

Alle Teilnehmenden der Zero Emission Challenge sind verpflichtet, die geltenden Gesetze und Vorschriften sowie die bestehenden Arbeitsanweisungen der jeweiligen Schule und/oder Institution jederzeit einzuhalten. Das vorliegende Reglement dient ausschließlich der präziseren Ausgestaltung und Durchführung der Challenge und ersetzt in keiner Weise bestehende rechtliche oder organisatorische Vorgaben.

Die Sicherheit aller Beteiligten, der verantwortungsvolle Umgang mit Ressourcen sowie die Einhaltung bestehender Regelwerke stehen während der gesamten Projektdauer im Vordergrund. Die Challenge versteht sich als ergänzende Maßnahme zur Förderung von Nachhaltigkeit und Umweltbewusstsein – im Rahmen der geltenden Regelwerke.

Technische Spezifikation - Professional Class

In dieser Klasse nehmen ausschließlich Fahrzeuge teil, deren Rahmen von einem Team konstruiert, berechnet und gefertigt wurde.

Für diese Fahrzeuge sind ein Überrollbügel, ein Gurt sowie ein Crash Element zwingend vorgeschrieben.

Die Konstruktion, Berechnung und Fertigung des Lenksystems durch das Team ist zwingend vorgeschrieben.

Die Technische Spezifikation beschreibt die einzuhaltenden Vorgaben. Die Fahrzeugspezifikation ist die Dokumentation der Konstruktion, der Berechnungen und der Tests bzw. Versuche.

Generelle Anforderungen

Die Teilnahme an dynamischen Bewerben ist nur für Fahrzeuge, die den Sicherheitsbestimmungen entsprechen erlaubt.

Von den Fahrzeugen darf keine Gefährdung für den Fahrer / die Fahrerin oder für andere Personen ausgehen. Fahrzeuge, von denen eine Gefährdung augenscheinlich ausgehen könnte, werden von der Jury von den dynamischen Bewerben ausgeschlossen.

1. Fahrwerk, Karosserie

1.1 Allgemeines

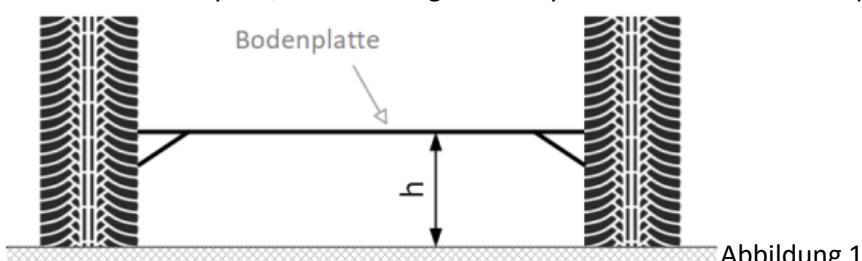
1.1.1. Das Fahrwerk besteht aus den Rädern, Bremsen und der Lenkung. Eine bewegliche Radaufhängung inkl. Federungs- und Dämpfungssystem kann optional verbaut werden!

1.1.2 Die Karosserie besteht aus dem Rahmen und den Beplankungsteilen. Der Überrollbügel, das Crashelement, die Sitzbefestigung und die Motoranbindung sind ebenfalls Teil der Karosserie.

1.2 Rahmen

1.2.1 Der Rahmen stellt die tragende Struktur des Fahrzeugs dar. Er dient der Aufnahme der Kräfte, Momente und Crashlasten.

1.2.1 Das fahrbereite Fahrzeug muss, auf den Rädern stehend, bei einer Beladung mit 80 kg eine Bodenfreiheit $h = 30 \text{ mm}$ über die gesamte Breite und Länge des Fahrzeugs besitzen. Bei weniger Bodenfreiheit behält sich die Jury vor, das Fahrzeug für die dynamischen Bewerbe zu sperren.



1.2.2 Der Rahmen darf im Crashfall keine globalen plastischen Verformungen erfahren. Die Energie muss durch das Crashelement abgebaut werden.

