



2019 – Engineering Design
Event in the event bay /
2019 – Engineering Design
Event in der Event Bay



Robert Weingart

Formula Student Germany - OT Design Event

Engineering Design Competition – Best practices to excel Tipps für eine erfolgreiche Teilnahme

Formula Student Germany is an engineering design competition. At its core, there is the design judging event determining the best team of engineers among all participating universities. This article presents key elements of the judging itself and should help in your preparation for the next engineering design event (EDE).

The EDE is a crucial part of the overall competition by representing 15 %, and 25 % of the overall score for each vehicle category of CV & EV and DV respectively. The scoring is split into several engineering subcategories (see Figure 1), all of which are important areas of the Formula Student race car design. The scores differ for CV & EV vehicles, and the Driverless Cup. The engineering design event starts with the submission of the written engineering design report (check the rules, section S 3.2) prior to the event. It helps the judges getting a first impression of your work before heading into the EDE. But what does the judging process of the EDE look like?

Die Formula Student Germany ist ein Konstruktionswettbewerb für Ingenieure. Kern des ganzen ist das Engineering Design Event (EDE), bei welchem das beste Ingenieurteam aller teilnehmenden Hochschulen ermittelt wird. Dieser Artikel stellt die wichtigsten Elemente des Judgings (Bewertung durch Juroren) vor und soll euch bei der Vorbereitung helfen.

Das EDE ist ein entscheidender Teil des Formula Student Gesamtwettbewerbs und macht allein 15 % der Gesamtpunktzahl in den Fahrzeugkategorien CV & EV aus, bzw. 25 % in der Kategorie DV. Die Wertung ist in mehrere technischen Kategorien unterteilt (siehe Abbildung 1), welche die wichtigsten Bereiche der Formula Student Rennwagenkonstruktion darstellen. Die Punktzahlen unterscheiden sich dabei für CV & EV-Fahrzeuge und den Driverless Cup. Das Event selbst beginnt mit der Einreichung des schriftlichen Engineering Design Reports bereits vor dem Wettbewerb (siehe Rules, Abschnitt S 3.2). Das Dokument hilft den Juroren, sich einen ersten Eindruck von eurer Arbeit zu verschaffen, bevor ihr im EDE aufeinandertrefft. Wie sieht das Bewertungsverfahren selbst aus?

