

## 3. Systemanalyse und Integration

### 3.1. Bestehendes System

Bei dem bestehenden System handelt es sich um ein vollelektrisches Rennsport-Kart für den Einsatz im Jugend Kart Slalom Wettbewerb und Training. Das Kart soll eine Alternative zu vorherrschenden Karts mit Verbrennungsmotor sein und bietet dafür einige Vorteile.

Das Kart ist ausgestattet mit einem kleinen Synchronmotor mit einer Leistung bis 7KW sowie 55 Nm. Diese Leistungsparameter werden dabei auf sehr kleinem Bauraum erzielt, sodass der Motor zentral platziert werden kann, was dem Fahrverhalten sehr zugute kommt. Die Kraftübertragung auf die Hinterachse findet dabei mittels eines Reimens statt, sodass der gesamte Aufbau auch mechanisch simpel bleibt. Angesteuert wird der Motor über CAN, sodass kein Großer Verkabelungsaufwand für Signalleitungen besteht. Versorgt wird das gesamte System von einer 48V Batterie.

Die Steuerung des Gesamtsystem übernimmt eine Zentrale Steuereinheit (Vehicle Control Unit - VCU). Auf diesem läuft der Code für Leistungsregelung, Kommunikation und Auswertung aller Sensoren. Hierüber ist es möglich das Fahrverhalten des Karts zu steuern über Parameter wie Verteilung des Drehmoments oder die Veränderung von Drehzahlkurven. Hier kommt der große Vorteil des Elektroantriebs zum Tragen, da hierüber verschiedene Leistungsstufen definiert werden können. Wo vorher unterschiedliche Verbrennungsmotoren eingesetzt werden mussten, um unterschiedliche Leistungsklassen zu definieren, ist bei unserem Kart lediglich Softwareänderung notwendig, um jede Leistungsstufe zwischen 3 und 7 KW zu ermöglichen. Über den Code wird zudem sichergestellt, dass über den gesamten

Entladezyklus des Akkus dieselbe gleichbleibende Leistung zur Verfügung gestellt wird. Das ist für den Wettbewerb unerlässlich, da hier alle Teilnehmer mit denselben Karts antreten. Die VCU übernimmt zudem sämtliche Kommunikation mit zum Beispiel dem Akku und Auswertung aller Signale wie von den Knöpfen der zentralen Steuereinheit.

Die Steuerung des Karts erfolgt über eine Zentrale Steuereinheit. Diese besteht aus 3 Knöpfen mit LED-Anzeige und einem Notausknopf, wie in Abbildung 9 zu sehen. Ein Knopf (Knopf Nr. 1) fungiert als Hauptschalter für das Gesamtsystem. Über ihn wird dem Akku signalisiert den Ausgang aktiv zu schalten und das System mit 48V zu versorgen. Knopf 2