1.2.3 Der Werkstoff und die Fügetechnik des Rahmens ist frei wählbar. Es muss jedoch ein Berechnungsnachweis in den Fahrzeugspezifikationen erbracht werden, der belegt, dass die Fügestellen mindestens den Lastfällen bei Crash und der Lasten, die über das Fahrwerk eingebracht werden, standhalten. Siehe 1.3.9.

1.2.4 Ein Berechnungsnachweis des Rahmens muss in den Fahrzeugspezifikationen erbracht werden, hierbei gelten die Mindestvorgaben aus 1.3.9.

1.2.5 Während der Wettbewerbe dürfen keine Gliedmaßen aus dem Fahrzeug ragen. Um die Verletzungsgefahr der Arme und Hände im Falle des Überschlages zu vermeiden wird empfohlen, Handgelenk Rückhaltesysteme zu verwenden. Es muss den Fahrern jedoch möglich sein, das Fahrzeug, wie in der [Funktionalen Abnahme](#) beschrieben, zu verlassen.

1.2.6 Der Sitz darf nicht der tiefste Punkt des Fahrzeugs sein. Zwischen Sitz und Fahrbahngrund muss eine durchstoßsichere Struktur aus beliebigem Material sein.

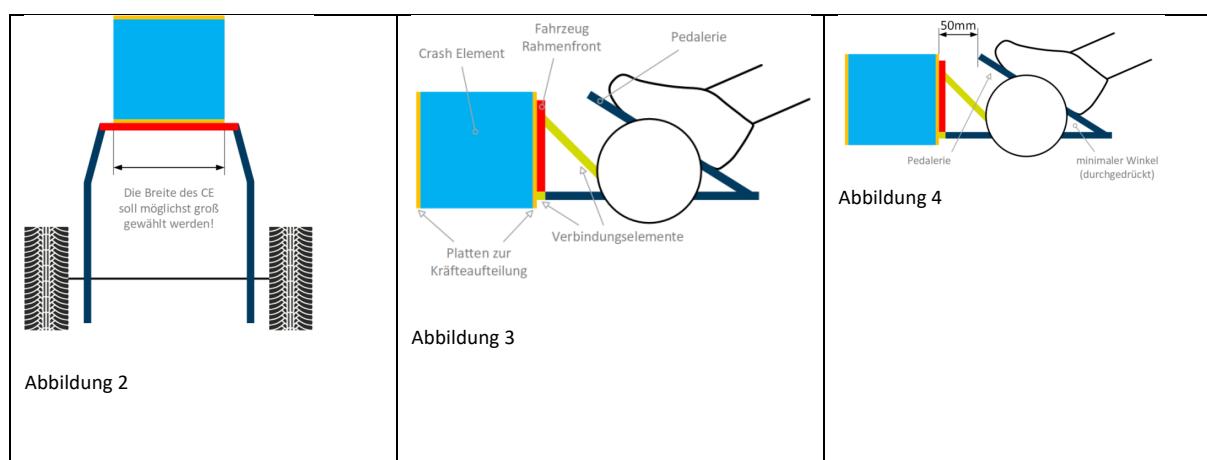
Bei Verwendung von Metallen, muss bei Verwendung von Stahl die Wandstärke mindestens einen Millimeter, bei Verwendung von Aluminium mindestens drei Millimeter betragen.

Die durchstoßsichere Struktur muss sich über die gesamte Sitzbreite und -länge erstrecken.

1.2.7 Das vordere Querelement der tragenden Struktur (Fahrzeug-Rahmenfront), an der die Crash elementplatte, wenn benötigt, montiert ist, muss über die gesamte Fahrzeugbreite der Fahrzeughafenfront reichen. Die Mindestbreite der Fahrzeughafenfront beträgt 250 mm. Siehe Abbildung 2.

1.3. Crashelement (CE)

1.3.1. Jedes Fahrzeug muss ein Crashelement verbaut haben.



1.3.2 Bei Verwendung einer Wabenstruktur oder eines Energieabsorptionsschaumes, muss sichergestellt sein, dass die Kollisionskraft so großflächig wie möglich in das Crashelement eingeleitet wird. Dies kann zum Beispiel mithilfe einer Metallplatte geschehen, die an der Front des Crashelements montiert ist (Abbildung 3).