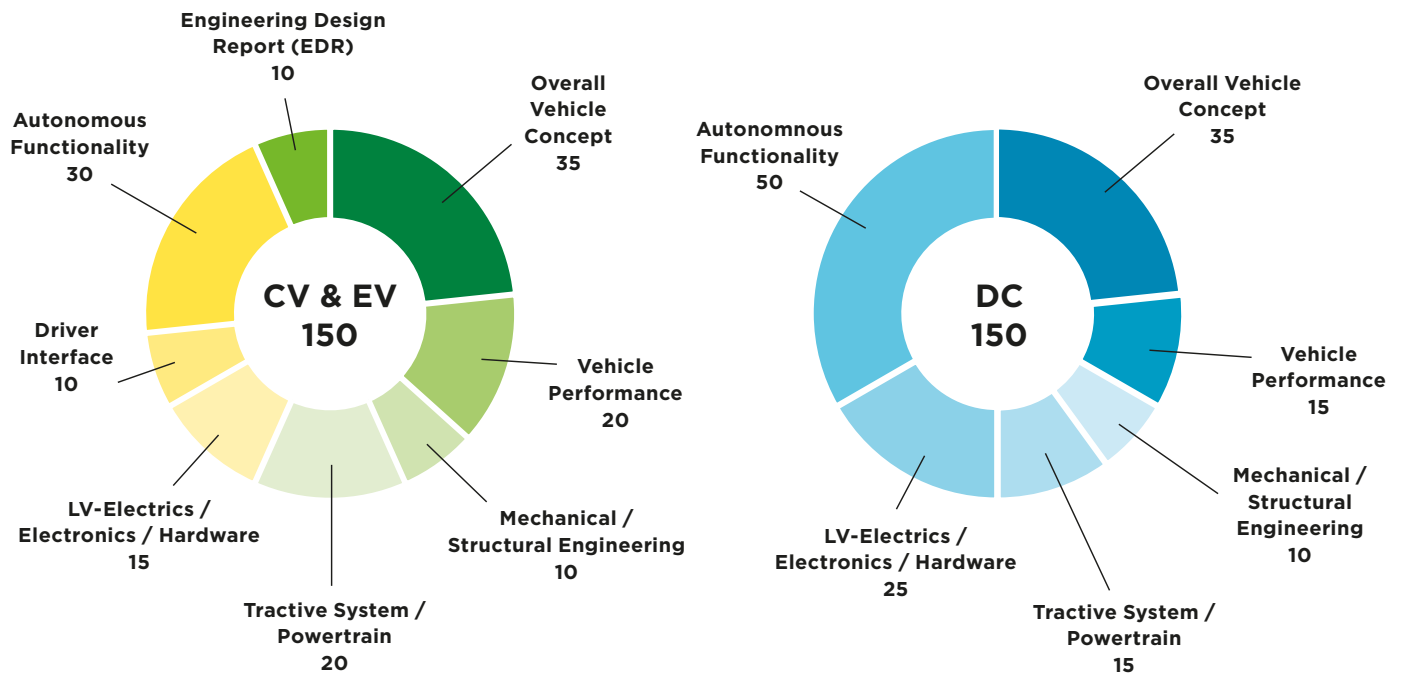


Figure 1: Classes, subcategories and their respective scores /
Abbildung 1: Fahrzeugklassen, technische Kategorien und die Punkteverteilung

Who Are the Judges (Blue Shirts)?

Formula Student Germany has a lot of partners and supporters from professional motorsports and automotive industry who volunteer their time and help judging. Judges are distributed across all EDE bays in a healthy mix of experienced and rookie judges covering all necessary topics of the respective competition class. Of course, judges bring their own specific area of expertise to the event, but their focus is the evaluation within the set categories. So how do we make sure it is a fair evaluation?

Since judging always remains a subjective matter and scores fluctuate between the bays, we have:

- 1 Set up tandems of rookie and experienced judges covering the same topics, so that rookie judges can adapt to the scoring.
- 2 One experienced head judge present at every bay leveling the overall team performances.
- 3 Chief judges (dark blue shirts) moving around and collecting impressions of the ongoing judging process at each bay.
- 4 FSG officials (white shirts) overlooking all raw scores, checking whether there is a need for balancing between the bays based on various scoring indicators.

By this process, we ensure a fair evaluation of team performances and grant scores based on how well teams have done compared to every competitor.

Wer sind die Judges (Blue Shirts)?

Die Formula Student Germany hat viele Partner und Unterstützer aus dem professionellen Motorsport und der Automobilbranche, die sich ehrenamtlich engagieren und bei der Bewertung helfen. Wir haben jedes Jahr eine gesunde Mischung an neuen und erfahrenen Juroren zur Verfügung. Alle Juroren sind gleichmäßig in den EDE-Bays verteilt und decken alle notwendigen Themen der jeweiligen Wettbewerbsklasse ab. Natürlich bringen die Juroren dabei ihre eigenen Fachkenntnisse ein, aber ihr Schwerpunkt beim EDE liegt auf der Bewertung innerhalb der festgelegten Kategorien. Wie stellen wir sicher, dass fair bewertet wird?

Da die Bewertung immer eine subjektive Angelegenheit bleibt und die Punktzahlen zwischen den Buchten schwanken, haben wir:

- 1 Tandems aus neuen und erfahrenen Juroren, welche dieselben Themen behandeln. Dadurch können sich neue Juroren an den Bewertungsmaßstab gewöhnen.
- 2 Erfahrene Head-Judges für jede Bay, welche die Gesamtleistung der Teams in Relation bringen.
- 3 Chief-Judges (dunkelblaue Hemden), welche sich zwischen den Bays bewegen und Eindrücke über den laufenden Bewertungsprozess sammeln.
- 4 FSG-Officials (weiße Hemden), welche alle Punktevergaben prüfen, ob auf der Grundlage verschiedener Wertungsindikatoren zwischen den Bays eine Angleichung der Punkte notwendig ist.

Auf diese Weise gewährleisten wir eine faire Bewertung der Teamleistungen und vergeben Gesamtpunkte in Abhängigkeit zu allen anderen Wettbewerbern.

How to Judge and Evaluate Teams?

For explanation purposes, there is the “Claude-Rouelle-Model” (see Figure 2) which represents the engineering knowledge by a pie chart (If you have not heard about Claude yet, watch his advice [here](#)). The more knowledge a team has, the bigger the pie is in its overall area. However, the pie itself is not uniform in size. It is made from multiple pieces that symbolize the different engineering categories mentioned above. Also, the pie pieces overlap each other, representing the interface of knowledge between categories. As there are stronger and weaker areas of knowledge in a team, the pie looks like in the image shown below with some sections reaching further outwards than others.

