

VDE



COSIMA '23

Präsentationsmappe

Steckdosenmontagegriff

Der Griff für die intelligente, einfache und schnelle Steckdosenmontage

Solaleh Schillinger, Jonas Eschenlohr, Malte Bauer

Unterstützt durch:

 **FAULHABER**

SICK

Sensor Intelligence.

Hahn



Schickard

 **HERBORNER
PUMPEN**

 memetis

HEKATRON
Manufacturing

 **WE**
WÜRTH ELEKTRONIK

 **SENSOPART**

Inhalt

1 Intelligenter Steckdosenmontagegriff	2
1.1 Motivation	2
1.2 Projektidee	3
2 Exemplarischer Ablauf der Steckdosenmontage.....	4
3 Technische Umsetzung	5
3.1 Elektronik.....	5
3.2 Mechanik.....	9
Software	13
3 Wirtschaftliche Betrachtung.....	14
3.1 Kosten für ersten Prototyp für COSIMA	14
3.2 Vermarktung.....	14
3.3 Kosten Steckdosenmontagegriff bei Vermarktung.....	15
3.4 Marktanalyse	15
3.5 Zielmarkt.....	15
3.6 Marketing:	16
4 Projektmanagement.....	17
5 Ausblick.....	17

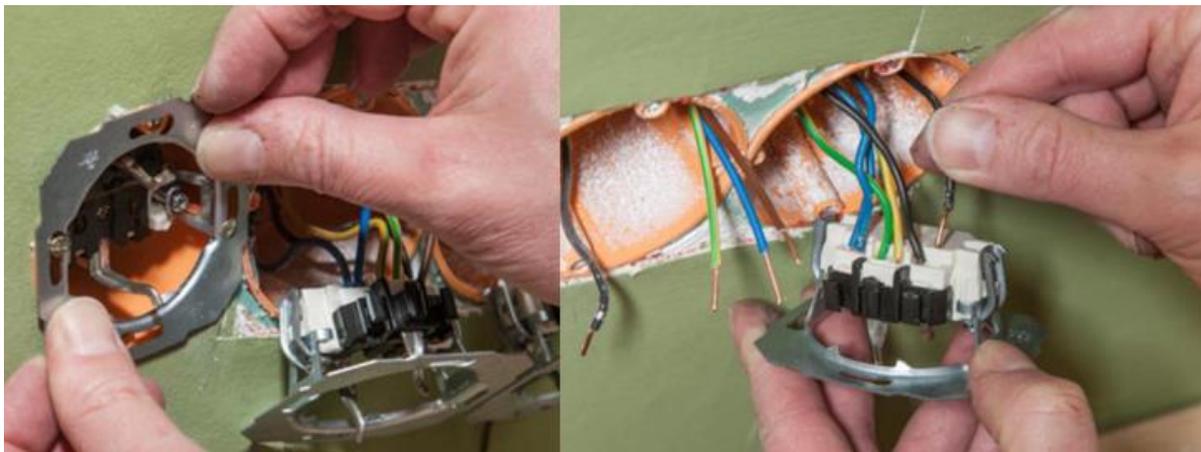
1 Intelligenter Steckdosenmontagegriff

1.1 Motivation

Elektronische Hilfsmittel finden in den letzten Jahren immer mehr Einzug in das Baugewerbe. Dabei sind z.B. das Ausmessen von Räumen durch Laser zu nennen, Ortungsfunktionen für verlorene Werkzeug, automatische Abisolier- und Crimpzangen oder auch Linienlaser zum Anzeigen von horizontalen und vertikalen Strichen auf einer Wand.

Dieser Trend verstärkt sich in den letzten Jahren zunehmend und ist sicherlich auch dem Fachkräftemangel im Baugewerbe geschuldet. Da es zu wenige Arbeiter gibt, müssen diese ihre Arbeitszeit optimal nutzen. Hier sind elektronische Hilfsmittel essenziell, da diese im Vergleich zu herkömmlichen Varianten eine Zeitersparnis bringen. Auch im Bereich der Elektroinstallation ist dieser Trend zu beobachten. Beispielsweise bietet die Firma KATIMEX eine Kabeleinzugsspirale Kati Blitz Ortung 2.0 an, mit welcher Kabel durch Leerrohre gezogen und die Position der Spirale in der Wand geortet werden kann.

Bei der Elektroinstallation im Hausbau müssen viele Steckdosen eingebaut werden. Das Installieren einer Steckdose kann dabei sehr zeitaufwendig sein, da Steckdosen nur ein sehr dünnes Blech haben wodurch sie schlecht zu greifen sind. Weiterhin müssen die Steckdosen zusammen mit dem Installationsdraht in eine Wanddose gedrückt, waagrecht ausgerichtet und anschließend mit Schrauben fixiert werden.