1.3.3 Das Crashelement muss an einer Platte montiert sein. Die Crashelementplatte dient der Weiterleitung der Kollisionskraft in die tragende Struktur.

1.3.4 Das Crashelement und die Crashelementplatte müssen mit einer lösbar Verbindung an der tragenden Struktur des Fahrzeugs befestigt sein.

1.3.5 Wird die Kollisionskraft direkt in die tragende Struktur geleitet, z.B. mit Querträger und Crashboxen, ist keine Crashelementplatte erforderlich.

1.3.6 - entfällt

1.3.7 Die Crashelementplatte muss mindestens 50 mm von den Füßen, in jeder Stellung der Pedale, entfernt sein (Bild 4).

1.3.8 Die Crashelementplatte darf unter einer statischen Biegebelastung, einer gleichmäßig gesamtflächig verteilten Kraft, deren Größe einer 40g Beschleunigung der Masse des Fahrzeugs und Fahrer/Fahrerin entspricht, nicht versagen.

1.3.9 Das Crashelement und die Crashelementplatte müssen folgenden Anforderungen gerecht werden, wenn sie an der Fahrzeugfront verbaut sind:

- * Geschwindigkeit für Versuch, Berechnung oder Simulation: $v_{Test} = 7 \frac{m}{s}$.
- * Eine durchschnittliche Verzögerung von 20 g und eine Maximalverzögerung von 40 g darf nicht überschritten werden.

$$* \text{ Aufzunehmende Energie: } E_{Crashelement} \geq \left(m_{Fahrzeuggesamt} + m_{FahrerIn} \right) * \frac{v_{Test}^2}{2}$$

1.3.10 Der Nachweis (Versuchsdokumentation, Berechnung oder Simulation) des Crashelements muss in den Fahrzeugspezifikationen angeführt sein.

1.3.11 Der Nachweis der Berechnung, passender Dimensionierung der Crashelementplatte muss in den Fahrzeugspezifikationen angeführt sein.

1.4 Überrollbügel

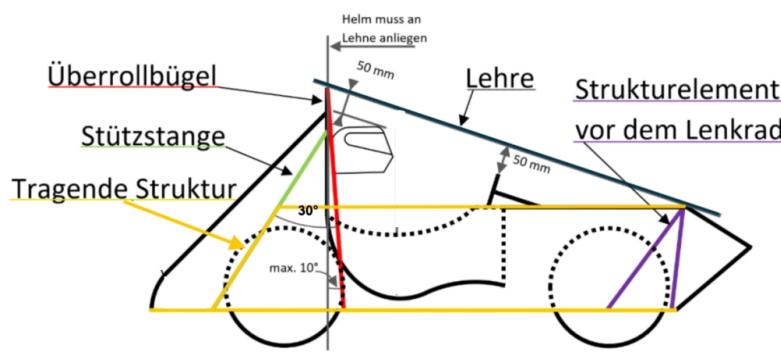
1.4.1 Jedes Fahrzeug ist mit einem Überrollbügel auszustatten.

1.4.2 Es wird eine Lehre vom Überrollbügel zur tragenden Struktur vor dem Lenkrad gelegt.

Zudem muss, wenn der Fahrer im Fahrzeug sitzt, zwischen Helm und Lehre ein Mindestabstand von 50 mm vorhanden sein. Zwischen dem Lenkrad und Lehre muss bei jedem Lenkwinkel ein Abstand von mindestens 50 mm vorhanden sein.

Das Team wird disqualifiziert, wenn der Abstand vom Helm zur Lehre kleiner als 50 mm oder der Abstand vom Lenkrad zur Lehre kleiner als 50 mm ist. Diese Regelung gilt für alle in den Fahrzeugspezifikationen angeführten Personen.

Der Überrollbügel und das tragende Strukturelement dürfen im Crashfall keine globalen plastischen Verformungen erfahren.



1.4.3 Der Überrollbügel und das tragende Strukturelement vor dem Lenkrad müssen an der tragenden Struktur des Fahrzeugs befestigt sein.