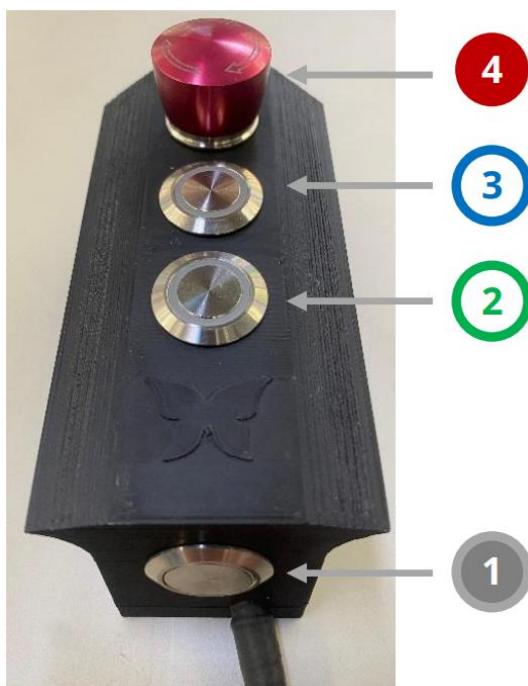


Abbildung 9: Steuereinheit SMS Revo SL

aktiviert den Fahrmodus. Die Aktivierung des Fahrmodus ist dabei an eine Sicherheitsüberprüfung des Systems gekoppelt ohne welche ein Start nicht möglich ist. Dasselbe gilt für den Knopf Nr. 3, jedoch aktiviert dieser den Rückwärtsfahrmodus. Hauptsächlich unterscheiden sich die Knöpfe durch die LED- welche dem Fahrer und Kunden Rückmeldung über den Zustand des Karts geben soll. So zeigen verschiedene Kombinationen aus Leuchtenden und blinkenden LED verschiedene Sati des Karts an wie den Aktivierten Fahrmodus, eine entladene Batterie oder den ausgelösten Notausknopf. Dieser Notausknopf ist das Hauptsicherheitsfeature des Karts. Dabei handelt es sich um einen Normally Closed Druckknopf mit Verriegelung, mit welchem der Fahrer Im Falle eines Notfalls das Kart jederzeit ausschalten kann. Dabei wird nicht nur softwareseitig der Fahrmodus beendet, sondern tatsächlich der Ausgang der Batterie passiv geschaltet, sodass das Fahrzeug auch elektrisch in einen sicheren Zustand übergeht, zum Beispiel nach einem Crash, bei dem unter Umständen Kabel gerissen sind oder Kontakte offen liegen. Aus diesem Grund ist der Notaus auch Kabelbruchsicher realisiert, das Bedeutet das sowohl das Drücken des Knopfes als auch eine zerstörte Signalleitung die Aktivierung des Notaus zur Folge hat. Zusätzlich ist diese Steuereinheit mit einem Buzzer ausgestattet, welcher dem Kunden und Fahrer akustische Rückmeldung bei jeder Zustandsänderung des Karts liefert, zum Beispiel bei Aktivierung des Fahrmodus oder einem ausgelösten Notaus.

Zusätzlich zu der Grundfunktion des Karts zum Einsatz im Slalomsport gibt es ein Erweiterungspaket, die Option 1, welche das Kart je nach Wunsch um verschiedene Funktionen erweitert. Die Hauptfunktionalität ist ein RFID-Reader. Gemeinsam mit dem Kauf und Einbau der Option 1 erhält der Kunde RFID-Chips, auf welchen Unterschiedliche Leistungsmodi gespeichert sind. Durch Auslesen des jeweiligen Chips erhält das Steuergerät einen neuen Leistungswert und schaltet in den entsprechenden Modus um. So ist es für den Kunden möglich die Karts in unterschiedlichen Altersgruppen mit unterschiedlichen Leistungsklassen einzusetzen, ohne dass zwischendurch ein Servicetechniker, das Kart flashen muss oder der Kunde für jede Stufe ein eigenes Kart braucht. Der RFID-Reader besitzt dabei ein eigenes CAN-Interface und schickt die übertragenen Daten direkt per CAN2 an die VCU.

Eine weitere Funktionalität ist eine Statusleuchte. Diese Statusleuchte wird direkt mit dem Steuergerät verbunden, da diese direkt die LED schaltet. Die LED hat dabei verschiedene Funktionalitäten zu erfüllen. Zum einen gibt sie Rückmeldung über verschiedene Stati des Karts. So kann beispielsweise eine State of Charge Abfrage durchgeführt werden. Die VCU gibt dabei den SOC in Form von Lichtimpulsen zurück. Befindet sich der SOC bei Abfrage zwischen 0% und 25% blinkt die LED einmal bis hin zu viermal, wenn sich der Ladestand zwischen 75% und 100% befindet.

