Anhalt breiter angewandt werden. Deshalb bezieht die Arbeit sich auf die Bedarfsanalyse. In dieser Arbeit wird Catia-Programm zur Verfügung gestellt. Mit Hilfe Morphologischer Kasten sind die Lösungen zu bewerten. Anschließend wird die Analyse von Nutzungstauglichkeit der Koppelvorrichtung durchgeführt.

1.2 Vorstellung von REVOLUZZER/REVOLUZZI

Die REVOLUZZER/REVOLUZZI ist von Eneway hergestellt. Das Modell REVOLUZZER/REVOLUZZI ist leicht transportierbar, universell nutzbar und besitzt Straßenzulassung, wie in Abbildung 1.1 dargestellt.



Abb. 1.1: Scooter (E-Fahrrad) von REVOLUZZER/REVOLUZZI [1].

Die allgemeinen technischen Daten über REVOLUZZER sind festgestellt (Tabelle 1.1).

Tabelle 1.1 Technische Daten

	Eigenschaften	Parameter
A	L/T/H	1420mm *640mm*1100mm
	Bereifung	Große Komfort Luftreifen mit Ventil, Durchmesser 390mm
B	Motor	500 Watt Nabenmotor, 48 Volt
C	Akku	4*12 Volt, 15 Ah Blei-Gel Akkus, Wartungsfrei
D	Aufladen	3-polige Ladestecker
	Ladezeit	4-6 Stunden

A. Abmessungen Fahrbereit:

Länge: 1420mm, Tief: 640mm Höhe:1100mm

Bereifung: Durchmesser des großen Komfort-Luftreifens mit Ventil ist 390mm

B. Motor: Der Nabenmotor hat eine Leistung von 500 Watt, Die Spannung beträgt 48 Volt.

C. Akku: 4*12 Volt, 15 Ah Blei-Gel Akkus, wartungsfrei

(Power-Blei Gel wird auf Akku angewandt, die Spannung beträgt 48 Volt, die Stromstärke ist 15 Ah und dieser Akku ist wartungsfrei. Die Batterien des Scooters halten sich an einer Tasche auf und sind auszutauschen. Es ist in der Lage, ein zweites Set Batterien zu kaufen und zu wechseln.)

D. Aufladen:

Nach dem Ausschalten des Scooters wird das Ladegerät genommen und an eine Steckdose angeschlossen. Der 3-polige Ladestecker wird auf der rechten vorderen Unterseite des Fahrzeugs eingesteckt.

Ladezeit ist mit Smartladegerät 4-6 Stunden.



Abb.1.2: 3-polige Ladestecker [1].

1.3 Bedarfsanalyse für das System der Hochschule Anhalt

Ein Standort von der Hochschule Anhalt befindet sich in Köthen wie in Abbildung 1.3 dargestellt. Hier studieren und forschen rund 3500 Studierende und 55 Professoren. Außerdem bereiten sich etwa 430 ausländische Studierende am Landesstudienkolleg auf ein erfolgreiches Studium in Deutschland vor [2]. Gesamtfläche in Köthen ist 78,42 km², Bevölkerung ist 27.788 per 31.12.2015 [3]. Ein Beispiel, die meisten Studierenden wohnen in Studentenwohnheim etwa nur 1-4 Jahren. Die Entfernung von Wohnheim 6 bis Hauptbahnhof beträgt etwa 2,4 Kilometer. Beim Laufen dauert es 32 Minuten. Außerdem gibt es einen Bus zum Bahnhof pro Stunde. Der weitere Grund liegt daran, dass das E-Fahrrad oder Fahrrad teuer ist. Deshalb sind die Fahrzeugleihstationen verbrauchsfreundlich.



Abb.1.3: Hochschule Anhalt und Köthen

2. Gegenwärtiger Stand der Technik von elektrischen Ladestationen für Zweiräder

Durch viele Marktuntersuchungen im Internet ist es festgestellt, dass allgemein das Laden für Zweiräder in drei Schritten durchgeführt wird. Das unterliegende Ladensystem wird von EnBW in Europa verbreitet (ein Beispiel).

EnBW Energie Baden-Württemberg AG ist ein größtes Energieversorgungsunternehmen in Deutschland und in Europa. Die EnBW hat die EnBW-Ladestationen in Europa entwickelt und verbreitet.

2.1 Strom tanken in drei Schritten

Schritt 1: EnBW Elektronauten-Ladekarte auf das Kartensymbol auf der Ladestation halten. Der gültige Preis für diese Ladestation wird angezeigt. Klappe öffnen, Stecker einstecken, Klappe schließen.

Schritt 2: Zum Beenden wird zuerst die EnBW Elektronauten-Ladekarte wieder auf das Kartensymbol der Ladestation gehalten. Dann Klappe öffnen, Stecker abziehen, Klappe schließen.

Schritt 3: Nach Beendigung des Ladevorgangs werden die Anschlussdauer und die minutengenauen Kosten angezeigt. (Abbildung 2.1)



Abb.2.1: Schritten [4].

2.2 Nutzungsabrechnungssystemen

Im ersten Schritt wird die EnBW Elektronauten-Ladekarte (siehe Abbildung 2.2.1) benutzt. Auf dem Display wird Kartensymbol gezeigt. Beim Vorhalten der Karte an dem Scannen wird der Preis für diese Ladestation dargestellt.



Abb.2.2.1: Ladekarte [4].

Tabelle 2.1 zeigt das Abrechnungssystem von EnBW. Alle Stecker haben einen Grundpreis mit 7,90 Euro pro Monat. Davon ist der Schuko-Stecker in der Bachelorarbeit auffällig. Neben dem Grundpreis müssen die Landekosten bezahlt werden: ein Cent pro Minute (0,6 Euro pro Stunde). Noch eine andere Auswahl ist zusätzlich die Zahlung von 5 Euro pro Monat, dann wird nur noch 0,5 Cent pro Minuten ab der 5. Anschluss- Stunde ausgegeben. Allerdings sollen die Preise nach der Marktnachfrage des Käufers festgesetzt werden.

Tabelle.2.1: Abrechnungssystem [4].

Elektronauten Ladekarte	Schuko-Stecker bis 3,6 kW	Typ2 Stecker bis 5 kW	Typ 2 Stecker bis 22 kW
Grundpreis	7,90 €/Monat	7,90 €/Monat	7,90 €/Monat
Ladekosten	1 ct/min (0,60 €/h)	2 ct/min (1,20 €/h)	5ct/min (1,20 €/h)
Viellader-Option: Zusätzlich 5 €/Monat	Ab der 5. Anschluss-Stunde nur noch 0,5 ct/min (0,30 €/h)		

Das vorliegende Nutzungsabrechnungssystem mit Karten ist ein typisches und populäres System.

Darüber hinaus wird die Münze bei der Nutzungsabrechnung angewandt. In China gibt es kleine automatische Ladestationen. Ein und mehrere Ladegeräte als Ladestation sind auf dem Parkplatz des Supermarkts, Zeitungsstand, Instandhaltungsstelle von E-Fahrrädern usw. eingesetzt, wie Abbildung 2.2.2 dargestellt. Wird ein Yuan (Währung der VR China) bezahlt, wird das Fahrrad 10 Minuten neu aufgeladen. Dann läuft das Fahrrad etwa 5 bis 6 Km.



Abb. 2.2.2 schnelle Ladegerät auf einem privaten Zeitungstand [5]

Vorteile: Dieses vorliegende Abrechnungssystem von EnBW ist ein komplettes System zur Benutzung von mehreren Menschen. Die Betriebsschritte sind einfach nicht für die jüngeren Leute, sondern auch für die älteren Leute, am schnellsten zu vermitteln. Darüber hinaus lässt sich Wartungszeit sparen, der Bus in Köthen fährt von Busstation jede Stunde ab. Das heißt, falls der Reisende einen Bus verpasst, muss er eine Stunde auf den nächsten Bus warten. Wenn die Ladenstation verbreitet ist, wird das E-Fahrrad ausgeliehen und aufgeladen. Deshalb wird die Wartungszeit vermieden. Außerdem sparen die Ladestationen die Ladenzeit. Auf den Ladestationen wird das Ladegerät schnell zum Aufladen eingesetzt. Wird es wenige Minuten aufgeladen, läuft E-Roller mehrere Stunden.

Nachteile: Der Einsatz der Ladestation hat eine Konkurrenz für die öffentlichen Verkehrsmittel zum Beispiel Bus zur Folge. Die Buslinien müssen dauernd verlaufen, während die Anzahl von Benutzern des Busses sinkt. Darum kommt es auf, dass es besonders wenige oder gar keine Fahrgäste gibt, sodass die Ressourcen verschwendet werden.

2.3 Elektrisches Ladesystem und Diebstahlsicherungsschutz

2.3.1 Elektrisches Ladesystem

Jeder E-Zweiräder lässt sich mit dem Ladegerät (Abbildung 2.3.1) aufladen. Der Schuko-Stecker (Abbildung 2.3.2) mit dem Kabel ist sehr verbreitet als Verbindungsart in Europa und ist ausgelegt für Ladeströme mit einer maximalen Leistung von 3,6 kW und eignet sich für das Laden von E-Bikes, E-Roller und Pedelecs (E-Zweiräder).



Abb.2.3.1: Ladegerät

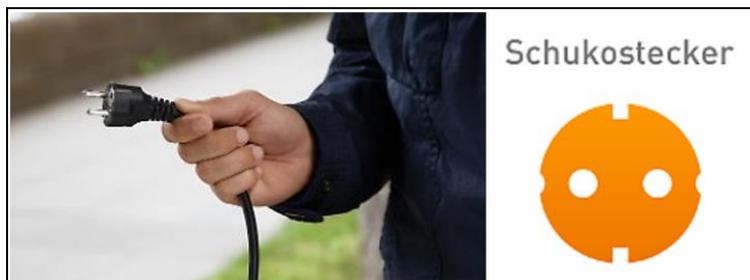


Abb.2.3.2: Schuko Stecker

Bewertung:

Nachteile: Diese Form wird mit Kabel angewandt. Weil das Ladegerät Gerät ist und sich aus dem Fahrrad ausnehmen lässt, ist es leicht zu verlieren.

2.3.2 Diebstahlsicherungsschutz

Durch Fahrradschloss unter Verschluss zu halten ist populär (Die Rote Kreis von Abbildung 2.3.3 (Seite 8) zeigt die normale Schlüssel.)

Nachteile: Das Schloss ist nicht zu fest. Es ist leicht mit Werkzeug zu beschädigen, sodass das Fahrrad gestohlen wird.



Abb.2.3.3: Fahrradschloss

Andere Formen werden angewandt.

1) Erklärung: Vor dem Korb befindet sich eine Schnalle (Rote Kreis von links). In der Halterung (Rechts Bild) gibt es einen Roller. Es lässt den Roller in die Schalle stecken.

Bewertung:

Vorteile: Dieses Schlüsselloch und Schlüsselroller sind in der Halterung. Es ist nicht leicht zu stehlen und zu verlieren. Diese Form lässt sich in der Arbeit zum Beispiel nehmen.

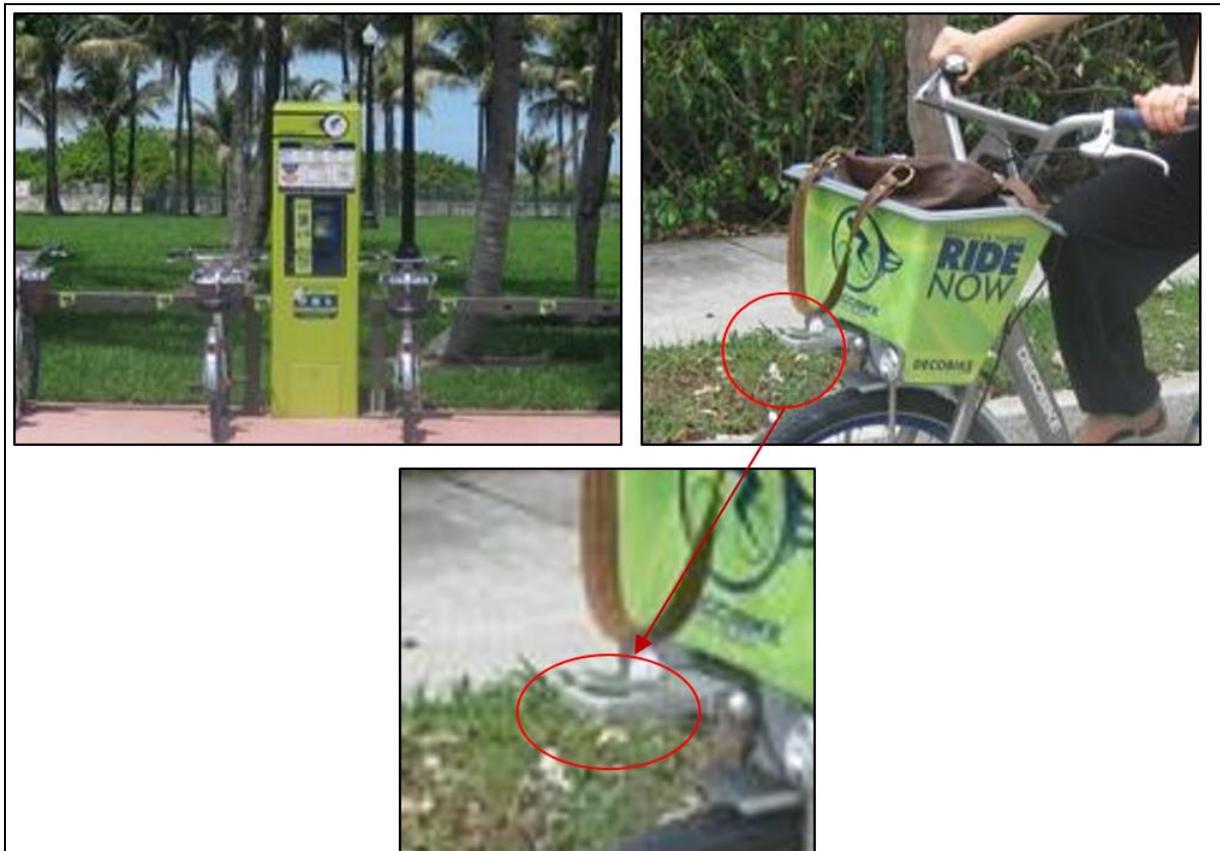


Abb.2.3.4: Diebstahlsicherung in der USA [6].

2) Erklärung: Die Seite vom Vorderrad hat einen Riegel (wie roter Kreis von Abbildung 2.3.5 dargestellt). Das Schlüsselloch befindet sich in der Halterung. Wenn das Fahrrad mit Menschenkraft in der Halterung betrieben wird, dann steckt dieser Riegel ins Schlüsselloch. Durch den Grundsatz des originalen Schlosses wird das Fahrrad eingeschlossen.

Vorteile: Die seitige Schlüsselform ist ein starres System fest zu montieren, und nicht leicht zu stehlen und zu verlieren.



Abb.2.3.5: Diebstahlsicherung in China

3) Erklärungen: Diese Diebstahlsicherung von Abbildung 2.3.6 ist fast gleich wie Abb.2.3.4 in den USA. Das Vorderrad hat eine Anlage. Diese Anlage bezeichnet sich als das Schlüsselloch, das Loch ist in der horizontalen Richtung.



Abb.2.3.6: andere Diebstahlsicherung in China [7].

Kurze Zusammenfassung des heutigen Zustandes vom E-Fahrrad

In den obengenannten Beschreibungen wird es zusammengefasst, dass alle Ladegeräte mit Kabel verbunden werden. Diese Ladegeräte haben einige Nachteile, das Ladegerät ist von kleiner Größe, leicht zu verlieren. Der andere Nachteil liegt darin, dass der Stecker in die Steckdose gesteckt werden muss. Außerdem sind das Ladesystem und die Diebstahlsicherung getrennt. Deshalb soll eine bessere Lösung zum Verbinden vom Ladesystem mit Diebstahlsicherungen entwickelt werden.

3. Nutzungsabrechnungssystemen

3.1 Betreiber

Der Betreiber hat einen Ablauf, wie die Ladestationen hergestellt und verwaltet werden.

