Inhaltsverzeichnis

[1. Einleitung 2](#_Toc205397467)

[1.1. Inhalt und Aufbau 2](#_Toc205397468)

[1.2. Ziel der Arbeit 2](#_Toc205397469)

[2. Technische Grundlagen 3](#_Toc205397470)

[2.1. SPI 3](#_Toc205397471)

[2.2. I²C 3](#_Toc205397472)

[2.3. CAN 3](#_Toc205397473)

[2.4. UART 3](#_Toc205397474)

[2.5. Wifi 3](#_Toc205397475)

[2.6. Bluetooth 3](#_Toc205397476)

[3. Systemanalyse und Integration 4](#_Toc205397477)

[3.1. Bestehendes System 4](#_Toc205397478)

[3.1.1. Beschreibung des Systems 4](#_Toc205397479)

[3.1.2. Konzept System 4](#_Toc205397480)

[3.1.3. Aufbau System 4](#_Toc205397481)

[3.2. Anforderungen 4](#_Toc205397482)

[3.3. Integration ins bestehende System 4](#_Toc205397483)

[4. Konzepte 5](#_Toc205397484)

[4.1. Paarvergleiche 5](#_Toc205397485)

[4.2. Nutzwertanalysen 8](#_Toc205397486)

[5. Hardwareentwicklung 9](#_Toc205397487)

[5.1. Schaltungsaufbau 9](#_Toc205397488)

[5.2. PCB-Layout 9](#_Toc205397489)

[6. Software 10](#_Toc205397490)

[6.1. Konzept 10](#_Toc205397491)

[6.2. Aufbau 10](#_Toc205397492)

[6.3. Umsetzung 10](#_Toc205397493)

[7. Test und Inbetriebnahme 11](#_Toc205397494)

[8. Fazit und Ausblick 12](#_Toc205397495)

[8.1. Zusammenfassung der Arbeit 12](#_Toc205397496)

[8.2. Mögliche Weiterentwicklungen 12](#_Toc205397497)

[9. Literaturverzeichnis 13](#_Toc205397498)

[10. Bildverzeichnis 14](#_Toc205397499)

# 

# Einleitung

## Inhalt und Aufbau

## Ziel der Arbeit

# Technische Grundlagen

## SPI

## I²C

## CAN

## UART

## Wifi

## Bluetooth

# Systemanalyse und Integration

## Bestehendes System

### Beschreibung des Systems

Bei dem bestehenden System handelt es sich um ein vollelektrisches Rennsport-Kart für den Einsatz im Jugend Kart Slalom Wettbewerb und Training.

### Konzept System

### Aufbau System

## Anforderungen

Die Aufgabe meines Projekts besteht darin alle Erweiterungsoptionen, welche für das Kart verfügbar sind in einem kompakten und günstigen System zu vereinen. Ziel ist Verkabelungsaufwand zu verringern und damit das System Stabiler, günstiger und weniger Fehleranfällig zu gestalten. Dabei sollen alle bisherigen Funktionen erhalten bleiben. Zusätzlich soll das neue System Schnittstellen schaffen, welche sowohl dem Kunden und Fahrer neue Informationen geben sollen als auch für den Entwicklungs- und Wartungstechniker neue Schnittstellen schaffen, um Probleme schnell und einfacher beheben zu können, sowie Anpassungen und Updates einfacher aufspielen zu können. Neben dem Beibehalten der alten Funktionen soll auch die Kompatibilität zu bereits gebauten und verkauften Karts beibehalten werden, um auch diese nachrüsten zu können, ohne Änderungen am kabelbaum des Karts vornehmen zu müssen.

Aufgabe der Erweiterung bleibt weiterhin die Funktionalität eines RFID-Readers. Die Ausgelesenen Daten werden dabei sowohl auf der Erweiterungsplatine als auch per CAN in der VCU benötigt. Dabei müssen als Daten die Kundennummer und der Leistungsmodus auf der RFID-Karte gespeichert sein. Auf der Optionsplatine wird davon nur die Kundennummer zum freischalten des Herstellermodus benötigt, das Steuergerät ist auf alle Daten angewiesen.