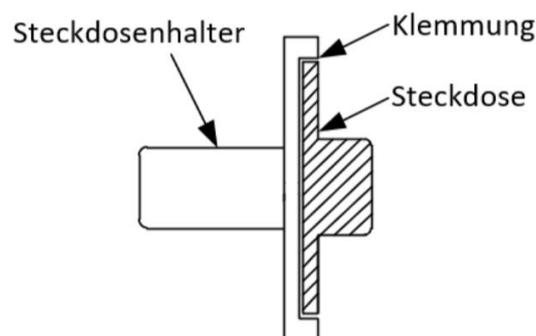
Das waagrechte Ausrichten der Steckdosen kann mit einer Wasserwaage durchgeführt werden. Werden die Steckdosen von einer Person allein montiert, muss zum Ausrichten diese

mit einer Hand die Steckdose gegen den Druck des zusammengesetzten Installationsdrahtes, welcher wie eine Torsionsfeder wirkt, die Steckdose in die Wanddose drücken und in die Waagerechte drehen. Gleichzeitig muss mit der anderen freien Hand Schrauben zur Fixierung in die Wanddose gedreht werden.

1.2 Projektidee

Um den Vorgang der Steckdosenmontage einfacher zu gestalten hatte Solaleh Schillinger die Idee für einen Steckdosenmontagegriff. Der Montagegriff soll die Steckdose exakt fassen, so dass die Steckdose in dem Haltegriff festgeklemmt wird. Als zusätzliche Fixierung soll die Steckdose magnetisch an den Haltegriff angezogen werden.

Durch den Griff lässt sich die Steckdose vom Monteur bequem halten und auch drehen. Dabei kann der Monteur mehr Kraft zum Drücken und Drehen aufbringen, wie wenn er das Blech der Steckdose mit den Fingern greifen würde. Somit ist auch eine Montage bei sehr vielen und starren Kabeln problemlos möglich.



Eine eingebaute Wasserwaage soll dem Monteur erleichtern zu sehen, ob die Steckdose gerade ist. Durch Einsatz einer elektronischen Wasserwaage mit LEDs und einem Piezo-Summer als Ausgabe soll die Montage mit dem intelligenten Steckdosenmontagegriff noch weiter vereinfacht werden, da durch helle optische und zusätzlich akustische Ausgabe die Ausrichtung auch in widrigen Umgebungen einer Baustelle möglich ist.

Zusätzlich soll der intelligente Steckdosenmontagegriff über einen elektrischen Schraubenzieher verfügen, welcher nach abgeschlossenem Ausrichteprozess automatisch bereits vorbereitete, leicht in die Wand gedrehte Schrauben zur Fixierung der Steckdose erfasst und diese anzieht.

2 Exemplarischer Ablauf der Steckdosenmontage

- 1** Elektriker schließt Kabel an Steckdose an.
- 2** Elektriker führt den Montagegriff in die Steckdose ein (Steckdose ist nun im Montagegriff festgeklemmt).
- 3** Elektriker führt die Steckdose mithilfe des Montagegriffs in die Wanddose ein. Dabei haben die Wanddose bereits vormontierte Schrauben.
- 4** Elektriker dreht Steckdose mithilfe Montagegriff und Ausrichteassistenzsysteme in der Wanddose gerade.
- 5** Ausrichteassistenzsystem erkennt, wenn Steckdose gerade ist und aktiviert elektrischen Schraubenzieher.
- 6** Elektrischer Schraubenzieher zieht Schrauben fest.
- 7** System erkennt, wann Schrauben angezogen sind und schaltet Motor aus.
- 8** Elektriker zieht Montagegriff aus montierter Steckdose ab.

3 Technische Umsetzung

Die Projektidee des intelligenten Steckdosenmontagegriffs lässt sich in die Bereiche Elektronik, Mechanik und Software aufteilen. Folgend werden kurz die Anforderungen und die Umsetzung der drei Bereiche dargelegt. Da erst ein Prototyp für den Steckdosenmontagegriff entworfen wird beziehen sich die Anforderungen und die Umsetzung auf einen Prototyp des Montagegriffs.