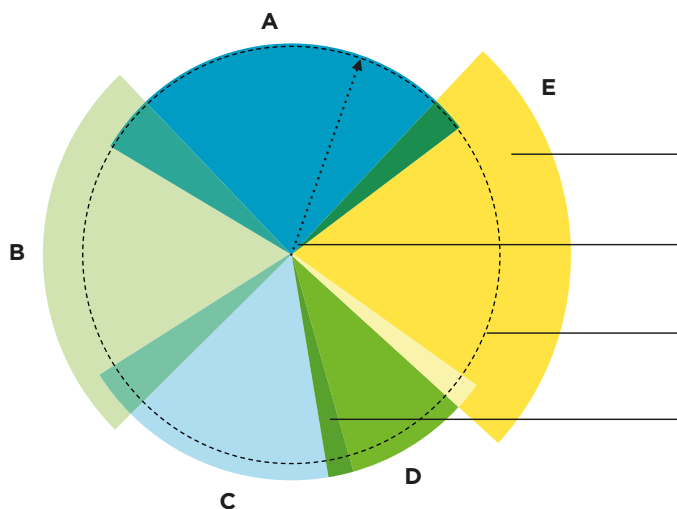


Figure 2: “Claude-Rouelle-Model” of Engineering Design /
Abbildung 2: „Claude-Rouelle-Modell“ vom Engineering Design Event

To make things more complicated, let us cluster the engineering knowledge in basic, intermediate, and advanced levels. During the EDE, judges focus on basic and intermediate levels, as well as the synergies between different engineering categories (e.g., aerodynamics and vehicle dynamics). Starting with general questions, judges quickly dig deeper during their assessment. Advanced knowledge, however, will be left for the finals to determine a winner. Hence, in order to be considered for finals you must score well in the basic and intermediate levels.

With every season, new knowledge is acquired. You can see the evolution of team’s knowledge over time in the chart above (Figure 3) representing 2006, 2010, and 2019 respectively. However, judges have noticed a paradox in EDE presentations during past seasons. Teams show up with comprehensive car designs implying a great understanding and knowledge level. Though, they miss crucial basics in key areas (e.g., excellent FEA analysis but poor explanation of suspension design, see piece D) or have a disconnection between the pieces of the pie (see D/E). The result is less common team knowledge which will end up in a lower team score and no chances for making it to the finals.

Wie werden die Teams beurteilt und bewertet?

Zur Erläuterung kann stellvertretend das „Claude-Rouelle-Modell“ (siehe Abbildung 2) herangezogen werden, welches das Ingenieurwissen im Team in einem Tortendiagramm darstellt (falls ihr noch nichts von Claude gehört habt, schaut euch [hier](#) sein Video an). Je mehr Wissen ein Team hat, desto größer ist der Kuchen in seiner Gesamtfläche. Der Kuchen selbst ist jedoch nicht einheitlich groß. Er besteht aus mehreren Stücken, die die verschiedenen oben genannten technischen Kategorien symbolisieren. Außerdem überschneiden sich die Tortenstücke, was die Schnittstelle des Wissens zwischen den Kategorien darstellt. Da es in einem Team stärkere und schwächere Wissensbereiche gibt, sieht der Kuchen wie in der folgenden Abbildung aus.

How to read the pie chart? / Wie wird das Diagramm gelesen?

Shaded pieces = Different engineering categories (see above) /
Farbige Flächen = Verschiedene technische Kategorien (siehe oben)

Radius = Depth of focus / complexity /
Radius = Detailtiefe / Komplexität

Dotted circle = Usable impact on overall vehicle performance /
Punkte-Linie = Anwendbares Gesamtwissen am Fahrzeug

Overlap = Interdisciplinary synergies increase overall performance /
Überlappung = Schnittstellen und Synergien erhöhen die Performance

Die technischen Kenntnisse werden nun in Grund-, erweitertes- und fortgeschrittenes Wissen unterteilt. Während des EDE konzentrieren sich die Juroren auf das Grund- und erweiterte Wissen sowie auf die Synergien zwischen verschiedenen technischen Kategorien (z. B. Aerodynamik und Fahrzeugdynamik). Die Juroren beginnen dabei mit allgemeinen Fragen und tauchen schnell ins Detail ab. Fortgeschrittenes Wissen wird jedoch erst im Finale abgefragt, um einen Sieger zu ermitteln. Um für das Finale in Frage zu kommen, müssen die Teams also vor allem im Grund- und erweiterten Wissen gut abschneiden.