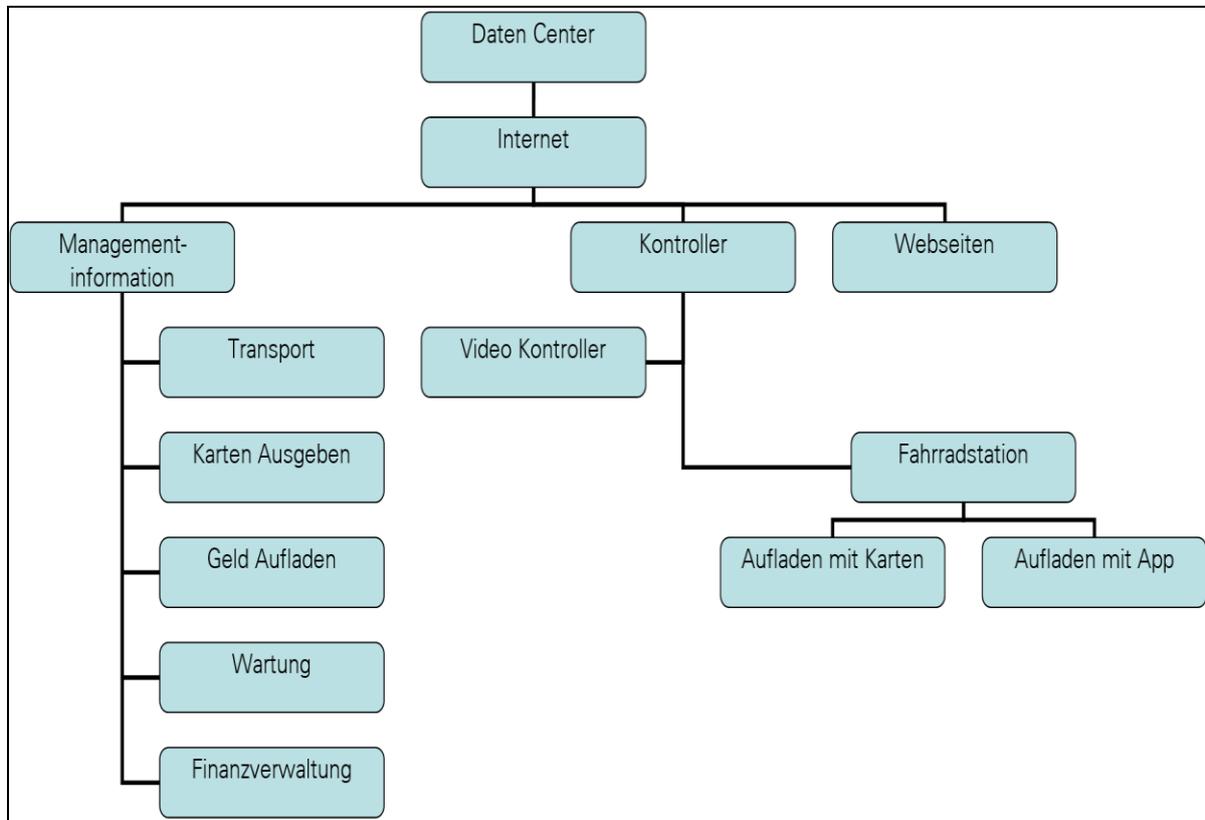


Abb.3.1: Ablauf von Betreiber

Daten Center ist mit Internet kontrollierbar und wird in drei Bereichen (Managementinformation, Kontroller und Webseiten) zur Kontrolle eingeteilt. Die Managementinformation beschäftigt sich mit Transport, Ausgeben von Karten, Aufladen von Geld, Wartung der Geräte, Finanzverwaltung usw. Bei Kontroller geht es nicht um den Video-Kontroller in der Fahrradstation, als auch das Aufladen mit Karten oder App. Neben den zwei Bereichen lassen sich die Fahrradstation und entsprechende Systeme auf eigenen Webseiten verbreiten.

3.2 Kunden

In erster Linie müssen die Kunden eine Karte einkaufen und aufladen. Die Ladekarte wird auf das Kartensymbol auf der Ladestation gehalten. Der gültige Preis für diese Ladestation wird angezeigt. Klappe öffnen, Stecker einstecken, Klappe schließen. Zum Beenden sollte zuerst die Ladekarte wieder auf das Kartensymbol der Ladestation gehalten. Dann Klappe öffnen, Stecker abziehen, Klappe schließen. Nach Beendigung des Ladevorgangs werden die Anschlussdauer und die minutengenauen Kosten angezeigt. Abbildung 3.2 zeigt Ablauf der Benutzung.

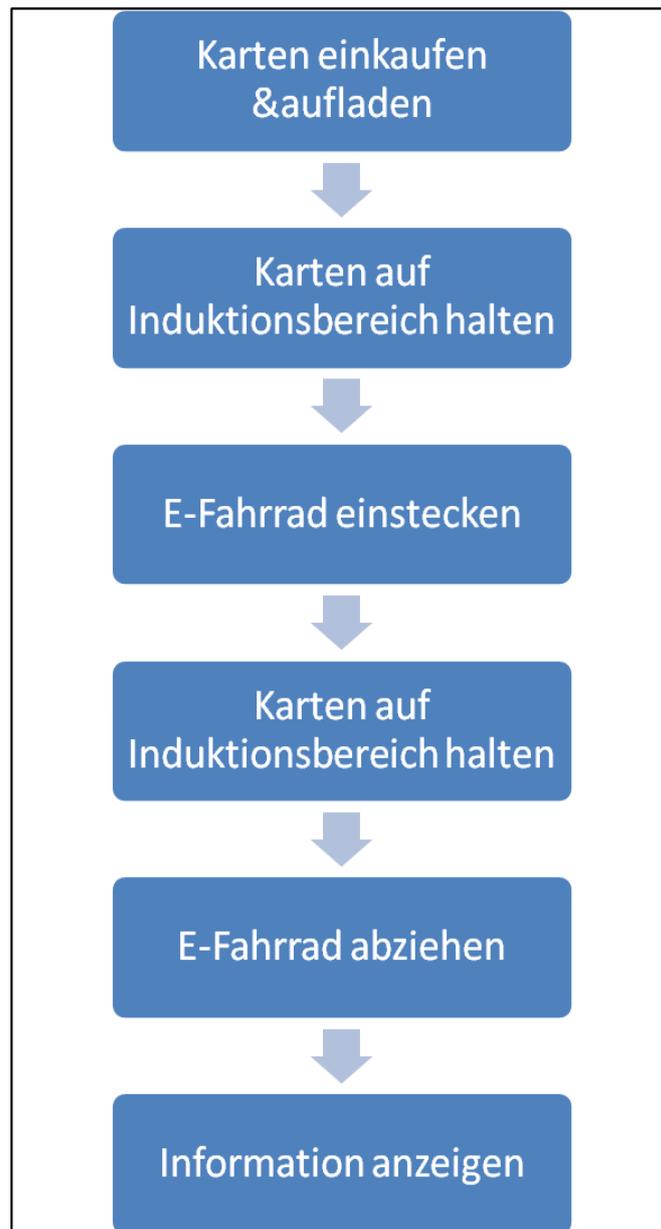


Abb.3.2: Ablauf der Benutzung

4. Lösungsfinder

4.1 Morphologischer Kasten

Der morphologische Kasten ist eine systematische Strukturanalyse mit dem Ziel, neue Kombinationen zu finden [8]. In zweidimensionaler Verwendung spricht man von der „Morphologischen Matrix“. In der Matrix werden zu entwickelnde Produkte in seine einzelnen Funktionsaspekte aufgeteilt und entsprechende Lösungen angetragen werden. Es folgt ein Beispiel des Prinzips (Tabelle 4.1):

Tabelle.4.1: Prinzip des morphologischen Kastens [9]

Teilfunktion	Lösung 1	Lösung 2	Lösung 3	Lösung...	Lösung n
Funktion 1
Funktion 2
Funktion 3
Funktion...
Funktion n

Lösungen werden nicht nur kurze Stichworten, knapp erläuternde Texte, sondern auch als Bilder oder Skizzen eingetragen. Die Notation der Idee ist wertungsfrei.

Dem Skript von Professor Quass an der Hochschule Hannover wird entnommen, dass alle denkbaren Lösungsmöglichkeiten in geordneter Form enthält.

Gemäß dem Skript ist es für die Erstellung eines morphologischen Kastens für die mechanisch-verschlussgesicherte Koppelvorrichtung mit integriertem elektrischem Lademechanismus für Elektroroller nötig, zunächst die Funktion der Koppelvorrichtung zu ermitteln. Dies geschieht mittels eines Brainstormings und wird in einer Mindmap (wie Abbildung 4.1 dargestellt) verzeichnet:

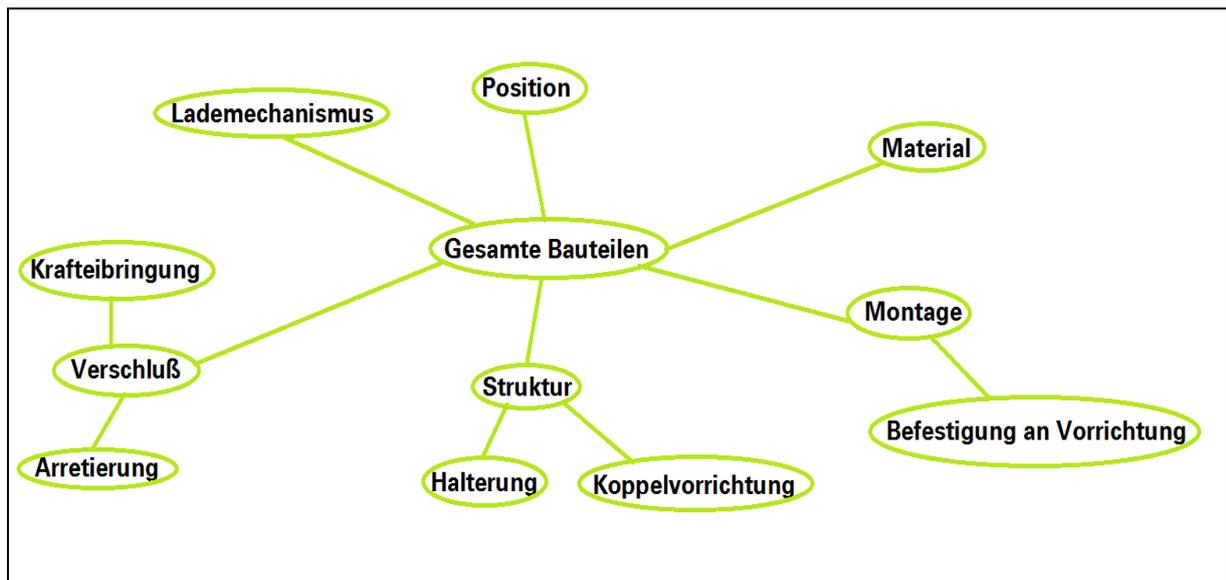


Abb.4.1: Mindmap der Funktionen

Wie der Mindmap zu entnehmen ist, teilen sich gesamte Bauteile in sechs Funktionen auf, die wiederum in Unter-Funktionen gegliedert werden.

Es folgt eine kurze Erläuterung der Mindmap aus Abbildung 4.1:

Hauptfunktion des gesamten Aufbaus ist Verschluss. Der Verschluss wird in die Einbringung einer Kraft, das Arretieren der Koppelvorrichtung in der Halterung untergliedert, die die Funktion der verschlussgesicherten Koppelvorrichtung ermöglicht.

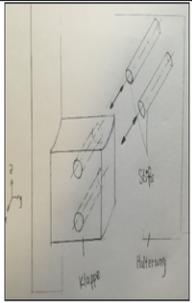
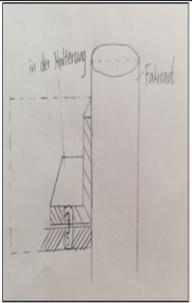
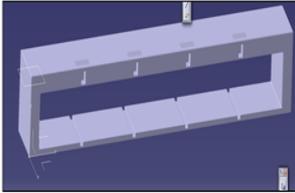
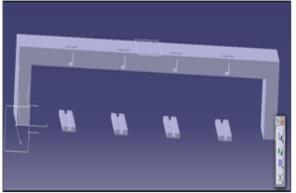
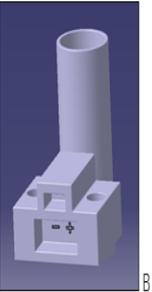
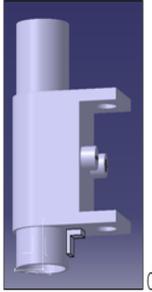
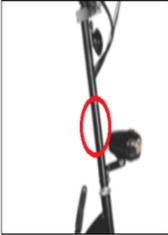
Gleichzeitig erfordert der Lademechanismus eine Verbindung mit Koppelvorrichtung.

Die Struktur lässt sich in zwei Teil aufteilen, nämlich Halterung und Koppelvorrichtung. Die Halterung besteht aus Bildschirm und Verschluss.

Die ganze Gesamtheit von Koppelvorrichtung und Lademechanismus ist möglicherweise an irgendeinem Ort des Fahrrades zu montieren.

Mit den oben genannten Funktionen wird der morphologische Kasten erstellt.

Tabelle.4.2: Morphologischer Kasten

Teilfunktion/-lösung		1	2	3
Verschluss	Arretierung			Schnappverschluss
	Krafteinbringung	Federkraft	Hydraulik	Elektromechanik
	Halterung			
	Anzeigen			
	Koppelvorrichtung			
Laden		Ähnlichkeit des Schuko Stecker	Drahtlose Energieübertragung	Ähnlichkeit der Batterien (direkte Kontakt)
Montage	Befestigung an Vorrichtung	Klebeverbindung	Schrauben	Zusätzliche Aufbau
	Position			
Material		Edelstahl	Verzinkte Stahl	Lackierte Stahl

Der morphologische Kasten beinhaltet die angesammelten Konzepte für die verschiedenen Funktionen. Es folgt eine kurze Beschreibung der einzelnen Teillösungen.

4.2 Teil-Lösungen

4.2.1 Arretierung

- Stift: Das Gesamtbauteil vom Vorderrad wird in der Halterung mit nur einem oder zwei Stiften abgesteckt, zum Beispiel Abb. 4.2.1 Stift. Die Stifte sind in der Halterung.

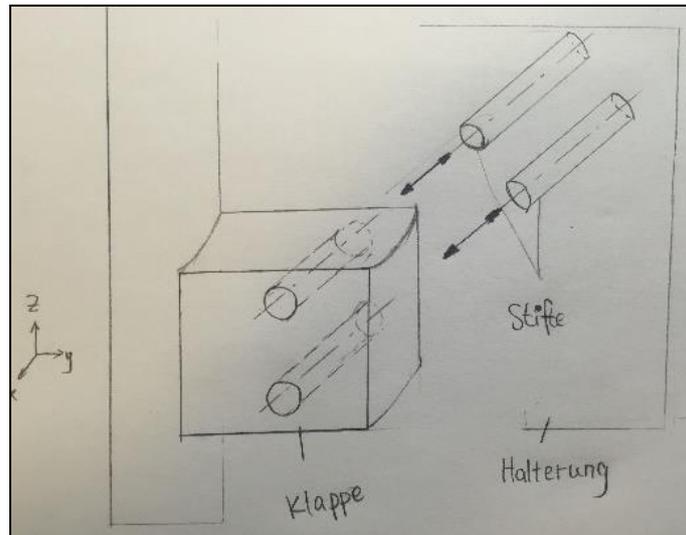


Abb.4.2.1: Stift

- Haken: Sicherung des Fahrrades durch einen drehend einrastenden Haken. Es gibt eine Schwäche, und zwar die Vorrichtung in der Halterung wird mehr mit anderen Teilen hinzugefügt, damit der Haken funktioniert.

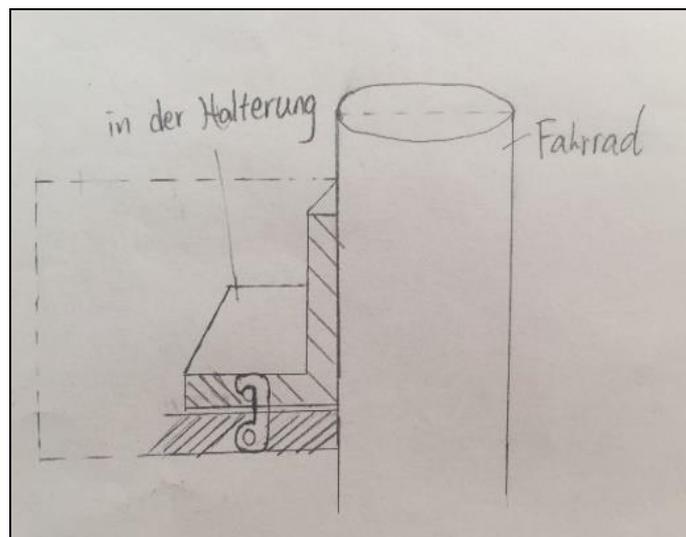


Abb.4.2.2: Haken

-
- Schnappverschluss: Das Gesamtbauteil vom Vorfahrrad rastet beim Erreichen der Endposition in eine entsprechende Aussparung. Der Verschluss wird mit Schlüssel aufgeschlossen. Entsprechend dem Prinzip des Schnappverschlusses wird die Oberfläche des Verschlusses besondere Struktur gefordert.

4.2.2 Krafteinbringung

- Federkraft: Der Riegel wird durch Feder eingebracht. Die Kraft ist durch Feder begrenzt.
- Hydraulik: Hydraulische Krafteinbringung erfolgt entweder durch fremde Energiequelle oder als hydraulisches Getriebe (mit Öl). Nachteile: komplizierte Struktur und mehr Kosten.
- Elektromechanik: Die Elektromechanik ist ein Teilgebiet der Elektrotechnik, das sich vor allem mit der Erzeugung mechanischer Vorgänge mit Hilfe elektrischer Antriebe befasst. Elektromechanische Krafteinbringung ist durch magnetische Kraft aus Stromquelle hergestellt.

Kurze Zusammenfassungen:

Je einfacher die Struktur der Arretierung ist, desto weiter wird sie angewandt. Folgend der vorliegenden Beschreibung und der Bewertung soll der Stift ausgewählt werden. Außerdem werden der Verschluss und das Laden mit den Karten automatisch durchgeführt. Deshalb soll die Krafteinbringung der Elektromechanik erfolgen.

4.2.3 Halterung

Das Vorderrad des E-Fahrrads wird mit der Menschenkraft in den Einschnitt in der Halterung betrieben.