Des Weiteren ist die Status-LED auch teil eines Sicherheitsfeatures. Die LED beginnt zu blinken, sobald und solange das Kart im Fahrbereiten Zustand ist, also der Startknopf gedrückt wurde, aber das Kart noch nicht in Bewegung ist. Das dient zur Visualisierung für Streckenhelfer und Zuschauer, um zu verhindern, dass Leute verletzt werden, da das Kart

unerwartet losfährt. Zu guter Letzt zeigt die LED auch den eingestellten Fahrmodus an, sobald dieser geändert wurde. Das dient dazu, um Sabotage und Betrug im Wettbewerb zu verhindern. Die Änderung soll für jeden so sichtbar wie möglich werden, um zu verhindern, dass einzelne Teilnehmer den Fahrmodus verändern und sich einen Vorteil verschaffen.

Eine weitere Funktionalität der Option1 ist eine Funkfernbedienung, um einzelne Funktionalitäten von außen steuern zu können. Dazu gehören die Aktivierung des Notaus und das Starten des Karts, also die Aktivierung des Ready-To-Drive Status. Mittels Tastendruck auf der Fernbedienung kann der Notaus aktiviert werden, was vor allem bei jüngeren Fahrern zur Sicherheit beiträgt. Das Funksignal unterbricht dabei denselben Signalpfad wie der Knopf am Kart. Ein anderer Knopf kann den Ready-To-Drive Modus aktivieren, hier wird lediglich ein Signal an die VCU gesendet, welches dieselbe Funktionalität wie der Knopf am Kart erzeugt. Der Vorteil liegt darin, dass vor allem jüngere Fahrer unterstützt werden können, sollten sie im Wettbewerb nervös werden oder selbst nicht wissen, wie das Kart gestartet wird. Der dritte Knopf an der Fernbedienung sendet ein Signal an die VCU, welches die Abfrage und Anzeige des SOC auslöst, welcher anschließend über die LED dargestellt wird. Die letzte Taste wird zur Identifikation des Karts verwendet, zu welchem die Fernbedienung gehört. Hierbei leuchtet die Status-LED auf, solange der Knopf gedrückt bleibt. Alle diese Funktionalitäten werden über ein zugekauft Funkmodul realisiert, welches aus einem Funkempfänger und 4 Relais auf einer Platine besteht. Die Funktionalitäten der Relais sind dabei vordefiniert. Kanal 1 verhält sich wie ein Flip-Flop und ändert seinen Zustand bei jedem Tastendruck, speichert also seinen Zustand, weshalb es für die Funktionalität des Notaus genutzt wird. Das Relais unterbricht dabei einen kabelbruchsicheren Signalpfad, welcher daraufhin als Notaus detektiert wird. Die Relais für Kanal 2 und 3 speichern ihren Zustand nicht und schalten ihren Zustand lediglich für kurze Zeit, sollte ein Funksignal empfangen worden sein. Sie realisieren deshalb Funktionalitäten, für die nur ein kurzes Signal an das Steuergerät gesendet werden soll. Das Relais zieht dabei lediglich eine Signalleitung auf 12V-Pegel, welches direkt mit der VCU verkabelt ist. Dadurch wird dort ein Signal erkannt. Für Kanal 4 ist ein bistabiles Relais auf dem Modul vorhanden, welches zwei unterschiedliche Zustände annehmen kann, von denen einer immer aktiv ist. Es verbindet die Status-LED standardmäßig mit dem LED-Signal, welches von der VCU an das Erweiterungssystem geschickt wird. Für die Dauer des Knopfdrucks schaltet das Relais um und aktiviert ein konstantes Leuchten der Status-LED.

## 3.2. Anforderungen

Die Aufgabe meines Projekts besteht darin alle Erweiterungsoptionen, welche für das Kart verfügbar sind in einem kompakten und günstigen System zu vereinen. Bisher waren alle diese Komponenten voneinander unabhängige Systeme, welche separat zugekauft werden müssen und durch viel Verkabelungsaufwand verbunden und angebunden werden. Dadurch war Vorbereitung kaum möglich, der Verkabelungsaufwand enorm und unübersichtlich, Fehlersuche erschwert.