1.4.4 Der gesamte Überrollbügel muss in der Seitenansicht gerade und darf nicht mehr als 10° nach hinten geneigt sein.

1.4.5 Der Bereich des Überrollbügels an dem der Kopf (mit Helm) des Fahrers anschlagen kann, muss mit einem stoßabsorbierenden Material überzogen sein. Dies gilt für jeden Fahrer / jede Fahrerin.

1.4.6 Der Überrollbügel muss bei Verwendung von jeweils einer Stange auf der linken und rechten Seite des Fahrzeugs gestützt sein. Die Stangen dürfen nicht gebogen sein und müssen in direkter Verbindung mit dem Überrollbügel und der tragenden Struktur stehen. Die Stangen müssen nach hinten gehen und aus einem Stück sein. Sofern der Überrollbügel als Integralbauweise (Monocoque) ausgeführt ist sind die Stangen nicht erforderlich.

1.4.7. Zwischen Überrollbügel und den Stützstangen muss mindestens ein Winkel von 30° sein.

Die Stützstangen dürfen nicht tiefer als 160 mm unterhalb der Oberseite des Überrollbügels am Überrollbügel befestigt sein.

1.4.8 Die Konstruktion des Überrollbügels und der Stützstangen mit deren Befestigung muss durch Zusammenstellungszeichnungen, Fertigungszeichnungen und Schweißzeichnungen (bzw. vergleichbarer Dokumente) in der Fahrzeugspezifikation dokumentiert werden.

In der Fahrzeugspezifikation ist nachzuweisen, dass die Konstruktion des Überrollbügels mit Stützstangen, der tragenden Struktur vor dem Lenkrad, im Falle eines Überschlags, dem vierfachen des Fahrzeuggesamtgewichts und Fahrer/Fahrerin standhält und dabei keine globalen plastischen Verformungen erfährt.

1.4.9. Bei Verwendung alternativer Werkstoffe für die Überrollbügelstruktur müssen alle relevanten Sicherheitsvorschriften und damit die Festigkeit analog zur Stahlausführung nachgewiesen werden.

1.5 Lenksystem

Die Lenkung muss eine spielarme, betriebssichere und verwindungssteife Übertragung der Lenkimpulse ermöglichen.

2. Sicherheitsgurt

2.1. Der Fahrer / die Fahrerin muss mit einem mindestens Vierpunkt - Norm Sicherheitsgurt, gesichert sein. Der Gurt muss in einem einwandfreien Zustand sein.

2.2. Der Gurt muss am Fahrzeugrahmen befestigt sein, jede einzelne Anbindung muss einer Zugkraft von je 10 kN standhalten. Die Ankerpunkte des Schrittgurtes müssen jeweils einer Zugkraft von 5 kN standhalten. Fallen die Ankerpunkte des Schrittgurtes zusammen, muss der Ankerpunkt 10 kN aushalten (entsprechendes trifft auch beim Fünfpunktgurt zu). Fallen die zwei Ankerpunkte des Beckengurtes mit denen des Schrittgurtes zusammen, müssen sie jeweils einer Zugkraft von 15 kN standhalten (entsprechendes trifft auch beim Vierpunktgurt zu).

2.3. Die Rahmenelemente, an denen der Gurt befestigt ist, müssen die Kräfte, die in einem Crashfall auftreten können, in die tragende Struktur weiterleiten.

2.4. Ein Festigkeitsberechnungsnachweis der Gurtanbindungen und der Rahmenelemente, an denen der Gurt befestigt ist, muss in der Fahrzeugspezifikationen erbracht werden.

2.5. Es wird empfohlen die Ankerpunkte des Schrittgurtes mindestens 100 mm auseinander zu platzieren (ist der Abstand = 0 liegt theor. ein Fünfpunktgurt vor).

2.6. Der Schrittgurt darf nur vertikal nach unten oder hinten, jedoch nicht nach vorne verlaufen.

2.7. Der Teil des Schultergurts der zwischen Gurtanbindung und Auflage auf der Schulter des Fahrers / der Fahrerin liegt, muss zwischen 10° nach oben und 20° nach unten zur Horizontalen sein. Diese Regelung gilt sowohl für den größten Fahrer, als auch für den kleinsten Fahrer / die kleinste Fahrerin.

