



WIR BAUEN DAS

ENERGIEEFFIZIENTESTE FAHRZEUG

DER WELT

Team Eco-Racing Austria

ecoracing@tugraz.at



Agenda

- TERA – TU Graz
- Shell Eco – Marathon
- TERA – Fennek 2010
 - Externe Widerstände
 - Interne Technik



Agenda

- TERA – TU Graz
- Shell Eco – Marathon
- TERA – Fennek 2010
 - Externe Widerstände
 - Interne Technik



TERA – TU Graz

- Gegründet September 2009
- 30 Mitglieder
- eigenständiger Verein
- Initiative der TU Graz
- Interdisziplinäre Aufgabenstellungen
- Plattform für Bachelor- und Masterarbeiten
- Reines Studententeam, beratende Unterstützung von Professoren



TERA – TU Graz

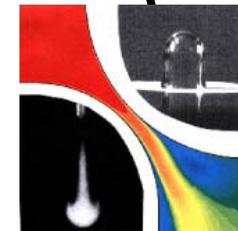
- Netzwerk TU Graz



Institut für
Fertigungstechnik



Institut für hydraulische
Strömungsmaschinen



Institut für Strömungslehre
und Wärmeübertragung

WE | entwickeln
EM | messen
EM | berechnen
WE | prüfen
**Maschinenelemente und
Entwicklungsmethodik**



Agenda

- TERA – TU Graz
- Shell Eco – Marathon
- TERA – Fennek 2010
 - Externe Widerstände
 - Interne Technik



Shell Eco – Marathon

- Seit 1985 internat. Energieeffizienz – Wettbewerb für Studententeams
- Über 200 teilnehmende Teams, internationale Berichterstattung
- etwa 2/3 Universitäten, 1/3 Schulen
- Ziel: möglichst viele Kilometer mit einem Liter Benzin zurücklegen!
(alternative Treibstoffe wie H₂ werden in Benzin – Äquivalente umgerechnet)





Shell Eco – Marathon

- 7 Runden (etwa 25 km in 51min) auf Rundkurs, anschließend wird Verbrauch bestimmt und theoretische Reichweite mit 1L Benzin errechnet
- Minstdurchschnittsgeschwindigkeit: 30 km/h
- Klassen:
 - Prototypen (mind. 3 Räder, nur wenige Einschränkungen)
 - Urban – Concept (4 – Räder, Stop-and-Go, strassentauglich ...)
 - Geplant: Antritt in Prototypen – Klasse



Shell Eco – Marathon

- Wertungen :
 - Gesamtwertung (ICE + alternative Antriebe)
 - Brennstoffzellen – Fahrzeuge

- Spezialpreise:
 - Technical Innovation Award
 - Design Award
 - Safety Award



Agenda

- TERA – TU Graz
- Shell Eco – Marathon
- **TERA – Fennek 2010**
 - Externe Widerstände
 - Interne Technik



TERA Fennek 2010



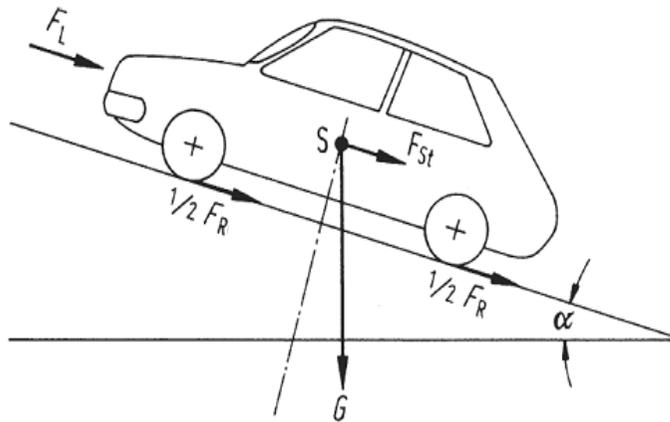
- Externe Widerstände
- Interne Technik



Agenda

- TERA – TU Graz
- Shell Eco – Marathon
- TERA – Fennek 2010
 - Externe Widerstände
 - Interne Technik