Mit den bestehenden Funktionen gehört eine Status-Leuchte weiterhin zu den Anforderungen. Diese Statusleuchte muss sowohl von der VCU als auch dem Funkempfänger, welcher auf meiner neuen Platine platziert sein wird, steuerbar sein. Die LED muss in verschiedenen Situationen steuerbar sein:

* Ready-To-Drive-Status:   
  Die LED blinkt kontinuierlich, sobald das Kart in Fahrbereitem Zustand ist, solange das Kart steht. Das Steuersignal dafür sendet die VCU.
* SOC-Abfrage:   
  Die LED blinkt 1- bis 4-mal, je nach aktuellem SOC-Stand. Die Berechnung des SOCs und Übermittlung des LED-Signals übernimmt die VCU
* Identifizierung:  
  Die LED leuchtet kontinuierlich, solange per Funkfernbedienung die Identifizierung des Karts abgefragt wird. Das Signal wird vom Funkempfänger ausgegeben

Um den Aktuellen Verkabelungsaufwand zu reduzieren, soll das Signal nicht mehr als Digitalsignal über eine Leitung direkt vom Steuergerät aus übermittelt werden, sondern als CAN-Message an die Erweiterungsplatine gesendet werden. Um Abwärtskompatibilität beizubehalten soll zusätzlich die Möglichkeit einer Physischen Übertragung und Auswertung auf der Platine vorgesehen werden.

RFID  
Status-Leuchte  
Funkempfänger  
  
Wifi  
Display  
Fehlerspeicher  
CAN-Verbindung

## Integration ins bestehende System

# Konzepte

Um diese Anforderungen an das neue System möglichst gut zu erfüllen kann es mehrere Möglichkeiten geben, welche jeweils besondere Aspekte eines Problems oder einer Anforderung besonders erfüllen können, oder aber auch auf Ausgewogenheit abzielen, um jede Anforderung möglichst gleich gut abzudecken. Um eine fundierte Entscheidung für eines dieser verschiedenen Konzepte zu treffen, ist es daher nötig, Anforderungen möglichst spezifisch zu definieren und zu gewichten, aber auch Konzepte möglichst detailreich zu beschreiben und Stärken und Schwächen einzelner Möglichkeiten gezielt herauszuarbeiten. Diese Vorarbeit bietet die Möglichkeit auf einer fundierten Entscheidungsgrundlage die Konzepte zu vergleichen und die bestmögliche Lösung zu identifizieren und eine begründete Entscheidung für eine der Umsetzungsmöglichkeiten für das System zu treffen. Für die Durchführung dieser Gewichtungen, Vergleiche und Abwägungen gibt es verschieden Möglichkeiten, welche in den Ingenieurwissenschaften zur Anwendung kommen. Für diese Arbeit wurde sich für Paarvergleiche zur Gewichtung der Anforderungen, sowie für Nutzwertanalysen zum Vergleich der Konzepte auf Grundlage der Gewichtungen der Anforderungen entschieden. Dieses System wurde gewählt, da es sich hierbei um ein sehr einfaches und schnell umsetzbares System handelt, welches sich für kleinere Systeme sehr gut eignet, ohne unübersichtlich zu werden. Zudem bleibt die Entscheidungsfindung hierbei sehr transparent und nachvollziehbar. Im Folgenden sollen die Paarvergleiche und Nutzwertanalysen kurz beschrieben und erklärt werden. Die Möglichen Konzepte sollen zudem erläutert werden, sowie die Entscheidungen, die getroffen wurden, erklärt werden.

## Paarvergleiche

Beim Paarvergleich geht es darum Anforderungen gegeneinander abzuwägen und zu priorisieren. Der Paarvergleich dient dabei dazu dieses Vorgehen zu vereinfachen und transparenter zu machen, indem man jeden Punkt mit jedem anderen einzeln vergleicht. Am Ende ergibt sich eine sehr genaue Staffelung. Dieses Verfahren soll kurz erklärt werden bevor die Paarvergleiche für jeden der vorher definierten Anforderungspunkte durchgeführt und erklärt werden.

Bei den zu vergleichenden Anforderungen handelt es sich nicht um die vorher definierten Anforderungen an das System, sondern viel mehr sollen für diese Anforderungen verschiedene Konzepte diskutiert werden. Daher werden verschiedene Kriterien erstellt, die für diese Konzepte relevant sein können, aufgrund derer am Ende die Wahl für eines der Konzepte in der Nutzwertanalyse fällt. Dieses Vorgehen soll beispielhaft an dem Paarvergleich gezeigt werden.  
Für den Paarvergleich wurde eine Excelliste erstellt, welche die Berechnungen automatisch durchführt und dem Anwender einfach aufzeigt, welche Informationen von Ihm benötigt werden.  
Ein Bild, das Reihe, Diagramm, Screenshot, parallel enthält.

