

Team proTRon – Entwicklung energieeffizienter Fahrzeuge

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zoppke
Prof. Dr.-Ing. Matthias Scherer
Michael Hoffmann, M. Eng
Kai C. Apel, B. Eng
Jacob Kochems, B. Eng

Der Shell Eco-Marathon

Mit einem Liter Kraftstoff die größtmögliche Entfernung zurücklegen und dabei so wenig Schadstoff wie möglich ausstoßen, das ist der Grundgedanke des Shell Eco-Marathons.

Jedes Jahr lädt das Energieunternehmen Shell junge Menschen ein, ihre Ideen von zukünftiger Mobilität und verantwortungsbewusstem Umgang mit Energie umzusetzen und ein Fahrzeug zu entwerfen, das diese Kriterien erfüllt.

Dabei sind technische Innovationen, Teamgeist und interdisziplinäre Arbeit vor dem Hintergrund des nachhaltigen Umgangs mit Energieressourcen gefragt. Über 250 Teams aus 20 Nationen nahmen im Mai 2011 am Wettbewerb in der Lausitz teil, um die Energieeffizienz ihrer Fahrzeuge unter Beweis zu stellen. Ganz gleich, welches Antriebskonzept – alle Fahrzeuge müssen in einer vorgegebenen Zeit eine bestimmte Strecke absolvieren und dabei so wenig Kraftstoff wie möglich verbrauchen. Der beste von vier Versuchen wird gewertet. Die Verbrauchsdaten werden umgerechnet, um den Äquivalenzwert „Kilometerleistung pro 1 Liter Superbenzin“ zu ermitteln.



Abbildung 1: Siegerehrung des Shell Eco-Marathon 2011 - Foto: Reckimages/Shell

Das Team proTRon der FH-Trier

Derzeit besteht das Team aus ca. 40 Studenten aus den verschiedensten Fachrichtungen wie Maschinenbau, Elektrotechnik, Informatik und Kommunikationsdesign. Eine erfolgreiche Zusammenarbeit, wie sich bereits herausgestellt hat. Durch eine konsequente Weiterentwicklung der beiden Wettbewerbsfahrzeuge proTRon III und proTRon AERIS konnte auch in diesem Jahr der Verbrauch der Fahrzeuge weiter gesenkt werden.

Das 2-sitzige Elektrofahrzeug proTRon AERIS, das in der Klasse der Urban-Concept-Fahrzeuge (Stadtfahrzeuge) startete, erreichte den ersten Platz. Der innovative Zweisitzer, der neben der Technik auch optisch überzeugt, erreicht somit umgerechnet 2071 km pro Liter Benzin. Vor dem Hintergrund, dass das Fahrzeug mit seinem Platzangebot für zwei Personen und damit auch mit seinem Gewicht und den Abmessungen weit über die geforderten Mindestmaße des Wettbewerbs hinausgeht, ist diese Leistung umso höher zu bewerten. Nach Berechnungen des Veranstalters Shell stieß das Fahrzeug lediglich 1,97 gCO₂/km aus und stellte so einen neuen Weltrekord auf.

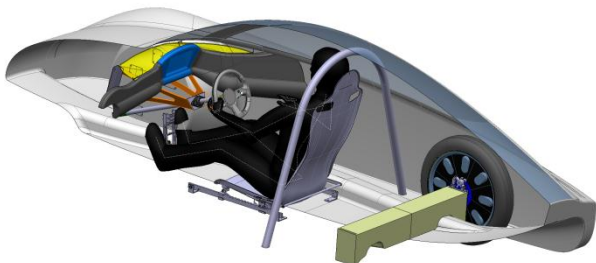


Abbildung 2: Ergonomieuntersuchung des geplanten Instrumententräger in CATIA V6

Umrüstung auf Akkubetrieb

Warum der proTRon AERIS auf „Plug-in Electricity“ umgerüstet wurde.

Das Team der Fachhochschule Trier entschied sich in der, in diesem Jahr neu gegründeten Klasse der Elektromobilität teilzunehmen. „Plug-in“ ist der Name der Klasse, in der Fahrzeuge teilnehmen können, deren Antriebsenergie von einem Akkumulator zur Verfügung gestellt wird. Gründe für diese Umorientierung waren zum einen die Chancen, die eine Teilnahme in einer neuen Klasse bieten sowie die Möglichkeit, die Entwicklung der Fahrzeuge in verschiedene Richtungen voranzutreiben.