Fahrwiderstände



α Steigungswinkel

S Schwerpunkt

G Gewichtskraft $G = m \cdot g$

F_{St} Steigungswiderstand $F_{St} = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$

F_R Rollwiderstand $F_R = c_R \cdot m \cdot g$

F_L Luftwiderstand $F_L = c_W \cdot A \cdot \left(\frac{\rho}{2} \cdot v^2 \right)$

F_{Ges} Gesamtwiderstand $F_{Ges} = F_{St} + F_{Roll} + F_L$

Fahrwiderstandsleistung $P_{Ges} = F_{Ges} \cdot v$

Quelle: M. Hecht, Fahrzeugtechnik in Dubbel, 22. Aufl. Springer Berlin Heidelberg New York, 2007



Beeinflussende Faktoren

- Rollwiderstand → Rad-Straße-Kontakt
- Projizierte Fläche → Rahmenbedingungen
- Luftwiderstandsbeiwert → Form
- Masse



Rollwiderstand

$$c_R = \frac{d}{R}$$

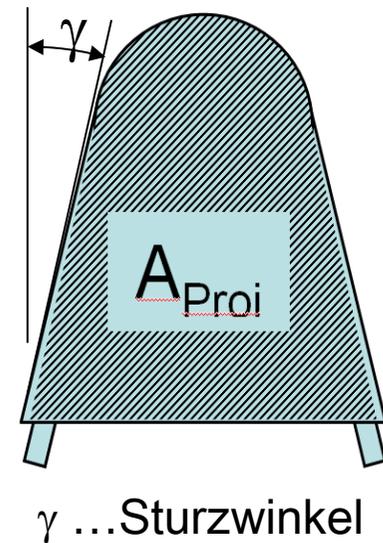
Reifen	c_R
PKW – Reifen auf Asphalt	0,015
Fahrradreifen auf Asphalt	0,0035
Michelin Eco Tyre	0,0008
Kugellager (aus gehärtetem Stahl)	0,0005

Quelle: Wikipedia, Michelin



Luftwiderstand (projizierte Fläche)

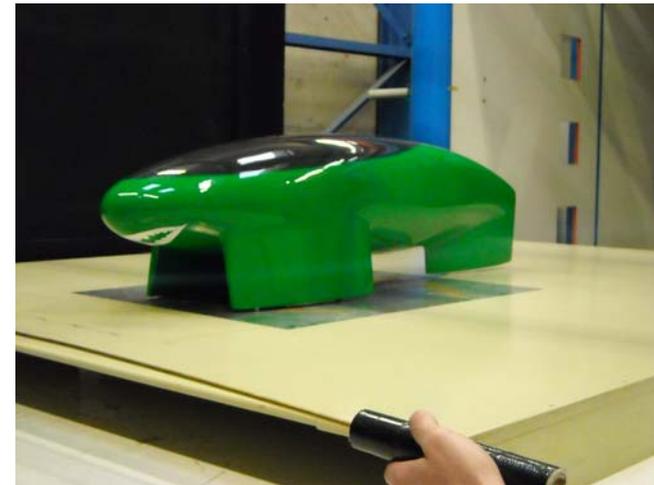
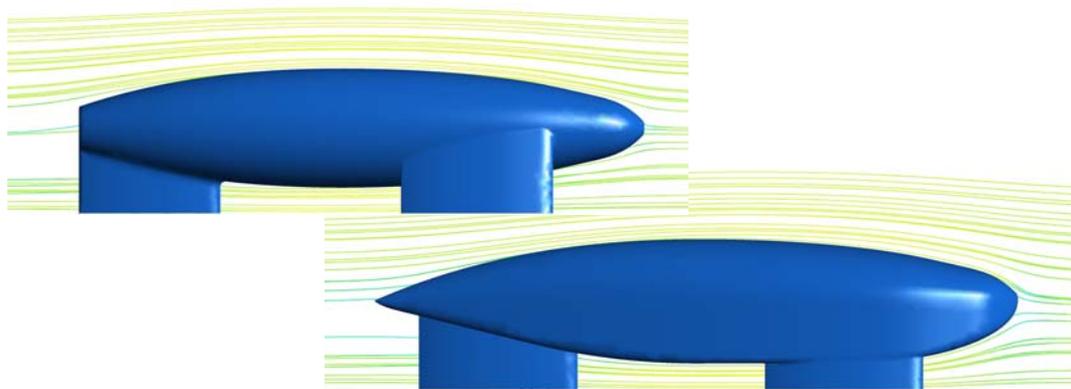
- Rahmenbedingungen (Spurweite, Radstand, ...)
- Minimierung der proj. Fläche durch mehr Sturz
- NT: Rollwiderstand steigt!