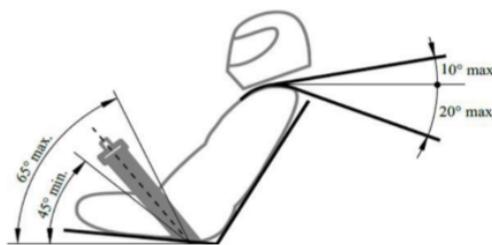


Abbildung 6

2.8. Der Beckengurt muss zur Horizontalen zwischen 45° und 65° geneigt sein (Abbildung 6).

2.9. Der Fahrer muss im Fahrzeug sitzen, der Kopf muss in einer höheren Position als alle anderen Körperteile und hinter den Knien in Fahrtrichtung lokalisiert sein. Ein Liegen oder Knien im Fahrzeug als Fahrposition ist strengstens verboten.

3. Räder

3.1 Das Fahrzeug muss in Konstruktionslage mit mehr als drei Rädern die Fahrbahn berühren.

3.2 Eine Reifenbehandlung bzw. Veränderung jeglicher Art ist verboten.

3.3 Ein Räderwechsel ist ausschließlich nur nach Rücksprache mit der Rennleitung erlaubt.

3.4 Die Reifen sind die einzigen Komponenten des Fahrzeugs, die in Kontakt mit der Fahrbahn stehen dürfen.

3.5 Die gleichzeitige Verwendung von Reifen für trockenes Fahrbahn (Slik) und nasse Fahrbahn ist verboten.

4. Bremssystem

4.1. Es müssen zumindest zwei Räder mechanisch gebremst sein.

4.2. Die Aktivierung der Bremse muss mechanisch über ein Fußpedal erfolgen.

4.3. Die gebremsten Räder müssen bei maximaler Betätigung der Bremse blockieren.

4.4. Bei gleichzeitiger Betätigung der Bremse und des Fahrpedals muss das positive Antriebsmoment abgeschaltet werden.

4.5 Ein negatives Moment des Antriebs bis zum Stillstand des Fahrzeugs ist, während des Betätigens des Bremspedals, ausdrücklich erlaubt, und kann zur Rekuperation genutzt werden.

4.6 Elektronische Bremssysteme („Brake-by-Wire“) sind erlaubt.

Bei Verwendung eines Brake-by-Wire-Systems ist eine zweite, unabhängige, mechanische Bremse erforderlich. Diese muss mit der Hand am Lenkrad bedient werden können und mindestens zwei Räder bremsen (vorne oder hinten).

5 Traktionssystem

5.1. Allgemeines

5.1.1. Im Folgenden werden elektrische Energiespeicher zur Vereinfachung mit dem Begriff Batterie beschrieben. Damit sind wiederaufladbare Akkumulatoren, aber auch Kondensatoren gemeint.

5.1.2 Besteht eine Batterie aus mehreren Segmenten, wird im Folgenden jeweils nur die Gesamtbatterie betrachtet.

5.1.3 Im Traktionssystem sind auch die elektrischen Elemente enthalten, die direkt für den Antrieb des Motors verantwortlich sind. Das sind die Elemente im Energiefluss zum Elektromotor: Batterie, Inverter und Motor.

5.1.4 Das Fahrzeug muss von einem „Zero Emission Konzept“ angetrieben werden, die Anzahl und Position der Antriebe ist frei wählbar.

5.1.5 Das Fahrpedal muss federrückgestellt sein.

5.1.6 Eine Leitungsbrucherkennung bei der Signalübertragung des Fahrpedals zur Regelung ist durchzuführen.

5.1.7 Der Energiespeicher muss emissionsfrei sein, das Prinzip „Zero Emission Tank to Wheel“ muss erfüllt sein.

5.1.8 Die Spannung im FZG darf 60 V DC und 30V AC nicht überschreiten.

5.1.9 Die von der Batterie abgegebene Leistung ist nicht beschränkt.

5.1.10 Das externe Nachladen der Batterien während der Bewerbe ist ausschließlich durch Rekuperation erlaubt.

5.1.11 Das Batteriegehäuse muss gegen Beschleunigungen von 40 g in alle Richtungen befestigt sein. Ein Berechnungsnachweis der Festigkeit der Halterung des Batteriegehäuses muss in den Fahrzeugspezifikationen erbracht werden.