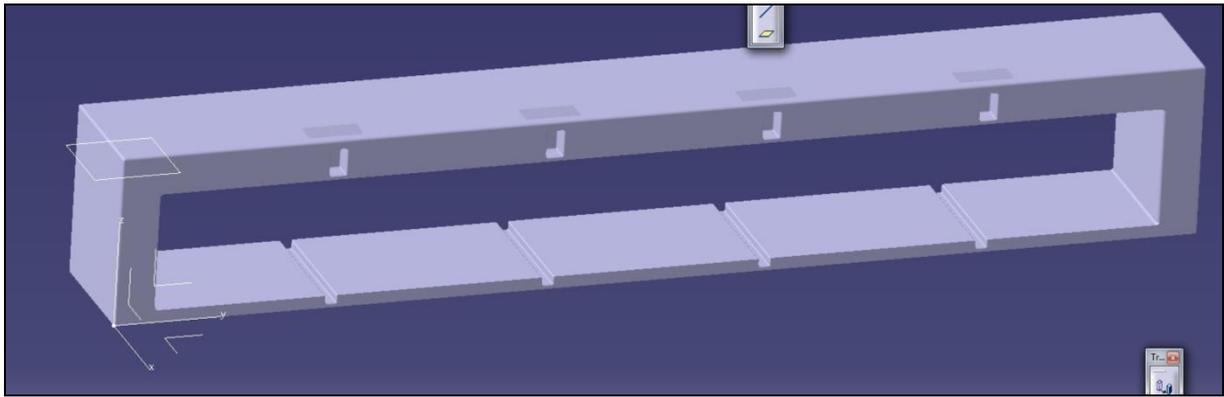


Abb.4.2.3: Halterung A

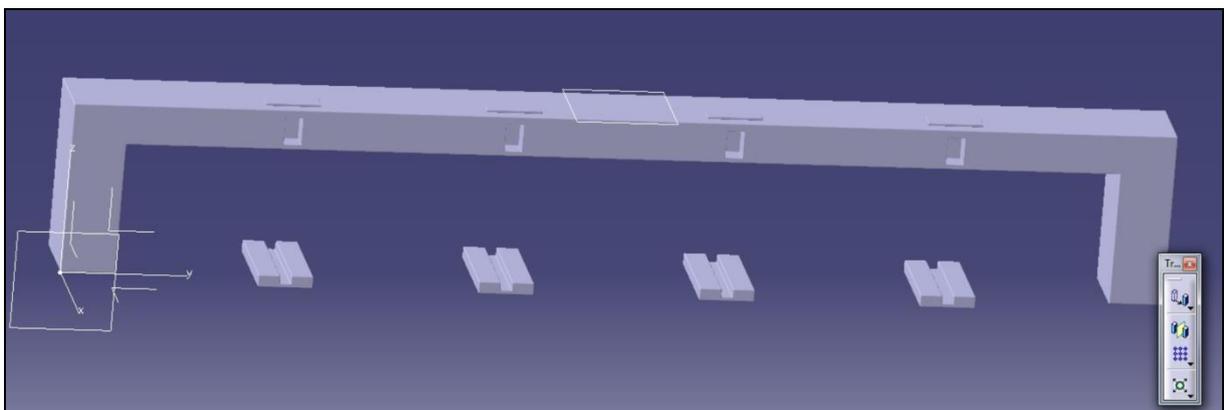


Abb.4.2.4: Halterung B

Die zwei vorliegenden Halterungen unterscheiden sich in der Breite und dem Einschnitt. Abbildung 4.2.4 zeigt, dass Halterung B weniger Plätze besetzt und geringeres Material als Halterung A in Abbildung 4.2.3 verbraucht. Deshalb ist die Halterung B besser als A.

4.2.4 Anzeigen

Das Anzeigen befindet sich in der oberen Fläche der Halterung, wie in Abbildung 4.2.5 dargestellt. Von dem Anzeigen werden nicht nur die Informationen dargestellt, sondern gilt das Anzeigen als ein Induktionsbereich.

Nachdem die Karte auf das Kartensymbol der Ladestation gehalten worden ist, wird der Preis für diese Station sowie Ihr aktuelles Restguthaben angezeigt. Verschluss öffnen, Stecker einstecken, Verschluss schließen.

Zum Schluss wird wieder die Karte auf das Kartensymbol gehalten. Verschluss öffnen, Stecker abziehen, Verschluss schließen. Nach dem Abziehen des E-Fahrrads werden die Anschlussdauer und die minutengenauen Kosten auf dem Bildschirm angezeigt. Abbildung

4.2.5 präsentiert die Position des Bildschirms (orange Block), der Bildschirm liegt bei der Oberfläche der Halterung. Seine Größe und Position ist in Anhang 4 gezeigt.

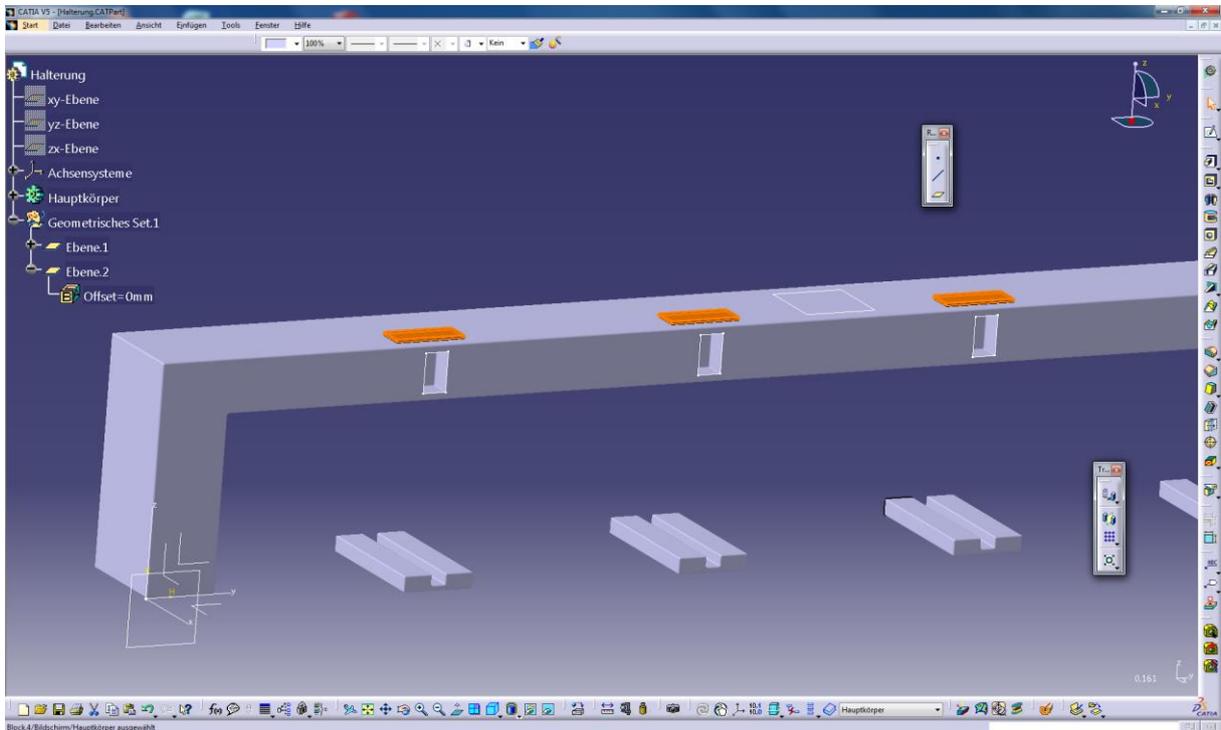


Abb.4.2.5 Position des Bildschirms

Abbildung 4.2.6 zeigt die beziehenden Informationen.



Abb.4.2.6: Anzeigen/Bildschirm/Induktionsbereich

Durch die oberen Anweisungen einerseits kann der Benutzer den Ablauf schnell beherrschen, andererseits ist der Benutzer klar für die Restguthaben und Anschlussdauer.

4.2.5 Koppelvorrichtung mit integriertem elektrischem Lademechanismus (Hauptbauteil)

Folgen der vorliegenden Bewertungen sind Stifte und Elektromagnetismus anwendbar. Die Koppelvorrichtung mit integriertem elektrischen Lademechanismus wird mit E-Fahrrad verbunden oder montiert.

- A. Mit Stiften in der Halterung wird das Fahrrad unter Verschluss gehalten. Der Ladenmechanismus befindet in obere und untere Position der Vorrichtung. Wie Abbildung 4.2.7 zeigt, ist der Obere positiver Pol, und der Untere negativer Pol.

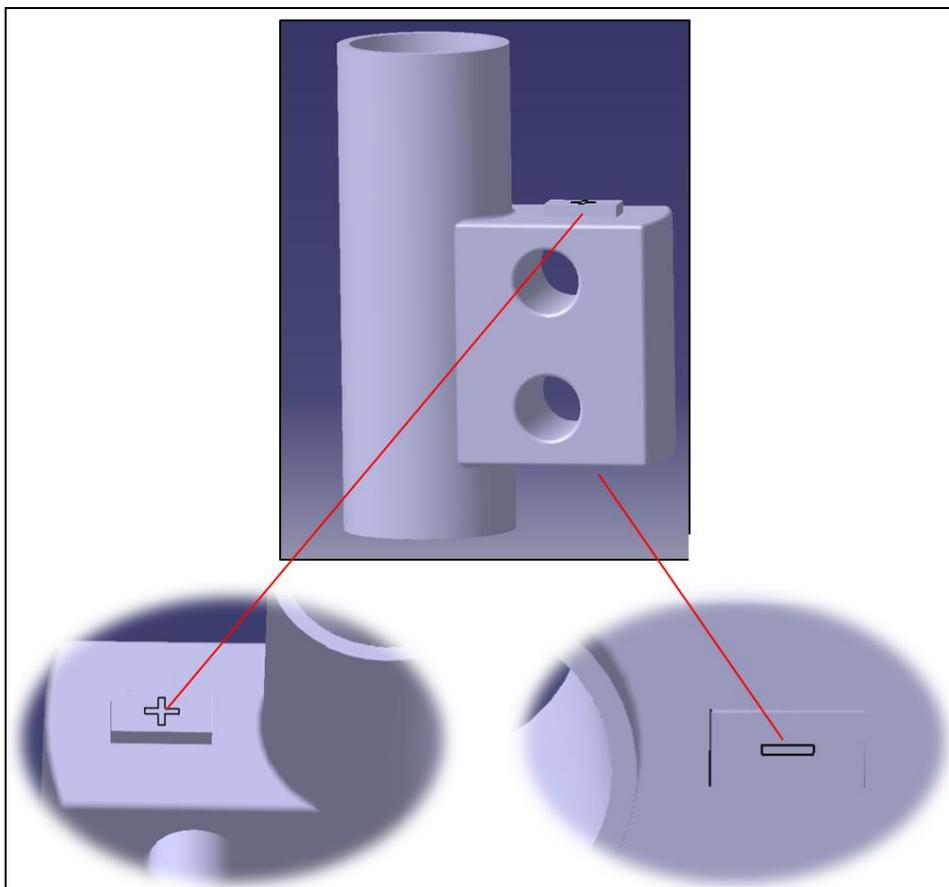


Abb.4.2.7: Konstruktion A

Die Vorrichtung muss mit dem Ladenmechanismus zur Koppelungsvorrichtung mit dem Ladenmechanismus (die Klappe) passen. Deshalb soll eine beziehende Vorrichtung der Halterung entwickelt, wie Abbildung 4.2.8 (a) und (b) zeigt.

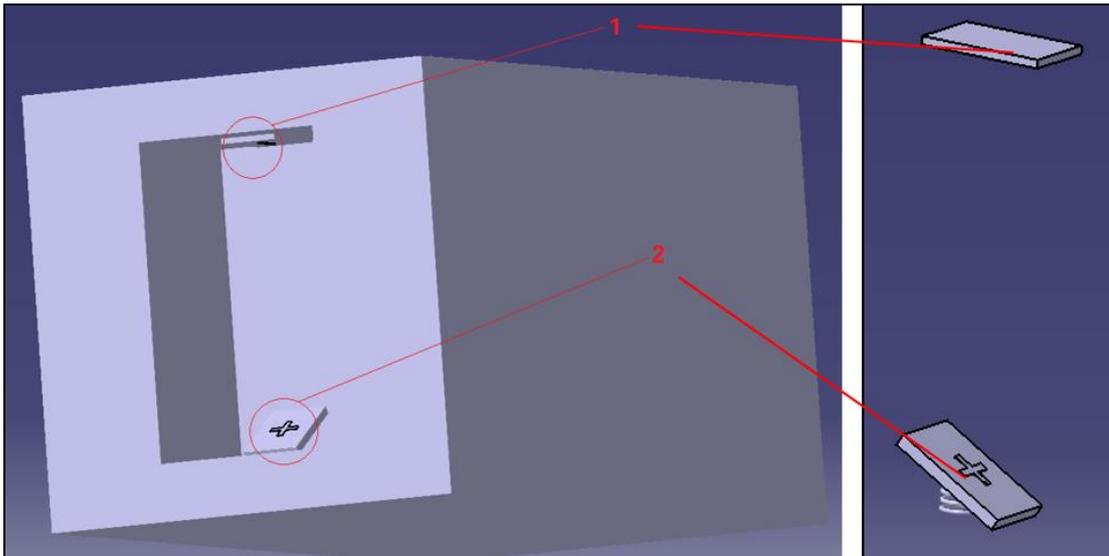


Abb.4.2.8 (a): Ladenmechanismus in der Halterung

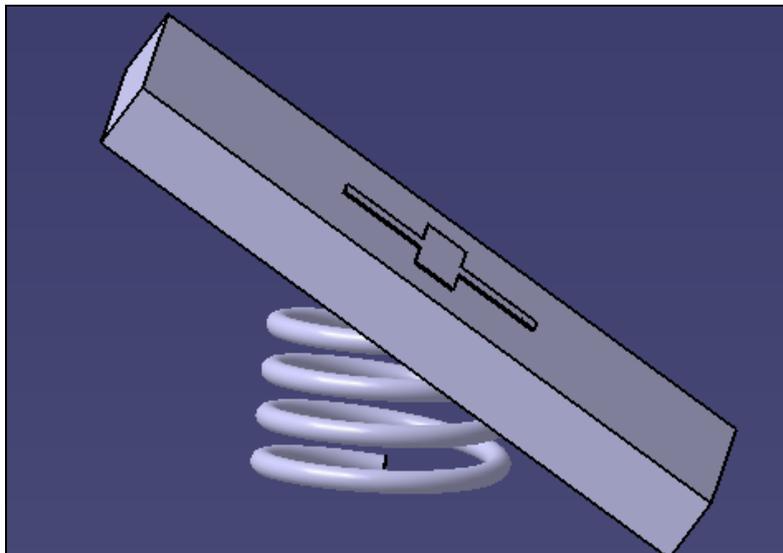


Abb.4.2.8 (b): Positiver Pol in der Halterung

Wenn die Klappe in die Halterung geschoben wird, drückt die Klappe die Platte des positiven Pols in der Halterung. Unter dieser Platte lässt sich eine Feder verbinden. Durch Federkraft lässt sich die Klappe in der Halterung befestigen. Außerdem funktioniert die Stifte bei Strom und Magnetismus, das heißt, die Stifte gehen durch die Löcher der Klappen. Abbildung 4.2.9 zeigt den Funktionsablauf.

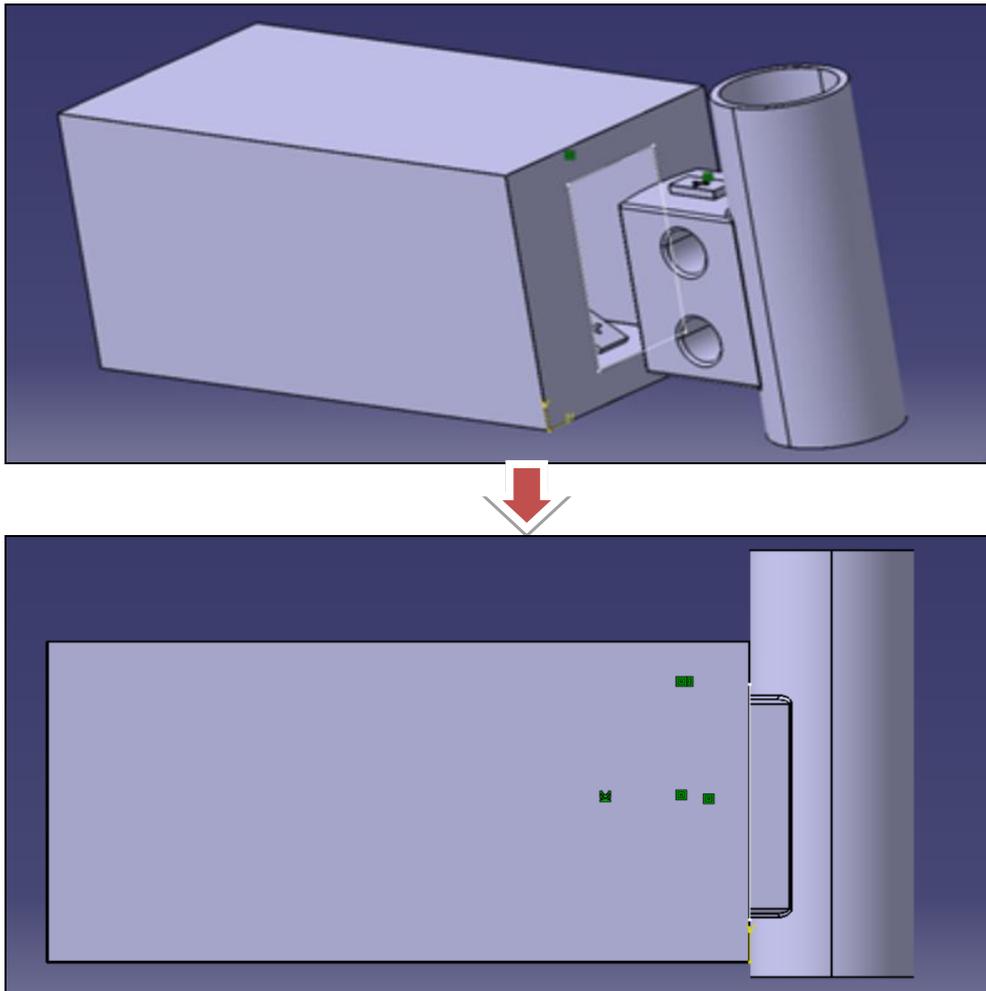


Abb. 4.2.9 Ablauf der Konstruktion A

- B. Die gesamte Struktur ist eine T-Form. Mit zwei Stiften wird die obere Vorrichtung unter Verschluss gehalten. Der Lademechanismus befindet sich in der Hauptansicht. Der positive Pol und negative Pol sind gleich in der Oberfläche. Der Wulst dient weder als Lampe noch als Führungsnut, um besser zur Halterung zu passen. (Siehe Abbildung 4.2.10 (a) Konstruktion

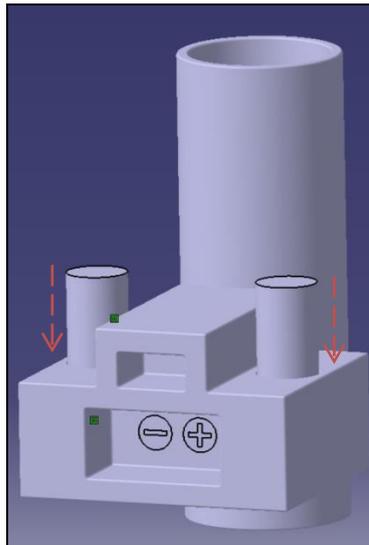


Abb.4.2.10 (a): Konstruktion B

In der Halterung (Abbildung 4.2.10 (b)) gibt es auch Polen, um auf der Vorrichtung zusammenzubauen.