Luftwiderstand – Form

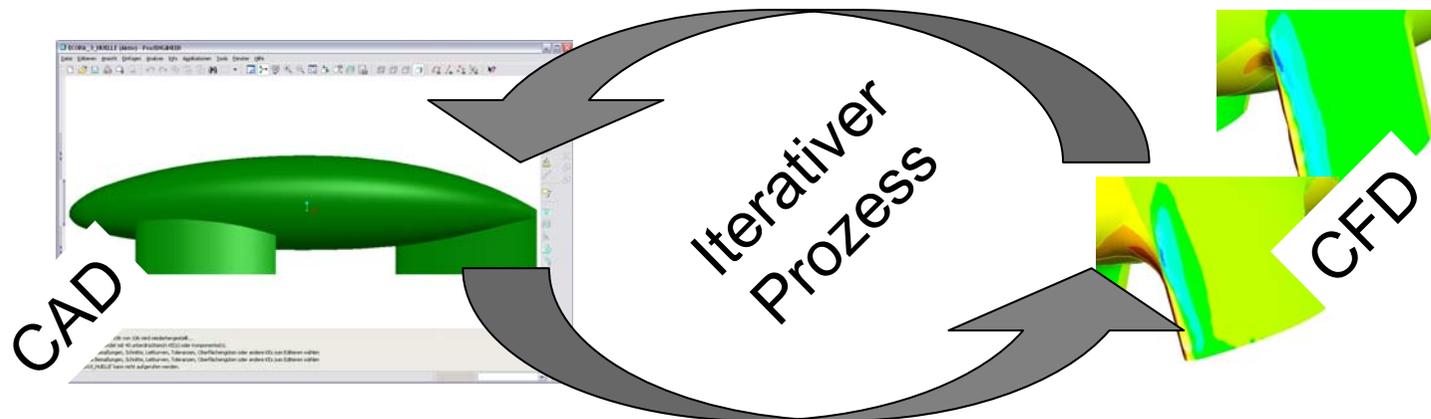
- Ca. 35 verschiedene Modellformen modelliert und mittels CFD berechnet
- Evaluierung der CFD – Ergebnisse im Windkanal





Luftwiderstand – Form

- Problem:
 - Richtige Interpretation der Ergebnisse aus Berechnung (CFD) und Messung (Windkanal)
 - Daraus Verbesserungen ableiten





Modellbau

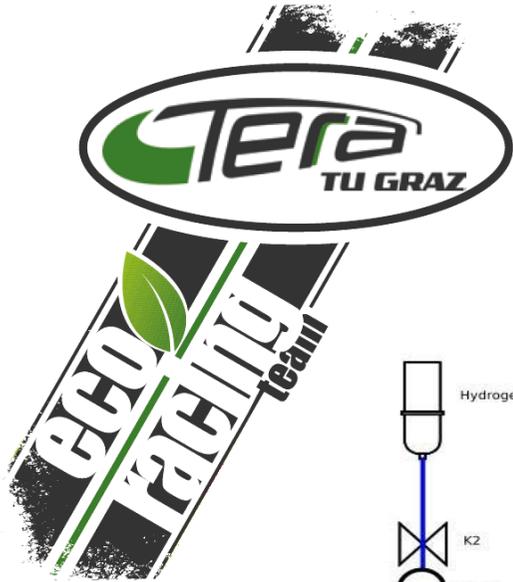
- Übertragung der CAD Daten auf 1:1 Positivmodell
- Styropormodell
 - fräsen
 - schleifen