3.1 Elektronik

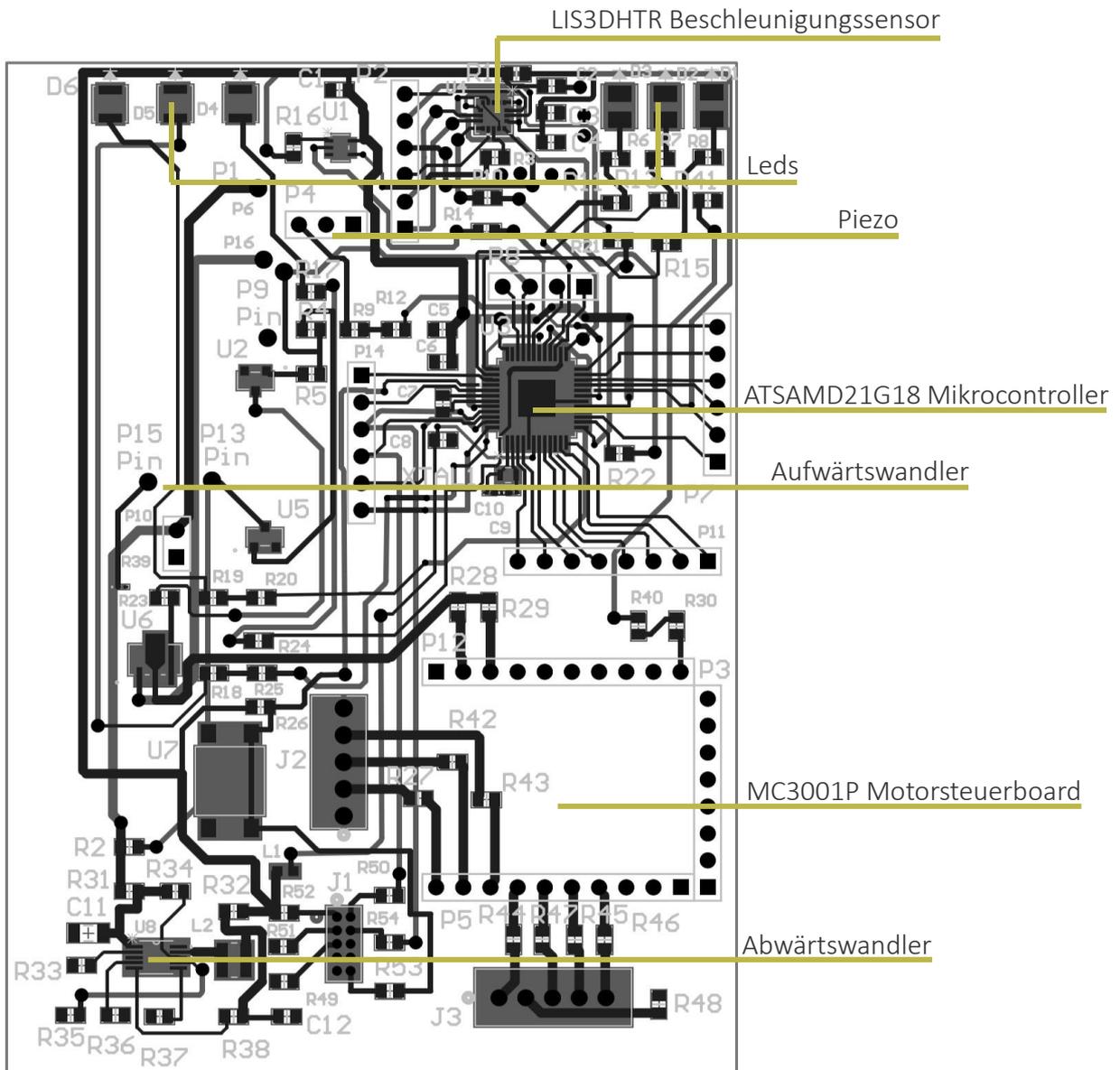
Anforderungen

- Eine digitale Wasserwaage soll dem Monteur sowohl optisch als auch akustisch die Drehrichtung anzeigen. Zudem soll die Wasserwaage anzeigen, wenn die Steckdose sich in der waagerechten Position befindet.
- Ein Microcontroller als Herzstück der Elektronik soll alle Komponenten miteinander verbinden.
- Der elektrische Schraubenzieher soll automatisch aktiviert werden, wenn sich die Steckdose in der waagerechten Position befindet.
- Der elektrische Schraubenzieher soll automatisch deaktiviert werden, wenn die Schrauben angezogen sind.
- Das System soll mit einem Akku/ einer Batterie betrieben werden. Alle benötigten Spannungen sollen aus der Akku- /Batteriespannung erzeugt werden.
- Damit die Laufzeit maximiert wird, sollte das System möglichst sparsam sein.
- Alle Elektronikkomponenten sollen auf einer Platine platziert werden