Ziel ist Verkabelungsaufwand zu verringern und damit das System stabiler, günstiger und weniger fehleranfällig zu gestalten. Es soll möglich sein, sowohl Kabelbaum und Erweiterungsplatine unabhängig voneinander vorbereiten und testen zu können. 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. Auf der RFID -Karte müssen dafür verschiedene Daten gespeichert sein. Die RFID-Karten werden weiterhin zur Einstellung des vordefinierten Leistungsmodus verwendet. Hierfür wird auf den Karten die ID des Leistungsmodus gespeichert und per CAN an die VCU übermittelt. Um zu verhindern, dass jeder Kunde die Einstellungen aller Karts verändern und so unter Umständen Wettbewerbe verfälschen kann, wird zusätzlich zum Modus auch eine kundenspezifische Nummer auf der Karte gespeichert und übertragen. Mit dieser Nummer, welche per CAN an das Steuergerät übermittelt werden soll, kann validiert werden, dass die Chips und das Kart zum selben Kunden gehören, sodass jeder Kunde die Chips nur an seine eigenen Karts einsetzen kann. Zusätzlich soll die Kundennummer auch auf der Erweiterungsplatine ausgelesen werden. Eine wichtige Anforderung an den RFID-Reader ist eine hohe Verschlüsselungsstufe. Da die Karts auch im Wettbewerb eingesetzt werden, darf es nicht möglich sein RFID-Chips zu kopieren, zu fälschen oder zu manipulieren.

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 SOC's 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.

Eine weitere Funktion, welche beibehalten werden soll, ist die Möglichkeit einige Funktionen des Karts mittels einer Funkfernbedienung zu steuern. Dabei soll es möglich sein folgende vier Funktionen mittels der Fernbedienung steuern zu können:

- Notaus - Funktionalität:  
Mittels einer Taste muss der Notaus ausgelöst werden, welcher sofort die Stromversorgung für das Kart trennt und es zum Stillstand bringt. Die Funktionalität des Notaus ist dabei bereits vorhanden, die Aufgabe der Option 1 besteht lediglich darin ein Signal 12V Signal auszugeben, welches den Notaus aktivieren kann. Zur Sicherheit muss dieses Signal Kabelbruchsicher realisiert werden und soll nicht Softwaregesteuert durch den Mikrocontroller sein.
- Remote Drive - Funktionalität:  
Remote Drive bezeichnet das Signal, welches das Kart in den Fahrbereiten Zustand (Ready to Drive) versetzt, in welchem der Fahrer jederzeit in der Lage ist, loszufahren. Die Aktivierung und damit verbundenen Sicherheitschecks übernimmt vollständig die VCU, Aufgabe des Zusatzsystems ist es lediglich ein Signal an das Steuergerät zu senden. Um Verkabelungsaufwand zu minimieren, soll dieses Signal nicht mehr über eine eigene Leitung im Kabelbaum realisiert werden, sondern als Signal auf dem CAN-Bus an die VCU gesendet werden. Um die Möglichkeit zu haben alte Karts nachzurüsten, soll aber zusätzlich die Möglichkeit vorgesehen werden, das Signal auch weiterhin über eine eigene physische Leitung an das Steuergerät zu übermitteln, da die alten Kabelbäume keine CAN-Leitungen zur Option 1 führen.

- **SOC-Abfrage:**  
Die dritte Funktionalität, welche per Funkfernbedienung zur Verfügung gestellt werden soll, ist die Abfrage des State of Charge. Mit Drücken des Knopfes an der Fernbedienung soll die Status-LED zwischen ein und vier-mal, abhängig vom aktuellen State of Charge, blinken. Die Abfrage des SOC und Berechnung der Anzahl der LED-Signale übernimmt dabei die VCU. Diese Funktionalität soll weiterhin die VCU übernehmen, obwohl der SOC für andere Funktionalitäten bereits an die VCU übermittelt wird, um die Kompatibilität zu alten Kabelbäumen zu wahren, welche noch keine CAN-Verbindung zur Option 1 vorgesehen haben. Aus demselben Grund soll das Signal auch weiterhin zur Übertragung über eine eigene Leitung zum Steuergerät vorgesehen werden. Primär soll das Signal aber per CAN übermittelt werden, um die Kabelanzahl zu reduzieren und damit Kosten und Aufwand zu verringern.
- **Identifikation:**  
Eine weitere Funktionalität der Funkfernbedienung soll es sein, dass Kart zu identifizieren. Hier soll die Status-LED leuchten, solange die entsprechende Taste auf der Fernbedienung gedrückt gehalten wird.