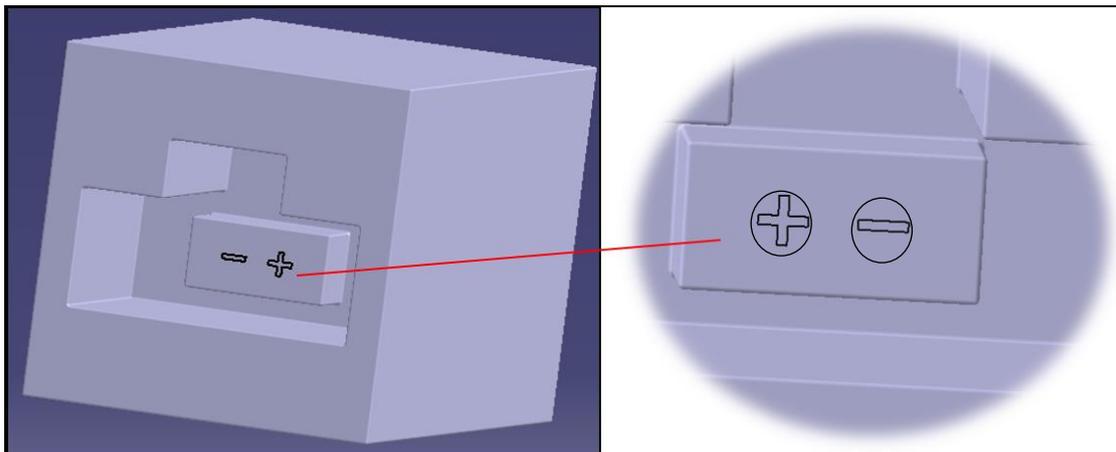


Abb.4.2.10 (b): Ladenmechanismus in der Halterung

Ablauf der Konstruktion B wird in Abbildung 4.2.11 dargestellt.

Die Klappe bewegt sich in der Richtung Y - Achse. Nach vollständigem Einstecken in der Halterung geht der Bolzen von unten nach oben durch die Klappe und die Halterung. Ebenfalls werden die Stecker und Steckdose verbunden, dann wird der E-Roller aufgeladen.

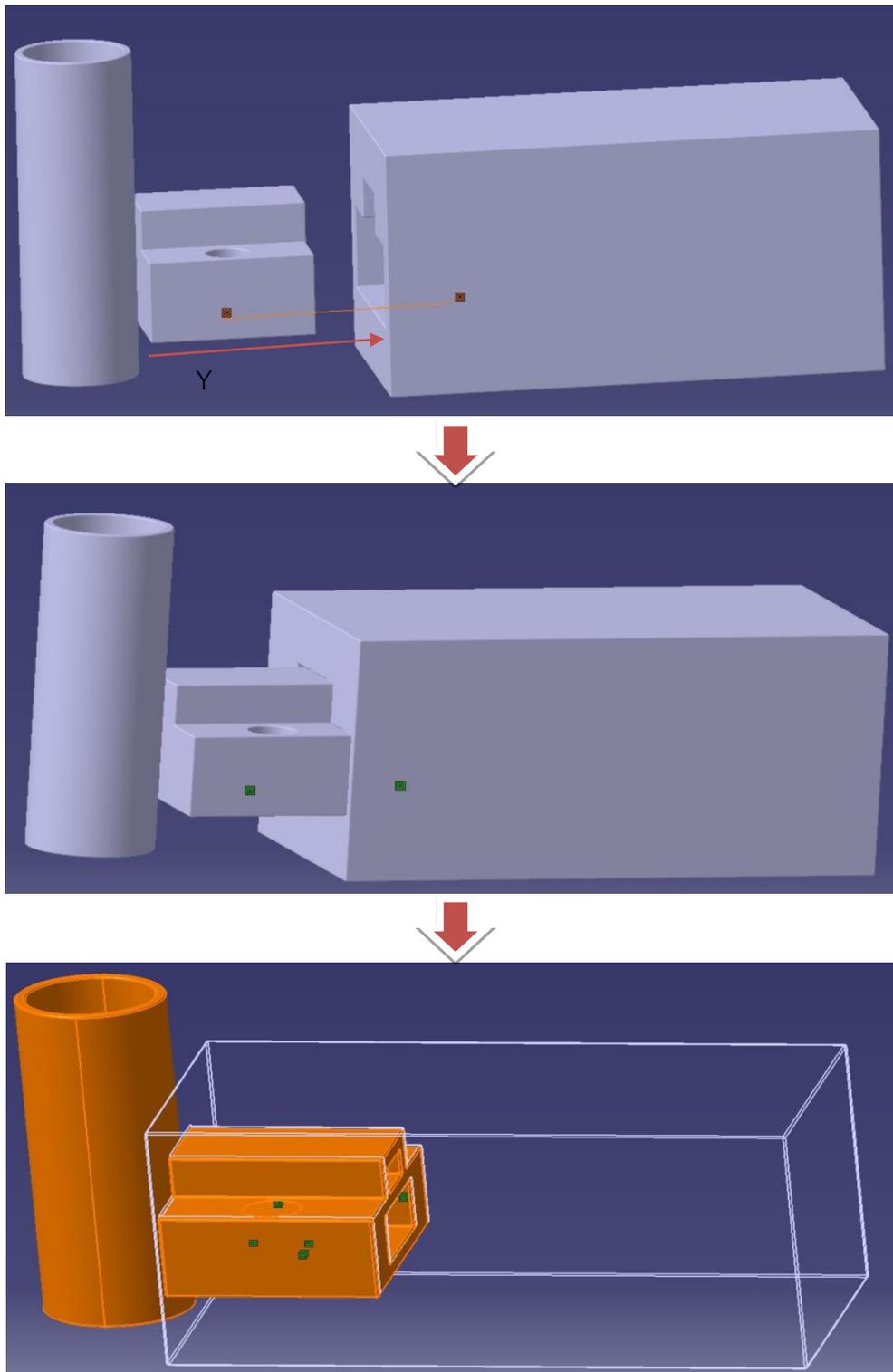


Abb. 4.2.11 Ablauf der Konstruktion B

- C. Die gesamte Struktur ist Rund-Form. Die obere Vorrichtung wird unter einen Stift gehalten. Der Lademechanismus stammt von dem Schuko-Stecker. Der positive Pol und negative Pol sind gleich in der Oberfläche.

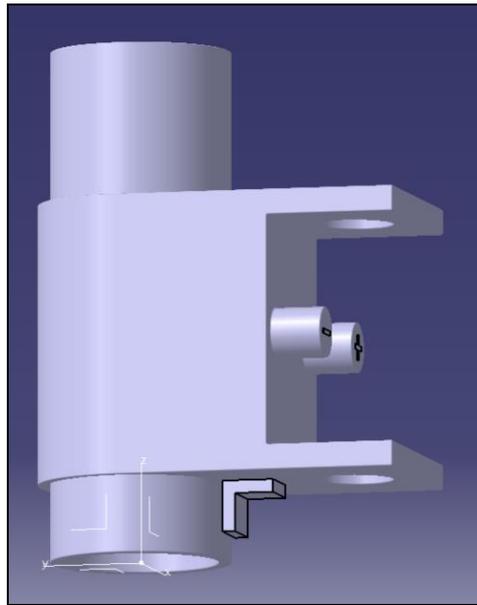


Abb.4.2.12 (a): Konstruktion C

Es hat die Polen in der inneren Halterung (Abb. 4.2.12(b)) zur Verfügung, um mit die Polen in der Vorrichtung (Abb.4.2.12(a)) zu verbinden.

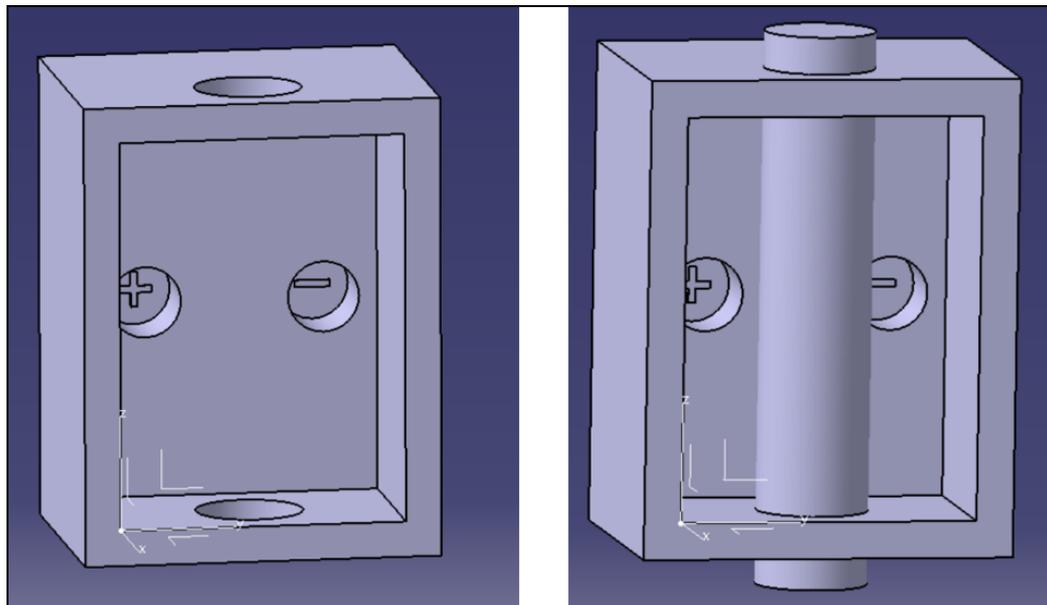


Abb.4.2.12 (b): Ladenmechanismus in der Halterung

Folgend wird der entsprechende kinematische Ablauf gezeigt, wie in Abbildung 4.2.13 dargestellt.

Die Klappe bewegt sich in der Richtung Y - Achse. Nach vollständigem Einstecken in der Halterung geht der Bolzen von unten nach oben durch die Klappe und die Halterung. Ebenfalls werden die Stecker und Steckdose verbunden, dann wird der E-Roller aufgeladen.

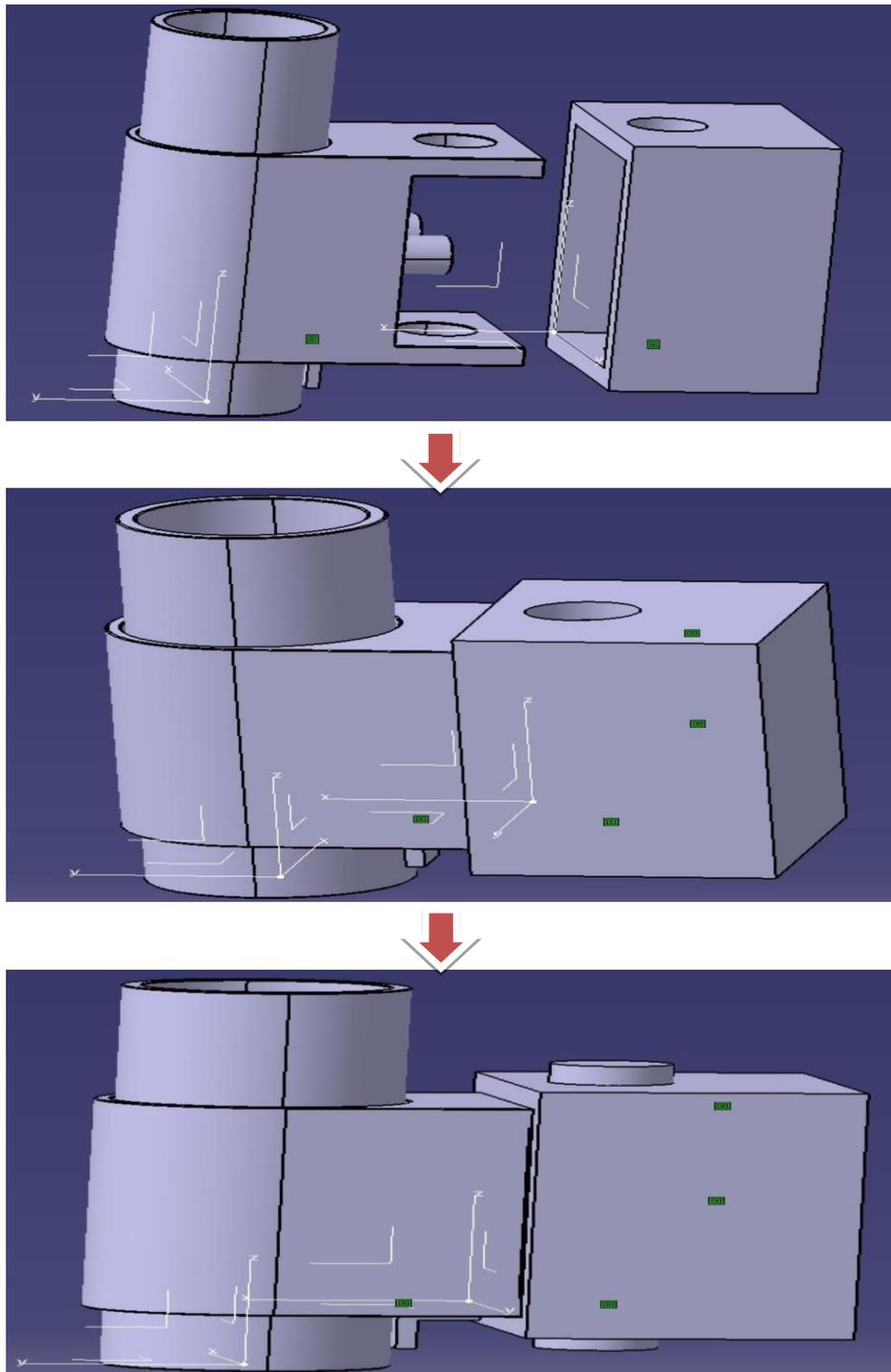


Abb.4.2.13 Ablauf der Konstruktion C

4.2.6 Laden

- Ähnlichkeit des Schuko-Steckers

Der Schuko-Stecker ist häufig in Europa anwendbar. Der Schuko-Stecker ist ausgelegt für Ladeströme mit einer maximalen Leistung von 3,6 kW. Die Leistung des E-Rollers ist 500 W. So eignet sich der Schuko-Stecker für das Laden von E-Roller. Weil der Schuko-Stecker sich auf Kabel unterstützt, dann wird Ähnlichkeit von Schuko-Stecker (ohne Kabel) angewendet

- Drahtlose Energieübertragung:

Bei einphasigem Betrieb können Leistungen von 3,6 kW übertragen werden und zwar mit einem Wirkungsgrad von über 90 % [10]. Um die Bodenplatten möglichst flach zu halten, arbeitet die induktive Energieübertragung mit etwa 100 kHz. Der Vorteil liegt darin, dass die Sekundärspule wenig Gewicht hat und dass keine Ladestation und kein Ladekabel benötigt werden.

Nachteilig ist die schlechtere Energiebilanz gegenüber verkabelten Ladestationen. Dieser Nachteil lässt sich durch die Kommunikation zwischen Ladestation und Endgerät kompensieren. Darüber hinaus ist das Ersatz der drahtlosen Energieübertragung kostspielig.

