

# In 12,24 m oder 0,956 s aus dem Stand bis Tempo 100

**Die Fachtagung der SAE Switzerland bot Motorsport auf höchstem Niveau: Studenten der ETH Zürich und der Hochschule Luzern bauten auf Basis des bereits eingelagerten Rennfahrzeugs «mythen» von 2019 einen Hochleistungs-E-Racer, der unter einer Sekunde aus dem Stand bis 100 km/h beschleunigt. Die physikalischen Grenzen der Reibung scheinen dabei ausser Kraft gesetzt zu werden.**

Der SAE-Tagungsleiter und -Vorstandsmitglied Christopher Onder durfte am kalten Novemberabend rund 25 motorsportbegeisterte Teilnehmende im Innovationspark in Dübendorf begrüßen. Zu Beginn stellte Onder die Forschungstätigkeiten der ETH Zürich im Innovationspark vor. In Fokus-Projekten werden im ETH-Hangar nebst an den Rennfahrzeugen der Formula Student des AMZ (Akademischer Motorsportverein Zürich) auch an einem zweiplätzigem Flugzeug mit E-Antrieb und Brennstoffzellenenergieumwandler gearbeitet, ein Hyperloop-Transportsystem vorangebracht und an Höhenforschungsraketen weiterentwickelt oder Wellenforschung betrieben.

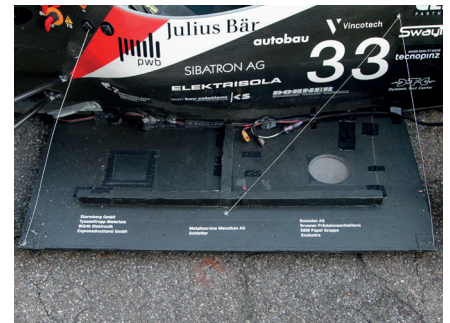
Seit 2006 stellt sich der AMZ dem Wettbewerb der Formula Student, bei der es nicht nur um schnelle Rundenzeiten geht, sondern auch die Entwicklung und die Lösungen bewertet werden. Nach den ersten drei Fahrzeugen mit verbrennungsmotorischem Antrieb wechselte das Team auf vollelektrischen Antrieb. Jedes Jahr wechselt die Mannschaft, wird aber von den erfahrenen AMZ-Mitgliedern weiterhin unterstützt und das Wissen weitergegeben. Die Erfolge über die Jahre zeigen, dass die Kontinuität, aber auch die Innovationskraft Früchte tragen. Das AMZ-Team war das erste Schweizer Team in der Formula Student. Unterdessen messen sich in der Schweiz bereits vier Teams im kompetitiven Umfeld des Studentenwettbewerbs.

## Der Ehrgeiz zählt

Im September 2022 stellte das Team der Universität Stuttgart einen neuen Beschleunigungsweltrekord für die Elektroflitzer auf: Aus dem Stand bis 100 km/h vermochte der elektrisch betriebene CFK-Racer innert 1,461 s zu beschleunigen. Die Studentinnen und Studenten des AMZ Racing-Teams wollten diesen Rekord unterbieten und machten sich ans Werk. Das 2019 eingesetzte Rennfahrzeug «mythen» wurde komplett zerlegt



*Der Weltrekord für die Beschleunigung eines Elektrofahrzeuges von 0 bis 100 km/h lockte zahlreiche SAE-Tagungsteilnehmende in den Innovationspark Dübendorf. Das AMZ-Team zeigte auf, wie sie es schafften, unter einer Sekunde Tempo 100 aus dem Stand zu erreichen.*



*Das Formula-Student-Fahrzeug «mythen» von 2019 wurde komplett überarbeitet und alle aerodynamischen Flügel entfernt. Um genügend Anpresskraft zu erzielen, bauten die Studenten der ETH Zürich und der Hochschule Luzern des AMZ-Teams eine 1x2 m CFK-Platte unter Fahrzeug. Mittels Hochleistungsventilatoren wurde ein Anpressdruck von zusätzlich über 200 kg realisiert, um die Antriebskraft mit wenig Schlupf auf die Strasse zu bringen.*



*SAE-Fachtagungsleiter und Vorstandsmitglied Prof. Dr. sc. techn. Christopher Onder.*



*SAE-Präsident Dominik Steffen stellte weitere Sponsoringbeiträge fürs Team in Aussicht.*

und alle relevanten Teilsysteme wie Batterie, E-Maschine inkl. Getriebe, Inverter, Radaufhängung und Regelungstechnik neu entwickelt und auch gebaut. Das Ziel: Die Kolleginnen und Kollegen aus Stuttgart in die Schranken weisen und einen erneuten Weltrekord aufzustellen, der nicht so schnell wieder gebrochen werden kann.