Abbildung 3: „Akkupack“ des proTRon AERIS

In diesem Jahr entschied sich das Team für die Lithium-Eisen-Phosphat Technologie, da diese Ladungsspeicher eine hohe Energiedichte aufweisen und sich besonders für große Lade- und Entladeströme eignen. Zudem sind die Speicher im Gegensatz zu Lithium-Polymer-Akkumulatoren eigensicher und können nicht durch Überladung zerstört werden. Das Akkumulator-System wird durch ein Battery-Monitoring-System (BMS) überwacht. Dieses schaltet bei Überstrom, Überspannung, Unterspannung, hohen Temperaturen und unzulässiger Abweichungen der Einzelzellspannungen den Akku ab.

Der proTRon AERIS erzielt mit diesem 3,5 kg schweren Akkumulator eine maxi-

male Reichweite von ca. 60 km. Das System kann innerhalb von 45 Minuten schonend geladen werden. Ein Schnellladevorgang kann den Akkumulator sogar innerhalb von 15 Minuten laden, reduziert jedoch die Lebenszeit des Systems erheblich.

Für das Fahrzeug stehen 3 „Akkupacks“ zur Verfügung, die während einer längeren Fahrt auch gekoppelt werden können. Im Alltagsbetrieb verzichtet man jedoch darauf, um die Ladezeiten gering zu halten.

Hardware in the Loop (HiL)

Wie die Softwareentwicklung vom Fahrzeug entkoppelt wurde.

Im klassischen Entwicklungsprozess von Steuergeräten ist die Entwicklung der Software das letzte Glied in der Kette. Erst wenn die Elektronik und die Mechanik eines Fahrzeugs fertig entwickelt und zusammen verbaut sind, kann ein erster Test der Software erfolgen. Entsprechend spät kann mit der Softwareentwicklung begonnen werden. Dies führt oft dazu, dass den Softwareentwicklern viel zu wenig Zeit bleibt, ihre Software hinreichend zu testen und Fehler zu beseitigen.

In den letzten Jahren hatten die Softwareentwickler des Team proTRon mit genau dieser Problematik zu kämpfen. Das war letztlich auch die Motivation für den Einsatz einer HiL-Simulation. Die HiL-Simulation entkoppelt den Softwareentwicklungsprozess von dem tatsächlichen Fahrzeug. Der HiL-Simulator ersetzt die Umgebung des Steuergerätes. Die Signale, die das Steuergerät sonst von der Umgebung erhält, werden simuliert und für das Steuergerät entsprechend aufbereitet. Die Stellsignale des Steuergerätes können ebenfalls ausgewertet und z.B. in einem MATLAB/Simulink Modell weiter verarbeitet werden. Auf diese Weise können die möglichen Reaktionen

des Systems auf die Ansteuerung des Steuergerätes untersucht werden. Dabei sind Tests möglich, die im realen Umfeld unter Umständen gefährlich sein oder das reale System zerstören könnten.

Für die Softwareentwicklung des proTRon wurde eine MicroAutoBox der Firma dSPACE als HiL-Simulator eingesetzt. Dabei kam ControlDesk, eine Software von dSPACE, als Experimentierumgebung zum Einsatz. In enger Zusammenarbeit von Softwareentwickler und Tester ist es somit gelungen, die Qualität der Software wesentlich zu steigern.

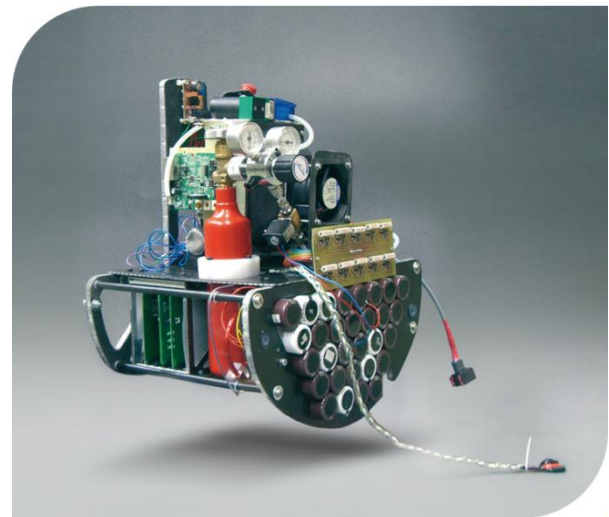


Abbildung 4: Elektronik-Rack des proTRon III

Die gesamte Elektronik wurde für die dritte Generation des „proTRon“ vollständig neu entworfen. Um den Kabelbaum des Fahrzeuges in seinem Umfang zu reduzieren, hat sich das Team für ein verteiltes System via CAN-Bus entschieden. Mit Hilfe der HiL-Simulation waren die Softwareentwickler in der Lage, jeden CAN-Knoten für sich zu testen, indem der Restbus simuliert wurde.