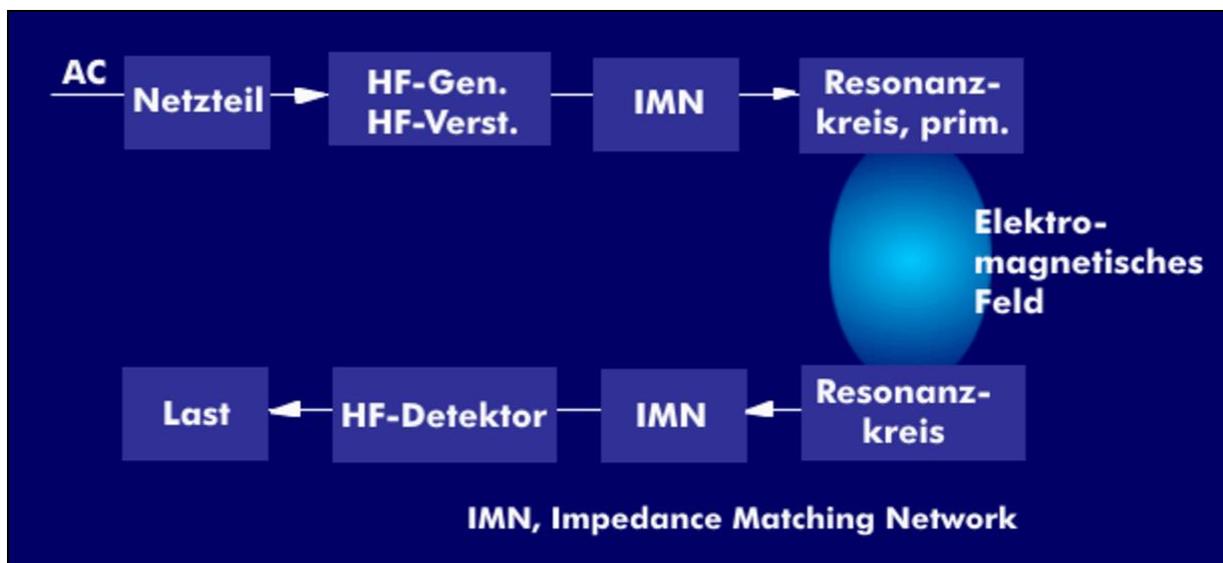


Abb.4.2.14: Blockschaubild einer Drahtlos-Energie-Übertragung [10].

- Ähnlichkeit der Batterien

Der Ladenmechanismus ist in der Richtung der oberen und unteren Oberflächen der Klappen. Der Ladenmechanismus nimmt Akku und entsprechende Ladegeräte

(Abbildung 4.2.15). Nachdem ein Akku sich ins Ladegerät vordrängelt hat, wird es mit der Federkraft festgeklemmt. Vorteilhaft ist das Funktionsprinzip einfach und es ist leicht zu realisieren.



Abb.4.2.15: Ladegerät

4.2.7 Position

Es gibt zwei Möglichkeiten des Montages. Die erste ist in der senkrechteren Position von Lenkstange, wie in Abbildung 4.2.16 (links) der rote Kreis zeigt. Die andere Möglichkeit ist horizontale Position unter Platz, wie in Abbildung 4.2.16 (rechts) der rote Kreis dargestellt.



Abb.4.2.16: Senkrechte Position (links) und Horizontale Position (rechts)

Im Vergleich zur Horizontalen Position hat der Benutzer beim Einstecken der Klappen zur Halterung an der senkrechten Position bessere Blickrichtung. Die Höhe der senkrechten Position weist bessere Annäherung der Körpergrößen als horizontale Position auf.

4.2.8 Befestigung an Vorrichtung

- **Klebverbindung:** Mit dem Kleben wird der beiliegende Halter mit Vorrichtung verbunden. (für Konstruktion A).

Vorteile: Die Klebverbindung hat keine ungünstigen Werkstoffbeeinflussungen durch Ausglühen, Aushärten und Oxidieren, keine bzw. nur geringe thermische Werkstoffbeanspruchung und damit geringen Wärmeverzug, keine Oberflächenschädigung.

Nachteile: Klebverbindungen gehören zu den unlösbaren Verbindungen, d.h. Verbindung ist ohne Zerstörung der Klebschicht bzw. der Bauteile nicht lösbar.

- **Schrauben:** Die Vorrichtung mittels des beiliegenden Halters wird mit dem Schrauben montiert. (für Konstruktion B), wie in Abbildung 4.2.18 dargestellt.

Vorteile: Schraubenverbindungen gehören zu den lösbaren Verbindungen, d.h. ein Teil lässt sich aus dem anderen Teil montieren und ausnehmen.

Nachteile: Durch das Lenken wird ein Loch gebohrt, dann geht der Bolzen das Lenken durch. Deshalb ist das originale Lenken beschädigt.

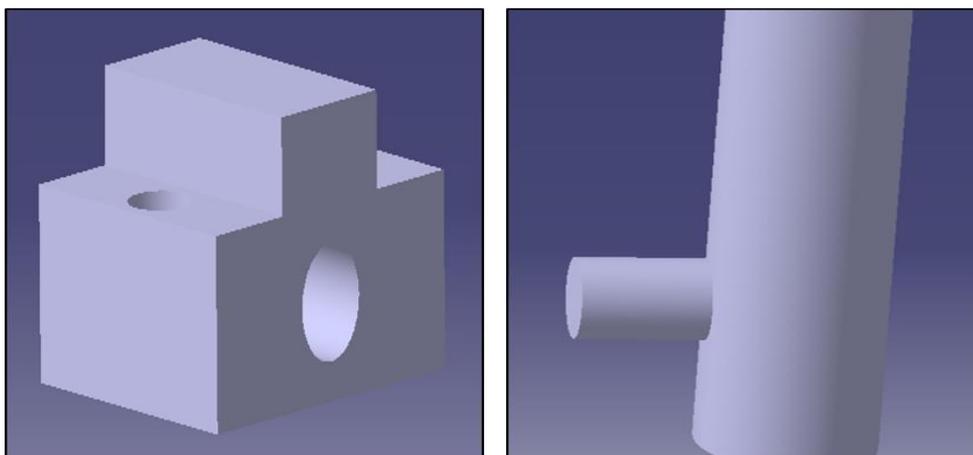


Abb.4.2.17: Mutter (links) und Bolzen(rechts)

- **Zusätzlicher Aufbau:** Die Vorrichtung erhält einen zusätzlichen Ring. Dann geht dieser Ring über die Lenkstange. (Konstruktion C), wie in Abbildung 4.2.19 dargestellt.

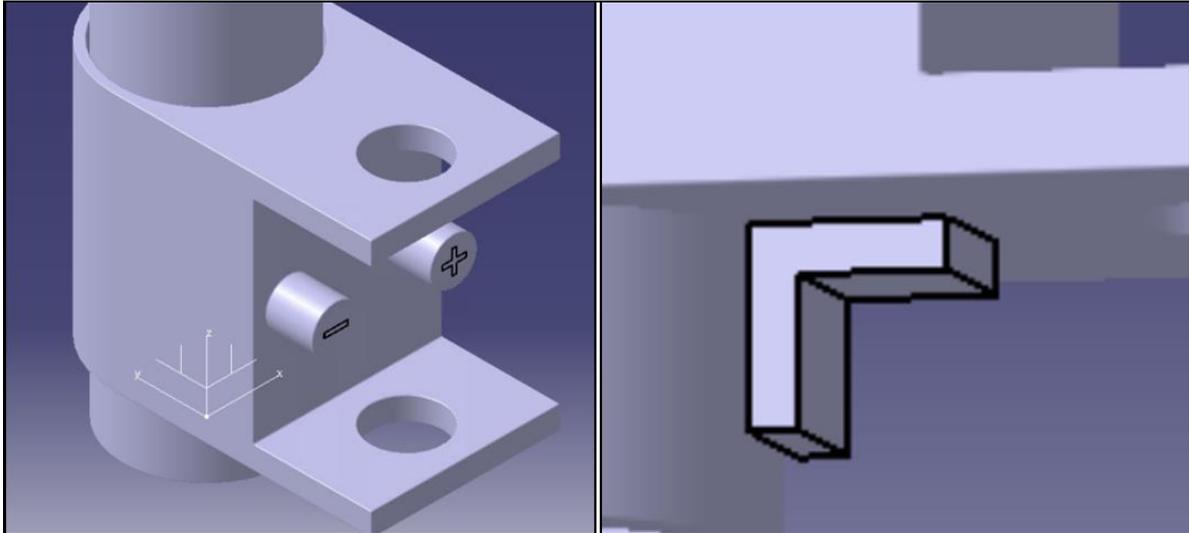


Abb.4.2.18: Zusätzliche Aufbau

Links von Abbildung 4.2.19 zeigt einen besonderen Aufbau durch das Lenken. Eine Rippe (rechts von Abbildung 4.2.19) als Stütze wird eingesetzt, um die Klappe nicht herunterzurutschen.

Vorteile: Schraubenverbindungen gehören zu den lösbaren Verbindungen, d.h. ein Teil lässt sich aus dem anderen Teil montieren und ausnehmen.

Nachteile: Zusätzlicher Aufbau ist komplizierter. Nur eine Rippe ist einzige Stütze, hohe Dauerfestigkeit und hoher Auflagerdruck sind für die Rippe erforderlich.

4.2.9 Material

Für die Elektronik, Elektrotechnik, Feinwerktechnik und Mechatronik liegt ein Sortiment an Werkstoffen vor, aus dem unter Berücksichtigung vielfältiger Gesichtspunkte der für den jeweiligen Einsatzzweck günstigste Material auszuwählen ist.

➤ Rohstoff:

Unter Stahl versteht man Legierung mit Eisen als Hauptbestandteil und einem Kohlenstoffgehalt unter 2,0% [10].

Folgen der Zusammensetzung (Kohlenstoffgehalt und Legierungselemente) gibt es vielfältige Sorten. Qualitätsstähle und Edelstähle sind davon zwei Teile.

● Qualitätsstähle:

Alle bisherigen Grundstähle werden als Qualitätsstähle hergestellt. Außerdem werden die Qualitätsstähle in zwei Sorten eingeteilt, nämlich unlegierte und legierte Qualitätsstähle.

- Edelstähle:

Edelstähle unterscheiden sich von Qualitätsstählen durch verbesserte Desoxidation, verbesserte Härtebarkeit, genauere Zusammensetzung und auch sorgfältigere Herstellung, höheren Reinheitsgrad. Wegen dieser Funktionen kosten mehr die Edelstähle als Qualitätsstählen.

Jedoch erfüllen die Qualitätsstähle die Bedürfnisse für die Bauteile.

Die in Tabelle 4.3 erfassten Stahlsorten sind unlegierte Qualitätsstähle nach DIN EN 10020.

Tabelle 4.3: Unlegierte Qualitätsstähle [11]

Unlegierte Baustähle											
Unlegierte Baustähle, warmgewalzt											vgl. DIN EN 10025-2 (2005-04)
Stahlsorte Kurzname	Werkstoffnummer	DO ¹⁾	Kerbschlagarbeit		Zugfestigkeit $R_m^{2)}$ N/mm ²	Streckgrenze R_e in N/mm ² für Erzeugnisdicken in mm				Bruchdehnung $A^{3)}$ %	Eigenschaften, Verwendung
			bei °C	KV J		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80		
Stähle für den Stahl- und Maschinenbau											
S185	1.0035	-	-	-	290 ... 510	185	175	175	175	18	nicht schweißbar, einfache Stahlkonstruktionen
S235JR	1.0038	FN	20	-	360 ... 510	235	225	215	215	26	einfache Maschinenteile, Schweißkonstruktionen im Stahl- und Maschinenbau; Hebel, Bolzen, Achsen, Wellen
S235J0	1.0114	FN	0	27							
S235J2	1.0117	FF	-20	-							
S275JR	1.0044	FN	20	-	410 ... 560	275	265	255	245	23	hoch beanspruchte Schweißkonstruktionen im Stahl-, Kran- und Brückenbau
S275J0	1.0143	FN	0	27							
S275J2	1.0145	FF	-20	-							
S355JR	1.0045	FN	20	-	470 ... 630	355	345	335	325	22	hoch beanspruchte Schweißkonstruktionen im Stahl-, Kran- und Brückenbau
S355J0	1.0553	FN	0	27							
S355J2	1.0577	FF	-20	-							
S355K2	1.0596	FF	-20	40	470 ... 630	355	345	335	325	22	hoch beanspruchte Schweißkonstruktionen im Stahl-, Kran- und Brückenbau
S450J0	1.0590	FF	0	27	550 ... 720	450	430	410	390	17	

Nach Tabelle 4.3 soll S235 Serien als Stoffen auswählbar sein. Die Tabelle zeigt, dass S235 Serien für einfache Maschinenteile, Schweißkonstruktionen im Stahl- und Maschinenbau eignen. Im Vergleich zu anderen Stoffen haben die S235 Serien höhere Bruchdehnung.

➤ Korrosionsschutz

Ebenfalls bewirken die Umgebungsbedingungen (Luftfeuchtigkeit, Luftverschmutzungen, Salz- und Sauerstoffgehalt des Wassers, Temperatur usw.) außerdem chemische oder elektrochemische Reaktionen, die bei fehlenden Schutzmaßnahmen zur allmählichen

Zerstörung von Metallteilen führen. Dazu wird die Oberfläche der Qualitätsstähle vorbehandelt.

- Lackieren:

Lackieren ist das Beschichten unterschiedlicher Substrate (Metall, Kunststoff, Holz) mit Lacken (bis zu 400 μm dick). Dabei werden sehr unterschiedliche Auftragstechniken eingesetzt, nämlich Streichen, Rollen, Druckluftspritzen, luftloses Spritzen, elektrostatisches Spritzen, Tauchlackieren, Elektrotauchlackieren bzw. elektrophoretisches Lackieren [12]. In der Regel wird es grundsätzlich in zwei Sorten unterschieden: nicht pigmentierten Lack (Klarlack) und pigmentierten Lack (Lackfarbe).

Weil der Bauteil die Bedürfnisse gegen Wasser und Korrosionsbeständigkeit erfüllt werden soll, wird die Lackfarbe ausgewählt. Die unterschiedlichen Farben, glatt oder mit speziellen Effekten (z.B. Hammerschlag) und Geschlossenheit werden mit dem Verfahren entstehenden Oberfläche gekennzeichnet. Davon ist die Geschlossenheit nachteilhaft, die dicke Schicht ist. Wird sie verletzt, tritt sofort Korrosion auf. Um letzteres zu verhindern, wird dem Lack manchmal Zink oder Aluminium zugesetzt.

- Pulverlackieren:

Pulverlackieren oder Pulver ist Fertigungen durch das Aufbringen einer Lackschicht, wobei der Schichtstoff in der Ausgangsform als Pulver vorliegt [12]. Der Lack ist lösemittelfrei. Die Lackpartikel haften bis zum Aufschmelzen elektrostatischen an der Oberfläche. Kennzeichen der mit dem Verfahren entstehenden Oberfläche ist glatt bis hochglänzend; die Rauheit ist abhängig von Untergründen und Gelierzeit. Außerdem sind raue Untergründe (z.B. spritzverzinkte oder sandgestrahlte Oberflächen) nicht lackierbar; für Geschlossenheit ist es vollkommen geschlossen. Für den Arbeitsschutz sind elektrostatische Felder eine Voraussetzung.

- Zinkschichten:

Zink ist unedler als Eisen. Seine Korrosionsschutzwirkung ist damit verbunden, dass Zink selbst durch Reaktion mit der Atmosphäre im Idealfall mit basischen Carbonat-Passivschichten abgedeckt wird, zum anderen darauf, dass Zink bei der Bildung einer Pore oder eines Risses gegenüber Eisen zur Anode wird, die sich langsam auflöst und das Eisen eine Zeit lang kathodisch schützt. Zink bildet also im Verbund mit Eisen eine Opferanode. Die Zeit, in der Zink als Korrosionsschutz wirkt, ist daher proportional zur Zinkschichtdicke bei

vergleichbaren Flächen. Für den Korrosionsschutz durch Zinkschichten wird mindestens 12 μm Dicke von Zn für Fahrradbauteile. Außerdem wird ein Eisenblech beidseitig verzinkt, so wirkt die Schutzwirkung durch kathodischen Schutz des Eisens über eine Entfernung von 1,5 mm maximal [13]. Ist der Abstand zwischen beiden Zinkschichten größer, korrodiert auch das Eisen.

4.3 Analyse durch Wertigkeitsverfahren

Im Folgenden werden mittels des morphologischen Kastens drei Lösungsvarianten gebildet, die mit Hilfe vom Wertigkeitsverfahren analysiert werden.

Die Lösungsvarianten lassen sich innerhalb des morphologischen Kastens in der Regel durch farbige Linien kennzeichnen. Ein derartiges Vorgehen wurde im vorliegenden Fall zugunsten der Übersichtlichkeit verworfen. Folgendermaßen werden die eigenen Lösungsvarianten durch farbige Linien gekennzeichnet. Variante 1 ist rot gekennzeichnet, Variante 2 in grün, Variante 3 in blau.

Gemäß der einfachen Bewertung (Tabelle 4.4) sind Stifte, gleiche Halterung B, Anzeigen und gleiche Position in den drei Lösungsvarianten anwendbar. Ansonsten hat jede Lösungsvariante selbst Eigenschaften, werden die jeweils Lösungsvarianten beschrieben.

- Lösung 1: (rote Linien)

Die Klappe ist durch Stift mit der Halterung verbunden und geschlossen. Koppelvorrichtung ist Konstruktion A (Abbildung 4.2.7). Auf dem Unterteil und Oberteil der Klappen werden die Ausbeulungen als der positive und negativere Pol hinzugefügt. Der Ladenmechanismus imitiert die Batterie. Davon muss der Feder in der Halterung konstruktiviert werden. Die Klappe ist aus Qualitätsstahl (S235 JR). Wegen der Korrosion wird das Verzinken angewandt. Mit Kleben werden die Klappe und das senkrechte Lenken des Fahrrades verbunden.