In jeder Saison wird neues Wissen erworben. In der Grafik oben (Abbildung 3), welche die Jahre 2006, 2010 und 2019 darstellt, ist beispielhaft die Entwicklung des Wissensstandes der Teams im Laufe der Zeit sehen. Hierbei ist den Juroren in den vergangenen EDE Präsentationen eine denkwürdige Entwicklung aufgefallen: Einige Teams präsentieren durchdachte Fahrzeugkonzepte, welche auf ein großes Verständnis und einen hohen Wissensstand hindeuten. Allerdings lassen sie dabei entscheidende Grundlagen in Schlüsselbereichen vermissen (z. B. eine hervorragende FEA-Analyse, aber eine schlechte Erklärung der Aufhängungskonstruktion, siehe Teil D) oder sie haben keine Verbindung zwischen den einzelnen Teilen des Kuchens (siehe D/E). Das Ergebnis ist geringerer Gesamtwissensstand im Team, was konsequenterweise zu einer niedrigeren Bewertung führt und damit auch keine Chance mehr auf das Finale besteht.

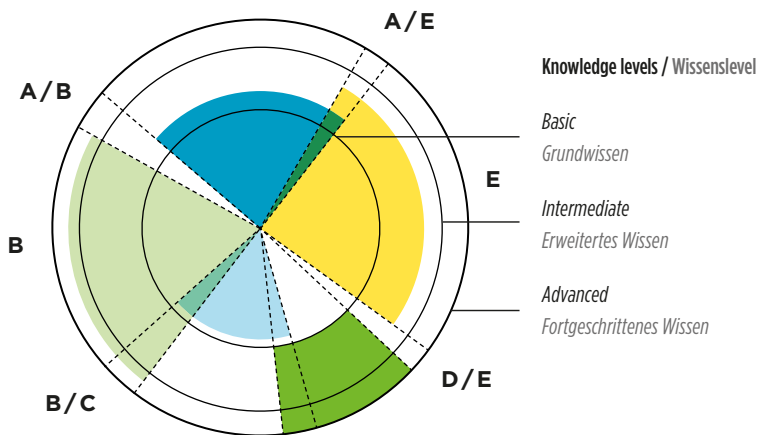
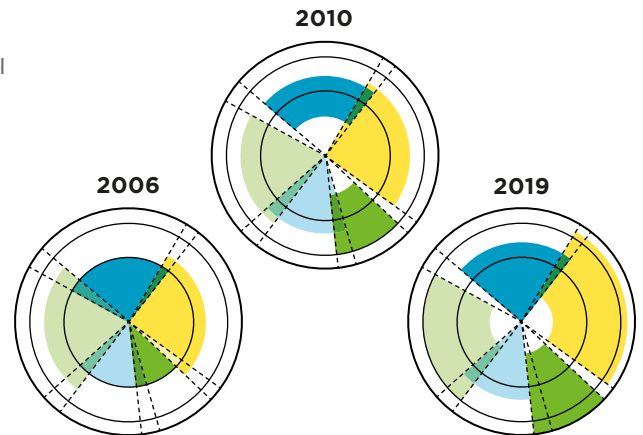


Figure 3: Knowledge levels, missing the basics at D, no synergy at D/E, and evolution over time /
Abbildung 3: Wissenslevel, kein Grundwissen bei D, fehlende Schnittstelle D/E, Entwicklung über die Jahre



How to Excel in Engineering Design Competition?

Oftentimes, we are asked what the ideal presentation looks like and what kind of documentation students need to bring. There are a few key elements to point out:

The team

At the beginning, one representative of your team will give a three-minute introduction stating goals, basic concept of the car, innovations you are proud of, individual specialties, and name responsible team members for the engineering categories. The intro is very important as it sets the tone for your presentation, and you should prepare it in advance. It helps judges getting a rough understanding of who you are, what you tried to achieve during design phase and how well it turned out. Technical goals that have been mentioned in the overall introduction should also be present throughout the sub system concepts and engineering of components. Select a team of engineers who have the specific knowledge, speak good English and are comfortable in presenting their own and the team's work. Usually, your EDE bay consists of 5-8 judges focusing on a specific area of expertise, so ensure that your team is flexible enough to accommodate the judges. In case you registered for the Driverless Cup, there will be additional judges for a deep dive of autonomous functions.