KI-generierte Inhalte können fehlerhaft sein.

Im Bild kann man die grobe Struktur erkennen. In die gelben Felder sind Eingaben vom Benutzer vorgesehen, in den Restlichen Weißen Feldern werden über Formeln die Eingaben erzeugt. Die Rot Umrandeten Felder sind hier zu einfacheren Erklärung hervorgehoben. In diesen Feldern werden die Kriterien eingetragen, welche miteinander verglichen werden müssen. Um die Ergebnisse durch falsche Eingaben nicht zu verfälschen musss der Nutzer diese Kriterien nur in die Zeilen Eintragen, in die Spaltenüberschriften werden die Kriterien Namen dann gemäß der Reihenfolge ihrer Eintragungen automatisch kopiert. Damit ergibt sich die Tabelle auf deren Grundlage anschließend die Vergleichsergebnisse eingetragen werden können. In der letzten Spalte sollten zudem Kurze Erläuterungen zu den Kriterien erstellt werden, um es dem Leser oder jemandem, der ebenfalls an dem System arbeiten soll möglichst verständlich zu machen, worauf dieses Kriterium abzielt. Eine Beispielhafte Tabelle könnte damit in etwa so aussehen.

Ein Bild, das Text, Screenshot, Reihe, Schrift enthält.

KI-generierte Inhalte können fehlerhaft sein.

Auf Grundlage dieser Tabelle können nun in die gelben Felder zwischen den Kriterien die Vergleichsergebnisse eingetragen werden. Wie bei einer Matrix werden die Vergleichsergebnisse in das Feld eingetragen, in welchem Zeile und Spalte mit dem jeweiligen Namen zusammenstoßen. Die Gewichtung wird durch die zahlen 0 bis 2 dargestellt, wobei 2 definiert, dass das Kriterium, welches in der Zeile steht, höher zu gewichten ist als das in der der Spalte. Eine 0 hingegen zeigt das Gegenteil an, in diesem Fall wäre die Spalte höher gewichtet als die Zeile. Sollte es Kriterien geben, welche gleich gewichtet werden sollen, kann eine 1 eingetragen werden. Da es jede Kombination aus Kriterien zweimal gibt, da jedes Kriterium als Zeile und Spalte vorkommt, muss vom Nutzer der Tabelle nur die Gewichtung in der oberen Hälfte eingetragen werden. Der Wert der korrespondierenden Zelle wird anhand der Formel

Berechnet, wobei die vom Nutzer eingetragene Gewichtung ist und die Gewichtung der korrespondierenden Zelle. Daraus ergibt sich, dass eine vom Nutzer eingetragene 2 zwangsläufig zu einer 0 in der korrespondierenden Zelle führt, wodurch genau der gewünschte Effekt erzielt wird.

Ein Bild, das Text, Screenshot, Diagramm, Reihe enthält.

KI-generierte Inhalte können fehlerhaft sein.

Aus den Gewichtungswerten wird nun zeilenweise die Summe gebildet. Dadurch, dass der Wert im Falle einer Höhergewichtung der Zeile gegenüber der Spalte am höchsten ist, ergibt sich nun, dass die Spalte mit der höchsten Summe gegenüber allen anderen Spalten am wichtigsten wiegt. Im oberen Beispiel wäre das die Störungssicherheit. Um nun ein mit anderen Paarvergleichen vergleichbares Ergebnis zu erhalten, werden die Werte auf insgesamt 100% normiert. Das erreicht man, indem man die Summen der einzelnen Zeilen durch die Summe aller Summen teilt. Mit diesen Werten kann nun in einer Nutzwertanalyse zur Bewertung der einzelnen Konzepte genutzt werden. Dieses verfahren soll nun anhand der realen Konzeptentscheidungen angewendet werden.

## Nutzwertanalysen

blablabla

Ein Bild, das Text, Zahl, Screenshot, parallel enthält.

KI-generierte Inhalte können fehlerhaft sein.

# Hardwareentwicklung

## Schaltungsaufbau

## PCB-Layout

# Software

## Konzept

## Aufbau

## Umsetzung

# Test und Inbetriebnahme

# Fazit und Ausblick

## Zusammenfassung der Arbeit

## Mögliche Weiterentwicklungen

# Literaturverzeichnis

# Bildverzeichnis