5.1.12 Die Batterie muss sich innerhalb der tragenden Struktur des Fahrzeugs befinden. Sie darf im Falle eines Überschlags den Boden nicht berühren!

5.1.13 Die Batterie muss so verbaut werden, dass sie im Falle eines Defektes keine Gefahr für den Fahrer darstellt.

5.1.14 Motoren / Generatoren

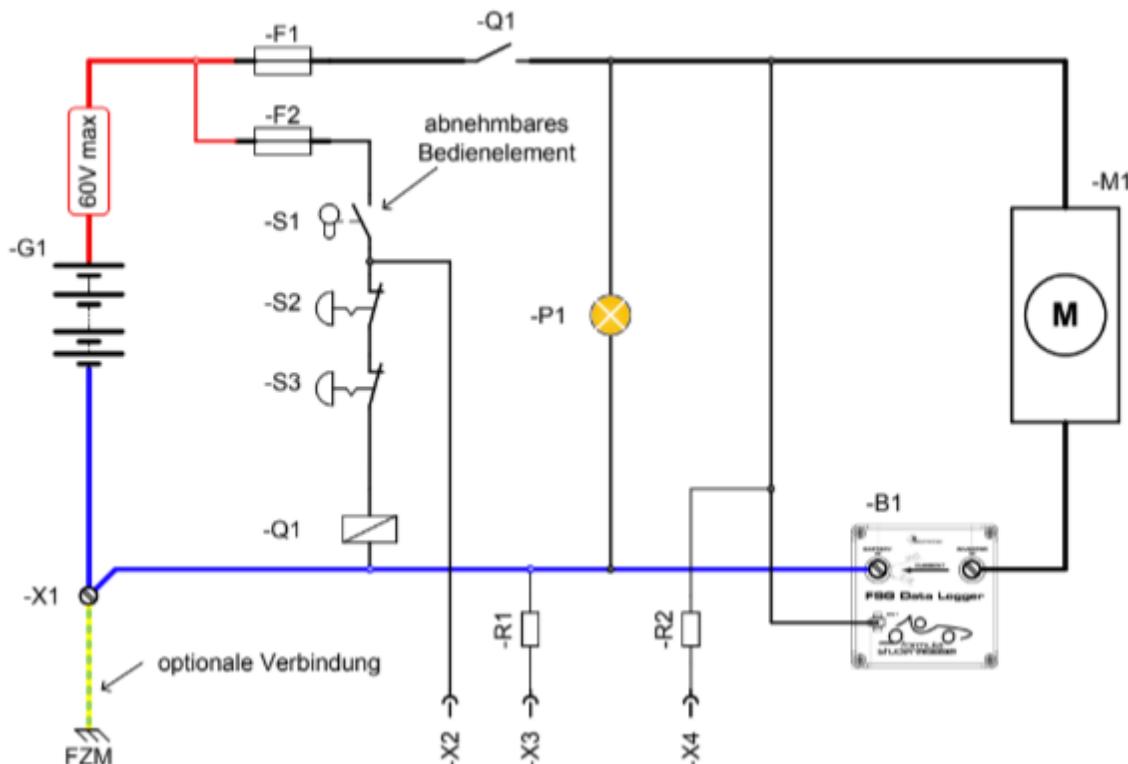
Die Typ und die Anzahl der Elektromotoren ist frei wählbar. Die Leistung des Motors / der Motoren ist nicht begrenzt. Typenschild / Nachweis der Type des Motors auf Papier ist erforderlich.

5.1.15 Weitere Energiequellen

Der Einsatz zusätzlicher Energiequellen (z. B. Solarzellen, Schwungräder, Wasserstoff...) ist erlaubt.

- Voraussetzung ist, dass diese Systeme sicher betrieben werden und nachvollziehbar Teil des Energiekonzepts sind.
- Die Jury kann innovative Energieeinsätze positiv bewerten.