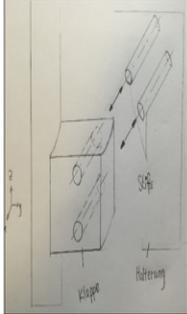
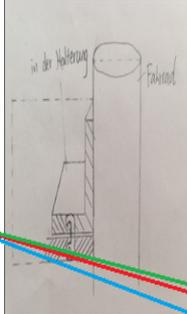
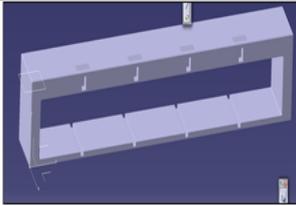
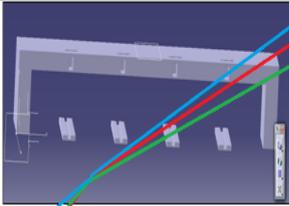
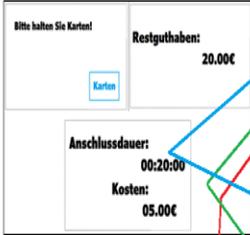
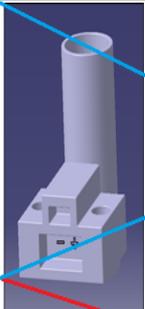
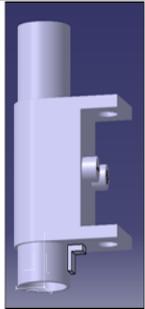
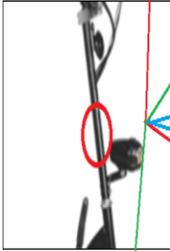
- Lösungsvariante 2: (grüne Linien)

Gleich wie Lösung 1 ist die Klappe durch Stift mit der Halterung verbunden und geschlossen. Im Vergleich mit Lösung1 ist die Umlaufbahn der durchgehenden Bolzen (zwei Bolzen) von oben nach unten. Außerdem ist der Ladenmechanismus die Ähnlichkeit des Schuko-Steckers. Edelstahl hat verbesserte Desoxidation als Qualitätsstahle. Durch Schrauben wird die Klappe und senkrecht Lenken des Fahrrades verbunden.

- Lösungsvariante 3: (blaue Linien)

Durch einen durchfegenden Bolzen werden die Klappen in der Halterung geschlossen. Die besondere Konstruktion ist als Verbindungsverfahren mit senkrechtem Lenken verbunden. Der Ladenmechanismus ist ähnlich wie Lösung 2. Lackieren ist als ein Korrosionsverfahren für Lösung 3 angewendet.

Tabelle 4.4: Morphologischer Kasten mit Lösungsvarianten

Teilfunktion/-lösung		1	2	3
Verschluss	Arretierung			Schnappverschluss
	Krafteinbringung	Federkraft	Hydraulik	Elektromechanik
	Halterung			
	Anzeigen			
	Koppelvorrichtung			
Laden		Ähnlichkeit des Schuko Stecker	Drahtlose Energieübertragung	Ähnlichkeit der Batterien (direkte Kontakt)
Montage	Befestigung an Vorrichtung	Klebeverbindung	Schrauben	Zusätzliche Aufbau
	Position			
Material		Edelstahl	Verzinkte Stahl	Lackierte Stahl

Bewerten von Lösungsvarianten:

Grundlagen:

Erster Schritt einer Bewertung ist das Aufstellen von Zielvorstellungen, aus denen sich Bewertungskriterien ableiten und nach den drei Lösungsvarianten beurteilt werden können. Im Folgenden werden die Zielvorstellungen für Koppelungsvorrichtung mit Ladenmechanismus dargestellt.

Die Kriterien werden entsprechend Kunden und Konkurrenzbewertung gewählt. Nach Vorgabe des Skripts müssen die einzelnen Kriterien gewichtet werden. Die Beurteilung erfolgt „Automaten“; die Wertung wird nach Ermessen des Verfassers dieser Arbeit durchgeführt. Eine kurze Erläuterung der Kriterien und ihrer Gewichtungsfaktoren folgt:

Aufbau:	Komplexe Konstruktionen zeigen ein höheres Fehler-Risiko auf.
Sicherheit:	Halten der erforderlichen Kraft. Durch Krafteinbringung wird das Fahrrad an der Halterung sicher geschlossen. Die Sicherheit wird gegen Diebstahl garantiert.
Schlankheit:	Ein möglichst schmales Profil ist anzustreben. Schweiß- und Nietzangen zum Fügen der Blechteile benötigen reichenden Freiraum zwischen Verbindungstellen.
Lebensdauer:	Die Korrosion und das Stoßen usw., verkürzte Lebensdauer. Nach den Werkstoffeigenschaften, Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit lassen sich die entsprechenden Maßnahmen ergreifen.
Wartung:	Wiederholtes Ausleihen des Fahrrades wird die Vorrichtung möglich beschäftigt. Die gute Konstruktion fördert einfache Wartung.
Herstellungskosten:	In der Regel ist der Preis eine Voraussetzung für Konkurrenz. Bei der Konstruktion der Einzelteile ist ein einfacher Fertigungsaufbau zu berücksichtigen. Auf diese Weise können

Fertigungskosten gesenkt werden. Außerdem beeinflusst die Auswahl des Materials die Kosten.

Beim Aufstellen der Bewertungskriterien ist es notwendig, ihre Bedeutung (Gewicht) für den Gesamtwert einer Lösung zu erkennen, damit bereits vor der eigentlichen Bewertung gegebenenfalls unbedeutende Bewertungskriterien ausgeschieden werden können. Trotzdem unterschiedlicher Bedeutung verbleibende Bewertungskriterien werden durch „Gewichtungsfaktoren“ gekennzeichnet, die beim späteren Bewertungsschritt dann berücksichtigt werden.

Tabelle 4.5: Bestimmung durch paarweisen Vergleich

		Vergleiche...						
Nr.	Kriterium	1	2	3	4	5	6	
1	Aufbau	–	2	2	2	1	2	
2	Sicherheit	2	–	1	2	1	1	
3	Schlankheit	2	3	–	3	3	3	
4	Lebensdauer	2	2	1	–	1	2	
5	Wartung	3	3	1	3	–	2	
6	Herstellungskosten	2	3	1	2	2	–	
	Summe	11	12	6	12	8	10	59
	Rang/Position	2	1	5	1	4	3	
	Gewichtungsfaktoren	0,19	0,20	0,10	0,20	0,14	0,17	1,00

Bewertung:

3= wichtiger

2= gleich wichtig

1= weniger wichtig

59 ist die gesamte Summe des Kriteriums 1,00 bedeutet Summe der Gewichtungsfaktoren.

Jeder Gewichtungsfaktor ist entsprechende Summe durch gesamte Punkte (59).

Deshalb wird die jeweils $g_1=0,19$, $g_2=0,20$; $g_3=0,10$; $g_4=0,20$; $g_5=0,14$; $g_6=0,17$ ausgerechnet. (Taballe4.5)

Die Wertvorstellungen werden durch Vergabe von Punkten ausgedrückt. Die Nutzwertanalyse benutzt ein großes Wertspektrum von 0 bis 10, Richtlinie VDI2225 ein

kleineres von 0 bis 4 Punkten: Abbildung 4.3 für das große Wertspektrum mit 0 bis 10 Punkten spricht die Erfahrung, dass eine Zuordnung und anschließende Auswertung durch ein Zehnersystem mit Anlehnung an Prozentvorstellungen erleichtert wird. Für das kleine Wertspektrum mit 0 bis 4 Punkten liegt die Tatsache darin, dass bei den häufig nur unzulänglich bekannten Eigenschaften der Varianten eine Grobbewertung ausreicht bzw. nur sinnvoll erscheint, wobei die einfach unterteilt sind, nämlich:

- Weit unter Durchschnitt
- Unter Durchschnitt
- Durchschnitt
- Über Durchschnitt
- Weit über Durchschnitt

Es ist hilfreich, wenn man zunächst innerhalb eines Bewertungskriteriums die Varianten mit den extremen guten und schlechten Eigenschaften sucht und diese entsprechenden Punktzahlen zuordnen.

Wertskala			
Nutzwertanalyse		Richtlinie VDI 2225	
Pkt.	Bedeutung	Pkt.	Bedeutung
0	absolut unbrauchbare Lösung	0	unbefriedigend
1	sehr mangelhafte Lösung		
2	schwache Lösung	1	gerade noch tragbar
3	tragbare Lösung		
4	ausreichende Lösung	2	ausreichend
5	befriedigende Lösung		
6	gute Lösung mit geringen Mängeln	3	gut
7	gute Lösung		
8	sehr gute Lösung	4	sehr gut (ideal)
9	über die Zielvorstellung hinausgehende Lösung		
10	Ideallösung		

Abb.4.3: Werteskala für Nutzwertanalyse und Richtlinie VDI 2225 [14].

Mit den bekannten Kriterien und ihrer Gewichtung kann entsprechend dem Wertigkeitsverfahren die folgende Tabelle 4.6 erstellt werden:

Tabelle 4.6: Wertigkeitsverfahren [9].

Bewertungs- kriterien	Gewichtungs- faktoren	Lösung1		Lösung2		Lösung3	
		P_{1j}	$g_j \cdot P_{1j}$	P_{2j}	$g_j \cdot P_{2j}$	g_j	$g_j \cdot P_{3j}$
Aufbau	0,19	4	0,76	3	0,57	4	0,76
Sicherheit	0,20	4	0,80	2	0,40	2	0,40
Schlankheit	0,10	3	0,30	2	0,20	2	0,20
Lebensdauer	0,20	4	0,80	3	0,60	3	0,60
Wartung	0,14	3	0,42	4	0,56	4	0,56
Herstellungs - kosten	0,17	2	0,34	1	0,17	2	0,34
Punktzahlen-Summe			3,42		2,50		2,86
Rangfolge			1		3		2
Wertigkeit Gesamt- lösung			0,855		0,625		0,715

$$W_{t,i} = \frac{P_1 \cdot g_1 + P_2 \cdot g_2 + \dots + P_n \cdot g_n}{(g_1 + g_2 + \dots + g_n) \cdot P_{max}} = \frac{\sum P \cdot g}{P_{max} \cdot \sum g} \quad \text{Gl. 4.01}$$

$$P_{max} = 4$$

$$W_{t,i} = \frac{\sum_{j=1}^n (P_{ij} \cdot g_j)}{P_{max} \cdot \sum_{j=1}^n g_j} = \frac{3,424}{4} = 0,855$$

$$W_{t,i} = \frac{\sum_{j=2}^n (P_{ij} \cdot g_j)}{P_{max} \cdot \sum_{j=2}^n g_j} = \frac{2,50}{4} = 0,625$$

$$W_{t,i} = \frac{\sum_{j=3}^n (P_{ij} \cdot g_j)}{P_{max} \cdot \sum_{j=3}^n g_j} = \frac{2,86}{4} = 0,715$$

Gemäß der folgenden Beschreibung aus dem Skript können die Lösungsvarianten damit gewertet werden:

Sehr gute Lösung: $W_t > 0,8$

Gute Lösung: $W_t > 0,7$

Unbefriedigende Lösung: $W_t < 0,6$

Demnach ist Lösungsvariante 1 eine optimale Lösung während die anderen beiden Varianten lediglich gute Lösungen sind. Entsprechend der Wertigkeit wird Lösungsvariante 1 für die weitere Entwicklung und Festigkeitsberechnung ausgewählt.

4.4 Anmerkung zur gewählten Lösung

Gemäß dem Wertigkeitsverfahren wurde Lösungsvariant 1 gewählt. Aufbau und Funktion der Variante sollen im Folgenden beschrieben werden. Es wird empfohlen hierzu die im Anhang beigefügte Zeichnung zur Hilfe zu nehmen.

Die Größe der Halterung ist abhängig von Designer (oder Hersteller) und von den Größen des E-Rollers. In dieser Halterung werden maximal 4 E-Roller aufgehoben.

5. Festigkeitsnachweis

Der Festigkeitsnachweis erfolgt gemäß des Roloff/Matek [15] und der zugehörigen Formelsammlung [16].

5.1 Materialwerte

Bevor der Festigkeitsnachweis erbracht werden kann, müssen zunächst die zulässigen Werte für Pressungen berechnet werden.

Entsprechend der praktischen Anwendung ist keine dynamische Belastung der Konstruktion im Betriebszustand zu erwarten. Deswegen, und da Stahl als Material gewählt wurde, wird die Berechnung auf statische Bauteilfestigkeit gewählt.

In Kapitel 4.1 geht es darum, das Material auszuwählen, und zwar S235 Serien ist für die Aufgabenstellung geeignet.

Die weitere Auswahl von Baustählen kann durch folgendes Schema (Abbildung 5.1.1) unterstützt werden:

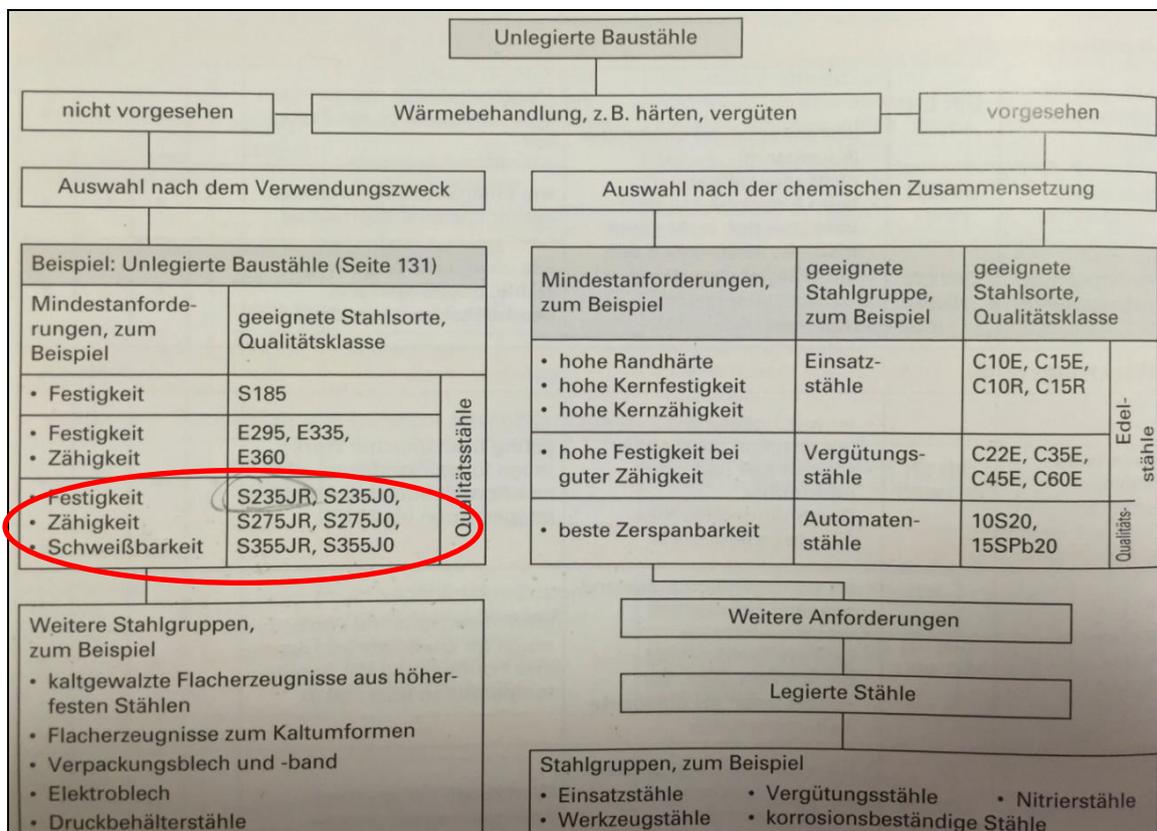


Abb.5.1.1: Auswahl von Baustählen [11].

Gemäß der obigen Unterstützung werden S235JR und S235J0 ausgewählt. Die Mindestanforderungen (z.B. Festigkeit, Zähigkeit, Schweißbarkeit) sind geeignet für S235JR und S235J0.

Gemäß Stahl Tabellenbuch für Auswahl und Anwendung wird S235JR nur in Nenndicken $\leq 25\text{mm}$ lieferbar. [16] Die Nenndicken von entsprechenden Bauteilen (Klappe) sind mehr als 25mm. (80mm bis 100mm). Deshalb erfüllt auf der Tabelle 5.1 S235J0 diese Anforderung.

Tabelle 5.1: Mechanische Eigenschaften der Flach- und Langerzeugnisse [15].