Ziel soll dabei auch sein die Kosten für die Erweiterung zu minimieren und sich von Zukaufteilen zu lösen. Durch das zugekaufte Modul waren die Funktionen kaum anpassbar und wenig flexibel. Auch die Notwendigkeit einer eigenen Signalleitung für jedes Signal trug zu viel Verkabelungsaufwand und höheren Kosten bei. Das neue System soll dahingehend einige Verbesserungen schaffen. So soll es auch möglich sein, dass die Zuweisung einer Fernbedienung auch nach dem Einbau der Option 1 möglich ist. Bisher musste eine Fernbedienung per Tastendruck auf dem Empfängermodul verbunden werden, bevor das Modul verbaut werden konnte und musste somit für den gesamten Fertigungs- und Verkabelungsprozess bei dem System bleiben. Außerdem war es nur mit großem Aufwand möglich defekte Fernbedienungen zu ersetzen oder Ersatz für verlorene Fernbedienungen zu verbinden. Für das neue System soll dieser Verbindungsvorgang softwareseitig ausgelöst werden können, um eine Fernbedienung auch nachträglich ohne großen Aufwand verbinden zu können. Trotz allem soll für Testzwecke oder Sonderwünsche weiterhin eine Aktivierung des Verbindungsmodus per Knopfdruck auf der Platine vorgesehen werden.

Neben diesen bereits in alten Variante bereitgestellten Funktionen soll die Erweiterungsplatine auch einige neue Funktionalitäten und Schnittstellen zur Verfügung stellen. Eine dieser Funktionen ist eine kabellose Datenverbindung. Dabei soll es möglich sein, sich sowohl mit mobilen Endgeräten wie Handy oder Tablet, aber auch mit Laptops mit dem Kart zu verbinden, um verschiedene Funktionalitäten dieser Schnittstelle nutzen zu können:

- **Livedaten:**  
Die Hauptfunktionalität, welche die kabellose Schnittstelle bieten soll, ist die Zur Verfügungstellung von Livedaten. Sowohl der Kunde als auch ein Wartungstechniker sollen Livedaten vom Kart empfangen können, welche in einer GUI leicht verständlich und übersichtlich aufbereitet werden. Hierfür ist eine zuverlässige und schnelle Verbindung nötig. Zudem müssen die Daten per CAN empfangen und ausgewertet werden.
- **Kunden - Einstellungen:**  
Neben dem Einsehen von Livedaten soll es zudem möglich sein einfache Einstellungen, welche keine neuen Funktionalitäten erlauben oder verbieten, für den Kunden selbst vorzunehmen. Hierbei ist es wichtig, dass diese Einstellungen persistent gespeichert werden, damit die Daten auch nach einem Neustart des Karts erhalten bleiben. Zudem muss optisch dargestellt werden können, welche Einstellungen gerade aktiv oder deaktiviert sind.
- **Hersteller – Einstellungen:**  
Neben den Einstellungen, die der Kunde selbst an seinem Kart vornehmen kann, soll es zusätzlich einige Einstellungen geben, welche nur der Hersteller vornehmen kann. Hintergrund ist, dass in jedes Kart dieselbe Platine verbaut und identische Software aufgespielt wird. Je nach Bedarf und Wunsch des Kunden werden nun die Funktionalitäten freigeschalten oder gesperrt. Dadurch sollen hohe Kosten durch unterschiedliche Systeme und großer Aufwand beim Auseinanderhalten der Karts mit unterschiedlichen Systemen vermieden werden. Zusätzlich ist es dadurch sehr einfach nachträglich weitere Features freizuschalten, ohne Hardware oder Software am Kart verändern zu müssen. Um zu verhindern das Kunden auf Funktionalitäten Zugriff erhalten, welche nicht gekauft wurden müssen die Einstellungsmöglichkeiten Zugriffsgeschützt werden.