We know that nervousness plays a big role when an entire season of work boils down to 30 minutes of presentation. Ask alumni or local partners if you can practice presenting and answering questions ahead of competition so you can get more comfortable. You should be very proud of all your efforts. Judges appreciate your work and spirit. In case you cannot answer a question, try to bring in one of your colleagues that can. Most importantly, if you do not know the answer, do not lie. It is better to admit to the design judge than pretend you know. Move on to the next topic where you have more knowledge and convince the judge that you understood the underlying principles.

Wie kann ich mich im Engineering Design Event hervorheben?

Oft werden wir gefragt, wie die ideale Präsentation aussieht und welche Art von Unterlagen die Studierenden mitbringen müssen. Es gibt einige Kernthemen, auf die wir hinweisen möchten:

Das Team

Zu Beginn gibt ein Vertreter des Teams eine dreiminütige Einleitung, in welcher die Ziele, das Grundkonzept des Fahrzeugs, die Innovationen, die einzelnen Spezialgebiete und die Namen der für die technischen Kategorien zuständigen Teammitglieder genannt werden. Die Einleitung ist sehr wichtig, da sie den ersten Eindruck vom Team prägt. Daher sollte sie im Voraus vorbereitet und geübt werden. Außerdem hilft sie den Juroren, sich ein grobes Bild vom Fahrzeug zu machen, wer ihr seid, was ihr während der Design-Phase versucht habt zu erreichen und wie gut es gelungen ist. Die technischen Ziele, die in der allgemeinen Einleitung genannt wurden, sollten sich in den Konzepten der Baugruppen und der Konstruktion der Komponenten widerspiegeln sein. Wählt für den weiteren Verlauf ein Team von Ingenieuren aus, die über die entsprechenden Kenntnisse verfügen, gut Englisch sprechen und ihre eigene Arbeit sowie die des Teams gut präsentieren können. In der Regel besteht eure EDE-Bay aus 5-8 Juroren, die sich jeweils auf ein bestimmtes Fachgebiet konzentrieren. Stellt sicher, dass das Team flexibel genug ist, um allen Juroren Fragen beantworten zu können. Falls ihr euch für den Driverless Cup angemeldet habt, werden zusätzliche Juroren anwesend sein, welche sich intensiv mit den autonomen Funktionen beschäftigen.

Uns ist bewusst, dass Nervosität eine große Rolle spielt, wenn sich die Arbeit einer ganzen Saison auf eine 30-minütige Präsentation reduziert. Fragt Ehemalige oder Partner vor Ort, ob ihr die Präsentation und Fragen vor dem Wettbewerb üben könnt, damit ihr sicherer werdet und Schwachstellen aufdeckt. Die Juroren wissen eure Arbeit und euren Kampfgeist zu schätzen. Falls ihr mal eine Frage nicht beantworten könnt, versucht jemand anderes hinzuzuziehen, der die Antwort kennt. Ganz wichtig: Wenn keiner die Antwort weiß, dann lügt nicht. Es ist besser, es dem Juror gegenüber zugeben, als nur so zu tun. Geht zum nächsten Thema über, bei welchem ihr mehr wisst, und überzeugt den Juror, dass ihr die zugrunde liegenden Prinzipien verstanden habt.



The documentation

Having a well-prepared documentation will help your presentation immensely. Utilizing posters to provide general information and highlight key areas of development help judges get a quick understanding of the overall vehicle. Tablets or binders (no preference, use what you can work best with) with organized data in the form of charts or engineering analysis will help you support your presentation and answer any questions the judge has about your decisions and work. Prototypes of parts or other physical exhibits can help provide tangible examples of how you developed the car or learned hard lessons.

The most important part is that you and your team must know what all of your presenting material is, so that you can deliver it efficiently to the judges as it is requested. Do not bring materials that have been created seasons ago and you do not fully understand. Also ensure that you appropriately display and label all of your material (refer to academic standards). By avoiding spending time looking for or explaining your supporting evidence, you will be able to spend more time telling the judge about your engineering process and designs. The judges can only score each system on what they hear from you and your team members. They can not make inferences based off of information that was not presented or what they imagine your processes must have been.