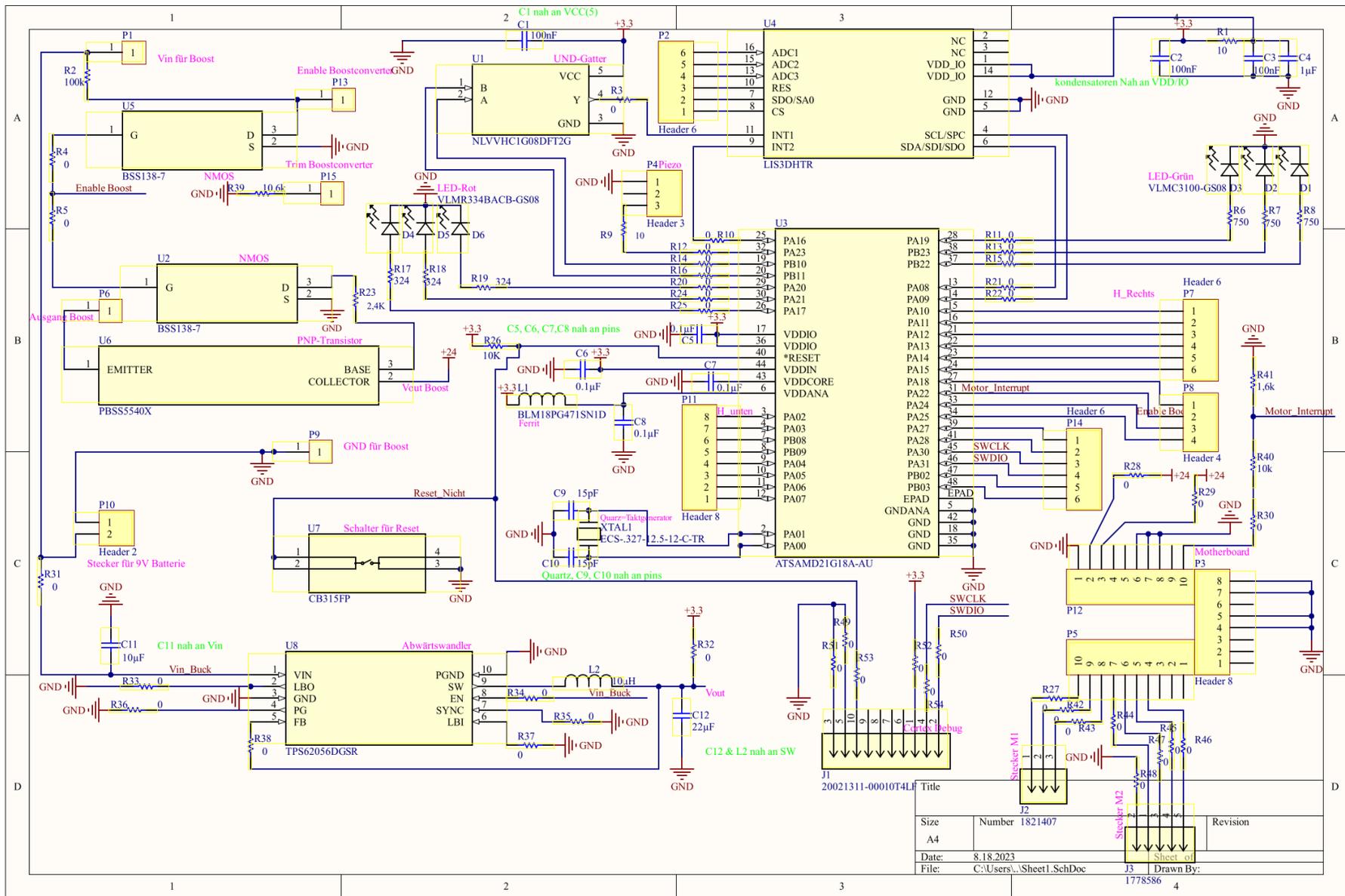
Umsetzung

- Als Microcontroller wird der ATSAMD21G18, ein Mikrocontroller-Chip aus der SAM D21-Familie von Microchip, eingesetzt.
- Für die digitale Wasserwaage wird ein Beschleunigungssensor eingesetzt.
- Je nach Neigungswinkel kann der Montagegriff eine Verkipfung nach Links oder Rechts über drei rote und drei grüne Leds anzeigen und akustisch auf den Zustand der Ausrichtung aufmerksam machen.

- Erkennt der Mikrocontroller, dass die Steckdose gerade ausgerichtet ist, wird nach einer Wartezeit der Motor zum Festdrehen der Schrauben gestartet.
- Der Motor wird über das Steuerboard MC3001P von Faulhaber gesteuert.
- Zum Festziehen der Schrauben wird ein Drehmoment von <1 Nm benötigt. Der Motor samt Getriebe werden so ausgelegt, dass sie die Schraube mit 1 Nm festschrauben. Ist der Schraubenkopf erreicht, steigt das zum Weiterdrehen benötigte Drehmoment an, welches nicht geliefert werden kann. Die Drehzahl des Motors sinkt. Wird über die Hallensoren im Motor erkannt, dass dieser sich nicht mehr dreht, wird durch die Motorsteuerung ein Interrupt im Mikrocontroller ausgelöst. Durch diesen erkennt der Mikrocontroller, dass das Anziehen der Schrauben beendet ist.
- Für den Prototyp des Steckdosenmontagegriffs wird eine 9V Blockbatterie eingesetzt. Aus der Spannung dieser wird mit Schaltwandlern 24V für Motor und Motorsteuerung und 3,3V für den Mikrocontroller und die weitere Peripherie erzeugt. Für eine Marktreife Entwicklung des Montagegriffs wäre ein wechselbarer Akku ähnlich zu den Steckvarianten welche im überwiegenden Teil der Akkuschauber eingesetzt werden, denkbar.
- Damit das System mit dem verwendeten Akku/ der verwendeten Batterie möglichst lange läuft, werden nicht benötigte Teile des Systems abgeschaltet.
- Für den Mikrocontroller und die Peripherie wurde eine Platine entworfen und gefertigt.



Layout der Platine mit Beschriftung der wichtigsten Komponenten (Massefläche ausgeblendet)