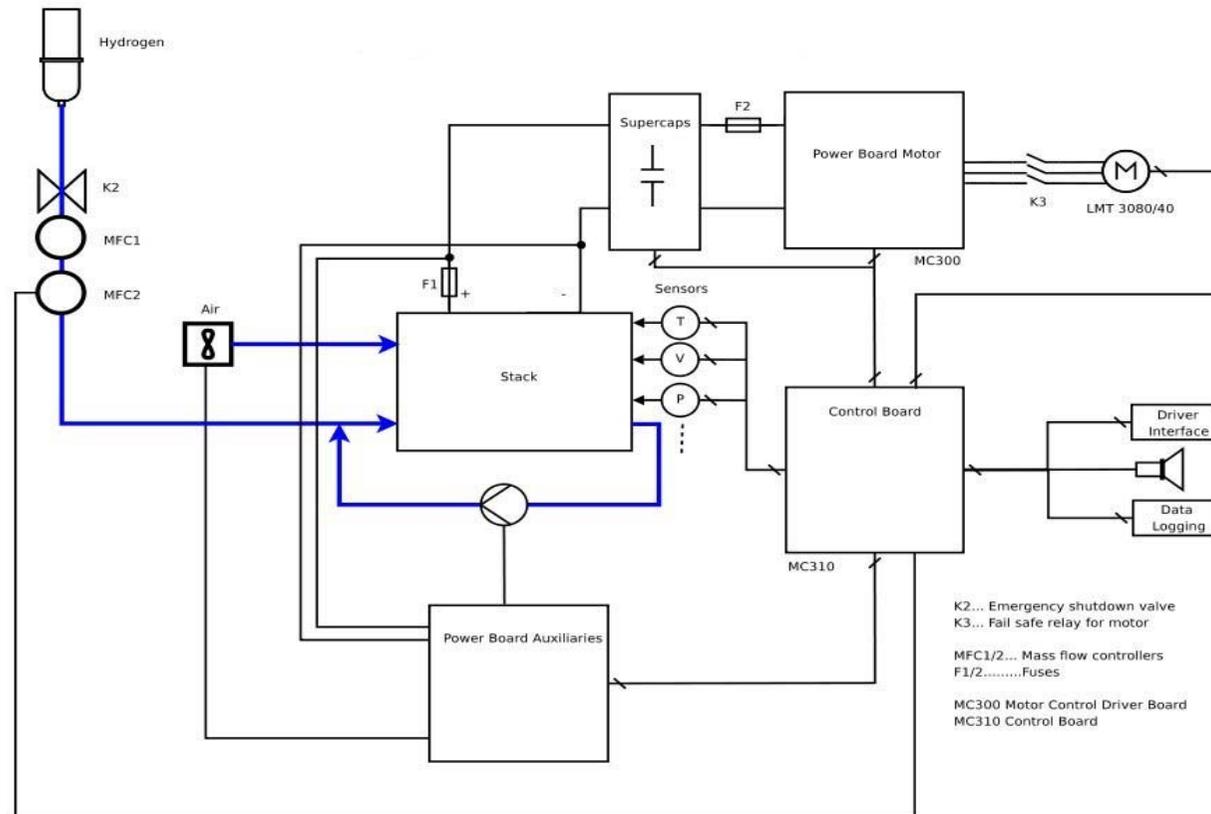


Agenda

- TERA – TU Graz
- Shell Eco – Marathon
- TERA – Fennek 2010
 - Externe Widerstände
 - Interne Technik