Konstruktiv ging das Team zielstrebig vor. Der Front- und Heckflügel wurden entfernt, da bei geringen Geschwindigkeiten diese keine Vorteile punkto Downforce-Kräfte bringen, also Anpresskräfte auf den Rädern ermöglichen. Um möglichst viel Antriebsleistung zu erzielen, wurden die E-Maschinen erneut weiterentwickelt und konsequent Gewicht eingespart. Das fertige Fahrzeug wiegt knapp 137,5 kg und leistet maximal mit den vier Radnabenmotoren mit integriertem Planetengetriebe 155,4 kW. Die Motoren drehen maximal mit 28'000/min. Um das Gesamtgewicht möglichst niedrig zu halten, fuhr eine 40 kg schwere Fahrerin.

### Katapultmässiger Start

Das Resultat der Bemühungen ist einzigartig. Aus dem Stand beschleunigte der Racer innert 0,956 s auf 100 km/h. Dies entspricht einer Beschleunigung von 3,81 g, was umgerechnet  $37,4 \text{ m/s}^2$  entspricht. Kein Wunder, ist Tempo 100 bereits nach einer Strecke von 12,24 m erreicht. Vergleicht man diese Werte mit einem Serienfahrzeug, wird klar, was das Team hier konstruktiv geleistet hat: ein Pininfarina Battista (von Rimac entwickelt) benötigt für diese Disziplin 1,8 s und weist ebenfalls vier Radnaben-E-Maschinen auf mit insgesamt 1397 kW Spitzenleistung und 2,2 Tonnen Leergewicht. Lediglich ein Spitzendragster erreicht 100 km/h nach rund 0,8 s, weist aber auch eine Leistung von rund 10'000 PS auf.

Damit die Antriebskraft auf die Fahrbahn übertragen werden kann, wurden weiche, vorgeheizte Reifen eingesetzt mit einem Reibwert  $\mu_H$  von ca. 1,8. Zusätzlich montierte das Team eine rund 1 mal 2 m grosse CFK-Platte unter das Fahrzeug, dichtete diese rundherum mit elastischen Abdeckungen ab und erzeugte mit Ventilatoren einen Unterdruck, um das Fahrzeug zusätzlich auf die Strasse zu pressen. Die statische Downforce-Kraft betrug umgerechnet über 200 kg. Die Messung zeigte bei den Fahrversuchen: Das Gesamtsystem wurde optimal ausgelegt und die Beschleunigung drei Mal hintereinander unter einer Sekunde bewerkstelligt.



Die AMZ-Teamleader zeigten die Entwicklungen am Weltrekordfahrzeug auf, welche es erst ermöglichten, die Beschleunigung von über 3,8 g auf die Strasse zu bringen. Jedes Teilsystem wurde für das Weltrekordfahrzeug optimiert oder sogar neu entwickelt.



Ein Student übernimmt als CEO die Führungsaufgabe des AMZ: Jonas Hauser freute sich mit seinen Kollegen, die technischen Herausforderungen und die Lösungen aufzuzeigen. Beeindruckend: alle relevanten Systeme wie die E-Motoren wurden in Eigenregie auch gebaut.



### «castor» ebenfalls erfolgreich

Doch nicht nur der Weltrekord war Thema in den spannenden Referaten des Teams. Auch der aktuelle Rennbolide «castor» war diese Saison erfolgreich und gewann die Formula Student Ausscheidung in der Schweiz und platzierte sich auf dem zweiten Platz im deutschen Wettbewerb. Die kontinuierliche Weiterentwicklung ermöglicht den Studenten, neue Technologien auszuprobieren und auch mit Industriepartnern technische Lösungen zu erforschen und im Rennbetrieb auszuprobieren.

Der leer 182 kg schwere «castor» besitzt den neusten Motor (Version 12), der maximal 43,5 kW leistet. Ein neu entwickelter Inverter versorgt die E-Maschinen aus einer 6,5 kWh LiPo-Batterie mit Energie. Das Fahrzeug kann sowohl mit Fahrer als auch autonom einen Parcours abfahren. Sämtliche Hard- und Software wurde von den Studenten implementiert. Das Fahrzeug besitzt eine hydraulische Federung. Via Pushrod-Hydraulikzylinder wird an

zwei im Fahrzeug verbauten Einheiten die Dämpfung/Federung pro Achse und zusätzlich zentral umgesetzt und geregelt.

### Gemütlicher Ausklang mit Austausch

Tagungsleiter Chris Onder bedankte sich im Anschluss an die spannenden Referate bei den Mitgliedern des Rennteams. Der SAE-Präsident Dominik Steffen versprach den Teammitgliedern zudem, dass die SAE Switzerland auch weiterhin als Sponsor das Engagement aller vier Teams aus der Schweiz unterstützen wird.

Im Anschluss fand ein gemütliches Zusammensein mit Grillplausch statt, bei dem Teilnehmende den Studenten weitere Fragen stellen konnten. Fazit dieser SAE-Fachveranstaltung: Wer nicht dabei war, hat etwas verpasst. Es bleibt zu hoffen, dass künftig wieder mehr SAE-Mitglieder an den Veranstaltungen teilnehmen werden. Unter <https://youtu.be/88cVs5zZFTE?si=UJ15H26CBpKaCDnN> kann das Video des Beschleunigungs-Weltrekords nachgeschaut werden.