Schematic der Leiterplatte. Erstellt in Altium Designer

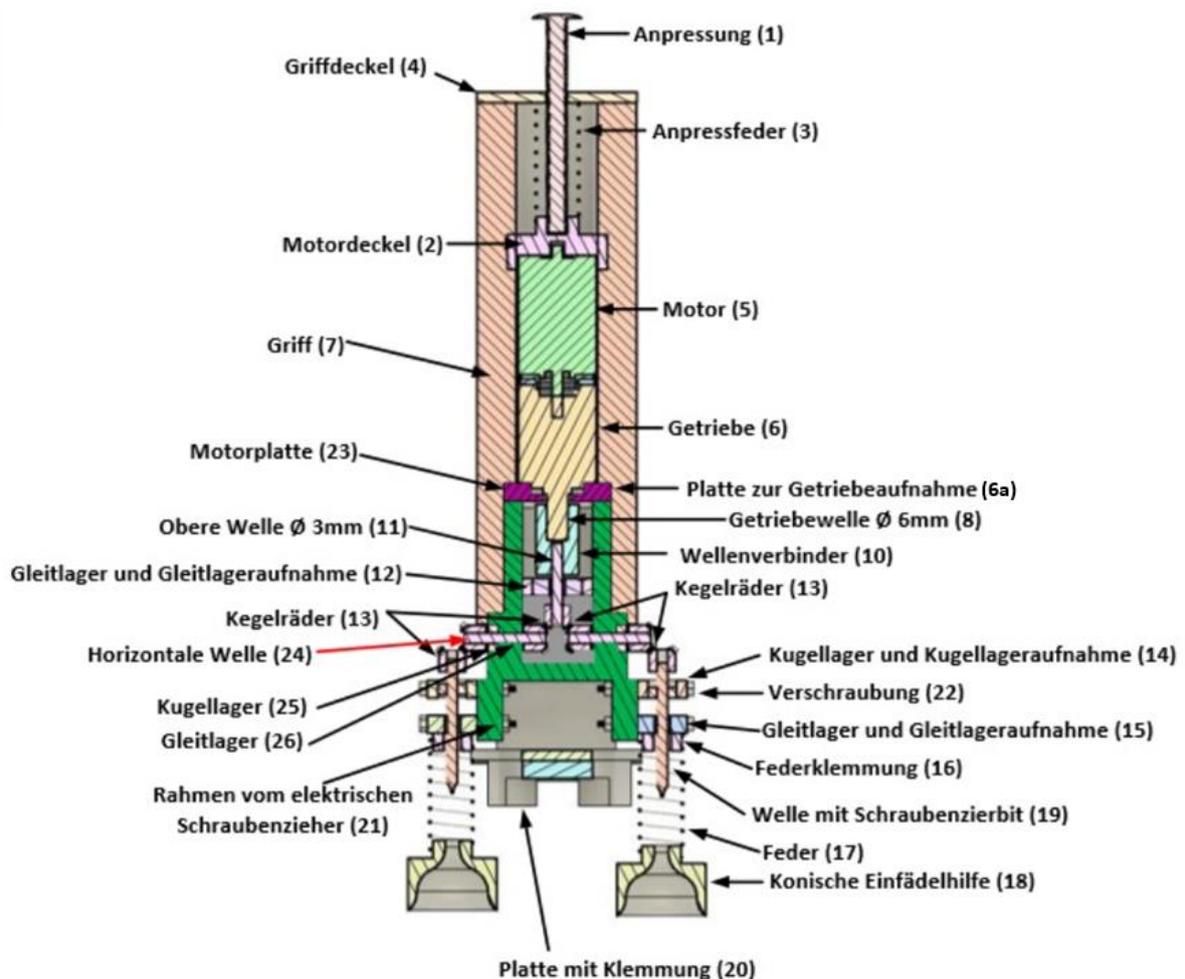
3.2 Mechanik

Anforderungen

- Der Montagegriff muss die Steckdose auch bei höheren Kräfteinwirkungen sicher halten können.
- Beide Schrauben müssen gleichzeitig angezogen werden.
- Die beiden Schraubendreher müssen einen Abstand von 60 mm haben (Geometrie ist durch die Wanddose festgelegt).
- Der Montagegriff muss möglichst klein und handlich entworfen werden.
- Ein Motor, welcher in der Mitte des Montagegriffs sitzen soll, soll für beide Schrauben verwendet werden.
- Der Motor darf maximal einen Durchmesser von 3 cm besitzen und darf maximal 7 cm lang sein.
- Das Drehmoment des Motors muss auf beide Schrauben gleich umgelenkt werden und beide Schraubendreher müssen in dieselbe Richtung drehen.
- Beim Auftreten von einem zu hohen Drehmoment dürfen keine Beschädigungen entstehen.
- Der elektrische Schraubenzieher muss auf die Schrauben geführt werden, die sich in der Wanddose befinden.
- Der Schraubenzieher darf nicht an einer festen Position am Montagegriff fixiert werden, da sich die Position des Schraubenziehers im Bezug zur Steckdosenoberkante ändern muss.
- Die Schrauben sollen einfach auf den Schraubenzieherbit gleiten.
- Die Mechanik darf das bündige Festziehen der Schraube mit der Wand nicht beeinträchtigen.

Umsetzung

Die Implementierung des Montagegriffs mit elektrischem Schraubendreher wird nun anhand der folgenden Abbildung näher erläutert.



Der Aufbau des elektrischen Schraubenziehers wird von oben beginnend erklärt:

- Der Motor ist mit dem Getriebe (6) verschraubt.
- Das Getriebe weist unten Schraubenlöcher auf, um es mit einem Gehäuse verschrauben zu können. Hierfür wird eine Platte zur Getriebeaufnahme (6a) konstruiert. Die Platte wird dann mit dem Rahmen des elektrischen Schraubenziehers (21) verbunden.