5.2 Elektrische Sicherheit



Legende:

- B1 Formula Student Energie/Leistung Datalogger
- F1 Hauptsicherung (Traktion)
- F2 Sicherung (Baugruppen)
- G1 Traktionsbatterie
- M1 Antriebsmotor
- P1 Signalleuchte gelb/orange für ZFB (Zustand Fahrbereit, rundum sichtbar)
- Q1 Batterierelays
- R1 Schutzwiderstand für Messzwecke ($5\text{k}\Omega$), Notwendigkeit überprüfen
- R2 Schutzwiderstand für Messzwecke ($5\text{k}\Omega$), Notwendigkeit überprüfen
- S1 Hauptschalter (Knochenschalter mit abnehmbarem Bedienelement)
- S2 Not Aus im Cockpit (rastend)
- S3 Not Aus für eine außenstehende Person erreichbar (rastend, Position am Überrollbügel)
- X1 Zentralklemme für den Minuspol, eine Verbindung mit der Fahrzeugkarosserie (FZM Fahrzeugmasse) ist optional
- X2 Klemme für Zusatzkomponenten (optional)
- X3 Klemme für Messungen Traktionsspannung BATT- (Bananenbuchse 4mm schwarz)
- X4 Klemme für Messungen Traktionsspannung BATT+ (Bananenbuchse 4mm rot)

Bild 11: Mindestanforderung an den elektrischen Kreis.

5.2.1 Das elektrische Schaltbild in Abbildung 11 stellt die Mindestanforderung an den elektrischen Kreis dar. Zusätzliche Schutzmaßnahmen, die die Sicherheit der beteiligten Personen erhöhen, können von den Teams begründet eingeführt werden.

5.2.2 Im Fahrzeug muss ein Schließrelais angebracht sein - Bild 11 (-Q1). Wird die Steuerspannung weggenommen, muss sich das Relais öffnen. In diesem Zustand darf am geschalteten Pol keine elektrische Verbindung zwischen der Batterie und dem Traktionssystem bestehen.

5.2.3 Das Hauptrelais - Bild 11 (-Q1) - muss mechanisch sein.

5.2.4 Jedes Gehäuse, aus elektrisch leitfähigem Material, des Traktionssystems und Schirmungen von Kabeln müssen leitend mit dem Rahmen verbunden sein (Fahrzeugmasse).

5.2.5 Unmittelbar nach der Batterie muss sich eine Schmelzsicherung befinden (Bild 11 -F1).

5.2.6 Es muss jeweils ein Not-Aus-Taster im Cockpit, leicht für den Fahrer erreichbar (Not-Aus Cockpit, Bild 11 -S2), sowie ein Not-Aus-Taster auf der rechten oder linken äußeren Seite, am Überrollbügel (Not-Aus, Bild 11 -S3), montiert sein. Beide Not-Aus-Taster müssen Öffner sein und die Relais so ansteuern, dass die Batterie galvanisch vom restlichen TS getrennt wird.

5.2.7 Ebenso muss ein Knochenschalter an einem leicht zugänglichen Bereich montiert sein, mit dem die Batterie vom restlichen Traktionssystem getrennt werden kann (Traktionssystem Hauptschalter). Der Knochenschalter muss alle elektrischen Komponenten deaktivieren (Hauptschalter), sein Bedienelement muss abnehmbar sein.

5.2.8 Die Not-Aus-Taster und der Knochenschalter dürfen nicht programmierbar sein.

5.2.9 Schalter und Taster müssen eindeutig identifizierbar sein.

5.2.10 Der Sicherheitskreis kann eine eigene Stromversorgung, unabhängig vom Traktionssystem besitzen, oder von dieser abgeleitet sein. Jedenfalls muss dieser Kreis eine eigene Absicherung haben (Bild 11 -F2, -S1, -S2, -S3, -Q1).

5.2.11 Nach den Relais muss jeweils auf der positiven, sowie negativen Seite eine 4 mm Bananensteckbuchse mit der entsprechenden Beschriftung BATT+ und BATT- angebracht sein (Bild 11 -X3, -X4). Diese Messbuchsen müssen mit einem $5\text{k}\Omega$ Strombegrenzungswiderstand geschützt sein (Bild 11 -R1, -R2).