Stahlsorte Bezeichnung		Desoxi- dations- art	Stahl- art 2)	Streckgrenze R_{eH} N/mm ² , min. 1)								Zugfestigkeit R_m N/mm ² 1)			
nach EN 10027-1 und ECISS IC 10	nach EN 10027-2			für Nenndicken in mm								für Nenndicken in mm			
				≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250
S185 ³⁾	1.0035	frei- gestellt	BS	185	175	-	-	-	-	-	-	310 bis 540	290 bis 510	-	-
S235JR³⁾	1.0037	frei- gestellt	BS	235	225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S235JRG1 ³⁾	1.0036	FU	BS	235	225	-	-	-	-	-	-	360 bis	340 bis	-	-
S235JRG2	1.0038	FN	BS	235	225	215	215	215	195	185	175	bis	bis	340	320
S235J0	1.0114	FN	QS	235	225	215	215	215	195	185	175	510	470	bis	bis
S235J2G3	1.0116	FF	QS	235	225	215	215	215	195	185	175			470	470
S235J2G4	1.0117	FF	QS	235	225	215	215	215	195	185	175				
S275JR	1.0044	FN	BS												
S275J0	1.0143	FN	QS	275	265	255	245	235	225	215	205	430 bis	410 bis	400 bis	380 bis
S275J2G3	1.0144	FF	QS												
S275J2G4	1.0145	FF	QS									580	560	540	540

Die Basis-Werte des gewählten Materials werden tabellarisch bestimmt zu:

Zugfestigkeit: $R_{mN} = 340 \dots 470 \text{ N/mm}^2$

Streckgrenze: $R_{eN} = 235 \text{ N/mm}^2$

Bruchdehnung: $A = 26\%$

Elastizitätsgrenze: $R_{p0,2N} = 235 \text{ N/mm}^2$

Elastizitätsmodul: $E = 210.000 \text{ MPa}$

Die Werte R_{mN} , R_{eN} und $R_{p0,2N}$ werden hierbei auf den Normdurchmesser von 16 mm bezogen und müssen mit dem Größeneinflussfaktor K_t umgerechnet werden.

Der Größeneinflussfaktor berücksichtigt den technologisch bedingten Festigkeitsabfall mit zunehmender Bauteilgröße. Angesicht der Tatsache, dass die genaue Geometrie noch nicht bekannt ist. Deshalb sei der Durchmesser hier mit 100mm gewählt. Der Faktor K_t ist

umgekehrt proportional zum Durchmesser, somit wird mit der relativ hohen Wahl des Durchmessers eine gewisse Sicherheit gewährleistet.

Folgende Abbildung 5.1.2 K_t für Walzstahl ist im Falle von Baustählen für Zugfestigkeit und Streckgrenze identisch:

$$K_t = 1 - 0,23 \cdot \log(d/100\text{mm}) \quad \text{Gl.5.01}$$

Mit dem gewählten Durchmesser von 100 mm ergibt sich für den Größeneinflussfaktor der Wert: $W_t=1$

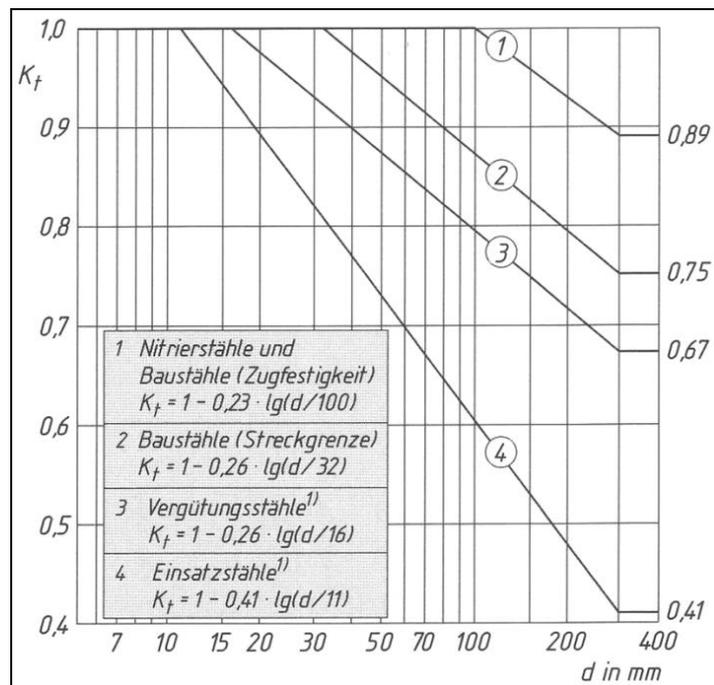


Abb.5.1.2: K_t für Walzstahl [18].

Der Größeneinflussfaktor wird in den entsprechenden Formeln eingesetzt, um die zulässigen Werte zu berechnen:

$$R_m = R_{mN} \cdot K_{t\text{Zug}} = 1 \cdot 340 \text{ N/mm}^2 = 340 \text{ N/mm}^2$$

$$R_e = R_{eN} \cdot K_{t\text{Streck}} = 1 \cdot 235 \text{ N/mm}^2 = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{p0,2} = R_{p0,2N} \cdot K_{t\text{Streck}} = 1 \cdot 235 \text{ N/mm}^2 = 235 \text{ N/mm}^2$$

Mit den errechneten Werten kann die Berechnung der zulässigen Spannung und der zulässigen Scherspannung in Angriff genommen werden. Es gilt:

$$\sigma_F = f_\sigma \cdot R_p / K_B \text{ Gl.5.02}$$

$$\tau_F = f_\tau \cdot R_p / K_B \text{ Gl.5.03}$$

Die Werte f_σ und f_τ werden tabellarisch ermittelt. Für Stähle gilt $f_\sigma = 1$ und $f_\tau = 0,58$.

Der statische Konstruktionsfaktor K_B ergibt sich zu:

$$K_B = 1/n_{pl} \text{ Gl. 5.04}$$

Der Wert n_{pl} ist die plastische Stützzahl, welche mit der folgenden Formel berechnet werden kann:

$$n_{pl} = \sqrt{\frac{R_{p\max}}{R_p}} \leq \alpha_p \text{ Gl.5.05}$$

In diesem Falle folgt:

$$n_{pl} = \sqrt{\frac{R_{p0,2N}}{R_{p0,2}}} = \sqrt{\frac{R_{p0,2N}}{K_t \cdot R_{p0,2}}} = \sqrt{\frac{1}{K_t}} = \sqrt{\frac{1}{1}} = 1$$

Die plastische Stützzahl erfüllt das Kriterium $n_{pl} \leq \alpha_p$ für alle in der Konstruktion geplanten Lastfälle.

Mit der gewählten Gleichung wird die Kerbung außer Acht gelassen. Zur Probe sei die Gleichung mit entsprechender Berücksichtigung der Kerbung beobachtet:

$$n_{pl} = \frac{1}{\alpha_k} \sqrt{\frac{E \cdot \varepsilon_{ertr}}{R_p}} \leq \alpha_p \text{ Gl.5.06}$$

Die Kerbung wird hier durch die Kerbformzahl α_k verkörpert, welche einer Tabelle zu entnehmen ist, die Größe ε_{ertr} geht um die maximal erträgliche Dehnung, die auf 5 Prozent für Stahl gesetzt wird.

Nach Einsetzen aller anderen Größen vereinfacht sich die Gleichung zu:

$$n_{pl} = \frac{6,684}{\alpha_k}$$

Wird hier nun der vorher ermittelte Wert $n_{pl} = 1$ eingesetzt und nach α_k umgestellt, deshalb lässt sich für α_k errechnen:

$$\alpha_k = \frac{6,684}{1} = 6,684$$

Im Vergleich wird es mit den Werten für α_k erkannt, dass mit der ursprünglichen Gleichung 5.05 für n_{pl} bereits hohe Kerbformzahlen abgedeckt sind. Es wird daher in den folgenden Berechnungen $n_{pl} = 1$ verwendet.

Für die zulässige Spannung und Scherspannung ergibt sich mit den Gleichungen 5.02 und 5.04:

$$\sigma_F = f_\sigma \cdot R_p / K_B = 1,00 \cdot 235 \text{ N/mm}^2 \cdot 1 = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_F = f_\tau \cdot R_p / K_B = 0,58 \cdot 235 \text{ N/mm}^2 \cdot 1 = 136,3 \text{ N/mm}^2$$

Für die Berechnung der zulässigen Spannungen wird eine Sicherheit von SF=2 gewählt, damit folgt:

$$\sigma_{zul} = \frac{\sigma_F}{S_F} = \frac{235 \text{ N/mm}^2}{2} = 117,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{zul} = \frac{\tau_F}{S_F} = \frac{136,3 \text{ N/mm}^2}{2} = 68,15 \text{ N/mm}^2$$

Für den späteren Verwendungszweck wird außerdem die zulässige Vergleichsspannung berechnet:

$$\sigma_{vzul} = \sqrt{\sigma_{zul}^2 + 3 \cdot \tau_{zul}^2} = \sqrt{(117,5 \text{ N/mm}^2)^2 + 3 \cdot (68,15 \text{ N/mm}^2)^2} = 173,751 \text{ N/mm}^2$$

Zusammenfassung der Werkstoffkennwerte:

$$R_m = 340 \text{ N/mm}^2$$

$$R_e = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{p0,2} = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_F = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_F = 136,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zul} = 127,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{zul} = 68,15 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{vzul} = 173,751 \text{ N/mm}^2$$

5.2 Klebeverbindung

Beim Entwurf wird die Vorrichtung (Klappe) mit senkrechtem Lenken des E-Rollers mit Hilfe von Kleben verbunden.

Die wichtigste Kenngröße für die Berechnung der Klebeverbindungen ist die Bindefestigkeit (Zug-Scherfestigkeit) τ_{KB} . Sie ergibt sich aus dem Verhältnis Zerreißkraft (Bruchlast) F_m zur Klebfugenfläche A_{Kl} bei zügiger Beanspruchung zu $\tau_{KB} = F_m/A_{Kl} = F_m/(l_{\bar{u}} \cdot b)$ mit der Überlappungslänge $l_{\bar{u}}$ und der Breite der Klebfugenfläche b .

Um genügend große Klebflächen zu erhalten, sind möglichst Überlappungsverbindungen zu bevorzugen. Die beste Ausnutzung der Binderfestigkeit bei Leichtmetallen ergibt sich bei einer Überlappungslänge

$$l_{\bar{u}} \approx 0,1 \cdot R_{p0,2} \cdot t \text{ bzw. } (10 \dots 20) \cdot t$$

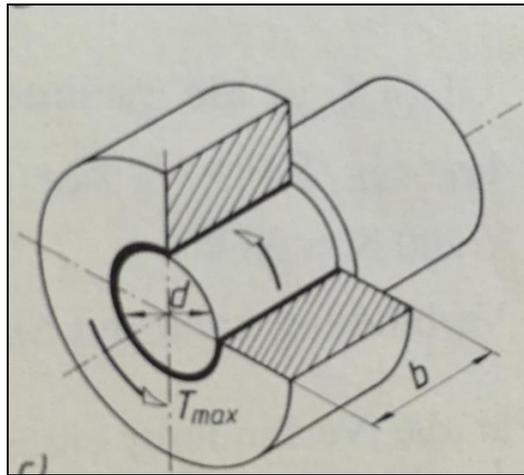


Abb.5.2: Schubbeanspruchung [15].

Schubbeanspruchung

Mit den Bezeichnungen der Abbildung 5.2 ergeben sich bei sachgemäßer Vorbehandlung der Fügeflächen und Durchführung der Klebung bei Schubbeanspruchung.

$$T_{max} \leq 0,5 \cdot d \cdot A_{KI} \cdot \frac{\tau_{KB}}{S} = 0,5 \cdot b \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \frac{\tau_{KB}}{S}$$

T_{max} maximal übertragbares Drehmoment

A_{KI} Klebfugenfläche

b Klebfugenbreite

d Wellendurchmesser

$l_{\bar{u}}$ Überlappungslänge

τ_{KB} Bindefestigkeit

S Sicherheit, die neben der eigentlichen Sicherheit noch die Unsicherheiten durch die vielen Einflussfaktoren beinhaltet. Man wählt $S \approx 1,5 \dots 2,5$ (kleinerer Wert, wenn für die Bindefestigkeit die Einflussgrößen bereits berücksichtigt sind, höherer Wert, wenn die Einflussgrößen nicht bekannt sind).

6. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde eine Lösung von einer mechanisch verschlussgesicherten Koppelvorrichtung mit integriertem elektrischen Lademechanismus für Elektroroller entwickelt. Davon bezieht es sich auf die Scooter (E-Fahrrad) von REVOLUZER. Das Ziel ist, dass wenn der Elektroroller aufgeladen wird, der E-Roller auch unter Verschluss gegen Diebstahl geschlossen wird.

Gemäß der Aufgabenstellung wurden die technischen Daten von Scooter beherrscht. Ebenfalls wird der Bedarf für das System der Hochschule Anhalt bewertet. Im Folgenden wurde der Stand der Technik von weltweit elektrischen Ladestationen für Zweiräder dargestellt, davon waren der mechanische Diebstahlsicherungsschutz und die elektrische Ladevorrichtung Schwerpunkte. Mit morphologischem Kasten wurden die eigenen Lösungen ausführlich entworfen. Davon sind die entsprechende Darstellung mit Hilfe von CAD Programm (Catia Programm) und mit Werteskala für Nutzwertanalyse und Richtlinie VDI 2225 besser zu analysieren und zu bewerten.

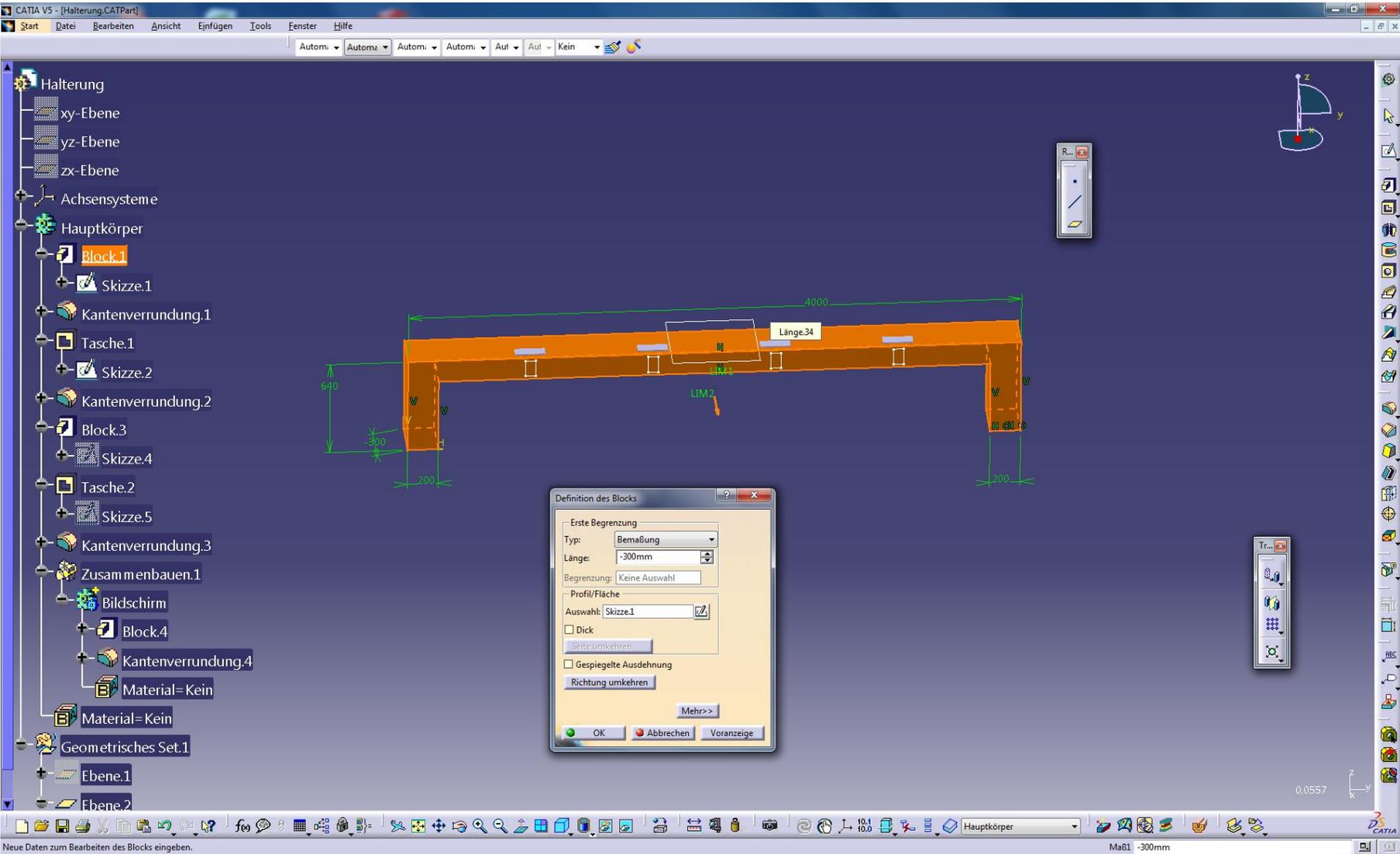
Nach der Auswahl aus allen Lösungen wurde Festigkeit für Nutzungstauglichkeit nachgewiesen.

Obwohl das Auto die Bequemlichkeit des Lebens bringt, beträgt mit den Jahren immer mehr zunehmende Benutzung des privaten Autos zur schlimmen Umweltverschmutzung, z.B. immer zunehmende CO₂-Emission. Dagegen erzeugen die E-Zweirädern ohne CO₂-Emission. Das E-Fahrrad wird in der Zukunft verbreitet sein, weil es sowohl ökologisch als auch verbraucherfreundlich vertretbar ist. Während ist die Batterie leer, muss das E-Fahrrad schnell und flexibel aufladen. Aufgrund des flexiblen Aufladens wird die entsprechende Ladenstation (z.B. solar-Ladenstation) oder Solarbatterie entwickelt, ebenfalls die Ladenvorrichtung und die Diebstahlsicherung werden auch eingebaut.