Die Dokumentation

Eine gut vorbereitete Dokumentation hilft der Präsentation ungemein. Plakate, die allgemeine Informationen liefern und die wichtigsten Entwicklungsbereiche hervorheben, helfen den Juroren, sich schnell ein Bild vom Gesamtfahrzeug zu machen. Tablets oder Ordner (keine Präferenz, verwendet das, womit ihr am besten arbeiten könnt) mit organisierten Daten in Form von Diagrammen oder technischen Analysen helfen euch, die Präsentation zu unterstützen und alle Fragen zu beantworten, die der Juror zu euren Entscheidungen und eurer Konstruktion hat. Prototypen von Teilen oder andere physische Exponate können helfen, greifbare Beispiele dafür zu liefern, wie ihr das Auto entwickelt oder schwierige Lektionen gelernt habt.

Das Wichtigste ist, dass Ihr das gesamte Präsentationsmaterial kennt und ihr es den Juroren auf effiziente Weise zeigen könnt, wenn danach gefragt wird. Bringt keine Unterlagen mit, die schon vor Jahren erstellt wurden und die ihr nicht vollständig versteht. Vergewissert euch, dass das gesamte Material ordentlich aufgebaut und beschriftet ist (nach akademischen Standards). Wenn ihr weniger Zeit für die Suche oder die Erklärung von Unterlagen aufwenden müsst, könnt ihr mehr Zeit damit verbringen, dem Juror eure Konstruktionen zu erläutern. Die Juroren können jedes System nur danach bewerten, was sie von euch gehört haben. Sie können keine Rückschlüsse auf Informationen ziehen, die nicht präsentiert wurden.

The car

While judges are there to evaluate your knowledge and not your car specifically, a well-prepared and clean car can be one of your strongest assets in the presentation. It is the best proof of your knowledge applied in real life. Judges understand that teams have a tight schedule during the event and not everything will always go as planned. But do everything you can to get it there and have it looking good.

A good-looking car does not have to be the one with the fanciest tech or the most carbon fiber. Attention to detail regardless of the material or processes involved will show a lot about your team's engineering capabilities and will impress the judges as you show them specific design decisions or problem areas. Be prepared for the judges to ask for your team to remove items like nose cone and wheels, so they can see more of your designs. Also be prepared to have one or more judges sit in your car to evaluate driver ergonomics and ease of adjustment.

To summarize, you can view the engineering design event like an exam. Prepare yourself, study your material, know why you took decisions in your design process and the reasons behind, practice presentation skills, and be proud to present your work to experienced professionals.

Der Rennwagen

Auch wenn die Juroren euer Wissen und nicht euer Auto bewerten, kann ein gut vorbereitetes und sauberes Auto einer eurer besten Trümpfe bei der Präsentation sein. Es ist der beste Beweis dafür, dass ihr euer theoretisches Wissen angewandt und in der Praxis umgesetzt habt. Die Juroren haben Verständnis dafür, dass die Teams während der gesamten FSG-Veranstaltung einen engen Zeitplan haben und nicht immer alles wie geplant abläuft. Stellt aber in jedem Fall sicher, dass ihr euer Auto mitbringt und dass es glänzt.

Ein gutaussehendes Auto muss nicht unbedingt das mit der ausgefallensten Technik oder den meisten Karbon-Teilen sein. Die Liebe zum Detail, unabhängig von den verwendeten Materialien oder Prozessen, zeigt viel über die technischen Fähigkeiten eures Teams und wird die Juroren beeindrucken, wenn ihr ihnen bestimmte Konstruktionsentscheidungen oder Problembereiche zeigt. Seid darauf vorbereitet, dass die Juroren danach fragen werden, ob Verkleidungsteile oder die Räder entfernt werden können, damit sie mehr von den Komponenten darunter sehen. Stellt euch auch darauf ein, dass sich ein oder mehrere Juroren ins Auto setzen möchten, um die Ergonomie und die Einstellmöglichkeiten für den Fahrer zu beurteilen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass das Engineering Design Event wie eine Prüfung betrachtet werden kann. Bereiten euch vor, studiert eure Unterlagen, kennt die Entscheidungen in der Konzept- und Konstruktionsphase und welche Gründe es dafür gab, übt die Präsentationsfähigkeiten und seid stolz darauf, eure harte Arbeit erfahrenen Fachleuten präsentieren zu können.

2019 FSC Engineering Design Finals – Evaluation of driver ergonomics and adjustability /

2019 FSC Engineering Design Finals – Bewertung der Fahrer-Ergonomie und Einstellbarkeit



”

What else would you like to hear more about? Let us know and we will cover it in a future article.

Worüber möchtet ihr noch mehr erfahren? Lasst es uns wissen und wir werden es in einem zukünftigen Artikel aufgreifen.

”