Ohne die Möglichkeiten der HiL-Simulation wäre es nicht möglich gewesen, die Software für den proTRon rechtzeitig und in dieser Qualität fertigzustellen.

Brennstoffzellenprüfstand

Eine Plattform zur systematischen Untersuchung des Betriebsverhaltens von Brennstoffzellen.

Eine Brennstoffzelle ist ein komplexes Gebilde, welches von zahlreichen äußeren Störgrößen beeinflusst wird. Dies führt dazu, dass die internen Zustände, wie z.B. die Feuchtigkeit, nur sehr schwer zu bestimmen sind. Um diese Problematik in den Griff zu bekommen, benötigt man eine Testumgebung, mit deren Hilfe man reproduzierbare Messreihen aufnehmen kann. Zu diesem Zweck wurde von einer Gruppe von Studenten ein Brennstoffzellenprüfstand entworfen, gebaut und in Betrieb genommen.

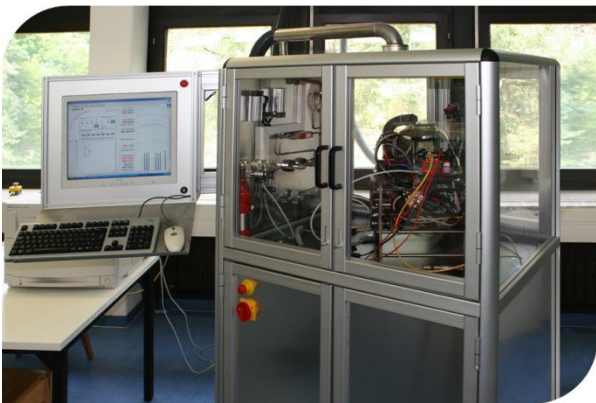


Abbildung 5: Brennstoffzellenprüfstand

Mit diesem Prüfstand ist das Team nun in der Lage, verschiedene Umgebungstemperaturen zu simulieren und somit das Betriebsverhalten der Brennstoffzelle zu ermitteln und zu beeinflussen. Dazu ist das eigens für den „proTRon III“ entwickelte Rack, welches sich komplett aus dem Fahrzeug herausnehmen lässt, über das CAN-Bus Netzwerk mit einem PC im Prüfstand verbunden. Mit der Software LabVIEW ist der Benutzer nun in der Lage, die Messdaten aufzuzeichnen und auch während der Messung noch auszuwerten. Die Stellglieder des Brennstoffzellensystems lassen sich auch manuell aus dieser Softwareumgebung heraus ansteuern. Des Weiteren ist der Prüfstand

eine kompakte und mobile Einheit, die auch zum Shell Eco-Marathon mitgenommen werden konnte. Dort hat der Prüfstand bereits hervorragende Dienste geleistet und sich damit in der Praxis bewährt.

proTRon 2015

Eine neue Herausforderung - proTRon evolution

Neben den Wettbewerbsfahrzeugen arbeitet das Team seit Ende 2010 an der Entwicklung eines neuen Projekts – *proTRon evolution*. Weg vom reinen Wettbewerbsgedanken, hin zu einem auf die Bedürfnisse des Kunden zugeschnittenen Fahrzeuges.

So soll die Integration innovativer Lösungen in ein serienreifes Fahrzeug zur nachhaltigen Verbesserung der Energieeffizienz unter Berücksichtigung der zukünftigen Mobilitätsanforderungen Teil unseres Leitsatzes sein. Abgeleitet aus den Experimentalfahrzeugen proTRon und proTRon AERIS setzt sich die Fachhochschule Trier zum Ziel, die Interaktion von Mensch und Maschine durch industriell umsetzbare Lösungen zu optimieren.

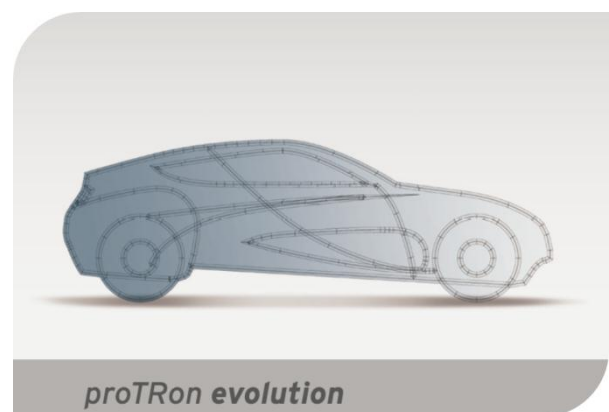


Abbildung 6: proTRon evolution

Kontakt

Team proTRon
Fachbereich Technik
proTRon@fh-trier.de
<http://proTRon.fh-trier.de>