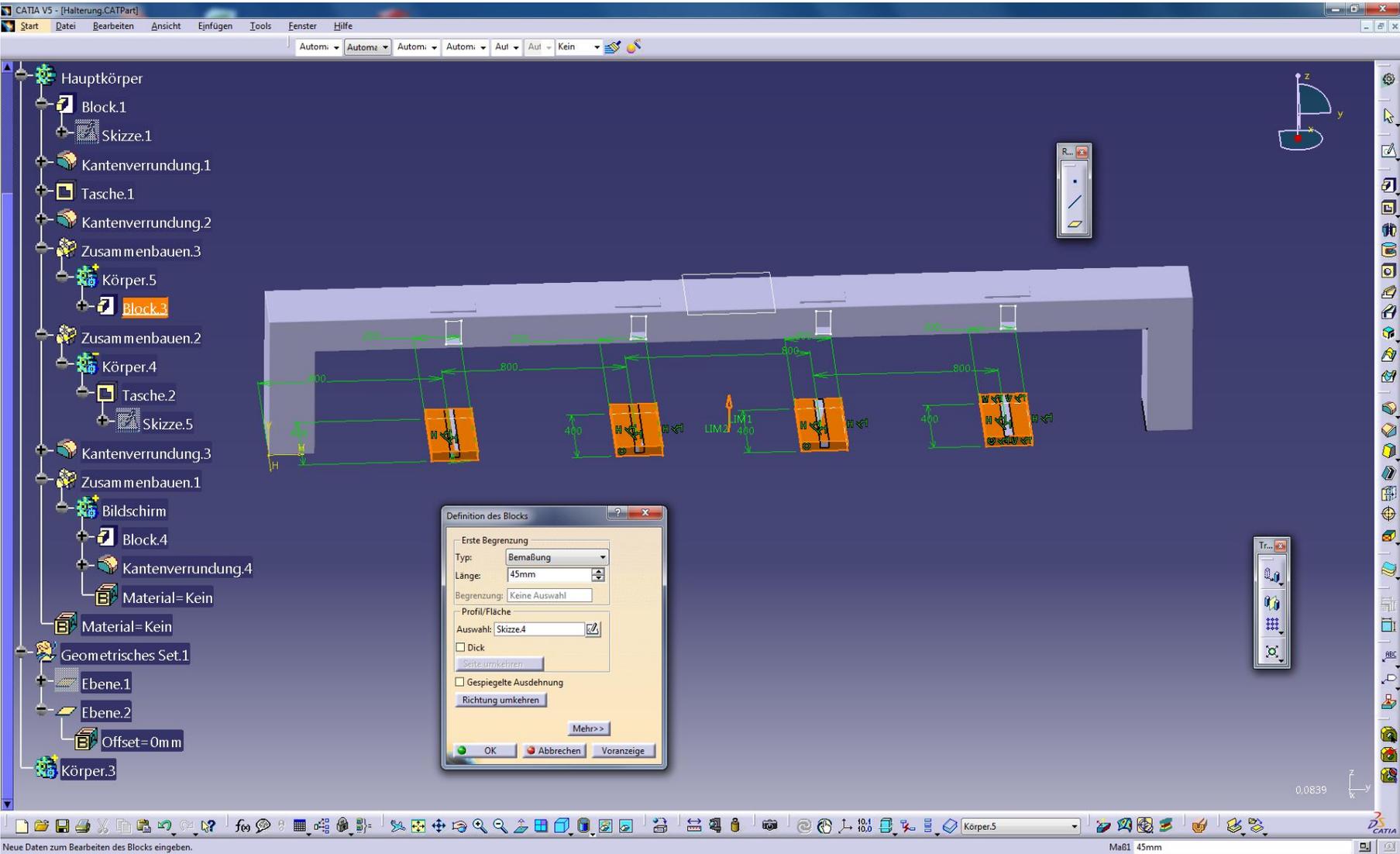
Quellenverzeichnis

- [1] Bedienungsanleitung PDF-Dateien von Revoluzzer
<http://www.der-revoluzzer.de/wp-content/uploads/REVOLUZZER-Anleitung.pdf>
- [2] Hochschule Anhalt <http://www.hs-anhalt.de/hochschule/standorte/koethen.html>
- [3] Stadt Köthen (Anhalt) <http://www.koethen-anhalt.de/de/zahlen-fakten.html>
- [4] AG: EnBW <https://www.enbw.com/index.html>
- [5] <http://www.huitu.com/photo/show/20140303/054939580391.html>
- [6] <http://www.miamibeach411.com/news/deco-bike-rentals>
- [7] <http://baike.baidu.com/subview/3393192/3393192.html>
- [8] Projektmanagement - Techniken: Kreativität - 3.3 Morphologischer Kasten / Matrix
<http://www.ibim.de/techniken/3-3.html>
- [9] Skript Konstruktionslehre von Herr Prof. Quass
- [10] <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/wireless-power-Drahtlose-Energieuebertragung.html>
- [11] Tabellenbuch Metall 46. Auflage, VERLAG EUROPA LEHRMITTEL Nourney, Vollmer GmbH&Co. KG, 2014, S120, S131, S130
- [12] Lehrbuch für Galvaniseure und Verfahrensmechaniker für Beschichtungstechnik Autor: Jürgen N.M. Unruh, Eugen G. Leuze Verlag, 2004, S105-S106, S113-114
- [13] Praktische Oberflächentechnik, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, 3.Auflage 1999, S337
- [14] Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung Methoden und Anwendung, Springer Berlin Heidelberg New York, 6. Aufl., S149
- [15] Muhs, Dieter, et al. Roloff/Matek Maschinenelemente: Normung Berechnung, Gestaltung-Lehrbuch und Tabellenbuch 17. Aufl. 2005. Wiesbaden: Vieweg&Sohn Verlag,2005
- [16] Muhs, Dieter, et.al. Maschinenelemente Formelsammlung. 7, korr.u.erg. Aufl. 2003 Wiesbaden: Vieweg&Sohn Verlag 2003
- [17] Stahl Tabellenbuch für Auswahl und Anwendung, Hrsg: DIN, Deutsche Institut für Normung e.V., 2. Auflage,1995, S85, S86
- [18] Prof. Dr.-Ing. Norbert Miersch PDF-Dateien <http://www.th-wildau.de/nmiersch/wst.pdf>

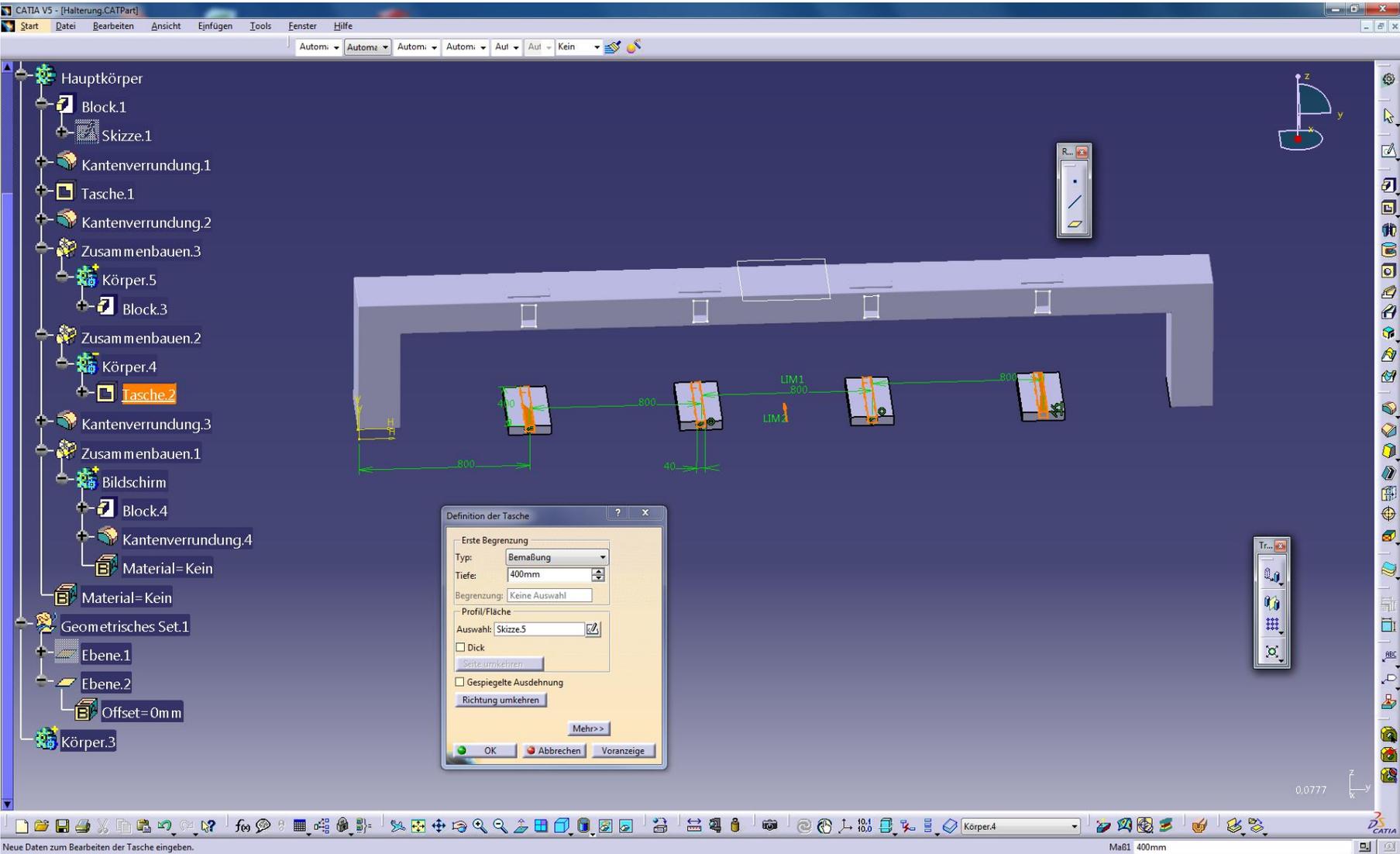
Anhang 1 Parameter der Gesamtbauteil für Halterung



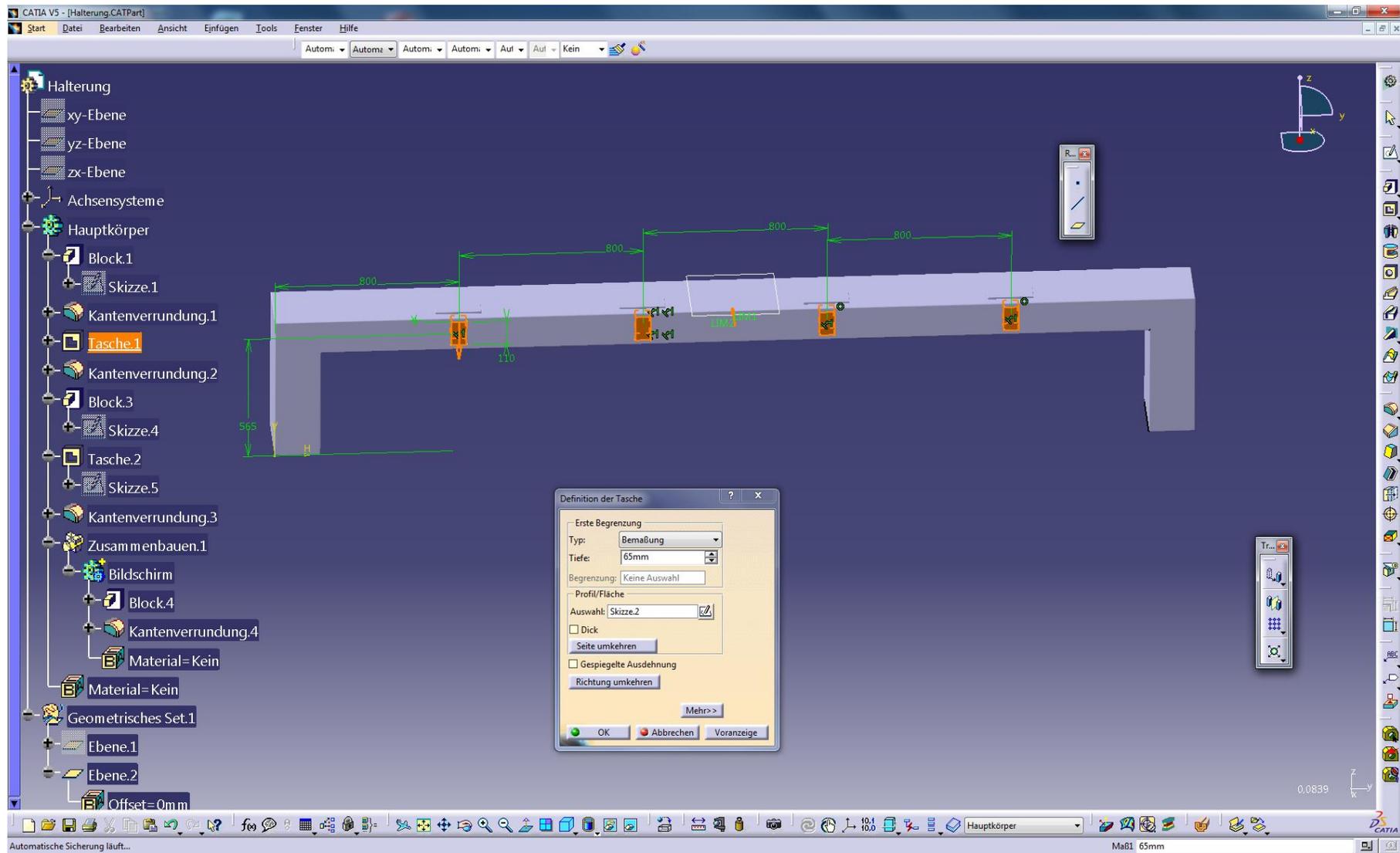
Anhang 2: Parameter des Halters für Halterung 1



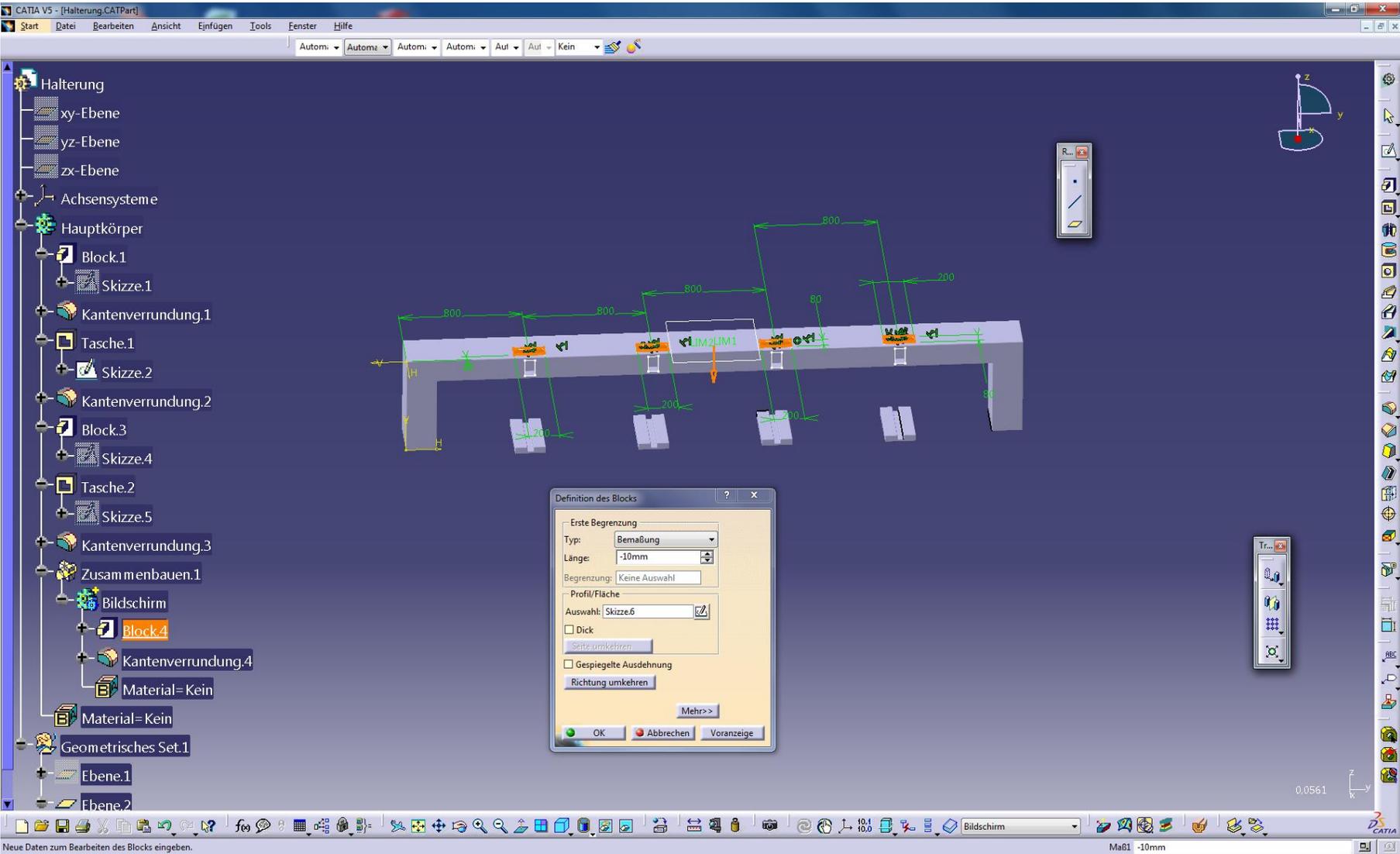
Anhang 2: Parameter des Halters für Halterung 2



Anhang 3: Parameter der Kerbe für Halterung



Anhang 4: Position des Bildschirm



Anhang 5: Parameter der Klappen