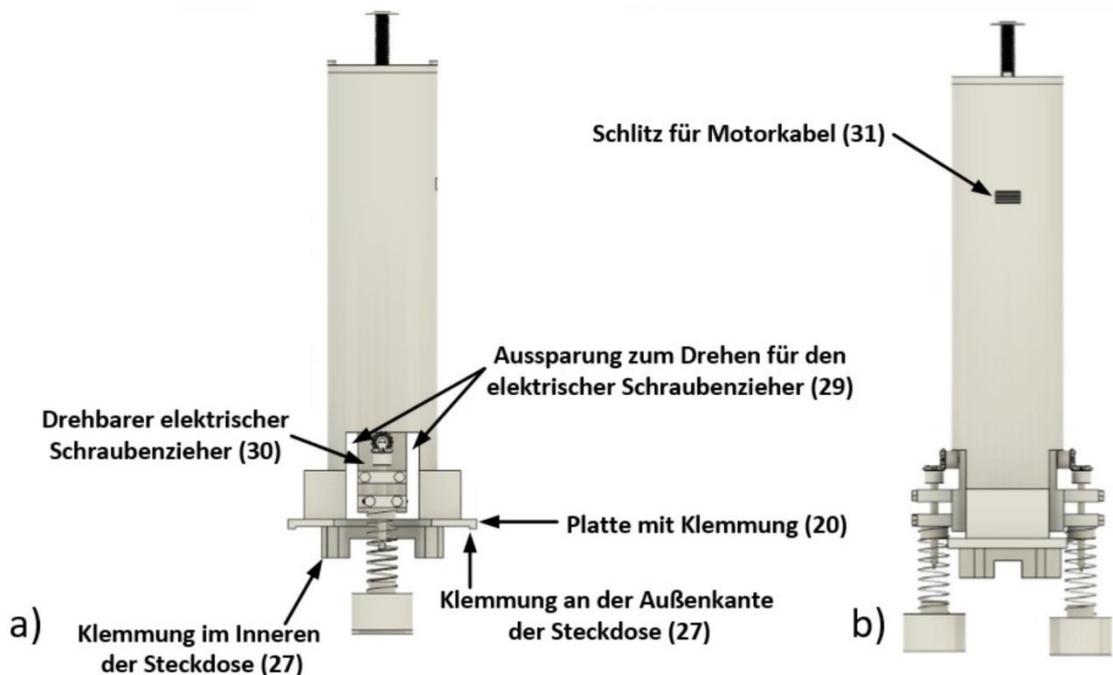
- Der Rahmen des elektrischen Schraubenziehers dient dazu, alle Komponenten des elektrischen Schraubenziehers zu verbinden.
- Das Getriebe hat eine Welle (8) mit 6 mm Durchmesser. Die weiteren Wellen (19,11,24) werden selbst gefertigt. Hier wird ein Durchmesser von 3 mm gewählt.
- Durch einen Wellenverbinder (10) wird die 6 mm Welle vom Getriebe mit der oberen Welle (11) verbunden, an deren Ende ein Kegelrad (13) ist. Die Welle hat durch das Getriebe bereits ein Festlager. Nun braucht die Welle noch ein Loslager, damit sie an zwei Stellen gelagert ist. Das geschieht durch ein Gleitlager mit Gleitlageraufnahme (12). Die Gleitlageraufnahme ist ein Block, in dessen Mitte ein Gleitlager gepresst wird. Die Gleitlageraufnahme wird mit dem Rahmen des elektrischen Schraubenziehers verschraubt. Die Gleitlageraufnahme dient dazu, das Gleitlager zu positionieren.
- Es werden extra Gleitlageraufnahmen und Kugellageraufnahmen (12,14,15) erstellt, die mit dem Rahmen (21) verschraubt werden, statt den Rahmen so zu gestalten, dass die Gleitlager und Kugellager hier direkt eingepresst werden können. So lassen sich später einzelne Teile leichter abändern.
- Die obere Welle (11) treibt über die Kegelräder (13) die horizontalen Wellen (24) an. Es handelt sich hierbei also um eine 90° Umlenkung mit einer Antriebswelle auf zwei Abtriebswellen.
- Die horizontale Welle muss wieder jeweils mit einem Festlager und einem Loslager gelagert werden. Die geschieht über (25) und (26). Aufgrund der engen Platzverhältnisse wird hier keine extra Aufnahme für das Kugellager und das Gleitlager gemacht wie in (12,14,15), sondern das Kugellager und das Gleitlager werden direkt in den Rahmen integriert.
- Die horizontalen Wellen treiben dann jeweils wieder über Kegelräder die Welle mit Schraubenzieherbit (19) an. Auch (19) muss wieder über ein Fest- und ein Loslager gelagert werden. Das geschieht mit (14) und (15).
- Aufgrund einer einfacheren Fertigung wird der Schraubenzieherbit direkt in die Welle gefräst. In einem möglichen Serienprodukt sollte über die Möglichkeit das Bit zu

wechseln jedoch nachgedacht werden, da sich der Bit im Betrieb abnutzt und in dieser Bauform nicht einfach getauscht werden kann.

- Die konische Einfädelhilfe (18) dient dazu, dass sich der elektrische Schraubenzieher so dreht, dass das Bit direkt über der Schraube platziert wird. Die konische Einfädelhilfe ist über eine Feder mit dem Rahmen (21) verbunden. Die Feder wird dabei auf die konische Einfädelhilfe und die Federklemmung (16) gepresst.

Der Aufbau des Griffs wird auch wieder von oben beginnend erklärt.