Der Verbindungsaufbau soll dabei so einfach wie möglich sein, muss gleichzeitig aber trotzdem sicher genug sein, dass nur der Besitzer des Karts Verbindung aufbauen kann. Für den Einsatz im Wettbewerb muss es außerdem möglich sein Zugriff auf das Netzwerk zu verhindern, da oft ein Kartclub die Karts für die gesamte Veranstaltung zur Verfügung stellt. Hier darf es nicht möglich sein die Einstellungen während der Veranstaltung zu manipulieren oder Livedaten anderer Fahrer auszulesen.

Eine weitere Schnittstelle für Kunde und Techniker wird über ein Display zur Verfügung gestellt. Dieses Display soll mehrere Seiten besitzen, zwischen welchen einfach gewechselt werden kann. Auch hier steht die Darstellung von Livedaten im Vordergrund, welche auch für den Fahrer live während der Fahrt sichtbar sind. Hier sollen vor allem Daten wie Temperatur und Ladestand angezeigt werden. Dabei ist es wichtig die Daten grafisch und Farblisch aufzubereiten, um es dem Fahrer einfacher zu machen, die Werte

wahrzunehmen. Des Weiteren sollen auch einzelne Funktionen über das Display veränderbar sein. Aufgrund der fehlenden Eingabemöglichkeiten soll es sich dabei nur um boolesche Variablen handeln, die verändert werden können. Die Einstellungen sollen einfach und übersichtlich sein. Da es sehr ablenkend für vor allem junge Fahrer sein kann, soll es die Funktion geben, dass sich das Display während der Fahrt ausschaltet. Die Daten sollen wieder sichtbar werden, sobald das Kart zum Stillstand kommt. Neben den Livedaten und den Einstellungen sollen hier auch Fehlercodes angezeigt werden, die, während dem Initialisierungsprozess aufgetreten sind und indizieren, dass einzelne Funktionalitäten nicht zur Verfügung stehen.

Zusätzlich soll eine Logdateien Funktionalität vorgesehen werden. Das System soll sowohl Fehler speichern, welche im Betrieb der Erweiterungsplatine auftreten, als auch Fehler im Betrieb der VCU speichern, welche per CAN an die VCU übermittelt werden. Die Speicherung erfolgt dabei mit Timestamp und Fehlercode. Der Fehlerspeicher soll dabei einfach auslesbar sein, ohne sich physisch mit dem System verbinden zu müssen.

Grundsätzlich soll es dabei möglich sein alle Funktionen unabhängig voneinander nutzen zu können, sodass sich jeder Kunde ein eigenes Paket aus Leistungen zusammenstellen kann. Damit muss es auch möglich sein alle Funktionalitäten einzeln zu deaktivieren oder freizuschalten.

### 3.3. Integration ins bestehende System

Einer der wichtigsten Punkte bei der Entwicklung des neuen Systems ist Kompatibilität mit dem bereits vorhandenen Gesamtsystem. Dazu gehört, dass sich an anderen Systemen so wenig wie möglich ändern soll. Das beinhaltet sowohl mechanische Anpassungen als auch minimale Anpassungen in der Software oder dem Kabelbaum. Ziel bleibt dabei trotzdem weiterhin möglichst viele Verbesserungen in Bezug auf Kosten und Arbeitsaufwand zu erzielen.