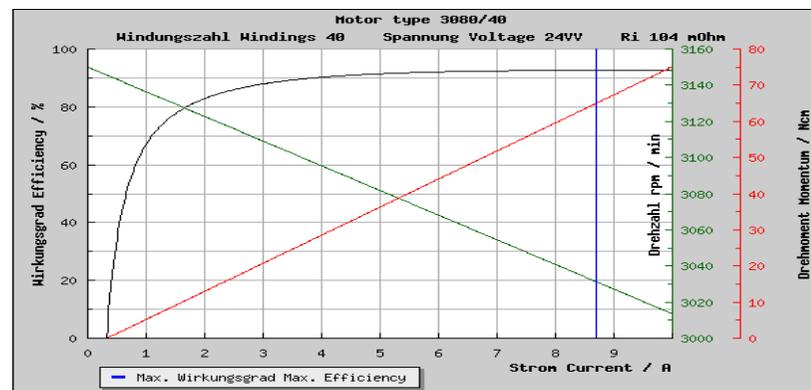
Antriebsstrang Übersicht





Motorenauswahl

- Radnabenmotor
 - Keine Verluste durch Getriebe
 - Zu groß und zu leistungsstark
- BLDC
 - Motoren aus dem Modellbaubereich mit hohem Wirkungsgrad





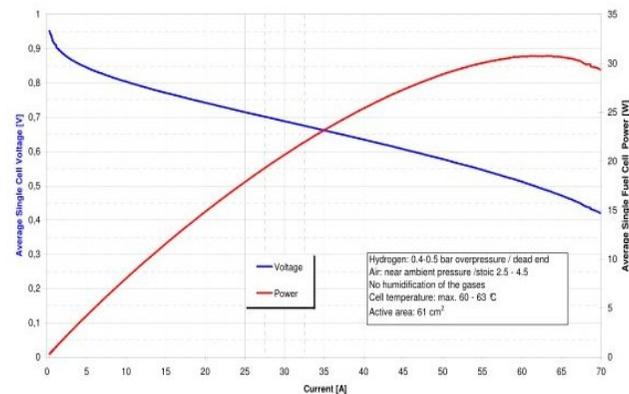
Motorsteuergerät

- Fertiglösungen aus dem Modellbau
 - Sehr kompakt
 - unflexibel
- Mikrocontroller-gestützte Eigenentwicklung
 - Zeitaufwändig
 - Sehr flexibel (gut ins Gesamtkonzept integrierbar)
- Development Kits für Motorsteuerung
 - Flexibel und weniger zeitaufwändig
 - Nicht ganz so optimiert wie die Eigenentwicklung



Stack – Auswahl

- Brennstoffzellen haben den besten Wirkungsgrad im Teillastbereich



- Gewicht und Abmessungen ergeben die oberen Grenzen
- Gewählt: 1kW Stack



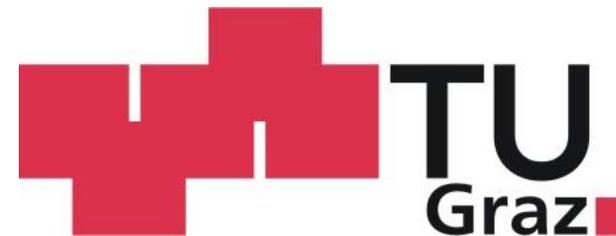
Rollout

Rollout des TERA- Fennek

21.04.2010

19:30 Alte Technik

nahwaerme.at



impuls Styria
Arbeitsgemeinschaft zur Förderung und Unterstützung von zukunftsorientierten Initiativen im Lande Steiermark



k-tec
www.ktec.at

radsport kotnik



Das Land Steiermark



HycentA
HYDROGEN CENTER AUSTRIA

Raiffeisenkasse Kuchl

FASZL
KUNSTSTOFFTECHNIK UND DIENSTLEISTUNGEN GMBH