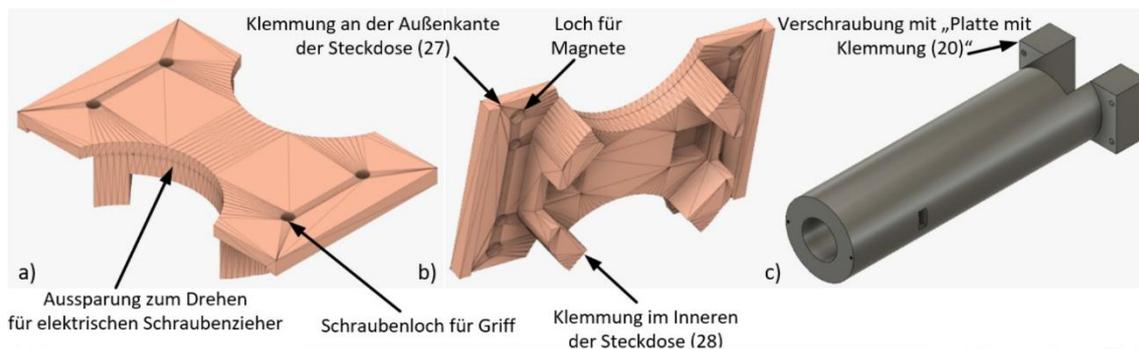
- Der Griff startet mit der Anpressung (1), welche in den Motordeckel (2) geschraubt werden kann. Der Motordeckel gibt die Kraft der Anpressung (Monteur drückt auf die Anpressung) auf den Motor und somit auf den elektrischen Schraubenzieher weiter. Diese Kraft wird benötigt, um die Schraube fest zu ziehen. Ohne diese Anpresskraft würde das Bit aus dem Schlitz der Schraube rutschen. Die Anpressfeder (3) sorgt für eine Anpresskraft beim Einfädeln der Schraube sowie beim Geradedrehen der Steckdose.



- Der Griff umschließt den elektrischen Schraubenzieher, sodass er sich in dem Griff um die Mittelachse drehen kann. Das ist nötig, damit der elektrische Schraubenzieher (mit Hilfe der konischen Einfädelhilfe) zu den Schrauben gedreht, d.h. ausgerichtet, werden kann. Unten an dem Griff befindet sich die Platte mit Klemmung (20), welche die Steckdose fixiert, siehe folgende Abbildung. Die Klemmung greift zum einen in das

Innere der Steckdose und zum anderen umschließt sie die Außenkanten der Steckdose. Der Griff weist über der Platte mit Klemmung (20) jeweils eine Aussparung auf, sodass der elektrische Schraubenzieher sich drehen kann.

- Die folgende Abbildung zeigt die Platte mit Klemmung (20) als auch den Griff (7). Die Platte mit Klemmung (20) dient zum Greifen der Steckdose.
- Die Platte mit Klemmung wird mit dem Griff mithilfe der vorgesehenen Löcher verschraubt.



Software

Primäre Anforderung an die Software ist, dass durch die Programmierung das System möglichst stromsparend läuft. Hierzu wurde umgesetzt, dass wenn der Beschleunigungssensor über einen Zeitraum keine Aktivität feststellen kann, die Peripherie abgeschaltet wird und der Mikrocontroller in den Sleepmode geschaltet wird. Dadurch läuft nur noch der Mikrocontroller mit wenig Strom und der Beschleunigungssensor. Aufgeweckt werden kann das System durch ein doppeltes Klopfen. Dieses erkennt der Beschleunigungssensor und weckt den Mikrocontroller auf.

Die sonstige Software des Mikrocontrollers des Steckdosenmontagegriffs zeichnet sich dadurch aus, dass sie stark Interrupt getrieben ist. Es wird folgend nicht weiter auf die Software eingegangen.

3 Wirtschaftliche Betrachtung

3.1 Kosten für ersten Prototyp für COSIMA

Position	Kosten
Elektronikbauteile	400€
Weitere Elektronikbauteile	- (Würth)
PCB	60€
Motor + Getriebe + Motorsteuerboard	- (Faulhaber)
Plastikteile ABS-3D-Druck	- (Herborner Pumpen)
Sonstige mech. Bauteile	200€
Komponenten zum Testen	200€
Fischertechnik Mechanik	80€
Werkzeug	100€
Summe	1.040€ (gedeckt durch andere Sponsoren)

Die Tabelle zeigt die Kosten, welche für die Entwicklung des Prototypens angefallen sind. Einige Bauteile wurden von den Sponsoren zur Verfügung gestellt, somit sind für diese keine Kosten angefallen. Die Kosten für die Bauteile, welche selbst organisiert wurden, wurden mithilfe von Sponsorengeldern gedeckt. Der Prototyp wurde nicht mit preisoptimierten Elektronikbauteilen und mechanischen Komponenten gefertigt, sondern mit Bauteilen, die eine erfolgreiche Umsetzung garantieren. Zudem sind Kosten für Werkzeug und einzelne Bauteile für Testversuch angefallen. Einige Bauteile wurden bereits auch schon beschafft und wurden wegen gewonnen Erkenntnissen nicht mehr benötigt.

3.2 Vermarktung

Es wurde das Patent für den Steckdosenmontagegriff eingereicht. Es ließe sich Gewinn mit dem Patent durch drei Möglichkeiten generieren:

- Es könnte ein Startup gegründet werden, in welchem eine serienreife Version des Steckdosenmontagegriffs entwickelt wird. Eine Markteinführung wäre hierbei in

frühestens zwei Jahren möglich. Für die Entwicklung müssten mindestens ein Elektronik Ingenieur, ein Mechanik Ingenieur und ein Betriebswirt eingestellt werden. Die Mitarbeiterkosten sowie die Kosten für weitere Prototypen und die Fertigung müssten vorgestreckt, über einen Kredit finanziert oder durch Fundraising erwirtschaftet werden.