Vor allem mechanisch soll sich nichts am bisherigen Kart ändern, zum einen, da die Option 1 feste Anbindungspunkte am Kart nutzt, welche sich nur mit sehr großem konstruktionsaufwand für das gesamte Kart verändern lassen, und diesen vorhandenen Platz an den Anbindungspunkte bereits vollständig ausnutzt, zum anderen soll das neue System aber auch in bereits gebauten Karts ohne großen Aufwand nachgerüstet werden können. Diese mechanischen Vorgaben definieren damit die Größe und Form der Platine zu einem sehr großen Teil. Auch die Position der Stecker ist durch die Kabeldurchführungen im Gehäuse sehr beschränkt. Für die Erweiterung mit einem Display soll es ein eigenes Gehäuse geben, sodass für das Display das bestehende Gehäuse nicht bearbeitet werden muss, sondern lediglich die Kabel herausgeführt werden müssen, wofür die bereits vorhandenen Kabeldurchführungen genutzt werden können.

Auch für den Kabelbaum sollen möglichst wenig Änderungen nötig werden. Da das



System bisher aus mehreren losen verkabelten Komponenten bestand gab es nur einen Stecker mit deutlich weniger Pins als bisher. Dieser 6Pin Stecker wird für die Anbindung des RFID-readers und der Statusleuchte übernommen, da bei diesem Stecker die losen, abisolierten Enden der Kabel einzeln in den Stecker auf der Platine gequetscht werden, ohne dass es einen Gegenstecker gibt, der vorbereitet werden muss. Das sorgt dafür, dass der RFID-reader und die Statusleuchte weiterhin wie vorher vorbereitet werden können und auch bereits vorbereitete Komponenten weiterverwendet werden können. Für alle Leitungen, die von der VCU zur Option1 geführt werden, wird ein neuer 14-Pin Stecker vorgesehen. Die Steckverbindung besteht dabei aus 2 Bauteilen mit Crimp Kontakten als Pins. Durch die Trennung von externen Bauteilen und Kabelbaumseite kann weiterhin der kabelbaum separat vorbereitet werden, ohne auf optimale Komponenten angewiesen zu sein. Die Verwendung eines neuen Steckers wird durch die höhere Anzahl an Kabeln notwendig. Für die Daten, welche auf Display und Webseite angezeigt werden sollen, muss zusätzlich CAN1 zur Erweiterungsplatine geführt werden. CAN1 wird zusätzlich auch für die VCU-Befehle benötigt, welche über die Funkverbindung erhalten werden. Für alte Karts, die keine CAN1 Verbindung vorgesehen haben, sind zusätzlich noch die PINs zur Übertragung per Kabel vorgesehen, sodass zumindest die Funktionalität der Funkfernbedienung erhalten bleibt und die alten Karts ohne Anpassungen die Funktionalitäten des bisherigen Erweiterungspakets ohne Einschränkungen nutzen können, sollte aus Reparaturgründen die Option1 ausgetauscht werden müssen. Für Livedaten und Telemetrie müsste der Kabelbaum jedoch nachgerüstet werden. Auch beim Steuergerät steht es im Vordergrund, dass alte Systeme weiterhin zuverlässig laufen, sollte das alte System durch eine neue Platine ausgetauscht werden müssen. So soll sowohl die Auswertung von Digitalsignalen auf der Option1 möglich sein, welche von der VCU gesendet werden, aber auch die Option1 sieht Signale weiterhin vor, sodass sie sowohl als CAN-Signal oder über eine eigene Leitung an die VCU gesendet werden können. Auch die Struktur von Signalen soll gleichbleiben, um in der Auswertung keine Anpassungen vornehmen zu müssen. So werden die Daten, welche per RFID-Reader ausgelesen werden, weiterhin im Selben Aufbau und mit denselben IDs auf CAN2 an die VCU gesendet. Einige Änderungen müssen jedoch vorgenommen werden, diese beschränken sich jedoch auf das Senden und Empfangen von CAN-Nachrichten und deren Verarbeitung, sodass lediglich Erweiterungen, aber keine grundsätzlichen Änderungen in der Funktionsweise der Steuergerätsoftware nötig sind.