5.2.12 In der Rückleitung der Antriebselektronik, wird das Energymeter von den Teams montiert (Bild 11 -B1). Alle 4ms werden Strom und Spannung gemessen, alle 500 ms werden aus diesen Werten die Mittelwerte für Strom und Spannung, welche für die Bewertung entscheidend sind, gebildet und gespeichert. Ein entsprechend verbautes Energymeter ist für die Teilnahme am Wettbewerb notwendig. Mit dem EM wird überprüft, ob während der Wettbewerbe die maximale Batteriespannung nicht überschritten wird. Zudem wird so die beim Dauerlauf benötigte Energie ermittelt. Durch das EM muss jener Strom fließen und jene Spannung anliegen, die von der Batterie für den Antrieb des Fahrzeugs zur Verfügung gestellt wird. Ausgenommen von der Leistungsmessung sind solche Komponenten, die im Batteriegehäuse sind (BMS) oder für die Sicherheitssteuerung verwendet werden (Bild 11 -F2, -S1, -S2, -S3, -Q1, -B1).

5.2.13 Das Team muss für das Energymeter eine Einbaumöglichkeit vorsehen. Spezifikationen für das Energymeter folgen.

5.2.14 Im Fehlerfall muss es dem Team möglich sein das Energy Meter in 30 min auszubauen.

5.2.15 Verwendet wird ein Energymeter, das vom Veranstalter zur Verfügung gestellt wird. Entsprechende Spezifikationen werden noch festgelegt.

5.2.16 Alle elektrischen Komponenten, auch Kabel, müssen gegen Beschleunigungen aus allen Richtungen gesichert und entsprechend fixiert sein.

5.2.17 Sobald der oder die die Motoren aufgrund einer Betätigung des Fahrpedals ein Moment anlegen können, ist das Gesamtfahrzeug im Zustand Fahrbereit (ZFB).

5.2.18 Ist das Fahrzeug im fahrbereiten Zustand, muss eine Zustandsanzeige darauf hinweisen. Dies muss mindestens eine orangene oder gelbe Leuchte sein (Bild 11 -P1). Sie muss sich unterhalb der Lehre lt. 1.4.2 befinden. Das Leuchtsignal muss von allen Seiten sichtbar sein.

5.2.19 Das Fahrzeug darf nur während der Bewerbe im Zustand der Fahrbereitschaft sein, Ausnahmen nur auf Anweisung eines Jurors. Von dieser Regelung ist der Werkstattbereich ausgenommen.

5.2.20 In den Fahrzeugspezifikationen müssen eine detaillierte Topographie, die Spannungsebenen, ein Schaltplan und das Datenblatt des Energiespeichersystems (Zero Emissions Tank to Wheel) eingereicht werden.

5.2.21 Eine Entladungsschaltung für die Kondensatoren ist vorzusehen. Die Entladung muss innerhalb von 10 Minuten abgeschlossen sein. Damit wird ein sicheres Arbeiten am Fahrzeug sichergestellt.

5.2.22 Das Energy Meter darf während der Fahrt nicht rückgesetzt werden.

5.2.23 Der Tausch der Traktionsbatterie ist ausschließlich von Lehrern mit Hochvolt Ausbildung durchzuführen. Es sind ausschließlich steckbare Verbindungen zulässig.

Im Zuge der technischen Abnahme wird die Zulässigkeit der Verbindung geprüft.

5.2.24 Alle elektrischen und elektronischen Bauteile müssen so verbaut oder geschützt sein, dass sie bei Regen oder nasser Strecke keinen Schaden nehmen und keine Gefahr darstellen.

Dazu zählen insbesondere: Batterie, Motorcontroller, Schalter, Ladeanschlüsse, Sicherungen und Steckverbindungen.

Revision 12.Mai: Mindestbreite der Crashbox 1.3.6 entfällt

Revision 14.Mai: Verweis 1.3.10 auf 1.3.9 geändert

Revision 27. Mai: 1.4.8, zweiter Absatz: von „dabei globalen plastischen Verformungen erfährt“ auf „dabei **keine** globalen plastischen Verformungen erfährt“ geändert.