- Bei Interesse anderer Firmen, den Steckdosenmontagegriff zu vertreiben, könnten durch das Patent Lizenzgebühren für die Herstellung verlangt werden. Vorteil hierbei wäre, dass über den Zeitraum der Gültigkeit des Patents, Lizenzen an verschiedene Interessenten verkauft werden könnte.
- Das Patent könnte an eine interessierte Firma verkauft werden.

3.3 Kosten Steckdosenmontagegriff bei Vermarktung

Auf dem Massenmarkt werden Akkuschauber, welche ebenfalls Motor, Getriebe, Akku und Elektronik beinhalten für circa 30€ angeboten. Dies zeigt, dass es möglich wäre, dass der Steckdosenmontagegriff in einem ähnlichen preislichen Bereich liegen könnte. Dazu müssten günstigere Komponenten und Fertigungsmethoden gewählt werden.

3.4 Marktanalyse

In einer ausführlichen Analyse des Marktes wurde kein vergleichbares Produkt zum Steckdosenmontagegriff gefunden. Aus diesem Grund konnte das Patent beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht werden.

3.5 Zielmarkt:

Der Zielmarkt für den intelligenten Steckdosenmontagegriff sind insbesondere Elektroinstallationsfirmen, weil diese täglich mehrere Steckdosen in Gebäuden setzen. Eine Privatperson setzt nur in seltenen Fällen Steckdosen, weshalb dieser Markt finanziell uninteressant ist.

Der Elektriker kann mit dem Steckdosenmontagegriff schneller Steckdosen montieren, weshalb Zeit und somit auch Kosten gespart werden können. Wenn dadurch monatlich eine Zeitersparnis von einer Stunde zustande kommt, erfolgt die Amortisierung bereits nach einem Monat, wenn von einem Stundensatz von 50€ ausgegangen wird.

3.6 Marketing:

Am 20. September war die offizielle Patenteinreichung. Um die Idee des Steckdosenmontagegriffs nicht vorzuveröffentlichen wurde erst mit der Vermarktung gestartet. Derzeit (Stand: 11.10.23) wird die Idee des Steckdosenmontagegriffs auf der Homepage der Uni Freiburg beworben und auf dem Instagram-Account int_steckdosenmontagegriff.

Weiterhin wurde durch die Sponsoren (Hahn-Schickard, Faulhaber, Herborner Pumpen, Hekatron, SensoPart, Würth Elektronik, Memetis und SICK) ein Firmennetz aufgebaut, welches bei einer späteren Vermarktung des Produkts sehr hilfreich ist.

4 Projektmanagement

Zu Beginn des Projekts wurde ein Projektstrukturplan und ein Zeitplan erstellt. Die Abarbeitung wurde mittels der Projektmanagementsoftware Basecamp überwacht, wodurch ein strukturiertes vorgehen gewährleistet wurde.

Cosima Projekt Steckdosenmontagegriff

The screenshot shows the Basecamp interface for the project 'Cosima Projekt Steckdosenmontagegriff'. At the top, there is a 'Set up people' button and a row of user avatars labeled C, CM, DS, JE, and MB. Below this, the interface is divided into three main sections:

- Message Board:** Contains four messages with icons for MB, DS, DS, MB, and C. The messages are: 'Besprechungsnotizen', 'Link zu Videos für die Faulhaber Steuerung', 'Schaltwandler mit 24V Ausgang, Eingang = 9V Batterie', and 'E-Mail an Faulhaber'.
- To-dos:** Contains two task lists. The first is 'Öffentlichkeitsarbeit' with two items: 'Instagram Account erstellen' and 'Bei posten von Beiträgen, Sponsoren und VDE junge Talente IG Account verlinken'. The second is 'Motoransteuerung' with one item: 'Email an Faulhaber schreiben mit der Lieferadresse'.
- Docs & Files:** Contains six document thumbnails: 'Rechnungen für Hekatron', 'Würth Logo', 'SensoPart Logo', 'Schaltung für Mülle-dock', 'tps62056.pdf', and 'Anfrage: Sperrstromring_COSIMA_v2.pptx'.

5 Ausblick

In den nächsten Schritten müssten weitere Prototypen entwickelt und diese ausführlich getestet werden. In den weiteren Entwicklungsiterationen sollte der derzeitige Stand um einen Akku erweitert werden. Dabei könnte dieser entweder wechselbar mit externem Ladegerät oder fest verbaut mit Ladeelektronik auf der Platine ausgelegt werden. Langfristig ist die Entwicklung und Vermarktung eines Produkts geplant. Für ein Produkt müsste zum einen die Elektronik einen kleineren Formfaktor bekommen, die stark belasteten mechanischen Baugruppen müssten aus einem stabileren Material wie Aluminium gefertigt werden und ggf. ist die Nutzung eines stärkeren Motors sinnvoll, um die Schrauben schneller anziehen zu können. Hier müssten beide Schraubenzieherbits dann jeweils mit einer Rutschkupplung versehen werden, damit die Schraube und die Wanddose nicht beschädigt werden.